

# مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 10

1445 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

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

عضو هيئة التحرير	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

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 : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : [www.albaath-univ.edu.sy](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto: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.
  - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:  
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:  
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
  - إذا 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.
  - إذا 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 25×17.5 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

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
38-11	م. فلاح مبارك د. منيب العلاف د. إحسان الطرشة	دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المسلحة المعرضة للقتل باستخدام الركام المعاد تدويره كاستبدال كلي من الركام الطبيعي
64-39	د. أحمد العمر	المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية دراسة مقارنة
102-65	م. علاء علي د. مروان خوري	دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص البيتون المنتج (المقاومة البيتونية) باستخدام الحصويات المعاد تدويرها (RCA)
154-103	م. قمر زعيب د. هودا خزام	تأثير التكنولوجيا في الأداء الوظيفي للمطارات





## دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المسلحة المعرضة للقتل باستخدام الركام المعاد تدويره كاستبدال كلي من الركام الطبيعي

طالب دراسات عليا (دكتوراه) المهندس: **فلاح علي مبارك** - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

**بإشراف** الدكتور المهندس: **منيب العلاف** أستاذ دكتور في قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث (مشرفاً أساسياً).

الدكتور المهندس: **إحسان الطرشة** أستاذ دكتور في قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث (مشرفاً مشاركاً).

### ملخص البحث

يقدم هذا البحث دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المصنعة من الركام المعاد تدويره باستبدال كلي بدلاً من الركام الطبيعي، ومعرفة الخواص الميكانيكية للخلطة الخرسانية وفق النسب (0-100) %.

بينت النتائج على عينات خرسانية اسطوانية بعمر 120 يوماً وبنسبة استبدال 100% انخفاض في مقاومة الخرسانة على الضغط بنسبة 18.4%، ومقاومة الشد بالفلق للخرسانة انخفضت بنسبة 25.8% تجريبياً وبنسبة 26.7% تحليلياً، معامل المرونة  $E_c$  انخفض بنسبة 26.9% مقارنةً مع العينات المكونة من الركام الطبيعي.

أجريت دراسة تجريبية بتطبيق عزم القتل على ثلاثة جوائز خرسانية مسلحة مكونة من الركام الطبيعي (R0) وثلاثة جوائز بنسبة استبدال 100% من الركام المعاد تدويره (R100)، وأظهرت النتائج انخفاض بعزم القتل الأعظمي بمقدار 26.7%، وكذلك زاوية القتل انخفضت بنسبة 41% في الجوائز المكونة من الركام المعاد تدويره مقارنة مع الجوائز المصبوبة من الركام الطبيعي.

وأعطت النتائج التحليلية توافق جيد مع النتائج التجريبية من حيث توزيع وشكل الشقوق، وكان الفرق بين عزم القتل التجريبي والتحليلي بنسبة 5.3%، وزاوية القتل كانت نسبة الفرق 11.6%.

**كلمات مفتاحية:** الركام الطبيعي، الركام المعاد تدويره، مقاومة الشد بالفلق، الجوائز الخرسانية المسلحة، عزم القتل، زاوية القتل.

## Experimental study of the behavior of reinforced concrete beams exposed to twisting using recycled aggregates as a total replacement of natural aggregates

### Abstract

This research presents an experimental and analytical study of the behavior of concrete beams manufactured from recycled aggregates with total replacement instead of natural aggregates, and knowledge of the mechanical properties of the concrete mixture according to the ratios (0-100%).

The results showed that on cylindrical concrete samples at the age of 120 days, with a replacement rate of 100%, a decrease in the compressive strength of the concrete by 18.4%, and the tensile strength of the split concrete decreased by 25.8% experimentally and by 26.7% analytically, the modulus of elasticity  $E_c$  decreased by 26.9% compared to samples consisting of aggregates natural.

An experimental study was conducted by applying the torsional torque on three reinforced concrete beams consisting of natural aggregate (R0) and three beams with a 100% replacement rate of recycled aggregate (R100), and the results showed a decrease in the maximum torque by 26.7%. Beams composed of recycled aggregates compared to those made of natural aggregates.

The analytical results gave a good agreement with the experimental results in terms of the distribution and shape of the cracks, and the difference between the experimental and analytical torsional torque was 5.3%, and the torsion angle was 11.6%.

**Key words:** Recycled aggregate, Natural aggregates, splitting tensile strength, reinforced concrete beams, torsion moment, Angle of twist.

## 1- المقدمة:

الخرسانة في كل مكان حولنا، في البيوت، المدارس، المشافي، الجسور، الطرق، الأسواق، المكاتب، المصانع، وكل مكونات الحياة العصرية. مع زيادة النمو الاقتصادي وزيادة عدد السكان واتساع المناطق الحضرية، أعيد ترسيم المدن وشق الطرق وزادت الحاجة للبناء والتوسع العمراني وتشديد المباني الجديدة، وأدى ذلك إلى زيادة كبيرة في استعمال الخرسانة، حيث يقدر استعمال الخرسانة بحوالي 30 بليون طن في السنة في العالم [10].

ولكن يقابل تلك الزيادة في الطلب لاستعمال وانتاج الخرسانة، نقص في المواد الأولية الجيدة المحدودة على أرضنا، ونظراً للظروف الحرب التي عاشتها بعض الدول العربية أدت الى هدم الأبنية وتراكم هذه الأنقاض كما موضح في الشكل (1) وهي غير صديقة للبيئة، من هنا نشأت فكرة إعادة تدوير وإعادة استعمال الخرسانة القديمة في انتاج الخرسانة الجديدة وكيفية التخلص من الركام ومخلفات الخرسانة القديمة.



الشكل (1): ركام الأبنية في سوريا واليمن

## 2- المشكلة العلمية ومبررات البحث:

نتيجةً لظروف الحرب الحاصلة في سوريا وبعض الدول أدت الى تهديم عدد كبير من المباني وخلفت وراها نفايات خرسانية كثيرة، وعلاج هذا الوضع هو إعادة تدوير هذه النفايات واستخدامها مرة أخرى.

إن محور هذا البحث هو الاستفادة بالشكل الأفضل من هذه النفايات واستخدامها في العناصر الإنشائية كاستبدال كلي، ومن ضمن هذه العناصر الجوائز الخرسانية المسلحة.

## 3- هدف البحث:

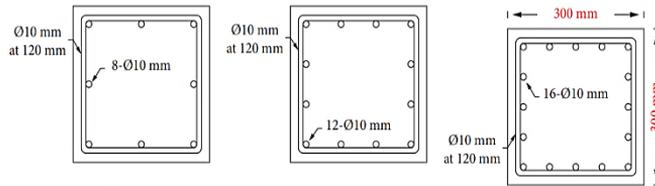
دراسة الخصائص الميكانيكية للخرسانة المكونة من الركام المعاد تدويره وفق النسبة 100%، وكذلك دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المسلحة المعرضة للفتل وفق النسبة المذكورة ومقارنتها بالعينات المرجعية المكونة من الركام الطبيعي.

## 4- الدراسة المرجعية:

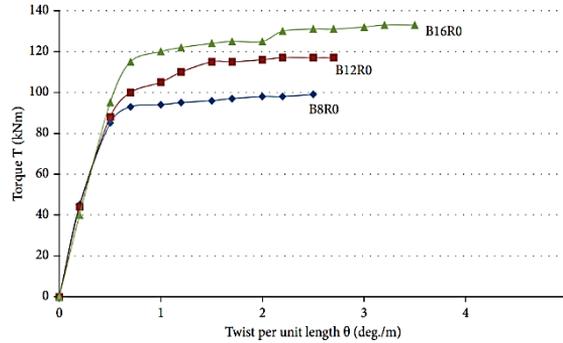
سوف نستعرض بعض النتائج التي توصلت إليها بعض الدراسات المرجعية المتعلقة بالركام المعاد تدويره:

1- قام الباحث [3]، [7] بدراسة الخصائص الميكانيكية للخرسانة مثل: (مقاومة الضغط) والخواص المرنة (معامل المرونة) للركام المعاد تدويره وكان مصدره من وحدة إعادة تدوير في إيطاليا لمخلفات هدم المنشآت الخرسانية ومعالجتها بشكل جيد. تم تحضير عدة خلطات خرسانية باستخدام ركام طبيعي بشكل كامل وركام خشن معاد تدويره بنسبة استبدال 30%، تم اعتماد نسبة w/c تتراوح بين (0.4-0.6) مع استخدام ملدن (Superplasticizer) وكان هبوط المخروط بين 19-20 سم، وأظهرت النتائج أنه يمكن الحصول على خرسانة إنشائية مقاومتها المكعبية تصل إلى 32MPa ولكن معامل المرونة انخفض بحوالي 16% مقارنة بالخلطة من الركام الطبيعي.

- 2- أجرت الباحثة [بشرى العكاري] [14] خلطات خرسانية بنسب استبدال 0%-25%-50% وتوصلت إلى أن المقاومة الاسطوانية الوسطية على الضغط تقل بزيادة نسبة الاستبدال للركام المعاد تدويره حيث انخفضت بنسبة 11.1%-7.48% -15.84% -18.88% على التوالي وفقاً لنسب الاستبدال المذكورة بالمقارنة مع العينات المرجعية المكونة من الركام الطبيعي.
- 3- أجرى الباحث [وسام الديب] [15] عدة خلطات خرسانية بنسب استبدال (0%-25%-50%-75%-100%) وتوصل إلى أن المقاومة على الضغط تقل بزيادة نسبة الاستبدال للركام المعاد تدويره حيث كانت المقاومات بالترتيب على التوالي وفقاً لنسب الاستبدال المذكورة (21.3-23.1-24.7-23.8-27.4) MPa.
- 4- درس الباحث [5] سلوك الجوائز الخرسانية المسلحة على الفتل، حيث كانت ابعاد الجائز (30\*30\*150) سم ونسب تسليح مختلفة كما موضح في الشكل (2)، توصل الباحث انه كلما قلت نسبة التسليح انخفض عزم الفتل وزاوية الفتل كما يبين في الشكل (3).



الشكل (2): المقطع العرضي للجائز وحديد التسليح الطولي والعرضي



الشكل (3): عزم الفتل وزاوية الفتل للجوائز [5]

#### 5- مواد البحث وطرائقه:

##### 5-1- الاسمنت:

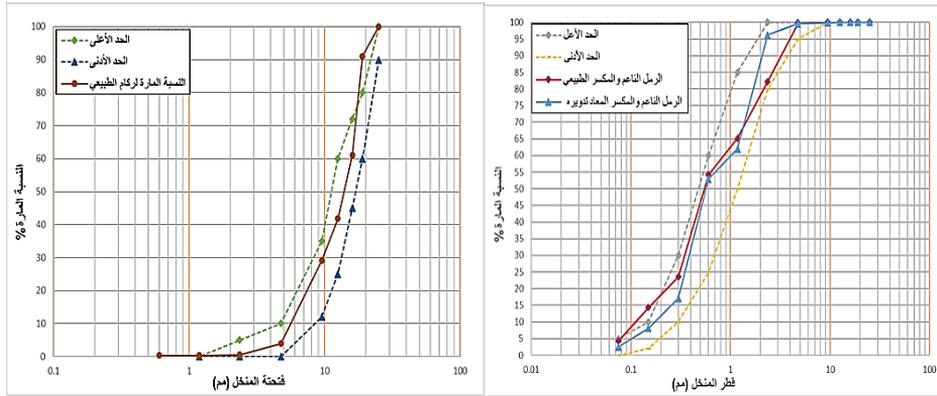
تم استخدام اسمنت بورتلاندي عادي (ماركة الإسمنت 32.5Mpa) وعبارة  $400 \text{ kg/m}^3$ .

##### 5-2 الملدن:

الملدن المستخدم في هذا البحث (Hyperplast ES901) وهو عالي الأداء، موافق للمواصفات ASTM C494, Type G يعتمد على بوليمرات متعددة الكربوكسيل (polycarboxylic polymers) ولتحديد النسبة المناسبة تم إضافة عدة نسب لاختيار الكمية المناسبة وذلك ضمن المجال الذي تفترضه الشركة الصانعة ضمن الحدود (0.5-2.2) وكثافته  $1.25(\text{kg/m}^3)$  وتم تحديد قابلية التشغيل على عدد من الخلطات التجريبية، وبناء عليه تم اعتماد كمية من الملدن 0.5%، 1.5% من وزن الاسمنت للنسب الاستبدال 0%، 100% بالترتيب، تم إضافتها إلى الماء أثناء جيل مكونات الخلطات.

### 3-5 الركام الطبيعي:

تم في هذا البحث استخدام بحص طبيعي، تم احضار نوعين من البحص الخشن، بحص (1) وبحص (2)، تم إجراء تجربة التحليل الحبي في مخبر مواد البناء -كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث، وأخذت النسبة 60% بحص (1)، 40% بحص (2)، للحصول على خليط يحقق حدود المواصفة ASTM C33 تم الخليط بين النوعين حسب النسب المذكورة ويكون ضمن الحدو الأعلى والأدنى، وتم اخذ نسب بين الرمل الناعم والمكسر (زرادة) وفق ما يلي: 68% رمل مكسر (زرادة) طبيعي، 32% رمل ناعم طبيعي كما يبين في الشكل (4).



الشكل (4): التحليل الحبي لخليط البحص الطبيعي الخشن والناعم المستخدم في البحث

كما تم إجراء تجربة المكافئ الرملي للرمل المستخدم في مخبر التربة - كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث، ونتج المكافئ الرملي الواسطي بالتجربة: 71.4% ويعتبر الرمل نظيف.

#### 4-5 الركام المعاد تدويره:

في هذا البحث كانت الصعوبة في الحصول على نفايات المباني منخله ومفروزة جاهزة لأنه لا توجد في سورية حتى الآن وحدات والاليات متخصصة تقوم بإعادة تدوير نفايات المباني

ولا يتوفر فيها آليات متطورة تقوم بعملية التكسير والفرز بحيث نحصل على نوعية مناسبة.

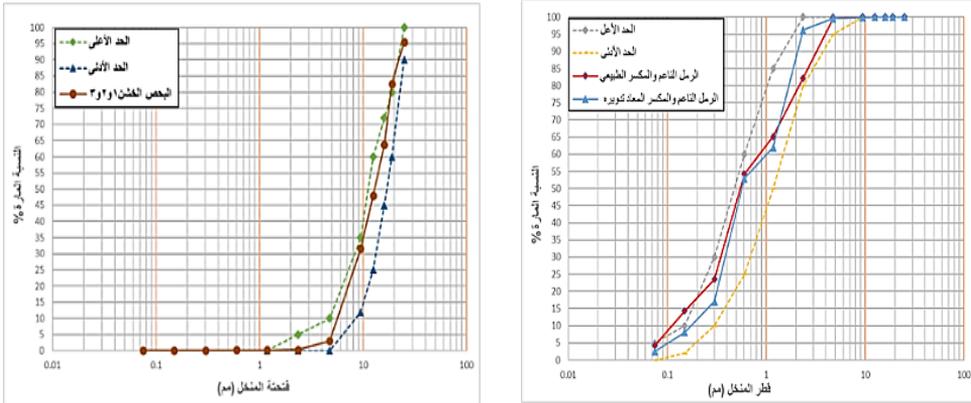
وبعد البحث تم الحصول على نفايات المباني في منطقة دير بعلبة وتم فرزها يدوياً واخذها الى كسارة خاصة في الصناعة- حمص - سوريا تم تكسيها و تم فرزها بمخبر البيتون- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث كما موضح في الشكل (5).



الشكل (5): صورة الكسارة المستخدمة والركام بعد التكسير

وبعد عملية فرز الركام المعاد تدويره بالمناخل في مخبر الخرسانة والحصول على ثلاثة أنواع وهي: ركام 1، ركام 2، وركام 3. وتم تسميتها بعد الفرز حسب مقاس المنخل: mm (25-16) بحص (1)، mm (16-4.75) بحص (2)، mm (4.75-1.18) رمل مكسر (زرادة)، وتم اعتبار الركام 1،2 هو البحص الخشن واجراء التحليل الحبي لكل

نوع، واخذ النسب الاتية: 46%، 54% للنوعين من الركام 1، 2 بالترتيب، من اجل الحصول على خليط يحقق مواصفات ASTM C33، تم اخذ نسب بين الرمل الناعم والمكسر وفق ما يلي: 53% رمل مكسر من المعاد تدويره، 47% رمل ناعم طبيعي كما هو موضح في الشكل (6).



الشكل (6): التحليل الحبي لخليط البحص المعاد تدويره الخشن والناعم

• المقارنة بين الركام الطبيعي والركام المعاد تدويره:

- 1- الوزن النوعي: الوزن النوعي للركام المعاد تدويره أقل من الوزن النوعي للركام الطبيعي وهذا يتوافق مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة [2]، [3].
- 2- ناتج الاهتراء: إن فاقد الاهتراء للركام الطبيعي هو 20.13% بينما للركام المعاد تدويره للصدم كان 31.53% بسبب المونة القديمة الملتصقة والتي تتفتت بشكل أسهل.
- 3- الامتصاص: إن قدرة الركام المعاد تدويره على الامتصاص 5.11% أكبر بشكل واضح من قدرة الركام الطبيعي على الامتصاص 1.16% بسبب المونة القديمة الملتصقة على سطح الركام المعاد تدويره والتي تحوي على نسبة مسامات عالية وهذا يتوافق مع الدراسة المرجعية [12].

## 6- الخلطة الخرسانية:

رمز الخلطة	البحص الطبيعي kg	البحص المعاد تدويره kg	زرادة kg	الرمل kg	الاسمنت kg	نسبة الماء للإسمنت w/c
C-0	1175.31	-	521.63	234.02	400	%50
C-100	-	1173.48	390.55	306.03	400	%50

تم تصميم الخلطة الخرسانية التي تحقق شروط المواصفات ASTM C33، كما يوضح الجدول (1) الكميات المستخدمة لتحضير  $1m^3$  من الخلطة الخرسانية المستخدمة للصب وفق النسب (100-0) %.

الجدول (1): الكميات المستخدمة لتحضير  $1m^3$  من الخلطة الخرسانية

## 6-1 صب العينات والجوائز المختبرة في البحث:

تم استخدام الجبل اليدوي لصب 12 عينة اسطوانية بأبعاد (30\*15) cm، ومكعبين بأبعاد (15\*15) cm لكل نسبة مذكورة سابقاً، حيث تم دهن الأوجه الداخلية والقاع للأسطوانات والمكعبات بالزيت، ثم صب الخرسانة على ثلاث طبقات، مع رص كل طبقة بالدق 25 مرة بالقضيب المخصص لهذا الغرض، وضعت العينات بعد ذلك على الرجاج الآلي لمدة لا تزيد عن دقيقة، وسوّيت سطوح العينات قدر الإمكان، وبعد 24 ساعة تم فك القوالب، وتم وضع العينات ضمن الماء في حوض الغمر كما موضح بالشكل (7).



الشكل (7): العينات الاسطوانية والمكعبية في حوض الماء

تم صب ثلاثة جوائز خرسانية مسلحة لكل نسبة بأبعاد (170\*15\*25) cm، ويتسليح طولي 4Ø12mm وتسليح عرضي (Ø8mm)، كما يوضح الشكل (8).  
يبين الجدول (2) خصائص فولاذ التسليح حد الرونة، وحد الانقطاع الوسطي لثلاث عينات من فولاذ التسليح تم اختبارها بمخبر مواد البناء - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث.

الجدول (2): خصائص التسليح المستخدم في البحث

القطر ب mm	حد المرونة (N/mm <sup>2</sup> )	حد الانقطاع (N/mm <sup>2</sup> )
12	540	694.67
8	325	451.6



الشكل (8): صور الجوائز في مخبر الخرسانة

7- الاختبارات:

7-1 اختبارات العينات:

7-1-1 المقاومة على الضغط:

تم اعتماد المواصفة ASTM C 39 لتحديد المقاومة على الضغط، باستخدام جهاز الكسر الموجود في مخبر الخرسانة - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث، تم وضع العينة الاسطوانية بعد أخذ الوزن لها والابعاد بين فكي المكبس وتم تسجيل حمولة الانهيار للعينة كما موضح في الشكل (9).



الشكل (9): جهاز الكسر في مخبر الخرسانة وانهييار العينات

يبين الجدول (3) القيم الوسطية (لحمولات الانهييار، ومقاومات الضغط) للعينتين بعمر 7 day، وثلاث عينات بعمر 28 day.

الجدول (3): حمولة الانهييار، ومقاومة الضغط الوسطية بعمر 7، 28 يوم

28 days		7 days		رمز الخلطة
المقاومة الاسطوانية (MPa)	الحمولة (kN)	المقاومة الاسطوانية (MPa)	الحمولة (kN)	
29.81	526.8	20.67	365.3	C-0
24.71	436.7	16.43	290.3	C-100

- تعين منحنى (إجهاد - تشوه) للخرسانة الطبيعية والركام معاد تدويره: تم كسر أربع عينات بعمر 120 يوم، وذلك لإيجاد منحنى (الإجهاد - التشوه) عند تأثير الضغط والذي يعد من أهم الخواص الميكانيكية للخرسانة، وأجريت التجارب في مخبر الخرسانة-كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث باستخدام أداة لقياس انضغاط البيتون (Compressmeter)، تثبت في منتصف ارتفاع العينة (التباعد بين حلقتي التثبيت 150 mm)، وبالتزامن بين قراءة ساعة الكومبريسومتر والحمولة لجهاز الكسر، تم أخذ القراءات، ورسم مخطط (إجهاد-تشوه) للعينات، وتم وضع حساسين بشكل أفقي في

منتصف العينة وحساسين شاقولين ملامسين للمكبس العلوي لجهاز الكسر من اجل حساب التشوه الطولي والعرضي كما موضح في الشكل (10).



الشكل (10): تجربة الضغط وجهاز الكسر في مخبر الخرسانة

يوضح الجدول (4) الوزن الحجمي الوسطي وفق المواصفة ASTM C 138 وحمولة الانهيار الوسطية ومقاومة الضغط الوسطية الاسطوانية بعمر 120 يوم.

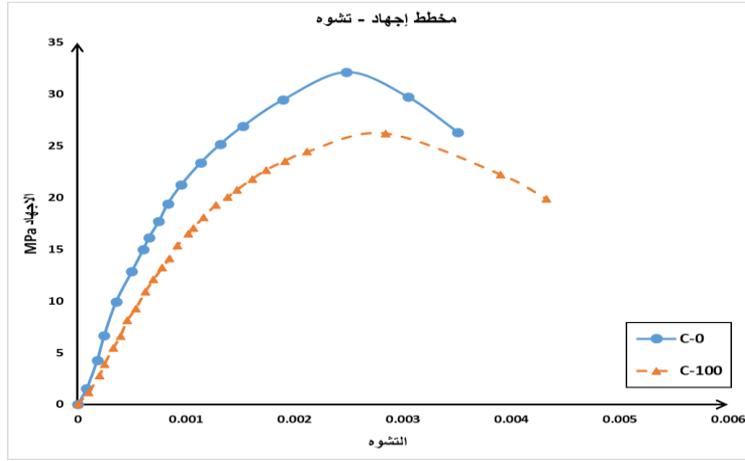
الجدول (4): (الوزن الحجمي، حمولة الانهيار ومقاومة الضغط) الوسطية بعمر 120 يوم

120 days				رمز الخلطة
المقاومة الاسطوانية (MPa)	الحمولة (kN)	الوزن الحجمي Kg/m <sup>3</sup>	الوزن kg	
32.11	567.4	2397.46	12.71	C-0
26.2	463	2335.22	12.38	C-100

نلاحظ من الجدول السابق انخفاض في الوزن الحجمي مع زيادة نسبة الركام معاد تدويره بنسبة (2.6%)، والمقاومة على الضغط انخفضت بحدود (18.4%).

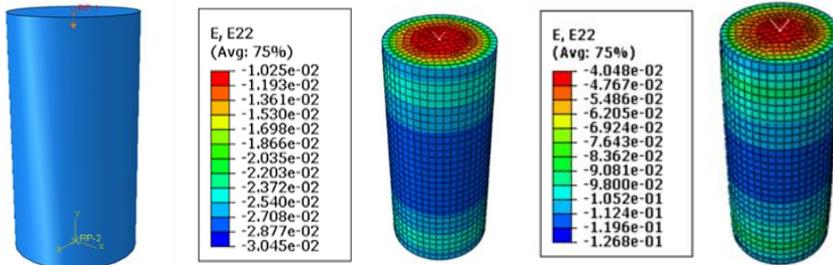
بأخذ مخطط (الاجهاد - التشوه) الوسطي للعينات الأسطوانية وفق النسب التالية (100-0) % وذلك بعمر 120 يوم كما موضح في الشكل (11).

دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المسلحة المعرضة للقتل باستخدام الركام المعاد تدويره كاستبدال كلي من الركام الطبيعي



الشكل (11): مخطط (الاجهاد - التشوه) وفق النسب (100-0) %

تزداد التشوهات المحورية عند النسبة 100% من الركام المعاد تدويره بالمقارنة مع النسبة 0% (المرجعية) كما يلاحظ في الشكل (11) وهذا يتوافق مع بعض الدراسات المرجعية [6]، [2] ومع الدراسة العددية باستخدام البرنامج الإنشائي (ABAQUS, V6.14-3) [1]، يوضح الشكل (12) قيم التشوهات في العينات الاسطوانية للنسب (100-0) %.



الشكل (12): التشوهات للعينات وفق النسب (100-0) % (ABAQUS, V6.14-3) [1]

### 8-1-2 معامل المرونة ( $E_c$ ):

تم حساب معامل المرونة الوسطي للعينات الاسطوانية من خلال إيجاد المستقيم الواصل بين مبدأ الاحداثيات والنقطة الموافقة لإجهاد الضغط مساوياً لـ  $0.4 * f_{cm}$  والتشوه المقابل لها وذلك حسب الكود الأوروبي (Eurocode, 2004)، حيث  $f_{cm}$  هي المقاومة المميزة الاسطوانية الاعظمية الوسطية للعينات. يوضح الجدول (5) قيم معامل المرونة الوسطي، للعينات وفق النسب (0-100) % بعمر 120 يوم.

الجدول (5): قيم معامل المرونة الوسطي للعينات

معامل المرونة $E_c$ (MPa)	رمز الخلطة
25664.91	C-0
18748.3	C-100

نلاحظ من الجدول السابق انخفاض في معامل المرونة  $E_c$  مع زيادة نسبة الركام المعاد تدويره وكان هذا الانخفاض واضحاً بنسبة 26.9%. إن الانخفاض الواضح لمعامل المرونة مع زيادة الركام المعاد تدويره يعود إلى التشوه الكبير للينة عند تعرضها للضغط بالمقارنة مع الركام الطبيعي وذلك بسبب وجود المونة الإسمنتية القديمة على سطحها والتي تحوي نسبة مسامات عالية، لذلك كلما كانت حبات الركام مغلفة بكمية أكبر من المونة كلما كان مقدار الانخفاض لمعامل المرونة أكبر، وهذا ما يتوافق مع بعض الدراسات المرجعية منها [2]، [4].

### 8-1-3 مقاومة الشد الغير مباشر بالفلق (الطريقة البرازيلية):

تم اعتماد المواصفة ASTM C496 / C496M -11 لتحديد المقاومة على الشد بالفلق في العمر 120 يوماً وقد اجريت التجربة على عينتين اسطوانيتين من كل نسبة (0-100)% بمخبر الخرسانة - كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث، كما موضح بالشكل

دراسة تجريبية وتحليلية لسلوك الجوائز الخرسانية المسلحة المعرضة للقتل باستخدام الركام المعاد تدويره كاستبدال كلي من الركام الطبيعي

(13)، واخذ القيمة الوسطية للحمولة التي تتفلق (تنهار) عندها الأسطوانة وتم حساب مقاومة الشد بالفلق من العلاقة التالية [13]:

$$f_{sp} = \frac{2 * P}{\pi * d * L} \quad (1)$$

حيث:

P: هي أقصى حمل تتحمله العينة الاسطوانية.

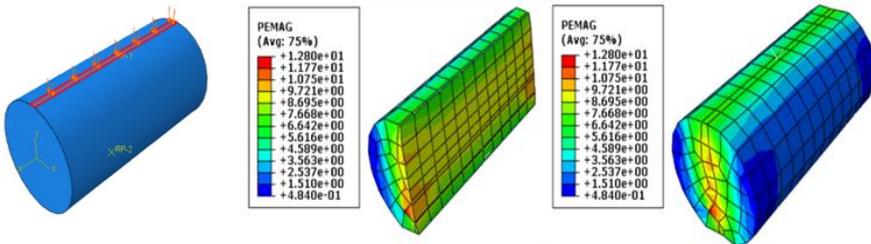
d: قطر العينة الأسطوانية d=150mm.

L: طول العينة الاسطوانية L=300mm.



الشكل (13): جهاز الكسر لتحديد مقاومات الأسطوانات على الفلق

وكذلك تم نمذجة العينات الاسطوانية وفق النسب (0-100) % باستخدام البرنامج الإنشائي (ABAQUS, V6.14-3) [1]، ويوضح في الشكل (14) الشقوق في العينة، وتم اخذ قيمة الحمولة الأعظمية التي تتحملها العينة الاسطوانية ومقارنتها بالقيمة التجريبية.



الشكل (14): العينة الاسطوانية وتوزع الشقوق فيها (ABAQUS, V6.14-3) [1]

ويوضح الجدول (6) قيم اجهاد الشد بالفلق الوسطية بعمر 120 يوماً حيث تمثل كل قيمة القيمة الوسطية للعينتين التجريبتين، وتم حساب قيم اجهاد الشد المباشر بعد الضرب بالعامل 0.85 وفق [13]، وأخذ قيم الحمولة الاعظمية من الدراسة التحليلية بتطبيق العلاقة السابقة (1).

الجدول (6) قيم الحمولة ومقاومة الشد بالفلق للخرسانة ومقاومة الشد التجريبية والتحليلية

التحليلي EFM			التجريبى EXP			رمز الخلطة
مقاومة الشد N/mm <sup>2</sup>	مقاومة الشد بالفلق N/mm <sup>2</sup>	الحمولة (kN)	مقاومة الشد N/mm <sup>2</sup>	مقاومة الشد بالفلق N/mm <sup>2</sup>	الحمولة (kN)	
2.7	3.18	224.8	2.53	2.98	210.9	C-0
1.98	2.33	164.5	1.88	2.21	156	C-100

نلاحظ من الجدول السابق انخفاض في مقاومة الشد بالفلق للخرسانة بزيادة نسبة الركام المعاد تدويره بالقيم التجريبية بحدود 25.8%، والتحليلية بحدود 26.7%، وهذا يتوافق مع الدراسة المرجعية [2]، [10].

## 2-8 اختبار الجوائز الخرسانية على الفتل:

### 1-2-8 الدراسة النظرية:

يعطي الكود العربي السوري [13] علاقات لحساب عزم الفتل للعناصر الخرسانية المسلحة كما يلي:

- الاجهاد المماسي الذي يسببه عزم الفتل في القطاعات المستطيلة يعطى بالعلاقة:

$$\tau_{tu} = \frac{3 * T_u}{\sum x^2 * y} \quad (2)$$

حيث:

y: طول المستطيل الحاوي للإسواره

x: عرض المستطيل الحاوي للإسواره

$T_u$ : عزم الفتل.

- الإجهاد المماسي الذي تتحمله الخرسانة والنّاجم عن الفتل يعطى بالعلاقة:

$$\tau_{tcu} = 0.13 * \sqrt{f'c} \quad (3)$$

- يحسب التسليح العرضي للأساور من العلاقة:

$$a_{st} = \frac{(\tau_{tu} - \tau_{tou}) * S * \sum x^2 * y}{3 * \alpha_t * x_1 * y_1 * f_{yt}} \quad (4)$$

- يحسب التسليح الطولي من العلاقتين ويؤخذ الأكبر بينهما:

$$A_{l1} = \left( \frac{2.8 * x * S}{f_y} * \left( \frac{\tau_{tu}}{\tau_{tu} + \tau_u} \right) - 2 * a_{st} * \frac{f_{yt}}{f_y} \right) * \frac{(x_1 + y_1)}{S} \quad (5)$$

$$A_{l2} = \left( 2 * a_{st} * \frac{f_{yt}}{f_y} \right) * \frac{(x_1 + y_1)}{S} \quad (6)$$

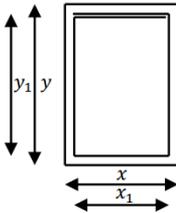
حيث:

$a_{st}$ : مساحة مقطع الإسوارة.

$\tau_{tcu}$ : تؤخذ كنسبة من  $\tau_{tu}$ .

$\tau_{tu}$ : إجهاد الفتل الأعظمي.

$\tau_u$ : إجهاد القص (يمكن ان يكون صفر في حالة الفتل الصافي).



$x_1$ : عرض الإسوارة.

$y_1$ : طول الإسوارة.

$f_{yt}$ : إجهاد الخضوع لتسليح العرضي.

$f_y$ : إجهاد الخضوع لتسليح الطولي.

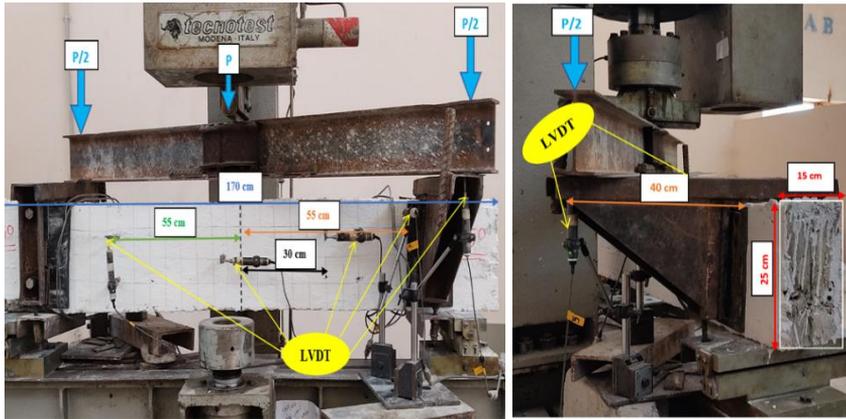
$A_l$ : مساحة مقطع القضبان الطولية.

$\alpha_t$ : معامل يؤخذ من العلاقة:

$$\alpha_t = \left( 0.66 + 0.33 * \left( \frac{y_1}{x_1} \right) \right) \leq 1.5 \quad (7)$$

### 8-2-2 الدراسة التجريبية للجوائز:

تم تطبيق عزم الفتل الصافي على الجوائز الخرسانية المسلحة باستخدام جهاز التحميل (كسر الجوائز) الموجود في مخبر الخرسانة - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث، كما موضح في الشكل (15).



الشكل (15): تجربة تحميل الجوائز باستخدام جهاز الكسر في مخبر الخرسانة

ومن اجل تطبيق الفتل تم استخدام بعض الملحقات بجهاز (كسر الجوائز) وهي:

#### 1- الأذرع الفولاذية:

الأذرع التي سنقوم من خلالها بتطبيق مزدوجة الفتل بالاتجاهين، وهي أذرع معدنية، حيث كل ذراع عبارة عن صفيحة معدنية بسماكة 4 سم وبعرض 8 سم لتطبيق الحمل وملحومة إلى مقطع معدني حلقي سيتم لفه حول الجائز وتثبيتته ببراعي في الأسفل، وتم تقوية القطعتين بلحمها إلى صفيحة أخرى مثلثية لتأمين الصلابة، حيث تم تفصيل ذراعين معدنيين يوضع كل منهما بجهة بتماس مباشر مع المساند لتأمين مزدوجة الفتل الصافي،

كما تم وضع الحساسات كما موضح في الشكل السابق مع اخذ الابعاد عن منتصف الجائز.

## 2- جائز نقل الأحمال:

لنقل الحمل من جهاز الكسر الرئيسي (جهاز كسر الجوائز) إلى ذراعي التحميل تم تصنيع جائز معدني (عارضة معدنية)، وتم تقويته بلحم صفائح معدنية إلى الجسد في المنتصف، أي تحت الحمل الرئيسي تماماً.

## 8- النتائج والمناقشة:

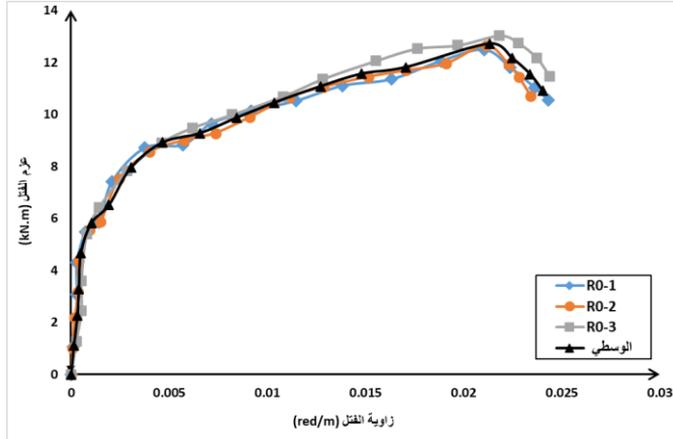
### 1- المجموعة الأولى (R0):

عبارة عن ثلاثة جوائز مكونة من الركام الطبيعي، أبدت جوائز هذه المجموعة نفس السلوك تقريباً وبقيم متقاربة جداً عند الانهيار، وكان ظهور أول شق عند عزم فتل وسطي قيمته (5.78 kN.m) وكانت زاوية الفتل الموافقة قيمتها (0.0024 red/m)، وتطورت هذه الشقوق بشكل قطري لتلتف حول الجائز بشكل حلزوني بزوية تقريباً 45°، وحدث انهيار الجائز عند عزم فتل قيمته (12.73 kN.m) وذلك نتيجة زيادة عدد الشقوق وتوسعها ولفافها حول الجائز وكانت زاوية الفتل الموافقة لهذا العزم قيمتها (0.021 red/m)، ويعد سلوك انهيار الجوائز مثالياً ومثل سلوك مقطع خاضع لفتل صافي، وهذا يتوافق مع الدراسة المرجعية [8]، كما يوضح الشكل (16) توزيع الشقوق في الجائز.



الشكل (16): شكل وتوزيع الشقوق في الجائز R0.

ويوضح الشكل (17) مخطط يربط بين عزم الفتل لجوائز هذه المجموعة مع زاوية الفتل في الجوائز الثلاثة المختبرة.



الشكل (17): مخطط عزم الفتل وزاوية الفتل للمجموعة R0

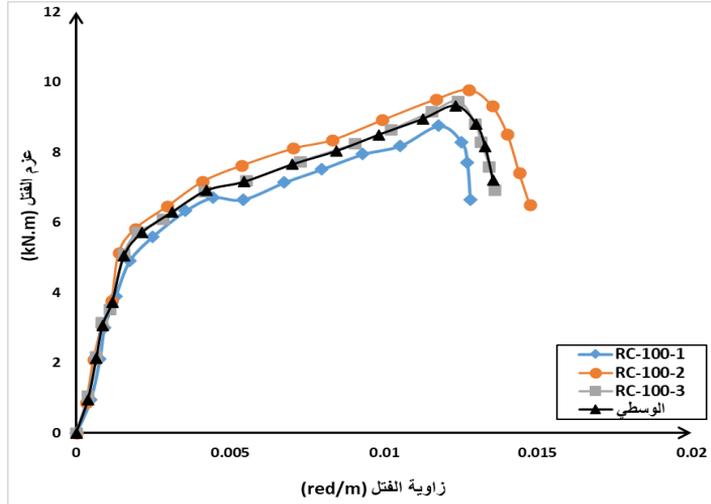
## 2- المجموعة الثانية (R100):

جوائز هذه المجموعة كان نسبة الاستبدال فيها 100% من الركام المعاد تدويره، فكان ظهور أول شق عند عزم فتل وسطي قيمته 3.42 kN.m وكانت زاوية الفتل الموافقة قيمتها (0.0011 red/m)، وكذلك ظهرت نفس الية تطور الشقوق في المجموعة الأولى، وحدث انهيار الجائز عند عزم فتل قيمته 9.33 kN.m وذلك نتيجة زيادة عدد الشقوق وتوسعها ولتفافها حول الجائز وكانت زاوية الفتل الموافقة لهذا العزم قيمتها (0.0124 red/m)، ويعد سلوك انهيار الجوائز مثالياً ومثل سلوك مقطع خاضع لفتل صافي، كما يوضح الشكل (18) شكل الشقوق في الجائز.



الشكل (18): شكل الشقوق في الجانز للمجموعة الثانية R100

ويوضح الشكل (19) العلاقة بين عزم الفتل لجوائز هذه المجموعة الثانية R100 مع زاوية الفتل.



الشكل (19): العلاقة بين عزم الفتل وزاوية الفتل للمجموعة R100

يبين الجدول (7) المقارنة بين المجموعة الأولى (R0) والمجموعة الثانية (R100) من حيث قيمة عزم الفتل عند ظهور اول شق ( $T_{cr}$ ) وزاوية الفتل الموافقة له ( $\theta_{cr}$ )، وكذلك قيمة عزم الفتل الأعظمي ( $T_u$ ) وزاوية الفتل الموافقة له ( $\theta_u$ ).

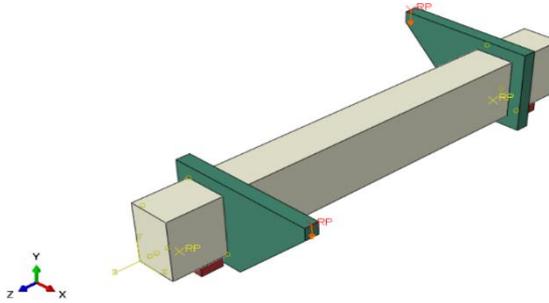
الجدول (7): المقارنة بين المجموعة (R0)، المجموعة الثانية (R100)

$\theta_u$ (rad/m)	$T_u$ (KN.m)	$\theta_{cr}$ (rad/m)	$T_{cr}$ (KN.m)	رمز المجموعة
0.021	12.73	0.0024	5.78	<b>R0</b>
0.0124	9.33	0.0011	3.42	<b>R100</b>

نلاحظ من الجدول السابق انخفاض بقيمة عزم الفتل الأعظمي بنسبة 26.7%، وكذلك زاوية الفتل بنسبة 41%.

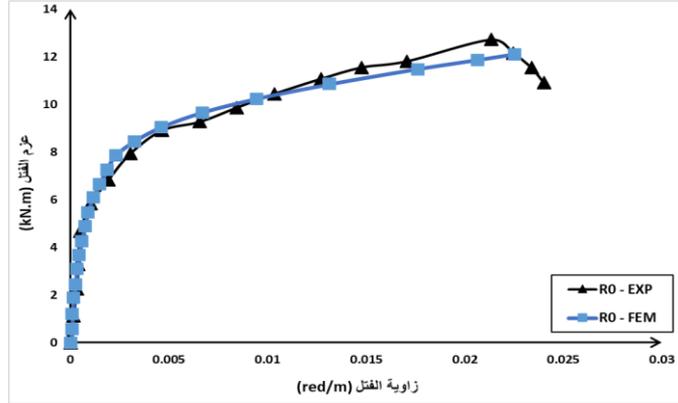
### 9- الدراسة التحليلية:

تم إجراء التحليل العددي باستخدام برنامج (ABAQUS, V6.14-3) الذي يعتمد على طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method, FEM)، تم استخدام مواصفات المواد والمخططات المذكورة سابقاً من أجل المحاكاة كما يوضح الشكل (20) النموذج ضمن برنامج (ABAQUS, V6.14-3).

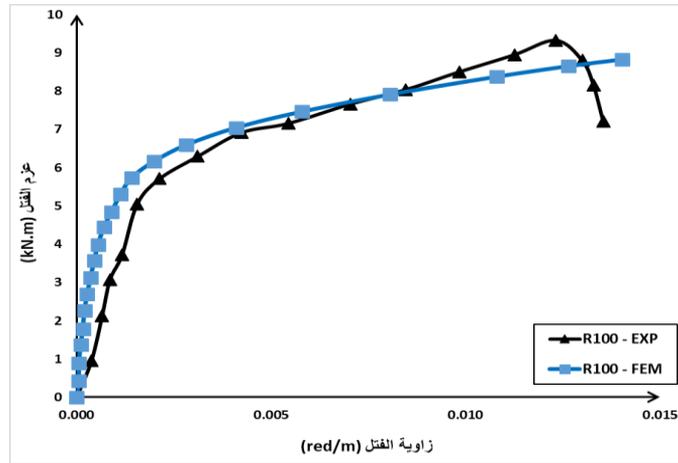


الشكل (20): النموذج ضمن برنامج (ABAQUS, V6.14-3)

توضح الاشكال (21)، (22) المخططات التجريبية والتحليلية العلاقة بين عزم الفتل وزاوية الفتل.

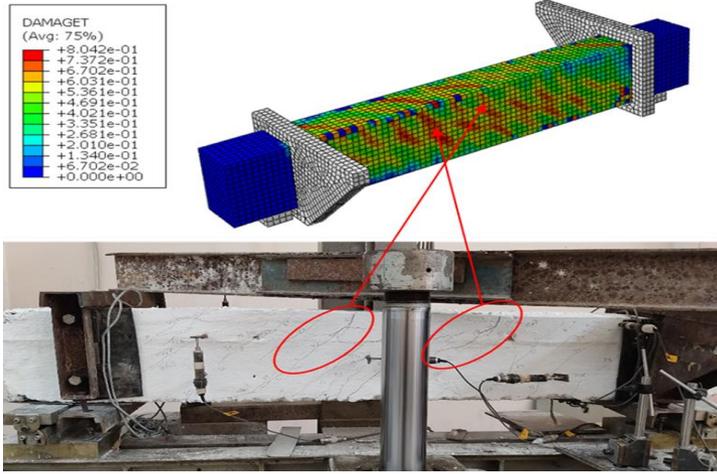


الشكل (21): مخطط (عزم الفتل-زاوية الفتل) التجريبي والتحليلي للمجموعة R0



الشكل (22): مخطط (عزم الفتل-زاوية الفتل) التجريبي والتحليلي للمجموعة R100

ويوضح الشكل (23) توزيع وشكل الشقوق في النموذج التجريبي والتحليلي.



الشكل (23) توزيع وشكل الشقوق في النموذج التجريبي والتحليلي

يوضح الجدول (8) المقارنة بين النتائج التجريبية (EXP)، والتحليلية (FEM) وفق نسب الاستبدال (0-100) % من حيث عزم الفتل الاعظمي ( $T_u$ ) وزاوية الفتل الاعظمية ( $\theta_u$ )، ونسبة الفرق بينها (EXP/ FEM).

الجدول (8) المقارنة بين النتائج التجريبية (EXP)، والتحليلية (FEM)

نسبة الفرق %		النتائج التحليلية (FEM)		النتائج التجريبية (EXP)		المجموعة
$\frac{\theta_{u EXP}}{\theta_{u FEM}}$	$\frac{T_{u EXP}}{T_{u FEM}}$	زاوية الفتل $\theta_{u FEM}$ (red/m)	عزم الفتل $T_{u FEM}$ (kN.m)	زاوية الفتل $\theta_{u EXP}$ (red/m)	عزم الفتل $T_{u EXP}$ (kN.m)	
5.3	5	0.0225	12.09	0.0213	12.73	R0
11.6	5.4	0.01403	8.83	0.0124	9.33	R100

### الخلاصة والنتائج:

- 1- أعطى استخدام خليط بنسبة 100% من الركام المعاد تدويره وزناً حجمياً بعمر 120 يوماً أقل من الوزن الحجمي للركام الطبيعي بمقدار 2.6%.
- 2- أعطت الخرسانة المكونة بنسبة 100% من الركام المعاد تدويره مقاومة ضغط بعمر 120 يوماً أقل من مقاومة الخرسانة المكونة من الركام الطبيعي بنسبة 18.4%.
- 3- أدى استخدام الركام المعاد تدويره بنسبة 100% إلى انخفاض لمعامل المرونة بنسبة 26.9%، وانخفاض مقاومة الشد بالفلق للخرسانة بنسبة 25.8% تجريبياً، 26.7% تحليلياً مقارنة مع الركام الطبيعي.
- 4- ان الجوائز المحضرة بنسبة 100% من الركام المعاد تدويره R100 المعرضة للقتل أعطت نفس السلوك للجوائز المكونة من الركام الطبيعي R0، ويرافقه انخفاض بقيمة عزم القتل الأعظمي بنسبة 26.7%، وكذلك زاوية القتل انخفضت بنسبة 41% مقارنة مع الجوائز المصبوبة من الركام الطبيعي R0.
- 5- أعطت النتائج التحليلية توافق جيد مع النتائج التجريبية من حيث توزع وشكل الشقوق، وكانت نسبة الفرق بين عزم القتل التجريبي والتحليلي 5.3%، وزاوية القتل كانت نسبة الفرق 11.6%.

### التوصيات:

- 1- اعتمد هذا البحث على استخدام نفايات المباني في دير بعلبة نوصي باستخدام نفايات خرسانية من غير مصدر او استخدام النفايات الخرسانية الناتجة عن مخبر الخرسانة بكلية الهندسة المدنية في جامعة البعث.
- 2- نوصي بإجراء دراسة سلوك الجوائز الخرسانية المكونة من الركام المعاد تدويره والمعرضة للقتل مع إضافات أخرى مثل البوزولانا الطبيعية او غيرها.

## المراجع

- [1] - ABAQUS (2015), version 6.14-3. Dassault systems similia Gorp, USA.
- [2] - Akabri Y ,Arora N.K , Vakil M.D "Effects on recycled aggregate on concrete properties" (2011).
- [3] - Corinaldesi V. " Structural concrete prepared with coarse recycled concrete aggregate" (2011).
- [4] - Tsoumani A. Barkola N. Matikas T "Recycle aggregate as structural material" university of Ioannina (2012).
- [5] - Aqeel H., Mazin A. and Zahir M. N." Verification of a Torsional Behaviour Prediction Model for Reinforced Recycled Aggregate Concrete Beams" Hindawi Journal of Engineering Volume 2022, Article ID 3340489, 13 pages (2022).
- [6] - Xiao J. Zhang Ch. "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading " (2005).
- [7] - Tam V.W ,Tam C.M "Removal of cement mortar remains from recycled aggregate using pre-soaking approaches" (2006).
- [8] - Atul Patane, Gaurang Vesmawala "Experimental and analytical investigation of the behavior of reinforced concrete beam under pure torsion" National Institute of Technology, Surat395007, India (2023).
- [9] - Kim C, Kim S, Kim KH et al. "Torsional behavior of reinforced concrete beams with high-strength steel bars". ACI Structural Journal 116(6): 251–263. (2019).
- [10] -Tamador M. Damascus university "Study of mechanical properties of Recycled Aggregate Concrete" (2014).
- [11] - Gonzalez B. Carro L "Design of recycled concrete under ultimate limit state by normal stresses"(2009)
- [12] - Yehia A. H., Rashwan M. M., Assaf K. A., Abd el Samee K. "Improvement of performance for RC beams made from recycled aggregate by using nontraditional admixture", International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering, 8, 639-644. (2014).

[13] - الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة (2012)، الطبعة الرابعة، دمشق.

[14-] مقالة " دراسة خواص البيتون المنفذ بركام معاد تدويره " (2021). م. بشرى العكاري، د. سليمان العامودي، مجلة جامعة البعث- المجلد 43 لعام 2021.

[14-] مقالة "دراسة تأثير استخدام البيتون المنتج من حصويات معاد تدويرها ضمن البلاطات المصمتة العاملة باتجاه واحد على مخططات حمولة-سهم" (2023). م.وسام الديب، د. عصام ملحم ، مجلة جامعة البعث- المجلد 45 لعام 2023.



# المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية

## دراسة مقارنة

الدكتور: أحمد العمر

كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

### الملخص

شكل استخدام الطائرات المسيرة لاستحواذ البيانات المكانية ثورة في عالم المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد، وقطعت المجتمعات الإنتاجية والبحثية حول العالم أشواطاً كبيرة في دراسة ودمج مخرجات هذه التقنية، مع التركيز على ما تؤمنه من كفاءة وجودة و عائديه في صناعة مختلف النماذج الرقمية للمكان.

لم تتل تقنية المسح باستخدام الطائرات المسيرة نصيباً يذكر من الاهتمام والرعاية في سورية، رغم الحاجة والدور الكامن لها في المرحلة المقبلة، لما تكتسبه عوامل الكفاءة والجودة و العائدية من أهمية في دعم القرار بإعادة الإعمار والتنمية الوطنية المستدامة.

يهدف البحث إلى اختبار جدوى توطين تقنية المساحة التصويرية بالطائرات المسيرة (الدرونات) لأغراض التخطيط العمراني، من خلال فحص مؤشرات الكفاءة والجودة التي توفرها التقنية في صناعة المنتجات المكانية ومقارنتها مع تلك العائدة إلى الطرائق المتبعة تقليدياً في سورية. تمت لهذه الغاية دراسة وتحليل عينة رصينة من البيانات المكانية ممثلة بما مجموعه /47231/ صورة رقمية، ملتقطة باستخدام طائرة مسيرة لموقع مستهدف بمساحة قدرها /2700/ هكتار.

من حيث الكفاءة والمردود، حققت المقاربة المختبرة وفراً في الزمن قدره 83 % وتقليصاً في التكلفة يصل إلى 72 %.

يتكون مفهوم الجودة من مؤثرات أساسية هي الدقة المكانية، تنوع المخرجات، غزارة وانسيابية التفاصيل ومطابقتها التشكيل الهندسي للمعالم على الأرض.

بينت الحالة الدراسية لياقة التقنية ومرونة قدرتها على تلبية متطلبات الدقة المكانية. إن تنوع المخرجات وأنية استخلاصها بما يلبي مختلف متطلبات الدراسة والبحث والتحليل، فضلاً عن غزارة وانسيابية التفاصيل ومحاكاتها التشكيل الهندسي لمعالم المكان يؤكد تميز التقنية بتفوقها على قريناتها من أساليب المسح التقليدية.

**كلمات مفتاحية:** الطائرات المسيرة، المساحة التصويرية، التخطيط العمراني، الكفاءة، الجودة.

# Drone Photogrammetry for urban planning purposes in Syria. Comparison Study

## Abstract

Utilizing compact Unmanned Aerial Vehicles (UAV/Drones) for spatial data acquisition has revolutionized aerial photogrammetry and remote sensing disciplines. Inspired by its productivity; efficiency and high quality, relevant industrial and research communities around the world have been enthusiastically investing in developing and integrating this technology.

In Syria, drone photogrammetry has not yet enjoyed tangible interest, despite its potentially critical role, due to the high impact of time; quality; and efficiency factors in any future sustainable rebuild and national development process.

This paper aims at testing the feasibility of drone photogrammetry for urban planning purposes, through examining the indicators of efficiency and quality this approach assures, against those of conventional techniques applied in Syria. For this sake, a decent spatial data sample, comprising /47231/ UAV digital images of a /2700 ha/-targeted site, was processed and analyzed.

In terms of efficiency and productivity, the study case has shown an 83 % time saving, and 72 % cost reduction.

Level of spatial accuracy, diversity of deliverables, abundance and homogeneity of details and their geometrical simulation to relevant ground features, are the principal factors composing the concept of quality.

Study revealed the technology is flexibly capable of meeting the spatial accuracy requirements.

Diversity of easily produced deliverables, densely abundant and continual details, and precise geometrical simulation of relevant features, confirm this technology is distinguishably outperforms its conventional counterparts.

**Keywords:** UAV/Drone, Photogrammetry, Urban Planning, Efficiency, Quality.

## 1 مقدمة:

مع بدئه في العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، شهد استخدام الطائرات دون طيار (UAV - الطائرات المسيرة-الدرونات) منخفضة التكلفة، طبيعة الأداء في استحواد البيانات المكانية، نمواً متسارعاً، وغدت هذه التقنية محط اهتمام مركز لدى المجتمعات الصناعية والبحثية على حد سواء، سعياً دؤوباً لتطوير كفاءتها في مختلف الأغراض التتموية والعلمية.

تمثل الطائرات المسيرة منصة رشيقة يجري تشغيلها والتحكم بها عن بعد ويمكنها حمل طيف من المستشعرات يتراوح بين الكاميرات الرقمية المدمجة والكاميرات الطيفية والحرارية والمساحات الليزرية ومستشعرات الليزر وغيرها، ويعتمد استخدام أي من هذه المستشعرات على الغاية المرجوة من وراء استحواد البيانات [1].

بتنوع المستشعرات، تنوعت مجالات استخدام الطائرات المسيرة من دراسة وتوثيق وصيانة الأوبد الأثرية إلى تتبع مواطن الخلل في البنى التحتية والمنشآت، مروراً بمراقبة خطوط المواصلات الأرضية واستقصاء الآفات الزراعية وتقدير الضرر الناتج عن الكوارث ودراسة الانزلاقات الأرضية وغيرها [1]، إلا أن الاسهام الأبرز لها جاء مع استخدامها في صناعة الخرائط وغيرها من نماذج المكان الرقمية.

تحقق تقنية المسح التصويري باستخدام هذه المركبات الصغيرة مكاسب أساسية منها: خفض الكلفة الأولية للاستثمار، انخفاض تكلفة التشغيل والاستخدام، والتقليل الحاد في الزمن اللازم لاستحواد البيانات [2] ، ويمكنها المساهمة في إنتاج مخرجات رقمية متطورة: كالخرائط و مخططات الصور المصححة عامودياً (الأورثو موزاييك)، والخرائط الموضوعية، والنماذج ثلاثية الأبعاد للمعالم، والنماذج الرقمية للأسطح والتضاريس وغيرها.

يكتسب العمل على توطين التقنية والاستفادة من مزاياها في صنع المخرجات لأغراض التنظيم العمراني والتطوير العقاري أهمية بالغة في ظروف الجمهورية العربية السورية، مع الحاجة الكامنة لها في عملية إعادة الإعمار كرافد ثري بالبيانات الحاسمة لقطاعات التنمية الوطنية والبحث العلمي.

اهتمت مجتمعات البحث إقليمياً وعالمياً بدراسة وتطوير جدوى استخدام تقنية المسح التصويري باستخدام الدرونات في صناعة المخرجات الرقمية لأغراض التخطيط الهندسي والتنظيم العمراني، وفحص مؤشرات الجدوى الاقتصادية منها والفنية. أظهرت التجارب العملية والدراسات والأبحاث المجراة كفاءة وجدوى استخدام التقنية ومرونتها في تحقيق متطلبات الدقة ومعايير الجودة في صناعة المخططات، وأوصت باستمرار البحث لتطويرها كمقاربة عصرية وليدة وواعدة [5].

## 2 هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة جدوى استخدام الطائرات المسيرة في أعمال المسح ، كتقنية واعدة توفر حلاً رشيقاً تلبي معايير الجودة والكفاءة والفعالية في صناعة المنتجات المكانية، من خلال فحص مؤشرات الفعالية والكفاءة والجودة ومدى تلبيتها معايير المسح لأغراض التخطيط العمراني والعقاري و مقارنتها بما توفره طرائق المسح التقليدية.

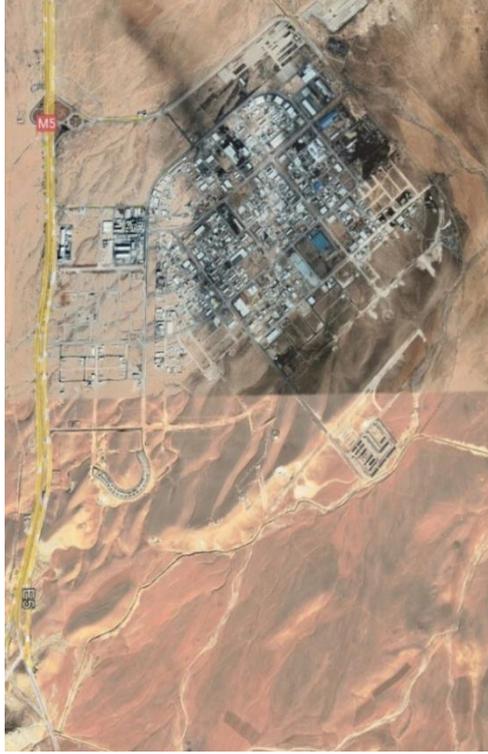
## 3 منطقة البحث و مواده:

تمثلت منطقة الدراسة (منطقة البحث) بالمدينة الصناعية بحسياء. تقع المدينة الصناعية بحسياء على طريق عام حمص - دمشق، بين خطي طول

( $34^{\circ}18'19'' N$ ;  $34^{\circ}22'43'' N$ ) وخطي عرض ( $36^{\circ}45'48'' E$ ;  $36^{\circ}49'13'' E$ )

## المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية دراسة مقارنة

(شكل رقم-1). تتصف منطقة الدراسة بتنوع تضاريسها من أراض شبه مستوية إلى أراض هضبية بغطاء نباتي قليل الكثافة وطبيعة شبه صحراوية. بلغت مساحة المنطقة المدروسة  $27 \text{ km}^2$  (2700 ha).



الشكل رقم/1: موقع منطقة الدراسة

### 4 طرق و منهجية البحث:

تم إجراء الرفع الطبوغرافي لأغراض التنظيم العمراني والتقسيم العقاري، بموجب عقد استشاري مبرم أصولاً مع إدارة المدينة الصناعية بحسباً وطبقاً لدفاتر الشروط الفنية النافذة لدى وزارة الأشغال العامة والإسكان في الجمهورية العربية السورية. جرى تدقيق الأعمال والتأكد من تلبية معايير دفاتر الشروط واستلامها أصولاً من قبل لجنة فنية

مختصة ضمت ممثلين عن كل من الإدارة ومديرية الخدمات الفنية في محافظة حمص وكذلك وزارة الأشغال العامة والإسكان.

#### 4.1 استحواذ البيانات المكانية:

في سبيل استحواذ البيانات، تم بداية استطلاع ومعاينة الموقع لاستكشاف الطبيعة الطبوغرافية لسطح الأرض وكذلك الاشغالات كالأبنية والمشيدات والبنى التحتية، والتعرف على العوائق أو أية أماكن ذات طبيعة حساسة يمكن أن تتواجد في المنطقة. يهدف ذلك إلى التمكن من:

1. تقسيم منطقة العمل إلى شرائح متجانسة نسبياً من الناحية التضاريسية.
2. اختيار مواقع نقاط التحكم الأرضية (GCP) ونقاط التحقق بشكل متجانس يؤمن تغطية عادلة للموقع وبراعي نقاط تغير الميل لسطح الأرض.
3. أخذ الاحتياطات الكفيلة بتجاوز العوائق والتعامل مع خصوصية الأماكن ذات الطبيعة الحساسة عند وضع خطط الطيران.

تكمن الغاية من تقسيم منطقة العمل إلى شرائح متجانسة تضاريسياً في المحافظة على ارتفاع طيران ثابت بشكل عام بما يكفل نسب تداخل (Overlap) ثابتة بين الصور الملتقطة ومسافة اعتيان أرضية (GSD) موحدة نسبياً، ويضمن خلو أعمال التصوير من المواقع العمياء (فجوات في تغطية الصور لمنطقة العمل).

جرى تقسيم منطقة الدراسة إلى (65) شريحة تمهيداً لمسحها جويًا باستخدام طائرة مسيرة هي (Phantom 4 Pro)، وفق مسارات متوازية بعلو قدره /90/ متراً ونسب تداخل بين الصور هي 80 % أمامية و 70 % جانبية، بما يضمن مسافة اعتيان أرضية وسطية قدرها (2.5 سم) وغزارة وافية في نقاط الربط (Tie points) بين مزدوجات الصور.

تمت تغطية منطقة الدراسة بما مجموعه /621/ نقطة أرضية (شكل رقم 2). جرى قياس وحساب وتعديل شبكة النقاط طبقاً لمدرجات دفتر الشروط الفنية النافذ لدى وزارة الأشغال العامة والإسكان وبعتماد مبدأ التربيكات الصغرى و استخدام برنامج StarNet. بالمواكبة مع أعمال رصد النقاط الأرضية، وبعد تصميم خطط الطيران، تم مسح منطقة

الدراسة باستخدام الدرون المشار إليها سابقاً، واستحواذ ما مجموعه /47231/ صورة رقمية (RGB) نظيرية النمط (Nadir Imaging) تغطي بشكل كامل منطقة العمل دون أية فجوات. استغرقت عملية استحواذ الصور المذكورة /126/ ساعة طيران موزعة على /21/ يوم عمل فعلي متفرقة وفقاً لما سمحت به اشتراطات بيئة العمل. شكلت الصور الجوية الملتقطة المادة العلمية الأساسية للمعالجة والدراسة والتحليل.



الشكل رقم /2/: نموذج نقاط التحكم و التحقق

#### 4.2 معالجة البيانات ومخرجاتها:

تمت معالجة الصور المستحوذة باعتماد برمجية مختصة (Agisoft Metashape) وباستخدام محطة حاسوبية تتمتع بالمواصفات الأساسية التالية:

- معالج: AMD RYZEN 2950X 16 CORE.
  - كرت شاشة: RTX3070 OC 8GB DDR6 VGA.
  - 128 GB 3000MHZ DDR4 BLACK RAM
- اقتصرت مخرجات عملية المعالجة على ما يليي الغاية المرجوة من عملية المسح - صناعة المخططات الطبوغرافية لمنطقة العمل بما يتوافق مع متطلبات دفتر شروط وزارة

الأشغال العامة والإسكان الخاص بأعمال الرفع الطبوغرافي بمقياس أساسي 1/1000- وفقاً للتسلسل التالي:

أ. مواءمة (Matching) و توجيه الصور لتعيين مواقع الكاميرات و عناصر التوجيه وإعادة تشكيل وتعديل الحزم الضوئية وبناء غمامة النقاط المبعثرة ( Sparse Point Cloud) (الشكل رقم-3).



الشكل رقم 3/: عينة من غمامة النقاط المبعثرة (Sparse Point Cloud)

ب. اختيار نقاط التحكم (GCPs) ونقاط التحقق (Check Points) الأرضية (شكل رقم-4) واستخدام بياناتها (الاحداثيات والدقة المكانية) في توليد وإرجاع واختبار دقة غمامة النقاط الكثيفة (Dense Point Cloud).

استخدمت في عملية الإرجاع المكاني لغمامة النقاط الكثيفة /448/ نقطة تحكم أرضية موزعة بشكل مدروس يلبي المعايير المشار إليها أعلاه، واستخدمت في اختبار الدقة /173/ نقطة تعكس تجانس مؤشر الدقة المكانية في مختلف مناحي المنطقة المدروسة.

## المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسييرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية دراسة مقارنة

مثلت غمامة النقاط الكثيفة (شكل رقم-5) نموذجاً نقطياً ثلاثياً للأبعاد مكوناً مما يزيد عن 14/ مليار نقطة، يحاكي واقع المكان بأمانة تعكس سويتها العالية مؤشرات الخطأ المتوسط التربيع (RMSE) لنقاط التحكم (جدول رقم-1) ونقاط التحقق (جدول رقم-2).  
يصف المؤشر (RMSE) القيمة المتوسطة لمربع الفرق بين قيمة الإحداثي المحسوبة والمدخلة وبين قيمته المستقرأة من غمامة النقاط الكثيفة لأي من نقاط التحكم أو التحقق.



الشكل رقم 4/: توزيع نقاط التحكم و التحقق ( نقطة تحكم ) نقطة تحقق

جدول رقم 1/: الخطأ المتوسط التربيع (RMSE) لنقاط التحكم

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
448	0.99	0.97	0.54	1.38	1.49

جدول رقم 2/: الخطأ المتوسط التربيع (RMSE) لنقاط التحقق

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
173	0.92	0.97	1.99	1.34	2.40

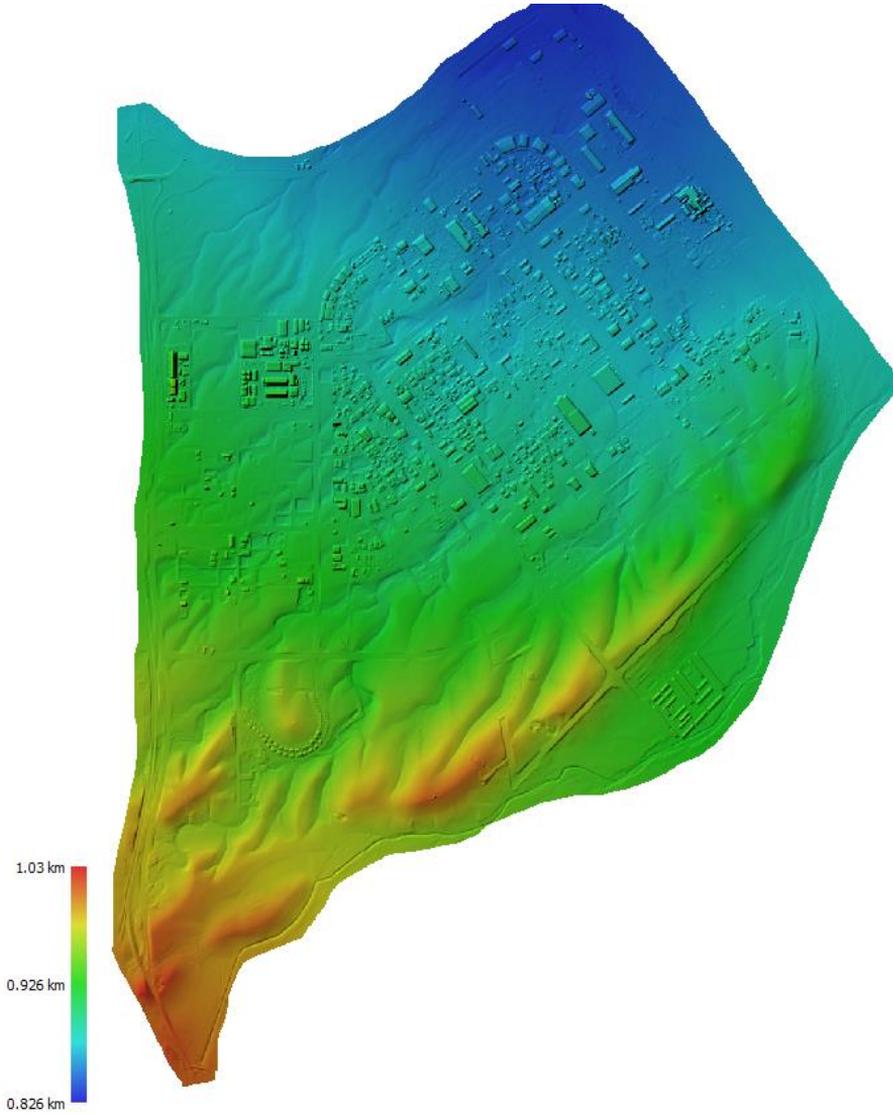
يمثل هذا المؤشر معيار الدقة المكانية الأساسي لنمذجة التفاصيل في هذه التقنية، مع التنويه بدرجة الحرية وسوية الثقة العالية المكفولة بالعدد الكبير لكل من نقاط التحكم /448/ ونقاط التحقق /173/ المستخدمة.



الشكل رقم 5/: عينة من غمامة النقاط الكثيفة (Dense Point Cloud)

ت. استخدام غمامة النقاط الكثيفة في إنتاج النموذج الرقمي للسطوح /DSM/ (شكل رقم- 6) لمحاكاة المعالم في منطقة العمل ارتفاعياً. لضمان جودة عالية في تمثيل الارتفاعات تم اختيار دقة تمييز عالية للخلايا المكونة للسطوح بلغت (4.6 cm).

ث. استنباط ما يعرف بموزاييك الصور المصححة عامودياً / Ortho Photo Mosaic /  
(شكل رقم-7) ويتمثل بسطح رقمي ثنائي البعد استخدمت في بنائه جميع معالم  
النموذج بعد تعديل نظام إسقاط الصور من المركزي إلى الناظمي الموافق لمبدأ بناء  
المخططات المساحية.



الشكل رقم /6/: النموذج الرقمي للسطح (Digital Surface Model-DSM)



الشكل رقم /7/: موزاييك الصور المصححة عامودياً (Orthomosaic)

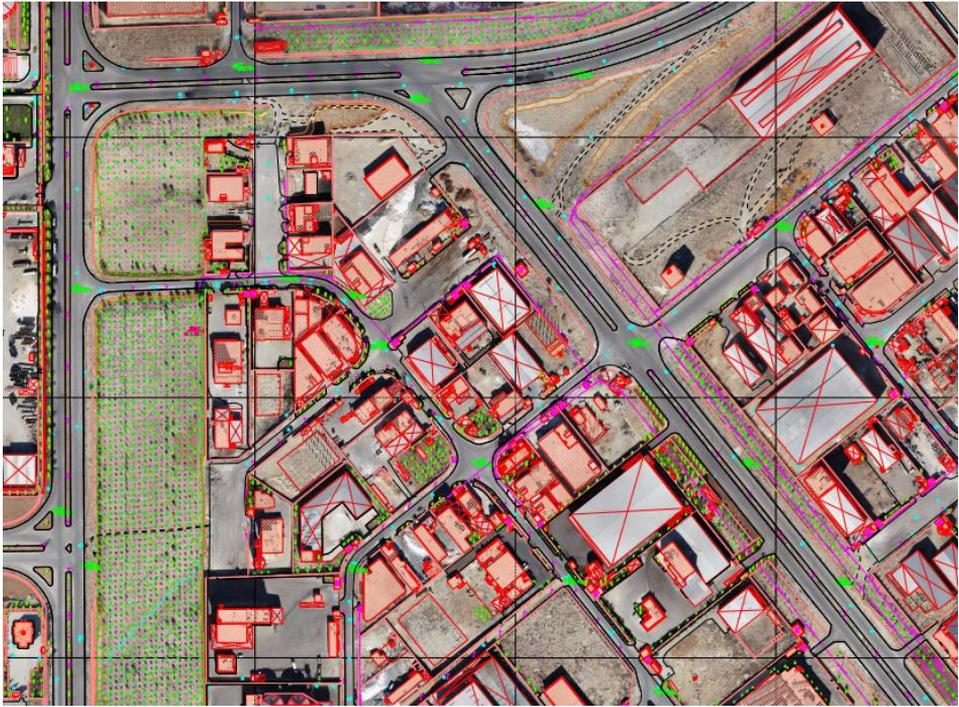
### 4.3 صناعة وإخراج مخططات الرفع الطبوغرافي:

لإنتاج المخططات الطبوغرافية للمنطقة المدروسة بما ينسجم مع متطلبات دفتر الشروط الفنية المعمول به لدى وزارة الأشغال العامة والإسكان، تم استيراد موزاييك الصور المعدلة

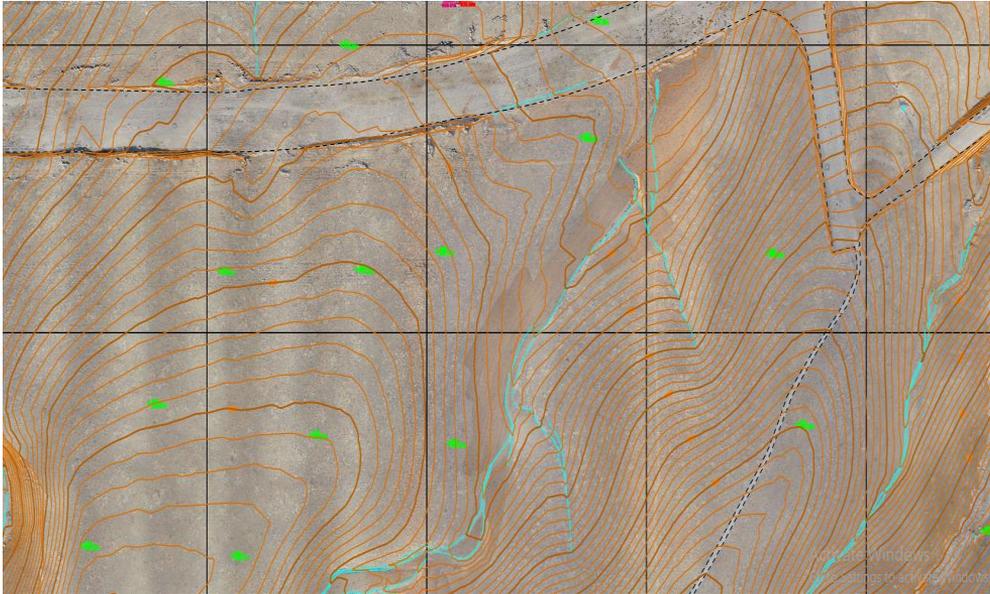
## المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية دراسة مقارنة

ناظماً إلى بيئة AutoCAD Civil 3D كخلفية لرسم المعالم المستوية بالطريقة والرموز المعتمدة (شكل رقم-8).

تم استخدام نموذج السطوح الرقمي (DSM) لاستقراء مناسيب مصفوفة عريضة من نقاط الأرض الطبيعية المميزة والمنقاة بما يؤمن تمثيلاً صادقاً لتضاريس المكان. جرى استيراد مصفوفة النقاط إلى بيئة AutoCAD C3D واستخدامها في توليد السطح ورسم خطوط التسوية (شكل رقم-9)، و الانتهاء بإنتاج مخطط الرفع الطبوغرافي المطلوب بما يتوافق مع متطلبات الإخراج في دفاتر الشروط الفنية المعتمدة من قبل وزارة الأشغال العامة والإسكان (شكل رقم -10).



شكل رقم 8/ : عينة من تعقب التفاصيل المستوية بالاستفادة من موزايك الصور المصححة عامودياً



شكل رقم /9/: عينة توضح خطوط التسوية المولدة



شكل رقم /10/: عينة من مخطط الرفع الطبوغرافي الناتج

## 5 النتائج و المناقشة:

### 5.1 مؤشرات الأداء:

يمكننا استعراض بعض من مزايا استثمار تقنية المسح باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط من خلال بيان مؤشرات الأداء وفق معايير: الزمن والكلفة والجودة.

#### 5.1.1 من حيث الزمن:

تطلب إنجاز مشروع الرفع الطبوغرافي للمدينة الصناعية بحسياء بالمواكبة والتتالي في كامل مراحلها (أعمال أرضية-أعمال تصوير جوي-أعمال مكتبية) /180/ يوم عمل فعلي.

#### 5.1.2 من حيث الكلفة:

انطلاقاً من متطلب القوى العاملة، مع الأخذ بعين الاعتبار الأجر اليومي للفريق المطلوب (خلال فترة إنجاز العمل) والزمن اللازم لإنجاز المهمة في كل خطوة، يمكننا حساب كلفة إنجاز المشروع باعتماد تقنية المسح باستخدام الطائرات المسيرة كما هو مدرج في الجدول رقم /3/:

جدول رقم /3/

نوع الأعمال	القوى العاملة	كلفة اليوم (ل س)	عدد الأيام	الكلفة الإجمالية (ل س)
حقلية	أشغال أرضية	فرقة مع سيارة	95	19000000
	تصوير جوي	فريق مع سيارة	21	10500000
مكتبية	حسابات مكتبية	مهندس مختص	80	2400000
	معالجة الصور	مهندس مختص	30	1200000
	إخراج المخططات	أربع فنيين	50	5000000
<b>المجموع:</b> ثمان وثلاثون مليوناً ومائة ألف ليرة سورية				38100000

**5.1.3 من حيث الجودة:**

تعرف جودة أداء تقنية المسح باستخدام الطائرات المسيرة تبعاً لمعايير الدقة المكانية (المستوية و الارتفاعية)، انسياب وغنى المخرجات (النماذج الرقمية لمعالم المكان) وتنوعها، و وضوح وملاءة التفاصيل وانطباقها الهندسي.

**5.1.3.1 الدقة المكانية:**

تلعب مؤشرات الدقة المكانية (الأخطاء المتوسطة التربيع) دوراً محورياً في الحكم على جودة المخططات المنجزة ومدى مطابقتها لدفاتر الشروط المعتمدة لدى وزارة الأشغال العامة وصلاحياتها لأهداف التخطيط العمراني. تشترط دفاتر شروط المسح الطبوغرافي بمقياس أساسي قدره 1/1000 ألا يزيد الخطأ المتوسط التربيع لكل من الإحداثيات المستوية لنقاط التفاصيل عن  $\pm 12 \text{ cm}$  وأن لا يزيد الخطأ المتوسط التربيع لارتفاعات تلك النقاط عن  $\pm 20 \text{ cm}$ .

تقسم الدقة المكانية عند الرفع الطبوغرافي باستخدام الطائرات المسيرة إلى سويتين. تتمثل السوية الأولى بالدقة المكانية في بناء النموذج الرقمي من خلال تصنيف ومعالجة وتحليل الصور المستحوذة. تشكل هذه السوية المعيار الأساسي للدقة المكانية وتتأثر بعاملين اثنين هما جودة عملية استحواذ الصور (جودة الصور ودقة تمييزها ونسب التداخل بين المزدوجات)، ودقة اختيار وتوزيع وقياس وحساب نقاط التحكم والتحقق الأرضية.

تصف السوية الثانية الدقة المكانية للمخطط الطبوغرافي النهائي المنتج و تتعلق بشكل جوهري بالسوية الأولى، يضاف إليها مدى دقة تعقب التفاصيل واستقراء مناسيب نقاط التضاريس عند إخراج المخططات الطبوغرافية بالاستفادة من النماذج الرقمية المستخلصة باستخدام الصور (موزاييك الصور المصححة عامودياً والنموذج الرقمي للسطح).

## المساحة التصويرية باستخدام الطائرات المسيرة لأغراض التخطيط العمراني في سورية دراسة مقارنة

استناداً إلى ما سبق، وبالاعتماد على مؤشرات الدقة المحسوبة بنتيجة عملية المعالجة وبناء المخرجات، نرى أن مقدر الخطأ المتوسط التربيع (RMSE) للموقع ثلاثي الأبعاد على كامل مناحي المنطقة المدروسة لم يتجاوز  $\pm 2.4$  cm، الأمر الذي يعكس السوية العالية للدقة التي أمكن التوصل إليها في نمذجة المكان من علو وسطي قدره 94 متراً، مع التويه بإمكانية رفع سوية الدقة هذه بشكل مرن وباستخدام ذات التقنية المستخدمة وذلك من خلال خفض أكثر لعلو التحليق.

عند وضع مخططات الرفع الطبوغرافي من خلال استيراد النماذج الرقمية إلى بيئة أوتوكاد، ومع الأخذ بعين الاعتبار أخطاء تعقب التفاصيل على موزايك الصور المصححة عامودياً، واستتباب الارتفاعات من النموذج الرقمي للسطوح، و باستخدام بيانات قياس حقلي لعينة عشوائية موزعة بشكل متجانس على كامل منطقة الدراسة يزيد حجمها على 1000/نقطة تفصيلية، لم يتجاوز الخطأ المتوسط التربيع لنقاط التفاصيل في المستوي القيمة  $\pm 5$  cm، في حين لم يتجاوز الخطأ المتوسط التربيع لارتفاعات النقاط  $\pm 8$  cm، وهي قيم أقل بكثير من القيم المنصوص عليها في دفاتر الشروط الفنية لأعمال الرفع الطبوغرافي بمقياس أساسي قدره 1/1000. يستدل من ذلك أن إجراء أعمال المسح باستخدام الطائرات المسيرة، من علو طيران فعلي وسطي قدره 94 متراً وباستخدام كاميرا مدمجة دقة تمييزها الإسمية 20 MP، مكننا من تحقيق دقة مكانية في تمثيل التفاصيل أعلى بما يقارب ثلاث أضعاف الدقة المكانية المنصوص عليها في دفاتر شروط المسح الطبوغرافي بمقياس أساسي قدره 1/1000.

إن اعتماد المؤشرات المستخرجة بنتيجة عملية معالجة الصور وبناء نماذج المكان كمعيار أساسي للدقة يعود إلى كون هذه المؤشرات نتجت باستخدام الفروق بين الاحداثيات المحسوبة والاحداثيات المستقرأة من نموذج المكان، وهي إحداثيات محكومة

في كلا الشكلين بقواعد التعديل بطريقة التريعات الصغرى. اصطلاحنا على تسمية هذه الدقة بالدقة "المراقبة".

على العكس من ذلك فإن مؤشرات الدقة بعد وضع المخطط الطبوغرافي في بيئة أوتوكاد تحسب باستخدام الفروق بين الاحداثيات المستقاة بنتيجة تعقب التفاصيل على النماذج الرقمية للمكان وبين الاحداثيات المقاسة على الطبيعة باستخدام الأساليب التقليدية في المسح. في حين أن دقة تعقب التفاصيل محكومة أساساً بدقة بناء النماذج من الصور، فإن قياس الاحداثيات وفق الأساليب التقليدية لا يخضع لقواعد التعديل ويكون غالباً عرضة إلى أخطاء العامل البشري وهفوات الرصد. اصطلاحنا على تسمية هذه الدقة بالدقة "غير المراقبة".

### 5.1.3.2 انسياب وغنى المخرجات وتنوعها:

يتم تمثيل معالم المكان المدروس وبناء نماذجه رقمياً وفق صيغتين أساسيتين: الصيغة الشعاعية /Vector/ كما في الغمامة النقطية و موزاييك الصور المصححة عامودياً، والصيغة النقطية /Raster/ كما في موزاييك الصور المصححة عامودياً وكذلك النموذج الرقمي للسطح أو النموذج الرقمي للتضاريس. تعتمد غزارة وانسياب التفاصيل ودقة تمييزها على كثافة النقاط أو بعد الخلية في النموذج الرقمي الموافق.

ليبان مدى غنى النماذج المخرجة في هذه الدراسة باستخدام الطائرات المسيرة بالتفاصيل المكانية، وانسيابية تمثيل تلك التفاصيل، نشير إلى أن عدد النقاط المستخدمة في بناء الغمامة النقطية الكثيفة للموقع المدروس زاد عن /14/ مليار نقطة ثلاثية الأبعاد، وأن بعد الخلية -كعنصر أولي في بناء النماذج الرقمية- لا يزيد عن /2.4/ سم في موزاييك الصور المصححة عامودياً وعن /4.6/ سم في النماذج الرقمية للسطوح.

فضلاً عن غزارة وانسياب تمثيل التفاصيل، يشكل تنوع مخرجات المسح باستخدام الطائرات المسيرة، من غمامات نقطية ونماذج أسطح رقمية ونماذج ثلاثية الأبعاد ومخططات الصور المصححة عامودياً وغيرها، وتوافقها مع مختلف بيئات العمل الرقمية كنظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج معلومات البناء (BIM)، إضافة نوعية نقلت صناعة المسح الطبوغرافي إلى آفاق حديثة واعدة في جدوى ومرونة الاستفادة واتساع طيف استخدام تلك المخرجات.

### 5.1.3.3 ملاءة التفاصيل وانطباقها الهندسي:

عند إنتاج مخططات الرفع الطبوغرافي باستخدام مخططات الصور المصححة عامودياً في بيئة أوتوكاد، ومع دقة التمييز الفائقة التي يمكن بسهولة توفيرها، تتبين إمكانية الوصول المباشر والسهل والآمن إلى كم من تفاصيل الأماكن لطالما تعذر الوصول إليها وبالتالي تجاهلها في صناعة المخططات تقليدياً.

تضاف إلى أمان الوصول إلى التفاصيل في المسح باستخدام الطائرات المسيرة، الأمانة في مطابقة تمثيل التفاصيل لواقع أبعادها وتشكيلها الهندسي. يعود الفضل في ذلك من جهة إلى الوصول المباشر لنقاط التفاصيل دون عوائق رؤية تشوه العناصر الهندسية للمسح، وإلى استبعاد الأثر البشري في تشويه التكوين الهندسي لتمثيل المعالم من جهة أخرى.

لمؤشرات الجودة بشكل عام ومؤشر وضوح وملاءة التفاصيل وانطباقها الهندسي بشكل خاص أثر جوهري على دقة وضع المخططات التنظيمية للمدن والبلدان والتجمعات السكنية وتنفيذ تلك المخططات في أعمال التنظيم المعماري.

## 5.2 الطائرات المسيرة أم الطرق التقليدية:

للإجابة على هذا التساؤل يجب أولاً مراجعة مؤشرات الزمن والكلفة والجودة في طرائق المسح التقليدية.

### 5.2.1 من حيث الزمن:

تقليدياً، ومن خلال تجارب الكثير من الأعمال المشابهة، يقدر زمن إنجاز مشروع الرفع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة بكامل مراحل بـ/610/ أيام عمل فعلية.

### 5.2.2 من حيث الكلفة:

يمكننا حساب كلفة إنجاز المشروع تقليدياً كما هو مدرج في الجدول رقم /4/:

جدول رقم /4/

نوع الأعمال	القوى العاملة	كلفة اليوم (ل س)	عدد الأيام	الكلفة الإجمالية (ل س)
حقلية	مرحلة أولى	200000	95	19000000
	مرحلة ثانية		530	106000000
مكتبية	حسابات مكتبية	30000	80	2400000
	رسم	60000	150	9000000
<b>المجموع:</b> مائة وست وثلاثون مليوناً وأربعمائة ألف ليرة سورية				136400000

### 5.2.3 من حيث الجودة:

وفق معايير الجودة المشار إليها أعلاه، يمكن وصف مخرجات المسح التقليدي كما يلي:

#### 5.2.3.1 الدقة المكانية:

لدى إجراء الرفع الطبوغرافي بالأساليب الأرضية، يمكننا دائماً اختيار الأجهزة والمعدات وطرائق القياس والحساب بما يحقق الدقة الموصوفة بدفاتر الشروط المعمول بها في وزارة

الأشغال العامة والإسكان وذلك عند قياس وحساب وتعديل شبكات الأساس المساحي، غير أن ذلك لا ينطبق بالضرورة على أعمال المسح التفصيلي وتمثيل المعالم على المخطط، فكثيراً ما يتم التراخي في متطلب الدقة المكانية في المرحلة الثانية لصالح مؤشر الإنتاج، ويلعب العامل البشري دوراً أساسياً في حدوث ذلك.

### 5.2.3.2 انسياب وغنى المخرجات وتنوعها:

تقتصر مخرجات المسح بالطرائق التقليدية على المخطط الرقمي الممثل لتفاصيل المكان. يمثل المخطط نموذجاً رقمياً وحيداً، مبنياً باستخدام عدد محدود من النقاط التفصيلية، فعدد النقاط التفصيلية للمنطقة المدروسة، وطبقاً لدفاتر شروط الرفع الطبوغرافي بمقياس أساسي 1/1000، لا يتجاوز بحال من الأحوال /200000/ نقطة تفصيلية موزعة بين نقاط المعالم الصناعية (غير ارتفاعية) ومعالم الأرض الطبيعية (ارتفاعية). إن محدودية عدد النقاط التفصيلية المشكلة للمخطط (كنموذج منقطع للمكان) تتعكس سلباً على انسيابية تمثيل المخطط للواقع وغناه بالتفاصيل.

### 5.2.3.3 ملاءة التفاصيل وانطباقها الهندسي:

لا توفر طرائق المسح الأرضي دائماً سهولة الوصول إلى تفاصيل المكان المدروس، فالعوائق وشروط المكان تفرض قيوداً نوعية على الرؤية المتبادلة والتخاطب والتنقل والوصول، الأمر الذي يؤثر غالباً على ملاءة وجودة التفاصيل الممسوحة، رغم محدوديتها، وصولاً إلى إغفال أو تجاهل العديد من التفاصيل الهامة للمكان. يلعب العامل البشري في طرائق المسح التقليدية دوراً كبيراً في تشويه التمثيل ومدى مطابقته التشكيل الهندسي للتفاصيل في الواقع.

باستعراض مؤشرات الإنجاز، وفقاً لمعايير الزمن والكلفة والجودة، في كل من طرائق المسح التقليدي (الأرضي) والمسح باستخدام الطائرات المسيرة، يمكننا وضع جدول للمقارنة بين طرائق المسح على النحو التالي (جدول رقم-5):

جدول رقم /5/

المسح باستخدام الدرون		المسح بالطرق التقليدية		مؤشر المقارنة
إنجاز كامل أعمال المشروع الأرضية والجوية، الحقلية والمكتبية.	180	إنجاز كامل أعمال المشروع الحقلية والمكتبية.	610	الزمن /يوم/فرقة
أعمال التصوير الجوي ومعالجة الصور والحصول على كافة النماذج.	101	مسح حقلية للتفاصيل مع معالجة النقاط وإخراج المخططات.	590	
38100000 لإنجاز كامل مراحل العمل.		136400000 لإنجاز كامل مراحل العمل.		الكلفة /ل س/
مرونة عالية في توفير متطلبات الدقة المكانية بشكل متجانس ومراقب في جميع المراحل.		تلبية متطلبات الدقة المكانية خصوصاً في المرحلة الأولى من الأعمال. دقة المرحلة الثانية غير مراقبة.		الجودة
غزارة وانسيابية في تمثيل تفاصيل الواقع وتنوع كبير في المخرجات والنماذج الرقمية للمكان.		محدودية وتقطع في تمثيل تفاصيل الواقع وإنتاج النماذج الرقمية.		
وصول سهل وآمن ومباشر إلى كل التفاصيل. تمثيل يطابق التشكيل الهندسي في الواقع.		عوائق الرؤية والتخاطب وشروط المكان قد تشوه عناصر المسح. دور كبير للعامل البشري.		

## 6 الاستنتاجات والتوصيات:

استناداً إلى كل ما سبق، نجد أن:

- تنفيذ العمل باستخدام الطائرات المسيرة تطلب زمناً يتراوح من 17 إلى 30% من الزمن الذي يتطلبه إنجاز العمل ذاته بالطرق التقليدية، محققاً وفراً جوهرياً يتراوح بين 70 إلى 83% مع ما لعامل الزمن من أهمية كبرى لجهة الإسراع بتنفيذ الأعمال وتنشيط العائدية ودورة رأس المال وكذلك السيطرة على التغيرات الناتجة بشكل رئيسي عن النشاط البشري في منطقة العمل.
- حجم الإنفاق الكلي لإنجاز المهمة باستخدام الطائرات المسيرة شكل ما نسبته 28% من حجم الإنفاق المقابل في الطرق التقليدية محققاً تقليصاً في الكلف يصل إلى 72%، مع ما يمثله ذلك من أهمية قصوى في إدارة الموارد المالية المعوزة في هذه المرحلة الاستثنائية وكذلك مرحلة إعادة الإعمار.
- تقنية المسح باستخدام الطائرات المسيرة تتقدم في جودة الإنتاج بشكل لا يقارن مع تقنيات المسح التقليدي، فقد أظهر استخدام الطائرات المسيرة لإنجاز الأعمال مرونة عالية في تلبية معايير الدقة المكانية المنصوصة لأغراض التنظيم العمراني، كما غيرها من الأغراض الخاصة في المشاريع الهندسية الأخرى، في حين أن انسيابية وغزارة تمثيل المعالم وتنوع المخرجات ونماذج المكان الرقمية المستمرة يخرج التقنية أصلاً من نطاق المقارنة مع غيرها من الطرائق التقليدية. يضاف إلى كل ذلك توفير الوصول المباشر للتفاصيل عند إخراج المخططات، مع ما يولده ذلك من ملاءة في التمثيل وتطابق في التشكيل الهندسي بين المعالم وتمثيلها في المخطط الناتج.

تشكل عوامل الزمن والكلفة والجودة محاور أساسية وازنة في ترجيح توطين تقانات المسح باستخدام الطائرات المسيرة لإنجاز أعمال الرفع الطبوغرافي، غير أن هناك الكثير من

المزايا الإضافية التي تجعل من هذه التقنية أداة فعالة، رشيقة وطبعة في الإدارة والتخطيط، من مراقبة للنشاط العمراني ومدى مطابقته للمخططات ووصول آمن إلى أكثر المناطق وعورة وخطورة وتأمين دعم آني لصناع القرار .

إن البدء الفوري بتوطين تقنية المسح باستخدام الدرونات والتمكن من استثمار هذه التقنية وإطلاق الأبحاث العلمية لتطوير استخدامها في مختلف الميادين أمر حتمي تمكيناً لمؤسساتنا وكوادرنا ذات الصلة وتجنباً لتحويل سوقنا الهندسي إلى فضاء ربحي للطاقات الخارجية غير المؤهلة بالضرورة.

لابد أخيراً من التنويه بأن مقياس المؤشرات الرقمية الواردة أعلاه محكوم بشروط و ظروف الدراسة الراهنة بعينها، الأمر الذي يعني مرونة تلك المقاييس و إمكانية تغييرها تبعاً لشروط المكان، و تحسينها بالاستفادة من التجربة القائمة و توفير شروط أفضل للعمل، سيما و أن التقنية بحد ذاتها قيد البحث و التطوير المستمر .

المراجع:

1. FAINE G, 2015- Drones to the Rescue
2. BRYAN Ph. F, 2016-Unmanned Aerial Systems for surveying and data mapping: cost comparison of UAS versus traditional methods of data acquisition, a Thesis Presented to the Faculty of the USC graduate school, University of Southern California, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science (Geographic Information Sciences and Technology).
3. KLEMEN K. T, DEJAN G and DWSAN P, -Optimization of UAV Flight Missions in Steep Terrain, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, University of Ljubljana, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia.
4. FUAD N A, ISMAIL Z, MAJID Z, DARWIN N, ARIFF M F M, IDRIS K M and YUSOFF A R -Accuracy evaluation of digital terrain model based on different flying altitudes and conditional of terrain using UAV LiDAR technology, Geospatial Imaging and Information Research Group, Faculty of Geoinformation and Real Estate, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor, Malaysia.
5. FU-HSUAN Yeh1, CHUN-JIA Huang1, JEN-YU Han1, and LOUIS Ge1- Modeling Slope Topography Using Unmanned Aerial Vehicle Image Technique, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, 10617 Taipei, Taiwan.
6. GEOFREY K, 2015-Updates from Dar es Salaam,” Humanitarian Open Street Map Team (HOT OSM).
7. DRIES R, 2015 - UAV Mapping in Ethiopia,” DIY Drones.
8. REMONDINO F, BARAZZETTI L, NEX F, SCAIONI M, and SARAZZI D, 2011 -UAV Photogrammetry For Mapping And 3D Modeling – Current Status And Future Perspectives, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.
9. DAVID D- 8. Digital Elevation Model (DEM), The Pennsylvania State University, John A. Dutton E-Education Institute, College of Earth and Mineral Sciences,
10. BRANDON B, 2013- Creating automatic mission plans for aerial surveying, DIY Drones.

## دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة الببتونية) باستخدام الحصويات المعاد تدويرها (RCA)

د. مروان خوري<sup>1</sup> م. علاء محمد علي<sup>2</sup>

### ملخص البحث

يتناول هذا البحث دراسة تجريبية حول تأثير استخدام الركام المعاد تدويره (خشن - ناعم - خشن + ناعم) من الأبنية المهذمة وذلك كبديل عن الركام الطبيعي بنسب استبدال مختلفة % (25-50-75-100) على خصائص الخلطة الببتونية وذلك باستخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية.

إن الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير استبدال الحصويات المعاد تدويرها باستخدام الإضافات على خصائص الخلطة الببتونية ، حيث تم استخدام اسمنت بعمار  $400\text{Kg/m}^3$  وهباب السيليس بنسبة % 8 والملدن بنسبة % 1.5.

أظهرت النتائج التحسن الكبير للمقاومة الببتونية باستخدام الإضافات للركام المعاد تدويره حيث أنه يمكن استخدام الركام المدور (الخشن والناعم - الخشن - الناعم) بحدود تصل إلى % 100، وعند نسبة الاستبدال هذه يمكن الحصول على مقاومة (29-30) Mpa (22) بالنسبة للركام (الخشن والناعم - الخشن - الناعم) على التوالي، بينما عند نسبة استبدال % 25 ركام مدور و % 75 ركام طبيعي يمكن الحصول على مقاومة (29-34-40) Mpa بالنسبة للركام (الخشن والناعم - الخشن - الناعم) على التوالي .

**الكلمات المفتاحية :** الركام المعاد تدويره، الركام الطبيعي، الخلطات الببتونية، الإضافات، الاستبدال، قابلية التشغيل

<sup>1</sup> أستاذ مساعد في قسم هندسة النقل والمواصلات - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية .  
<sup>2</sup> طالب دكتوراه في قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية .

## Studying the Effect of Additives on Improving the Properties of Concrete Produced (compressive strength) by Using Recycled Concrete Aggregate (RCA)

### Abstract

This research presents an experimental study on the effects of using recycled aggregate (coarse – fine – coarse + fine) from demolished buildings as a replacement to natural aggregate, with different replacement percentages (25–50–75–100 %); a study on such effects on the properties of concrete mixture using chemical and mineral additives.

The purpose of this work is to investigate the effects of replacing recycled substances with additives on the properties of concrete mixture, where cement was used with a caliber of 400Kg/m<sup>3</sup>, silica fume at 8%, and plasticizer at 1.5%.

The results showed a significant improvement in the compressive strength by using the additives to the recycled aggregates, as it is possible to use the recycled aggregate (coarse and fine – coarse – fine) with limits of up to 100% and at this replacement ratio it is possible to obtain a compressive strength of (22–29–30) for the (coarse and fine–coarse–fine) respectively, while at the replacement ratio of 25% recycled aggregate and 75% natural aggregate it is possible to obtain a compressive strength of (29–34–40) for the (coarse and fine–coarse–fine), respectively.

**Key words:** recycled aggregate , natural aggregate , concrete mixtures , Additives, replacement , operability.

**1- مقدمة البحث :**

تعرف الأنقاض بشكل عام بالمخلفات الناتجة عن عمليات البناء والهدم والترميم في الأبنية والشوارع والمرافق العامة، ونواتج حفريات الطرق للأعمال الخدمية، ويجب من حيث المبدأ تكليف الجهات التي تقوم بالأعمال المذكورة أعلاه خاصة أو عامة بترحيل مخلفاتها، وفي حال عدم التنفيذ تقوم الوحدات الإدارية بترحيل هذه المخلفات وتكلف المعنيين بالتكاليف المترتبة على عمليات الترحيل. [12]، أما مواد الأنقاض فهي مواد بيتونية من الاسمنت البورتلاندي ومن الإسفلت، الآجر، التربة، أنابيب المياه، مواد عازلة، أسقف، الألواح الخشبية، الزجاج، المعادن، الأسلاك الكهربائية، مواد قماشية [13]. وهذه المخلفات لم تحظى كثيراً من الانتباه والاهتمام إلا مؤخراً، بسبب تزايد كمياتها و أثرها السلبي على البيئة في شكل من أشكال تلوث الأرض و الماء و الهواء وترمي هذه المخلفات عادةً في أماكن مخصصة لها تسمى المطامر الصحية، وتتراكم سنوياً بكميات كبيرة لأنها ذات ديمومة عالية فلا تتفسخ ولا تتحلل طبيعياً بالمقارنة مع النفايات العضوية وشبه العضوية التي تتحلل بالماء أو بالهواء أو بالاثنين معاً، وبالتالي أصبحت هذه المشكلة خطراً كبيراً يواجه العديد من بلدان العالم.

**\*\*** إن فكرة إرسال أنقاض البناء (خاصة التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها) إلى المطامر يعتبر ثروة اقتصادية معطلة، وأيضاً زيادة في إنفاق الأموال، ففي هذه الحالة المقاولون يدفعون أولاً كلفة تجهيز المواد، ومن ثم كلفة التخلص منها عندما تتحول إلى أنقاض، وطبقاً للمعلومات الخاصة بالجمعية الوطنية لبناء المساكن في أمريكا، يقدر معدل أجور التخلص من النفايات الناتجة عن بناء 100 مسكن ب 50000 دولار أمريكي، وهذا الرقم في ازدياد بسبب الحاجة إلى إغلاق المطمر الصحي و إنشاء آخر جديد [14].

- في الواقع حالياً يوجد أماكن محددة تستخدم فيها هذه المواد، وذلك بتصنيفها كترية محسنة وبالتالي استخدامها في الردم في أماكن استخدام التربة المحسنة

"كاستخدامها في الطرقات، الساحات، الشوارع، أساسات الأبنية وغيرها"، ولكن بعض الأنقاض تعتبر مواد إنشائية ممتازة (أنقاض البيتون المسلح وأنقاض الحجر الطبيعي وغيرها) وتحويلها إلى مواد ردم نوع من التبذير الاقتصادي الذي نحن بغنى عنه في ظل الأوضاع التي نعيشها ويمكن تحسين خواص ومواصفات الخلطات البيتونية التي يدخل في تركيبها الحصىات المعاد تدويرها بشكل جزئي أو كلي باستخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية.

## 2- المشكلة العلمية ومبررات البحث:

يتطلب الوضع في سوريا العمل الجاد لإدارة الكم الكبير من الركام الذي نشأ خلال ظروف الحرب الأخيرة التي مرت بها معظم المناطق ونتج عنها انهيار عدد كبير من المباني مما سبب مشاكل بيئية كبيرة.

وأفضل الطرق لعلاج هذا الوضع هو إعادة تدوير الركام ، لذا يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الركام المعاد تدويره كبديل جزئي أو كلي عن الركام الطبيعي على خواص البيتون باستخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية ، حيث تساهم الإضافات في التقليل بشكل كبير من المواد الضارة الموجودة وبالتالي الحد من المشاكل البيئية الناجمة عن تواجد هذه الأنقاض.



### 3- الدراسة المرجعية:

نستعرض فيما يلي بعض ما توصلت إليه الدراسات المرجعية المتعلقة بالركام المعاد تدويره:

- أوصى الباحث Luis R. E, Brito D عدم استخدام الركام الناعم المعاد تدويره بسبب امتصاصه العالي للماء [1]، بينما أعطى الباحثون Tsoumani A. Barkola N. Matikas T مجالاً للاستخدام بنسبة منخفضة تتراوح من (10-30)% من وزن الرمل الكلي [2].
- أكد الباحث Dhir R. Paine K إلى إمكانية استخدام الركام المعاد تدويره بنسبة 20% لجميع أعمال البناء، حيث أجريت التجارب على 125 خلطة بنسب استبدال مختلفة للركام المعاد تدويره وأجريت تجارب أخرى لتحديد مقاومتها على الانعطاف ومعامل المرونة والامتصاص والتجمد والذوبان [3].
- أجرى الباحث Corinaldesi V دراسات على السلوك الميكانيكي والخواص المرنة باستخدام خلطات بنسبة استبدال 30% وباستخدام ملدن لزيادة قابلية التشغيل وباستخدام نسبة w/c بين (0.4-0.6) وتوصلت إلى مقاومة مكعبية تصل إلى 32Mpa ولكن بمعامل مرونة أخفض بحوالي 16% من الخلطة بركام طبيعي [4].
- توصل الباحثين Xiao J. Zhang Ch إلى أنه عند استبدال الركام الطبيعي بالركام المعاد تدويره بنسبة 100% تنخفض مقاومة الضغط حتى 40% وينخفض معامل المرونة حوالي 45% [5].
- أجرى الباحثين Akabri Y, Arora N.K, Vakil M.D دراسات أخرى على خلطات بيتونية بنسب استبدال (15-30-50)% وتوصلت إلى أن المقاومة تنخفض بزيادة نسبة الاستبدال للركام المعاد تدويره حيث انخفضت بنسب 25% -23% -26% في المقاومة على الضغط عن العينات المرجعية [6].

- قام بعض الباحثين Tam V.W, Tam C.M بوضع الركام المعاد تدويره في الأحماض الكيميائية كحمض كلور الماء وحمض الكبريت وحمض الفوسفور بتركيز 0.1 مول بهدف إزالة المونة الاسمنتية الملتصقة بالركام، وهذا أدى إلى تقليل نسبة الامتصاص بحوالي (7.27-12.17)% وأعطى ترابطاً أقوى في المنطقة الانتقالية بين الركام والمونة الإسمنتية، وتوصلاً إلى أنه عند الاستبدال بنسب (5-30)% تكون مواصفات الخلطة أفضل من الخلطة بالركام الطبيعي حيث ازداد عامل المرونة بمقدار 20% عند نسبة استبدال 30% من الركام المعاد تدويره المعالج بحمض كلور الماء [7].
- قام الباحث Kouaido D بدراسة أثر محتوى الاسمنت على مقاومة الضغط حيث استخدم خمس عيارات مختلفة للإسمنت  $250-300-350$  kg/m<sup>3</sup> وتوصل إلى أن الفرق بالمقاومة بين الخلطة بالركام الطبيعي والمدور يكون أقل عند استخدام كمية إسمنت أقل، فمن أجل محتوى  $300$  kg/m<sup>3</sup> (250-300) كانت المقاومة أقل بحوالي 80%، أما من أجل كمية إسمنت  $300$  kg/m<sup>3</sup> يصبح التغير بالمقاومة (20-5)%، كما أن الجودة التي تم الحصول عليها مع كمية اسمنت أقل من  $300$  kg/m<sup>3</sup> ضعيفة، في حين استخدام إسمنت أعلى من ذلك أعطى مواصفات أفضل وجودة أفضل [8].
- تم إجراء خلطات بيتونية من قبل باحثين Etxeberria M., Baraa M وذلك بنسب استبدال مختلفة وأكد البحث أن استخدام نسبة 25% من الركام المعاد تدويره لا يؤدي إلى تغيير في الخصائص الميكانيكية، أما عند الاستبدال بنسب (50-100)% فيجب أن تزداد كمية الاسمنت بنسبة (10-4)% وتخفض نسبة w/c بنسبة (10-5)% للحصول على نفس الخصائص للخلطة من الركام الطبيعي [9].
- استخدم الباحث Tamador M مواد بوزولانية طبيعية في دراسته مع نسب استبدال (0-50-75-100)% حيث أكد أن الخواص الميكانيكية تتخفض مع زيادة محتوى الركام المعاد تدويره لذا نصح باستخدام الركام المعاد تدويره في

العناصر الغير حاملة، وأكد على انخفاض المقاومة بنسبة 10% عند الاستبدال 50% وبنسبة 15% عند الاستبدال بنسبة (75-100)% بدون استخدام بوزولانا، أما مع إضافة البوزولانا فأعطى مقاومة قريبة جداً وأحياناً أعلى من مقاومة الخلطة المرجعية عند الاستبدال بنسبة 50% [10].

- قام الباحث Sherif Yehia و آخرون، في الجامعة الأمريكية في الشارقة عام 2011 بإجراء دراسة على خواص البيتون المصنع من حصويات معاد تدويرها، حيث قاموا بتشكيل البيتون بطريقتين:

- تم استخدام الحصويات المعاد تدويرها ضمن الخلطة البيتونية وزيادة كمية الماء عن الكمية المستخدمة في الخلطات التقليدية.
- تم استخدام الحصويات المعاد تدويرها ضمن الخلطة البيتونية ونفس كمية الماء الموجودة في الخلطة التقليدية ولكن تم إضافة ملدن.

تمت مقارنة نتائج الخلطة 1 والخلطة 2 مع الخلطة النظامية المصنعة من مواد طبيعية فقط. وكانت النتيجة تشير إلى أن مقاومة الضغط للخلطة 1 أقل بـ (20-10)% من مقاومة الضغط للخلطة التقليدية.

ومقاومة الضغط للخلطة 2 قريبة من قيمة مقاومة الضغط للخلطة التقليدية.

- بينت هذه الدراسة أن الكمية المثلّى من الحصويات المعاد تدويرها والتي يمكن استخدامها في البيتون بحيث يصبح قابلاً للاستخدام في تطبيقات البناء هي (50)%.

كما بينت أيضاً أن إضافة الماء إلى البيتون ذي الحصويات المعاد تدويرها يقلل من قوته بنسبة (30-10)% عن البيتون التقليدي بينما إضافة الملدن وبقاء نسبة الماء كما هي يحسن قوة هذا البيتون بنسبة. (12)% . [15]

- قام الباحث Sami Tabash في جامعة عين الشمس في مصر عام 2013 بإجراء دراسة ناقشت إمكانية استبدال الحصويات الخشنة الطبيعية بالمخلفات البيتونية المعاد تدويرها، وذلك ضمن خلطات البيتون الإنشائي. المواد التي استخدمت في هذه الدراسة هي رمال طبيعية، صخر طبيعي، مخلفات بيتونية مطحونة تم الحصول عليها من مواقع مختلفة ومن المطامر أيضاً.

أثبتت هذه الدراسة أن المخلفات البيتونية من الممكن أن تتحول إلى حصويات معاد تدويرها وتفيد في إنتاج بيتون مناسب لمعظم الأعمال الإنشائية في مصر.

وأهم نتائج هذه الدراسة هو أنه عند استخدام الحصويات المعاد تدويرها كبديل كلي عن الحصويات الخشنة الطبيعية أي بنسبة 100% نتج انخفاض كبير في الخواص الإجمالية للبيتون مقارنة مع البيتون التقليدي.

أما عند استخدام الحصويات المعاد تدويرها بنسبة 25% و الحصويات الطبيعية بنسبة 75% فكانت النتائج مشابهة للبيتون التقليدي. [16]

- بين الباحثان Asif Hussain -Majid Matouk خلال ورقة بحثية ( في المجلة الدولية للهندسة البيئية و الإنشائية) تم إعدادها عام 2013، أن المواد المعاد تدويرها تؤدي إلى الحد من تكلفة البناء وحل مشاكل الإسكان في المجتمعات ذات الدخل المنخفض، كما أثبتت هذه الدراسة أنه يمكن للحصويات المعاد تدويرها أن تعطينا بيتون جديد ذو جودة عالية والحصول على مقاومة ضغط مشابهة للقيمة الموجودة في البيتون التقليدي وذلك من أجل نسب معينة من الحصويات المعاد تدويرها.

في هذه الدراسة نفايات البيتون المهدم تم شراؤها من مواقع الهدم حيث تم نقلها وفصلها وطحنها، ثم تم تصميم خلطة بيتونية بنسب استبدال مختلفة من الحصويات

المعاد تدويرها، وتم استخدام الاسمنت البورتلاندي العادي وحصويات خشنة محلية وحصويات ناعمة بأبعاد

(4.75-20)mm والمياه التي استخدمت كانت من النوع الصالح للشرب، ثم تم صب أكثر من 180 مكعب بأبعاد (150x150x150)mm، وإجراء التجارب و مقارنة النتائج مع المواصفة القياسية (IS456(2000).

بينت هذه الدراسة أن امتصاص الماء للبيتون ذي الحصويات المعاد تدويرها أعلى بكثير من قيمة امتصاص الماء للبيتون التقليدي. ويرجع ذلك إلى الملاط الاسمطي العالق على سطح الحصويات البيتونية المعاد تدويرها حيث أن مسامية هذا الملاط تسمح للمياه باختراق المسام، وبالتالي زيادة كمية الماء الممتصة.

- قام المهندس Salah khaled saqre في الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا في مصر عام 2014 ، بإجراء دراسة عن إمكانية إعادة استخدام مخلفات البيتون في دولة الكويت، حيث كان هدف هذه الدراسة بالمقام الأول التخلص من الكميات الضخمة من النفايات، وبالتالي توفير المساحة والتخلص من المشاكل البيئية الناتجة عنها وأيضاً كانت هذه الدراسة بهدف التقليل من كلفة إنتاج البيتون.

أوضحت نتائج الدراسة أن البيتون الذي فيه نسبة صغيرة من الحصويات المعاد تدويرها لا تتجاوز 45% تكون لها قابلية تشغيل جيدة و مناسبة للاستخدام في التطبيقات المختلفة، و لكن في حال كانت نسبة الحصويات المعاد تدويرها 100% فإن ذلك سيؤدي إلى إنتاج بيتون ضعيف مقارنة بالنسب الأخرى. [16]

- قام المهندسون مازن القطان -حسان المحمود -إيمان قاسم في العراق بإجراء بحث حول إعادة استخدام مخلفات البناء في الخلطات البيتونية. تضمنت هذه

الدراسة اختبار خصائص خلطة بيتونية معدة باستخدام حصويات خشنة من مخلفات بيتونية محلية، حيث أوضحت النتائج أن الخلطة المعدة من هذه الحصويات لها مقاومة ضغط ( 14.6 Mpa ) ونسبة امتصاص (3.23%) تعتبر مقبولة فيما إذا قورنت مع المواصفة القياسية العراقية، أما مقاومة الانعطاف (8.9 Mpa) فقد كانت أعلى من تلك الناتجة في حال الحصويات الطبيعية (بسبب السطح الخشن الذي تتصف فيه حبيبات الحصويات المعاد تدويرها، وترابطها بشكل قوي مع عجينة الاسمنت) ولكنها أيضاً بقيت مقبولة وضمن القيم المسموحة في المواصفة العراقية.

أوضحت هذه الدراسة أن هذا النوع من الخلطات البيتونية مناسب للاستعمال في تبليط الشوارع والأرصفة والساحات والمماشي. [17]

حيث تم في هذا البحث دراسة الركام المعاد تدويره بتدرجاته الحبية المختلفة بشكل مفصل (الركام الخشن والناعم - الركام الخشن - الركام الناعم) ودراسة الإضافات الكيميائية والمعدنية عليها ومدى تحسن المقاومة باستخدام الإضافات كما سوف يوضح البحث.

#### 4- هدف البحث :

دراسة خصائص الببتون المصنع من الركام المعاد تدويره (خشن - ناعم - خشن + ناعم)، باستخدام الإضافات وذلك كبديل عن الركام الطبيعي وبنسب استبدال مختلفة % (25-50-75-100) على خصائص الخلطة البيتونية.

## مواد البحث وطرائقه:

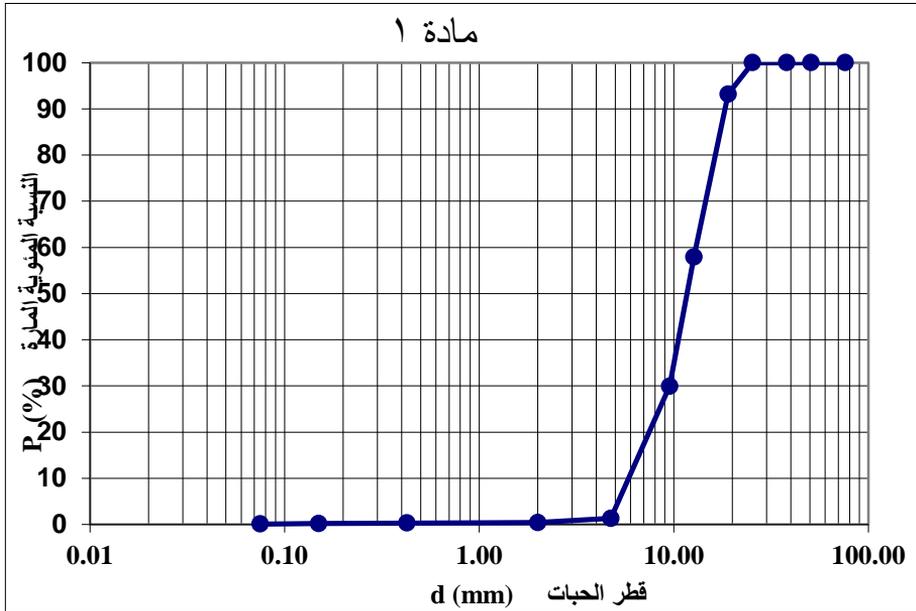
### 5-1- الاسمنت:

تم استخدام الاسمنت البورتلاندي العادي من إنتاج معمل اسمنت طرطوس صنف 32.5 N، عيار  $400\text{kg/m}^3$  في جميع الخلطات البيتونية.

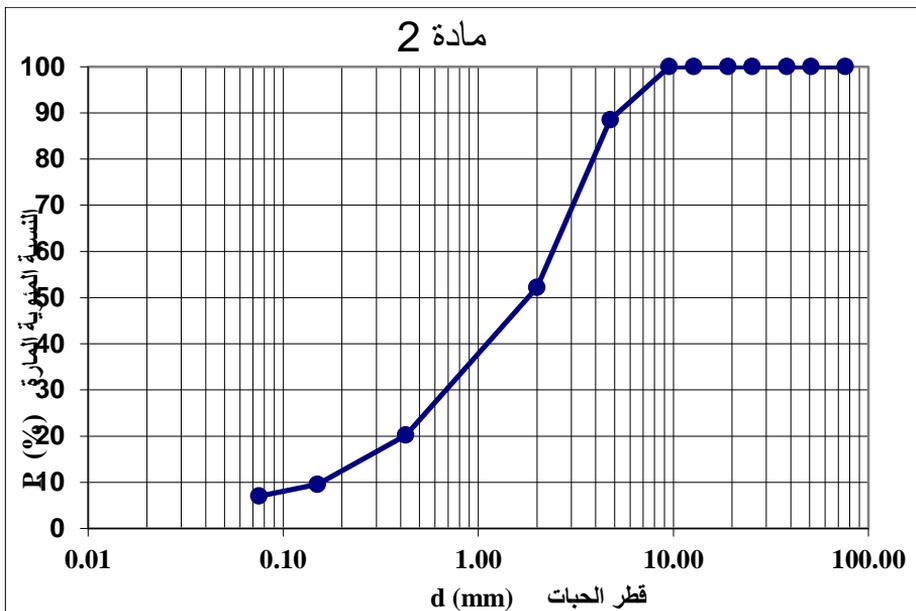
### 5-2- الركام الطبيعي:

تتكون المواد الحصوية الداخلة في تركيب الخلطة البيتونية من حصويات طبيعية مكسرة تحقق متطلبات المواصفات الأمريكية (ASTM C33-90) والمواصفة السورية (SNS 332)، ومكونة من صنفين من النوع المكسر ذات المنشأ الدولوميتي الكلسي، مستخرجة من مقالع حسياء في محافظة حمص، وتعرف كالاتي:

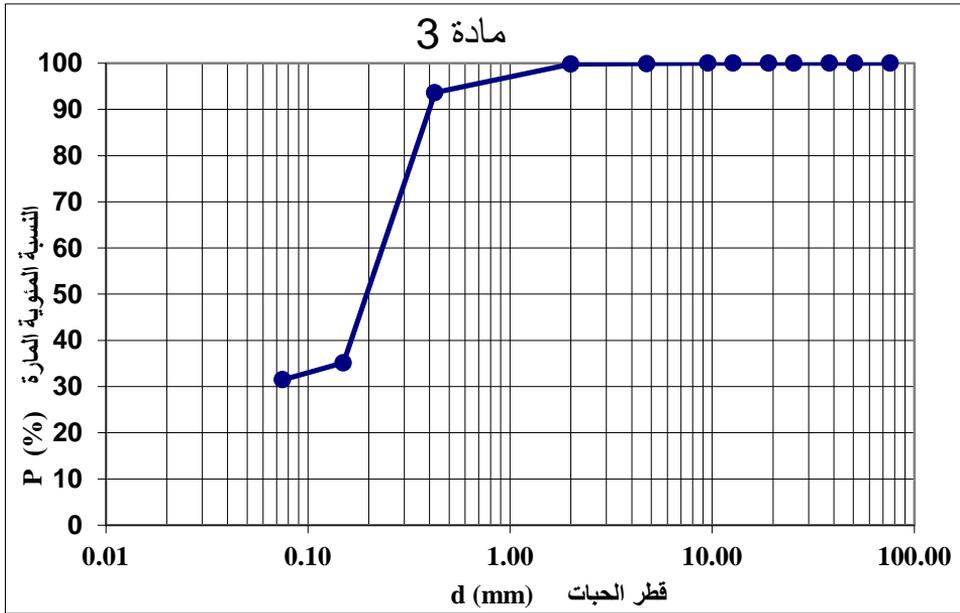
- بحص : مادة رقم (1) ومجال تدرجه الحبي من  $9.5-25\text{mm}$ .
- رمل مكسر (crushed sand): مادة رقم (2) ومجال تدرجه الحبي من  $9.5-1.18\text{mm}$ .
- رمل طبيعي (natural sand): ذو منشأ سيليسي، يضاف إلى الخلطة البيتونية من أجل تعديل المنحني الحبي للرمال المكسر وتحسين قابلية تشغيل البيتون مادة رقم (3).  
يبين الشكل (2)، (3)، (4) التدرجات الحبية للمواد الحصوية المستخدمة.



الشكل (1) التدرج الحبي للبحص مادة رقم (1)



الشكل (2) التدرج الحبي للرمل المكسر مادة رقم (2)



الشكل (3) التدرج الحبي للرمل الطبيعي مادة رقم (3)

### 3-5- الركام المعاد تدويره:

تم إحضار ركام أبنية مكسر من حرسنا وتم تكسيورها بواسطة كسارات خاصة، ثم قمنا بفرز الركام يدوياً على المناخل الموجودة في مخبر البيتون في كلية الهندسة المدنية بجامعة البعث كما في الشكل (4) استخدمنا المناخل (4.75-9.5-16-25 mm). (1.18).

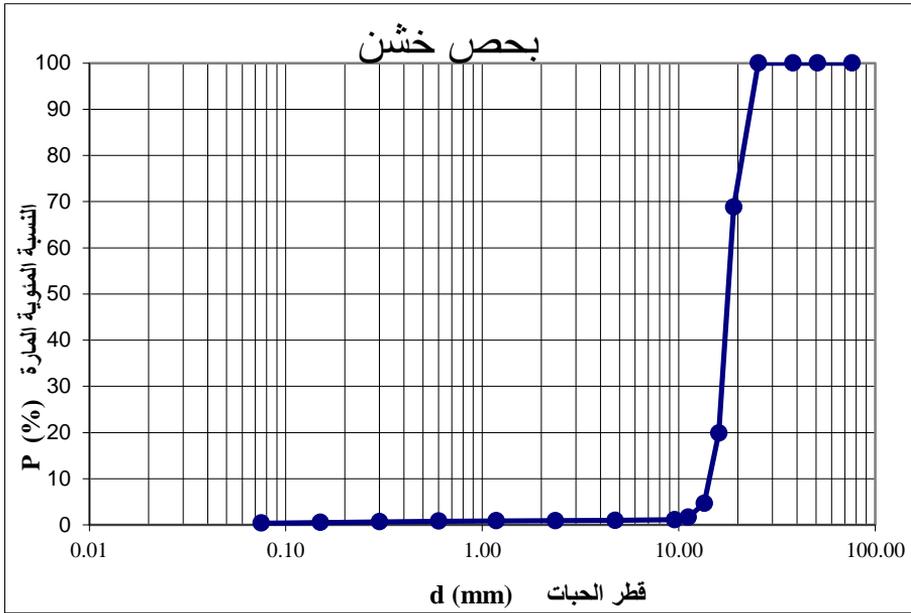
وتم استبعاد النواع المارة من (1.18) mm بسبب امتصاصها العالي للماء، كما أوصت الدراسات المرجعية [1] بالإضافة إلى احتوائها على كمية عالية من الشوائب.



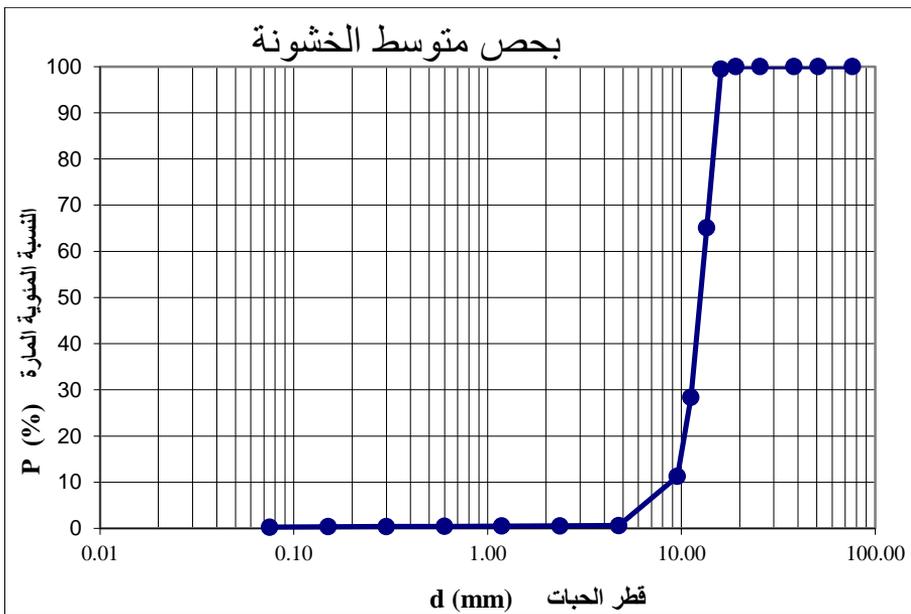
الشكل (4) الركام المعاد تدويره و طريقة فرزها على المناخل يدوياً

#### 5-4- الخواص العامة للركام المعاد تدويره:

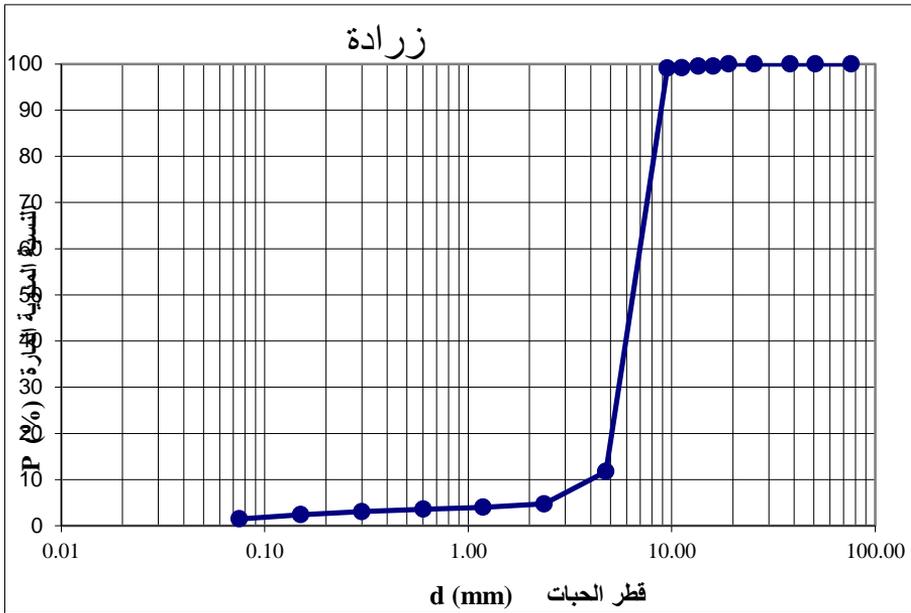
- 1- تتصف الحصىات المعاد استخدامها بكثافة نسبية أقل بنسبة (5-10%) من الحصىات الطبيعية، وهذا يتعلق بمقاومة الببتون الذي تم منه استخلاص هذه الحصىات وهذا ما أفاد فيه تقرير لجنة الكود (ACI 555).
  - 2- نسبة امتصاص ماء أعلى من الحصىات الطبيعية الجديدة (AGN) ويعود سبب زيادة نسبة امتصاص الماء إلى وجود أجزاء ذات حجم أكبر من المونة الإسمنتية الملتصقة بحبات الحصىات.
  - 3- ناتج الاهتراء: إن مقاومة الركام المعاد تدويره للاهتراء أقل من الركام الطبيعي بسبب المونة القديمة الملتصقة والتي تنفتت بشكل أسهل، وبالتالي تعطي فاقد اهتراء أكبر.
- وتم اجراء تجربة التحليل الحبي للمواد المعاد تدويرها ونبين فيما يلي منحنيات التحليل الحبي للمواد المدورة:



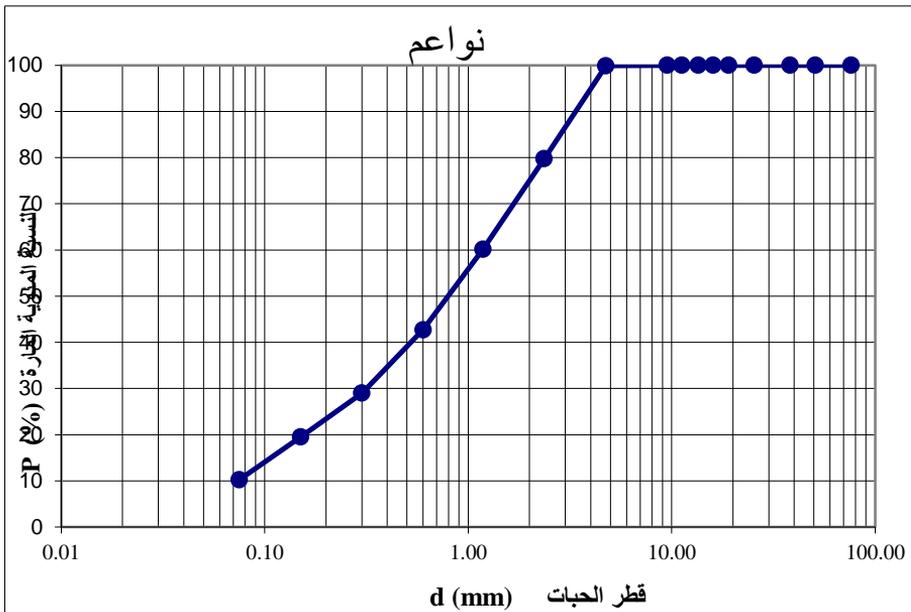
الشكل (5) التدرج الحبي للمواد الحصوية المعاد تدويرها (بحص)



الشكل (6) التدرج الحبي للمواد الحصوية المعاد تدويرها (بحص متوسط الخشونة)



الشكل (7) التدرج الحبي للمواد الحصوية المعاد تدويرها (رمل مكسر)



الشكل (8) التدرج الحبي للمواد الحصوية المعاد تدويرها (نواعم)

## 5-5- الإضافات المستخدمة:

### 5-5-1: الإضافات الكيميائية (الملدنات-SuperPlasticizers):

تم استخدام مضاف كيميائي ملدن عالي الفعالية سائل أصفر اللون لزج ، وزنه النوعي ( $1.07 \pm 0.02$ ) يضاف إلى الخلطة البيتونية بنسبة (2.2%-0.5) من وزن المادة الرابطة بحسب النشرة المرفقة من الشركة المصنعة، يصنف بالصنف (G) وفقا للمواصفات (BS EN934-2:1998) والمواصفات الأمريكية (ASTM C494) والنسبة المستخدمة في البحث (1.5%).

### 5-5-2: الإضافات الصلبة (هباب السيليس-Silica Fume):

مادة عبارة عن حبيبات سيليكاً شديدة النعومة غير متبلورة يتم إنتاجها في الأفران القوسية الكهربائية كأحد النواتج لعملية الإنتاج لعناصر السيليكون أو الخلائط الحاوية على السيليكون، وهذه الحبيبات تحتوي على نسبة من ثاني أكسيد السيليكون ( $\text{SiO}_2$ ) بين (85-97%)، ويتراوح سطحه النوعي ( $m^2/kg$ ) (17000-30000) [18]، والنسبة المستخدمة بالبحث هي 8% من وزن الاسمنت.

## 5- الدراسة التجريبية:

### 6-1- اختبارات الصلاحية للحصويات:

#### 6-1-1- اختبار الاهتراء:

تم إجراء اختبار الاهتراء بجهاز لوس أنجلوس على المواد المستخدمة في تصميم الخلطة البيتونية للركام الطبيعي والركام المعاد تدويره وكانت النتائج كالتالي:

- نسبة التآكل بعد 500 دورة للركام الطبيعي = 19%.

- نسبة التآكل بعد 500 دورة للركام المعاد تدويره = 32.4%.

#### 6-1-2- اختبار المكافئ الرملي:

أجري اختبار المكافئ الرملي على الرمل الطبيعي المستخدم في تصميم الخلطة البيتونية وكانت النتائج في حدود المواصفات إذ بلغ 68%.

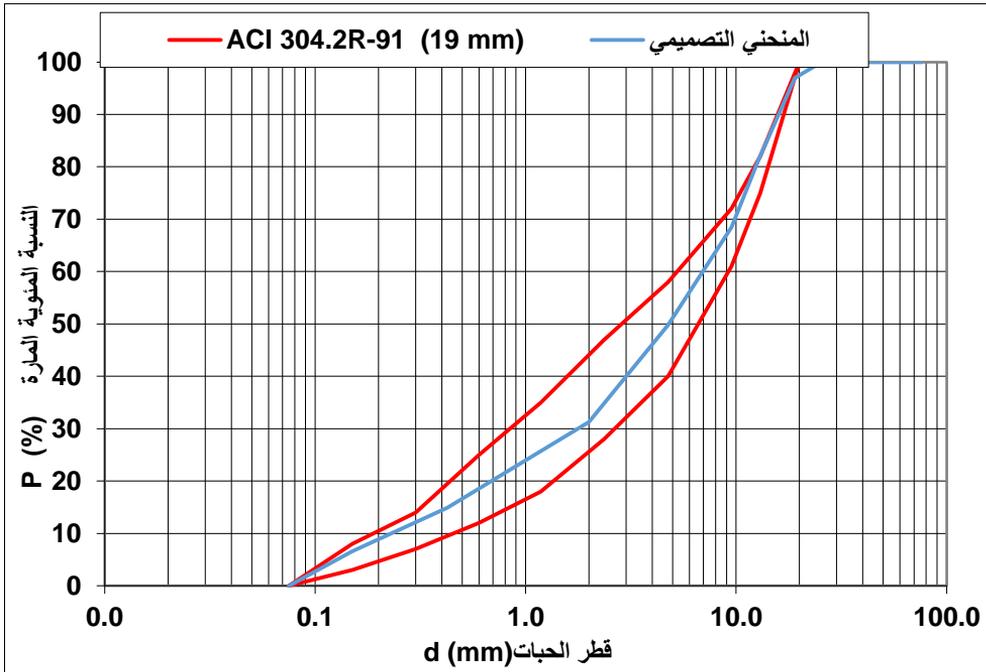
### 6-1-3- اختبار الوزن النوعي والامتصاص:

الامتصاص %	الوزن النوعي (ليس له وحدة)	
1.17	2.67	الركام الطبيعي
5.15	2.51	الركام المعاد تدويره

### 6-2- تصميم الخلطة البيتونية

#### 6-2-1 المنحني التصميمي:

تم اعتماد طريقة فولير تومسون للوصول إلى منحني خلط يتوافق مع المواصفة ACI304.2R-91 ويبين الشكل (10) منحني الناتج :



الشكل (10) المنحني التصميمي للخلطة البيتونية

## 6-2-2: تصميم الخلطة

تم تصميم الخلطة البيتونية من الحصويات الطبيعية التي تحقق شروط المواصفة ASTM C33 وكانت الكميات كما في الجدول (1):

الجدول (1) الكميات اللازمة لصب م<sup>3</sup>

المادة	ماء	اسمنت	رمل	زرادة	بحص
الوزن Kg	225	400	92	933	846

تم تنفيذ خلطة بيتونية من حصويات طبيعية فقط، حيث تم تشكيل (9) عينات بيتونية قياس (15\*15\*15)cm واختبار مقاومتها على الضغط عند الأعمار (7-28-56) يوم أي ثلاثة عينات عند كل عمر وهي الخلطة المرجعية (1)، حيث تم تنفيذ الخلطة باستخدام الاسمنت فقط وبدون إضافات ونسبة (W/C=56%) وكان الهبوط باستخدام مخروط أبرامز 14cm، وبعدئذ تم تشكيل خلطات بيتونية مع استخدام المواد الحصوية المعادة التدوير على مرحلتين كما يلي:

### المرحلة الأولى دون استخدام إضافات

تضمنت المرحلة الأولى تنفيذ خلطات بيتونية باستبدال جزئي للمواد الحصوية (ثلاث عينات عند كل عمر وعند كل نسبة استبدال) بثلاث حالات:

1- الحالة الأولى: استبدال المواد الحصوية الخشنة بحصويات خشنة مدورة فقط بنسب % (0-25-50-75-100) ونبين في الجدول (2) تركيب الخلطات وزناً.

دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة البيتونية) باستخدام الحصىات المعاد تدويرها (RCA)

الجدول (2): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (خشن فقط) دون استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m <sup>3</sup> )									رقم الخلطة
الهبوط Cm	W/C	ماء الجبل	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
14	0.56	225	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub>
13	0.56	225	400	180	-	833	635	212	M <sub>C25</sub>
11	0.56	225	400	180	-	833	423	423	M <sub>C50</sub>
8	0.56	225	400	180	-	833	212	635	M <sub>C75</sub>
6	0.56	225	400	180	-	833	846	-	M <sub>C100</sub>

2- الحالة الثانية: استبدال المواد الحصىية الناعمة بحصىات ناعمة مدورة فقط بنسب

(0-25-50-75-100)% ونبين في الجدول (3) تركيب الخلطات وزناً

الجدول (3): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (ناعم فقط)

دون استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m <sup>3</sup> )									رقم الخلطة
الهبوط cm	W/C	ماء الجبل	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
14	0.56	225	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub>
10	0.56	225	400	180	208	625	-	846	M <sub>N25</sub>
6	0.56	225	400	180	417	417	-	846	M <sub>N50</sub>
4	0.56	225	400	180	625	208	-	846	M <sub>N75</sub>
2	0.56	225	400	180	833	-	-	846	M <sub>N100</sub>

3- الحالة الثالثة: استبدال المواد الحصىية الخشنة والناعمة بحصىات مدورة خشنة

وناعمة بنسب (0-25-50-75-100)% ونبين في الجدول (4) تركيب الخلطات

وزناً

الجدول (4): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (خشن وناعم) دون استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m3)									رقم الخلطة
الهبوط Cm	W/C	ماء الجبل	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
14	0.56	225	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub>
8	0.56	225	400	180	208	625	635	212	M <sub>CN25</sub>
6	0.56	225	400	180	417	417	423	423	M <sub>CN50</sub>
5	0.56	225	400	180	625	208	212	635	M <sub>CN75</sub>
0	0.56	225	400	180	833	-	846	-	M <sub>CN100</sub>

#### المرحلة الثانية تنفيذ الخلطات البيتونية مع استخدام إضافات:

بداية تم تشكيل (9) عينات مكعبية بيتونية أبعادها (15\*15\*15)cm من المواد الحصوية الطبيعية وهي الخلطة المرجعية (2) (ثلاث عينات عند كل عمر وعند كل نسبة استبدال)، حيث تم تنفيذ الخلطة باستخدام الاسمنت وملدن بنسبة (1.5%) وهباب السيليس بنسبة (8%) من وزن الاسمنت ونسبة (W/C) بحسب نسب المواد المضافة، وبعدئذ تم تشكيل خلطات بيتونية باستبدال المواد الحصوية المدورة مع استخدام الملدن وهباب السيليس في ثلاث حالات :

1- الحالة الأولى: استبدال المواد الحصوية الخشنة بحصويات خشنة مدورة فقط

بنسب % (0-25-50-75-100) مع ملدن وهباب السيليس ونبين في الجدول

(5) تركيب الخلطات وزناً.

دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة البيتونية) باستخدام الحصىات  
المعاد تدويرها (RCA)

الجدول (5): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (خشن فقط)  
مع استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m3)											رقم الخلطة
الهبوط Cm	W/C	ملدن	ماء الجبل	هباب سيليس	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
16	0.42	6	168	32	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub> <sup>+</sup>
15	0.42	6	168	32	400	180	-	833	635	212	M <sub>C25</sub> <sup>+</sup>
14	0.42	6	168	32	400	180	-	833	423	423	M <sub>C50</sub> <sup>+</sup>
12	0.42	6	168	32	400	180	-	833	212	635	M <sub>C75</sub> <sup>+</sup>
10	0.42	6	168	32	400	180	-	833	846	-	M <sub>C100+</sub>

2- الحالة الثانية: استبدال المواد الحصوية الناعمة بحصىات ناعمة مدورة فقط

بنسب % (0-25-50-75-100) مع ملدن وهباب السيليس ونبيين في الجدول

(6) تركيب الخلطات وزناً

الجدول (6): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (ناعم  
فقط) مع استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m3)											رقم الخلطة
الهبوط cm	W/C	ملدن	ماء الجبل	هباب سيليس	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
16	0.42	6	168	32	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub> <sup>+</sup>
15	0.42	6	168	32	400	180	208	625	-	846	M <sub>N25</sub> <sup>+</sup>
12	0.42	6	168	32	400	180	417	417	-	846	M <sub>N50</sub> <sup>+</sup>
10	0.42	6	168	32	400	180	625	208	-	846	M <sub>N75</sub> <sup>+</sup>
8	0.42	6	168	32	400	180	833	-	-	846	M <sub>N100+</sub>

3- الحالة الثالثة: استبدال المواد الحصوية الخشنة والناعمة بحصويات مدورة خشنة وناعمة بنسب % (0-25-50-75-100) مع ملدن وهباب السيليس ونبيين في الجدول (7) تركيب الخلطات وزناً

الجدول (7): مكونات الخلطة المرجعية والخلطات الأربعة لنسب الاستبدال (خشن وناعم) مع استخدام إضافات

مكونات الخلطة (kg/m <sup>3</sup> )											رقم الخلطة
الهبوط Cm	W/C	ملدن	ماء الجبل	هباب سيليس	اسمنت	رمل طبيعي	رمل مكسر معاد تدويره	رمل مكسر	بحص معاد تدويره	بحص	
16	0.42	6	168	32	400	180	-	833	-	846	M <sub>0</sub> <sup>+</sup>
15	0.42	6	168	32	400	180	208	625	635	212	M <sub>CN25</sub> <sup>+</sup>
10	0.42	6	168	32	400	180	417	417	423	423	M <sub>CN50</sub> <sup>+</sup>
8	0.42	6	168	32	400	180	625	208	212	635	M <sub>CN75</sub> <sup>+</sup>
6	0.42	6	168	32	400	180	833	-	846	-	M <sub>CN100</sub> <sup>+</sup>

### 7- تقييم نتائج التجارب:

#### 7-1-1- المقاومة:

تم كسر العينات البيتونية بعد حفظها بالماء على أعمار (7-28-56) يوماً (ثلاث عينات عند كل عمر وعند كل نسبة استبدال) حيث كانت النتائج كما في الجداول التالية :

#### 7-1-1- استبدال الركام الخشن والناعم

تعتبر النتائج في الجدول التالي عن القيمة المتوسطة لكسر ثلاث عينات مكعبية على الضغط وعند الأعمار المختلفة ونسب الاستبدال المختلفة :

دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة الببتونية) باستخدام الحصىات المعاد تدويرها (RCA)

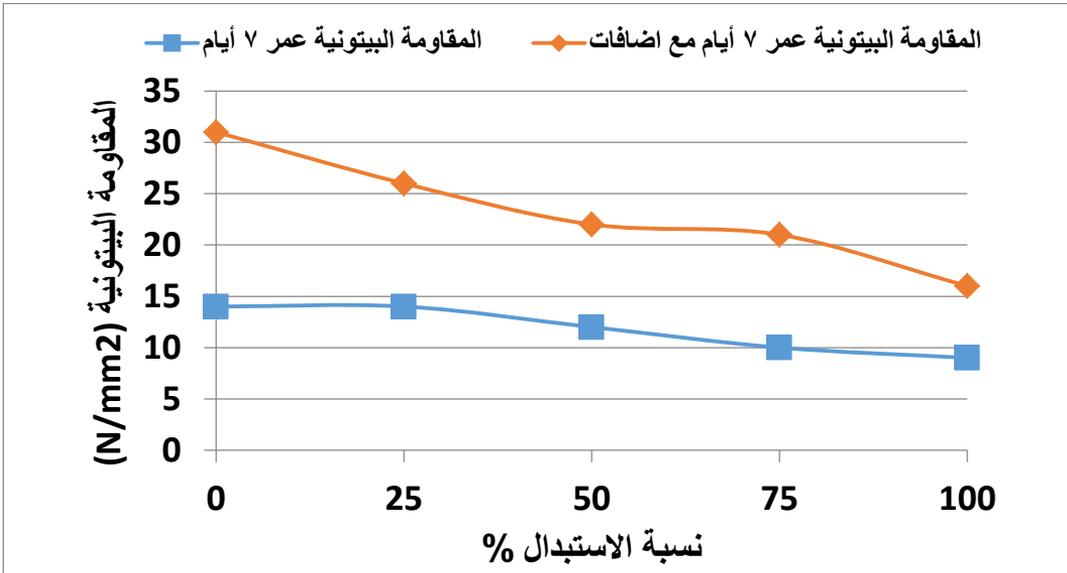
الجدول (8) نتائج استبدال المواد المدورة دون استخدام ملدنات

عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
23	22	14	0
20	19	14	25
17	16	12	50
15	14	10	75
13	12	9	100

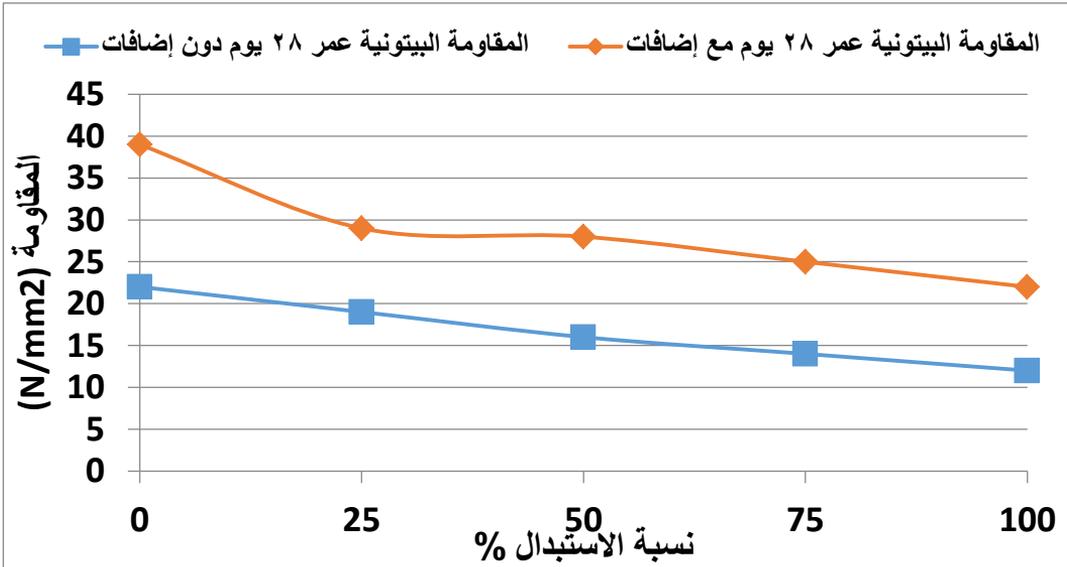
الجدول (9) نتائج استبدال المواد المدورة مع استخدام إضافات

عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
41	39	31	0
31	29	26	25
30	28	22	50
28	25	21	75
23	22	16	100

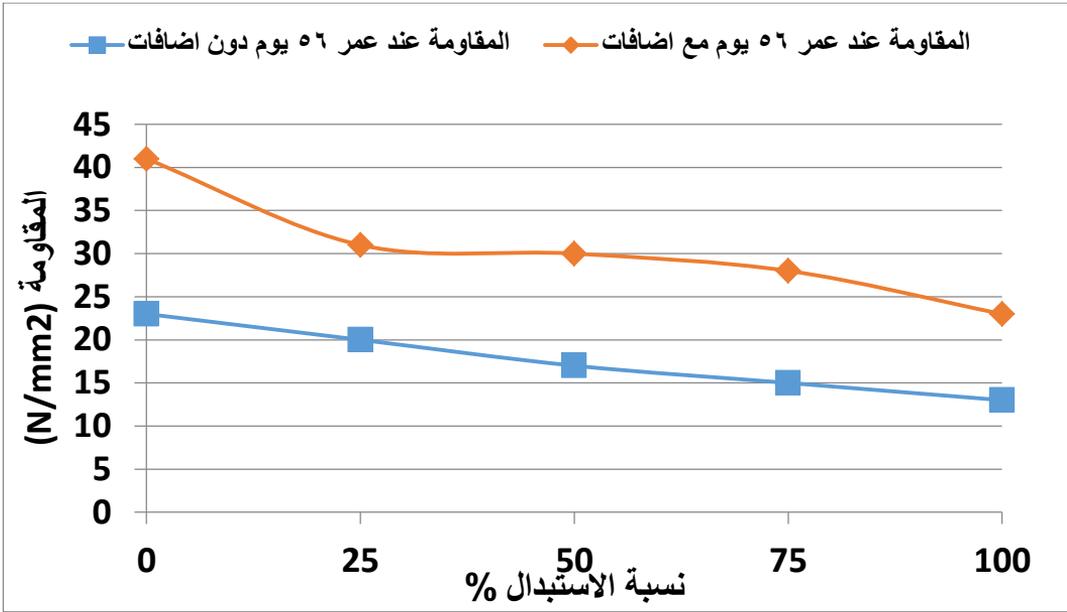
ويمكن تمثيل ذلك بيانياً:



الشكل (11) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافات على عمر (7) أيام



الشكل (12) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافات على عمر (28) يوم



الشكل (13) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافات على عمر (56) يوم

أظهرت النتائج السابقة مايلي :

يظهر الجدولان السابقان قيم المقاومة للخلطات البيتونية المشكلة من حصويات طبيعية واخرى معاد تدويرها بنسب استبدال مختلفة باستخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية ودون استخدامها.

نلاحظ من الجدول (7) أن قيم المقاومة عند نسب استبدال 25% كانت مماثلة لقيم المقاومة للخلطات البيتونية المشكلة من حصويات طبيعية ، وتبدأ بالتناقص كلما ازدادت نسب الاستبدال حيث وصلت نسبة الانخفاض لحدود 40%.

انخفاض قيم المقاومة بازدياد نسب الاستبدال يعود إلى انخفاض قابلية تشغيل الخلطة ، حيث نجد أن قيمة المقاومة عند نسبة الاستبدال 25% كانت

14Mpa بينما نجد أن هذه القيمة أصبحت 9Mpa عند نسبة استبدال 100%.

يظهر الجدول (8) التحسن الكبير في قيم المقاومة نتيجة اضافة الملدن الذي ساهم بتخفيض كمية الماء وهباب السيليس الذي ساهم في املاء الفراغات الموجودة في الخلطة، وبالتالي زيادة اكتنازها حيث نجد أن قيمة المقاومة عند نسبة استبدال 25% كانت 26Mpa بينما نجد أن هذه القيمة أصبحت 16Mpa عند نسبة استبدال 100%.

استخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية أدى لتحسن بقيم المقاومة بحدود 80% عن تلك الخلطات المشكلة دون إضافات.

بملاحظة الشكل البياني السابق نجد أنه للحصول على مقاومة 20Mpa يمكن استبدال الحصىات المدورة بنسبة 25% من الخلطة التصميمية وذلك دون استخدام إضافات، بينما عند استخدام الإضافات يمكن الحصول على مقاومات (20-25-30)Mpa عند نسب الاستبدال (100-90-50)% على الترتيب.

#### 7-1-2- استبدال الركام الخشن

تعتبر النتائج في الجدول التالي عن القيمة المتوسطة لكسر ثلاث عينات مكعبية على الضغط وعند الأعمار المختلفة ونسب الاستبدال المختلفة

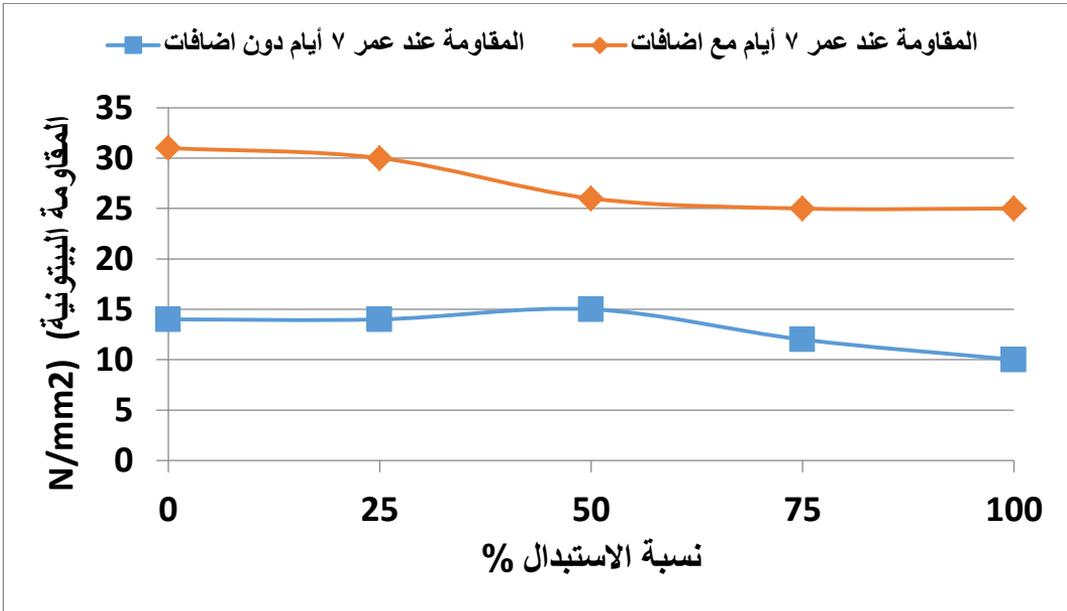
**الجدول (10) نتائج استبدال المواد المدورة (بحص خشن) دون إضافات**

عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
23	22	14	0
25	24	14	25
23	23	15	50
18	18	12	75
17	17	10	100

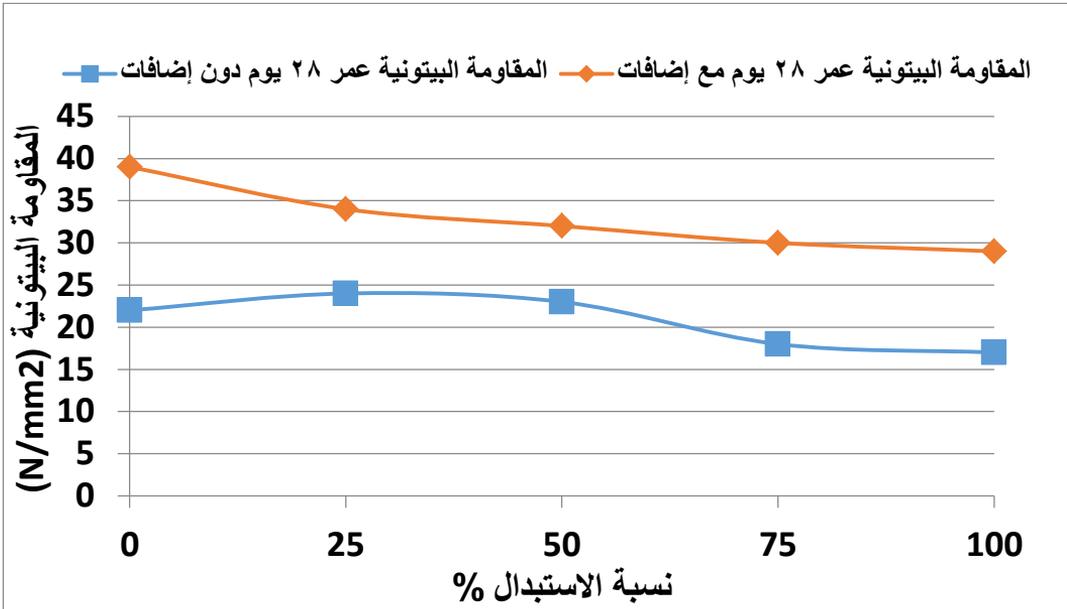
الجدول (11) نتائج استبدال المواد المدورة (بحص خشن) مع استخدام إضافات

عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
41	39	31	0
36	34	30	25
34	32	26	50
32	30	25	75
31	29	25	100

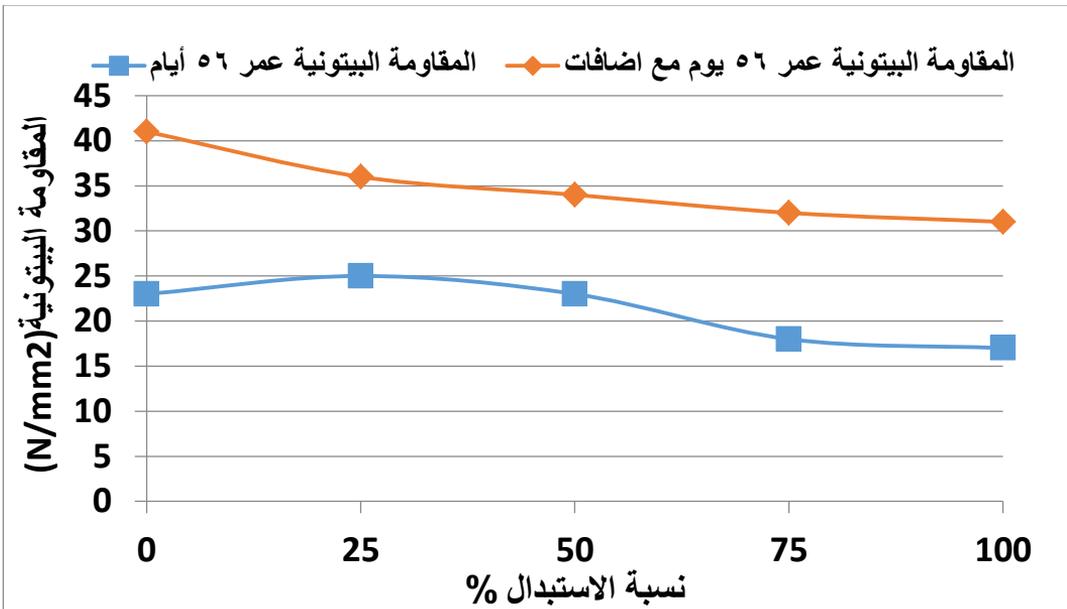
ويمكن تمثيل ذلك بيانياً:



الشكل (14) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافات



الشكل (15) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافات



الشكل (16) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال دون إضافات ومع إضافا

أظهرت النتائج ما يلي:

قيم المقاومة للخلطات البيتونية المشكلة من حصىات مدورة (خشن فقط) دون إضافات عند نسبة استبدال % (25-50) أعطت نتائج أعلى قريبة من المقاومة للخلطات البيتونية المشكلة من حصىات طبيعية، وتبدأ القيم بالتناقص تدريجياً كلما زادت نسب الاستبدال، حيث سجلت أدنى قيمة للمقاومة 17Mpa عند نسب استبدال % 100 حيث باستخدام الركام الخشن المدور كانت قابلية التشغيل مقبولة عند جميع نسب الاستبدال وهذا ما يفسر نتائج المقاومة القريبة من مقاومة الخلطات المشكلة من حصىات طبيعية فقط.

بالنسبة للخلطات البيتونية التي تم استخدام الإضافات الكيميائية والمعدنية في تشكيلها، نلاحظ ارتفاع قيم المقاومة بشكل كبير ويعود ذلك إلى تخفيض كمية الماء عن النسبة (W/C=0.56) باستخدام الملدن.

بملاحظة الشكل البياني السابق والذي يمثل العلاقة بين نسب الاستبدال والمقاومة نجد أنه:

- بالنسبة للخلطات المشكلة من حصىات مدورة دون إضافات نجد أنه الممكن الحصول على مقاومات (20-22-25)Mpa عند نسب الاستبدال % (75-50-25) على الترتيب.
- بالنسبة للخلطات المشكلة من حصىات مدورة مع إضافات نجد أنه من الممكن الحصول على مقاومات (30-32-34-36)Mpa عند نسب الاستبدال % (100-75-50-25) على الترتيب.

### 7-1-3- استبدال الركام الناعم:

تعتبر النتائج في الجدول التالي عن القيمة المتوسطة لكسر ثلاث عينات مكعبية على الضغط وعند الأعمار المختلفة ونسب الاستبدال المختلفة

الجدول (12) نتائج استبدال المواد المدورة (ناعم) دون استخدام إضافات

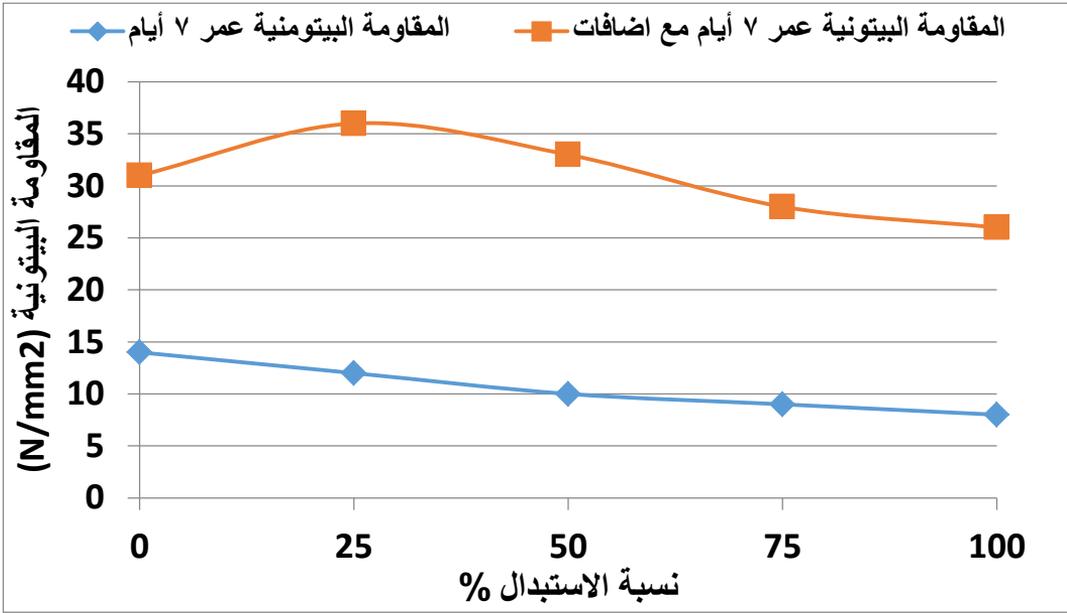
عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
23	22	14	0
19	18	12	25
18	17	10	50
16	14	9	75
13	13	8	100

الجدول (13) نتائج استبدال المواد المدورة (ناعم) مع استخدام إضافات

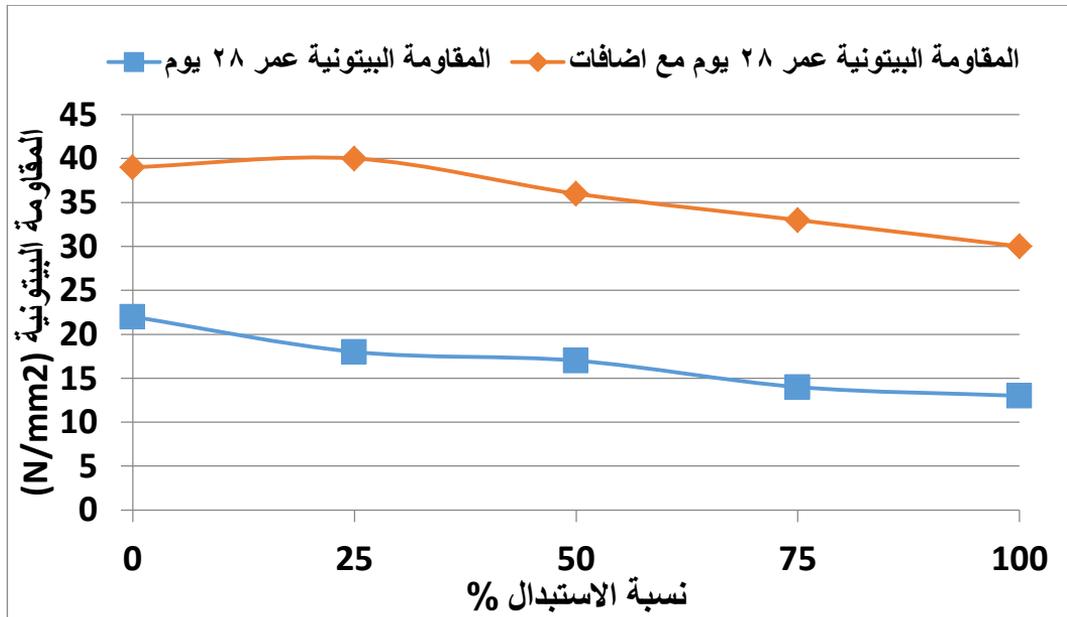
عمر 56 يوم (Mpa)	عمر 28 يوم (Mpa)	عمر 7 أيام (Mpa)	نسبة الاستبدال (%)
41	39	31	0
42	40	36	25
39	36	33	50
37	33	28	75
33	30	26	100

ويمكن تمثيل ذلك بيانياً:

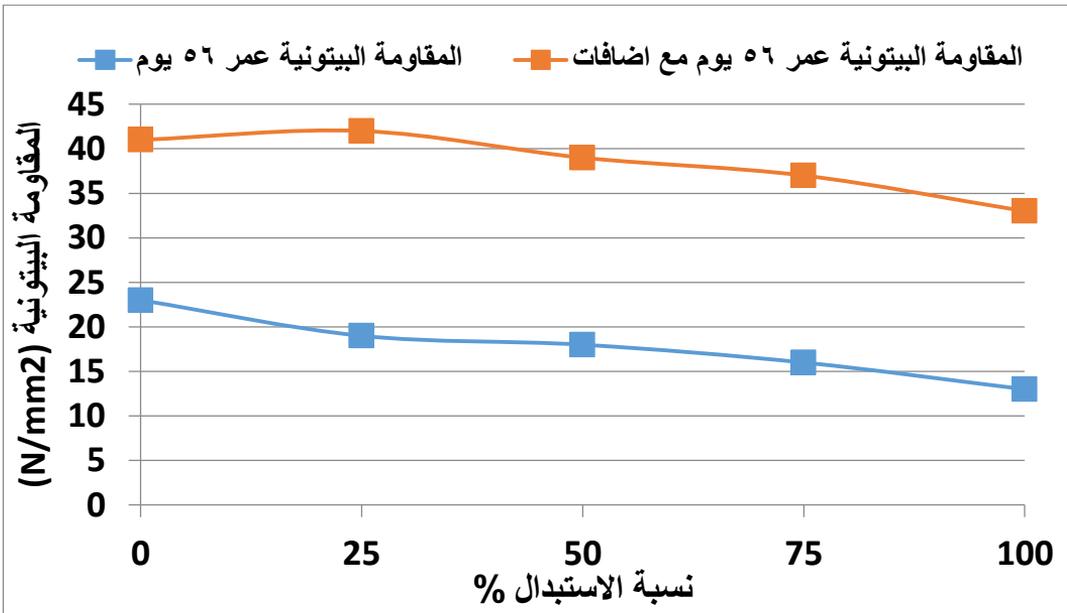
دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة البيتونية) باستخدام الحصىات المعاد تدويرها (RCA)



الشكل (17) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال (ناعم) دون إضافات ومع إضافات



الشكل (18) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال (ناعم) دون إضافات ومع إضافات



الشكل (19) قيم المقاومة مع تغير نسب الاستبدال (ناعم) دون إضافات ومع إضافات

أظهرت النتائج مايلي:

نلاحظ من الجداول السابقة بالنسبة للركام المعاد تدويره (ناعم فقط) انخفاض المقاومة بزيادة نسبة الاستبدال، حيث أن وجود المواد الناعمة المعاد تدويرها ضمن الخلطة يزيد من الحاجة لكميات اضافية من الماء، وبالتالي انخفاض قابلية التشغيل مما يساهم في انخفاض قيم المقاومة بشكل كبير. لتحسين قابلية التشغيل للخلطة البيتونية تم استخدام إضافات كيميائية ومعدنية حيث نلاحظ من الجدول (4-21) التحسن الكبير في قيم المقاومة وبمقارنة المقاومة للخلطات التي كانت نسبة الاستبدال فيها % (0) مع المقاومة للخلطات التي كان نسبة الاستبدال فيها % (25-50-75-100) نجد أنه:

- قيم المقاومة للخلطات التي كانت نسبة الاستبدال فيها % (25-50) كانت قريبة من المقاومة للخلطات التي كانت نسبة الاستبدال فيها % (0).
- قيم المقاومة للخلطات التي كانت نسبة الاستبدال فيها % (75-100) أعطت قيم أخفض قليلاً من المقاومة للخلطات التي كانت نسبة الاستبدال فيها % (0).

بملاحظة الرسم البياني السابق نجد أنه للحصول على مقاومة بيتونية (20)Mpa من الممكن الاستبدال لحدود % 11 وذلك بالنسبة للمواد المعاد تدويرها دون إضافات، أما بالنسبة للمواد المعاد تدويرها مع استخدام الإضافات فإننا نجد أنه للحصول على مقاومات بيتونية (42-39-37-33)Mpa يمكن استبدال حصىيات معاد تدويرها (ناعم فقط) بالنسب التالية % (25-50-75-100) على الترتيب.

**8- الاستنتاجات :**

- 1- بالنسبة للامتصاص أظهرت النتائج أن قدرة الركام المعاد تدويره على الامتصاص (5.15%) أكبر بشكل واضح من قدرة الركام الطبيعي على الامتصاص (1.3%)
- 2- أظهرت نتائج اختبار الاهتزاز أن مقاومة الركام المعاد تدويره للاهتزاز أقل من الركام الطبيعي، حيث الفارق بحسب اختبار لوس انجلوس على الركام المعاد تدويره 32.4% والركام الطبيعي 19%.
- 3- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام المدور (الخشن والناعم) دون استخدام إضافات أن قيم المقاومة عند نسبة استبدال 25% تكون قريبة من المقاومة للخلطة المرجعية وتتنخفض كلما زادت نسبة الاستبدال.
- 4- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام المدور (الخشن والناعم) مع استخدام إضافات أن قيمة المقاومة 29Mpa عند نسبة استبدال 25% بينما كانت أخفض قيمة 22Mpa عند نسبة استبدال 100%.
- 5- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام الخشن فقط دون استخدام إضافات أن قيمة المقاومة 24Mpa عند نسبة استبدال 25% بينما كانت أخفض قيمة 17Mpa عند نسبة استبدال 100%.
- 6- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام الخشن فقط مع إضافات أن قيمة المقاومة تكون 34Mpa عند نسبة استبدال 25% بينما كانت أخفض قيمة 29Mpa عند نسبة استبدال 100%.
- 7- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام الناعم دون إضافات أن قيمة المقاومة تكون 18Mpa عند نسبة استبدال 25% بينما سجلت 13Mpa عند نسبة استبدال 100%.
- 8- أظهرت النتائج بالنسبة لاستخدام الركام الناعم مع إضافات أن قيمة المقاومة تكون 40Mpa عند نسبة استبدال 25% بينما كانت أخفض قيمة 30Mpa عند نسبة استبدال 100%.

## المراجع

- 1- Luis R. E, Brito D "Criteria for the use of fine recycled concrete aggregates in concrete production" Spain (2004)
- 2- Tsoumani A. Barkola N. Matikas T "Recycle aggregate as structural material" university of Ioannina (2012)
- 3- - Dhir R. Paine K "Performes related approach to use of recycled aggregates" Waste &Resources Action Programme (2007)
- 4- Corinaldesi V. " Structural concrete prepared with coarse recycled concrete aggregate"(2011)
- 5- Xiao J. Zhang Ch. "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading " (2005)
- 6- Akabri Y ,Arora N.K , Vakil M.D "Effects on recycled aggregate on concrete properties"(2011)
- 7- Tam V.W ,Tam C.M "Removal of cement mortar remains from recycled aggregate using pre-soaking approaches"(2006)
- 8- Kouaido D., "Influence of cement on recycled aggregates concrete " (2011)
- 9- Etxeberria M., Baraa M "Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process" (2007)

- 10- Tamador M. Damascus university "Study of mechanical properaties of Recycled Aggregate Concrete"(2014)
- 11- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الطبعة الثالثة، دمشق، 2004
- 12- قانون " النظافة وجمالية الوحدات الإدارية في سوريا رقم 49 لعام 2004".
- 13- Tong T. Kien, Le T. Thanh and Phung V .Lu -"Recycling constructiondemolition wastein the world and Vietnam " -2013 - p248.
- 14- EPA (U.S. Environmental Protection Agency)(2003) EPA "Constriction and Demolition (C&D)Debris, Basic Information".
- 15- Lisanne Mulders- "High quality recycling of construction and demolition waste in the Netherlands".
- 16- صلاح خالد صقر، " أنقاض البناء : المشكلة والحل " ، الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا في مصر
- 17- م.مازن طه القطان -م. إيمان قاسم - م.حسان محمود ، " استخدام مخلفات البناء في الخلطة الخرسانية" ، المعهد التقني في الموصل . 2011.
- 18- ACI 234 R – 96. Guide for The Use of Silica Fume in Concrete. By ACI Committee 234.

دراسة تأثير الإضافات في تحسين خواص الببتون المنتج (المقاومة البيتونية) باستخدام الحصويات  
المعاد تدويرها (RCA)

---

## تأثير التكنولوجيا في الأداء الوظيفي للمطارات

طالبة الماجستير: المهندسة قمر فيصل زعيب. كلية الهندسة المعمارية-جامعة البعث.  
إشراف الدكتورة: هويدا خزام . كلية الهندسة المعمارية- جامعة البعث.

### ملخص البحث

يشهد العالم في عصرنا الحالي تقدماً هائلاً في الأنظمة التكنولوجية في جميع مجالات الحياة ، وقد أدى هذا التطور الى التأثير المباشر على تصميم المباني وفراغاتها الداخلية ومع زيادة التطور التكنولوجي استطاع المعماري ايجاد أنظمة تكنولوجية تتداخل مع الفراغات المعمارية لتكون فراغات مستجيبة فعالة وتزيد من كفاءتها البيئية وأدائها الوظيفي .

وتعتبر المطارات من أكثر المباني التي تحتاج الى الحلول التكنولوجية نظراً للزيادة الملحوظة في أعداد المسافرين وتطور أنواع الطائرات . وفي هذا البحث ستنم دراسة التطور التكنولوجي للمطارات ، وتحديد الأنواع الجديدة من التكنولوجيا التي دخلت في مجال المطارات كالتقنيات التكنولوجية الحديثة ونظم الإنشاء الحديثة و تكنولوجيا القياسات الحيوية أو التكنولوجيا البيومترية التي تتكامل مع المنظومة الفراغية لتأدية وظائفها بكفاءة عالية . ودراسة تأثيرها على المحددات التصميمية للفراغات الداخلية حيث كان لها تأثير على تخصيص المساحات لكل فراغ من الفراغات داخل المحطة وبالتالي تحسين أدائها الوظيفي بأن تصبح أكثر مرونة وأكثر قدرة استيعابية ، كما كان لها تأثير على تحسين جودة البيئة الداخلية وتوفير رحلة آمنة ومريحة للمسافر. وبالتالي قدرة الأنظمة التكنولوجية المتطورة على تحقيق الوظيفة التي صممت من أجلها المطارات في ظل التحديات التي تواجهها .

**الكلمات المفتاحية :** التطور التكنولوجي - القياسات الحيوية - الفراغات الداخلية للمطار - الأداء الوظيفي - المرونة الوظيفية.

# The Impact of Technology on The Functional Performance of Airports

## ABSTRACT

In our current era, the world is witnessing tremendous progress in technological systems in all areas of life, and this development has led to a direct impact on the design of buildings and their internal spaces. With the increase in technological development, the architect was able to find technological systems that overlap with the architectural spaces to be effective responsive spaces and increase their environmental efficiency and functional performance.

Airports are among the buildings that most need technological solutions due to the significant increase in the number of passengers and the development of aircraft types. In this research, the technological development of airports will be studied, and new types of technology that have entered the field of airports will be identified, such as modern technological technologies, modern construction systems, biometric technology or biometric technology that integrates with the spatial system to perform its functions with high efficiency. And a study of its impact on the

design determinants of the internal spaces, as it had an impact on the allocation of spaces for each of the spaces inside the station, and thus improving its functional performance by becoming more flexible and more accommodating, and had an impact on improving the quality of the internal environment and providing a safe and comfortable journey for the traveler. Hence the ability of advanced technological systems to achieve the function for which airports were designed in light of the challenges they face.

**Keywords: technological development – biometrics – airport facilities–functional performance–functional flexibility**

## المقدمة :

تعد التكنولوجيا من أحد أهم العناصر المؤثرة في تصميم الفراغات الداخلية للمطار، وعلى أداء فراغاته وظيفياً ، كما وتعد من العوامل التي أدت الى تغيير مفهوم وشكل الفراغات مما أدى الى تكامل التكنولوجيا مع المنظومة الوظيفية ونظم الحركة فيها. فقد تم تطوير الفراغات باستخدام أحدث التقنيات التكنولوجية التي ترفع من كفاءة الأداء الوظيفي فيها . الأمر الذي أدى الى الاهتمام بأحدث التقنيات التكنولوجية وتطبيق كل ما هو جديد منها .

## هدف البحث :

يهدف البحث الى الوصول للمحددات التصميمية الواجب مراعاتها أثناء تصميم المطارات ، من خلال دراسة تأثير التطبيقات التكنولوجية الحديثة ، لرفع كفاءة الأداء الوظيفي للفراغات الداخلية للمطار .

## أهمية البحث :

تأتي أهمية البحث من كيفية الاستفادة من التكنولوجيا وتطبيقها لتحسين الأداء الوظيفي لفراغات المطار الداخلية ، بما تشمله من تقنيات حديثة يعتمد بعضها على أتمتة الإجراءات ، وبعضها يعتمد على التعرف على الهوية البيولوجية التي تساعد على تقليل أوقات الانتظار والازدحام ، وجعل الإجراءات في المطار أكثر سرعة وأماناً .

**منهجية البحث :**

تعتمد منهجية البحث على المنهج الوصفي التحليلي .  
الجزء النظري: سيهتم بدراسة التطور التكنولوجي في المطارات وتصنيف أنواع التكنولوجيا وتحديد نقاط التأثير لكل منها على المحددات التصميمية للفراغات الداخلية للمطارات والأداء الوظيفي فيها .

الجزء التحليلي : ويتضمن دراسة تحليلية لمطارات عالمية وعربية من أهم المطارات التي استخدمت التكنولوجيا، والتي تبين مدى تأثير التكنولوجيا على الأداء الوظيفي لفراغات المطار .

**1- التكنولوجيا في المطارات**

تعد المطارات من الأبنية التي تتعرض للتطوير المستمر .وقد أدى التطوير التدريجي للطائرات إلى جانب الاهتمام بالطيران خلال النصف الثاني من القرن العشرين ، إلى ارتفاع كبير في أعداد الركاب وتطلب ذلك تطوير معدات جديدة لتسهيل عمليات السفر وتسريع تدفق الركاب من خلال المحطة ، و استخدام التقنيات التكنولوجية التي تم تقديمها لمواجهة تحديات التصميم .

وقد أثرت التكنولوجيا على الملامح الرئيسية لمحطة المطار حيث ظهرت التقنيات الحديثة و الشاشات الرقمية الواسعة التي يمكن للمسافرين التفاعل معها .  
 كما انها اثرت على شكل المطارات وفراغاتها، ودمج الأجهزة التفاعلية في جميع فراغات المطارات تقريباً. مع إمكانية المسافر للتفاعل معها واستخدامها بشكل ذاتي .

**1-1- مراحل التطور التكنولوجي في تصميم المطارات :**

حسب ( Nau & Benoit, 2017 )

يمكن تسمية مستوى التكيف التكنولوجي للمطار على أنه النضج الرقمي ومراحل تطور التكنولوجيا في المطار والذي يمكن تقسيمه إلى أربعة مراحل :

**الجيل الأول:** وفقاً للتصنيف أعلاه ، تُعرف المطارات التقليدية التي تعمل بالعمليات اليدوية وحلول تكنولوجيا المعلومات الأساسية باسم الجيل الأول للمطار [10]. Airport 1.0

**الجيل الثاني :** يُعرف الجيل التالي الجيل الثاني للمطار ، Airport 2.0 بالمحولات المبكرة للتكنولوجيا الرقمية في عمليات المطار ومرافق الخدمة الذاتية الجزئية المتاحة التي تم استخدامها في عملية تسجيل الوصول.

**الجيل الثالث :** عندما يتم تجهيز جميع مراحل خدمات الركاب في المطار لتقديم خدمة ذاتية كاملة ، يُطلق عليه اسم الجيل الثالث للمطار Airport 3.0. في تلك المطارات ، تكون أدوات التحكم التشغيلية مؤتمتة بينما تستخدم الحلول التنبؤية والتنقلية بكثافة في مبنى الركاب وكذلك في الجانب الجوي.

**الجيل الرابع :** الجيل الرابع للمطار وهو المطارات الذكية Airport 4.0 ، تقود التقنيات الناشئة صناعة المطارات نحو المطارات الذكية . أحدث حلول المطارات ذات التقنية الذكية تمارس البوابات الذكية ، وتسجيل الوصول الذاتي ، ومراقبة الأمتعة ، والتعرف على الوجه ، وتحديد المقاييس الحيوية ، والملاحة الطرفية في المطار من خلال الأجهزة المحمولة ، والأمن المستند إلى تكنولوجيا المعلومات ، وتحليلات البيانات ، واستخراج البيانات لدراسة سلوك الركاب ، وتطور التكنولوجيا باستخدام الذكاء الاصطناعي والعديد من تحسينات الجودة التشغيلية الأخرى. [10]



الشكل (1) مراحل التطور التكنولوجي في تصميم المطارات المصدر : [10]

## 1-2-أنواع التكنولوجيا في المطارات :

في نهايات القرن العشرين شهدت المطارات تحديات علي كافة المستويات التصميمية وقد دعمت الثورة الرقمية والتكنولوجية هذا التغير، وتأثرت عمارة المطارات بهذا التطور التكنولوجي بدخول أنواع متعددة من التكنولوجيا وقد تم تصنيف هذه الأنواع على الشكل التالي :



الشكل(2) أنواع التكنولوجيا في المطارات      المصدر: عمل الباحث

### 1-2-1-التكنولوجيا التقنية (تكنولوجيا التقنيات الحديثة) :

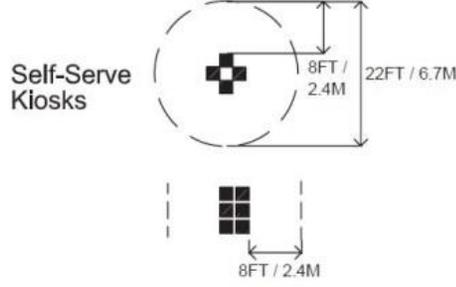
يشمل مفهوم التكنولوجيا التقنية التطبيقات الحديثة التي توصلت لها المعلومات في العديد من المجالات . ومن أهم التقنيات التكنولوجية الحديثة التي تم استخدامها :

#### 1-أنظمة تسجيل الوصول الذاتي:

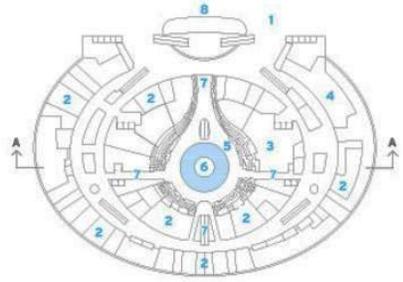
أحد الأنظمة الفرعية التي أصبحت جزءًا لا يتجزأ من المطارات . [12]

#### أ- أكشاك الخدمة الذاتية :

هي أجهزة قائمة بذاتها تمتلك واجهة تفاعلية وتستخدم برامج لتشغيلها ، والتي توفر أيضًا تسهيلات مثل الطباعة الفورية . تعمل أكشاك الخدمة الذاتية على تقليل التفاعل وجهاً لوجه مع الموظفين مع مساعدة الركاب في عملية تسجيل الوصول ، وبالتالي تقليل وقت بقاء الركاب في منطقة تسجيل الوصول وذلك بسبب النمو السريع في التكنولوجيا . [20]



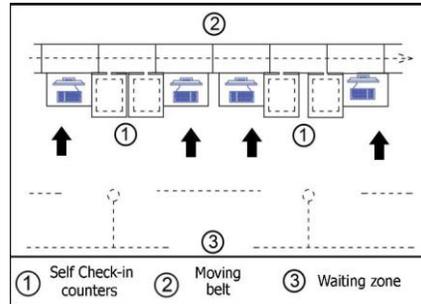
الشكل (3) التصميم النموذجي للأكشاك الذاتية المصدر: [5]



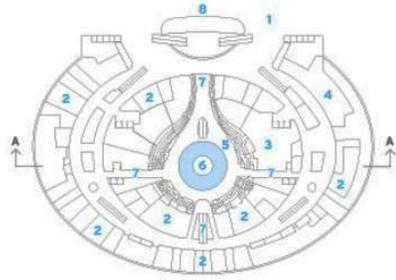
الشكل (4) تكنولوجيا ذاتية الخدمة في مطار شانغي المصدر: [21]

### ب- أجهزة فحص الحقايب ذاتية الخدمة :

احدى تطبيقات التكنولوجيا التي تقوم بمسح والتحقق من تفاصيل بطاقة الصعود إلى الطائرة بشكل ذاتي، وطباعة ملصقات الباركود اللازمة ، ووضعها على الحقايب الخاصة وتسليمها في مناطق معينة. [12]



الشكل (5) التصميم النموذجي لتسليم الحقايب الذاتي المصدر: [15]

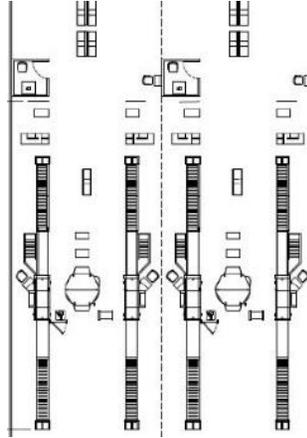


الشكل (6) تكنولوجيا ذاتية الخدمة في مطار شانغي المصدر: [21]

## 2-تقنيات نقاط التفتيش الأمنية :

يحتوي ممر الفحص الأمني SSCP على أربع مكونات تقنية أساسية :

- وحدة الأشعة السينية للحقائب X-ray .
- المشي من خلال جهاز الكشف عن المعادن WTMD
- جهاز الكشف عن المتفجرات ETD
- تقنية التصوير المتقدمة لتصوير الجسم كله AIT [5]

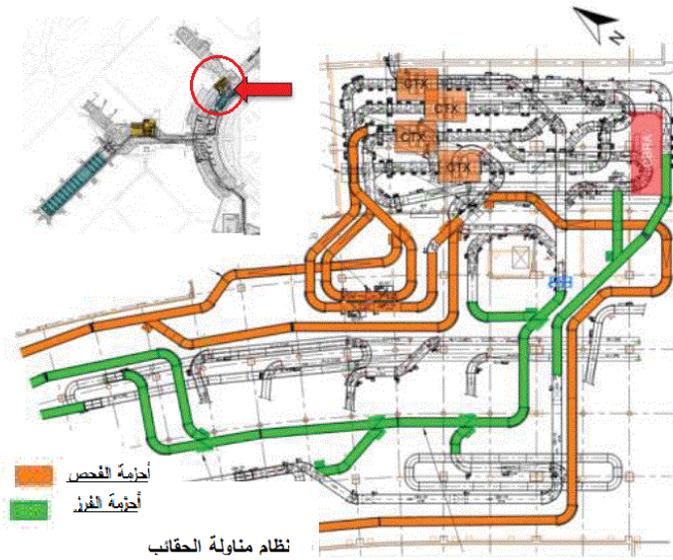


الشكل (7) التفتيش الأمني المصدر: [5]

### 3-التقنيات التكنولوجية في نظام مناولة الحقائب

#### - نظام مناولة الحقائب

أهم أنظمة التكنولوجيا التي تم استخدامها في المطار ، تستخدم في كل مطار رئيسي تقريباً في جميع أنحاء العالم اليوم. هو نوع من أنظمة النقل المعقدة في المطارات الكبيرة الذي ينقل الحقائب المفحوصة من صالة التسجيل الى صالة التحميل الى الطائرات . كما يقوم نظام مناولة الحقائب بنقل الحقائب المفحوصة القادمة من الطائرات الى صالة المطالبة بالحقائب أو لتحميل الحقائب الى طائرة أخرى.[5]



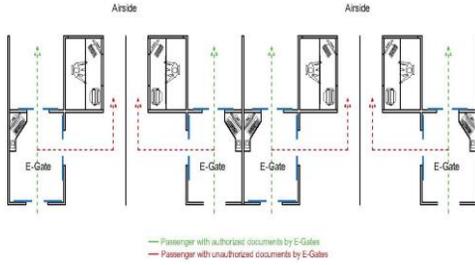
الشكل(8) نظام مناولة الحقائب في مطار سان فرانسيسكو المصدر:[19]

#### 1-2-2-2-تكنولوجيا القياسات الحيوية (التكنولوجيا البيومترية) BIOMETRICS :

ويمكن تعريف القياسات الحيوية على انها عملية يتم من خلالها التقاط معرفات القياسات الحيوية ، الفريدة للفرد ، بواسطة نظام لتأكيد الهوية.[14] ومن أهم تطبيقات التكنولوجيا البيومترية التي تستخدم في المطار :

#### 1- البوابة الالكترونية E-passport gates :

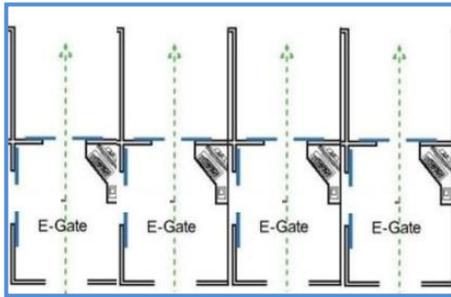
يتم استخدام البوابة الالكترونية في فراغ الأمن العام عندما يخضع المسافر لعملية مراقبة الحدود. تقليدياً ، تضمنت هذه العملية قيام أحد الموظفين بفحص جواز سفر المسافر يدويًا والتحقق من هويته. في المطارات الذكية المعاصرة ، بدلاً من الاعتماد على مثل هذه العمليات اليدوية ، يتم استخدام بوابة آلية تسمى البوابة الإلكترونية.[14]



الشكل (9) تكنولوجيا البوابة الالكترونية المصدر: [14]

## 2- البوابة الذكية Smart Tunnel:

إحدى التطبيقات التكنولوجية الحديثة التي يتم استخدامها في مراقبة جوازات السفر باستخدام تقنيات التكنولوجيا البيومترية . وباستخدام تقنية التعرف على الوجه ، ستسمح البوابة الذكية للمسافر بإكمال إجراءات مراقبة جوازات السفر في غضون 15 ثانية ، مع التعرف على الركاب أثناء سيرهم في المسار دون تدخل بشري أو ختم جواز السفر التقليدي .



الشكل (10) تكنولوجيا البوابة الذكية المصدر: [14]

## 1-2-3-تكنولوجيا البناء :

### 1-تطور نظم الإنشاء

إن التطور التكنولوجي الذي شهده العالم أثر في المجالات المختلفة ومن أهم هذه المجالات أنظمة الإنشاء حيث تأثرت العناصر الإنشائية فظهرت أنواع مختلفة من الهياكل الفراغية التي تتمتع بإمكانيات ضخمة مما يعطي تشكيلات هندسية متعددة. [8]

### 2-تطور المواد الإنشائية المعاصرة

أن التطور التكنولوجي والتقني الكبير والمضطرد وتطور الخصائص التقنية والتنفيذية، أدى إلى إيجاد مواد بناء جديدة تتمتع بمواصفات وخصائص جديدة . [4]

### 3- التطور التكنولوجي في إعداد التصميمات

لقد شهدت عملية التصميم المعماري وإعداد التصميمات طفرة هائلة باستخدام تطبيقات الحاسب الآلي وقدراته على دعم التصميمات المعمارية وتوليد الأشكال وحساب الاحمال الإنشائية للأشكال المعقدة .

## 2-تأثير التكنولوجيا في الأداء الوظيفي لفراغات المطار :

### أولاً- تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري :

#### 1-تصميم فراغات تحقق الوظيفة التعبيرية الرمزية للمطارات :

يلعب الشكل المعماري في تصميم مباني المطارات دورا متميزا في عكس خصوصية العمارة وهويتها. وتعد نظم الإنشائية أداة اللغة التعبيرية ، من خلال تحقيق الوظيفة التعبيرية الرمزية لأبنية محطات المطارات ، بتكاملها مع المنظومات الوظيفية والتشغيلية وتصميم تكوينات حرة معقدة لهذه المباني .



**الشكل (11) التعبيرية في مطار اسطنبول الدولي المصدر: [21]**

## 2- انسيابية الفراغات :

تمثل عمارة محطات المطارات المعاصرة عمارة اللا فضاء، "space less" تتساب فيها الفضاءات وتتابع مع بعضها البعض بصورة متداخلة . ومن منطلق وظيفي لا بد ان يحقق الفضاء الداخلي توافقا ما بين الخصائص الرئيسية للفراغ ، وما بين طبيعة الفعاليات التي يحتضنها، وبما يدعم الادائية الوظيفية للمكان. [3]

## 3- التتابع الفراغي :

إن ترتيب عناصر المبنى ضرورة لتحديد الشكل وتلبية المتطلبات الوظيفية والنفعية والجمالية والبيئية ، وإن توفر الأساليب وطرق التنفيذ اللازمة لتحقيق ذلك الحل سيعطي ترتيباً معيناً لعناصر المبنى ، كما ان استخدام التكنولوجيا أصبح وسيلة لتلبية المتطلبات الوظيفية والتعبيرية من خلال الشكل النهائي للمبنى .



**الشكل (12) تصميم فراغات انسيابية متتابعة المصدر : [21]**

## ثانياً- تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات

### 1- تأثير التكنولوجيا في الوظيفة :

التي تسمح باستمرار التوافق الوظيفي بين الإنسان والمبنى وبالتالي زيادة فاعلية المبنى.

#### أ-إمكانية إضافة أو حذف وظائف :

أدت المرونة الوظيفية الى إمكانية إضافة أو حذف فراغات حسب الوظيفة اللازمة وبالتالي قابلية التوسع.

#### • أضافة وظائف :

- ظهور الخدمة الذاتية في صالة المغادرة ( تسجيل الوصول ذاتي الخدمة - تسليم الأمتعة ذاتي الخدمة )

-الدمج بين التقنيات الحديثة والأساليب القديمة في تسجيل الوصول حسب الخدمة التي يحتاجها المسافر.

ظهور وظيفة فرز وفحص الحقائب بشكل آلي بأحدث التقنيات من خلال مرور الحقيبة بعدة مراحل بزمن يتناسب مع زمن الرحلة المحددة بحيث تضمن وصول الحقيبة الى الرحلة المحددة في الزمن المحدد دون ضياع او فقدان للحقائب الذي كانت تعاني منه أغلب المطارات القديمة .

- ظهور وظيفة فرز الحقائب بأسلوبين (مركزي - لا مركزي ) حسب نوع الرحلات وشركات الطيران التي يتعامل معها المطار

-تخصيص مساحة كبيرة من المحطة لتجهيز الحقائق تتناسب مع الاعداد الكبيرة التي اصبحت تستقبلها المطارات

-أدى تقليل وقت انتظار المسافر ووصول حقيبته الى الرحلة المحددة بالوقت المناسب الى توفير وقت راحة للمسافر ساعد على زيادة مساحة الفراغات الترفيهية والتفاعلية التي يقضي فيها المسافر وقته لحين موعد رحلته.

-زيادة حجم ووظائف التفقيش الأمني لأنه اصبح يستقبل 3 أنواع من المسافرين(المسافر المسجل خارج الموقع- المسافر المسجل بشكل ذاتي- المسافر المسجل بشكل تقليدي عن طريق شركات الطيران في المطار)

#### • إلغاء وظائف :

-تقليل استخدام مكاتب شركات الطيران بسبب :

- تسجيل الوصول عبر الانترنت خارج الموقع أدى الى تجاوز صالة تسجيل الوصول الى التفقيش الأمني مباشرة.

-تسجيل الوصول ذاتي الخدمة أدى الى تقليل استخدام مكاتب شركات الطيران والاعتماد على قطع التذاكر واسقاط الحقائق بشكل ذاتي.

ب-تأثير التكنولوجيا بإضافة فراغات الى عناصر المطار:

#### - ادخال فراغات جذب :

ساعدت تكنولوجيا المعلومات على تسريع اجراءات السفر وتوفير الوقت للمسافر لتحسين تجربته من خلال ايجاد فراغات ذات مزيجاً من الطبيعة والمراكز التجارية ، مع عوامل جذب فريدة توفر بالإضافة إلى ذلك وجهة جذابة للركاب. كفراغات مناطق الطعام والشراب وأنشطة الحدائق ومناطق البيع بالتجزئة والصالات ومجمع سينمائي وفراغات الجذب السينمائي.

#### - ادخال فراغات طبيعية :

أدى الجمع بين الهيكل التصميمي للمبنى والعناصر الطبيعية باستخدام التكنولوجيا الذكية الى خلق مظهرًا جديدًا، له تأثير جمالي للعمارة البيئية لفراغات المطار وعلى تشكيل

الطابع المعماري للمطار ينعكس على نظرة المسافرين له وانجذابهم للفراغات التي تداخلت فيها الطبيعة مما يخلق إقامة مريحة للركاب .



الشكل (13) ادخال فراغات طبيعية مطار باكو المصدر: [23]

## 2- تأثير التكنولوجيا على مساحة الفراغات الداخلية للمطار :

تختلف مساحة الفراغات الداخلية للمنشأ حسب المتطلبات الوظيفية المنشودة لهذا المنشأ، ويتحقق هذا وفق اختيار نوع التكنولوجيا اللازمة .

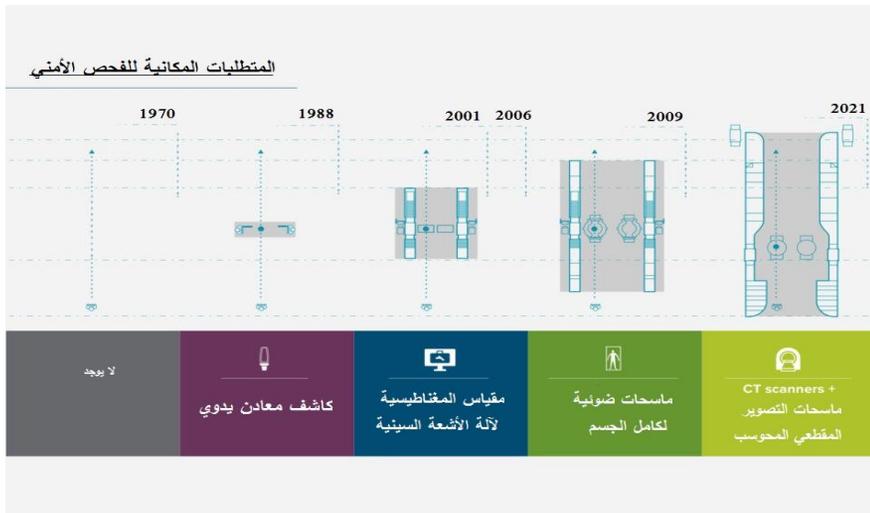
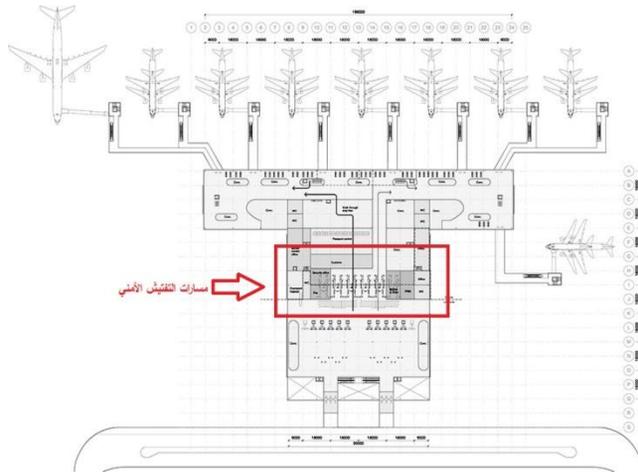
### -صالة المغادرة (تسجيل الوصول) :

تمكن التكنولوجيا المبتكرة في المطارات مشغلي المطارات من تقليل مساحة صالة تسجيل الوصول أثناء تحويل المساحة إلى مجال تجاري لكسب المزيد من الإيرادات الإضافية. وفقاً للبيانات الإحصائية ، تساعد التكنولوجيا المبتكرة في المطارات في تقليل ما يقرب من 49 % من إجمالي مساحة صالة المغادرة في المطار. وفي الوقت نفسه ، أكثر من 87 % من الركاب سعداء بعملية التسجيل الذاتي ، نظراً لوقت الاستجابة السريع الذي يبلغ حوالي 50 % من وقت المعاملة المعتاد . [9]

### -نقاط التفتيش الأمنية :

زادت مباني الركاب من مستوى وتطور المعدات الأمنية ، وعدد الموظفين العاملين في الإجراءات الأمنية ، وبالتالي زادت المساحة المخصصة للعمليات الأمنية. ونتيجة لذلك ، أصبحت أوقات تسجيل الوصول الموصى بها للمسافرين الدوليين المغادرين في العديد من المطارات تصل إلى ثلاث ساعات قبل موعد المغادرة المقرر .

أصبحت كل من حقائب اليد والأمتعة المسجلة خاضعة لتدقيق صارم بعد 11 سبتمبر 2001. قامت العديد من المطارات الإضافية بتركيب معدات الأشعة السينية ، لاكتشاف العناصر المعدنية في الأمتعة أو مخبأة في الملابس ، وأنظمة الكشف الإلكترونية (EDS) الضخمة ، التي يمكنها اكتشاف أثر الجزيئات المنبعثة من المواد المتفجرة. غالبًا ما يتطلب الوزن الهائل لمعدات EDS تعديلات هيكلية للمباني القائمة ، وغالبًا ما يتطلب حجم المعدات إعادة تخصيص مساحة الفراغ في العديد من المطارات. [22]

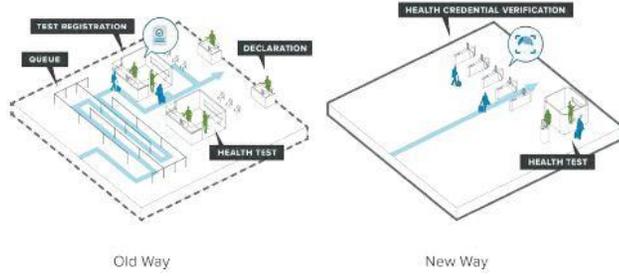


الشكل (14) تطور المتطلبات المكانية للفحص الأمني: المصدر: [11]

### -قاعات ختم الجوازات :

أدى استخدام التكنولوجيا الى تغيير المتطلبات المكانية لقاعات ختم الجوازات من الأكتشاك والكونتورات التقليدية إلى البوابات الذكية التي ستقلل من المساحة و الحجم الإجمالي لقاعات الهجرة والجوازات. كما أدت الى زيادة السعة المتوقعة التي تتمكن من مسح الرحلات القادمة بمعدل أسرع بحوالي 12 دقيقة من استخدام طرق المعالجة التقليدية.

[6]



الشكل(15) البيو مترية في قاعات ختم الجوازات المصدر: [6]

### -بوابة الصعود :

يمكن أن تؤدي عملية الصعود الذاتي إلى الوصول إلى الطائرة بشكل أسرع ، و إلى تقليل المساحة المطلوبة لقائمة الانتظار (يتم توفير 9 دقائق على متن الطائرة ذات الجسم العريض) [6]

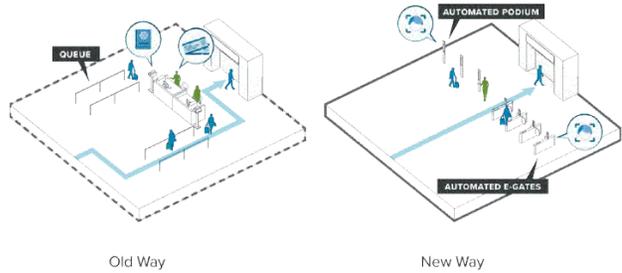


Figure 4-11. Boarding gates may leverage biometrics.

الشكل(16) البيو مترية في بوابة الصعود : المصدر: [6]

### -صالة مناولة الحقائق :

كانت بمساحة صغيرة تضم احزمة بسيطة ومستقيمة . اصبحت بمساحة كبيرة بعدة وظائف وتشمل ( الفرز والفحص المتعدد المستويات ) ، و يمكن ان تمتد على مستوي طابقي أو أكثر . في المواقع التي تقترح فيها شركة الطيران استخدام نوع من الفرز الآلي ، ستكون هناك حاجة إلى مساحة إضافية لأنظمة مناولة الحقائق . يجب زيادة المساحة المطلوبة بنسبة لا تقل عن 150 إلى 200 % لأنظمة الفرز . و 100 % لأنظمة التسليم . [7]

### 3-تأثير التكنولوجيا على المنظومة الحركية :

#### - سهولة الوصول والانسيابية :

تأمين متطلبات الفراغات الحركية والتي تتحقق من خلال توفير تسلسل منطقي في حركة المسافرين داخل المحطة. وذلك بفضل الفراغات الواسعة ذات المجازات الكبيرة التي تتسم بالاستمرارية البصرية.

#### -تقليل مسافة المشي بين المدخل و بوابة المغادرة :

يجب توجيه الاعتبارات الرئيسية نحو الحفاظ على مسافات المشي للركاب إلى الحد الأدنى. يمكن جعل مسافات المشي الزائدة أكثر قابلية للتحمل من خلال تركيب الممرات المتحركة والسلالم المتحركة والممرات الإرشادية وأنظمة تحريك الأشخاص الآلية الأخرى.

#### -الاستمرارية البصرية ودورها في الحركة

و هي معيار تحديد حركة الإنسان داخل المكان سواء كانت :  
نفاذية بصرية: هي إمكانية رؤية الأماكن المختلفة التي يمكن الوصول إليها. وساعدت تكنولوجيا الانشاء على تصميم فراغات واسعة منفتحة تسهل حركة المسافر و انتقاله  
نفاذية مادية : هي سهولة الوصول إلى تلك الأماكن. وساعدت تقنيات توفير المعلومات الذكية المنتشرة والموزعة بكافة فراغات المبنى على تسهيل حركة المسافر وانتقاله بتحديد مكانه ومكان بوابته والوقت اللازم للوصول بأقصر وأسهل طريق في المحطة .



الشكل (17) تقنيات توفير المعلومات الذكية في المطار المصدر: [7]

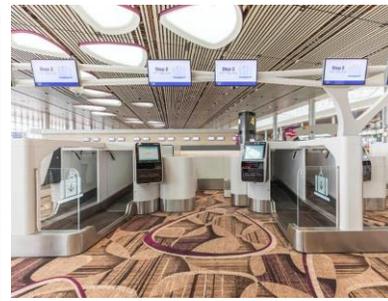
#### 4-تغير بنية تصميم الفراغ الداخلي وظيفيا وإيجاد مفاهيم وظيفية للفراغات الداخلية للمطارات

##### أولاً-تصميم فراغات ذكية في المطارات :

هي الفراغات التي يتم فيها دمج التكنولوجيا مع التصميم وذلك لإيجاد مبنى يحقق متطلبات المبنى والمستخدمين حيث تعتمد على توظيف التكنولوجيا للتحكم في البيئة الداخلية والخارجية للمبنى بما يتلاءم مع راحة الشاغلين. [1]

##### ثانياً-التصميم الداخلي التفاعلي :

وقد نشأ هذا المفهوم نتيجة للعلاقة بين الإنسان والكمبيوتر، والتي تتطور يوماً للتفاعل بين الإنسان والفراغ حسب الوظائف المتنوعة التي يمارسها الإنسان داخل الفراغات الداخلية وبرمجتها داخل الكمبيوتر عن طريق برامج متقدمة حيث تقوم التقنيات الحديثة والتي تعمل بالتعرف على الإنسان عند دخوله للفراغ ويتم التحكم في تلك الفراغات والأجهزة الداخلية للتفاعل معه وتلبية متطلباته. [13]



الشكل (18) تقنيات توفير المعلومات التفاعلية الذكية في المطار المصدر: [21]

### ثالثاً - تصميم فراغات الالكترونية:

نتيجة للتواصل عبر شبكات الاتصالات وتطور الأنظمة التكنولوجية في المطارات لتتحول إلى المطارات الذكية، وإضافة العديد من عناصر الفراغ الالكترونية ليتحول الفراغ إلى فراغ إلكتروني. كما سنؤثر وسائط المعلومات والوسائط المتعددة على تحول الفراغ إلى وسط لنقل المعلومات. مما سيؤكد على قلة احتياج مستخدم الفراغ إلى العديد من الخدمات التي تحتاج للانتقال وهو ما سيؤثر على هذه الفراغات ومدى الاحتياج لها. الفراغات الالكترونية غير مادية Cyber Spaces ، وهي فراغات غير محددة مكانيا ولا توجد محددات تصميمية تقليدية لتصميم مثل هذه الفراغات. والمعماري الذي اعتاد أن يصمم فراغات مادية ملموسة Physical Spaces ساعدته الثورة الرقمية على تصميم الفراغات الالكترونية غير المادية Cyber Spaces ، وتعلم أن هذه الفراغات محكومة بقواعد وقوانين مستجدة أكثر تحرراً من تصميم الفراغات الفيزيائية المادية الملموسة [2]



الشكل(19) الفراغ الالكتروني المصدر: [21]

### 5-تحسين تجربة المسافر:

أدى استخدام التكنولوجيا الى توفير تجربة سلسة وخالية من الإجهاد قدر الإمكان - تجربة تحقق الوصول إلى وجهتنا النهائية بأمان وفي الوقت المحدد. إن زيادة كفاءة العملية وانخفاض مستويات الإجهاد لها مكاسب أيضاً لأصحاب المطارات من حيث زيادة رضا العملاء وزيادة العوائد التجارية.

وتحسين تجربة الركاب من خلال خفض أوقات الصعود إلى الطائرة بنسبة 40 في المائة. حيث بينت الدراسة أن الركاب الذين استخدموا التكنولوجيا من خلال الأمن كانوا أكثر رضا من المستخدمين غير التكنولوجيين. [14]



Figure 3.1: Biometric Airport Journey (SITA, 2018)

- الشكل (20) تحسين تجربة المسافر البيومترية في المطار المصدر: [14]

## 6- المرونة التصميمية الداخلية

يعتمد دور المرونة التصميمية الداخلية في محطات المطارات الحديثة على إعادة تنظيم الهيكل العام لمخططات التصميم الوظيفي للمطارات ، من خلال تحديد المتطلبات المكانية التي يجب تخصيصها لخدمات المطار التي يتم تحديدها على أساس الطلب عليها في فترات الذروة .

## 7- تحسين متطلبات الأمن والسلامة :

متطلبات أمن الطيران هي امتثالات إلزامية لضمان رحلة أكثر أمانًا للركاب والطائرات وكذلك لجميع مستخدمي المطار الآخرين. تعمل المطارات الذكية على تحسين معايير أمن الطيران باستخدام التقنيات الحديثة وفقاً للمتطلبات التنظيمية وتقليل إزعاج الركاب.

[10]

## ثالثاً- تأثير التكنولوجيا على النظام الإنشائي للمطارات :

### 1- تأثير نظم الإنشاء على الفراغات

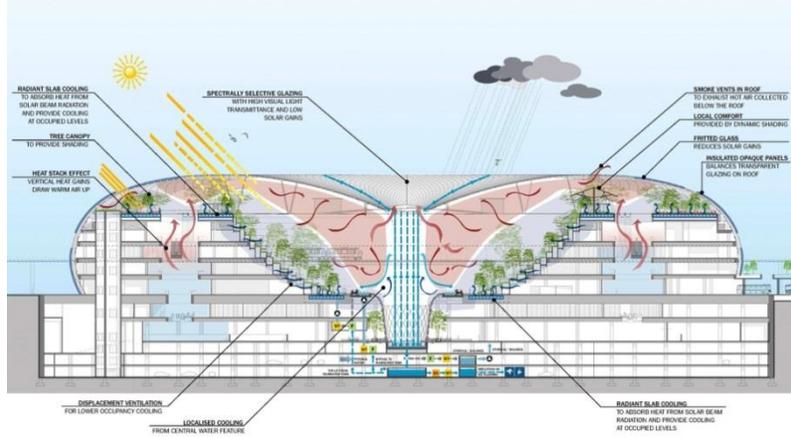
أ- التأثير من الناحية الوظيفية (تقليل العناصر الإنشائية والمرونة التصميمية) :

تقليل العناصر الإنشائية للمباني على تأمين فراغات ذات مجازات كبيرة، ولوحظ عدم وجود أعمدة داخل الفراغ وبالتالي إمكانية تنوع الوظائف في الفراغات . بتوفير قدر من

المرونة يسمح بحدوث أنواع مختلفة من التغييرات . يمكن تغيير التوزيع الداخلي بسهولة عند الحاجة لذلك، بالإضافة لإمكانية التوسع عند الحاجة .

## 2- ناحية بيئية ( الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي للفراغ ) :

التحكم بالفراغ المعماري وتحقيق احتياجاته من الطاقة وسيطرته على التوافق البيئي والتوازن الحراري داخل الفراغ من خلال أنظمة التحكم الحديثة. واختيار الأسلوب الإنشائي ومواد البناء وتقنية التنفيذ الملائمة للبيئة المحيطة بالفراغ المعماري.



الشكل (21) الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي لمطار شانغي بسنغافورة المصدر: [21]

## 2- تأثير مواد البناء على تصميم الفراغات :

### أ- ناحية بيئية (استخدام مواد البناء الذكية) :

ان المواد الذكية لها القدرة على الاستجابة السريعة للمحفزات من البيئة الداخلية والخارجية والتكيف معها، وان استخدام هذه المواد يزيد من كفاءة الاستهلاك وتوفير الطاقة داخل فراغات المبنى .

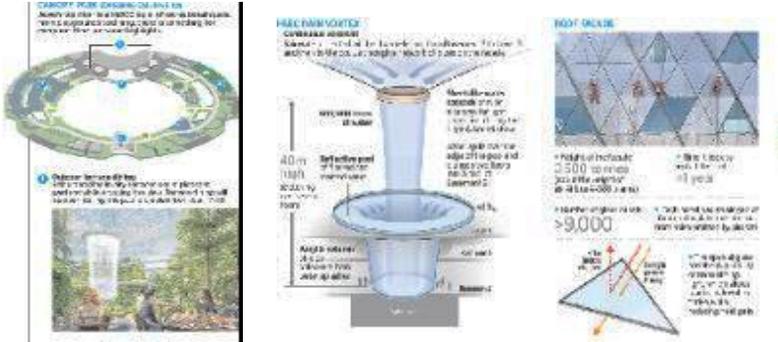
### ب- ناحية وظيفية :

أدى تطور تكنولوجيا مواد البناء لابتكار وتطوير مواد جديدة في عالم التصميم المعماري والداخلي،. تبرز الأثر الوظيفي لمواد الإنشاء الحديثة علي الفراغ من خلال توفير سطح وملمس مواد الإنشاء في المعالجات التصميمية للفراغات المعمارية وتؤدي إلى تحقيق الوظيفة الأساسية للمبنى و العلاقة بين الإنسان والعمل المعماري. [18]

### 3-توافق البيئة والتكنولوجيا ( التعبير البيئي والاستجابة البيئية) ل فراغات المطارات :

ان استخدام التقنيات التكنولوجية البيئية يعمل على تكيف المبنى مع البيئة الخارجية ويجعل البيئة الداخلية في حالة تكيف مع البيئة الخارجية عن طريق غلاف المبنى والانظمة التي تجعل المبنى عالي الادائية وغير مستهلك للطاقة ومتحسس بالبيئة والمناخ وبما حققته التكنولوجيا كآلية للإنتاج. تصميم الغلاف الخارجي لأبنية محطات المطارات يستجيب للبيئة من خلال :[3]

- استخدام نظم الحماية مثل نظم التظليل ، كما في مطار زوريخ. في مطار كنساي،
- استخدام المواد الذكية التي تقلل من التأثيرات البيئية مثل الزجاج المحمي(الزجاج الماص للأشعة الحمراء استخدم في واجهة مطار كنساي المواجهة للشمس) او الزجاج المضاعف مثل مطار ميونخ/المانيا
- باستخدام جدران مزججة وسقوف مزججة مع حماية شمسية مجهزة بواسطة كاسرات شمسية متحركة كما في مطار شتوتغارت بألمانيا.
- دمج أنظمة البناء بالكامل مع نظام تبريد منخفض الطاقة:
- لتصميم أنظمة بناء توازن بين البيئة والتصميم للحفاظ على الراحة المناخية في داخلها من خلال دمج أنظمة البناء بالكامل في المناظر الطبيعية ، في مطار جويل شانغي .



الشكل(22) توافق البيئة والتكنولوجيا لمطار شانغي بسنغافورة المصدر:[21]

**خلاصة الدراسة النظرية :** مما سبق وبعد دراسة أنواع التكنولوجيا وتصنيفاتها وتأثيراتها المختلفة على تصميم الفراغات الداخلية للمطارات يمكن استخلاص المحددات التي سيتم تحليل ودراسة النماذج وفقها والتي تتمثل بمسطرة القياس التالية :

الجدول: (1) مسطرة قياس الدراسة التحليلية لتأثير التكنولوجيا في المطار المصدر: عمل الباحث

نوع التأثير	نقاط التأثير		مطبق	غير مطبق	النتيجة
تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري	تصميم فراغات ذات لغة تعبيرية رمزية				
	انسحابية الفراغات				
	التتابع الفراغي				
تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات	التأثير على الوظيفة	تعديل وظائف			
		اضافة وظائف			
		الغاء وظائف			
	التأثير على المساحة	زيادة في المساحة			
		نقص في المساحة			
	تحقيق المنظومة الحركية	مطابقة مسافات السير للأسس العالمية			
		فصل حركة الركاب			
		سهولة الوصول وتوفير المعلومات			
	تحقيق متطلبات الأمن والسلامة				
	ايجاد مفاهيم تصميمية جديدة للفراغات	الفراغات الذكية			
		الفراغات التفاعلية			
		الفراغات الالكترونية			
	المرونة التصميمية	داخلية			
		خارجية			
تأثير التكنولوجيا على النظام الإنشائي	تأثير نظم الانشاء على الفراغات	ناحية وظيفية: المرونة التصميمية			
		ناحية بيئية: التوافق البيئي			
	تأثير مواد البناء على تصميم الفراغات	ناحية وظيفية			
		ناحية بيئية			
	توافق البيئة والتكنولوجيا (التعبير البيئي والاستجابة البيئية) لفراغات المطارات	تكيف الغلاف الخارجي للمبنى			
		استخدام المواد الذكية			
		لتفاصيل الانشائية (أنظمة التظليل - التكييف)			
		دمج أنظمة البناء بالكامل مع أنظمة الطاقة			
<b>نسبة تأثير التكنولوجيا %</b>					

### 3-دراسة تحليلية لتأثير التكنولوجيا في الأداء الوظيفي لفرغات المطار :

#### 3-1 مطار اسطنبول الجديد :

##### 1- معلومات عامة عن المطار

الموقع : اسطنبول ، تركيا.

سنة التأسيس :2019

المعماري المصمم : مكتب الشمال للهندسة المعمارية

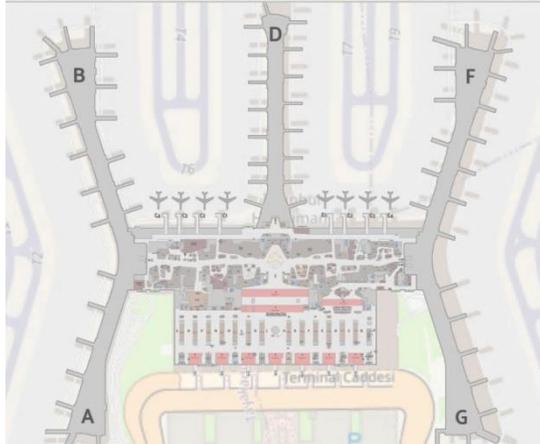
المساحة : 1,400,000 م<sup>2</sup>

السعة (عدد الركاب السنوي) : 90 مليون راكب/سنة .

النمط التصميمي للمطار : الأصبعي .



الشكل: ( 23 ) مطار اسطنبول الدولي الجديد المصدر : [21]



مخطط مطار اسطنبول الدولي الجديد المصدر : [38]

## 2- وصف المبنى :

يتكون المطار من مبنى ركاب رئيسي و 5 كتل أرصفة. الكتلة المركزية لها شكل "T" بأبعاد مخطط تبلغ 760 م × 414 م (260.000 م<sup>2</sup>)

## 3-التكنولوجيا في المطار :

### نظام مراقبة الحدود

أنظمة مراقبة الحدود الأوتوماتيكية هي أنظمة تم تطويرها خصيصًا لتحسين مرور الركاب وأمن الحدود في نقاط مراقبة الجوازات. يتمتع هذا النظام ، الذي يمكن دمجها في نظام الشرطة بأحدث معدات القياسات الحيوية التكنولوجية (قارئ جوازات السفر ، قارئ بصمات الأصابع ، وما إلى ذلك) بتصميم موحد وأجهزة النقاط المقاييس الحيوية والمكونات الطرفية الأخرى .



الشكل: (24) البوابات الذكية مطار اسطنبول الدولي المصدر : [21]

### نظام مناولة الأمتعة

أفضل نظام مناولة الأمتعة في العالم لتقليل أوقات الانتظار مع نظام الأمتعة الذي يبلغ طوله 42 كيلومترًا والذي لديه القدرة على التعامل مع 10800 قطعة من الأمتعة.1 حصل مطار إسطنبول بمفهومه المتميز عن "المطار الذكي" بالإضافة إلى هندسته المعمارية الفريدة والبنية التحتية القوية والتكنولوجيا الحديثة وخبرة السفر المتميزة التي يقدمها ، على "جائزة التحول الرقمي" من قبل مجلس المطارات الدولي ( ACI ) كجزء من

"جوائز أوروبا ال ACI 16". باعتباره بوابة تركيا إلى بقية العالم ، تم اختيار مطار إسطنبول باعتباره "أفضل مطار" في فئة التحول الرقمي (جائزة أفضل مطار أوروبي - للتحول الرقمي)

تأتي هذه الجائزة تقديراً للتحول الرقمي للمطار والابتكارات التكنولوجية، مما يجعله أحد أذكى المطارات في العالم. ويتميز مطار إسطنبول بالخدمات التكنولوجية المبتكرة الموجهة نحو التنقل التي يقدمها لركابه مع الخدمات الرقمية الهامة التي يتم تقديمها حالياً في مطار إسطنبول مثل جواز السفر الإلكتروني. و تنشيط آليات التتبع في المطار بمساعدة تقنية إنترنت الأشياء.

#### 4- الدراسة التحليلية وفق الأسس والمحددات :

#### أولاً- تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري

##### 1-تصميم فراغات ذات لغة تعبيرية رمزية

ويعرض تصميمًا ثوريًا ومعاصرًا مستوحى من التراث العثماني في إسطنبول. حيث يتكون هيكل سقف المطار من قباب يتسلل من خلالها الضوء الطبيعي إلى الداخل.



الشكل: (25) التعبيرية في مطار اسطنبول الدولي المصدر : [21]

##### 2-الانسيابية و التتابع الفراغي:

تنساب فيها الفراغات وتتابع مع بعضها البعض بصورة متداخلة. ومن منطلق وظيفي يحقق فيه الفراغ الداخلي توافقاً ما بين الخصائص الرئيسية للفراغ، وبما يدعم الادائية الوظيفية للمكان.



الشكل: (26) الانسيابية في مطار اسطنبول الدولي الجديد المصدر : [21]

## ثانياً- تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات

### 1- تأثير التكنولوجيا في إضافة أو تعديل الوظيفة

ادى استخدام التكنولوجيا الذكية الى تقليل وقت الانتظار وقضاء الوقت المتاح في فراغات تفاعلية ترفيهية وطبيعية .



الشكل(27) الفراغات التفاعلية في مطار اسطنبول المصدر : [21]

### 2- إمكانية حذف وظائف

ادى دمج التكنولوجيا الى التحول الرقمي الذي خفف من العمالة والفراغات المخصصة للموظفين. وتسريع اجراءات السفر وتقليل المساحة المخصصة للانتظار.

### 3-تأثير التكنولوجيا على مساحة الفراغات الداخلية للمطار

تغيرت مساحات المطار بسبب تسهيل اجراءات السفر وتقليل المساحة المخصصة لها وبالتالي زيادة فراغات الاستثمار والترفيه .

### 4-تأثير التكنولوجيا على المنظومة الحركية

تم الاستعانة بالوسائل الميكانيكية كالسير المتحرك لتحقيق مسافات المشي حسب النورم المحدد.



الشكل(28) السير المتحرك في مطار اسطنبول المصدر [21]

## 5- تغيير بنية تصميم الفراغ الداخلي وظيفيا و إيجاد مفاهيم وظيفية للفراغات الداخلية للمطارات

### أ- تصميم فراغات ذكية في المطارات

تم استخدام التكنولوجيا الذكية في المطار كالتكنولوجيا الذاتية والبوابات الذكية التي اكسبت فراغاتها صفة الذكاء.



الشكل(29) تصميم فراغات ذكية في مطار اسطنبول المصدر [21]

### ب- التصميم الداخلي التفاعلي

**نقاط المعلومات** نقاط المعلومات العشر الموجودة في مبنى الركاب إسطنبول في الخدمة للطيران ، ومعلومات الموقع. كما توفر نقطتا معلومات إضافية في طابق المغادرين المساعدة في توفير معلومات عامة.



الشكل(30) نقاط المعلومات في مطار اسطنبول المصدر [21]

### ج- تصميم فراغات الالكترونية

تم دمج التقنيات التكنولوجية مع الفراغات واصبحت فراغات الكترونية .



الشكل(31) التقنيات التكنولوجية في مطار اسطنبول المصدر [21]

### 6-تحسين تجربة المسافرين :

تم تصميم المطار لتوفير تجربة سفر عالمية المستوى ، وقد حسّن المطار من تدفق الركاب بمسافات مشي مريحة وعروض ترفيهية وافرة.

### 7-المرونة التصميمية

تبلغ الطاقة الاستيعابية للمبنى في الوقت الحالي 90 مليون مسافر ، والتي سترتفع إلى 200 مليون ، بمجرد اكتمال البناء بالكامل بما في ذلك أربع وحدات اضافية وستة

ممرات مغادرة. [24]

## 8- التأثير على تعزيز معيار الأمان

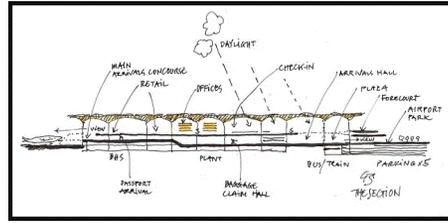
يتميز مطار إسطنبول بالعديد من التقنيات الرائدة والتي تستخدم حديثاً في مجال الهندسة وهندسة الطيران، من حيث البنية التحتية ونظام الأمن والسلامة، حيث تم استخدام أفضل التكنولوجيا في الحفاظ على امن المطار والمسافرين، بالإضافة الى تزويد المطار بنظام التعرف على الوجه وتجهيز البنية التحتية بنظام التعرف على اللوحة الرقمية .

### ثالثاً - تأثير التكنولوجيا على النظام الإنشائي

#### أ- تأثير نظم الانشاء على تصميم الفراغات

ناحية وظيفية : ساعدت تكنولوجيا الانشاء على تصميم فراغات مرنة انشائياً وتصميمياً.

ناحية بيئية : من خلال الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي للفراغ وتحسين الكفاءة الداخلية



الشكل(32) الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي في مطار اسطنبول المصدر[21]

### ج-توافق البيئة والتكنولوجيا ( التعبير البيئي والاستجابة البيئية) لفراغات المطار:

#### -دمج أنظمة البناء بالكامل مع نظام تبريد منخفض الطاقة

تم الانتهاء من تركيب نظام إدارة الطاقة للحد من انبعاثات الكربون، بالإضافة الى نظام إدارة غازات الاحتباس الحراري. كما تعطي شبكة نظام إنترنت الأشياء اللاسلكي البيانات الضخمة مراقبة عن بُعد لجميع نقاط الطاقة بالإضافة إلى المراقبة المستمرة لظروف الإنذار وتعليقات الحالة ، مما يتيح التحسين والكفاءة. يوفر تحديثات مستمرة حول الأنظمة الحالية ويسمح بالوصول إلى أبعد نقطة في المطار. من خلال إقامة اتصال بين أنظمة التكنولوجيا التشغيلية المختلف.

الجدول: (2) الدراسة التحليلية لمطار اسطنبول الدولي المصدر: عمل الباحث

نوع التأثير	نقاط التأثير	مطبق	غير مطبق	النتيجة	
تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري	تصميم فراغات ذات لغة تعبيرية رمزية	√		ساعدت التكنولوجيا في تصميم فراغات تعبيرية تتميز بالانسيابية والتتابع الفراغ	
	انسيابية الفراغات	√			
	التتابع الفراغي		√		
تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات	التأثير على الوظيفة	تعديل وظائف	√	ساعدت التكنولوجيا	
		اضافة وظائف	√	المعلوماتية و الرقمية	
		الغاء وظائف	√	على إدخال أنواع جديدة من التكنولوجيا كالتقنيات الحديثة والتكنولوجيا البيو مترية التي تعتمد على القياسات الحيوية التي أحدثت تغييراً جذرياً في تصميم المحطة وأصبح من المطارات الذكية وأفضل المطارات في العالم	
	التأثير على المساحة	زيادة في المساحة	√		جديدة من التكنولوجيا كالتقنيات الحديثة والتكنولوجيا البيو مترية التي تعتمد على القياسات الحيوية التي أحدثت تغييراً جذرياً في تصميم المحطة وأصبح من المطارات الذكية وأفضل المطارات في العالم
		نقص في المساحة	√		
	تحقيق المنظومة الحركية	مطابقة مسافات السير للأسس العالمية	√		البيو مترية التي تعتمد على القياسات الحيوية التي أحدثت تغييراً جذرياً في تصميم المحطة وأصبح من المطارات الذكية وأفضل المطارات في العالم
		فصل حركة الركاب	√		
		سهولة الوصول وتوفير المعلومات	√		
	تحقيق متطلبات الأمن والسلامة	إيجاد مفاهيم تصميمية جديدة للفراغات	√		وأصبح من المطارات الذكية وأفضل المطارات في العالم
		الفراغات الذكية	√		
		الفراغات التفاعلية	√		
		الفراغات الالكترونية	√		
المرونة التصميمية	داخلية	√			
	خارجية	√			
تأثير التكنولوجيا على النظام الإنشائي	تأثير نظم الانشاء على الفراغات	ناحية وظيفية: المرونة التصميمية	√	أدى استخدام الأنظمة الإنشائية الحديثة الى تحسين تصميم الفراغ على مستوى نظام الإنشاء ومواد البناء وانعكاسها على نواحي وظيفية وبيئية ضمن الفراغات والمبنى ككل	
		ناحية بيئية: التوافق البيئي	√		
	تأثير مواد البناء على تصميم الفراغات	ناحية وظيفية	√		
		ناحية بيئية	√		
	توافق البيئة والتكنولوجيا (التعبير البيئي والاستجابة البيئية) لفراغات المطارات	تكيف الغلاف الخارجي للمبنى	√		
		استخدام المواد الذكية	√		
		لتفاصيل الإنشائية (أنظمة التظليل - التكييف)	√		
		دمج أنظمة البناء بالكامل مع أنظمة الطاقة	√		
<b>نسبة تأثير التكنولوجيا %</b>		<b>88 %</b>			

### 3-2 مطار أبو ظبي الدولي :

#### 1- معلومات عامة عن المطار

الموقع : الإمارات العربية المتحدة .

سنة التأسيس : 2017

المعماري المصمم : International PA

المساحة : 700,000 م<sup>2</sup>

السعة (عدد الركاب السنوي) : 45 مليون راكب/ سنوياً.

النمط التصميمي للمطار : الأصبعي .

عدد الركاب ساعة الذروة : 8500 راكب / الساعة.



الشكل: (33) مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [21]

#### 2- وصف المبنى :

يعد مطار أبو ظبي الجديد من أكبر مشاريع البنى التحتية في دولة الإمارات والمنطقة كما

أنه أكبر مبنى مطار تحت سقف واحد على مستوى العالم.

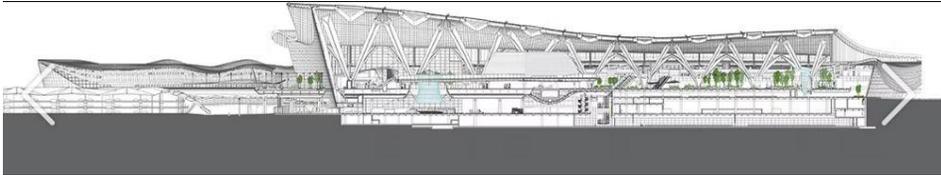
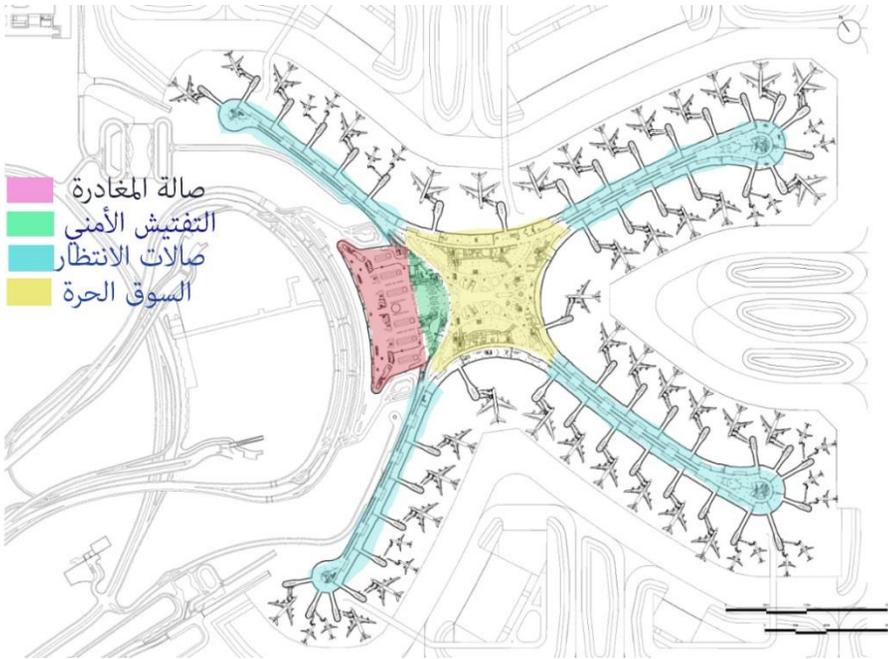
مطار أبو ظبي الجديد، يضم 4 ممرات، ومنطقة مركزية تستوعب 65 موقفا للطائرات

تقسم الكتلة الرئيسية إلى قسمين رئيسيين، ويمتد أطول ممر على مساحة 500 متر وتم

استهلاك 13.3 ألف طن من الفولاذ لبنائها جميعاً. [25]



الشكل: (34) الكتلة الرئيسية لمطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [27]



الشكل: (35) المسقط المعماري والمقطع لمطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [27] [26]

### 3-التكنولوجيا في المطار :

يوفر مطار أبوظبي الجديد أحدث التقنيات الذكية في كافة تعاملات المسافرين من خلال أنظمة مترابطة بين كافة الشركاء من الجوزات والجمارك وشركات الطيران. يتبنى مطار أبوظبي الجديد أحدث التقنيات والأجهزة الخاصة بإجراءات السفر ومناولة الأمتعة لضمان تقديم تجربة سفر سهلة وسريعة تضمن استمتاع المسافرين خلال تواجده في هذا المبنى وترك أثر طيب في ذاكرة المسافرين. تساعد في تقليل أوقات الانتظار وتسريع إتمام إجراءات السفر. [25]

#### أنظمة مناولة الأمتعة

سيتم تركيب المحطة الجديدة بأحدث نظام مناولة الأمتعة بسعة للتعامل مع أكثر من 19000 حقيبة في الساعة. لديها عشرة دوارات استصلاح و 22 كم من الناقلات. تسليم الحقائب ذاتي الخدمة :

يتجه المسافر مع حقائبه إلى منصات لتسليم الأمتعة من خلال نظام ذاتي لوزن وإيداع الحقائب المشحونة من غير أن يضطر المسافر الوقوف في الطوابير لإدخال الحقائب. البوابات الإلكترونية.

ويصل المسافر إلى البوابات الإلكترونية البالغ عددها 58 بوابة، فهي مزودة بمهام التحقق البيولوجية وتكنولوجيا للتعرف إلى الوجه، وخلال متوسط 7 ثوانٍ فقط ينتهي المسافر من تدقيق الجوازات عبر البوابة الإلكترونية، بعد السفر الذكي :

فالسفر الذكي أصبح أمراً ضرورياً وأساسياً في رحلة المسافر عبر مطار أبوظبي الدولي، فهو:

- يقلل من الوقت المستغرق في إنهاء عمليات السفر بنسبة 70%.

- ويعد مطار أبوظبي الدولي الأول في المنطقة في أتمتة جميع إجراءات السفر من بداية رحلة المسافر إلى مرحلة الصعود للطائرة، ومن دون أي تواصل بشري. وتعمل «إجراءات السفر الذكي»، على تعزيز كفاءة تجربة المسافرين. 1

#### 4- الدراسة التحليلية وفق الأسس والمحددات التالية :

#### أولاً- تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري

##### 1-تصميم فراغات ذات لغة تعبيرية رمزية :

يعد مطار أبوظبي تجربة إماراتية فريدة تتجسد في صرح معماري مذهل وأيقونة رائدة للعاصمة أبوظبي حيث تم استيحاء تصميم مجمع المطار الجديد من جمال وتناسق الكثبان الرملية في البيئة الصحراوية المذهلة لإمارة أبوظبي. وساعد النظام الإنشائي الحديث باستخدام التقنية المعدنية على توضيح الفكرة التعبيرية للتصميم



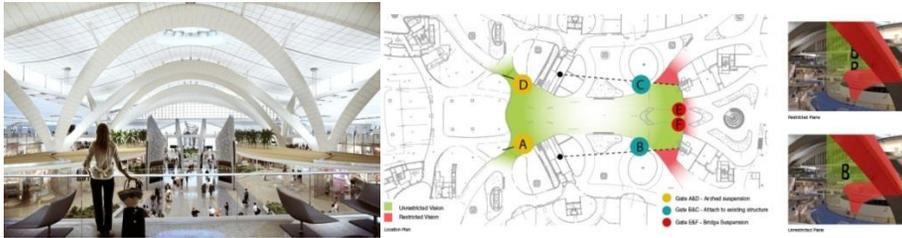
الشكل: ( 36) التعبيرية في صالة مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [27]

##### 2-انسيابية الفراغات

تدفق المبنى بالشكل الحر والديناميكي مما يؤدي بدوره إلى زيادة فاعلية أداء المبنى.

##### 3-التتابع الفراغي

يعطي التصميم الإنشائي الحديث تتابع فراغي و ترتيب لعناصر المبنى تؤدي المتطلبات الوظيفية.



الشكل: ( 37) الانسيابية والتتابع الفراغي في تصميم فراغات مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [28]

**ثانياً- تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات**

**1- تأثير التكنولوجيا في إضافة أو تعديل الوظيفة :**

ادى استخدام التكنولوجيا الذكية الى تقليل وقت الانتظار وقضاء الوقت المتاح في فراغات تفاعلية ترفيهية وطبيعية .



**الشكل: (38) الفراغات الترفيهية في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [31].**

**2-تأثير التكنولوجيا على المنظومة الحركية**

تم تصميم المبنى الجديد لتقليل مسافة المشي للركاب وزيادة مساحة وقوف الطائرات إلى أقصى حد. حيث تم وضع خطة معمارية نهائية على شكل حرف X بعد تحليل واسع لمتطلبات الحركة . ويمتد أطول ممر على طول 500 متر .



**الشكل: (39) تصميم المنظومة الحركية في مطار أبو ظبي الدولي المصدر: [30].**

### 3-تغير بنية تصميم الفراغ الداخلي وظيفيا و إيجاد مفاهيم وظيفية للفراغات الداخلية

#### للمطارات

#### أ- تصميم فراغات ذكية في المطارات

بدء مطار ابو ظبي الجديد تجربة نظام " السفر الذكي " الجديد الذي يعمل بدعم من تقنيات الذكاء الاصطناعي، بهدف تقليص وقت الانتظار، وتبسيط العمليات في جميع مرافق المطار لتقديم تجربة أكثر سلاسة وسهولة للمسافرين. ويتبنى النظام الجديد، تقنيات تعتمد على حجم البيانات الكبيرة، والذكاء الاصطناعي، والنمذجة الدقيقة، وتقييم حركة المسافرين لتطوير وتحسين مجموعة متنوعة من العمليات عبر مطار أبوظبي الدولي وأبرزها إنهاء إجراءات السفر والجوازات وأوقات الوصول والمغادرة للمسافرين .



الشكل: (40)التكنولوجيا الذكية في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [32].

#### أنظمة البناء الذكية

- نظام متطور لإدارة المباني في التسجيل والاجراءات والمراقبة الأمنية في جميع فراغات المطار .
- نظام مراقبة الطاقة من خلال تحليل وتقديم تقرير عن أداء الطاقة للمبنى .
- نظام مراقبة النمو السنوي لسعة المطار بشكل منفصل مما يسمح بالتوجه والتخطيط للتحسينات المستقبلية من خلال التنبؤ المستقبلي لأعداد الركاب واحتياجاتها.

### ب- التصميم الداخلي التفاعلي

يفيد استخدام التكنولوجيا الذاتية والتي يعتمد بعضها على القياسات الحيوية ، بالاستفادة من هذه الخدمة بإجراء الخدمة التي يحتاجها المسافر بالتفاعل مع هذه التقنيات بشكل ذاتي التي تمنح المسافرين تجربة سفر متميزة، و التي تؤدي الى تقادي الانتظار في صفوف طويلة .



الشكل: (41) التكنولوجيا التفاعلية الذكية في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [34]

### ج- تصميم فراغات الالكترونية

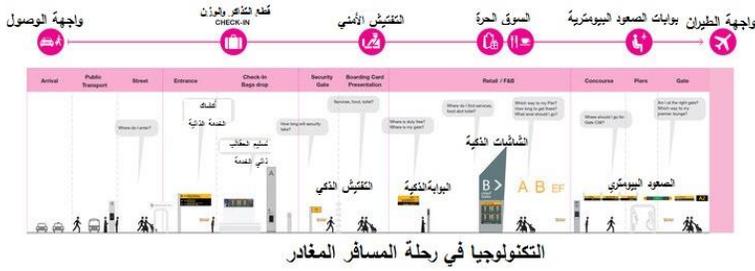
تتيح إمكانية استكمال إجراءات الهجرة والجوازات والجمارك، والتدقيق الأمني التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات الى تحول الفراغات التقليدية الى فراغات الكترونية .



الشكل: (42) التكنولوجيا في فراغات مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [33]

### 4-تحسين تجربة المسافرين

عند دخول المسافرين إلى مطار أبوظبي الدولي، يعلم أنه سيبدأ رحلته الذكية بانسيابية تامة، وإجراءات توفر عليه الكثير من الوقت والجهد. وحين يصل المسافر إلى السوق الحرة والمطاعم بعد الانتهاء من البوابة الإلكترونية، سيحصل على خدمات كثيرة، تجعل من تجربته في التسوق والراحة قبل السفر متميزة .



الشكل: (43) تأثير التكنولوجيا على رحلة المسافرين في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [35]

## 5- المرونة التصميمية

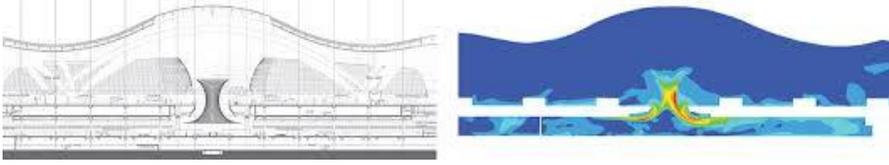
يحتوي التصميم على 39 بوابة مع القدرة على التوسع حتى 49. كما يشتمل على خيارات للتوسعات المستقبلية والتعديلات التكنولوجية وإعادة التشكيل الداخلية.

### ثالثاً - تأثير التكنولوجيا على النظام الإنشائي

#### أ- تأثير نظم الإنشاء على تصميم الفراغات

##### - ناحية بيئية: الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي للفراغ

يتخذ الغلاف الخارجي للمحطة المصمم على شكل X ، شكلاً مموّجاً لتوفير الحماية من أشعة الشمس للمبنى. بالإضافة إلى ذلك ، ووفقاً لأهداف الاستدامة الخاصة بالمشروع ، اعتمد المبنى عدداً من تدابير حماية البيئة ، بما في ذلك استخدام المناظر الطبيعية المناخية الجافة لتقليل استهلاك مياه الشرب واستخدام الإضاءة الطبيعية والإضاءة منخفضة الطاقة. واستخدام مواد البناء الذكية كالزجاج المحمي والفولاذ الملائم للبيئة.



الشكل: ( 44 ) 1الملاءمة البيئية للغلاف الخارجي في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [36]

### ب- تأثير تكنولوجيا مواد البناء على تصميم الفراغات:

كان لاستخدام المواد الذكية كالفلواز والزجاج المحمي والمضاعف تأثير بيئي وجمالي ووظيفي في تصميم فراغات المطار.

### ج- توافق البيئة والتكنولوجيا ( التعبير البيئي والاستجابة البيئية) لمحطات المطارات المعاصرة

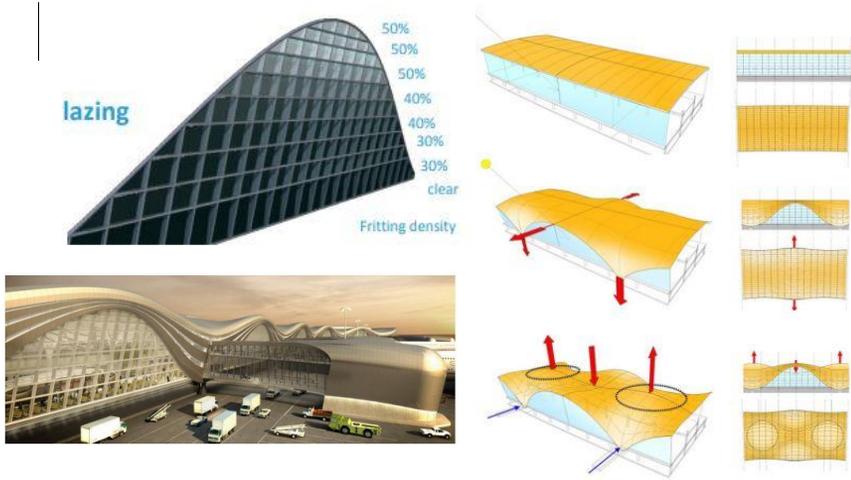
تعتبر المحطة مسترشدة بالأهداف البيئية ، حيث تحد المحطة من استخدام المياه من خلال دمج المناظر الطبيعية للمناخ الجاف.



الشكل: ( 45 ) توافق البيئة والتكنولوجيا في مطار أبو ظبي الدولي الجديد المصدر: [37]

كما تم دمج أنظمة البناء بالكامل مع نظام تبريد منخفض الطاقة من خلال تصميم غلاف المبنى الفعال حيث يعتمد تصميم المبنى على نهج MTB المستجيب للمناخ وتصميم الكتلة والتوجيه الذي يحقق انخفاضاً بنسبة 45% من اكتساب الحرارة الناتجة عن العوامل الخارجية من خلال:

- واجهة تظليل ذاتي .
- زجاج مزدوج منخفض الكفاءة عالي الكفاءة .
- استخدام مواد ذكية مستجيبة عالية الأداء .
- جدران وسقف منخفض القيمة على شكل U المستجيب لبيئة الفراغ الداخلية والخارجية [17]



الشكل (3-92) تصميم غلاف المبنى الفعال بالاعتماد على نهج MTB المستجيب للمناخ المصدر: [17]

-تحسين كفاءة استهلاك الطاقة والمياه بنسبة 14.5% بشكل عام من خلال تقليل استخدام الطاقة في :

- تخفيض 22% للإضاءة

- تخفيض 27% للتبريد

- تخفيض بنسبة 60% على نظام مناولة الأمتعة

- كما يتميز المبنى بما يلي:

• نظام التحكم في الإضاءة النهارية

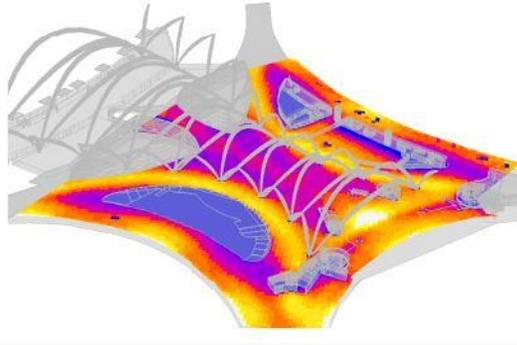
• مستشعرات الإشغال ودرجة الحرارة

• التركيبات والمعدات الموفرة للطاقة بما في ذلك جميع تكنولوجيا المعلومات أنظمة

الأمن والنقل العمودي والأمتعة

نظام المناولة والأجهزة الأخرى • نظام ترشيد استخدام المياه والطاقة الشمسية بشكل عام

بنسبة 45% . [17]



الشكل: (3-93) التحكم الطاقى-مطار ابو ظبي المصدر: [17]

الجدول: (3) الدراسة التحليلية لمطار أبو ظبي الدولي المصدر : عمل الباحث

نوع التأثير	نقاط التأثير	مطبق	غير مطبق	النتيجة
تأثير التكنولوجيا على تحقيق الوظيفة التصميمية للشكل المعماري	تصميم فراغات ذات لغة تعبيرية رمزية	√		ساعدت التكنولوجيا في
	انسيابية الفراغات	√		تصميم فراغات تعبيرية تتميز بالانسيابية والتتابع الفراغي
	التتابع الفراغي	√		
تأثير التكنولوجيا على المحددات الوظيفية للفراغات الداخلية للمطارات	تعديل وظائف	√		ساعدت التكنولوجيا المعلوماتية و الرقمية على إدخال أنواع جديدة من التكنولوجيا كالتقنيات الحديثة والتكنولوجيا البيو مترية التي تعتمد على القياسات الحيوية التي أحدثت تغييراً جذرياً في تصميم المحطة وأصبح من المطارات الذكية وأفضل المطارات في العالم
	إضافة وظائف	√		
	إلغاء وظائف	√		
	التأثير على الوظيفة	زيادة في المساحة	√	
		نقص في المساحة	√	
	تحقيق المنظومة الحركية	مطابقة مسافات السير للأسس العالمية	√	
		فصل حركة الركاب بسهولة الوصول وتوفير المعلومات	√	
	ايجاد مفاهيم تصميمية جديدة للفراغات	تحقيق متطلبات الأمن والسلامة	√	
		الفراغات الذكية	√	
		الفراغات التفاعلية	√	
		الفراغات الالكترونية	√	
	المرونة التصميمية	داخلية	√	
خارجية		√		
تأثير نظم الانشاء على الفراغات	ناحية وظيفية: المرونة التصميمية		√	أدى استخدام الأنظمة الإنسانية الحديثة الى تحسين تصميم الفراغ على مستوى نظام الإنشاء ومواد البناء وانعكاسها على نواحي جمالية و وظيفية وبينية ضمن الفراغات والمبنى
	ناحية بنية: التوافق البيئي	√		
	تأثير مواد البناء على تصميم الفراغات	ناحية وظيفية	√	
		ناحية بنية	√	
	توافق البيئة والتكنولوجيا (التعبير البيئي والاستجابة البيئية) لفراغات المطارات	تكيف الغلاف الخارجي للمبنى	√	
		استخدام المواد الذكية لتفاصيل الانشائية (أنظمة التظليل - التكيف)	√	
		دمج أنظمة البناء بالكامل مع أنظمة الطاقة	√	
			√	
<b>نسبة تأثير التكنولوجيا %</b>		<b>97 %</b>		

### 3-3 نتائج الدراسة التحليلية :

- اتجه تصميم كل من المطارين المدروسين الى وجود فراغ وظيفي مركزي مسيطر لصالة المغادرة يمكن وصفه كفراغ تفاعلي ذكي . يتفاعل فيها المسافرين مع التقنيات الحديثة . دون إلغاء استخدام كونتوارات شركات الطيران التقليدية.
- تم تحقيق المنظومة الوظيفية وتحسين الأداء الوظيفي في المطار بسبب استخدام تكنولوجيا ذاتية الخدمة والبوابات الذكية التي قللت وقت الانتظار وساعدت على انسيابية الحركة .
- وتم استخدام نظام المناولة الذي يضمن وصول الحقيبة قبل وقت الرحلة المحدد دون حدوث ضياع أو تأخير .

- تغيير تخصيص المساحات في الفراغات الوظيفية عن المطارات التقليدية بسبب تأثير التكنولوجيا بشكل يزيد الكفاءة التشغيلية . واستثمارها في الفراغات العامة والترفيهية.
- تم تصميم كل من المطارين المطار باستخدام التقنية المعدنية التي أثرت على الفراغات من الناحية الوظيفية (تصميم فراغات مرنة) والناحية الجمالية (تصميم فراغات جذابة) والناحية البيئية التي تقوم الأعمدة والتسقيف الفولاذي بتأمينها.

### 4-النتائج والتوصيات :

#### 1-4النتائج :

- أدى التطور التكنولوجي إلى ظهور عمارة مطارات اعتمدت على توظيف التكنولوجيا للتحكم في البيئة الداخلية والخارجية بما يتلاءم مع راحة المسافرين والمرونة الوظيفية والتشغيلية .

- أحدثت التكنولوجيا تغيير جذري في تصميم المحطات الحديثة وظهر عنها جيل جديد (جيل المطار الذكي) الذي له سمات محددة وتقنيات معينة تكاملت مع تصميمه الداخلي وتم الاعتماد عليها في تحسين الأداء الوظيفي لفراغات المطار .
- تعد أبنية المطارات من أكثر المباني التي أثرت التقنيات الحديثة والأنظمة التكنولوجية على أداء وظيفتها بكفاءة عالية .
- أصبحت الفراغات الداخلية للمطارات فراغات ذكية مستجيبة يتفاعل فيها المسافر مع التجهيزات الحديثة . حيث أدى اعتماد تكنولوجيا التقنيات الذكية كالخدمة الذاتية وتكنولوجيا القياسات الحيوية إلى تسريع معالجة المسافرين وتقليل أوقات الانتظار و توفير وقت راحة للمسافر يقضيه في الفراغات الترفيهية والاستثمارية .
- أدت التكنولوجيا الى تغيير مساحات الفراغات الداخلية بما يحقق مرونة التنظيم الوظيفي وتحسين الكفاءة التشغيلية . كما ساعدت تكنولوجيا الإنشاء على المرونة الخارجية وإمكانية التوسع المستقبلي عند تغير المتطلبات التصميمية .
- أدى ظهور تكنولوجيا الخدمة الذاتية الى تنوع الخدمات التي يقدمها المطار، والتي تلائم كل نوع من المسافرين حسب الخدمة التي يحتاجها والتي ساعدت في توجيه الركاب وتسهيل حركتهم.
- أدى نظام مناولة الحقائب وظيفية فرز وفحص الحقائب بأحدث التقنيات بحيث تضمن وصول الحقيبة الى الرحلة المحددة في الزمن المحدد دون ضياع او فقدان للحقائب الذي كانت تعاني منه أغلب المطارات القديمة .

- ساعد استخدام تكنولوجيا القياسات الحيوية التي تحدد الهوية بالاعتماد على السمات البيولوجية الى تحقيق أعلى معايير الأمن والسلامة .
- ساهمت تكنولوجيا البناء على تحقيق مرونة الفراغ المعماري من حيث توزيع العناصر الإنشائية واستخدام المواد الحديثة خفيفة الوزن التي تعطي مجازات كبيرة .
- يظهر تأثير عناصر تكنولوجيا البناء على الفراغ المعماري من حيث استخدام التغطيات الحديثة التي تحسن جودة البيئة الداخلية للفراغ .
- تعتبر حلول التكنولوجيا من أهم الحلول ليس فقط لمواكبة نمو أعداد المسافرين وإنما لتعزيز تجربتهم .

#### 4-2 التوصيات :

- يوصي البحث المعماريين بضرورة الاهتمام بأحدث تطورات التقنيات التكنولوجية الحديثة في المطارات .
- توجيه وزارة النقل الى تطبيق التقنيات الحديثة و تكنولوجيا القياسات الحيوية في المطارات القائمة أو في حال بناء مطارات جديدة .

## المراجع :

### المراجع العربية :

- [1] أيوب، ربهام .(2018). "عمارة الأبنية الذكية من منظور محقق لراحة المستعمل". المؤتمر العلمي الدولي الثاني : البناء والطاقة وال عمران. كلية الهندسة، جامعة الفيوم. مصر .
- [2] خليل ، وائل ، ( 2014 )، تأثير الثورة الرقمية على مجال الوظيفة والتشكيل المعماري، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني ، جامعة القاهرة ، مجلة البحوث الحضرية مجلد 12 . ص 4.
- [3] عبد الكريم ، دنيا جمعة.(2011). "التوجهات التكنولوجية الحديثة وتصميم محطات المطارات المعاصرة". مجلة الهندسة. مجلد 17- العدد 6. جامعة بغداد. كلية الهندسة. قسم الهندسة المعمارية. العراق . ص5.
- [4] علي، أسعد & محفوظ، جورج.( 2013). المواد الحديثة في الاكساءات الداخلية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية. 25 (1) . ص1-34 .

**المراجع الأجنبية :**

- [5] ACRP Report 25,(2010)- **Airport Passenger Terminal Planning and Design**. Vol 25(1). WASHINGTON. P178-179.
- [6] ACRP RESEARCH . (2021)- **Airport Biometrics** . REPORT 233. WASHINGTON. P 76-84.
- [7] Advisory Circular.(1988). **PLANNING AND DESIGN GUIDELINES FOR AIRPORT TERMINAL FACILITIES**. AC No: 150/5360-13A. Federal Aviation Administration .p 2 .
- [8] Ali,M & Moon,K.(2007). **Structural Developments In Tall Buildings: Current Trends and Future respects**. Architectural Science Review 5(3). University of Sydney.p205-223.
- [9] Ananta , Chayapoj Lee & Monpanthongb , Paithoon. (2021) - **Factors Influencing Airport Technology Selections in Each Service Touchpoint of Suvarnabhumi Airport**, Thailand. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. Vol.12 (13).
- [10] Aruna Rajapaksha & Dr. Nisha Jayasuriya .(2020),**Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation** , University of Kelaniya , Global Journals vol 20.P2 .
- [11] Hopstaken, Rene. Gaalen, Paul van.(2021). **How [1] COVID-19 will shape the future of passenger screening**. ACI Geneva. Switzerland.)(Airports Council International.
- [12] KORONIOTIS,N.MOUSTAFA,N.SCHILIRO,F.GAURAVARAM, P.& JANICKE, H. (2020). **A Holistic Review of Cybersecurity and Reliability Perspectives in Smart Airports**. Open Access journal. Vol 8,P:9. Australia.p16
- [13] MOHAMMED, Zahraa.(2022). **INTERACTIVE BASICS IN INTERIOR SPACE DESIGN PROCESSES**. Vol-4 (3). Rimak

International Journal of Humanities and Social Sciences. Istanbul. Turkey.

[14] Nimra Khan, Marina Efthymiou , **The use of biometric technology at airports: The case of customs and border protection (CBP)**, Dublin City University , International Journal of Information Management (2021), P9.

[15] Qasim. Mohammed, (2020) - **TECHNOLOGY AS PRINCIPAL IN FUNCTIONAL PLANNING AND ARCHITECTURAL DESIGN OF SMART INTERACTIVE TERMINALS**. Phd. Faculty of Architecture. Kiev National University of Construction and Architecture.P:7.

[16] Rajapaksha, Aruna & Dr. Jayasuriya ,Nisha , (2020) -Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation. University of Kelaniya. Global Journals vol 20.P5.

[17] Saad, Hana.(2017). **Abu Dhabi Airport Sustainable Airport in a Desert Environment** .ICAO Environment. Montreal. Canada.

[18] Sherif Mohamed & Sabry El Attar. (2013)."**Smart structures and material technologies in architecture applications**". Academic Journals, vol 8(31).

[19] Study AIRPORT DEVELOPMENT PLAN.(2016). **Appendix G Baggage Handling System**. SFO Airport Development Plan.

[20] Tyagi, Sarika, Lodewijks ,Gabriel, (2019)- **An Analysis of the Impact of Technology at the Airports from the Passenger's Perspective using the Delft Systems Approach** .University of New South Wales. Sydney. Australia.P2.

مواقع الانترنت:

[21] [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

[22] <https://www.britannica.com/technology/airport/Airport-security>

[23] <https://www.dezeen.com>

[24] <https://medium.com/@civilarchitectureconstruction/istanbul-new-airport-nordic-architects-turkey-2276ee0237fb>

<https://al-ain.com/article/united-arab-emirates-world-abudhabi-airport>

[25] <https://inf.news/en/aviation/dbaa0f7f1c71189b412525ffb859a3ef.html>

[26] <https://www.ribaj.com/products/abu-dhabi-international-airport-midfield-complex><https://albenaamag.com/2017/01/25>

[27] <https://www.spaceagency-design.com/abu-dhabi-airport-1>

[28] [https://www.airport-technology.com/projects/abu-dhabi-international-airport-midfield-terminal-abu Dhabi](https://www.airport-technology.com/projects/abu-dhabi-international-airport-midfield-terminal-abu-Dhabi)

[29] [https://www.airport-technology.com/projects/abu-dhabi-international-airport-midfield-terminal-abu Dhabi](https://www.airport-technology.com/projects/abu-dhabi-international-airport-midfield-terminal-abu-Dhabi)

[30] <https://inf.news/en/aviation/dbaa0f7f1c71189b412525ffb859a3ef.html>

[31] <https://www.airport-technology.com/projects/abu-dhabi-international-airport-midfield-terminal-abu>

[32] <https://www.skynewsarabia.com/middle-east>

[33] <https://24.ae/article/226978/6115>

[34] <https://24.ae/article/226978/615>

[35] <https://www.spaceagency-design.com/abu-dhabi-airport-1>

[36] <https://www.google.com/2Fcarpenterlowings.com>

[37] <https://www.spaceagency-design.com/abu-dhabi-airport-1-2>

[38] <https://inmapper.com/istanbul-airport>