



# FJE

## مجلة كلية الهندسة

المجلد 4- العدد 2- يوليو 2021

الناشر

كلية الهندسة - جامعة الفيوم - مصر

التقديم الدولي الالكتروني  
ISSN: 2537-0634

التقديم الدولي  
ISSN: 2537-0626

مجلة كلية الهندسة  
كلية الهندسة - جامعة الفيوم - الفيوم

هيئة التحرير

رئيس التحرير	وكيل الكلية لشئون الدراسات العليا والبحوث	أ.د. محمد عبد الكريم عبد الحميد
مدير التحرير	أستاذ متفرغ بقسم الرياضيات والفيزياء الهندسية	أ.د. / محمد عيسى سيد احمد
سكرتير التحرير	استاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية	أ.م.د./ أمير صالح المهدي
محرر مشارك	أستاذ الهندسة الكهربائية	أ.د./ رانيا أبو السعود
محرر مشارك	استاذ مساعد بقسم الهندسة الميكانيكية	أ.م.د. /اسلام هلالى عبدالعزيز
محرر مشارك	استاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية	أ.م.د./ احمد عبد العظيم
مسئول كمبيوتر	مدير مكتب عميد الكلية	الاعضاء (المالي - الإداري - الكمبيوتر)
مسئول اداري	رئيس قسم الدراسات العليا	أ./ فتحي محمد ذكي
مسئول مالي	أخصائي شئون مالية	د. مايسة حامد خليل
		أ./يوسف رمضان
		المنسق الفني
	مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية	م.م. الاء صلاح محمد أحمد

البريد الإلكتروني: ([fje@fayoum.edu.eg](mailto:fje@fayoum.edu.eg))

رقم الهاتف: 0842154762 / 0842154834

التقييم الدولي

ISSN: 2537-0626

التقييم الدولي الإلكتروني

ISSN : 2537-0634

## الأهداف ومجالات النشر

مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم (FJE) هي مجلة علمية متخصصة في المجالات الهندسة، وهي مجلة نصف سنوية تصدر عن كلية الهندسة - جامعة الفيوم وتهدف المجلة إلى نشر البحوث والدراسات النظرية والعملية في مجال العلوم الهندسية وتطبيقاتها، ونشر ثقافة البحث العلمي ودعم الباحثين والدارسين وتوفير منفذاً علمياً محكماً لإبداعاتهم وجهودهم البحثية، وتسعى المجلة إلى دعم التبادل الثقافي والعلمي في مختلف العلوم الهندسية وتطبيقاتها وإيجاد قنوات اتصال بين المتخصصين في مجال العلوم الهندسية والارتقاء بمستوى الدراسات والبحوث العلمية في مجال العلوم الهندسية بما ينعكس علي النشاط العلمي لجامعة الفيوم.

وتنشر مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم (FJE) الأبحاث العلمية في المجالات التالية:

- الهندسة المدنية بجميع تخصصاتها
- الهندسة المعمارية (تصميم معماري - تصميم عمراني - تخطيط عمراني)
- الهندسة الكهربائية بجميع تخصصاتها وهندسة الحاسبات
- الهندسة الميكانيكية بجميع تخصصاتها
- علوم الرياضيات والفيزياء الهندسية

والدعوة موجهة إلى الباحثين من جميع أنحاء العالم لتقديم أبحاثهم للنشر في مجلة كلية الهندسة - جامعة الفيوم (FJE) حيث تخضع الأعمال المقدمة للتحكيم السري، ويمكن قبول ونشر الأبحاث المكتوبة باللغتين العربية والإنجليزية في مجالات التخصص التي تعني بها المجلة وفق قواعد النشر والتحكيم بالمجلة.

البريد الإلكتروني: (fje@fayoum.edu.eg)

رقم الهاتف: 0842154762

0842154834

الرقم الدولي: ISSN 2537-0626

الرقم الدولي الإلكتروني: ISSN 2537-0634

طريقة كتابة البحث في صورته النهائية للنشر في المجلة

#### المواصفات العامة للبحث

مقاس الصفحة: B5 (JIS) - Portrait

متن البحث: يكتب متن البحث في عمودين بعرض 6.8 سم  
الهوامش: 3 سم من الأعلى، 2 سم من الجهة اليسرى، 2 سم من الجهة اليمنى، و2.5 سم من أسفل.  
نوع الخط: Times New Roman (للأبحاث باللغة الإنجليزية).  
Simplified Arabic (للأبحاث باللغة العربية)

#### العنوان الرئيسي

- توسيط
- حروف كبيرة
- حجم الخط 12
- Bold

#### العناوين الفرعية

- محاذة لليمين (للبحث باللغة العربية)
- محاذة للشمال (للبحث باللغة الانجليزية)
- حجم الخط 10
- Bold

#### محتويات الصفحة الأولى

- عنوان البحث
- اسم الباحث ووظيفته وجهة عمله وبريده الإلكتروني (توسيط، حجم الخط 10)
- ملخص البحث (لا يتجاوز 250 كلمة، ضبط (Justified)، حجم الخط 10، يحتوي الملخص على هدف الدراسة والمنهج وأهم النتائج)
- الكلمات الدلالية Keywords (حجم الخط 10، ضبط (Justified))

#### متن البحث

- يبدأ بعد الكلمات الدلالية مباشرة.
- ضبط Justified
- حجم الخط 10

#### الجدول أو المعادلات أو الصور أو الرسوم البيانية

تكون (توسيط، حجم الخط 9، بالنسبة للجدول الترقيم والتوصيف من الأعلى، ومن الأسفل بالنسبة للصور والرسوم البيانية)

#### المراجع

تتبع الطريقة العلمية لكتابة المراجع حسب أسلوب محدد:

- 1- بالنسبة للكاتب: اسماء المؤلفين - عنوان الكتاب - دار النشر - جهة النشر - التاريخ - البلد
  - 2- بالنسبة للمقال: اسماء المؤلفين - عنوان البحث - اسم المجلة - رقم المجلد "إن وجد" - صفحات النشر - التاريخ - البلد.
  - 3- بالنسبة للرسائل العلمية: اسم مؤلف الرسالة - عنوان رسالة الماجستير او الدكتوراه - الكلية- الجامعة - التاريخ - البلد.
- يرسل البحث في ملفات word files + pdf files
  - يرفق في صفحة مستقلة في نهاية البحث ملخص للبحث باللغة العربية إذا كان البحث مكتوب باللغة الإنجليزية والعكس.

#### العنوان البريدي:

مكتب وكيل الكلية للدراسات العليا والبحوث - كلية الهندسة - جامعة الفيوم

#### البريد الإلكتروني:

[emo00@fayoum.edu.eg](mailto:emo00@fayoum.edu.eg)

[fje@fayoum.edu.eg](mailto:fje@fayoum.edu.eg)

#### رقم الهاتف:

0842154762

0842154834

## أسماء المحكمين

التخصص	الجهة	الاسم
علوم وتكنولوجيا البناء	رئيس قسم العمارة - مركز بحوث الإسكان والبناء	أ.د. إبراهيم الدميري
	عميد كلية الهندسة بالمطرية جامعة حلوان	أ.د. رنده رضا كامل
	كلية الهندسة جامعة الفيوم	أ.د. شريف صبري العطار
	كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. هشام سامح حسين سامح
التصميم والتخطيط البيئي	مدير المكتب الإقليمي للأمم المتحدة للمستوطنات البشرية UN-HAPITAT بالمملكة العربية السعودية	أ.د. أيمن الحفناوي
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.د. / إيهاب محمود عقبة
	مدير معهد التدريب والدراسات الحضريّة UTI مركز بحوث الإسكان والبناء	أ.د. دعاء الشريف
	كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان	أ.د. شريف البناني
	كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د. عادل ياسين
	عميد كلية التخطيط الإقليمي والعمراني جامعة القاهرة	أ.د. عباس الزعفراني
	وكيل معهد الدراسات البيئية - جامعة عين شمس	أ.د. ماجدة عبيد
	عميد كلية العمارة الجامعة اللبنانية	أ.د. / محمد الحاج
	كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. مؤمن عفيفي
	عميد كلية العمارة والتصميم والبيئة المبنية- جامعة بيروت العربية - لبنان	أ.د. / ابتهاج بسطويس
التخطيط والتصميم العمراني والإسكان	وكيل كلية التخطيط الإقليمي والعمراني جامعة القاهرة	أ.د. / أحمد عبد الله محمد عبد الغني
	رئيس قسم العمارة - كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د. حسام البرميلي
	كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. رويدة رضا كامل
	كلية التخطيط الإقليمي والعمراني - جامعة القاهرة	أ.د. / سعاد يوسف حسنين بشندى
	عضو المجلس الأعلى للتقافة - كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. / سيد التوني
	كلية الهندسة جامعة الأزهر	أ.د. / محمد عبد العزيز
	كلية الهندسة بالمطرية جامعة حلوان	أ.د. / محمود طه
	كلية الهندسة جامعة الفيوم	أ.د. / مهجة إمامي
	وكيل كلية الهندسة بالمطرية جامعة حلوان	أ.د. هانئة حمدي
	كلية الهندسة - جامعة المنيا	أ.د. / مهند محمد محمد العجمي
	كلية الهندسة جامعة الفيوم	أ.د. / هشام محمود عارف
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.د. / وليد حسين علي حسين
	رئيس قسم العمارة كلية الهندسة جامعة عجمان - الإمارات العربية المتحدة	أ.د. / جهاد عوض
	كلية الهندسة - جامعة المنوفية	أ.د. / إيمان عيد
كلية الهندسة - الجامعة البريطانية	أ.د. / خالد دويدار	
كلية الهندسة - جامعة القاهرة	أ.د. / زينب شفيق	
رئيس قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة بالجامعة اللبنانية - لبنان	أ.د. / سمر مكي حيدر	
رئيس قسم العمارة الأكاديمية البحرية	أ.د. / شريف الفقي	
نائب رئيس جامعة آل البيت - المملكة الأردنية الهاشمية	أ.د. / علي أبو غنيمه	
كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.د. / علي عصام الشاذلي	
مدير مركز هندسة الآثار - كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. / محمد حسين عبد القادر	

	رئيس قسم العمارة - كلية الهندسة جامعة الفيوم	أ.د/ منى حسن سليمان
	كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان	إ.د/ محمد علاء عادل مندور
الهندسة المدنية	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	إ.د/ محمد العسلي
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	إ.د/ مجدى على عبد العزيز
الهندسة الانشائية	مركز استشارات وبحوث التنمية والتخطيط التكنولوجى - جامعة القاهرة	إ.د/ أسامة عبد الغفور هدهد
هندسة التشييد والبناء	المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	أ.د/ سامح عبدالعزيز محمود البيطار
الهندسة الكهربائية	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	إ.د/ رانيا ابو السعود
	كلية الهندسة - جامعة المنيا	أ.د/ عادل عبدالباسط محمد
	هيئة الطاقة الذرية	إ.د/ احمد حسن كامل على مدين
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	إ.م.د/ جلال نديم
ميكانيكا التربة	كلية الهندسة	إ.د/ محمد بحر
	كلية الهندسة بالمطرية - جامعه حلوان	إ.م.د/ ألفت عبد الغنى سليمان
الهندسة المعمارية	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.م.د. أمير صالح المهدي
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.م.د. شيماء أحمد مجدي
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.م.د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوى
	كلية الهندسة بالمطرية - جامعه حلوان	إ.م. د./ منى عجور
	كلية الهندسة - جامعة عين شمس	أ.م.د./ ليلي محمد محمد خضير
	كلية الهندسة - جامعة بنها	إ.م.د./ زينب فيصل عبد القادر
	كلية الهندسة - جامعة الفيوم	أ.د. حازم علي عطية
الرياضيات والفيزياء الهندسية	كلية الهندسة - جامعة القاهرة	إ.د./ مصطفى أحمد معوض عابدين

الصفحة	المحتوي
9	أنظمة توصيف المنتج البيئي و تأثيرها على الأداء الإقتصادي للمباني د.م/ عمرو سليمان الجوهري د.م/ شيرين عمر خشبة
23	البرمجة الخطية كمدخل لحساب المساحات الامثل للبرنامج الفراغي أثناء مرحلة البرمجة المعمارية للمشروعات أ.د. شريف محمد صبري العطار أ.م. د. محمد سعيد مصيلحي م.م. ابراهيم دسوقي عبدالله
35	فكر المحاكاة البيئية كأداة لتخطيط وتصميم التجمعات العمرانية المستدامة "مقارنة لنماذج برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني" م. الهام فتحي امام محمد أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة أ.د. مهجة إمام إمبابي د/ ايمان بدوي احمد
56	التخطيط البيئي للمناطق الصناعية في مصر د/ وسام مصطفى إمام محمد
72	النموذج الرياضي لإعداد البرنامج الفراغي للمشروعات محددة الميزانية دراسة تطبيقية على مبني إداري بجامعة الفيوم أ.د. شريف محمد صبري العطار أ.م. د. محمد سعيد مصيلحي م.م. ابراهيم دسوقي عبدالله
87	منهج لتحسين فاعلية الطاقة في المباني من خلال تطبيق تقنيات الهندسة القيمية أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة أ.د.م/ محمد سعيد مصيلحي السيد م. مها محمود ربيع محمد الفخزاني
104	تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة فى المباني السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة) أ. د. مني حسن سليمان أ. م. د. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي م . رنا رأفت محمود أحمد
122	تصنيف النباتات الطبية والعطرية والمخدرة بإستخدام شبكة عصبية إصطناعية م. مارجریت عبد المالك أ.د./ رانيا احمد أبو السعود أ.م.د./ احمد نشأت
139	معدلات نقل الرواسب في منطقة المنشآت المائية البعيدة و المتاخمة للشاطئ م./ محمد عبدالناصر السيد مرتضى أ.د./ محمد عيسى سيد أحمد د./ محمد أحمد مراد د./ أحمد محمد عبدالنواب القيسي
157	دراسة عملية لسلوك الكمرات الخرسانية المسلحة بقضبان من البوليمرات المسلحة بألياف البازلت أ.د./ جيهان أ. حمدي د. داليا ف. عرفة

## الهندسة المعمارية

## أنظمة توصيف المنتج البيئي و تأثيرها على الأداء الإقتصادي للمباني

د.م/ عمرو سليمان الجوهري

مُدّرس بقسم الهندسة المعمارية بالأكاديمية الحديثة - مصر - archgohary@gmail.com

د.م/ شيرين عمر خشبة

مُدّرس بقسم الهندسة المعمارية بالكلية الكندية الدولية CIC - مصر - shereen\_omar@cic-cairo.com

### ملخص البحث:

مادة البناء تُعد من العناصر المؤثرة على تطور النتائج المعماري في كل العصور, ومع زيادة تكلفة إنتاج الطاقة في السنوات الأخيرة بسبب الندرة وزيادة الطلب عليها وقلة التطبيقات التي تعتمد علي توظيف الطاقات المتجددة , أدى إلي إرتفاع **التكلفة الأولية للمبني** بسبب إرتفاع **تكلفة الطاقة المُدمجة الأولية** , والذي أدى بشكل مباشر إلي عزوف المصممين المعماريين والمستثمرين عن التطبيقات البيئية والمستدامة في صناعة المباني. وفي ظل التوجه العالمي لزيادة القيمة المضافة للمباني **Added Value of Buildings** عن طريق الإعتدال علي التطبيقات البيئية والمستدامة , و الضرورة الملحة للدول النامية في الإستفادة من هذه التطبيقات لمواجهة التحديات الإقتصادية , وفي ظل محاولات الباحثين في المجال المعماري والمنظمات العالمية المعنية في كيفية تضمين البُعد الإقتصادي داخل أنظمة تقييم المباني البيئية والمستدامة , كانت فكرة البحث في **عمل دراسة لإمكانية تطبيق أنظمة توصيف المنتج البيئي Environmental Product Declarations (EPD) في تحسين اقتصاديات مواد البناء** , وهو توجه عالمي جديد يعمل بمثابة بطاقة تعريف تحمل مجموعة من المعلومات عن **مواد البناء والمنتجات** تُساعد في التعرف علي المادة بشكل يساعد علي تحسين كفاءة إستغلالها وذلك بهدف تنمية الوعي المعماري بشكل يساهم في سهولة إتخاذ القرارات التصميمية والتي تُراعي البعد الإقتصادي والبيئي معاً وتقليل العبء علي الموارد لتقليل التكلفة الأولية وتكلفة التشغيل والتخلص , وكذلك البدء في تكوين قاعدة بيانات Data base تحتوي علي توصيف واضح للمواد المحلية المصرية الشائع إستخدامها في صناعة عناصر المبني المختلفة.

**الكلمات الدلالية:** أنظمة توصيف المنتج البيئي EPD - قاعدة تصنيف المنتجات PCRs - مواد البناء Building Materials - مراحل التكلفة - الطاقة المُدمجة - نظام تقييم المباني البيئية والمستدامة LEED - تقييم دورة حياة المواد LCA

### مقدمة

للمنتجات التي تقدم التحسينات البيئية أو التي تمتلك الشفافيه فيما يتعلق بالمعلومات البيئية للمنتج. وقد أدى ما سبق ذكره إلى ظهور 439 علامة وشهادة بيئية في 197 دولة ، أي ما يعادل 25 قطاعاً صناعياً (1) ، و من ثم فهذا البحث يتناول إشكالية الدمج بين البُعد الإقتصادي والبُعد البيئي من خلال دراسة تأثير وإمكانية تطبيق أنظمة توصيف المنتج البيئي **Environmental Product Declarations (EPD)** على مواد البناء , و مادة البناء هي المكون الأساسي لأي مشروع والتي تؤثر على عناصر تكلفة المبني , وهذا التوصيف من الأساليب التي تتميز بالشفافية ومُعتمده لتوضيح الأثر البيئي سواء سلباً أو إيجاباً , سعياً لزيادة القيمة المضافة للمباني ,

تستهلك صناعة التشييد والبناء كميات كبيرة من المواد والتي تستهلك الكثير من الطاقة في مراحل الإستخراج والتصنيع والتغليف والنقل , ومع تطور العلاقة بين مادة البناء والطاقة في العمارة عبر العصور المختلفة من كونها أولية بسيطة وتطورت حتى أصبحت فائقة التعقيد في عصرنا الحديث , فكان لابد من إخضاع هذه المواد للتقييم والتوصيف كما أن اختيار المواد ذات الإستهلاك المرتفع في الطاقة في مرحلة إنشاء المبني يؤثر تأثيراً واضحاً في تكلفة الإنشاء وخاصة بعد تضاعف تكلفة إنتاج الطاقة سواء من المصادر المتجددة أو الغير متجددة , ومن ثم فإن المنظمات الخاصة والمنظمات العامة تعطي الأولوية

المشروعات ككل ، للخروج بمجموعة من النتائج والتوصيات التي تشكل مدخلا للإستفادة من أنظمة توصيف المنتج البيئي EPD لتحسين التكلفة الإقتصادية والبيئية للمبنى والوصول إلى تحقيق أهداف البحث. والشكل رقم (1) يوضح منهجية البحث.



شكل رقم 1 يوضح المنهجية المتبعة في البحث والتي تعتمد على المنهج النظري و التحليلي. المصدر : الباحث

## التعريف بمادة البناء في العمارة **Building Materials in Architecture**

هي تلك المواد التي يعتمد عليها المعماري في تجسيد مبادئه، ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية بجانب العوامل المؤثرة الأخرى كالعوامل السياسية والاجتماعية والإقتصادية التي ساعدت على تطور العمارة في العصور المختلفة (2) .  
وصنفت مواد البناء إلى عدة تصنيفات ولكن من أهمها وأشملها وأنسبها لموضوع الدراسة هو تصنيف مواد البناء من حيث طبيعة المادة والتي صنفت المادة إلى:-

- **المواد الطبيعية Natural Materials**: وتشمل (الأحجار - المواد العضوية كالأخشاب - مواد التربة)

وتسهيلا لعملية إختيار المنتج والمواد المناسبة مع طبيعه المشروع إلى جانب أنها تؤثر إيجابيا على قيمة المبنى الإقتصادي.

## أهداف البحث والمنهجية

يستهدف البحث تحقيق مجموعة من الأهداف (الرئيسية والثانوية) وكذلك إتبع المنهجين النظري والتحليلي لتحقيق أهداف البحث كما يلي:

### أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحويل عملية إنشاء المباني من كونها تقليدية إلى كونها مستدامة عن طريق تحقيق بعض الأهداف الثانوية مثل 1- رفع كفاءة مواد البناء لتحويلها من مجرد مواد تقليدية إلى مواد موصفة بيئياً وحاصلة أيضاً علي شهادة التوصيف البيئي EPD . 2- الإستفادة من آليات التوصيف EPD في مساعدة المصمم المعماري في الإختيار الجيد لمواد البناء بشكل يحسن الأداء الإقتصادي والبيئي للمبنى علي مدار دورة حياته. 3- تقليل الطاقة المدمجة الأولية لتحسين الأداء الإقتصادي لمواد البناء . 4- رفع الكفاءة الإقتصادية والبيئية للمباني وذلك برفع القيمة المضافة.

ومن هذا المنطلق يفترض البحث أن تنمية الوعي المعماري بمجموعة العناصر التي توصف المنتج البيئي Environmental Product Declarations (EPD) ووضعها في إطار التطبيق العملي يحسن من تكلفة المبنى وخاصة التكلفة الأولية للمبنى ، ويحقق إستدامة الموارد البيئية والحد من الخلل في المنظومات البيئية.

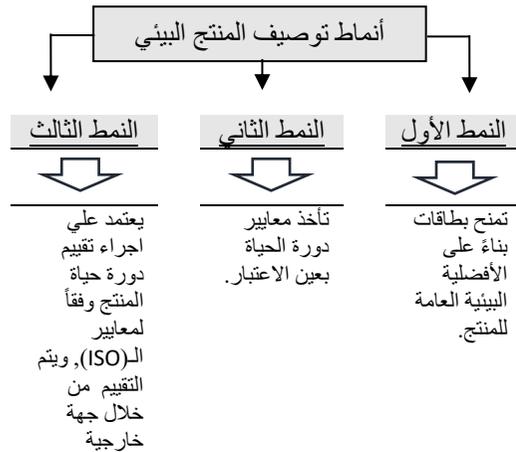
### منهجية البحث

إنتهج البحث المنهجين النظري والتحليلي لدراسة مراحل وعناصر إجراء توصيف المنتج البيئي EPD والتركيز علي إرتباط هذه العناصر بالمجال المعماري وعلاقة أنظمة توصيف المنتج البيئي بأنظمة تقييم دورة حياة المواد Life Cycle Assessment (LCA) وبأنظمة الريادة لتقييم المباني البيئية والمستدامة وخاصة الـ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) كأمم آليات التقييم العالمية في مؤخر والأوسع إنتشارا ، و تحليل أثره على

الفعلية كانت فكرة توصيف المنتج البيئي Environmental product declaration (EPD) ويكون هذا التوصيف في شكل بطاقة او ملصق يوضع على المنتج يعمل بمثابة تقرير عن الأداء البيئي للمنتج على مدى دورة حياته، ويتم التقييم بشكل مستقل وحيادي وهي مصممة لتكون نزيهة وليست أداة تسويقية.

### أنماط توصيف المنتج البيئي EPD Types

ظهر مفهوم توصيف المنتج البيئي Environmental product declaration (EPD) كتنوير لعدد من الآليات لتوضيح الجوانب البيئية للمنتجات أغلبها في إطار معايير ISO 1402X , ويصنف توصيف المنتج البيئي إلى ثلاث أنماط (5) كما هو موضح بالشكل رقم (2).



شكل رقم 2 يوضح الأنماط المختلفة لتوصيف المنتج البيئي

المصدر: بتصرف الباحث M. Fet et al, "Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products": experiences from a case study of furniture production, pp 201, June (2009).

من الشكل السابق (2) نجد أن النمط الثالث يعطي معلومات بيئية أشمل وموضوعية ومحددة عن المنتجات في شكل يسمح بالمقارنة بين المنتجات التي تحقق وظائف متطابقة لضمان الإختيار الجيد والأمثل للمنتج , وهذا النمط هو الأقرب والأشمل والأدق للدراسة المعمارية وخاصة دراسة مواد البناء , ويساعد

- المواد المخلوطة Mixed Materials: وتشمل (الخرسانة - المواد الطينية المخلوطة)

- المواد المصنعة Fabricated Materials: وتشمل (المعادن بأنواعها الحديدية وغير الحديدية - اللدائن - الحراريات والسيراميكات) (3) .

وتستهلك مادة البناء مجموعة من الطاقات في كل مرحلة من مراحل إنشاء المبنى من بداية التصميم وحتى التخلص من المبنى في نهاية عمره وهي كالتالي:

**المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل البناء:**

- الطاقة المدمجة Embodied Energy : وهي الطاقة المستهلكة في إستخراج وصناعة وتغليف مواد البناء .

- الطاقة الرمادية Gray Energy : وهي الطاقة المستهلكة في نقل وتوزيع مواد البناء من المصنع إلى موقع البناء .

**المرحلة الثانية: مرحلة أثناء البناء:**

- الطاقة المسببة Induce Energy : وهي الطاقة المستهلكة في عمليات والبناء .

- طاقة التشغيل Operating Energy : وهي الطاقة المستهلكة في تشغيل المبنى.

**المرحلة الثالثة: مرحلة ما بعد البناء (نهاية عمر المبنى):**

- طاقة التخلص والإحلال Disposal Energy : وهي الطاقة التي تستهلك في هدم والتخلص من المباني في نهاية عمره (4).

### توصيف المنتج البيئي (EPD)

في ظل زيادة الوعي بالتغير المناخي وقله مصادر الطاقات الغير متجدده و حتمية الأتجاه نحو التصميم البيئي والمستدام كان التحسين البيئي لمنتجات البناء هو أولوية واضحة في السياسات العالمية، فظهرت الحاجة الى طريقه أو منهج لتقييم الأداء البيئي لمواد البناء. فظهر نظام تقييم دورة الحياة Life Cycle Assessment (LCA) لمواد البناء الذي انتشر عالمياً كطريقه لتقييم تأثير إنتاج المواد على البيئه من خلال تقييم دورة حياة LCA تلك المواد , ولوضع هذه الألية في إطار التطبيق

## إجراء تقييم دورة الحياة **Conduct a life-cycle assessment**

إهتمت أكثر من جهة عالمية بإيجاد تعريفات علمية واضحة لتقييم دورة الحياة LCA وذلك من خلال إطلاق مبادرة دورة الحياة من قبل مجموعة من الجهات , ولعل من أهمها تعريف وكالة حماية البيئة The Environmental Protection Agency (EPA) وهو عبارة عن نهج من المهد إلى اللحد From Cradle to Grave لتقييم النظم الصناعية خلال جميع مراحل دورة حياة المنتجات.

وتعددت متغيرات وأساليب وطرق التقييم بنظام تقييم دورة الحياة في المجال المعماري وذلك حسب طبيعة المنتج المراد توصيفه وهي كالتالي:

### أ - من المهد إلى اللحد **From Cradle to Grave**

وهو تقييم كامل دورة الحياة من بداية (إستخراج المادة الخام) أي "المهد Cradle" مروراً بمرحلة استخدامها (البناء والتشغيل) ووصولاً لمرحلة التخلص منها "اللحد Grave" في نهاية عمر المبنى (8) وهذا الأسلوب أسلوب تقليدي لتقييم دورة حياة مواد البناء والتي تنتهي عندها صلاحية استخدام المواد بانتهاء عمر المبنى وهدمه وبالتالي تتحول المواد إلي مخلفات صلبة تمثل عبء على البيئة وتحتاج إلي أماكن للتخلص منها عن طريق الدفن أو الحرق.

### ب - من المهد إلى البوابة **From Cradle to Gate**

ويقصد "بالبوابة Gate" في هذا الأسلوب ببوابة المصنع فهو تقييم دورة حياة المادة من الإستخراج "المهد Cradle" إلى "بوابة المصنع Gate" أي قبل أن يتم نقله إلى المستهلك. وهذا الأسلوب خاص بتقييم بعض تجهيزات المباني أو الوحدات سابقة التجهيز مثل الحوائط الزجاجية وأنظمة الأسقف والأطر الحاملة وغيرها والتي يتم بعد ذلك إدخالها في إجراء تقييم كامل من المهد إلى اللحد في المبنى بأكمله.

### ت - من المهد إلى المهد **From Cradle to Cradle**

وهذه الطريقة تهدف إلي تقليل الأعباء على البيئة في نهاية عمر المبنى وتحقق إستدامة الموارد من مواد وطاقت من خلال إعادة التدوير لمخلفات الهدم أو إعادة إستخدامها مرة أخرى وهذا

علي تحقيق أهداف البحث , فهو يتيح معرفه الأثر السلبي والأيجابي لمواد البناء على البيئة , وبالتالي إيجاد فرص لأمكانية تحسين وتطوير المنتج بيئياً وإقتصادياً وتقليل المخلفات.

## أليات إجراء توصيف المنتج البيئي **EPD process**

هناك عدة مراحل لتوصيف المنتجات بيئياً وهم: 1- تحديد قواعد تصنيف المنتجات. 2- تحديد أهداف التوصيف وجمع المعلومات 3- إجراء تقييم دورة الحياة. 4- إعداد تقارير توصيف المنتج البيئي (6).

## تحديد قواعد تصنيف المنتجات **Product Determine Category Rules (PCRs)**

وهي مستندات توفر المعلومات والقواعد والمتطلبات والإرشادات اللازمة لتوصيف المنتج بيئياً (7) و يجب عمل وتطوير تلك القواعد بطريقة مقبولة دولياً بشكل يتسم بالشفافية والمشاركات الفعالة مع الشركات والمنظمات والمؤسسات أو الأفراد في حال لديهم الخبرة والكفاءة اللازمة لوضع قواعد تصنيف المنتجات وخاصة ما تخص المجال المعماري.

## تحديد أهداف التوصيف وجمع المعلومات **Scoping and Data Collection**

تختلف الإستخدامات وتعدد فيما يخص المواد والمنتجات بشكل عام نظراً لإختلاف الخصائص الفيزيائية لكل مادة , ولكن مادة البناء لها طبيعة خاصة تختلف عن أي مادة يمكن أن تستخدم في صناعة أخرى , فرغم أنها تحمل نفس الخصائص الفيزيائية إلا أنها متعددة الإستخدامات داخل عناصر المبنى الواحد , علي سبيل المثال الأخشاب سواء أكانت طبيعية أو مصنعة يمكن أن تتعدد إستخداماته داخل أي عنصر من العناصر الستة المكونة لأي مبنى وهي (الموقع - الهيكل الإنشائي - القواطع الداخلية - الغلاف الخارجي - التشطيبات - الفرش والخدمات).

لذلك يجب التعريف الجيد للمنتج وتحديد خصائصه الفيزيائية بشكل سليم لكي يتم الإختيار الجيد للمادة المناسبة لعنصر المبنى المراد تنفيذه بشكل يحقق إتخاذ القرار الإقتصادي السليم وكذلك ضمان إستدامة المورد من خلال قواعد تصنيف المنتجات (PCRs).

فلا بد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص مصادر وأليات إستخراج المواد الخام لأن إختلاف المصادر والأليات يؤثر بشكل كبير علي إقتصاديات مادة البناء كمنتج وبالتالي تؤثر علي تكلفة المبني ككل وخاصة التكلفة الأولية.

#### ب- إنتاج المادة الخام **Production Process**

وتنقسم هذه المرحلة إلي جزئين , الأول خاص بتصنيع المادة الخام والأخر خاص بتصنيع المنتج , أما عن تصنيع المادة الخام فهي تلي مرحلة استخراج المواد من مصادرها المختلفة, حيث تحول المواد الأولية Raw materials إلي المواد الأساسية Basic Materials وإنتاج المواد ومنتجات البناء المختلفة (9) , وعلي سبيل المثال في مجال التشييد والبناء تحتاج الأحجار إلي عمليات التقطيع والنهذيب والتلميع لتهيأتها للإستخدام , والمعادن تحتاج إلي عمليات الصهر والتشكيل لإنتاج السبائك.

أما عن تصنيع المنتج , فهذا النشاط في مجال التشييد والبناء خاص بتصنيع بعض تجهيزات المباني أو الوحدات سابقة التجهيز مثل الحوائط الزجاجية , والأطر الحاملة , والأجهزة الصحية , والفتحات , والخلايا الشمسية , وغيرها من الأنظمة , وفي تقييم دورة حياة المبني يسمي تقييم هذا النشاط بتقييم المهد إلي البوابة From Cradle to Gate ويقصد بالبوابة هنا (بوابة المصنع) الذي يصنع فيه تجهيزات المبني (10).

فلا بد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص أليات وأساليب التصنيع لمواد وعناصر المبني المختلفة لأن إختلاف تكنولوجيا التصنيع تؤثر بشكل كبير علي إقتصاديات مادة البناء كمنتج وبالتالي تؤثر علي تكلفة المبني ككل وخاصة التكلفة الأولية.

#### ت-نقل وتعبئة وتغليف المنتجات **Product Handling**

تعتبر من أهم العناصر التي تؤثر علي إقتصاديات المنتج , فأسلوب النقل والتعبئة والتغليف الجيد يحافظ علي جودة المنتج ويقلل الهالك , وتسمى الطاقة التي تستهلك في عمليات التوزيع والنقل كما ذكرنا في تعريف مادة البناء في العمارة بالطاقة الرمادية Gray Energy.

الأسلوب مثل الأسلوب الأول "من المهد إلى اللحد From Cradle to Grave ولكن عند خطوة التخلص النهائي أو نهاية دورة حياته تكون بداية عملية إعادة التدوير .

ومن عملية إعادة التدوير تنشأ منتجات جديدة مطابقة أو مختلفة تشكل بداية دورة حياة جديدة ليحقق مفهوم الدائرة المغلقة Closed Cycle أو من المهد إلى المهد From Cradle to Cradle , والتي تساهم بشكل كبير في استدامة مواد البناء والحفاظ علي مصادرها (10).

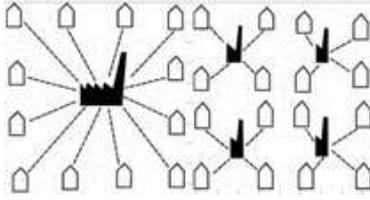
فلا بد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص تقييم دورة الحياة للمنتج لمعرفة أسلوب التقييم والتوصيف المناسب لإتخاذ القرارات الإقتصادية والبيئية السليمة.

#### إعداد تقارير توصيف المنتج البيئي **Prepare report for EPD**

تحتوي بطاقة التوصيف البيئي للمنتج على مجموعة من المعلومات الأساسية والمتغيرة بسبب إستخدامات المواد والمنتجات بشكل عام وخاصة في المجال المعماري وإختلاف ظروف كل مادة من المواد وهذه المعلومات مرتبطة بدورة حياة مواد البناء وهي كالتالي:

#### أ- إستخراج ومصادر المواد الخام **Extraction of Raw Materials**

إستخراج المادة الخام من مصادرها هي عملية البحث عن المصادر المناسبة للمواد الخام بشكل يحقق كميات كبيرة من الخام بأقل استخدام للمعدات وبأقل إستهلاك للطاقة لتحسين إقتصاديات المادة المراد إستخراجها , ففي المجال المعماري وقطاع التشييد والبناء فهي صناعة تعمل على استغلال المحاجر والرمال والطين والصخور الصلبة , أو مواد مماثلة من الأرض لإستخدامها في صناعة مواد البناء , وتشمل معالجة وتخزين تلك المواد, وتعد عملية استخراج المواد الأولية في حد ذاتها احد أهم مصادر تدمير البيئة الطبيعية , سواء من عملية التعدين كما في المعادن والبترول أو من المصادر الطبيعية المتجددة مثل الأخشاب , و تتطلب عملية الإستخراج كميات كبيرة من الطاقة لتشغيل المعدات.



شكل رقم 3 يوضح الفرق بين المركزية واللامركزية في تصنيع وتوزيع المواد. المصدر: Berge B, " The Ecology of Building Materials", P19, (2009).

لذلك يجب أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص أسلوب نقل المنتج والوسيلة المستخدمة وطريقة التعبئة والتغليف بكل شفافية لأن ذلك التوصيف سوف يشجع علي الإعتدال علي المادة المحلية وإتخاذ القرارات التصميمية السليمة التي تقلل من التكلفة الأولية للمبنى.

### ث- العمر الافتراضي للمنتج Use Age

لكل منتج من المنتجات أو أي مادة من المواد لها بعمر افتراضي طبقا لخصائصها الفيزيائية وأسلوب تركيبها وإستخدامها , فطبيعة المباني كمنتجات أنها يمكن أن تبقى لعشرات بل مئات السنين, وهذا ما وضعنا في أشكالية إقتصادية وبيئية بسبب إفتقار الوعي المعماري لإدراك العلاقة بين العمر الافتراضي والعمر الإنتقاعي لأي مبني , فأثبتت الدراسات التحليلية علي عينات عشوائية لمجموعة من المباني أن العمر الإنتقاعي يمثل ثلث العمر الافتراضي فيتراوح العمر الافتراضي لأي مبنى حوالي 100 عام في حين أن الدراسات أثبتت أن العمر الإنتقاعي للمبنى في المتوسط حوالي 30 عام , فيتعرض هذا المبنى للهدم لإعادة إستغلاله مرة أخرى في وظائف جديدة. فكان لابد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص العمر الافتراضي للمواد والمنتجات لكي يتم الإختيار الجيد للمواد وإتخاذ القرار الإقتصادي والبيئي السليم ومساعدة المعماري في صناعة تصاميم معمارية تحترم العلاقة بين العمر الافتراضي والعمر الإنتقاعي بشكل يؤثر بشكل إيجابي علي قراره التصميمي ويقلل من التكلفة الأولية للمبنى.

وتعتبر عمليات النقل ضمن كل أنشطة دورة حياة المبنى , وتعد عمليات النقل من أهم عوامل نجاح عمليات إنتاج المواد , ورغم أهمية عمليات النقل إلا أنها تزيد من الطاقة المستهلكة طبقا للمسافة , وكذلك يصدر عنها إنبعاثات كربونية ضارة , والجدول (1) يوضح مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد الإنشاء بإستخدام وسائل النقل تبعا لنوع الوقود.

جدول رقم 1 يوضح مقدار الطاقة المستهلكة لنقل مواد الإنشاء بإستخدام وسائل النقل تبعا لنوع الوقود المصدر : " Berge B, The Ecology of Building Materials", P19, (2009).

طبيعة الوقود	الطاقة المستهلكة بالميجا جول/طن/كم	وسيلة النقل
وقود حفري	36-33	النقل الجوي
وقود حفري	2.2-0.8	النقل البحري
وقود حفري	0.9-0.3	النقل البري
وقود حفري	0.9-0.6	القطارات
كهرباء	0.4-0.2	

ومن الجدير بالذكر أن نقل المنتجات ومواد البناء من أماكن الإنتاج إلي مراكز التوزيع الإقليمية أو تجار مواد البناء تستهلك كميات كبيرة من الطاقة في حالة المواد المركبة , حيث تمثل 50% من الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy , وتزداد تلك النسبة في حالات استيراد مواد البناء , بينما تقل في حالات الإنتاج المحلي الذي يقلل أيضا الأعباء والتأثيرات البيئية لتلك المواد (8), لذلك ينصح بتطبيق اللامركزية في صناعة المواد والإعتماد علي المواد المحلية لتقليل الطاقة الرمادية المستهلكة كما هو موضح بالشكل رقم (3).

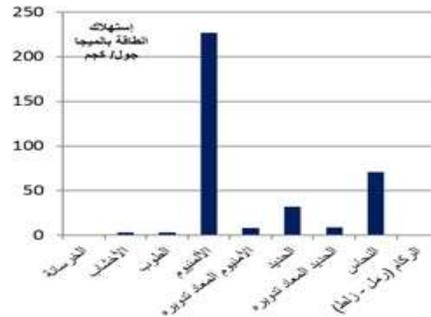
أما عن التغليف, فتستهلك عمليات تغليف المنتجات كميات من الطاقة ضمن الطاقات المدمجة Embodied Energy , ومن أهم فوائدها الحفاظ علي المنتج وتقليل الهالك أثناء النقل , ولكن من مشكلات التغليف أنه يستهلك كميات كبيرة من المواد في تغليف مواد البناء وإعدادها للتوزيع, والتي يتم التخلص من معظمها عن طريق الحرق رغم أن بعض هذه المواد يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى أو تحويلها لطاقة حيوية Biomass.

### ج- المزايا الخاصة Special Effects

تتمثل المزايا الخاصة لأي منتج أو مادة مثلا في (قدرتها في تحمل الحرارة - تحمل الرطوبة - المتانة - بعض الإضافات لتحسين الخصائص والأداء - مقاومه الحريق- إلخ) , فلا بد أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص المزايا الخاصة للمواد والمنتجات لكي يتم الإختيار الجيد للمواد وإتخاذ القرار الإقتصادي والبيئي السليم

### ح- إمكانية إعادة الإستخدام أو التدوير في نهاية حياة المنتج End-of Life (Re-use or recycling)

يجب أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تحدد مدى إمكانية إعادة إستخدام أو تدوير أو تجديد أو تحسين المنتج لتأثير هذه المعلومات علي قرارات المصمم , فإعادة الإستخدام أو التحسين أو التجديد مرتبط بفكرة عدم الهدم أو الإحتفاظ بالمبنى Non Demolition - , أما إعادة التدوير مرتبط بفكرة الهدم أو التخلص من المبنى Demolition , فالمقصود بإعادة إستخدام في المجال المعماري هو إعادة إستخدام المبنى وهو في كامل هيئته , أو جزء منه كمنتج بعد إنتهاء عمره الإنتقاعي أو إنتهاء الوظيفة التي أنشأ من أجله , وإعادة الإستخدام يوفر جميع الطاقات المدمجة الأولية Initial Embodied Energy التي تستهلك في مرحلة الإنتاج Production أحد مراحل دورة حياة المبنى. والشكل البياني التالي (4) يوضح مقدار الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy لبعض المواد الشائع إستخدامها والتي يمكن ترشيدها في حالة إعادة الإستخدام.



شكل رقم 4 يوضح الطاقة المدمجة الأولية المستهلكة لبعض المواد الشائع إستخدامها في عمليات الإنشاء المصدر: Charles J. Kibert, "Sustainable Construction" 2013 p365

أما إعادة التدوير نشاط يسمح بتدوير مخلفات البناء الصادرة من كافة أنشطة دورة حياة المبنى , ولاسيما مرحلة نهاية عمر المبنى واستخدامها مره أخرى حيث يمكن الاستفادة من المخلفات الناتجة عن عمليات الإنتاج Production , والتشغيل Operation , والتخلص من المبنى في نهاية عمره الإنتقاعي End of Life , وتدخل في العديد من عمليات الإنتاج كمواد أولية مره أخرى , و تساهم المواد القابلة لإعادة التدوير في تقليل العبء علي المصادر الأولية لتلك المواد , وتقلل الطاقة المدمجة الأولية Initial Embodied Energy المستهلكة في مراحل إنتاج مواد البناء المكونة للمبنى كما هو موضح بالجدول التالي (2) ويصاحب ذلك تقليل إنتاج المخلفات , والملوثات المختلفة للبيئة , والأنظمة الأيكولوجية , والهواء , والماء , وصحة الكائنات (11).

جدول رقم 2 يوضح مقدار ترشيد الطاقة المستهلكة في حالة تدوير مواد الإنشاء لبعض المواد المصدر : Jong-Jin KIM & Brenda Rigdon, "Qualities , Use , and Examples of Sustainable Building Materials", (1998), p 14.

المادة	جديدة (ميجا جول/كجم)	معاد تدويرها (ميجا جول/كجم)
الحديد	40	18
الألمنيوم	196	27
البوليسترين	65	29
PVC	98	56

### خ- الأثر البيئي للمنتج Environmental impact

مادة البناء كمنتج ينتج الكثير من الأضرار السلبية علي البيئة خلال مراحل دورة حياتها , فغالبا ما يتم الإعتماد علي أحد أنواع الوقود الأحفوري الغير متجدد , والذي ينتج عنه الكثير من الإنبعاثات وخاصة الإنبعاثات الكربونية عند إحتراقه فضلا عن أن إستخراج المادة الخام يمكن أن ينتج عنه كميات كبيرة من المخلفات السامة وإستخراجها مدمر لقشرة الأرض كما هو موضح بالجدول رقم (3).

جدول رقم 3 يوضح تأثير مراحل البناء على البيئة. المصدر:  
Attmann, O., Green Architecture Advanced  
technologies and Materials, McGraw Hill books,  
United States America, (2010).

النشاط	التأثير على البيئة
الحفر و الاستخراج	تدمير البيئة النباتية و الحيوانية تصحر الأرض تلوث المياه ازالة الغابات
التصنيع/ التجميع	استهلاك للطاقة توليد النفايات
النقل / التوزيع	استهلاك للطاقة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون استهلاك للموارد
البناء	انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تلوث ناتج من الإشعاعات
الصيانة / Life cycle building phase	استهلاك للطاقة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون استهلاك للموارد التلوث الكيميائي تلوث المياه
الهدم	التلوث الكيميائي زياده السموم toxicity
اعادة التدوير	تلوث المياه الجوفية انبعاثات غاز الميثان

البيئية التقليدية في التهوية والتبريد كالملاقف وخلافه مما له أثرًا  
إقتصاديًا سلبيًا علي إقتصاديات تشغيل المبني.

فمن خلال التحليل السابق لعناصر بطاقة التوصيف للمنتج  
البيئي نجد أننا أمام حتمية وجود قواعد كبيرة للبيانات نحصل  
من خلالها علي المعلومات اللازمة لتوصيف المنتج لدعم قواعد  
تصنيف المنتجات (PCRs) Product Category Rules.

بعد دراسة آليات توصيف المنتج بيئيًا EPD وإبراز أهمية وجود  
قواعد لتصنيف المنتجات الPCRs وعلاقتهم بتقييم دورة الحياة  
الLCA , كان لا بد من دراسة بعض الآليات للإستفادة من  
نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين أداء المباني إقتصاديًا,  
والخروج بمسطرة قياس يمكن من خلالها حساب مدى تحسين  
تكلفة المبني (أولية - تشغيل - تخلص) بإستخدام عناصر  
توصيف المنتج البيئي.

**آليات الإستفادة من نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين  
أداء المباني إقتصاديًا داخل مصر**

من الدراسة السابقة نجد أن المبني عبارة عن مجموعة من المواد  
التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة في كامل دورة حياتها من  
بداية الإستخراج وتصنيع المواد ونقلها, إنتقالا إلى مرحلة تشغيل  
المبني وصيانتته , وإنتهاءً بمرحلة التخلص من المواد المكونة  
للمبني وإحلال محلها مواد جديدة تستهلك طاقات جديدة في دورة  
حياة جديدة, فمن المعتاد عند إختيار مواد الإنشاء في مرحلة  
التصميم النظر إلي سعر وتكلفة المادة الخام عند الشراء فقط  
دون النظر إلي عمر المادة وكميات المواد التي تستهلكها تلك  
المواد حتى الوصول إلى التشطيب النهائي الصالح للإستخدام  
وكذلك الأداء الحراري الذي يؤثر على تكاليف تشغيلها بعد ذلك  
والأعباء التي تحملتها البيئة لإنتاج تلك المواد وكذلك أعباء  
التخلص منها في نهاية عمر المبني , ودون النظر إلي إمكانية  
تدوير المواد أو إعادة إستخدامها مرة أخرى , وما تكلفة ذلك .

و من ثم, كان لا بد من الإعتماد والإستفادة من آليات التوصيف  
EPD في مساعدة المصمم المعماري في الإختيار الجيد لمواد  
البناء بشكل يحسن الأداء الإقتصادي والبيئي للمبني علي مدار  
دورة حياته , وكذلك الإستفادة من قواعد تصنيف المنتجات

بينما المواد التي يتم حصادها من مصادر متجددة أو مستدامة  
يجب أن يكون معدل نموها يوافق أو يزيد علي معدل الاستهلاك  
البشري , فنجد نظريًا إستخدام مواد مثل الأخشاب يعتبر مورد  
متجددة وطرق تصنيعه متوافقة مع البيئة , ولكن في الحقيقة لا  
يمكن إعتبار الأخشاب مورد متجدد إلا إذا فاق معدل إنتاجه  
لمعدلات إستهلاك الإنسان لها فمثلا بعض الأخشاب تحتاج  
أشجارها ثمانين عاما لتصبح صالحة للإستخدام , فالضرر  
الأيكولوجي الناتج عن إستخدام هذه المواد في البناء يؤدي إلى  
خسائر بيئية وإقتصادية (12). وتسبب عمليات إنتاج المواد  
والمنتجات العديد من الملوثات والانبعاثات الكربونية والتي تؤثر  
بشكل مباشر علي البيئة الطبيعية بمفهومها الشامل, وبشكل غير  
مباشر علي الإقتصاد وهناك العديد من الصناعات التي لا تراعي  
عوامل الأمان وصحة الإنسان, ولزلنا بحاجة للبحث عن أساليب  
إنتاج أقل خطورة علي البيئة والإقتصاد.

فكان لا بد من أن تحمل بطاقة التوصيف معلومات تخص الأثر  
البيئي للمنتج بكل شفافية لحد من إستخدام المواد الملوثة والتي  
أفسدت البيئة الخارجية بشكل يحد من الإعتماد علي التطبيقات

PCRS في توثيق مواد البناء للمساعدة في تقييم المباني البيئية والمستدامة , لذلك تأتي دراسة آليات الإستفادة من نظام التوصيف البيئي للمنتجات لتحسين أداء المباني إقتصاديا علي محورين :

المحور الأول: علاقه نظام توصيف المنتج البيئي EPD بنظام التقييم للمباني LEED كأحد أهم آليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة بالولايات المتحدة وكذلك نظام الهرم الأخضر GPRS لتقييم المباني المستدامة في مصر .

المحور الثاني: تأثير نظام توصيف المنتج البيئي EPD على مراحل تكلفه المبني .

**المحور الأول : علاقه نظام توصيف المنتج البيئي EPD بنظام التقييم للمباني LEED و الـGPRS**

أضاف نظام الـ LEED مجموعة من نقاط التقييم حال إختيار مواد البناء الحاصله على علامه التوصيف البيئي للمباني EPD للحصول علي نقاط إضافية للمشاريع المتقدمة للحصول علي تقييم الـ LEED. حيث أنه تم اضافته نقاط إضافية (عدد 2 نقطه كحد أقصى) ضمن عنصر تقييم المواد و الموارد "Materials and Resources credits in LEED" لتشجيع مصممي المبني لتحديد المنتجات من الشركات المصنعة التي توفر الشفافية الكاملة لأداء المنتج البيئي عن طريق نظام التوصيف البيئي EPD. و يمكن الحصول على النقاط الإضافية عن طريق :

**أولاً: للحصول على النقطة الأولى:** يجب استخدام ما لا يقل عن 20 منتجاً مختلفاً خضع للتوصيف البيئي ويتم الحصول عليها من خمسة مصنعين مختلفين يستوفون معايير التوصيف بألية الـ EPD.

**ثانياً: للحصول على النقطة الثانية:** يكون من خلال إقرار الحد من التأثير البيئي طبقاً لتقييم طرف ثالث محايد بتحقيق المعايير التالية بحد أدني 50% حسب التكلفة:

- تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة GHG وتقليل احتمالية حدوث إحتباس حراري .
- تقليل الأضرار علي طبقة الأوزون ozone layer

▪ الحد من تجمض مصادر المياه و الأراضي كأحد الموارد الإقتصادية وعناصر الإنتاج.

▪ الحد من استنزاف موارد الطاقة غير المتجددة (13)  
▪ ألا تزيد مسافة نقل المواد خلال مراحل (الإستخراج - التصنيع - التوزيع) عن 160 كم.

و الهدف الرئيسي من ادراج هذه النقاط الإضافيه لشهادة الـ LEED هو تنشيط و تشجيع المصنعين للحصول على شهادات التوصيف البيئي الخاصه بمنتجاتهم أو بمواد البناء التي يتم إنتاجها لكي تُستخدم من قبل المباني المسجله للحصول على LEED الى جانب دعم الفكر الشامل في انتاج مواد البناء التي لها أثر سلبي قليل على البيئه و عدم التركيز على المنتج فقط و إنما على تأثيره البيئي و الإقتصادى .

ومن هنا نجد أن من الضروري علي باقي الجهات القائمة علي صناعة آليات التقييم العالمية والمستدامة مثل مركز بحوث البناء المصري والمعني بتطور الـ GPRS أن تنتهج نفس المنهج التي إنتهجها الـ LEED في إيجاد علاقة بين الـ EPD وآليات التقييم لتشجيع العاملين في قطاع التشييد علي إستخدام آليات التوصيف للمنتج بيئياً.

**المحور الثاني : تأثير تطبيق نظام توصيف المنتج البيئي EPD على مراحل تكلفه المبني**

المبني مكون من مجموعة عناصر تكلفه تنقسم الى سته تقسيمات رئيسيه و هم الموقع - الهيكل الأنشائي - الغلاف الخارجي - القواطع الداخليه - التشطيبات - خدمات المبني (14) و يندرج تحت كل تقسيم مجموعه من العناصر التي تشارك في تكوين المبني كمنتج صالح للأستخدام , وتتقسم تكلفه المبني الى ثلاثه اقسام و هم التكلفة الأوليه للمشروع Initial Cost و تكلفه التشغيل والصيانه Running Cost و تكلفه التخلص Disposal Cost.

**التكلفة الأوليه للمشروع Initial Cost :** تشمل تكلفه مرحلة التصميم وما قبل البناء ومرحلة البناء , وتقليل هذه التكلفة دائماً هدف المالك بهدف الربح المالى دون النظر الى التكلفة البيئيه. **تكلفه التشغيل والصيانه Running Cost :** هى تقييم الآداء الأقتصادى للمبني او جزء منه من خلال مجموع التكاليف الثابته والمتغيره على مدى تشغيل المبني ودراسه جدواها على مدار

مرحلة البناء Building Phase				
م	عناصر توصيف المنتج البيئي	التكلفة الأولية للمشروع	تكلفة التشغيل	تكلفة التخلص
1	العمر الافتراضي للمنتج	توافق العمر الافتراضي مع العمر الانتقاعي للمشروع.	كبر العمر الافتراضي و يقلل تكاليف الصيانة	معرفة العمر الافتراضي للمنتج يسمح للمصمم باتخاذ قرار اعاده الاستخدام ام لا مما يقلل تكلفه التخلص.
2	المزايا الخاصة	الإختيار الجيد للمواد وإتخاذ القرار الإقتصادي المناسب.	تقليل العبء على استهلاك الطاقه خلال فترة التشغيل,	إمكانية اعاده الاستخدام.
3	الأثر البيئي للمنتج	تقليل العبء على مصادر المواد الخام.	تقليل إنبعاثات التشغيل	تقليل الصيانة وأضرار التخلص
مرحلة ما بعد البناء Post-Building Phase				
م	عناصر توصيف المنتج البيئي	التكلفة الأولية للمشروع	تكلفة التشغيل	تكلفة التخلص
1	إمكانية إعادة الاستخدام أو التدوير	تقليل العبء على مصادر المواد الخام	تقليل أعباء الصيانة	عدم الهدم وإعادة استخدام
2	تقييم دورة الحياة	معرفة الأثر البيئي و تكلفه كل مرحله على حده من خلال التقييم الأقتصادي و بالتالي يساعد على الأختيار المناسب	تحقيق الراحة الداخليه وضمان جودة البيئة الداخليه	يسمح معرفة الأثر البيئي و تكلفه كل مرحله على حده من تقييم متى تصل المواد الى نهاية عمرها.

### النتائج

- نظراً لزياده الوعي البيئي العالمي و ادراك مدى تأثير التعدي على الموارد الطبيعيه من قبل قطاع التشييد والبناء تم انشاء العديد من أنظمه التقييم البيئي للمباني مع إدراج وتضمين أنظمة التوصيف البيئي والتي أثبتت الدراسة تأثيرها الإيجابي علي إقتصاديات المبني خلال دورة حياته وعلي مراحل التكلفة المختلفة.

العمر الانتقاعي للمبنى , ودراسة هذه التكلفة عادة ليست هدف مالك المشروع لأن المشروعات الكبرى غالباً ما تختلف الجهه المالكه عن الجهه المشغله للمشروع.

**تكلفه التخلص Disposal Cost** : هي التكلفة المرتبطة بالمرحلة التي تنتهي عندها العمر الافتراضي أو الانتقاعي للمبني , فعند الأقتصاديين و العاملين في إداره المشروعات لا يتم التخلص من المشروع الا عند تكلفه الصفر. والجدول رقم (4) يوضح تأثير استخدام نظام التوصيف البيئي على مراحل دورة حياة المبني والتكلفه.

جدول رقم 4 تأثير استخدام نظام التوصيف البيئي على مراحل دورة حياة المبني والتكلفه. المصدر: الباحث

مرحلة ما قبل البناء Pre-Building Phase				
م	عناصر توصيف للمشروع	التكلفة الأولية	تكلفة التشغيل	تكلفة التخلص
1	التعريف بالمنتج من حيث الاستخدام والخصائص الفيزيائية	الإختيار الجيد للمادة المناسبة, لعنصر المبني, يحقق إتخاذ القرار الإقتصادي السليم و ضمان إستدامة المورد.	- تُمكن المصمم من اختيار ما يتناسب مع عمر المشروع, و الانتقاعي, و بالتالي تقليل تكلفه.	- التعريف بمحتويات المنتج و نسبه احتوائه على مواد مُعاد تدويرها تؤثر على تكلفه التخلص.
2	إستخراج ومصادر المواد الخام	الإعتماد علي المصادر المحليه لتقليل الطاقة الرمادية والبعد عن المصادر التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة مقابل كميات ضئيلة من المادة الخام.	#	#
3	إنتاج المادة الخام	تقليل الطاقة المندمجة	إبتكار أساليب تصنيع المادة الخام للإستخدام المستدام	تقليل الهالك وإيجاد أساليب لتدويره وعمل تصميمات للنظم يمكن إعادة إستخدامها
4	نقل وتغليف وتعبئة المنتجات	أسلوب النقل والتعبئة والتغليف الجيد يقلل الهالك وإبتكار نظم يمكن إستخدام أنظمة التغليف لأكثر من مرة	#	#



شكل رقم 5 بعض الخطوات المبدئية والتوصيات للاستفادة من تأثير نظام التصنيف البيئي على إقتصاديات المشروع والسوق المحلية. المصدر: الباحث.

- لإتخاذ قرار إدراج مواد البناء الحاصلة على علامة التصنيف البيئي فلا بد أولاً من إدراك المالك والمصمم والمقاول لتأثير هذا الإجراء على المشروع كاملاً وخاصةً إذا كان من أهداف المشروع الحصول على شهادة التقييم LEED عن طريق ما يلي:

**أولاً:** إجراء المزيد من الأبحاث للوصول الى المعلومات الخاصة بخصائص مواد ومنتجات البناء لإنشاء قاعدة بيانات تدعم الحصول على علامته التصنيف البيئي EPD والمساعدة في إنشاء الإعدادات لنماذج محاكاة كدراسة مستقبلية لمجموعه من المشروعات المعمارية تختلف في مصادر وطبيعة المواد والأنظمة بشكل مقارني للخروج بنتائج رقمية وأوزان نسبية توضح مدى تأثير تطبيق مخرجات أنظمة التصنيف البيئي للمواد وتأثيرها علي إقتصاديات المباني خلال دورة حياتها.

**ثانياً:** دعم رؤية المصمم لتشمل التكلفة البيئية والإقتصادية لكامل مراحل دورة حياة المنتج وليس الى سعره فقط عند الإختيار

- أثبتت الدراسة أن التوصيف البيئي الجيد للمواد سوف يكون له تأثير واضح علي كل مراحل دورة حياة المبني .. فبالإضافة البيئي وبمعلومية خصائص المادة يستطيع المصمم الإختيار الجيد لمواد البناء التي لها تأثير بيئي إيجابي ويقلل من تكلفة الإنشاء ويحسن من الأداء أثناء التشغيل وأثناء التخلص والذي يدعم بدوره تحويل المبني من كونه تقليدي إلي مبني مستدام.

- الإعتداد علي أليات التوصيف البيئي لمواد البناء يقلل الطاقة المدمجة والتي تؤثر بشكل مباشر إقتصاديات المبني من خلال التشجيع علي إستخدام وسائل النقل التي تعتمد علي الكهرباء والتشجيع علي إعادة التدوير والإعتداد علي الأساليب اللامركزية في تصنيع وتوزيع مواد البناء.

- يختلف التأثير الإقتصادي والتأثير علي تكلفة المباني من مشروع لأخر حسب مواد البناء المستخدمة ودورة حياة المنتج وإمكانية إعادة الأستخدام.

- اتجاه الدول الكبرى في الصناعات إلى إعتداد أنظمة توصيف المنتج البيئي EPD سيضع الدول المتأخرة عن تطبيق أليات التوصيف أمام عقبات تخص تداول المنتجات خلال التبادل التجارة.

- عدم توافر هذه المواد و المنتجات يزيد من سعرها لدواعي زيادة تكاليف النقل والشحن واستهلاك الطاقة وهذا يتعارض مع مفهوم نظام التوصيف البيئي للمنتج EPD القائم على التقليل من الطاقة المدمجة.

### التوصيات

- نظراً لتأثير نظام التوصيف البيئي EPD على إقتصاديات المبني وعناصر التكلفة المختلفة، ومع ضرورة ملاحقه الركب العالمي في اصدار أنظمة لتضمين البعد البيئي و تقييم دوره الحياة LCA في مراحل انتاج مواد البناء، وضروره الحد من استنزاف الموارد قدر الإمكان وتقليل الطاقة المدمجة في عمليات الأنتاج لمواد البناء المختلفه. فلا بد من إتخاذ خطوات في هذا الأتجاه محلياً، و الشكل رقم (5) يوضح رؤيه مبدئيه لبعض التوصيات و الخطوات الواجب اتباعها لملاحقه الركب العالمي فيما يخص مواد البناء.

العمارة والعمران في عقود التحولات ، جامعة القاهرة (2006).

(5) M. Fet et al, "**Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products**", Volume 11, Issue 2, pp 201–207, June (2009).

URL: (6)

[https://cdn.scsglobalservices.com/files/program\\_documents/SCS\\_EPDP\\_onesheet.pdf](https://cdn.scsglobalservices.com/files/program_documents/SCS_EPDP_onesheet.pdf), Accessed June (2020).

URL: (7)

<https://www.environdec.com/PCR/What-are-product-category-rules>, Accessed June (2020).

(8) Mary Ann Curran, "**Life Cycle Assessment: Principles And Practice**", Scientific Applications International Corporation (SAIC), EPA , p.11, (2006).

(9) Business Dictionary Site, "Material Production": URL: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Material+Production%2C+Sphere+of>, Accessed: July 2, (2020).

(10) Bayer C. et al , "**A Guide to Life Cycle Assessment of Buildings**", Georgia Institute of Technology, The American Institute of Architects AIA, P47, (2010).

(11) Bayer C. et al , "**A Guide to Life Cycle Assessment of Buildings**", by The American Institute of Architects AIA, P.49, (2010).

ويكون بناءً على العمر الأنتقاعى للمنتج طبقاً للمواصفات المؤتقة بما يتناسب مع المشروع.

ثالثاً: يجب على المصمم انتهاج المنهج الشولى و التكاملى فى التصميم لدراسة تأثير مواد البناء على عملية البناء كاملةً.

رابعاً: الإعتماد على أنظمة التوصيف البيئى للمنتج والتي تساعد على إختيار المواد الإنشائيه ومواد التشطيبات بناءً على معلومات مؤتقه مما يُسهل عليه المُقارنه.

خامساً: يجب إختيار المواد والمنتجات الحاصله على علامة التوصيف البيئى تكون عاليه الجوده الى جانب انها تُحافظ على البيئه مما يرفع من القيمه المضافه للمباني إقتصاديا وبيئيا.

سادساً: يجب على مصنعي مواد البناء الإلتجاه نحو إستخدام أليات التوصيف البيئى أثناء صناعة مواد البناء وتوثيق كافة المعلومات عن المواد والمنتجات خلال دورة حياتها لأنها المدخل الحقيقى لإنجاح وتفعيل أليات تقييم المباني البيئية والمستدامة وكذلك مدخلا لزيادة ربحية مصنعي المواد عن طريق التصدير و زيادة تداول المنتج.

#### المراجع

(1) T. Ros-Dosdá et al, "**Strategic Environmental Communication Tools**", Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) Universitat (Jaume I. Castellón. Spain, (2012).

(2) Fernandez, "**Material Architecture: Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction**", PP. 75, (2006).

(3) علي رأفت , " موسوعة الإبداع المعماري : الإبداع الفني في العمارة", صفحة 248, (2003).

(4) إيهاب محمود عقبه ، "مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع التغيرات البيئية الطبيعية" ، مؤتمر توفيق

ault/files/Guidelines\_for\_Life\_Cycle\_Cost  
\_Analysis.pdf, Accessed May (2020).  
Robert P. Charette, Harold E. Marshall, " (14)  
**UNIFORMAT 2 Elemental Classification  
for Building Specifications, Cost  
Estimating and Cost Analysis**",(1999).

KIM, J. and Rigdon, B. ,"**Qualities , Use** (12)  
**, and Examples of Sustainable Building  
Materials**", p 9. , (1998).  
Stanford University Team,"**GUIDELINES** (13)  
**FOR LIFE CYCLE COST ANALYSIS"**  
2005, p.3 URL:  
<https://sustainable.stanford.edu/sites/def>

## **THE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD) SYSTEMS ON THE BUILDINGS' ECONOMIC PERFORMANCE**

**Amr Soliman ElGohary**

*Lecturer at Modern Academy for Engineering and Technology– Cairo – Egypt.*

**Shereen Omar Khashaba**

*Lecturer at Canadian International College CIC – Cairo – Egypt.*

### **Abstract**

Building materials have an impact on the development of the architecture and the construction process. As the energy production prices increased through the last few years due to its unavailability, overconsumption, and low percentage of renewables applied in the energy grids; the building initial cost increased as well, due to the increase of the embodied energy of the building materials, Which led the designers and investors to abandon sustainable applications in building construction.

As a result, the global trends recommend increasing the added value of buildings, by applying sustainable or environmentally friendly products, and establishing guidelines that drive the inclusion of the economic and environmental aspects in the buildings assessment. The developing countries have to take benefits of that global trend to overcome the economic challenges in the construction sector; thus the research develops a study to the possibility of applying the Environmental Product Declaration (EPD) systems to improve the economics of buildings.

Environmental Product Declaration (EPD) is a standardized way of quantifying the environmental impact of a product or system, and energy use and efficiency; it acts as an identification process to the material that allows decision making process to be based on economic and environmental information, to reduce the burden on resources, and reduce the initial, operational and disposal costs. As well as starting a database that has a clear description of the Egyptian materials commonly used in the manufacture of various building elements.

## البرمجة الخطية كمدخل لحساب المساحات الامثل للبرنامج الفراغي

### أثناء مرحلة البرمجة المعمارية للمشروعات

م.م. ابراهيم دسوقي عبدالله  
مدرس مساعد بكلية الهندسة جامعة الفيوم  
[eng\\_id\\_2010@yahoo.com](mailto:eng_id_2010@yahoo.com)

أ.م.د. محمد سعيد مصيلحي  
أستاذ مساعد بكلية الهندسة جامعة الفيوم  
[dr.meselhy@waveegypt.com](mailto:dr.meselhy@waveegypt.com)

أ.د. شريف محمد صبرى العطار  
أستاذ العمارة بكلية الهندسة جامعة الفيوم  
[sma00@fayoum.edu.eg](mailto:sma00@fayoum.edu.eg)

المستهدفة للمساحات التي تحقق أعلى كفاءة ممكنة للمشروع وبتكلفة تتناسب مع ميزانية المشروع المخصصة مسبقاً، وقد خلصت الدراسة إلى إمكانية استخدام تقنية البرمجة الخطية وإستعمالها أثناء حساب المساحات عند إعداد البرامج الفراغية للمشروعات المعمارية قبل التصميم وثبت نجاح الالية المقترحة في حساب الحلول الأمثل التي تحقق جودة المشروع في مرحلة مبكرة أثناء العمل بمرحلة البرمجة المعمارية قبل البدء في التصميم التخطيطي للمشروع .

**الكلمات المفتاحية :** حساب المساحات , الكفاءة , التكلفة , البرنامج الفراغي

#### مقدمة :

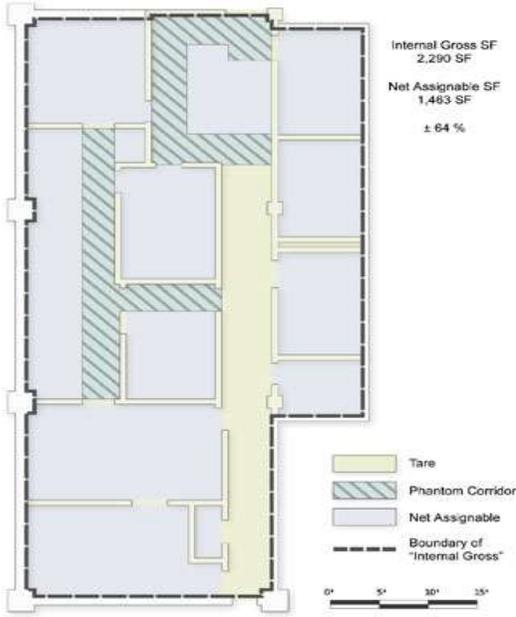
تحسب مساحات الفراغات المعمارية من خلال معايير التصميم كحدود دنيا، بينما تحسب حدودها القصوى من خلال متطلبات العميل وأهدافه الحالية والمستقبلية، ويقوم بحساب المساحات في مصر إما مصمم المشروع أو قد يحضر العميل فى بعض الأحيان قائمة باحتياجاته والمساحات المتوقعة لكل فراغ حسب رؤيته، وبالتالي تخضع عملية حساب مساحات الفراغات المعمارية أثناء إعداد البرنامج التصميمي للمشروع في مصر لنفس الطرق التقليدية المستخدمة قديماً في الوقت الذي تهتم فيه أغلب دول العالم بالعمل على تطوير مناهج إعداد البرامج التصميمية منذ نشأتها في ستينيات القرن الماضي وحتى وقتنا الحالى، وهو ما ينعكس على جودة البرامج

#### المخلص :

إن إعداد البرامج المعمارية وفقاً للمناهج المعتمدة عالمياً يترتب عليها تصميم ذو كفاءة عالية وبتكلفة مناسبة، وتستخدم أغلب دول العالم مناهج متعددة عند إعداد البرامج الفراغية للمشروعات أثناء العمل بمرحلة البرمجة المعمارية، إلا أن واقعا المحلي في مصر ما زال يعتمد على الطرق التقليدية لحساب المساحات أثناء إعداد تلك البرامج وما يترتب على ذلك من ضعف جودة المنتج المعماري، وتعتبر المساحة أحد العناصر الهامة المطلوب حسابها بدقة لضمان جودة مناسبة للمشروع وبتكلفة منخفضة، وتوصل البحث أن حساب المساحة الإجمالية للمشروع يؤثر بشكل مباشر في قيمة كفاءة وتكلفة المشروع، لذا يقترح الباحث استخدام تقنية البرمجة الخطية بحيث تكون نتائجها عبارة عن قيمة المتغيرات الآتية : (المساحة الصافية، مساحه الخدمات والدعم , مساحه عناصر الإتصال والحركة ) .

ونستهدف بالبحث الحصول على تصغير المساحة الإجمالية في ضوء مجموعة قيود كالمعايير والأشتراطات والميزانيه، والحدود الدنيا والقصوى للمساحات .. وغيرها، ثم حل مسألة البرمجة بطريقة "سيمبلكس" لإيجاد القيم الأمثل لمكونات المساحة الإجمالية التي تمثل متغير الدراسة المستقل وقياس مدى التغير على المتغيرات التابعة الممثلة في كفاءة وتكلفة المشروع، وقد أجريت الدراسة التطبيقية على برنامج فراغي إفتراضي، وتم الحصول على نتائج الحلول الأمثل

وهو ما ينعكس على ارتفاع التكلفة وهدر بل وتحتاج مزيداً من الوقت والجهد ولكن إذا أهتم المصمم بحساب الحلول الأمثل للمساحات مع مشاركة العميل في خطوات إعداد البرنامج فإن النتيجة المتوقعة قد تبدو الحل الأمثل وفقاً لطبيعة للمشروع .



شكل رقم (1) يوضح أنواع المساحات الصافية ومسارات الحركة الرئيسية والثانوية .

المصدر : [www.architecturalprogramming.com](http://www.architecturalprogramming.com)

وبالبحث عن الأدوات المساعدة في الحصول على الحل الأمثل يقترح استخدام تقنية البرمجة الخطية لإيجاد الحل الأمثل للمساحات المطلوبة التي تضمن جودة عالية للمشروع، ويقصد بالحل الأمثل للمساحة هو الحل الذي يقع داخل نطاق الحلول الممكنة بين الحد الأدنى والحد الأقصى للمساحة كمحددات وهو نفسه الحل الذي تتحقق عنده أعلى قيم كفاءة وأقل تكلفة ممكنة .

المعمارية الناتجة، وبالتالي فإن جودة البرنامج التصميمي يترتب عليها جودة التصميم، وكذلك المراحل اللاحقة للتصميم، ومن ثم ضمان نجاح المشروع في تأدية الغرض المنشأ من أجله بكفاءة عالية .

وبالبحث في اليات حساب كفاءة وتكلفة المشروعات وجد أن حساب عنصر المساحة هو المؤثر الرئيسي لقياسات الكفاءة والتكلفة، وبالتالي لحساب المساحة الفعلية المطلوبة دون زيادة أو نقصان إتضح ضرورة البحث عن الحل الأمثل للمساحات بما يحقق أهداف رفع الكفاءة وخفض التكلفة .

### المشكلة البحثية :

تتكون المساحة الإجمالية من مجموع المساحات الصافية إضافة إلى مساحات الخدمات والدعم ومساحة عناصر الإتصال والحركة الأفقية والرأسية، وتحسب كفاءة المشروع من خلال حاصل قسمة المساحة الصافية على المساحة الإجمالية، بينما تحسب تكلفة المشروع من خلال حاصل ضرب المساحة الإجمالية في سعر متوسط للمتر المربع من البناء حسب نوعية تشطيبه، ومن ثم فإن المساحة الإجمالية تتناسب طردياً مع التكلفة وعكسياً مع الكفاءة، فكلما زادت المساحة الإجمالية نسبة إلى المساحة الصافية كلما إرتفعت التكلفة وإنخفضت الكفاءة، وبالتالي تتضح أهمية البحث حول كيفية حساب المساحة الإجمالية الأنسب للمشروع بحيث تضمن جودة عالية للمشروع ممثلة في قيم كفاءة مرتفعة وبتكلفة منخفضة

ويشير شكل رقم (1) لوجود مساحات زائدة تعمل كعناصر اتصال افقية (مرات) داخل الفراغات ما أدى لزيادة المساحة الاجمالية بالنسبة للمساحة الصافية وبالتالي تكون نتائج قياسات الكفاءة منخفضة وأحيانا قد تظهر متطلبات جديدة للعميل لم تؤخذ بالحسبان عند اعداد البرمجة قد يترتب عليها اعادة التصميم أو اجراء تعديلات شبه جذرية في مرحلة لاحقة

#### تساؤلات الدراسة :

الأقصى المطلوب وفقا للإحتياجات الفعلية للمستعملين, وتحسب لكل عنصر من العناصر المكونة للمبنى حد أدنى وحد أقصى, ويركز البحث على إيجاد الحل الأمثل الذي يقع ضمن الحلول الممكنة ويحقق الأهداف المرجوة .

- هل تقنية البرمجة الخطية مناسبة لحساب الحل الأمثل للمساحات ؟

- هل يمكن حساب الحل الأمثل لمكونات البرنامج الفراغي بما يضمن كفاءة عالية و تكلفة منخفضة للمشروع ؟

#### مكونات المساحة الإجمالية :

تتكون المساحة الإجمالية من مجموع المساحات الصافية مضافا إليها مساحة العناصر الخدمية والدعم ومساحة عناصر الإتصال والحركة الأفقية والرأسية .

#### هدف الدراسة :

وفيما يلي نوضح طرق حساب مكونات المساحة الإجمالية

تهدف الدراسة إلي التوصل لحساب المساحات الأمثل لمكونات المشروع بما يحقق زيادة كفاءة المشروع وخفض تكلفته في إطار مجموعة من القيود الحاكمة .

#### أولا حساب المساحات الصافية :

#### فرضيات البحث

المساحة الصافية هي عبارة عن مجموع مساحات العناصر الوظيفية مضافا إليها مساحة الحوائط والأعمدة الخرسانية, ويتم حسابها وفقا للإحتياجات الفعلية للمستعملين والمعايير القياسية التصميمية والمعدلات وعدد المستعملين وجميعها بقياسات محددة وثابتة, وتحسب للمساحة الصافية قيمتين تحدد الحد الأدنى لها بحيث لا تقل عما هو وارد بالكتب المرجعية وحد أقصى لايزيد عن الإحتياج الفعلي وعدد المستعملين ونصيب الفرد داخل كل فراغ .

إن حساب القيم الأمثل لمكونات المساحة الإجمالية ينتج عنها برنامج عالي الكفاءة ومنخفض التكلفة .

#### متغيرات الدراسة :

المتغير المستقل : المساحة الإجمالية بمكوناتها .

المتغير التابع : الكفاءة والتكلفة .

#### مكونات المبنى :

يتكون المنشأ المعماري عادة من ثلاثة عناصر رئيسية وهي : العناصر الوظيفية, العناصر الخدمية, عناصر الإتصال والحركة الأفقية والرأسية .

#### ثانيا حساب مساحات العناصر الخدمية والدعم :

العناصر الخدمية والدعم هي تلك الأنشطة غير الوظيفية التي تؤدي دعما وتقدم أنشطة معينة لخدمة العناصر الوظيفية وتمكنها من أداء وظيفتها بالشكل المطلوب وتحسب لها أيضا حد أدنى و أقصى ويشير المدي بينهما الى الحلول الممكنة .

#### حساب مساحات العناصر المكونة للمبنى :

تحسب مساحة العناصر المكونة للمبنى من خلال المعايير التصميمية التي تحدد الحد الأدنى لها, بينما تشير أعداد المستخدمين ونصيب الفرد من وحده المساحة بالمتر المربع للحد

### ثالثا حساب مساحه عناصر الإتصال والحركة :

بينما يوضح شكل (3) نطاق الحلول الممكنة والحل الأمثل .



هي عناصر الإتصال الأفقية كالممرات والطرق وصلات التوزيع ومناطق الإنتظار والمداخل وغيرها، بينما عناصر الإتصال الرأسية مثل السلالم والمنحدرات و سلالم الهروب والمصاعد وغيرها ويتم حسابها كنسب مئوية من المساحة الإجمالية للمبنى .

### الحل الأمثل للمساحات:

شكل (3) يوضح موقع الحل الامثل ونطاق الحلول الممكنة والحدود الدنيا والقصوي لمتغيرات الدراسة المصدر : الباحث .

### مفهوم البرمجة الخطية :

هي تقنية رياضية تبحث عن حل أو مجموعة حلول لمشكلة ما وإختيار أفضل حل من بين الحلول الممكنة ( الحل الأمثل) ، وهي عبارة عن أسلوب تحليلي كمي لمساعدة متخذي القرار في التوصل لهدف محدد من خلال تعظيم أو تدنى أحد المتغيرات المستقلة وقياس التأثير على باقي المتغيرات التابعة، وتهدف البرمجة الخطية لتحليل بدائل الحلول الممكنة لإختيار أفضلها .

### مكونات نموذج البرمجة الخطية:

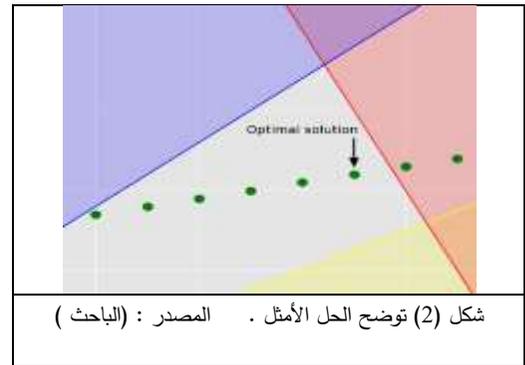
يتكون نموذج البرمجة الخطية من ثلاثة عناصر أساسية تتمثل فيما يلي :

**1- متغيرات القرار :** هي عدد من المتغيرات التي يجب أن تحدد قيمتها للوصول إلى الهدف، وتشمل ( المساحة والكفاءة والتكلفة) كمتغيرات القرار .

**2- دالة الهدف :** ويقصد منها صياغة الهدف المطلوب في صورة دالة، ولدالة الهدف صورتين إما دالة تعظيم أو دالة تصغير، ويستخدم البحث دالة التصغير للمساحة الإجمالية بغرض ضمان أعلى كفاءة وأقل تكلفة لمكونات البرنامج الفراغي في إطار مجموعة القيود الحاكمة .

يشير الحل الأمثل المستهدف التوصل إليه من الدراسة البحثية لأنسب حل ممكن للمساحة الإجمالية بحيث تكون أقل ما يمكن بالمبنى، وللتوصل لهذا الحل نحتاج لوضع مجموعة شروط تمثل قيود وهدف بحيث تكون تلك الشروط محددات تقيد الحلول الممكنة حتى نختار أفضل حل يحقق الهدف المحدد و يلتزم بالشروط المفروضة، ويقترح الباحثين استخدام تقنية البرمجة الخطية لحساب الحل الأمثل للعناصر المكونة للمساحة الإجمالية السابق ذكرها وتشير الخطوط المتقاطعة بالشكل رقم (2) الي حدود الحلول الممكنة للنموذج الخطي للدالة وتعتبر المنطقة ذات اللون الرمادي المحصورة بين الخطوط المتقاطعة هي منطقة الحلول الممكنة وأن الحل الأمثل داخل هذا النطاق هو المشار اليه .

وتوضح صورة رقم (2) الحل الأمثل .



شكل (2) توضح الحل الأمثل . المصدر : (الباحث )

حل النموذج الخطي باستخدام البرامج المخصصة :

توجد عدة برامج soft ware تستخدم لحل البرمجة الخطية مثل : برنامج tora , برنامج lips , برنامج lingo , برنامج cplex , برنامج matlab ... وغيرهم .

ويستخدم البحث برنامج **tora** لملائمه مخرجاته مع متطلبات الدراسة البحثية .

برنامج **tora** : يتم إدخال دالة الهدف المطلوبة إليه في صورة دالة تصغير للمساحة الإجمالية ثم يتم إدخال مجموعة القيود الحاكمة ثم إعطاء أمر حل النموذج الخطي وإيجاد الحلول الممكنة، والحل الأمثل الذي يحقق الأهداف المرجوة، ويقوم البرنامج بتقديم مخرجاته في صورة أرقام ورموز كالتي تم إدخالها للبرنامج .



مراحل العمل والتطبيق على برنامج **tora**

تتكون مراحل العمل ببرنامج tora من أربعة مراحل كما يلي :

1- فتح البرنامج وإدخال بيانات دالة تصغير المساحة الإجمالية z وإدخال مكوناتها وإدخال القيود بعدد 15 قيد

3- القيود : ويقصد منها مجموعة المحددات التي تقيد الحلول الممكنة لحل النموذج الخطي وتعمل كمعايير لإختيار الحل الأمثل المستهدف الوصول إليه، وتعمل المعايير التصميمية والإشترطيات البنائية والميزانية المخصصة ... الخ والحد الأدنى والأقصى كقيود حاكمة بالبحث .

طريقة **simplex** لحل النموذج الخطي :

تعتبر طريقة سيمبلكس إحدى الطرق المستخدمة لحل المسائل بالبرمجة الخطية، وتستخدم عندما تكون عدد المتغيرات المطلوب قياسها أكبر من متغيرين، ولسبب أن عدد متغيرات البحث محل الدراسة ثلاثة متغيرات فمن الأنسب استخدام طريقة "سيمبلكس" لحل النموذج الخطي المطلوب بالبحث .

وتوضح صورة (4) واجهة أحد البرامج المستخدمة في الحل بطريقة سيمبلكس .

Variable	Value	Obj. Cost	Reduced Cost
X1	3	3	0
X2	12	2	0

Constraint	Value	RHS	Dual Price
Row1	18	18	1.25
Row2	42	42	0.25
Row3	21	24	0
Row4	3	0	0
Row5	12	0	0

شكل (4) توضح تقرير حل البرمجة الخطية بطريقة سيمبلكس المصدر : [www.linear programming solver .com](http://www.linearprogramming solver.com) تم فتح الموقع يوم 5 سبتمبر 2019 الساعة السادسة مساءً ونوضح فيما يلي بعض البرامج التي تستخدم حالياً في حل مسائل البرمجة الخطية .

وبشرط عدم السلبية :  $X1, X2, X3 > 0$

ثانياً صياغة مجموعة القيود :

ويوضح جدول (2) مجموعة القيود التي تم صياغتها على هيئة متراجحات .

$z \geq x1 + 0.30 z$	$z \leq (\text{MAX gross area})$
$x1 \geq 0.55 z$	$x1 \leq 0.70 z$
$x2 + x3 \leq 0.45 z$	$x2 \leq 0.30 z$
$x2 \geq 0.20 z$	$x3 \leq 0.15 z$
$x3 \geq 0.10 z$	

جدول (2) يوضح صياغة المشكلة في صورة متراجحات .

المصدر : الباحث

ثم يتم إدخال دالة الهدف والقيود السابقة لبرنامج tora لتحديد الحلول الممكنة للنموذج الخطي واختيار الحل الأمثل .

حساب الكفاءة بمرحلة البرمجة المعمارية :

وتحسب الكفاءة من خلال العلاقة الآتية :

$x1$

$= E$  الكفاءة

$z$

ويتضح من العلاقة السابقة أن قيمة الكفاءة تتحدد من خلال حساب المساحات, وتستخدم الدراسة الحد الأدنى لقيمة الكفاءة المقبولة حسب نوع المبنى وهي نفسها المعيار الذي تحدده نشرات ( المعهد الأمريكي الفيدرالي للمعماريين ) FAIA وتحدد بقياس 0.55 بالنسبة للمباني الإدارية الجامعية, وتم بناء الدراسة على تلك النتائج لعدم وجود نشرات محلية ماثلة, بينما الحد الأقصى للكفاءة يأتي كنتيجة تابعة للدراسة, وبحيث تلتزم بقيود الحدود الدنيا والقصوي للمساحات المختلفة مثل أن  $(x2 + x3)$  مجموعهم لا يمكن أن يقل عن 0.30 من المساحة الإجمالية

2- إختيار SOLVE من البرنامج ليقوم بعرض الحلول المتاحة التي تحقق ( الدالة والعلاقة بين المتغيرات) وتحقق شروط القيود المفروضة .

3- تحديد الحل الأمثل من الحلول المتاحة لقيم  $X1, X2, X3$  .

4- إظهار تحليل الحساسية لنتائج الحلول للتحقق من منطقية النتائج .

ونوضح بالجدول (1) بعض المصطلحات والرموز المقترح إستعمالها بالدراسة لترجمة عناصر المشكلة البحثية والهدف والمتغيرات والفرضيات تمهيدا لإدراجهم في صورة نموذج رياضي يمكن إدخاله لبرامج الحل .

الاختصار	المسمى
Z	المساحة الإجمالية للمبنى
X1	المساحة الصافية للمبنى
X2	مساحة عناصر الخدمات والدعم
X3	مساحة عناصر الاتصال والحركة
E	الكفاءة الإجمالية
C	التكلفة الإجمالية

جدول (1) الإختصارات المقترح إستعمالها بالبحث محل الدراسة .  
المصدر : الباحث

مراحل صياغة النموذج الخطي رياضيا :

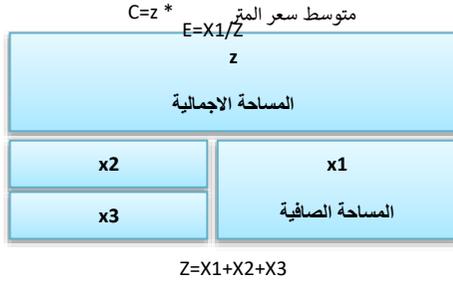
يصاغ النموذج الرياضي لمسألة البرمجة الخطية من خلال تحديد الآتي :

أولا صياغة المشكلة النظرية في صورة متراجحات :

1- دالة الهدف : المطلوب بالبحث ( دالة تصغير المساحة الإجمالية لإيجاد الحل الأمثل لمكوناتها من خلال الحصول على القيم المثلي للمتغيرات :  $x1, x2, x3$  في إطار القيود .

صياغة دالة الهدف :  $MIN z$

$z = (X1 + X2 + X3)$



شكل (6) يوضح العلاقة بين نسب المساحات وتأثيرها على قياسات الكفاءة والتكلفة . المصدر : تحليل الباحث .

E تعبر عن قيمة الكفاءة

C تعبر عن قيمة التكلفة المتوقعة .

وتؤكد شكل العلاقات بين المتغيرات السابقة أنه كلما زادت المساحة الأجمالية كلما إنخفضت الكفاءة وارتفعت التكلفة.

#### الدراسة التطبيقية للبحث :

وفيما يلي مثال تطبيقي إفتراضي لصياغة وحل مسألة البرمجة الخطية تطبيقا على مجال الدراسة :

#### صياغة المسألة نظريا :

ترغب الجامعة في إنشاء مبنى اداري تابع لها بياناته كالآتي :

للمبنى بإعتبار أن مساحة عناصر الإتصال الدنيا لا تقل عن 0.10 من المساحة الإجمالية لكل دور، وأيضا أن مساحة الخدمات والدعم لا تقل عن 0.20 من المساحة الإجمالية، وهذه النسب ليست من فرضيات البحث ولكنها مبنية على بعض تحليلات الدراسات المنشورة من جهة FAIA . FAIA (المعهد الأمريكي الفيدرالي للمعماريين) .

**التكلفة والميزانية :** وتحسب التكلفة بناء على مستوي التشطيب المطلوب بالفراغات المختلفة بالمبنى، وقد قسمت الدراسة مستويات التشطيبات إلى ثلاثة مستويات .

ويوضح جدول (3) مستويات التشطيب وتكلفة المتر المربع .

مستوي التشطيب	تكلفة المتر المربع من البناء ( قيمة افتراضية )
عالي	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 2000 جم 2م/
متوسط	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 1500 جم 2م/
منخفض	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 1000 جم 2م/

جدول (3) مستويات التشطيب وتكلفة المتر المربع لكل مستوي تشطيب . المصدر : الباحث

ملحوظة : الأسعار المذكورة بالدراسة إفتراضية ولا تشير للقيمة الحقيقية لتكلفة المتر المربع وقت إجراء الدراسة من عدمه .

**العلاقة بين متغيرات الدراسة :** ( المساحات, الكفاءة, التكلفة )

$z \geq 906 + 0.30 z$	Condition ( MIN z )
$z \leq (1647)$	( max z )
$906 \geq 0.55 z$	( min X1 )
$906 \leq 0.70 z$	( max X1 )
$x_2 + x_3 \leq 0.45 z$	( max( x2+x3) )
$x_2 \leq 0.30 z$	( max x2 )
$x_2 \geq 0.20 z$	( min x2 )
$x_3 \leq 0.15 z$	( max x3 )
$x_3 \geq 0.10 z$	( min x3 )
$0.30 z \leq 840000 \text{ Le} , \quad 0.70 z \leq 1960000 \text{ Le}$	
$z \leq 2800000 \text{ Le}$	

جدول (4) يوضح متباينات المثال السابق . المصدر : الباحث

ثانياً تحوّل المتباينات السابقة في صورة معادلات لإدخالها إلى

برنامج حل مسائل البرمجة الخطية كما يلي :

دالة الهدف	$Z=x_1+x_2+x_3$
min z	$X_1+x_2+x_3 \leq 1647 \text{ m}^2$
مجموعة القيود	$- 0.30 x_1+0.70 x_2+0.70 x_3 \leq 0.00$
	$0.45 x_1-0.55 x_2-0.55 x_3 \geq 0.00$
	$0.30 x_1-0.70 x_2-0.70 x_3 \leq 0.00$
	$- 0.45 x_1+0.55 x_2+0.55 x_3 \leq 0.00$
	$- 0.30 x_1+0.70 x_2-0.30 x_3 \leq 0.00$
	$- 0.20 x_1+0.80 x_2-0.20 x_3 \geq 0.00$
	$- 0.15 x_1-0.15 x_2+0.85 x_3 \leq 0.00$
	$- 0.10 x_1-0.10 x_2+0.90 x_3 \geq 0.00$
	$0.30 x_1+0.30 x_2+0.30 x_3 \leq 840000 \text{ Le}$
	$0.70 x_1+0.70 x_2+0.70 x_3 \leq 1960000 \text{ Le}$
	$1500 x_1+1000 x_2+1700 x_3 \leq 2800000 \text{ Le}$
	$X_1+0.00x_2+0.00x_3 \geq 800 \text{ m}^2$
	$X_1+0.00x_2+0.00x_3 \leq 1000 \text{ m}^2$
	$X_1 , x_2 , x_3 \geq 0.00$

جدول (5) يوضح مدخلات برنامج TORA

المصدر : الباحث

ثالثاً دالة الهدف ومجموعة القيود السابقة لبرنامج الحل المقترح

: TORA

حل النموذج الخطي بواسطة البرنامج:

نتائج حل البرمجة الخطية :

بعد إدخال البيانات المطلوبة لنموذج حل البرمجة الخطية وبمجرد عمل حل للنموذج الخطي بالبرنامج قدم البرنامج

نوع المشروع : مبنى اداري - حكومي
مساحة ارض الموقع المخصص للبناء هي : 590 م <sup>2</sup>
النسبة البنائية المسموح ببناءها هي : 0.55
حدود الارض كما يلي : الحد الشمالي 28 م , الحد الجنوبي 31 م , الحد الشرقي 19 م , الحد الغربي 21 م
مسافات الرود الشمالية والشرقية والغربية 3 م بينما الجنوبية 4 م
عروض الشوارع المحيطة بأرض المشروع هما كما يلي : الرئيسي 10 م والفرعي 8 م
الارتفاع المسموح به هو : 15 م .
عدد الادوار الاقصى المصرح بها هي : 5 أدوار
المساحة القصوي المصرح ببنائها بالدور الارضي وفقا للإشترطات هي : 305 م <sup>2</sup>
المساحة القصوي المصرح ببناءها بالدور المتكرر هي : 335.5 م <sup>2</sup>
المساحة الصافية المطابقة لأسس ومعايير التصميم والاحتياجات الفعلية هي 906 م <sup>2</sup>
الحد الاقصى للمساحة المخصصة للخدمات والدعم والاتصال والحركة هي : 741 م <sup>2</sup>
الحد الادنى لكفاءة المبنى الاداري التي يمكن قبولها وفقا لنشرات ( FAIA هي : 0.55
أقصى مساحة اجمالية يسمح ببناءها هي : 1647 م <sup>2</sup> .
الميزانية المخصصة للمشروع في حدود : 2.80 مليون جنيه مصري .
- إفتراض مستوي التشطيبات (العالية 2000 جنيه) و(المتوسطة 1500 جنيه) و(المنخفضة 1000 جنيه) .
والمطلوب حساب المساحات الأمثل لمكونات البرنامج الفراغي بما يحقق أعلى كفاءة ممكنة وبحيث تقع التكلفة ضمن الميزانية المخصصة للمشروع والمحددة بالمعطيات السابقة وإيجاد القيم الاتية :

- إيجاد القيمة الصغرى للدالة  $min z$  .

- إيجاد قيم الحل الأمثل للثلاثة متغيرات الأتية :  $x_2 , x_3$

$x_1$ , وذلك وفقاً للمعطيات السابقة .

مراحل تطبيق تقنية البرمجة الخطية :

اولاً صياغة دالة الهدف ومجموعة القيود في صورة متباينات

وفقاً للمعطيات السابقة في الصورة الأتية :

3- عمل تحليل الحساسية للحل الأمثل وذلك للتحقق من منطقية النتائج كما بالشكل رقم (7)

***Sensitivity Analysis***				
Variable	Current Obj Coef	Min Obj Coef	Max Obj Coef	Reduced Cost
x1: Net Area	1.00	-0.43	infinity	0.00
x2: Service Area	1.00	-0.11	infinity	0.00
x3: Circ. Area	1.00	-0.25	infinity	0.00
Constraint	Current RHS	Min RHS	Max RHS	Dual Price
1 (<)	0.00	0.00	infinity	0.00
2 (<)	1647.00	1028.57	infinity	0.00
3 (>)	0.00	-infinity	171.43	0.00
4 (<)	0.00	0.00	infinity	0.00
5 (<)	0.00	-171.43	infinity	0.00
6 (<)	0.00	-114.29	infinity	0.00
7 (>)	0.00	0.00	0.00	1.43
8 (<)	0.00	-57.14	infinity	0.00
9 (>)	0.00	0.00	0.00	1.43
10 (<)	840000.00	342.86	infinity	0.00
11 (<)	1950000.00	-infinity	infinity	0.00
12 (<)	2800000.00	-infinity	infinity	0.00
13 (>)	800.00	0.00	906.00	1.43
14 (<)	906.00	906.00	infinity	0.00

صورة (9) يوضح تحليل حساسية الحل الأمثل لبرنامج TORA التي يتضح منها منطقية القياسات الواردة للمتغيرات ( X2 X1 , X3 ) و منطقية القيمة الأمثل للمساحة الإجمالية Z المصدر : تطبيق الباحث

النتائج :

تحليل نتائج حل مسألة البرمجة الخطية :

يتضح من الشكل رقم ( ) أن الحل الأمثل لدالة الهدف التي تستهدف أقل مساحة إجمالية دون التعارض مع أي من المعايير أو الحدود والقيود المفروضة وكذلك الحل الأمثل لمكونات المساحة الإجمالية وقيم الكفاءة والتكلفة المتوقعة كما يلي :

مجموعة الحلول الممكنة وعددها تسعة حلول و إختار الحل الأمثل للنموذج الافتراضي ( بما يحقق أعلى كفاءة وأقل تكلفة.

وتوضح الأشكال الثلاث القادمة بعض مراحل العمل على برنامج : tora

LINEAR PROGRAM -- ORIGINAL DATA					
Trial LP Model					
	Net Ar x1	Servic x2	Circ. x3		
Objective to	1.00	1.00	1.00		
1	-0.30	0.70	0.70	<=	0.00
2	1.00	1.00	0.00	<=	1647.00
3	0.45	-0.55	-0.55	>=	0.00
4	0.30	-0.70	-0.70	<=	0.00
5	-0.45	0.55	0.55	<=	0.00
6	-0.30	0.70	-0.30	<=	0.00
7	-0.20	0.80	-0.20	>=	0.00
8	-0.15	-0.15	0.85	<=	0.00
9	-0.10	-0.10	0.90	>=	0.00
10	0.30	0.30	0.30	<=	840000.00
11	0.70	0.70	0.70	<=	1950000.00
12	1500.00	1000.00	1700.00	<=	2800000.00
13	1.00	0.00	0.00	>=	800.00
14	1.00	0.00	0.00	<=	906.00
Lower Bound	0.00	0.00	0.00		
Upper Bound	infinity	infinity	infinity		
Restr'd (y/n)?	n	n	n		

صورة (7) يوضح البيانات التي تم ادخالها لبرنامج TORA وهي عبارة عن بيانات ( دالة الهدف واحدة , وأربعة عشر من القيود , ثلاثة من المتغيرات) لحساب الحل الأمثل لمسألة المثال السابق المصدر : تطبيق الباحث

2- عمل حل للدالة الخطية ليقدم البرنامج تسعة حلول ممكنة

ويختار الحل الأمثل لها كما بالصورة رقم (6)

LINEAR PROGRAMMING OUTPUT SUMMARY			
Title: Trial_LP_Model			
Final Iteration No.: 9			
Objective Value = 1142.86			
Variable	Value	Obj Coef	Obj Val Contrib
x1: Net Area	800.00	1.00	800.00
x2: Service Area	228.57	1.00	228.57
x3: Circ. Area	114.29	1.00	114.29
Constraint	RHS	Slack-/Surplus+	
1 (<)	0.00	0.00	
2 (<)	1647.00	618.43-	
3 (>)	0.00	171.43+	
4 (<)	0.00	0.00	
5 (<)	0.00	171.43-	
6 (<)	0.00	114.29-	
7 (>)	0.00	0.00	
8 (<)	0.00	57.14-	
9 (>)	0.00	0.00	
10 (<)	840000.00	839657.14-	
11 (<)	1950000.00	1959200.00-	
12 (<)	2800000.00	1177142.86-	
13 (>)	800.00	0.00	
14 (<)	906.00	106.00-	

صورة (8) يوضح مخرجات الحل الأمثل لبرنامج TORA وهي عبارة عن (الحل الأمثل لقيم المتغيرات X1 , X2 , X3 , والقيمة الأمثل للمساحة الإجمالية Z المصدر : تطبيق الباحث

### الخلاصة والتوصيات :

- تعتبر البرمجة الخطية هي الأداة الأنسب لحل إشكالية البحث نحو حساب المساحات الإجمالية الأنسب التي تحقق أهداف الدراسة وتحسب مساحات الفراغات ضمن مجموعة شروط ومحددات لا يمكن إغفالها أو التعارض معها .

- أثبتت تقنية البرمجة الخطية قدرتها ونجاحها في حساب الحلول المثلى لمساحات الخدمات والدعم وعناصر الإتصال والحركة وضمن عدم مخالفتها لمعايير التصميم الواردة بالكتب المرجعية .

- تعطي البرمجة الخطية نتائج أولية لمجموعة الحلول الممكنة التي تحقق الهدف، بل ويمكن أن تختار الحل الأمثل الذي يحقق أعلى قيمة ممكنة للكفاءة الفراغية بالمبنى وأقل قيمة ممكنة للتكلفة المتاحة لذلك ضمن مجموعة القيود والمحددات المسبقة .

- بمجرد إيجاد قيم  $x_1, x_2, x_3$  من البرمجة الخطية يمكن للمبرمج مباشرة التحقق من مدى قيمة البرنامج الفراغي ومن ثم يمكنه إختيار استراتيجيات التطوير الأنسب المقترح تطبيقها .

### المراجع الاجنبية :

- 1- 1- Edith Cherry, John Petronis, AIA& AICP : " Architectural Programming ",(2016).
- 2- Pena, m. William & Parshall, A. Steven:" Problem Seeking: An Architectural Programming Primer" 5th edit, ..( 2012).

### المراجع العربية :

- 3- شريف العطار, اخرون " تطوير نماذج البرنامج الفراغي كمدخل لحساب المساحات أثناء مرحلة البرمجة المعمارية " , المؤتمر العلمي الثاني بكلية الهندسة , جامعة الفيوم , 2017 .

وبذلك تكون المساحة الإجمالية الأمثل أقل عن الحد الأقصى للمساحة الإجمالية المسموح بنائها 505 M2 -1647 1142= 505 M2	$Z=X_1+X_2+X_3$ = 1142.86 M2
الحل الأمثل لقيمة $X_1$ يتحقق عند المساحة الصافية الأتية :	$X_1 = 800$ M2
الحل الأمثل لقيمة $X_2$ يتحقق عند مساحة الخدمات والدعم الأتية :	$X_2 = 228.57$ M2
الحل الأمثل لقيمة $X_3$ يتحقق عند مساحة عناصر الإتصال والحركة الأتية :	$X_3 = 114.29$ M2
الحل الأمثل لقيمة $E$ يتحقق عند الكفاءة الأتية : وهي قيمة عالية حيث حدد AIA الحد الأدنى للكفاءة تبعاً لنوع المبنى الإدارية بمقدار 55% ويعتبر الحد الأقصى للكفاءة 70%	$E = 800/1142.86$ = 69.99 %
الحل الأمثل لقيمة $C$ يتحقق عند التكلفة الأتية : وهي ناتجة عن المساحات المحددة مضروبة في متوسط سعر المتر حسب استعمال الفراغ ( وظيفي, خدمي, إتصال وحركة ) وهي أقل من حدود الميزانية التي حددت مسبقاً محققة وفراً في التكلفة بمقدار 1177142 جنية مصري وهي قيمة منطقية لوجود فرق في المساحة الإجمالية يقل عن الحد الأقصى في حدود 505 M2	$C = 1622858$

جدول (6) يوضح نتائج القياسات . المصدر : الباحث

### المناقشات :

وبناء على نتائج المثال العملي السابق كتجربة إفتراضية لإختبار إلى أي مدى تتناسب تقنية البرمجة الخطية لحل المسألة، وقد أثبتت النتائج أن قيم المخرجات ظهرت منطقية وبالفعل حققت أهداف الدراسة من خلال إمكانية الحصول على القيم الأمثل للمتغيرات الثلاثة التي تحقق أربعة عشر قيوداً، وبما تقلل دالة الهدف وتعطي أفضل قيمة تصغير ممكنة لها، وبما تحقق أعلى قيمة للكفاءة وبأقل تكلفة ممكنة وفي إطار الميزانية المحددة كقيود .

4- ترجمة عبدالعزيز بن حمد المقرن "برمجة المشاريع المعمارية والمرشد لمرحلة ما قبل التصميم", الرياض 1428 هـ. فهرس مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر, 2007.

5- الاستغلال الامثل للمساحات الفراغية داخل الابنية المكتبية , يوسف عبدالسلام , مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية , العدد الثاني , المجلد الثالث والعشرون , 2007 .

المراجع من شبكة المعلومات الدولية :

6- الموقع الخاص بالمعهد الامريكى الفيدرالى للمعماريين بالولايات المتحدة :

(<http://www.FAIA.com>)

محاضرات فى بحوث العمليات ( البرمجة الخطية) د. حمودي صحراوي, 2011

## LINEAR PROGRAMMING APPROACH TO CALCULATE OPTIMAL SPACES OF THE PROGRAM DURING THE ARCHITECTURAL PROGRAMMING STAGE

### Abstract:

preparing architectural programs according to internationally approved approaches it follows a highly efficient design and affordable cost, most countries of the world use multiple approaches to preparing space programs of projects during the architectural programming stage. However, in Egypt, it still depends on traditional methods of calculating spaces during preparation. These programs and the consequent low quality of the architectural end product, the area is one of the important elements that is required to be calculated accurately to ensure an appropriate quality for the project at low cost, so we need to research for a suitable technique to calculate the optimal solution for the gross area that achieves a high quality of the project, so the researchers suggest using linear programming technique that its results are the value of these variables: (net area, services area, area of communication and vertical and horizontal connection element).

The research aims to minimize the gross area through some constraints such as standards, requirements, budget, and (min, max) limits for area, etc. Then use the simplex method to find the optimal values of the gross area components, that represent the independent variable of study and measure the change on the dependent variables as (the efficiency and cost of the project). The study is applied on a hypothetical space program, and the results of the optimal solutions targeted for spaces, that achieve the highest efficiency for the project at a cost commensurate with the project budget, this study concluded that the linear programming technique can be used to calculate the area when preparing space programs for architectural projects before the design, and the success of the proposed technique in calculating the optimal solutions that achieve the quality of the project at an early stage during the architectural programming stage before starting the schematic design for the project.

**Key words :** area, spaced programming, efficiency, cost

## فكر المحاكاة البيئية كأداة لتخطيط وتصميم التجمعات العمرانية المستدامة

"مقارنة نماذج برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني"

أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة

أستاذ التصميم والتخطيط البيئي بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

د/ ايمان بدوي احمد

مدرس بقسم الهندسة المعمارية - جامعة بني سويف

م. الهام فتحي امام محمد

باحثة دراسات عليا بكلية الهندسة - قسم الهندسة المعمارية - جامعة الفيوم

أ.د. مهجة إمام إمبابي

أستاذ التخطيط والتصميم العمراني والإسكان بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

### ملخص:

ولتحقيق هدف البحث كانت المنهجية هي دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية واستخلاص مؤشرات قادرة على قياس كل عنصر، ودراسة برامج المحاكاة البيئية ومدى تنوعها في قياس هذه العناصر من خلال دراسة تجمع عمراني في مصر ومنهجية برنامج المحاكاة لتحسين منطقة الدراسة.

**وخلصت الدراسة إلى:** تنوع وتطور برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني واستخدامها بصورة دقيقة ومرنة، ووضع مصفوفة لدراسة فاعليتها كأداة لمحاكاة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية ومؤشرات قياس هذه العناصر على المستوى المحلي، والتي تمثل تحدياً أمام المخططين لتحقيقها.

**وأوصت الدراسة:** بضرورة الاستفادة من برامج المحاكاة البيئية وتطويرها مستقبلاً للعمل بها على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مروراً بإشراك المواطنين.

**كلمات مفتاحية:** تكنولوجيا المعلومات - التجمعات المستدامة -

**مؤشرات مستدامة - برامج المحاكاة .**

التجمعات العمرانية عبارة عن أنظمة مُعقدة ومتداخلة نتيجة ارتباطها بمتغيرات اقتصادية واجتماعية وبيئية، وفي مصر نجد هذه التجمعات غير قادرة على تحقيق مفاهيم الاستدامة والتعامل مع هذه المتغيرات خاصة البيئية (حيث صُنفت القاهرة في المركز 99 طبقاً لمؤشر المدن المستدامة<sup>1</sup>). على صعيد آخر، خصت الكثير من الأبحاث الدولية علي دور تكنولوجيا المعلومات وأدواتها في تحسين نوعية الحياة والخدمات المقدمة لشاغلي هذه التجمعات، و قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً لمؤشرات الاستدامة في السياق العمراني.

وتكمن المشكلة البحثية في الاحتياج إلى أدوات تساعد على سد الفجوة لتطبيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية ومؤشرات قياس هذه العناصر على التجمعات العمرانية لذلك يهدف البحث إلى دراسة دور برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني كأداة من أدوات تعظيم دور تكنولوجيا المعلومات والتغلب على عوائق قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً لمؤشرات الاستدامة الخاصة بكل عنصر.

## مقدمة:

العمراني والمقارنة بينها للوصول لمدى أهميتها كأداة في تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة، ودراسة حالة في الواقع المحلي المصري لتطبيق مصفوفة تقييم أداء برنامج المحاكاة ENVI-MET لتأكيد فرضية الباحث في قدرتها على تغيير استراتيجيات ومخططات العمل للتجمعات العمرانية.

وتم الحصول على نتائج وتوصيات تؤيد الطرح بأهمية استخدام برامج المحاكاة كأداة فعالة في تغيير المخططات التصيلية لحالة الدراسة، واقتراح مجموعة توصيات لرفع كفاءتها وضرورة العمل لاستخدامها على نطاق واسع.

## عناصر التخطيط والاستدامة البيئية للتجمعات العمرانية:

تواجه المدن حالياً الكثير من التحديات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتي تم ذكرها سلفاً، من تغير مناخ واستهلاك الطاقة والآثار السلبية نتيجة وتيرة التنمية السريعة ونفاقم مشكلة المخلفات خاصة الصناعية.

لذلك فمن المهم دراسة عناصر التخطيط البيئي لتصميم تجمعات عمرانية مستدامة وبراغي أثناء الدراسة الوقوف على أهم المعايير التي يمكن استخدامها في الدراسة التحليلية أثناء البحث وهي:

- **انبعاثات CO2 والغازات الدفيئة:** دراسة كيفية تقليل تأثير انبعاثات CO2 والحد من الآثار البيئية السلبية، وكيفية التعامل مع الغازات الدفيئة.
- **الطاقة:** من خلال دراسة أهم المعايير الخاصة بتقليل استهلاك الطاقة وربطها بالتخطيط العمراني على مستوى التجمعات، وأهم سياسات استخدام الطاقة النظيفة والمتجددة.
- **استعمالات الأراضي:** دراسة تأثير الكثافة السكانية على الأنشطة التي تتم في الفراغات الخارجية وأهم المعايير المؤثرة في كفاءة استعمالات الأراضي.

قامت الأبحاث السابقة على دراسة مدى قدرة كثير من المدن في استقطاب السكان وتحولها لتجمعات عمرانية تحقق الهدف المنشود منها اجتماعيا واقتصاديا وبيئيا، وتوصلت إلى أن هناك قصور في تخطيط المدينة نفسها وعدم دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية (مثل مشروع إسكان مبارك ومشروع المليون وحدة)<sup>2</sup>، وتمت عمل دراسة على استخدام نماذج لمحاكاة وتحليل البيانات والمعلومات المعقدة وإجراء تقييمات لسناريوهات مستقبلية وتوصلت بأنه لا يمكن استخدام بعض الأدوات إلا في الدول المتقدمة بسبب توافر المعلومات وتنظيمه بهذه الدول<sup>3</sup>، وقد تم عمل دراسة على بعض المدن المصرية لقياس مدى تحقق الاستدامة بها من خلال عناصر التخطيط والاستدامة البيئية باستخدام مؤشر المدن الخضراء الإفريقية وخلصت لعدم وجود تكامل واتصال لهذه المدن لتحقيق تجمعات مستدامة في مصر وضرورة استخدام التكنولوجيا الخضراء لتقليل التأثيرات البيئية<sup>4</sup>.

## ومنها تم التوصل لإغفال الدراسات السابقة في دراسة:

- 1- قدرة برامج المحاكاة البيئية في تقديم سيناريوهات مستقبلية للتجمعات العمرانية في الدول النامية وليس المتقدمة فقط.
- 2- برامج المحاكاة البيئية كأداة من أدوات التكنولوجيا لتحقيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً للمؤشرات الدولية. لذلك يركز البحث لدراسة برامج المحاكاة البيئية كأداة لتطبيق تكنولوجيا المعلومات وتقليل الفجوة عند دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وقياس مؤشرات كل عنصر في التجمعات العمرانية المستدامة.

عن طريق استخدام منهجيات مختلفة لتحليل واستقراء الجانب النظري من خلال دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية والمؤشرات الدولية واستخلاص مؤشرات تحقيق الاستدامة لكل عنصر ووصف أداء برامج المحاكاة البيئية في السياق

هذه التغييرات.<sup>5</sup> ويكون لهذه المؤشرات سمات محددة لتحقيق الهدف المنشود منها بدقة ومن هذه السمات.

1- **الهدف:** وضع أهداف محددة لكل مؤشر ومن خلاله يتم التقييم على أرض الواقع.

2- **ذات صلة:** أن تكون الأدوات ذات صلة من خلال المستخدمين لها سواء مطورين أو متخذي قرار أو استشاريين وأن تلبى محاور عمل في نطاق استدامة التجمعات العمرانية اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا.

3- **أداة كمية قابلة للقياس:** أن تكون معظم الأدوات التي يتم القياس بها كمية، للوقوف على أرقام تعكس الواقع مع وجود بعض الأدوات الكيفية ولكن بنسب أقل.

4- **المرونة:** يجب تحقيق المرونة في المؤشرات حيث توضع هذه المؤشرات من قبل منظمات عالمية فيجب أن تراعي الظروف المحلية لإمكانية تطبيقها بطريق موسعه.

5- **متراصة وفعالة:** ضرورة تحقيق الترابط بين الفئات وبعضها داخل الأداة والمؤشر الواحد، حتى يتكون صورة متكاملة عن التقييم المراد عمله من خلال المستخدمين.

6- **الشمولية:** محاولة تقديم مؤشرات تراعي شمولية التقييم من خلال المباني والخطط الأولية الموضوععة للتجمعات وصولاً للتنفيذ على أرض الواقع.

7- **سهولة التنفيذ:** يكمن نجاح المؤشر في سهولة استخدامه وتنفيذ أهدافه على أرض الواقع، حيث تتسم الكثير من المؤشرات بعدم شموليتها لفئات كثيرة ولكنها سهلة التنفيذ فيتم استخدامها على نطاق واسع من قبل المستخدمين.

وفيما يلي عرض ودراسة لأهم هذه المؤشرات الدولية ونطاق عمل كل منها، ومن خلال هذه الدراسة سيتم استخلاص أهم المؤشرات التي من خلالها يمكن الاستفادة بها في البحث فيما بعد كما يوضح هو موضح بجدول (1).

• **النقل والتنقل المستدام:** من خلال دراسة تأثير النقل على البيئة وكيفية تقديم رؤى مختلفة في التنقل المستدام داخل التجمعات العمرانية.

• **إدارة النفايات:** دراسة تأثير المخلفات والنفايات في على البيئة.

• **كفاءة إدارة المياه والصرف الصحي:** وذلك بالبحث عن أهم العناصر المؤثرة في ترشيد استهلاك المياه وكفاءة توصيل الصرف الصحي للتجمعات العمرانية.

• **جودة الهواء:** ودراسة أهم المعايير المؤثر في رفع كفاءة وجودة الهواء في التجمعات العمرانية.

• **الإدارة البيئية:** من خلال دراسة تأثير وجود إدارة بيئية تحافظ على تحقيق مفهوم الاستدامة في التجمعات العمرانية.

#### **مؤشرات وأهداف تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة:**

يرجع استخدام مؤشرات وأهداف محددة، للتعبير عن مدى كفاءة ظاهرة أو إشكالية معينة من المناهج ذات التأثير الإيجابي في عملية الرصد والتقييم والتحليل منذ القدم، وذلك لارتباط هذه المؤشرات بعدة معايير تجعلها قادرة على تحويل ظواهر وإشكاليات من مفهومها الكيفي إلى المفهوم الكمي وبالتالي القدرة على قياسها وجعلها مرتبطة بالوضع الراهن وسهولة تحليله.

#### **أهم سمات المؤشرات الجيدة لتقييم أداء مدى استدامة**

##### **التجمعات العمرانية:**

وفقاً لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة KFAO يتم اختيار المؤشرات لتوفير معلومات حول ظاهرة معينة لغرض معين وذلك لدعم متخذي القرار بشأن سياسات موضوعة، حيث يتم تحديد وتجميع البيانات التي يمكن مراقبتها وقياسها لتحديد مقدار التغيير في الأحداث المراد دراستها لفهم عملية التغيير وأسباب حدوث

جدول 1: جدول لأهم المؤشرات الدولية المستخدمة في قياس مدى استدامة التجمعات العمرانية. المصدر (بتصرف من الباحثة)

الموقع الإلكتروني	محاو العمل	التاريخ	المنظمة	المؤشر
<a href="http://www.urbanchinainitiative.org/en/research/usinitiative.html">http://www.urbanchinainitiative.org/en/research/usinitiative.html</a>	- الاقتصاد - البيئة - الموارد - الاجتماع	2010	the Urban China Initiative	China Urban Sustainability Index (USI) <sup>6</sup>
<a href="http://sg.siemens.com/city_of_the_future/docs/greencityindex_report_en.pdf">http://sg.siemens.com/city_of_the_future/docs/greencityindex_report_en.pdf</a>	الأداء البيئي	2009	Economist Intelligence Unit; Siemens	European Green City Index <sup>7</sup>
<a href="https://urbact.eu/reference-framework-sustainable-cities">https://urbact.eu/reference-framework-sustainable-cities</a>	مكاني. - الاقتصاد الاجتماع - البيئة - الحوكمة	2011	French Ministry in charge of housing and urban development, The Council of European Municipalities and Regions, and the CEREMA	The Reference Framework for Sustainable Cities(RFSC) <sup>8</sup>
<a href="https://www.kwrwater.nl/en/tools-producten/city-blueprint/">https://www.kwrwater.nl/en/tools-producten/city-blueprint/</a>	• جودة المياه - الخدمات الأساسية للمياه. • معالجة مياه الصرف الصحي. • البنية التحتية - النفايات. • التكيف مع تغير المناخ- الحوكمة	2011	Watermet Amsterdam and the KWR Water Cycle Research Institute	City Blueprint <sup>9</sup>
<a href="https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10244">https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10244</a>	• خدمات المدينة. • جودة الحياة • مؤشرات اجتماعية.	2008	the Global City Indicators Facility	The Global City Indicators Program (GCIP) <sup>10</sup>
<a href="https://www.breeam.com/discover/technical-standards/communities/">https://www.breeam.com/discover/technical-standards/communities/</a>	اجتماعية -اقتصادية - بيئية	2012	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM)	BREEAM Communities <sup>11</sup>
<a href="https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/neighborhood-development">https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/neighborhood-development</a>	• الموقع النكي والوصولية. • أنماط وتصميم المجاورة. • البنية التحتية والمباني الخضراء.	2009	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	LEED for Neighbourhood Development (LEED-ND) <sup>12</sup>

حيث تعدد البرامج بين برامج ذات أدوات تصميم مثل SketchUp, Revit, and Rhino وبين برامج ذات أدوات محاكاة مثل EnergyPlus. وفيما يلي عرض لأهمية استخدام برامج المحاكاة البيئية في تصميم وتخطيط التجمعات العمرانية المستدامة وهي:

#### بيئة خالية من المخاطر:

توفر برامج المحاكاة طريقة آمنة لاختبار واستكشاف سيناريوهات "ماذا لو" على هيئة بدائل مختلفة، وتأثير التعديل في بعض المتغيرات على المخطط العام.<sup>13</sup>

#### توفير المال والوقت:

التجارب الافتراضية من خلال نماذج المحاكاة تعد أقل تكلفة من حيث المال وتستغرق وقتاً أقل لمعرفة فاعلية التصميم على أرض الواقع.

#### التجسيد والتصوير:

### أهمية استخدام برامج النمذجة والمحاكاة البيئية في تخطيط وتصميم التجمعات العمرانية:

مجالات التخطيط والتنمية العمرانية للمدن يقابل كثير من التحديات التي تواجه تحقيق تنمية مستدامة في المسار الصحيح وبالتالي لتنفيذ ذلك يحتاج المصممين والمخططين إلى شراكة كل أصحاب المصلحة للوصول إلى رؤية تكاملية وتقييم يقرب من الواقع، لذلك فإن وجود منصات تكنولوجية تحاكي الواقع وتعمل على مواجهة تحديات تراكم المعلومات وتعقيدات المحاكاة الحضرية وتداخل أكثر من برنامج محاكاة للوصول إلى معلومات لا يمكن الاستفادة منها على نطاق واسع، لتزويد المخططين برؤية إبداعية لحل هذه المشكلات، ومساعدتهم في عمل حلقة وصل بين التحديات ومؤشرات قياس هذه التحديات على أرض الواقع.

برامج شاملة أو تعمل على الجمع بين العديد من العناصر المؤثرة على الاستدامة البيئية للتجمعات العمرانية ومنها **UMI (The Urban Modeling Interface)** و **CityCAD**

**تصنيف البرامج على أساس ثلاث محاور وهي:**

- أ- **برامج المحاكاة الشاملة:** هي برامج يتم فيها محاكاة لأكثر من مؤشر من مؤشرات الاستدامة البيئية.
- ب- **برامج المحاكاة الجزئية:** هي برامج يتم فيها محاكاة لمؤشر أو اثنين لمؤشرات الاستدامة البيئية.
- ج- **برامج المحاكاة المعتمدة على مفهوم المدينة الذكية وانترنت الأشياء Smart-City and IoT Wireless Sensor Networks**

وجود مخرجات نماذج المحاكاة من صور 2D&3D يسمح بمزيد من التحقق من المفاهيم والأفكار وعمل عملية تواصل وفهم لهذه الأفكار، هذا الفهم يُكسب أصحاب المصلحة (مخططين ومتخذي قرار ومواطنين) ثقة في إختيار البديل الأمثل من عدة بدائل مطروحة ومناقشة النتائج.

#### **محاكاة الديناميكية العمرانية:**

الديناميكية الحضرية هي "سلوك مميز للأنظمة الحضرية ومنها المدن، فهي تعبر عن حقيقة ما يجري من تغيرات داخلية على المستوى الحضري الأصغر (من خلال النمو أو التفاعل... الخ) للعناصر الحضرية، بتأثير القوى الحضرية الخارجية والداخلية. **زيادة الدقة:**

التفاصيل الموجودة في نموذج المحاكاة أكثر دقة من الموجودة في النموذج التحليلي، مما يوفر دقة متزايدة وتنبؤ أكثر فاعلية للبيانات المستخدمة وبالتالي تحقيق تكامل في المعلومات ورؤية أكثر دقة للمستقبل خاصة عند استعمال التطبيقات الحديثة مثل GPS.

#### **المشاركة العامة:**

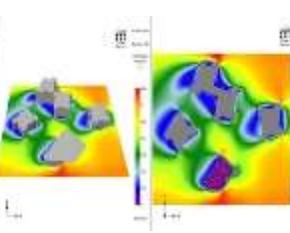
تتم أهمية المحاكاة العمرانية على قدرتها في زيادة عدد الأشخاص المشاركين في عملية التخطيط وسهولة التواصل الأفضل بين جميع الأطراف المشاركة، ويتم استخدام مجموعة دراسات مصغرة لإظهار الاستخدامات والواقع الحالي ومحاكاة البدائل المستقبلية والوقوف على البديل الأمثل الذي يراعي جميع الأطراف المشاركة في العملية التخطيطية.<sup>14</sup>

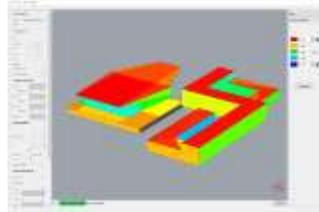
#### **تصنيف برامج المحاكاة البيئية على المستوى العمراني:**

تم تصنيف البرامج طبقاً للعناصر التي يتم محاكاتها فهناك برامج جزئية تقدم خدمات ومحاكاة محددة على سبيل المثال **Sumo (Simulation of Urban Mobility)** لمحاكاة حركة السيارات وعلاقتها بشبكة الطرق، أو برامج لمحاكاة راحة المشاة مثل **URBAwind** و **Pedestrian wind** (comfort) لمحاكاة حركة الرياح وتأثيرها على المشاة، وهناك

جدول 2: مقارنة بين البرامج من حيث واجهة البرنامج ونبذه عنه وتم اختيار 15 برنامج مختلفة المنهجية والعمل، لفهم طريقة عمل كلا منها وما هو قادر على تقديمه على مستوى التخطيط والتصميم للتجمعات العمرانية. المصدر: (بتصرف من الباحثة).

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نبذه عن البرنامج	البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نبذه عن البرنامج
1 - UMI (The Urban Modeling Interface)		شكل 1: واجهة البرنامج المصدر: <a href="http://web.mit.edu/sustainable_designlab/projects/umi/index.html">http://web.mit.edu/sustainable_designlab/projects/umi/index.html</a>	ج 2-Urbansim		يعل UrbanSim على الاستفادة من فكر المحاكاة الحضرية والتصور ثلاثي الأبعاد ومشاركة البيانات المفتوحة وذلك لتمكين المستخدمين لاستكشاف البدائل المختلفة وتطويرها وتقييمها وبالتالي تحسين المجتمعات. فهو عبارة عن منصة محاكاة يتم من خلالها دعم تخطيط وتحليل التنمية الحضرية، ويشمل ذلك التفاعلات بين استخدام الأراضي، والنقل، والاقتصاد، والبيئة. <sup>16</sup> تم تصميم وتطوير برنامج UrbanSim بواسطة المخطط Paul Waddell عن طريق منح مقدمة من المؤسسة الوطنية للعلوم على مدار عقدين من الزمن (2002-2011).
3-Esri cityengine		شكل 3: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview">https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview</a>	4-City CAD(Holistic City Software)		هو برنامج نمذجة ثلاثي الأبعاد متطور لإنشاء بيانات حضرية ضخمة وأكثر تفاعل في وقت أقل من برامج نمذجة أخرى. ويتم استخدام بيانات GIS واستيراد البيانات منها لعمل مدن كاملة على المناطق الجغرافية المختلفة لمرعاة تضاريس المكان. وبالتالي انشاء سيناريوهات متعددة بسهولة. <sup>17</sup>
					أداة بارامترية غنية بالمعلومات لتخطيط المسقط الأفقي للمشاريع في نطاق 100 هكتار الى 200 هكتار. ويستخدم بشكل عام في بداية المشروع لاختبار الأفكار واستراتيجيات المخطط الرئيسي، وغير مخصص للاستخدام في مراحل التصميم والبناء التفصيلية للمشروع. ويتم استخدامه من خلال ثلاثة محاور: (استخدام أكاديمي- استخدام تجاري- مجموعات عمل). <sup>18</sup>

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	نُبذة عن البرنامج	صورة واجهة البرنامج	البرنامج	
5-CityBES (City Building Energy Saver)	 <p>شكل 5: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://citybes.lbl.gov">https://citybes.lbl.gov</a></p>	<p>عبارة عن منصة للبيانات والحوسبة على الإنترنت للجمهور، يركز على نمذجة الطاقة وتحليل مخزون المباني في المدينة لدعم كفاءة الطاقة على مستوى الأحياء والمدن، وتقليل انبعاثات الكربون</p> <p>يتم استخدام CITYGML لتمثيل وتبادل نماذج المدن ثلاثية الأبعاد 3D.</p> <p>وقد تم تطويرها بواسطة مختبر لورانس بيركلي الوطني.<sup>19</sup></p>	ج	<p>عبارة عن منصة للبيانات والحوسبة على الإنترنت للجمهور، يركز على نمذجة الطاقة وتحليل مخزون المباني في المدينة لدعم كفاءة الطاقة على مستوى الأحياء والمدن، وتقليل انبعاثات الكربون</p> <p>يتم استخدام CITYGML لتمثيل وتبادل نماذج المدن ثلاثية الأبعاد 3D.</p> <p>وقد تم تطويرها بواسطة مختبر لورانس بيركلي الوطني.<sup>19</sup></p>	<p>عبارة عن برنامج يمكنه محاكاة المناخات في البيئات الحضرية <b>MicroclimateSimulation</b> وتقييم آثار الغلاف الجوي والنباتات والمواد والهندسة المعمارية وقياسها على المناخ المحلي في المساحات الخارجية.</p> <p>فهو يساعد في بناء مناطق حضرية للناس والنباتات عن طريق فهم ديناميكيات البيئة المحلية لتمكين التصميم المستدامة من تلبية احتياجات الناس ومتطلبات البيئة، فهو أكثر نماذج المناخ المتاحة المتوفرة تقيماً، مما يثبت قدرته على محاكاة المناخ المحلي لأي منطقة في الأرض.</p> <p>وأسس Michael Bruse شركة GeoTech وتم إصداره عام 1992 وتم التطوير والتحديث مع مجموعة من المطورين حتى ظهر كعلامة تجارية تحت مسمى <b>ENVI-met 2004</b>.<sup>20</sup></p>	<p>شكل 6: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://www.envi-met.com/">https://www.envi-met.com/</a></p>	6-ENVI-met
7-URBAwind (Pedestrian wind comfort)	 <p>شكل 7: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://meteodyn.com/en">https://meteodyn.com/en</a></p>	<p>هو برنامج لمحاكاة تدفق الرياح تم تطويره للمناطق الحضرية، ويتم من خلاله عمل محاكاة لتحديد مناطق عدم الراحة في الرياح وتهينة بيئات حضرية لتكون أكثر سلامة وأمان وراحة حول المباني.</p> <p>ويتم الاعتماد على حسابات <b>Computational CFD Fluid Dynamics</b>: ديناميكيات الموائع الحسابية ويتم استخدامها لعمل محاكاة عددية لدراسة حركة الرياح أو الشمس مما يضيف دقة ومحاكاة أكثر وضوحاً وثقة للنموذج الدقيقة لأي هيكل معماري.<sup>21</sup></p> <p>وتم تطويره من قبل شركة Meteodyn بفرنسا منذ العام 2011.</p>	8-The Anylogic Pedestrian Library	<p>عبارة عن أداة لمحاكاة حركة المشاة وتحليل الحشود في أوقات الذروة، ويتم من خلاله تصميم وتصور وتحليل كيفية تصرف هذه الحشود بدقة عن طريق محاكاتها في بيئة مادية وحاوله القضاء على أوجه القصور في التصميم المقترح.</p> <p>لذلك تعد مكتبة المشاة مفيدة عند محاكاة ديناميكية المشاة في المناظر الحضرية الطبيعية والمناطق المفتوحة والمتاحف ومراكز التسوق والنقل (حيث دراسة مدى قدرة المنشآت على تحمل حركة وتدفق المشاة).</p> <p>وتم تطويره من خلال شركة <b>Anylogic</b> متعددة الجنسيات المتخصصة في برامج المحاكاة والتطبيقات.<sup>22</sup></p>	<p>شكل 8: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://www.anylogic.com/download/ds">https://www.anylogic.com/download/ds</a></p>	<p>هو برنامج لمحاكاة تدفق الرياح تم تطويره للمناطق الحضرية، ويتم من خلاله عمل محاكاة لتحديد مناطق عدم الراحة في الرياح وتهينة بيئات حضرية لتكون أكثر سلامة وأمان وراحة حول المباني.</p> <p>ويتم الاعتماد على حسابات <b>Computational CFD Fluid Dynamics</b>: ديناميكيات الموائع الحسابية ويتم استخدامها لعمل محاكاة عددية لدراسة حركة الرياح أو الشمس مما يضيف دقة ومحاكاة أكثر وضوحاً وثقة للنموذج الدقيقة لأي هيكل معماري.<sup>21</sup></p> <p>وتم تطويره من قبل شركة Meteodyn بفرنسا منذ العام 2011.</p>	

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج
9-Sumo (Simulation of Urban Mobility)	 <p>شكل 9: واجهة البرنامج المصدر: <a href="http://sumo.sourceforge.net">http://sumo.sourceforge.net</a></p>	<p>حزمة من أدوات المحاكاة مفتوحة المصدر ودقيقة ومتعددة الوسائط والتطبيقات، مصممة للتعامل مع شبكات الطرق الكبيرة للمدن، ولكن يمكن استخدامها على شبكات أصغر.</p> <p>يتم تصوير المركبات الفردية وتفاعلاتها باستخدام نماذج السلوك في SUMO لتتبع السيارات وتغيير المسار والتقاطع، كما يتم استخدام نماذج المشاة ومحاكاة حركة الأشخاص وتفاعلاتهم مع المركبات.<sup>23</sup></p>	ج	 <p>شكل 10: واجهة البرنامج. المصدر: <a href="http://solemma.net/Diva.html">http://solemma.net/Diva.html</a></p>	<p>عبارة عن برنامج لتمذجة ضوء النهار والطاقة plug-in ,for the Rhinoceros – NURBS، ويتيح للمستخدمين إمكانية إجراء سلسلة من التقييمات للأداء البيئي للمباني الفردية والمناظر الطبيعية على المستوى العمراني متضمنا خرائط الإشعاعات والتصويرات الواقعية الخاصة بضوء النهار والمناطق الحرارية.<sup>24</sup></p>
11-PTV VISSIM (Verkehr In Städten - Simulationsmodell)	 <p>شكل 11: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://www.ptvgroup.com/en-us/solutions/products/ptv-vissim/">https://www.ptvgroup.com/en-us/solutions/products/ptv-vissim/</a></p>	<p>هو أداة مثالية لتخطيط النقل المتطور وتحليل العمليات التي تحدث، حيث تم تصميم البرنامج للمساعدة في تحقيق التوازن بين سعة وكفاءة الطريق والطلب على المرور بشكل واقعي.</p> <p>يتيح استخدام PTV VISSIM خيارات شاملة مما يخلق أداة قوية لتقييم وتخطيط البنية التحتية للنقل في المناطق العمرانية وخارج المدن، وتقديم تدابير بنية تحتية مقنعة لمتخذي القرار وأصحاب المصلحة.<sup>25</sup></p>	12 – CitySim Pro	 <p>شكل 12: واجهة البرنامج المصدر: <a href="http://www.kaemco.ch/download.php">http://www.kaemco.ch/download.php</a></p>	<p>يهدف البرنامج لتوفير دعم لمتخذي القرار ومخططي الطاقة في المناطق العمرانية لتقليل الاستخدام لمصادر الطاقة الغير متجددة (الوقود الأحفوري) وانبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بها.</p> <p>عن طريق المحاكاة ثلاثية الأبعاد لأشكال المباني الهندسية في سياق عمراني(حي إلى مدينة)، ومحاكاة الطلب على الطاقة في هذه المباني مع مراعاة الطبيعة العشوائية لمستخدمي هذه المباني وسلوكهم المختلف.<sup>26</sup></p> <p>تم تطويره وتوزيعه بواسطة مختبر الطاقة الشمسية وفيزياء المباني (LESO-PB) التابع لمعهد الفنون التطبيقية في لوزان (EPFL)</p>

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	نُبذة عن البرنامج	صورة واجهة البرنامج	البرنامج
13-CupCarbonU –One 4.1	 <p>شكل 13: واجهة البرنامج المصدر: http://cupcarbon.com</p>	<p>برنامج لمحاكاة شبكة الاستشعار اللاسلكية للمدن الذكية (SCI-WSN) ولإنترنت الأشياء، حيث الهدف التصميم والتصوير وتصحيح الخوارزميات الموزعة للرصد وجمع البيانات البيئية. بشكل عام يتم استخدام على نطاقات علمية واسعة ويتميز بالشرح المرئي والتصوري لكثير من المفاهيم المتعلقة بطبولوجيا الشبكات وبرتوكول العمل بها. وتم دعم المشروع من قبل الوكالة الوطنية الفرنسية (la Recherche ANR)، 2014.<sup>27</sup></p>	ج	<p>نُبذة عن البرنامج</p>		
14-Smart City Explorer (SIRADEL)	 <p>شكل 14: واجهة البرنامج ( Air Paris's air quality monitoring) المصدر: <a href="https://www.siradel.com/software/smart-city-explorer">https://www.siradel.com/software/smart-city-explorer</a></p>	<p>عبارة عن منصة تعاونية ومفتوحة المصدر للتعامل مع البيانات عن طريق مفهوم التوأمة الرقمية Digital Twin، ويتم تصور البيانات ثلاثية الأبعاد وتحليلها ومشاركتها. بالتالي يسمح بتسهيل عملية صنع القرار وتحسين البنية التحتية وتسريع عملية التحويل لمناطق وتجمعات مستدامة.<sup>28</sup></p>	ج	<p>نُبذة عن البرنامج</p>		
15-SEMANTIC TOOLS FOR CARBON REDUCTION IN URBAN PLANNING)	 <p>شكل 15: واجهة البرنامج المصدر: www.semanco-project.eu</p>	<p>هي منصة متكاملة SEMANCO platform لمساعدة الممارسين والمخططين والمسؤولين المحليين وواضعي السياسات والمواطنين لاتخاذ قرارات أكثر دقة بشأن كيفية الحد من انبعاثات الكربون في المدن. وذلك من خلال نماذج الطاقة التي تم تصميمها بشكل نمونجي لتحليلها وتصوير مؤشرات الطاقة، وتم تطبيق المنصة على ثلاث دراسات حالة: مانريسا في برشلونة، إسبانيا؛ كوبنهاجن، دنيمارك؛ ونيوكاسل أبون تاين، المملكة المتحدة. وتم تطوير البرنامج بتمويل مشترك من قبل المفوضية الأوروبية ضمن البرنامج الإطار السابع European Commission within the 7th Framework Programme 2011-2014.<sup>29</sup></p>	16- MIKE URBAN (DHI)	<p>نُبذة عن البرنامج</p>		
16- MIKE URBAN (DHI)	 <p>شكل 16: واجهة البرنامج المصدر: <a href="https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban">https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban</a></p>	<p>برنامج تم دعمه من شركة DHI، لتحليل البيانات الخاصة بشبكات وأنظمة إمدادات المياه في المناطق الحضرية وأنظمة تصريف المياه وشبكات وأنظمة تجميع ونقل مياه الصرف الصحي، ويتميز بالقدرة على الاندماج مع نظم المعلومات الجغرافية مما يعطي دقة في حرية عمل ومرونة للبرنامج. وتم تطويره من خلال منظمة DHI العالمية المختصة بدراسة وتقديم حلول لتحديات المياه في جميع أنحاء العالم، والتواصل مع المتخصصين لتقديم تكنولوجيا وأدوات قادرة على مواجهة هذه التحديات.<sup>30</sup></p>	16- MIKE URBAN (DHI)	<p>نُبذة عن البرنامج</p>		

ويوضح جدول 2 تنوع برامج المحاكاة البيئية من حيث منهجية عمل كل برنامج والتي تؤثر على مدخلات ومخرجات البرامج. فهناك برامج يتم من خلالها عمل محاكاة للطاقة وكيفية التعامل معها على مستوى المباني المتعددة مثل برنامج CitySim Pro ،

والتعامل مع مفهوم المناخ المصغر وقدرته في مواجهة تحديات استعمالات الراضي من خلال برنامج ENVI-met، ودور المعلومات والأدوات الدلالية semantic tools في التعامل مع نسبة ثاني أكسيد الكربون من خلال برنامج SEMANCO.

جدول 3: مقارنة بين برامج المحاكاة البيئية طبقا ودور كلا منها في تحقيق وقياس مؤشرات استدامة التجمعات العمرانية: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون- استهلاك الطاقة- استعمالات الأراضي- النقل المستدام- جودة المياه- كفاءة الهواء - والاستفادة من ضوء النهار. المصدر: بتصرف من الباحثة.

البنية التحتية	ضوء النهار	كفاءة الهواء	جودة المياه	النقل والتقل	استعمالات الأراضي	الطاقة	Co2 والغازات الدفينة	اسم البرنامج	الفئة
	✓			✓	✓	✓	✓	UMI-for-(Rhino)	plugin
	✓					✓		DIVA-for-(Rhino)	
				✓				Pedestrian Library(The Anylogic)	
✓				✓		✓	✓	CupCarbon U-One - (Java)	
		✓				✓		CitySim Pro	Independent tool
		✓			✓		✓	ENVI-met	
				✓		✓	✓	CityCad	
✓				✓				PTV VISSIM	
				✓				Sumo	
✓					✓			Esri cityengine	
		✓				✓		URBAwind	
						✓	✓	SEMANCO	Web Platform
✓				✓	✓		✓	UrbanSim	
✓				✓		✓		Smart City Explorer	
✓			✓			✓	✓	CityBES	

تجمع او منطقة عمرانية لذلك تم اختيار دراسة حالة تم استخدام برنامج بها في الواقع المحلي المصري لبيان أهمية استخدام برامج المحاكاة البيئية في العملية التخطيطية لتأثيرها في تغيير الكثير من الاستراتيجيات المتخذة عند المرور بمراحل التخطيط المختلفة.

من خلال هذه المقارنة بجدول 3، يستنتج قدرة برنامج UMI كبرنامج إضافي في تقديم مخرجات محددة ومتعددة على هيئة خرائط متدرجة الألوان، وبرنامج ENVI-met كمثل رائد في السنوات الماضية للتعامل مع مفهوم المناخ المصغر وكيفية استخدام المعلومات المناخية المعقدة ومتعددة التخصصات في الممارسة العملية وبالتالي تطبيقها في أي

جدول 4: مصفوفة توضح البعد البيئي لبناء تجمعات عمرانية مستدامة، عن طريق عناصر التخطيط البيئي والتي تمثل تحدياً أمام المخططين لتحقيقها وقياس مؤشراتها بالتجمعات العمرانية، مع مراعاة اختيار معايير يمكن دراستها باستخدام تكنولوجيا المعلومات، وأمثلة البرامج التي يمكن استخدامها لكل عنصر. المصدر: بتصرف من الباحثة.

المدخل	عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	مؤشرات قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	المصدر	برنامج المحاكاة المستخدم
	ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة	كثافة ثاني أكسيد الكربون (كجم لكل كجم من استخدام طاقة مكافئ النفط)	World Bank <sup>31</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UMI-for-(Rhino)</li> <li>• CupCarbon U-One - (Java)</li> <li>• ENVI-met</li> <li>• CityCad</li> <li>• SEMANCO</li> <li>• UrbanSim</li> <li>• CityBES</li> </ul>
		انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة استخدام الوقود (كيلو طن)	World Bank	
		مؤشر انبعاثات CO2	NUMBEO <sup>32</sup>	
		انبعاثات الغازات الدفيئة (3)	Eurostat <sup>33</sup>	
	الطاقة (التشغيلية-المجمدة-المتجددة)	استهلاك الطاقة في المباني السكنية للفرد الواحد	Eurostat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UMI-for- (Rhino)</li> <li>• DIVA-for-(Rhino)</li> <li>• CupCarbon U-One - (Java)</li> <li>• CitySim Pro</li> <li>• CityCad</li> <li>• URBAwind</li> <li>• SEMANCO</li> <li>• Smart City Explorer</li> <li>• CityBES</li> </ul>
		استهلاك الطاقة الكهربائية (نصيب الفرد من الاستهلاك بالكيلو وات)	World Bank	
		سياسات الطاقة النظيفة (0-10)	Green City Index ( EUI) <sup>34</sup>	
		نسبة استهلاك الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة المستخدم	Eurostat	
		إجمالي إنتاج الطاقة المتجددة (طاقة حرارة باطن الأرض-الرياح-الشمسية) ألف قدم	Eurostat	
	استعمالات الأراضي	الجهود المبذولة لسياسات استخدام الأراضي (0-10)	Green City Index ( EUI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UMI-for-(Rhino)</li> <li>• ENVI-met</li> <li>• Esri cityengine</li> <li>• UrbanSim</li> </ul>
		مساحة المساحات الخضراء م2/الفرد	Green City Index	
		نسبة المساحات الخضراء من إجمالي الموقع %	Green City Index	
		توزيع الخدمات ونسبتها%	Green City Index	
		أنماط البناء للتجمع (التسجيم العمراني- وأطول الكتل الموجودة )	European Environmental Agency	
		كثافة السكان (عدد الأشخاص في المتر المربع من مساحة الأراضي)	World Bank	
		نسبة المناطق السكنية من إجمالي الموقع %	World Bank	
	النقل والتنقل	معدل استخدام النقل الجماعي	Metrobits <sup>35</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UMI-for-(Rhino)</li> <li>• Pedestrian Library(The Anylogic)</li> <li>• CupCarbon U-One - (Java)</li> <li>• CityCad</li> <li>• PTV VISSIM</li> <li>• Sumo</li> <li>• UrbanSim</li> <li>• Smart City Explorer</li> </ul>
		حجم شبكة النقل الجماعي %	Metrobits	
		الخدمات الآلية للأستخدام العام للدراجات وبتراوح المؤشر من (0-8)	Bike-Sharing World Map	
		نسبة مسارات المشاة لتحقيق حركة مريحة%	Bike-Sharing World Map	
		سياسات الترويج للنقل المستدام (0-10)	Green City Index ( EUI)	
		سياسات الحد من الازدحام (0-10)	Green City Index ( EUI)	
		عدم كفاءة حركة المرور	NUMBEO	
		متوسط إنتاج النفايات البلدية لكل شخص (كجم/ سنة)	Waste Management for Everyone	
	النفايات	سياسة جمع النفايات والتخلص منها (Zero-Max)	Green City Index	

	Green City Index( EUI)	معدل إعادة تدوير النفايات والتخلص منها (10-0)	
<b>FLUID</b> <b>MIKE URBAN (DHI)</b>	<b>CityBES</b> • <b>FLOW</b> • <b>(Autodesk)</b>	European Environmental Agency	إجمالي كمية المياه المتاحة %
	European Environmental Agency	نسبة السكان الذين يحصلون على مياه شرب كافية وآمنة%	
	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	إجمالي حصة المياه النظيفة المتوفرة للفرد %	
	World Bank	نسبة استهلاك المياه (لتر/اليوم/فرد)	
	(FAO)	حصة المياه المعالجة %	
	World Bank	نسبة السكان الذين يستخدمون خدمات الصرف الصحي بأمان %	
	Green City Index	وصلات الصرف الصحي لمياه الصرف الصحي	
	Green City Index( EUI)	سياسات الصرف الصحي المستدامة (10-0)	
<b>CitySim Pro</b> • <b>ENVI-met</b> • <b>URBAwind</b> • <b>URBASun</b> •	World Health Organization (WHO)	PM2.5 قياس عدد جزيئات في الهواء التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر ( ميكرون) المتوسط السنوي	جودة الهواء (نظافة الهواء -
	(WHO)	PM10 قياس عدد جزيئات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون (متوسط السنوي .mg/m3)	الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)
	World Bank	انبعاثات الميثان نتيجة الأنشطة البشرية والصناعية (كيلو طن مكافئ CO2)	
	Green City Index( EUI)	سياسات الهواء النظيف (10-0)	
	European Environmental Agency	متوسط عدد ساعات الحرارة والبرودة سنوياً (عدد الساعات/سنوياً)	
	European Environmental Agency	دراسة تأثير العناصر المعمارية مثل (الأفنية، المظلات، ...)	
	European Environmental Agency	دراسة نسبة تأثير الجزر الحرارية	
	European Environmental Agency	وجود عناصر الاستفادة من ضوء النهار (أفنية- مناور...)	الاستفادة من ضوء النهار (داخليا - خارجيا)
<b>UMI-for-(Rhino)</b> • <b>DIVA-for-(Rhino)</b> •	European Environmental Agency	نسبة التعرض لضوء النهار للمبنى (عدد الساعات/سنوياً)	
	European Environmental Agency	عرض الشوارع وتأثيره على نسبة الإضاءة المكتسبه	
	European Environmental Agency	المواد المستخدمة في واجهات المباني وتأثيرها على نسبة الإضاءة	
	European Environmental Agency	المواد المستخدمة في واجهات المباني وتأثيرها على نسبة الإضاءة	
	Green City Index( EUI)	قياس مدى اتساع عمل الإدارة البيئية على مستوى التجمع (0-10)	الإدارة البيئية
	Green City Index( EUI)	قياس جهود الدولة في عملية الرصد البيئي (10-0)	
	Green City Index( EUI)	المشاركة المجتمعية في عملية صنع القرار البيئي (10-0)	

وبيان قدرة هذه البرامج على دراسة المؤشرات وتم اختيار برنامج ENVI-met لدراسة حالة في الموقع المحلي المصري، ودراسة

يستنتج من جدول 3 و4، إلى تنوع واختلاف برامج المحاكاة البيئية لدراسة التحديات البيئية طبقاً للمؤشرات قياس مدى استدامة التجمعات العمرانية، ووضع مقترح عام يمكن من خلاله دراسة

## Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

وقد تم تخطيط القاهرة الجديدة كواحدة من سلسلة مدن جديدة حول القاهرة لجذب السكان من المناطق الحضرية المزدهمة، وعلى الرغم من لتخطيط لتصبح أقرب للأحياء الريفية التقليدية إلا أن الاعتماد على السيارات والمركبات أدى إلى زيادة الحمل على القاهرة بشكل عام.<sup>39</sup>

- طبقاً لبيانات جهاز التبيئة والإحصاء فإن متوسط عدد الأشخاص في الأسرة الواحدة 3.75 شخصاً في موقع الدراسة.<sup>40</sup>
- تصنيف الإسكان المهيمن بالمنطقة دور أرضي + طابقين، مع وجود رودود من جميع الجوانب على أن تكون نسبة البناء 50% (FAR) من إجمالي مساحة الأرض، وبالتالي الاعتماد على النسيج العمراني النقطي للمنطقة.

### منهجية عمل البرنامج لتحسين منطقة الدراسة:

- أولاً: تقييم الأثار البيئية باستخدام ENVI-met للتأثيرات الحرارية في منطقة عمرانية محدودة، والتركيز على تقييم الراحة الحرارية للمشاة من حيث حساب درجة الحرارة الفسيولوجية المكافئة PET في أوقات مختلفة من اليوم.
- التنبؤ بجميع معايير الأرصاد الجوية وجميع الأسطح العمرانية والتفاعلات الحرارية بين النباتات، عن طريق تقييم الوضع الراهن والاقتراحات والبدايل المقترحة للمنطقة المدروسة حيث (دمج التطبيقات السلبية في الموقع الحالي لتحسين ظروف المناخ المحلي).
- ثانياً: استخدام الـ MATLAB لإنشاء معاملات المعلمات الخاصة بالتصميم لتحقيق ظروف مريحة في المناطق العمرانية في نفس المواقع التي تم فحصها أولاً.

أهم العناصر التي يقدر البرنامج على رفع كفاءتها لتحقيق الاستدامة.

### دراسة حالة منطقة التجمع الخامس، القاهرة الجديدة، جمهورية مصر العربية كمثال على برنامج (ENVI-MET):

أتى عرض هذه الحالة لتعبر عن الواقع المحلي داخل جمهورية مصر العربية وبيان قدرة استخدام برامج المحاكاة البيئية في تحسين أداء التجمعات العمرانية، والحصول على أفضل معايير استخدام الأراضي لتحقيق الراحة الحرارية للمشاة والتعامل مع المناخ المصغر.

وتم تطوير نموذج يعتمد على محاكاة برنامج ENVI\_ MET للبارمترات التالية: درجة الانضغاط للتربة compactness degree ، نسبة تغطية العشب grass coverage، كثافة مساحة الأوراق leaf area density، تغطية الأشجار للأراضي trees ground coverage، وتحديد مناطق الأسفلت والمباني asphalt and buildings areas.<sup>38</sup>

### إ | معلومات عن حالة الدراسة:

التجمع الخامس هو جزء من التطورات التي تحدث في منطقة القاهرة الجديدة، وتكون من (5-6) مجاورات، وتقع المنطقة الثالثة موضوع الدراسة شرقاً من الطريق الدائري الأول في القاهرة الكبرى على إرتفاع 50 متراً فوق جبل المقطم، شكل 16.



شكل 16: صورة من الأقمار الصناعية للمنطقة الثالثة موضع الدراسة (مقياس 1:2م) التجمع الخامس، القاهرة الجديدة. المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design



شكل 18: التأكد من صحة النتائج حيث (A) المنطقة على برنامج ENVI-met و (C) للجهاز المستخدم لقياسات الموقع وعمل مقارنة للنتائج المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

تطبيق منهجية البرنامج على الحالة الدراسية (التجمع الخامس):

- تم إجراء المحاكاة لمدة 12 ساعة من الساعة 6 صباحاً إلى الساعة 6 مساءً، بالتوقيت المحلي يوم 1 يوليو كتمثيل ليوم صيفي شديد الحرارة وتم التحليل باستخدام برنامج ECOTECT v.5.6. وتم تسجيل النتائج على ارتفاع 1.6 في جميع أنحاء منطقة النموذج لتحقيق راحة حرارية للمشاة.

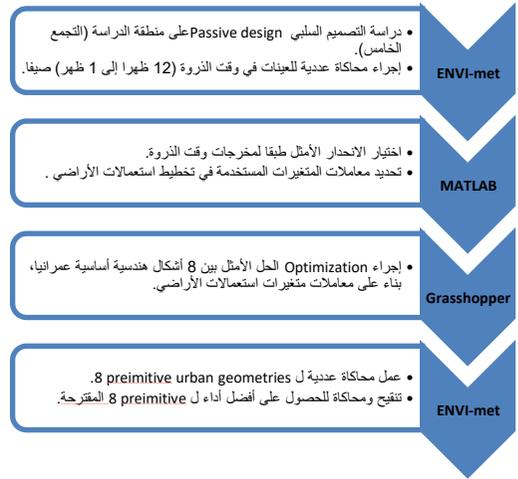
- هناك بديلان (b) و (c) مقارنة بالمخطط الأساسي (a)، لدراسة التصميم العمراني السلبي لمنطقة الدراسة كما يوضح الشكل 35.

- توفر البدائل أنواع مختلفة من المساكن والغطاء النباتي للمناطق الخارجية وترتيب وأنواع الأشجار بنماذج أكثر استجابة للمقترحات.

#### النسيج العمراني:

- المقترح (b) تم استخدام نفس النسيج المركب المستخدم في المخطط الأساسي (a) لدراسة التأثير البيئي لتوزيع مجموعة المباني clustered urban form، النسبة المئوية لتقسيم المناطق متشابهة مع المخطط الأساسي (a).

- ثالثاً: إدخال معلمات التصميم المُحسنة في Grasshopper لإنشاء النماذج الهندسية الأولية المقترحة (النسيج والشبكة والغطاء النباتي).
- أخيراً: يتم إعادة عملية المحاكاة باستخدام ENVI-met مرة أخرى لفحص راحة المشاة الحرارية التي سيتم إنتاجها من الأشكال الهندسية المقترحة. شكل 17 يوضح تسلسل العمل بالدراسة.

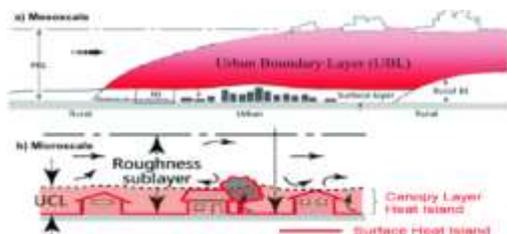


شكل 17: منهجية عمل الدراسة والبرامج المستخدمة لتحسين الأداء البيئي وتحقيق الاستدامة البيئية لمنطقة الدراسة.

"سيتم عرض المرحلة الأولى (عمليات المحاكاة العددية باستخدام ENVI-met) من منهجية العمل المذكورة في شكل 20 في هذا البحث وأهم نتائج هذه المرحلة على المنطقة المدروسة".

**ملحوظة:** (تم التحقق من من صحة مخرجات برنامج ENVI-met من خلال العديد من الدراسات عن طريق كل من درجة حرارة الهواء ودرجة الحرارة الإشعاعية المتوسطة، من خلال قياسات ونتائج محاكاة المستقبلات لنقطة معينة بمنطقة الدراسة على أرض الواقع في 5 أغسطس 2017 لمزيد من الدقة في النتائج) شكل 18.

**ملحوظة:** (تعريف Urban Canopy Layer: هي الطبقة الموجودة في الهيكل الرأسى لطبقة الحدود العمرانية حيث تتراوح من سطح الأرض لقمة المباني، فهي منطقة متعددة الانبعاثات وتتأثر بكل الأنشطة البشرية والطبيعية التي تحدث وهنا تكمن أهمية دراستها لفهم تأثير الجزر الحرارية على المناطق العمرانية المختلفة)<sup>41</sup>، شكل 20.



شكل 20: يوضح الفرق بين UBL & UCL المصدر: Quantifying Effects of Urban Heat Islands: State of the Art, November 2019 .  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34196-1\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34196-1_4)

تم تصميم المباني بحيث تشمل نسب عرض إلى طول إلى ارتفاع 1: 3: 1.3 وتوجيه الساحات courtyards لجميع المباني إلى 15 درجة من المحور الشرقي الغربي شكل 21.

المحاور المستخدمة The canyons' axes إما في اتجاه واحد أو عمودي نحو الشمال الغربي لألتقاط الرياح السائدة وزيادة تأثير التبريد النفقي لزيادة الراحة الحرارية.

تم تغيير النمط الهرمي إلى نمط شبكي للسماح بزيادة تأثير التبريد النفقي.

البديل (c) تم تقسيم المناطق وعمل شبكة جديدة مختلفة عن المقترح (b) حيث تتكون جميع الوحدات السكنية من طابق أرضي + ثلاث طوابق، إما أن تكون وحدة واحدة على مساحة 150م<sup>2</sup> أو دوبلكس 300م<sup>2</sup>، وتحقيق كثافة سكانية 150 شخص /فدان ومتوسط أفراد الأسرة 3.75 شخص / أسرة.

استخدام نفس النسبة المئوية للخدمات في المخطط الأساسي والبديل الأول.



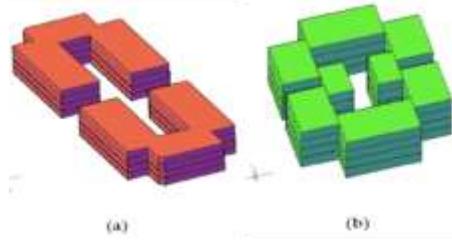
شكل 19: المخطط الأصلي (a) والبديلين (b) & (c)، حيث المباني باللون الرمادي والعشب باللون الأخضر الفاتح والأشجار باللون الأخضر الداكن، والبيضاوي الأحمر يشير إلى موقع المباني العالية المستخدمة لمساعدة طبقة الهواء (Urban Canopy Layer (UCL)) لدمج الرياح والاستفادة منها.

## نتائج الدراسة التطبيقية على حالة الدراسة:

تناول المثال السابق مفهوم التخطيط العمراني القائم على المناخ في القاهرة ودراسة دوره في تقديم راحة حرارية في الهواء الطلق للمشاة بمنطقة التجمع الخامس موضع الدراسة، وتأتي أهمية هذه الدراسة في كيفية العمل على الدمج بين تطبيق المعرفة المناخية بأرقامها المعقدة مع الممارسة العملية للتخطيط على أرض الواقع من خلال برنامج ENVI-met. وتم تطبيق جدول 4 لتحديد أهم المؤشرات التي تم دراستها لتحقيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وعرضها في جدول 5 للوصول للنتائج التالية:

- 1- تركيز الدراسة على معظم المؤشرات الخاصة بعنصر استعمالات الأراضي، وتأثير الغطاء النباتي بمختلف أنواعه على منطقة الدراسة (نوع الأشجار- نسبة المناطق الخضراء).
- 2- التركيز على دراسة حركة الرياح ووقت التعرض للشمس من خلال معيارين (نمط البناء- ونوع الأشجار المستخدمة).
- 3- عدم التركيز على تصميم المبنى الواحد من وجود عناصر معمارية (أفنية- مظلات-...) وتأثيرها على منطقة الدراسة بيئياً.
- 4- عدم دراسة الرطوبة ونسب ثاني أكسيد الكربون على حالة الدراسة لتحقيق جودة الهواء الموجود في منطقة الدراسة.

جدول 5: نتائج تطبيق برنامج ENVI- MET على الحالة الدراسية ودور المحاكاة البيئية في تحقيق وقياس مؤشرات الاستدامة البيئية وتغيير استراتيجيات تخطيط وتصميم التجمع العمراني المصدر: الباحثة.



شكل 21: نماذج المباني المستخدمة في البديل (c)، حيث (a) نموذج إسكان أربع طوابق، و(b) نماذج الإسكان المنقحة بإرتفاع أربع طوابق. المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

## الغطاء النباتي العمراني:

- تم تطبيق مفهوم GreenSect (الغطاء الأخضر داخل المناطق المأهولة)، ويتم وصف المسافات بين كل مكانين عامين في GreenSect بيولوجيا على أساس سرعة المشي البشرية، وإمكانية السير القصى في الحي كقاعدة للتخطيط الحضري لمنطقة الدراسة.
- تم اختيار 600 م كمسافة مشي وسيطة بين 300 م المحددة من the regulatory agency of English Nature و 900 متر (15 دقيقة مشي) المحددة من European Environmental Agency بشأن الوصول للمساحات الخضراء داخل المجاورات، علماً بأن المشي 5 دقائق يوصف أساس تقليدي لتطوير الأحياء<sup>42</sup>.
- تم ترتيب الأشجار في المناطق العمرانية عن طريق دراسة تأثير الاحتماء بالأشجار لتقليل وقت التعرض لأشعة الشمس إلى الحد الأدنى.

عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	مؤشرات قياس الاستدامة البيئية	النقاط التي تم دراستها بواسطة برنامج ENVI-met
ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة	كثافة ثاني أكسيد الكربون (كجم لكل كجم من استخدام طاقة مكافئ النفط) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة استخدام الوقود (كيلو طن) مؤشر انبعاثات CO2	✓
استعمالات الأراضي	انبعاثات الغازات الدفيئة (3) مساحة المناطق الخضراء م <sup>2</sup> /الفرد	✓ يتم دراسة نسبة تغطية العشب، وكثافة مساحة الأوراق

✓	يتم دراسة مناطق الأسفلت والمباني، وتغطية الأشجار للأراضي	نسبة المساحات الخضراء من إجمالي الموقع %	
✓	دراسة نسبة وتوزيع أماكن الخدمات وتأثيرها	توزيع الخدمات ونسبتها%	
✓	دراسة أنماط مختلفة لتحقيق راحة حرارية أكبر في منطقة الدراسة.	أنماط البناء للتجمع (النسيج العمراني- وأطوال الكتل الموجودة )	
✓	يتم دراسة تأثير الكثافة السكانية، متوسط أفراد الأسرة	كثافة السكان (عدد الأشخاص في المتر المربع من مساحة الأراضي)	
		نسبة المناطق السكنية من إجمالي الموقع %	
		الجهود المبذولة لسياسات استخدام الأراضي (10-0)	
		PM2.5 قياس عدد جزيئات في الهواء التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر ( ميكرون) المتوسط السنوي	جودة الهواء (نظافة الهواء- الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)
		PM10 قياس عدد جزيئات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون (mg/m3 المتوسط السنوي	
		انبعاثات الميثان نتيجة الأنشطة البشرية والصناعية (كيلو طن مكافئ CO2)	
		سياسات الهواء النظيف (10-0)	
✓	دراسة زيادة التبريد داخل منطقة الدراسة والاستفادة بالرياح السائدة.	تأثير حركة الرياح لتحقيق راحة حرارية	
✓	موقع المباني العالية بمنطقة الدراسة وعلاقته حركة الرياح.		
✓	تقليل وقت التعرض لأشعة الشمس عن طريق دراسة تأثير الاحتماء بالأشجار	متوسط عدد ساعات الحرارة والبرودة سنوياً (عدد الساعات/سنوياً)	
✓	دور المباني العالية في تقليل تأثير الجزر الحرارية	دراسة تأثير الجزر الحرارية	
		دراسة تأثير العناصر المعمارية مثل (الأبنية، المظلات، ...)	

2- دور المخطط العمراني في اختيار برنامج المحاكاة المناسب لحالة الدراسة لتحقيق أقصى استفادة دون أهدار الوقت في عمليات النمذجة الطويلة دون داعي.

3- الاهتمام بدقة المعلومات المدخلة لبرامج المحاكاة لتلافي الحصول على بدائل غير مناسبة للواقع الفعلي.

4- تعدد المؤشرات المؤثرة على دراسة كل عنصر من عناصر التخطيط والاستدامة البيئية عند استخدام برامج المحاكاة مما يمثل عائق في كثير من الأحيان للوصول لنتائج دقيقة.

#### التوصيات الخاصة بالدراسة التحليلية:

1- توضيح مدى الارتباط بين عناصر التخطيط ومؤشرات الاستدامة البيئية للتجمعات العمرانية وبين برامج المحاكاة البيئية كأداة فعالة في تقديم رؤية تكاملية لأصحاب المصلحة (مخططين-باحثين- متخذي قرار) لوضع الخطط والاستراتيجيات ارتكازاً على دقة المعلومات ومحاكاتها.

من خلال هذا الطرح والتوصيات المرصودة بجدول 6 يمكن بيان أهمية برنامج ENVI-met في رفع كفاءة التجمعات العمرانية وتحقيق مؤشرات الاستدامة من خلال التعديلات التخطيطية والتصميمية للمخطط الرئيسي والبدايل التي تمت باستخدام البرنامج.

#### النتائج والتوصيات:

مروراً بمراحل البحث المختلفة تم تجميع أكثر النقاط المؤثرة في تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة باستخدام أدوات وتطبيقات تكنولوجية (برامج المحاكاة البيئية) قادرة على قياس مؤشرات تحقيق الاستدامة الخاصة بعناصر التخطيط والاستدامة البيئية.

#### 1 | التوصيات العامة:

1- ضرورة استخدام برامج المحاكاة البيئية منذ المراحل الأولى في التخطيط والتصميم للتجمعات العمرانية لضمان تحقيق الاستدامة.

- 2- برنامج UMI كبرنامج إضافي حديث في الفترة الأخيره وقدرته على التعامل مع أكثر من عنصر من عناصر التخطيط والاستدامة، مما يمثل سهولة للمستخدم للوصول لنتائج مترابطة وتنوع المخرجات.
- 3- برنامج ENVI-met كبرنامج قادر على التعامل مع المعلومات المعقدة لدراسة المناخ المصغر وبالتالي اختياره لدراسة حالة في الواقع المحلي المصري.
- النتائج والتوصيات الخاصة بحالة الدراسة:
- يوضح جدول 6 أهم النتائج التي تم الوصول إليها لتحسين ورفع كفاءة منطقة الدراسة وهي:
- 1- تقديم بدائل لتحسين الوضع الحالي مرتكزة على تعديل العناصر التالية (النسيج العمراني- تصميم الوحدات السكنية- نسبة المباني والمناطق الخضراء- التشجير).
- جدول 6: التعديلات التخطيطية والتصميمية للمخطط الرئيسي a من خلال البديل b&c وقدرة برنامج ENVI-met في تحسين ورفع كفاءة المخطط النهائي لمنطقة الدراسة. المصدر: الباحثة.
- 2- دراسة عنصر استعمال الأراضي، وتأثير الغطاء النباتي الخاص بنوع الأشجار المستخدم ونسبة المساحات الخضراء للبدائل.
- 3- تأثير دراسة عنصر جودة الهواء (نظافة الهواء- الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)، والوصول لنتائج جيدة في زيادة التبريد بتغيير نمط المباني المستخدم والاستفادة من حركة الرياح السائدة بالمنطقة.
- 4- إغفال دراسة عنصر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومدى مساهمة عمليات التشجير في تحسين الوضع الحالي لمنطقة الدراسة.
- 5- إغفال دراسة وجود عناصر مائية بالموقع العام للبدائل المقترحة ومدى تأثيرها لزيادة التبريد وتحقيق راحة حرارية بالمناطق المفتوحة.

منهجية العمل	المخطط الرئيسي a	البديل b	البديل c
النسيج العمراني	نمط هرمي	نمط هرمي	نمط شبكي
الوحدات السكنية	أرضي+ ثلاثة طوابق	أرضي+ ثلاثة طوابق (مع تعديل اتجاه وضع الوحدات وتغيير تصميمها	تغيير تصميم واتجاه الوحدات مع استخدام مباني عالية في بعض الأماكن للمساعدة في دمج حركة الرياح لتحسين الأداء الحراري.
نسبة المباني للمناطق الخضراء	نسبة المباني غير متكافئة مع المناطق الخضراء	زيادة الغطاء النباتي لتلبية الاحتياجات البيئية.	وجود مناطق مفتوحة خضراء ومدروس نسبة الوصول إليها طبقا للمؤشرات الدولية، واستخدام مفهوم GreenSect لتبريد منطقة الدراسة
التشجير	انخفاض نسبة التشجير بالمخطط.	زيادة نسبة التشجير مع تنوع الأشجار المستخدمة لتقليل التعرض لأشعة الشمس.	ترتيب الأشجار بالمناطق المفتوحة ذات الغطاء النباتي وبالتالي زيادة كفاءة المخطط
التوصيات الخاصة بالدراسة	تم دراسة الحالة بوضع حلول لتحسين وضع قائم من خلال منهجية عمل يتم فيها محاكاة الحلول والبدائل عن طريق فكر المحاكاة (برنامج ENVI-met) ويلاحظ تغيير المخطط بالكامل (البديل c) من حيث التصميم للمباني والمناطق المفتوحة وأنواع الأشجار المستخدمة، وإمكانية تقديم تعديلات تصميمية وفقا لمؤشرات الاستدامة، وبالتالي قدرة برامج المحاكاة في تحسين ورفع كفاءة المخطط النهائي لتجمع العمراني والقدرة على التعامل مع المخططات التفصيلية.		

## الخاتمة:

تكامل، واقتراح كيفية تطوير ذلك للعمل به على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مروراً بإشراك المواطنين. وحرص الباحث على تأكيد الفرضية الخاصة بالبحث عن مدى أهمية برامج المحاكاة البيئية كأداة من أدوات تكنولوجيا المعلومات لدراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وقياس مؤشرات هذه العناصر على مستوى التجمعات العمرانية.

تخطيط التجمعات العمرانية ومحاولة جعلها مستدامة من أهم تحديات العصر الحالي، وذلك لتعدد العوامل والمتغيرات المسؤولة عن فكر التخطيط لهذه التجمعات سواء اقتصادية أو اجتماعية أو بيئية، ويعتبر البحث مساهمة متواضعة في المناقشات الجارية لما قدمه من أفكار وآليات يمكن العمل بها في أبحاث أخرى، لكيفية الاستفادة من برامج النمذجة والمحاكاة البيئية لتحسين ورفع كفاءة التجمعات العمرانية وتقديم رؤى أكثر

## المصادر:

1. : **Sustainable Cities Index 2016 – 100 of the World's Leading Cities**, At Website: <https://ecourbanhub.com/sustainable-cities-index-2016-arcadis-cebr/>
2. يحيى شوكت، مرصد العمران، مليون وحدة لمن؟ ست حقائق عن مشروع الإسكان الاجتماعي، كجزء من سلسلة AT WEBSITE: [http://marsadomran.info/facts\\_budgets/2018/05/1519/](http://marsadomran.info/facts_budgets/2018/05/1519/)
3. María Cecilia Marengo, **Urban Simulation Models: Contributions as Analysis-Methodology in a Project of Urban Renewal**, Article in Current Urban Studies, 2014, 2, 298-305. DOI: 10.4236/cus.2014.23028
4. Ibrahim Hegazy, Wael Seddik and Hossam Ibrahim, **Towards green cities in developing countries: Egyptian new cities as a case study**, Article in International Journal of Low-Carbon Technologies, 2017. DOI: 10.1093/ijlct/ctx009.
5. : Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators, 2002**. At Website: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/lead/toolbox/refer/envindi.htm>
6. UCI Launch 2016 Urban Sustainability Index (USI) Report, Beijing, 2017. At Website: [http://www.urbanchinainitiative.org/en/content/details\\_19\\_62344.html](http://www.urbanchinainitiative.org/en/content/details_19_62344.html)
7. the Economist Intelligence Unit, **European Green City Index, Assessing the environmental impact of Europe's major cities**, Siemens, Munich, Germany, 2009.
8. Koos van Dijken, Ruud Dorenbos, Ries Kamphof, **The Reference Framework for Sustainable Cities (RFSC): Testing results and recommendations**, 2012.
9. An EIP Water Action Group of the European Commission, **The City Blueprint@ Approach- Improving Implementation Capacities of Cities and Regions by sharing best practices on Urban Water Cycle Services**. At Website: [https://www.eip-water.eu/sites/default/files/E-Brochure%20City%20Blueprint%20\(v5\).pdf](https://www.eip-water.eu/sites/default/files/E-Brochure%20City%20Blueprint%20(v5).pdf).
10. Perinaz Bhada, Dan Hoornweg, **THE GLOBAL CITY INDICATORS PROGRAM: A MORE CREDIBLE VOICE FOR CITIE**, DIRECTIONS in Urban Development, 2010.
11. **BREEAM Communities technical manual**, Issue: 1.2 , Copyright © 2016 BRE Global.
12. **LEED v4 for NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT, Report, 2018**.
13. <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/>
14. Daniel Bulmer, **How can computer simulated visualizations of the built environment facilitate better public participation in the planning process?**, 2013. AT Website: <http://www.onlineplanning.org>,
15. MIT Sustainable Design Lab, **Umidocs Documentation Release 2.3a4**, 2019.

16. Fletcher Foti and Paul Waddel, **UrbanSim2: Simulating the Connected Metropolis**, 2014. Available at: <https://scholarworks.umass.edu/foss4g/vol14/iss1/6>
17. **Esri@ CityEngine**, Report, 2014
18. <https://popupcity.net/observations/citycad-software-stop-masterplanning/>
19. Tianzhen Hong, Yixing Chen, Mary Ann Piette, Xuan Luo, **Modeling City Building Stock for Large-Scale Energy Efficiency Improvements using CityBES**, 2018. PDF.
20. ENVI-met-new-features-winter-release, report, Germany, 2018/19. AT WEBSITE: <http://www.envi-met.com/>
21. Karim FAHSSISa, Guillaume DUPONTa , Pierre LEYRONNAS, **UrbaWind, a Computational Fluid Dynamics tool to predict wind resource**, 2011.
22. <https://the.anylogic.company/>
23. Hua Wei , **SUMO: an introduction from a beginner.2018. PDF**
24. **DIVA-FOR-RHINO DEMO**, Radiance International Workshops National, Renewable Energy Lab Golden- CO, 2013.
25. PTV Group, **PTV VISSIM User Manual**. Karlsruhe, Germany,2014.
26. <https://www.epfl.ch/labs/leso/transfer/software/citysim/>
27. **CupCarbon@ User Guide Version U-One 4.1** from website: [www.cupcarbon.com](http://www.cupcarbon.com)
28. **ENGIE acquires SIRADEL, the leading high-tech player in 3D modelling and a supplier of innovative urban solutions**, France, 2016. AT Website: <https://www.engie.com/en/journalists/press-releases/siradel-high-tech-player>
29. Álvaro Sicilia, **SEMANCO- Environments for collaborative ontology mapping, PUBLIC PRESENTATION**, 2012.
30. MIKE URBAN+Guide to existing MIKE URBAN Users Migration. © DHI A/S, Denmark, 2020. PDF AT Website: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban>
31. <https://data.albankaldawli.org/indicator?tab=all>
32. <https://www.numbeo.com/pollution/>
33. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>
34. **African Green City Index, Assessing the environmental performance of Africa's major cities**, Economist Intelligence Unit, sponsored by Siemens.
35. <http://mic-ro.com/metro/>
36. Yong Qin, Yuyan Luo, Jingru Lu, Lu Yin, Xinran Yu, **Simulation analysis of resource-based city development based on system dynamics: A case study of Panzhuhua**, Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21042/AMNS.2018.1.00009>
37. Yongping Li & Guohe Huang, **Modeling Municipal Solid Waste Management System under Uncertainty**, Journal of the Air & Waste Management Association, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.439>
38. Mohammad Fahmy , Hisham Kamel , Hany Mokhtar , Ibrahim Elwy , Ahmed Gimiee , Yasser Ibrahim and Marwa Abdelalim, **On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites**, 2018. doi: 10.3390/cli7010001 [www.mdpi.com/journal/climate](http://www.mdpi.com/journal/climate).
39. Wael salah Fahmi, Keith Sutton. **Greater Cairo's housing crisis: Contested spaces from inner city areas to new communities**. Cities, 2008,277–297.
40. CAPMAS. Final Report of Population Statistics for Egypt 2006; Central Agency for Public Mobilisation and Statistics: Cairo, Egypt, 2008.
41. T.R OKe, **The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands**, Atmosphere journal, 1976. <https://doi.org/10.1080/00046973.1976.9648422>
42. Andrés Duany & Emily Talen , **Transect Planning**. Journal of the American Planning Association, Published online: 2007. <https://doi.org/10.1080/01944360208976271>

## **THE ENVIROMENTAL SIMULATION CONCEPT AS A TOOL FOR PLANNING AND DESIGEN SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES**

### **"A COMPARISION OF ENVIROMENTAL SIMULATION PROGRAMS IN URBAN CONTEXT"**

#### **ABSTRACT:**

Urban communités are complex and overlapping systems as a result of their association with economic, social and environmental variables, in Egypt we find these clusters are unable to achieve the concepts of sustainability and connected with these variables, especially environmental (as Cairo is ranked 99th according to the Sustainable Cities Index- Arcadis). On the other hand, a lot of international research has concluded on the role of information technology and its tools in improving the quality of life and services provided to the occupants of these communities, and measuring the elements of planning and environmental sustainability according to the indicators of sustainability in the urban context.

The research problem lies in the need for tools that less the gap to apply the elements of planning and environmental sustainability, and indicators for measuring these elements on urban communities. Therefore, the research aims to study the role of environmental simulation programs in the urban context as a tool to maximize the role of information technology and overcome challenges to measuring the elements of planning and environmental sustainability. According to the sustainability indicators for each elements.

#### **Key Words:**

Information Technology- Simulation Programs- Sustainable Communities- Sustainable Indicators.

## التخطيط البيئي للمناطق الصناعية في مصر

د/ وسام مصطفى إمام محمد

مدرس بقسم التخطيط البيئي والبنية الأساسية - كلية التخطيط الإقليمي والعمراني - جامعة القاهرة

Email: eng.wessam88@gmail.com

### 1) ملخص البحث

البيئة، ولذلك تسعى معظم الدول جاهدة لإحداث تنمية صناعية حقيقية تراعي كل أبعاد التنمية المستدامة وتعتبر المؤسسات الصناعية المحرك الأساسي لهذه التنمية، حيث أن التخطيط للتنمية المعاصر يجمع بين كل من القطاعات الاقتصادية التنموية سواء الصناعة أو الزراعة أو السياحة كما أنه يرتبط أيضاً بالبعد الاجتماعي والبعد البيئي لتحقيق التنمية المستدامة، كما أن التحديات التي تواجه التنمية تتطلب تغيير أنماطها فالمجتمعات لم تعد قادرة على مواجهة الضغوطات المختلفة إذا ما استمرت في هذه الأنشطة الملوثة للبيئة، والتي تسببت في العديد من المشاكل الصحية والبيئية على حد سواء ولقد أثبتت الممارسات العملية أن الصناعة والبيئة قضيتان متكاملتان لتحقيق التنمية المستدامة، حيث أن المؤسسات الصناعية تعتبر الأداة الرئيسية لتحريك التنمية [1] [2].

وتعتبر المناطق الصناعية بمختلف أشكالها الأسلوب الحديث لتوطين الصناعات حيث أنها تعتبر عنصر الجذب الفعال للتنمية الاقتصادية على المستوى المحلي أو الإقليمي أو الدولي كما أنها على الصعيد الآخر تسبب التلوث الصناعي الذي بدوره يؤثر بالسلب على البيئة والإنسان والذي اتضح بصورة كبيرة معاناة المجتمعات منها بعد انتشار المناطق الصناعية متعددة الصناعات حيث أنها أصبحت أكثر المناطق تلوثاً وذات تأثير سلبي على البيئة خاصة بعد الثورة الصناعية وتطور الآلات والمعدات، هذا ما أدى بالمجتمع الدولي إلى التنديد بمشكل التلوث وضرورة حماية البيئة منه وبسبب ذلك كان يجب الاتجاه نحو التخطيط البيئي للمناطق الصناعية أو ما يعرف بصفة عامة بالتخطيط الإيكولوجي أو البيئي وهو أحد التوجهات البيئية الحديثة في مجال التخطيط الصناعي ولكن مع الأخذ في الاعتبار أن التخطيط البيئي للمناطق الصناعية لا يمثل حل بديل عن كل من التخطيط الاجتماعي والاقتصادي والتخطيط العمراني بل يعتبر أنه مكمل لهم [3] [4].

يتميز تخطيط المدن حالياً بالتطور الصناعي المستمر حيث أن الصناعة تعتبر إحدى الأنشطة الاقتصادية الأساسية في المدن فهي تشكل المحرك الرئيسي للحياة الاقتصادية والتنمية المطلوبة للتجمعات ونتيجة لذلك التطور ظهرت العديد من التأثيرات السلبية الناتجة عن هذا النشاط الاقتصادي على الأنظمة البيئية المختلفة (المائية والأرضية والمناخية) بجانب التأثيرات على حياة الإنسان وصحته وتتضح تلك التأثيرات بشكل واضح في التلوث البيئي الحادث بصوره المختلفة، وفي مصر يوجد ما يقرب من 114 منطقة صناعية في مختلف محافظات مصر ويوجد الكثير منها متداخل مع العمران بطريقة غير مخطط وينتج عنها التلوث البيئي مثل تلوث لمياه نهر النيل والترع والمصارف بالإضافة إلى الانبعاثات الهائلة في الهواء والتي تسبب تلوثه والتأثير علي الكائنات الحية وصحة الإنسان ومع أهمية الحد من تلك التأثيرات السلبية والاهتمام بالبعد البيئي كمحرك أساسي لقطاعات التنمية يتضح أهمية البحث من خلال تفعيل التوجه إلى التخطيط البيئي للمناطق الصناعية (الصناعة الإيكولوجية) عن طريق اقتراح اطار عمل يمكن من الحد من الآثار السلبية الناتجة عن الصناعة وتعظيم الاستفادة من المخلفات الناتجة عنها في مصر .

**الكلمات الدالة:** التخطيط البيئي - التلوث الصناعي - البعد البيئي - الصناعة الإيكولوجية - التنمية الصناعية المستدامة.

### 2) المقدمة

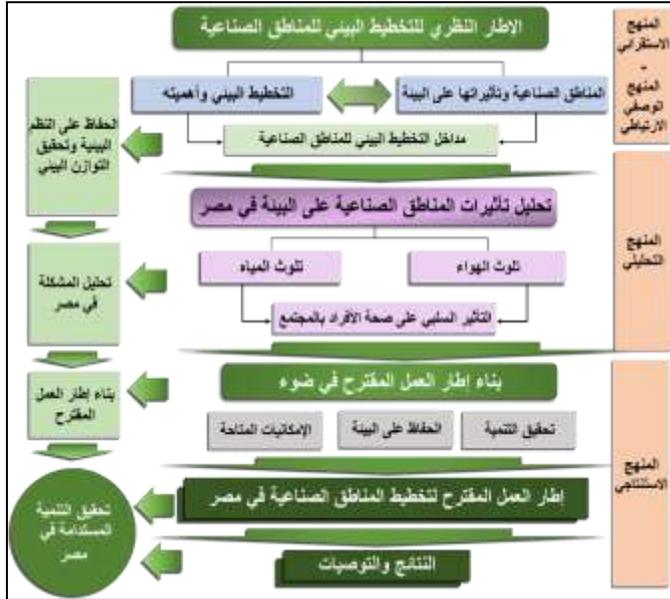
يعتبر قطاع الصناعة من القطاعات ذات أهمية للتنمية وهو يعتبر قطاع رئيسي يستهلك كميات كبيرة من المواد الأولية والطاقة وأدى التطور الصناعي والتكنولوجي إلى استخدام الوقود الأحفوري بكثافة وإلى استحداث العديد من المواد الكيميائية الجديدة مما نتج عنه زيادة انبعاثات الغازات الملوثة في الغلاف الجوي والذي تسبب في إحداث تلوث كبير في

### 3 أهداف البحث والمنهجية المتبعة أهداف البحث:

- التعرف على مفهوم الصناعة الإيكولوجية ومداخل التخطيط البيئي للمناطق الصناعية.
- تحديد المناطق الصناعية في مصر وتأثيراتها على البيئة.
- اقتراح إطار عمل للتخطيط البيئي للمناطق الصناعية مع تحديد الاشتراطات الازم اتباعها عند تطوير منطقة صناعية قائمة أو عند تخطيط منطقة صناعية جديدة

### منهجية البحث

يتم أولاً في البحث التعرف على تأثير المناطق الصناعية على البيئة وأهمية التخطيط البيئي ومفاهيمه المختلفة



شكل (1) منهجية البحث

المصدر: الباحثة

وأهدافه ودوره في الحفاظ على البيئة باستخدام المنهج الاستقرائي ومن ثم يمكن التعرف على الدمج بين التخطيط البيئي والمناطق الصناعية وإدخال المفهوم البيئي تخطيطها باستخدام المنهج الوصفي الارتباطي من خلال دراسة مداخل التخطيط البيئي للمناطق الصناعية وتحديد أهداف كل منهم والمحاور التي ارتكزت عليها تلك المداخل ثم التعرف على المشكلة في مصر من خلال تحديد المناطق الصناعية بها ومدى خطورتها والتلوث البيئي الناتج عنها باستخدام المنهج التحليلي وبالتالي التوصل إلى واقتراح إطار عمل للتخطيط البيئي للمناطق الصناعية يلائم الحالة المصرية باستخدام المنهج الاستنتاجي كما يوضح الشكل رقم (1).

بالسلب على النظام البيئي مما يقلل من قدرته على توفير حياة صحية للمجتمع، والذي يحدث نتيجة تعظيم هدف الربح للأنشطة الصناعية دون النظر إلى البيئة المحيطة أو أي اعتبارات أخرى، وتتحدد كمية ونوعية الملوثات طبقاً لنوع

4) الإطار النظري للتخطيط البيئي للمناطق الصناعية  
1-4 المناطق الصناعية وتأثيرها على البيئة  
يعتبر النشاط الصناعي من أخطر الأنشطة التي يمكن توطئها داخل المناطق السكنية؛ لما قد يسببه من تلوث والذي يعود

لانبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الصناعة التي تتسبب في زيادة تقلبات المناخ وتغيراته حيث يشير تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPPC) بالنسبة للسياريويات المستقبلية للانبعاثات بحلول العام 2030 ستتراوح تقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المترتبة عن القطاع الصناعي حوالي 14 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون فمن جهة يتعرض المناخ للتغير بحسب الأنماط غير المستدامة للتنمية الصناعية ومن جهة أخرى قد تملك سياسات التكيف مع تغير المناخ تأثير إيجابي على التنمية الصناعية في جعلها تنمية مستدامة.

فالصناعة الخضراء هي تلك الصناعة التي تعمل على تلبية الاحتياجات الإنسانية والتنمية الاجتماعية والاقتصادية دون الإضرار بالبيئة والموارد الطبيعية، من خلال الاستثمار الأمثل للموارد المتجددة الحد من المخلفات، إعادة الاستخدام وإعادة التدوير للتقليل من التأثير السلبي على الصحة والبيئة وتحسين كفاءة الطاقة، مما يؤدي إلى الحفاظ على الموارد الطبيعية وكذلك الحد من انبعاثات غازات الدفيئة اعتماداً على استخدام تكنولوجيا متوافقة مع البيئة. [6]

وتتضح أهمية الصناعة الخضراء في عدة عناصر وهي: (الاستخدام الكفء للمواد الخام والموارد الطبيعية، الحد من المخلفات الصلبة والسائلة-إعادة استخدام المخلفات الصناعية، استبدال المواد الخطرة السامة الداخلة في الصناعة بمواد أقل سمية، التوافق بين الإنتاج والتكنولوجيا بما يتوافق مع المعايير البيئية العالمية، فتح مجالات جديدة في الاستثمارات والاقتصاد الأخضر، إنشاء الأعمال التي تمنح خدمات في الإنتاج الأنظف وتراعي المعايير البيئية وتوفر فرص عمل، توفير بيئة صحية للأجيال الحاضرة والقادمة، خفض الانبعاثات الكربونية في مراحل التصنيع كافة بما يسهم في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري). [6]

يمكن تحقيق التنمية الصناعية الخضراء:

- تخضير الصناعات القائمة عن طريق كفاءة وفعالية استغلال الموارد وبالتالي زيادة الإنتاجية وتحسين الكفاءة الاقتصادية والقدرة التنافسية.

الصناعة والتي تختلف من صناعة إلى أخرى فهي تتوقف على عدة عوامل مثل (نوع الصناعة- حجم المصنع - الفترة الزمنية - الصيانة - نظام العمل بالمصنع - كمية الإنتاج- التقنيات المستخدمة في العمليات الصناعية - نوعية الوقود - المواد الأولية المستخدمة -وجود الوسائل المختلفة للحد من إصدار الملوثات ومدى كفاءة العمل بها).

وعلى الرغم من وجود العديد من الجهود والتوجهات العالمية للحد من التلوث الصناعي إلا أن حالة البيئة تزداد سوءاً بسبب النمو المتزايد والسريع في التقنيات المستخدمة في الصناعة فنجد أن مصانع الأسمنت ينتج عنها الجسيمات، الدخان، أول أكسيد الكربون، الفلوريدات، ومصانع الصلب ينتج عنها ثاني أكسيد الكبريت، الجسيمات، ومصافي البترول ينتج عنها ثاني أكسيد الكبريت، ضباب، حمض الكبريتيك، ثالث أكسيد الكبريت، وصناعة الأسمدة الفوسفاتية ينتج عنها الجسيمات، الفلوريدات، الأمونيا.

وتتضح المخاطر الصناعية في عدة أشكال طبقاً لتعامل المجتمع معها مثل خطر الحريق في الوسط الصناعي أو الحضري بسبب إشعال المواد وهذا من خلال ملامسة مادة بأخرى وخطر الانفجار بسبب مزيج منتج بأخر، أو تحرر غازي بسبب منتجات تقجير - الخطر السمي من خلال انبعاث الغازات السامة الخطيرة في الهواء والماء أو الأرض خطر تسرب المياه الملوثة وصب المواد الضارة بصفة عارضة أو عمدية في البيئة المائية بجانب الأخطار الإشعاعية.

فتعتبر الأخطار الصناعية من أخطر المشاكل التي تسبب تدهور كبيراً للبيئة والكائنات الحية بصفة خاصة نتيجة تأثيرها بطريقة مباشرة بهذه المخاطر، حيث شهد العالم في العصر الحديث مجموعة من الحوادث الصناعية الخطيرة نتج عنها أضرار على البيئة بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص مثل تشرونيل وحادثة انفجار منجم فحم يورت بايران عام 2017 بسبب ازدياد حجم غاز الميثان وتوفي حوالي 22 شخص [5]. وبالتالي فمن خلال تلك المخاطر والآثار السلبية على البيئة بدأ الاتجاه إلى إيجاد الحلول التي تساعد على تطور الصناعة وأيضاً لا تؤدي إلى تدهور النظام البيئي من خلال التنمية الصناعية الخضراء والتي تعتبر عنصر أساسي في التصدي

الاستيعابية البيئية بحيث لا تتعدى مشروعات التنمية الحد البيئي المسموح.

#### ويمكن توضيح أهمية التخطيط البيئي في التالي:

- يحقق بيئة آمنة وصحية لا يوجد بها مشكلات بيئية لأنه يوجه التخطيط والمشروعات إلى الاهتمام بالبيئة وعدم إحداث الضغوط عليها وبالتالي يساعد في النمو الاقتصادي الجيد دون الاحتياج إلى إيجاد الحلول بعد ذلك لحل المشكلات البيئية التي تحدث نتيجة التطور.
- يؤدي إلى وقف استنزاف الموارد الطبيعية ويحقق ترشيد استخدامها وبالتالي لا يؤثر بالسلب على الموارد البيئية المتاحة.
- يهتم بكفاءة استخدام الطاقة وتقليل الفاقد منها، مما يحقق وفورات اقتصادية.
- حماية الموارد الطبيعية والبيئية والحفاظ على الطبيعة من خلال (الإدارة المتكاملة لموارد المياه وترشيد استخدامات المياه، زيادة معالجة مياه الصرف الصحي، تشجيع مشروعات إعادة تدوير المياه، التحكم في التلوث)
- يحقق الاستخدام الأمثل لموارد الطاقة (الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة من البترول والغاز الطبيعي والموارد المعدنية، التوسع في استخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة، القيام بدراسات تقييم الأثر البيئي وتطبيق معايير حماية البيئة في محطات توليد الطاقة) [8].
- تحقيق الفوائد الاجتماعية من خلال تحقيق التنمية المستدامة بما يساهم في الحفاظ على حقوق الأجيال القادمة في استخدام الموارد الطبيعية، بجانب استفادة الأجيال الحالية باستخدام تلك الموارد وصيانتها، تحقيق التوازن بين نمو السكان واستخدام الموارد المتاحة، القضاء على المناطق العشوائية والذي يؤدي إلى القضاء على الكثير من المشكلات الاجتماعية.

- التوجه إلى صناعات جديدة خضراء تستهدف التوسع في تطبيق تكنولوجيا البيئة مثل مصانع إنتاج وحدات الاستفادة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والخدمات البيئية مثل الاستشارات في مجال ترشيد الطاقة وتحسين نظم تداول المواد الكيميائية.

- الاتجاه إلى الإنتاج الأنظف لحماية البيئة من الملوثات الصناعية قبل حدوثها، من خلال تطبيق مستمر لاستراتيجية وقائية تشمل عمليات التصنيع والتسويق والخدمات تهدف إلى زيادة الكفاءة وتقليل المخاطر التي تلحق بصحة الإنسان والبيئة. [7]

وقد اعتمدت العديد من الدول على تخطيط المناطق الصناعية وفقاً لبعض الأسس التي تساعد على الحفاظ على البيئة وحمايتها مثل دليل معايير واشتراطات بناء المصانع ومنشآت الخدمات المساندة بالمدن الصناعية بالسعودية والتي حدد أن المساحة المبنية المثلى للمسطح الصناعي 50% من المنطقة الصناعية، كما أوصت منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO) بالاهتمام بالمسطحات الخضراء داخل المنطقة الصناعية والتي أكدت عليها من خلال تجارب بعض الدول الناجحة في التوجه إلى الصناعة الصديقة للبيئة مثل فيتنام والهند وكولومبيا وكوريا وتيلاند والتي بدورها تقلل من نسب التلوث الناتجة من تلك الصناعات فضلاً عن توفير مساحات كافية لحركة التحميل والتفريغ ضمن حدود قطعة الأرض، تخصيص مكان لانتظار سيارات النقل والسيارات الجارية تحميلها داخل الموقع، وبيان المدخل الرئيسي للمبنى ومداخل ومخارج العمال والموظفين، توفير ممرات مشاة آمنة ومناسبة ومحددة بين مواقف السيارات وأرصفت الشوارع.

#### 4-2 التخطيط البيئي وأهميته

يعتبر التخطيط البيئي هو التخطيط الذي ينتج من خلال عملياته خطط مدمجة بالبعد البيئي فهو مفهوم ومنهج جديد يوجه خطط التنمية من منظور بيئي، أو بمعنى آخر هو التخطيط الذي يحكمه بالدرجة الأولى البعد البيئي والآثار البيئية المتوقعة لخطط التنمية، فهو يهتم بالقدرات أو الطاقة

- يساهم في التخطيط الجيد لحركة الطرق والمرور بشكل يقلل من نسب التلوث والضوضاء، زيادة المساحات الخضراء في المناطق الحضرية مما يساهم في تنقية الهواء وتقليل نسب التلوث، استخدام الصناعات الصديقة للبيئة والإنتاج النظيف [9].

والاقتصادية وفي طريقة إدارة القضايا البيئية والموارد بالمشاركة فيما بينهم كما إن تطوير الأداء من أهم أهداف البارك الإيكو-صناعي الاقتصادي للشركات المشاركة مع تفعيل الأثر البيئي ويتضمن توجههم إلى التصميم الأخضر للبنية التحتية للباركات والمزروعات والنواتج النظيفة ومنع التلوث وكفاءة الطاقة فضلاً عن إن من فوائد البارك الإيكولوجي هو الترابط والعلاقات الشبكية بين الباركات المجاورة والمجتمعات المجاورة أيضاً [11].

### 5-3 مداخل ارتكزت على المؤشرات والتقييمات

**تقييم دورة الحياة (LCA):** وهو أداة تهدف إلى تحديد العواقب البيئية للمخرجات الصناعية أو الخدمات على مدار دورة تصنيعها بالكامل فهي أداة للتقييمات المقارنة إما بين المنتجات المختلفة التي توفر وظائف متشابهة أو بين مراحل دورة الحياة المختلفة للمنتج تم تطبيق LCA على المنتجات والوظائف في مختلف القطاعات، وخاصة في القطاعات الأولية والثانوية للصناعة [12] [13].

**تقييم الأداء البيئي (EPE):** هي طريقة تقييم تستخدم المؤشرات لتحويل الكمية الهائلة من المعلومات حول المجتمع بطريقة شاملة وموجزة باستخدام المؤشرات فهي أداة إدارة داخلية تزود أصحاب القرار بمعلومات حول مدى جودة أداء النظام البيئي للمجتمع وما إذا كان يتم تحقيق أهداف سياستها البيئية وبالتالي فهي تعتبر أداة تدقيق مفيدة لتقييم لتحديد مدى تحقيق الأهداف البيئية ومعايير الأداء البيئي الأخرى فهي عملية مستمرة تضمن مراعاة أي تغييرات في أنشطة المجتمع والمنتجات والخدمات التي قد تؤثر على الأداء البيئي في نظام الإدارة البيئية الخاص به [14].

### 5-3 مداخل ارتكزت على تحليل المدخلات والمخرجات للصناعة

**تحليل تدفق المواد (MFA):** يمكن استخدام هذا التحليل لتحديد تدفقات المدخلات والمخرجات للصناعة، فهو يعتبر وسيلة أساسية للإيكولوجيا الصناعية حيث أنه يتم استخدامه لدراسة تدفقات المواد أو المدخلات عبر القطاعات الصناعية المختلفة أو داخل النظم الإيكولوجية وبالتالي يركز على فرص وإمكانية التحسين البيئي المتعلقة بها لتحقيق التوازن البيئي

### 5 مداخل التخطيط البيئي للمناطق الصناعية

وبعد التعرف على التخطيط البيئي وأهميته والتأثيرات السلبية للمناطق الصناعية على البيئة سيتم التعرف على المداخل التي يمكن استخدامها لتحقيق التخطيط البيئي في المناطق الصناعية للحد من الأثار البيئية السلبية للصناعة وتعظيم الاستفادة من الموارد المتاحة.

وسيتم عرض المداخل في ضوء المحاور التي ارتكزت عليها، وتلك المحاور هي السياسات والتشريعات البيئية، تحليل المدخلات والمخرجات للصناعة، الجانب التكنولوجي، المشاركة بين الأطراف المعنية والتخطيط، المؤشرات والتقييمات، الجانب الاقتصادي (التكلفة البيئية) كما يلي:

### 5-1 مدخل ارتكز على السياسات والتشريعات البيئية

**مدخل نظام الإدارة البيئية (EMS) :** ويحدد ذلك المدخل للمجتمع إمكانية صياغة سياسات وأهداف بيئية مع مراعاة المتطلبات التشريعية والبيانات المتعلقة بالجوانب البيئية الهامة مما يضمن أن المجتمع لا تلبى فقط المتطلبات البيئية والقانونية والسياسات البيئية الحالية ولكنها ستواصل القيام بذلك باستخدام نظام الإدارة البيئية وتهدف الشركات الصناعية إلى إبقاء العبء البيئي لعملياتها ضمن الحدود التي تحددها التشريعات البيئية أو لتقليل أثار عملياتها [10].

### 5-2 مدخل ارتكز على المشاركة بين الأطراف المعنية والتخطيط

**البارك إيكولوجي Eco-Industrial Park :** ويعتمد هذا المدخل على ارض مملوكة لمجتمع يعتمد على التصنيع بأعمال خدمية يوقع مع بعضه البعض على ارض ذات مصلحة عامة وكل الأطراف المعنية بها يتم التعاون فيما بينهم في إدارة الموارد بكافة القطاعات الاجتماعية والبيئية

تحليل السيناريو أداة مفيدة عندما تكون درجة التعقيد وعدم اليقين عالية. [25]

### 5-3 مدخل ارتكز على الجانب التكنولوجي

**التقييم التكنولوجي (TA):** مؤخرًا بدأ استخدام مصطلح تقييم التكنولوجيا البيئية حيث تعتبر تلك الأداة تقييم لتأثير التكنولوجيا المتطورة على المجتمع قبل تنفيذها بشكل واسع فيساعد التقييم على الاختيار بين التقنيات المختلفة والمساهمة في تحسين التكنولوجيا لتحديد التدابير الوقائية ولإظهار ما إذا كانت التكنولوجيا تتوافق مع القوانين البيئية أو استبدال المنتجات غير الملائمة أو من خلال استخدام الابتكار التكنولوجي لتقليل العبء البيئي للإنتاج الصناعي. [19] [20]

**5-6 مداخل ارتكزت على الجانب الاقتصادي (التكلفة البيئية) تقييم التكلفة الإجمالية (TCA):** يصف تحليل التكلفة الإجمالية النطاق الكامل للتكاليف الداخلية والوفورات الناتجة عن مشاريع منع التلوث والمشروعات البيئية الأخرى التي تقوم بها الشركات الصناعية وتوسعى الأداة إلى دمج التكاليف البيئية في تحليل الميزانية الرأسمالية. [23]

**تحليل فعالية التكلفة (CEA):** هو أحد أشكال تحليل التكلفة والعائد ويمكن استخدامه لتقدير التكاليف لكل وحدة من الانبعاثات التي تم تجنبها هو أداة اقتصادية تقنية تأخذ في الاعتبار التكاليف الداخلية فقط، أي التكلفة الناتجة عن تقنيات تقليل الانبعاثات تتم مقارنة هذه التكاليف بتقليل الضغط البيئي نتيجة للاستثمار الاقتصادي. تعتبر فعالية التكلفة معيارًا مفيدًا لترتيب البدائل [24].

وتختلف كل أداة من حيث الخصائص والأدوات والغرض والمنهجية والمنتج النهائي ونقاط القوة والضعف ويتم اختيار الأداة الملائمة للمشروع علي حسب نوعيته وأهدافه وسيتم التعرف على مشكلة التأثيرات السلبية للمناطق الصناعية على البيئة في مصر للوصول إلى إطار عمل للتخطيط البيئي للمناطق الصناعية ملائم للحالة المصرية.

**6) تحليل المناطق الصناعية في مصر وتأثيراتها على البيئة**  
يحتل القطاع الصناعي في مصر مرتبة متقدمة من حيث الأهمية النسبية للاقتصاد القومي المصري حيث أنه يعتبر

خاصة وأنه يمكن تطبيقه داخل المنشأ الصناعي الواحد عن طريق تحديد التدفق الداخلي والخارجي فيه من خلال التركيز على مواد معينة وتحليلها مثل دراسات تدفقات النيتروجين لمعدن معين وبالتالي تحديد كيفية التعامل معها [15] [16].  
**التحليل متعدد المعايير (MCA) :** يعد أداة لدعم اتخاذ القرار طبقاً لمعايير محددة متعددة وبالتالي يساعد في تحديد المفاضلات بين المعايير المختلفة وإيجاد أفضل الحلول لها وتم تطوير الأداة للمشكلات المعقدة التي تشمل الجوانب النوعية و/ أو الكمية للمشكلة في عملية صنع القرار ويمكن استخدام هذه الأداة لتقييم الأهمية النسبية لجميع المعايير المستخدمة وتعكس أهميتها في عملية اتخاذ القرار النهائي. [17] [18].

**تحليل الحساسية (SA):** هو تحليل منهجي للتغيرات في نتائج نموذج نتيجة لتغيير قيم البيانات أو متغيرات الإدخال المستخدمة في النموذج فهو إجراء منهجي لتقدير آثار الاختيارات التي يتم إجراؤها فيما يتعلق بالمعلومات على نتائج الدراسة ويمكن استخدام هذه الأداة لتحليل حساسية نتائج النموذج لقيم معلوماته وتستخدم في بناء النموذج وتقديم النتائج من دراسته. [21]

**تحليل عدم اليقين (UA):** ويتم إجراء هذا التحليل لتحديد وتقييم أوجه عدم اليقين في نتائج الدراسة يمكن القيام بذلك عن طريق مقارنة أهمية معلمات المدخلات غير المؤكدة فيما يتعلق بمساهماتها في عدم اليقين الناتج ويعتبر عناصر التحليل الفعال لعدم اليقين والإبلاغ عن أوجه عدم اليقين أمر ضروري لتحليل السياسة الكمية وتتراوح أمثلة تحليل عدم اليقين من تقدير حالات عدم اليقين في قوائم جرد الانبعاثات إلى تقدير حالات عدم اليقين في قواعد البيانات الصناعية وتوجد طرق عديدة لتقييم حالات عدم اليقين تتراوح التقييمات النوعية لأوجه عدم اليقين إلى الأساليب الإحصائية الكمية. [22]

**تحليل السيناريو (ScenA):** هو أداة لاستكشاف الاتجاهات المستقبلية في العديد من الدراسات ينتج عنه مجموعة من الإجابات على نوع "ماذا... لو" للأسئلة التي توضح العواقب المستقبلية لمجموعة من القرارات البديلة السيناريوهات لا تصور بالضرورة الشكل الذي سيبدو عليه المستقبل ولكنها تهدف بدلاً من ذلك إلى تحفيز طرق التفكير في المستقبل البديل يعد

عن الأنشطة البشرية التي تخل انبعاثاتها بتوازن مكونات الهواء [2]

كما تعتبر الأنشطة الصناعية مصدر رئيسي لتلوث موارد المياه في مصر حيث أنه بصفة عامة فإن المصارف الزراعية تعتبر ملوثة بالصرف الصحي والصرف الصناعي ما يجعلها مصدر ضرر على الصحة العامة والبيئة حيث إن مياه هذه المصارف بها مستويات مرتفعة من المواد العضوية إلى جانب بعض الملوثات الأخرى، كما أن مخلفات المصانع مع عدم التخلص منها بطريقة آمنة يبيأ يؤثر ذلك على خصائص التربة ويتسبب في تلوثها [27].

فيعتبر الصرف الصناعي أحد المصادر الرئيسية لتلوث مياه النهر والترع والمصارف والذي قد يصل إلى المياه الجوفية في حالة صرفها على التربة أو حقنها في باطن الأرض لأنها تحتوي على العديد من المركبات العضوية وغير العضوية والمعادن الثقيلة التي تضر بالصحة العامة وتقف حائلاً دون الاستخدام الأمثل لبعض المصادر المائية بالإضافة إلى أن صرف المخلفات السائلة من صناعات المواد الغذائية يؤدي إلى زيادة محتوى المركبات العضوية واستهلاك الأوكسجين الذائب في المياه وتساهم الصناعات الكيماوية في تلوث المياه بالعناصر المعدنية الثقيلة وغيرها من المركبات الكيماوية العضوية وغير العضوية.

وترجع تلك الملوثات بالبيئة إلى القصور في تخطيط المناطق الصناعية من منظور الحفاظ على البيئة وكذلك ضعف إدارة المخلفات الناتجة عن تلك الصناعات من حيث إعادة استخدامها مرة أخرى وتطبيق نظام الحلقة المغلقة بإدخال أحد مخرجات صناعة معينة ليكون مدخل لنوع صناعة آخر وبالتالي تحقيق الاستفادة من تلك المخرجات وعدم تلويثها للبيئة فضلاً عن القصور في تحديد أماكن معينة مخصصة للمخلفات (مدافن صحية) لأنواع المخلفات التي لن تدخل مرة أخرى للصناعة، ويرجع ذلك أيضاً إلى القصور في استخدام العناصر التي تقلل من الانبعاثات الملوثة للبيئة حيث أن يهتم الجانب الصناعي دوماً بالعائد الاقتصادي والربح وتوفير فرص العمل دون النظر إلى البيئة

بمقدمة القطاعات الاقتصادية من حيث مساهمته في الناتج المحلي الإجمالي بحوالي (17.5%) بالإضافة إلى تأثيره وعلاقته التشابكية مع القطاعات الإنتاجية والخدمية، وعلى سبيل المثال فقد تم انطلاق المشروع الاستراتيجي (الألف مصنع) عام 2007 لجميع الفروع الصناعية وارتبطت الصناعة المصرية كمؤشر لتقدمها بالتجارة الخارجية وهو معيار لنهوضها فكانت النقلة النوعية للاقتصاد المصري ولكن لم يتم مراعاة الآثار السلبية على البيئة الناتجة عن الصناعة والتدهور البيئي الناتج عنها حيث رصدت إدارة التفتيش البيئي بوزارة البيئة في مصر قيام بعض شركات البترول بإلقاء الصرف الصناعي غير المعالج على البيارات الجوفية وعدم وجود سجل بيئي وعدم اكتمال سجل المخلفات والمواد الخطرة فيها [26]

فقد أدى التطور الصناعي والتكنولوجي إلى استخدام الوقود الأحفوري بكثافة وإلى استحداث العديد من المواد الكيماوية الجديدة، مما نتج عنه زيادة انبعاثات الغازات الملوثة في الغلاف الجوي ووفقاً لتقديرات البنك الدولي فإن الترددي البيئي الناتج عن تلوث الهواء يكلف مصر نحو ٥ بالمائة من الناتج القومي إجمالي السنوي، أي نحو ٢,٤٢ مليار، لكن مصر تواجه التحديات وتتجح في التغلب عليها، ولقد أثبتت الدراسات أن تلوث الهواء في مصر هو ناتج لسياسات غير مستدامة في قطاعات النقل والطاقة والصناعة وإدارة المخلفات [2].

ويجب الأخذ في الاعتبار خطورة تلوث الهواء من المخلفات الصناعية التي تتراكم في جميع المناطق الصناعية والسكنية خصوصاً الأحياء العشوائية التي تسبب العديد من الأمراض التي تقوم وزارة الصحة بصرف مبلغ 850 مليون جنيه سنوياً لعلاج الآثار المترتبة عليها بالإضافة من خلال انبعاثات الكربون فيؤدي ذلك إلى أمراض خطيرة منها شعور الإنسان بالخمول والإرهاق والتعب في الأعصاب

وفقاً لتقديرات البنك الدولي فإن الترددي البيئي الناتج عن تلوث الهواء يكلف مصر نحو ٥ بالمائة من الناتج القومي الإجمالي السنوي، أي نحو ٢,٤٢ مليار دولار سنوي وقد أوضح التقرير أن من مصادر تلوث الهواء هي المصادر الصناعية الناتجة

والشكل (3) خريطة الاستثمار الصناعي في مصر والتي تؤكد على أهمية القطاع في تحقيق التنمية المستقبلية بمصر.

ويعتبر النشاط الصناعي من الأنشطة الهامة في مصر حيث يوضح الشكل (2) المدن الصناعية المتواجدة في مصر



شكل (2) خريطة المدن الصناعية في مصر

المصدر: [28]



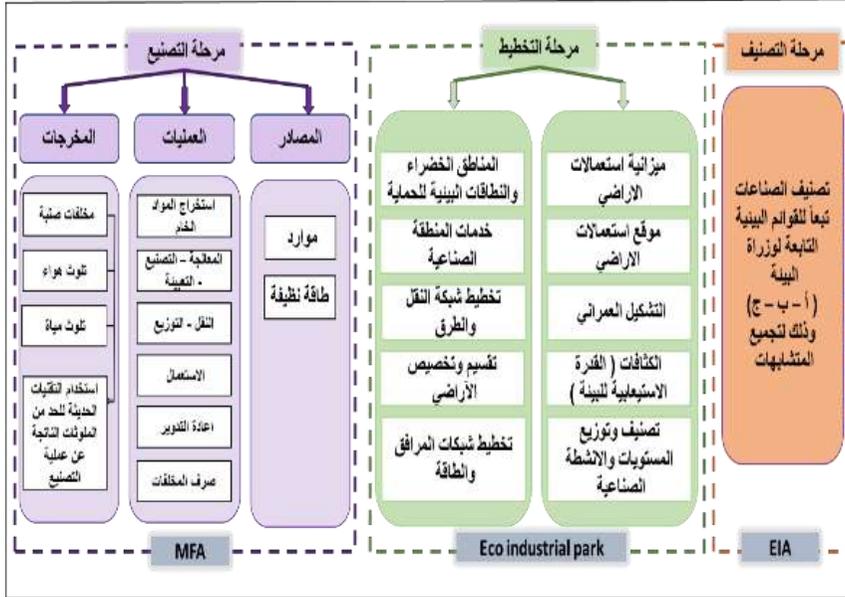
شكل (3) خريطة الاستثمار الصناعي في مصر

المصدر: [29]

7 إطار العمل المقترح لتخطيط المناطق الصناعية في مصر تعتمد فلسفة بناء الإطار المقترح على كيفية الاستفادة من الإمكانيات المحلية المتوفرة من القطاع الصناعي مع حماية البيئة ومنع تدهورها في مصر من خلال مداخل التخطيط البيئي للمناطق الصناعية لتحقيق التنمية المستدامة، وبالتالي فعند تخطيط المناطق الصناعية في مصر يمكن اقتراح مجموعة من المراحل المترابطة واعتماد الأسس الخاصة بالاعتبارات البيئية لتخطيط المناطق الصناعية التي تم

ومع الاهتمام بالبعد البيئي في مصر مثل إصدار قانون البيئة رقم 4 لسنة 1994 واعتباره البعد الثالث من أبعاد التنمية بجانب البعد الاقتصادي والبعد الاجتماعي برؤية مصر 2030 يتضح أهمية وجود إطار عمل لتحقيق التوازن بين الأنشطة الصناعية والبيئة بحيث ألا تؤثر التنمية على البيئة وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة.

استنتاجها من الإطار النظري والتي يمكن من خلالها تحقيق التنمية دون التأثير على البيئة كما يوضح الشكل رقم (4).



شكل (4) إطار العمل المقترح لتخطيط المناطق الصناعية في مصر

المصدر: الباحثة

- ويتكون الإطار من مجموعة من الخطوات المنهجية التالية:
- المرحلة الأولى: مرحلة التصنيف (EIA)**
- ويتم في هذه المرحلة تصنيف الصناعات تبعاً للقوائم البيئية التابعة لوزارة البيئة (أ - ب - ج) وذلك لتجميع المتشابهات الصناعية ويتم في هذه المرحلة تصنيف كافة صناعات المنطقة الصناعية لمعرفة الصناعات قائمة أ (ذات تلوث خفيف) وصناعات قائمة ب (ذات تلوث متوسط) وصناعات قائمة ج (ذات تلوث مرتفع)، والهدف من هذه الخطوة تجميع درجات التلوث مع بعضها لان المعالجة ونطاقات الحماية تختلف من درجة تلوث لأخرى.
- مثال علي صناعات قائمة (أ):
- منشآت تصنيع وإنتاج أعلاف الحيوانات والأسماك (بدون تصنيع مركبات أو بروتين).
  - مصانع الغزل والنسيج ومصانع التريكو التي لا تتضمن وحدات صباغة.
- مصانع تشغيل الورق والمنتجات الكرتونية (بدون أعمال عجن أو إعادة تدوير).
- استصلاح الأراضي لمساحات من 100 فدان حتى 400 فدان.
- ورش غسيل السيارات / تغيير زيوت السيارات مثال علي صناعات قائمة (ب):
- مصانع الزيوت بدون القيام بأعمال تكرير للزيوت بطاقة إنتاجية أكثر من 10 طن / يوم حتى 50 طن/يوم.
- مصانع الصابون والجليسرين بطاقة إنتاجية حتى 10 طن/يوم.
- تصنيع المنتجات الأسمنتية (خزانات أسمنتية، وأغطية البلاعات، مواسير) بقوة محرك حتى 100 حصان.

- مصانع الأسلاك والكابلات الكهربائية بقوة محرك حتى 100 حصان.
- مصانع الأدوية التي تقوم بعمليات الخلط والتخمير فقط دون القيام بعمليات التخليق أو العمليات الكيماوية والبيولوجية.
- مثال علي صناعات قائمة (ج):
- مصانع إنتاج الزيوت والشحوم / إنتاج زيوت المحركات من البتروكيماويات.
- المناجم لاستخراج الترواح المعدنية متضمناً التصنيع ويشمل ذلك استخراج المعادن الثمينة.
- تصنيع الخلايا الشمسية من خامات أولية (رمال).
- جمع ونقل وتداول المخلفات الخطرة (أكثر من محافظتين).
- محطات معالجة مياه الصرف شاملة شبكات الصرف الصحي (بطاقة أكثر من 150 ألف م / 3يوم).
- المرحلة الثانية: مرحلة التخطيط (Eco Industrial Park)**
- وبعد عملية التصنيف وتحديد الصناعات طبقاً للقوائم تأتي خطوات التخطيط لتخطيط منطقة صناعية أو الارتقاء بالمناطق الصناعية القائمة طبقاً للإطار النظري ومعايير نظام Eco Industrial Park والذي يمكن من خلاله تخطيط منطقة صناعية مستوفاه كل الاشتراطات البيئية دون الإضرار بالبيئة بحيث أن تكون كالتالي
- بالنسبة لميزانية استعمالات الأراضي:
- ألا يتجاوز المسطحات الصناعية عن نسبة 50% من مسطح المنطقة الصناعية.
- لا يقل نسبة مسطحات الحماية البيئية (المناطق الخضراء) عن نسبة 35% من مسطح المنطقة الصناعية.
- يجب أن تكون نسبة الطرق والمرافق والخدمات في حدود 15 % من مسطح المنطقة الصناعية.
- فيما يخص موقع المنطقة الصناعية:
- يجب أن يكون هناك حرم آمن للمنطقة الصناعية بعيد عن أي أنشطة عمرانية بمسافة لا تقل عن 5 كم.
- البعد عن مواقع المخاطر الطبيعية مثل السيول أو الفوالق الطبيعية وكذلك مناطق الوديان وسفوح الجبال.
- يجب مراعاة العوامل والظروف البيئية (مثل اتجاه الرياح) لمنع زيادة تأثير الانبعاثات الناتجة عن المناطق الصناعية.
- يجب ألا تتعدى درجة ميل السطح عن 4 % وأن تتلاءم نوع التربة مع الاستعمال الصناعي.
- بالنسبة لاستعمالات الأراضي والاستفادة من الموارد المتاحة
- الاستفادة من إمكانيات الموقع في مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة (طاقة رياح - طاقة شمسية).
- استخدام المناطق الخضراء والأنشطة الترفيهية للفصل بين المنطقة الصناعية والاستعمالات المحيطة وكذلك للفصل بين المستويات الصناعية المختلفة لمنع التأثير السلبي بينها.
- يجب أن يكون مسطح المنطقة الصناعية مناسب لإنشاء المنطقة الصناعية والتوسعات المستقبلية بما يتوافق مع البيئة.
- تصنيف توزيع المستويات والأنشطة الصناعية:
- تجميع الأنشطة التي يمكن تبادلها ودخولها في مرحلة صناعة ثانوية وتحقيق فكرة التكافل الصناعي.
- تجميع المتشابهات من أنواع الصناعات للتحكم في الانبعاثات وأساليب المعالجة وأساليب جمع المخلفات.
- مراعاة الحد الآمن المسموح به من التلوث والفصل التام بينها وبين باقي المستويات.
- المناطق الخضراء ونطاقات الحماية البيئية:
- عمل نطاقات خارج المنطقة الصناعية: النطاق الأول من البيئة الطبيعية - النطاق الثاني زراعة مناطق خضراء وغابات كثيفة شجيرة ويتحدد عرض

النطاق وفقاً للظروف الطبيعية بالموقع ونوعية واتجاه الانبعاثات.

عمل نطاقات داخل المنطقة الصناعية وخلخلة المناطق الخضراء بداخلها.

عمل حزام شجري حول قطع الأراضي لكل الأنشطة الصناعية.

تطبيق نطاقات الحماية والتركيز على زراعة بعض أنواع الأشجار التي تعمل كخزانات للأكسجين (الجatroفا - الجوجبا - الباولونيا) والتي يمكن ريها بالمياه المعاد تدويرها ويعتبر النباتات الناتجة عنها مصدر للطاقة.

خدمات المنطقة الصناعية:

عمل مرفق مركزي أو على مستوى التجمعات لمعالجة المياه الملوثة المستخدمة وإعادة استخدامها.

توفير محطات تجميع للمخلفات الصلبة وتصنيفها والتخلص الآمن منها.

استخدام معدات حديثة في عملية التصنيع بوجود فلاتر بأنواع خاصة والإشراف والمتابعة المستمرة عليها للحد من الآثار السلبية الناتجة عن عملية التصنيع.

الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة للحد من الانبعاثات الضارة الناتجة عن مصادر الطاقة التقليدية.

وبالنسبة لتخطيط شبكات المرافق:

استخدام نظم النقل الأكثر كفاءة من الناحية البيئية مع تخطيط لشبكة الطرق والحركة ملائمة للأنشطة الصناعية وتحقق سهولة الوصول.

مراعاة احتياج المنطقة الصناعية من المياه والكهرباء وتوفير الشبكات الملائمة لها.

استخدام نظم التخلص الآمن من المخلفات الصلبة الناتجة من الصناعات حتى لا تلوث البيئة وتخصيص موقع آمن خارج نطاق المنطقة لتجميع

### المرحلة الثالثة: مرحلة التصنيع (MFA)

وبعد مرحلة التخطيط يتم بتلك المرحلة تحليل المدخلات والمخرجات للنشاط الصناعي بحيث يمكن تقليل الملوثات الناتجة عنه مع إعادة تدوير المخلفات والاستفادة منها.

المصادر: الموارد (المواد الخام الأولية)، الطاقة (مصادر الطاقة التي تقوم بتشغيل المعدات الصناعية).

العمليات: وفي تلك المرحلة يتم العديد من الخطوات على حسب نوع الصناعة واستخراج المواد الخام مثل المعادن المختلفة والفحم

المعالجة/ التصنيع/ التعبئة: ويتم بها معالجة النواتج الأولية لاستخراج والتصنيع.

النقل/ التوزيع: وفي تلك المرحلة يتم نقل المنتجات وتوزيعها على الأسواق من خلال الشحن والتفريغ.

الاستخدام: وهي التي يتم فيها الانتفاع بالمنتج النهائي.

المخرجات: ويكون نتيجة التصنيع العديد من المخرجات التي تحتاج لمعالجة طبقاً لطبيعة المشروع ومواجهة تلوث الهواء والمياه.

إعادة التدوير: بتلك المرحلة يتم إعادة تدوير المخلفات الناتجة من عملية التصنيع والتخلص منها دون التأثير على البيئة وبنفس الوقت إعادة استخدامها والاستفادة منها.

### 8 نتائج البحث والتوصيات

تمثل الصناعة الإيكولوجية ذات أهمية في تخطيط المناطق الصناعية حيث أنها تجمع بين تخطيط المناطق الصناعية والحفاظ على البيئة خاصة وأن التوجهات العالمية والمحلية الحالية ارتكزت على أهمية الحفاظ على البيئة والتقليل من التأثيرات السلبية عليها.

## المراجع

[1] نصير عريوة، "دور استراتيجيات الحد من التلوث الصناعي في تحقيق التنمية الصناعية المستدامة: دراسة حالة المناطق الصناعية (المسلية- برج بوعريج- سطيف)"، مجلة البحوث الاقتصادية و المالية ، 2014 .

[2] "تقرير حالة البيئة في مصر"، وزارة البيئة، القاهرة، 2017.

[3] سنقره عيشة، "دور المناطق الصناعية في حماية البيئة"، مجلة الحقوق و العلوم الانسانية ، 296-278، pp. 2018 .

[4] فرج بويكر المبروك، "أهمية البعد البيئي في تخطيط المناطق الصناعية"، تأليف ورشة العمل حول المدن و المناطق الصناعية، طرابلس، 2012 .

[5] "موقع شبكة المعرفة البيئية المصرية - وزارة البيئة"، 2020 متاح على

<https://www.eekn.net/posts/600066>.

[6] "موقع وزارة البيئة"، 2020 متاح على

<http://www.eeaa.gov.eg/en-us/topics/management/development/industrialzones.aspx>.

[7] "موقع المنظمة العالمية للطاقة"، 2020 متاح على

[https://www.ief-](https://www.ief-ngo.org/ar/service/siminars/43-cleaner-prod)

[http://www.eeaa.gov.eg/en-](http://www.eeaa.gov.eg/en-us/topics/management/development/touristiczones.aspx)

[us/topics/management/development/touristiczones.aspx](http://www.eeaa.gov.eg/en-us/topics/management/development/touristiczones.aspx).

[9] بسام سمير الرميدي، فاطمة الزهراء طلحي، "التخطيط البيئي كآلية لتحقيق البعد البيئي في استراتيجية التنمية المستدامة - رؤية مصر 2030"، مجلة المال والأعمال، 2018 ، pp. 258-277 .

[10] Belmira Neto, et al ، "Selecting Industrial Ecology tools: strengths and weaknesses for

وبتحليل الحالة المصرية يتضح وجود تأثيرات سلبية كبيرة على البيئة نتيجة النشاط الصناعي حيث أنه يتسبب في تلوث أنواع النباتات المختلفة (الأرضية، المائية، الهوائية) وبالتالي يتضح أهمية الاتجاه إلى التخطيط البيئي للمناطق الصناعية خاصة وأن قطاع الصناعة يعتبر أحد أهم قطاعات التنمية في مصر . ومن هذا المنطلق اقترح البحث إطار عمل للتخطيط البيئي للمناطق الصناعية في مصر محدد بثلاثة مراحل بداية من المرحلة الأولى (تصنيف الصناعات) طبقاً للقوائم أولاً (أ، ب، ج) ثم بعد ذلك مرحلة التخطيط والتي يجب أن تراعي الاشتراطات البيئية لتخطيط المناطق الصناعية كتوفير المسطحات الخضراء وتطبيق نطاقات الحماية البيئية إلى أن يصل للمرحلة الثالثة والأخيرة وهي مرحلة التصنيع والتي تهتم بإعادة تدوير المخلفات الناتجة عن النشاط الصناعي والاستفادة منها .

وقد خلاص البحث إلى مجموعة من التوصيات التي يمكن من خلالها تحقيق التخطيط البيئي للمناطق الصناعية في مصر وهي تعديل الأطر التشريعية الخاصة بالاشتراطات البنائية لتخطيط المناطق الصناعية لتحقيق الاشتراطات والمعايير البيئية التي تراعي الحفاظ على البيئة من التلوث بألا يتجاوز المسطحات الصناعية عن نسبة 50% من مسطح المنطقة الصناعية، وألا يقل نسبة مسطحات الحماية البيئية (المناطق الخضراء) عن نسبة 35% من مسطح المنطقة الصناعية، وأن تكون نسبة الطرق والمرافق والخدمات في حدود 15 % من مسطح المنطقة الصناعية، تخضير الصناعات القائمة عن طريق رفع كفاءة وفاعلية استغلال الموارد، زيادة مسطحات الحماية البيئية بها كعمل حزام أخضر حول المناطق الصناعية، إعادة تدوير مخلفات المصانع لتحقيق الاستفادة منها وتقليل تأثيراتها السلبية على البيئة، والتوجه إلى صناعات جديدة خضراء تستهدف التوسع في تطبيق تكنولوجيا البيئة، مع الاتجاه إلى الإنتاج الأنظف وتعظيم الاستفادة من الموارد المتاحة.

- Cleaner Production, vol. 13, no. 5, pp. 475–483, 2005.
- [19] Pluimers, J, "An environmental systems analysis of greenhouse horticulture in the Netherlands,," PhD thesis Wageningen University, The Netherlands, 2001.
- [20] Kaplan, et al, "A procedure for life-cycle based solid waste management with consideration of uncertainty," Journal of Industrial Ecology, vol. 8, no. 4, pp. 155–172, 2005.
- [21] Fukushima, Y., Hirao, M., "2002A structured framework and language for scenario-based life cycle assessment," International Journal of LCA, vol. 7, no. 6, p. 317 – 329, 2002.
- [22] Moors et al, "Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry," Journal of Cleaner Production, vol. 13, pp. 657–668, 2005.
- [23] Assefa et al, "Technology assessment of thermal treatment technologies using ORWARE," Energy Conversion and Management, vol. 46, pp. 797–819, 2005.
- [24] UNEP/SETAC, "Life Cycle Approaches . The road from analysis to practice. United Nations Environment Programme. Division of technology," Industry and Economics (DTIE) Production and Consumption unit, France, 2005.
- [25] Sonnemann, G., et al, "Sonnemann, G., Castells." تأليف In: Lewis Publishers (Eds.) , CRC Press Company 2004 ,
- use in a decision support tool," Ecological Management: New Research 2009 , .
- [11] لبنى رحيم العزاوي، أمجد محمود البديري، "مفهوم البارك الإيكولوجي الصناعي والمدينة الإيكولوجية الصناعية وإمكانات تطبيقها في العراق مستقبلاً،" Journal of Engineering, . 2013 , pp. 133–156
- [12] Rebitzer, G, "Enhancing the application efficiency of life cycle assessment for industrial uses,," PhD thesis, Lausanne, Switzerland, 2005.
- [13] Tan, R.B.H, Khoo, H.H, "Zinc Casting and Recycling," International Journal of LCA, pp. 10 (3) 211–18, 2005.
- [14] Berkhout, F., Hertin, J., Azzone, MEPI Measuring the environmental performance of industry, Brighton: Science Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex, 2001.
- [15] Finnveden, G., Moberg, A, "Environmental systems analysis tools an overview," Journal of Cleaner Production, 2005.
- [16] Kytzia, S., Nathani, C, "Bridging the gap to economic analysis: economic tools for industrial ecology," Progress in Industrial Ecology, vol. 1, no. 1, pp. 143–163, 2004.
- [17] Hermann, B.G., et al, "Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators," Journal of Cleaner Production, vol. 15, no. 18, pp. 1787–1796, 2006.
- [18] Cziner, K., et al, "Multicriteria decision making in process integration," Journal of

[https://www.sis.gov.eg/Content/Upload/Editor/Image1\\_42019311549.png](https://www.sis.gov.eg/Content/Upload/Editor/Image1_42019311549.png).

[29] "موقع الهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة،"  
2020 متاح على

<https://www.investinegypt.gov.eg/Arabic/Pages/explore.aspx?map=true>.

[26] عايد جسام، "المناطق الصناعية في جمهورية مصر العربية نموذجاً للتوطن الصناعي"، مجلة كلية التربية الاساسية، بابل، 2015.

[27] "تقرير المياه والتنمية أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالمياه في المنطقة العربية"، الأمم المتحدة، بيروت، 2020.

[28] "موقع الهيئة العامة للاستعلامات،" 2020 متاح على

## **A FRAMEWORK FOR ENVIRONMENTAL PLANNING FOR INDUSTRIAL ZONES IN EGYPT**

**Dr. Wessam Mostafa Emam Mohamed**

**Lecturer– Department of Environmental Planning and Infrastructure – faculty of urban and regional planning– Cairo University**

### **Abstract:**

City planning is currently characterized by continuous industrial development as industry is considered one of the basic economic activities in cities, as it is the main engine of economic life and the development required for communities.

As a result of this development, many negative impacts emerged from this economic activity on various ecosystems (water, land and climate) in addition to the effects on human life and health.

These effects are clearly evident in the environmental pollution that occurs in its various forms, and in Egypt there are approximately 114 industrial zones in the various governorates of Egypt, and there are many of them overlapping with urbanization in an unplanned manner and resulting in environmental pollution such as pollution of the waters of the Nile River, canals and drains, in addition to the huge emissions in Air pollution that causes pollution and affects living organisms and human health.

With the importance of reducing these negative impacts and the emergence of many different environmental approaches, it becomes evident the importance of taking steps towards environmental planning for industrial areas (ecological industry) by proposing a framework that can reduce the negative effects resulting from the industry and maximize the use of the waste generated from it in Egypt.

**Key words:** environmental planning – industrial pollution – the environmental dimension – ecological industry – sustainable industrial development.

## النموذج الرياضي لإعداد البرنامج الفراغي للمشروعات محددة الميزانية

دراسة تطبيقية على مبنى إداري بجامعة الفيوم

م.م. ابراهيم دسوقي عبدالله  
مدرس مساعد بقسم العمارة جامعة الفيوم  
[eng\\_id\\_2010@yahoo.com](mailto:eng_id_2010@yahoo.com)

أ.م.د. محمد سعيد مصيلحي  
أستاذ مساعد العمارة بكلية الهندسة جامعة الفيوم  
[dr.meselhy@waveegypt.com](mailto:dr.meselhy@waveegypt.com)

أ.د. شريف محمد صبرى العطار  
أستاذ العمارة بكلية الهندسة جامعة الفيوم  
[sma00@fayoum.edu.eg](mailto:sma00@fayoum.edu.eg)

**المشكلة البحثية :** صعوبة تحديد البديل الأنسب لبرنامج المشروعات المعمارية محددة الميزانية باستخدام الطرق اليدوية .

**تساؤلات الدراسة :** هل يمكن إعداد برنامج فراغي محليا يحقق أعلى جودة وبشرط ألا تتجاوز تكلفته التقديرية الميزانية المحددة سلفا .

ما هي مراحل المنهج المقترح لإعداد برنامج فراغي قيمي للمشروعات المعمارية محددة الميزانية ؟  
**هدف الدراسة :**

- تهدف الدراسة التوصل لنموذج رياضي قابلا للتطبيق أثناء البرمجة المعمارية للمشروعات محددة الميزانية .

### منهجية البحث :

يستخدم البحث منهج التحليل المقارن حيث يتم تحليل البرنامج الفراغي لأحد المباني الإدارية المنفذة بجامعة الفيوم، والمفترض أنه قد أعد مسبقا بالطرق التقليدية وحساب مساحات فراغاته وأدواره وتكلفته وكفائته ( كنتائج لإعداد البرمجة بالطريقة التقليدية )، ثم يتم إعداد برنامج فراغي إفتراضي لنفس متطلبات المشروع، وظروفه، وأعداد ونوعيه مستخدميه، وإحتياجاتهم، والإشتراطات البنائية الحاكمة ونفس ظروف الموقع، وكان موقع المشروع لا يزال طور مرحلة البرمجة ولكن يعد من خلال منهجية البحث المقترحة التي تهدف لإعداد برنامج فراغي لمشروع محدد الميزانية وبحيث يحقق قياسات للكفاءة والتكلفة أفضل من مثيله المنفذ، ثم مقارنة قياسات ونتائج البرنامج الفراغي ( المنفذ والإفتراضي ) .

**المخلص :** تعتبر ميزانية العميل المحدودة، وظروف وإشتراطات الموقع وإمكانياته، ومتطلبات العميل والأسس والمعايير التصميمية والأكواد والقوانين والتشريعات التي تحكم عملية البناء وغيرها جميعا قيودا حاكمة لتصميم المباني ، وغالبا ما يعد البرنامج الفراغي للمشروعات الإدارية والبدء فى التصميم قبل العرض على العميل، وقد يكتشف مصمم المشروع عدم كفاية الميزانية المخصصة لإحتياجات العميل أو أي قيود معارضة للتصميم فى مراحل متقدمة يترتب عليها إنفاق مزيدا من الجهد والمال والوقت لمعالجتها، وتجري هذه العملية التحليلية حاليا بطرق تقليدية يترتب عليها مراعاة بعض القيود وتجاهل البعض الآخر، لذا يفترض البحث إمكانية تصميم نموذج رياضي يمكن إستخدامه كبديل للطرق التقليدية المستخدمة فى حساب المساحات المثلي التي تحقق أهداف المشروع فى وجود القيود الحاكمة ودون التعارض مع أيا منها ، وقد تم تصميم النموذج الرياضي الخطي وتجربة إدخاله لبرنامج الحل تطبيقا على أحد المباني الإدارية بجامعة الفيوم وبعد تطبيق مراحل المنهج المقترح لحساب المساحات إفتراضيا لنفس متطلبات ومستعملين وموقع المبنى وإشتراطاته ... الخ أظهرت النتائج إيجابية نتائج برمجة المشروع إفتراضيا مقارنة بنتائج برمجة المشروع للمبنى القائم المعد بالطرق التقليدية .

**الكلمات المفتاحية :** الميزانية، النموذج الرياضي الخطي ، البرنامج الفراغي .

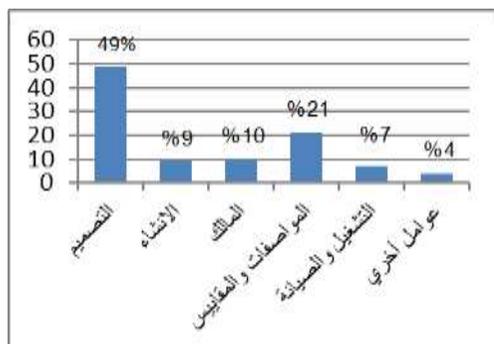
## فرضيات البحث :

- ان صياغة القيود الحاكمة والمتطلبات والاهداف والمحددات التصميمية في صورة صيغ وعلاقات رياضية تسهل من عملية التحليل المعقد نتيجة كثرة وتنوع القيود وتساعد مبرمج المشروع في التوصل الي أنسب النتائج التي تحترم كافة المدخلات الرياضية ولا تتعارض مع أي منها .

## الدراسات النظرية :

تمر عملية إنشاء المشروعات بعدة مراحل تبدأ بدراسة متطلبات العميل بغرض إعداد البرنامج المعماري ثم التصميم وإعداد مستندات التنفيذ ثم مرحلة التنفيذ والإشغال وما بعدها , ومن المعروف أن كل مرحلة تؤثر فيما بعدها , ويشير الشكل رقم (1) لمنحنى التغير في التكلفة ومنحنى التأثير وذلك لمرحلتين العمل بالمشروع ويوضح بالشكل أن التغير في التكلفة يكون أقل ما يمكن أثناء العمل بالمرحلتين الأولى من المشروع خاصة مرحلتين ( البرنامج والتصميم ) بينما يكون أعلى ما يمكن في المرحلتين الثانية لها للمشروع كالتغيير بمرحلتين إعداد مستندات التنفيذ أو مرحلة التنفيذ وما بعدها .

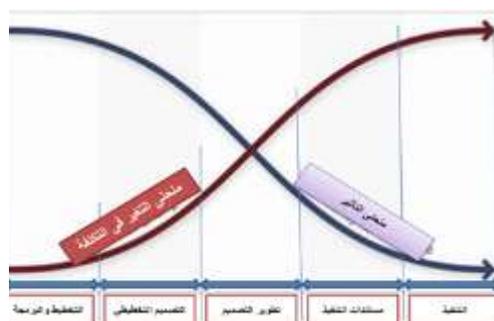
وبما أن المرحلة الأولى والثانية من مراحل العمل بالمشروع ينتج أهميتهما ودراستهما فقد وجد بالدراسات السابقة أيضا ما يؤكد ضرورة الإهتمام بها حيث توصلت دراسة ( عمار سالم , اخرون , 2009 ) التي تدرس نسب تأثير العناصر في تكلفة المشروع والتي أظهرت أن عنصر التصميم وحده يؤثر في تكلفة المشروع بنسبة تصل إلي 49% وقد جاء بدراسته أن إجمالي تكلفة المرحلتين على المالك لا تتجاوز 3 % من إجمالي تكلفة المشروع , بينما تشكل باقي العناصر مجتمعة نسبة 51% من إجمالي التكلفة الأمر الذي يتطلب ضرورة الإهتمام بالبحث فيها لحفظ التكلفة وزيادة جودة المشروع , ويوضح الشكل رقم (2) نسب تأثير العناصر على التكلفة .



شكل (2) يوضح النسب المئوية لتأثير العناصر في تكلفة المشروع

المصدر : إعداد الباحث عن ( عمار سالم , اخرون , 2009 )

ومن ثم يهتم البحث بدراسة مرحلة إعداد البرنامج التصميمي وخاصة خطوة تخصيص مساحات البرنامج الفراغي عبر المنهجية المقترحة والتي تهتم بإيجاد الحل الأمثل للعناصر المؤثرة في جودة المشروع وحددت دراسة عنصر الكفاءة والتكلفة, ويقترح استخدام تقنية البرمجة الخطية لإيجاد الحل الأمثل بالطرق الرياضية , ونوضح فيما يلي الحل الأمثل المطلوب بالدراسة وتعريف التقنية المتبعة .



شكل (1) يوضح منحنى التغير في التكلفة أثناء مراحل

العمل .

المصدر : Web : the goal of "Whole Building" design, site, 2016

## مكونات النموذج الرياضي المقترح :

## الدراسة التطبيقية :

تعتمد أغلب دول العالم بالوقت الراهن على اربعة منهجيات لإعداد البرامج المعمارية للمشروعات ظهرت منذ ستينات القرن الماضي وتطورت حتى الان وهم : (منهج البرمجة المبنية على التصميم , المبنية على الاتفاق , المبنية على المعرفة , المبنية على القيم ) , وجميعهم يعتمد على تحليل البيانات من خلال جلسات عمل ومقابلات واجتماعات بين فريق العمل للخروج بالبدائل المناسب الذي يحقق متطلبات العميل, الا أن تلك المنهجيات تقتر حاليًا لأدوات رقمية تساعد في التوصل للحل الأمثل رياضيا خاصة مع العدد الهائل والمتنوع للبيانات والتي يصعب مراعاتها جميعا إعتقادا على التحليلات التقليدية المعتمدة على العقل البشري فقط في التحليل الذي قد يراعي البعض ويتجاهل البعض الآخر وبالتالي يصعب معها التوصل للحل الأمثل, ولذلك يقترح البحث إستخدام تقنية رياضية ( البرمجة الخطية ) لتحليل العدد الهائل من البيانات في ضوء مجموعة من المحددات للتوصل للحل الامثل لمساحات البرنامج المعماري التي تحقق الأهداف المرجوة في ظل ميزانية محددة مسبقا وذلك كبديل للطرق المعتمدة على التحليل بواسطة العقل البشري وذلك لامكاناتها في التوصل لحلول يصعب التوصل اليها اعتمادا على الطرق المستخدمة حاليا .

يقترح بالبحث التطبيق على أحد المشروعات الإدارية بجامعة الفيوم ( مبني الخدمات الطلابية) :

وتتكون الدراسة التطبيقية من ثلاثة خطوات رئيسية تتضح كما يلي :

**الخطوة الأولى :** إعادة إنشاء البرنامج الفراغي للمبنى القائم حسب المنفذ وحساب مساحاته المختلفة وكفاءة وتكلفة .

يتكون نموذج البرمجة الخطية من ثلاثة عناصر أساسية تتمثل فيما يلي :

**1- متغيرات القرار :** هي عدد من المتغيرات التي يجب أن تحدد قيمتها للوصول إلى الهدف .

**2- دالة الهدف :** صياغة الهدف في صورة دالة, ولدالة الهدف صورتين إما دالة تعظيم أو دالة تصغير كالمستخدمة بالبحث .

**3- القيود :** ويقصد منها مجموعة المحددات التي تقيد الحلول الممكنة لحل النموذج الرياضي الخطي وتحديد الحل الأمثل .

وإذا ما كان عدد المتغيرات أكبر من متغيرين إثنين كحالة البحث فإن حساب الحل الأمثل بالبرمجة الخطية يكون بطريقة simplex method وهي طريقة غير بيانية تعتمد على تحليل الجداول, ويستخدم البحث برنامج linear programming solver ( lips ) لحل النموذج الخطي رياضيا, وخلصت الدراسات بالأبحاث السابقة لبعض الحقائق المثبتة علميا والتي سيعتمد عليها البحث محل الدراسة وهي كما يلي :

- كلما زادت المساحة الإجمالية للمشروعات بالنسبة للمساحة الصافية كلما إنخفضت الكفاءة وارتفعت التكلفة .

- تتكون المساحة الإجمالية من ( المساحات الصافية + مساحة عناصر الحركة والاتصال + مساحة عناصر الخدمات والدعم ) .

- تعتبر المساحة أحد العناصر الهامة التي يمكن من خلالها التحكم بقياس الكفاءة والتكلفة للبرنامج الفراغي .

الكفاءة = المساحة الصافية (x1) / المساحة الإجمالية (z) .  
 التكلفة = المساحة الإجمالية (z) \* سعر متوسط لتكلفة المتر  
 المربع , ( تفترض متوسط التكلفة ) .  
 وتوضح الأشكال التالية مساحات كلا من (x1 , x2 , x3 , x4)  
 لكل دور وللمبنى بأكمله .

الدور	الرمز	قيمة الرمز	الوحدة المستخدمة
الأول	(x1-1)	386.10	م <sup>2</sup>
الثاني	(x1-2)	374.85	م <sup>2</sup>
الثالث	(x1-3)	389.60	م <sup>2</sup>
الرابع	(x1-4)	351.60	م <sup>2</sup>
الخامس	(x1-5)	403.35	م <sup>2</sup>
المبنى	(X1)	1905.5	م <sup>2</sup>

جدول رقم (1) المساحات الصافية للمبنى القائم

الدور	الرمز	قيمة الرمز	الوحدة المستخدمة
الأول	(x3-1)	113	م <sup>2</sup>
الثاني	(x3-2)	109.20	م <sup>2</sup>
الثالث	(x3-3)	110.40	م <sup>2</sup>
الرابع	(x3-4)	148.40	م <sup>2</sup>
الخامس	(x3-5)	110.40	م <sup>2</sup>
المبنى	(X3)	591.4	م <sup>2</sup>

جدول رقم (2) قياس المساحة لعناصر الخدمات والدعم للمبنى القائم

الدور	الرمز	قيمة الرمز	الوحدة المستخدمة
الأول	(Z1)	698.6	م <sup>2</sup>
الثاني	(Z2)	698.50	م <sup>2</sup>
الثالث	(Z3)	699.60	م <sup>2</sup>
الرابع	(Z4)	699.60	م <sup>2</sup>
الخامس	(Z5)	699.60	م <sup>2</sup>
المبنى	(Z)	3495.9	م <sup>2</sup>

جدول رقم (3) المساحات الإجمالية للمبنى القائم

الخطوة الثانية : تطبيق مراحل المنهج المقترح بالدراسة لنفس  
 المبنى بكامل ظروفه وإحتياجاته .

الخطوة الثالثة : مقارنة نتائج البرنامج الفراغي للمبنى القائم  
 المعد تقليديا بنتائج البرنامج الإفتراضي المقترح .

الخطوة الأولى : إعادة إنشاء البرنامج الفراغي للمبنى القائم

- التعريف بالمشروع القائم محل الدراسة :

المشروع محل الدراسة عبارة عن مبنى مكاتب إدارية ملك  
 جامعة الفيوم, ويعتبر المبنى مكملا لمبنى إدارة الجامعة ويتعامل  
 مع المشروع كافة فئات المستخدمين للجامعة من طلاب ,  
 موظفين , عمال , أو أعضاء هيئة التدريس .



شكل رقم (3) المبنى محل الدراسة. المصدر : الباحث

المنهجية المستخدمة بالدراسة التطبيقية :

- إعداد وتحليل نموذج البرنامج الفراغي للمبنى القائم المعد  
 بالطرق التقليدية :

بعد الحصول على نسخة من التصميمات المعمارية من الإدارة  
 الهندسية للجامعة تم معاينة المبنى محل الدراسة وتوطين أسماء  
 الفراغات حسب المنفذ على الطبيعة وتبين أن المبنى يتكون من  
 خمسة أدوار بخلاف الأرضي, ثم حساب المساحات على مستوى  
 الفراغات والأدوار والمبنى وتصنيف المساحات وترميزها وذلك  
 حسب مكونات مساحة الدور الإجمالية , ثم تحسب كفاءة وتكلفة  
 كل دور على حدة من المعادلات الآتية :

الرمز	قيمة الرمز	الرمز	العلامة
المستخدمة	1905.5	(X1)	المساحة الصافية
م	683	(X2)	المساحة للاتصال والحركة
م	591.4	(X3)	المساحة المخصصة للخدمات والتخزين
م	317.7	(X4)	المساحة للحوائط الهيكلية
م	3495.9	(X)	المساحة الإجمالية
%	84%	(E)	كفاءة المساحة
بالجنبة	4843900	(C)	تكلفة المبنى

جدول رقم ( 8 ) القياسات المجمعة للمبنى القائم

حيث تشير (x1-1) على سبيل المثال للمساحة الصافية للدور الأول بينما (x1-2) تشير للمساحة الصافية للدور الثاني وهكذا , وتشير x1 للمساحة الصافية على مستوى المبنى .

**الخطوة الثانية : تطبيق المنهج المقترح لإعداد البرمجة المعمارية للمشروع إفتراضيا .**

وحددت الدراسة خمسة مراحل للمنهج المقترح لإعداد البرمجة المعمارية القيمة للمشروعات وتوضح كما يلي :

- المرحلة الأولى : جمع ورصد وتحليل البيانات ( عن المستعملين , موقع المشروع , المعايير التصميمية , وغيرها )  
- المرحلة الثانية : حساب المساحات الصافية وفقا للإحتياجات لكل دور وعلى مستوى المبنى بأكمله .

- المرحلة الثالثة : حساب الحد الأدنى والأقصى لمكونات المساحة الإجمالية والكفاءة والتكلفة للأدوار , والمبنى)  
- المرحلة الرابعة : إعداد النموذج الرياضي للمعادلات الخطية للقيود ودالة الهدف وفقا لنوع المبنى .

- المرحلة الخامسة : إدخال معاملات القيود لبرنامج (lips ) لإيجاد الحل الأمثل الذي يحقق الأهداف المرجوة.

تطبيق المنهج المقترح لإثبات أو نفي صحة فرضيات البحث تم إعداد نموذج إستبيان وتوزيعه على فئتين من المستخدمين ( العاملين , المديرين ومتخذي القرار) بغرض جمع البيانات وتم

الدور	قياسات المساحة لعناصر الاتصال والحركة على مستوى الدور المبنى القائم (X2)	
	الرمز	قيمة الرمز
الأول	(x2-1)	136
الثاني	(x2-2)	151
الثالث	(x2-3)	136
الرابع	(x2-4)	136
الخامس	(x2-5)	124
المبنى	(X2)	683

جدول رقم ( 4 ) مساحة عناصر الاتصال والحركة للمبنى القائم

الدور	قياسات الكفاءة على مستوى الدور المبنى القائم (E)	
	الرمز	قيمة الرمز
الأول	(E1)	85%
الثاني	(E2)	83%
الثالث	(E3)	85%
الرابع	(E4)	80%
الخامس	(E5)	87%
المبنى	(E)	84%

جدول رقم ( 5 ) قياس الكفاءة للمبنى القائم

الدور	قياسات المساحة للحوائط والأعمدة على مستوى الدور المبنى القائم (X4)	
	الرمز	قيمة الرمز
الأول	(x4-1)	63.50
الثاني	(x4-2)	63.50
الثالث	(x4-3)	63.50
الرابع	(x4-4)	63.50
الخامس	(x4-5)	63.70
المبنى	(X4)	317.7

جدول رقم ( 6 ) قياس مساحة الحوائط والأعمدة للمبنى القائم

الدور	قياسات التكلفة على مستوى الدور المبنى القائم (C)	
	الرمز	قيمة الرمز
الأول	(C1)	955100
الثاني	(C2)	959925
الثالث	(C3)	957800
الرابع	(C4)	1013000
الخامس	(C5)	958075
المبنى	(C)	4843900

جدول رقم ( 7 ) قياس التكلفة للمبنى القائم

(خطوة إعداد قياسات البرنامج الفراغي لنفس المبنى إفتراضيا باستخدام المنهج المقترح) .

(أحد نتائج تطبيق المنهج المقترح بمراحل الخمس السابق ذكرها على مستوي الأدوار والمبنى )

تحليلها وحددت أعداد المستخدمين المتوقعة بكل إدارة وفراغ تابع وتم حساب المساحة الصافية لكل فراغ ودور حسب نصيب الفرد من معايير التصميم ويوضح الجدول التالي خطوة حساب الحد الأدنى والأقصى لمكونات المساحة الإجمالية والكفاءة والتكلفة للأدوار والمبنى بغرض إستخدامهم كقيود حاكمة للنموذج الرياضي لإختيار الحل الأمثل .

حساب الحد الأدنى والاقصي للقيم الأتية : (  $x_1, x_2, x_3, x_4, E, C$  )

المرحلة	المرحلة (X1)		المرحلة (X2)		المرحلة (X3)		المرحلة (X4)		المرحلة (X5)		المرحلة (X6)		المرحلة (E)	المرحلة (C)
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max		
المرحلة (1)	955100	718952	0.83	0.55	523.6	457.1	52.3	32	73.3	45.7	125.6	91.4	329.8	288
المرحلة (2)	956025	664032	0.83	0.55	483.6	422.2	48.3	29.5	67.7	42.2	116	84.4	304.6	266
المرحلة (3)	957800	649823	0.83	0.55	436.1	382.5	43.6	26.7	61.3	38.2	106.1	78.5	276	241
المرحلة (4)	1013000	644061	0.83	0.55	469.0	409.5	46.9	28.8	65.6	40.9	112.5	81.9	295.5	258
المرحلة (5)	956075	811318	0.83	0.55	569.9	515.8	59	38.1	82.7	51.5	141.8	103.1	372.2	325
المرحلة (6)	4682000	3468189	0.83	0.55	292.4	2187.3	292.5	153.11	356.7	218.7	352.3	437.4	1528.4	1378

جدول (9) يوضح قيم الحدود الدنيا والقصى للقياسات المخصصة للأدوار والمبنى .

خطوة صياغة النموذج الرياضي للمسألة في صيغة معادلات خطية يقبلها برنامج ( LIPS ) :

رقم القيد	النوع	التعبير الرياضي الخطي	نموذج برنامج LIPS [ معادلات القيد والهدف ]					
			Left Hand Side (LHS)			Right Hand Side (RHS)		
			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\leq$ $\geq$ $=$		
1	Min (E)	$E \geq 0$	$x_1, x_2, x_3 \geq 0$	0	0	0	$\geq$	0.00
2	Min (C)	$C \geq x_1 + 0.37x_2$	$0.37x_1 + 0.83x_2 + 0.61x_3 \geq 0$	0.37	0.83	0.61	$\geq$	0.00
3	Min (K)	$K_1 \geq 0.83E$	$0.18x_1 + 0.88x_2 + 0.88x_3 \geq 0$	0.18	0.88	0.88	$\geq$	0.00
4	Max (F)	$F \geq 0.55E$	$0.37x_1 + 0.28x_2 + 0.28x_3 \geq 0$	0.37	0.28	0.28	$\geq$	0.00
5	Max (A)	$A \geq 0.55E$	$0.37x_1 + 0.33x_2 + 0.33x_3 \geq 0$	0.37	0.33	0.33	$\geq$	0.00
6	Min (T)	$T \geq 0.28E$	$0.28x_1 + 0.65x_2 + 0.65x_3 \geq 0$	0.28	0.65	0.65	$\geq$	0.00
7	Min (Y)	$Y \geq 0.28E$	$0.28x_1 + 0.60x_2 + 0.60x_3 \geq 0$	0.28	0.60	0.60	$\geq$	0.00
8	Max (X)	$X \geq 0.11E$	$0.11x_1 + 0.14x_2 + 0.88x_3 \geq 0$	0.11	0.14	0.88	$\geq$	0.00
9	Min (S)	$S \geq 0.11E$	$0.18x_1 + 0.18x_2 + 0.88x_3 \geq 0$	0.18	0.18	0.88	$\geq$	0.00
10	$E^* = \text{budget}$	$1500x_1 + 1000x_2 + 1700x_3 = \text{const}$	$1500x_1 + 1000x_2 + 1700x_3 = \text{const}$	1500	1000	1700	$=$	const
11	Min (x1)	$x_1 + 0.81x_2 + 0.80x_3 \geq \text{const}$	$x_1 + 0.81x_2 + 0.80x_3 \geq \text{const}$	1	0.81	0.80	$\geq$	const
12	Max (x2)	$x_2 + 0.88x_1 + 0.88x_3 \geq \text{const}$	$x_2 + 0.88x_1 + 0.88x_3 \geq \text{const}$	1	0.88	0.88	$\geq$	const
13	Min (x3)	$0.61x_1 + x_3 + 0.88x_2 \geq \text{const}$	$0.61x_1 + x_3 + 0.88x_2 \geq \text{const}$	0.61	1	0.88	$\geq$	const
14	Max (x4)	$0.00x_1 + 0.00x_2 + x_4 \geq \text{const}$	$0.00x_1 + 0.00x_2 + x_4 \geq \text{const}$	0.00	0.00	1	$\geq$	const
15	Min (E)	$x_1 + x_2 + x_3 \geq \text{Max (E)}$	$x_1 + x_2 + x_3 \geq \text{const}$	1	1	1	$\geq$	const

جدول (10) النموذج الرياضي الخطي المقترح إستخدامه بالدراسة التطبيقية

>> Minimum  $z_2 = 3800/9 = 422.22 \text{ m}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
266 m <sup>2</sup>	X1-2
114 m <sup>2</sup>	X2-2
$380/9 = 42.22 \text{ m}^2$	X3-2
$266/422.22 = 0.63$	E2
635020	C2

مخرجات البرنامج الفراغي للدور الثاني علوي ( البرنامج الافتراضي)

>> Optimal solution FOUND

>> Minimum  $z_3 = 382.54 \text{ M}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
241 m <sup>2</sup>	X1-3
$723/7 = 103.28 \text{ m}^2$	X2-3
$2410/63 = 38.25 \text{ m}^2$	X3-3
$241/382.54 = 0.63$	E3
575326	C3

مخرجات البرنامج الفراغي للدور الثالث علوي ( البرنامج الافتراضي)

>> Optimal solution FOUND

>> Minimum  $z_4 = 8600/21 = 409.52 \text{ m}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
258 m <sup>2</sup>	X1-4
$774/7 = 110.57 \text{ m}^2$	X2-4
40.95 m <sup>2</sup>	X3-4
$258/409.52 = 0.63$	E4
615919	C4

مخرجات البرنامج الفراغي للدور الرابع علوي ( البرنامج الافتراضي)

>> Optimal solution FOUND

>> Minimum  $z_5 = 32500/63 = 515.87 \text{ M}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
325 m <sup>2</sup>	X1-5
$975/7 = 139.28 \text{ m}^2$	X2-5
$3250/63 = 51.58 \text{ m}^2$	X3-5
$325/515.87 = 0.63$	E5
775856	C5

مخرجات البرنامج الفراغي للدور الخامس علوي ( البرنامج الافتراضي)

>> Optimal solution FOUND

>> Minimum  $z = 2187.3 \text{ m}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
1378 m <sup>2</sup>	X1
$4134/7 = 590.57 \text{ m}^2$	X2
218.73 m <sup>2</sup>	X3
$1378/2187.3 = 0.63$	E
3289699	C

مخرجات البرنامج الفراغي للمبنى بأكمله ( البرنامج الافتراضي)

ويتم تغيير قيم الخلايا ذات اللون الأحمر بالنموذج السابق عند التطبيق لكل دور على حدة وعند التطبيق على مستوى المبنى بأكمله ويكون عدد الجداول المقترح الحصول عليها ستة جداول خمسة منهم للأدوار والسادس للمبنى بأكمله كما تتضح بالجداول لاحقاً :

- نموذج إدخال معاملات القيود على مستوى كل دور على حدة وعلى مستوى المبنى بأكمله ( نموذج البرنامج الفراغي الافتراضي linear programming solver (lips) بواسطة برنامج ( حساب الحل الأمثل لقيم المتغيرات :

	(X1)	(X2)	(X3)		RHS)
Objective	1	1	1	=	MIN
Constraint1	1	1	1	=	0.00
Constraint2	-0.37	0.63	0.63	=	0.00
Constraint3	-0.45	-0.55	-0.55	=	0.00
Constraint4	0.37	-0.63	-0.63	<	0.00
Constraint5	-0.55	0.55	0.55	=	0.00
Constraint6	-0.34	0.63	-0.34	<	0.00
Constraint7	-0.30	0.80	-0.30	=	0.00
Constraint8	-0.14	-0.14	0.86	<	0.00
Constraint9	-0.10	-0.10	0.90	=	0.00
Constraint10	1500	1700	1000	<	4843900
Constraint11	1	0.00	0.00	>	1378
Constraint12	1	0.00	0.00	<	1578.4
Constraint13	0.00	1	0.00	<	601.3
Constraint14	0.00	0.00	1	<	350.7
Constraint15	1	1	1	=	2505.4

جدول ( 11 ) يوضح مثال مدخلات البرنامج الفراغي للمبنى بأكمله ( البرنامج الافتراضي) النماذج المجمعة الاتية مخرجات البرنامج الفراغي للخمسة أدوار وعلى مستوى المبنى بأكمله وذلك لإعداد نموذج المقارنة بالخطوة الثالثة . المصدر : مخرجات برنامج (lips)

>> Optimal solution FOUND  
 >> Minimum  $z_1 = 3200/7 = 457.14 \text{ m}^2$   
 \*\*\* RESULTS \*\*\*

Value	Variable
288 m <sup>2</sup>	X1-1
$864/7 = 123.42 \text{ m}^2$	X2-1
$320/7 = 45.71 \text{ m}^2$	X3-1
$288/457.14 = 0.63$	E1
687524	C1

مخرجات البرنامج الفراغي للدور الأول علوي ( البرنامج الافتراضي)

>> Optimal solution FOUND

- الخطوة الثالثة مقارنة نتائج قياسات البرنامجين ( القائم والإفتراضي )  
ويتم في هذه الخطوة مقارنة قياسات البرنامج الفراغي للمبنى القائم ( المعد بالطرق التقليدية ) مع قياسات البرنامج الفراغي لنفس المبنى كنموذج برنامج افتراضي . ( المعد بالمنهجية المقترحة بالبحث ) .  
ونوضح فيما يلي جدول مقارنة قياسات أدوار المبنى القائم ومثيله الإفتراضي :

التكلفة التقديرية (C)	الكفاءة (E)		المساحة الاجمالية (Z)		مساحة الخدمات والدعم (X3)		مساحة عناصر الاتصال والحركة (X2)		المساحة الصافية (X1)		أدوار المبنى	
	(الافتراضي)	(القائم)	(الافتراضي)	(القائم)	(الافتراضي)	(القائم)	(الافتراضي)	(القائم)	(الافتراضي)	(القائم)		
687524	923350	0.63	0.55	457.1	700	45.7	113	123.4	136	288	386.1	الدور الاول
635020	862775	0.63	0.47	422.2	700	42.2	109.2	114	151	266	331.2	الدور الثاني
575326	926000	0.63	0.55	382.5	700	38.2	110.4	103.2	136	241	389.6	الدور الثالث
615919	907000	0.63	0.5	409.5	700	40.9	136	110.5	148.4	258	351.6	الدور الرابع
775856	926225	0.63	0.57	515.8	700	51.5	110.4	139.2	124	325	403.2	الدور الخامس
3289699	4545350	0.63	0.52	2187.3	3500	218.7	579	590.5	695.4	1378	1807.05	قياسات المبنى بأكمله

جدول ( 12 ) مقارنة بين قياسات كلا من المبنى القائم ومثيله الإفتراضي .

- تحقيق أعلى كفاءة وظيفية ممكنة مع أقل تكلفة وذلك في إطار الميزانية المخصصة .

**النتائج والتوصيات :**

**النتائج التي تخص مالك المشروع ومتخذ القرار :**

- إمكانية إستكشاف المالك عناصر البرنامج المعماري والتكلفة التقديرية قبل البدء في مرحلة التصميم .  
- الحصول على البرنامج الفراغي الأنسب وفقا للإحتياج والميزانية المخصصة .

**النتائج التي تخص المصمم المعماري للمشروع :**

- إمكانية تحديد المشكلة التصميمية بدقة كخطوة أولى تمهيدا للوصول للحل الأفضل بمرحلة التصميم .  
- إمكانية إعداد برنامج فراغي لمشروع محدد الميزانية .  
- توفير الوقت والمال والجهد الناتج عن تجنب ظهور متطلبات جديدة للمستخدمين غير مدرجة بالبرنامج .

**نتائج الدراسة التطبيقية :**

يساعد المنهج المقترح بالدراسة علي التحقق مما يلي :

- حساب الحل الأمثل لمكونات المساحة الإجمالية لكل دور على حدة الذي يحقق قيم الكفاءة والتكلفة المستهدفة .  
- يضمن المنهج المقترح عدم التعارض مع أي من أسس أو معايير التصميم أو الإشتراطات البنائية أو خلافه، كما يضمن الحصول على برنامج فراغي مدروس بعناية يقلل من الإحتمالات التي تتسبب في هدر الوقت والمال والجهد.

- سهولة تطبيق نماذج المنهج المقترح وإمكانية تعميمه على عدد كبير من المباني ولكن بعد تغيير بعض القيم التي تختلف حسب نوع المبنى .

- تتمثل البيانات إعداد البرنامج الفراغي المتوافق مع الميزانية المحددة فيما يلي :

\* جمع البيانات اللازمة لإعداد البرنامج الفراغي بواسطة

\* النسبة البنائية للمشروع 30% الاستبانة المخصصة لذلك.

\* إدخال البيانات لنموذج حساب المساحة الصافية لكلية المساحة الإجمالية للدور الأرضي المسموح ببناءها بعد حساب التغطية الموقوفة 20% طبقاً .

\* إخراج النتائج في الألفي 500 22 لأقصى لكل عرض مساحة مشروع حتى تصفح

المشروع نفس المساحات الصافية لنفس المتطلبات والموقع

\* ميزانية المشروع إفترضت بالدراسة بقيمة خمسة ملايين جنبها مصرى وأعداد المستعملين ... وغيرها ولكن لبرنامج المبنى المعد

إفتراضيا وكانت نتائج قياساته كما يلي :

لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة الصافية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي ) = 386-288 = 98 م<sup>2</sup>

- المساحة الصافية الموفرة بالدور الثاني علوي = ( المساحة الصافية لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة الصافية لنفس

الدور بالبرنامج الإفتراضي ) = 331-266 = 65 م<sup>2</sup>

\* النسبة البنائية للمشروع 30 % .

\* المساحة الإجمالية للدور الأرضي المسموح ببناءها بعد حساب النسبة المئوية 720 م<sup>2</sup>

\* الإرتفاع الأقصى 22.50 م حسب عرض الشارع حول ارض المشروع

\* ميزانية المشروع إفترضت بالدراسة بقيمة خمسة ملايين جنبها مصرى

ثانيا نتائج الدراسة التطبيقية على البرنامجين ( المبنى القائم المعد بالطريقة التقليدية , الإفتراضي المعد بالمنهج المقترح بالبحث )

1- نتائج حساب المساحات الصافية للبرنامجين ( القائم , الإفتراضي )

أولا المبنى القائم :

أظهرت نتائج التحليلات التي أجريت أثناء دراسة المساحات الصافية لبرنامج المبنى القائم أنها كما يلي:

- المساحة الصافية الموفرة بالدور الثالث علوي = ( المساحة الصافية لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة الصافية لنفس

الدور بالبرنامج الإفتراضي ) = 389-241 = 148 م<sup>2</sup>

\* تصميم النموذج الرياضي وتحديد المدخلات والعلاقات بين متغيرات الدراسة .

\* إدخال البيانات للبرنامج المقترح لحل البرنامج الخطي

المساحة الصافية بالدور الأول	المساحة الصافية بالدور الثاني	المساحة الصافية بالدور الثالث	المساحة الصافية بالدور الرابع	المساحة الصافية بالدور الخامس
288 م <sup>2</sup>	266 م <sup>2</sup>	241 م <sup>2</sup>	258 م <sup>2</sup>	325 م <sup>2</sup>

جدول (13) المساحات الصافية للبرنامج الإفتراضي لكل دور

ويتضح من نتائج القياسات السابقة أن جميع قياسات المساحة الصافية بالبرنامج المعد إفتراضيا بناء على المنهج الذي تقترحه الدراسة جاءت أقل من المساحات المنفذة بالمبنى القائم ونوضح فيما يلي المساحات التي يمكن توفيرها جراء استخدام المنهج المقترح دون الإخلال بأيا من محددات التصميم أو محددات وقيود المشروع :

المساحة الصافية الموفرة : عبارة عن الفرق بين المساحة

المنفذة والمساحة المقدرة بالبرنامج الإفتراضي . - المساحة

الصافية الموفرة بالدور الأول علوي = ( المساحة الصافية

\* إستنتاج الحل الأمثل للمساحة التي تحقق شرط الميزانية المخصصة كقيد .

\* متابعة قياسات الكفاءة والتكلفة لكل دور على حدة وللمبنى بأكمله .

\* خصم التكلفة التقديرية من الميزانية المحددة بالبرنامج

\* تطبيق اليات الإضافة والحذف ... الخ حسب القيمة الناتجة من الخطوة السابقة .

\* صياغة بدائل التغيير كل منها بالقياسات التابعة لكلا من الكفاءة والتكلفة في إطار الميزانية .

\* إختيار البديل الذي يتناسب مع الميزانية المخصصة ويحقق أعلى قيمة للكفاءة .

\* صياغة البرنامج الفراغي الأنسب تمهيدا

لمناقشته مع العميل ومن ثم إعتاده وتسليمه

ويتوقف البحث عند حساب الحل الأمثل للمساحة التي تحقق شرط الميزانية المخصصة كقيد على أن تستكمل باقي الخطوات في أبحاث لاحقة .

- بعد التحليل ودراسة عناصر المشروع تم إستنتاج ما يلي

**أولا نتائج تحليل المعطيات والمعايير والإشترطات :**

\* مساحة أرض الموقع 2400 م<sup>2</sup> .

| المساحة الصافية |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| بالدور الأول    | بالدور الثاني   | بالدور الثالث   | بالدور الرابع   | بالدور الخامس   |
| 2م 386          | 2م 331          | 2م 389          | 2م 351          | 2م 403          |

جدول (14) المساحات الصافية للبرنامج المنفذ لكل دور

**ثانيا المبنى الإفتراضي :**

- المساحة الصافية الموفرة بالدور الرابع علوي = ( المساحة الصافية لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة الصافية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي ) = 351 - 258 = 93 م<sup>2</sup>

- المساحة الصافية الموفرة بالدور الخامس علوي = ( المساحة الصافية لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة الصافية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي ) = 403 - 325 = 78 م<sup>2</sup>

**- المساحة الصافية الموفرة على مستوى المبنى بأكمله = 1807 - 1378 = 429م<sup>2</sup>**

نستنتج من مقدار المساحة الصافية التي تم توفيرها على مستوى المبنى أنها تعادل مساحة إجمالية لأحد أدوار البرنامج الإفتراضي, حيث تتراوح المساحة الإجمالية للأدوار بين 382 م<sup>2</sup> كأصغر مساحة للدور الثالث علوي إلي 457 م<sup>2</sup> كأقصى مساحة إجمالية للدور الأول علوي وبالتالي إمكانية توفير عناصر الخدمات والدعم والإتصال والحركة لدور كامل من المبنى مع توفير دور كامل مسموح ببناءه مستقبلا لإستيعاب وظائف جديدة , وبما أن المساحة الصافية تم توفيرها وما ترتب عليها من توفير عناصر الخدمة والحركة فإن بذلك يتحقق الهدف المحدد من تطبيق تقنية البرمجة الخطية التي تشير دالتها إلي تصغير قيمة المساحة الإجمالية بما يحقق أعلى مقدار للكفاءة وأقل مقدار للتكلفة في وجود مجموعة من القيود الحاكمة .

وبذلك يمكننا إثبات نجاح إستخدام تقنية البرمجة الخطية في برمجة المشروعات المعمارية وأن مخرجات تطبيقها تضمن التوصل لأمثل الحلول الممكنة التي تحقق الهدف ممثلا في تصغير دالة المساحة الإجمالية للدور والمبنى في إطار القيود الحاكمة , بحيث تحقق قيمة التصغير الناتجة أهداف رفع الكفاءة وخفض التكلفة دون المساس أو الإضرار بأيأ من

المعايير والإشترطات أو الميزانية المخصصة أو خلافه من محددات المشروع .

### أولا المساحات المخصصة بالمبنى القائم :

أظهرت نتائج التحليلات التي تم إجراؤها أثناء دراسة المساحات الإجمالية لبرنامج المبنى القائم أنها تقدر بكل دور كما يلي :

المساحة الإجمالية بكلًا من (الدور الأول، الثاني، الثالث، الرابع، الخامس علوي ) تقدر ب 700 م<sup>2</sup> لكل دور على حدة وبإجمالي 3500 م<sup>2</sup> كمساحة إجمالية للمبنى .

### ثانيا المساحات المخصصة بالمبنى المعد إفتراضيا :

بينما قدرت نفس المساحات الإجمالية لنفس المتطلبات والموقع وأعداد المستعملين ... وغيرها ولكن لبرنامج المبنى المعد إفتراضيا وكانت نتائج قياساته كما يلي :

المساحة الإجمالية بالدور الأول	المساحة الإجمالية بالدور الثاني	المساحة الإجمالية بالدور الثالث	المساحة الإجمالية بالدور الرابع	المساحة الإجمالية بالدور الخامس
2م 457	2م 422	2م 382	2م 409	2م 515

جدول (15) المساحات الاجمالية للبرنامج الافتراضي لكل دور

المساحة الإجمالية للمبنى 2187 م<sup>2</sup> . ويتضح من نتائج القياسات السابقة أن جميع قياسات المساحة الإجمالية بالبرنامج المعد إفتراضيا بناء على المنهج الذي تقترحه الدراسة جاءت أقل من المساحات المنفذة بالمبنى القائم، ونوضح فيما يلي المساحات التي يمكن توفيرها جراء إستخدام المنهج المقترح دون الإخلال بأيًا من محددات التصميم أو محددات وقيود المشروع :

\* المساحة الإجمالية الموفرة بالدور الأول علوي = ( )

المساحة الإجمالية لبرنامج الدور بالمبنى القائم - المساحة

$$457-700 = \text{الإجمالية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي} = 242 \text{ م}^2 =$$

$$\begin{aligned} & * \text{ المساحة الإجمالية الموفرة بالدور الثاني علوي} = ( ) \\ & \text{المساحة الإجمالية لبرنامج الدور بالمبنى القائم} - \text{المساحة} \\ & \text{الإجمالية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي} = 700 - \\ & 277 = 422 \text{ م}^2 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & * \text{ المساحة الإجمالية الموفرة بالدور الثالث علوي} = ( ) \\ & \text{المساحة الإجمالية لبرنامج الدور بالمبنى القائم} - \text{المساحة} \\ & \text{الإجمالية لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي} = 700 - \\ & 317 = 382 \text{ م}^2 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & * \text{ المساحة الإجمالية الموفرة بالدور الرابع علوي} = ( \text{المساحة} \\ & \text{الإجمالية لبرنامج الدور بالمبنى القائم} - \text{المساحة الإجمالية} \\ & \text{لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي} ) = 409 - 700 = 290 \\ & 2 \text{ م}^2 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & * \text{ المساحة الإجمالية الموفرة بالدور الخامس علوي} = ( ) \\ & \text{المساحة الإجمالية لبرنامج الدور بالمبنى القائم} - \text{المساحة} \\ & \text{الصادفة لنفس الدور بالبرنامج الإفتراضي} = 409 - 700 = 515 \\ & 184 = 2 \text{ م}^2 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & * \text{ المساحة الإجمالية الموفرة على مستوى المبنى بأكمله} = \\ & 2187 - 3500 = 1312 \text{ م}^2 . \end{aligned}$$

وبما أن المنهج المقترح حقق وفرا بالمساحة الصافية ووفرا بالمساحة الإجمالية من خلال إيجاد الحلول الأمثل لكلا منهما فإن ذلك سينعكس حتما على قياسات كلا من كفاءة وتكلفة المشروع كما يلي :

### 3- نتائج الكفاءة والتكلفة للبرنامجين ( القائم والإفتراضي )

#### أولا النتائج الخاصة بقياسات الكفاءة :

$$\begin{aligned} & * \text{ فرق الكفاءة بالدور الأول علوي} = ( \text{كفاءة الدور الأول} \\ & \text{علوي بالمبنى الإفتراضي} - \text{كفاءة الدور الأول علوي} \\ & \text{بالبرنامج القائم} ) = 63\% - 55\% = 8\% . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & * \text{ فرق الكفاءة بالدور الثاني علوي} = ( \text{كفاءة الدور الثاني} \\ & \text{علوي بالمبنى الإفتراضي} - \text{كفاءة الدور الثاني علوي} \\ & \text{بالبرنامج القائم} ) = 63\% - 47\% = 13\% . \end{aligned}$$

بالبرنامج الإفتراضي ) = 907000 - 615919 =

**291081 جنيه**

\* فرق الوفر بالتكلفة بالدور الخامس علوي = ( تكلفة الدور الخامس علوي بالمبنى القائم - تكلفة الدور الخامس علوي بالبرنامج الإفتراضي ) = **150369 جنيه**  
\* التكلفة الكلية الموفرة على مستوى المبنى = **1255651 جنيه مصري** .

- نموذج رصد ( الإمكانيات المتاحة ) الفرق بين قياسات المبنى القائم والإفتراضي :

الفرق	الفرق	الفرق	الفرق	الفرق	الفرق
النسبة	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة
235826	0.08	242.86	67.29	12.58	96.1
227755	0.14	277.78	66.98	37	65.25
350674	0.08	317.46	72.15	32.72	148.6
291081	0.13	290.48	95.05	37.83	93.6
150369	0.06	184.13	58.82	15.28	78.25
1255651	0.11	1312.7	388.3	104.83	428.05

جدول(16) يوضح الفرق بين القياسات للبرنامج القائم والإفتراضي

- نتائج المقارنة :

نستنتج من جدول الفرق بين قياسات المبنى القائم والإفتراضي  
الإمكانيات المتاحة الآتية :

1- فرق المساحة الإجمالية التي تم توفيرها بالمنهج المقترح على مستوى المبنى بأكمله = **1312.7** مترا مربعا وهي عبارة عن حاصل خصم ( **z** ) - **optimal solution (z)** ) .

وتشير لمقدار المساحات التي من الممكن إضافتها من خلال حاصل طرح القيمة الممكن تنفيذها حسب تحليل الموقع وإشترطاته ( الحد الأقصى للمساحة الإجمالية للدور ) مخصوما منها المساحة الإجمالية المحددة كحل أمثل وتلك أيضا تعتبر إمكانيات يمكن الإستفادة منها .

\* فرق الكفاءة بالدور الثالث علوي = ( كفاءة الدور

الثالث علوي بالمبنى الإفتراضي - كفاءة الدور الثالث علوي بالبرنامج القائم ) = 63% - 55% = **8%** .

\* فرق الكفاءة بالدور الرابع علوي = ( كفاءة الدور الرابع علوي بالمبنى الإفتراضي - كفاءة الدور الرابع علوي بالبرنامج القائم ) = 63% - 50% = **13%** .

\* فرق الكفاءة بالدور الخامس علوي = ( كفاءة الدور الخامس علوي بالمبنى الإفتراضي - كفاءة الدور الخامس علوي بالبرنامج القائم ) = 63% - 57% = **6%** .

وبناء على ما سبق يمكننا تحديد قيمة متوسطة لكفاءة المبنى بأكمله تقدر للمبنى القائم ب 52% ومتوسط الكفاءة للمبنى الإفتراضي تقدر ب 63% وبالتالي الفرق بين قيم متوسطات الكفاءة للبرنامجين تقدر ب 11% لصالح البرنامج المعد إفتراضيا ويشير ذلك لإمكانية رفع كفاءة المشروع بقيمة قد تصل ل 11% حال إستخدام المنهج المقترح كبديل عن المستخدم تقليديا في الوقت الحالي .

ثانيا النتائج الخاصة بقياسات التكلفة :

\* فرق الوفر بالتكلفة بالدور الأول علوي = ( تكلفة الدور الأول علوي بالمبنى القائم - تكلفة الدور الأول علوي بالبرنامج الإفتراضي ) = 923350 - 687524 = **235826 جنيه** .

\* فرق الوفر بالتكلفة بالدور الثاني = ( تكلفة الدور الثاني علوي بالمبنى القائم - تكلفة الدور الثاني علوي بالبرنامج الإفتراضي ) = 862775 - 635020 = **227755 جنيه**

\* فرق الوفر بالتكلفة بالدور الثالث = ( تكلفة الدور الثالث علوي بالمبنى القائم - تكلفة الدور الثالث علوي بالبرنامج الإفتراضي ) = 926000 - 575326 = **350674 جنيه**

\* فرق الوفر بالتكلفة بالدور الرابع علوي = ( تكلفة الدور الرابع علوي بالمبنى القائم - تكلفة الدور الرابع علوي

- تشجيع المكاتب الإستشارية المنفذة لمشروعات الدولة وغيرها على إستخدام المنهج المقترح لما له من إستفادة مادية تعود على كافة أطراف العمل بالمشروع ( المكتب والمالك ) .

- توصي الجهات البحثية المحلية كمركز بحوث الإسكان والبناء في مصر بوضع حدود دنيا للكفاءات المتوقعة من المباني حسب أنواعها كما هو متوفر من قبل المعهد الامريكى للمعماريين على أن تترفق تلك المحددات كمادة ملزمة بقانون البناء الموحد .

- كما توصي أقسام العمارة بالجامعات المصرية بضرورة الاهتمام بدراسات ما قبل التصميم ( البرمجة المعمارية ) وتوضيح دورها الفعال فى التحكم بكفاءة المشروع وتكلفته قبل البدء بتصميمه ودون المساس بمحددات وقيود وإشترطات ومعايير تصميم المشروع , وتخصيص مقررات لتدريس البرمجة المعمارية لمرحلة البكالوريوس أسوة بالجامعات العالمية وبعض الجامعات العربية .

#### المراجع الاجنبية :

- 1- 1- Edith Cherry, John Petronis, AIA& AICP : "Architectural Programming", (2016).
- 2- Pena, m. William & Parshall, A. Steven: " Problem Seeking: An Architectural Programming Primer" 5th edit, ., (2012).

#### المراجع العربية :

- 1- شريف العطار, اخرون " البرمجة الخطية كمدخل لحساب المساحات الأمثل أثناء مرحلة البرمجة المعمارية للمشروعات " , المجلة العلمية بكلية الهندسة , جامعة الفيوم , 2021 .

2- فرق الكفاءة بين البرنامجين على مستوي المبنى = 11 % وتشير لإمكانية زيادة الكفاءة لكل دور بالقيم الموضحة بالشكل رقم ( 16 ) وعلى مستوي المبنى يمكن رفع قيمة كفاءة المبنى بما لا يقل عن 0.11 عما هي عليه بالمبنى القائم حال جري تطبيق المنهج المقترح في إعداد البرمجة المعمارية للمشروع .

3- فرق التكلفة على مستوي المبنى, ويمكن تحديد فائض الميزانية المخصصة للمبنى من خلال حاصل طرح القيمة المخصصة للميزانية كثابت تقدر بخمسة ملايين جنيها مخصصا منها تكلفة المبنى المطابق لقياسات البرنامج الافتراضي والتي تقدر ب 3289699 جنيها ليكون الفائض = - 5000000 3289699 = 1710301 جنيها مصريا .

وهي تشير لقيمة الوفر فى التكلفة الذي يمكننا الإستفادة منه سواء بإضافة مساحات أو رفع مستوى التشطيبات أو خلافه .

4- فرق التكلفة بين المبنى القائم ومثيله المعد إفتراضيا بالمنهج المقترح عبارة عن ( التكلفة التقديرية لبرنامج المبنى القائم - التكلفة التقديرية لبرنامج المبنى المعد إفتراضيا ) وذلك يساوي ( 4545350 - 3289699 ) = 1255651 جنية مصري .

وبالتالى بعد مناقشة نتائج الدراسة التطبيقية تبين أن المنهج المقترح يحقق الوفر فى المساحات وتوفير المال ومن ثم إنعكاس ذلك على إنخفاض التكلفة التقديرية, وأيضا تصغير المساحة وفق القيود يضمن الوصول لكفاءة أعلى .

#### ثالثا التوصيات :

- يوصي المصممين المعماريين بإستخدام المنهج المقترح بالبحث عند الرغبة فى إعداد برمجة معمارية لأحد المباني الإدارية محددة الميزانية .
- توصي المكاتب الاستشارية والممارسين بضرورة حساب الكفاءة على مستوى كل دور على حدة وعند حساب كفاءة المبنى الكلية تؤخذ متوسط كفاءات الأدوار .

- المراجع من شبكة المعلومات الدولية :
- 8- الموقع الخاص بالمعهد الأمريكي الفيدرالي للمعماريين بالولايات المتحدة :
- (<http://www.FAIA.com>)
- محاضرات فى بحوث العمليات ( البرمجة الخطية) د. حمودي صحراوي, 2011
- 9- موقع تحميل التطبيق المستخدم ( برنامج lips )
- (<http://linear-program-solver.soft112.com>)
- 2- شريف العطار, اخرون " تطوير نماذج البرنامج الفراغى كمدخل لحساب المساحات أثناء مرحلة البرمجة المعمارية " , المؤتمر العلمي الثانى بكلية الهندسة , جامعة الفيوم , 2017 .
- 3- الجندي شاکر , فاطمه عبد الكريم " العوامل المؤثرة على تكلفة المشروعات خلال مراحل التصميم المعماري" مجلة كلية الهندسة ، المجلد 44 العدد 12, جامعة الأزهر, 2017.
- 4- ميسم أحمد , مقرر بحوث العمليات " محاضرات جامعة الشام الخاصة , 2014 .
- 5- بوشارب خالد , " دور نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف في إتخاذ القرار الإنتاجي " رسالة ماجستير , جامعة محمد خيضر - كلية العلوم الإقتصادية والتجارية , الجزائر , 2014 .
- 6- ترجمة عبدالعزيز بن حمد المقرن "برمجة المشاريع المعمارية والمرشد لمرحلة ما قبل التصميم", الرياض 1428 هـ. فهرس مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر, 2007.
- 7- الاستغلال الأمثل للمساحات الفراغية داخل الابنية المكتنية , يوسف عبدالسلام , مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية , العدد الثاني , المجلد الثالث والعشرون , 2007 .

## MATHEMATICAL MODEL FOR PREPARATION OF SPACE PROGRAM FOR LIMITED DUDGET PROJECTS

APPLIED STUDY FOR OFFICE BUILDING IN FAYOUM UNIVERSITY

**Prof.Dr. Sherif Sabry EL Attar**  
professor of architectural department  
fayoum university

**Prof.Dr. Mohammed Said Meselhy**  
Assistant professor of architectural  
department, fayoum university

**eng. ibrahim dosoki abdullah**  
lecturer Assistant of architectural  
department, fayoum university

### Abstract:

limited budget, requirements of the site and its capabilities, and standards, codes of the construction process and other are constraints of building design, usually space program for office buildings and prepare design before the client approval, sometimes the architect explores that the budget is low allocated to the client's requirements During an advanced stage, and this process was analytical It is analyzed by a traditional technique, which may cause a decrease the quality of building increase the cost and decrease efficiency, so the research assumes the possibility designing of a mathematical model that can be used within the stages of a specific approach to calculate the areas and determine values of optimization area that achieve the aim of project, the linear mathematical model was designed and input data to ( lips) program can calculate areas and efficiency , cost at office buildings in Fayoum University after The stages of the proposed approach to calculating the spaces by default were shown for the same requirements, users, and location of the building and its requirements ... etc. The results appare positive of the project's programming results by default compared to the results of the programming for the existing building prepared by traditional methods, and the study ended with a set of measurements related to (areas, efficiencies and costs) of the two programs and their comparison concluded between program of buiding executor and virtual program which suggests the research. and The study suggests recommendations for (the client or the decision maker, the architectural designer).

**KEY WORDES : BUDGET , MATHEMATICAL MODEL , SPACE PROGRAM**

## منهج لتحسين فاعلية الطاقة في المباني من خلال تطبيق تقنيات الهندسة القيمية

أ.د.م. / محمد سعيد مصيلحي السيد

أستاذ مساعد بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة

أستاذ التصميم والتخطيط البيئي بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

[msm16@fayoum.edu.eg](mailto:msm16@fayoum.edu.eg)

[emo00@fayoum.edu.eg](mailto:emo00@fayoum.edu.eg)

اسم الباحث : مها محمود ربيع محمد الفخراني

الوظيفة : باحثة دراسات عليا بكلية الهندسة \_قسم الهندسة المعمارية \_جامعة الفيوم

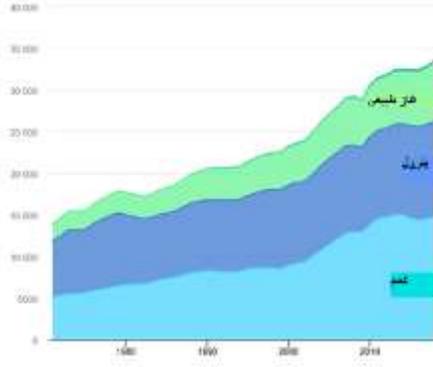
البريد الإلكتروني: [mm1364@fayoum.edu.eg](mailto:mm1364@fayoum.edu.eg)

### ملخص البحث :

إن الزيادة السريعة في إستهلاك الطاقة عالميا نتج عنه زيادة الإهتمام بالطاقة ومراعاة تأثيراتها حيث أن هذه الزيادة السريعة في هذا الإستهلاك نتج عنه مخاوف من إنتهاء مصادر الطاقة وزيادة التلوث البيئي الذي بدوره يؤثر على الإنسان وقطاع المباني بما يشغله من مساحة كبيرة ، ومع زيادة الوعي بالبيئة ومشاكلها والإهتمام بها أصبح هناك اهتمام بكفاءة الطاقة في المباني وتحسين جودة الطاقة بها فتم التوجه إلى الهندسة القيمية لتحسين هذه الجودة والهندسة القيمية هي نظام له تاريخ في تحسين القيمة للمنتج عن طريق تحسين الفاعلية وتحسين دورة حياة المنتج فهي عملية منظمة استخدمت بفاعلية على نطاق واسع في الشركات والمؤسسات وهي دمج ومزج بين علوم الإدارة وعلوم الهندسة ، فالهندسة القيمية هي وسيلة محددة وكفؤ للغاية لتحديد فاعلية الإستهلاك في المنتج أو المشروع ، وتطبيق الهندسة القيمية في بداية أى مشروع يعمل على زيادة الفاعلية به ، ولأن حسابات الطاقة تكون على مدى زمني طويل فإن أفضل طريقة لحساب الطاقة وإستهلاكها يكون عن طريق حسابات تكلفة دورة الحياة لمعرفة تأثير هذا الإستهلاك على العمر الزمني للمنشأ أو العنصر الذي يتم دراسة تأثير إستهلاك الطاقة عليه وتعتبر حسابات تكلفة دورة الحياة جزء من دراسات الهندسة القيمية والهدف من البحث هو الوصول إلى منهج لتحسين فاعلية الطاقة في المباني من خلال تطبيق تقنيات الهندسة القيمية ولا يقصد هنا إيجاد منهجية مبتكرة ولكن هو إستخدام منهجية الهندسة القيمية المعروفة عالميا وتطويعها وإستغلال كل مرحلة من منهجياتها وإدخال نظم تقييم وحسابات للتكلفة جديدة بها لتحقيق فاعلية الطاقة في المبني فمثلا مرحلة جمع المعلومات يقصد بها المعلومات الخاصة والمتعلقة بالطاقة ، مرحلة التحليل الوظيفي هنا تكون الوظائف الخاصة بإستهلاك الطاقة في المبني ، مرحلة الإبتكار يتم فيها إبتكار أفكار تؤثر فقط على الطاقة وإستهلاكها وذلك من خلال القائمة الخاصة بعوامل تحقيق فاعلية الطاقة ، مرحلة التقييم لا يتم بها تقييم عادي للتكلفة المبدئية كما هو في منهجيات الهندسة القيمية المعروفة ولكن هو تقييم من حيث تكلفة دورة الحياة كما سيرد تفصيله وتقييم ثاني من حيث تأثير البدائل المبتكرة على الوظائف المرجوة من المبني ومن حيث التكلفة وهو ما يسمى بالتقييم الوزني، وكذلك مرحلة التطوير فهي تفكر في تطوير الأفكار من أجل تحقيق فاعلية إستهلاك الطاقة في المبني ، ومرحلة العرض أيضا يتم فيها عرض التصميم الأصلي والتصميم المقترح من حيث التكلفة المبدئية وتكلفة دورة الحياة التي تتضمن إستهلاك الطاقة للمبني ، ومن أهم النتائج التي تم الوصول إليها في هذا البحث هو الوصول إلى منهجية تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة وهي منهجية الهندسة القيمية المعروفة وذلك بتسلسل خطواتها وتركيز هذه الخطوات والمنهجيات على تطبيق فاعلية الطاقة في المبني

### الكلمات الدلالية :

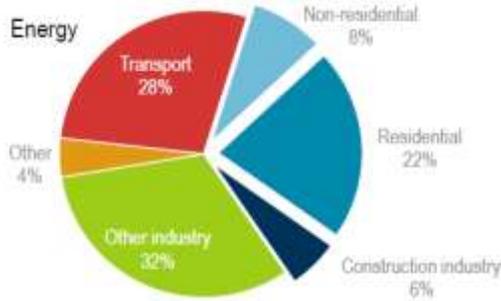
الهندسة القيمية/ فاعلية الطاقة / تحسين فاعلية الطاقة / استهلاك الطاقة في المبني / تكلفة دورة حياة المبني



شكل 2 إجمالي انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من عام 1971 إلى عام 2018 (25)

### إستهلاك الطاقة في المباني :

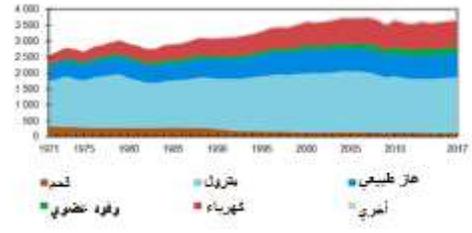
إن المباني وقطاع الإنشاء في العالم مسؤول عن استهلاك حوالي 36 % (شكل 3) من الطاقة وانبعاث حوالي 39 % من إجمالي انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (شكل 4) ، وزادت نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع المباني بنسبة 2% من العام الذي يسبقه وذلك لزيادة مساحة المباني التي يتم إنشاؤها



شكل 3 استهلاك المباني من الطاقة عالميا (14)

### إستهلاك الطاقة عالميا

إن استهلاك الطاقة عالميا في تزايد مستمر ونسبة استهلاك الطاقة تزداد عاما بعد عام ، فعلى سبيل المثال النسبة في زيادة استهلاك الطاقة في عام 2015 زادت بنسبة 52 % عن استهلاك الطاقة في عام 1992 وهذا يشير إلى الزيادة السريعة في استهلاك الطاقة (6) ويوضح الشكل التالي (شكل 1) التغير في استهلاك كل نوع من أنواع الطاقة عالميا من عام 1971 إلى عام 2017 وذلك طبقا لإحصائيات منظمة الطاقة العالمية التي تمت 2019 (23)

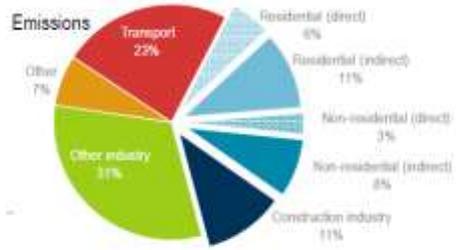


شكل 1 استهلاك الطاقة عالميا (23)

### تأثير زيادة استهلاك الطاقة

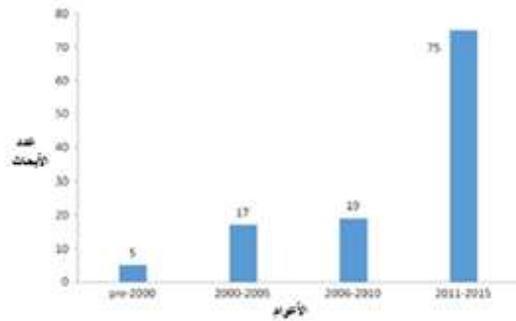
إن الزيادة في استهلاك الطاقة ينتج عنها زيادة في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وماله من تأثيرات سلبية على صحة الإنسان ويؤثر بالسلب على البيئة ويزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري وهي ظاهرة عالمية تزيد من درجات حرارة الكوكب وتعمل على ذوبان الجليد وبلغ إجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون لعام 2017 حوالي 32099.22 مليون طن نفط مكافئ شكل (شكل 2) وذلك طبقا لإحصائيات منظمة الطاقة العالمية التي تمت 2019

إستهلاك الطاقة فقط ولكن هي إستخدام الطاقة بطريقة فعالة ومثالية دون أى هدر لهذه الطاقة ودون الإخلال بالوظيفة الأساسية التي تغذيها هذه الطاقة ، ومصطلح فاعلية الطاقة هو مصطلح عام ولا يوجد وحدة قياس لقياسه ولكن يمكن قياس سلسلة من المؤشرات لتحديد كم التغيرات في كفاءة الطاقة وهي عموما يمكن تعريفها على أنها إستخدام أقل للطاقة للحصول على نفس المنتج(15)



شكل 4 نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من المباني عالميا (14)

ونتيجة لهذه الزيادة في إستهلاك الطاقة ونتيجة إرتفاع أسعار الطاقة عالميا تم التوجه إلى فاعلية الطاقة إزدادت الأبحاث المتعلقة بفاعلية الطاقة (شكل 5)



شكل 5 زيادة الأبحاث في مجال فاعلية الطاقة عالميا (20)

### عوامل تحقيق فاعلية الطاقة

ويمكن الوصول إلى فاعلية الطاقة بإستخدام مواد حديثة ومبتكرة أو من خلال التكنولوجيا الحديثة أو من خلال أفكار تصميمية جيدة كأفضل تصميم بيئي والذي يراعي تقليل

إستهلاك الطاقة والحفاظ على نفس المستوي من الراحة (15) وهناك العديد من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى وهذه العوامل يمكن تلخيصها في الجدول التالي(جدول 1)

جدول 1 العوامل التي تؤثر في تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى المصدر (21) بتصرف من الباحث

عوامل تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى		
شكل المبنى	تصميمي	العملية التصميمية
توجيه المبنى		
إرتفاع المبنى		
الكثافة العمرانية حول المبنى		
نمط تكرار الوحدات		
النباتات المحيطة	إنشائي	
نسبة الزجاج في المبنى		
مواد البناء المستخدمة ومعامل		
انتقال الحرارة لها		
طبقات المواد		
إطار النوافذ		
الهيكل الإنشائي		

### تعريف فاعلية الطاقة

إن فاعلية الطاقة يمكن تعريفها في كلمات بسيطة وهي إستخلاص أقصى طاقة من لوقود دون هدرها(15)، فطبقا لقسم الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية عرف فاعلية الطاقة على أنها " الحصول على نفس الوظيفة بنفس الكفاءة والفاعلية ولكن بتكلفة أقل على المدى الطويل" ، وهي تعني الحصول على نفس الوظيفة والمنافع من هذه الوظيفة مثل التبريد أو التدفئة مثلا ولكن بتقليل إستهلاك الطاقة المستخدمة لهذه الوظيفة، وفاعلية الطاقة لا تعني التقليل أو التوفير أو الإقتطاع من

لا تعتبر في حساباتها تغير أسعار الطاقة في المستقبل وتغير قيمة النقود ،لذلك فإن حسابات تكلفة دورة الحياة تعتبر وسيلة فعالة لتقييم التغييرات الإقتصادية للتعديلات على الطاقة في المبني حيث أنها تضع في حساباتها كل المتغيرات السابقة وتقوم بحساب هل هذه التعديلات سوف يكون لها توفير في الحسابات في المستقبل أم لا(19)

### تعريف الهندسة القيمة ونشأتها

الهندسة القيمة هي منهجية عالمية لحل المشكلات والتي يمكن إستخدامها على كافة المستويات، وتطبيقاتها تعمل على تحسين كل الدراسات المتعلقة بها، فمن خلال خطة العمل الخاصة بالهندسة القيمة يتم توفير نظام يعمل على تحسين الجودة (5).

### 1 اهداف الهندسة القيمة

إن الهندسة القيمة هي عملية منظمة من أجل الحصول على أفضل قيمة لكل دولار ينفق وذلك خلال العديد من المناقشات بإستخدام فريق عمل متنوع ومدرب وكلا من القيمة وإحتياجات العميل، لذلك يمكن التلخيص أن الهدف الرئيسي من الهندسة القيمة هو تحقيق ثلاثة عناصر(تحقيق الوظيفة ،زيادة الجودة وتقليل التكلفة ) ويمكن تمثيلها في المعادلة الآتية :

$$\text{القيمة} = (\text{الوظيفة} + \text{الجودة}) / \text{التكلفة}$$

### 2 تعريف الوظيفة

يمكن تعريف الوظيفة على أنها العمل الذي يقوم به الشئ ومن أجله يستخدم هذا الشئ سواء كان عنصر أو خدمة أو منتج بمعنى أن ما يتوفر فيه من إمكانيات هي التي تؤدي إلى الطلب عليه ، ويتم تعريف الوظيفة من فعل واسم فالهدف من الفعل هو الإحساس بديناميكية الأداء والهدف من الاسم أن يكون قابل للقياس ومدى مساهمته في الربط بين الوظيفة

عزل الحوائط	أنواع العزل المختلفة	نظام التهوية	الأنظمة المختلفة
عزل الأسقف الداخلية			
عزل الأرضيات			
عزل الأسطح			
مفرد	نوع الزجاج		
ثنائي			
ثلاثي			
داخلي	التظليل		
خارجي			
به عامل تنبؤ			
تهوية ميكانيكية	نظام التهوية	الأنظمة المختلفة	
تهوية طبيعية			
المكيفات			
درجة الحرارة	نظام تدفئة المياه		
تدفق المياه			
سلوك المستخدمين			
الإضاءة			البعد الإنساني
الأجهزة الكهربائية المختلفة			
عدد المستخدمين			البعد الإنساني
سلوكهم			

### فوائد تحقيق فاعلية الطاقة

هناك العديد من الفوائد من توفير الطاقة وتحقيق فاعلية الطاقة في المبني ويوجد العديد من التقسيمات التي تقسم هذه الفوائد فهناك تقسيم الفوائد على مستوي (الأفراد / القطاع / الدول / العالم ) وعلى مستوي (اقتصادي /اجتماعي /بيئي / الطاقة )

### حساب إستهلاك الطاقة بحسابات تكلفة دورة الحياة

قديمًا كانت الطريقة التقليدية في حسابات تكلفة الطاقة هي حسابات عودة رأس المال "أى عودة رأس المال المدفوع في التعديلات نتيجة التوفير في فواتير الطاقة " وهي الأكثر شيوعا في تقييم التعديلات التي تمت في العناصر المتعلقة بالطاقة في المبني ، ولكن هذه الطريقة غير فعالة وقاصرة حيث إنها

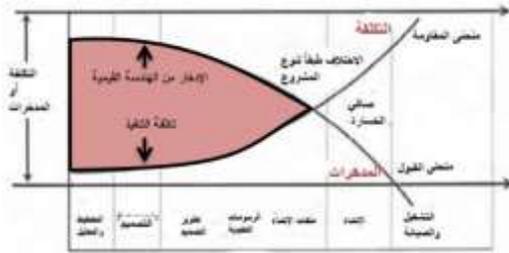
#### 4 متى يتم تطبيق الهندسة القيمة

يجب تطبيق الهندسة القيمة مبكرا قدر المستطاع قبل إيداع الميزانية (2)، وعندما يتم تطبيق الهندسة القيمة متأخرا فإن عنصرين يزدادوا

1) النفقات المطلوبة لإحداث هذا التغيير

2) المقاومة للتغيير

والشكل التالي (شكل 6) يوضح الوقت الأمثل لتطبيق الهندسة القيمة



شكل 6 الوقت الأمثل لتطبيق الهندسة القيمة (2)

#### خطة عمل الهندسة القيمة

إن أفضل طريقة للحصول على مجهود منظم من الهندسة القيمة هو القيام بخطة عمل وخطة عمل الهندسة القيمة هي ما تميز الهندسة القيمة عن أي إجراء آخر لتقليل النفقات ، وهي تتم على ثلاث مراحل كما في الشكل التالي (12) (شكل 7):

A. مرحلة ما قبل الدراسة Pre\_workshop preparation

B. مرحلة تطبيق الهندسة القيمة بخطواتها الست VE Study WorkShop

1. مرحلة جمع المعلومات Information Phase

2. مرحلة التحليل الوظيفي Function Analysis Phase

3. مرحلة الابتكار والإبداع Creative Phase

والتكلفة ، فمثلا سلك الكهرباء وظيفته (الفعل : نقل / الاسم : تيار) (3)، ويمكن تعريف الوظيفة أيضا على أنها ما تحقق من إحتياجات المستخدمين من هذه الوظيفة (16)

#### 3 تعريف التكلفة

إن التكلفة الحقيقية لعنصر ليست فقط مجموع النقود الذي يتم إنفاقه عند البداية ولكنها أيضا يشترك فيها العديد من العناصر مثل تأثيره على المدى الطويل أو ما يعرف باسم تكلفة دورة الحياة وهي تشمل أيضا الوقت الذي سيستغرقه المشروع ليتم تنفيذه ، عدد الأشخاص لهذا المشروع وخبرتهم وهل يحتاج إلى إصلاحات في المستقبل ام لا ، والهدف الرئيسي للهندسة القيمة هو تحديد التكلفة الغير ضرورية والتخلص منها حيث أن هذه التكلفة لا تحقق الوظيفة الأساسية ولا تضيف شئ للمشروع (16) ، ويمكن ربط العلاقة بين التكلفة الوظيفة في الجدول التالي (جدول 2)

جدول 2 العلاقة بين الوظيفة والجودة والتكلفة وتحقيق أهداف الهندسة القيمة (16)

الوظيفة والجودة	التكلفة	الهندسة القيمة
تتحسن	تقل	تحقق اهداف الهندسة القيمة
تتحسن	تظل ثابتة	القيمة
تتحسن	تزيد	غير مفضلة
تقل	تزيد	مرفوضة

خلال الوقت، إن تكلفة دورة الحياة (LIFE) LCC CYCLE COST)) هي وسيلة لعمل تقييم إقتصادي لعنصر أو نظام أو مؤسسة وذلك بحساب كل التكلفة التي يتحملها المالك خلال دورة حياة العنصر أو المبني ، كأساس عملية تكلفة دورة الحياة LCC هو عملية تحليل للتكلفة المتساوية للعناصر المختلفة ، فالطريقة التي يتم بها حساب التكلفة المبدئية يجب أن تكون نفسها الطريقة التي يتم بها حساب أنواع التكلفة الأخرى مثل تكلفة الصيانة والتشغيل(5)

### تقدير تكلفة الطاقة

وقامت الهيئة الحكومية لإدارة الطاقة Federal Energy Management Programme FEMP

قامت بوضع أسس معينة مطلوبة في إعتبرات حسابات تكلفة الطاقة التي تتم من خلال تكلفة دورة الحياة وهي :

- قياس كمية الطاقة المستهلكة في البدائل المختلفة ( والتي يتم منها إستنتاج الوفر في الطاقة بين البدائل المختلفة ) بنوع الطاقة نفسه سواء كانت طاقة كهربائية - غاز - بنزين ولا يتم حساب أصل هذه الطاقة أو مصادرها الأساسية
  - إستخدام السعر الحالي والمحلي لأسعار الطاقة المختلفة ولا يتم إستخدام الأسعار الدولية
  - إستخدام نظام ( DOE energy price escalling rate ) وهونظام خاص بقياس نسبة الإختلاف في إرتفاع السعر مع زيادة الوقت
- ويوضح الجدول التالي (جدول 3) تحليلات حسابات تكلفة دورة الحياة لنموذج أصلي ومقترحين حيث أن يتم إدخال فترة عمر المبني وهي فترة الحسابات التي يتم عليها الدراسة وليست تعني بالتحديد عمره ولكن فترة الدراسة وغالبا تكون من 20 - 40 عام ، ومعدل إنخفاض قيمة النقود الخاصة بالبلد موقع الدراسة

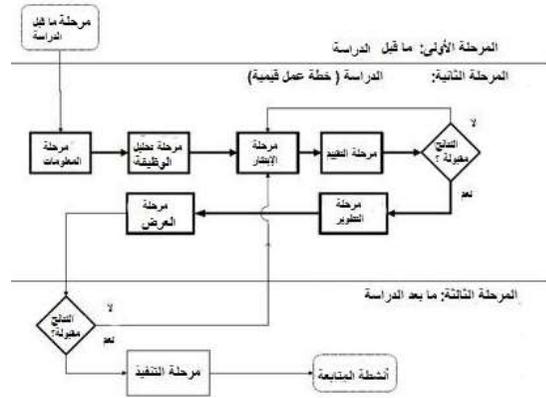
4. مرحلة التقييم Evaluation phase

5. مرحلة التطوير Development Phase

6. مرحلة العرض والتطبيق Presentation and

Implementation Phase

C. مرحلة ما بعد الدراسة Post workshop



شكل 7 مراحل عمل خطة الهندسة القيمية (12)

### تعريف تكلفة دورة الحياة

طبقا للمنظمة العالمية للأسس والتكنولوجيا The National Institution of Standards and Technology (NIST)) ، فقد عرفت تكلفة دورة الحياة (LCC CycleCoast) على أنها مجموع الدولارات المحسوبة بالقيمة الحالية لها لمجموع تكلفة ( الإمتلاك + التشغيل + التصليح + الصيانة + التبديل ) وذلك خلال فترة من الزمن (13)، فتكلفة دورة الحياة تستخدم للمقارنة بين البدائل المختلفة بواسطة التعريف والتقييم الإقتصادي المؤثر خلال دورة الحياة لكل عنصر، فعند إتخاذ القرار كلا من القيمة الحالية والقيمة المستقبلية للنقود يتم وضعها في الإعتبار ، فعلى سبيل المثال إستثمار مبلغ من المال قدره 100 دولار بنسبة ربح 10 % سوف يزيد من رأس المال ليصل إلى 673 دولار خلال 20 عام أي أن 100 دولار اليوم تقدر بحوالي 673 دولار بعد 20 عام ، وذلك لأن قيمة النقود نفسها تتغير

ومخفضة للقيمة الحالية للنقود للتقييم الإقتصادي لكل بديل من البدائل وللتصميم الأصلي ومقارنتهم معا

جدول 3 حسابات تكلفة دورة الحياة المصدر (16) بتصرف من الباحث

العمود رقم حسابها	حسابها								
1	تكاليف التشغيل والصيانة	2	تكاليف التشغيل والصيانة	3	تكاليف التشغيل والصيانة	4	تكاليف التشغيل والصيانة	5	تكاليف التشغيل والصيانة
6	تكاليف التشغيل والصيانة	7	تكاليف التشغيل والصيانة	8	تكاليف التشغيل والصيانة	9	تكاليف التشغيل والصيانة	10	تكاليف التشغيل والصيانة
11	تكاليف التشغيل والصيانة	12	تكاليف التشغيل والصيانة	13	تكاليف التشغيل والصيانة	14	تكاليف التشغيل والصيانة	15	تكاليف التشغيل والصيانة
16	تكاليف التشغيل والصيانة	17	تكاليف التشغيل والصيانة	18	تكاليف التشغيل والصيانة	19	تكاليف التشغيل والصيانة	20	تكاليف التشغيل والصيانة
21	تكاليف التشغيل والصيانة	22	تكاليف التشغيل والصيانة	23	تكاليف التشغيل والصيانة	24	تكاليف التشغيل والصيانة	25	تكاليف التشغيل والصيانة
26	تكاليف التشغيل والصيانة	27	تكاليف التشغيل والصيانة	28	تكاليف التشغيل والصيانة	29	تكاليف التشغيل والصيانة	30	تكاليف التشغيل والصيانة
31	تكاليف التشغيل والصيانة	32	تكاليف التشغيل والصيانة	33	تكاليف التشغيل والصيانة	34	تكاليف التشغيل والصيانة	35	تكاليف التشغيل والصيانة
36	تكاليف التشغيل والصيانة	37	تكاليف التشغيل والصيانة	38	تكاليف التشغيل والصيانة	39	تكاليف التشغيل والصيانة	40	تكاليف التشغيل والصيانة
41	تكاليف التشغيل والصيانة	42	تكاليف التشغيل والصيانة	43	تكاليف التشغيل والصيانة	44	تكاليف التشغيل والصيانة	45	تكاليف التشغيل والصيانة
46	تكاليف التشغيل والصيانة	47	تكاليف التشغيل والصيانة	48	تكاليف التشغيل والصيانة	49	تكاليف التشغيل والصيانة	50	تكاليف التشغيل والصيانة
51	تكاليف التشغيل والصيانة	52	تكاليف التشغيل والصيانة	53	تكاليف التشغيل والصيانة	54	تكاليف التشغيل والصيانة	55	تكاليف التشغيل والصيانة
56	تكاليف التشغيل والصيانة	57	تكاليف التشغيل والصيانة	58	تكاليف التشغيل والصيانة	59	تكاليف التشغيل والصيانة	60	تكاليف التشغيل والصيانة
61	تكاليف التشغيل والصيانة	62	تكاليف التشغيل والصيانة	63	تكاليف التشغيل والصيانة	64	تكاليف التشغيل والصيانة	65	تكاليف التشغيل والصيانة
66	تكاليف التشغيل والصيانة	67	تكاليف التشغيل والصيانة	68	تكاليف التشغيل والصيانة	69	تكاليف التشغيل والصيانة	70	تكاليف التشغيل والصيانة
71	تكاليف التشغيل والصيانة	72	تكاليف التشغيل والصيانة	73	تكاليف التشغيل والصيانة	74	تكاليف التشغيل والصيانة	75	تكاليف التشغيل والصيانة
76	تكاليف التشغيل والصيانة	77	تكاليف التشغيل والصيانة	78	تكاليف التشغيل والصيانة	79	تكاليف التشغيل والصيانة	80	تكاليف التشغيل والصيانة
81	تكاليف التشغيل والصيانة	82	تكاليف التشغيل والصيانة	83	تكاليف التشغيل والصيانة	84	تكاليف التشغيل والصيانة	85	تكاليف التشغيل والصيانة
86	تكاليف التشغيل والصيانة	87	تكاليف التشغيل والصيانة	88	تكاليف التشغيل والصيانة	89	تكاليف التشغيل والصيانة	90	تكاليف التشغيل والصيانة
91	تكاليف التشغيل والصيانة	92	تكاليف التشغيل والصيانة	93	تكاليف التشغيل والصيانة	94	تكاليف التشغيل والصيانة	95	تكاليف التشغيل والصيانة
96	تكاليف التشغيل والصيانة	97	تكاليف التشغيل والصيانة	98	تكاليف التشغيل والصيانة	99	تكاليف التشغيل والصيانة	100	تكاليف التشغيل والصيانة

### دراسة تحليلية لمبني سكني بالدنمارك

الدراسة التحليلية التالية هي دراسة على تعديلات لتحسين فاعلية الطاقة في المبني وذلك بتوفير حلول تعمل على توفير إستهلاك الطاقة في المبني وفي نفس الوقت تحسين الوظائف المطلوبة من المبني وتم إتباع المنهجية الخاصة بالهندسة القيمة التالية في الوصول إلى هذه الفاعلية ، وتم عمل هذه التعديلات على المبني عام 2017.

ومعدل إرتفاع أسعار الوقود الخاصة بالبلد محل الدراسة ، ثم يتم إدخال التكلفة المبدئية للتصميم الأصلي وللتصاميم المقترحة وهي تدخل في خانة التكلفة الحالية فقط لأنها تدفع في بداية المشروع وليس لها نفقات مستقبلية ثم بعد ذلك في خانة تكلفة التشغيل يتم إدخال تكلفة التشغيل للتصميم الأصلي والتصاميم المقترحة في خانة التكلفة الحالية وتم ضرب هذه التكلفة في معامل ( Present Worth Of Esalation Annual Amount ) "وهذا المعامل يتم إستخراجه من جداول خاصة به" وبمعلومية عدد سنين فترة الدراسة وفي الجدول تم إفتراض أن نسبة إنخفاض قيمة النقود 10 % وبمعرفة نسبة إرتفاع أسعار الوقود يتم إستخراج المعامل

ويتم ضرب هذا المعامل في قيمة تكلفة التشغيل المبدئية للتصميم الأصلي وللتصميم المقترح ثم بعد ذلك في خانة تكلفة الصيانة إذا كان العنصر أو المنشأة يتم إصلاح عناصر معينة فيها بعد فترة من الوقت أو عمل صيانة لها بصورة دورية مثل (أنظمة التكييف ) فإنه يتم إدخال قيمة تكلفة الصيانة بقيمتها الحالية وضربها في معامل ( Compound Interest Factor Periodic Payment ) وهذا المعامل يتم إستخراجه من جداول خاصة به" بمعلومية نسبة إنخفاض النقود والتي ستكون 10 % في حال فترة دراسة 25 عام وبعد ذلك يتم جمع التكلفة الكلية المستقبلية الجارية (تشغيل وصيانة ) مع التكلفة المبدئية فينتج لنا التكلفة الكلية المستقبلية محسوبة



شكل 8 المنهجية المتبعة في المبني محل الدراسة

### مرحلة التحليل الوظيفي

وهذه المرحلة هي أساس الهندسة القيمة وتعتبر من أهم المراحل فيها وفي هذه المرحلة تم تحديد أهم الوظائف الأساسية التي يحتاجها المستخدمين للمبني والتي تؤثر على إستهلاك الطاقة في التدفئة وهذه الوظائف هي كالتالي

جدول 4 الوظائف المختلفة المتعلقة بإستهلاك الطاقة ( المصدر: (10) \_ بصرف من الباحث )

وهي إعتدال درجة الحرارة داخل المبني لمستخدمي المبني وتقليل الإحساس بالرطوبة الخارجية أو الجو الجاف في الهواء الخارجي وتحسين الراحة الحرارية يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة في التدفئة.

الراحة الحرارية

### مرحلة جمع المعلومات

المبني هو مبني سكني مكون من عدة طوابق تم بناؤه في عام 1969 وهو مبني متعدد الطوابق والمساحة الكلية التي تحتاج إلى تدفئة في المبني هي 5,293 م<sup>2</sup> حيث أن التدفئة من أكثر العوامل إستهلاكاً للطاقة بالمبني ، وإستهلاك الطاقة به هي 434,026 kwh ، وتكلفة إستهلاك الطاقة فيه بإعتبار أن الطاقة هي طاقة كهرباء (حيث تكلفة إستهلاك الطاقة للكهرباء بالدنمارك هي 0.33 يورو لكل KWH) وبذلك فالتكلفة تساوي 143,229 kwh يورو. والشكل التالي (شكل 9) يوضح واجهة المبني<sup>(10)</sup>.



شكل 9 واجهة المبني المصدر (10)

ويلاحظ ان الحوائط والاسقف والنوافذ من أكثرهم تأثيرا (جدول 5) .

جدول 5 تأثير عناصر المبني المختلفة على الوظائف ( المصدر : (10) بصرف من الباحث )

إستغلال جيد للمساحات	تحسين المظهر الجمالي	تقليل إستهلاك الطاقة	تحسين فيزياء المبني	جودة الهواء الداخلي	حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها	الراحة الحرارية	
		+	+	+		+	العزل الحوائط
		+	+	+		+	عزل الأسقف
		+		+		+	عزل الأرضيات
		+		+		+	عزل سقف القبو
+	+	+		+	+	+	النوافذ

### مرحلة الإبتكار

وفي هذه المرحلة تم إبتكار العديد من الأفكار والبدائل التي تعمل على تحسين الوظيفة وتقليل إستهلاك الطاقة في المبني

حيث أن حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها يؤثر على المناخ الداخلي للمبني ويؤثر على إستهلاك الطاقة به للتدفئة

حيث أن نسبة الأكسجين الموجودة بالمبني تؤثر على الراحة للمستخدمين وبالتالي تؤثر على إستهلاك الطاقة في التدفئة

تقليل مشاكل الرطوبة والعزل والتي تؤثر على إستهلاك الطاقة بالتدفئة

تقليل إستهلاك الطاقة وتقليل النفقات على الطاقة من أهم الإحتياجات التي يحتاجها مستخدم المبني

المظهر الجمالي للمبني من اهم العناصر في العملية التصميمية التي تعمل على ربط المستخدم بالمبني ومن الممكن إستخدام عناصر تعمل على تقليل إستهلاك الطاقة في التدفئة يكون لها مظهر جمالي جيد

وذلك بزيادة الإستغلال الجيد للمساحات المختلفة وتقليل المساحات الغير مستغلة إستغلال أمثل والتي تعمل على زيادة إستهلاك الطاقة في التدفئة

وتم تحديد تأثير عناصر المبني المختلفة التي يمكن إقتراح أفكار فيها في المرحلة التالية على هذه الوظائف كالتالي

حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها

جودة الهواء الداخلي

تحسين فيزياء المبني

تقليل إستهلاك الطاقة

تحسين المظهر الجمالي

إستغلال جيد للمساحات

وكانت هذه الأفكار من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني (جدول 6)

#### جدول 6 البدائل المختلفة في مرحلة الابتكار المصدر (10)

ب 1	إستخدام عازل صوف صخري 8سم في سقف القبو
ب 2	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو
ب 3	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 14 سم
ب 4	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم
ب 5	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 1.6
ب 6	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 1
ب 7	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 0.7

ب 8 إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 0.7 وإستخدام عزل حوائط 12 سم

ب 9 إستخدام عازل صوف صخري 30سم في سقف القبو وباقى عناصر ب 8 كما هي

#### مرحلة التقييم

في هذه المرحلة تم تقييم البدائل المختلفة من حيث تقييم تكلفة دورة الحياة (حيث تم وضع فترة الدراسة 25 عام وبمعدل إنخفاض 3 % ) والتقييم الوزني ، ففى تقييم تكلفة دورة الحياة تم وضع التكلفة المبدئية (تكلفة إنشاء كل بديل باليورو) ، وتم وضع تكلفة التشغيل وهي نتيجة ضرب إستهلاك الطاقة بالكيلو وات في السنة في تكلفة الكيلو وات باليورو، وبعد ذلك تم إحساب تكلفة التشغيل على فترة دراسة 25 عام بضرربها في معامِل تحويل القيمة المستقبلية للنقود (18.08) وهذا المعامِل يتم إستخراجه من الجداول الخاصة بمعامِل دفع النقود على إستهلاك الطاقة وجمع التكلفة المبدئية على التكلفة الكلية للتشغيل على مدار 25 عام ينتج لنا التكلفة الكلية لدورة حياة المبني ويتم طرح التكلفة الكلية لكل بديل من التكلفة الكلية للوضع الأصلي فينتج لنا التوفير في التكلفة لكل بديل (جدول 7) .



التقييم الوزني ، فهو يحقق توفير في تكلفة دورة الحياة ويحقق الوظائف المطلوبة ويوفر في إستهلاك الطاقة .

البديل بالنسبة لتحقيقه للوظيفة وجمع كل هذه الأرقام ينتج لدينا مجموع الجودة للبديل وبقسمته على التكلفة يصبح لدينا القيمة للبديل ، وتم وضع التكلفة تكلفة دورة الحياة ، ومن هذا التقييم يصبح لدينا البديل رقم (5) هو أعلى البدائل من حيث

الوظيفة	A	B	C	D	E	F	G	مجموع الوزن لكل وظيفة	35	QUALITY	COAST	VALUE					
A- الراحة الحرارية	A							8	23%								
B- تظليل إستهلاك الطاقة	AB	B						7	20%								
C- جودة الهواء الداخلي	A	BC	C					6	17%								
D- إضاءة طبيعية	A	B	CD	D				5	14%								
E- تحسين فضاء المبني	A	B	C	DE	E			4	11%								
F- تحسين المظهر الجمالي	A	B	C	D	EF	F		3	9%								
G- إستغلال جيد للمساحات	A	B	C	D	E	FG	G	2	6%	100%	TOTAL	V= Q/C					
ب-1	3	3	1	1	5	2	5	0.7	0.6	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	2.6	1969021.31	0.0001%
ب-2	4	3	1	1	5	2	5	0.9	0.6	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	2.9	1906944	0.0001%
ب-3	4	4	1	1	3	2	5	0.9	0.8	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	2.8	1728719.24	0.0002%
ب-4	4	4	1	1	5	2	5	0.9	0.8	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	3.1	1701108.92	0.0002%
ب-5	5	4	5	5	5	2	5	1.1	0.8	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.5	190152.63	0.0024%
ب-6	5	4	5	5	5	2	5	1.1	0.8	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.5	1209534.52	0.0004%
ب-7	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	1097565.35	0.0004%
ب-8	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	899363.96	0.0005%
ب-9	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	900852.76	0.0005%

شكل 10 التقييم الوزني للبدائل المختلفة (المصدر (22)بتصرف من الباحث)

وبعد التعديل المقترح أصبح إستهلاك الطاقة )  
بتكلفة إستهلاك (206,427kwh

68,121( يورو) وذلك أدى إلى إنخفاض إستهلاك الطاقة  
بنسبة (52 %) وإنخفاض تكلفة دورة الحياة بنسبة(65%)

جدول 8 عرض التصميم الأصلي والتصميم المقترح في مرحلة  
العرض \_ (المصدر (16)بتصرف من الباحث)

التصميم الأصلي

### مرحلة التطوير

وفي هذه المرحلة لم يتم اقتراح أى افكار لتطوير البدائل حيث  
أنها ادت الى الغرض المطلوب منها من حيث إنخفاض  
إستهلاك الطاقة وارتفاع قيمة المبني

### مرحلة العرض

وفي هذه المرحلة تم عرض النتائج النهائية للمشروع وعرض  
التصميم الأصلي والتصميم المقترح حيث كان إستهلاك الطاقة  
(kwh 434,026) بتكلفة إستهلاك (143,229 يورو)

توفير في النفقات خلال دورة حياة المبني 2,399,427.69 يورو

### مقارنة بين الأسلوب التقليدي والمنهجية المتبعة في إختيار البدائل

يلاحظ من المنهجية السابقة المتبعة أنه تم إختيار البديل ( رقم 5 ) حيث أنه أفضل البدائل وأعلاها من حيث التقييم الوزني الذي يعقد مقارنة بين التكلفة من حيث تكلفة دورة الحياة كاملة ومن حيث تحقيق البديل للوظائف المختلفة .

ولو تم إختيار البديل بالطرق التقليدية الأخرى لكان تم إختيار البديل ( رقم 1 ) حيث أنه أقل البدائل في التكلفة أو كان سيتم إختيار البديل ( رقم 9 ) حيث أنه أكثر البدائل في التوفير في إستهلاك الطاقة ولكن طبقاً للمنهجية المتبعة وطبقاً لمرحلة التقييم المشتملة على خطوتين (الأولي : التقييم من حيث تكلفة دورة الحياة والثانية التقييم من حيث التقييم الوزني وهذه إضافة غير موجودة في المنهجية العالمية المتبعة ) تبين أن كلا من هاذين البديلين ليسوا أفضل البدائل حيث أن البديل الأول لا يحقق التوفير الكافي خلال دورة حياة المبني ولا يحقق الوظائف المرجوة في المبني بقوة

والبديل التاسع هو مبالغه في التعديلات لا ينتج من ورائها أى زيادة في تحقيق الوظائف مع الزيادة المرتفعة في تكلفتها

لذلك أرشدتنا هذه المنهجية إلى أفضل وأحسن البدائل التي تحقق الغرض المطلوب منها بدقة دون زيادة في التكلفة دون أن يكون لهذه التكلفة أى عائد على تحقيق الوظائف المختلفة.

### الخلاصة والتوصيات

يعد قطاع المباني من أكثر القطاعات إستهلاكاً للطاقة سواء على المستوى العالمي أو على المستوى المحلي لذلك كان التوجه نحو الهندسة القيمية ودراسة أسسها من الضروريات

المبني هو مبني سكنى مكون من عدة طوابق تم بناؤه في عام 1969 وهو مبني متعدد الطوابق والمساحة الكلية التي تحتاج إلى تدفئة في المبني هي 5,293 م<sup>2</sup> ، وإستهلاك الطاقة به هي 434,026 kwh ، وتكلفة إستهلاك الطاقة فيه بإعتبار أن الطاقة هي طاقة كهرباء (حيث تكلفة إستهلاك الطاقة للكهرباء بالدنمارك هي 0.33 يورو لكل KWH) وبذلك فالتكلفة تساوي 143,229kwh يورو .

### التصميم المقترح

إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامل إنتقال الحرارة لها 1.6

### المميزات والعيوب

#### المميزات :

يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة بشكل كبير كما أنه يرفع من قيمة المبني في السوق لتقليله من استهلاك الطاقة السنوي

#### العيوب :

قد يكون من العيوب إرتفاع التكلفة المبدئية للتعديلات حيث أن التكلفة المبدئية للتعديل هي 188,921 يورو ولكن التوفير في الطاقة يعمل على إسترداد هذه التكلفة وهذه التعديلات تعمل على إرتفاع الكفاءة للمبني بإرتفاع تحقيق الوظيفة .

ملخص تكلفة دورة الحياة (لمدة 25 سنة ) / يورو

التكلفة المبدئية	تكلفة دورة الحياة	التصميم الأصلي
—	258,958,032	التصميم المقترح
188,921	190,152.63	

للوطنان المختلفة المطلوبة ومن حيث توفيره في تكلفة دورة الحياة

- وفي المرحلة الخامسة وهي مرحلة التطوير لم يتم تطوير أو تعديل البديل المقترح حيث أنه يؤدي الغرض المطلوب منه في تحقيق الوظيفة وفي التوفير في التكلفة من خلال دورة حياة المبني

- وفي المرحلة السادسة وهي مرحلة العرض تم عرض تفاصيل التصميم الأصلي وإستهلاكه للطاقة وعرض التصميم المقترح وتكلفته وعرض تكلفة دورة الحياة لكل من التصميم الأصلي والتصميم المقترح والتوفير الناتج في تكلفة دورة الحياة نتيجة تطبيق هذا البديل حيث نتج أن التوفير في تكلفة دورة الحياة (2,399,427.69 يورو)

وكانت نتائج الدراسة كالتالي :

إن التعديلات على العزل في الحوائط والأسقف له دور كبير في الحفاظ على الطاقة وفي تحقيق الوظائف المطلوبة من المبني من حيث الراحة الحرارية وجودة الهواء وجودة فيزياء المبني من حيث تجنب الرطوبة وانتقال الحرارة من خلال الحوائط

وتم تقدير الكمية المناسبة من التعديلات التي تعمل على تحقيق هذه الوظائف هو من أهداف الهندسة القيمة بحيث لا تكون الكمية قليلة فلا تؤثر التأثير المطلوب في تحقيق الوظيفة أو أكثر من المطلوب فتصبح أموال مهدرة لتحقيق وظيفة يمكن تحقيقها بتكلفة أقل .

وبعد التعديل المقترح أصبح إستهلاك الطاقة ( 206,427kwh بتكلفة إستهلاك

لتحقيق هذه الكفاءة في الطاقة من أجل التوفير فيها نفسها وفي النفقات المتعلقة بها وتقليل الإنبعاثات الناتجة منها والتي تؤدي إلى زيادة التكاليف البيئية لمواجهة هذه الإنبعاثات والتقليل من خطرها على البيئة والمجتمع ولكن دون التأثير على الوظيفة الخاصة بالمبني ولأن حسابات الطاقة تكون مستمرة وعلى مدار أعوام لذلك حسابات التكلفة لها تكون من خلال حسابات تكلفة دورة الحياة التي تعمل على حساب التكلفة الحالية والجارية على مدار أعوام.

وفي الدراسة التحليلية تم استخدام منهجيات الهندسة القيمة وتطبيقها على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني من خلال توفير بدائل تعمل على تقليل إستهلاك الطاقة بالمبني

- ففي مرحلة جمع المعلومات وهي المرحلة الأولى في المنهجية تم تحديد أكثر العوامل إستهلاكاً للطاقة في المبني وهي التدفئة

- ثم في المرحلة الثانية وهي مرحلة التحليل الوظيفي تم تحديد العديد من الوظائف التي تؤثر على التدفئة وعلى إستهلاك الطاقة بالمبني وتأثير مواد البناء المختلفة على هذه الوظائف وتم ملاحظة أن العزل للحوائط والأسقف من أكثرهم تأثيراً

- ثم في المرحلة الثالثة وهي مرحلة الإبتكار تم إبتكار العديد من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني وكانت هذه البدائل من عوامل تحقيق فاعلية الطاقة بالمبني

- وفي المرحلة الرابعة مرحلة التقييم تم حسابات تكلفة دورة الحياة للبدائل المختلفة ثم تم عمل التقييم الوزني لهذه البدائل طبقاً لتحقيق كل بديل للوظيفة وتكلفته وبحساب القيمة لكل بديل وهو ناتج قسمة الجودة على التكلفة تبين أن البديل (رقم 5) هو أفضل البدائل من حيث القيمة ومن حيث تحقيقه

8. International Energy Agency\_Key world Energy Statistics \_2019\_ [www.iea.org/statistics/](http://www.iea.org/statistics/).
9. Energy in Buildings and communities Programme (EBC),International Energy Agency (IEA)\_ Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)\_ March 2017\_ <http://www.iea-annex56.org/index.aspx?MenuID=4&SubMenuID=33>
10. Energy in Buildings and communities Programme (EBC),International Energy Agency (IEA)\_ Shining Examples of Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)\_ March 2017\_ <http://www.iea-annex56.org/index.aspx?MenuID=4&SubMenuID=33>
11. SAVE International\_ Value Methodology Glossary \_october 2017
12. SAVE International\_ Value Methodology standard \_March 2015
13. Department of Education & Early Development\_Life Cycle Cost Analysis Handbook\_2nd Edition\_State of Alaska -2018
14. Global Alliance for building and construction \_ 2019 Global Status Report for building and construction\_2019 \_ www.iea.org

#### Thesis

15. Nurul Akmam Bint Naamandadin\_Evaluation of three Energy Efficient office buildings On Architecture ANd Passive Design Strategy Towards Cost Effectiveness\_\_MasterThesis\_UNIVER SITI SAINS MALAYSIA\_2011\_MALAYSIA
16. Armia Ellia Noshy \_Integrating Value Engineering In The Design Of Intelligent Buildings\_Master Thesis\_faculty Of Engineering\_Ain-Shames University\_2012\_Egypt

68,121(يورو) وذلك أدى إلى إنخفاض إستهلاك الطاقة بنسبة (52 %) وإنخفاض تكلفة دورة الحياة بنسبة(65%)

#### المراجع باللغة العربية

##### الكتب العربية

1. أحمد راتب العبوشي \_ الطاقة والبيئة \_ عمان \_2012\_الأردن

2. عبد العزيز سليمان اليوسفي \_ إدارة القيمة المفهوم والأسلوب \_ الطبعة الخامسة \_ يوليو 2009 \_ المملكة العربية السعودية

##### رسائل علمية

3. محمد سعيد مصيلحي \_ الهندسة القيمة نحو منهج توافقي قيمي لمشروعات الإسكان الحكومي بمصر من خلال التحليل الوظيفي \_رسالة دكتوراة \_ كلية الهندسة \_ قسم عمارة \_ جامعة القاهرة \_2012 \_ جمهورية مصر العربية

#### المراجع الأجنبية

##### Books

4. Anil Kumar Mukhopadhyay \_ Value Engineering Mastermind From Concept to Value Engineering Certification\_Vivek Mehra for SAGE Publications India Pvt Ltd\_California\_2009\_United States of America
5. Alphonse Dell'Isola\_Value Engineering: Practical Applicationsfor Design, Construction, Maintenance and Operations\_1997\_United States of America

##### Reports

6. Department of Economic and social affairs \_ Energy Statics Pocketbook 2018\_ Series E No.1\_New York\_2018 \_United Nations
7. International Energy Agency\_Key world Energy Statistics \_2019\_ [www.iea.org/statistics/](http://www.iea.org/statistics/).

21. Kavan Javanroodi, Vahid M. Nik, Mohammad javad Mahdavinejad \_A novel design based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high rise office buildings in urban areas
22. mohamed Said meselhy \_Enhancing the Interior Finishing Materials Using Value Methodology\_Save International 2017 Value Summit Proceeding\_philadelphia\_August 2017\_ United States of America

#### Electronic Resource

23. Enerdata \_accessed (septemper 2020)\_ Global Energy Statistical Year book 2020\_ <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>
24. <https://www.diargroup.net/> accessed (septemper 2020)
25. International Energy Agency \_accessed (september 2020)\_ World CO2 emissions from fuel combustion by fuel, 1971-2018\_ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-co2-emissions>

#### Paper

17. Murray G Patterson \_ what is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues \_ vol 24\_ 1996\_ [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)
18. A.Allouhi , Y.El Fouih , T.Kousksou , A.Jamil , Y.Zeraouli , Y.Mourad \_Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends\_ (ELSEVIER)Journal of Cleaner Production\_VOL 109\_December 2015\_ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615007581>
19. Kaitlin Carlson,Dr.Kim D.Pressnail\_Value impacts of energy efficiency retrofits on commercial officebuildingsinToronto,Canada\_EnergyandBuildings\_December2017\_ [www.elsevier.com/locate/enbuild](http://www.elsevier.com/locate/enbuild)
20. XingShi,ZhichaoTian,WenqiangChen,B inghuiSi,XingJin\_A review on building energy efficient design optimization rom the perspective of architects\_Renewable and Sustainable Energy Reviews\_Volume 65\_2016

## **A Methodology To Improve Energy Efficiency In Buildings Through The Application Of Value Engineering Techniques**

The rapid increase in global energy consumption has resulted in increased interest in energy and taking into account its effects, as this rapid increase in energy consumption has resulted in fears of the end of energy sources and the increase in environmental pollution, which in turn affects people and the building sector with what it occupies of a large area, and with increasing awareness of the environment and its problems Attention to it has become an interest in energy efficiency in buildings and improving energy quality in them, so value engineering has been directed to improve this quality and value engineering is a system with a history of improving product value by improving efficiency and improving the product life cycle. It is an organized process that has been used effectively on a large scale in companies and institutions. It is an amalgamation of management sciences and engineering sciences Value engineering is a specific and very efficient method for determining the efficiency of consumption in the product or project, and the application of value engineering at the beginning of any project that works to increase the efficiency in it, and because energy calculations are over a long range, the best way to calculate energy and its consumption is through life cycle cost calculations to know The effect of this consumption on the life span of the structure or component on which the effect of energy consumption is being studied. Therefore, life cycle cost calculations are part of the value engineering studies. The aim of the research is to reach an approach to improving energy efficiency in buildings through the application of value engineering techniques in order to achieve energy efficiency in energy consumption in the building and reach that by using value engineering techniques in developing solutions and alternatives that enable us to reach the required quality and at the same time reduce costs and costs The approach used in this research is the value engineering approach, where value engineering techniques and methodologies have been applied in reaching energy efficiency in the building, and one of the most important results reached in this research is to find a methodology through the sequence of its steps, we can achieve energy efficiency in the building

### **Key words**

Value Engineering – Energy Efficiency – Improve Energy Efficiency - Energy consumption – life Cycle Cost

## تحسين كفاءة إستهلاك الطاقة فى المباني السكنية (دراسة حالة الإسكان الإجتماعى بمدينة الفيوم الجديدة)

أ. د. منى حسن سليمان      أ. م. د. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي      م . رنا رأفت محمود أحمد  
أستاذ ورئيس قسم الهندسة المعمارية      أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية      معيدة بقسم الهندسة المعمارية  
كلية الهندسة – جامعة الفيوم      كلية الهندسة – جامعة الفيوم      كلية الهندسة – جامعة الفيوم  
mhs00@fayoum.edu.eg      mae03@fayoum.edu.eg      RANA.RAFAT77@gmail.com

### المخلص :

version 6.1.0.006 (Energy Plus 8.9) ومن أهم نتائج

الدراسة هى أن كفاءة تصميم الغلاف الخارجي للمبنى تعتمد على نوع وسلك مادة البناء وعلى استخدام نوع العزل الحراري بالسلك المناسب بالحوائط والسقف وأيضاً أساليب التظليل المناسبة للفتحات والسقف .

### الكلمات الدلالية:

الطاقات المتجددة – التصميم البيئي – الوحدة السكنية – الغلاف الخارجي – تحسين كفاءة الطاقة

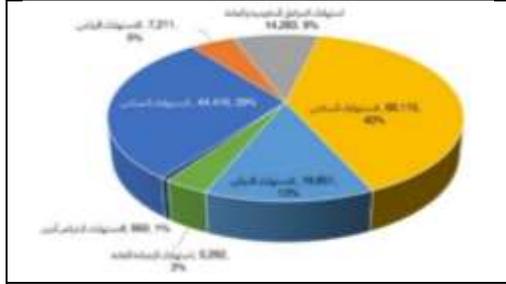
### المقدمة:

الطاقة هى أساس التنمية وعنصر حاكم في النمو الاقتصادي, لذا فإن تأمين إمدادات الطاقة من القضايا التي تشغل دول العالم , توخياً لحماية أمنها القومي وتأميناً لإحتياجات الأجيال القادمة. والمعماري مسؤول عن تصميم منشآت قادرة على تلبية احتياجات مستخدميها بتوفير الراحة الحرارية لإنجاز أنشطتهم المختلفة, لذلك يجب أن يراعي جانب أساسي لتشغيل المبنى وهو توفير الطاقة وترشيد استهلاكها , والطاقة الحفرية التي يعتمد عليها تشغيل معظم المباني في طريقها للنضوب وتحتاج للكثير من السنوات لتكونها كما أنها ملوثة للبيئة , أى أن التركيز على تحسين كفاءة الطاقة في المباني السكنية بإتباع أساليب لترشيد استهلاك الطاقة واستخدام أنظمة الطاقات المتجددة في التصميم عامل حاسم وسياسة فعالة في الحد من التأثيرات البيئية السلبية الناجمة عن الطاقة الحفرية . والخروج من أزمة و تحديات تلبية الطلب المحلي المتزايد على النفط في ظل انخفاض الإنتاج.

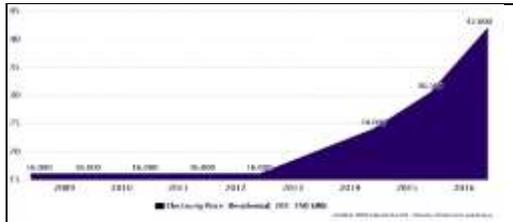
إن للطاقات المتجددة دور حيوي وجوهري في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة للمدن الجديدة بمصر , حيث تعتبر ملجأ في حل أزمة الطاقة عوضاً عن الطاقة الحفرية الناضبة والملوثة للغلاف الجوي ويهدف البحث لدراسة أنظمة الطاقة الشمسية لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة وترشيد استهلاكها, وللوصول للهدف تم دراسة العوامل المتسببة فى استهلاك الطاقة أثناء المراحل العمرية المختلفة للمبنى من تشييد وتشغيل المبنى , ثم وضع استراتيجية واضحة لرفع كفاءة الطاقة بالمبنى السكني من خلال محورين وهما ترشيد استهلاك الطاقة , و إنتاج الطاقة بتطبيق نظم الطاقة المتجددة . ويعتمد تحقيق مبدأ ترشيد استهلاك الطاقة خلال التشييد على خفض محتوى الطاقة في استخدام مواد الإنشاء<sup>(1)</sup>, وعلى تطبيق أسس التصميم البيئي المستدام لتوفير بيئة داخلية عالية الجودة خلال مرحلة التشغيل , و محققة للراحة الحرارية بالقدر الذي يساعد على تلافي الاحتياج لأجهزة التبريد و زيادة استهلاك الطاقة , و تأكيد دور المعالجات التصميمية للغلاف الخارجي بالمباني السكنية لأنه هو المتحكم في الانتقال الحراري سواء اكتساب المبنى للحرارة أو فقدها حسب الظروف البيئية المحيطة له ومدى مقاومتها لها والذي يؤثر بشكل كبير على معدلات استهلاك الطاقة بالمباني<sup>(2)</sup>. والمنهجية المتبعة بالدراسة التطبيقية لعينة الوحدة السكنية هى مقارنة الوضع القائم لتصميم الغلاف الخارجي مع مختلف الإعتبارات التحسينية للطاقة , وتم التحليل على أساس أحمال الإكتساب الحراري وأحمال التبريد المطلوبة بإستخدام برنامج Design Builder

### الإشكالية البحثية :

إن الطاقة الحفرية ملوثة للبيئة وتنتج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الذي يتزايد معدلات انبعاثه سنوياً إلى مستويات غير مسبوقة والمتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري ورفع درجة حرارة الأرض ، وذلك بسبب ارتفاع معدل الاستهلاك العالمي وتزايد طلب المباني للطاقة. ويظهر جانب آخر من هذه المشكلة وهو مشكلة النضوب السريع للإمدادات من الطاقة المستخدمة ، فهي مصدر غير متجدد كما أن معدل الإستهلاك للطاقة الحفرية بمصر يفوق معدل الإنتاج ( شكل 1 ) .



شكل(2) معدل استهلاك الكهرباء في مصر حسب نوع المستخدم  
المصدر : التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر لعام 2019 م



شكل (3) زيادة أسعار الكهرباء بالمباني السكنية بمصر من عام 2008م وحتى عام 2016م من 16 جنية إلى 42 جنية

للكيلو وات / ساعة

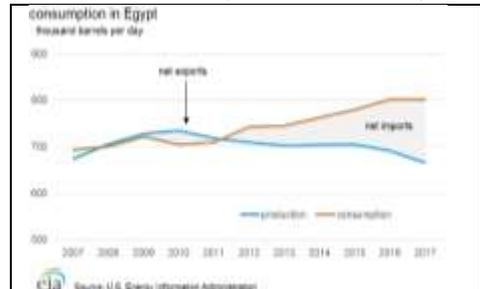
Source :Egypt Electricity Price: Residential:201-350

kWh-25 Dec 2017 [www.CEICDATA.COM/](http://www.CEICDATA.COM/)

### منهجية البحث :

يطبق بالبحث المنهج النظري لاستقراء أهمية تحقيق مبدأ كفاءة الطاقة بالمباني لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة ، ثم التعرف على تطبيقات الطاقة المتجددة الأنسب للمدن الجديدة وهما الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح إلا أن لها عواقب أكبر في التنفيذ ، ويلي ذلك المنهج التحليلي لمراجعة بعض من التجارب العالمية والاستفادة من معالجات تصميم الغلاف الخارجي و نسب مساهمة الطاقة المتجددة في الاستهلاك الكلي ، وينتهي البحث بالدراسة التطبيقية لعينة وحدة سكنية بمدينة الفيوم الجديدة وتقييم تصميم الغلاف الخارجي بالنسبة لكود الطاقة المصري ، وتأثيره على الأحمال الحرارية ونسب أحمال التبريد المطلوبة ثم تطبيق معالجات بالغلاف واختبارها لتحديد أفضلها من حيث الأقل إحتياجاً لطاقة التبريد و الأعلى تحقيقاً لكفاءة الطاقة .

ووفقاً للأرقام الحكومية ، فإن المستخدمين الرئيسيين للكهرباء في مصر هما القطاع السكني و القطاع الصناعي ( شكل 2) وقد شهد الطلب بمصر على الكهرباء ارتفاعاً بمعدل متوسط بلغ حوالي 6% سنوياً على مدار العقد الماضي، بالترزامن مع ارتفاع الطلب في الذروة من 17.3 جيجاواط في الفترة ما بين عامي 2005-2006م إلى 31.4 جيجاواط في الفترة ما بين عامي 2018-2019م<sup>(3)</sup>. وللمشكلة البحثية جانب إقتصادي حيث ارتفعت أسعار الكهرباء بالمباني السكنية بمصر بأكثر من الضعف في خلال عشر سنوات ( شكل 3 ) . ويستحوذ قطاع المباني حوالي 40% من الإنتاج العالمي للطاقة ، بنسبة 67% بالمباني السكنية حسب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) ، وتسهم في إنبعاث حوالي 33 % من ثاني أكسيد الكربون<sup>(4)</sup> ، وذلك بسبب التنمية الصناعية و التوسع العمراني السريع خاصة المباني السكنية ، ونتيجة للتصميم الخاطئ والذي لا يراعي أساليب التصميم البيئي المستدام<sup>(5)</sup>.



شكل (1) معدل استهلاك الطاقة الحفرية بمصر يفوق معدل الإنتاج منذ عام 2011م

Source : Country Analysis Brief: Egypt Last ,  
U.S.Energy Information Administration,  
24 May, 2018

جدول (1) مقارنة لعنصر كفاءة الطاقة والغلاف الخارجي داخل آليات التقييم العالمية للمباني البيئية والمستدامة					
المصدر : عمرو سليمان عبد العظيم , دراسة تحليلية لتقييم الأثر الاقتصادي الناتج عن الطاقة المستهلكة في كامل دورة حياة المباني , رسالة دكتوراة , كلية الهندسة , جامعة القاهرة , 2015م					
مرحلة	مرحلة	مرحلة	الوزن النسبي	الدولة	نظم تقييم المباني البيئية والمستدامة
التخلص	التشغيل	التصميم	لكفاءة الطاقة والغلاف الخارجي	المؤسسة للنظام	
صفر	100%	صفر	19%	بريطانيا	BREEAM
صفر	94%	6%	32%	الولايات المتحدة	LEED
38%	62%	صفر	38%	كندا	Green Globes
صفر	100%	صفر	24.8%	الإمارات	ESTIDAMA
صفر	100%	صفر	25%	مصر	GPRS

في محل إهتمام (جدول 1) . والوصول إلى أقصى كفاءة لاستخدام الطاقة في المباني لا يأتي إلا بتخطيط سليم يحقق الكفاءة في جميع مستويات الاستخدام بحيث تشمل مخططات المدن الجديدة من البداية خيارات نظم الطاقة المتوافقة مع التنمية المستدامة وتكون قائمة على تحقيق (6):

( أ ) زيادة كفاءة استخدام الطاقة والمواد كثيفة الاستهلاك للطاقة (ب) زيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

**2-عوامل ومراحل استهلاك الطاقة بالمباني :** تتمثل عناصر التكلفة البيئية للمباني في الموارد المستهلكة والمخلفات الناتجة عنها، وتنقسم الموارد إلى : ( المواد - الطاقة - المياه ) والمخلفات إلى ( صلبة- سائلة- غازية -ضوضاء ) طبقاً لتعريف المبنى البيئي والمستدام الصادر من وكالة حماية البيئة الأمريكية (7) ، وعند تحليل هذه العناصر فنجد أن لكل مادة مستخدمة في بناء المبنى نشاط حسب كل مرحلة في دورة حياته (شكل 4)، وكل نشاط يحتاج طاقة ، والمياه تستهلك طاقة في عمليات الضخ والتنقية والتسخين والتحليلة والمعالجة وغيرها ، والطاقة ينتج عنها مخلفات أثناء إنتاجها أو استهلاكها ، والمخلفات بالنهاية تحتاج طاقة لإدارتها بشكل بيئي أو بإعادة تدويرها في صور وإمكانات مفيدة ، أى أن الطاقة هي المتحكم الأساسي في إقتصاديات عناصر تكلفة المبنى ، ولها أيضاً أثر إقتصادي ضار بالبيئة ويجب تحسينه.

### 1- علاقة كفاءة الطاقة في المباني بالتنمية المستدامة:

يوجد احتياج دائم لإنشاء المباني السكنية وما يحيطها من خدمات ، لذلك هناك زيادة متطردة في قطاع الإنشاءات وبالتالي زيادة استهلاك الطاقة ، كما أن التطور التقني للبناء الحديث ومدارس العمارة الموجودة حديثاً أدت إلى التخلي عن نظرية التعامل مع الطبيعة واحترام الظروف المناخية للموقع ، فزادت احتياجات المباني لأجهزة تبريد الهواء وبذلك زاد الاحتياج للطاقة لتوفير الراحة الحرارية ( من خلال تلبية احتياجات التبريد والتهوية والتدفئة ) بالإضافة إلى المتطلبات الأخرى للمبنى من الطاقة للإضاءة وضخ المياه وتسخينها وتشغيل الأجهزة . وتتكامل أنظمة الطاقات المتجددة مع تحقيق أبعاد التنمية المستدامة بالمدن الجديدة ، حيث أن الاستدامة هي استجابة لتدهور البيئة ونقص الموارد، والطاقة المتجددة استجابة لأزمة مورد أساسي وهي الطاقة ، لذلك فإن إنشاء هيكل مستدام من إمدادات الطاقة واستخدامها هو طريقة لتحقيق أبعاد الاستدامة وترجمة مفهومها إلى واقع.

وبدراسة الأليات الصادرة من الجهات و المنظمات العالمية الداعمة للاستدامة وتقييم المباني البيئية مثل (LEED الأمريكي) و (BREEAM البريطاني) و غيرهم ، والتي تسعى لتنظيم المشروعات التي تحقق مبادئ الاستدامة، نجد أن مبدأ كفاءة الطاقة من أهم عناصر التقييم لهذه الأليات (5)، ومن المقارنة التحليلية لعنصر الطاقة في هذه الأنظمة وجد أن طاقة التشغيل

نهاية العمر		ما قبل التشغيل				
مرحلة التخلص	مرحلة التشغيل	مرحلة الإنشاء والتنفيذ			مرحلة التصميم	
إعادة الاستخدام أو الهدم وإعادة التدوير	تسخين / تبريد / تهوية الفراغ تسخين المياه - الإضاءة - الأجهزة الكهربائية - طاقة الصيانة	تنفيذ المبنى وتشغيله	تغليف المواد ونقلها للموقع	تصنيع المادة الخام	استخراج المادة الخام	الرسومات والتقارير الفنية
← طاقة التخلص	← طاقة التشغيل	← الطاقة المسببة	← الطاقة الرمادية	← الطاقة المدمجة	← طاقة التصميم	←
دورة حياة المبنى من المهد إلى اللحد						
شكل (4) إجمالي الطاقة المستهلكة خلال دورة حياة المبنى من بداية مرحلة التصميم وإعداد المخططات وحتى مرحلة التخلص						
المصادر : د . أيهاب عقبة , عمرو الجوهري , دراسة تحليلية مقارنة لمادة الإنشاء والطاقة في أنظمة تقييم المباني البيئية و المستدامة , 2013م د . أيهاب عقبة , التصميم البيئي لمواد البناء والإنشاء , 2007م - عمرو سليمان عبد العظيم , 2015						

أ) **ترشيد استهلاك الطاقة:** ويقصد بالترشيد أنه "حسن استخدام المتاح منها باستثماره بأكفاً الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد اقتصادي"، ويعني أيضاً " تحديد مواقع الاستخدام المهدر لها واتخاذ خطوات العمل اللازمة لخفض هذا الفاقد إلى حده الأدنى أو منعه تماماً " (9).

وتتم عملية ترشيد و حفظ الطاقة في الموقع عن طريق عمل الدراسة الجيدة لامكانيات الموقع من حيث توظيف نظم الطاقات المتجددة المتاحة به من خلال التصميم لتلبية احتياجات المبنى من الإضاءة والتهوية والتدفئة والتبريد وتوليد الكهرباء ، وقد يكون ذلك بتطويع الشكل الأساسي للطاقة . مثل إستغلال الطاقة الشمسية لتوفير الإضاءة الطبيعية بقدر الإمكان لأكبر عدد من الساعات مما يسهم في توفير الطاقة المستهلكة بالأضاءة الصناعية، وكذلك استخدامها في التدفئة وفي توفير المياه الساخنة عن طريق الساخانات الشمسية(10) .

ب) **إنتاج الطاقة :** لكي تكتمل منظومة تحسين استهلاك الطاقة بالمباني فمن المهم أن يكون المبنى ذاتي الإمداد بالطاقة ، وإنتاج الطاقة يعني " تحقيق فائض في الطاقة يمكن الاستفادة منه اقتصادياً " . ولكي يتحقق فائض في الطاقة هناك مدخلين أساسيين هما تكامل نظم الطاقة بالمبنى وإعادة استخدام الطاقة بالمبنى(11) .ومن أشهر النظم المنتجة للطاقة بالمباني السكنية هي النظام الشمسي بالخلايا الكرومونية بالأسطح أو الواجهات ، وتم التوصل إلى استراتيجية لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني السكنية ، لكي يسهل على المصمم تطبيقها لتحسين كفاءة الطاقة بالمبنى ، وهي كالتالي :

لكي نحدد استراتيجية لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني ، فلا بد من معرفة المراحل المختلفة للمبنى التي يستهلك بها الطاقة **أ) الطاقة المستهلكة ما قبل تشغيل المبنى :** وهي الطاقة المستهلكة في إنتاج المبنى وتعتمد على عوامل اختيار مواد البناء مثل : طاقة استخراج مواد البناء - طاقة نقلها - طاقة معالجتها وتصنيعها وتغليفها - طاقة النقل ، وعلى أسلوب البناء مثل طاقة الإنشاء والتشغيل للمبنى - طاقة إدارة المخلفات .

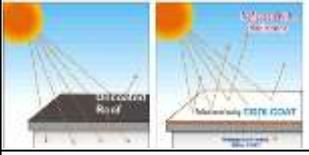
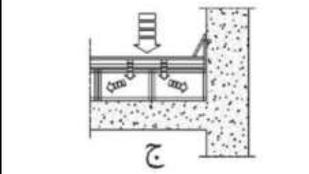
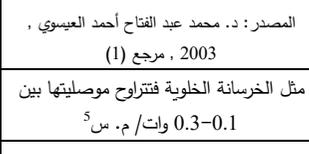
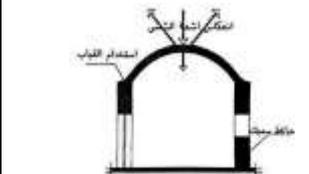
ب) **الطاقة المستهلكة بمرحلة تشغيل المبنى :** وتعتمد على نوعين من العوامل ، أولها عوامل بيئية مثل درجة الحرارة والرياح والرطوبة والأمطار ، وتأثير هذه العوامل البيئية على استهلاك الطاقة بالمبنى على مستويات التصميم المختلفة مثل تأثيرها على اختيار الموقع العام ، التشكيل الكتلتي ، تصميم المسقط الأفقي ، والغلاف الخارجي و أساليب العزل .

والنوع الآخر عوامل صناعية وسلوكية بمرحلة تشغيل المبنى مثل نوعية أنظمة التهوية والتبريد والتدفئة - نظم تسخين المياه - الإنارة الصناعية - كفاءة الأجهزة الكهربائية - طاقة أعمال الصيانة - مستوى المعيشة وطبيعة الاستهلاك .

### **3- استراتيجيات رفع كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني السكنية :**

يقصد ب"كفاءة استهلاك الطاقة" على أنها : "القدرة على تقديم أفضل النتائج بأقل إسراف ممكن من الطاقة والجهد الإنساني والموارد والأموال دون الإخلال بالوظيفة"(8)، ويمكن تحقيق استراتيجية كفاءة الطاقة عن طريق محورين وهما:

الإضاءة ذات كفاءة عالية، والتي تحدد من خلال ملصق كفاءة الطاقة. ومرحلة التشغيل تعتبر من أهم وأطول مراحل المبنى، ويستهلك فيها النسبة الأكبر من الطاقة الكلية .

المعالجة	التوضيح
أ- استخدام مواد عازلة للحرارة بالأسطح الخارجية	
ب- استخدام مواد عاكسة للحرارة بالأسطح الخارجية ودهانات فاتحة اللون والتي تقلل امتصاص الأشعة	
ج- ترك فراغ هوائي عازل فوق بلاطة السطح أو زيادة الطبقات	
د- اختيار خرسانة ميول بمقاومة حرارية عالية 0.1-0.3 وات/م. س <sup>5</sup>	المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)
هـ- استخدام أشكال منحنية للسقف لتزيد من انعكاس الأشعة وتقليل نفاذها للداخل	
و- تركيب الخلايا الشمسية بالسطح تعمل كعازل وتنتج طاقة كهربائية للمبنى بنفس الوقت	
ل- زراعة الأسطح تساعد في امتصاص الأشعة الشمسية الساقطة وزيادة التظليل وتقليل درجة حرارة الهواء المحيط	

3-1- خفض محتوى الطاقة في المسكن . وذلك بإستخدام مواد بناء بيئية قدر المستطاع والتي تستهلك كمية طاقة أقل في تصنيعها وبالتالي تقلل من التلوث البيئي بالإضافة إلى أنه يمكن إعادة تدويرها , وأيضاً استخدام المواد الأطول عمراً .

3-2- تقليل معدلات استهلاك الطاقة في المسكن بتوفير بيئة داخلية عالية الجودة. وهو ما يعني أن تكون ظروف البيئة الداخلية محققة الراحة الحرارية للمستخدمين، مع تقليل الاحتياج لأجهزة التبريد التي تستنفذ طاقة كهربائية عالية . ولتوفير هذه البيئة لابد من تحقيق : (كفاءة البيئة الحرارية - كفاءة التهوية الطبيعية - كفاءة البيئة الضوئية)، ويهتم البحث بدراسة المعالجات التصميمية بالغلاف لتحقيق كفاءة البيئة الحرارية بالمناخ الصحراوي الذي تقع به مدينة الفيوم الجديدة ( المنطقة محل الدراسة ) والذي يتميز ب درجات الحرارة العالية صيفاً - إنخفاض الرطوبة النسبية - إشعاع شمسي مباشر وقوي . وتظهر هذه المعالجات بالمستويات المختلفة للمبنى كالتالي :

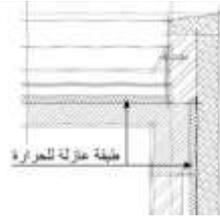
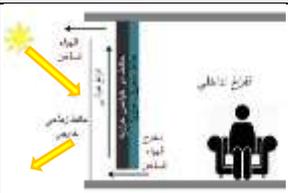
أ) تصميم الكتلة بالموقع العام حيث يؤثر التشكيل الكتلي والأبعاد المختلفة للمبنى من ارتفاع و عمق و عرض الواجهات تأثير مباشر في كمية الإشعاع التي يستقبلها المبنى ، وعلى مناطق الضغط المحيطة بالمبنى وبالتالي على حركة الهواء ، لذلك يجب تصميم الكتلة البنائية بحيث يتم الحصول على أقل مسطح حوائط وأسطح خارجية معرضة للإشعاع الشمسي في المناطق الحارة ، وأيضاً إذا تقاربت المباني وتدرجت في الارتفاع ، فإن الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي ستظل بحيث يظل أحدها على الآخر مما يقلل من الاكتساب الحراري (12).

ب) تصميم ومعالجة عناصر الغلاف الخارجي للمبنى : و هي: أسقف - حوائط - فتحات. فلا بد من مراعاة إختيار نوع مادة البناء بالغلاف و سمكها و قيمة مقاومتها الحرارية , ونوع ولون الطلاء الخارجي , ونوع وسمك العازل الحراري (13) وأنظمة التظليل , وزراعة السطح أو الواجهات , جداول (4,3,2).

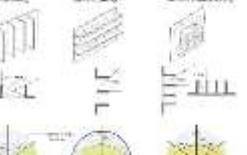
### ج) استخدام عناصر بيئية ومعالجات إضافية

( الملقف - الفناء - المدخنة الشمسية وغيرهم )

3-3 تحسين كفاءة الأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المسكن والاستخدام الأمثل لها . مثل استخدام الأجهزة ووحدات

جدول (3) يوضح بعض المعالجات التصميمية التي يمكن تطبيقها بالحوائط الخارجية للمباني لخفض الأحمال الحرارية الواقعة عليها			
المعالجة	أ- استخدام مواد عازلة للحوائط بكفاءة عالية	ب- استخدام مواد بطيئة الانتقال الحراري	ج- إنشاء حوائط مزدوجة لعمل عازل هوائي
التوضيح	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)
المعالجة	د- إنشاء حوائط مزدوجة مع فتحات تسحب الهواء الساخن للخارج وتقليل الحمل الحراري ويمكن تركيب خلايا شمسية بالحوائط الخارجي	هـ- تغطية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة ، أو دهانات عاكسة للحرارة و فاتحة اللون	و- تظليل أجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات
الشكل	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)	 المصدر: د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي ، 2003 ، مرجع (1)

النوافذ تؤثر بشكل كبير على استهلاك الطاقة حيث تمثل الأجزاء الأقل مقاومة حرارية للعوامل الجوية نظرا لقلتها سماكتها، وتزيد أنظمة التحكم والإظلال الشمسي مثل الكاسرات، وعدد طبقات الزجاج والتجوييف بينها ونوع العزل الحراري من مقاومتها الحرارية .

جدول (4) يوضح بعض المعالجات التصميمية التي يمكن تطبيقها بفتحات الغلاف الخارجي للمباني لخفض الأحمال الحرارية الواقعة عليها		
نوع المعالجة	الوصف	الشكل
أ - استخدام الزجاج المزدوج DOUBLE GLASS	يتكون الزجاج العازل المزدوج من لوحين زجاجيين على الأقل، متوازيين ومثبتين معاً، والمبدأ الذي يقوم عليه هو إحداث تجوييف بين لوحين زجاجيين أو أكثر مملوء بالهواء الجاف أو بغاز كالأرغون، كما ويملاً قضيبة الألمونيوم الفاصل بين اللوحين بحبيبات ماصة للرطوبة، مما يمنع حرارة الشمس والإشعاع الشمسي أيضاً الساقط على الواجهة، وهو أنواع عديدة يختلف نوعه طبقاً لكمية الحرارة المكتسبة والإشعاع الشمسي المكتسب (8)	
ب- استخدام طبقة عاكسة للحرارة مثل الزجاج العاكس REFLECTIVE GLASS	يقلل من الإكتساب الحراري دون التأثير على الرؤية الخارجية ، وقد يظهر من الخارج كمرآة ، ويقلل من استهلاك الإضاءة الصناعية . ويشكل الطلاء طبقة حرارية رقيقة. ويعتمد على عكس الحرارة وليس على تأثيره المنخفض في توصيل الحرارة .	
ج- إضافة عازل للزجاج ذات كفاءة عالية مثل مادة الهلام الهوائي Aerogel	عبارة عن هلام حيث يتم استبدال الطور السائل فيه تماماً بالطور الغازي ، ويحافظ على نفاذية الضوء الطبيعي بنسبة 75% ومقاوم للأشعة فوق بنفسجية وعازل للصوت ومنخفض الكثافة فهو أعلى بمقدار مرة ونصف فقط من كثافة الهواء ويتميز بصلابته عالية ، وموصلية حرارية ضعيفة 0.026 - 0.028 وات/ م. س (14)	
د- استخدام أنظمة التظليل المناسبة	حيث أن أحد حلول التحكم الشمسي هو التظليل من الشعاع المباشر وتقليل الوهج مثل استخدام كاسرات أفقية أو رأسية أو مركبة حسب توجيه الواجهة ويمكن استخدام الضلأل الشمسية أو حسانر متحركة خارجية ، كما يوجد أنظمة تظليل حديثة تعمل بكفاءة وتكون مبرمجة مثل نظم التظليل الحركي المتكامل مع الطاقة .	

### 3-4- تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية :

حيث يتم استغلال الطاقة الشمسية معماریاً على ثلاثة مراحل:

- (أ) مرحلة تجميع الطاقة الحرارية من أشعة الشمس .
- (ب) مرحلة نقل و توزيع الطاقة الحرارية على الفراغات الداخلية
- (ج) مرحلته تخزين الطاقة الحرارية .

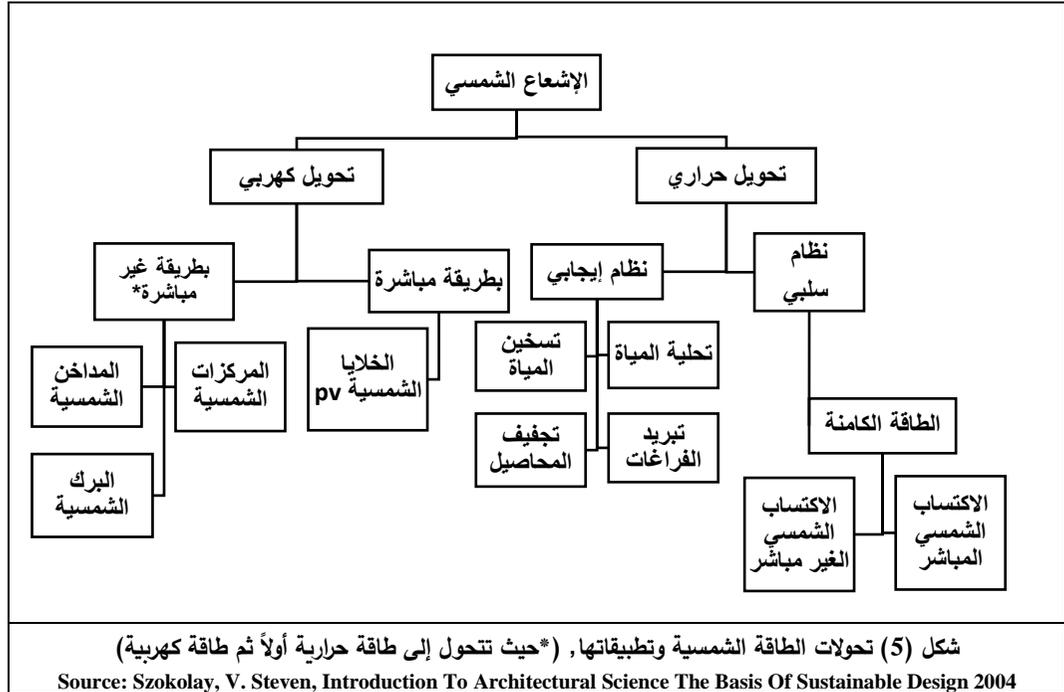
أما الطاقة الشمسية النشطة هي التي يتم فيها تحويل الطاقة الشمسية إلى صورة أخرى من صور الطاقة ، وتتم هذه العملية بعدة طرق إما بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تستغل في تسخين الماء أو تسخين الفراغ ، كما يمكن تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربية عن طريق تركيز أشعة الشمس بواسطة مرايا أو عدسات. وأيضاً يمكن تحويلها إلى طاقة كهربية بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولطية (15)، إذاً يمكن تقسيم تقنيات استخدام الطاقة الشمسية النشطة في مجالين رئيسيين هما:

- التحول الحراري للطاقة الشمسية.
- التحول الكهربائي للطاقة الشمسية:

- أ ( التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية
- ب) التحويل الغير المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية (التحول إلى طاقة حرارية ثم كهربية) .

وهناك نوعين من التحويلات المتعلقة بتحويل الطاقة الشمسية ، وهما التحويل الكهربائي والتحويل الحراري. و(الشكل 5) يوضح أهم التقنيات وأنظمة استخدام الطاقة الشمسية بشكل مباشر أو غير مباشر نتيجة هذه التحويلات .

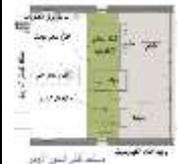
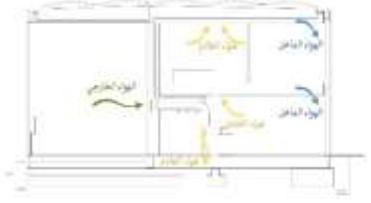
والتحويل الحراري بالنظام السلبي هو الذي يعتمد على تصميم المبنى نفسه وهيكلته الإنشائي سواء كان الاكتساب الشمسي مباشر أو غير مباشر ، وذلك اعتماداً على المناخ المحلي والحاجة السائدة للتدفئة أو التبريد دون الاعتماد على النظم الميكانيكية أو الكهربائية ، و يسمى هذا النظام من التحويل بالطاقة الشمسية الكامنة، فهي وسيلة لتجميع ضوء الشمس بطريقة مباشرة داخل تكوين لتسخين الهواء والمياه، وتتضمن أمثلة طرق الطاقة الشمسية الكامنة النوافذ الموجهة للجنوب والنوافذ الزجاجية المزدوجة، ومواد البناء التي تمتص الحرارة، ويمكن تشييد المنازل والمباني لتستفيد من الطاقة الشمسية الكامنة و التي يمكن أن توفر نسبة مئوية كبيرة من متطلبات تدفئة الفراغ المنزلي حسب الموقع الجغرافي.



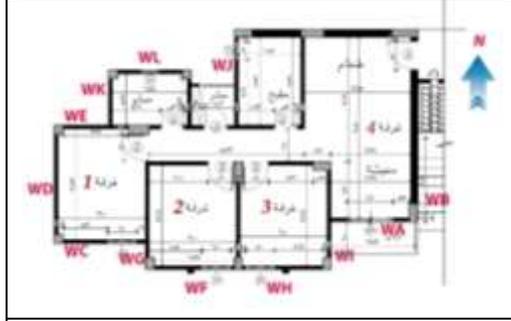
#### 4- الدراسة التحليلية :

والهدف منها هو دراسة نماذج لمباني السكنية التي أثبتت نجاحاً من حيث تصميمها البيئي و كفاءة الطاقة , وذلك بتحليل نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي , وتقييمها من حيث مطابقتها لتصميمها للكود الوطني حسب موقع العينة .

جدول (5) دراسة تحليلية لكفاءة الطاقة بمباني سكنية عالمية					
تقييم تصميم كفاءة الطاقة	نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي	المقاومة الحرارية لعناصر الغلاف الخارجي	اسم وصور المشروع - الدولة		
تساهم نظم الطاقة المتجددة بنسبة 48% من إجمالي الطاقة المستهلكة بالمبنى، 42% نسبة توافق المبني مع متطلبات الكود الوطني وحاصل على شهادة الطاقة A+ وفقاً للمعهد النمساوي لهندسة البناء (17) OIB 2011	<p>- نظام التدفئة باستغلال طاقة الكتلة الحيوية من خلال موقد الحبيبات الخشبية مع نظام الطاقة الشمسية من خلال ألواح الخلايا الكهروضوئية بمساحة (8.5 متر مربع) لإنتاج 6 كيلو وات.</p> <p>- يتم تغطية الطلب على الماء الساخن في الغالب من خلال المجمعات الشمسية بالواجهة عند درابزين التراس والتي تم توصيلها بسعة تخزين 500 لتر للمياه الساخنة المنزلية . الجدران والسقف مصنوعان من بالات القش المثبتة بين هياكل خشبية ، ومغطاة من الخارج بطبقة من الجير و الطين بسمك 5 سم . والنوافذ كبيرة وموجهة للجنوب وبها زجاج ثلاثي مزود بعازل حراري.السطح عبارة عن صفائح معدنية وبارز للتظليل (16)</p>   <p>سخان المياه يعمل بالطاقة الشمسية المجمعات الشمسية بواجهة المبني</p>	الحوائط	<b>1-Strohhaus Ebner</b> النمسا  واجهة المبني		
		0.065		نوافذ معزولة	
		زجاج النوافذ	0.86	السطح	
		0.065	الأرضية	0.11	الحوائط من القش
		2-Špurna hiža كورواتيا	<p>- تطبيق نظام الطاقة الشمسية من خلال مجمعات حرارية شمسية على سطح المبني لتسخين المياه ، والغلاف الخارجي للمبني معزول حرارياً بصوف صخري بسمك 20 سم للجدران الخرسانية و 15 سم لجدران الطوب. وتم استخدام دهانات عاكسة لأشعة الشمس لتقليل اكتساب الأحمال الحرارية ، والسطح مصنوع من الخرسانة 20 سم ومعزول حرارياً بالبوليستيرين المبتثق . و تم عمل بروزات بلاطات التراس فوق بعضها لخلق مساحة مظلة عند فتحات الأبواب ، و النوافذ مصنوعة من زجاج ثلاثي مغلف بطبقة منخفضة الإنعاشية مليئة بالأرجون (18)</p> 	الحوائط	
		0.20		الفتحات	
0.99	السطح				
0.10	الأرضية				
0.13	المجمعات الشمسية فوق السطح				

اسم وصور المشروع - الدولة	المقاومة الحرارية لعناصر الغلاف الخارجي	نظم الطاقة المتجددة ومعالجات الغلاف الخارجي	نسبة التوافق مع متطلبات الكود الوطني
<b>3- ECOsil</b> إيطاليا  واجهة المبنى  نظام تدفئة الغرف بالانابيب الجدارية المشعة بالحرارة داخل الجدران (22)	الحوائط	عزل فائق للسقف والجدران والأرضيات والنوافذ، ووضع أجهزة دورة لتظليل النوافذ وفتحات واسعة للتهوية في الصيف(20). وتركيز الكتلة الحرارية في الجدران الخارجية مجمعات الطاقة الشمسية تفي بحوالي 96% من الاحتياجات الحرارية ، و نظام كهروضوئي بقدرة 2.94 كيلووات ، ويتميز بألواح من السليكون أحادي البلورية ، تم تطبيق نظام التدفئة للغرف والمكون من الأنابيب الجدارية المشعة بالحرارة ، ويوفر بنسبة تصل إلى 50% أو أكثر من تكاليف التدفئة مقارنةً بالطراز التقليدي (22)	67 % من الاستهلاك الكلي للطاقة ناتجة عن استخلام الخلايا الشمسية17.32 كيلو وات / م <sup>2</sup> . سنة ، ونسبة توافق المبنى مع متطلبات الكود الوطني 80% (21) وفقاً لشهادة CASACLIMA
	0.18		
	الفتحات		
	1.0		
	السطح		
	0.18		
الأرضية			
0.21			
<b>4- Efficiency House Plus with E-mobility in Berlin</b> ألمانيا  واجهة المبنى  	الحوائط	تم استخدام الأنظمة الكهروضوئية على السطح والواجهات وهي أحادية البلورية على السطح بكفاءة حوالي 15 % بمساحة 98 م <sup>2</sup> وتنتج 14 كيلو وات / م <sup>2</sup> . سنة ، و 73 متر مربع من وحدات الأغشية الرقيقة على الواجهة بكفاءة حوالي 12 % تنتج 8 كيلو وات / م <sup>2</sup> . ويتم تغذية الطاقة الفائضة للشبكة العامة أو تخزينها في البطارية (23) ، مواد بناء الأرضية والجدران والسقف من ألواح خشبية مملوءة حتى 52 سم عزل السليلوز ، النوافذ مزودة بزجاج ثلاثي ، والمساحات الكبيرة من النوافذ توفر إضاءة طبيعية(24)	نسبة مساهمة نظم الطاقة المتجددة 107% من إجمالي الطاقة النهائية .
	0.11		
	الفتحات		
	0.70		
	السطح		
	0.11		
الأرضية			
0.11			
		<p>حركة الهواء و نظام التهوية بالمبنى</p>  <p>توفير الإضاءة الطبيعية من خلال الفتحات الكبيرة بالواجهات الشرقية والغربية</p> 	نسبة التوافق مع متطلبات الكود الوطني 78% وفقاً لقانون توفير الطاقة الألماني(17) EnEV 2009

**5- الدراسة التطبيقية :** وتكمن أهمية مبنى الدراسة في أنه يعد نموذج مكرر لغالبية المباني السكنية الإجتماعية دون إعتبارات بيئية لتصميم الغلاف الخارجي, وتمثل المدينة المناخ الحار الرطب والحار الجاف وهو المناخ السائد بالعديد من محافظات مصر . وستتناول الدراسة التطبيقية التحليل لعينة الدراسة وهي الوحدة السكنية التي تواجه الشمال والجنوب والغرب بالدور الأخير , حيث التوجيه الأسوأ والأحمال الحرارية الأكثر بسبب تعرض السقف وبالتالي احتياج أكبر في طاقة التبريد المطلوبة. تم اختبار العينة ببرنامج DESIGN BUILDER لمعرفة نتائج أحمال التبريد المطلوبة بالوضع الحالي لتصميم الغلاف الخارجي , ثم إجراء اختبارات تحسينية للغلاف وتحديد نسب الخفض في أحمال التبريد , واستخلاص المعالجات الأفضل لكل عنصر و إختبارها معاً للوصول للبدل الأكثر كفاءة للطاقة.



شكل (6) مسقط أفقي للوحدة السكنية محل الدراسة وموضح عليه رموز الحوائط بالغلاف الخارجي المصدر : الهيئة الهندسية , جهاز مدينة الفيوم الجديدة

جدول (6) يوضح توصيف للمبنى السكني ومواصفات الغلاف الخارجي للوحدة السكنية محل الدراسة	
الموقع	إحدى عمارات الإسكان الاجتماعي بمدينة الفيوم الجديدة
عدد الادوار	6
عدد الوحدات بالدور	4
عدد الوحدات بالمبنى	24
مساحة الوحدة	80 متر مربع
عدد أفراد الوحدة	متوسط 5 أفراد
عدد الغرف	3
نوع الحوائط الخارجية	طوب طفلى مقعب سمك 12سم
نوع دهانات الحوائط الخارجية	بياض للواجهات الخارجية 2سم يعمل من طبقتين، من مادة أسمنتية ملونة سابقة التجهيز
نوع زجاج الفتحات	زجاج سمك 6مم أبيض شفاف - سمك 6 مم أبيض مصفر بالحمام والمطبخ
وسائل التظليل للفتحات	شيش حصيرة في فتحات الغرف فقط فتحة فراغ المعيشة بدون وسائل تظليل _
نوع وسلك العازل بالسطح	طبقة عازلة للحرارة من الواح البوليسترين الازرق المشكلة بالثق سمك 3 سم



شكل(7) توصيف طبقات السطح بغلاف المبنى



شكل(8) توصيف طبقات الحائط الخارجي بغلاف المبنى

Source : DESIGN BUILDER software

5-1- مقارنة تصميم الغلاف للعينة مع متطلبات الغلاف الخارجي للكوود المصري لتحسين كفاءة الطاقة بالمباني السكنية :

جدول (7) يوضح تقييم المقاومة الحرارية لحوائط العينة بالنسبة للكوود المصري						
الفرغ	رمز الحائط	التوجيه	امتصاصية السطح الخارجي <sup>(25)</sup>	المقاومة الحرارية للقطاع	المقاومة الحرارية المطلوبة بالكوود <sup>(25)</sup>	فرق قيم المقاومة المطلوب
1-غرفة 1 نوم	W C	جنوبي	0.70	0.43	0.90	0.47
	W D	غربي	0.38	0.43	0.95	0.52
	W E	شمالي	0.70	0.43	0.8	0.37
2-غرفة 2 نوم	W F	شمالي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W G	غربي	0.70	0.43	1.4	1.06
3-غرفة 3 نوم	W H	جنوبي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W I	شرقي	0.70	0.43	1.4	0.97
4-غرفة 4 المعيشة	W A	جنوبي	0.38	0.43	0.7	0.27
	W B	شرقي	0.38	0.63	0.95	0.32
5-المطبخ	W J	غربي	0.38	0.32	0.95	0.63
6-دورة المياه	W K	غربي	0.70	0.32	1.4	1.08

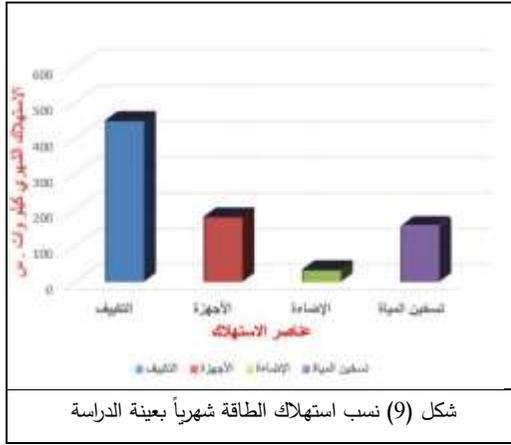
جدول (8) يوضح تقييم معامل الاكتساب الحراري الشمسي ونسب الإظللال بفتحات العينة بالنسبة للكوود المصري						
الفرغ	التوجيه	نسبة الفتحة %	معامل الاكتساب الحراري الشمسي للفتحة <sup>(25)</sup>	معامل الاكتساب الحراري الشمسي المطلوب	التقييم بالنسبة للكوود-فرق المعاملات <sup>(25)</sup>	نسبة إظللال الزجاج المطلوبة
1-غرفة 1 نوم	جنوبي WC	13	0.60	0.58	0.02	معفي لوجود شيش حصىرة
2-غرفة 2 نوم	جنوبي WF	13	0.60	0.58	0.02	معفي لوجود شيش حصىرة
3-غرفة 3 نوم	جنوبي WH	13	0.60	0.58	0.02	معفي لوجود شيش حصىرة
4-غرفة 4 المعيشة	جنوبي WA	42	0.71	0.47	0.24	عدم السماح بفتح النافذة
5-المطبخ	غربي WJ	4	0.50	0.52	متوافق	معفي
6-دورة المياه	شمالي WL	5	0.50	غ.ط	متوافق	غ.ط

جدول (9) يوضح تقييم المقاومة الحرارية لسقف العينة بالنسبة للكوود المصري				
امتصاصية السطح الخارجي للسقف	امتصاصية السطح الخارجي المطلوبة بالكوود <sup>(25)</sup>	RT-value المقاومة الحرارية الكلية للسقف	المقاومة الحرارية المطلوبة بالكوود <sup>(25)</sup>	المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحراري
(م <sup>2</sup> . س / وات )	(م <sup>2</sup> . س / وات )	(م <sup>2</sup> . س / وات )	(م <sup>2</sup> . س / وات )	(م <sup>2</sup> . س / وات )
0.85	0.70	1.76	2.8	1.04

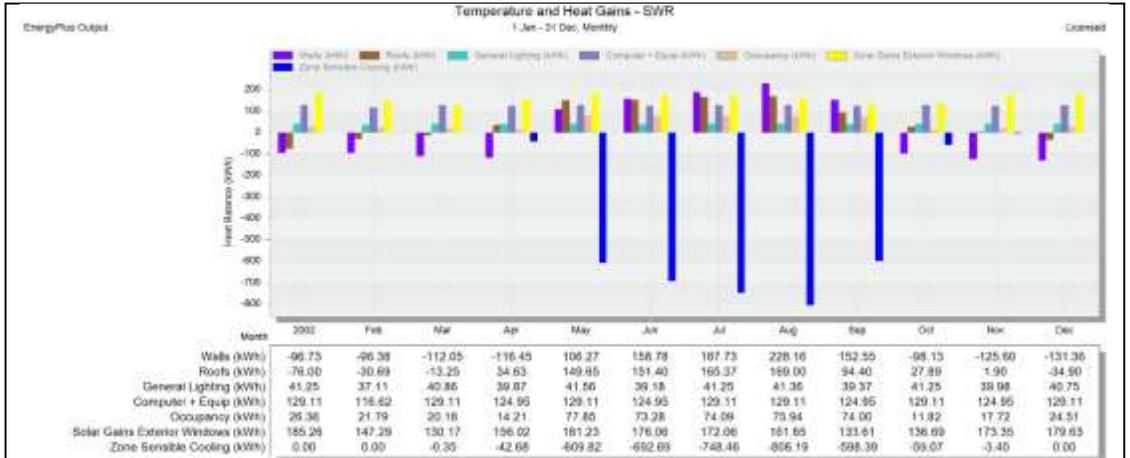
## 5-2- نتائج استهلاك الطاقة للعينة بالوضع الحالي :

-كما أن محاكاة البرنامج أظهرت نتائج الأحمال الحرارية الكلية المكتسبة سنوياً وخاصة المتعلقة بالغللاف الخارجي , واتضح أن الأحمال الحرارية المكتسبة بسبب النوافذ هي الأعلى حيث تبلغ 1933 كيلو وات ساعة , يليها الأحمال المكتسبة بسبب السطح وتبلغ 639 كيلو وات ساعة , والأحمال الحرارية المكتسبة بسبب الحوائط تبلغ 56 كيلو وات ساعة. وأحمال التبريد الكلية المطلوبة هي **3561 كيلو وات ساعة**.

عند اختبار العينة بالبرنامج , أظهرت نتيجة المحاكاة بالبرنامج أن أشهر الصيف من مايو إلى سبتمبر هي التي تقع خارج نطاق الراحة الحرارية ويتعرض فيها الغلاف الخارجي لأكبر أحمال حرارية وبالتالي تتطلب أحمال تبريد أعلى خاصة شهر أغسطس (شكل10) , وأيضاً من ( جدول 10 ) و ( شكل 9 ) نجد أن أجهزة التكييف والتهوية هي الأكثر استهلاكاً للطاقة عند مقارنتها بباقي احتياجات الوحدة السكنية للطاقة .



عناصر استهلاك الطاقة في الوحدة	الاستهلاك الشهري بالكيلو وات . س
1-أجهزة التكييف والتهوية	431.64 كيلو وات / شهر
2- الأجهزة الكهربائية	149.58 كيلو وات / شهر
3-الإضاءة الصناعية	33.21 كيلو وات / شهر
4-سخان المياه	120 كيلو وات / شهر
المجموع	734.43 كيلو وات / شهر

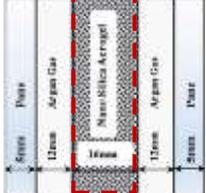
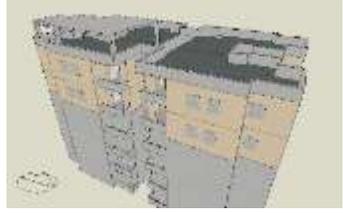


شكل (10) يوضح كميات الأحمال الحرارية الداخلية بالشهور للعينة من حيث الأجهزة الكهربائية والإضاءة وإشغال المستخدمين والأحمال الناتجة عن الغلاف الخارجي من حوائط وفتحات زجاجية وأحمال السقف

Source : DESIGN BUILDER software

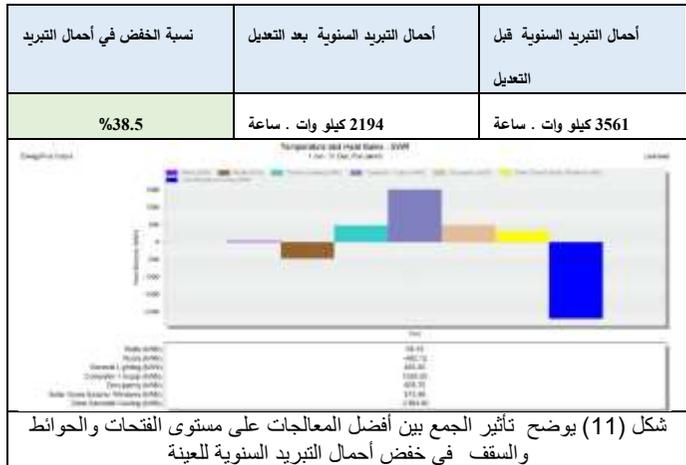
### 5-3- إجراء مقترحات تحسينية بالغللاف الخارجي واختبارها:

يوضح جدول (11) التعديلات المقترحة بالفتحات والحوائط والسطح . وبكل مرحلة إختبار يتم تثبيت باقي عناصر التصميم للغللاف بالوضع الحالي لتقييم كفاءة كل إستراتيجية تصميمية مقترحة على حدة .

جدول (11) الإستراتيجيات التصميمية المقترحة لتعديل تصميم الغلاف الخارجي للعينة لتحسين السلوك الحراري وزيادة كفاءة الطاقة			
الإستراتيجية التصميمية			نوع التعديل
تقليل نسبة الفتحة بفراغ المعيشة من 42 % إلى 20%			1- تغيير نسبة الفتحة للحوائط
معامل VLT الفعالية	معامل الإكتساب الحراري SHGC الشمسي	الموصلية الحرارية وات/ م . م 5	نوع الزجاج (27)
42	0.23	0.25	أ-الزجاج العاكس ذو التحكم الشمسي
28	0.48	1.80	ب- الزجاج المزدوج
			2- تغيير نوع الزجاج
<p>سم بسمك Aerogel 1.6 إضافة عازل للزجاج من مادة وتم إختيارها لأنها تحافظ على نفاذية الضوء الطبيعي بنسبة 75 % فلا تزيد من استهلاك الطاقة للإضاءة الصناعية ويتميز بصلابة عالية ، وموصلية حرارية ضعيفة 0.026 - 0.028 وات/ م . م (13)</p>			3- إضافة عازل حراري عالي الكفاءة بين طبقتين الزجاج المزدوج
تغيير سمك الحائط ل 25 سم			1- زيادة سمك الحائط
استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90 %			2- تغيير مادة التشطيب
			3- إضافة عازل حراري
<p>Vacuum Insulation Panels استخدام ألواح العزل الفراغية بسمك 2سم وتم إختيارها لقلتها سمكها فلا تؤثر على المساحات الداخلية وموصلية حرارية ضعيفة 0.004-0.008 وات/ م . م زمن التشغيل 30-50 سنة وكفاءة عالية (13)</p>			4- تغيير مادة البناء
استخدام الطوب الرملي الخفيف بموصلية حرارية 0.878 وات/ م . م س			
<p>Vacuum Insulation Panels استخدام ألواح العزل الفراغية بسمك 2 سم</p> 			1- إضافة عازل حراري
استخدام دهان عاكس للحرارة بنسبة 90 %			2- تغيير مادة التشطيب
<p>إضافة مظلة مرتفعة عن السقف 2.5 متر مكونة من ألواح صاج خفيفة مزدوجة و محقونة بعازل حراري من البولي يوريثان بكثافة 40كجم/ م<sup>3</sup> وسمك 10 سم</p> 			3- إضافة عنصر تظليل

5-4- نتائج كفاءة كل معالجة والجمع بين أفضل المعالجات:

جدول (12) يوضح تأثير التعديلات المقترحة بتصميم الفتحات والحوائط والسطح على أحمال الغلاف الخارجي والإشغال وأحمال التبريد المطلوبة للعينة						
TYPE	Walls kWh	Roofs kWh	Occupancy kWh	Solar Gains Exterior Windows kWh	Zone Sensible Cooling kWh	Reduce Sensible Cooling %
base case with shading	56.80	639.39	511	1933.03	-3561.04	-
base case with no shading	577.38	487.14	508	3764.162	-3698.14	-
TYPE OF EDIT IN WINDOWS						
1-reduce WWR to20%	192.5	676	513	1320.76	-3477.51	2.3%
2-SHGC 0.23	313.95	703.02	515	630.0034	-3376.74	8.7%
3-SHGC 0.48	78.02	648.56	514	1750.614	-3421.62	7.5%
4-Aroegel glazing1.6 cm	136.91	658	513	712.17	-3398.18	8%
TYPE OF EDIT IN WALLS						
1-wall thick . 25 cm	-13.24915	617.19	504.10	1933.03	-3354.28	5.8%
2-reflected painting	-889.3284	861.95	518.04	1933.03	-3116.46	12.5%
3-VIPs insulation2cm	-39.99379	445.07	490.57	1933.03	-2831.02	20.5%
4-Light sand brick	-140.9575	588.91	502.17	1933.03	-3124.23	12.2%
TYPE OF EDIT IN ROOF						
VIPs -1 Insulati2cm	180.4253	160.176	513.96	1933.026	-3354.482	5.8%
2-reflected painting	383.6251	-315.2355	517.39	1933.026	-3350.613	5.9%
3-shading roof	401.8386	-489.6883	519.58	1868.345	-3287.181	7.7%



## 6-نتائج الدراسة :

رأى أن تطبيق المعاجات الناجحة قد حقق نسبة خفض  
38.5% من أحمال التبريد السنوية المطلوبة.

## 7-التوصيات :

\* مشاركة عملية التخطيط للمدن الجديدة لكل من المعماريين  
للإهتمام بتطبيقات العمارة البيئية والمستدامة مع الإقتصاديين  
الذين يبحثون عن تقليل التكلفة الأولية للمشروعات عن طريق  
هندسة القيمة ودراسة تكلفة التشغيل , و مع البيئيين الذين  
يبحثون دائماً علي التكلفة البيئية , حتى يكون النتائج محققاً لأبعاد  
التنمية المستدامة الإقتصادية والبيئية والإجتماعية والتكنولوجية.  
\* أنظمة الطاقة الشمسية متعددة وعلى المعماري والمخطط  
تحديد أنسبها من حيث ماهية الغرض والإحتياج (تدفئة - تبريد-  
تياركهربائي) , ومن حيث الفئة المستهدفة وكمية إستهلاكها, ونوع  
التحويل و طريقة الإنتاج والتخزين و كمية الطاقة المنتجة .  
\* تقييم المباني من ناحية الطاقة يعتمد على أنه عند تصميم  
المباني يجب الأخذ في الاعتبار أن الطاقة الكلية للمبنى شاملة  
جميع مراحلها سواء قبل التشغيل للمبنى أو أثناء مرحلة التشغيل  
\* ضرورة اتباع متطلبات الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام  
الطاقة بالمباني السكنية , حيث يعتبر المعيار والمقياس البيئي  
الذي نستطيع من خلاله اختبار جودة تصميم الغلاف الخارجي  
للوحدة السكنية بمصر , وتوفير الراحة الحرارية للقاطنين بها.  
\* مراعاة الإعتبارات التصميمية المؤثرة على كفاءة السلوك  
الحراري لعناصر الغلاف الخارجي سواء العناصر المصمتة أو  
الفتحات وهي : التوجيه - الخواص الحرارية لنوع المادة - سمك  
المادة - وجود مادة عازلة للحرارة -لون السطح الخارجي للمادة  
كما أن نوع مادة التشطيب وملمس السطح الخارجي يؤثران  
بالنسبة للعناصر المصمتة , ونسبة الفتحة للحائط , واستخدام  
أنظمة التظليل يؤثران على كفاءة الفتحات .  
\* نشر ثقافة الحفاظ على البيئة وتدريب المعماريين على  
الاهتمام بتطبيق أسس التصميم البيئي المستدام في المباني  
السكنية و حثهم للتطرق لإستخدام مواد بناء بيئية ومواد عزل  
حديثه ومواكبة التطور في أساليب ترشيد استهلاك الطاقة  
وتطبيق نظم الطاقة المتجددة لإنتاج مباني سكنية مستدامة .

\* أظهرت نتائج مقارنة تصميم الغلاف الخارجي للعينة مع  
متطلبات الكود عدم التوافق , من حيث السقف والحوائط خاصة  
الحوائط الغربية , وقد توافقت نسبة الإظللال للزجاج لوجود الشيش  
حصيرة , ولكن لم يتوافق نوع وسمك الزجاج المستخدم خاصة  
فتحة فراغ المعيشة والتي لا تحتوي نظام تظليل .

\* أظهرت نتائج معالجات الزجاج أن تقليل نسبة الفتحة بالنسبة  
للحائط بفراغ المعيشة لم تؤثر بصورة جيدة في خفض أحمال  
التبريد , لكن استخدام الزجاج المزودج وخاصة المعزول بالنانو  
جل سمك 1.6 سم , تسببان في خفض أحمال التبريد من 7-  
8% , ونوع الزجاج العاكس ذو التحكم الشمسي هو الأقل في  
قيمة معامل الاكتساب الشمسي مع قيمة عالية لمعامل النفاذية  
مما يجعله الأكفأ في تقليل الأحمال الحرارية مع دخول الضوء  
الطبيعي والتأثير بنسبة حوالي 9% في خفض احمال التبريد .

\* أما نتائج معالجات الحوائط فزيادة السمك ل25سم لم يؤثر  
بشكل كبير في خفض أحمال التبريد , أما تغيير نوع مادة البناء  
للطوب الرملي الخفيف ذو موصلية حرارية منخفضة , وأيضاً  
استخدام دهان خارجي عاكس بنسبة 90% , تسببان في خفض  
أحمال التبريد حوالي 12-13% , واستخدام ألواح العزل الفراغية  
كان الافضل في خفض أحمال التبريد إلى 20.5% , أى أن  
استراتيجية تصميم العزل المناسب بالحوائط هي الأنسب للعينة  
بين البدائل المقترحة في ترشيد استهلاك الطاقة .

\* وأظهرت نتائج معالجات السقف أن الدهان العاكس للسطح  
الخارجي بنسبة 90% , واستخدام ألواح العزل الفراغية بدلاً من  
البوليسترين المستخدم بالوضع الحالي , تسببان في خفض احمال  
التبريد حوالي 6% , أما إستخدام مظلة محقونة بمادة عزل البولي  
يورثان سمك 10 سم , وارتفاعها عن السطح 2.5 متر تسبب  
في حركة الهواء وسحب الحرارة فوق السطح و خفض أحمال  
التبريد بنسبة حوالي 8% .

\* وخلص البحث إلى أن الجمع بين أفضل المعالجات لعناصر  
الغلاف الخارجي , هي استراتيجية ناجحة لتقليل أحمال التبريد  
و رفع كفاءة الطاقة بالمباني السكنية , فقد كانت أحمال التبريد  
الكلية للمبنى قبل استخدام المعالجات هي 3561 كيلو وات  
ساعة أما بعد استخدام المعالجات فهي 2149 كيلو وات ساعة

simulation , Master of Science (Msc) in Energy Building  
SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY,2018

14- عبد الله أحمد عبد الله , تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد  
المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني , ماجستير ,كلية هندسة , جامعة  
القاهرة , 2017م  
15-رحاب حمدي علي النجار , طرق تفعيل الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية  
بالمسكن, رسالة دكتوراة جامعة القاهرة , 2015م

Volker Quaschnig, Renewable energy and climate -16  
change, Berlin university of Germany 2010

House Ebner Case study, Sustainable Energy for -17  
Rural communities 2014

Heike Erhorn-Kluttig , Hans Erhorn , Selected -18  
examples of Nearly ZeroEnergy Buildings Detailed  
Report , Sep. 2014

[www.apos-koprivnica.hr](http://www.apos-koprivnica.hr) Feb.2021-19

Mitchell Reardon, Johannes Lidmo, Ryan Weber, -20  
Under One Roof: Solving Society's Most Pressing  
Challenges through Housing , APRIL 2016

Cristina Becchio, Gianni Carlo La Loggia, Lara -21  
Orlietti, Certified Climate House A building in  
Mediterranean climate , JUNE 2014

[https://www.consorziouniver.it/it-IT/news-eventi/i-  
vincitori-del-concorso-best-practice](https://www.consorziouniver.it/it-IT/news-eventi/i-vincitori-del-concorso-best-practice) Aug.2020

<https://www.agenziacasaclima.casaclima> Aug.202023

What makes an Efficiency House Plus? Principles -24  
and examples of energy-generating buildings German  
Federal Ministry of the Interior, Building and Community  
(BMI), November 2018

25- الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني السكنية , كود  
رقم 306-2005, الجزء الأول كود رقم (1/306) , طبعة 2008م

26-موقع وزارة الكهرباء والطاقة, احسب استهلاكك فيراير 2021  
[http://www.moee.gov.eg/test\\_new/calulate\\_energy.aspx](http://www.moee.gov.eg/test_new/calulate_energy.aspx)

27-موقع شركة سفنكس للزجاج بمصر , مارس 2021  
[https://www.sphinxglass.com/ar/our\\_products](https://www.sphinxglass.com/ar/our_products)

## 8- المراجع :

1- د . أهباب عقبة , عمرو الجوهري , دراسة تحليلية مقارنة لمادة الإنشاء  
والطاقة في أنظمة تقييم المباني البيئية و المستدامة , 2013م

2- د. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي , تأثير تصميم الغلاف الخارجي  
للمبنى على الاكتساب الحراري والراحة الحرارية للمستعملة , رسالة  
ماجستير, كلية هندسة , جامعة القاهرة , 2003م

Mofreh M. Nassief. Evaluation of Electricity -3  
Consumption of a Residential Flat in Egypt. American  
Journal of Electrical Power and Energy Systems, Faculty  
of Engineering Zagazig University Egypt, 2014

4- شاهد حسن, وتركي العقيل, وحافظ السلماوى , تحرير قطاع الكهرباء  
في جمهورية مصر العربية , مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث  
البتروولية , سبتمبر 2020م

5- عمرو سليمان عبد العظيم , دراسة تحليلية لتقييم الأثر الاقتصادي  
الناجم عن الطاقة المستهلكة في كامل دورة حياة المباني , رسالة دكتوراة ,  
كلية الهندسة , جامعة القاهرة , 2015م

6- دنسرين اللحام , نحو خلق مناطق تميز ومدن مستدامة جديدة بمصر,  
رؤية نقدية لتخطيط المدن الجديدة بمصر , 2011م

U.S. Environmental Protection Agency -7  
<https://www.epa.gov> May 2020

8-أحمد صبحي عبد المنعم فودة , كود الطاقة وعلاقتها بالغلاف الخارجي  
للمبنى - ذكر لكود الطاقة المصري , ماجستير هندسة القاهرة 2005م

9- أمل كمال محمد, ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى ,  
رسالة ماجستير, كلية الهندسة , جامعة عين شمس, 2003م

10-ضحى محمد سعيد محمد " كفاءة انتاجية الطاقة في المباني السكنية,  
رسالة ماجستير , جامعة القاهرة , 2013م

11- ميرفت أحمد , استراتيجية لرفع كفاءة الطاقة بمبني سكني قائم مع  
استخدام الخلايا الفولتوفولطية , 2016م

12- إيناس خير محمد رشاد , أسس توظيف التقنيات البيئية في العمارة ,  
رسالة ماجستير , قسم الهندسة المعمارية , جامعة القاهرة , 2010م

Papaioannou Kalliopi , A study on the energy -13  
efficiency of different envelope materials and their  
influence on occupant's thermal comfort using dynamic

## IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN RESIDENTIAL BUILDINGS (Study of social housing in The New City of Fayoum)

Prof.Dr.Mona Hassan Soliman

[mhs00@fayoum.edu.eg](mailto:mhs00@fayoum.edu.eg)

Dr.Mohammed Abdel-Fattah Ahmed El-Essawy

[mae03@fayoum.edu.eg](mailto:mae03@fayoum.edu.eg)

Eng. Rana Raafat Mahmoud Ahmed

[RANA.RAFAT77@gmail.com](mailto:RANA.RAFAT77@gmail.com)

### **Abstract :**

Energy is the basis of development and a ruler element of economic growth, so securing energy supplies is one of the most pressing issues in the world, in order to protect its national security and secure the needs of future generations. The architect is responsible for designing facilities capable of meeting the needs of its users to provide thermal comfort to accomplish their various activities, Therefore He must take into consideration. A basic aspect to operate the building which is energy saving. The fossil energy on which most buildings operate depend is on its way to depletion and needs many years to be consists they are also polluting the environment, The building sector consumes a very large amount of total energy produced from the world's total energy, especially residential buildings. So that improving energy efficiency in residential buildings through energy efficiency and the use of renewable energy systems in design has become a crucial factor to reduce negative environmental impacts. The main objective of the research is the trend towards environmental conservation and sustainable development by meeting the increasing needs of energy by exploiting environmental resources to produce new clean and renewable energies such as solar and biomass systems that are suitable for new cities, and develop strategies to activate these systems at different levels of design with the application of the principles of sustainable environmental design and bioclimatic architecture where the energy efficiency and rationalization in the building depends on its compatibility with the surrounding climate, and natural ventilation methods which significantly affect the energy consumption of buildings. The research focuses on the new urban communities (the new city of Fayoum) and evaluating the energy efficiency of the existing residential buildings, in addition to test them with energy efficiency assessment programs and presenting models and proposals for environmental and sustainable design to become model cities that are environmentally friendly and energy efficient ,and also represent a design model that can be applied to the future extensions of the city and the rest of the new cities in Egypt which has similar climate.

### **Key words:**

Renewable energy - Environmental design - Residential Unit - envelope - Optimizing energy efficiency.

# الهندسة الكهربائية

# Medical, Aromatic, and Narcotic Plants Classification using an Artificial Neural Network

Margret E. Abdel Malek  
A Researcher in Faculty  
of Engineering -Electrical  
Department- Fayoum  
University  
[me1804@fayoum.edu.e](mailto:me1804@fayoum.edu.e)

Dr./ Rania A. Abuelsoud  
prof., Electrical  
Engineering Department,  
Fayoum University  
[raa00@fayoum.edu.eg](mailto:raa00@fayoum.edu.eg)

Dr./ Ahmed A. Nashat  
Associate prof., Electrical  
Engineering Department,  
Fayoum University  
[aan01@fayoum.edu.eg](mailto:aan01@fayoum.edu.eg)

## **Abstract**

Medical, Aromatic, and Narcotic plants are a natural treasure that grows in the desert without human being interference. They can be used in pharmaceutical industries (medicines), medical usage (medical anesthetic), perfumes industries, and cooking. Thus, they are very useful, available, and can be utilized for the sake of human beings. On the other hand, some of these plants are harmful to our bodies and must be strictly prohibited. So, it is necessary to design and implement an image processing system to detect these plants. This system can be applied by the Ministry of Agriculture and Armed Force. After surveying deserts and taking photos of plants by a small camera attached to a drone, they can be inserted into the system to detect the type of captured plant and take action. In this paper, an automatic computer vision system is proposed to identify six types of desert plants. First, a nine-class collected database is prepared. Second, an artificial neural network-based framework, which uses color, DWT, the ratio between the major and the minor axes of the plants, and Tamura statistical texture features, is employed to classify plants. Outcomes and the results of the suggested system have competed with several techniques such as the SVM, the Naive Bayes, the KNN, the decision tree, and discriminant analysis classifiers. Results reveal that the proposed system has the highest overall recognition rate, which is 94.3%, among other techniques.

## **Keywords**

Image segmentation, Features extraction, Medical Plants, Aromatic Plants, Narcotic Plants, DWT, Plants Classification, Computer vision, Artificial neural network.

## **1.INTRODUCTION:**

Medical, Aromatic, and Narcotic plants are very important because of their wide usage in pharmaceutical, medical, perfumes, and food industries. We prepared a database for this program. The database comprises important six types of plants. These are Calotropis, Cannabis, Chamomile, Marjoram, Poppy, and Rosemary. Then we implemented a MATLAB program to classify these plants. We established this program with this set of plants as a start but we can develop this set later. We made this program by extracting the plants' features which vary between texture, colour, oval shape axes ratio surrounded by plant body, and image decomposition by discrete wavelet analysis. This program is implemented by an artificial neural network. This system is done to detect, recognize desert plants, and give their names and it can be used to survey desert, and by those who work in agriculture, medical industries, and others.

## **2.RELATED RESEARCH:**

In the literature, a lot of methods, which depend on the shape, size, colour, and texture features, have been developed for plant classification. There are some works related to this field. Herdiyeni and Wahyuni (2012) used a fusion of fuzzy local binary pattern and fuzzy colour histogram and a probabilistic neural network (PNN) classifier on a dataset of 2448

foliage images (270 \*240 pixels) obtained from medicinal plants from the Indonesian forests to achieve a classification accuracy of 74.5% [1]. Prasvita and Herdiyeni (2013) improved an equivalent mobile application based on former research [2]. Sourcing the kernel descriptor (KDES) as a new characteristic for the extraction method, Le et al. (2014) developed a fully automated plant identification system [3]. The proposed technique was verified on a dataset of 55 medicinal plants from Vietnam and a very high correctness of 98.3% was achieved with a support vector machine (SVM) classifier. Moreover, their algorithm accomplished an exactness of 98.5% on the Flavia dataset, which is the best result printed so far on this dataset [3]. Using the discrete wavelet transform to extract translation-invariant features from a collection of 8 different ornamental plants in Indonesia, Arai et al. (2013) achieved an accuracy of 95.8% using a support vector machines (SVM) classifier [4]. The size of each image was 256\*256 pixels. Du et al. (2013) proposed an approach based on fractal dimension features based on leaf shape and vein patterns for the recognition and classification of plant leaves [5]. Manipulating a k-nearest neighbour classifier with 20 features, they were able to reach a high recognition rate of 87.1%. Using a volumetric fractal dimension methodology to produce a texture signature for a leaf and the Linear Discriminant Analysis (LDA) algorithm, Backes et al. (2009) were able to beat traditional approaches that were based on Gabor filters and Fourier analysis [6]. Using a k-nearest neighbour (KNN) classifier, Munisami et al. (2015) achieved an accuracy of 87.3% on a dataset of 640 leaves taken from 32 different plant species [7]. They used the shape and colour information only. The images were gotten using a smartphone camera with a resolution of 1980\*1024. Hernandez-Serna and Jimenez-Segura (2014) reached an accuracy level of 92.9% using the Flavia dataset [8]. Sixteen inputs (6 geometrical, 8 texture, and 2 morphological features) were fed to an artificial

neural network (ANN) with 60 nodes in the hidden layer and a learning rate of 0.1 over 50000 generations. Using the same dataset, Chaki et al. (2015) achieved an overall accuracy of 97.6% using a Neuro-Fuzzy classifier (NFC) with a 44-element texture vector and a 3-element shape vector [9]. Using shape features only on the Flavia dataset and Pattern Net (a flavour of neural network), Siravenha and Carvalho [10] reached a similar accuracy as Chaki et al. [9]. Their feed-forward neural network had two hidden layers with 26 neurons in each one and it was trained over 100 epochs. Interesting work was done by Carranza-Rojas and Mata-Montero (2016) in which they created two datasets: a clean one and a noisy one [11]. They applied the Histogram of Curvature over Scale (HCoS) algorithm to get contour information and the local binary pattern variance (LBPV) to extract texture information. In the best situation, the clean dataset outperformed the noisy dataset by only 7.3%. This suggests that images taken directly using a smartphone can produce satisfactory levels of accuracy compared with images that are manually processed in a lab and then classified. Earlier, Amin and Khan (2013) have used a distributed hierarchical graph neuron (DHGN) to take curvature information using 64 feature vectors and the k-nearest neighbour classifier with Canberra distance to obtain an accuracy of 71.5% [12].

In working with plant identification that is based on the leaf images, the most difficult part is to represent the leaf with the robust features. Wu et. Al. [13] focused on extracting 5 basic geometric features of a leaf which contain the following: diameter, length, width, area, and perimeter. Based on these geometric features, they also came up with 12 morphological features that can be used for leaf recognition. The trial result shows that his algorithm is effective with an accuracy greater than 90% on 32 kinds of plants. Hati et. G. [14] made plant leaf recognition using image processing on an artificial neural network. In describing the

structure and shape of the leaf, they make use of aspect ratio, circularity, Base angle, Apex ratio, Apex angle, Width ratio, and Moment ratio. They did a recognition accuracy of 92%. Kadir et. al. [15] in their research combined shape and vein, colour, and texture features to classify a leaf. A neural network called Probabilistic Neural Network (PNN) was used as the classifier and the result gives 93.75% accuracy.

In this paper, we propose a novel ANN adapted to fine-grained feature-based representation for classifying different species of desert plants that can be used in different fields. To show the power of the proposed classification system, we collected from the internet a database, comprising of 520 images of the six-selected -plants with different directions. The suggested pattern makes use of the Tamura’s contrast, coarseness, and the direction visual perceptual texture features to correct labelling the data [16],[17] & [18]. The rest of the paper is ordered as follows: Sec. 3 illustrates an overview of the proposed system for classifying the selected plants and their shapes. In Sec. 4, the algorithm steps begin with images acquisition. Then, these images go through preprocessing operations to be ready for analysis (crop and segmentation). In Sec. 5, extracting features which consist of measured values (for each shape of the plant) to be used in the feature vector F. In Sec. 6, an explanation for the medical, aromatic, and narcotic plants classification algorithm, how it works, and its block diagram. In Sec. 7, the proposed classification system is tested and compared against other supervised classification algorithms, such as SVM, Naive Bayes, KNN, decision tree, and discriminant analysis classifiers then analyzed. Finally, Sec. 8 offers a conclusion.

### 3. THE PROPOSED MEDICAL, AROMATIC, AND NARCOTIC PLANTS CLASSIFICATION SYSTEM:

we propose in this article, a classification system for Medical, Aromatic, and Narcotic Plants that perform the visual perception of the human operator in making decisions at a very fast rate. A computer vision system for Medical, Aromatic, and Narcotic Plants is realized generally based on several processes. The head part for computer vision machines is the image segmentation tracked by image classification. An artificial neural network is then used for plant classification decision, which depends upon colour, Tamura statistical texture features, DWT, and major/minor axes ratio. Fig 1 shows some of the used samples in the proposed system.



Fig. 1: Samples of our concerned plants

#### **4.IMAGES ACQUISITION, CROP, AND SEGMENTATION:**

##### **4.1 Images Acquisition:**

A database of medical, aromatic, and narcotic plants is collected from different internet sites. The database is comprised of 520 images, with different shapes. the training dataset is 70% of the total dataset, while the testing dataset is around 30%.

##### **4.2 Image Crop:**

Our concerned plants consist of many forms. One of them is found separately as flower-like Chamomile. Another kind is Rosemary which consists of small sticks assembled in a bush. Calotropis has 3 forms (flower, fruit & leaf) assembled in a small tree and Poppy has 2 forms (fruit & flower). But Cannabis & Marjoram possess leaves of different shapes. In this stage, we concentrate on the plant itself by cropping it then segmentation by MATLAB.

##### **4.3 Image Segmentation:**

This module has two phases. First, we extract the plant from the background. The segmenting of the plant is achieved by identifying a polygonal mask created interactively and manually. MATLAB reads the image and displays it, along with directions to specify the initial contour location. We specify the contour for the plant manually then create the polygonal mask. Fig. 2 shows the mask steps that are used for the segmentation.



(a) (b) (c)

Fig. 2: The Segmentation Mask.

(a) represents the initial image.

(b) image after determining the manual contour.

(c) binary mask.

Second, a function is applied to re-establish the initial input plant image. This is done by

reading the created binary mask image pixel by pixel. A pixel is recognized as a background if its level value is zero. Otherwise, equate the level value of that pixel with the initial one.



Fig. 3: The Final Segmented Plant.

The training dataset is attached to this link: [https://drive.google.com/drive/folders/1mZI6GFeRbZcLpTNIVy3YjV\\_lxIFBz5zV](https://drive.google.com/drive/folders/1mZI6GFeRbZcLpTNIVy3YjV_lxIFBz5zV).

The dataset has 152 of Calotropis (flowers, fruits & leaves), 76 of Cannabis, 71 of Chamomile, 72 of Marjoram, 106 of Poppy (flowers & fruits), 43 of Rosemary. They are all in RGB colour mode.

#### **5.EXTRACTING FEATURES:**

##### **5.1 Colour:**

Intensity matrices for the R, G, and B colour system of all images in the dataset are calculated. Each image has three matrices, one for each colour component. The mean of each colour component for each image is calculated and is considered as a feature [AVGR2, AVGG2, AVGB2].

##### **5.2 Tamura Statistical Texture Feature:**

texture-based methods assist in surface, shape, and plant class determination. Statistical texture analysis is the most popular method used for image recognition. Tamura contrast, coarseness, and direction features are three quantitative second-order statistical texture measures for image classification. They are built on psychological analyses of human observation so they are 3 feature vectors in our research.

**5.2.1 Coarseness** mainly connects with the distance in grey levels of spatial variants, which is completely connected with the size of the original components making the texture. It has the exact association to measure and replication rates and the most essential texture

characteristic. An image will include repetitive textures model at several scales, coarseness objects to recognize the largest size at which a texture is existent, even where a smaller micro-texture is:

$$A_K(x, y) = \sum_{i=x-2^{k-1}}^{x+2^{k-1}-1} \sum_{j=y-2^{k-1}}^{y+2^{k-1}-1} \frac{f(i, j)}{2^{2k}} \quad (1)$$

Where  $2^k * 2^k$  size is the mean of neighbourhood

$$E_{k,h}(x, y) = |A_k(x + 2^{k-1}, y) - A_k(x - 2^{k-1}, y)| \quad (2)$$

This equation (2) computes the variance between pairs of averages equivalent to non-overlying neighbourhoods. [Fcoarseness]

### 5.2.2 Contrast

calculates the distribution of grey degrees that differs in an image and to what limit its pervasion is biased to black or white. The second-order and normalized fourth-order central moments of the grey degrees are used to state the contrast.

$$\text{Contrast} = \sigma / (\alpha_4)^n \quad (3)$$

$$\alpha_4 = \mu_4 / \sigma^4$$

where  $\mu_4$  is the 4th instant about the mean and  $\sigma^2$  is the variance  $n=1/4$  to give the nearest value according to Tamura.[16] [Fcontrast]

### 5.2.3 Directionality

is achieved by checking the sharp degree of a histogram which is composed of the gradient vectors of all the image pixels. It is given by the following equation:

$$\text{Directionality} = \frac{1 - \text{rn}_{\text{peaks}}}{\sum_{p=1}^{\text{n}_{\text{peaks}}} \sum_{a \in w_p} (a - a_p)^2 H_{\text{Directionality}}(a)} \quad (4)$$

where,  $n_p$ , number of peaks,  $a_p$ , is the point of the peak,  $w_p$ , is the range of the angles ascribed to the Pth peak,  $r$  refers to a normalizing factor linked to quantizing levels of the angles  $a$ , and  $a$  refers to quantized directional angle,

$H_{\text{Directionality}}$ , is the histogram of quantized direction values,  $a$  is formed by counting the number of the edge pixels with the equivalent directional angles [16] [Fdirection].

### 5.3 Discrete Wavelet Transform (DWT):

Using the 2-dimensional DWT (DWT2) to decompose an image will produce 4 sets of coefficients: one is a low-pass component of the image (called approximation coefficients(a)), and the other 3 sets are high-pass components (called details coefficients: horizontal(H), vertical (V), and diagonal (D)). Most information is in the high-pass components. Hence, we can decompose the image by selecting the HP coefficients. Depending upon the size of the image, the process of DWT decomposition can be repeated many times. For our database, it is eight times. Finally, 3 coefficients are gotten (horizontal(H), vertical (V), and diagonal (D)). Another function is implemented to take the average root square of the sum square of these coefficients (AV) which is considered as a feature in our proposed system [AV].

$$AV = \sqrt{(H^2 + V^2 + D^2)} \quad (5)$$

### 5.4 Major/Minor Axes Ratio:

value is given by the major axis length of the oval shape that surrounds the plant over the minor axis of the same shape. These lengths are measured by pixels. Figure 4 shows the Major axis and Minor axis. The ratio is considered as a feature vector [B].

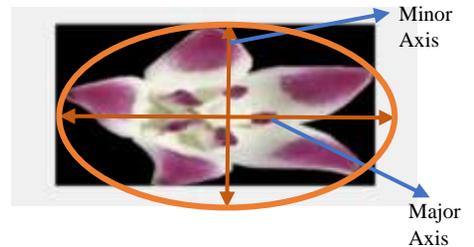


Fig. 4: The Major and Minor axes

## 6. MEDICAL, AROMATIC, AND NARCOTIC PLANTS CLASSIFICATION ALGORITHM:

Figure 5 shows a block diagram for the

proposed classifier. The Levenberg–Marquardt backpropagation optimization algorithm is used for training the recommended artificial neural network. The input layer of the pattern is made up of eight neurons. These are the quality indices of the vector  $F$ , defined by Eq.6 which consists of different measured values taken from each plant class. The model has ten hidden layers. The sigmoid function is worked as the activation function due to its easiness in derivative and its soft-switching ability. The number of neurons of the output layer is nine, which denotes the nine plants class. The output layer generates the real output of the neural network which is then subtracted from the required output (target) to generate the error. The mean squared error is used as a performance function and is directed back into the network hidden layers to renew the weighted sum of the input and bias of each neuron. In this system, the training dataset is 70% of the total dataset, while the testing dataset carried the remaining percentage. Therefore, out of 520 images as the real dataset, 107 (Calotropis-flowers, fruits& leaves), 53 (Cannabis), 49 (Chamomile), 49 (Marjoram), 74 (Poppy-flowers & fruits), and 30 (Rosemary) are used as the training group, while the residual 45 (Calotropis-flowers, fruits& leaves), 23 (Cannabis), 22 (Chamomile), 23 (Marjoram), 32 (Poppy-flowers & fruits) and 13 (Rosemary) are used as the testing set.

Calculate the texture feature vector,  $F$ , for each training plant image.

$$F = [AVGR2, AVGG2, AVGB2, Fcoarseness, Fcontrast, Fdirection, AV, B] \quad (6)$$

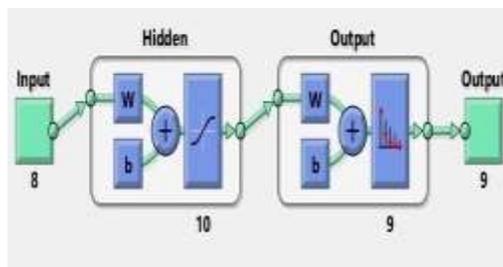


Fig.5 Architecture of the proposed Artificial Neural Network

## **7.EXPERIMENT RESULTS AND DISCUSSION:**

To test the performance of the plant classification system, 158 plants of assorted colours and shapes are selected for testing. Table 1 shows the results of the feature vector ( $F$ ), described by Eq. 6, for the 362 trained plant images. All these features combine to determine which class the image does belong to Table2. which shows the confusion matrix for the suggested artificial neural network for the Medical, Aromatic, and Narcotic Plants classification model. The model achieves a 94.3% overall correctness of the recognition rate. Tables 3, 4, 5, 6, and 7 show the confusion matrices for some other supervised classification algorithms. In this work, the performance of the SVM, the Naive Bayes, the k-nearest neighbors, the decision tree, and the discriminant analysis classifiers are compared with the ANN classifier. Simulation results show that the overall correctness of the model classification accuracy and the class sensitivity of the SVM, the Naive Bayes, the KNN, the discriminant analysis, and the decision tree classifiers are less than the proposed artificial neural network classification system.

Table1.shows the result of the vector (F) for each class

Plants Features	Calotropis Flower (1)	Calotropis Fruit (2)	Calotropis Leaf (3)	Cannabis (4)	Chamomile (5)	Marjoram (6)	Poppy-flower (7)	Poppy-fruit (8)	Rosemary (9)
	Color (Red)	55-122	48-127	33-122	20-111	83-165	47-117	76-164	63-124
Color (Green)	35-107	62-142	38-119	23-141	82-165	80-146	3-86	75-142	22-83
Color (Blue)	24-111	48-106	38-107	8-84	67-134	10-106	4-90	38-125	16-67
Coarseness	30-37	37-44	30-40	7-31	32-40	23-42	32-41	36-44	23-36
Contrast	42-94	37-87	33-70	10.2-79	81-112	36-105	21-78	52-87	30-73
Directivity	0.15-0.39	0.31-0.44	0.31-0.48	0.25-0.5	0.31-0.4	0.09-0.6	0.19-0.48	0.34-0.49	0.35-0.57
DWT (Average)	0-200	0-200	0-124	40-150	100-250	50-160	40-100	0-37	2-90
(Major/Minor)	1.01-1.4	1.1-1.6	1.06-2.2	3.5-7.2	1.04-1.9	1.1-2.6	1-2.6	1.05-1.49	1.2-6

Table 2. Confusion matrix for the suggested artificial neural network

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Class 2	0	15	0	0	0	1	0	0	0	93.8
Class 3	0	1	13	0	0	1	0	0	0	86.7
Class 4	0	0	0	23	0	0	0	0	0	100
Class 5	0	0	0	0	22	0	0	0	0	100
Class 6	1	0	0	1	0	21	0	0	0	91.3
Class 7	2	0	0	0	0	0	16	0	0	88.9
Class 8	1	0	0	0	0	0	0	13	0	92.9
Class 9	0	0	0	0	0	1	0	0	12	92.3
Class Precision %	77.8	93.8	100	95.8	100	87.5	100	100	100	Overall correctness= 94.3%

Table 3. Confusion matrix for the SVM classifier

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Class 2	0	16	0	0	0	0	0	0	0	100
Class 3	0	0	11	0	2	2	0	0	0	73.3
Class 4	0	0	0	23	0	0	0	0	0	100
Class 5	0	0	0	0	21	0	0	1	0	95.5
Class 6	0	0	1	1	0	20	0	1	0	87.0
Class 7	1	0	0	0	0	0	17	0	0	94.4
Class 8	0	0	0	0	0	0	0	14	0	100
Class 9	0	0	0	1	0	1	0	0	11	84.6
Class Precision %	93.3	100	91.7	92	91.3	87	100	87.5	100	Overall correctness = 93.0%

Table 4. Confusion matrix for the discriminant analysis classifier

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Class 2	0	10	2	0	0	4	0	0	0	62.5
Class 3	0	0	12	0	1	2	0	0	0	80.0
Class 4	0	0	0	23	0	0	0	0	0	100
Class 5	0	0	0	0	21	0	0	1	0	95.5
Class 6	0	0	0	0	1	21	0	1	0	91.3
Class 7	4	0	0	0	0	0	14	0	0	77.8
Class 8	0	0	2	0	0	0	0	12	0	85.7
Class 9	0	0	0	1	0	0	0	0	12	92.3
Class Precision %	77.8	100	75.0	95.8	91.3	77.8	100	85.7	100	Overall correctness = 88.0%

Table 5. Confusion matrix for the KNN classifier

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	13	0	1	0	0	0	0	0	0	92.9
Class 2	0	9	2	1	0	4	0	0	0	56.3
Class 3	0	4	5	0	2	4	0	0	0	33.3
Class 4	0	0	0	23	0	0	0	0	0	100
Class 5	0	0	0	0	21	0	0	1	0	95.5
Class 6	0	2	1	4	0	16	0	0	0	69.6
Class 7	5	0	0	0	0	0	13	0	0	72.2
Class 8	0	2	1	0	0	0	0	11	0	78.6
Class 9	0	0	2	2	0	1	0	0	8	61.5
Class Precision %	72.2	52.9	41.7	76.7	91.3	64.0	100	91.7	100	Overall correctness = 75.3%

Table 6. Confusion matrix for the Naive Bayes classifier

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	12	0	1	0	0	0	0	0	1	85.7
Class 2	0	7	3	0	0	6	0	0	0	43.8
Class 3	0	0	7	0	0	8	0	0	0	46.7
Class 4	0	0	0	23	0	0	0	0	0	100
Class 5	0	0	0	0	22	0	0	0	0	100
Class 6	0	1	3	0	0	18	0	0	1	78.3
Class 7	5	0	1	1	0	0	10	0	1	55.6
Class 8	0	0	5	0	0	0	0	9	0	64.3
Class 9	0	0	0	2	0	1	0	0	10	76.9
Class Precision %	70.6	87.5	35.0	88.5	100	54.5	100	100	76.9	Overall correctness = 74.7%

Table 7. Confusion matrix for the decision tree classifier

Actual Class	Predicted class									Class Sensitivity%
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	
Class 1	11	0	2	0	0	0	0	0	1	78.6
Class 2	2	9	0	0	0	5	0	0	0	56.3
Class 3	2	0	4	0	0	9	0	0	0	26.7
Class 4	0	0	2	21	0	0	0	0	0	91.3
Class 5	2	0	0	0	20	0	0	0	0	90.9
Class 6	0	2	1	0	0	19	0	0	1	82.6
Class 7	4	0	0	0	0	0	14	0	0	72.8
Class 8	0	0	8	0	0	0	0	6	0	42.9
Class 9	0	0	6	2	0	1	0	0	4	30.8
Class Precision %	52.4	81.8	17.4	91.3	100	55.9	100	100	66.7	Overall correctness = 68.4%

Sensitivity and precision are two statistical performing methods for classification tests. Sensitivity is defined as the capability of the prediction pattern to pick the instance of a certain class from the dataset. It is the proportion of the actual positive classes which are correctly classified. On the other hand, precision is defined as the proportion of the predicted positive classes which are correctly classified. They are given by:

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (7)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (8)$$

Where TP, FP, and FN are the numbers of the true positive, the false positive, and the false-negative predictions for the studied class, in turn. Our suggested neural network has a sensitivity of 100% for classes 1, 4, and 5. Then the sensitivity is dropping gradually to reach 93.8% in 2nd class (Calotropis-fruit) as a test sample is misclassified as 6th class (Marjoram). It reaches 92.9% in the 8th class (Poppy-fruit). Also, it degrades to 92.3% in the 9th class (Rosemary). It is dropping to 91.3%

in the 6th class (Marjoram) and 88.9% in the 7th class (Poppy-flower). Finally, it reaches 86.7% in the 3rd class (Calotropis-leaf) that is the least sensitivity value in the suggested system. This is because a Calotropis-leaf sample is misclassified as Marjoram, and another sample of Calotropis-leaf is also misclassified as Calotropis- fruit.

Specificity and overall prediction accuracy for the class are other important statistical methods that clarify the execution of a classifier. They are used for binary classifiers. Specificity is described as the proportion of real negative classes (all except the positive class) that are correctly detected, while overall class prediction accuracy is defined as the proportion of the total number of correct predictions. Negative Predictive Value is defined as the proportion of negative classes that were correctly identified. They are given by:

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{(TN+FP)} \quad (9)$$

$$\text{Overall Prediction Accuracy} = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (10)$$

$$\text{Negative Predictive Value} = \frac{TN}{(TN + FN)} \quad (11)$$

To demonstrate the performance of the suggested ANN classification model, the (9×9) confusion matrices, shown in table 2., are transformed into four (2×2) confusion matrices. Tables 8 to 16 show the nine binary confusion matrices, each for our 9 plant classes, for the ANN, respectively. Tables 8 to 16, also, show that the overall class prediction accuracy for the proposed ANN. The classification of the plants is highly correct and true and the misclassification rate, which is the complement of the prediction accuracy, is minimum. Overall prediction accuracy for each class is 97.47%, 98.73%, 98.73%, 99.37%, 100%, 96.84%, 98.73%, 99.37%, and 99.37% respectively.

Tables 8 to16 show the Binary confusion matrix for the proposed artificial neural network

Table8. Class (1): Calotropis-flower

Actual Class	Predicted Class		
	Class 1	Not Class 1	
Class1	TP = 14	FN = 0	Sensitivity = 100%
Not Class 1	FP = 4	TN = 140	Specificity = 97.22%
	Precision = 77.8%	Negative predictive Value = 100%	Overall prediction accuracy = 97.47%

Table9. Class (2): Calotropis-fruit

Actual Class	Predicted Class		
	Class 2	Not Class 2	
Class 2	TP = 15	FN = 1	Sensitivity = 93.8%
Not Class 2	FP = 1	TN = 141	Specificity = 99.30%
	Precision = 93.8%	Negative predictive	Overall prediction

	Value = 99.30%	accuracy = 98.73%
--	----------------	-------------------

Table10. Class (3): Calotropis-leaf

Actual Class	Predicted Class		
	Class 3	Not Class 3	
Class 3	TP = 13	FN = 2	Sensitivity = 86.7%
Not Class 3	FP = 0	TN = 143	Specificity = 100%
	Precision = 100%	Negative predictive Value = 98.62%	Overall prediction accuracy = 98.73%

Table11. Class (4): Cannabis

Actual Class	Predicted Class		
	Class 4	Not Class 4	
Class 4	TP = 23	FN = 0	Sensitivity = 100%
Not Class 4	FP = 1	TN = 134	Specificity = 99.26%
	Precision = 95.8%	Negative predictive Value = 100%	Overall prediction accuracy = 99.37%

Table12. Class (5): Chamomile

Actual Class	Predicted Class		
	Class 5	Not Class5	
Class 5	TP = 22	FN = 0	Sensitivity = 100%
Not Class 5	FP = 0	TN = 136	Specificity = 100%
	Precision = 100%	Negative predictive Value = 100%	Overall prediction accuracy = 100%

Table13. Class (6): Marjoram

Actual Class	Predicted Class		
	Class 6	Not Class 6	
Class 6	TP = 21	FN = 2	Sensitivity = 91.3%
Not Class 6	FP = 3	TN = 132	Specificity = 97.78%
	Precision = 87.5%	Negative predictive	Overall prediction

	Value = 98.51%	accuracy = 96.84%
--	----------------	-------------------

Table14. Class (7): Poppy-flower

Actual Class	Predicted Class		
	Class 7	Not Class 7	
Class 7	TP = 16	FN = 2	Sensitivity = 88.9%
Not Class 7	FP = 0	TN = 140	Specificity = 100%
	Precision = 100%	Negative predictive Value = 98.59%	Overall prediction accuracy = 98.73%

Table15. Class (8): Poppy-fruit

Actual Class	Predicted Class		
	Class 8	Not Class 8	
Class 8	TP = 13	FN = 1	Sensitivity = 92.9%
Not Class 8	FP = 0	TN = 144	Specificity = 100%
	Precision = 100%	Negative predictive Value = 99.31%	Overall prediction accuracy = 99.37%

Table16. Class (9): Rosemary

Actual Class	Predicted Class		
	Class 9	Not Class 9	
Class 9	TP = 12	FN = 1	Sensitivity = 92.3%
Not Class 9	FP = 0	TN = 145	Specificity = 100%
	Precision = 100%	Negative predictive Value = 99.32%	Overall prediction accuracy = 99.37%

TP, TN, FN, and FP stand for true positive events, true negative events, false-negative events, and false-positive events.

Figure 6 shows another criterion to present the classification result which is ROC curves for the proposed ANN. the receiver operating characteristic (ROC) curve is a metric used to examine the quality of the classifier. It is the TP rate or the sensitivity against the FP rate or (1-specificity), which is the probability of false alarm, for the different possible cut-points of the test dataset. The proposed ANN classifier is

perfectly accurate for class 5 (olive) since the area under the ROC curve equals one. However, the area under the curve for the fourth class (lime) is 0.99, which is very close to one. Whereas class 6 (chocolate), is the least in specificity and sensitivity followed by class 3. Class 4&1 have a 100% sensitivity but in specificity 99.37% & 97.22% respectively. Class 8 ,9, 7&3 have a 100% specificity but sensitivity of 92.9%, 92.3%,88.9% & 86.7% respectively. Hence, the ANN model is better than all the former classifiers in differentiating between the right class and not the right class. The ANN model is the more perfect measure of separability between classes than the other supervised classification algorithms.

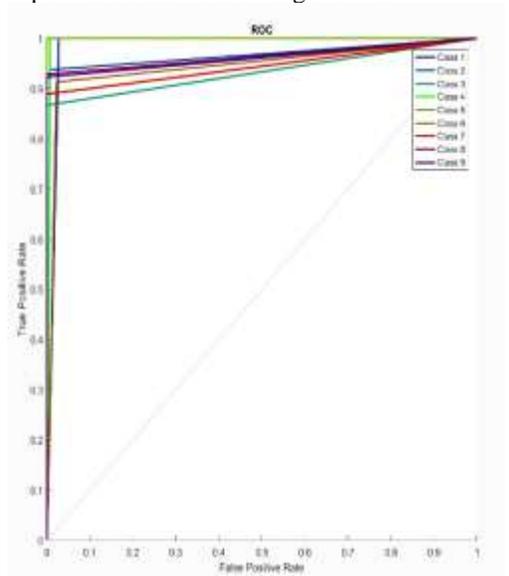


Fig.6 ROC of the proposed ANN classification model

Table17. color representation of classes

Classes	Color Name	Color
Class1(Calotropis-Flower)	blue	
Class2(Calotropis-Fruit)	teal	
Class3(Calotropis-Leaf)	green	
Class4(Cannabis)	lime	
Class5(Chamomile)	olive	
Class6(Marjoram)	chocolate	
Class7(Poppy-Flower)	red	

Class8(Poppy-Fruit)	red-violet	
Class9(Rosemary)	purple	

### **8. CONCLUSION:**

An artificial neural network-based system for the classification of Medical, Aromatic, and Narcotic Plants has been discussed. This research is unique as it is a mixture of features that varies among texture, color, axes length, and DWT. Also, the research includes a dataset that was collected randomly from the internet and cropped manually then segmented by a MATLAB function. All these tasks were performed by the research's authors. Otherwise, most researchers download a ready dataset and compose the algorithm or use a smartphone camera to take photos of samples to compose the dataset. It is considered that the ANN algorithm uses 10 neurons only in the hidden layer but achieves Overall correctness of 94.3%. similar researches concerned with leaf shape or leaves only. But this research combines different forms of plants like flowers, sticks, leaves, and fruits. Hati et. G. [14] made plant leaf recognition using image processing on an artificial neural network. In describing the structure and shape of the leaf, they make use of aspect ratio, circularity, Base angle, Apex ratio, Apex angle, Width ratio, and Moment ratio. They did a recognition accuracy of 92%. Kadir et. al. [15] in their research combined shape and vein, colour, and texture features to classify a leaf. A neural network called Probabilistic Neural Network (PNN) was used as the classifier and the result gives 93.75% accuracy. The excellency of this research appears in its ability to distinguish the plants at a high rate although it trained with 362 images which are considered a relatively small number. The proposed model uses Tamura's texture features, RGB color, DWT, and major/minor axes ratio properly to discriminate among nine classes of different shapes of Medical, Aromatic, and Narcotic Plants. The system has optimal performance as compared

with other supervised classification algorithms as the SVM, the Naive Bayes, the KNN, the decision tree, and the discriminant analysis classifiers. The overall class recognition accuracy of 100% is obtained by Chamomile, while it is 97.47% for Calotropis-flower, 98.73% for Calotropis-fruit, 98.73% for Calotropis-leaf, 99.37% for Cannabis, 96.84% for Marjoram, 98.73% for Poppy-flower, 99.37% for Poppy-fruit, 99.37% for Rosemary classes. The simplicity and the high recognition rate of the classification of 158 test samples, make it appropriate for implementing a productive and profitable computer vision machine for the pharmaceutical industry and agriculture. Future directions will focus on increasing the no. of training images and increasing the no. of plant species and using deep learning methods to supervised/semi-supervised machine learning algorithms. Increasing the no. of training images to enhance the classification rate and to minimize the misclassification of Medical, Aromatic, and Narcotic Plants application.

## References:

- [1] Y. Herdiyeni and N. K. S. Wahyuni, "Mobile application for Indonesian medicinal plants identification using Fuzzy Local Binary Pattern and Fuzzy Color Histogram," *2012 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, pp. 301-306, 2012, Depok, Indonesia.
- [2] Prasvita, Desta Sandya, and Yeni Herdiyeni. "Medleaf: mobile application for medicinal plant identification based on leaf image." *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 3.2, pp.5-8, 2013, Indonesia.
- [3] Le, Thi-Lan, Duc-Tuan Tran, and Van-Nam Hoang. "Fully automatic leaf-based plant identification, application for Vietnamese medicinal plant search." *Proceedings of the fifth symposium on information and communication technology*, pp. 146-154, 2014, Vietnam.
- [4] Arai, Kohei, Indra Nugraha Abdullah, and Hiroshi Okumura. "Identification of ornamental plant functioned as medicinal plant based on redundant discrete wavelet transformation." *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence* 2.3, pp.60-64, 2013, Japan.
- [5] Du, Ji-xiang, Chuan-Min Zhai, and Qing-Ping Wang. "Recognition of plant leaf image based on fractal dimension features." *Neurocomputing* 116, pp.150-156, 2013, China.
- [6] Backes, Andre Ricardo, Dalcimar Casanova, and Odemir Martinez Bruno. "Plant leaf identification based on volumetric fractal dimension." *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence* 23.06, pp.1145-1160, 2009, Brazil.
- [7] Munisami, Trishen, et al. "Plant leaf recognition using shape features and colour histogram with K-nearest neighbour classifiers." *Procedia Computer Science* 58, pp.740-747, 2015, Mauritius
- [8] Hernández-Serna, Andrés, and Luz Fernanda Jiménez-Segura. "Automatic identification of species with neural networks." *PeerJ* 2, e563, 2014, Colombia.
- [9] Chaki, Jyotismita, Ranjan Parekh, and Samar Bhattacharya. "Plant leaf recognition using texture and shape features with neural classifiers." *Pattern Recognition Letters* 58, pp. 61-68, 2015, India.
- [10] Siravenha, Ana Carolina Quintao, and Schubert R. Carvalho. "Exploring the use of leaf shape frequencies for plant classification." *2015 28th SIBGRAP Conference on Graphics, Patterns and Images. IEEE*, pp. 297-304, 2015, Salvador.
- [11] Carranza-Rojas, Jose, and Erick Mata-Montero. "Combining leaf shape and texture for Costa Rican plant species identification." *CLEI Electronic journal* 19.1, pp.7-7, 2016, Costa Rica.
- [12] Amin, Anang Hudaya Muhamad, and Asad I. Khan. "One-shot classification of 2-D leaf shapes using distributed hierarchical graph neuron (DHGN) scheme with k-NN classifier." *Procedia Computer Science* 24, pp.84-96, 2013, Malaysia.

[13] S. G. Wu, F. S. Bao, E. Y. Xu, Y. Wang, Y. Chang and Q. Xiang, "A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network," 2007 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology, pp. 11-16, 2007, Giza.

[14] Hati, Shayan, and G. Sajeevan. "Plant recognition from leaf image through artificial neural network." *International Journal of Computer Applications* 62.17, pp.8887, 2013, India.

[15] Kadir, Abdul, et al. "Leaf classification using shape, color, and texture features." arXiv preprint arXiv:1401.4447, 2013, Indonesia.

[16] Bagri, Neelima, and Punit Kumar Johari. "A comparative study on feature extraction using texture and shape for content based image retrieval." *International Journal of Advanced Science and Technology* 80.4, pp.41-52, 2015, *India*.

[17] Kebapci, Hanife, Berrin Yanikoglu, and Gozde Unal. , "Plant Image Retrieval Using Color, Shape and Texture Features," in *The Computer Journal*, vol. 54, no. 9, pp. 1475-1490, Sept. 2011 Turkey.

[18] Karmakar, Priyabrata, et al. "Improved tamura features for image classification using kernel based descriptors." 2017 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA). IEEE, 2017, China

## تصنيف النباتات الطبية والعطرية والمخدرة باستخدام شبكة عصبية إصطناعية

النباتات الطبية والعطرية والمخدرة كنز طبيعي ينمو في الصحراء دون تدخل الإنسان فيمكن إستخدامها في الصناعات الدوائية (الأدوية) وأيضاً الإستخدام الطبي (التخدير الطبي) وصناعات العطور و الطبخ وبالتالي فهي مفيدة للغاية ومتاحة ويمكن إستخدامها من أجل البشر ومن ناحية أخرى ، فإن بعض هذه النباتات ضارة بأجسامنا ويجب منعها تماماً. لذلك من الضروري تصميم وتنفيذ نظام معالجة الصور لإكتشاف هذه النباتات حيث يمكن تطبيق هذا النظام من قبل وزارة الزراعة، فيعد مسح الصحاري والنقاط صور للنباتات بواسطة كاميرا صغيرة متصلة بطائرة بدون طيار يمكن إدخالها في نظام لاكتشاف نوع النبات الذي تم إنتقاطها وإتخاذ الإجراءات اللازمة. في هذا البحث ، تم اقتراح نظام رؤية حاسوبي آلي لتحديد ستة أنواع من النباتات الصحراوية. أولاً ، يتم إعداد قاعدة بيانات مجمعة من تسعة أنواع . ثانياً ، يتم استخدام إطار عمل قائم على الشبكة العصبية الإصطناعية ، والذي يستخدم اللون ، و (DWT(discrete wavelet transform) ، والنسبة بين المحور الرئيسي والثانوي للنباتات ، وخصائص نسيج تامورا الإحصائي ، لتصنيف النباتات ويتم تصنيفها باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية التي تستخدم خوارزمية Levenberg–Marquardt لتحسين الإنتشار العكسي في التدريب حيث تتكون طبقة المدخلات من ٨ خلايا عصبية وهي الخصائص التي تكون عبارة عن قيم مقياس مختلفة مأخوذة من كل فئة نباتية ويحتوي أيضا النموذج على ١٠ طبقات خفيه ويستخدم sigmoid function كدالة التنغيع، أما عن عدد الخلايا العصبية في الطبقة الناتجة (طبقة المخرجات) هو ٩ ، مما يدل على ٩ فئات (نبتة من ٣ أشكال مختلفة و نبتة من شكلين و ٤ نباتات تحمل شكل واحد لكل منها) حيث تولد طبقة المخرجات الناتج الحقيقي للشبكة العصبية والذي يتم طرحه بعد ذلك من الناتج المطلوب (الهدف) لتوليد الخطأ. تم تصميم هذا النظام ب ٥٢٠ صورة كمجموعة بيانات حقيقية (صور حقيقية مجمعة من شبكة الإنترنت)، تشكل مجموعة عينات التدريب ٧٠٪ من إجمالي مجموعهم ، بينما تحمل مجموعة عينات الإختبار النسبة المتبقية ويتم التأكد من كفاءة النظام المصمم وبعد ذلك تتم مقارنة النتائج وأداء النظام المصمم مع تقنيات مختلفة مثل :

(SVM (support vector machine) ، و Naive Bayes ، و KNN ، وشجرة القرار ، ومصنفات التحليل التمييزي. وتظهر النتائج أن النظام المقترح لديه أعلى معدل تمييز إجمالي ، وهو ٩٤,٣٪ ، من بين التقنيات أخرى.

# الهندسة المدنية

## SEDIMENT TRANSPORT FIELDS AROUND OFF-SHORE AND ON-SHORE STRUCTURES

**Mohamed Abdelnaser Elsayed Mortada**

Department of Engineering Mathematics and Physics, Faculty of  
Engineering, Fayoum University.

E-mail: [mae05@fayoum.edu.eg](mailto:mae05@fayoum.edu.eg)

**Professor Dr. Mohamed Eissa Sayed Ahmed**

Professor of Engineering Mechanics, Department of Engineering  
Mathematics and Physics,  
Faculty of Engineering  
Fayoum University

E-mail: [mes00@fayoum.edu.eg](mailto:mes00@fayoum.edu.eg)

**Dr. Mohamed Ahmed Morad**

Department of Civil Engineering– Faculty of Engineering  
Fayoum University

**Dr. Ahmed Mohamed Abdeltawab Alkaisy**

Department of Engineering Mathematics and Physics, Faculty of  
Engineering, Fayoum University.

E-mail: [ama02@fayoum.edu.eg](mailto:ama02@fayoum.edu.eg)

### Abstract

A two-dimensional numerical sediment transport model in the field of off-and on-shore was developed. Sediment defined as fractionated materials of rocks formed by various physical and/or chemical processes. The transport is caused by the effects of gravity and friction with the air or liquid containing that sediments. Hydrodynamical modeling simulates flow velocity which we can use it in the sediment transport model to simulate sediment concentration. This paper reports development of a two-dimensional depth-averaged advection-diffusion equation with source term to simulate the depth-averaged suspended sediment concentration to predict suspended and bed load transport and change of bed elevation. The source term represents the difference between the deposition of the bed surface and the entrainment of the suspended sediment. The fractional step method Sobey (1983), was used to separate this equation into the advection step and diffusion step. The advection step solved using a several finite difference schemes. Then used semi-implicit finite-difference to solve the diffusion step and transform it into linear system equations which solved numerically by a suitable numerical method.

**Keywords:** Sediment transport, Numerical modeling, 2D depth-averaged, Deposition.

## 1. Introduction

Numerical modeling is the best way for analyzing any natural system to understand the process. The numerical simulation uses a variety of empirically derived formulations to build the solution. The validation of that numerical solution with the existing data is necessary to justify the accuracy of that solution. So, we considered the numerical simulation a very effective method to stimulate sediment transport. In numerical modeling of sediment transport, we considered a hydrodynamical and morphodynamical part. The hydrodynamical part deals with waves, wind, tides, and currents. Which wind generates the waves and the properties of that waves depend on the speed of winds and depth of water. The energy of the winds transforms to wave energy and propagate waves in several directions. Breaking waves in the close zone of shoreline or structures are controlling how the sediment is transported. So, the hydrodynamical part simulates flow velocity using many variables. The morphodynamical part represents the change in the bed elevation and fluid dynamics which includes sediment transport. It depends on hydrodynamics variables from the hydrodynamical part and simulation of sediment transport. In this paper, we're focusing on the morphodynamic part which is controlled by the sediment transport rate in the zone due to currents, waves, and sediments. The rate of sediment transport can be defined as the product of instantaneous velocity and the instantaneous sediment concentration. The profile of concentration can be developed from the advection-diffusion equation. The sediment transport is divided into suspended load and bed load. The fractional step method was used to solve the two-dimensional advection-diffusion equation which separates this equation into the advection step and diffusion step. Each step solved by suitable numerical method. Many researchers have developed various analytical and theoretical models based on experimental studies. These

Analytical methods also cannot be applied effectively to real world problems. The reasons for this are that these studies bring many simplifications and are the criteria of these studies tiny. However, we cannot neglect the importance of these analytical and physical studies. Because these tools can be used to validate today's popular complex models. With using the computers, a new era in sediment transport studies began. Computer models. First, the simplest analytical transport of sediments was modeled on a computer. These computer models have proven useful and efficient, such as using computers to model or to simulate. The simulation reduced the time and human energy required to perform the calculation. These computer model simulations and predictions were accurate. Then came the numerical models, which completely changed the world of simulations and modeling. In these numerical methods, we can represent a water system by partial differential equations representing the conservation of mass and the conservation of momentum. We used to solve these partial differential equations using the numerical methods. And it allowed us to solve complex partial differential equations that could not be solved with analytical methods. Numerical modeling implemented. Another advantage of this, we can simulate physical processes with greater precision than experimental and analytical methods. For these reasons, computer modeling is now widely used for all kinds of real-life problems. All the developed analytical mathematical models of sediment transport are based upon the assumption of either steady or quasi steady water flow. The unsteady state of the water flow is difficult to develop an analytical solution because it makes the system complex. In our life problems this assumption is generally not true. This assumption is generally not true for real life problems. To solve this problem the researchers solved sediment transport equations in complex situations by developing numerical methods. This method advances by using computers and requires enormous

calculations. Until now, many numerical models of sediment transport have been developed in one or two-dimension.

In one-dimensional modeling of sediment transport, the average concentration is calculated in vertical directions. This is the simplest type of sediment transport modeling because the equations are used in only one direction. This approach is easy to implement because analytical solutions can be easily developed for one-dimensional differential equations, but this approach cannot be implemented if longitudinal or vertical flow is also important. Garde (1965) developed a one-dimensional numerical model to simulate degradation under almost stable conditions state of flow conditions. Gessler (1971) used a finite difference method to develop a one-dimensional numerical model to predict degradation and aggradation. Analytical and numerical models of sediment transport have been developed. Jansen (1979), Cunge (1980), and De Vries (1989) have examined one-dimensional models. De Vries (1967) used an explicit finite difference scheme to develop a numerical model to calculate the height of the bed and the profile of the water surface during aggregation in the channel. This method was able to produce accurate results by imposition a limitation on the step of time. Cunge (1973) used this model and solved it implicitly using finite difference diagram to overcome the problem of limiting time phases. Swamee (1974) developed a numerical aggregation model against a constant flow dam. He used the iteration method and solved the equation for the value of the small-time step, then smoothed the final bed profile using the sinusoidal Fourier series. Mahmood (1975) developed a numerical model by taking into account the temporal and spatial changes of the suspended load. Used an implicit finite Difference diagram for the numerical solution of the model. Tomas and Prashum (1977) formulated the model of the hydraulic engineering center (HEC-6) in straight coordinates and described it using fine differentiation schemes. This model was

introduced for the movement of sediments at constant speed in rivers with gravel bottoms. Then, Karim and Kennedy (1982) have developed the Iowa ALLUVIAL (IALLUVIAL) model based on rectilinear coordinate system and the Saint Venant flow equations in an almost constant flow. The obvious difference between the IALLUVIAL model and the HEC-6 model there is that HEC-6 solves the differential conservation equation of energy instead of the equation of the moment. Some of the most widely used one-dimensional models are MIKE11 (DHI 2003) (A Modelling System for Rivers and Channels) for the erosion, transport and deposition of sediments in channels and straight rivers. In the two-dimensional model of sediment transport, the sediment concentration is direction averaged, generally vertical, depending on certain needs and flow characteristics. Based on this integration, two-dimensional models can be deeply integrated and laterally integrated two-dimensional models. Applications of two-dimensional models are more complicated than one-dimensional models because this approach requires more resources in all parts. Two-dimensional models are more popular models than others. Struiksmma (1985) developed a two-dimensional sediment transport model to simulate this Extensive bed change at Delft Hydraulics. Shimizu and Itakura (1989) developed a two-dimensional model of bedload transport in the bottom for alluvial channels. Some of the most important two-dimensional sediment transport models are TABS-2 (Thomas and McAnally, 1990), HSCTM2D (Hayter, 1995), CCHE2D (Center for Computational Hydroscience and Engineering) (Wu W., 2001), and MIKE21 (DHI, 2003). CCHE2D sediment transport model is One of the most popular sediment transport models (Wu W, 2001) developed that at the National Center for Computational and Hydroscience Engineering, University of Mississippi. The CCHE2D model has an unsustainable sediment transport model for suspended load and an equilibrium sediment

transport model for bedload. The CCHE2D model can take into account irregular sediment mixtures of many size classes. The exponential difference scheme is used in CCHE2D model to solve the equation of bedload transport. HSCTM2D (Hydrodynamic, Sediment and Contaminant Transport Model) model was developed for the US EPA (Environmental Protection Agency) and it is a vertically integrated two-dimensional finite element model for cohesive sediments. HSCTM2D consists of two parts. First is the hydrodynamic modeling part called HYDRO2D, the other is the pollution and sediment Part of transport modeling known as CS2D. HSCTM2D can be used for both short-term and long-term use simulation.

## 2. Suspended load transport

Floating sediments are relatively smaller, so they are picked up by the current and remain in suspension as they move. It does not respond immediately to wave conditions or flow. The orbital movements caused by waves are responsible for the excitation of the fine grains from the bed and made it floating which affect the concentration of the stream. We can obtain the concentration of suspended sediment transport from a depth-averaged advection-diffusion equation of conservation form as:

$$\frac{\partial hc}{\partial t} + \frac{\partial uhc}{\partial x} + \frac{\partial vhc}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k_x h \frac{\partial c}{\partial x} \right) + (1) \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y h \frac{\partial c}{\partial y} \right) + E - D$$

Where:  $C$  is the depth averaged sediment concentration,  $U, V$  are velocities of the depth averaged flow in  $x$  and  $y$  directions respectively,  $h$  is total depth of water,  $k_x, k_y$  are sediment diffusion coefficient in  $x$  and  $y$  directions respectively,  $E$  is erosion rate of the suspended sediment and  $D$  is deposition rate of the suspended sediment.

$$(2) E = C' \omega$$

$$(3) D = C \omega$$

So, the term  $E-D$  is source-sink term ( $S$ ) and represents exchange rate of water bed by computing erosion and deposition of sediments per unit width.

$$S = E - D = \omega(C' - C) \quad (4)$$

Where:  $\omega$  is settling velocity,  $C', C$  are the depth averaged concentration of sediment under condition of equilibrium and the depth averaged actual concentration of sediment respectively.

## 3. Bed load transport

The governing equation of the bed load transport equation is developed by integrating the three-dimensional equation of sediment transport over the layer of bed load. Which that integrating produce sediment continuity in the layer of bed load and expressed by exner equation as:

$$(1 - p') \frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{\partial(aC_b)}{\partial t} + \frac{\partial q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by}}{\partial y} = D - E \quad (5)$$

$$q_{bx} = \alpha_{cbx} q_b \quad q_{by} = \alpha_{cby} q_b \quad (6)$$

$$q_b = aU_b C_b \quad (7)$$

Where:  $p'$  is the porosity of the bed particle,  $z_b$  is the bed layer depth,  $q_{bx}, q_{by}$  are components of bed load transport rate in  $x, y$  directions respectively,  $\alpha_{cbx}, \alpha_{cby}$  are direction cosines of bed load transport rate in  $x, y$  directions respectively,  $U_b$  is the velocity of bed load transport,  $C_b$  is the depth averaged concentration of sediment above bed layer zone,  $a$  is the depth of bed layer.

## 4. Change of bed elevation

The change of bed elevation calculated with:

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = \frac{\alpha \omega_s (C - C')}{(1 - p')} + \frac{(q_b - q'_b)}{(1 - p') L_t} \quad (8)$$

Where:  $L_t$  = Non equilibrium adaptation coefficient is a length which concentration of sediment changes to equilibrium state from non-equilibrium state.

## 5. Numerical Method

In this paper, the two-dimensional advection-diffusion equation with source term (1), Was solved by the standard split operator (fractional step approach) Sobey (1983), Whereas we solved the hyperbolic part (advection) and parabolic part (diffusion) of the equation of sediment transport separately at each time step. The solution of this equation consists two different phases at each time step: 1 - Advection step: calculating by several methods of finite difference scheme. 2 - Diffusion step: calculating by semi implicit difference method.

The disadvantage of this method is separating these processes which occurring in discrete periods unlike what happens in nature which occur simultaneously. This leads to an additional splitting error that occurs regardless of how precisely the individual steps of equation are solved. So, the splitting error is not essential and is offset by the fact that numerical methods can be developed for divided sub problems that are more efficient than any undivided method. We can rewrite advection-diffusion equation of sediment transport as:

$$(9) \frac{\partial C}{\partial t} + L_c(C) - L_d(C) = 0$$

Advection operator:

$$L_c(C) = \frac{\partial uhC}{\partial x} + \frac{\partial vhc}{\partial y} \quad (10)$$

Diffusion operator:

$$L_d(C) = \frac{\partial}{\partial x} \left( k_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + E - D \quad (11)$$

Using the Taylor series expansion equation (9) can be written for the nth time step as:

$$\frac{C^{n+1} - C^n}{\Delta t} + L_c(C^n) - L_d(C^n) = \frac{\Delta t}{2} \frac{\partial^2 C^n}{\partial t^2} + \dots = O(\Delta t) \quad (12)$$

Introducing  $C'$  as auxiliary variable and then separate (12) to two equations as:

Advection step:

$$\frac{c' - c^n}{\Delta t} + L_c(C^n) = 0 \quad (13)$$

Diffusion step:

$$\frac{c' - c^n}{\Delta t} - L_d(C^n) = 0 \quad (14)$$

### 5.1 Advection Step Solution

Many researchers demonstrated several methods to solve the advection equation. A conservative form of advection of scalar concentration or density function  $C(x, t)$  can be written, in general:

$$C_t + \nabla \cdot (UC) = 0 \quad (15)$$

For incompressible flow, advection equation in 2D is:

$$C_t + (UC)_x + (VC)_y = 0 \quad (16)$$

For compressible flow, advection equation in 2D is:

$$C_t + UC_x + VC_y = 0 \quad (17)$$

To obtain a first order method, we use the finite difference method and replacing  $C_t$  by a forward in time approximation

$$C_t = \frac{C_{i,j}^{n+1} - C_{i,j}^n}{\Delta t}$$

And  $C_x, C_y$  by forward approximation

$$C_x = \frac{C_{i+1,j}^n - C_{i,j}^n}{\Delta x} \quad C_y = \frac{C_{i,j+1}^n - C_{i,j}^n}{\Delta y}$$

So, we get upwind scheme

$$C_{i,j}^{n+1} = C_{i,j}^n - U \frac{\Delta t}{\Delta x} (C_{i+1,j}^n - C_{i,j}^n) - V \frac{\Delta t}{\Delta y} (C_{i,j+1}^n - C_{i,j}^n) \quad (18)$$

To obtain Lax-Friedrich method we replace  $C_{i,j}^n$  by the average

$$C_{i,j}^n = \frac{1}{4} (C_{i+1,j}^n + C_{i-1,j}^n + C_{i,j+1}^n - C_{i,j-1}^n) \quad (19)$$

$$C_{ij}^{n+1} = \frac{1}{4}(C_{i+1,j}^n + C_{i-1,j}^n + C_{i,j+1}^n - C_{i,j-1}^n) - U \frac{\Delta t}{2\Delta x}(C_{i+1,j}^n - C_{i-1,j}^n) - V \frac{\Delta t}{2\Delta y}(C_{i,j+1}^n - C_{i,j-1}^n) \quad (20)$$

To get second order accuracy with x and y we used Lax-Wendroff scheme as

$$C_{ij}^{n+1} = C_{ij}^n - U \frac{\Delta t}{2\Delta x}(C_{i+1,j}^n - C_{i-2,j}^n) - V \frac{\Delta t}{2\Delta y}(C_{i,j+1}^n - C_{i,j-1}^n) + U^2 \frac{\Delta t^2}{2\Delta x^2}(C_{i+1,j}^n - 2C_{i,j}^n + C_{i-1,j}^n) + V^2 \frac{\Delta t^2}{2\Delta y^2}(C_{i,j+1}^n - 2C_{i,j}^n + C_{i,j-1}^n) + VU \frac{\Delta t}{4\Delta x\Delta y}(C_{i+1,j}^n + C_{i-1,j}^n + C_{i,j+1}^n - C_{i,j-1}^n) \quad (21)$$

## 5.2 Diffusion Step

The second part in advection diffusion equation of sediment transport is a diffusion part. It's described by the parabolic equation as:

$$\frac{\partial hc}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(k_x h \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_y h \frac{\partial c}{\partial y}) + S \quad (22)$$

We used semi implicit finite difference scheme to solve this equation. So, we rewrite equation (22) as

$$\frac{\partial hc}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} M_x + \frac{\partial}{\partial y} M_y \quad (23)$$

Which

$$M_x = k_x h \frac{\partial c}{\partial x} \quad M_y = k_y h \frac{\partial c}{\partial y} \quad (24)$$

With forward finite difference for equation (23)

$$\frac{C^{n+1}(i,j)h(i,j) - C^n(i,j)h(i,j)}{\Delta t} = \frac{M_x(i+1,j) - M_x(i,j)}{\Delta x} + \frac{M_y(i,j+1) - M_y(i,j)}{\Delta y} + E(i,j) - D(i,j) \quad (25)$$

Using

$$M_x = k_x h \frac{\partial C}{\partial x} = k_x h [\theta C_x^{n+1} + (1-\theta)C_x^n]$$

$$M_x = k_x(i,j)h(i,j) \left[ \theta \left( \frac{C_{ij}^{n+1} + C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{ij}^n + C_{i-1,j}^n}{\Delta x} \right) \right] \quad (26)$$

$$M_y = k_y(i,j)h(i,j) \left[ \theta \left( \frac{C_{ij}^{n+1} + C_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{ij}^n + C_{i,j-1}^n}{\Delta y} \right) \right] \quad (27)$$

Using equation (26) and (27) in (25)

$$\frac{C^{n+1}(i,j)h(i,j) - C^n(i,j)h(i,j)}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta x} \left\{ k_x(i+1,j)h(i+1,j) \left[ \theta \left( \frac{C_{i+1,j}^{n+1} + C_{i,j}^{n+1}}{\Delta x} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{i+1,j}^n + C_{i,j}^n}{\Delta x} \right) \right] - k_x(i,j)h(i,j) \left[ \theta \left( \frac{C_{i,j}^{n+1} + C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{i,j}^n + C_{i-1,j}^n}{\Delta x} \right) \right] \right\} + \frac{1}{\Delta y} \left\{ k_y(i,j+1)h(i,j+1) \left[ \theta \left( \frac{C_{i,j+1}^{n+1} + C_{i,j}^{n+1}}{\Delta y} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{i,j+1}^n + C_{i,j}^n}{\Delta y} \right) \right] - k_y(i,j)h(i,j) \left[ \theta \left( \frac{C_{i,j}^{n+1} + C_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y} \right) + (1-\theta) \left( \frac{C_{i,j}^n + C_{i,j-1}^n}{\Delta y} \right) \right] \right\} \quad (28)$$

We can rearrange equation (28) to separate unknown terms  $C^{n+1}$  as:

$$PU^+(i,j)C^{n+1}(i+1,j) + PU^-(i,j)C^{n+1}(i-1,j) + PV^+(i,j)C^{n+1}(i,j+1) + PV^-(i,j)C^{n+1}(i,j-1) + C^{n+1}(i+1,j) = B(i,j) \quad (29)$$

Where B (i, j) is known term of  $C^n(i,j)$  Equation (29) represents linear system equations,  $Ax=B$  and it can be solved

numerically by biconjugate gradient stabilized method (Bi-CGTAB) method. Which it combines ideas of both CGS and SOR. (BiCGStab) algorithm is a variation of Conjugate Gradient Squared (CGS). As CGS is based on squaring the residual polynomial, and in cases of irregular convergence, this may lead to substantial build-up of rounding errors, or possibly even overflow. BICGSTAB was developed to remedy this difficulty.

### 6. Vertical Distribution of the Sediment

It's important to predict the vertical distribution concentration of the suspended particles in the flume, so many researchers worked on this problem. Hunter Rouse (1937) developed one of the most important equation to predict concentration of the suspend load, he studied rate of downward and upward settlement under equilibrium and get the next equation:

$$C\omega + D_s \left( \frac{dC}{dz} \right) = 0 \quad (30)$$

Where  $D_s$  is sediment diffusion coefficient and usually assumed is proportional to kinematic viscosity, so it can be represented by the parabolic equation:

$$D_s = u_* \kappa \left( \frac{z-z^2}{h} \right) \quad (31)$$

The equilibrium solution of equation (24) represented by Rose 1937 known as the suspended sediment distribution equation

$$\frac{C}{C_a} = \left( \frac{h-z}{z} \frac{a}{h-a} \right)^{\frac{\omega}{u_* \kappa}} \quad (32)$$

Where:  $h$  is total depth from the bed,  $C_a$  is reference concentration at level  $a$ ,  $u_*$  is shear velocity, and  $\kappa$  is karmen number and equal 0.41. The concentration near the bed is equal to average concentration.

### 7. Model simulation

Consider the initial concentration at  $t=0$   
Is  $C(x, y, 0) = 0.25 + 0.25\cos(\pi r(x, y))$

And  $r = \frac{\min(\sqrt{(x-x_o)^2+(y-y_o)^2}, r_o)}{r_o}$

The concentration is zero everywhere except for small cone with radius of 0.15m, centered at  $x_o=0.25$  and  $y_o = 0.25$  m. The simulation of this concentration represents the advection

of concentration with pure translation along diagonal of the mesh.

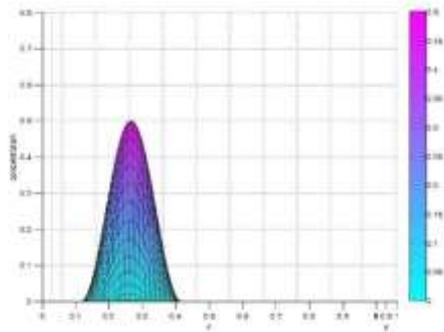
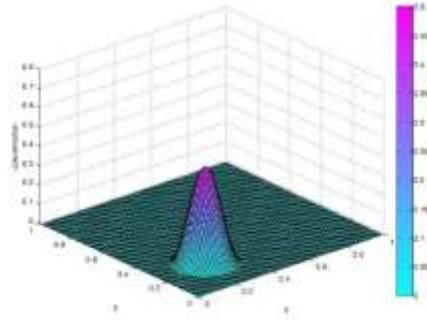


Fig.1 initial concentration

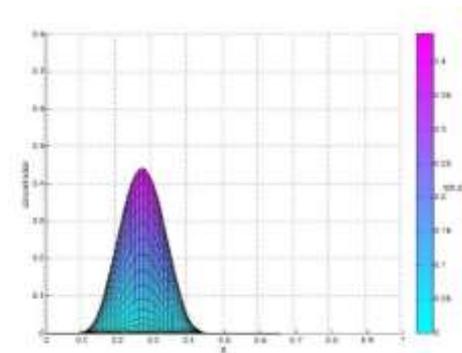


Fig.2 concentration at t=0.3

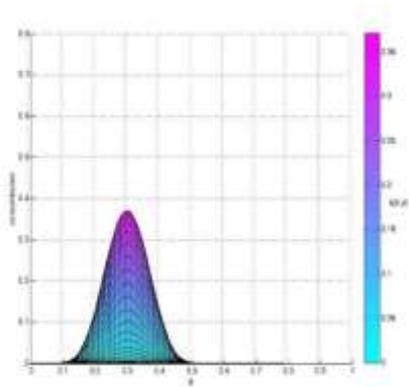


Fig.3 concentration at t=0.5

### 8. Model approach

The model calculates sediment transport in coastal area considering many variables and depends on data from hydrodynamic models. It used many approaches to calculate sediments either bedload or suspended load. The model read the input data from hydrodynamical flow model and calculate suspended load or bedload of sediments transport. Then it applies advection step of sediment transport and adding source sink term which is calculated based on approaches of sediments, after that running diffusion step and calculate change in the bed elevation and concentration of sediment at each point. Figure (4)

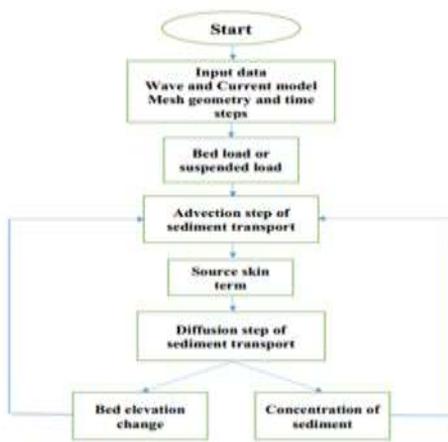


Fig.4 Flowchart of model

### 9. Case Study

We used the model to simulate sediment transport at the shoreline of New Mansoura city. Which that city is constructed recently, and it's important to predict the change of shoreline and bathymetric of this area after a period of time. The study area is located between (342547 E, 3489916 N) and (344281 E, 3489014 N), and it's about 1900 m in onshore direction and 1900 m in cross shore direction. The maximum water depth was 6.5 m, and the water level at  $z=0$ . The sediment density is 2650 kg/m<sup>3</sup>, the density of water is 1025 kg/m<sup>3</sup>, and the mean sediment diameter is 0.3 mm.

#### 9.1 Hydrodynamic data

Wind speed and direction time series are recorded at a height of 10 m of sea level in the study area over a period of a year with an interval of 1 day. Also, the wave high recorded over a period of a year with an interval of 1 day. For the hydrodynamic part, we used the XBeach model to simulate the hydrodynamic processes. XBeach is an open-source numerical model which is originally developed to simulate hydrodynamic processes. Then we used the output of the hydrodynamic model to simulate morphodynamic changes.

#### 9.2 Model setup

The study area is divided into a grid with  $\Delta x = \Delta y = 30$  m in x and y directions, in which the x-axis is perpendicular to the shoreline and the y-axis is parallel to the shoreline, Fig (5). The simulation time was a year.

#### 9.3 Results

We used the model to simulate this area and found the sediment transport in two directions suspended and bed load transport. The model calculated the sediment concentration of suspended and bed load. Depth averaged suspended and bed equilibrium concentration and sediment concentration integrated from

advection-diffusion equation are calculated. Finally, the change of bed elevation occurs as a result of all these variables. We found the changes occur in the zone near to the shoreline, so we will focus on the last 300 m from the shoreline. We divided the simulation processes over the year into 36 runs, every run simulates about ten days. Some runs represent the days that have high wind speed and a significant wave high, and others simulate the remaining days. We get the hydrodynamics data like wind speed, wave high, direction, and the period from (www. surf-forecast. com). We simulated the runs separately and used the output of every run as input to the next run. Finally, we have compiled all output and found the final data after one year of simulation. We will discuss the cumulative results after a year and represent the changes that occurred.



Fig.5 Axis and grid of the study area

The model simulates bed and suspended sediment transport in two directions, cross-shore (x-axis) and onshore (y-axis). The

distribution of bed sediment transport shown in figure (8). The distribution of suspended sediment transport in two directions shown in figure (9). Figure (10) show the sediment transport integrated over the bed and suspended load (total sediment transport).

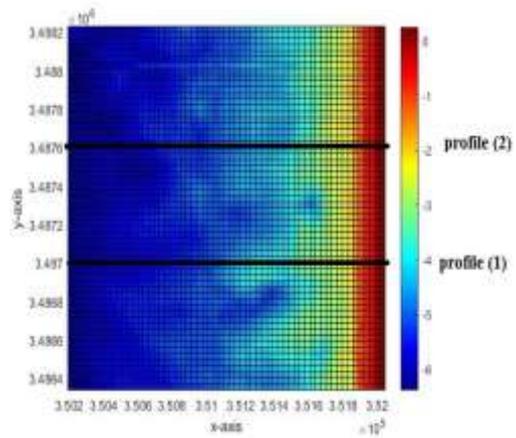


Fig.6 Axis and grids of study area and location profiles

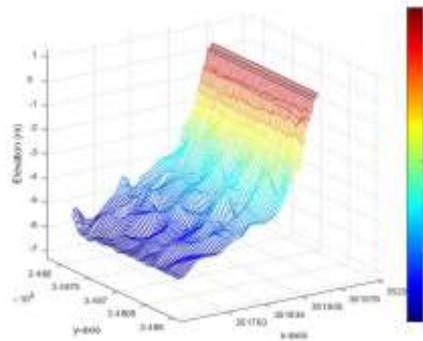


Fig. 7 Initial bathymetry

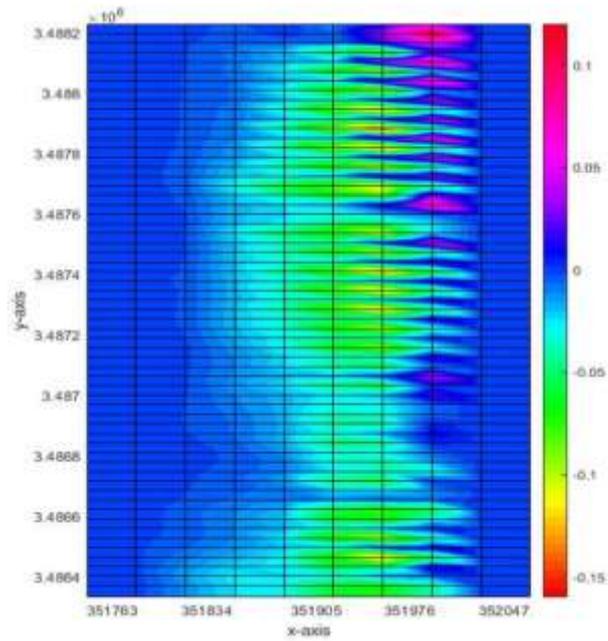


Fig. 8 Distribution of bed sediment transport  $m/s^2$

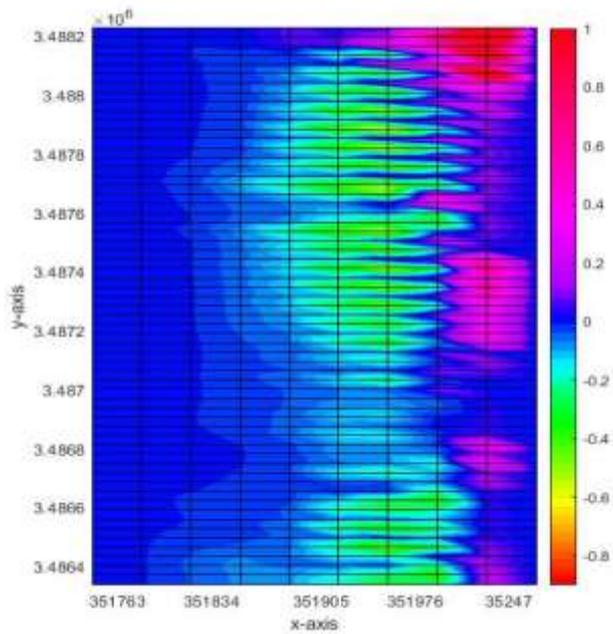


Fig. 9 Distribution of suspended sediment transport  $m/s^2$

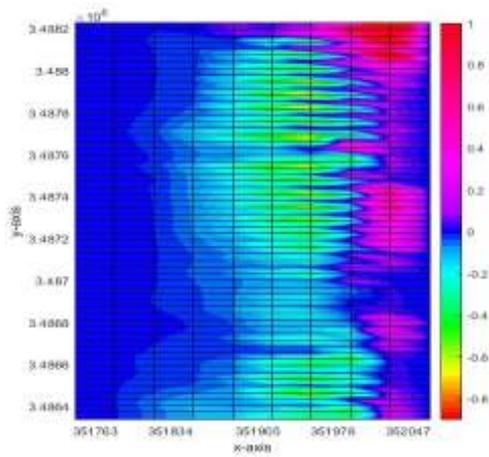


Fig. 10 Distribution of sediment transport integrated over bed and suspended load  $m/s^2$

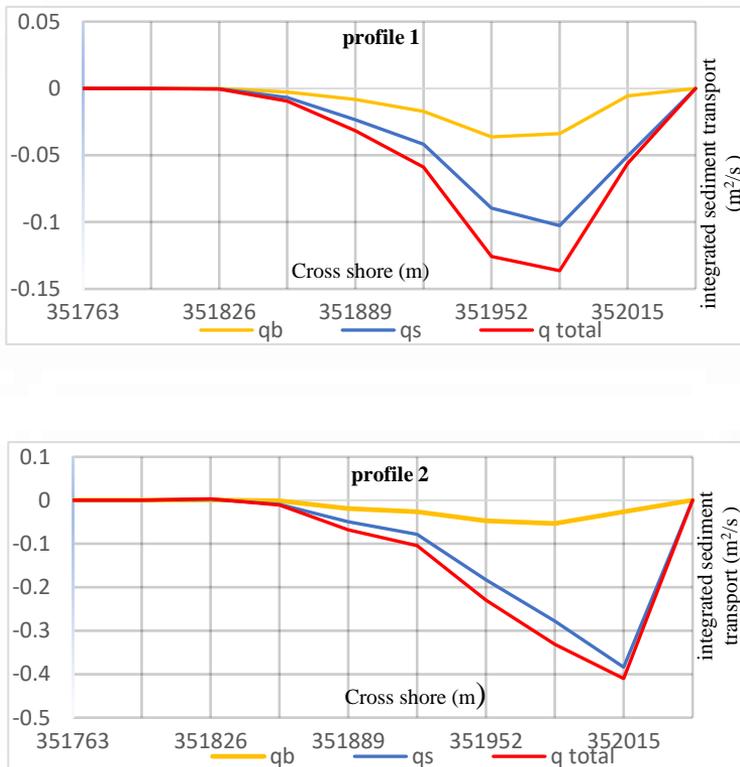


Fig. 11 Sediment transport integrated over bed and suspended load in profile (1) and profile (2)  $m/s^2$

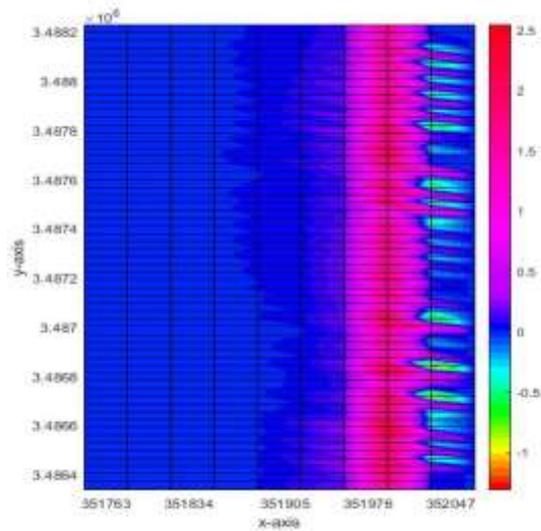


Fig. 12 Suspended concentration gradient  $\text{kg/m}^3/\text{m}$

Sediment transport of suspended and bed load caused to changing in bed elevation by erosion and deposition processes with the rate of changing in bed level as shown in next figures.

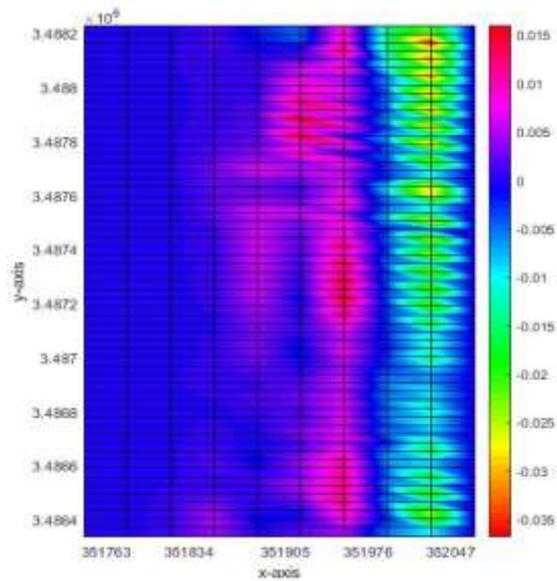


Fig. 13 Rate of change bed level  $\text{m/s}$

The deposition and erosion processes that occur to the bed as a result of sediment that the main reason for changing the shape and elevation of the bed. The next figures show these processes for the chosen sections.

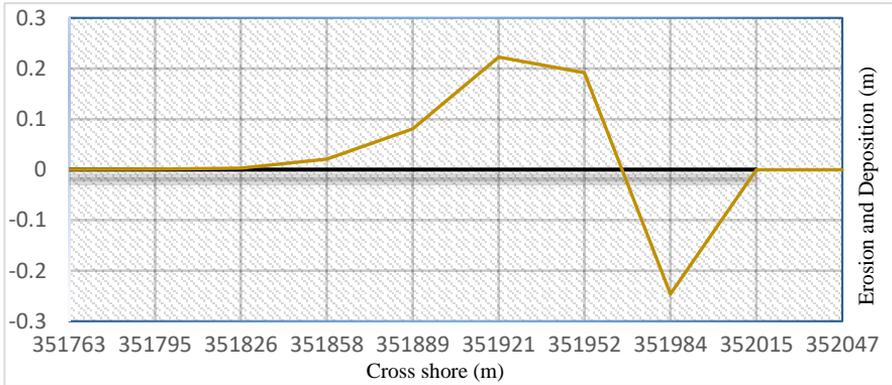


Fig. 14 Erosion and deposition in bed layer of profile (1)

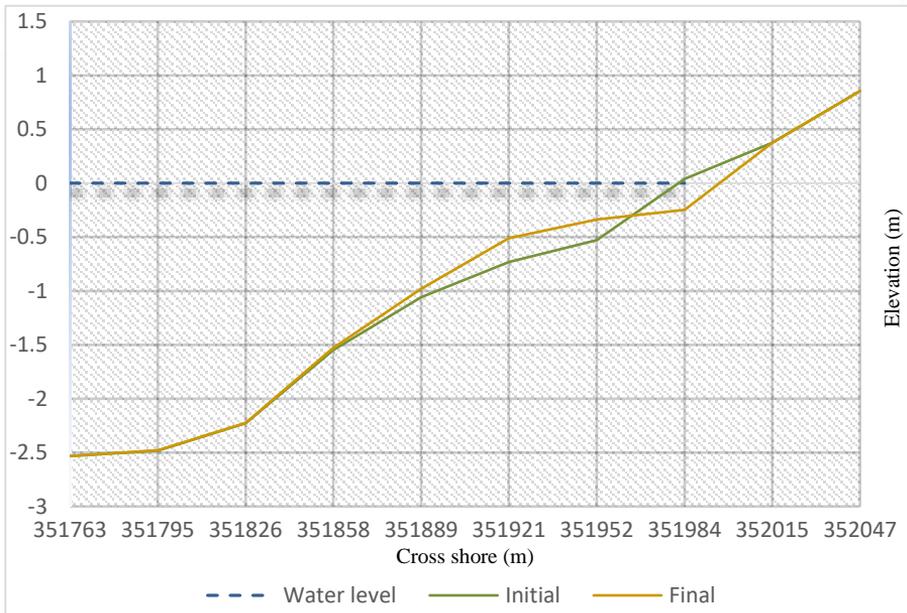


Fig. 15 Change of bed elevation profile (1)

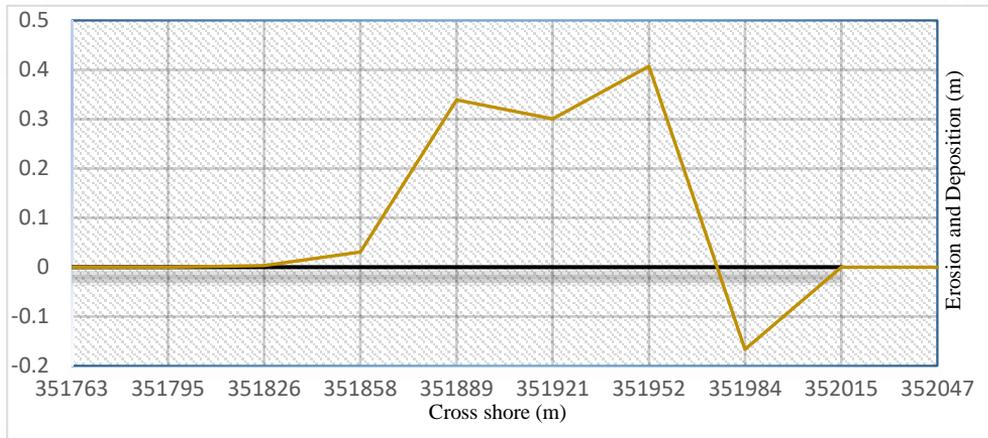


Fig. 16 Erosion and deposition in bed layer of profile (2)

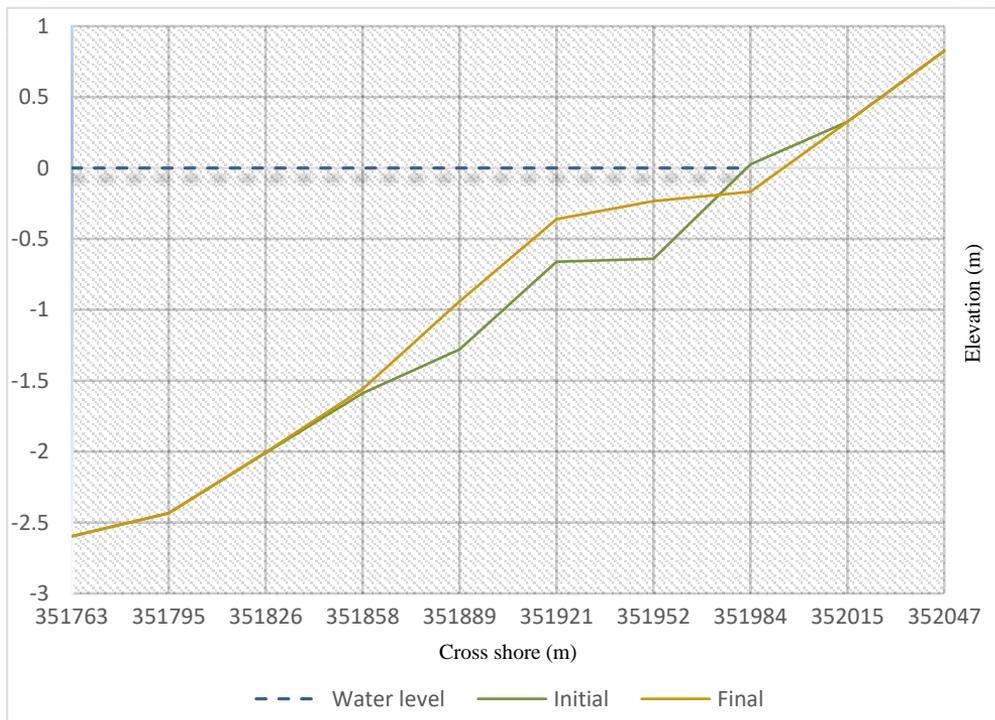


Fig. 17 Change of bed elevation profile (2)

## 11. Conclusion

Through this paper, we obtained the concentration of suspended sediment transport from a depth-averaged advection-diffusion equation with source term to predict suspended, bed load transport, and bed elevation change. The source term represents the difference between the deposition of the bed surface and the entrainment of the suspended sediment. Fractional step method used to solve this equation by separating it into the advection step and diffusion step. Each step solved separately. The advection step solved by the finite difference method. For the diffusion step, we used semi implicit finite difference method which can be converted to a complete implicit scheme. It represents a linear system of equations and that system can be generated from partial differential equations and numerically by the biconjugate gradient stabilized method (Bi-CGTAB) method. This paper provides results that allow us to explore the evolution of the coast and the morphodynamics along the shores. We can simulate bed load or suspended load transport. Sediment transport depends on hydrodynamics variables like wind speed, wave high, direction period, and diameter of sediment. If the values of these variables changed, such as the wave height, the greater number of sediments transported, and caused changes and complications in the shape of the bed and its elevation, as is evident in turbulent climates such as winter. In our case study, we saw the amount of suspended sediment transport higher than the bed sediment transport. That's leads to a high suspended concentration. Most changes occur in the zone located near the shoreline or any structure's zones. The large amount of sediment transported in an across-shore direction. Bed shear stress increases shoreward, incrementally in the shoaling zone.

## 12. References

- Acker P., White W. R., "Sediment transport: A new approach and analysis", Journal of hydraulics division, ASCE, 99(HY11), pp. 2041-2060, (1973).
- Atilla B., Magnus L., Herman C. M. and Nicholas C. K., "Cross-shore distribution of longshore sediment transport: comparison between predictive formulas and field measurements", An International Journal for Coastal, Harbour and Offshore Engineers, 44, pp. 79-99, (2001).
- Bagnold R. A., "An approach to the sediment transport problem from general physics", Geological survey prof, Washington, pp. 422-I, (1966).
- Bermudez A. and Vazquez M. E., "Upwind methods for hyperbolic conservation laws with source terms", Computers and Fluids 23, pp. 1049-1071, (1994).
- Bijker E.W., "Long-shore transport computations", Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering, 97(4), pp. 687- 703, (1971).
- Colella P., "Multidimensional upwind methods for hyperbolic conservation laws", Journal of Computational Physics, 87, pp. 171-200, (1990).
- Cunge J.A. and Perdreau N., "Mobile bed fluvial mathematical models", LaHouille Blanche, 7, pp. 561-580, (1973).
- De Vriend H.J., "2DH Mathematical Modelling of Morphological Evolutions in Shallow Water", Coastal Engineering 11, pp. 1 – 27, (1988).
- De Vries M. and Vreugdenhil C. B., "Computations of non-steady ved load transport by a preudo viscosity method", Proc. IAHR 12th congress, La Houille, 3, (1967).

DHI Inc., 301 South State Street, Newtown, PA, 18940, (2003), USA.  
<http://www.dhisoftware.com>.

Einstein H. A., "The bed load function for sediment transportation in open channel flows", U.S. department of agriculture, Soil conservation service, Technical bulletin No. 1026, (1950).

Garde R. J., "Aggradation upstream of a reservoir", Research journal, University of Roorkee, 8, pp. 65-72, (1965), roorkee.

Garde R. J. and Ranga Raju K. G., "Mechanics of sediment transportation and alluvial stream problems", Wiley Eastern Limited, (1978), India.

Gessler J., "Aggradation and degradation", River mechanics, 1, Fort Collins, (1971), Colorado.

Habibi M., "Sediment transport estimation methods in river systems", Ph.D. thesis, Department of Civil and Mining Engineering, University of Wollongong, (1994), Australia.

Habibi M. and Sivakumar. M., "New Formulation for Estimation of Bed Load Transport", Proc. International Conference on Hydraulics in Civil Engineering, University of Queensland, Brisbane, pp. 81-86, (1994), Australia.

Hayter E. j., Bergs M. A., Gu R., McCutcheon S., Simth S. J. and Whiteley H. J., "HSCTM-2D, A finite element model for depth averaged hydrodynamics", sediment and contaminant transport.

Hudson J., "Numerical Techniques for Morphodynamic Modelling", Ph.D. thesis, Department of Mathematics, University of Reading, (2001), Whiteknights.

Ishraga S.O., Bare S., Akode O., and Suryadi F.X., "Simulation of Fine Sediment Transport in Irrigation Canals of the Gezira Scheme with the Numerical Model FSED", Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 142 (11), (2016).

Jarmillo W. F. Torres, "Aggradation and degradation of alluvial-channel beds", Ph.D. Thesis, University of Iowa, (1983).

Junke G., Pierre Y. J., "Efficient Algorithm for Computing Einstein Integrals", Journal of hydraulic engineering, 130(12), pp. 1198-1201, (2004).

Karim M. F., Kennedy J. F., "IALLUVIAL: a computer based a flow and sediment routing for alluvial streams and its application to the Missouri River", Hydraulic research, report (250), University of Iowa, (1982).

LeVeque J.R. and Yee. C.H., "A Study of Numerical Methods for Hyperbolic Conservation Laws with Stiff Source Terms", Journal of Computational Physics 86, pp.187 – 210, (1990).

LeVeque J.R., "Numerical Methods for Conservation Laws", Birkhäuser Verlag, ISBN 3-7643-2723-5, (1992).

Leveque J.R., "High resolution conservative algorithm for advection in incompressible flow", Journal of Numerical Analysis, 33(2), pp. 627-665, (1996).

LeVeque. J.R., "Balancing Source Terms and Flux Gradients in High-Resolution Godunov Methods: The Quasi-Steady Wave Propagation Algorithm", Journal of Computational Physics, 146, (1998),

Mahmood K., "Mathematical modeling of Morphological transients in sand bed channels", Proc. of IAHR 16th congress, 2, (1957).

Meyer-Peter E. and Muller R., "Formulas for Bed Load Transport" Proc. third Meeting of LAHR, Stockholm. pp. 39-64, (1948).

Nikmanesh M.R. and Talebbeydokhti N. "Numerical simulation for predicting concentration profiles of cohesive sediments in surf zone" Scientia Iranica, 20(3), pp.454-465, (2013).

- Rubey, W. W., "Settling velocities of gravel, sand and silt particles", *American journal of science*, 25, pp. 325-338, (1933).
- Saber M. Elsayed, "Breaching of Coastal Barriers under Extreme Storm Surges and Implications for Groundwater Contamination", Ph.D. thesis, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Environmental Sciences of the Technical University Carolo-Wilhelmina, (2017), Braunschweig.
- Shuangcai L., Christopher J. D., "Fully coupled approach to modeling shallow water flow, sediment transport, and bed evolution in rivers", *Water Resource Research*, 47,(2011).
- Singh, V., "Two dimensional sediment transport model using parallel computers", Thesis with Degree of Master of Science in the Graduate Faculty in the Department of Civil and Environmental Engineering, Louisiana State University,(2005), USA.
- Sobey, R.J., "Fraction step algorithm for estuarine mass transport", *International Journal of Numerical Methods in Fluids*, 3, pp. 749-772, (1983).
- Struiksma N., Oleson K. W., Flokstra C. and De vriend H. J., "Bed deformation in curved alluvial channels", *Journal of Hydraulic Research*, 23(1), (1985).
- Swamee P.K., "Analytical and experimental investigation of stream bed variation upstream of a dam", Ph.D. Thesis, University of Roorkee, (1974), Roorkee.
- Syeda. W.R., "Numerical modelling of sediment transport in the arctic", Thesis with Degree of Master of costal and marine engineering and management (COMEM), Department of Civil and Transport Engineering. Norwegian University of Science and Technology, (2015).
- Thomas, W.A. and Prashum, A.L., "Mathematical Model of scour and deposition". *J. Hydr. Div.*, 110(11), pp. 1613-1641, (1979).
- Thomas, W. A. and McAnally, W. H., Jr., "User's Manual for the Generalized Computer Program Systems for Open Channel Flow and Sedimentation: TABS-2 system", US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Hydraulics Laboratory, (1990), Vicksburg, MS.
- Van der Vorst H. A., "Bi-CGSTAB: A fast and smoothly converging variant of Bi-CG for the solution of nonsymmetric linear systems". *SIAM J. Sci. Stat. Comp.*, 13(2), pp. 631:644, (1992).
- Van Rijn., "Sediment transport part I: bed load transport", *Journal of hydraulic engineering*, 110 (HY10), pp.1431-1456, (1984).
- Van Rijn., "Mathematical modeling of suspended sediment in nonuniform flows", *Journal of hydraulic engineering*, 112, pp. 433-455, (1986).
- Van Rijn., "Mathematical modeling of morphological processes in the case of suspended sediment transport", Delft Hydraulics. Communication no. 382, (1987).
- Van Rijn., "Handbook: sediment transport by currents and waves", Rep. H461, Delft Hydraulics, (1989), Delft, The Netherlands.
- Wu W., CCHE2D-2.1, Sediment Transport model, Technical report no. NCCHE-TR-2001-3, National Center for Computational Hydroscience and Engineering, the University of Mississippi, (2001).

## معدلات نقل الرواسب في منطقة المنشآت المائية البعيدة و المتاخمة للشاطئ

**محمد عبدالناصر السيد مرتضى**

قسم الرياضيات و الفيزيكا الهندسية – الميكانيكا الهندسية  
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

**أ.د./ محمد عيسى سيد أحمد**

استاذ الميكانيكا الهندسية – قسم الرياضيات و الفيزيكا الهندسية  
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

**د./ محمد أحمد مراد**

مدرس الهندسة المدنية – قسم الهندسة المدنية  
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

**د./أحمد محمد عبدالنواب القيسي**

مدرس الميكانيكا الهندسية – قسم الرياضيات و الفيزيكا الهندسية  
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

### المخلص :

من المعروف جيدا ان عملية تدفق المياه في منطقة المياه الضحلة وبالقرب من المنشآت والهياكل البحرية الى أسفل المنحدر وما معها من الجسيمات العالقة والمنحوتة من قاع البحر والمستقرة في القاع ونقلها في المصب يؤدي الى تغيير مستوى وشكل القاع مع الزمن, وتسمى هذه العملية "نقل الرواسب". يحدث نقل الرواسب بسبب تفاعل الرياح والأمواج والتيارات والمد والجزر وغيرها من الظواهر في المنطقة الساحلية. والمصادر الرئيسية لإنتاج الرواسب هي التجوية من الصخور والتعرية بتدفق المياه فوق أسطح التربة. وهكذا ، وتتكون الرواسب أساسا من الصخور والجزئيات المعدنية مثل الطين والطيني والرمل والحصى والصخور المنقولة بالمياه المتدفقة. وبناء علي ذلك ، يمكن تصنيف نقل الرواسب علي انه نقل للرواسب بشكل موازٍ للشاطئ وعمودي على الشاطئ. وهناك العديد من الصيغ والنظريات المختلفة المتاحة للتنبؤ بكمية و نقل الرواسب علي الشواطئ. وفي هذا البحث نحسب بطريقة الحساب العددي معدلات نقل الرواسب حول الهياكل البعيدة عن الشاطئ وعلي الشواطئ استنادا إلى الأساسيات والنهج العامة. وسيتم استخدام طريقة الحل العددي (طريقة الفروق المحدودة) لعمل نموذج عددي لمحاكاة شكل المنطقة الساحلية وإيجاد كمية الرواسب المنقولة في الاتجاهات الشاطئية والعامودية للشاطئ ، والتغيرات في مستوى القاع عند كل نقطة عقديه في الشبكة كما انه يبدا في حساب حقل الرواسب من المياه العميقة باتجاه الشاطئ وإيجاد التغير في شكل الاعماق بعد فترة من الزمن. تحاكي النمذجة الهيدروديناميكية سرعة التدفق ، والتي يمكننا استخدامها في نموذج نقل الرواسب لمحاكاة تركيز الرواسب ونقلها. يمثل هذا البحث تطويرا لمعادلة التآق والانتشار ثنائية الأبعاد بمتوسط العمق مع مصطلح المصدر لمحاكاة متوسط العمق لتركيز الرواسب المعلقة للتنبؤ بنقل الرواسب المعلقة والرواسب التي في طبقة القاع. وايضا تغير مستوى وشكل القاع مع الزمن .

## EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF CONCRETE BEAMS REINFORCED WITH BASALT FRP BARS

Gehan A. Hamdy<sup>1</sup> and Dalia F. Arafa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor, Faculty of Engineering at Shoubra, Benha University, Cairo, Egypt  
gehamdy1@gmail.com

<sup>2</sup> Researcher, Reinforced Concrete Institute, Housing and Building National Research Center,  
Dokki, Giza, Egypt  
daliafarafa@yahoo.com

### Abstract

Bars fabricated from basalt fiber-reinforced polymers (BFRP) are a new material used as an alternative to steel bars in reinforced concrete to overcome corrosion problems especially in harsh and aggressive environments. Basalt fibers also have high tensile strength and enhanced durability, in addition to moderate cost. This research investigates experimentally the flexural behavior of BFRP reinforced beams compared to steel RC beams. In the experimental program, six concrete beams reinforced by BFRP bars, BFRP bars and dispersed steel fibers and steel bars are tested in four-point bending until failure. The experimental results regarding failure load, failure mechanism and deflection of beams are discussed and are compared with published experimental results. Additionally, theoretical predictions for the moment carrying capacity and failure loads are computed using local and international codes, and were found to be consistent with the experimental results.

**Keywords** Beam, concrete, FRP reinforcement, BFRP bars, flexure, experimental

### 1. Introduction

Durability of structures is regarded an important aspect of design. Corrosion of steel reinforcement is considered a serious problem which shortens the service life of traditional reinforced concrete (RC) structures, especially those subjected to aggressive environment. Advanced materials such as fiber-reinforced polymer (FRP) have been used as reinforcement for concrete to avoid corrosion-caused

deterioration, in addition to other desirable properties such as high specific strength and high specific stiffness [1]. The current design codes and guidelines allow the use of glass-, carbon- and aramid-FRP as the main reinforcement in concrete structures and provide design recommendations for using these bars. New fibers are continuously developed, such as basalt fibers possessing high tensile strength, corrosion resistance, good acid and alkali resistance, low moisture absorption, in addition to good thermal and electrical insulating properties and moderate cost [2-5]. Bars fabricated from basalt fiber-reinforced polymers (BFRP) were introduced as alternative to steel bars in reinforced concrete (RC) [6,7]. The tensile behavior of BFRP bars is characterized by linear elastic stress-strain relationship up to failure, which may cause concrete beams reinforced with BFRP bars to exhibit brittle failure without warning [7]. For this reason, design codes specify over-reinforced FRP design since the nonlinear behavior of concrete in the compression zone may give warning before failure. Being a relatively new material, studies on the short- and long-term performance of concrete beams reinforced by BFRP bars are limited. Additionally, the current FRP specifications and design guidelines do not include BFRP reinforced or strengthened elements. Experimental research investigated the flexural behavior of concrete beams reinforced by BFRP bars and compared it to

beams reinforced with steel [8-15]. Increase in flexural capacity, greater deflections and wider cracks were reported for BFRP reinforced beams compared to steel reinforced beams, and it was recommended that serviceability limit states (deflection and width of cracks) should be the major factor in designing BFRP reinforced concrete beams [8-10]. Comparison of experimental results with predictions of FRP design codes and guidelines showed that the ultimate loads calculated according to ACI 440 and Eurocode 2 were underestimated [10, 11]. Beams with BFRP bars as flexural reinforcement as well as chopped basalt fibers were tested by High et al. [12] and showed increase of the modulus of rupture. Hybrid reinforcements of BFRP and steel was proposed by some researchers in order to meet the requirements of strength, deflection and minimum cracking at the same time [13, 14]. The aim of this research is to investigate the flexural behavior of beams reinforced by BFRP bars. An experimental program was conducted in which four BFRP RC beams and two steel RC beams were tested under four-point bending. Failure loads, failure mechanisms and deflections of the beams are examined and compared. The ultimate loads for the tested beams are also calculated using the American and Egyptian codes and compared with the experimentally determined values.

Table 1. Details of the tested Beam Specimens

Beam No.	Beam ID	Reinforcement Type	Bottom Rft	Top Rft.	Stirrups
1	BS1	Steel bars	3 Ø 16	Steel 2 Ø 10	Steel 8mm@150 mm middle third, 8mm@120 mm sides of beam
2	BS2				
3	BB1	Basalt bars	2 Ø 15		
4	BB2				
5	BBF1	Basalt bars + Steel fibers	2 Ø 15		
6	BBF2				

## 2. Experimental Program

An experimental program was conducted where six beams were cast and tested in four point bending until failure; the beams details are given in Table 1. Two control beams S1 and S2 were reinforced by steel bars. Four beams had BFRP bars as bottom reinforcement, two of these beams BB1 and BB2 used normal strength concrete and in the other two BBF1 and BBF2, steel fibers were added to the concrete mix. The mix proportions for normal and steel fiber concrete are given in Table 2. All experimental work was carried out in the Reinforced Concrete Structures Research Institute Laboratory at the Housing and Building National Research Center in Giza, Egypt.

Table 2. Mix proportions for the concrete mixes

Type of Mix	Cement (kg)	Coarse aggregate (kg)	Fine aggregate (kg)	Water (L)	Additive (L)	Steel fibers (kg)
Normal Concrete Mix	325	1102	735	172	7.5	-----
Steel Fiber Concrete Mix	325	1102	735	172	7.5	72

### 2.1. Material Properties

**Concrete:** Concrete used for all beams had a characteristic compressive strength at 28 days of 38.25 MPa. The concrete with mix proportions given in Table 2 was prepared from ordinary Portland cement Type I according to ASTM C150 [17], natural sand and crushed natural dolomite aggregate with maximum nominal size of 10 mm, additive Sikament 163 used to increase workability.

**Steel reinforcement:** Longitudinal reinforcement was steel of grade (B500DWR) [23],  $f_y = 600$  MPa (average of three tested samples) and  $E_s = 200$  GPa, diameter

10 and 16 mm for top and bottom reinforcement, respectively. Stirrups were smooth bars 8 mm diameter, of mild steel grade (B240D-P) [23],  $f_y = 240$  MPa and  $E_s = 200$  GPa.

**Basalt FRP bars:** Basalt-fiber-reinforced polymer (BFRP) bars used as tension reinforcement have diameter 15 mm, length 2000 mm, sand-coated surface over helical wire wrapping, as shown in Fig.

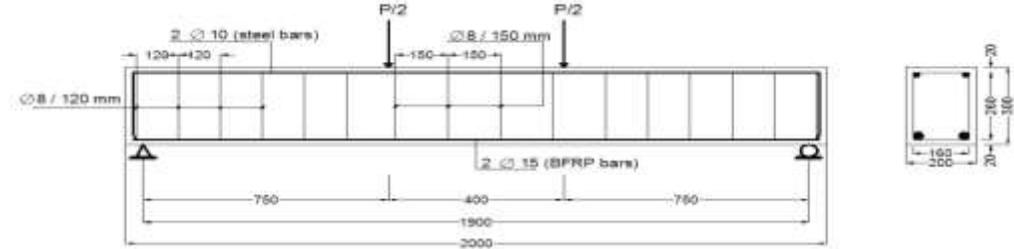


Fig. 1. Dimensions and Reinforcement Details of BFRP Bars reinforced Beams (all dimensions in mm)



Fig. 2. BFRP bar and steel fibers used for Beam Reinforcement

## 2.2. Beam specimens

All the beams had cross-section of 200mm×300 mm, total length of 2.0 m and span of 1.90 m. The dimensions and reinforcement details of the tested beams are given in Table 1 and shown Fig. 1. Two control beams were reinforced with three steel bars 16 mm diameter as bottom reinforcement. Four beams had bottom reinforcement of two BFRP bars, and were designed in accordance with ACI 440 1R-15 [16] requirements as over-reinforced so as to fail by concrete crushing not by reinforcement rupture. In two of these beams, steel fibers were added to the concrete mix as 1% by volume. For

2, to increase bond between the bars and concrete. Three bar specimens were tested in axial tension, the resulting mechanical properties were: ultimate tensile strength  $f_{tu}=902.36$  MPa, modulus of elasticity  $E_f =56.9$  GPa, and maximum strain =1.53%.

**Steel fibers:** Steel fibers of diameter 0.50 mm, length 30 mm and hooked ends were added to the concrete mix, and are shown in Fig. 2.

all six beams, concrete cover was 20 mm, two steel bars 10 mm diameter were used as compression reinforcement, and shear reinforcement consisted of mild steel bars 8 mm diameter spaced 120 mm near beam supports and 150 mm at middle third region. Normal-strength concrete with characteristic compressive strength at 28 days of 38.25 MPa was used; the concrete mix proportions are given in Table 2. Concrete mixes were batched in laboratory, mixed in a tilting drum mixer, placed in molds and compacted using tamping rods, as shown in Fig.3. The cast specimens were allowed to set for 24 hours in the mold, then were demolded and placed in water-filled tank for 28 days before testing.



Fig. 3. Casting of Beams

### 2.3. Tests for mechanical properties of concrete and BFRP Bars

For each concrete mix, three standard concrete cubes (150x150x150 mm) and three cylinders (150 mm diameter and 300 mm height) were cast and cured in the laboratory. After 28 days, cube compressive strength test and split-cylinder testing were made, as shown in Fig.4. The average compressive strength of concrete and fibrous concrete was 38.25 MPa and 43.80 MPa, respectively. The average tensile strength values for cylinders of concrete and concrete with steel fibers were 3 MPa and 3.70 MPa, respectively. Three coupons of basalt bars were tested in axial tension according to ASTM D7205 [15] in a universal testing machine. In order to avoid premature failure of BFRP bar in the anchorage zone, a special mounting system was designed and used where a steel pipe 200mm long having outer diameter of 55 mm was attached at each end using epoxy resin and hardener. One strain gauge was glued on the mid length of the tested bar to measure the strains in bar during testing. BFRP bar configuration and testing are shown in Fig.5. The resulting stress-strain relation is plotted in Fig.6. The average tensile strength, modulus of elasticity and maximum tensile strain of BFRP bars are  $f_{tu}= 902.36$  MPa,  $E_f = 56.9$  GPa, and  $\epsilon_{fu}= 0.0153$ , respectively.



Fig. 4. Compressive Strength Testing of Concrete cube and indirect-Tension Test for Concrete Cylinder



Fig. 5. Uniaxial Tension Test for BFRP Bar

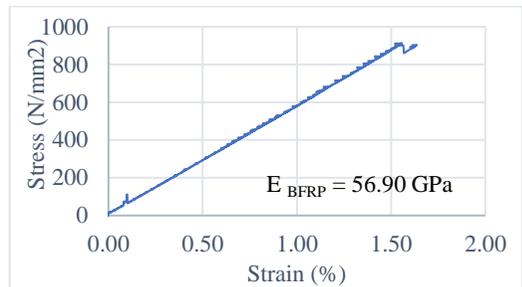


Fig. 6. Experimental results for Stress-Strain of BFRP Rebar

### 2.4. Test Set-up and Test Procedure for Bending Test of Beams

All beams were tested in four-point bending until failure in a universal testing machine with 1000 kN capacity. The experimental test set up for beam specimen is shown in Fig.7. The specimens were arranged with simply supported conditions with an effective span of 1900 mm. The beams were loaded by hydraulic actuator and steel spreader beam was used to distribute the load into two equal loads on the tested specimen. The two equal loads were 400 mm apart and 750 mm from the supports to ensure flexural failure. The load was increased at a uniform rate until failure. Deflection of the beam was measured using a dial gauge of least count 0.01mm at center of the specimen. Three Linear Variable Differential Transformers (LVDTs) were used to measure deflection, one at the center of the beam and under the loads applied. Data acquisition system was connected to record load and deflection.



Fig. 7. Test setup for four-point bending Test of Beam

3.

#### 4. Experimental Results

##### 4.1. Load-deflection Behavior and Failure Loads

The relationship between the applied load and mid-span deflection for all beams is shown in Fig.8. Fig.9 shows the relationship between load and measured tensile strains in reinforcement bars throughout the test. The failure loads for the experimentally tested beams are listed in Table 3.

##### 4.2. Failure Modes

Fig.10 shows the crack patterns at failure for three concrete beams: BS1, BB2 and BBF1. In specimen BS1 reinforced with steel bars, the first crack appeared at the constant moment region, then several cracks started to develop from the beam bottom surface extending vertically upwards. As the load increased, cracks started to propagate further from the constant-moment region towards the supports. Cracks outside this region were affected by combined flexure and shear stresses causing diagonally inclined cracks near the supports. Specimen BS1, designed as under-reinforced section, behaved in a ductile manner and the mode of failure was a flexure failure. In specimen BB2 reinforced by BFRP bars, the first crack appeared at a load equal to 27 kN then cracks fewer than those of specimen BS1 developed at

the tension side of the beam at constant moment region. By increasing the load, diagonal cracks spread near the supports and started to get wider and upwards towards the compression fiber of beam ending with crushing of concrete; this failure mode complied with its design as over-reinforced section. In specimen BBF1 reinforced by BFRP bars and dispersed steel fibers, the first crack appeared at a load equal to 50 kN, then several cracks developed at the tension fiber of the beam at constant moment region. By increasing the load, diagonal cracks spread near the supports and started to get wider and spread upwards towards the compression fiber of beam ending with crushing of concrete. The specimen showed more ductility compared to specimen BB2, with more cracks before failure. Wider crack widths with less crack propagation are

observed in specimens reinforced with basalt bars than steel reinforced concrete beams.

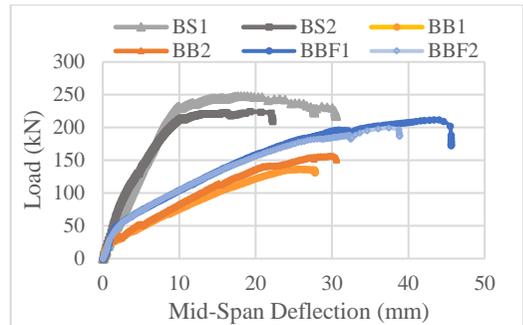


Fig. 8. Load-Deflection for Beams at Room Temperature

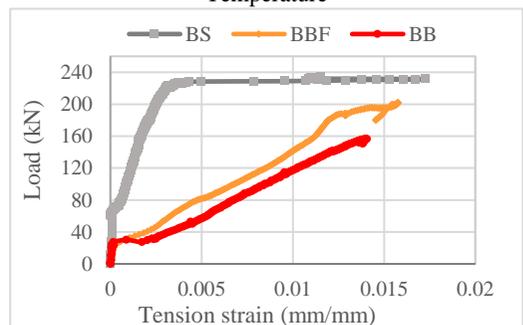


Fig. 9. Load-Strain for Beams BS, BB and BBF

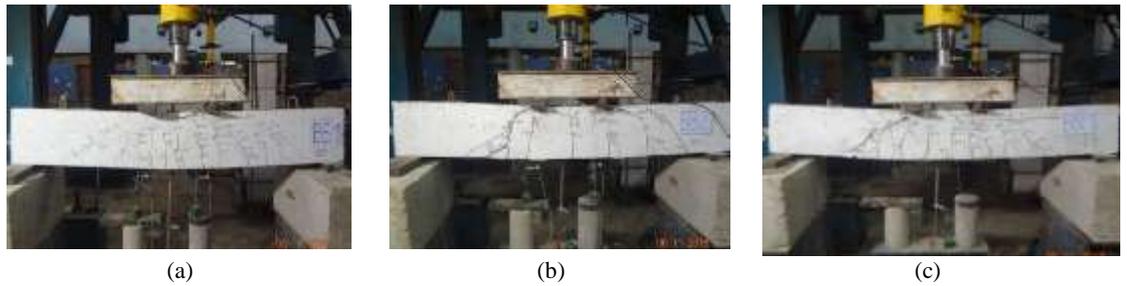


Fig. 10. Crack Pattern and Failure Mode of Beams (a) BS, (b) BB, (c) BBF

Table 3. Ultimate Loads and Mid-Span Deflections for tested Beams

Beam Notations	Beam ID	Pu (kN)	$\Delta$ (mm)	Avg. $\Delta$ (mm)	Avg. Pu (kN)	Pu/ Pu <sub>steelRC</sub>	Temperature Exposure
1	BS1	247.70	18.50	18.87	236.20	1.00	Room temp.
2	BS2	224.30	19.26				
3	BB1	136.50	25.91	28.00	146.50	0.62	
4	BB2	156.50	30.14				
5	BBF1	211.60	43.97	40.69	205.50	0.87	
6	BBF2	199.40	37.41				

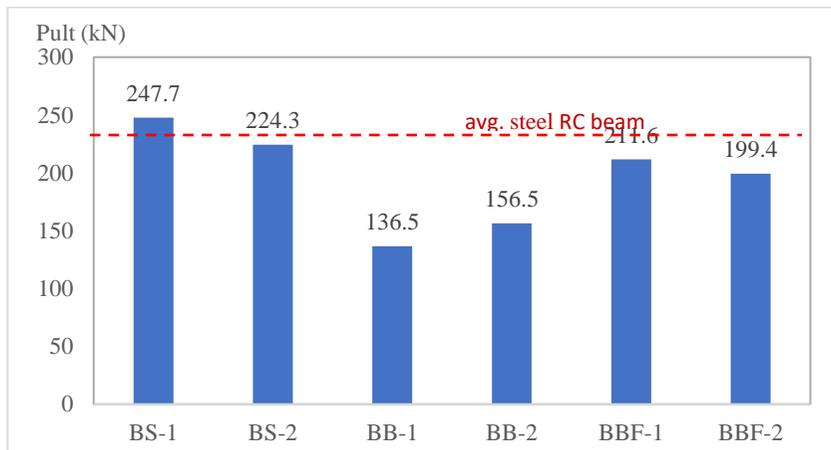


Fig. 11. Failure loads for all tested beams

### 3.3 Discussion of Experimental Results

The failure loads of all tested beams are plotted in Fig. 11. By examining the load displacement relations in Fig. 8, it is observed that concrete beams reinforced with BFRP bars experienced higher deflection values than beams with steel bars, possibly due to the lower stiffness of FRP bars. The mid-span deflection for the same load

level for specimen's BB and BBF increased by values ranging from 45% to 115% compared to reference specimen BS. Similar findings were reported by El-Nemr et al. [18] for beams reinforced with GFRP bars and by Urbanski et al. [8] for beams reinforced with BFRP. Ge et al. [13] reported that, with the same load, the deflection and the crack spacing of BFRP RC beams are higher than steel RC beams.

Pawlowski and Szumigala [10] reported that deflections of steel RC beams were 60–70% less than those of BFRP beams with the same reinforcement ratio. Sunny and Prabhakaran [9] reported that deflection caused by flexural load is more in basalt reinforced beam than steel reinforced beam and attributed this to the lower modulus of elasticity of basalt bars than steel bars, which explains why FRP reinforced concrete beams are recommended by codes to be designed in terms of serviceability limit states. It is observed that addition of steel fibers to beams reinforced with BFRP bars improved the stiffness and flexural capacity of the beams and led to a more ductile behavior, Fig. 8; the average failure load increased by about 40%. Similarly, Awadallah et al. [19] reported that addition of steel fibers increased the ultimate load capacity and stiffness for beams reinforced with BFRP bars and reduced the mid-span deflection by 30% at the same load. High et al. [12] used chopped basalt fibers to enhance the mechanical properties of concrete and reported increase of the modulus of rupture. Wang and Belarbi [20] reported that fiber reinforced concrete beams reinforced with FRP had better flexural behavior and the ductility level increased more than 30% compared with FRP reinforced normal concrete beams. Also, Shariq et al. [21] reported that addition of fibers in RC beams delayed the initiation of flexural and shear cracks and yielded ductile failure.

## 5. Theoretical Evaluation using Design Guidelines Equations

### 4.1 For Steel Reinforced Section:

Section properties:  $b = 200$  mm,  $h = 300$  mm,  $d = 270$  mm,  $A_s (3\Phi 16\text{mm}) = 603$  mm<sup>2</sup>, Reinforcement Ratio  $\mu = 0.0111 < \mu_{\max} (0.015)$ . Steel reinforcement:  $f_y = 600$  MPa,  $E_s = 200,000$  MPa.

#### a) Calculation of Moment Capacity according to ACI 318-18 [22]:

Concrete:  $f'_c = 30.8$  MPa,  $E_c = 26500$  MPa,  
 $A_s f_y = 0.85 * f'_c * \beta_1 * c * b$  (1)  
 where  $\beta_1 = 0.831$  for  $f'_c > 28$  MPa;

Therefore,  $a = 69.55$  mm,  $c = 83.65$  mm

Nominal Moment Capacity

$$M_n = A_s * f_y * (d - (\beta_1 * c)) / 2$$

Nominal Moment Capacity  $M_n = 85104.37$  N.m,

Nominal Load

$$P_n = 226.94 \text{ kN}$$

#### b) Calculation of Moment Capacity according to ECP 203-18 [23]:

Concrete:  $f_{cu} = 38.25$  MPa,  $E_c = 27212.49$  MPa

$$\frac{f'_c}{\gamma_f} = \left[ \sqrt{\frac{(E_f \epsilon_{cu})^2}{4} + \frac{0.536 f_{cu}}{\mu_f \gamma_c} E_f \epsilon_{cu}} - 0.5 E_f \epsilon_{cu} \right] \leq \frac{f'_c}{\gamma_f}$$

$$A_s f_y = 0.67 * f_{cu} * a * b$$
 (2)

$$a = A_s * f_y / (0.67 * f_{cu} * b) = 70.58 \text{ mm}$$

$$y_{ct} = d - a/2 = 234.70 \text{ mm}, y_{ct}/d = 0.869 < 0.95$$

$$M_u = A_s * f_y * (d - a/2)$$

Ultimate Moment Capacity  $M_u = 84916.59$  N.m,

Ultimate Load

$$P_u = 226.44 \text{ kN}$$

### 4.2 For BFRP Reinforced Section

Section:  $b = 200$  mm,  $h = 300$  mm,  $d = 270$  mm,  $A_f (2\Phi 15\text{mm}) = 353.429$  mm<sup>2</sup>

$$M_u = \left( \frac{A_f f'_c}{\gamma_f} \right) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Concrete:  $f_{cu} = 38.25$  MPa,  $f'_c = 30$  MPa maximum concrete strain  $\epsilon_{cu} = 0.003$

BFRP bars: Ultimate BFRP tensile strength  $f_{fu}^* = 900$  MPa, tensile modulus  $E_f = 57000$  MPa, ult. tensile strain  $\epsilon_{fu}^* = 0.015$ , Area of bars (mm<sup>2</sup>) =  $2T15$  mm =  $353.429$  mm<sup>2</sup>, Reinforcement Ratio  $\mu_f = A_f / b \cdot d = 353.43 / (200 * 270) = 0.00654$ .

The failure mode is governed by concrete crushing when the reinforcement ratio  $\mu_f$  is greater than the balanced reinforcement ratio  $\mu_{fb}$

#### a) Calculation of Moment Capacity according to ACI 440.1R-15 [16]:

The balanced reinforcement ratio  $\rho_{fb}$  is described by

$$\rho_{fb} = 0.85 \beta_1 \frac{f_c}{f_{fu}} \frac{E_f \epsilon_{cu}}{E_f \epsilon_{cu} + f_{fu}}$$
 (3)

In Eq. (3),  $\beta_1$  is the ratio of depth of equivalent rectangular stress block to depth of the neutral axis.

Taken  $\beta_1 = 0.831$ , balanced RFT. Ratio  $\rho_{fb} = 0.0039 >$  minimum RFT. ratio ( $\rho_{\min} = 0.0022$ )

Reinforcement Ratio  $\rho_f = A_f / b \cdot d = 353.43 / (200 * 270) = 0.00654 > \rho_{fb}$

$$\rho_f / \rho_{fb} = 1.67 > 1.4$$

$$f_f = \sqrt{\frac{(E_f \epsilon_{cu})^2}{4} + \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{\rho_f} E_f \epsilon_{cu}} - 0.5 E_f \epsilon_{cu} \leq f_{fu} \quad (4)$$

Stress in BFRP bar  $f_f = 679.31$  MPa

Depth of concrete stress block  $a$

$$a = \frac{A_f f_f}{0.85 f'_c b}$$

$$a = 46.15 \text{ mm}$$

$$M_n = \rho_f f_f \left(1 - 0.59 \frac{\rho_f f_f}{f'_c}\right) \text{ for } \rho_f > \rho_{fb} \quad (5)$$

Nominal Moment Capacity  $M_n = 59266.82 \text{ N.m.}$

Nominal Load  $P_n = 158.04 \text{ kN}$

**a) Calculation of Moment Capacity according to ECP 208-05 [24]:**

Balanced RFT. Ratio  $\mu_{rb} = 0.003$ , minimum RFT.

Ratio  $\mu_{min} = 0.0022$

$$\mu_f / \mu_{rb} = 1.72 > 1.4 \quad (6)$$

Stress in BFRP bar  $f^*f_e/\gamma_f = 482.3 \text{ MPa}$ , check that  $f^*f_e/\gamma_f \leq f^*f_u/\gamma_f$

Depth of concrete stress block  $a = 56.5 \text{ mm} \quad (7)$

Ultimate moment  $M_{ult} = 41205.51.7 \text{ N.m.}$

Ultimate Load  $P_{ult} = 109.88 \text{ kN}$

### 4.3 For BFRP Reinforced Section with dispersed Steel Fibers

Section:  $b = 200 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $d = 270 \text{ mm}$ ,  $A_f (2\Phi 15 \text{ mm}) = 353.429 \text{ mm}^2$

Concrete:  $f_{cu} = 43.80 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 35.0 \text{ MPa}$  maximum concrete strain  $\epsilon_{cu} = 0.003$

BFRP bars: Ultimate BFRP tensile strength  $f_{fu}^* = 900 \text{ MPa}$ , tensile modulus  $E_f = 57000 \text{ MPa}$ , ult. tensile strain  $\epsilon_{fu}^* = 0.015$ , Area of bars ( $\text{mm}^2$ ) =  $2T15 \text{ mm} = 353.429 \text{ mm}^2$ , Reinforcement ratio  $\rho_f = A_f/b*d = 353.43 / (200*270) = 0.00654$ .

**a) Calculation of moment capacity according to ACI 440.1R-15 [16]:**

$\beta_1 = 0.85$  for  $F_c < 28 \text{ MPa}$

The balanced rft ratio  $\rho_{rb} = 0.00423$ , minimum RFT. ratio  $\rho_{min} = 0.0026$

Reinforcement ratio  $\rho_f = A_f / b \cdot d = 353.43 / (200*270) = 0.00654 > \rho_{rb}$

$$\rho_f / \rho_{rb} = 1.55 > 1.4$$

Stress in BFRP bar  $f_f = 708 \text{ MP}$ , depth of concrete stress block  $a = 42 \text{ mm}$

Ultimate moment  $M_n = 62288.86 \text{ N.m}$ ,  $P_n = 166.1 \text{ kN}$

**b) Calculation of Moment Capacity according to ECP 208-04 [24]:**

Balanced rft. ratio  $\mu_{rb} = 0.00435$ , minimum rft. ratio  $\mu_{min} = 0.0022$

$$\mu_f / \mu_{rb} = 1.505 > 1.40$$

Stress in FRP bar  $f^*f_e/\gamma_f = 521.2 \text{ MPa} < 529.4$

Depth of concrete stress block  $a = 53.35 \text{ mm}$

Ultimate moment  $M_{ult} = 44823.9 \text{ N.m}$ ,  $P_{ult} = 119.5 \text{ kN}$

From the results given in Table 4, it can be observed that for beams reinforced by steel bars, the code calculated ultimate moment is lower than the values obtained experimentally by about 4% for both ACI318-18 and ECP203-18. For beams reinforced by BFRP bars, the calculated ultimate moment by ECP208-05 is lower than the experimental values by about 33 % and overestimated by 6 % for ACI 440-R15 design guidelines. For steel fibrous concrete beams reinforced with basalt bars, codes results were underestimated by 24% and 72 % for ACI440-R15 and ECP208-05, respectively. This can be attributed to the special behavior of concrete with steel fibers regarding crack development preceding failure.

Beam ID	$f'_c/f_{cu}$ (MPa)	Bottom rft.	Code/ Guidelines	$M_{u,Theor.}$ (Nm)	$P_{u,Theor.}$ (kN)	Avg. $P_{exp.}$ (kN)	$P_{exp}/P_{u,Theor.}$
BS	30.60/ 38.25	Steel 3Ø16	ACI 318-18	85104.4	226.94	236.20	1.04
			ECP 203-18	84916.6	226.44		1.04
BB	30.60/ 38.25	BFRP 2Ø15	ACI 440-R15	58610.8	156.29	146.50	0.94
			ECP 208-05	41205.5	109.88		1.33
BBF	35.04/ 43.80	BFRP 2Ø15	ACI 440-R15	62288.9	166.1	205.50	1.24
			ECP 208-05	44823.9	119.5		1.72

Table 4. Comparison between experimental and theoretical results

## 6. Conclusions

This paper presents an experimental study of the flexural behavior of concrete beams reinforced by BFRP. The experimental procedures were described and the results were compared with equations provided by design guidelines.

Further, numerical modeling and nonlinear analysis were carried out for the tested beams to compare numerical and experimental results. Based on these studies, the following main conclusions may be drawn:

1. Concrete beams reinforced by BFRP bars with reinforcement ratio  $\rho_f$  greater than the balanced reinforcement ratio  $\rho_{fb}$ , as recommended by design codes showed linear load-displacement relation up to the moment of failure, which occurred at relatively large deflections. The failure mode was governed by concrete crushing.
2. Deflections in BFRP RC beams exceed those of steel RC beams by percentages ranging from 40% to 125 %.
3. It is thus recommended that design of BFRP RC beams should be governed by the Serviceability Limit States.
4. Addition of steel fibers significantly increased the flexural behavior of BFRP RC beams. It caused about 40% increase in the maximum load and 30% decrease in mid-span deflection at the same load level.
5. The test results highlight the necessity for designing BFRP-reinforced flexural members to fail in compression; design is to be controlled by serviceability requirements due to the low modulus of elasticity of the bars.
6. Theoretical prediction of ultimate load of beams reinforced by BFRP bars using ACI 440.1R-15 and ECP 208-04, compare well to the experimental results for normal concrete. However, for BFRP reinforced beams with dispersed steel fibers, code predictions underestimated the flexural capacity.

## References

- [1] Bank L.C., *Composites for Construction: Structural Design with FRP Materials*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2006, 560 p.
- [2] Sim, J., Park, C, Moon, D., “Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures”, *Composites Part B: Engineering*, 2005; 36 (6-7), 504-512.
- [3] Wei, B., Cao, H., Song, S., “Environmental resistance and mechanical performance of basalt and glass fibers”, *Material Science and Engineering A*, 2010, 527, 4708-4715.
- [4] Wu, Z., Wang, X., Wu, G., “Advancement of structural safety and sustainability with basalt fiber reinforced polymers”, In: *Proc. 6<sup>th</sup> Int. Conf. on FRP Composites in Civil Engineering CICE*, Rome, Italy, 2012, p. 29.
- [5] Monaldo, E., Nerilli, F., Vairo, G., “Basalt-based fiber-reinforced materials and structural applications in civil engineering”, *Composite Structures*, 2019, 214, 246–263.
- [6] Elgabbas, F., Ahmed, E., Benmokrane, B., “Physical and mechanical characteristics of new basalt-FRP rods for reinforcing concrete structures”, *Construction and Building Materials*, 2015; 95:623-635.
- [7] Serbescu, A., Guadagnini, M., Pilakoutas, K., “Mechanical characterization of basalt FRP rebars and long-term strength predictive model”, *J. Composites in Construction*, 2014, 19(2):04014037.
- [8] Urbanski, M., Lapko, A., Garbacz, A., “Investigation on concrete beams reinforced with basalt rebars as an effective alternative of conventional R/C structures”, 11<sup>th</sup> International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, NBMST 2013, *Procedia Eng.*, 2013; 52:1183-1191.
- [9] Sunny, J.C., Prabhakaran, P., “Experimental study on properties of concrete reinforced with basalt bars”, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 3 (7), July 2016, 1524-1529.
- [10] Pawlowski D., Szumigala M., “Flexural behavior of full-scale basalt FRP RC beams – experimental and numerical studies”, 7<sup>th</sup> Scientific-Technical Conference Material Problems in Civil

- Engineering (MATBUD 2015), *Procedia Engineering*, 108, 2015, 518-525.
- [11] Elgabbas, F., Vincent, P., Ahmed, E. A., Benmokrane B., “Experimental testing of basalt-fiber-reinforced polymer bars in concrete beams”, *Composites Part B: Engineering*, 91 (2016) 205-218.
- [12] High, C., Seliem, H.M., El-Safty, A., Rizkalla, S.H., “Use of basalt fibers for concrete structures”, *Construction and Building Materials*, 2015; 96: 37–46.
- [13] Ge, W., Zhang, J., Cao, D., Tu, Y., “Flexural behaviors of hybrid concrete beams reinforced with BFRP bars and steel bars”, *Construction and Building Materials*, 2015; 87:28–37.
- [14] Ma, G., Huang, Y., Aslani, F., Kim, T., “Tensile and bonding behaviors of hybridized BFRP–steel bars as concrete reinforcement”, *Construction and Building Materials* 201, 2019, 62–71.
- [15] ASTM C150 / C150M-20, Standard Specification for Portland Cement, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, [www.astm.org](http://www.astm.org).
- [16] ACI 440.1R-15., “*Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars*,” ACI Committee 440, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, pp.16.
- [17] ASTM D7205/D7205M-06 (Reapproved 2011), “*Standard Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite Bars*,” Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2011, pp. 13.
- [18] El-Nemr, A., Ahmed, E., Benmokrane, B., “Instantaneous deflection of slender concrete beams reinforced with GFRP bars. In: Proc., 2nd int. engineering mechanics and materials specialty conference, Ottawa, Ontario. Canada: CSCE; 2011. p. 10.
- [19] Awadallah Z., Ahmed M., Farghal O., and Fahmy M., “Some parameters affecting shear behavior of high strength fiber reinforced concrete beams longitudinally reinforced with BFRP rebars,” *Journal of Engineering Sciences*, Assiut University, 42, 5, 2014, 1163-1178.
- [20] Wang, H., Belarbi, A., “Ductility characteristics of fiber-reinforced-concrete beams reinforced with FRP rebars”, *Constr. Build. Mater.* 25 (5) (2011) 2391–2401.
- [21] Shariq, M., Khan, A. A., Masood, A., Arif, M., Baqi, A., “Experimental and analytical study of flexural response of RC Beams with steel fibers after elevated temperature”, *Iranian Journal of Science and Technology*, Transactions of Civil Engineering, April 2020, DOI: 10.1007/s40996-020-00408-7
- [22] ACI 318-18, “*Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*,” ACI Committee 318, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2018, pp.129.
- [23] ECP 203-2018, “Egyptian Code of Practice for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures”, Housing and Building National Research Center, Ministry of Housing and Urban Communities, Egypt, 2018.
- [24] ECP 208-2005, “Egyptian Code of Practice for the use of Fiber Reinforced Polymers in the Construction Fields”, Housing and Building National Research Center, Ministry of Housing and Urban Communities, Egypt, 2005.

## دراسة معملية لسلوك الكمرات الخرسانية المسلحة بقضبان من البوليمرات المسلحة بألياف البازلت

تعتبر القضبان من البوليمرات المسلحة بألياف البازلت من المواد المستحدثة و المستخدمة كبديل لقضبان الصلب في تسليح العناصر الخرسانية، وذلك للتغلب على مشكلة تعرض قضبان التسليح من الصلب للصدأ، خاصة في حالة التعرض لمؤثرات خارجية قاسية. تتميز ألياف البازلت بتحملها لإجهادات شد عالية مقارنة بصلب التسليح العادي. يتناول البحث دراسة معملية وتحليلية للكمرات الخرسانية المسلحة داخليا بقضبان من البوليمرات المسلحة بألياف البازلت عوضا عن التسليح المعتاد للكمرات الخرسانية بقضبان الصلب، حيث يقوم البحث بدراسة التشكلات والاجهادات الداخلية بالكمرات الخرسانية المسلحة بقضبان البازلت وعقد مقارنة بينها وبين الكمرات المسلحة بالتسليح العادي بالإضافة الي التسليح بقضبان البازلت مع خرسانة مضاف إليها ألياف الصلب. وقد تمت الدراسة علي عدد من الكمرات بسيطة الارتكاز وعمل دراسة تحليلية لتقييم الحمل الأقصى للكمرات المختيرة باستخدام معادلات الكود المصري والأمريكي. وتبين انه يوجد تحسن مطرد في قيم التشكلات والاجهادات باستبدال قضبان البازلت بدلا من الصلب العادي على سلوك الكمرة في الانحناء.

## CONTENTS

## PAGE

<b>THE IMPACT OF THE ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD) SYSTEMS ON THE BUILDINGS' ECONOMIC PERFORMANCE</b>	<b>9</b>
<b>Dr. Amr Soliman Elgohary      Dr. Shereen Omar Khashaba</b>	
<b>Linear Programming Approach To Calculate Optimal Spaces Of The Program During The Architectural Programming Stage</b>	<b>23</b>
<b>Prof. Dr. Sherif Sabry El Attar      Assoc. Prof. Dr. Mohammed Said Meselhy Eng. Ibrahim Dosoki Abdullah</b>	
<b>The Enviromental Simulation Concept As A Tool For Planning And Design Sustainable Urban Communities</b>	<b>35</b>
<b>"A Comparision Of Enviromental Simulation Programs In Urban Context"</b>	
<b>Eng. Elham Fathi Emam      Prof. Dr. Ehab Mahmoud Okba Prof. Dr. Mohga Emam Embaby      Dr. Eman Badawy Ahmed</b>	
<b>A Framework For Environmental Planning For Industrial Zones In Egypt</b>	<b>56</b>
<b>Dr. Wessam Mostafa Emam Mohamed</b>	
<b>Mathematical Model For Preparation Of Space Program For Limited Dudget Projects</b>	<b>72</b>
<b>Applied Study For Office Building In Fayoum University</b>	
<b>Prof. Dr. Sherif Sabry El Attar      Assoc. Prof. Dr. Mohammed Said Meselhy Eng. Ibrahim Dosoki Abdullah</b>	
<b>A Methodology To Improve Energy Efficiency In Buildings Through The Application Of Value Engineering Techniques</b>	<b>87</b>
<b>Prof. Dr. Ehab Mahmoud Okba      Assoc. Prof. Dr. Mohammed Said Meselhy Eng. Maha Mahmoud Rabee Mohamed El- Fakhary</b>	
<b>Improving Energy Efficiency In Residential Buildings (Study Of Social Housing In The New City Of Fayoum)</b>	<b>104</b>
<b>Prof. Dr. Mona Hassan Soliman Dr. Mohammed Abdel-Fattah Ahmed El-Essawy Eng. Rana Raafat Mahmoud Ahmed</b>	
<b>Medical, Aromatic, And Narcotic Plants Classification Using An Artificial Neural Network</b>	<b>122</b>
<b>Eng. Margret E. Abdel Malek      Prof. Dr. Rania A. Abuelsoud Assoc. Prof. Dr./ Ahmed A. Nashat</b>	
<b>Sediment Transport Fields Around Off-Shore And On-Shore Structures</b>	<b>139</b>
<b>Eng. Mohamed Abdelnaser Elsayed Mortada Prof. Dr. Mohamed Eissa Sayed Ahmed      Dr. Mohamed Ahmed Morad Dr. Ahmed Mohamed Abdeltawab Alkaisy</b>	
<b>Experimental Investigation Of Concrete Beams Reinforced With Basalt Frp Bars</b>	<b>157</b>
<b>Prof. Dr. Gehan A. Hamdy      Dr. Dalia F. Arafa</b>	

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

### General research specifications

**Page size:** B5(JIS) – Portrait

**Research Board:** writing in two columns with width of 8.5cm

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

**Line type:** For English researches (Times New Roman)

For Arabic Researches (Simplified Arabic)

### Main title

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

### Subtitles

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

### First page contents

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

### Research board

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

Tables, equation, pictures or charts

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

### References: writing according to specific rules

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

Post Address: Office of the Vice-Dean for Post Graduate Studies and Research – Faculty of Engineering – Fayoum University

**E-mail:** [emo00@fayoum.edu.eg](mailto:emo00@fayoum.edu.eg)

**Phone number:** 0842154834 / 0842154762

[fje@fayoum.edu.eg](mailto:fje@fayoum.edu.eg)

## Objectives and Fields

The journal of the Faculty of Engineering – Fayoum University (FJE) is a scientific journal specialized in the fields of engineering. It is a semiannual journal issued by the Faculty of Engineering at Fayoum University. FJE aims to publish research, theoretical and practical studies in the field of engineering sciences and to spread the culture of scientific research and supporting researchers, FJE considers and Authoritative Scientific Exchange in the various engineering sciences and their applications and to establish channels of communication between specialists in the field and to raise the level of scientific studies and researchers in the field of engineering sciences, reflecting the scientific activity of Fayoum University.

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

- Civil Engineering
- Architecture (architectural Design – Urban Design – Architectural Planning)
- Electrical Engineering in all disciplines and computer engineering
- Mechanical Engineering
- Mathematics and Engineering Physics

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

E-mail: ([FJE@fayoum.edu.eg](mailto:FJE@fayoum.edu.eg))

Phone: 0842154834 / 0842154762

International Number: ISSN : 2537-0626

International Online Number: ISSN :2537-0634

Fayoum Journal of Engineering  
Faculty of Engineering – Fayoum University – Fayoum

---

**Editorial Board**

Prof. Dr. Mohamed Abd El-Kareem	Editor in Chief
Prof. Dr. Mohamed Essa Sayed Ahmed	Managing Editor
Associate. Prof. Dr. Amir Saleh El-Mahdy	Editorial Secretary
Prof. Dr. Rania Ahmed Abu-Elsoud	Associate Editor
Associate Prof. Dr. Islam Helaly Abdelaziz	Associate Editor
Associate. Prof. Dr. Ahmed Abd El-Azeem	Associate Editor

**Mambers (Financial – Executive – Computer)**

Fathy Mohamed zaki	Computer Representative
Maysa Hamed Khalel	Executive Representative
Youssef Ramdan Hammad	Financial Representative

**Editing and Technical Coordinator**

Eng. A'laa Salah Mohamed

---

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

Phone No. : 0842154834 / 0842154762

**International Number**

ISSN : 2537-0626

**International Online Number**

ISSN: 2537-0634



FJE

## FAYOUM JOURNAL OF ENGINEERING

Vol. 4- No. 2

July 2021

Published By

Faculty of Engineering – Fayoum University – Egypt

**International number**  
ISSN : 2537-0626

**international Online number**  
ISSN: 2537-0634

---