عنوان الرسالة

تأثير العناصر الديناميكية على مساحة وشكل الفراغ الداخلي للمباني السكنية

(نحو الوصول الى استراتيجية الاستغلال الأمثل للفراغات السكنية ذات المساحات الصغيرة)

إعداد

عمرو محمد سيد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة –جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجستير العلوم**

في الهندسة المعمارية

كلية الهندسة –جامعة القاهرة

الجيزة –جمهورية مصر العربية

٢٠١٩

عنوان الرسالة

تأثير العناصر الديناميكية على مساحة وشكل الفراغ الداخلي للمباني السكنية

(نحو الوصول الى استراتيجية الاستغلال الأمثل للفراغات السكنية ذات المساحات الصغيرة)

إعداد

عمرو محمد سيد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة –جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجستير العلوم**

في الهندسة المعمارية

تحت اشراف

أ.د. هشام سامح حسين
استاذ العمارة
كلية الهندسة -جامعة القاهرة

أ.م.د. ياسر محمود غريب الشربيني
أستاذ مساعد –قسم الهندسة المعمارية والإنشائية
المركز القومي للبحوث

كلية الهندسة –جامعة القاهرة

الجيزة –جمهورية مصر العربية

٢٠١٩

عنوان الرسالة

تأثير العناصر الديناميكية على مساحة وشكل الفراغ الداخلي للمباني السكنية

(نحو الوصول الى استراتيجية الاستغلال الأمثل للفراغات السكنية ذات المساحات الصغيرة)

إعداد

عمرو محمد سيد إسماعيل

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة –جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة **ماجستير العلوم**

في الهندسة المعمارية

يعتمد من لجنة الممتحنين:

الأستاذ الدكتور: **هشام سامح حسين** أستاذ العمارة -قسم الهندسة المعمارية -جامعة القاهرة	المشرف الرئيسي
الأستاذ الدكتور: **ياسر محمود غريب الشربيني** أستاذ مساعد –قسم الهندسة المعمارية والإنشائية -المركز القومي للبحوث	مشرف
الأستاذ الدكتور: **محمد مدحت درة** أستاذ العمارة -قسم الهندسة المعمارية -جامعة القاهرة	الممتحن الداخلي
الأستاذ الدكتور: **هشام محمود عارف** أستاذ العمارة -قسم الهندسة المعمارية -جامعة الفيوم	الممتحن الخارجي

كليــة الهندســة -جامعــة القاهــرة

الجيـزة -جمهوريـة مصـر العربيــة

٢٠١٩

مهندس: عمرو محمد سيد إسماعيل

تاريخ الميلاد: ٢٩ / ١٢ / ١٩٩٢

الجنسية: مصري

تاريخ التسجيل: ٢٠١٥\....\....

تاريخ المنح: ٢٠١٨\....\....

القسم: الهندسة المعمارية

الدرجة: ماجستير العلوم

المشرفون:

أ.د. هشام سامح حسين

أ.م.د. ياسر محمود غريب الشربيني (استاذ مساعد–قسم الهندسة المعمارية والإنشائية – المركز القومي للبحوث)

د. مروة محمد عباس (مدرس العمارة –الاكاديمية الحديثة للهندسة والتكنولوجيا)

الممتحنون:

أ.د هشام سامح حسين (المشـرف الرئيسي)

أ.م.د ياسر محمود غريب الشربيني (مشــرف)

– (استاذ مساعد–قسم الهندسة المعمارية والإنشائية –المركز القومي للبحوث)

أ.د محمد مدحت درة (الممتحن الداخــلي)

أ.د. هشام محمود عارف (الممتحن الخارجي)

– (استاذ العمارة –قسم الهندسة المعمارية –جامعة الفيوم)

عنوان الرسالة:

تأثير العناصر الديناميكية على مساحة وشكل الفراغ الداخلي للمباني السكنية

(نحو الوصول الى استراتيجية الاستغلال الأمثل للفراغات السكنية ذات المساحات الصغيرة)

الكلمات الدالة:

(المرونة – قابلية الطي – قابلية التوسع – الأثاث ذكي – المواد الذكية)

ملخص البحث:

تعتبر العمارة الديناميكية منظور إبداعي للعمارة مستند على ديناميكية الحركة، حيث يمكن لتلك النوعيـة من الأبنية التعديل لاستيعاب المتغيرات المختلفة والاحتياجات المستقبلية مما يحقق بيئة مستدامة بكافة نواحيها، فالمبانـي الديناميكيـة تواجـه تحدي الزمن بنجـاح، ومن الناحيـة الفنية فإن الميزة الأساسيـة لتلك المبانـي هي قدرتها على تحقيق معايير الاستدامة وقدرتها على توفير الراحة النفسيـة والاستغـلال الأمثل للفراغات. فالحركـة في العمـارة والتصميم الداخلي هي جـزء لا يتجزأ منها.

بسم الله الرحمن الرحم

فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۗ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ من قَبْلِ أَن يُقْضَى إِلَيْكَ وَحْيُهُ ۖ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا (١١٤)

صدق الله العظم

إهـداء

أحمـد الله تعـالي الـذي وفقـني ومكننـي مـن إنهـاء هـذا العمـل، وأتوجـه بخـالص الشـكر والتقدير لأساتذتي الكرام:

وأخص الإهداء إلى أمي وأبى وأخواتي الذين شاركوني هذا الحلم حتى تحقق ولما تحملوه معي من مشقة وعناء ودعمهم لي ماديا ومعنويا.

أتقدم بإهداء هذا البحث لكل من دعمني وساندني من أجل إتمام هذا البحث.

إلى كل إنسان تعلمت منه شيئاً أو قرأت له سطراً أو نقلت عنه علماً.

إلى أساتذتي الأفاضل الذين ما بخلوا على بعلمٍ أو جهدٍ أو وقتٍ أو توجيه.

مهندس / عمرو

شكر وتقدير

أتوجه بخالص الشكر والتقدير لأساتذتي الكرام:

الأستاذ الدكتور / هشام سامح حسين سامح

أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

الأستاذ المساعد الدكتور/ ياسر محمود غريب الشربيني

أستاذ العمارة، بالمركز القومي للبحوث

الدكتورة / مروة محمد عباس

مدرس بقسم الهندسة المعمارية، بالأكاديمية الحديثة للهندسة والتكنولوجيا.

على كل ما قدماه من عون ونصائح وتوجيهات كانت لها الفضل في إخراج هذا البحث في هذه الصورة. ومساعدتي في تخطى أي عثرات صادفت البحث، داعياً الله لهم بمزيد من التوفيق.

كما أتوجه بالشكر إلى اساتذتي الذين تشرفت بتقييمهم لهذا العمل:

الأستاذ الدكتور/ هشام محمود عارف

أستاذ العمارة –قسم الهندسة المعمارية –جامعة الفيوم

الأستاذ الدكتور/ محمد مدحت درة

أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

على قبولهما الدعوة بالحضور لمناقشة هذا البحث داعياً الله ان يلقى قبولاً، فلهما مني كامل الاعتزاز والتقدير.

ولحضراتكم جزيل الشكر والتقدير وجزاكم الله خير الجزاء

الباحث

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
قائمة المحتويات	ج
قائمة الأشكال	ز
قائمة الجداول	م
المقدمة	ع
المشكلة البحثية	ع
الفرضية البحثية	ع
أهداف البحث	ف
منهجية البحث	ف
ملخص البحث	ق
الفصل الأول: تأثير الإنشاء والعناصر الديناميكية للمبنى على مساحة وشكل الفراغ الداخلي	
١-تصنيف المساكن ذات المساحات الصغيرة من الناحية الإنشائية	٢
١-١ الهياكل الإنشائية الثابتة كلياً (الطرق التقليدية للإنشاء)	٣
١-٢ الهياكل الإنشائية القابلة للتوسع Expandable structures	٤
١-٢-١ مفهوم الهيكل الإنشائي القابل للتوسع / الطي Expandable/ Foldable structure	٥
١-٢-٢ مفهوم المرونة للهياكل الانشائية القابلة للطي	٦
١-٢-٣ مميزات الهياكل الإنشائية القابلة للطي	٦
١-٣ أنواع الهياكل الانشائية القابلة للتوسع / الطي	٧
١-٣-١ الهيكل الانشائي المقص	٧
١-٤ التغطيات الخارجية للهياكل الإنشائية القابلة للطي بنظام المقص	١٠
١-٤-١ التغطيات ذات المفصلات "Hinged Cladding"	١٠
١-٤-٢ التغطيات القابلة للطي بنظام "Origami folded cladding"	١١
١-٥ الهياكل الإنشائية ذات الجزء المنزلق	١٠
١-٥-١ الفكرة التصميمية للنظام	١٢
١-٥-٢ الهيكل الإنشائي للنظام	١٢
١-٥-٣ مراحل تجميع الهيكل الإنشائي	١٣
١-٥-٤ التغطيات الخارجية لهذا النظام	١٣
١-٦ الهياكل الإنشائية القابلة للدوران ديناميكياً "Motorized rotation systems"	١٤

١-٦-١ أسباب اللجوء لهذه الأنظمة	١٤
١-٦-٢ مميزات استخدام هذا النظام	١٤
١-٦-٣ الفكرة التصميمية للنظام	١٥
١-٦-٤ الهيكل الإنشائي للنظام	١٦
١-٦-٥ مثال منزل "شريفي ها" بطهران Tehran،Sharifi HA house	١٧
١-٧ النظام الانشائي المفصلي Hinge based system:	١٨
١-٧-١ الفكرة التصميمية للنظام	١٨
١-٧-٢ الهيكل الإنشائي للنظام	١٨
١-٧-٣ مميزات هذا النظام	١٩
١-٧-٤ مثال لاستخدام هذا النظام	٢٠
١-٨ مباني بنظام Plug-in house system	٢١
١-٨-١ نشأة النظام	٢١
١-٨-٢ أسباب ظهور هذا الاتجاه	٢١
١-٨-٣ مبادئ هذا الاتجاه	٢١
١-٩ المباني المتنقلة Mobile Homes	٢٣
١-٩-١ مفهوم التنقل في العمارة Mobility in architecture	٢٣
١-٩-٢ مفهوم الحركة في العمارة Movement in architecture	٢٣
١-٩-٣ تصنيف المباني المتنقلة	٢٤
الخلاصة	٣١
الفصل الثاني: تأثير التصميم الداخلي والفرش على مساحة وشكل الفراغات السكنية	
٢-١ مفهوم الفراغ في العمارة	٣٣
٢-٢ مفهوم الفراغ المولد للتصميم	٣٣
٢-٣ محددات الفراغ المعماري	٣٤
٢-٤ مفهوم المنزل الصغير	٣٤
٢-٥ الفراغات السكنية المحدودة	٣٥
٢-٦ مفهوم المرونة	٣٦
٢-٦-١ أنواع المرونة في تصميم الفراغ الداخلي	٣٦
٢-٧ الاثاث الذكي	٤٢
٢-٧-١ تصنيف أنواع الأثاث الذكي	٤٢
٢-٨ أمثلة للأثاث الذكي (مرونة تصميم الفراغات الداخلية)	٤٣
٢-٨-١ منزل بمدينة مونتبارنس (باريس)	٤٣
٢-٨-٢ الحمام الرأسي متعدد الوظائف Vertebrae vertical bathroom	٤٤
٢-٨-٣ السرير الجداري متعدد الوظائف Multi functioned wall bed	٤٥

٢-٨-٤ الأثاث الموديولي متعدد الوظائف Multi functioned modular furniture	٤٦
٢-٨-٥ المنزل القابل للطي بنيويورك New York،Unfolding Apartment	٤٧
٢-٨-٦ الوحدة الكبسولة Capsule unit	٤٨
٢-٨-٧ الحوائط القابلة للدوران ذات الأثاث المتحول بمنزل MJE house بإسبانيا (٢٠١٦)	٤٩
٢-٨-٨ طاولة المائدة الذكية Smart table	٥٠
٢-٨-٩ الكرسي الذكي Smart chair	٥٠
٢-٨-١٠ الأثاث القابل للاختفاء Hidden furniture	٥١
٢-٩ العلاقة بين مفهوم الأثاث المعماري ومفهوم الحركة في العمارة	٥٢
٢-٩-١ غرفة الزائرين المتنقلة القابلة للطي "Foldaway Guest Room"	٥٢
٢-٩-٢ المكتب المتنقل القابل للطي "Foldaway Office"	٥٤
٢-٩-٣ المطبخ المتنقل القابل للطي "Foldaway Kitchen"	٥٥
الخلاصة	٥٦
الفصل الثالث: تأثير مواد البناء على التقنيات الديناميكية في العمارة	
٣-١ نبذة عن تطور العلاقة بين العمارة ومواد البناء	٥٨
٣-٢ دور مادة البناء	٥٩
٣-٣ ظهور المواد الذكية	٥٩
٣-٤ تصنيف المجموعات الرئيسية للمواد الذكية	٦٠
٣-٤-١ المواد متغيرة الخواص	٦٠
٣-٤-٢ المواد المحولة للطاقة	٦١
٣-٥ تصنيف مواد البناء طبقاً لقابليتها للطي	٦١
٣-٥-١ مواد بناء قابلة للطي (Foldable materials)	٦١
٣-٥-٢ مواد بناء غير قابلة للطي (Un foldable materials)	٦١
٣-٦ خصائص المواد الذكية	٧٠
الخلاصة	٧١
الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للمباني ذات العناصر الديناميكية وتأثيرها على مساحة الفراغ الداخلي	
٤-١ مخطط الدراسة التحليلية للمباني ذات العناصر الديناميكية وتأثيرها على مساحة الفراغ الداخلي:	٧٣
٤-١-١ الهدف من الدراسة التطبيقية	٧٣
٤-١-٢ أسس اختيار حالات الدراسة	٧٣
٤-٢ نماذج عالمية للمساكن ذات العناصر الديناميكية	٧٤
٤-٢-١ المسكن القابل للتوسع The expandable house	٧٤
٤-٢-٢ منزل Sharifi-Ha house	٩٠

٤-٢-٣ منزل Pack and go	١٠٢
الفصل الخامس: الدراسة التطبيقية	
٥-١ منهجية الدراسة التطبيقية	١١٠
٥-٢ محاور الدراسة التطبيقية	١١١
٥-٢-١ المحور الأول: استبيان لتدقيق معايير احتياجات المستعملين من المساكن الديناميكية المرنة	١١٢
٥-٢-٢ المحور الثاني: تطبيق نموذج مقترح لوحدة سكنية باستخدام العناصر الديناميكية المرنة في المدن الجديدة بمصر	١١٩
الفصل السادس: النتائج والتوصيات	
النتائج	١٣٧
التوصيات	١٣٩
المراجع	١٤٢

قائمة الأشكال

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول: تأثير الإنشاء والعناصر الديناميكية للمبنى على مساحة وشكل الفراغ الداخلي	
شكل (١-١) تصنيف المساكن ذات المساحات الصغيرة من الناحية الانشائية	٢
شكل (١-٢) تصنيف المنشآت الهيكلية	٣
شكل (١-٣) نظام الكمرة والعمود	٣
شكل (١-٤) تطور نظام الكمرة والعمود لوحدات سابقة التجهيز	٣
شكل (١-٥) تطور نظام الإطار الحامل والجمالونات	٣
شكل (١-٦) استخدام التشفير في النظام القابل للتوسع	٤
شكل (١-٧) النظام القابل للتوسع Expandable structures	٤
شكل (١-٨) مفهوم النظام القابل للتوسع Expandable structures	٥
شكل (١-٩) الهياكل الإنشائية القابلة للطي	٦
شكل (١-١٠) تحقيق المرونة في الهياكل الإنشائية القابلة للطي	٦
شكل (١-١١) تكوين الهيكل الإنشائي المقص	٧
شكل (١-١٢) أنواع الهيكل الإنشائي المقص	٧
شكل (١-١٣) نظام Translational Linkage	٨
شكل (١-١٤) نظام Polar Linkage	٨
شكل (١-١٥) نظام Angulated Linkage	٩
شكل (١-١٦) استخدام برنامج الجراسهوبر في محاكاة الانظمة الانشائية	٩
شكل (١-١٧) التغطيات ذات المفصلات	١٠
شكل (١-١٨) تطبيق التغطيات ذات المفصلات	١٠
شكل (١-١٩-١) التغطيات القابلة للطي بنظام "Origami folded cladding"	١١
شكل (١-١٩-٢) التغطيات القابلة للطي بنظام "Origami folded cladding"	١١
شكل (١-٢٠) الفكرة التصميمية للهياكل الانشائية ذات الجزء المنزلق	١٢
شكل (١-٢١) الهياكل الانشائية ذات الجزء المنزلق	١٢
شكل (١-٢٢) مراحل تجميع الهياكل الانشائية ذات الجزء المنزلق	١٣
شكل (١-٢٣) لتغطيات الخارجية للهياكل الانشائية ذات الجزء المنزلق	١٣
شكل (١-٢٤) مقارنة بين الواجهات التقليدية والديناميكية	١٤
شكل (١-٢٥) الفكرة التصميمية للهياكل الانشائية القابلة للدوران ديناميكياً	١٥

شكل (١-٢٦) مجسم الهيكل الإنشائي للوحدة المتحركة ديناميكياً	١٦
شكل (١-٢٧) تصميم الهيكل الإنشائي للوحدة المتحركة ديناميكياً	١٦
شكل (١-٢٨) الفكرة التصميمية لمنزل "Sharifi Ha"	١٧
شكل (١-٢٩) الفكرة التصميمية للنظام الانشائي المفصلي Hinge based system	١٨
شكل (١-٣٠) الهيكل الانشائي للنظام الانشائي المفصلي Hinge based system	١٩
شكل (١-٣١) الفكرة التصميمية لمنزل "Pack 'n go house"	٢٠
شكل (١-٣٢) التصميم الخارجي لمنزل "Pack 'n go house"	٢٠
شكل (١-٣٣) نظرية الإحلال والتبديل في المباني الثابتة جزئياً	٢١
شكل (١-٣٤) تفاصيل نظرية الإحلال والتبديل في المباني الثابتة جزئياً	٢٢
شكل (١-٣٥) مفهوم التنقل في العمارة Mobility in architecture	٢٣
شكل (١-٣٦) مفهوم الحركة في العمارة Movement in architecture	٢٣
شكل (١-٣٧) الهياكل الإنشائية خفيفة الوزن	٢٤
شكل (١-٣٨) الكرافانات (المقطورات المتنقلة)	٢٤
شكل (١-٣٩) الوحدات سابقة التصنيع	٢٤
شكل (١-٤٠) الكرافانات القابلة للتوسع Markies	٢٥
شكل (١-٤١) الوحدات السياحية المتنقلة MTI	٢٦
شكل (١-٤٢) تفاصيل الوحدات السياحية المتنقلة MTI	٢٧
شكل (١-٤٣) المسكن البيئي المتنقل Eco-habitat	٢٨
شكل (١-٤٤) قطاع يوضح تصميم المسكن البيئي المتنقل Eco-habitat	٢٩
شكل (١-٤٥) مميزات تصميم المسكن البيئي المتنقل	٢٩
شكل (١-٤٦) التصميم الداخلي للمسكن البيئي المتنقل	٣٠
الفصل الثاني: تأثير التصميم الداخلي والفرش على مساحة وشكل الفراغات السكنية	
شكل (٢-١) تطور مفهوم الفراغ المعماري	٣٤
شكل (٢-٢) الفراغات السكنية المحدودة	٣٥
شكل (٢-٣) مفهوم المرونة	٣٦
شكل (٢-٤) الفصل بين الفراغات رأسياً	٣٦
شكل (٢-٥) تفاعل تصميم الأرضيات مع الأثاث	٣٦
شكل (٢-٦) المرونة في تصميم الأسقف	٣٧
شكل (٢-٧) القواطيع المنزلقة المعلقة	٣٨
شكل (٢-٨) القواطيع المنزلقة الأرضية	٣٨

شكل (٢-٩) المرونة في تصميم القواطيع الرأسية	٣٨
شكل (٢-١٠) المرونة في تصميم الحوائط	٣٩
شكل (٢-١١) تفاعل الحوائط مع الأثاث	٣٩
شكل (٢-١٢) مفهوم المرونة في تجميع بعض الأشكال	٤٠
شكل (٢-١٣) طرق مختلفة لتجميع بعض أنواع الأثاث	٤١
شكل (٢-١٤) مفهوم المرونة تشكيل وصناعة الأثاث	٤١
شكل (٢-١٥) يوضح فكرة الاثاث الذكي	٤٢
شكل (٢-١٦) الأثاث التفاعلي بمنزل بباريس	٤٣
شكل (٢-١٧) الحمام الرأسي متعدد الوظائف	٤٤
شكل (٢-١٨) السرير الجداري متعدد الوظائف	٤٥
شكل (٢-١٩-١) الأثاث الموديولي متعدد الاستخدامات	٤٦
شكل (٢-١٩-٢) الأثاث الموديولي متعدد الاستخدامات	٤٦
شكل (٢-٢٠) المنزل القابل للطي بنيويورك	٤٧
شكل (٢-٢١) أنواع مختلفة للوحدة الكبسولة	٤٨
شكل (٢-٢٢) منزل MJE house بإسبانيا	٤٩
شكل (٢-٢٣) الطاولة الذكية Smart table	٥٠
شكل (٢-٢٤) الكرسي الذكي Smart Chair	٥٠
شكل (٢-٢٥-١) الأثاث القابل للاختفاء Hidden furniture	٥١
شكل (٢-٢٥-٢) الأثاث القابل للاختفاء Hidden furniture	٥١
شكل (٢-٢٦) العلاقة بين مفهوم الأثاث المعماري ومفهوم الحركة في العمارة	٥٢
شكل (٢-٢٧-١) غرفة الزائرين المتنقلة القابلة للطي Foldaway guest room	٥٢
شكل (٢-٢٧-٢) تفاصيل غرفة الزائرين المتنقلة القابلة للطي Foldaway guest room details	٥٣
شكل (٢-٢٨) المكتب المتنقل القابل للطي Foldaway office details	٥٤
شكل (٢-٢٩) المكتب المتنقل القابل للطي Foldaway office details	٥٥
الفصل الثالث: تأثير مواد البناء على التقنيات الديناميكية في العمارة	
شكل (٣-١) تطور العلاقة بين العمارة ومواد البناء	٥٨
شكل (٣-٢) أهمية مواد البناء في العمارة	٥٩
شكل (٣-٣) ظهور المواد الذكية في العمارة	٥٩
شكل (٣-٤) تصنيف المجموعات الرئيسية للمواد الذكية	٦٠
شكل (٣-٥) المواد متغيرة الخواص	٦٠

شكل (٣-٦) الكاربون فايبر	٦١
شكل (٣-٧) الزجاج البلاستيكي	٦٢
شكل (٣-٨) مادة الأيروجيل	٦٢
شكل (٣-٩) ألواح الألومنيوم Calme	٦٢
شكل (٣-١٠) البولي ميثيل ميثاكريليت	٦٣
شكل (٣-١١) الزجاج الرغوي	٦٣
شكل (٣-١٢) الخرسانة الناقلة للضوء	٦٣
شكل (٣-١٣) الزجاج المجلتن الآمن	٦٤
شكل (٣-١٤) الألواح الخشبية	٦٤
شكل (٣-١٥) استخدام الألواح الخشبية في الواجهات	٦٤
شكل (٣-١٦) الواح الجبس	٦٤
شكل (٣-١٧) استخدام الواح الجبس في الواجهات	٦٥
شكل (٣-١٨) تقنية الحبيبات المعلقة	٦٥
شكل (٣-١٩) تطبيق عملي لتقنية الحبيبات المعلقة	٦٥
شكل (٣-٢٠) الألومنيوم الرغوي	٦٦
شكل (٣-٢١) الفينيل البحري	٦٦
شكل (٣-٢٢) تطبيقات الفينيل البحري	٦٦
شكل (٣-٢٣) الاثيلين تترافلورو اثيلين	٦٧
شكل (٣-٢٤) بعض تطبيقات مادة الاثيلين تترافلورو اثيلين	٦٧
شكل (٣-٢٥) التفلون	٦٧
شكل (٣-٢٦) البي في سي PVC	٦٨
شكل (٣-٢٧) البولي أثلين عالي الكثافة	٦٨
شكل (٣-٢٨) تطبيقات البولي أثلين عالي الكثافة	٦٩
شكل (٣-٢٩) ألواح الألومنيوم القابل للتشكيل	٦٩
الفصل الرابع: الدراسة التحليلية للمباني ذات العناصر الديناميكية وتأثيرها على مساحة الفراغ الداخلي	
شكل (٤-١) المسكن القابل للتوسع	٧٤
شكل (٤-٢) الفكرة التصميمية للمسكن القابل للتوسع	٧٤
شكل (٤-٣) مراحل انشاء المسكن القابل للتوسع	٧٥
شكل (٤-٤) الفكرة التصميمية للغلاف الخارجي للمسكن القابل للتوسع	٧٦