جامعـــــة بنـــــــــها
كلية الهندســـة بشـــبرا
قسـم الهندسة المعمـارية

تقييم بعض برامج الحاسب الآلي المساعدة لعملية التصميم المعماري

Evaluation of Selected Programs for Computer-Aided Architectural Design

رسالة علمية مقدمه لنيل درجة الماجستير
في الهندسة المعمارية

إعداد
المهندس/ أيمن رئيس محمد محمود

تحت إشـــراف

أ.د/ أحمـــد فـــريد حمـزة
أستاذ ورئيس قسم العمارة
كلية الهندســـة بشـــبرا

أ.م.د/ أشرف عبد المنعم جعفر
الأستاذ المساعد بقسم العمارة
كلية الهندســـة بشـــبرا

د.م/ دينـا محمد سامح طه
مدرس العمارة بكلية الهندســـة
جامعة الإسكندرية

٢٠١٢

بسم الله الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ
عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ

التوبة (١٠٥)

إهـــــــــداء

إلى أبي وأمي وأخوتي حفظهـــم الله

إلى زوجتي الحبيبة وابني وابنتي الغاليين

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

الحمد لله الذي هداني لهذا، وما كنت لأهتدي لولا أن هداني الله

أما بعد،،،

أتوجه بأسمى آيات الامتنان والتقدير لكل من عاونني من قريب أو من بعيد لإنجاز هذا العمل من زملاء في العمل أو خارجة، كما أخص بالشكر كلاً من د/ **أشرف عبد المنعم جعفر**– الأستاذ المساعد بقسم العمارة بكلية الهندسة بشبرا، و د/ **دينا محمد سامح طه**– مدرس العمارة بكلية الهندسة جامعة الإسكندرية، على ما بذلاه من جهد ووقت في توجيهي ونصحي وتشجيعي للخروج بهذا البحث إلى النور، لذا أدعو الله أن يجزيهما خيراً عني.

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ **أحمد فريد حمزة** – رئيس قسم العمارة، لما قدمه نحوي من عون ونصح وإرشاد في مختلف مراحل البحث.

وأخيراً أتوجه بالشكر إلي زوجتي، التي شجعتني ووقفت بجانبي لتخطي الصعوبات أثناء إجرائي البحث، وكذلك إلى أبي وأمي وأخوتي لما منحوه لي من عون وتشجيع للانتهاء من البحث.

م/ أيمن رئيس محمد
القاهرة أكتوبر٢٠١٢

التعريف بالباحث

الاسم: أيمن رئيس محمد محمود

تاريخ الميلاد: ١٩٧٨/٣/١

الجنسية: مصري

الديانـــة: مســـلم

المؤهل الدراسي: بكالوريوس الهندسة المعمارية

التقدير التراكمي: جيد

سنة التخرج: ٢٠٠١ – كلية الهندسة بشبرا

ملخص الرسالة

أصبح الحاسب الآلي من أساسيات الحياة المعاصرة وانعكس هذا على فن العمارة في مراحله المختلفة من تصميم وإظهار وغيرهما من فنيات وتقنيات التصميم المعماري، وقد أحدث دخول الحاسب الآلي في مجال التصميم المعماري تغييرا كبيرا وكان من الضروري إعادة النظر في ماهية التصميم المعماري والأنشطة التي يتضمنها، وتلي ذلك إعادة النظر في كل مسلمات التصميم المعماري وتكوين رؤية جديدة للتصميم المعماري في ضوء وجود الحاسب الآلي، فظهرت بعض البرامج التي تساعد في عملية التصميم نفسها، مع إمكانية تدخل المعماري أثناء عملية التصميم، حيث أنها برامج دعم لاتخاذ القرار المعماري للوصول إلي الحل الأقرب إلى الأمثل.

كما أن استخدام حالات تصميمية سابقة في حل مشكلات تصميمية حالية أو تعليم طلبة العمارة ليست بالموضوع الجديد، بل هو أسلوب معروف ومعترف به منذ القدم للوصول إلى الحل الأقرب إلى الأمثل، حيث كان هذا الأسلوب موجود ومتبع في عصر النهضة The Renaissance ومدرسة الفنون الجميلة في فرنسا، وبعد ذلك في القرن العشرين في مدرسة الباوهوس Bauhaus، التي أعطت دفعه قوية للعمارة الحديثة Modernism، والجدير بالذكر أن معلمي التصميم المعماري في الوقت الحالي يستخدمون أمثله ونماذج عند الكتابة حول أسس المناهج الدراسية أو البرامج التعليمية في التعليم المعماري (Akin Ö. , 1997). فمن هذا المبدأ ظهرت برامج تساعد في عرض الحالات التصميمية السابقة بصورة سهلة وسريعة، لتوفير وقت المعماريين وطلبة العمارة في البحث عن نماذج مناسبة ومفيدة لهم.

في هذا البحث نستعرض عدد من البرامج المساعدة للتصميم المعماري CAAD، للتعرف عليها والوقوف على إمكانياتها والأساليب المتبعة في عملها، ثم إجراء تجارب على بعضها، ثم تصنيفها وتقييم أدائها لمحاولة التعرف على أسباب عدم انتشارها بالشكل المطلوب للمساعدة في عملية معقدة كعملية التصميم المعماري، للاستفادة منها في توفير الوقت والمجهود مع الحفاظ على الإبداع المعماري.

كما سنتعرف على مدى دراية المعماريين المصريين بهذه النوعية من البرامج، وكذلك إلى أي مدى تهتم الجامعات المصرية بأبحاث في هذا المجال، وكيفية الاستفادة منها في مجال التصميم المعماري في مصر.

قائمة المحتويات

ملخص الرسالة ..... **ج**

قائمة المحتويات ..... **د**

قائمة الأشكال ..... **ز**

قائمة الجداول ..... **ل**

قائمة اختصار المصطلحات ..... **م**

المقدمـــة ..... **ن**

المشكلة البحثية : ..... **ع**

الهدف من البحث : ..... **ف**

المنهج البحثي: ..... **ف**

مجال ومحددات البحث: ..... **ص**

منهجية البحث: ..... **ص**

هيكل البحث: ..... **ر**

١ الباب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري **٣**

١-١ عملية التصميم المعماري ٤

١-١-١ تعريفات ٤

١-١-٢ مراحل عملية التصميم المعماري ٦

١-٢ الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي ٨

١-٢-١ نماذج تحليل المشكلة Decomposition Models ١١

١-٢-٢ نماذج الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-Based Reasoning Models ١٧

١-٢-٣ النماذج الإنتاجية Generative Models ٢٤

ملخص الباب الأول ٤٢

٢ الباب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري **٤٥**

٢-١ ياسمين YASMIN ٤٧

٢-١-١ أساس البرنامج ٤٧

٢-١-٢ إنتاج التصميمات ٤٩

٢-١-٣ معالجة التصميم ٥٢

٢-١-٤ المناقشة ٥٤

٢-٢ P.B. Space ٥٥

٢-٢-١ أساس البرنامج ٥٥

٢-٢-٢ إنتاج التصميمات ٥٨

٢-٢-٣ معالجة التصميم ٥٩
٢-٢-٤ المناقشة ٦٠
٢-٣ نظام كادر CADRE ٦١
٢-٣-١ أساس البرنامج ٦١
٢-٣-٢ إنتاج التصميمات ٦٣
٢-٣-٣ معالجة التصميم ٦٣
٢-٣-٤ المناقشة ٦٦
٢-٤ مونيو MONEO ٦٨
٢-٤-١ أساس البرنامج ٦٨
٢-٤-٢ إنتاج التصميمات ٧٢
٢-٤-٣ معالجة التصميم ٧٥
٢-٤-٤ المناقشة ٧٥
٢-٥ Genetic Algorithm Toolbox ٧٦
٢-٥-١ أساس البرنامج ٧٦
٢-٥-٢ إنتاج التصميمات ٧٧
٢-٥-٣ معالجة التصميم ٨٠
٢-٥-٤ المناقشة ٨٠
٢-٦ Falling Water Toolbox ٨١
٢-٦-١ أساس البرنامج ٨١
٢-٦-٢ إنتاج التصميمات ٨٥
٢-٦-٣ معالجة التصميم ٨٦
٢-٦-٤ المناقشة ٨٦
٢-٧ سييد SEED ٨٧
٢-٧-١ أساس البرنامج ٨٧
٢-٧-٢ إنتاج التصميمات ٩٠
٢-٧-٣ معالجة التصميم ٩١
٢-٧-٤ المناقشة ٩١
ملخص الباب الثاني ٩٣
٣ الباب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري ٩٦
٣-١ معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري ٩٧
٣-١-١ معايير التصنيف ٩٧
٣-١-٢ معايير التقييم ٩٨

٣-٢ التطبيقات العملية ١٠٠
٣-٢-١ برنامج Yasmin ١٠٢
٣-٢-٢ برنامج PBSpace ١١٠
٣-٢-٣ برنامج SEED ١١٦
٣-٢-٤ برنامج MONEO ١٢٤
٣-٣ تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري ١٣٠
٣-٤ تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري ١٣٠
ملخص الباب الثالث ١٣٣
٤ النتائج والتوصيات ١٣٦
٤-١ النتائج ١٣٦
٤-١-١ البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري ١٣٦
٤-١-٢ المعماريون المصريون والحاسب الآلي ١٤١
٤-١-٣ الجامعات المصرية والحاسب الآلي ١٤٢
٤-٢ التوصيات ١٤٦
٤-٣ الأهداف والأبحاث المستقبلية ١٤٦
المراجع ١٤٨
أولا: المراجع العربية ١٤٨
ثانيا: المراجع الإنجليزية ١٤٩
ثالثا: مواقع الإنترنت ١٥٤
الملحق: الرسائل العلمية المصرية بالجامعات الحكومية المتعلقة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة في الفترة من ١٩٨٩ إلى ٢٠١١ ..... م- أ

قائمة الأشكال

شكل رقم (أ) الوسائل المستخدمة في الإطلاع على المشاريع المعمارية السابقة ..... س
شكل رقم (ب) خطة البحث ..... ق
شكل رقم (جـ) هيكل البحث ..... ث
شكل رقم (١-١) تصنيف العملية التصميمية لـ Gero..... ٥
شكل رقم (١-٢) مراحل العملية التصميمية ٦
شكل رقم (١-٣) نموذج Archer لمراحل عملية التصميم المعماري..... ٧
شكل رقم (١-٤) نماذج عملية التصميم لـ Maher ٨
شكل رقم (١-٥) نماذج عملية التصميم لبصيص ٩
شكل رقم (١-٦) نماذج عملية التصميم لـ Oxman ٩
شكل رقم (١-٧) نماذج عملية التصميم..... ١٠
شكل رقم (١-٨) نموذج تحليل المشكلة التصميمية ١١
شكل رقم (١-٩) العلاقات الوظيفية وتمثيلها في نظرية الرسم ١٢
شكل رقم (١-١٠) بدائل توزيع الفراغات باستخدام نظرية الرسم ١٢
شكل رقم (١-١١) مصفوفة تبين درجة العلاقة بين مكونات مسكن..... ١٣
شكل رقم (١-١٢) تمثيل تخطيطي في برنامج GRAMPA ١٦
شكل رقم (١-١٣) بدائل التصميم من برنامج GRAMPA ١٦
شكل رقم (١-١٤) نموذج نمطي لدورة عملية الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR..... ١٨
شكل رقم (١-١٥) حاويات المعرفة The Knowledge Containers ٢٠
شكل رقم (١-١٦) نموذج التحويل..... ٢٤
شكل رقم (١-١٧) يمين: لقطة ليلية لإستاد بكين الدولي (عش الطائر) (Chinadaily, 2010)– يسار: مركز بكين الدولي للسباحة (مكعب المياه) أثناء التنفيذ (Zapatapi, 2010)..... ٢٥
شكل رقم (١-١٨) فكرة مبسطة عن الخوارزميات Algorithms..... ٢٦
شكل رقم (١-١٩) خطوات تحديد ومعالجة المشكلة ٢٧
شكل رقم (١-٢٠) أولوية قوائم الانتظار ٢٨
شكل رقم (١-٢١) حل المعادلات الخطية ٢٨
شكل رقم (١-٢٢) ترتيب العناصر ٢٨
شكل رقم (١-٢٣) رسم شجرة العلاقات..... ٢٩
شكل رقم (١-٢٤) تكوين مجموعات للنقاط المتشابهة ٢٩
شكل رقم (١-٢٥) ترتيب وتعبئة الأشياء لتأخذ أقل حيز ٢٩
شكل رقم (١-٢٦) التطابق وشبه التطابق..... ٣٠
شكل رقم (١-٢٧) بعض الأشكال الهندسية..... ٣١
شكل رقم (١-٢٨) قواعد الشكل القياسية..... ٣٢
شكل رقم (١-٢٩) قواعد الشكل متغيرة القيمة ٣٢

شكل رقم (١-٣٠) يوضح قواعد التصميم..... ٣٣
شكل رقم (١-٣١) (أ) مئذنة جامع محمد على بقلعة صلاح الدين ومساقطها الأفقية (ب) ثلاثة تصميمات معمارية جديدة للمئذنة ناتجة باستخدام قواعد الشكل بتغيير ارتفاع قاعدتها ٣٤
شكل رقم (١-٣٢) مسقط أفقي مُنتج باستخدام قواعد الشكل..... ٣٥
شكل رقم (١-٣٣) نماذج لمسقط أفقي لمنزل تركي تقليدي..... ٣٥
شكل رقم (١-٣٤) قواعد التجميع الثمانية لشكل ثنائي الأبعاد..... ٣٧
شكل رقم (١-٣٥) خاصية التبادل في الخوارزميات الوراثية..... ٣٧
شكل رقم (١-٣٦) نموذج للتبادل/ للتزاوج في الخوارزميات الوراثية..... ٣٧
شكل رقم (١-٣٧) تكوين نجمة كوش Koch Star..... ٣٩
شكل رقم (١-٣٨) جزر كوش التربيعية Quadratic Koch Island..... ٤٠
شكل رقم (١-٣٩) نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام نظام Hilbert Curve..... ٤٠
شكل رقم (١-٤٠) شجرة ناتجة من أحد أنظمة L-Systems..... ٤١
شكل رقم (١-٤١) أمثلة التداخل بين طرق تصميم البرامج المساعدة للتصميم المعماري..... ٤٢
شكل رقم (٢-١) بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري واتجاهاتها..... ٤٥
شكل رقم (٢-٢) جدول العلاقات الوظيفية للفراغات..... ٤٨
شكل رقم (٢-٣) تحديد توجيه العنصر الثاني بالنسبة للأول..... ٤٩
شكل رقم (٢-٤) التقرير الناتج من البرنامج حول العناصر..... ٥٠
شكل رقم (٢-٥) مخرجات حسابات البرنامج..... ٥٠
شكل رقم (٢-٦) مخرجات برنامج الممرات..... ٥١
شكل رقم (٢-٧) مخرجات برنامج الرسم (الأوتوكاد)..... ٥٢
شكل رقم (٢-٨) ناتج الرسم طبقا لمخرجات البرنامج باستخدام الأوتوكاد بعد إضافة الممرات..... ٥٣
شكل رقم (٢-٩) المسقط الأفقي النهائي بعد ضبطه بواسطة المعماري..... ٥٣
شكل رقم (٢-١٠) يوضح تمثيل العنصر فيP.B. Space..... ٥٥
شكل رقم (٢-١١) جدول العلاقة الوظيفية بين الفراغات ومستواها..... ٥٦
شكل رقم (٢-١٢) يوضح الفراغات المعمارية وتأثير مستوي العلاقة الوظيفية..... ٥٦
شكل رقم (٢-١٣) واجهة التطبيق لـ PBSpace..... ٥٧
شكل رقم (٢-١٤) قائمة مساعدات P.B. Space Help..... ٥٧
شكل رقم (٢-١٥) مرحلة العلاقات المكانية Topological Resolution للتصميم بـ P.B. Space..... ٥٨
شكل رقم (٢-١٦) مراحل التصميم بـ P.B. Space..... ٥٩
شكل رقم (٢-١٧) نافذة بحث واختيار الحالات فيCADRE..... ٦٢
شكل رقم (٢-١٨) شكل يوضح هيكل نظامCADRE..... ٦٤
شكل رقم (٢-١٩) شكل يوضح اختيار أجزاء معينة من الحالات التصميمية للجمع بينها في كادر..... ٦٥
شكل رقم (٢-٢٠) الناتج بعد جمع وتهيئة الحالات المختارة في كادر..... ٦٥
شكل رقم (٢-٢١) شكل يوضح طريقة تمثيل الحالات في CADRE..... ٦٦

شكل رقم (٢-٢٢) منزل ماريو كابري – مثال لأعادة تهيئة الحالة التصميمية في كادر حسب الموقع ٦٧
شكل رقم (٢-٢٣) استمارة البرنامج الوظيفي وبها الخانات الإضافية للطلبات والملاحظات ٦٩
شكل رقم (٢-٢٤) بيانات تفصيلية للغرف في البرنامج الوظيفي..... ٧٠
شكل رقم (٢-٢٥) إمكانية إضافة توجيه الغرف وعلاقاتها في البرنامج الوظيفي ٧٠
شكل رقم (٢-٢٦) نافذة تكوين البرنامج الوظيفي والملاحظات والمحددات باستخدام Visual Basic 6© ٧١
شكل رقم (٢-٢٧) الملفان الناتجان من أداة عمل البرنامج المعماري ٧١
شكل رقم (٢-٢٨) جدول خصائص وسمات الغرف المختلفة في مونيو..... ٧٢
شكل رقم (٢-٢٩) مخطط العلاقات الوظيفية Bubble Diagram الناتجة من مونيو..... ٧٣
شكل رقم (٢-٣٠) جزء من التقرير الناتج من البرنامج والذي يحدد خصائص الفراغات ٧٣
شكل رقم (٢-٣١) طريقة تحديد عدد الحالات المراد استرجاعها من مكتبة حالات مونيو ٧٤
شكل رقم (٢-٣٢) الناتج النهائي الذي يظهر للمستخدم بعد انتهاء عملية الاسترجاع في مونيو ٧٤
شكل رقم (٢-٣٣) طريقة إنتاج الغرف (الأبناء)..... ٧٦
شكل رقم (٢-٣٤) واجهة التطبيق الثالثة حيث تعرض بدائل تصميم الغرف ٧٧
شكل رقم (٢-٣٥) واجهة التطبيق الأولي وتعرض خصائص الغرفة وبدائلها..... ٧٨
شكل رقم (٢-٣٦) واجهة التطبيق الثانية وتعرض العلاقات بين الفراغات ٧٨
شكل رقم (٢-٣٧) واجهة التطبيق الثالثة حيث تعرض بدائل تصميم المبنى ٧٩
شكل رقم (٢-٣٨) البدائل الناجحة للمسقط الأفقي التخطيطي..... ٧٩
شكل رقم (٢-٣٩) صورة لفيلا الشلالات..... ٨١
شكل رقم (٢-٤٠) تحليل المساحات والعلاقات الوظيفية لفيلا الشلالات ٨٢
شكل رقم (٢-٤١) تحليل واجهة فيلا الشلالات ٨٢
شكل رقم (٢-٤٢) تحليل النظام الإنشائي لفيلا الشلالات..... ٨٣
شكل رقم (٢-٤٣) تحليل عناصر الحركة الرأسية لفيلا الشلالات..... ٨٣
شكل رقم (٢-٤٤) واجهة تطبيق أداة FWT – نافذة تكوين البدائل ٨٤
شكل رقم (٢-٤٥) أعلى – مناظير لـ ٤٠ بديل بواسطة FWT ، أسفل – مساقط لـ ٤٠ بديل بواسطة FWT ٨٥
شكل رقم (٢-٤٦) هيكل نظامSEED..... ٨٨
شكل رقم (٢-٤٧) واجهة التطبيق لـSEED-Layout ٨٩
شكل رقم (٢-٤٨) طريقة عرض ناتج التصميم لـSEED-Layout..... ٩٠
شكل رقم (٣-١) مصفوفة العلاقات الوظيفية المستخدمة في التجارب العملية ١٠١
شكل رقم (٣-٢) واجهة تطبيق Yasmin ver. 7 يظهر بها الفروع المختلفة للبرنامج..... ١٠٢
شكل رقم (٣-٣) واجهة تطبيق SINGLE STOREY ver. 4.2 ضمن برنامج Yasmin..... ١٠٣
شكل رقم (٣-٤) تحديد مقياس الرسم ١٠٤
شكل رقم (٣-٥) تحديد عدد عناصر المشروع ١٠٤
شكل رقم (٣-٦) تحديد نوعية المشروع ١٠٤

شكل رقم (٣-٧) تحديد اسم المشروع ١٠٤
شكل رقم (٣-٨) إدخال اسم الفراغ الأول ١٠٤
شكل رقم (٣-٩) إدخال مساحة الفراغ الأول ١٠٤
شكل رقم (٣-١٠) جزء من قاعدة بيانات برنامج Yasmin ١٠٥
شكل رقم (٣-١١) إدخال زاوية بداية دوران العنصر الأول..... ١٠٥
شكل رقم (٣-١٢) إدخال زاوية نهاية دوران العنصر الأول ١٠٥
شكل رقم (٣-١٣) إدخال علاقات العنصر الأول بالعناصر التي تليه ١٠٥
شكل رقم (٣-١٤) التقرير الناتج من برنامج Yasmin حول عناصر المشروع..... ١٠٦
شكل رقم (٣-١٥) التقرير الناتج من برنامج Yasmin حول العناصر الثابتة ١٠٦
شكل رقم (٣-١٦) علاقة العنصرين الأول والثاني مع العنصر الثابت..... ١٠٧
شكل رقم (٣-١٧) التصميم الابتدائي الناتج من برنامج Yasmin..... ١٠٧
شكل رقم (٣-١٨) المنتج النهائي الناتج من برنامج Yasmin بواسطة الأوتوكاد ١٠٨
شكل رقم (٣-١٩) التصميم الابتدائي الناتج من برنامج Yasmin باستخدام الأوتوكاد بعد التهذيب..... ١٠٨
شكل رقم (٣-٢٠) واجهة تطبيق PBSpace V. 0.2b ١١٠
شكل رقم (٣-٢١) الفراغات بعد رسمها في PBSpace V. 0.2b ١١٢
شكل رقم (٣-٢٢) الفراغات بعد تحديد علاقاتها في PBSpace V. 0.2b ١١٢
شكل رقم (٣-٢٣) الفراغات بعد وصولها للاتزان في PBSpace V. 0.2b ١١٣
شكل رقم (٣-٢٤) الفراغات وعمل المحاذاة للحوائط في PBSpace V. 0.2b ١١٤
شكل رقم (٣-٢٥) المنتج النهائي لـ BPScape الناتج باستخدام الأوتوكاد وملف dxf ١١٤
شكل رقم (٣-٢٦) واجهة تطبيق SL (lite) ver 1.0a ١١٦
شكل رقم (٣-٢٧) أزرار الأوامر العلوية في SEED-Layout..... ١١٧
شكل رقم (٣-٢٨) (أ) قائمة File و(ب) قائمة Window من قوائم SEED-Layout ١١٧
شكل رقم (٣-٢٩) محددات الموقع والعناصر Layout Problem في SEED-Layout..... ١١٨
شكل رقم (٣-٣٠) شجرة العناصر Constituent Hierarchy في SEED-Layout ١١٨
شكل رقم (٣-٣١) إضافة عناصر Add Constituent في SEED-Layout ١١٨
شكل رقم (٣-٣٢) العلاقات بين العناصر Required Relations في SEED-Layout ١١٩
شكل رقم (٣-٣٣) إضافة العنصرين الأول والثاني بالمكان المخصص للتصميم في SEED-Layout..... ١١٩
شكل رقم (٣-٣٤) بدائل لوضع الغرف في جناح غرف النوم باستخدام SEED-Layout ١٢٠
شكل رقم (٣-٣٥) توجيه العناصر النهائي باستخدام SEED-Layout..... ١٢٠
شكل رقم (٣-٣٦) المنتج النهائي باستخدام SEED-Layout ١٢١
شكل رقم (٣-٣٧) جزء من تقرير التقييم باستخدام SEED-Layout..... ١٢٢
شكل رقم (٣-٣٨) جزء من تقرير بيانات الفراغات باستخدام SEED-Layout ١٢٢
شكل رقم (٣-٣٩) تحديد متطلبات المستخدم في مونيو..... ١٢٤
شكل رقم (٣-٤٠) عرض العلاقات الوظيفية في مونيو..... ١٢٥

شكل رقم (٣-٤١) عرض الحالات المسترجعة في مونيو ١٢٥
شكل رقم (٣-٤٢) تحديد غرف النوم في مونيو ١٢٦
شكل رقم (٣-٤٣) تحديد العلاقات الخاصة للفراغات في مونيو ١٢٦
شكل رقم (٣-٤٤) جدول العلاقات الخاصة للفراغات في مونيو ١٢٦
شكل رقم (٣-٤٥) مخطط العلاقات الوظيفية للفراغات في مونيو ١٢٧
شكل رقم (٣-٤٦) تقرير عن الحالات المسترجعة ودرجة تشابهها مع مخطط العلاقات في مونيو ١٢٧
شكل رقم (٣-٤٧) الحالات المسترجعة من مونيو ١٢٨
شكل رقم (٤-١) تفضيل المعماريين المصريين لاتجاهات البرامج المساعدة للتصميم المعماري ١٣٧
شكل رقم (٤-٢) نماذج من منتجات Yasmin و SEED-Layout ١٣٨
شكل رقم (٤-٣) برامج تساعد في رسم وإظهار الأفكار الأوليه..... ١٣٩
شكل رقم (٤-٤) برامج تنتج كتل ثلاثية الأبعاد ١٣٩
شكل رقم (٤-٥) برامج تساعد في تصميم ورسم الكتل ثلاثية الابعاد ١٣٩
شكل رقم (٤-٦) استخدامات الحاسب الآلي في العمارة المصرية ١٤١
شكل رقم (٤-٧) إجمالي عدد الرسائل العلمية المهتمة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة في كل عام مُنسبة لكل جامعة..... ١٤٢
شكل رقم (٤-٨) إجمالي عدد الرسائل العلمية المهتمة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة لكل جامعة في الفترة من ١٩٨٩إلى٢٠١١ ..... ١٤٣
شكل رقم (٤-٩) العلاقة بين توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة . ١٤٥
شكل رقم (٤-١٠) النسب بين توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة ١٤٥

قائمة الجداول

جدول رقم (٣-١) تصنيف البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري ١٣١
جدول رقم (٣-٢) تقييم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري المستخدمة في التجارب العملية ١٣٢
جدول رقم (٤-١) توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة ١٤٤

قائمة اختصار المصطلحات

الاختصار	المصطلح بالإنجليزية	المصطلح بالعربية
AI	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي
CAAD	Computer-Aided Architectural Design	التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي
CAD	Computer-Aided Design	التصميم بمساعدة الحاسب الآلي
CBD	Case-Based Design	التصميم المبني على حالات سابقة
CBR	Case-Based Reasoning	الاستدلال المبني على حالات سابقة
DM	Decomposition Models	نماذج تحليل المشكلة
GA	Genetic Algorithms	الخوارزميات الوراثية
GDS	Generative Design Systems	نظم التصميم الإنتاجية
GUI	Graphical User Interface	واجهة المستخدم الرسومية
KBS	Knowledge-Based Systems	النظم المبنية على المعرفة
LHS	Left-Hand Side	الجانب الأيسر للقانون
RHS	Right-Hand Side	الجانب الأيمن للقانون
SG	Shape Grammars	قواعد الشكل

المقدمــة

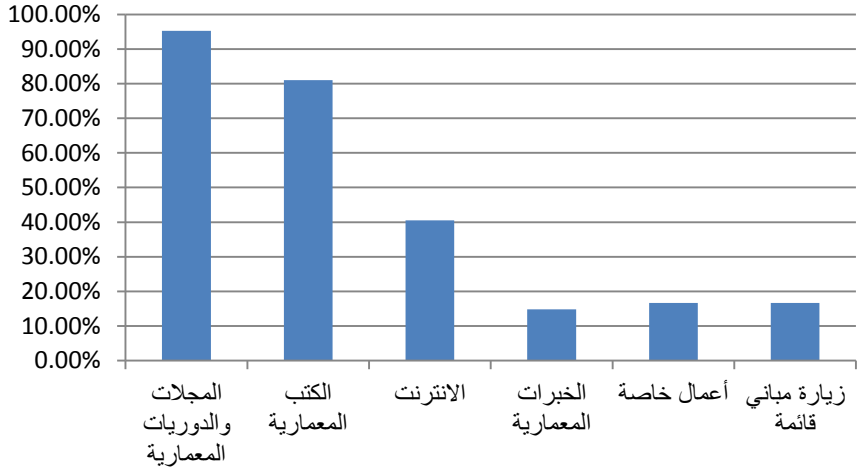
أصبح الحاسب الآلي من أساسيات الحياة المعاصرة وانعكس هذا على فن العمارة في مراحله المختلفة من تصميم وإظهار وغيرهما من فنيات وتقنيات التصميم المعماري، وقد أحدث دخول الحاسب الآلي في مجال التصميم المعماري تغييرا كبيرا وكان من الضروري إعادة النظر في ماهية التصميم المعماري والأنشطة التي يتضمنها، وتلي ذلك إعادة النظر في كل مسلمات التصميم المعماري وتكوين رؤية جديدة للتصميم المعماري في ضوء وجود الحاسب الآلي.

وقد ظهر العديد من تطبيقات الحاسب الآلي تفيد في جميع المراحل التصميمية، فهناك تطبيقات تساعد في عملية تحديد المشكلة وتعريفها Problem Briefing، وتطبيقات تساعد في العملية التصميمية نفسهاDesign Synthesis (وهى محل الدراسة)، وأخري في التحليل Analysis، كما أن هنا برامج تساعد في التطوير Development، وكذلك تطبيقات تساعد في عملية التقييم Design Evaluation، بالإضافة إلى العديد من التطبيقات المساعدة في عملية الاتصال أو الإظهار Communications، علماً بأن هناك بعض التطبيقات تُساعد في أكثر من مرحلة من مراحل عملية التصميم المعماري.

مر التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD بمراحل مختلفة ونظريات فلسفية متعددة، ففي الستينات من القرن الماضي كانت بدايات التمثيل بالرسم للعناصر التصميمية، ومازالت هذه الطريقة تُمثل الأساس في البرامج المساعدة للتصميم المعماري المستخدمة حاليا، وفي بداية السبعينات بدأت البرامج في الاهتمام بالتمثيل ثلاثي الأبعاد للمباني، وفي نهاية السبعينات وبداية الثمانينات وصلت عملية النمذجة ثلاثية الأبعاد إلى مستويات متطورة، وظهرت في نفس الفترة أدوات أخري مساعدة للمعماريين لاتخاذ القرارات التصميمية (Gero J. , 1989)، ومع بدايات ومنتصف التسعينيات كان الاتجاه الأكثر شيوعا هو التصميم المعتمد على حالة مشابهة Case-Based Design (CBD)، ثم تطور وأصبح يُستخدم بشكل واسع كأدوات في المكاتب والمدارس المعمارية العالمية (Heylighen & Neuckermans, 2001).

وفي دراسة ميدانية تم عملها في كلٍ من الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا ومصر على بعض المكاتب المعمارية والمعماريين عن كيفية الحصول على المعلومات اللازمة لعمل معماري معين، فكانت النتيجة عن استخدامهم لأعمال سابقة في العملية التصميمية أن ١٠٠% يؤمنون بأهمية المعرفة المكتسبة من خلال التجارب. وكانت النتيجة حول استخدامهم للأعمال السابقة لحل المشكلات التصميمية الحالية؛ أن ٤٠,٥% يستخدمون الحالات السابقة أحيانا، و٥٩,٥% يستخدمونها أغلب الوقت أو دائما. وعند سؤال نفس العينة عن مصادر الاطلاع على الحالات السابقة؛ كانت النتيجة أن الغالبية العظمي يفضلون استخدام المجلات والدوريات المعمارية بنسبة

٩٥,٢%، و٨١,٠% للكتب المعمارية، و٤٠,٥% يستخدمون الإنترنت، وعن المصادر الأخرى مثل الاعتماد علي خبراتهم المعمارية أو أعمالهم الخاصة أو زيارة المباني القائمة؛ كانت النتيجة ١٤,٨% و١٦,٧% و١٦,٧% على التوالي (شكل رقم أ) (Taha, 2006).



شكل رقم (أ) الوسائل المستخدمة في الإطلاع على الحالات المعمارية السابقة (Taha, 2006)

يمكن باستخدام الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري تقليص الوقت الذي يُستهلك في البحث عن المشاريع السابقة وتحليلها للاستفادة منها في المشكلات التصميمية الحالية، حيث يقضي المعماري حوالي ٣٨,٥% من وقت ما قبل التصميم في الاطلاع على حالات سابقة في المصادر المختلفة، و٦١,٥% في دراسة وتحليل هذه الحالات التصميمية (Taha, 2006)، بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام الحاسب الآلي للوصول إلى أفضل التصميمات الممكنة في أقل وقت وبأقل الأخطاء نتيجة لاعتماده على الخبرات السابقة، فالهدف الأسمى وراء العديد من أبحاث علاقة الحاسب الآلي بالعمارة؛ هو الوصول إلى عملية تصميم رقمية كاملة ناجحة تُعطي نتائج مقبولة، وذلك في مراحل البرنامج الوظيفي وتطوير التصميم والإظهار (El-Gewely, 2010).

ولذلك سنتعرف في هذا البحث على بعض هذه البرامج وأنواعها وإمكانيتها المختلفة، وذلك عن طريق إجراء عدد من التجارب على بعضها، ثم تقييم أدائها وتصنيفها والتعرف على كيفية الاستفادة منها في العملية التصميمية ومساعدة طلبة العمارة والمعماريين للوصول إلي الحل الأقرب للأمثل.

المشكلة البحثية:

تعددت محاولات المعماريين للاستفادة من الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري وعمل برامج تساعد في عملية التصميم نفسها وليس فقط الرسم والإظهار، إلا أن ناتج هذه المحاولات أو الاجتهادات لم تنتشر بعد بالقدر الكافي – لأسباب قد تكون متعلقة بكفاءتها أو بصعوبة تطبيقها على عملية معقدة مرتبطة بالإبداع مثل التصميم – برغم ما يمكن أن تقدمه هذه التكنولوجيا المتطورة من إمكانات هائلة للمعماري إذا تم استخدامها علي نطاق واسع، خاصة في هذه الحقبة الزمنية الأخيرة التي من سماتها السرعة والكفاءة في إنجاز الأعمال، وكذلك لمساعدة المهندسين في التصميم – في المجالات المختلفة – لضمان حد أدنى جيد للتصميم، وذلك لتزايد الرغبة في إنشاء مجتمعات وأماكن جديدة لحل مشكلة الزيادة السكنية وغيرها من المشاكل السياسية والاجتماعية والاقتصادية.

وقد تطورت هذه البرامج ومرت بمراحل مختلفة حتى وصلت إلى أنه يمكن لمجموعة من البرامج مع بعضها البعض تصميم أو المساعدة في تصميم المبنى، ليس معماريا فقط وإنما في أكثر من تخصص، وكذلك حساب كميات المواد المستخدمة في المشروع وتقدير تكلفته، وغيرهم من العمليات حسب قطعة الأرض والتوجيه ومحددات المشروع المختلفة؛ مثل التكامل بين أحد برامج تصميم الفراغات المعمارية كنظام SEED، وبرنامج من برامج الرسم والإظهار مثل Chief Architect المتخصص في المنازل على الطراز الأمريكي (Chief Architect, 2012)، الذي يحول هذه الفراغات إلى مبنى ثلاثي الأبعاد آمن إنشائيا ومُقدر التكلفة بالقليل من مجهود المعماري.

ومن هذا المنطلق ينتُج عدد من الأسئلة التي تمثل المحور الأساسي للبحث، والتي من خلالها سنحاول الوصول إلى هدف البحث وهي:

- ما هي هذه البرامج وأسمائها وتطبيقاتها؟ وما هي إمكانيتها؟
- ما مدى معرفة المعماريون وطلبة العمارة المصريين لهذه البرامج؟
- كيف يمكن الاستفادة منها في مصر للارتقاء بالعملية التعليمية للتصميم المعماري وكذلك التطبيق العملي المهني؟

الهدف من البحث :

الهدف الرئيسي هو الوقوف على مدى كفاءة البرامج المساعدة للتصميم المعماري في القيام بالمساعدة في عملية التصميم المعماري بسرعة ودقة، ومدى قدرتها للتعامل مع عملية إبداعية معقدة مثلها.

ويمكن تحقيق هذا الهدف من خلال عدد من الأهداف الثانوية، وهي تنقسم إلى قسمين؛ أولهما هدف تعليمي والأخر هدف مهني في مجال العمل والتصميم المعماري:

أ) الهدف التعليمي:

- التعرف على اتجاهات التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي.
- التعرف على بعض البرامج المساعدة للتصميم المعماري في المراحل المختلفة للتصميم المعماري واستخداماتها.

ب) الهدف المهني:

- تصنيف وتقييم بعض البرامج المساعدة للتصميم المعماري في مرحلة إنتاج بدائل الفكرة للتصميم المعماري.
- بيان كيفية الاستفادة من البرامج المساعدة للتصميم المعماري في مرحلة إنتاج بدائل الفكرة للتصميم المعماري.

المنهج البحثي:

تحقيقاً لأهداف البحث ارتكزت المنهجية المتبعة على الفكر النظري والواقع العملي التطبيقي من خلال محورين رئيسيين هما:

- المنهج الاستقرائي Inductive method؛ لفهم الأساسيات والقواعد والاتجاهات المرتبطة بالبرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري.
- المنهج الاستنباطي Deductive method؛ للتعرف على مميزات وإمكانيات البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري وذلك بتطبيق تجربة عملية على عدد منها.

وذلك باستخدام أداه من أدوات البحث وهي: دراسة الحالة Case Study، وتحليل النتائج وتقييمها لتحديد إيجابيات وسلبيات البرامج محل الدراسة.

مجال ومحددات البحث:

سنتناول في هذا البحث البرامج المساعدة للتصميم المعماري في مرحلة إنتاج بدائل تصميمية للمساقط الأفقية Design Synthesis، وقد تم تحديد البرامج التي تتعامل مع الوحدات السكنية ذات الفراغات المستقيمة Rectilinear Designs لتكون محل الدراسة والتجربة، بحيث تُمثل هذه البرامج في مجملها العديد من الاتجاهات والنظريات المختلفة المتبعة في طريقة عملها، وذلك لمحاولة التعرف على أكبر قدر ممكن من الطرق والأساليب في هذا المجال، والذي يُعبر عن إلى أي مدى يمكن أن يساعد الحاسب الآلي في التصميم المعماري.

وفي هذا الإطار سنتعرف على الاتجاهات المختلفة لتصميم البرامج المساعدة للتصميم المعماري، ثم التعرف على عدد من هذه البرامج، ثم إجراء عدد من التجارب على البرامج المتاحة لدراستها وتقييم أدائها.

منهجية البحث:

تعتمد المنهجية لتحقيق أهداف البحث الرئيسية على عدد من الأهداف الثانوية، والتي تؤدي إلى دراستين إحداهما نظرية والأخرى تطبيقية، وذلك من خلال مناهج البحث، وهاتين الدراستين كما يلي(شكل رقم ب):

أ) دراسة نظرية:

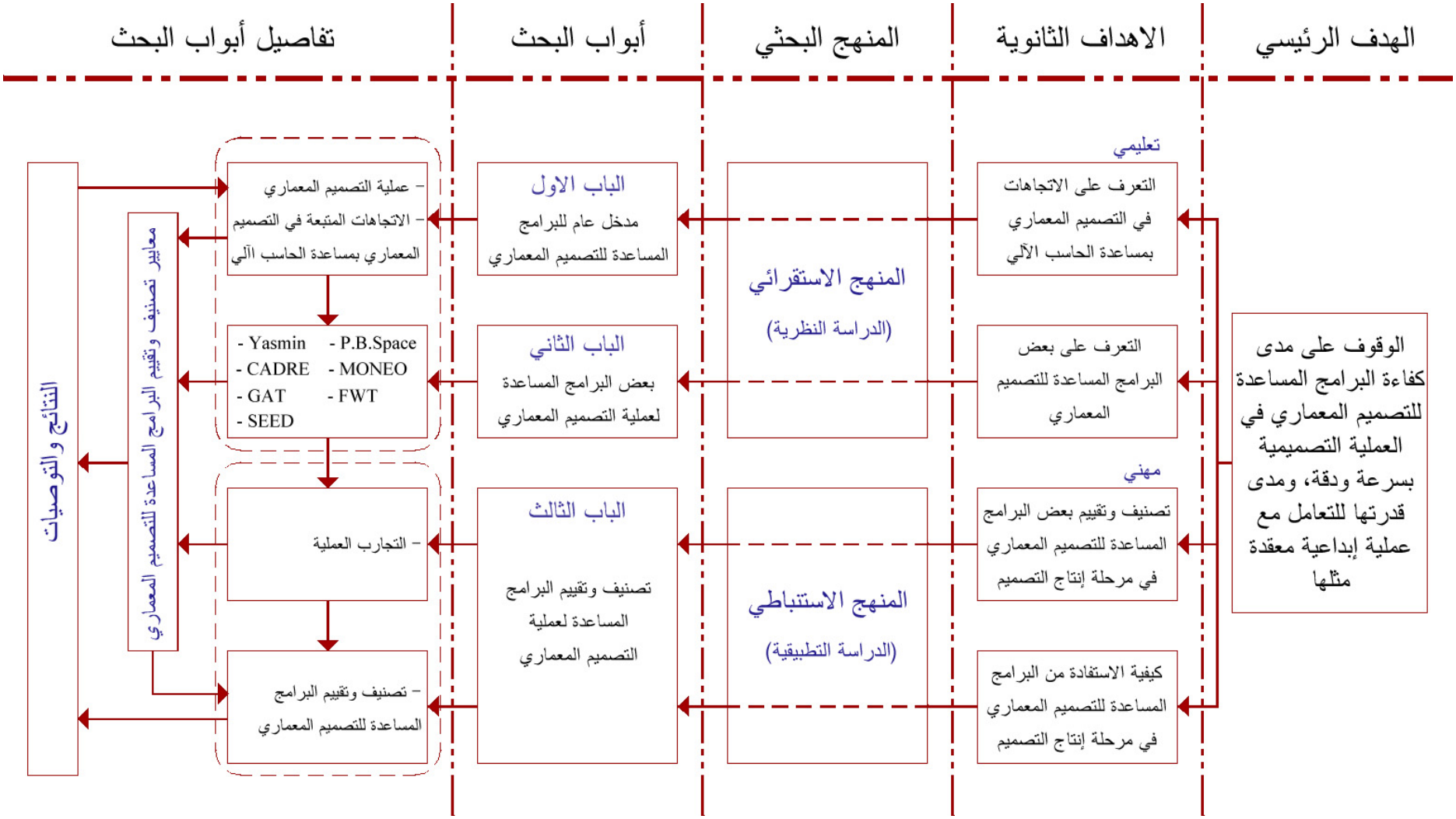
- تحديد خطوات العملية التصميمية.
- مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري.
- التعرف على عدد من البرامج المساعدة للتصميم المعماري.

ومن ثَم استنتاج عدد من المعايير لتقييم وتصنيف هذه البرامج.

ب) دراسة تطبيقية:

- إجراء تجارب عملية على عدد أربعة برامج مختلفة مع توحيد المعطيات في كل تجربة.
- تقييم نتائج التجارب وتصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري.

ثم الوصول إلى نتائج البحث والتوصيات والأهداف المستقبلية، ثم التعرف على مدى تأثير هذه البرامج على عملية التصميم المعماري.



شكل رقم (ب) منهجية البحث

هيكل البحث:

تتكون الرسالة من ثلاثة أبواب، تنقسم هذه الأبواب إلي جزأين، الأول خاص بالبحث النظري لموضوع الرسالة، ويتكون من البابين الأول والثاني، أما الجزء الآخر فخاص بالجزء العملي التطبيقي ويتمثل في الباب الثالث، ثم النتائج والتوصيات (شكل رقم جـ)، وهم كالتالي:

الباب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

في هذا الباب نستعرض مراحل عملية التصميم المعماري، ثم الخلفية التاريخية للطرق المتبعة في التصميم باستخدام الحاسب الآلي، بالإضافة إلى تحديد المرحلة التي سندرس تأثير البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري فيها. وينقسم هذا الباب إلى موضوعين رئيسيين هما:

- عملية التصميم المعماري:

ونتعرض في البداية إلي بعض التعريفات والمصطلحات التي سنتعرض لها في الرسالة، والتي منها سيتسنى لنا تعريف البرامج والغرض منها وماهيتها، والتي منها بعض تعريفات عملية التصميم، ثم بعض تعريفات عملية التصميم المعماري، وتقسيم عملية التصميم إلى تصميم روتيني وتصميم مبتكر وتصميم خلاق، ثم يأتي تعريف التصميم بمساعدة الحاسب الآلي CAD، والتصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD، ثم التعرف على مراحل عملية التصميم المعماري، حيث أن هناك عدة أساليب وطرق للتصميم المعماري يأخذ بها كل من أستاذ العمارة وطالب العمارة والمعماري للوصول إلى إخراج العمل المعماري والرسومات النهائية للأعمال والمشاريع المعمارية إلي حيز التنفيذ، ومنها تحديد مرحلة الفكرة والبدائل لتكون برامجها هي محل الدارسة، وهنا ننتقل للتعرف على الموضوع الثاني في الباب الأول وهو الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي.

- الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي:

ونتعرف على هذه الاتجاهات المختلفة للبرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري وطرق تناولها لها، وذلك من حيث نوع الأفكار التصميمية ووظائف المبنى وخلافه من المؤثرات على العملية التصميمية، وتتنوع هذه البرامج من حيث أسلوب برمجتها وطرق عملها وكيفية استخدامها، وقد قسمت Maher (1990) هذه البرامج إلى ثلاثة نماذج رئيسية هي:

١) نموذج تحليل المشكلة Decomposition Model.
٢) نموذج الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-Based Reasoning Model.
٣) نموذج التحويل Transformation Model.

الباب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

هذا الباب يعرض العديد من التطبيقات المساعدة لعملية التصميم المعماري، للتعرف عليها وعلى أهدافها وطريقة عملها ونوعية المشاريع التي تتعامل معها، وكذلك كيفية عرض منتجها النهائي، وقد تم اختيار هذه البرامج بحيث يُمثل كل برنامجين نموذج من نماذج التصميم أحدهما من تصميم باحث مصري، ثم يأتي برنامج SEED ليعبر عن الثلاث نماذج، وهذه البرامج مرتبة طبقا لنظام عملها، وهي:

١) YASMIN: مُقدم من د/ أشرف عبد المنعم السعيد جعفر كجزء من المتطلبات لنيل درجة دكتوراه الفلسفة في العمارة لجامعة الزقازيق – فرع بنها – كلية الهندسة بشبرا عام ١٩٩٦، يعمل هذا البرنامج على أساس نموذج رياضي للوصول إلى التصميم الأمثل في صورة مسقط تخطيطي.

٢) P.B. Space: مُقدم من Scott Anthony Arvin لجامعة تكساس Texas A&M كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه الفلسفة في العمارة في مايو ٢٠٠٤، يعمل هذا البرنامج على أساس نموذج رياضي للوصول إلى التصميم الأمثل في صورة مسقط تخطيطي.

٣) CADRE: عمل مشترك بين المهندسين المعماريين وعلماء الكمبيوتر في المعهد الفيدرالي للتكنولوجيا زيورخ في الفترة من ١٩٩٠ إلى ١٩٩٤، ضمن أبحاث التصميم المبني على حالات سابقة CBD، ويهدف إلى التصميم الكامل.

٤) MONEO: مُقدم من د/ دينا محمد سامح طه للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية من كلية الهندسة – جامعة الإسكندرية بإشراف مشترك مع جامعة كايزرسلاوترن بألمانيا عام ٢٠٠٦، ضمن تطبيقات الاستدلال المبنى على حالات سابقة CBR يهدف إلى مساعدة المعماريين في مراحل التصميم الأولي.

٥) GAT: أداة مُقدمة من المهندسة/ هدى هومايوني كجزء من بحث مقدم لنيل درجة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية– جامعة واشنطن عام ٢٠٠٧، ضمن تطبيقات الخوارزميات الوراثية في العمارة لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية.

٦) FWT: أداة مُقدمة من المهندسة/ مها حسني أحمد الجويلي كجزء من بحث مقدم لنيل درجة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية إلى كلية الهندسة – جامعة الإسكندرية عام ٢٠١٠، ضمن تطبيقات الخوارزميات في العمارة لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية لإنتاج نماذج سكنية مشابهة لفيلا الشلالات لفرانك لويد رايت.

٧) SEED: صُمم في جامعة كارنيجي ميلون بمساعدة عدة جهات مختلفة عام ١٩٩٤، وهو عبارة عن ثلاث نماذج تساعد في البرنامج الوظيفي المعماري وتصميم المساقط وتصميم نموذج ثلاثي الأبعاد.

الباب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

يستعرض هذا الباب الجزء العملي والتطبيقي من البحث، حيث التطبيقات العملية على البرامج المساعدة للتصميم المعماري، ويبدأ الباب بعمل معايير تصنيف وتقييم لهذه البرامج، ثم نبدأ في عمل التجارب العملية، حيث يتم فيها التطبيق العملي على البرامج المختارة والمتاحة ثم تحليل وتقييم نتائجها، وقد تم اختيار أربعة برامج من البرامج المتاحة والتي تتعامل مع المباني السكنية، بحيث تحقق التنوع والاختلاف للوصول إلى أهداف البحث، وهذه البرامج هي:
YASMIN و P.B. Space و SEED و Moneo.

ثم ننتقل إلى جزء تصنيف وتقييم البرامج، وفيه عمل تصنيف لها من حيث اتجاهات تصميمها و طرق عملها ونتائجها وإمكانيتها، ثم تقييم أداء البرامج المساعدة للتصميم المعماري، وفي النهاية نصل إلى النتائج والتوصيات والأهداف المستقبلية.

النتائج والتوصيات والأهداف المستقبلية

وهو الجزء الأخير من البحث ويعرض نتائج البحث، ومجموعة من التوصيات للاستفادة من هذه البرامج، بالإضافة إلى الأهداف المستقبلية للباحث.

البـــــاب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

عملية التصميم المعماري

* تعريفات.
* مراحل عملية التصميم المعماري.

الإتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

* نماذج تحليل المشكلة.
* الاستدلال المبني على حالات سابقة.
* نظم التصميم الإنتاجية.

ملخص الباب الأول

البـــــاب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

* YASMIN
* P.B. SPACE
* CADRE
* MONEO
* Genetic Algorithm Toolbox
* Falling Water Toolbox
* SEED

ملخص الباب الثاني

البـــــاب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

التطبيقات العملية

تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

ملخص الباب الثالث

النتائج والتوصيات

شكل رقم (جـ) هيكل البحث

الباب الأول

مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

"شروط ثلاثة تشكل ضرورة مطلقة لتنجح في الحياة:
إرادة وإرادة وإرادة." **نابليون بونابرت**

البـــــاب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

عملية التصميم المعماري

* تعريفات.
* مراحل عملية التصميم المعماري.

الإتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

* نماذج تحليل المشكلة.
* الاستدلال المبني على حالات سابقة.
* نظم التصميم الإنتاجية.

ملخص الباب الأول

البـــــاب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

* YASMIN
* P.B. SPACE
* CADRE
* MONEO
* Genetic Algorithm Toolbox
* Falling Water Toolbox
* SEED

ملخص الباب الثاني

البـــــاب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

التطبيقات العملية

تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

ملخص الباب الثالث

النتائج والتوصيات

١ الباب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

مر التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD بمراحل مختلفة ونظريات فلسفية متعددة، وتطورت هذه النظريات بتطور الحاسب الآلي للاستفادة من إمكانياته الهائلة في عملية ذات طابع خاص تعتمد على الإبداع مثل عملية التصميم المعماري. وفي هذا الباب سنتعرف على العديد من النظريات المتبعة في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي، لتكون قاعدة لنا في التعرف على هذه البرامج. ولكن في البداية سنتعرف على بعض المصطلحات الخاصة بالتصميم لتكون لنا عوناً في فهم النظريات والاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري التقليدي، والتي تؤثر في الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي.

ويتكون هذا الباب من موضوعين رئيسيين هما:

- عملية التصميم المعماري.
- الاتجاهات المتبعة في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي.

١-١ عملية التصميم المعماري

عملية التصميم المعماري عملية معقدة، فهي تعتمد على تراكم خبرات وإبداعات المهندس المعماري بالإضافة إلي مهارات إظهار الأفكار الناتجة للعميل بصورة واضحة وسهله، وحيث أن هذا البحث يتعرض لاستخدامات الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري، لذلك سنستعرض بعض التعريفات والمصطلحات الهامة لتعريف العلاقة بين الحاسب الآلي والعمارة، بالإضافة إلى التعرف على مراحل عملية التصميم المعماري لتحديد النطاق الذي سنتعرض له من برامج الحاسب الآلي المساعدة لعملية التصميم المعماري، وهو نطاق التصميم Design Synthesis.

١-١-١ تعريفات

سنتعرض فيما يلي لبعض التعريفات والمصطلحات التي من خلالها سيتسنى لنا تحديد ما هو التصميم، وما دور الحاسب الآلي في عملية إبداعية كالتصميم المعماري.

١-١-١-١ التصميم

هناك عدة تعريفات للتصميم والتي منها (بصيص، ٢٠٠٠):

- التصميم حسب تعريف Rosenman, Gero, Hutchinson & Oxman (1986): هو اتخاذ قرار من أجل تحقيق هدف معين، ومن خلال مجموعة أهداف مطلوب تحقيقها، يُكون المصمم أو يخلق الشكل المصطنع الذي يُرضي هذه الأهداف ويُحققها.
- وحسب تعريف Schmitt (1988): التصميم هو عملية منطقية لاتخاذ قرار وحل مشكلة ما وتمثيلها في شكل رسومات بيانية من أجل تسجيل أفكار ومراحل التصميم المختلفة.
- والتصميم حسب تعريف Coyne, Rosenman, Radford, Balachandran & Gero (1990): هو النشاط الجوهري الهادف، الذي من خلاله يحقق الإنسان الهدف المطلوب، وهو أيضا عملية إنشاء وإبداع وخلق الأنظمة والتنبؤ بكيفية تنفيذها وإنجازها لتحقيق الأهداف المرجوة.

١-١-١-٢ عملية التصميم المعماري

عرف Schmitt (1988) عملية التصميم المعماري: بأنها وسيلة تُترجم البرنامج المعماري الوظيفي المحدد إلى شكل مبنى، ونتيجة العملية يجب أن تُحقق عدة معايير ومقاصد، وتُرضى العميل ومتطلباته وتتلاءم مع المحددات البيئية الموجودة (بصيص، ٢٠٠٠).

كما عرف رأفت (٢٠٠٣) التصميم المعماري بأنه عملية إبداع وابتكار وفقا لقواعد ومنظومات علمية هندسية وذوقية ناتجة من قيم وثقافات متعددة لها ارتباطات حضارية.

١-١-١-٣ التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي(CAAD)

في الفترة من ١٦-١٨ أكتوبر ١٩٧٣ وفى فعاليات المؤتمر الخاص بمبادئ التصميم بمساعدة الحاسب الآلي International Federation for Information Processing (IFIP) من قبل الاتحاد الفدرالي لمعالجة المعلومات كان التعريف التالي:

التصميم بمساعدة الحاسب الآلي CAD: هو تقنية خاصة يؤلف فيها الإنسان والآلة فريق عمل متكامل لحل مشكلة ما، وهذا الفريق يعمل بشكل أفضل وأسرع من عمل كل واحد بشكل منفرد، ويقدمان الإمكانيات للوصول لحلول موحدة ومنطقية ومقبولة باستخدام مداخل قواعد المعرفة المتعددة (بصيص، ٢٠٠٠) عن (Vlientstra & Wilelinga, 1973).

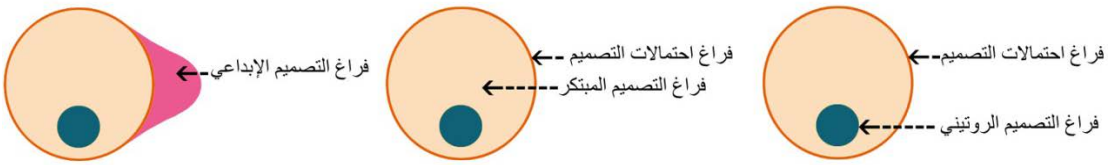
وقد عرف Bax (1986) التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD: بأنه عبارة عن تصميم معماري مدعم بمعلومات منظمة ومرتبة وبرامج ملائمة وأنظمة كافية لدراسة هذه المعلومات وتطويرها – ونظام التصميم المعماري بمساعدة الحاسب CAAD هو نظام دعم لاتخاذ القرار يمكن استخدامه في عملية التصميم المعماري (بصيص، ٢٠٠٠).

١-١-١-٤ الإبداع في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي

عرف O. Akin & C. Akin (1998) الإبداع: بأنه عملية تؤدي إلى خلق المنتجات التي تكون جديدة وقيمة. وأيضا قال Lawson أن الإبداع: هو إيجاد حلول لكل الأشياء المتعارضة (Taha, 2006) عن (Lawson B. , 1994).

وقد عرف كلاً من Gero & Maher (1991) عملية الإبداع في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي: بأنه عملية تقديم متغيرات تصميمية جديدة في العملية التصميمية مما يُتيح الفرصة لإنتاج تصميمات جديدة.

وطبقا لكلٍ من Coyne, Rosenman, Radford & Gero (1987) و Brown & Chandrasekaran (1985) يمكن تصنيف العملية التصميمية إلى تصميم روتيني Routine Design وتصميم مبتكر Innovative Design وتصميم إبداعي Creative Design (شكل رقم ١-١) (Gero J. S., 1990).

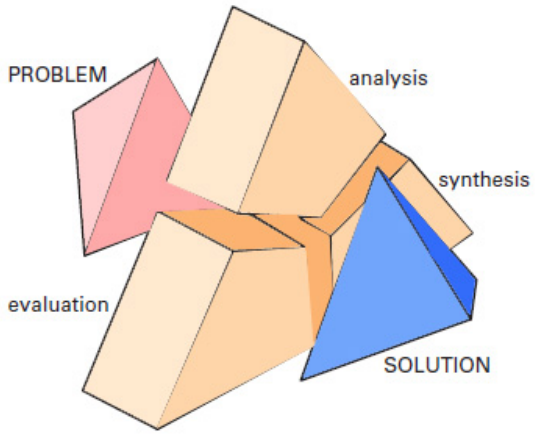


شكل رقم (١-١) تصنيف العملية التصميمية لـ Gero
(Gero J. S., Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema For Design, 1990)

١-١-٢ مراحل عملية التصميم المعماري

التصميم المعماري هو الوسيلة الأساسية لتصميم الفراغ وهو اللغة التي توضح المساحات، وهو عملية إبداع وتكوين تصميمات خاصة بأنماط عديدة للأبنية والعمائر التي تخدم الإنسان وتؤمن له المأوي والحماية من مجمل عوامل الطبيعة مع الأخذ في الاعتبار الراحة والأمان والاستقرار. وهناك عدة أساليب وطرق لمراحل التصميم المعماري يأخذ بها كل من أساتذة العمارة وطلابها والمعماريين لإخراج العمل المعماري والرسومات النهائية للأعمال والمشاريع المعمارية إلي حيز التنفيذ (جعفر، ١٩٩٦).

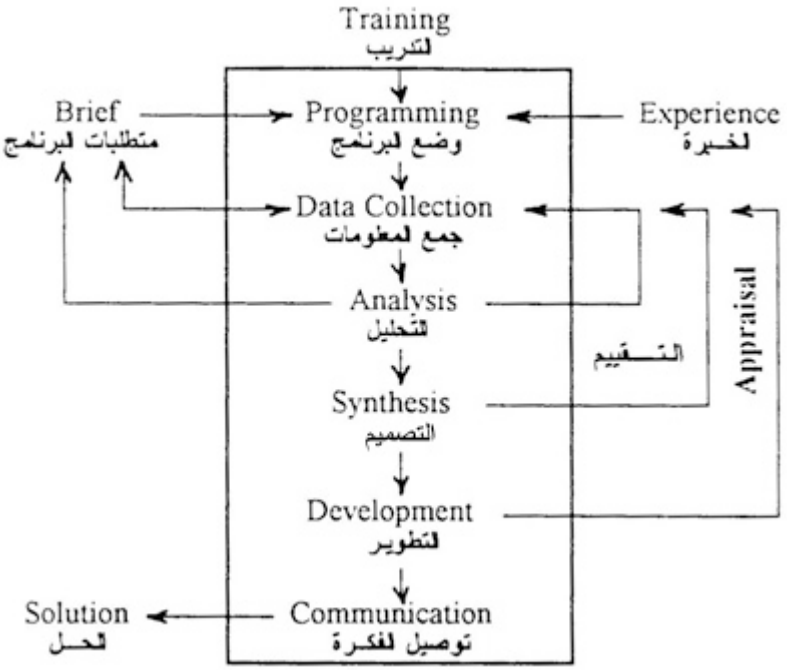
لقد تعددت النظريات حول رسم خريطة لمراحل عملية التصميم المعماري، وذلك في إطار كونها عملية تتكون من سلسلة من أنشطة واضحة ومحددة تحدث في ترتيب منطقي، واستخلص Lawson في كتابه How Designers Think من هذه النظريات، أن المشكلة والحل هما انعكاس لبعضهما البعض وذلك من خلال نشاطات كلٍ من مراحل: التحليل Analysis والفكرة Synthesis والتقييم Evaluation (شكل رقم ١-٢) (Lawson B. , 2005).



شكل رقم (١-٢) مراحل العملية التصميمية
(Lawson B. , 2005)

وأيضا من نظريات مراحل عملية التصميم المعماري نموذج Archer الذي ذكره جعفر (١٩٩٦) عن (Archer, 1969)، والذي حدد فيه ست مراحل رئيسية يؤثر فيها عدد من المؤثرات الخارجية للوصول إلى الحل النهائي، وهذه المراحل هي (شكل رقم ١-٣):

أ) وضع البرنامج Programming
ب) جمع المعلومات Data Collection
ج) التحليل Analysis
د) التصميم Synthesis
هـ) التطوير Development
و) توصيل الفكرة Communication



شكل رقم (١-٣) نموذج Archer لمراحل عملية التصميم المعماري

(جعفر، ١٩٩٦) عن (Archer, 1969)

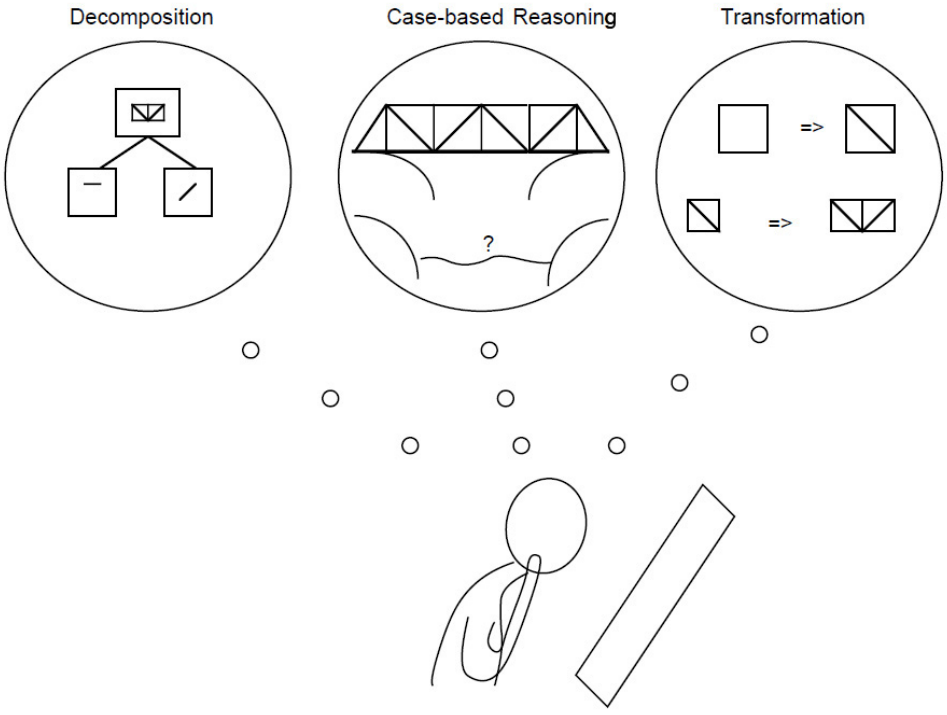
وقد ظهر في تطبيقات الحاسب الآلي العديد من التطبيقات التي تفيد جميع المراحل التصميمية السابقة، فهناك تطبيقات تساعد في عملية تحديد المشكلة وتعريفها؛ مثلSEED-PRO (Akin, Sen, Donia, & Zhang, 1995)، وتطبيقات في مرحلة التحليل؛ مثل PRECEDENTS (Oxman & Oxman, 1993)، وكذلك تطبيقات تساعد في العملية التصميمية نفسها في مرحلة التصميم؛ مثل YASMIN (جعفر، ١٩٩٦)، وتطبيقات تساعد في عملية التطوير؛ مثل برنامج تحسين أداء الإضاءة الطبيعية داخل فراغات الأتريوم (سالم، ٢٠٠١)، وتطبيقات تساعد في عملية التقييم؛ مثل برنامج تقييم الجوانب الوظيفية للمراكز التجارية EFASC (خشبة، ٢٠٠٤)، وبالإضافة إلي أن هناك العديد من التطبيقات تساعد في عملية الاتصال أو الإظهار؛ مثل 3DS Max و Auto CAD وغيرهم، علماً بأن بعض التطبيقات تُساعد في أكثر من مرحلة من مراحل عملية التصميم المعماري مثل SEED و Revit و Chief Architect.

ونهتم في هذا البحث بالجزء الخاص بالبرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري في مرحلة التصميم، للتعرف عليها وتقييم أدائها، وقد تم اختيار هذه المرحلة نظراً لأهميتها بين المراحل المختلفة للتصميم، وتأثيرها على جودته، والتي من خلالها يمكن وضع حد ادنى لجودة التصميم باستخدام هذه البرامج المساعدة، لهذا يجب في البداية التعرف بشكل سريع على فكرة تصميم وإنشاء بعض هذه البرامج.

١-٢ الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

هناك العديد من الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD، وتختلف هذه الطرق في تناولها للعملية التصميمية من حيث نوعية الأفكار التصميمية ووظائف المباني وخلافة من المؤثرات على العملية التصميمية، وتتنوع هذه البرامج من حيث أسلوب برمجتها وطريقة عملها وطريقة استخدامها، وهذا الاختلاف ناتج عن اختلاف نظريات التصميم وأساليب البحث (Kim & O'Grady, 1996). ومن هذه الاتجاهات ما ذكرته Maher (1990)، وقد قسمته إلى ثلاثة نماذج لعملية التصميم معتمدة على الذكاء الاصطناعي[١] Artificial Intelligence، وهى (شكل رقم ١-٤):

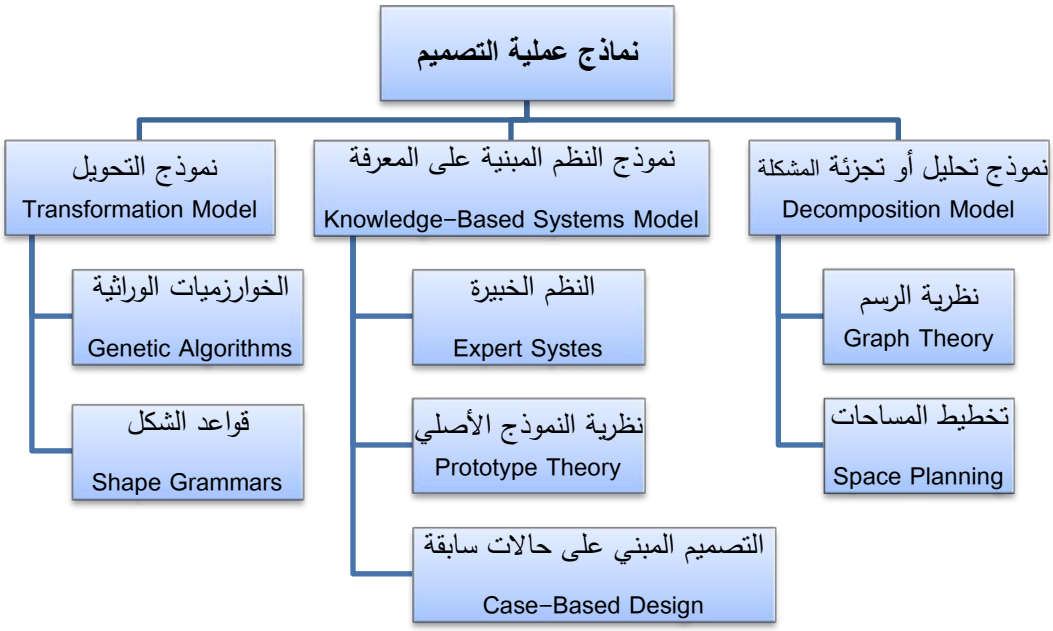
- نموذج تحليل المشكلة Decomposition Model.
- نموذج الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-Based Reasoning Model.
- نموذج التحويل Transformation Model.



شكل رقم (١-٤) نماذج عملية التصميم لـ Maher
(Maher M. L., 1990)

[١] الذكاء الاصطناعي طبقا لـ Bellman (1978) هو مكينة الأنشطة التي نربطها بالفكر الإنساني؛ مثل اتخاذ القرارات وحل المشكلات والتعلم ..، وقد عرفه Kurzweil (1990) بأنه فن خلق الآلات التي تؤدي وظائف تتطلب ذكاء عندما يقوم بها البشر (Russell & Norving, 2003). وهو فرع من علوم الحاسب الذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برامج للحاسب تحاكي أسلوب الذكاء البشري ، لكي يتمكن من أداء بعض المهام بدلا من الإنسان والتي تتطلب التفكير والتفهم والسمع والتكلم والحركة (الشرقاوي، ١٩٩٦).

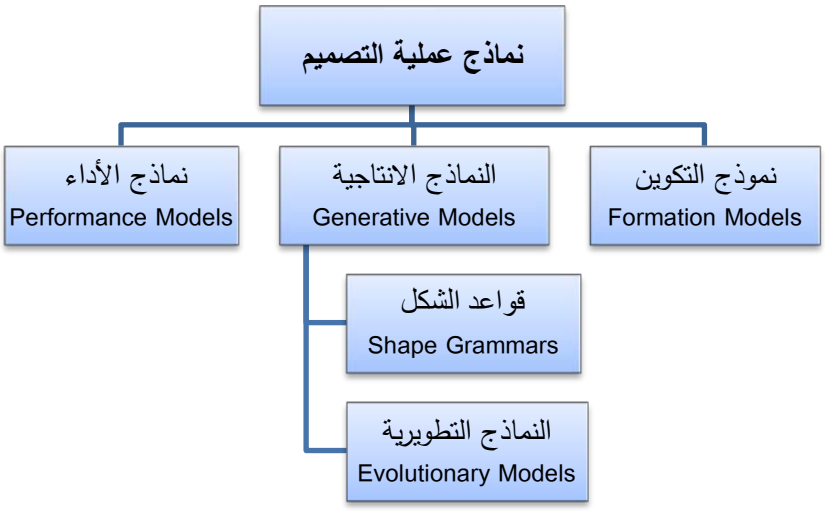
كما ذكر بصيص (٢٠٠٠) أتجاه أخر يعتمد على الاتجاه السابق ولكن به بعض الاختلافات والتفاصيل، وهو كما في الشكل التالي رقم (١-٥).



شكل رقم (١-٥) نماذج عملية التصميم لبصيص

(بصيص، ٢٠٠٠)

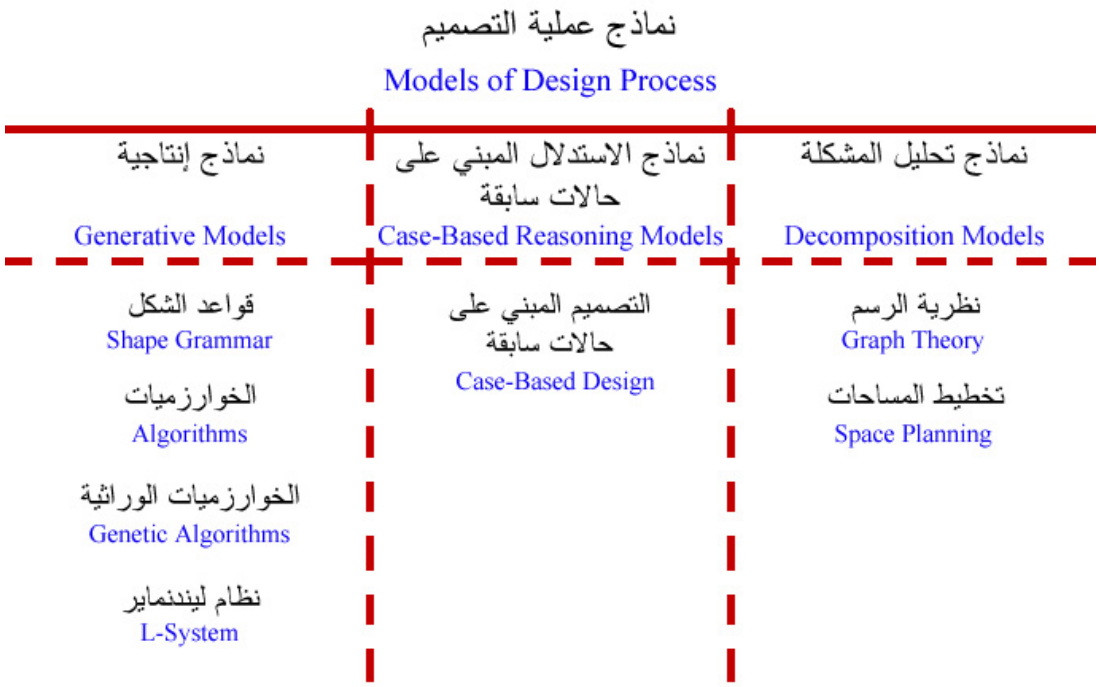
وذكرت أيضا Oxman (2008) نماذج أخرى لعملية التصميم (شكل رقم ١-٦)، وفيها صنفت قواعد الشكل Shape Grammars والنماذج التطويرية Evolutionary Models تحت اتجاه النماذج الإنتاجية Generative Models، وقد ذكرت أن النماذج التطويرية تعتمد على قواعد المحاكاة للنمو الطبيعي؛ مثل الطفرات والتكاثر، وأن قواعد الشكل تقدم مدخل حاسوبي لتكوين الأنظمة الإنتاجية للتصميم Generative Systems of Design. وفصلت El-Gewely (2010) نظم التصميم الإنتاجية إلى: قواعد الشكل والخوارزميات والخوارزميات الوراثية ونظام ليندنماير.



شكل رقم (١-٦) نماذج عملية التصميم لـ Oxman

(Oxman, 2008)

وبناءً على ما سبق من اتجاهات لنماذج عملية التصميم، تم استنتاج نماذج عملية التصميم الموضحة في الشكل التالي رقم (١-٧)، والتي من خلالها سنتعرف على بعض الاتجاهات المتبعة في التصميم باستخدام الحاسب الآلي.



شكل رقم (١-٧) نماذج عملية التصميم

(إعداد الباحث)

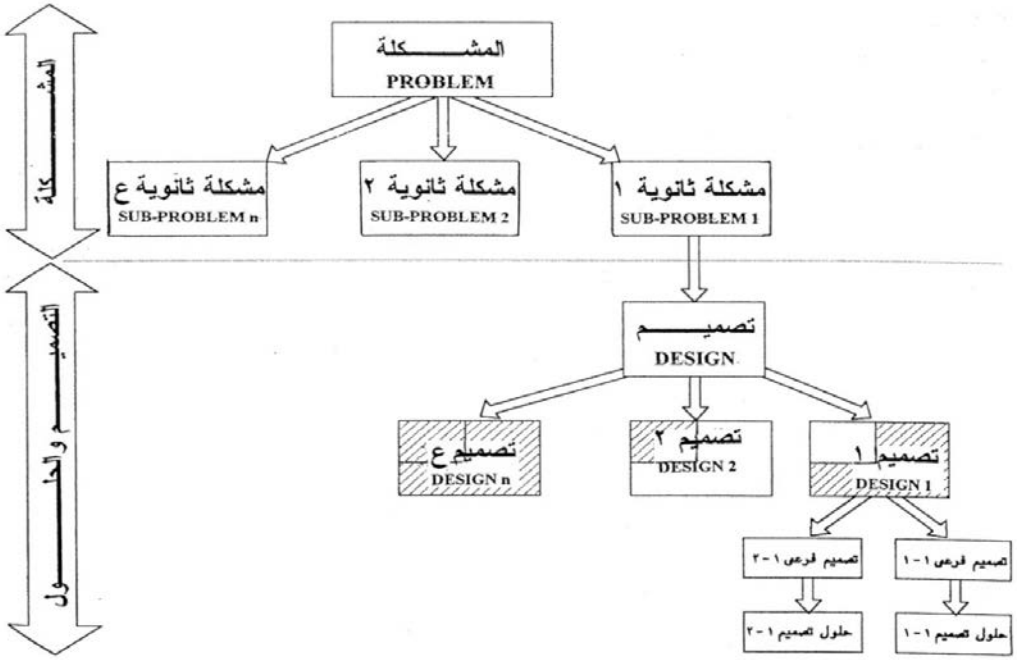
وفيما يلي سنتناول الحديث عن هذه النماذج باختصار، فنحن هنا بصدد التعرف عليها لمعرفة إمكانياتها للاستفادة منها في تصميم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري.

١-٢-١ نماذج تحليل المشكلة Decomposition Models

كلمة تحليل Decomposition تعني تفكيك أو تجزئة شيئا ما إلى أكثر من جزء، وتعني هنا تحليل المشكلة التصميمية لعدد من المشكلات الثانوية ثم تجميعها بعد الحل(شكل رقم١-٨)، وحسب بصيص (٢٠٠٠) عن (Maher M. L., 1991) يوجد تفسيران لتحليل مشكلة التصميم إلي مشكلتين فرعيتين هما:

١) تحليل مجال معرفة تصميم معين Domain of Design Knowledge، مثل التصميم الإنشائي إلي مكوناته المادية المختلفة التي تستخدم لتنفيذ حلول التصميم، مثل الجدران والبلاطات ...

٢) تحليل الوظائف والفعاليات المختلفة Various Functions لحل التصميم، مثل وجود أنواع متعددة من أساليب التحميل وتسمح بمجال واسع للتنفيذ.



شكل رقم (١-٨) نموذج تحليل المشكلة التصميمية
(بصيص، ٢٠٠٠)

تعتبر نماذج تحليل المشكلة أكثر فاعلية في تطبيقات التصميم الروتيني، ويفضل استخدامها عندما تكون المعرفة مكتملة، فهناك صعوبة لاستخدامها في مجالات المعرفة غير المكتملة مثل التصميم الغير روتيني (Smyth, Finn, & Keane, 1993) .

وتتضمن نماذج تحليل مشكلات التصميم المدخلين التاليين (بصيص، ٢٠٠٠):

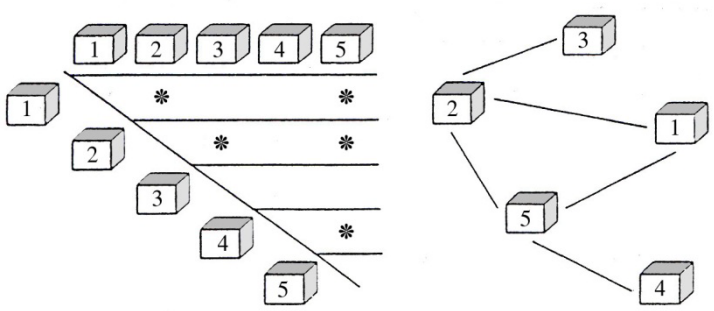
- نظرية الرسم Graph Theory
- تخطيط المساحات Space Planning

وسنتعرف عليهما أكثر فيما يلي.

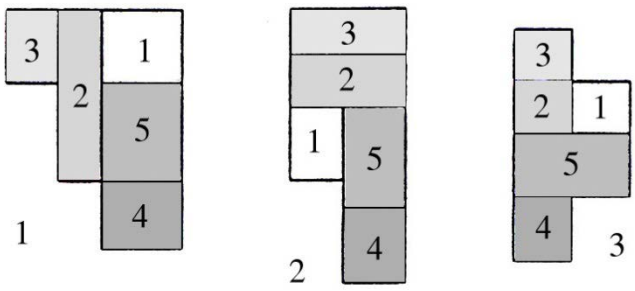
١-٢-١-١ نظرية الرسم Graph Theory

نظرية الرسم هي طريقة تمثيل للعلاقات بين الفراغات على أساس نموذج رياضي خوارزمي، وفيها يتم تمثيل الرسم بمجموعة من الرؤوس Nodes تمثل العناصر، تربطها ببعض أضلاع Edges تمثل العلاقات، وذلك لتحقيق مصفوفة العلاقات الوظيفية بين الفراغات، وكان قد اقترح كلا من Grason (Grason J. , 1970) و Steadman (Steadman, 1976) استخدام الأساس الخوارزمي لتمثيل هذه العلاقات وتطبيق هذه العملية المؤسسة لنظرية الرسم، والتي تم تنفيذها من خلال نظم تكوين المساحات Layout Generation Systems (Chinowsky, 1991).

ويوضح الشكل رقم (١-٩) مجموعة من العلاقات الوظيفية من قِبل مستخدم بشكل مبدئي، وتمثيلها في صورة رسم به توزيع الفراغات تربطها العلاقات الوظيفية المحددة مسبقا، وبناءً عليه تحول نظرية الرسم هذه العلاقات إلى مسقط تخطيطي ثنائي الأبعاد، ويوضح الشكل رقم (١-١٠) بدائل توزيع العناصر وذلك لتحقيق متطلبات خاصة للمستخدم، وباستخدام تطبيقات الرسم الثنائي Dual Graph يتم تمييز الحوائط والعلاقات المتجهة إلى الشمال والجنوب عن المتجهة من الشرق إلى الغرب لتحديد توجيه العناصر، حيث يمكن تحديد مؤثر معين مثل التوجيه أو رؤية مفضلة لعنصر معين أو تحديد كونه عنصر حدودي للرسم وذلك لتحديد مكان محدد له (Chinowsky, 1991).



شكل رقم (١-٩) العلاقات الوظيفية وتمثيلها في نظرية الرسم
(Chinowsky, 1991)



شكل رقم (١-١٠) بدائل توزيع الفراغات باستخدام نظرية الرسم
(Chinowsky, 1991)

وبناءً على ما سبق فإن مصفوفة العلاقات الوظيفية هي عنصر أساسي في نظرية الرسم، فمن خلالها يتم تحديد العلاقات ودرجة قوتها بين بعضها البعض في تصميم شقة سكنية مثلا (المدخل– غرفة المعيشة – غرفة الطعام – المطبخ ...)، ويمكن التعبير عن درجة العلاقات باستخدام دائرة أو أرقام أو علاقات مثل (مباشرة – غير مباشرة – ضعيفة) (شكل رقم١–١١)، ويمكن من خلال هذه العلاقات تحديد حدود الوظائف والفعاليات المكونة للمسكن، ومن ثم تحديد المساحات لكل عنصر، والحصول على مخطط أولي للتصميم (بصيص، ٢٠٠٠).

	مدخل ENTRANCE	معيشة LIVING R.	طعام DINING R.	مطبخ KITCHEN	نوم BED ROOM
مدخل ENTRANCE		◒	○	●	◒
معيشة LIVING R.	◒		◒	●	○
طعام DINING R.	◒	◒		●	○
مطبخ KITCHEN	●	◒	●		○
نوم BED ROOM	◒	○	○	○	

مفتاح: علاقة ضعيفة ○ علاقة غير مباشرة ◒ علاقة مباشرة ●

شكل رقم (١-١١) مصفوفة تبين درجة العلاقة بين مكونات مسكن
(بصيص، ٢٠٠٠)

ويؤخذ على نظرية الرسم تقيدها في تمثيل الأفكار التصميمية والجدوى الاقتصادية وغيرهما من المؤثرات التي لا يمكن تمثيلها في مصفوفة العلاقات وتتطلب معلومات خاصة (Chinowsky, 1991).

ومن استخدامات نظرية الرسم الأخرى تحديد مدى مطابقة الرسومات والأشكال المختلفة، وكذلك عمل شجرة تسلسل لمجموعة من العناصر المرتبطة ببعض في مستويات مختلفة (Bondy & Murty, 1982)، وتحديد طرق الوصول إلى نقطة معينه على الخريطة، وفي شبكات التليفون المحمول وتحديد أبراج الاتصالات الخاصة بها، وتأمين شبكات الحاسب الآلي، وغيرهم من الاستخدامات (Pirzada & Dharwadker, 2007).

١-٢-١-٢ تخطيط المساحات Space Planning

من تطبيقات الحاسب الآلي في العملية التصميمية نُظم تخطيط المساحات والتي تؤثر بشكل فعال فيها خصوصا في المشاريع المعقدة (Homayouni, 2007)، وذلك بالوصول إلي حلول مثالية للعلاقات بين الاستخدامات المختلفة، وتعتبر مصفوفة العلاقات الوظيفية – كما في نظرية الرسم – هي العنصر الأساسي المستخدم في تخطيط المساحات (بصيص، ٢٠٠٠)، وقد عرف Henrion (1978) تخطيط المساحات بأنها ذلك الجانب من التصميم البيئي الذي يعتني بترتيب العناصر والفراغات في داخل غرفة أو مبنى أو موقع لتحقيق متطلبات الأنشطة البشرية المتنوعة (Chinowsky, 1991).

ويمكن اعتبار تخطيط المساحات جزء من خطوات العملية التصميمية، فهي تهتم بتوزيع العناصر في الفراغ بترتيب معين لتلبية مجموعة من الأهداف، وفي التصميم المعماري تكون هذه العناصر هي الفراغات نفسها، فقد تشمل تحديد أبعاد العناصر والفراغات وتنظيمها لتحقيق الأهداف (Demirkan, Pultar, & Ozguc, 1992).

وقد ذكرت Homayouni (2007) أن هناك اتجاهان رئيسيان محددان لمتطلبات العناصر في نظم تخطيط المساحات هما:

١) المحددات البعدية أو الهندسية Dimensional Constrains: وهي التي تهتم بأبعاد العناصر وحدودها وتوجيهها، أي تهتم بالعنصر نفسه.
٢) المحددات المكانية Topological Constrains: وهي التي تهتم بعلاقة العناصر ببعضها البعض، ويكون فيها معايير رقمية تحدد علاقات العناصر، وهي ناتجة إما عن تحليل الموقع أو احتياجات المصمم.

وقد قسم بصيص (٢٠٠٠) عن (Hosny, 1990) مراحل التصميم في نظم تخطيط المساحات إلى مرحلتين هما:

١) مرحلة التحليل: حيث يقوم المعماري بإدخال معلومات تتعلق بقوة العلاقات الوظيفية بين الاستخدامات، والمساحة المطلوبة لاستيعاب كل استخدام، ومتطلباته من ناحية التوجيه وغيرها، و ذلك في صورة معلومات رقمية تستخدم في مرحلة التصميم التالية، ومن الممكن تخزين تلك المعلومات للرجوع إليها فيما بعد كدليل لاحتياجات المستعمل.
٢) مرحلة التصميم: وبعد ذلك يقوم البرنامج في مرحلة التصميم باستخدام تلك المعلومات في عمل مخططات أفقية تظهر علي الشاشة ومن الممكن توضيح مسارات الحركة على الرسم، ويدور حول مرحلة التصميم جدل بين المعماريين حيث يرى البعض أن

عملية التصميم عملية إبداعية يقوم بها المهندس المعماري نفسه، بينما يري البعض الأخر أن الحاسب الآلي يستطيع المساعدة في الوصول إلي حلول مثالية بمنهجه العلمي الرياضي؛ لأنه يعطي حلول بديلة بسرعة وتقنية أعلى.

وقد تم تطوير برامج تتيح تقييم الحلول المختلفة وذلك بحساب مسارات الحركة في كل حل والمقارنة بينها للعثور على الحل الذي يعطي أقل طول، كما توجد برامج تتيح للمصمم الداخلي تحديد مواضع الأثاث على المخططات الأفقية حيث يُخزن المصمم رموز الأثاث ثم يقوم بتوزيعه على المسقط الأفقي الأساسي، وفي هذه الحالة ممكن حساب التكلفة إذا ضمت قاعدة البيانات حجم ونوع وسعر كل منها، كما تعكس الناحية التحليلية المواصفات اللازمة للتصميم في الوظيفة والعلاقات الداخلية وأبعاد واحتياجات المساحات. وتستخدم برامج التصميم بمساعدة الحاسب الآلي في مرحلة تجميع العناصر وتكوينها، وتأخذ كلا من العلاقات الوظيفية والفراغية في الاعتبار وتنتج توزيعا هيكليا للمخططات الأفقية، والمسقط الأفضل هو الذي يحقق أقل مسارات للحركة، كما تستخدم أيضا برامج تخطيط المساحات في تخطيط المواقع بتحديد أماكن المباني وطرق المشاة والسيارات وأماكن الانتظار وأماكن الترفيه وذلك بعد إدخال المعلومات الخاصة بها (بصيص، ٢٠٠٠) عن (Hosny, 1990).

وذكر بصيص (٢٠٠٠) عن (Gamboa, 1987) نوعان من برامج تخطيط المساحات هما:

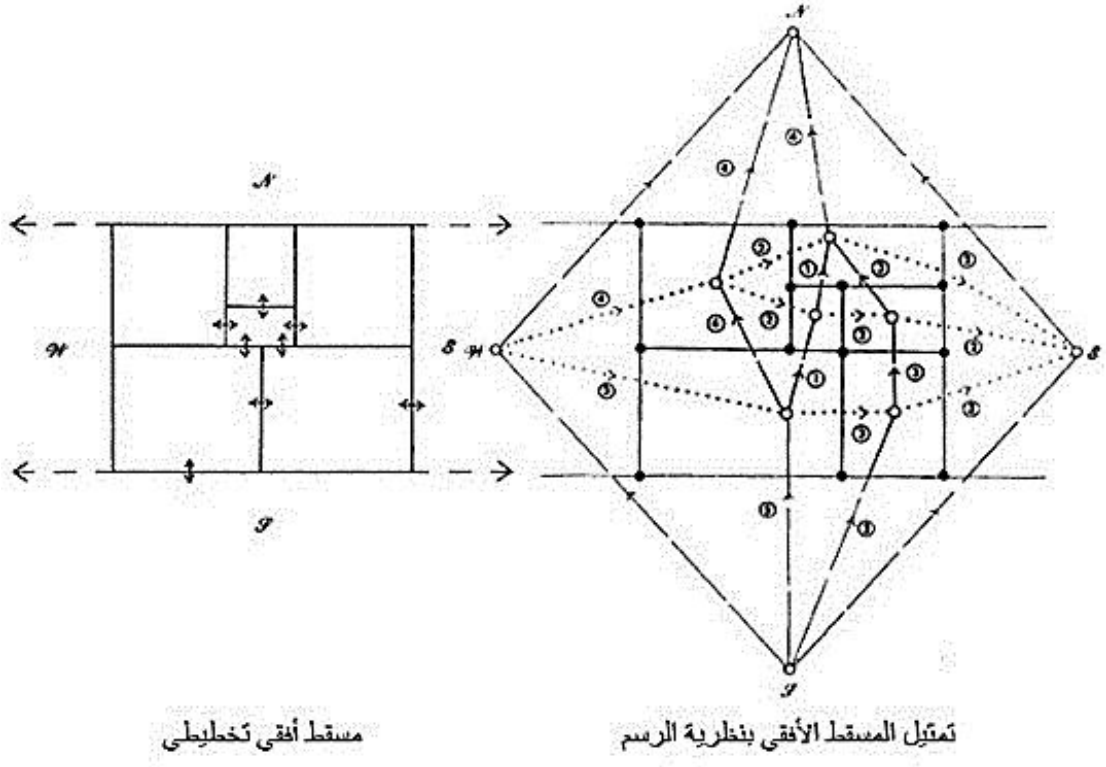
١) النوع الأول: يعتمد على محددان هما مساحات الغرف واحتياجات الغرف المجاورة، وتقوم الخوارزميات بمعالجة هذه المعلومات المُدخلة، ويشكل فيما بعد أنواع متعددة من الرسومات التخطيطية، وبعض البرامج تعطي هذا الرسم بشكل ثلاثي الأبعاد مما يعطي تصورا للكتل الخارجية.

٢) النوع الثاني: يفترض وجود مخطط هيكلي بإدخال البيانات والمعلومات الضرورية ويقوم البرنامج بتجهيزها وتكوين مقترحات، ويقوم كل مرة بإعطاء اقتراح جديد فور تعديل هذه المُدخلات.

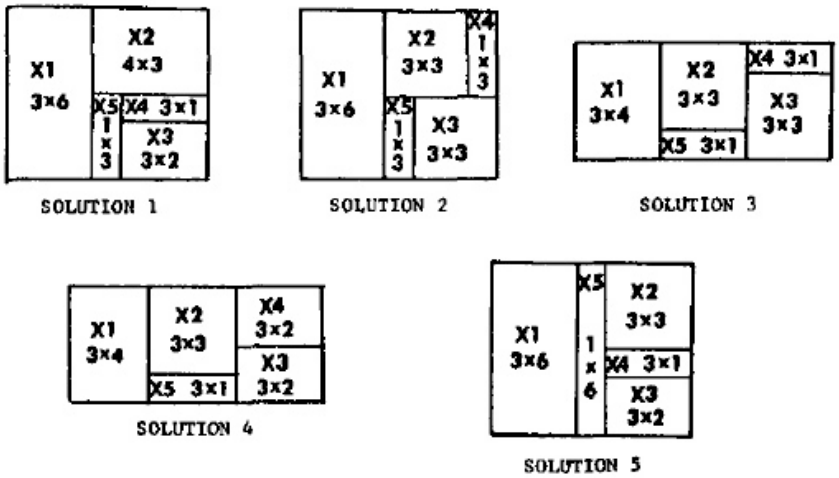
وهناك طرق عديدة ممكنة لترميز المعرفة Encoding Knowledge في نظم تخطيط المساحات، مثل طبيعة تمثيل الفراغات State-Based Representations والمنطق المعتمد على التمثيل Logic-Based Representation والشبكات الدلالية Semantic Nets والنظم الإنتاجية Production Systems ونظم الإطارات Frame Systems (Demirkan, Pultar, & Ozguc, 1992).

ومن أمثلة البرامج المعتمدة على تخطيط المساحات برنامج P.B.Space والذي سنتعرف عليه أكثر في البابين الثاني والثالث.

ومما سبق يتضح أن هناك تداخلاً بين كلٍ من نظرية الرسم ونظم تخطيط المساحات، ويتجلى هذا التداخل في برنامج GRAMPA (GRAph Manipulating PAckage)، فقد تم تصميم البرنامج بمداخل تخطيط المساحات معتمداً على الرسم الثنائي التابع لنظرية الرسم، ويوضح الشكل رقم (١-١٢) مسقط أفقي تخطيطي محدد عليه توجيه الفراغات وتحليل له باستخدام نظرية الرسم، ثم يوضح الشكل رقم (١-١٣) بدائل للتصميم باستخدام برنامج GRAMPA (Homayouni, 2007) عن (Grason J. , 1971).



شكل رقم (١-١٢) تمثيل تخطيطي في برنامج GRAMPA
(Homayouni, 2007)



شكل رقم (١-١٣) بدائل التصميم من برنامج GRAMPA
(Homayouni, 2007)

١-٢-٢ نماذج الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-Based Reasoning Models

الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR أحد تطبيقات مجالات الذكاء الاصطناعي AI بشكل عام والنظم المبنية على المعرفة[١] Knowledge-based Systems بشكل خاص، ويُعد الاستدلال المبني على حالات سابقة من الأنظمة الناجحة، وكان من أكثر أسباب نجاحها اعتمادها على طريقة التفكير والاستنتاج وقدرة التعلم عند الإنسان، واستخدامها الاستدلال القياسي Analogical Reasoning (Aamodt & Plaza, 1994).

وطبقا لـ Riesbeck & Schank (1989) فإن التفكير عند الإنسان لا يعتمد على المنطق فقط وإنما أيضا على استرجاع ومعالجة المعلومات المناسبة في الوقت المناسب. وتعتبر النظرية العامة للاستدلال المبني على حالات سابقة هي: المشاكل المتشابهة لها حلول متشابهة. وطبقا إلى Richter & Aamodt (2006) يعتمد الاستدلال المبنى على حالات سابقة على أربع مبادئ رئيسية هم:

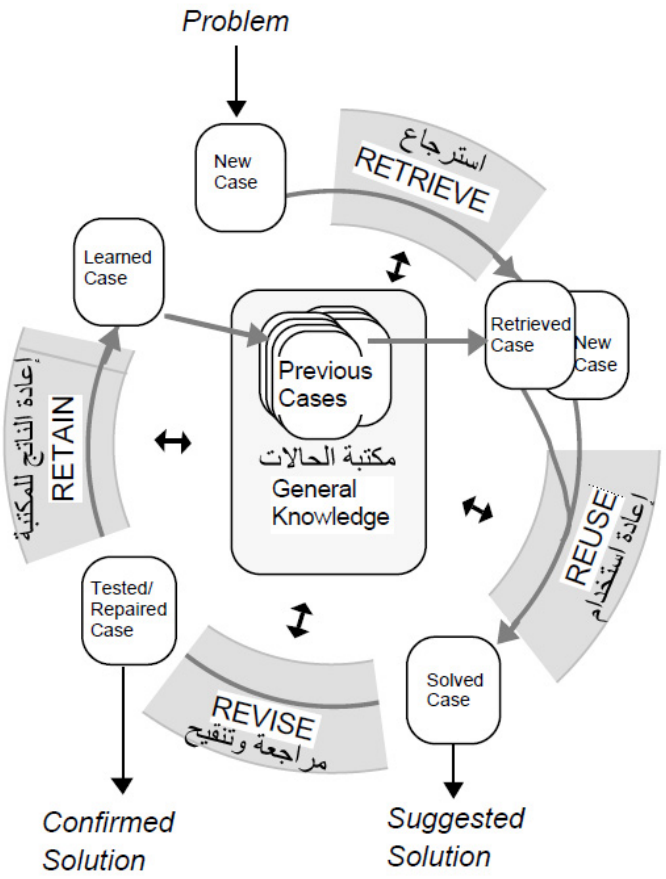
أ) العلوم الإدراكية Cognitive Sciences
ب) تمثيل ومعالجة المعرفة Knowledge Representation and Processing
ج) قدرة الآلة على التعلم Machine Learning
د) علم الرياضيات Mathematics

ويوضح شكل رقم (١-١٤) نموذج نمطي لدورة عملية الاستدلال المبنى على حالات سابقة، وفيها تبدأ الدورة بالتعرف على ماهية المشكلة الحالية، ثم بعد ذلك البحث في الحالات المخزنة Case Library واختيار الحالة المشابهة أو عدد من الحالات للمشكلة الحالية، وذلك لإعادة استخدامها لحل المشكلة الحالية، وبعد ذلك يتم تطوير الحل الناتج ثم إدخاله إلى الحالات المخزنة Case Library. وهذه العملية وصفها Aamot and Plaza (1994) بدورة الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR Cycle أو The Four RE's وهم:

أ) RETRIEVE: استرجاع الحالة أو الحالات الأكثر تشابهاً.
ب) REUSE: إعادة استخدام المعلومات والمعرفة من الحالة المختارة لحل المشكلة.
ج) REVISE: مراجعة وتنقيح الحل المسترجع من مكتبة الحالات.
د) RETAIN: إعادة الخبرات الناتجة عن هذه المشكلة إلى القاعدة لاستخدامها في حل المشاكل المستقبلية.

---

١ النظم المبنية على المعرفة KBS هي برامج حاسب آلي صُممت لتضاهي عمل الخبراء في منطقة محددة من المعرفة، وهي سبعة أنواع هم: (النظم الخبيرة Expert Systems – الشبكات العصبية Neutral Networks – الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-Based Reasoning – الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms – العميل الذكية Intelligent Agents – استخراج البيانات Data Mining – نظم التدريب الذكية Intelligent Tutoring Systems) (Kendal & Creen, 2007).



شكل رقم (١-١٤) نموذج نمطي لدورة عملية الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR
(Aamodt & Plaza, 1994)

ويعد أول نظام ممكن أن يطلق عليه نظام استدلال مبني على حالات سابقة هو ذلك النظام المسمى بـ CYRUS والذي صممته Janet Kolodner في جامعة يال سنة ١٩٨٣ (Kolodner J. , 1983)، وبعد ذلك أُنتجت عدة نظم في الثمانينات من القرن الماضي في نفس الجامعة مثل CHIF و JUDGE، كما أنتجت مجموعة Richter في الثمانينات والتسعينيات في جامعة كايزرسلاوترن العديد من الأنظمة مثل PATDEX و PARIS، ثم في جامعة كارنيجي ميلون في التسعينات مثل PRODIGY، وكانت في البداية تقتصر تطبيقات الاستدلال المبنى على حالات سابقة على الجامعات والمعاهد فقط (Taha, 2006).

وقد أصبحت تطبيقات الاستدلال المبني على حالات سابقة أحد الحلول القياسية للعديد من المشاكل التجارية، حيث بدأت هذه التطبيقات في مكاتب المساعدة ودعم العملاء، ثم الدعم الطبي والقانوني وإدارة المعرفة، ثم وصلت إلى التجارة الإلكترونية (Cheetham & Watson, 2006).

١-٢-٢-١ طرق الاستدلال المبنى على حالات سابقة

بالرغم من أن الاستدلال المبنى على حالات سابقة يعتمد على التطبيقات التي تتبع فيها دورة 4Re's Cycle، لكنها أيضا تعتمد علي عدة طرق محددة داخل هذه الدورة، وقد قدم Aamot and Plaza (1994) في عرضهما للاستدلال المبني على حالات سابقة قائمة من الأنواع الرئيسية لطرق الاستدلال التي تستخدم لتنظيم واسترجاع وفهرسة المعرفة في الحالات السابقة، وهذه الطرق هي:

أ) الاستدلال المبني على النموذج Exemplar-based Reasoning

هي طريقة مشتقة من تصنيف وجهات النظر المختلفة لتعريف الفكرة، ففي هذه الطريقة حل المشكلة هو عملية تصنيفية، مثل إيجاد الحالة المناسبة للحالات غير المصنفة، وذلك عن طريق ترتيب الحالات الأكثر تشابهاً من الحالات السابقة والتي تشكل مجموعة الحلول الممكنة، ولا تشمل هذه الطريقة تعديل الحل المحدد.

ب) الاستدلال المبني على المثيل Instance-based Reasoning

هو حالة متخصصة من الاستدلال المبني على النموذج، ويستخدم عدد كبير نسبيا من الحالات في تعريف الفكرة، وعادة يكون تمثيل الحالة بشيء بسيط، ونظرا للتركيز علي الحالات فإن كمية المعرفة أقل تكثيفا من الاستدلال المبني على النموذج.

ج) الاستدلال المبني على الذاكرة Memory-based reasoning

وهذه الطريقة تُركز على مجموعة من الحالات ذات الذاكرة الكبيرة، ويكون الاستدلال فيها هو عملية دخول وبحث في هذه الذاكرة، وتتميز هذه الطريقة باستخدام المعالجة المتوازية Parallel Processing عن باقي الطرق رغم استخدامهم لها.

د) الاستدلال المبني على حالات سابقة Case-based reasoning

وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون الحالات بدرجة معينة من التعقيد وغنية بالمعلومات، وهذا ما يميزها عن الأنواع الأخرى، ولديها القدرة على تعديل وتكييف واسترجاع الحلول عند تطبيقها في حل المشكلة.

هـ) الاستدلال المبني على القياس Analogy-based reasoning

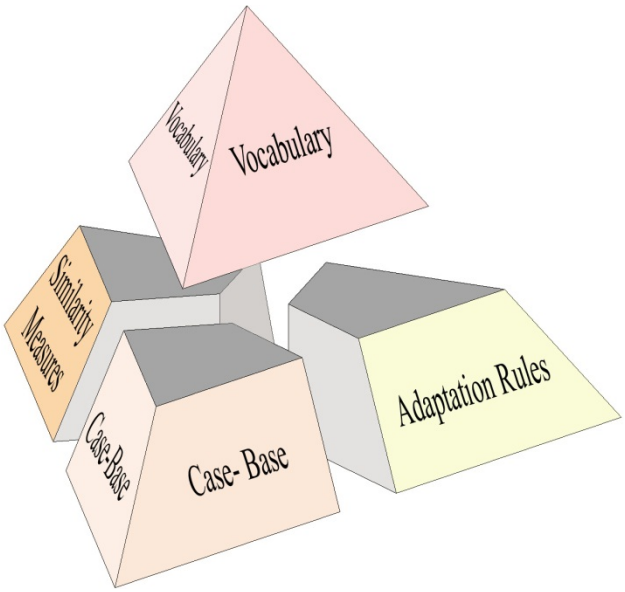
تستخدم هذه الطريقة أحيانا كمرادف الاستدلال المبني على حالات سابقة، فهذه الطريقة تبحث عن الحالات المشابهة في مجالات Domains مختلفة من المعرفة بينما الاستنتاج المبنى علي حالات سابقة يبحث في نفس المجال فقط.

١-٢-٢-٢ حاويات المعرفة في الاستدلال المبني على حالات سابقة Knowledge Containers

في نظام الاستدلال المبني على حالات سابقة توزع المعلومات على أربع حاويات تسمى حاويات المعرفة Knowledge Containers، وحسب Taha (2006) هذه الحوايات هي (شكل رقم١-١٥):

- Vocabulary المفردات
- Similarity Measures مقياس التشابه
- Case Base قاعدة الحالة
- Adaptation Rules قواعد التكيف

وتُستخدم هذه الحاويات لتمثيل المعرفة في طريقة منهجية وتساعد في تطوير النظام مع الزمن، وهذه الحاويات لا تعمل منفردة ولكنها أكثر تفاعل معا حيث تعتمد على بعضها البعض، وتوزيع المعرفة Knowledge على هذه الحاويات الأربعة يؤدي إلي إمكانية تكوين نظام وظيفي للاستدلال المبني على حالات سابقة، ومن مميزاتها وحاوياتها أنها تعمل حتى ولم تكتمل المعرفة فيها، ويمكن بعد ذلك إضافة معرفة إليها أو للحاويات المختلفة وتطوير النظام مع الزمن (Richter & Aamodt, 2006).



شكل رقم (١-١٥) حاويات المعرفة The Knowledge Containers

(Richter & Aamodt, 2006) عن (Taha, 2006)

١-٢-٢-٣ متطلبات الاستدلال المبني على حالات سابقة

كما هو الحال في كل تطبيقات الذكاء الاصطناعي، فإنه لا توجد طريقة عامة مناسبة لكل الحالات وكل المجالات، ولكن التحدي هو التطلع للوصول إلى الطرق المناسبة لحل المشكلة والتعلم منها لتطبيقات مجال معين في بيئة نظام الاستدلال المبني على حالات سابقة.

وقد وضع Aamot and Plaza (1994) خمس مجموعات رئيسية لتعريف المشاكل وتعريف المتطلبات الرئيسية للاستدلال المبني على حالات سابقة هم:

أ) تمثيل المعرفة Knowledge Representation:

هو نظام فعال من أنظمة الاستدلال المبني على حالات سابقة يعتمد على هيكل ومحتويات مكتبة الحالات Case Library، ويلعب تمثيل الحالة دورا رئيسيا في دورة الاستدلال المبني على حالات سابقة، فنجده في المرحلة الأولي وهي مرحلة الاسترجاع Retrieval حيث البحث ومطابقة الوظائف والتي تعتمد على الدقة والوقت المستغرق في هذه العملية، ثم مرحلة إعادة الخبرات Retaining حيث يتم بها عمل تحديث لمكتبة الحالات.

ومشكلة عملية التمثيل في المقام الأول هي مشكلة تحديد ماهية الأشياء التي تخزن في الحالة والهيكل المناسب لوصف محتويات الحالة، وتحديد كيفية ترتيب وفهرسة مكتبة الحالات لتفعيل عملية الاسترجاع Retrieval وإعادة الاستخدام Reuse.

ب) طرق الاسترجاع Retrieval Methods:

أول خطوة في دورة الاستدلال المبني على حالات سابقة هي عملية الاسترجاع وهي المسئولة عن استرجاع حالة أو مجموعة حالات مشابهة للمشكلة موضوع الحل من مكتبة الحالات، وقد ذكرت Taha (2006) عن (Kolodner J. , 1993) خطوتين فرعيتين داخل هذه العملية وهما:

الخطوة الأولي: يستدعي النظام فيها الحالات السابقة، وهدف هذه الخطوة هو استرجاع الحالات المناسبة التي يمكن أن تساعد عملية الاستنتاج في خطواتها التالية، وتتم عملية الاسترجاع باستخدام ملامح الحالة الجديدة في فهرس مكتبة الحالات، فالحالات مصنفة لمجموعات فرعية تحمل ملامحها.

الخطوة الثانية: يختار النظام أفضل مجموعة فرعية، وأثناء هذه العملية يتم اختيار الحالات المبشرة بنتائج جيدة من الحالات المختارة في المرحلة الأولي، والغرض من هذه الخطوة تقليل الحالات إلى أقل عدد يحتوى على تشابه مكثف ودقيق.

وكما ذكرت Taha (2006) عن (Kolodner J. , 1993) العديد من النقاط التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار لإنجاح عملية الاسترجاع منها:

- كيفية جعل برنامج الحاسب الآلي يثبت أن الحالتين متشابهتان، فعندما تكون الحالات تبدو متشابهة فلا توجد مشكلة لإثبات التشابه ولكن عادة تكون الحالات تبدو غير متشابهة من شكلها الخارجي ولإثبات التشابه لابد من التعمق فيهما، وقد أطلقت Kolodner على هذه العملية مشكلة تقييم التشابه Similarity Assessment Problem.
- إيجاد الخوارزميات المناسبة لاستخدامها في البحث داخل مكتبة الحالات واختيار الحالة الأكثر ملاءمة.

ج) طرق إعادة الاستخدام Reuse Methods

تعتمد إعادة استخدام الحالات المسترجعة في سياق الحالة الجديدة على جانبين هما (Aamodt & Plaza, 1994):

- قدر التشابه والاختلاف بين الحالة الحالية والقديمة.
- أي جزء من الحالة المسترجعة يمكن استخدامه لحل المشكلة.

وعندما تكون الحالة المسترجعة لا يمكن استخدامها في حل المشكلة الحالية تتم عملية تكيف Adaptation لتعديلها لتتناسب مع المشكلة، وهذه العملية يمكن أن تكون عملية متكاملة مع دورة الاستدلال المبني على حالات سابقة ليتم تنفيذها آليا أو أن تتم بواسطة المصمم نفسه (Taha, 2006).

د) طرق إعادة الحالات للمكتبة Retain Methods

هي عملية إدخال ما هو نافع من حل المشكلة الجديدة إلى المعرفة Knowledge الموجودة، وهي تستلزم اختبار أي المعلومات سيتم إدخالها من الحل الجديد وبأي شكل وكيفية فهرستها لعمليات الاسترجاع اللاحقة وكيفية دمج الحالة الجديدة إلى هيكل الذاكرة (Taha, 2006) عن (Kolodner J. , 1993).

١-٢-٢-٤ التصميم المبني على حالات سابقة Case-Based Design

التصميم المبني على حالات سابقة CBD يمثل تطبيقات الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR في التصميم، وفيه يمكن أن يقدم فقط تفسيرات أو فهرسة أو استرجاع حلول تصميمية، أو يمكن استخدامه كوسيلة للحصول على حل تصميمي كامل، حيث يمكنه استخدام دورة الاستدلال المبني على حالات سابقة كاملة أو جزء منها (Mubarak, 2004) عن (Watson & Perera, 1997).

ويعرف التصميم المبني على حالات سابقة بأنه عملية تكييف حالات سابقة لحل مشكلات جديدة، أو هو عملية استعادة حالات تصميمية سابقة لتفسير وحل مشكلة معينة جديدة. ويعتمد التصميم المبني على حالات سابقة على الخاصية الاختيارية لأدراك الإنسان، والذي يمثل مدخلا لتطوير الذكاء الاصطناعي المساعد للتصميم، فقد وجدت حلول جيدة للتصميم بالاعتماد على الخبرات المشابهة من الماضي. ويتبع التصميم المبني على حالات سابقة مداخل متعددة ومختلفة مثل الاستدلال المبني على حالات سابقة، فالحالات فيه مشابهة للحالات المدروسة والتي يتم استرجاعها من الذاكرة، ثم اختيار أفضل الحالات أو أكثر ثم يتم تكييفهم للوصول إلى الحل الأنسب، وبعد حل المشكلة يتم تحديث الحالات الموجودة في الذاكرة بإضافة الحالة الجديدة، وتخزن الحالات الناجحة وغير الناجحة في الذاكرة، ويمكن استعادة الحالات الناجحة فيما بعد أما غير الناجحة فيمكن أن تنبه بالصعوبات الممكن مواجهتها في حل المشكلات، وتجنيب المصمم من الوقوع في نفس الخطأ مرتين (بصيص، ٢٠٠٠) عن (Herzog, 1995) .

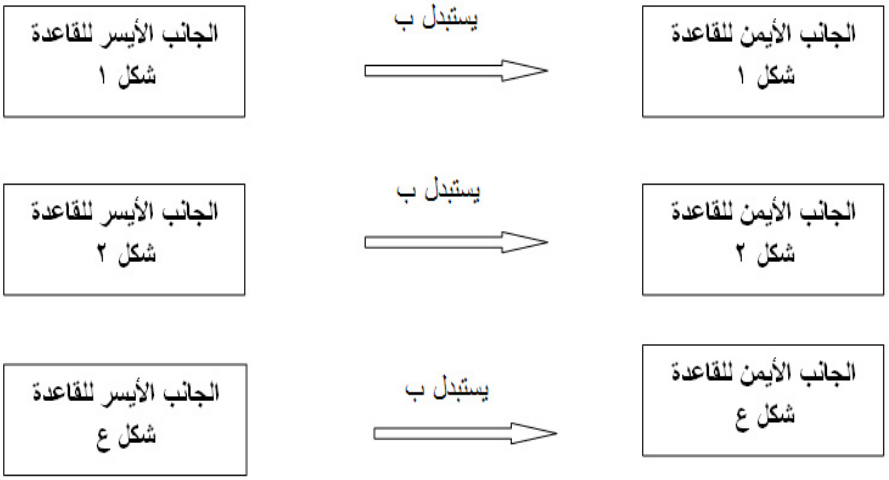
وبشكل عام فإن حل المشكلات باستخدام CBR أو CBD يعتمد على وجود تشابهات جزئية بين الحالة محل الدراسة وبين حالة تصميميه سابقة موجودة في الذاكرة، وتقدم هذه المعلومات اللازمة لحل المشكلة الجديدة (بصيص، ٢٠٠٠).

ومن النظم التي تستخدم التصميم المبني على حالات سابقة CBD نظام كادر CADRE ومونيو MONEO، وللتعرف أكثر عليهما أنظر الباب الثاني.

١-٢-٣ النماذج الإنتاجية Generative Models

استحوذت النماذج الإنتاجية أو نُظم التصميم الإنتاجية Generative Design Systems على اهتمام العديد من المصممين والباحثين في نهاية الثمانينات من القرن الماضي، فهي تختلف عن النظم الأخرى في أن المصمم لا يتعامل معها لإنتاج التصميمات (El-Gewely, 2010)، بل لأنها تُنتج الأدوات أو البرامج المُنتجة للتصميم وليس لإنتاج التصميم نفسه، وهذه النظم لها العديد من التعريفات نذكر منها ما قالته Kristina Shea أستاذ تطبيقات تطوير المنتجات الافتراضية جامعة ميونيخ (Krish, 2011): "أنها تهدف إلى إنشاء عمليات تصميمية جديدة، والتي بدورها تُنتج تصميمات جديدة كفء قابلة للبناء، من خلال استغلال الحاسبات والقدرات الصناعية الحالية."

وهناك العديد من الاستراتيجيات للنماذج الإنتاجية، ولا يوجد لها تصنيف نهائي، حيث لكل عالم من علماء الحاسب الآلي تصنيفه الخاص، ولكنها تعمل بمبدأ واحد وهو أن يستبدل Replace الجانب الأيسر للقاعدة (LHS) بالجانب الأيمن للقاعدة (RHS) حيث يعتمد على مبدأ قاعدة التضمين الشرطي المنطقي (IF ⇒ THEN) كما في الشكل التالي (١-١٦) إذا توفر الشرط أو الحدث (أ) يكون العمل أو النتيجة (ب) (بصيص، ٢٠٠٠).



شكل رقم (١-١٦) نموذج التحويل
(بصيص، ٢٠٠٠)

وقد ذكرت El-Gewely (2010) عن (Ezzat, 2008) أن نُظم التصميم الإنتاجية GDS تنقسم إلى أربعة اتجاهات رئيسية هم:

أ) الخوارزميات Algorithms.

ب) قواعد الشكل Shape Grammars.

ج) الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms.

د) نظام ليندنماير L-System.

وأن هذه الاتجاهات تعمل باستراتيجية واحده هي:

أ) تحديد الفكرة المبدئية بواسطة المصمم.

ب) تحديد مجموعة القواعد الإنتاجية بواسطة المصمم.

ج) تحويل الفكرة المبدئية إلى متسلسلة من النماذج بواسطة الحاسب الآلي.

د) تحديد قواعد معايير الاختيار بواسطة المصمم.

هـ) تطوير النماذج.

و) اختيار النماذج.

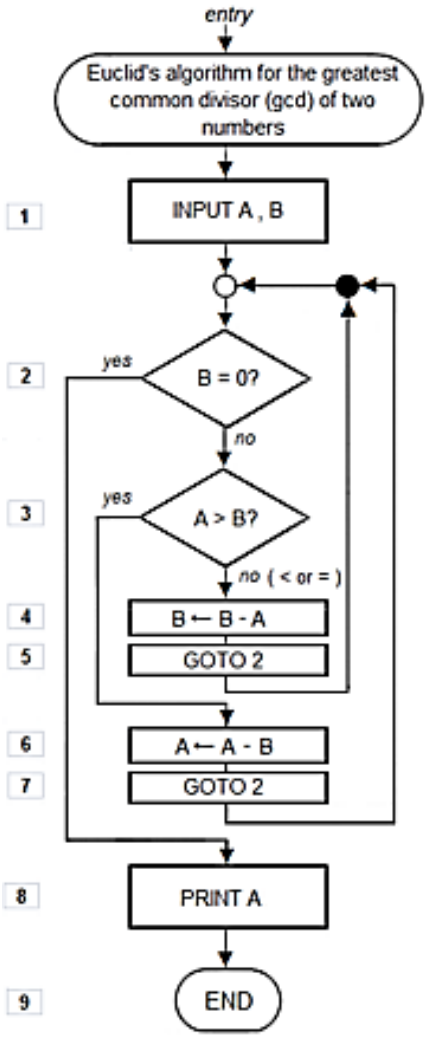
وقد تم استخدام نُظم التصميم الإنتاجية في تصميم العديد من المباني منهم ستاد بكين الدولي و المعروف باسم عش الطائر، وكذلك مركز بكين الدولي للسباحة والمعروف باسم مكعب المياه (شكل رقم ١-١٧) ضمن تطبيقات Parametric Design، ويتضح فيهما تأثير الحاسب الآلي للوصول إلي هذه الأشكال العشوائية والمحددة بدقة في التصميم والتنفيذ (Stocking, 2009).

شكل رقم (١-١٧) يمين: لقطة ليلية لإستاد بكين الدولي (عش الطائر) (Chinadaily, 2010)- يسار: مركز بكين الدولي للسباحة (مكعب المياه) أثناء التنفيذ (Zapatapi, 2010)

وفيما يلي سنستعرض الاتجاهات الرئيسية لنُظم التصميم الإنتاجية للتعرف عليها.

١-٢-٣-١ الخوارزميات Algorithms

الخوارزميات: هي سلسلة من الخطوات المنطقية المتتالية والتي تُكتب بشكل منطقي لحل مشكلة معينة، فهي إجراء لإنجاز مهمة محددة، وهي الفكرة وراء أي برنامج منطقي مقبول للحاسب الآلي (Skiena, 2008). وسميت الخوارزمية بهذا الاسم نسبة إلى العالم الخوارزمي[١] الذي ابتكرها في القرن التاسع الميلادي، والكلمة المنتشرة في اللغات اللاتينية والأوروبية هي «algorithm»، وقد ظهر العديد من التطبيقات للخوارزميات في العمارة، والتي منها ما يعمل وفق خطوات عملية التصميم المعماري، ويمكن باستخدامها إنتاج بدائل تصميمية لتصميم معين أو بأسلوب معماري معين في التصميم في دقائق معدودة، ومن تطبيقات الخوارزميات العملية في العمارة أداة Falling water Toolbox Ver. 1.0 (انظر الباب الثاني)، ويمكن لهذه الأداة أن تنتج مخطط تصميمي يعتمد على أسس وقواعد فيلا الشلالات للمعماري فرانك لويد رايت، حيث تم تحويل هذه القواعد إلى خوارزميات ورموز Codes تستخدم لإنتاج الحلول التصميمية، ويمكن باستخدامها على نطاق أوسع في إنتاج تجمعات سكنية تحت تأثير محددات تصميمية معينه (El-Gewely, 2010).



شكل رقم (١-١٨) فكرة مبسطة عن الخوارزميات Algorithms (Skiena, 2008)

ويوضح الشكل رقم (١-١٨) فكرة مبسطة عن طريقة عمل الخوارزميات، فبعد تحديد المشكلة والهدف المراد الوصول إليه نبدأ في عمل خطوات الخوارزمية بالترتيب تحت مبدأ If-Then، ويمكن كتابتها بالعديد من لغات المبرمجة منها Java و C/C++ وتكون نتائجها دقيقة ولكنها لغات صعبة في الكتابة والفهم، ولذلك يتم استخدام أكواد Pseudocode التي تمثل وسط مناسب لعمل الخوارزميات (Skiena, 2008).

[١] محمد بن موسى الخوارزمي (٧٨٠ – ٨٥٠ م)؛ أصله من خوارزم. وأقام في بغداد حيث ذاع اسمه وانتشر صيته بعدما برز في الفلك والرياضيات، وعينه الخليفة المأمون رئيساً لبيت الحكمة، ومن مؤلفاته حساب الجبر والمقابلة الذي تُرجم إلى اللاتينية في القرن السادس الهجري، ويعتبر مؤسس علم الجبر (مجلة الإعجاز العلمي، ٢٠١٢) عن (الدفاع، ١٩٩٨).

عموما هناك نوعان لحل المشاكل باستخدام الحاسب الآلي هما (El-Gewely, 2010):

١) حلول حسابية Algorithmic Solutions: يتم فيها حل المشكلة عن طريق عدد من الخطوات الحسابية المتتالية للوصول إلى الحل – وهي المستخدمة في الخوارزميات.

٢) حلول إرشادية Heuristic Solutions: يتم فيها الاعتماد على قاعدة معرفة أو خبرة معينة، حيث تعتمد على طريقة الصواب والخطأ للوصول إلى الحل مثل النظم الخبيرة.

١-٢-٣-١-١ تحديد المشكلة في الخوارزميات

حتى يتم عمل خوارزمية معينة لمشكلة معينة يجب أولا تحديد هذه المشكلة وطرق حلها، وقد ذكرت El-Gewely (2010) عن (Sprankle, 2001) ست خطوات لتحديد ومعالجة المشكلة موضحة في شكل رقم (١-١٩)، هذه الخطوات هي:

أ) تحديد المشكلة.

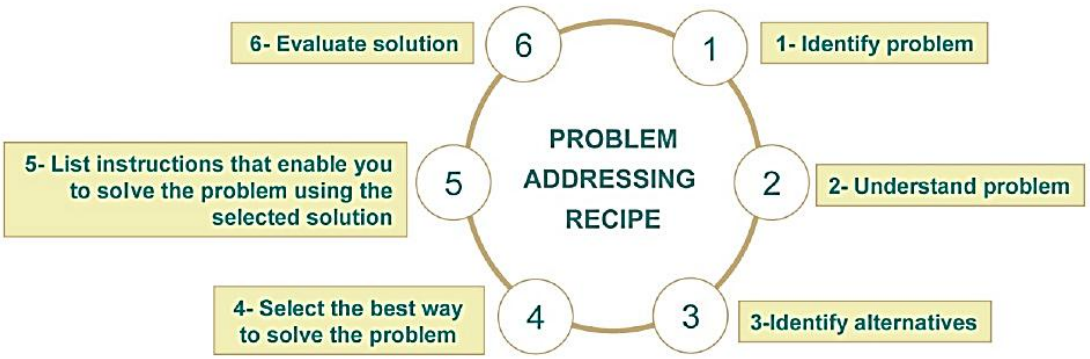
ب) فهم المشكلة.

ج) تحديد بدائل حل المشكلة.

د) اختيار أفضل الطرق لحل المشكلة من بدائل الحل.

هـ) تحديد مجموعة من الإرشادات والتعليمات التي تتيح حل المشكلة باستخدام أفضل الطرق.

و) تقييم الحل.



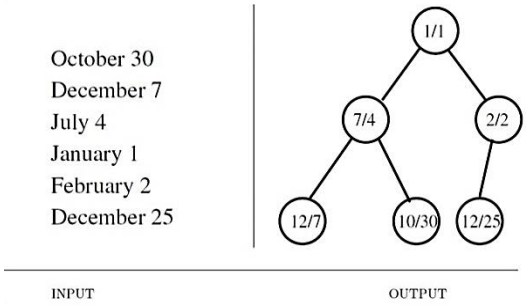
شكل رقم (١-١٩) خطوات تحديد ومعالجة المشكلة

(El-Gewely, 2010) عن (Sprankle, 2001)

١-٢-٣-١-٢ استراتيجيات حل المشكلات في الخوارزميات

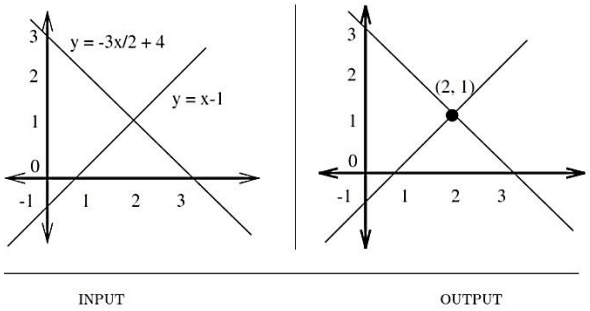
حدد Skiena (2008) سبع استراتيجيات رئيسية لحل المشكلات في الخوارزميات يدخل تحتها العديد من الطرق، وهذه الاستراتيجيات هي:

أ) بنية البيانات Data Structures: هي طريقة خاصة لتخزين وتنظيم البيانات في الحاسب الآلي بحيث يمكن استخدامها بكفاءة، ومن تطبيقاتها الفهرسة والقواميس وأولوية قوائم الانتظار وقواعد البيانات وغيرهم (شكل رقم ١-٢٠).



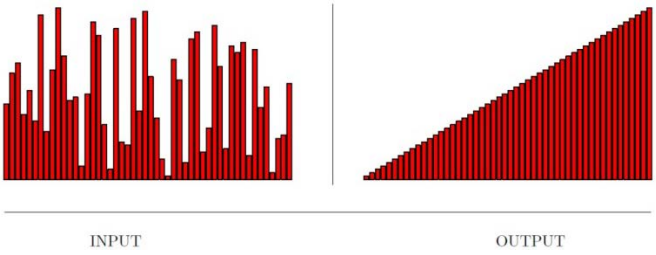
شكل رقم (١-٢٠) أولوية قوائم الانتظار
(Skiena, 2008)

ب) المشاكل العددية Numerical Problems: وتستخدم هذه الطريقة في المشاكل ذات الطابع الحسابي، وتُطبق في حل المعادلات الخطية وحل المصفوفات وتحديد قمم وقيعان الذبذبات وغيرهم (شكل رقم ١-٢١).



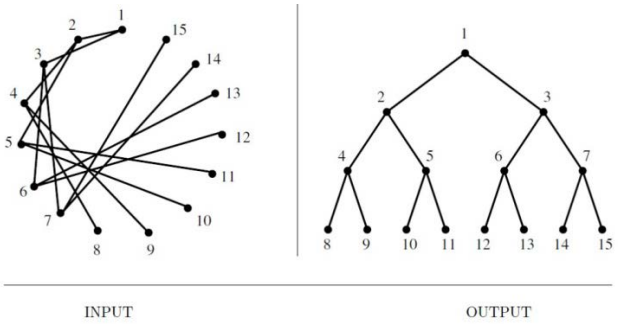
شكل رقم (١-٢١) حل المعادلات الخطية
(Skiena, 2008)

ج) المشاكل المركبة Combinatorial Problems: وتطبق هذه الطريقة للفرز والترتيب أو البحث واختيار الوسيط الحسابي أو إنتاج البدائل أو إنتاج الرسومات أو حسابات التقويم وتحويلاته وغيرهم (شكل رقم ١-٢٢).



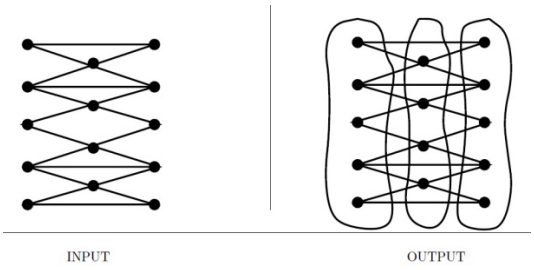
شكل رقم (١-٢٢) ترتيب العناصر
(Skiena, 2008)

د) مشكلات الرسم: متعددة الحدود مع الوقت Graph Problems: Polynomial-Time: وتطبق هذه الطريقة في توصيل المكونات والفرز النوعي لها ورسم شجرة علاقات للعناصر والمطابقة واختيار الطرق الأقصر بين النقاط وعمل الرسومات بدقة وغيرهم (شكل رقم ١-٢٣).



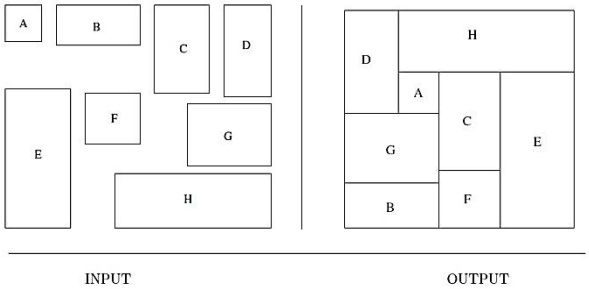
شكل رقم (١-٢٣) رسم شجرة العلاقات
(Skiena, 2008)

هـ) مشكلات الرسم: المسائل الصعبة Graph Problems: Hard Problems: وتطبق في تقسيم الرسومات لأجزاء متساوية وإيجاد اقل تكلفة ممكنه لعمل ما، وتكوين مجموعات للنقاط المتشابهة والجمع بين شكلين مختلفين وغيرهم (شكل رقم ١-٢٤).



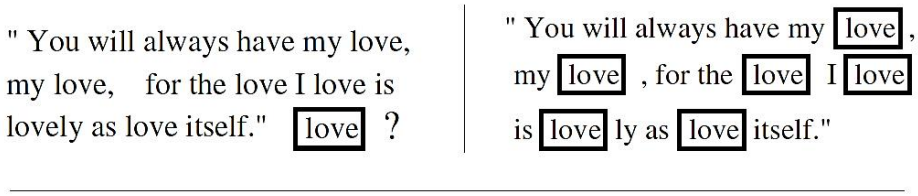
شكل رقم (١-٢٤) تكوين مجموعات للنقاط المتشابهة
(Skiena, 2008)

و) الهندسة الحاسوبية Computational Geometry: وتطبق في الرسم باستخدام الحاسب الآلي وتطبيقات الحاسب الآلي المساعدة في التصميم والتصنيع، وكذلك تشابه الأشكال وتحديد أماكن نقاط معينة، والبحث في نطاق معين وغيرهم (شكل رقم ١-٢٥).



شكل رقم (١-٢٥) ترتيب وتعبئة الأشياء لتأخذ أقل حيز
(Skiena, 2008)

ز) مجموعات وسلاسل المشاكل Set and String Problems: وتطبق في تقنيات البرمجة الديناميكية – تقسيم المشاكل إلى عدد من المشاكل البسيطة لحلها والوصول للهدف – وكذلك تطبق في السلاسل المتطابقة وشبه المتطابقة وضغط البيانات والتشفير وغيرهم (شكل رقم ١-٢٦).

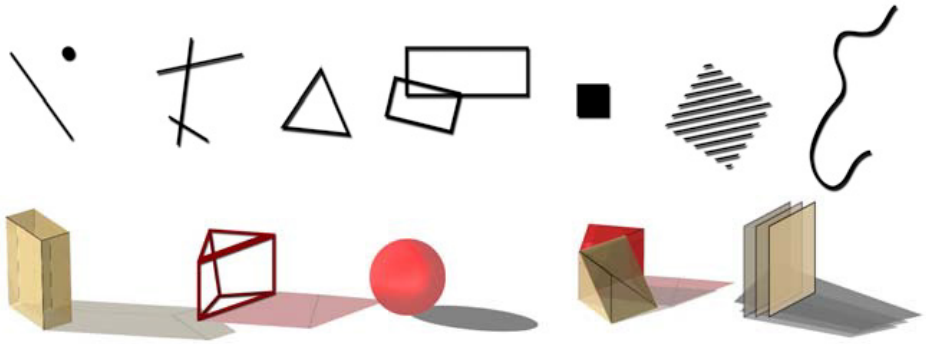


شكل رقم (١-٢٦) التطابق وشبه التطابق
(Skiena, 2008)

وبناءً على ما سبق تُعتبر الخوارزميات من أهم المراحل في علم البرمجة، وتصميمها يتطلب إلماماً كبيراً بموضوع المسألة، وذلك بهدف اختيار الطريقة المناسبة للحل، ويعتمد المصمم عند كتابة الخوارزميات على الطريقة الرياضية المناسبة لبلوغه الهدف بأقل قدر ممكن من الأخطاء، وبالسرعة الممكنة الأكبر لتنفيذ البرنامج، كما يجب عليه أن يتعرف على طرق بناء وإنشاء البيانات واختيار التركيبة أو البناء الملائم لتسجيلها، وذلك بهدف تسريع الوصول إليها وتخفيض حجم الذاكرة التي قد يشغلها البرنامج والبيانات (الحسيني، ١٩٨٨).

١-٢-٣-٢ قواعد الشكل Shape Grammars

عندما تتحرك نقطة معينه في اتجاه معين ينتج خط، وعندما يتحرك الخط في المستوى ينتج الشكل ثنائي الأبعاد، وعندما يتحرك هذا الشكل يكون كتله في الفراغ (شكل رقم ١-٢٧)، وتهتم برامج قواعد الشكل وتركز على خلق وتكوين شكل من خلال تطبيق قواعد محددة ومعروفة، وتؤلف قواعد خاصة بالأشكال تشبه قواعد لغة الإنسان العادية، وهذه القواعد يمكن استخدامها لمعرفة الطريقة التي يتم بها تكوين العناصر في التصميم ومراحل التصميم المختلفة (بصيص، ٢٠٠٠).



شكل رقم (١-٢٧) بعض الأشكال الهندسية
(Sobhy, 2005)

وتُعرف قواعد الشكل بأنها طريقة إنتاج تصميمات باستخدام أشكال أولية وقواعد تفاعلية فيما بينها (Trescak, Rodriguez, & Esteva, 2009). وقد ظهر علم قواعد الشكل في بدايات السبعينات من القرن الماضي، حيث وضع Stiny (1980) الخطوط العريضة له من خلال تجربتين بسيطتين تمثلان الأساس لأغلب تطبيقات قواعد الشكل في الوقت الحالي، وكانت التجربة الأولي؛ تبين كيف يمكن استخدام قواعد الشكل في تكوين مفردات أو أساليب تصميمية جديدة، والتجربة الثانية؛ تبين كيف يمكن استخدام قواعد الشكل في تحليل مفردات تصميمية معروفة أو موجودة فعلا (Knight, 1999). ومنذ ذلك الوقت تم إنتاج العديد من تطبيقات قواعد الشكل في العديد من المجالات؛ مثل التصميم المعماري وتنسيق المواقع والهندسة وتصميم الأثاث وغيرهم (Sobhy, 2005) عن (Economu, 2000).

وتُنتج قواعد الشكل الرسومات عبر مجموعة متسلسلة من التحويلات باستخدام قاعدة الشرط if-then، ويمكن تصميم القواعد لإنتاج أي نوع من أنواع الرسومات، وليس بالضرورة أن تكون الرسومات المنتجة على النحو الذي صممها المبرمجون (Liew, 2004).

وتقدم قواعد الشكل بشكل عام إطار عمل ذو مفاهيم أساسية لإنشاء جمل التصميم من أجل إعادة إحياء نموذج معماري موجود، فإن الجهد الأساسي للتطوير يتركز في تحليل البناء وتشكيل قواعد شكل قابلة للعمل والتنفيذ، ونوعية قواعد مرتبطة بتشابه الهدف أو المنتج المعاد إحياؤه مع المنشأ الأصلي (بصيص، ٢٠٠٠).

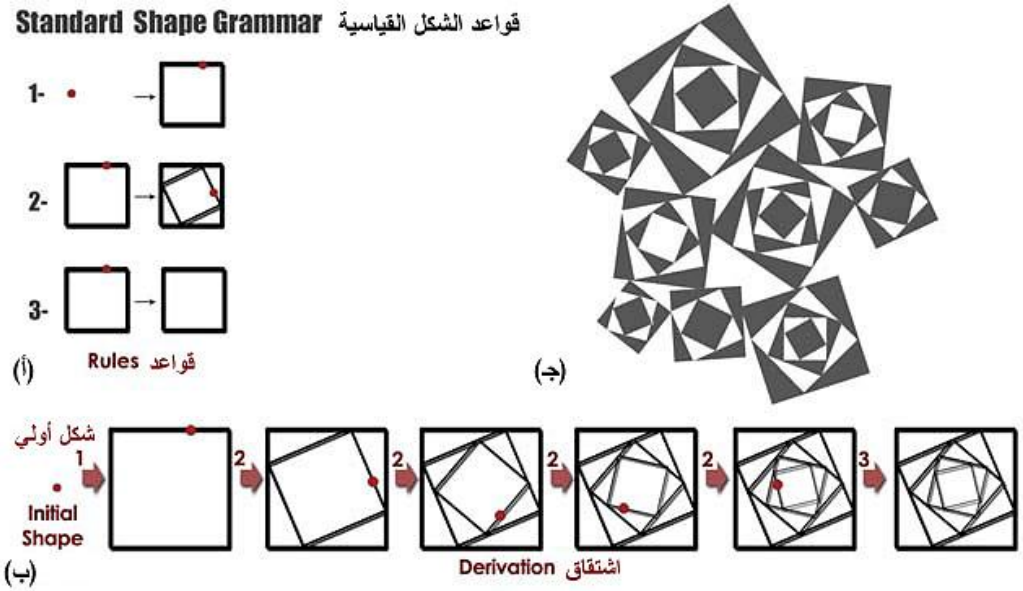
١-٢-٣-٢-١ أنواع قواعد الشكل

قدم Stiny (1985) نوعان من قواعد الشكل هما:

أ) قواعد الشكل القياسية Standard Shape Grammar (شكل رقم ١-٢٨).

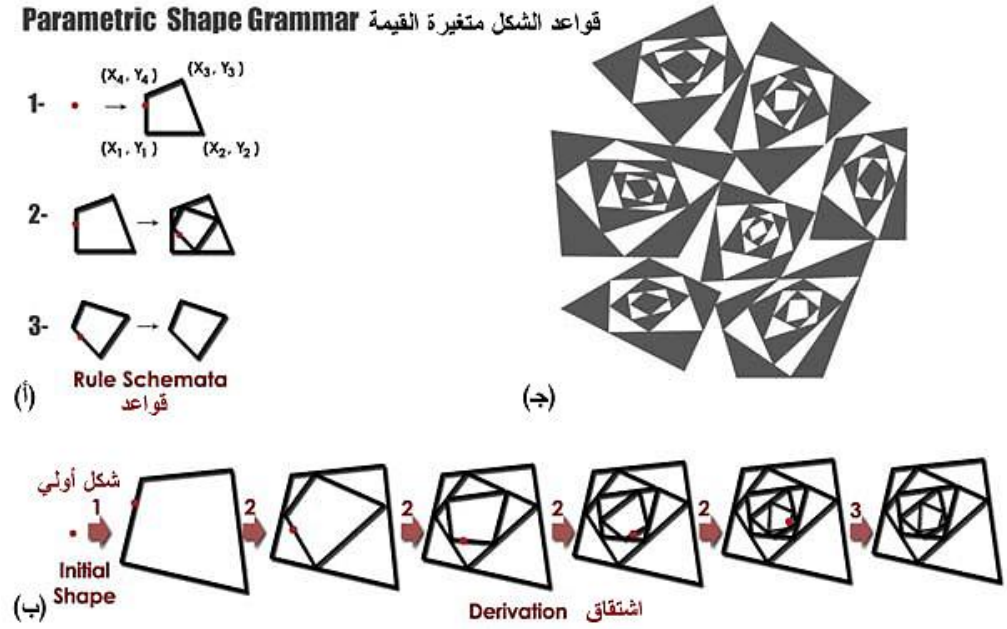
ب) قواعد الشكل متغيرة القيمة Parametric Shape Grammar وهي تُنتج أشكال أكثر تنوعاً من القياسية (شكل رقم ١-٢٩).

ويطبق النوعان قاعدة أن الشكل أو جزء منه على الجانب الأيسر، والحالة المراد الوصول إليها على الجانب الأيمن بالفصل بينهما بسهم يحدد اتجاه عملية التحول.



شكل رقم (١-٢٨) قواعد الشكل القياسية

(Sobhy, 2005) عن (Stiny G. , 1985)



شكل رقم (١-٢٩) قواعد الشكل متغيرة القيمة

(Sobhy, 2005) عن (Stiny G. , 1985)

١-٢-٣-٢-٢ مكونات قواعد الشكل

طبقا لبصيص (٢٠٠٠) تتكون قواعد الشكل من أربعة مكونات تُطبق تباعا، وهي:

أ) مجموعة منتهية ومحددة من الأشكال Shapes.

ب) مجموعة منتهية ومحددة من أشكال الدلالة Labels.

ج) مجموعة منتهية ومحددة من قواعد الشكل للشكل Rules.

د) شكل أولي ابتدائي Initial Shape.

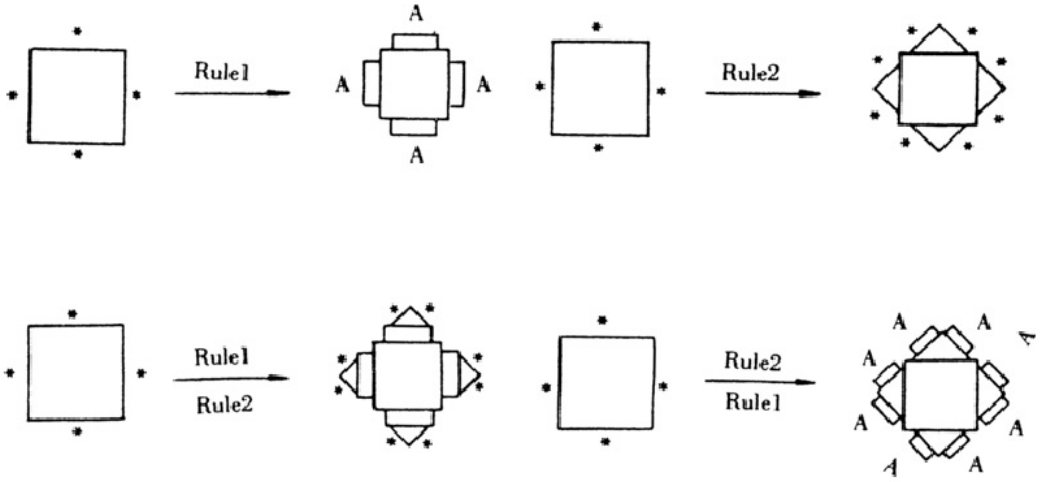
١-٢-٣-٢-٣ اتجاهات قواعد الشكل

ذكر بصيص (٢٠٠٠) اتجاهان نظريان لقواعد الشكل هما:

أ) المدخل التحليلي Analytical Approach؛ وتستخدم فيه قواعد الشكل لإعادة بناء أمثلة موجودة بعينها، وتحليلها ورسم مراحلها التصميمية والوصول إلي شكل التصميم النهائي، وذلك بتطبيق قواعد متسلسلة إلي القاعدة الأخيرة التي ترسمه في النهاية.

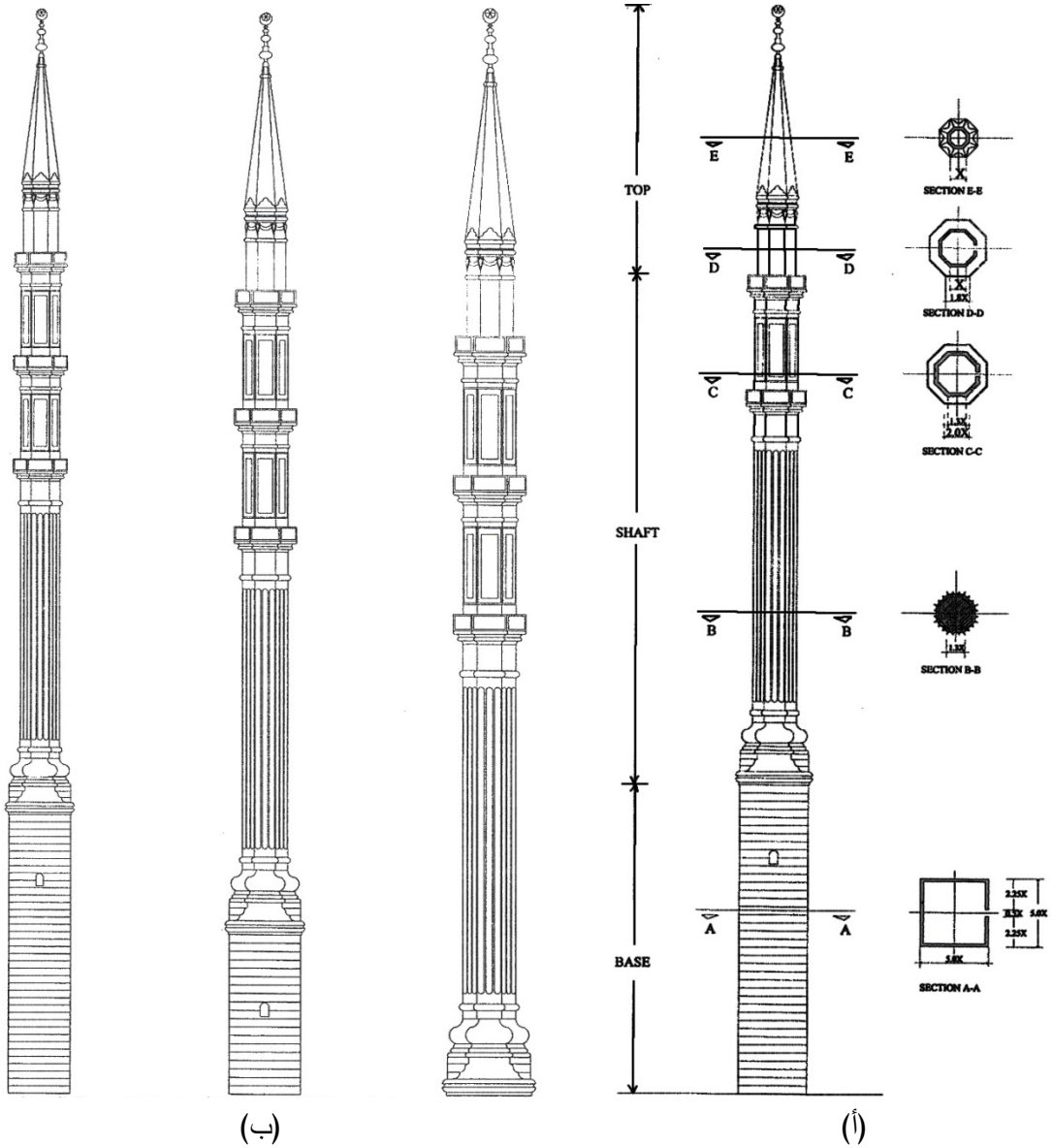
ب) المدخل التجميعي Synthetic Approach؛ وتستخدم فيه قواعد الشكل للتوصل إلي تصميمات جديدة لها نفس الروح والملامح من أمثلة موجودة بعينها، وبتطبيق هذه القواعد التي تحمل صفات خاصة بهذه التصميمات يتم الحصول علي تصميمات جديدة لها نفس الطابع ومشابهة للتصميم الأصلي ولكن بشكل جديد.

ويوضح الشكل التالي (١-٣٠) مجموعة من قواعد التصميم لإنتاج تصميم معين، وفيه تظهر قاعدتان للتصميم من شكل أولي على اليسار إلى التصميم المطلوب على اليمين، مع إمكانية استخدام القاعدتان معا، وحسب ترتيب استخدام القاعدة ينتج التصميم (Sun, 1986).



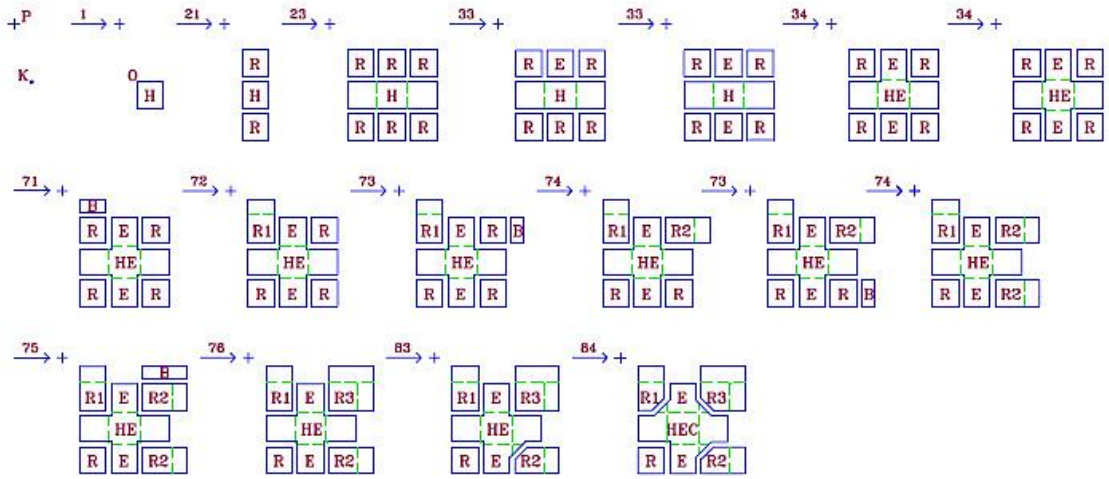
شكل رقم (١-٣٠) يوضح قواعد التصميم
(Sun, 1986)

وهناك العديد من التطبيقات العملية لقواعد الشكل في العمارة، ومن أمثلتها إنتاج تصميمات جديدة لمئذنة جامع محمد على الإبرية الشكل (شكل رقم ١-٣١) (بصيص، ٢٠٠٠)، وكذلك إنتاج مساقط أفقية جديدة لمنزل (شكل رقم ١-٣٢) على أساس المنزل التركي التقليدي (شكل رقم ١-٣٣) (Cagdas, 1996).



شكل رقم (١-٣١) (أ) مئذنة جامع محمد على بقلعة صلاح الدين ومساقطها الأفقية (ب) ثلاثة تصميمات معمارية جديدة للمئذنة ناتجة باستخدام قواعد الشكل بتغيير ارتفاع قاعدتها

(بصيص، ٢٠٠٠)



شكل رقم (١-٣٢) مسقط أفقي مُنتج باستخدام قواعد الشكل
(Cagdas, 1996)

شكل رقم (١-٣٣) نماذج لمسقط أفقي لمنزل تركي تقليدي
(Cagdas, 1996)

١-٢-٣-٣ الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms

الخوارزميات الوراثية GA: هي تقنية بحث معتمدة على المبدأ الداروني للانتقاء الطبيعي والبقاء للأصلح، وقد وضع مبادئها الأساسية John Holland (Homayouni, 2007) عن (Holland, 1975)، وفيها البحث خلال مجموعة من الحلول الممكنة للمشكلة المراد حلها، ويتم تحديد صلاحية كل حل في مجموعة الحلول على أساس مدى إمكانيتها لحل المشكلة، وعادة تكون تُرمز الحلول كسلسلة جزئية مثل (١١٠٠٠١٠١٠) والتي تمثل الكروموسومات. وتبدأ الخوارزميات الوراثية بإنشاء مجموعة عشوائية من الحلول تُمثل الحلول المحتملة، ثم تُقيم الأصلح منها، ثم يتم اختيار الآباء الأنسب، ومنهم يتم إنتاج أجيال جديدة (Quiroz, 2010).

فتعتبر الخوارزميات الوراثية من وجهة نظر التصميم المعماري واحدة من مداخل العملية التصميمية Design Process، أما من وجهة نظر الحاسب الآلي؛ فهي واحدة من النظم التطويرية[١] Evolutionary Systems (بصيص، ٢٠٠٠).

١-٢-٣-٣-١ تعريف الخوارزميات الوراثية

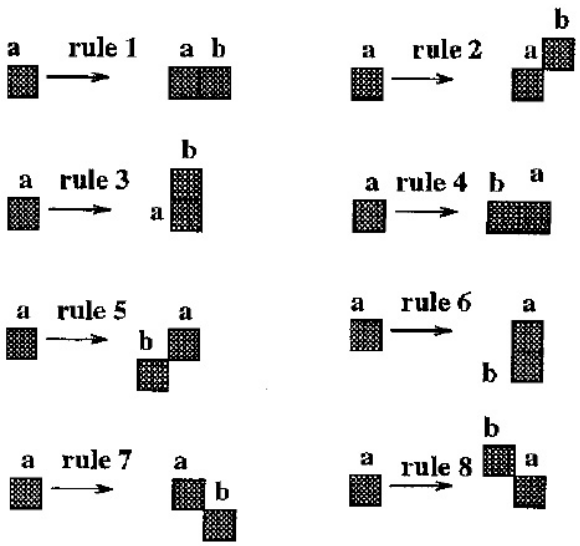
هي عبارة عن أداة من أدوات التكوين أو إحدى نماذج التحويل ذات صلة بتصميم حل مشكلة لأنها تحقق تكامل وسائل لتوليد حلول التصميم مع التركيز على تقييم ملاءمة البدائل. تعتمد بشكل أساسي على تحويل الأشكال الهندسية إلى رموز Codes، والحصول على أشكال أصلية تعتبر بمثابة آباء Parents تسمى نمط وراثي Genotype، وإجراء عملية التزاوج بينها والحصول على أشكال جديدة Phenotype، كما في الهندسة الوراثية (بصيص، ٢٠٠٠).

١-٢-٣-٣-٢ الهندسة الوراثية Genetic Engineering

طورت الخوارزميات الوراثية تصميمات من منظومة ثابتة – الجينات Genes – ذات تصميم معين والتي تتجه لتشكيل النمط الوراثي Genotype، والهندسة الوراثية هي العملية التي يسمح فيها بتطور الجينات التي تشكل ترميز للتصميم (بصيص، ٢٠٠٠).

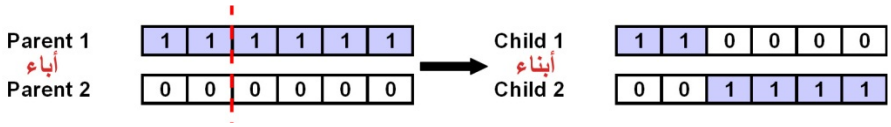
ويمكن توضيح مفهوم الخوارزميات الوراثية باستخدام نموذج بياني ثنائي الأبعاد مع افتراض قواعد التجميع الثمانية في الشكل (١-٣٤)، وسنجد أن تلك القواعد تعمل على أي شكل أو تصميم يمكن ترميزه كتسلسل لهذه القواعد التي تستخدم لتجميع التصميم (بصيص، ٢٠٠٠) عن (Gero & Maher, 1997)، بالإضافة إلى أنها يمكنها التعامل مع النماذج ثلاثية الأبعاد (Quiroz, 2010).

[١] النظم التطويرية: هي نظم حسابية تقوم على التشابه مع التطور الداروني، حيث التطور والاصطفاء الطبيعي من الحلول الممكنة (بصيص، ٢٠٠٠).

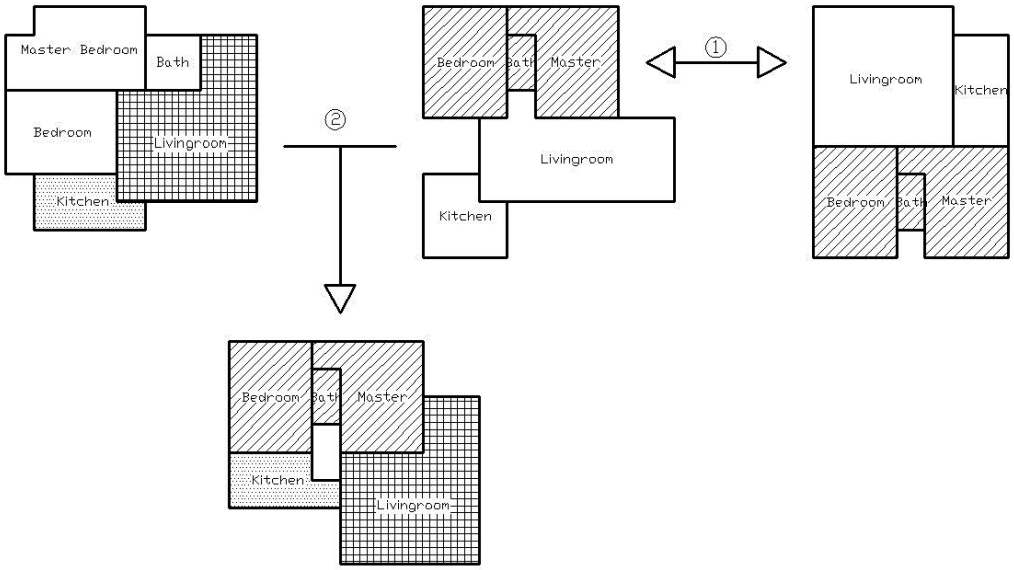


شكل رقم (١-٣٤) قواعد التجميع الثمانية لشكل ثنائي الأبعاد
(بصيص، ٢٠٠٠) عن (Gero & Maher, 1997)

ويوضح الشكل رقم (١-٣٥) فكرة الخوارزميات الوراثية في عمل تبادل لأجزاء من الآباء – الحلول السابقة – باستخدام خاصية التبادل/التزاوج Crossover؛ وهي عملية استنساخ للجينات من الآباء وفيها تبادل أجزاء منهم لإنتاج أجيال جديدة (Quiroz, 2010)، وفي الشكل رقم (١-٣٦) مثال على عملية التبادل بين الآباء لإنتاج حلول جديدة (Homayouni, 2007).



شكل رقم (١-٣٥) خاصية التبادل في الخوارزميات الوراثية
(Quiroz, 2010)



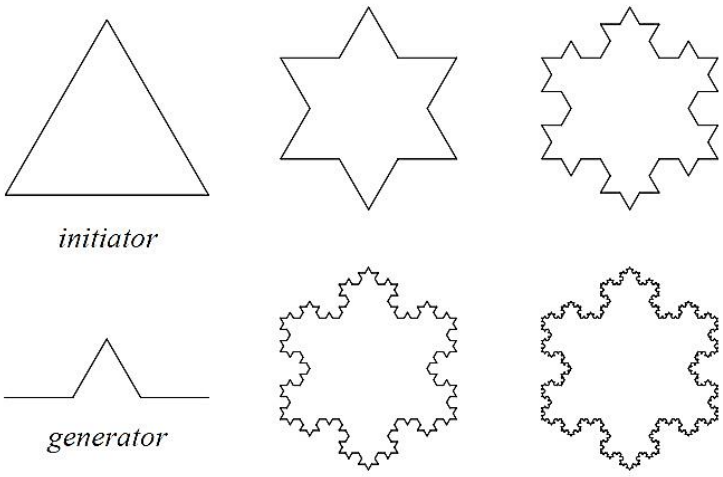
شكل رقم (١-٣٦) نموذج للتبادل/ للتزاوج في الخوارزميات الوراثية
(Homayouni, 2007)

ومن استخدامات الخوارزميات الوراثية عمل الجداول الزمنية وتخطيط المواقع وتصميم الدوائر الكهربائية (Kendal & Creen, 2007)، وفي مبادئ التصميم المبني على حالة سابقة Case-Based Design (بصيص، ٢٠٠٠) عن (Schnier & Gero, 1996)، وفي نظم تخطيط المساحات كأدوات للبحث وحل المشاكل (Homayouni, 2007).

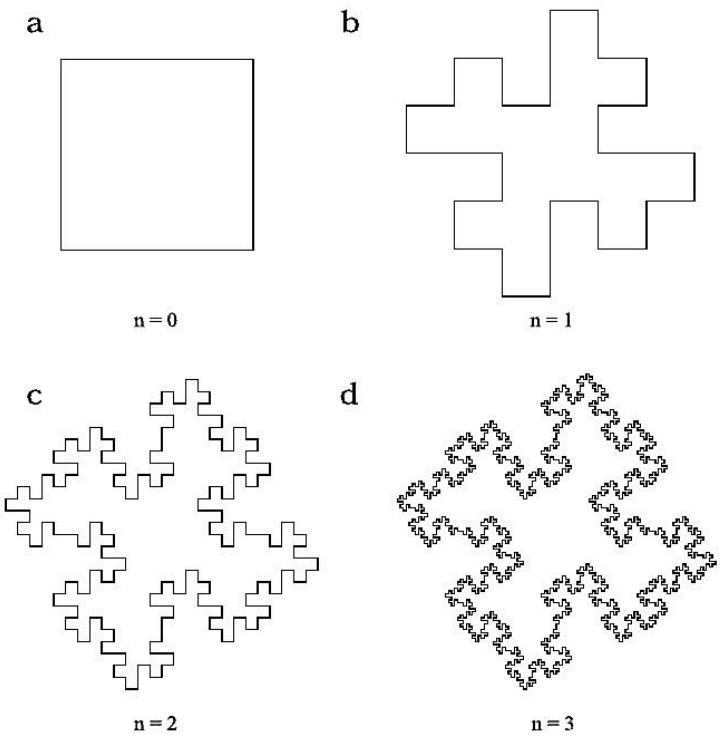
١-٢-٣-٤ نظام ليندنماير L-System

مصطلح L-System: هو اختصار لـ Lindenmayer System، ونظام ليندنماير: هو أسلوب إعادة صياغة لتعريف عناصر معقدة بالاستعاضة عنها بأجزاء من عناصر بسيطة باستخدام مجموعة من قواعد إعادة الكتابة أو الإنتاج، وقد بدأ هذا النظام كنظرية رياضية للعالم Aristid Lindenmayer حول نمو الكائنات متعددة الخلايا، ثم بدأ استخدامها كأساس لوضع النماذج الرياضية الحسابية لنمو النباتات، ولكن سرعان ما تم إعادة صياغتها من خلال نظم إعادة الكتابة (Prusinkiewicz, Shirmohammadi, & Samavati, 2010).

وقد اقترح Von Koch سنة ١٩٠٥ منحنى فتات الثلج Snowflake Curve أو نجمة كوش Koch Star كمثال لتعريف العناصر الرسومية في ضوء إعادة كتابة القواعد للوصول لنتائج مختلفة (شكل رقم ١-٣٧)، ومن خصائصها أن ليس لها نهاية، حيث أن فكرة تكوينها تقوم علي تقسيم الخط إلى ثلاث أجزاء متساوية، ثم تكوين مثلث متساوي الأضلاع على جزء منها بدون قاعدته، وهكذا تتكرر هذه العملية دون توقف، ويمكن تطبيق قواعد مشابهة على أشكال مختلفة حيث يمكن استخدام شكل مربع بدل من المثلث باستخدام نظم DOL Systems المنبثقة من نظم L-Systems العديدة فيكون الناتج كما بالشكل رقم (١-٣٨) والتي تُسمى جزر كوش التربيعية Quadratic Koch Island (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996).

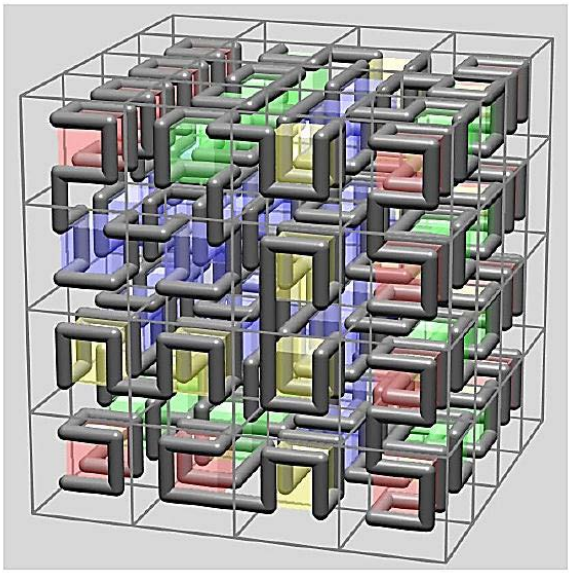


شكل رقم (١-٣٧) تكوين نجمة كوش Koch Star
(Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996)



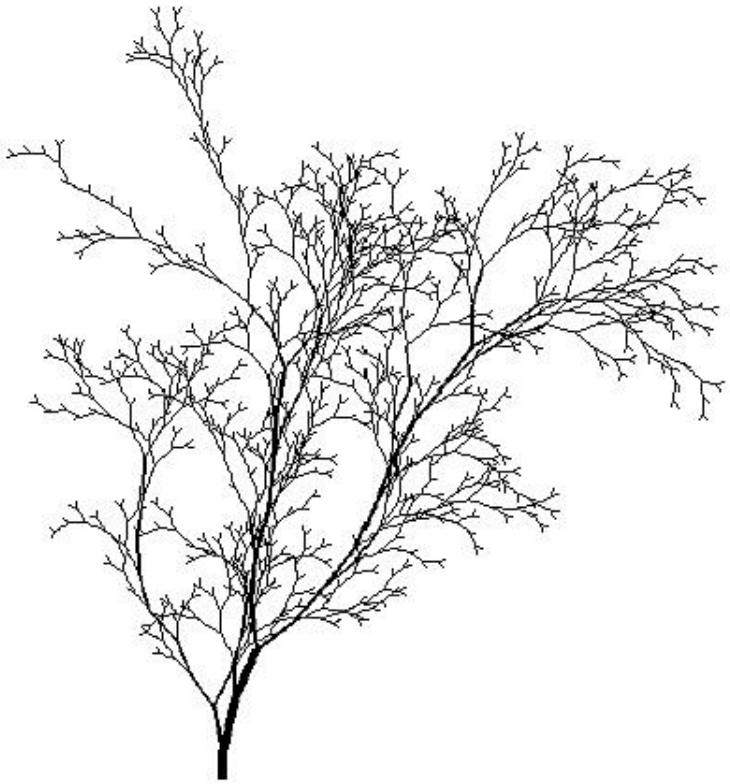
شكل رقم (١-٣٨) جزر كوش التربيعية Quadratic Koch Island
(Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996)

وهناك نُظم من أنظمة L-System تعمل بأسلوب ثلاثي الأبعاد مثل نظام Hilbert curve والشكل التالي رقم (١-٣٩) يوضح نموذج لأحد المنتجات التوضيحية حيث تُمثل العناصر المتشابهة بنفس اللون (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996).



شكل رقم (١-٣٩) نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام نظام Hilbert Curve
(Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996)

وكما ذكرنا من قبل أن نظم L-Systems تدرس نمو النباتات، لذلك الشكل (رقم ١-٤٠) يوضح أحد نتائج هذه البرامج وهو نموذج لشجرة وطريقة نمو فروعها معتمدة على تحليل Horton–Strahler لفروع الأشجار، ويمكن بتعديل بعض قيم المدخلات إنتاج العديد من أنواع الأشجار وبأعمار مختلفة (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996)، ومثل هذه التطبيقات هي التي تُستخدم في البرامج الإضافية والمساعدة التي تُضاف إلي برامج مثل ثري دي ماكس وغيره من البرامج لتكوين الأشجار، ويمكن فيها تحديد عمر الشجرة والفترة الزمنية – الربيع أو الخريف وهكذا– وغيرهما من المتغيرات؛ مثل برنامج OnyxTREE (Onyx Computing, 2011) وبرنامج Tree Generator (Tree Generator, 2011).



شكل رقم (١-٤٠) شجرة ناتجة من أحد أنظمة L-Systems
(Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1996)

ملخص الباب الأول

تعرض الباب الأول لاتجاهين رئيسيين يهدفان إلى التعرف على خطوات العملية التصميمية، وأساليب البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري باستخدام الحاسب الآلي، وذلك كمدخل نظري للتعرف على الخلفية التاريخية والفلسفية لبعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري. وهذان الاتجاهان هما:

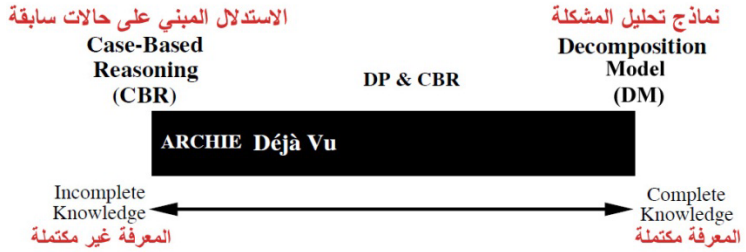
- عملية التصميم المعماري

فيه التعرف على العملية التصميمية ومراحلها، وذلك من خلال بعض تعريفات عملية التصميم والتصميم المعماري والتعرف على التصميم الروتيني والمبتكر والإبداعي، ثم تعريف التصميم بمساعدة الحاسب الآلي والتصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي، ثم تحديد برامج مرحلة الفكرة والبدائل كمرحلة للدراسة نظراً لأهمية هذه المرحلة في العملية التصميمية.

- الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي CAAD

يعرض العديد من الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي، وتختلف هذه الطرق في تناولها للعملية التصميمية من حيث نوع الأفكار التصميمية ووظائف المبنى وخلافه من المؤثرات علي العملية التصميمية، وتتنوع هذه الاتجاهات وطرق تصنيفها نظرا لتعدد طرق التصميم، ويمكننا تقسيم هذه الطرق إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هي: نماذج تحليل المشكلة والاستدلال المبني على حالات سابقة ونُظم التصميم الإنتاجية، ويندرج تحتها العديد من الأساليب والطرق المؤدية إلى البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري.

وقد تتداخل هذه الطرق معاً في تصميم برنامج معين، وذلك لتلافي عيوب هذه الطرق للوصول إلى الحل الأمثل، ومن أمثلة هذه البرامج برنامج Deja Vu وبرنامج Archie، وفيهما الجمع بين تحليل المشكلة والاستدلال المبني على حالات سابقة (شكل رقم١- ٤١) (Smyth, Finn, & Keane, 1993)، أو مثل برنامج SEED الذي يدخل تحت الثلاثة معاً (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).



شكل رقم (١-٤١) أمثلة التداخل بين طرق تصميم البرامج المساعدة للتصميم المعماري
(Smyth, Finn, & Keane, 1993)

وبعد التعرف على طرق وأساليب البرامج المساعدة للتصميم المعماري، سنتعرف في الباب التالي على بعض هذه البرامج.

الباب الثاني
بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

"كل الاكتشافات والاختراعات التي نشهدها في الحاضر، تم الحكم عليها قبل اكتشافها أو اختراعها بأنها مستحيلة." **كفاح فياض**

البـــــاب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

عملية التصميم المعماري

* تعريفات.
* مراحل عملية التصميم المعماري.

الإتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

* نماذج تحليل المشكلة.
* الاستدلال المبني على حالات سابقة.
* نظم التصميم الإنتاجية.

ملخص الباب الأول

البـــــاب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

* YASMIN
* P.B. SPACE
* CADRE
* MONEO
* Genetic Algorithm Toolbox
* Falling Water Toolbox
* SEED

ملخص الباب الثاني

البـــــاب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

التطبيقات العملية

تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

ملخص الباب الثالث

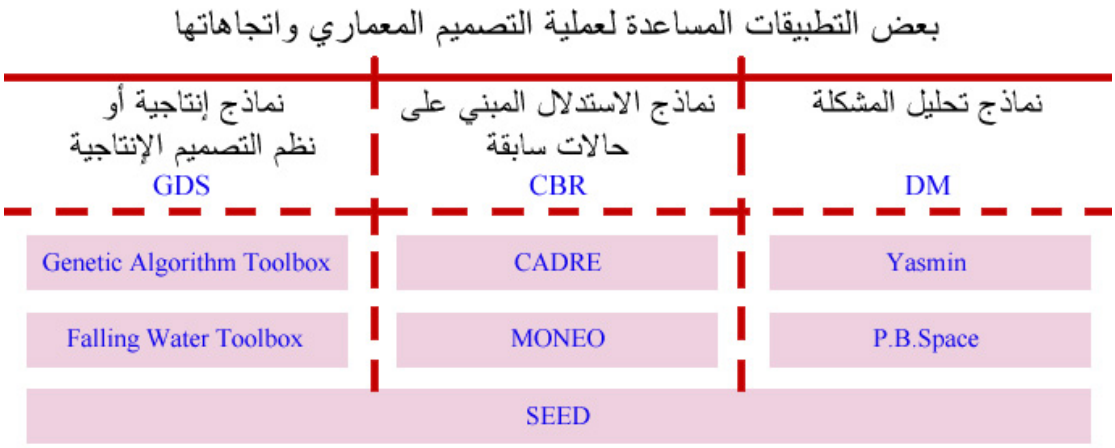
النتائج والتوصيات

٢ الباب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

ظهر أثناء فعليات المؤتمر الدولي الثاني للذكاء الاصطناعي في التصميم بجامعة كارنيجي ميلون ١٩٩٣ أن تقنيات الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR تستطيع أن تساعد في العملية التصميمية، وأنقسم الباحثون إلي قسمين؛ الأول يحاول أن يطور أنظمه تستطيع أن تنتج التصميم نفسه، والقسم الأخر يأمل في تطوير أدوات مساعدة للمعماريين في العملية التصميمية (Domeshek & Kolodner, 1993).

ومن هذا المنطلق أخذ الباحثون في تطوير وإنتاج هذه البرامج كلٍ في الاتجاه المفضل لديه، آخذين في الاعتبار اتجاهات ونظريات التصميم المعماري، ونتج عنها العديد من الاتجاهات الخاصة بتصميم هذه البرامج، والتي منها ما سبق ذكره في الباب الأول وغيرهم من الاتجاهات، والتي بدورها أنتجت العديد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري.

وفي هذا الباب سيتم عرض سبعة برامج من التطبيقات المساعدة لعملية التصميم المعماري، والتعرف عليها وعلي مكوناتها ونوعية المشاريع التي تتعامل معها، وكيفية عرض المنتج للمستخدم، وقد تم اختيار هذه البرامج لتمثل أكثر من اتجاه من اتجاهات تصميم وعمل هذه التطبيقات، وتم تحديد برنامجين لكل اتجاه أحدهما برنامج مُصممه مصري والأخر أجنبي، وهذه البرامج هي Yasmin و P.B.Spce من تطبيقات نماذج تحليل المشكلة، ثم CADRE و Moneo من تطبيقات الاستدلال المبني على حالات سابقة، ثم Genetic Algorithm Toolbox و Falling Water Toolbox من تطبيقات نظم التصميم الإنتاجية، وفي النهاية نظام SEED الذي يندرج تحتهم جميعا (شكل رقم ٢-١).



شكل رقم (٢-١) بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري واتجاهاتها

(إعداد الباحث)

وسوف ينتهج البحث البنية التالية لتقديم البرامج المختارة:

- التعرف على البرنامج:

(اسمه – الجهة المبرمجة له – عام برمجته – نوعية المباني التي يتعامل معها)

- أساس البرنامج:
  - العناصر الأساسية
  - الوصف
  - العرض
- إنتاج التصميمات.
- معالجة التصميم.
- المناقشة.

وفيما يلي عرض لهذه البرامج.

٢-١ ياسمين YASMIN

ياسمين Yasmin: هو برنامج مقترح لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية والبدائل Design Synthesis، وفيه يعمل البرنامج وفق نموذج رياضي محدد يعتمد على علاقات الوظائف المختلفة وتوجيه الفراغات الخاصة بها، وقد تمت عملية البرمجة باستخدام لغة PROLOG وهي اختصارا لـ PROGRAMMING IN LOGIC، وهي لغة للمعادلات المنطقية (جعفر، ١٩٩٦).

ولقد صُمم هذا البرنامج من قِبل أشرف عبد المنعم السعيد جعفر، ضمن بحث مقدم لنيل درجة دكتوراه الفلسفة في العمارة لجامعة الزقازيق – فرع بنها – كلية الهندسة بشبرا سنة ١٩٩٦، وينقسم البرنامج إلي جزأين رئيسيين:

أ) التصميم الابتدائي الأمثل.

ب) وضع مسارات الحركة المثلى.

وقد تمت عملية البرمجة مبنية على بعض النماذج المحلية السابقة لها مع إضافة بعض التطويرات، منها:

أ) تطوير أسلوب توجيه العناصر Orientation.

ب) تطوير طريقة توقيع مسارات الحركة Circulation & Communication Paths.

مع إمكانية التدخل أثناء هذه الخطوات لنقل مركز العناصر أو تقييم البدائل المحتملة والمقارنة بينها لاختيار أفضلها، وفيما يلي سنتعرف أكثر علي هذا المقترح (جعفر، ١٩٩٦).

٢-١-١ أساس البرنامج

يعتمد برنامج ياسمين على مجموعة من المعادلات الرياضية المعتمدة على العلاقات الوظيفية بين الفراغات المعمارية في إطار بعض المحددات الخاصة بكل عنصر لتحديد خصائصه، حيث يدخل البرنامج تحت تطبيقات نظم تخطيط المساحات (جعفر، ١٩٩٦).

٢-١-١-١ العناصر الأساسية

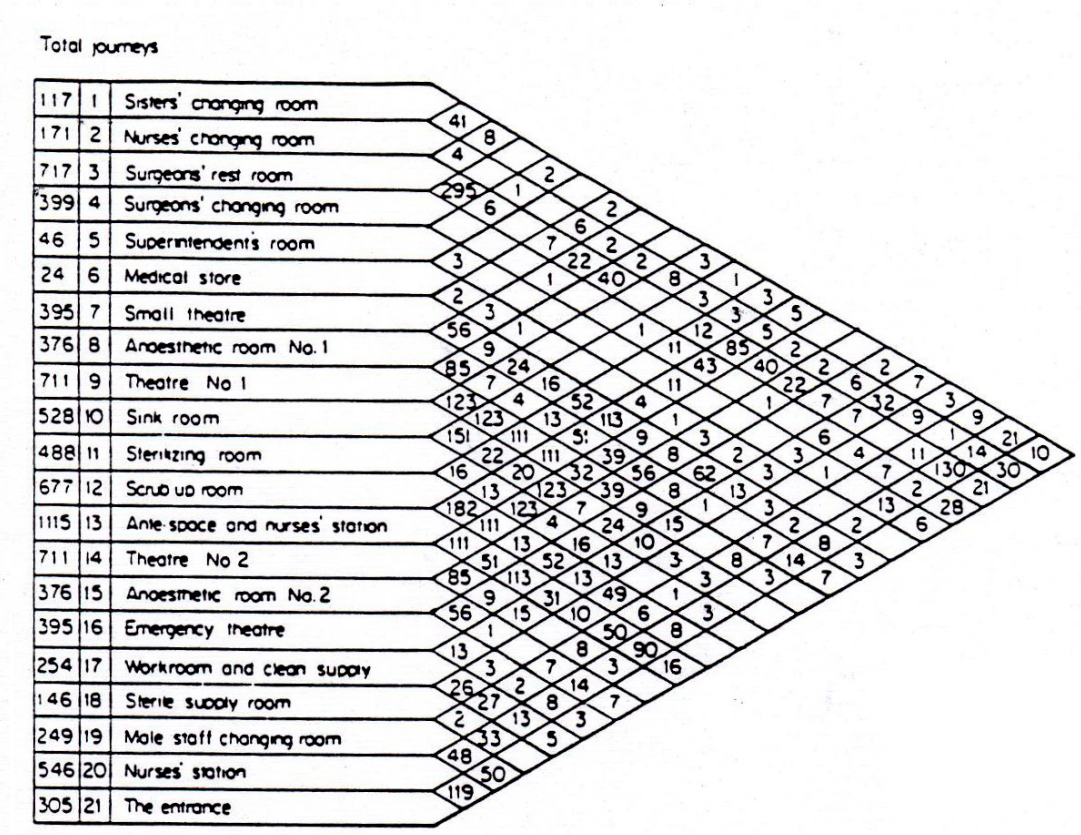
لا يشترط برنامج ياسمين التعامل مع أنواع محددة من المشاريع التصميمية، وذلك لأنه يعتمد علي العلاقات الوظيفية بين العناصر المكونة للمشروع، بالإضافة إلى تحديد توجيه بعض العناصر التي تحتاج توجيه خاص بها كالإضاءة والتهوية مثلا، وبالنسبة لممرات الحركة داخل المشروع تتحدد أيضا من جدول العلاقات الوظيفة الذي يسبق العمل في المشروع.

ويحتوي البرنامج علي قاعدة بيانات خاصة مخزن فيها نوعية المباني التي يتعامل معها، وهذه القاعدة يمكن تعديلها والإضافة إليها، أو إضافة قاعدة جديدة إذا لم تكن موجودة من قبل (جعفر، ١٩٩٦).

٢-١-١-٢ الوصف

في حالة رغبة أي معماري استعمال برنامج ياسمين لتخطيط المسقط الأفقي لأي مشروع، حيث عليه أولا عمل ودراسة بعض الخطوات الهامة لتحويل معايير التصميم إلي أرقام، حتى يستطيع إمداد الحاسب الآلي بها، وذلك في حالة عدم توفر دراسات للعلاقات ودراسات للحركة موثوق بها في مشروع معماري مماثل، وهذه الخطوة هي أهم الخطوات؛ لأن أي معلومات أو دراسات خاطئة سينتج عنها بالتأكيد حلول خاطئة، فالبرنامج يقوم بجميع التحليلات للعلاقات الوظيفية والتوجيه المرغوب فيه للفراغات وممرات الحركة المثلي للمشروع معتمداً علي المعلومات والبيانات التي يدخلها المستخدم (جعفر، ١٩٩٦).

والشكل (٢-٢) يوضح جدول علاقات جناح عمليات ذو أربع غرف عمليات والذي سيترتب عليه باقي مراحل التصميم المعماري (جعفر، ١٩٩٦) عن (Broadbent, 1973).



شكل رقم (٢-٢) جدول العلاقات الوظيفية للفراغات

(جعفر، ١٩٩٦) عن (Broadbent, 1973)

٢-١-١-٣ العرض

برنامج ياسمين لا يحتوي على حالات تصميمية مخزنة، وإنما يتعامل مع كل حالة تصميمية بصورة منفردة طبقا للبيانات التي يتم إدخالها عن المشروع، فهو لا يعرض حالات سابقة، وإنما يعرض خطوات عمل وقوائم متلاحقة، يتم من خلالها إدخال البيانات اللازمة للوصول إلى البديل التصميمي النهائي.

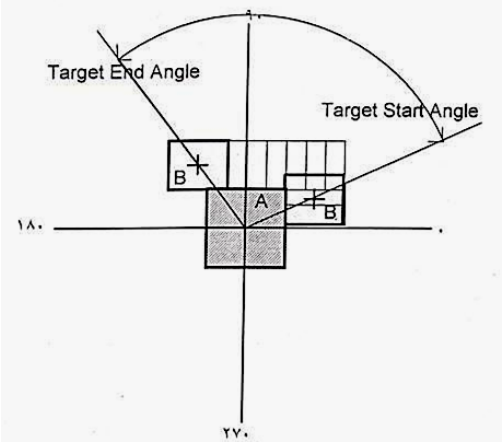
ويكون هذا الناتج عبارة عن وضع العناصر بشكلها وأبعادها الحقيقة، مع تحقيق احتياجات العناصر من الإضاءة والتهوية الطبيعية والتوجيه المناخي أو البصري، بالإضافة إلى مقترحات لمسارات الحركة المثلي بين العناصر في صورة مسقط أفقي ابتدائي (جعفر، ١٩٩٦).

٢-١-٢ إنتاج التصميمات

برنامج ياسمين يعتمد على نموذج الرياضي وقواعد بيانات خاصه به في الحل، والناتج منه يتم تخزينه في قاعدة بيانات خاصة بالمشروع ليتم عرضها أو رسم المشروع منها.

وفيما يلي سنتعرض باختصار إلى خطوات الوصول إلى الحل الأمثل داخل البرنامج:

في البداية يتم تحديد العنصر الأول عن طريق قياس أكبر كمية حركة له، والناتجة عن مجموع كميات الحركة بينه وبين باقي العناصر، ويتم توقيعه في مركز الشاشة، ثم يتم رسم العنصر الثاني وهو صاحب أكبر علاقة وظيفية مع العنصر الأول، ويتحرك العنصر الثاني حول حدود العنصر الأول من خلال بعض العمليات، هدفها تحديد نقطة البداية أو الموقع الابتدائي للعنصر Initial Location، والذي سيبدأ منه التحرك حول حدود العنصر الأول وذلك حسب زاوية الحركة للعنصر المحددة له حسب التوجيه (الشكل رقم ٢-٣)، ويتم توقيع العنصر الثاني في المكان الذي يحقق أقل كمية حركة بينه وبين العنصر الأول، وهكذا يتم توقيع باقي العناصر بنفس الطريقة، ثم تخزن بيانات كل عنصر في قاعدة بيانات خاصة بالمشروع داخل ملف خاص، حتى يمكن عرضها فيما بعد في صورة تقرير للبرنامج أو رسمها (شكل رقم ٢-٤) (جعفر، ١٩٩٦).



شكل رقم (٢-٣) تحديد توجيه العنصر الثاني بالنسبة للأول

(جعفر، ١٩٩٦)

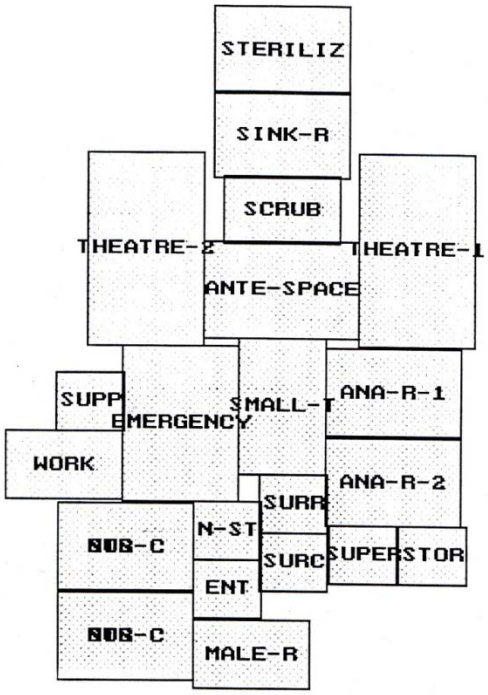
Bld. TYPE	PROJECT	NO. OF ELE.	MARGIN SIZE	SCALE
A	A	21	0	10

		*** ELEMENT DATA ***						*** LOCATION DATA ***					
NO.	NAME	X & Y SIZES		S & E ANGLES		COST	T-REL	NO.	NAME	AREA	LOCATION (ORIGIN)	(CENTER)	ANGLE	H-H
1	ANTE-SPACE	8.00	5.00	0	357	1.00	1115.00	1	ANTE-SPACE	40.00	32 , 24	0 , 0	0	0.00
2	SCRUB	6.00	3.50	0	357	1.00	677.00	2	SCRUB	21.00	32 , 20	0 , -4	90	764.40
3	THEATRE-1	6.00	10.00	0	357	1.00	711.00	3	THEATRE-1	60.00	39 , 22	7 , -2	17	1620.85
4	THEATRE-2	6.00	10.00	0	357	1.00	711.00	4	THEATRE-2	60.00	25 , 22	-7 , -2	163	2066.85
5	SINK-R	7.00	4.50	0	357	1.00	528.00	5	SINK-R	31.50	32 , 16	0 , -8	90	2516.91
6	STERILIZ	7.00	4.50	0	357	1.00	488.00	6	STERILIZ	31.50	32 , 11	0 , -12	90	4051.91
7	SMALL-T	4.50	7.00	0	357	1.00	395.00	7	SMALL-T	31.50	32 , 30	0 , 6	270	2030.91
8	EMERGENCY	6.00	8.00	0	357	1.00	395.00	8	EMERGENCY	48.00	27 , 31	-5 , 7	233	2861.13
9	ANA-R-1	7.00	4.50	0	357	1.00	376.00	9	ANA-R-1	31.50	38 , 29	6 , 5	318	2333.53
10	ANA-R-2	7.00	4.50	0	357	1.00	375.00	10	ANA-R-2	31.50	38 , 34	6 , 10	301	3899.53
11	SURR	3.50	3.00	0	357	1.00	717.00	11	SURR	10.50	33 , 35	1 , 11	273	2679.37
12	SURC	3.50	3.00	0	357	1.00	398.00	12	SURC	10.50	33 , 38	1 , 14	272	1724.07
13	N-ST	3.50	3.00	0	357	1.00	546.00	13	N-ST	10.50	29 , 36	-3 , 12	257	2329.83
14	ENT	3.50	3.00	0	357	1.00	305.00	14	ENT	10.50	29 , 39	-3 , 15	260	1049.89
15	NUR-C	7.00	4.50	0	357	1.00	212.00	15	NUR-C	31.50	24 , 37	-8 , 13	239	1422.22
16	SIS-C	7.00	4.50	0	357	1.00	117.00	16	SIS-C	31.50	24 , 42	-8 , 18	246	2120.93
17	WORK	6.00	3.50	0	357	1.00	254.00	17	WORK	21.00	21 , 33	-11 , 9	219	2861.95
18	MALE-R	6.00	3.50	0	357	1.00	249.00	18	MALE-R	21.00	30 , 43	-1 , 19	265	2905.25
19	SUPP	3.50	3.00	0	357	1.00	146.00	19	SUPP	10.50	22 , 30	-10 , 6	210	1633.00
20	SUPER	3.50	3.00	0	357	1.00	46.00	20	SUPER	10.50	36 , 38	4 , 14	287	457.35
21	STOR	3.50	3.00	0	357	1.00	24.00	21	STOR	10.50	40 , 38	8 , 14	300	279.97

شكل رقم (٢-٤) التقرير الناتج من البرنامج حول العناصر

(جعفر، ١٩٩٦)

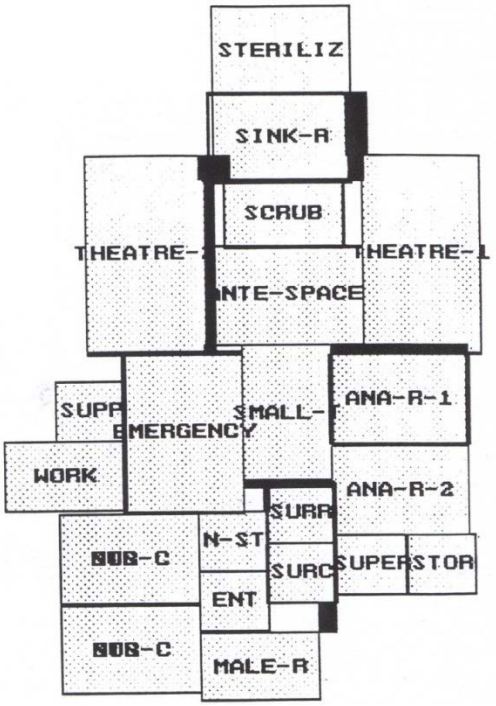
بعد تجاور جميع العناصر بناءً على التقرير والعلاقات الوظيفية بينها، يكون المنتج الأولي للبرنامج كالشكل رقم (٢-٥) وفيه العناصر بحجمها الطبيعي وتوجيهها النهائي (جعفر، ١٩٩٦).



شكل رقم (٢-٥) مخرجات حسابات البرنامج

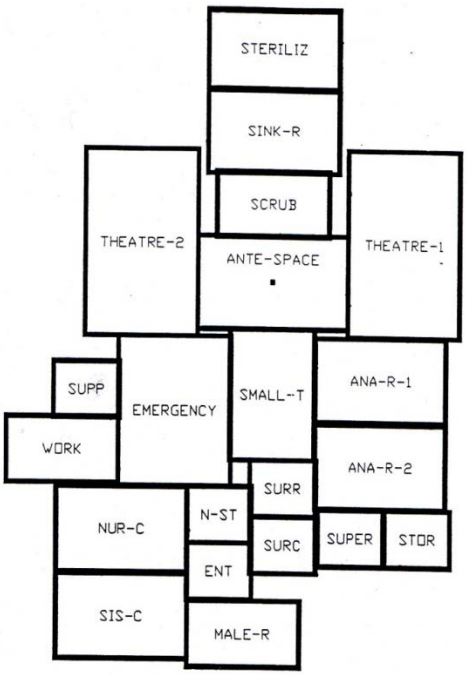
(جعفر، ١٩٩٦)

ثم بعد ذلك ندخل إلي برنامج إضافة الممرات، والذي يحسبها بناءً علي كمية الحركة بين الفراغات، وحسب أقصر مسافات السير بينها، ويوضح الشكل رقم (٢-٣٣) المنتج من برنامج الممرات (جعفر، ١٩٩٦).



شكل رقم (٢-٦) مخرجات برنامج الممرات
(جعفر، ١٩٩٦)

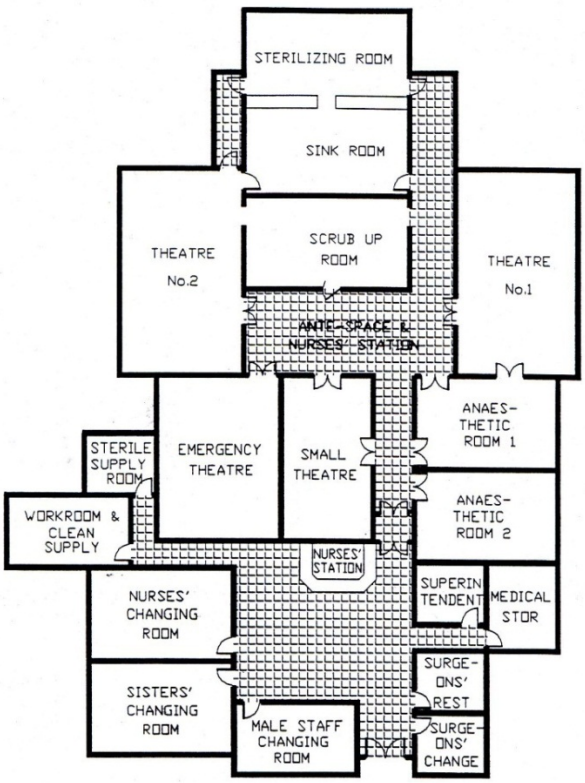
وهنا نأتي إلي خطوة الربط بين البرنامج المقترح وبرنامج الأوتوكاد، وذلك عن طريق برنامج فرعي يقوم بتحويل بيانات الرسم الخاصة بكل العناصر إلي ملف كتابه Script-File موجه إلي برنامج الرسم الأوتوكاد، يحتوى على بيانات الرسم الخاصة بكل العناصر الموقعة، فيقوم البرنامج بفتح برنامج الأوتوكاد واستدعاء ملف الكتابة، ليتم رسم المشروع كاملا بطريقة آلية وكتابة أسماء العناصر، وذلك دون أي تدخل من مستخدم البرنامج، ويقوم أيضا بتخزين نسخة من الرسم بنفس اسم الملف، ثم يسأل المستخدم هل يريد الخروج من برنامج الأوتوكاد والعودة إلي البرنامج الأصلي أم لا، أو الاستمرار في الأوتوكاد لإجراء بعض التعديلات على الرسم، بحيث نحصل على نسخة من المشروع مرسومة داخل برنامج الأوتوكاد، ويعرض الشكل رقم (٢-٧) الناتج من برنامج الأوتوكاد (جعفر، ١٩٩٦).



شكل رقم (٢-٧) مخرجات برنامج الرسم (الأوتوكاد)
(جعفر، ١٩٩٦)

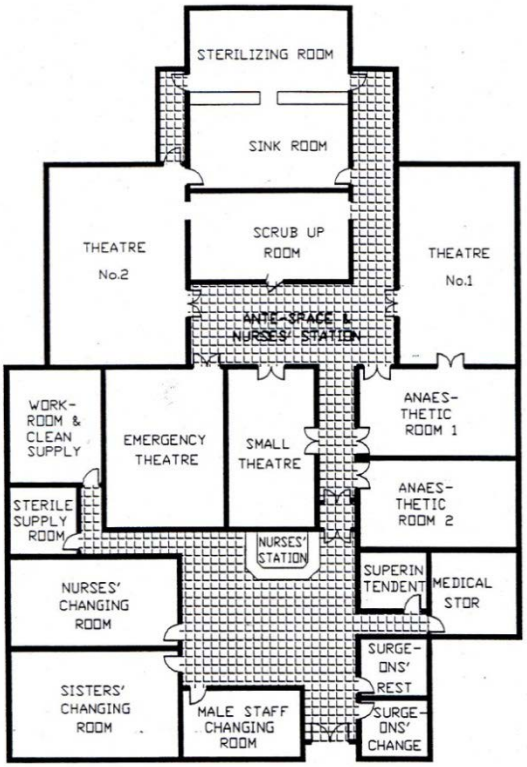
٢-١-٣ معالجة التصميم

تعتمد معالجة التصميم في الأساس على المهندس المصمم؛ نظراً لأن البرنامج يعتمد على النموذج الرياضي المعتمد على العلاقات بين الفراغات، وأي تغيير في قيم العلاقات الوظيفية ينتج عنه تطوير في المنتج النهائي، ولكن المنتج النهائي يكون في صورة تحتاج لمعالجة من المهندس المعماري نفسه بصورة منفصلة عن البرنامج، وذلك باستخدام الأوتوكاد أو على الورق يدويا، لضبط الشكل النهائي للفراغات وللمسقط الأفقي الابتدائي ليكون صالح للاستخدام، ويوضح الشكلان التاليان (٢-٨) و(٢-٩) صورة المسقط النهائي بعد رسمه وبعد ضبط الكسرات والممرات، وذلك للوصول إلى الشكل النهائي للمسقط بواسطة المهندس المصمم (جعفر، ١٩٩٦).



شكل رقم (٢-٨) ناتج الرسم طبقا لمخرجات البرنامج باستخدام الأوتوكاد بعد إضافة الممرات

(جعفر، ١٩٩٦)



شكل رقم (٢-٩) المسقط الأفقي النهائي بعد ضبطه بواسطة المعماري

(جعفر، ١٩٩٦)

٢-١-٤ المناقشة

يعتمد برنامج ياسمين على المهندس المصمم بدرجة كبيرة لإدخال البيانات الصحيحة للمشروع المراد تصميمه، وهو لا يحتاج إلى مبرمج للتصميم، حيث يطرح البرنامج عدد من التساؤلات التي تحدد ماهية التصميم، وأهمها جدول العلاقات بين الفراغات، ولعمل هذا الجدول يتم عمل نموذجين أحدهما للعلاقات الوظيفية، والأخر يعبر عن مدى أهمية الأشخاص أو الأشياء المتحركة بين الفراغات، وكذلك تكلفة الحركة للأشخاص أو المعدات بين الفراغات ومدى تكراريتها، ثم يقوم البرنامج باستنتاج جدول رابع يعبر العلاقات بين الفراغات المختلفة ومدى ترابطها، ويكون هو جدول العلاقات الكلية الذي يستخدم في البرنامج.

ومن مميزات البرنامج إمكانية تحديد توجيه العناصر أو تثبيتها في مكان ما أو إضافة عنصر إضاءة، بالإضافة إلى إمكانية تدخل المهندس المعماري في أي لحظة لإضافة تعديلات، وكذلك يستطيع البرنامج المقارنة بين البدائل واختيار الأفضل على أساس كميات الحركة بين العناصر، حيث يختار بدائل مسارات الحركة بعد توقيع جميع العناصر، مع الأخذ في الاعتبار التوجيه الأمثل للعناصر، وبهذا يكون المنتج النهائي للمستخدم يعبر عن البرنامج الوظيفي بشكل مناسب، ولكن ينتج هناك بعض الفراغات بين عناصر المشروع، وهذه الفراغات يراها البعض عيب في التصميم، بينما يراها البعض الأخر فرصه لتدخل المعماري لوضع لمساته في التصميم النهائي.

ونظرا لقدم برنامج ياسمين حيث صُمم تحت تطبيقات DOS – حيث تمت برمجته في بداية التسعينات؛ نجد واجهة التطبيق الخاصة به تحتاج بعض التعديلات للتسهيل على المستخدم أكثر لاستغلال الإمكانيات الحديثة للحاسب الآلي، ويفضل جعل البرنامج يتعامل مع الرسم أكثر من الأرقام، بالإضافة إلى استخدام الفأرة لتحريك أو رسم الفراغات.

٢-٢ P.B. Space

P.B. Space: هو برنامج مقترح لمساعدة المصممين في مراحل التصميم الأولي، وأداة لإتمام عملية التصميم من خلال تطبيق فيزياء حركة العناصر في الفراغ معتمدا على العلاقات بين الفراغات، وهذا المصطلح اختصار لـ Physically Based Space Planning. وقد قدمه Scott Anthony Arvin لجامعة تكساس Texas A&M كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه الفلسفة في العمارة في مايو ٢٠٠٤ (Arvin, 2004).

٢-٢-١ أساس البرنامج

برنامج P.B. Space: عبارة أن أداة تصميم رقمية تعتمد على نموذج فيزيائي يمكن أن يسهل عملية تخطيط الفراغات المعمارية معتمدا على قوانين الحركة لنيوتن، وتحت تطبيقات نظم تخطيط المساحات (Arvin, 2004).

٢-٢-١-١ العناصر الأساسية

لا يتعامل P.B. Space مع مجال معين من مجالات التصميم، حيث أنه يعتمد علي نموذج رياضي فيزيائي يعتمد على العلاقات الوظيفية بين الفراغات المعمارية وقوة هذه العلاقات مستخدما قوانين نيوتن، حيث يرى مصمم البرنامج S. Arvin أن عناصر الفراغات المعمارية يمكن تمثيلها ككتل مادية، واعتمد مصمم البرنامج علي قوانين الحركة لنيوتن لاعتقاده أنها ممكن أن تساعد في ثلاث نقاط هي (Arvin, 2004):

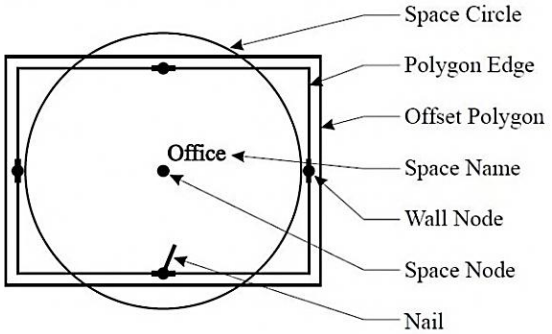
أ) تحديد استعارة ميكانيكية لتمثيل العناصر في الفراغ المعماري.

ب) حساب الحلول المعمارية للفراغات.

ج) التفاعل مع الفراغات المعمارية.

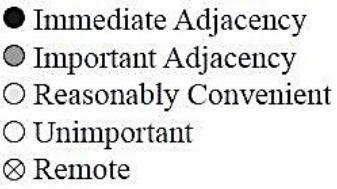
٢-٢-١-١ الوصف

يتم تمثيل العناصر في P.B. Space بوصف حالة كل عنصر وعلاقته بالعناصر الأخرى، حيث يُمثل العنصر بحدوده الأربعة ومتصل من نقطة المركز بالعناصر الأخرى (شكل رقم٢-١٠)، تحت تأثير عدد من المحددات والروابط التي تُعبر عن العلاقات الوظيفية بين عناصر المشروع (شكل رقم٢-١١)، وينتج من العلاقات الوظيفية بين الفراغات قوى حركة مستعينة بنموذج رياضي تجعل هذه العناصر تتحرك حتى تأخذ مكانها المناسب طبقا لكمية الحركة باستخدام قوانين الحركة لنيوتن (Arvin, 2004).



شكل رقم (٢-١٠) يوضح تمثيل العنصر فيP.B. Space

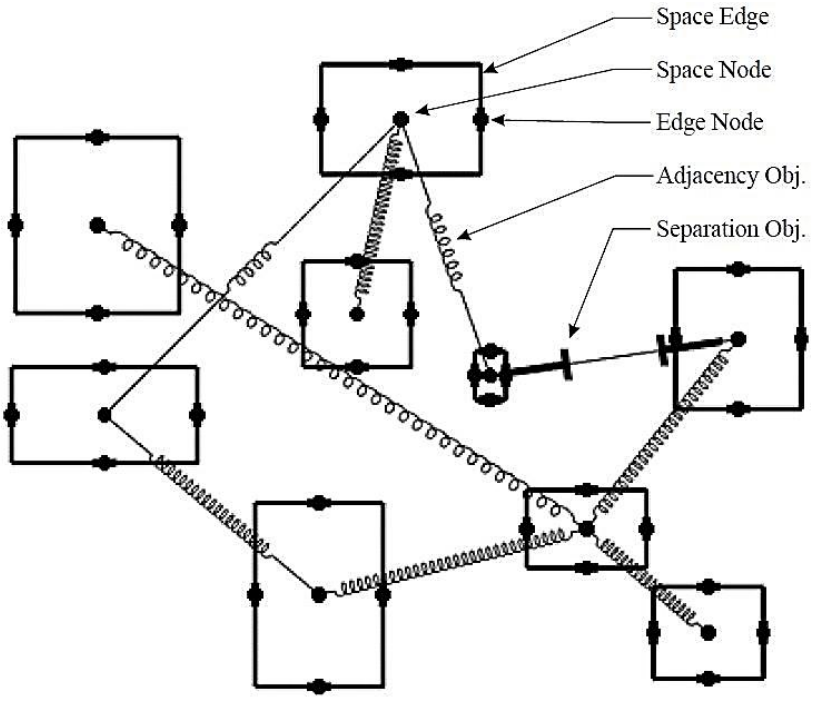
	University Career Counseling Center	Sq. Ft.
1	Reception	250
2	Interview Station	220
3	Director	140
4	Staff	180
5	Seminar Room	300
6	Rest Rooms	200
7	Work Area	120
8	Coffee Station	50
9	Guest Apartment	350



شكل رقم (٢-١١) جدول العلاقة الوظيفية بين الفراغات ومستواها
(Arvin, 2004)

٢-٢-١-١ العرض

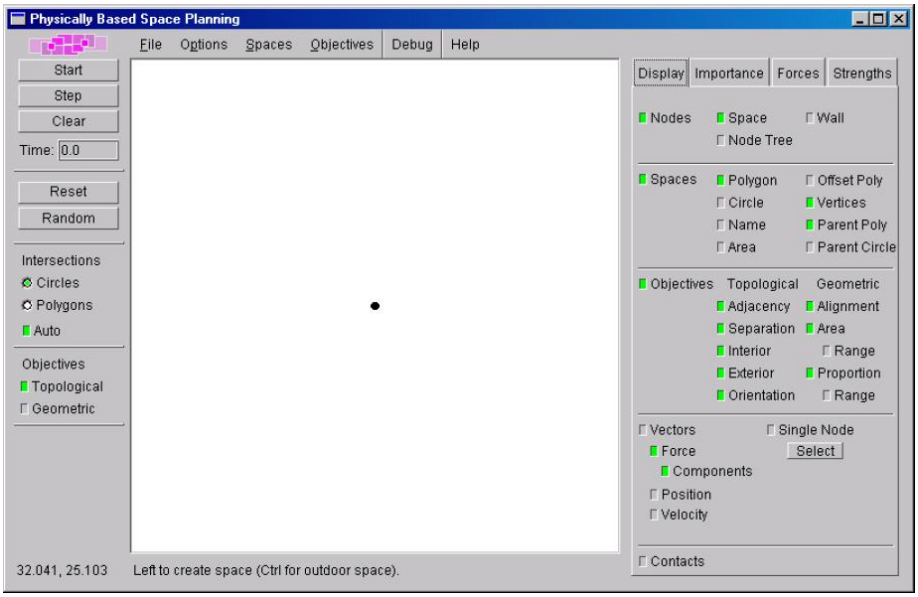
حيث أن البرنامج يعتمد على قوى الترابط بين العناصر، يتم تمثيل العناصر وعلاقتها بالاعتماد على هذه القوى أو الروابط وتسمى Adjacency Object، وتعبر عدد لفات هذا الرابط عن مدى قوة العلاقة بين الفراغات (شكل رقم ٢-١٢)، بالإضافة إلي إمكانية تحديد المساحة والتوجيه وكونه عنصر خارجي أم داخلي وهكذا من خصائص العناصر (Arvin, 2004).



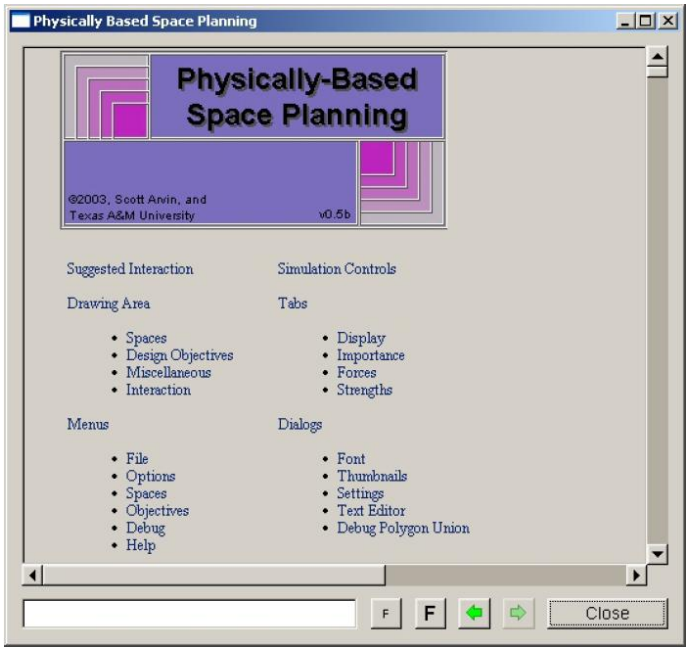
شكل رقم (٢-١٢) يوضح الفراغات المعمارية وتأثير مستوي العلاقة الوظيفية
(Arvin, 2004)

وهذه الروابط تتحدد بناءً علي جدول العلاقات الوظيفية، حيث نجد أن هناك فراغات شديدة العلاقة وفراغات منفصلة وفراغات ثابتة في مكانها لا تتحرك بينما تتحرك باقي العناصر من حولها، وهكذا.

ويوضح الشكل التالي رقم (٢-١٣) واجهة التطبيق الرئيسية الخاصة ببرنامج P.B.Space، ويظهر فيها مساحة رسم العناصر وكذلك عدد من القوائم والأوامر التي تساعد في الرسم والتصميم، ويحتوي البرنامج علي نافذة للمساعدة Help لتوضيح طريقة استخدام البرنامج (شكل رقم ٢-١٤) (Arvin, 2004).



شكل رقم (٢-١٣) واجهة التطبيق لـ PBSpace
(Arvin, 2004)

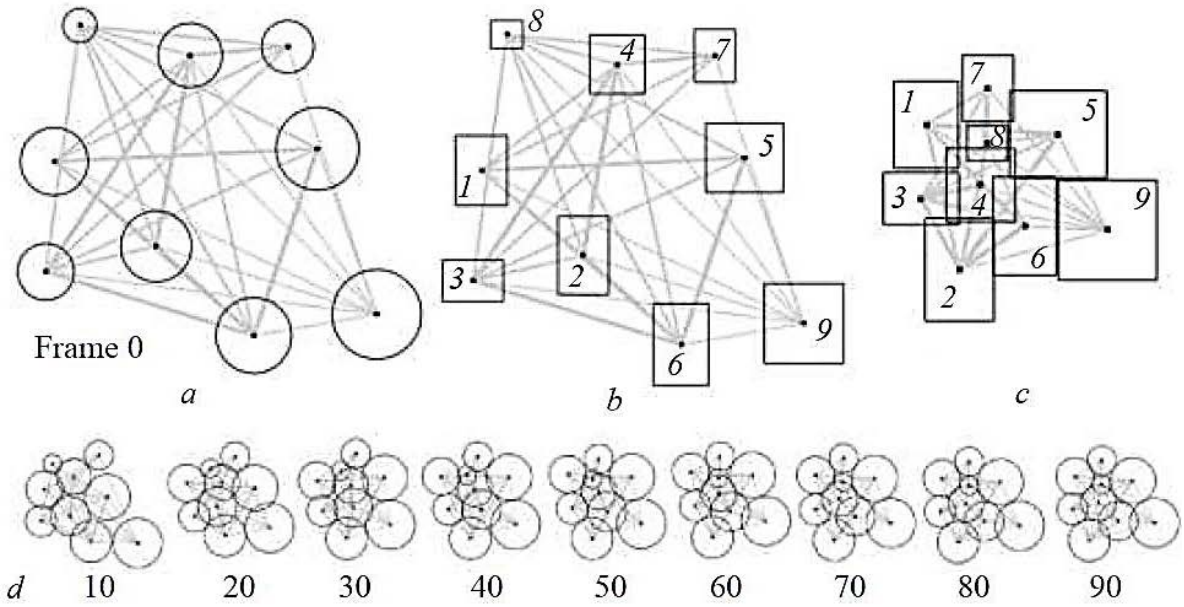


شكل رقم (٢-١٤) قائمة مساعدات P.B. Space Help
(Arvin, 2004)

٢-٢-٢ إنتاج التصميمات

تعتمد عملية إنتاج التصميمات في P.B.Space على نموذج رياضي، حيث يتم إدخال بيانات البرنامج الوظيفي للبرنامج عن طريق رسم العناصر في الجزء المخصص للرسم، وتحديد خصائص العناصر من حيث الأبعاد والتوجيه والعلاقات بينها باستخدام الروابط، ثم بعد ذلك اختيار بدأ عملية محاكاة التصميم، فتبدأ الفراغات في الحركة حتى تصل إلى مرحلة الاتزان.

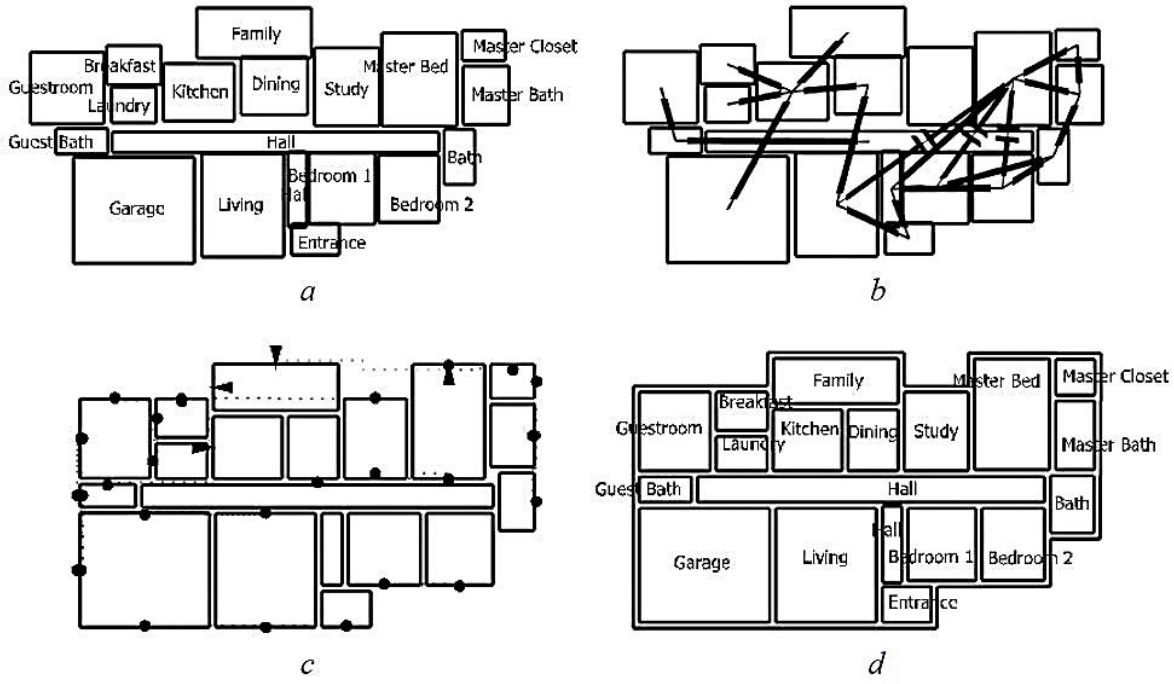
والشكل التالي رقم (٢-١٥) يوضح الفراغات المعمارية في بداية الحركة، ويظهر في الشكل (a) منه الفراغات مرسومه في شكل دوائر، وفي الشكل (b) تظهر حدود الفراغات مرسومه في مستطيلات موزعه بشكل عشوائي في الفراغ، ويظهر في الشكل (c) المنتج النهائي لمرحلة العلاقات المكانية Topological Resolution، وفيها لا نهتم بتداخل العناصر حيث سيتم ضبطها في مرحلة الرسم Geometric Resolution، والشكل (d) يعرض وضع الفراغات كل عشر لقطات Frames أثناء عملية محاكاة التصميم، حتى تصل إلى الاتزان في أخر التسعين لقطة، وهذه العملية تأخذ حوالي ثلاث ثواني، حسب حجم المشروع وإمكانيات جهاز الحاسب الآلي المستخدم، ويحدث في أول عشر لقطات تحديد الأماكن الأساسية للعناصر، ثم بعد ذلك تكون عملية إعادة ترتيب للفراغات للوصول إلي الاتزان (Arvin, 2004).



شكل رقم (٢-١٥) مرحلة العلاقات المكانية Topological Resolution للتصميم بـ P.B. Space
(Arvin, 2004)

٢-٢-٣ معالجة التصميم

يسمح P.B. Space للمصمم بالتفاعل معه في تعديل وحل المشكلة التصميمية، حيث يسمح له بتعديل أماكن الفراغات المعمارية ودرجة العلاقة الوظيفية بينها وبين العناصر الأخرى، وكذلك تكبير أو تصغير الفراغ لضبط المنتج المعماري النهائي وتقليل تكسير الخط الخارجي، والشكل التالي رقم (٢-١٦) يظهر فيه أربع مراحل من مراحل التصميم باستخدام P.B. Space، حيث يظهر في الشكل (a) الفراغات بأسمائها وشكلها وحجمها، وفي (b) تظهر العلاقات بين الفراغات، و(c) يظهر فيه ناتج مرحلة العلاقات الوظيفية معدل فيه بعض التعديلات اليدوية لحدود الفراغات وقبل إدخالها إلي مرحلة الرسم، وفي الشكل (d) يظهر المنتج النهائي عليه أسماء الفراغات وسمك الحوائط، وهذا المنتج يعرضه البرنامج بطريقتين أولهما ملف APF يحتوي علي خصائص العناصر من حيث الأبعاد والإحداثيات والعلاقات وغيرها، والثاني DXF الذي يتعامل معه أغلب برامج الرسم والتي منها الـ AutoCAD (Arvin, 2004).



شكل رقم (٢-١٦) مراحل التصميم بـ P.B. Space
(Arvin, 2004)

٢-٢-٤ المناقشة

يعتبر برنامج P.B. Space من البرامج التي تعتمد في مضمونها على عدد من الاتجاهات المختلفة للوصول إلى تصميم أقرب للحل الأمثل، حيث يعتمد على نظم تخطيط المساحات – انظر الباب الأول– وقوانين الحركة لنيوتن والعلوم الإدراكية للعملية التصميمية، لتحديد مدى قوة العلاقات بين الفراغات، وترجمتها إلى قوى حركية في إطار نموذج رياضي للوصول إلى مخطط أولي للفراغات بمساحاتها الفعلية وتوجيهها ومكانها الأقرب للحل الأمثل، حسب احتياجات المصمم المعماري وتدخلاته أثناء عملية التصميم.

وقد أطلق مصمم البرنامج على هذه المجموعة نظرية ديناميكية التصميم بالرموز أو الصور Dynamical Design Imagery، حيث يَذكر أن الصورة الذهنية في عقل المصمم أثناء عملية التصميم تكون ديناميكية حركية بطبيعتها (Arvin, 2004).

ومن مميزات P.B. Space إمكانية التفكير بالرسومات، حيث التعامل مع أشكال توضيحية ورسومات توضح الفكرة، بالإضافة إلى تفاعل المصمم مع واجهة التطبيق بسهولة وإمكانية تعديل العناصر المكونة للمشروع دون الدخول في قوائم البرنامج، وإنتاج عدد من التصميمات غير محدد يعتمد على تدخلات المصمم والقوى المؤثرة على العناصر.

٢-٣ نظام كادر CADRE

تم تطوير نظام كادرCADRE في المعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في مدينتي زيورخ ولوزان، حيث يُعد عمل مشترك بين المهندسين المعماريين وعلماء الكمبيوتر في الفترة بين ١٩٩٠ و١٩٩٤ ضمن أبحاث التصميم المبني على حالات سابقة CBD، ويهدف كادر إلى تطوير الحالات التصميمية باستخدام الاستدلال البُعدي Case Adaptation by Dimensionality REasoning (Faltings, 1997)، أو نظام تصميم مباني مبني على حالات سابقة من خلال تصغير الأبعاد CAse base building design system through Dimensionality REduction (Hua & Faltings, 1993)، فهو يساعد علي إعادة استخدام نماذج التصميم في ابتكار تصاميم جديدة من خلال تطوير النموذج وابتكار آخر (Taha, 2006).

٢-٣-١ أساس البرنامج

تُمثل الحالات في نظام كادر بنموذج ثلاثي الأبعاد لكلٍ من الهيكل الإنشائي والفراغات المعمارية مقترنة بمعلومات رمزية منظمة (Taha, 2006).

٢-٣-١-١ العناصر الأساسية

يُميز القائمين علي تطوير كادر بين نوعين من حالات التصميم؛ وهي الحالات المعقدة Deep Cases والحالات البسيطة Shallow Cases، فالحالة التصميمية المعقدة هي إحدى التصميمات المقترنة بتاريخ التصميم للحالة، بينما الحالة البسيطة هي مجرد التصميم النهائي، ويعتقد أن الحالات المعقدة قد تعطي نتائج أفضل من البسيطة، لان تاريخ الحالة التصميمي أحد المصادر الهامة للمعرفة، ولكن صياغته يتطلب معرفة عامة بالتصميم بما يكفي لتقديم بدائل وافية؛ أي وجود أساس معرفي كامل، وهو ما يتعارض مع إحدى المميزات الأساسية في نظام الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR، ومن ثم تستخدم الحالات المبسطة في نظام كادر (Hua & Faltings, 1993).

٢-٣-١-٢ الوصف

يتم تمثيل كل حالة تصميمية في كادر بنظامها الإنشائي وطبيعته ووظيفته، والهيكل الإنشائي عبارة عن نموذج أوتوكاد يحتوي على بعض العناصر مثل نقط الالتقاء Vertices والخطوط Lines والمستويات Planes، وأيضا متغيرات المواضع أو الأبعاد لهذه العناصر، ويتم صياغة كل جوانب طبيعة ووظيفة الحالة التصميمية بمحددات إنشائية، وتنقسم هذه المحددات إلي ثلاثة فئات (Taha, 2006) عن (Hua & Faltings, 1993):

أ) التعريفات Definitions: مثل؛ المساحة = العرض * الطول.

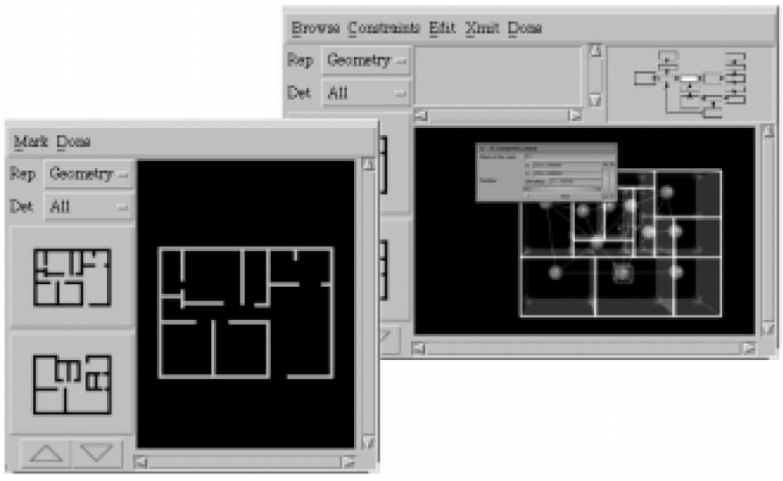
ب) محددات السلامة Integrity Constrains: مثل؛ النهاية (X) = بداية (Y).

ج) قيود Restrictions: مثل؛ مساحة غرفة النوم > ٨.

٢-٣-١-٣ العرض

تم تنفيذ نظام كادر باستخدام كلاً من لغة LISP ولغة C، وقد تم إنشاء واجهة تطبيقه User Interface داخل الأتوكاد، وهو ما يسهم في تيسير إنشاء الحالة التصميمية، ويسمح بتخيل الحالة أثناء عملية التصميم، كما أنه يُمَكِن للمستخدم أن يضيف محددات علي رسومات الحالة التصميمية، بالإضافة إلى استخدم قوائم الأوتوكاد للتحكم في نظام كادر، وكذلك تنفذ ملاحظات المستخدم في النموذج بالرسومات (Bailey & Smith, 1994).

في حالة مشكلة تصميمة ما، يتصفح المصمم مكتبة الحالات ويختار حالة أو أكثر للجمع بينهم، ويقدم المتصفح رسم مصغر لكل حالة تصميمية موجوده في مكتبة الحالات، بالإضافة إلى تمثيلات مختلفة مفيدة للمصممين مصحوبة بعدد من العمليات التعريفية لكل حالة، وقد تكون هذه التمثيلات معتمدة على إما قواعد هندسية Geometry-Based مثل نموذج أوتوكاد، أو المكانية – خصائص الفراغات– Topology-Based مثل رسم بياني للعلاقات بين الفراغات، أو لغوية Grammar-Based مثل جمل نصية (شكل رقم ٢-١٧)، حيث يمكن تخزينها مع الحالات في مكتبة الحالات، أو يتم تخزينها في قاعدة بيانات لحين الاحتياج إليها (Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994).



شكل رقم (٢-١٧) نافذة بحث واختيار الحالات في CADRE
(Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994)

ويمكن شرح كل نموذج بدرجة تفصيلية معينة كما يلي:

أ) كافة التفاصيل All Details: ذكر كافة التفاصيل وإظهار كافة المعلومات المتاحة عن النموذج

ب) المناطق Zones: إظهار مجموعات من الفراغات (أي إظهار كافة الأجزاء المتاحة للعامة)

ج) المحاور Center Lines: إظهار الرسم الهندسي للأماكن دون إبداء التفاصيل

د) إطار محدود Bounding Box: يعرض أصغر الحدود للنموذج

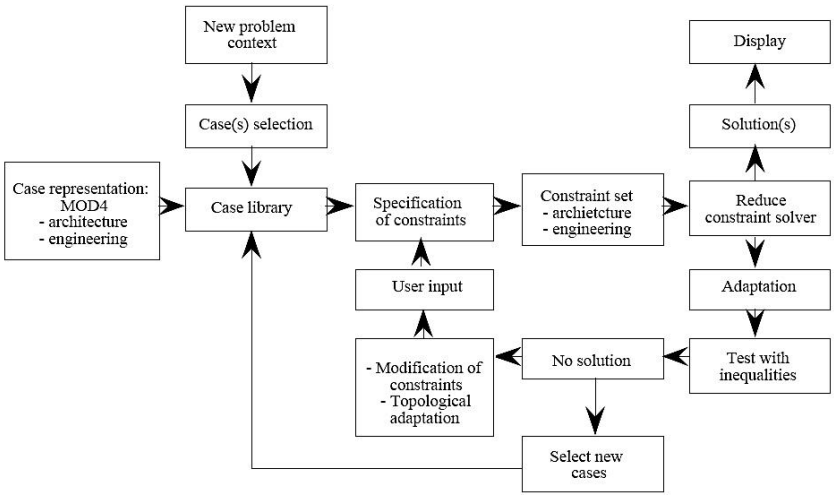
ويتحدد نوع تمثيل الحالات ومقدار تفاصيلها حسب درجة الاستفادة منها أثناء المراحل المختلفة للتصميم، فعلى سبيل المثال؛ يمكن أن يكتفي بتمثيل الفراغات برؤوس Nodes تصل بينها أضلاع Edges لتحديد العلاقات الوظيفية بين الفراغات وتحديد توجيهها، ولتمثيل محاذاة الفراغات تستخدم الفراغات ممثله بالمحاور فقط (Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994).

٢-٣-٢ إنتاج التصميمات

يعتمد نظام كادر على مكتبة حالات تصميمية، حيث يقوم المستخدم باسترجاع الحالات التصميمية منها، وذلك عن طريق البحث في مكتبة الحالات، ويختار يدويا النموذج الذي يفضل تطويره، لتنفيذ برنامجه التصميمي الجديد أو يختار عدة نماذج ليجمع فيما بينها في تصميمه النهائي، كما يحدد المستخدم أيضا إطار المشكلة الجديدة وهو عادة ما يكون وصف الموقع بالإضافة إلي برنامج التصميم.

٢-٣-٣ معالجة التصميم

بعد اختيار المستخدم للحالة/الحالات التي يرجو تطويرها، فإن نظام كادر يعمل على توصيفها، ويتبين تلقائيا حدود الأبعاد المبدئية التي تصف الأفكار الإنشائية والمعمارية وعلاقتها مع بعضها، ويشارك المستخدم في وضع محددات عن مشكلات التصميم الجديد، ومن ثم يسعى كادر إلي حل هذه المشكلة أثناء عملية تطوير الأبعاد، وإذا لم يتواجد الحل فإن المستخدم قد يطلب من كادر محاولة تطوير نوعية فكرة المبني، وبعد التطوير النوعي بنجاح تتم إعادة توصيف المبني والمشكلة التي شارك بها المستخدم، وأخيرا تطوير الأبعاد من أجل ضبط أبعاد الفكرة التصميمية الجديدة، والشكل رقم (٢-١٨) يوضح هيكل النظام الذي يساعد علي تطوير النموذج وكذلك الجمع بين أكثر من نموذج (Taha, 2006) عن (Bailey & Smith, 1994).



شكل رقم (٢-١٨) شكل يوضح هيكل نظام CADRE
(Bailey & Smith, 1994)

٢-٣-٣-١ تطوير التصميم

يسفر الموقع العام الجديد وتوجيهه ومتطلبات البرنامج الوظيفي- التي يحددها المستخدم- عن مجموعة من المشكلات الناتجة من بين نموذج معين في شكله الأصلي وبين النموذج بعد إدخاله في إطار التصميم الجديد، وتنفذ التعديلات المكانية و/أو في الأبعاد تلقائيا لتطوير النموذج المختار في إطار المعطيات الجديدة، ويغير تطوير الأبعاد القيم الرقمية التي تصف الرسم الهندسي للتصميم دون إزالة أو إضافة فراغات أو عناصر، ومن ناحية أخري تسهم التعديلات المكانية Topological adaptations في تغيير الشكل النهائي للنموذج من خلال إضافة أو إزالة أو إعادة ترتيب الأماكن والعناصر، في حالة حل جميع المعوقات يتم الحصول علي احد الحلول التصميمية أو أكثر وعرضها للمستخدم، وبخلاف ذلك سوف يضطر المستخدم إلي تغيير مجموعة المحددات التصميمية أو يختار نموذج آخر لكي يطوره (Taha, 2006) عن (Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994).

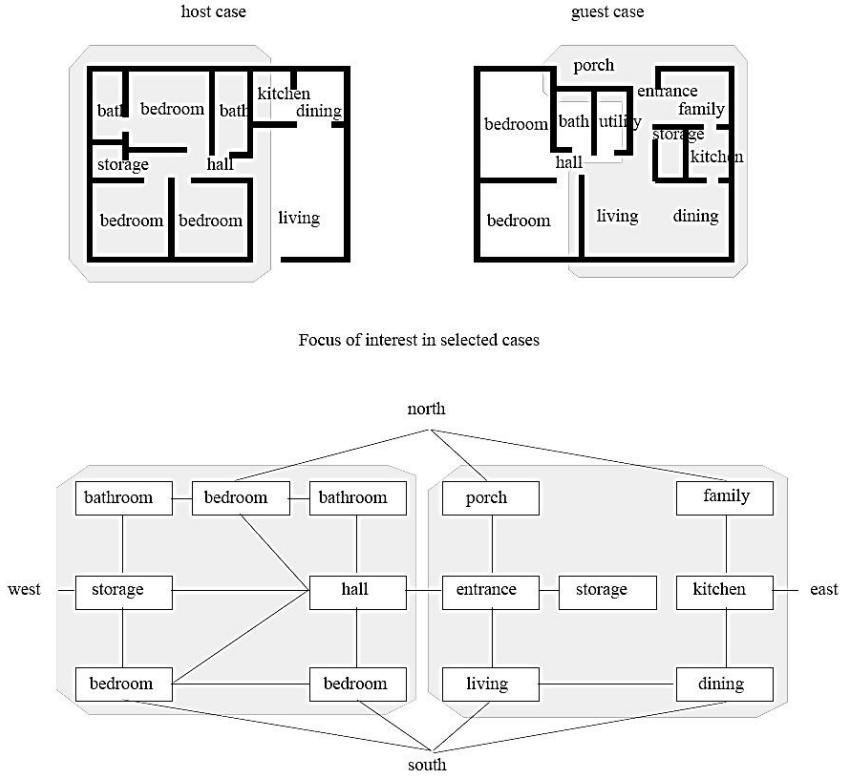
٢-٣-٣-٢ الجمع بين أكثر من تصميم

يستخدم الجمع بين أكثر من نموذج نفس التقنيات المستخدمة في تطوير نموذج، حيث أن الخطوات الأولي لتحديد سياق التصميم الجديد هي اختيار النماذج وتحديد البرنامج المطلوب تحقيقه في التصميم المجمع الجديد، وذلك بطريقة مماثلة لتلك المستخدمة في تطوير النموذج الواحد، لكن عند تطوير هذا النموذج يتم اختيار نموذجين أو أكثر وتحديد مناطق الاهتمام في كل نموذج (شكل رقم ٢-١٩)، بعد ذلك تدرج أجزاء معينة من النموذج في سياق التصميم الجديد ويتم تحديد المشكلة بمقتضيات جديدة محددة، وعندها يحتاج المستخدم إلي تحديد عنصرين أو أكثر في الأجزاء المختارة باعتبارها عناصر متجانسة والتي وفقا لها يمكن أن يجمع

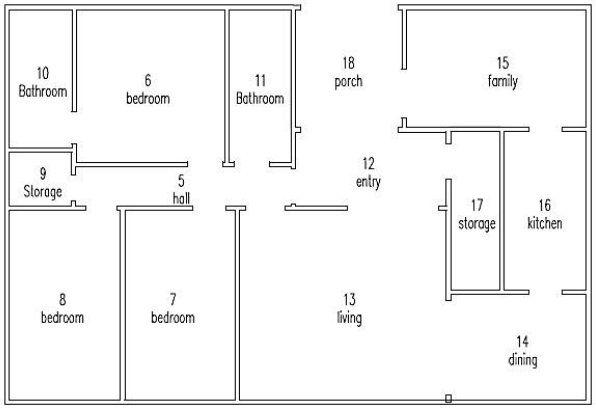
النظام بين الأجزاء المختارة (شكل رقم ٢-٢٠)، ويميز كادر بين النماذج الأساسية والنماذج الإضافية، وهذا يمكن النظام من التعامل مع النموذج الإضافي باعتباره يحتاج إلي تطوير لكي يصبح نموذج أساسي، وهذا الأسلوب له مميزاته (Taha, 2006) عن (Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994):

أ) جعل النظام ينفذ نفس الخطوات في تطوير النموذج بالنسبة لعدد معين من المجموعات لكل نموذج علي حده.

ب) الحفاظ علي بعض الخواص المعمارية أو الإنشائية مثل نظام التحميل الإنشائي للنموذج الأساسي لكي يسهم في تشكيل النظام الإنشائي للنموذج الإضافي.



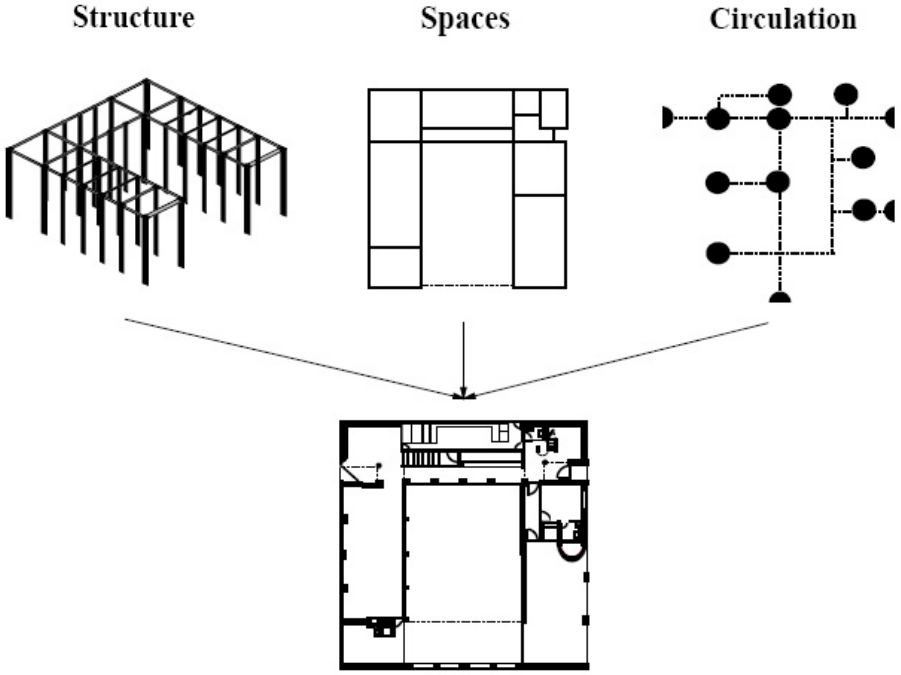
شكل رقم (٢-١٩) شكل يوضح اختيار أجزاء معينة من الحالات التصميمية للجمع بينها في كادر (Dave, Schmitt, Faltings, & Smith, 1994)



شكل رقم (٢-٢٠) الناتج بعد جمع وتهيئة الحالات المختارة في كادر (Hua & Faltings, 1993)

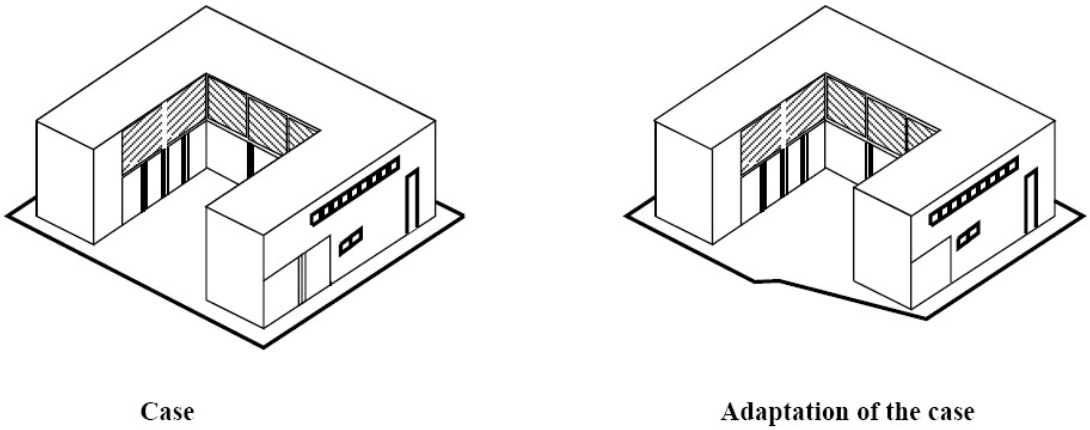
٢-٣-٤ المناقشة

يبدأ عمل كادر فعليا بعد اختيار المستخدم للنماذج، من ثم يركز كادر على بيان النموذج ومعالجته سواء بواسطة تطويره أو دمجه مع نماذج أخري، ولكنه لا يستخدم في فهرسة النماذج أو استعادتها. ويستعرض كادر الحالات التصميمية بطبيعتها المكانية، والتي تتطلب التعامل مع المعلومة الرمزية التي تشرحها الأشكال ثلاثية الأبعاد والخواص التجريبية والسلوكية والوظيفية المستمدة من الحالات، وهذا يرجع إلى طبيعة برنامج كادر باعتباره نظام يشمل معالجة النموذج وليس استرجاعه، وهو ما يوجب شرح الحالات بصيغة يقرأها الحاسب الآلي (شكل رقم ٢-٢١)، وقد يعتبر هذا عائق في بعض الأحيان حيث أن بعض خصائص النموذج المعماري قد لا يمكن تمثيلها في صيغة حاسوبية (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٢١) شكل يوضح طريقة تمثيل الحالات في CADRE
(Hua & Faltings, 1993)

ويقول Hua & Faltings (1993): " *رغم أن التصميم الروتيني يُنفذ من خلال إعادة استخدام النماذج، لكنه لا يمكن إنجاز التصاميم الجديدة إلا من خلال تطوير النماذج أو دمجها*"، ورغم الاتفاق مع هذا الرأي إلا إن نتيجة تطوير نموذج منزل ماريو كابري لا يمكن وصفها بالجديدة (شكل ٢-٢٢)، ومع ذلك يعتبر كادر بمثابة إضافة لبرامج الـCAD وهو ما يساعد المهندسين المعماريين في معالجة ابتكاراتهم أثناء عملية التصميم (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٢٢) منزل ماريو كابري – مثال لأعادة تهيئة الحالة التصميمية في كادر حسب الموقع
(Hua & Faltings, 1993)

رغم صعوبة إضافة المحددات وقواعد التعديل النوعي إلي الحالات في كادر، كما أعلن القائمين علي تطوير كادر، وأيضا تكلفة تطوير النماذج ودمجها (Hua & Faltings, 1993)، لكن ترك المستخدم يتفاعل مع النظام رغم وجود بعض المشكلات يعتبر بمثابة فكرة حسنة، حيث نادرا ما يقبل المهندسين المعماريين النظم الأوتوماتيكية الكاملة وقد تسهم زيادة مقدار تفاعل المستخدم في ارتفاع مستوي قبول أي تطبيق (Taha, 2006).

٢-٤ مونيو MONEO

مونيو Moneo: هو أداة تستخدم في مساعدة المصمم في المراحل التصميمية الأولى للعملية التصميمية، ويهدف إلي تقليل الوقت الذي يقضيه المصمم المعماري في البحث عن أمثلة معمارية مشابهة لمشروعات حالية، ويَترك البرنامج عملية التصميم والفكرة يدويا للمستخدم (المعماري) بنفسه، وتعتمد هذه العملية على مهارة المعماري أكثر من فعالية البرنامج.

وقد صمم هذا البرنامج دينا محمد سامح طه للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية من كلية الهندسة جامعة الإسكندرية تحت إشراف مشترك من جامعة الإسكندرية وجامعة كايزرسلاوترن بألمانيا، وذلك في يناير ٢٠٠٦.

ويرجع اسم هذا البرنامج إلى اللاتينية بمعنى نَصح أو ذَكر أو أَرشد، وقد وجد المبرمج أن هذه الكلمة مثالية للتعبير عن الغرض من برنامج يساعد المعماريين عن طريق اقتراح الحلول أو الإرشاد إليها أو اقتراح تطويرات بتذكيرهم بالحالات المعمارية المشابهة السابقة (Taha, 2006).

٢-٤-١ أساس البرنامج

إن مونيو تطبيق من تطبيقات الاستدلال المبنى على حالات سابقة CBR؛ وبالتالي يعتمد على مكتبة حالات أكثر من قاعدة البيانات، وهو يصل فقط إلى مرحلة اختيار نماذج مشابهة للمشروع، وقد اختار مصمم البرنامج الوحدات السكنية منخفضة ومتوسطة التكاليف ليخدمها (Taha, 2006).

٢-٤-١-١ العناصر الأساسية

يستخدم البرنامج الحالات التصميمية المكتملة التصميم وليس أجزاء منها أو غرف منفصلة، حيث أن الفراغ نفسه ممكن أن يكون غير ناجح بدون المحتوى الذي حوله، وكما ذكرنا من قبل فإن مونيو المراد منه مساعدة المعماريين أثناء المراحل الأولية للعملية التصميمية.

ويتكون مونيو من ثلاثة أنظمة فرعية مختلفة بمهام مختلفة، تعمل معاً في تتابع للوصول للمنتج النهائي، وهذه النظم كالتالي (Taha, 2006):

أ) أداة عمل البرنامج المعماري Architectural Program Tool.

ب) أداة إنتاج وتطوير العلاقات الوظيفية Bubble Diagram Generator/Editor.

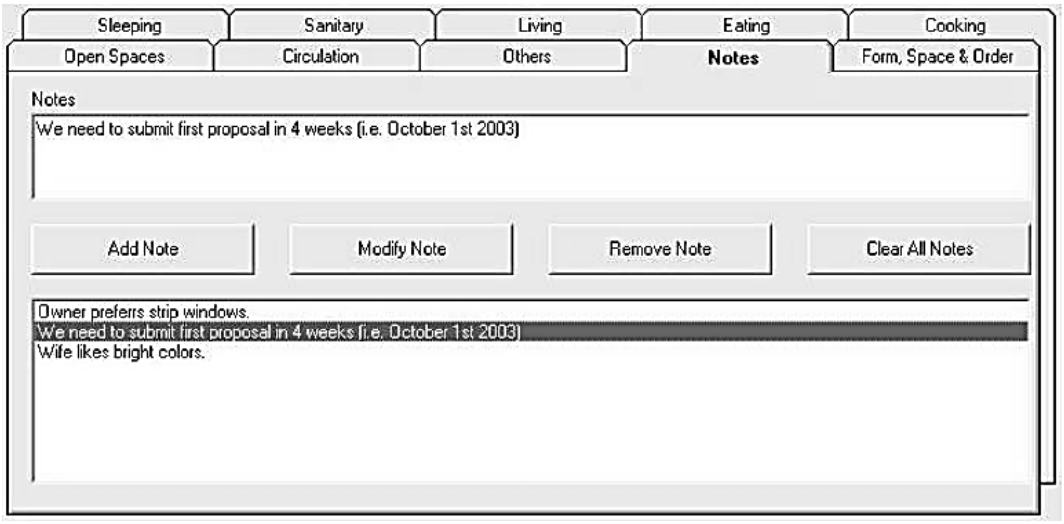
ج) مُستدل الحالات السابقة Case Based Reasoner.

٢-٤-١-٢ الوصف

تحتوي مكتبة الحالات على الحلول النهائية فقط من الحالات السكنية منخفضة ومتوسطة التكاليف في صورة رسومات توضيحية، متمثلة في مخطط العلاقات الوظيفية ووصف للفراغات ومساحاتها وعددها، وكل عنصر يحتوي على مجموعة بسيطة من المحددات؛ مثل رقم الفراغ والمساحة، وقد قسمت مكتبة الحالات في مونيو بطريقة تتابع العناصر، حيث يتم تقسيم المنزل إلى مناطق وكل منطقة إلى غرف وخدمات وحركة وهكذا، ويتم تجميع كل مجموعة متشابهة مع بعضها كمنطقة الغرف ومنطقة الخدمات لتسهيل عملية استرجاع الحالات بسرعة ودقة (Taha, 2006).

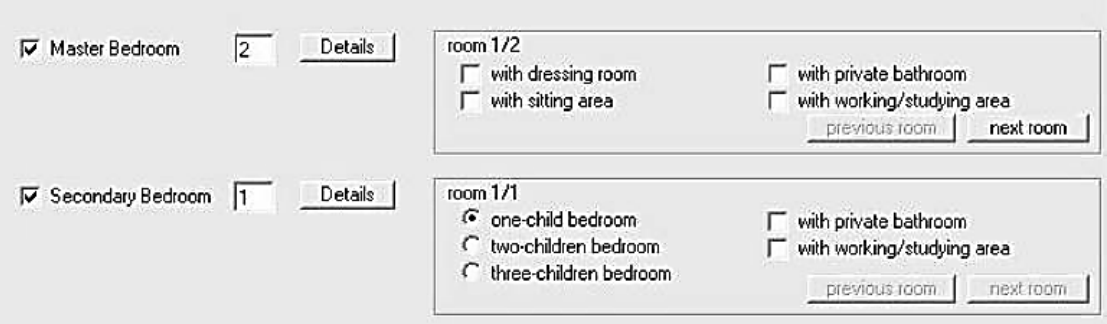
٢-٤-١-٣ العرض

يبدأ أي مشروع تصميمي بكتابة البرنامج ، في بعض الحالات يكون البرنامج جاهز من قِبل المالك للمعماري، وفي حالات أخري يكتبه المعماري ويعتمده من المالك، يحتوي هذا البرنامج على عدد الغرف ومساحتها والعلاقات الوظيفية بينها والمتطلبات الخاصة بالعميل إن وجدت. ويبدأ مونيو أيضا بكتابة البرنامج التصميمي، وذلك باستخدام جدول مخصوص لملء متطلبات العميل، وبناء عليه يُنتج البرنامج، وقد تم تحديد جدول خاص بالمتطلبات للإسكان المنخفض والمتوسط التكاليف بعد الاطلاع على رغبات بعض العملاء وبعض المكاتب المعمارية، واستنتج المبرمج مما سبق عشر مجموعات تُمثل البرنامج الوظيفي وخانات يمكن فيها إضافة متطلبات خاصة للعميل إن وجدت (شكل رقم٢-٢٣)، وهذه الخطوة تحدث داخل أداة عمل البرنامج المعماري Architectural Program Tool (Taha, 2006).



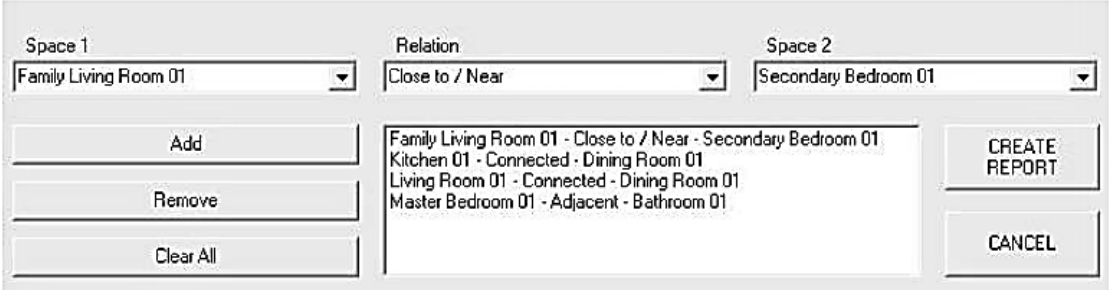
شكل رقم (٢-٢٣) استمارة البرنامج الوظيفي وبها الخانات الإضافية للطلبات والملاحظات
(Taha, 2006)

وهناك إمكانية لتحديد معلومات خاصة عن الغرف والفراغات عن طريق زر Details. لإضافة على سبيل المثال؛ إن الغرفة الرئيسية ذات حمام داخلي أو لا، أو أن الغرفة الثانوية لعدد طفل واحد أو اثنين أو ثلاثة أطفال، وإذا كان لها حمام خاص أو تحتوى على منطقة للعب أو المذاكرة، وكل هذه التفاصيل تستخدم لحساب مساحة كل غرفة (شكل رقم٢-٢٤) (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٢٤) بيانات تفصيلية للغرف في البرنامج الوظيفي
(Taha, 2006)

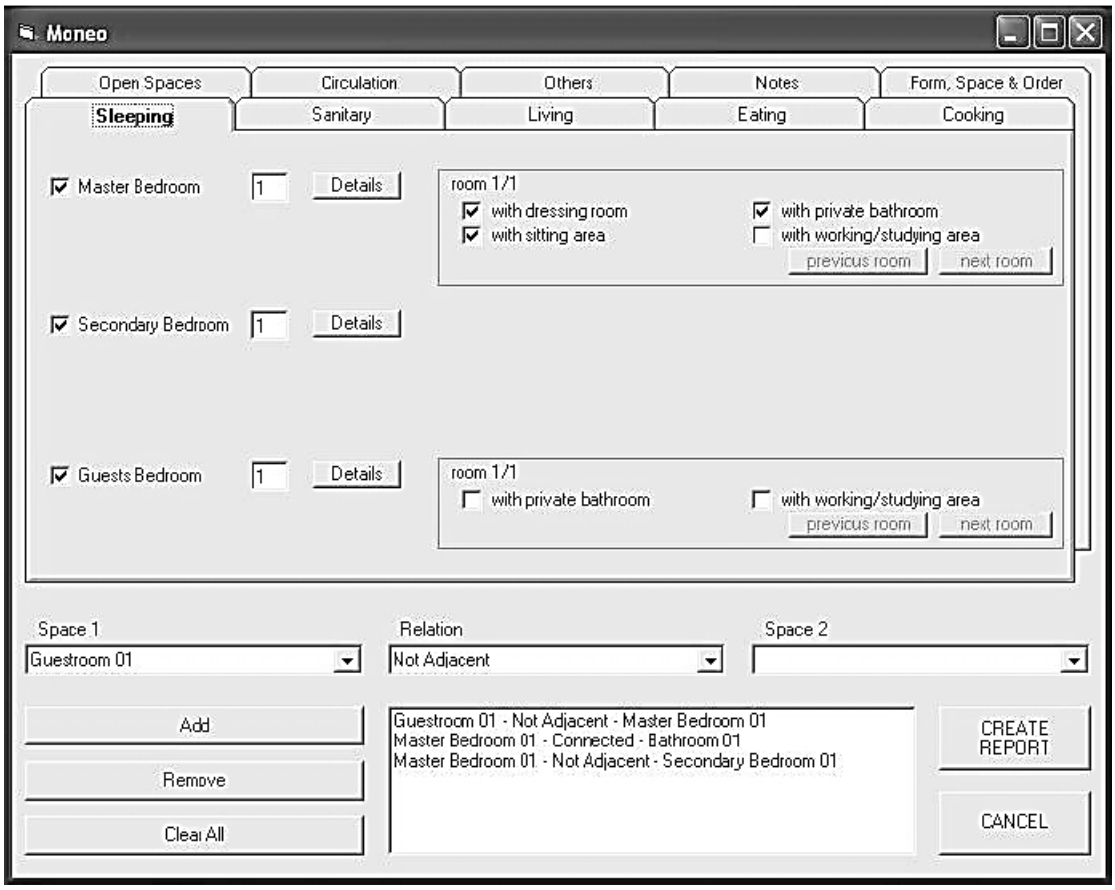
وتم أيضا الأخذ في الاعتبار رغبات العميل لأماكن الفراغات وتوجيهها والعلاقات بينها، بحيث يمكن إضافة أو حذف أي معلومات أثناء المقابلة (شكل رقم ٢-٢٥).



شكل رقم (٢-٢٥) إمكانية إضافة توجيه الغرف وعلاقاتها في البرنامج الوظيفي
(Taha, 2006)

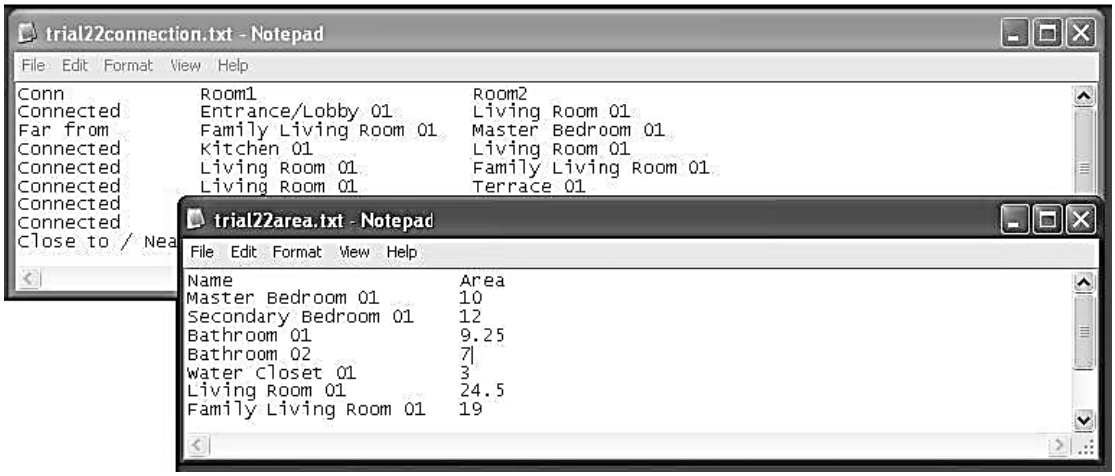
بعد الانتهاء من ملء هذا الجدول ينتج أوتوماتيكيا عدد من التقارير وملفين، أول هذه التقارير يكون معد للعميل للتأكد من متطلباته والموافقة عليه على الورق، وهي مثل العقد بين المالك والمعماري. أما الملفان الآخران اللذان أُنتجا من المرحلة الأولي- البرنامج المعماري- فسيتم استخدامهما في المرحلة الثانية وهى مرحلة مخطط العلاقات الوظيفية (Taha, 2006).

والشكل التالي رقم (٢-٢٦) يوضح نافذة تكوين البرنامج الوظيفي، والتي تظهر فيها الفراغات المعمارية وتفاصيلها، بالإضافة إلى متطلبات العميل لهذه الفراغات.



شكل رقم (٢-٢٦) نافذة تكوين البرنامج الوظيفي والملاحظات والمحددات باستخدام Visual Basic 6© (Taha, 2006)

وينتج من الملف الأول قائمة لكل الغرف تحتوي مساحتها، بينما الملف الثاني يحتوي العلاقات المختلفة بين الغرف الناتجة (شكل رقم ٢-٢٧) (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٢٧) الملفان الناتجان من أداة عمل البرنامج المعماري (Taha, 2006)

٢-٤-٢ إنتاج التصميمات

لا يُنتج مونيو تصميمات، وإنما يعرض فقط حلول مشابهة للمشروع الحالي، حيث يتم اختيارها بناء على مخطط العلاقات الوظيفية الناتج عن البرنامج الوظيفي للمشروع والمتطلبات الخاصة للعميل، حيث يُنتج بناء على المعلومات المتوفرة من المرحلة الأولى في البرنامج – مرحلة البرنامج الوظيفي– مخطط العلاقات الوظيفية Bubble Diagram أوتوماتيكيا باستخدام أداة إنتاج وتطوير مخطط العلاقات الوظيفية Bubble Diagram Generator/Editor (شكل رقم ٢–٢٨)، ويعبر المخطط عن مواصفات الغرف ومساحتها والعلاقات بينها، ولكن أماكن الغرف وتوجيهها لا يمثل وضعها النهائي، ولا يؤثر على المراحل التالية في التصميم، وكذلك لا يعبر عن كل الحلول الممكنة ولكن يعبر فقط عن الحل الأول الذي يحقق كل العلاقات مع إمكانية تعديله حسب رؤية المصمم (Taha, 2006).

باستخدام ArcMap[١] يتم كتابة العديد من القواعد التي تمكن استخدام الملفات الناتجة من المرحلة الأولى لتحديد أماكن الغرف والعلاقات بينها، وباستخدام هذه الأماكن يتم إنتاج مخطط العلاقات الوظيفية بشكل شبه نهائي، وهنا يمكن للمعماري أن يقبل هذه العلاقات أو يعدلها طبقا لرأيه أو للفكرة التصميمية، ويمكنه تغيير مقاسات الغرف أو إضافة فراغات أو حذفها وكذلك تعديل توجيهها، ولجعل هذه العملية بسيطة يتم التعامل معها بالرسومات، وبعد الانتهاء من تعديل رسم العلاقات يتم تحويلها إلى صيغة مناسبة للتسجيل داخل قاعدة البيانات (شكل رقم ٢–٢٨) (Taha, 2006).

Attributes of Rooms

FID	Shape	ID	Space	Area	LLX	LLY	URX	URY	Orient
0	Polygon	1	Entrance/Lobby	4	16.731142	11.211890	19.268858	12.788110	Undefined
1	Polygon	2	Terrace	16	21.462284	16.423779	26.537716	19.576221	Undefined
2	Polygon	3	Kitchen	9.75	10.769563	16.018996	13.230437	19.981004	Undefined
3	Polygon	4	Family Living Room	19	16.282353	21.234589	19.717647	26.765411	Undefined
4	Polygon	5	Living Room	24.5	14.859737	16.049526	21.140263	19.950474	Undefined
5	Polygon	6	Water Closet	3	22.901137	11.317476	25.098863	12.682524	Undefined
6	Polygon	7	Bathroom	7	10.957428	22.321459	13.042572	25.678541	Undefined
7	Polygon	8	Bathroom	9.25	28.070460	10.801528	31.929540	13.198472	Undefined
8	Polygon	9	Secondary Bedroom	12	10.634953	9.802274	13.365047	14.197726	Undefined
9	Polygon	10	Master Bedroom	10	28.753888	15.993760	31.246112	20.006240	Undefined

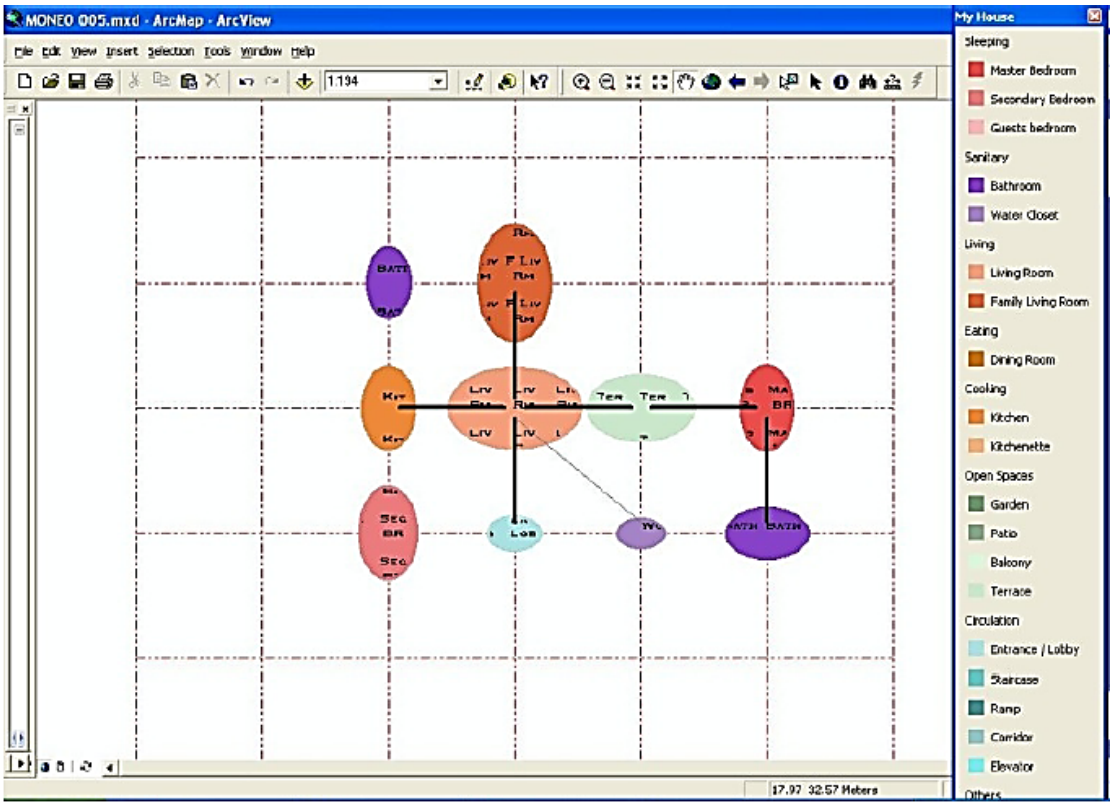
Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 10 Selected.) Options

شكل رقم (٢-٢٨) جدول خصائص وسمات الغرف المختلفة في مونيو
(Taha, 2006)

وبعد الوصول إلى مخطط العلاقات الوظيفية النهائية (شكل رقم ٢–٢٩)، يتم استرجاع عدد من الحالات من مكتبة الحالات يتم تحديده من قِبل المعماري، ويمكن للمعماري استغلال

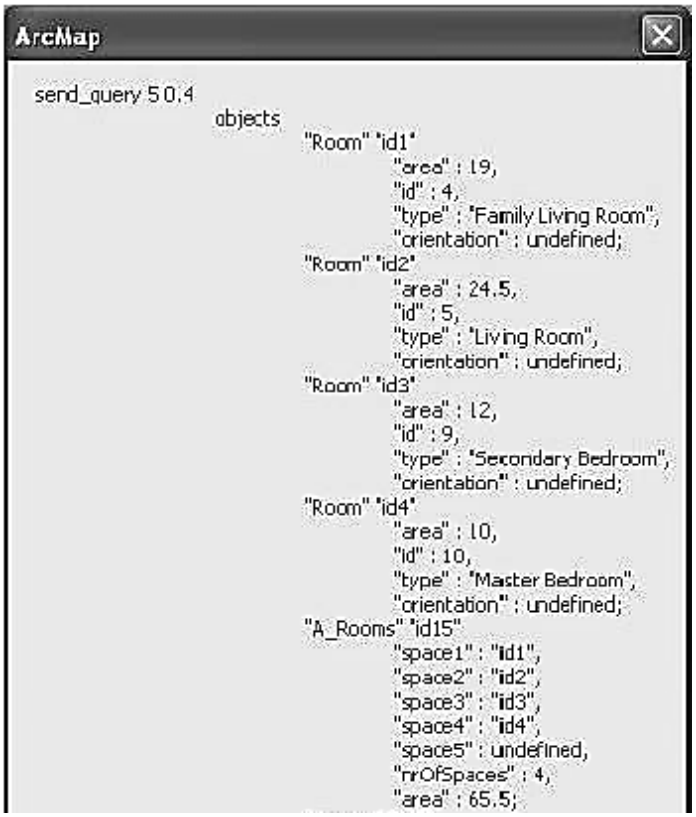
[١] ArcMap: هو تطبيق يمكن استخدامه لإنشاء وتحرير وتحليل قواعد البيانات الجغرافية، فهو يمثل المعلومات الجغرافية كمجموعة من الطبقات والعناصر الأخرى في الخريطة (ArcGIS-Help, 2012).

كل الحالات المعروضة من البرنامج والاكتفاء بها، كما يمكنه استخدام أحدها في استرجاع حالات جديدة، وتستمر هذه العملية حتى يتم الرضا تماما عن الناتج (Taha, 2006).



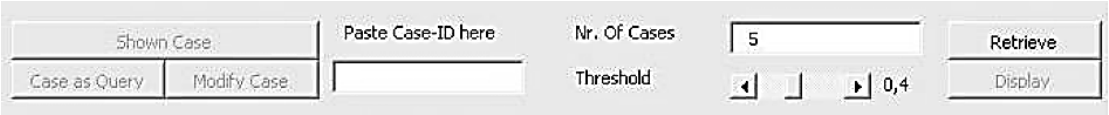
شكل رقم (٢-٢٩) مخطط العلاقات الوظيفية Bubble Diagram الناتجة من مونيو (Taha, 2006)

وتنتهي مهمة هذه المرحلة عند تكوين تقرير وإرساله إلي المرحلة الثالثة CBR، ويكون التقرير من أخر إصدار من مخطط العلاقات الوظيفية بعد تعديل المعماري ويمثل الغرف المختلفة ومقاساتها وتوجيهها (شكل رقم ٢-٣٠) (Taha, 2006).



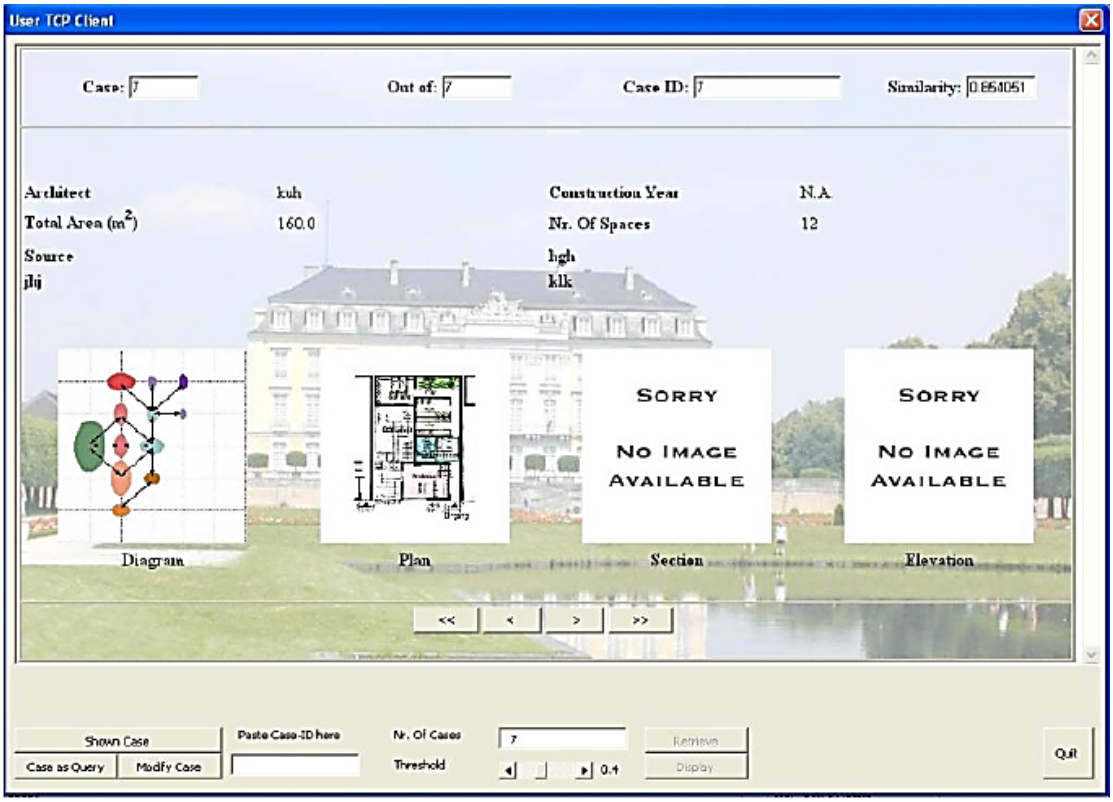
شكل رقم (٢-٣٠) جزء من التقرير الناتج من البرنامج والذي يحدد خصائص الفراغات (Taha, 2006)

ثم يتم تحديد عدد الحالات المراد استرجاعها من مكتبة الحالات (شكل رقم ٢-٣١) (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٣١) طريقة تحديد عدد الحالات المراد استرجاعها من مكتبة حالات مونيو
(Taha, 2006)

وبعد هذا تستلم المرحلة الثالثة – مرحلة CBR – التقرير لتبحث في مكتبة الحالات، وحساب درجات التشابه بين الحالات الموجودة في المكتبة والحالة المراد تصميمها، ثم يعرض البرنامج الحالات المشابهة، حيث تمثل الاحتمالات الممكنة لحل المسقط الأفقي للوحدة السكنية المراد تصميميها (شكل رقم ٢-٣٢) (Taha, 2006).



شكل رقم (٢-٣٢) الناتج النهائي الذي يظهر للمستخدم بعد انتهاء عملية الاسترجاع في مونيو
(Taha, 2006)

٢-٤-٣ معالجة التصميم

يُعد مونيو من الأنظمة التي لا تُنتج تصميمات بنفسها، ولكنه يُساعد المعماري في مراحل التصميم الأولي، حيث يُنتج مخطط العلاقات الوظيفية بناء على البرنامج الوظيفي، ثم يبحث في مكتبة الحالات، ثم يعرض عدد من الحالات المشابهة للحالة التصميمية المراد تصميمها، وبعدها يُنتج المعماري بنفسه التصميم ويطوره، فهو لا يعالج الحالات التصميمية وإنما يعرضها فقط (Taha, 2006).

٢-٤-٤ المناقشة

يعتبر مونيو نظام مساعد للمعماريين أكثر من كونه نظام خبير في التصميم، حيث أنه صُمم لتقليل الوقت المُهدر من المعماريين في البحث عن حالات تصميمية مشابهة للحالة التصميمية محل الدراسة، وكما ذكر مُبرمجيه أن الهدف منه ليس فقط مساعدة طلبة العمارة وإنما أيضا استخدامه في المكاتب الهندسية.

وكأغلب تطبيقات التصميم المبني على حالات سابقة CBD مونيو لا يكمل دورة الاستدلال المبنى على حالات سابقة CBR – راجع الباب الأول – حيث أنه يترك عملية تعديل وتطوير التصميم لتكون يدوية معتمدة على المصمم المعماري الخبير، لأنها تحتاج لمهارة المعماري أكثر من كفاءة النظام المستخدم.

من مميزات مونيو أنه يتعامل مع الحالات التصميمية عن طريق الرسومات وليس عن طريق جمل نصية تشرحها، حيث يعرض الحالات في صورة مساقط وواجهات وقطاعات إن أمكن، وأيضا من مميزاته إمكانية تدخل المعماري في كل مراحل التصميم حتى الوصول إلى الحل النهائي، حيث يستطيع المعماري تعديل هيكل العلاقات الوظيفية أو اعتماده، ثم اعتماد أو اختيار بديل من الحالات المسترجعة أو طلب بدائل أخرى، وينتهي دور مونيو عند عرض الحالات المناسبة لهيكل العلاقات الوظيفية النهائي ويبدأ دور المعماري، حيث يأخذه كمرجع أثناء عملية التصميم مستعينا الحالات المسترجعة.

ويأمل مُبرمجو مونيو في المستقبل التعامل مع الأشكال المختلفة للوحدات وكذلك الوحدات ذات الحالات الخاصة؛ مثل الجمع بين غرفتين ليصبحوا غرفة واحدة كبيرة أو تقسيم غرفة كبيرة إلى عدد من الغرف الصغيرة كغرفة طعام وغرفة معيشة معا في فراغ واحد، وكذلك يأملون في وضع البرنامج على الإنترنت لتمكين المعماريين من استخدام وتعديل مكتبة الحالات المستخدمة فيه وكذلك يأملون في نقل البرنامج من مرحلة التجارب والأبحاث إلى الاستخدام في المكاتب الهندسية (Taha, 2006).

٢-٥ Genetic Algorithm Toolbox

أداة Genetic Algorithm Toolbox (GAT): هي نموذج أولي مقترح لمساعدة المعماريين في إنتاج بدائل تصميمية تخطيطية في مراحل التصميم الأولى، وفقا لمعايير تصميمية محددة باستخدام الخوارزميات الوراثية، وهي مُقدمة ضمن بحث مقدم لنيل درجة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية – جامعة واشنطن سنة ٢٠٠٧ من هدى هومايوني (Homayouni, 2007).

٢-٥-١ أساس البرنامج

هي أداة إنتاج مساقط أفقية بالاستعانة بكلاً من الخوارزميات الوراثية وعلوم الهندسة، فهي تنحدر عن مدخل النمو الهرمي Hierarchical Growth المقدم من Rosenman & Gero (1999)، وقد تمت برمجتها باستخدام برنامج MATLAB ver7.0.4 (Homayouni, 2007).

٢-٥-١-١ العناصر الأساسية

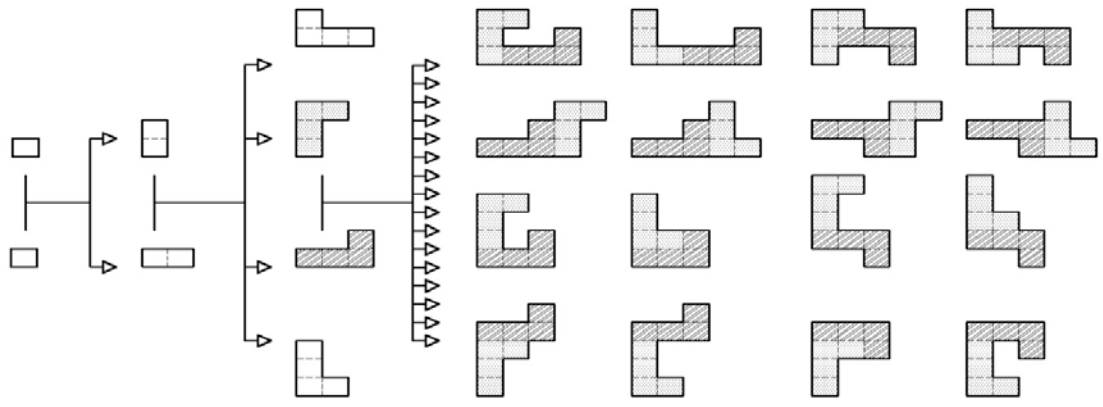
طبقا لـ Homayouni (2007) تتكون أداة GAT من مرحلتين أو مستويين أساسيين هما:

أ) مستوى الغرف Room Level: وفيه يتم إنتاج وتعريف العديد من البدائل التصميمية لأشكال الغرف في المبنى.

ب) مستوى المبنى Building Level: وفيه يتم تجميع بدائل الغرف الناتجة من المستوى السابق معاً، حيث ينتج العديد من المساقط التخطيطية للمبنى.

٢-٥-١-٢ الوصف

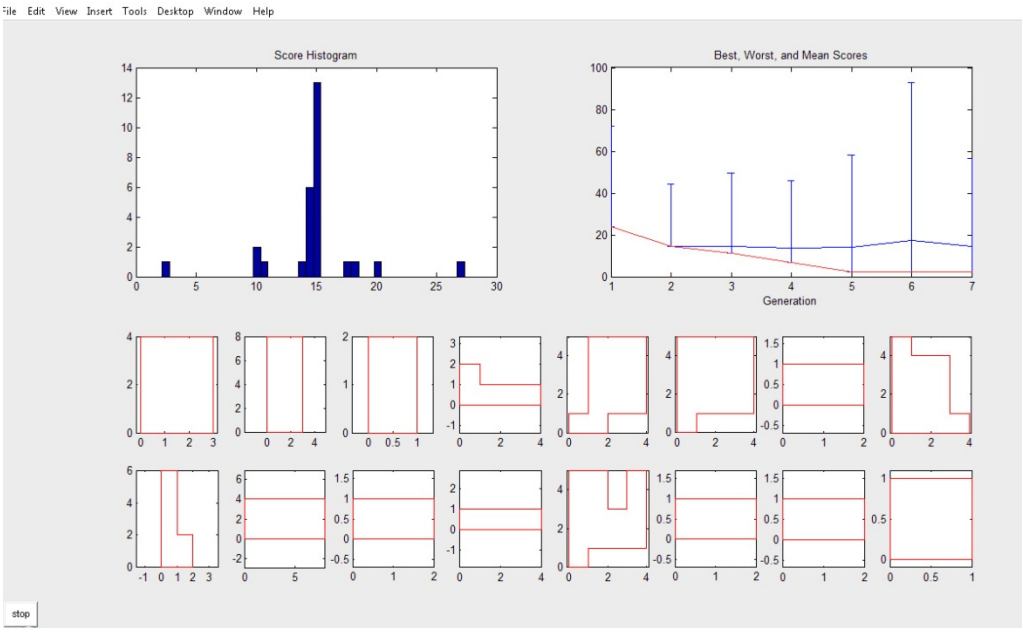
الهدف الأساسي من GAT: هو إنتاج مخططات أفقية وفقا لمعايير تصميمية محدده في أقل وقت وبطريقة تنافسية من حيث جودة وتنوع الحل، فهي تُنتج أجيال جديدة بطريقة الانتقاء العشوائي للأبناء من الآباء باستخدام خاصية التزاوج/التبادل Crossover (شكل رقم ٢-٣٣) (Homayouni, 2007).



شكل رقم (٢-٣٣) طريقة إنتاج الغرف (الأبناء)
(Homayouni, 2007)

٢-٥-١-١ العرض

يتكون البرنامج من ثلاثة واجهات تطبيق GUI، يتم التعامل معها في تسلسل أثناء عملية التصميم، الواجهة الأولى للخصائص العامة للفراغات والمبنى، والواجهة الثانية تستخدم في تحديد العلاقات بين الغرف من قبل المستخدم، والواجهة الثالثة لعرض الأجيال الناتجة من الغرف أو بدائل المبنى (شكل رقم ٢-٣٤) (Homayouni, 2007).



شكل رقم (٢-٣٤) واجهة التطبيق الثالثة حيث تعرض بدائل تصميم الغرف
(Homayouni, 2007)

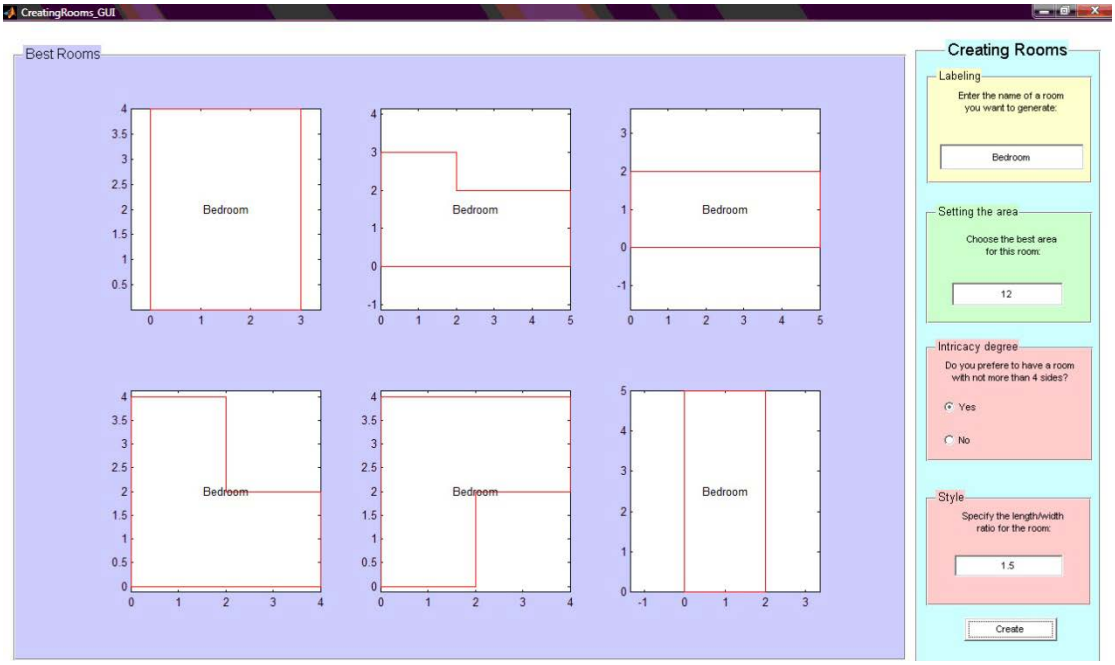
٢-٥-٢ إنتاج التصميمات

تُنتج أداة GAT التصميمات في إطار تطبيقات الخوارزميات الوراثية باستخدام الثلاث واجهات تطبيق الخاصة بها في تتابع منتظم، ففي البداية تسأل واجهة التطبيق الأولى والتي تسمي Creating Room GUI أربعة أسئلة لتحديد خصائص المبنى(شكل ٢-٣٥)، هي:

أ) كم عدد الغرف بالمبنى؟
ب) هل تريد تقليل مساحة المبني قدر الإمكان؟
ج) هل تريد تقليل محيط المبنى؟
د) ما هي أفضل النسب بين الطول والعرض للمبنى؟

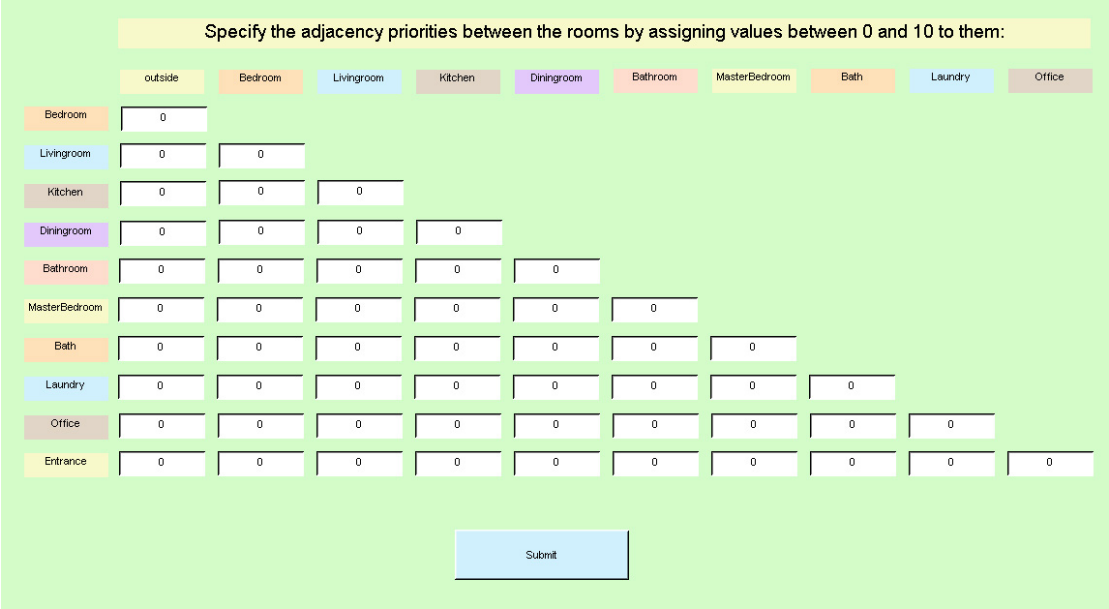
ثم تنتقل الأداة إلى الاستفسار عن الغرف، حيث تبدأ الأسئلة عن الغرفة الأولى، وتكون الأسئلة كالتالي:

أ) ما هو أسم الغرفة؟
ب) ما هي أفضل مساحة للغرفة؟
ج) هل تفضل الأشكال المدمجة؟
د) ما هي أفضل نسبة للغرفة؟

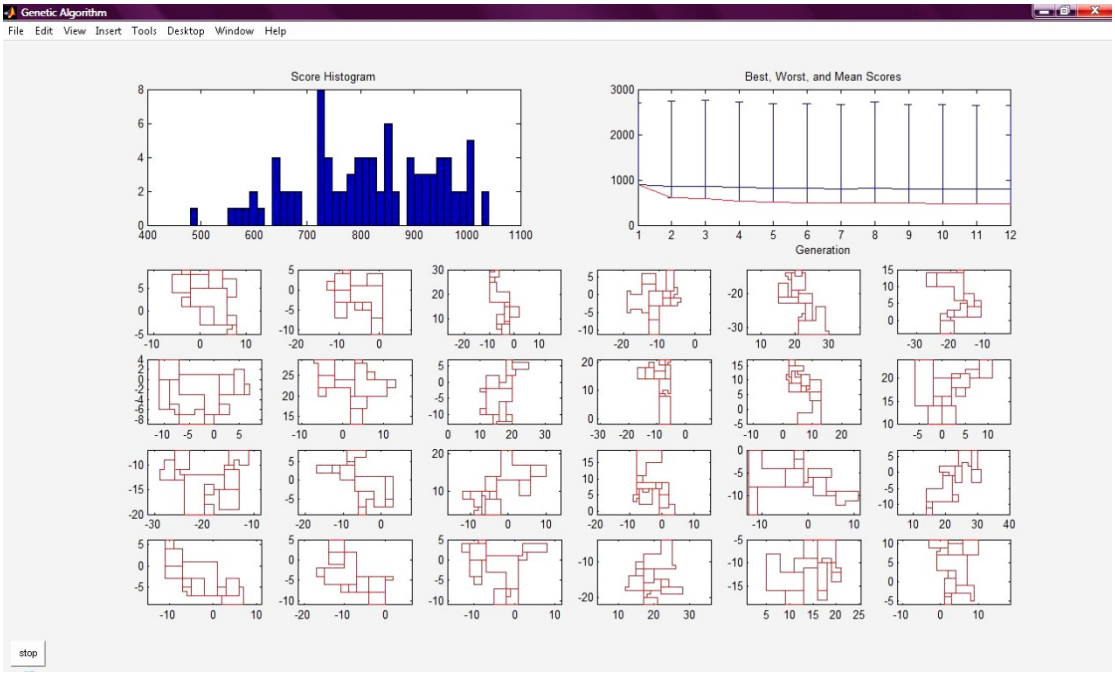


شكل رقم (٢-٣٥) واجهة التطبيق الأولي وتعرض خصائص الغرفة وبدائلها
(Homayouni, 2007)

وتتكرر هذه العملية لباقي غرف المبنى داخل واجهة التطبيق الأول، وبعد الانتهاء من هذه المرحلة تنتقل الأداة إلى واجهة التطبيق الثانية Adjacency requirements GUI، وهي خاصة بالعلاقات بين الفراغات (شكل رقم ٢-٣٦)، ثم تنتقل الأداة للواجهة التطبيق الثالثة وهي Genetic Algorithm GUI، وتعرض بدائل التصميم وهي تشبه المستخدمة في إنتاج بدائل الغرف (شكل رقم ٢-٣٧) (Homayouni, 2007).

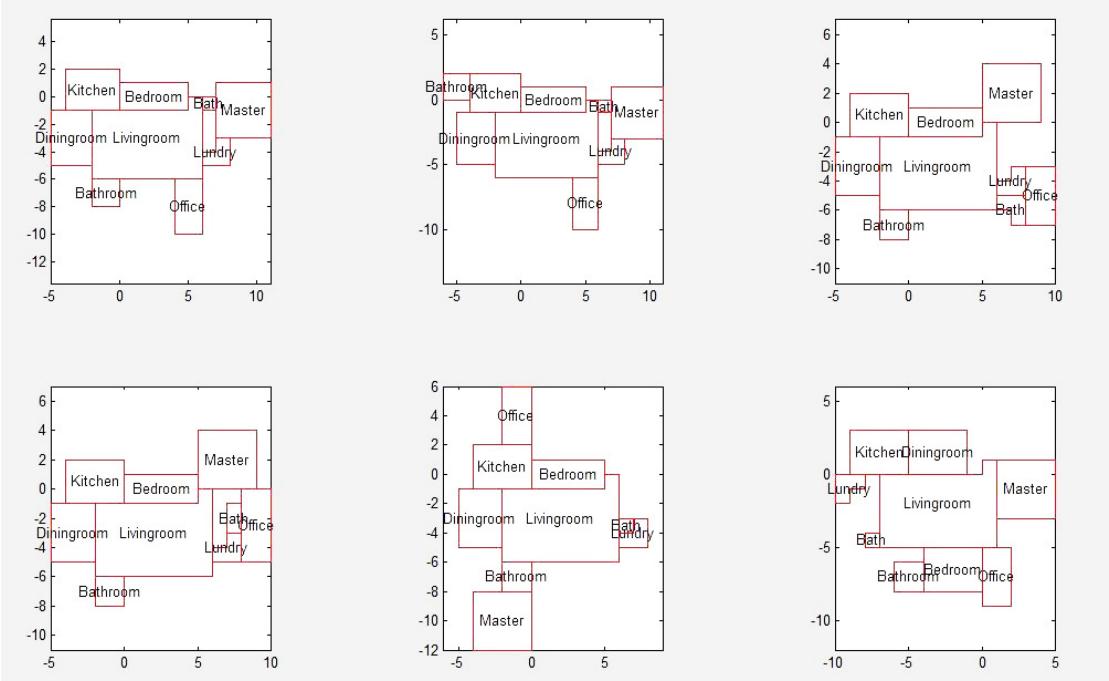


شكل رقم (٢-٣٦) واجهة التطبيق الثانية وتعرض العلاقات بين الفراغات
(Homayouni, 2007)



شكل رقم (٢-٣٧) واجهة التطبيق الثالثة حيث تعرض بدائل تصميم المبنى
(Homayouni, 2007)

يتم في هذه المرحلة إنتاج تصميم المبنى عن طريق تجميع الغرف معاً، وبعد الانتهاء من حساب البدائل يتم طباعة الأجيال الناجحة على واجهة التطبيق (شكل رقم ٢-٣٨).



شكل رقم (٢-٣٨) البدائل الناجحة للمسقط الأفقي التخطيطي
(Homayouni, 2007)

٢-٥-٣ معالجة التصميم

تتم عملية معالجة التصميم بواسطة المهندس المصمم، وذلك بعد تقييمه للبدائل واختيار الحل المناسب لاستكمال عملية التصميم.

٢-٥-٤ المناقشة

تُعد أداة GAT أحد النماذج الناجحة في إنتاج مسقط أفقي تخطيطي باستخدام الخوارزميات الوراثية، حيث يتم استخدام عدد من الإجراءات المختلفة منها التجريبية Heuristic والنماذج التطويرية لإنتاج حلول جديدة، وفيها تم استخدام تقنيات الخوارزميات الوراثية لإنتاج التصميمات على مستويين هما؛ مستوى الغرف ومستوى المبني، وقد استخدمت وحدة م^{٢} كأساس للوحدات التصميمية، ومن إمكانيات هذه الأداة إنتاج ستة حلول مختلفة لمبنى مكون من عشر غرف في غضون من ١٠-١٥ دقيقة (Homayouni, 2007).

يأمل مصممي الأداة التعامل في المستقبل مع النماذج ثلاثية الأبعاد، وذلك عن طريق جعل الوحدة المستخدمة ١م^{٣} بدل المستخدمة حاليا، كما يأملون في استخدام قواعد للشكل بدلا من بعض العمليات العشوائية مستعينين ببرنامج خبير، وذلك لتقليل وقت التشغيل والوصول إلى نتائج أفضل (Homayouni, 2007).

٢-٦ Falling Water Toolbox

Falling Water Toolbox (FWT): هي أداة تصميم وحدات سكنية على طراز فيلا الشلالات الشهيرة للمعماري فرانك لويد رايت، والتي تُعد من علامات العمارة الحديثة لرائد من رواد فن العمارة، وهذه الأداة مُقدمة ضمن بحث مقدم لنيل درجة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية إلى كلية الهندسة – جامعة الإسكندرية سنة ٢٠١٠ من مها حسني أحمد الجويلي (El-Gewely, 2010).

٢-٦-١ أساس البرنامج

تدخل أداة FWT تحت إطار تطبيقات الخوارزميات في العمارة، وذلك لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية، وتستعين الأداة بعدد من القواعد الناتجة من تحليل فيلا الشلالات للوصول لنماذج مشابهة لها(شكل رقم ٢-٣٩)، وتعمل أداة FWT تحت برنامج ثري دي ماكس 3DMax لإنتاج عدد لا نهائي من البدائل التصميمية (El-Gewely, 2010).

شكل رقم (٢-٣٩) صورة لفيلا الشلالات

٢-٦-١-١ العناصر الأساسية

تعمل أداة FWT فقط على نماذج الفيلات في مرحلة التصميم، وقد تم إنشاء هذه الأداة بلغة Max Script 9 لسهولتها نوعاً ما لغير المتخصصين في البرمجة، وحتى تعمل فيما بعد كأداة من أدوات برنامج ثري دي ماكس واسع الانتشار (El-Gewely, 2010).

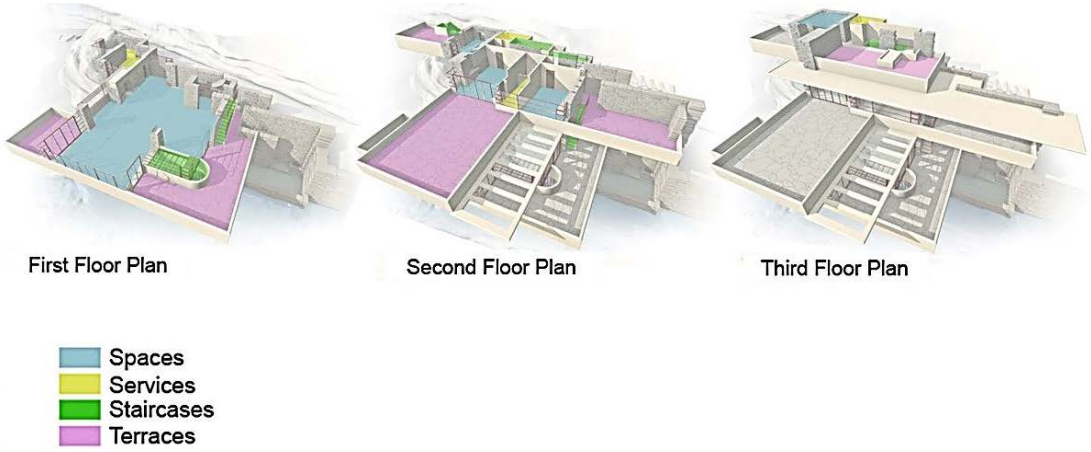
٢-٦-١-٢ الوصف

لقد اعتمد مصمم أداة FWT على فرضية أن البدائل التصميمية المُنتجة موقعها هو نفس موقع الفيلا الأصلية، ولها نفس الطراز المعماري والإنشائي، وبناءً عليه تم عمل قواعد

تعتمد على دراسة تحليلية للتصميم طبقا لعدد من المحددات، وفيما يلي عرض سريع للاتجاهات التحليلية المستخدمة (El-Gewely, 2010):

أ) نظم خاصة (شكل رقم ٢-٤٠):

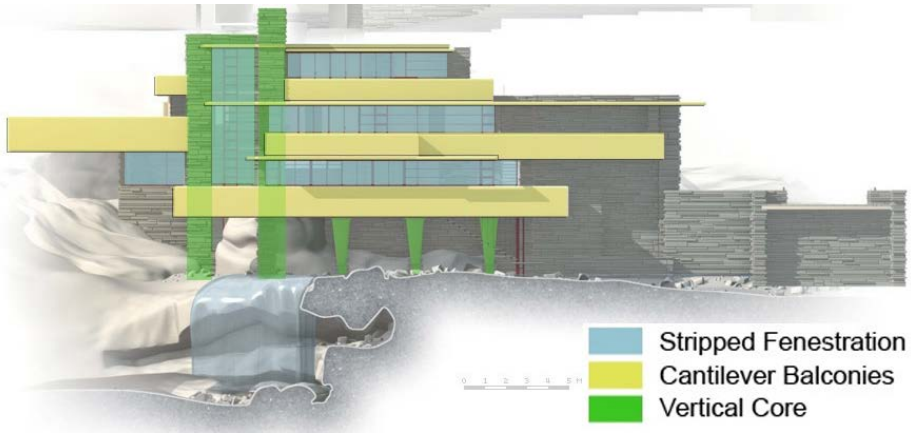
- تحليل المساحات.
- تحليل العلاقات.



شكل رقم (٢-٤٠) تحليل المساحات والعلاقات الوظيفية لفيلا الشلالات
(El-Gewely, 2010)

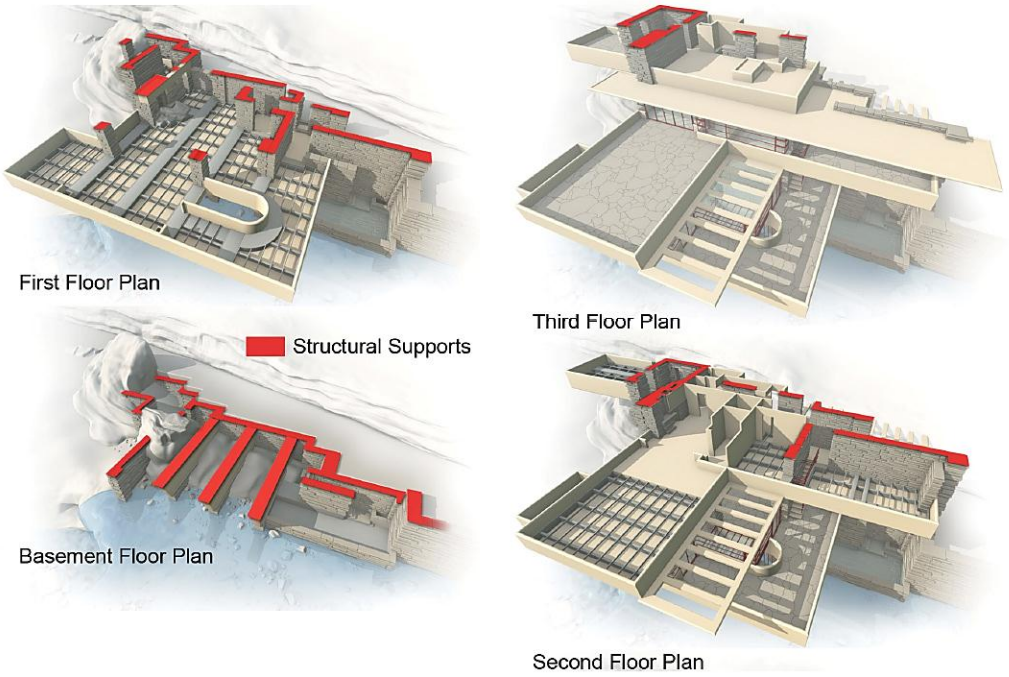
ب) تحليل الكتلة (شكل رقم ٢-٤١):

- الطابع العام.
- طابع المسقط الأفقي.
- طابع الواجهات.



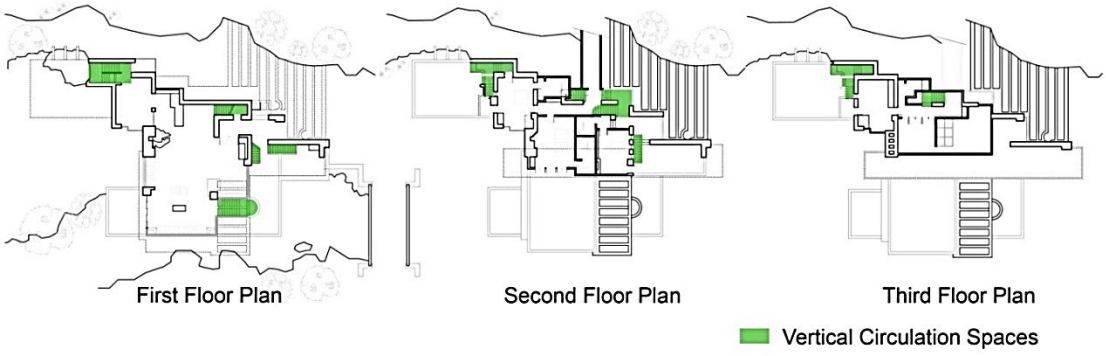
شكل رقم (٢-٤١) تحليل واجهة فيلا الشلالات
(El-Gewely, 2010)

ج) تحليل النظام الإنشائي (شكل رقم ٢-٤٢):



شكل رقم (٢-٤٢) تحليل النظام الإنشائي لفيلا الشلالات
(El-Gewely, 2010)

د) تحليل عناصر الحركة الرأسية (شكل رقم ٢-٤٣):



شكل رقم (٢-٤٣) تحليل عناصر الحركة الرأسية لفيلا الشلالات
(El-Gewely, 2010)

وبناءً على القواعد الناتجة من هذه التحليلات، تم استنتاج وتطبيق عدد من المحددات التصميمية، والتي منها تثبيت عدد الأدوار بثلاثة أدوار وعلاقات الفراغات ببعضها وعناصر الحركة الرأسية، وغيرها من المحددات لضمان الحصول على نفس الطراز الأصلي، وهناك بعض المتغيرات مثل أبعاد الأرض ومساحات الفراغات المختلفة، وإضافة غرف للنوم وعدد البدائل المطلوب إنتاجها، بالإضافة إلى أن هناك بعض المتغيرات التي تُترك للبرنامج ليُنتجها عشوائياً مثل مساحات التراسات، وكذلك أماكن العناصر وترتيبها رأسياً أو أفقياً (El-Gewely, 2010).

٢-٦-١-٣ العرض

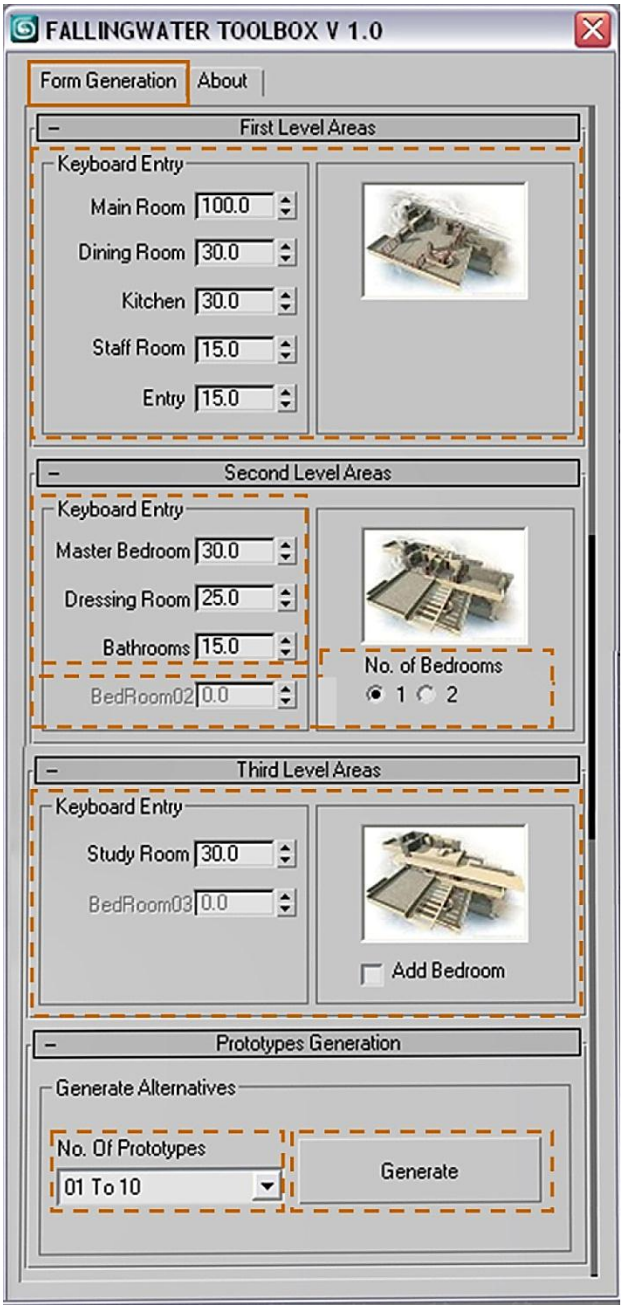
كما ذكرنا من قبل فهذه الأداة تعمل تحت تطبيقات برنامج ثري دي ماكس ومُبرمجه بلغة Max Script 9، فبعد تشغيل البرنامج يتم استدعائها من My Scripts والضغط على الزر الخاص بها، فتظهر نافذة الأداة وبها قائمتين رئيسيتين، الأولى نافذة تكوين البدائل Form Generation (شكل رقم ٢-٤٤)، ومقسمة إلى أربعة أجزاء وهي (El-Gewely, 2010):

أ) مساحات فراغات الدور الأول.

ب) مساحات فراغات الدور الثاني وإمكانية إضافة غرفة نوم.

ج) مساحات فراغات الدور الثالث وإمكانية إضافة غرفة نوم.

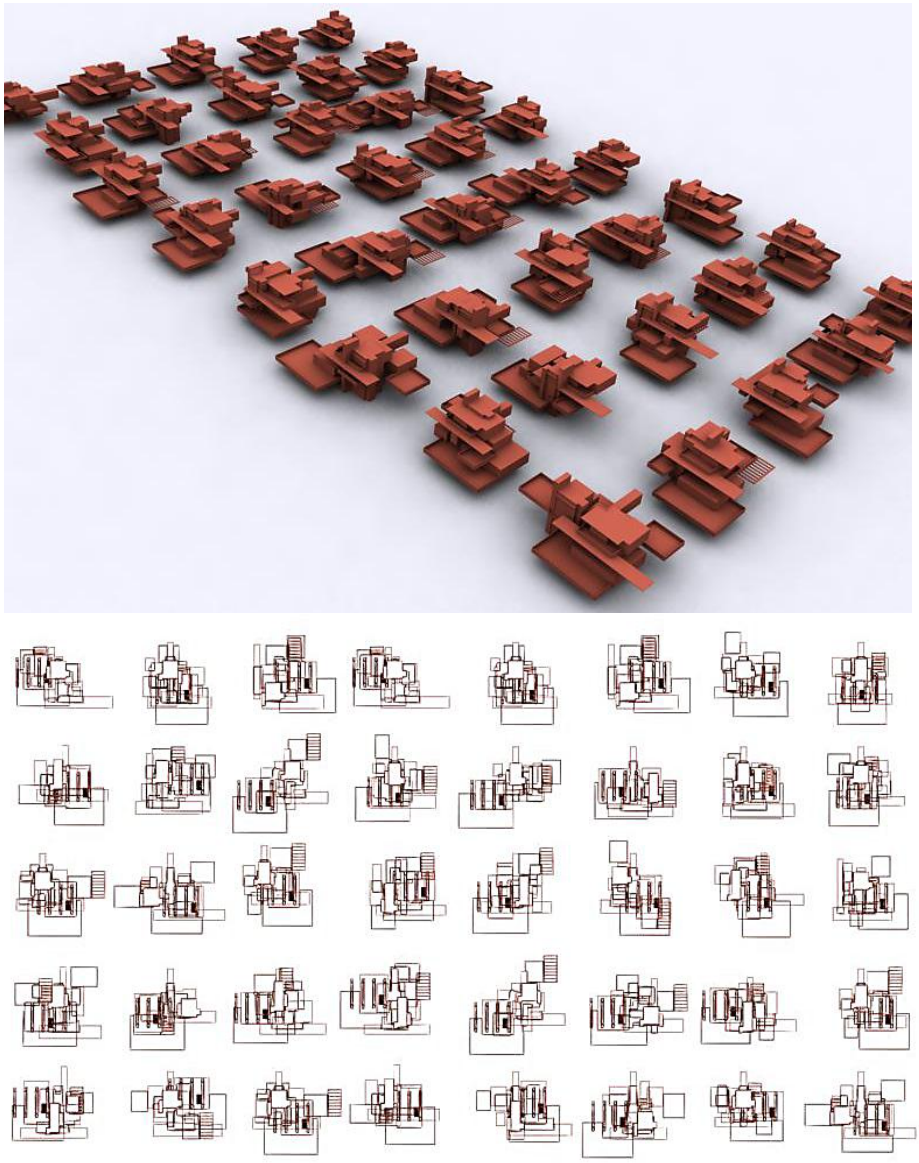
د) إنتاج البدائل والعدد المطلوب منها.



شكل رقم (٢-٤٤) واجهة تطبيق أداة FWT – نافذة تكوين البدائل (El-Gewely, 2010)

٢-٦-٢ إنتاج التصميمات

أداة FWT تُنتج تصميمات منبثقة من النموذج الأصلي لفيلا الشلالات بعدد غير محدود، و تعتمد البدائل المُنتجة من أداة FWT على القيم المُدخلة من قِبل المصمم المعماري، حيث يُدخل المصمم المساحات المطلوبة لكل فراغ وعدد البدائل المطلوب إنتاجها، ثم الضغط على زر الإنتاج فيظهر العدد المطلوب، ويمكن تغيير هذه القيم وإعادة عملية الإنتاج مرة أخري وذلك بسبب سرعة إنتاج البدائل في الأداة، حيث يمكن للأداة أنتاج البدائل في ثوان معدودة، ويوضح الشكل التالي رقم (٢-٤٥) ٤٠ بديل منتج من أداة FWT في ٢٤,٩ ثانية منهم بديلين غير صالحين (El-Gewely, 2010).



شكل رقم (٢-٤٥) أعلى – مناظير لـ ٤٠ بديل بواسطة FWT ، أسفل – مساقط لـ ٤٠ بديل بواسطة FWT (El-Gewely, 2010)

٢-٦-٣ معالجة التصميم

تتم عملية تقييم واختيار المُنتجات يدويا من قبل المهندس المصمم، وذلك بعد تقييمه للبدائل واختيار الحل المناسب لاستكمال عملية التصميم، أو إعادة عملية الإنتاج أو إدخال المساحات والفراغات من جديد وإنتاج بدائل جديدة، فهذه المرحلة تعتمد على المهندس المصمم اعتماداً كليا (El-Gewely, 2010).

٢-٦-٤ المناقشة

تُعد أداة FWT برهان على إمكانية إنتاج عمل معقد بواسطة قواعد بسيطة في عالم البرمجيات، فهي أداة تُنتج تصميمات تحاكي تصميم لأحد رواد العمارة الحديثة، بغض النظر عن أنها عملية تقليد أو أنها تفتقر لإبداع، ولكنها تعطي الأمل للبرمجيات لإنتاج العديد من الأدوات أو البرامج التي تحاكي العديد من الأعمال أو المعماريين الرواد في تاريخ العمارة لإنتاج تصميمات تتسم بصفاتهم وبسرعة شديدة.

رغم ذلك كان يُفضل أن يكون النموذج المستخدم في هذه النسخة التجريبية هو نموذج يمكن أن يستغل عمليا أو تعليميا، على سبيل المثال؛ نموذج لعمل من أعمال المعماري الكبير حسن فتحي، أو نموذج من تصميمات أحد المعماريين العالمين الذي يمكن استغلال بدائله في أكثر من موقع، أو نموذج فيلا أو عمارة ذات تصميم جيد – في نظر عدد من المعماريين والعملاء – ثم برمجته في أداة خاصة لإنتاج تصميمات بسهولة وسرعة حسب رغبات العميل، وبذلك يحقق هدف من أهداف هذه البرامج في توفير الوقت والمجهود لإنتاج التصميمات المناسبة.

٢-٧ سييد SEED

نظام SEED: هو برنامج يدعم ويفيد المصمم في المرحلة الأولي لتصميم البناء، وقد اقترح هذا النظام كل من الباحثين Ulrich Flemming و Robert Coyne و James Snyder في جامعة كارنيجي ميلون Carnegie Mellon في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٤، بالتعاون مع سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي ومعامل باتيل Battelle والمعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا ومُجمع البحوث الاسترالية وجامعة أديلايد Adelaide.

ومصطلح SEED هو اختصار:

Software Environment to support Early building Design

وهو نظام يحلل ويطور الحلول، بالإضافة إلى السرعة في الوصول إلى الحل معتمدا على الحاسب الآلي الذي يدعم مراحل عمليات تخزين واستعادة وإعادة تهيئة لحلول تصميمية سابقة معتمدة على التصميم المبني على حالات سابقة CBD، وتلك الحلول مقسمة Decomposed بشكل هرمي إلى حالات أو أجزاء من حالات تصميمية (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

وطبقا لـ Flemming, Coyne & Woodbury (1993) ينقسم SEED إلى ثلاث نماذج:

أ) SEED-Pro: يهتم بالبرنامج المعماري (وظائف وحجم الفراغات).

ب) SEED-Layout: يهتم بالتصميم ككل وحدود المبنى (المكونات الوظيفية – المحتوى – التكلفة والبرنامج وتوزيع الفراغات في الطوابق المختلفة).

ج) SEED-Config: عمل نموذج التصميم ثلاثي الأبعاد.

وسنتعرض هنا لنموذج SEED-Layout فقط، حيث انه يُنتج تصميمات أوليه.

٢-٧-١ أساس البرنامج

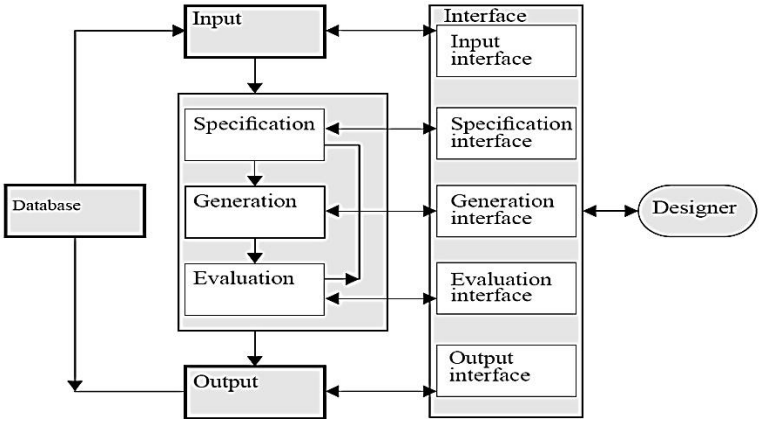
الهدف من SEED هو تقديم الدعم بمفهومه العام، للتصميم الأولي للبناء في كل أشكاله الذي يمكن الحصول عليه من إمكانيات الحاسب الآلي، ولا يتضمن هذا البرنامج استخدام الحاسب الآلي في عمليات التحليل والتقييم فقط، ولكن أيضا في عمليات إنتاج تصميمات سريعة بشكل فعال وأكثر دقة (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

وحسب Flemming, Coyne & Snyder (1994) يتكون SEED من نظامين أساسيين هما:

أ) LOOS/ABLOOS: هو نظام توليدي لتخليق تخطيطات مستطيلة.

ب) Genesis: هو نظام مبني على قواعد Rule-based يدعم إنتاج أجيال من الكتل ثلاثية الأبعاد.

والشكل (٢-٤٦) يوضح هيكل نظام SEED وفيه تدفق البيانات بين مكونات النظام والمستخدم و قاعدة البيانات.



شكل رقم (٢-٤٦) هيكل نظام SEED
(Coyne, Flemming, Piela, & Woodbury, 1993)

٢-٧-١-١ العناصر الأساسية

يتعامل SEED-Layout في الأساس مع المشاريع المعمارية ذات الطابع التكراري مثل الثكنات العسكرية، ولكن أيضا يتعامل مع أنواع أخرى مثل المستشفيات والوحدات السكنية وغيرهما من أنواع المشاريع التي تتوفر في قاعدة البيانات الخاصة به، حيث يعتمد على مكتبة حالات تصميمية سابقة، علاوة على ذلك قد تكون الحالات مقسمة إلى تسلسل هرمي، مصحوبان بنظام توليدي (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

ويمكن تقسيم التصميم باستخدام SEED-Layout إلى ثلاثة أقسام حسب حجم المشروع المراد تصميمه وهم كالتالي (Flemming U. , 1999):

أ) SEED-Layout Fundamentals: وهو للمباني الصغيرة ذات الطابق الواحد مثل الوحدات الصحية ذات طبيب واحد أو أثنين.

ب) Hierarchical Layout Generation: وهو للمباني متعددة الطوابق وذات المناطق الوظيفية Zones و أنواع أخري من نوعية المباني الفرعية مثل المنازل.

ج) The SEED-Layout Design Space: وهو للمباني المعقدة مثل مبني المطافئ.

٢-٧-١-٢ الوصف

تم تقسيم الحالات التصميمية داخل SEED-Layout إلى مشكلات فرعية أخرى Sub-Problems، كتقسيمها إلى طوابق منفصلة أو إلى مناطق وظيفية خاصة في كل طابق أو إلى غرف ضمن كل منطقة، وكذلك إلى معدات أو مفروشات في كل غرفة، وذلك لتسهيل إمكانيات استرجاع أو استعادة حلول تصميمية سابقة مناسبة، حيث أن حل المشكلة التصميمية ممكن أن يكون ناتج تسلسل هرمي تحليلي داخل هذه الحالات الفرعية، ويتحدد في هذه الحالات

التصميمية وظيفتها والموقع المحيط والتكلفة وملاحظات أخري خاصة بالبرنامج الوظيفي، ويكون الناتج عبارة عن مسقط تخطيطي وظيفي محدد عليه الفراغات وتوزيعها.

وذكر Flemming, Coyne & Snyder (1994) أن إمكانية إعادة الاستخدام تهدف إلى مساعدة المصممين بطريقتين هما:

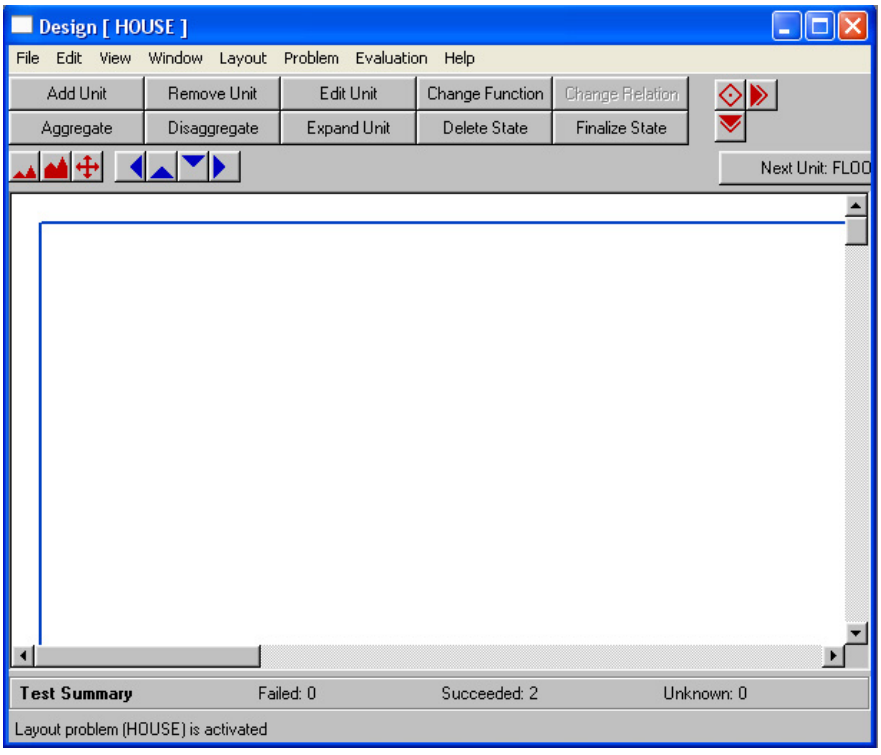
أ) الدخول إلى ذاكرة كبيرة من الحالات السابقة.

ب) الحصول على حلول أولية بسرعة، ومن ثم عمل التعديلات اللازمة تحت إشراف المصمم.

٢-٧-١-٣ العرض

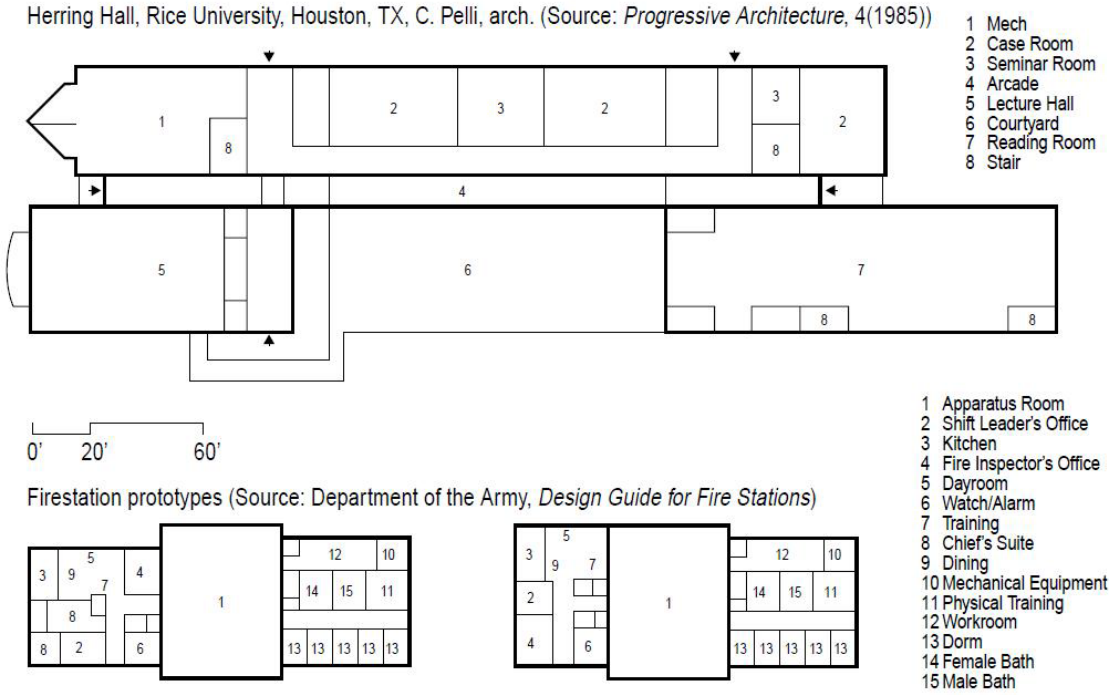
تم تصميم البرنامج لكي يتعامل معه المعماريون والمهندسون من التخصصات الأخرى، وفيه يجب على المصمم أن يكون قادراً على استعادة الحلول التصميمية السابقة واستخدامها وتوظيفها بشكل مناسب للمشكلات التصميمية المشابهة، ومن خصائص البرنامج أن عملية فهرسة الحالات وغيرها من العمليات التي يقوم بها البرنامج تحدث في خلفية البرنامج مخفية عن المصمم الموجود أمام واجهة التطبيق (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

والشكل رقم (٢-٤٧) يوضح واجهة التطبيق لنموذج SEED-Layout ويظهر فيها قوائم البرنامج – للاطلاع على شرح القوائم وطريقة عمل البرنامج راجع الملخص المقدم من Ulrich Flemming تحت اسم *SEED-Layout Tutorial* (Flemming U. , 1999).



شكل رقم (٢-٤٧) واجهة التطبيق لـ SEED-Layout
(Flemming U. , 1999)

ويوضح الشكل (٢-٤٨) مثالين لطريقة عرض الحالات الناتجة في SEED-Layout والتي تكون مسقط أفقي تخطيطي للمشروع، وهي ممثله بخطوط فردية تعبر عن المحاور للفراغات المهمة وعناصر الحركة الرئيسية في الدور مرسومه بمقياس رسم محدد، وفي أعلي الشكل نجد تصميم لمبني قاعات محاضرات بجامعة رايس وأسفل الشكل مبني مكافحة حريق (Flemming U. , 1999).



شكل رقم (٢-٤٨) طريقة عرض ناتج التصميم لـ SEED-Layout
(Flemming U. , 1999)

٢-٧-٢ إنتاج التصميمات

تتم عملية إنتاج التصميمات في SEED معتمدة على مكتبة حالات، ويتم استرجاع الحالات التصميمية منها آليا بعد مطابقة الخصائص والمتطلبات مع الحالة الحالية المراد تصميمها، وذلك اعتمادا على الشيئية Object-Oriented، والتي يمكن مقارنة سماتها بالعناصر الأخرى، حيث فُهرست الحالات بمبدأ العنصر تلو العنصر Object-by-Object والسمة تلو السمة Attribute-by-Attribute . وقد تم فهرسة الحالات في مكتبة SEED بطريقة موحده بقدر الإمكان، للتأكيد على منطق مشترك بين النماذج المختلفة به، وهذا يعطي فرصة للاختيار بين النماذج وأيضا بين أجزاء الحالات التصميمية (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

وحسب Flemming, Coyne & Snyder (1994) يعتمد تصنيف الحالات التصميمية في SEED على عنصرين أساسين هما:

الوحدات التصميمية Design Units: هي أساس تمثيل التصميم وهي محور الاهتمام الرئيسي أثناء الحل، والتي تركز في تحديد شكل ومكان والسمات غير الهندسية للفراغات، والوحدات التصميمية عموما متعددة الوظائف لتحقيق أكثر من غرض في استخداماتها.

أما الوحدات الوظيفية Functional Units: فهي تجمع كل المتطلبات التي تحقق مع الوحدة التصميمية تكوين واحد، وتعرف المشكلة التصميمية من حيث الشكل والمكان وتحدد أيضا خصائصها التي تناسب التمثيل المطلوب في محتوى تصميمي معين.

٢-٧-٣ معالجة التصميم

عندما يطلب المصمم من SEED-Layout إيجاد أو ترشيح الحلول الجيدة من مكتبة الحالات لحل المشكلة الحالية، يحاول البرنامج إيجاد الحلول التي تحقق على الأقل كل الوحدات الوظيفية، ولكن في مرحلة التحسين مثل هذه الحلول تتضمن وحدات تصميمية ذات وحدات وظيفية غير محددة، وبعد عملية الاسترجاع تصبح الوحدات التصميمية الجديدة جزء من حل المشكلة الحالية، والوحدات الوظيفية المقترنة بها تصبح جزء من المشكلة الحالية حيث يصبحون جاهزون للبحث والتصحيح، والحالة التصميمية المعالجة هنا يمكن أن تحتوي على مواصفات المشكلة، ويدعم SEED التصحيح التفاعلي للمشكلة، فبعد استرجاع الحالة التصميمية تبدأ عمليات على التوازي في خلفية البرنامج لإعادة ضبط هيكل الحالة المسترجعة، لتواكب الحالة الحالية آليا أو تتم بالتفاعل مع المصمم، وهناك إمكانية إصدار أوامر لتعديل الحل النهائي للتصميم، وبالتالي تحدث عمليات ضبط خصائص الحالة التصميمية آليا مرة أخرى أو بمعرفة المصمم (Flemming, Coyne, & Snyder, 1994).

٢-٧-٤ المناقشة

يُعد نظام SEED من أكبر المشاريع المشتركة بين عدد مختلف من الهيئات لإنتاج نظام خبير يساعد المصممين في مراحل التصميم الأولي، حيث أنه يعتمد على مكتبة حالات تصميمية سابقة ونظم تقسيم المشكلة التصميمية ونظم توليدية لإنتاج مسقط أفقي تخطيطي، ويعتبر استخدام العناصر المحددة وفهرسة الحالات بالعنصر من أسباب نجاح النظام، حيث أعطى الفرصة في اختيار الحل المناسب بطريقة تحليلية وسريعة.

ومن مميزات SEED أنه يتعامل مع المشروع من خلال ثلاث نماذج تهدف إلى الوصول إلى التصميم الأمثل، حيث يبدأ بوضع البرنامج الوظيفي المناسب للمشروع ثم مسقط أفقي تخطيطي ثم الوصول إلى تصميم ثلاثي الأبعاد، وكذلك من مميزاته أنه يتعامل مع كل حالة

تصميمية على حسب حجمها، حيث يتم التعامل معه بثلاثة طرق لتصميم المسقط الأفقي طبقا لمدى تعقد البرنامج الوظيفي للمشروع، ولكن كل طريقة من هذه الطرق تحتاج التدريب عليها بصورة منفصلة للوصول إلى التصميم الأمثل.

وقد قام مصممي SEED بعمل دليلين مرجعي Manual وأخر تعليمي Tutorial للاستفادة من البرنامج، وتم وضع نسخة من البرنامج والدليلين على الأنترنت للإسهام في تطوير مثل هذه النوعية من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري في الموقع التالي – أخر زيارة مايو ٢٠١١:

http://www.andrew.cmu.edu/user/ujf/download_files/SLdownload.html

وبالفعل ظهرت بعض التطبيقات المعتمدة على SEED منها SL_CB للمباني السكنية (Lee, 2002) وفي مصر برنامج Hospital Building Standard Checking لأنظمة المستشفيات (Nada, 1999).

ملخص الباب الثاني

نلخص الباب الثاني في جدول المقارنة التالي بين البرامج المختلفة

	نماذج تحليل المشكلة DP		نماذج الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR		نظم التصميم الإنتاجية GDS		عدد من الاتجاهات المختلفة
	YASMIN	PBSpace	CADRE	MONEO	GAT	FWT	SEED
الجهة المسئولة عن البرنامج	جامعة الزقازيق – فرع بنها – كلية الهندسة بشبرا	جامعة تكساس Texas A&M	المعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في مدينتي زيورخ ولوزان	تحت إشراف مشترك من جامعة الإسكندرية وجامعة كايزرسلاوترن بألمانيا	جامعة واشنطن	جامعة الإسكندرية – كلية الهندسة	جامعة كارنيجي ميلون Carnegie Mellon
مصمم البرنامج	أشرف عبد المنعم جعفر	Scott Anthony Arvin	عمل مشترك بين المهندسين المعماريين وعلماء الكمبيوتر	دينا محمد سامح طه	هدى هومايوني	مها حسني أحمد الجويلي	Ulrich Flemming و Robert James Snyder و Coyne
الفترة الزمنية	١٩٩٦	٢٠٠٤	١٩٩٠ – ١٩٩٤	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠١٠	١٩٩٤
الهدف من البرنامج	مقترح لمساعدة المعماريين في مراحل التصميم الأولى	مقترح لمساعدة المصممين في مراحل التصميم الأولى	يساعد على إعادة استخدام نماذج التصميم السابقة في إنتاج تصاميم جديدة	أداة تستخدم في مساعدة المصمم في المراحل التصميمية الأولى للعملية التصميمية بعرض حلول مشابهة فقط	أداة تستخدم في إنتاج تصميمات مساعدة في المراحل التصميمية الأولى للعملية التصميمية	أداة تستخدم في إنتاج تصميمات مساعدة في المراحل التصميمية الأولى للعملية التصميمية	يدعم ويفيد المصمم في المرحلة الأولى لتصميم المبنى
الأسلوب المتبع في البرنامج	تخطيط المساحات، حيث يعمل البرنامج وفق نموذج رياضي محدد يعتمد على علاقات الوظائف المختلفة وتوجيه الفراغات الخاصة بها	تخطيط المساحات، حيث يعتمد على نموذج رياضي فيزيائي والعلاقات الوظيفية بين الفراغات المعمارية وقوتها	التصميم المبني على حالات سابقة (CBD)	الاستدلال المبني على حالات سابقة (CBR)	الخوارزميات الوراثية	الخوارزميات	التصميم المبني على حالات سابقة CBD ونظم تحليل المشكلة والنظم التوليدية
الحالات في البرنامج	لا يقتصر على نوع محدد من أنواع المشاريع المعمارية	لا يقتصر على نوع محدد من أنواع المشاريع المعمارية	حالات متنوعة مقسمة إلى حالات معقده وحالات بسيطة حسب تاريخها التصميمي	الوحدات السكنية منخفضة ومتوسطة التكاليف	لا يقتصر على نوع محدد من أنواع المشاريع المعمارية	أداة لإنتاج نماذج من فيلا الشلالات	المشاريع المعمارية ذات الطابع التكراري وكذلك المستشفيات والوحدات السكنية وغيرهما
وصف الحالات	عبارة عن وضع العناصر بشكلها وأبعادها الحقيقة، مع تحقيق احتياجات العناصر من التوجيه المناخي أو البصري في صورة مسقط أفقي ابتدائي	يتم وصف حالة كل عنصر وعلاقته بالعناصر الأخرى بتمثيل العنصر بأركانه الأربعة ومتصل من نقطة المركز بالعناصر الأخرى تحت تأثير عدد من المحددات والروابط	يتم تمثيل الحالات بنظامها الإنشائي وطبيعته ووظيفته	الحالات مقسمة إلى مناطق وظيفية وعناصر حركة، وكل عنصر يحتوي على مجموعة من المحددات مثل رقم الفراغ والمساحة	الحالات التصميمية عبارة عن أجيال ناتجة عن تصميمات سابقة تمثل الآباء لها	تحليل فيلا الشلالات ثم استنتاج وتطبيق عدد من المحددات التصميمية لإنتاج بدائل تصميمية منبثقة منها	تقسيم الحالات التصميمية إلى مشكلات فرعية أخرى، حيث أن حل المشكلة التصميمية ممكن أن يكون ناتج تسلسل هرمي تحليلي داخل هذه الحالات الفرعية
طريقة عرض الحالات	تعرض في صورة مسقط أفقي تخطيطي	تعرض في صورة مسقط أفقي تخطيطي	تعرض في صورة مسقط أفقي كامل	نماذج لحالات تصميمية سابقة كاملة	تعرض في صورة مسقط أفقي تخطيطي	عرض البدائل في صورة نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج 3DMax	تعرض في صورة مساقط أفقية تخطيطية، محدد عليها عناصر الحركة والفراغات المهمة وغيرها
إنتاج التصميمات	يعتمد علي نموذج رياضي	يعتمد علي نموذج رياضي	ينتج تصميمات عن طريق تغيير الأبعاد لنماذج سابقة	يعرض البرنامج الحالات المشابهة لمخطط العلاقات الوظيفية، حيث تمثل الاحتمالات الممكنة لحل المسقط الأفقي للوحدة السكنية المراد تصميمها	ينتج عدد من البدائل معتمدة على الخوارزميات الوراثية	لا يسترجع حالات وإنما يُنتج بدائل منبثقة من فيلا الشلالات	يتم استرجاع الحالات التصميمية آليا بعد مطابقة الخصائص والمتطلبات مع الحالة الحالية المراد تصميمها اعتمادا على الشيئية Object-Oriented
معالجة التصميم الناتج	تعتمد معالجة التصميم في الأساس على المهندس المصمم	يسمح للمصمم بالتفاعل معه في تعديل وحل المشكلة التصميمية	يشارك المستخدم البرنامج في وضع محددات التصميم الجديد ويقوم البرنامج بتطوير الحل أو الجمع بين الحالات	لا يعالج الحالات التصميمية وإنما يعرضها فقط	تعتمد معالجة التصميم في الأساس على المهندس المصمم	لا يعالج الحالات وإنما يُنتجها فقط طبقا لمجموعة من القواعد ثم يقيمها المهندس المصمم	يدعم التصحيح التفاعلي للمشكلة

الباب الثالث

تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

"إن المعرفة التي لا يرافقها التنفيذ أسوأ من الجهل بها ."

(مجهول)

البـــــاب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

عملية التصميم المعماري

* تعريفات.
* مراحل عملية التصميم المعماري.

الإتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

* نماذج تحليل المشكلة.
* الاستدلال المبني على حالات سابقة.
* نظم التصميم الإنتاجية.

ملخص الباب الأول

البـــــاب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

* YASMIN
* P.B. SPACE
* CADRE
* MONEO
* Genetic Algorithm Toolbox
* Falling Water Toolbox
* SEED

ملخص الباب الثاني

البـــــاب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

التطبيقات العملية

تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

ملخص الباب الثالث

النتائج والتوصيات

٣ الباب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

بعد التعرف على عدد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري واتجاهاتها المختلفة، نستعرض في هذا الباب الحديث عن تجارب عملية على عدد من هذه البرامج في مرحلة التصميم، وهي أربعة تجارب على أربعة برامج مختلفة من البرامج، وقد تم تحديد البرامج التي تتعامل مع الوحدات السكنية من البرامج المتاحة، ثم تحليل ناتج هذه البرامج وتقييمها للوقوف على مدى قدرتها على إنتاج تصميمات، وكيفية الاستفادة منها لمساعدة المعماريين، وذلك من خلال معايير للتقييم والتصنيف معتمده على الاتجاهات المتبعة للتصميم باستخدام الحاسب الآلي المذكورة في الباب الأول.

يبدأ الباب أولاً بتحديد معايير التصنيف والتقييم للبرامج، ثم جزء التطبيقات العملية؛ وفيه وصف للتجارب التي تمت على البرامج، وخلال هذه التجارب سيتم توحيد مُدخلات البرامج في بداية التصميم من حيث:

(الفراغات المعمارية – مساحة الفراغات – توجيه الفراغات – العلاقات الوظيفية بين الفراغات).

ثم ينتهي الباب بمقارنة بين البرامج لتحليل نتائجها وتقييمها للوصول إلى تصنيف وتقييم للبرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري.

٣-١ معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

فيما يلي سيتم تناول كلاً من المعايير التي ستُصنف عليها البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، وتلك التي ستُقيم على أساسها، وذلك للوقوف على مدى فاعلية هذه البرامج لعملية إبداعية معقدة مثل التصميم المعماري. ومعايير التصنيف ستكون حسب الاتجاهات المتبعة للتصميم باستخدام الحاسب الآلي طبقا للباب الأول، ثم الانتقال لمعايير التقييم التي ستُطبق على البرامج التي ستتم عليها التجارب العملية، وسيكون التقييم عن طريق تحديد مدي تحقيق البرنامج لكل نقطة من نقاط التقييم لتحدد كفاءته طبقا لهذه المعايير.

٣-١-١ معايير التصنيف

بناءً على ما سبق ذكره في الباب الأول عن الطرق والاتجاهات المتبعة في التصميم باستخدام الحاسب الآلي، سنضع معايير لتصنيف هذه البرامج، وهذه المعايير التصنيفية تُمثل أكثر من اتجاه، حيث أن منها ما هو زمني وأخر حسب كون البرنامج مساعد للمهندس المصمم أم يُنتج تصميم وغيرهما من المعايير، ومن هنا سينتج أكثر من تصنيف تتداخل فيهم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، وفيما يلي معايير التصنيف لهذه البرامج:

٣-١-١-١ تصنيف من حيث نوعية المشاريع:

- كل أنواع المباني.
- أنواع محددة.
- نوع واحد فقط.

٣-١-١-٢ تصنيف من حيث طبيعة نتائج البرنامج:

- عرض نتائج مشابهة بغرض إرشادي.
- يُنتج تصميم كامل.
- يُنتج مسقط تخطيطي.

٣-١-١-٣ تصنيف من حيث غرض البرنامج:

- تعليمي.
- مهني.
- تعليمي ومهني.

٣-١-١-٤ تصنيف من حيث تقديم بدائل:

- بدائل لا نهائية.

- عدد محدود من البدائل.
- بديل واحد فقط.

٣-١-١-٥ تصنيف من حيث وصف الحالات التصميمة الناتجة:

- وصف بالرسومات Graphical.
- وصف بالشرح النصي Textural.

٣-١-١-٦ تصنيف من حيث الفترة الزمنية:

- ١٩٩٠ – ١٩٩٩.
- ٢٠٠٠- ٢٠٠٩.
- ٢٠١٠ حتي الأن.

٣-١-٢ معايير التقييم

معايير التقييم هي المعايير التي ستطبق على البرامج المستخدمة في التجارب العملية التالية على عدد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري لتقييم النتائج الفعلية لهذه البرامج، وذلك من حيث طريقة إدخال البيانات ومدى تحقيق البرنامجين الوظيفي والفراغي وغيرهم من النقاط المؤثرة في التصميم، وفيما يلي معايير التقييم:

أ) إدخال البيانات:

- طريقة إدخال البيانات: رسم – كتابة.
- مدة إدخال البيانات: قصيرة (أقل من نصف ساعة)– متوسطة (من نصف إلى ساعة) – كبيرة (أكثر من ساعة).
- إمكانية التعديل في البيانات: يمكن– إلى حدٍ ما– لا يمكن.
- عدد المحددات المطلوبة لإدخال البيانات: قليل (أقل من ١٠) – متوسط (من ١٠ إلى ٢٠) – كثير (أكثر من ٢٠).

ب) مدى سهولة التعامل مع البرنامج: سهل– إلى حدٍ ما سهل– صعب.

ج) تحقيق البرنامج الوظيفي:

- علاقات الفراغات: يحققها– يحققها إلى حدٍ ما– لا يحققها.
- توجيه الفراغات: يحققها– يحققها إلى حدٍ ما– لا يحققها.

د) تحقيق البرنامج الفراغي:

- أبعاد ونسب الفراغات: مقبولة– مقبولة إلى حدٍ ما– غير مقبولة.
- مساحات الفراغات: يحققها– يحققها إلى حدٍ ما– لا يحققها.

هـ) الإظهار(طريقة عرض المساقط الأفقية الناتجة):

- طبيعة رسم الحوائط: خط واحد – حائط ذو سُمك.
- وجود الفتحات المعمارية: توجد – لا توجد.
- أسماء الفراغات: توجد – لا توجد.
- تجاور ومحاذاة الفراغات لبعضها البعض: جيد – متوسط – سيئ.

و) الاعتماد على برنامج آخر لإتمام المهمة: يعتمد – لا يعتمد.

ز) إمكانية عرض الناتج على العميل مباشرة دون تنقيح: تحتاج تنقيح – لا تحتاج.

ح) مدى جودة التصميم (بناء على رأي معماريين وأستاذة عمارة): جيد – متواضع – سيئ.

وفيما يلي نستعرض التجارب العملية التي تمت على عدد أربعة برامج مختلفة تمثل أكثر من اتجاه من الاتجاهات المتبعة للتصميم بمساعدة الحاسب الآلي.

٣-٢ التطبيقات العملية

في هذا الجزء من البحث نستعرض عدد من التجارب العملية على عدد من البرامج المتاحة، وذلك بتوحيد برنامج وظيفي لوحدة سكنية، وقد تم اختيار الوحدة السكنية لأن كل البرامج المستخدمة في التجربة يمكنها التعامل معها، ويتكون البرنامج الوظيفي للوحدة من الفراغات التالية:

- المدخل والطرقة الرئيسية.
- غرفة المعيشة.
- غرفة الطعام.
- المطبخ وحمام للضيوف.
- غرفة نوم رئيسية ملحق بها حمام خاص وغرفة للملابس.
- غرفتين نوم.
- حمام رئيسي.

ويوضح الشكل التالي (شكل رقم ٣-١) مصفوفة العلاقات الوظيفية، وفيها تم تحديد قوة العلاقة الوظيفية بين الفراغات وكذلك التوجيه المطلوب للفراغ، ويمثل الشرق الزاوية (صفر) وذلك على اعتبار نقطة الأصل هي صالة المدخل في وسط المشروع التصميمي، ويوضح الشكل أيضا المساحة بالمتر المربع، وقد تم تقسيم قوة العلاقات الوظيفية إلى خمس مستويات وتم إعطاء كل درجة من درجات العلاقات رقم يناسبها، وهذه العلاقات هي:

- قوية جدا (١٠ درجات).
- قوية (٨ درجات).
- متوسطة (٥ درجات).
- ضعيفة (درجتين).
- منعدمة (صفر).

رقم	التوجيه بداية	التوجيه نهاية	المساحة م²	اسم الفراغ
١	٠°	٠°	٦	صالة المدخل
٢	-٥°	٥°	٨	طرقة
٣	٠°	٩٠°	١٥	غرفة نوم١
٤	-٤٥°	٤٥°	١٥	غرفة نوم٢
٥	-٩٠°	٠°	٢٠	غرفة نوم رئيسية
٦	-٩٠°	٤٥°	٤	حمام للنوم الرئيسية
٧	-٩٠°	٤٥°	٤	ملابس للنوم الرئيسية
٨	-٩٠°	٠°	٥	الحمام الرئيسى
٩	٦٠°	١٣٥°	٩	المطبخ
١٠	٦٠°	١٣٥°	٢	حمام الضيوف
١١	١٢٠°	١٥٠°	١٦	طعام
١٢	١٣٥°	٢٢٥°	٢٠	معيشة

(١٠) قوية جدا (٨) قوية (٥) متوسطة
(٢) ضعيفة (٠) منعدمة

شكل رقم (٣-١) مصفوفة العلاقات الوظيفية المستخدمة في التجارب العملية

(إعداد الباحث)

وقد تم اختيار أربعة برامج مختلفة من البرامج المتاحة تمثل اتجاهين مختلفين في طريقة العمل، وكذلك في كيفية مساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية وهم:

- المجموعة الأولي: تتكون من برنامجين معتمدين على نماذج رياضية وهما Yasmin و Pbspace.
- المجموعة الثانية: تتكون من برنامجين معتمدين على حالات تصميمية سابقة وهما Moneo و SEED.

والتعامل مع هذه البرامج سيكون على أساس المنهج التالي:

- وصف عام للبرنامج
- خطوات عمل التجربة
  - قوائم البرنامج
  - إدخال البيانات
  - عرض النتائج الأولية
- النتائج النهائية
- الإيجابيات
- السلبيات

وفيما يلي عرض للتجارب العملية على البرامج المساعدة للتصميم المعماري.

٣-٢-١ برنامج Yasmin

٣-٢-١-١ وصف عام للبرنامج

برنامج ياسمين: هو برنامج يقوم على نموذج رياضي للوصول إلى الحل الأقرب للأمثل للتصميم – انظر الباب الثاني– لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية؛ لإنتاج عدد من البدائل الممكنة، ويكون إنتاج هذه البدائل معتمدا على المعلومات التي يدخلها المعماري للبرنامج، وقاعدة البيانات للبرنامج والمحتوية علي نوعية الفراغات والنسب المئوية بين أطوال أضلاعها، مع العلم أنه يمكن إضافة فراغات جديدة أو تعديل نسب الفراغات في قاعدة البيانات.

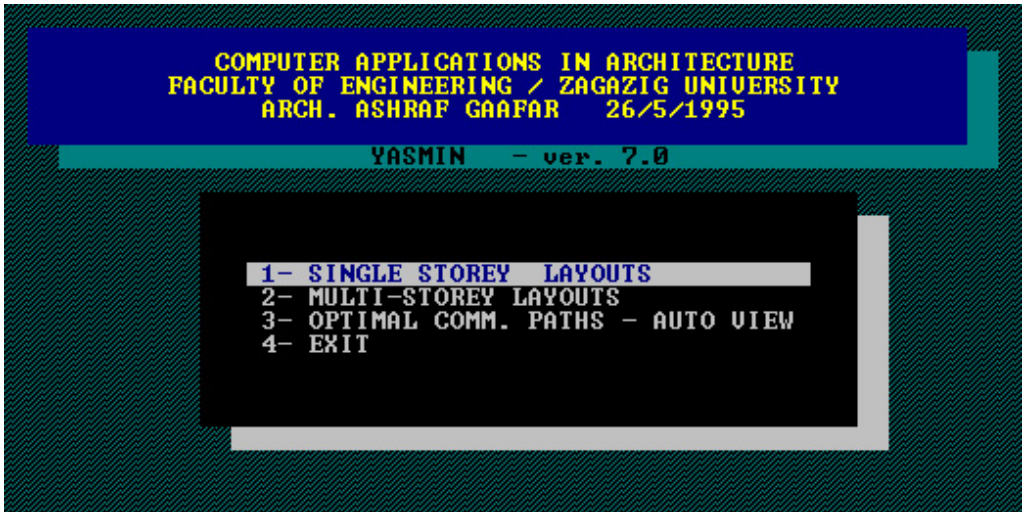
سيتم استخدام الإصدار رقم ٧ (YASMIN Ver.7) من البرنامج في هذه التجربة، ويعمل البرنامج تحت نظام التشغيل DOS، ولكنه يعمل أيضا تحت نظام التشغيل ويندوز Windows حتى الإصدار Windows XP.

يظهر بوضوح تأثير نظام التشغيل ولغة البرمجة المستخدمة في تصميم واجهة التطبيق، فالبرنامج قد تمت عملية البرمجة باستخدام لغة PROLOG، لذلك نجد البرنامج يتعامل فقط من خلال لوحة المفاتيح لإدخال أسماء الفراغات والأرقام المستخدمة في عملية إدخال البيانات للمشروع المراد تصميمه.

٣-٢-١-٢ خطوات عمل التجربة

٣-٢-١-٢-١ قوائم البرنامج

يبدأ البرنامج وتظهر شاشة تعريف البرنامج وفيها تعريف بالجامعة والباحث ولجنة الإشراف وسنة إنتاج البرنامج – البرنامج جزء من رسالة علمية، ثم تظهر واجهة التطبيق وبها عدد من الاختيارات (شكل رقم٣-٢)، ومنها يتم اختيار SINGLE STOREY LAYOUTS حيث سيتم التعامل مع وحدة سكنية مكونة من دور واحد.



شكل رقم (٣-٢) واجهة تطبيق Yasmin ver. 7 يظهر بها الفروع المختلفة للبرنامج

تظهر بعد ذلك نافذة أخري فيها مجموعة من الأوامر، والتي من خلالها سيتم إدخال جميع البيانات اللازمة لإنتاج بدائل التصميم (شكل رقم ٣-٣)، وفيها بالترتيب:

١) إدخال بيانات مشروع جديد.
٢) تغيير مقياس الرسم أو الهوامش لمشروع معين.
٣) تعديل بيانات مشروع معين.
٤) رسم/إنتاج تصميم لبيانات مشروع معين.
٥) إضافة عناصر ثابتة مثل السلالم و المناور.
٦) عمل تقرير لمشروع معين باستخدام بياناته المخزنة سابقا.
٧) الخروج إلي نظام التشغيل DOS ثم العودة.
٨) الوصول إلى قاعدة بيانات البرنامج لإضافة نوع معين من المباني أو الفراغات أو تعديل نسب الأضلاع لفراغ معين.
٩) عمل ملف Script لرسم المشروع بالأوتوكاد.
١٠) الرجوع إلي القائمة الرئيسية للبرنامج (شكل رقم ٣-٢).

شكل رقم (٣-٣) واجهة تطبيق SINGLE STOREY ver. 4.2 ضمن برنامج Yasmin

٣-٢-١-٢-٢ إدخال البيانات

تعتمد عملية إدخال البيانات في برنامج ياسمين في الأساس على الأرقام، وهذه الأرقام تنتج من مصفوفة العلاقات الوظيفية، وبالاعتماد على مصفوفة العلاقات الوظيفية السابقة (شكل رقم ٣-١) تبدأ خطوات عملية الإدخال، وتبدأ باختيار ENTER NEW ELEMENTS DATA من SINGLE STOREY LAYOUTS، يطلب البرنامج ملف المعلومات المخزنة Data، وبه نوعية المشروع ونسب الأضلاع للفراغات، وامتداد هذا الملف هو (*.KBS)، وهو اختصار لـ Knowledge Base System، ثم تبدأ مرحلة إعداد شاشة الرسم بالسؤال عن مقياس الرسم

للمشروع (شكل رقم ٣-٤)، ثم السؤال عن مقاس الهامش بالشاشة، يلي ذلك تحدد عدد عناصر المشروع (شكل رقم ٣-٥)، ثم نوعية المشروع المراد تصميمه وهو هنا السكني Housing (شكل رقم ٣-٦)، يليها تحديد أكثر لهوية المشروع السكني بذكر اسم المشروع (شكل رقم ٣-٧).

شكل رقم (٣-٤) تحديد مقياس الرسم

شكل رقم (٣-٥) تحديد عدد عناصر المشروع

شكل رقم (٣-٦) تحديد نوعية المشروع

شكل رقم (٣-٧) تحديد اسم المشروع

ثم تبدأ مرحلة إدخال بيانات العناصر المكونة للمشروع وذلك بكتابة اسم الفراغ الأول (شكل رقم ٣-٨)، وبعد كتابة اسم الفراغ يسأل البرنامج عن مساحته (شكل رقم ٣-٩)، فيتم إدخال المساحة طبقا للمساحات الموجودة في مصفوفة العلاقات السابقة، ويحتوي ملف البيانات الموجود في البرنامج على أسماء الفراغات إما كاملة أو مختصرة؛ مثل COR = CORRIDOR وKIT = KITCHEN وهكذا، وكل فراغ له نسبة بين الطول والعرض، وتظهر باقي أسماء الفراغات ونوعية المشروع واسم المشروع والنسب بين أضلاعها – باعتبارها مستطيل أو مربع، كما في شكل رقم (٣-١٠) الذي يعرض جزء من ملف قاعدة البيانات المخزنة في البرنامج، ثم بعد كتابة مساحة الفراغ يسأل البرنامج عن التكلفة المتوقعة لهذا العنصر، ولكننا هنا ليس بصدد تحديد التكلفة لذلك سنكتب القيمة واحد فقط في كل الفراغات، ثم ندخل زاوية بدايات تحرك العنصر للوصول لأفضل توجيه (شكل رقم ٣-١١)، ثم زاوية النهاية لتحديد منطقة بعينها للتوجيه العنصر (شكل رقم٣-١٢).

شكل رقم (٣-٨) إدخال اسم الفراغ الأول

شكل رقم (٣-٩) إدخال مساحة الفراغ الأول

```
prop("HOUSING","HOUSE","LOB",1,1)
prop("HOUSING","HOUSE","WC",1.2,1.3)
prop("HOUSING","HOUSE","ROOM2",1.2,1.5)
prop("HOUSING","HOUSE","ROOM1",1.1,1.3)
prop("HOUSING","HOUSE","ENT",1.5,1.2)
prop("HOUSING","HOUSE","M-BATH",3,2)
prop("HOUSING","HOUSE","COR",1.2,1.9)
prop("HOUSING","HOUSE","LIVING",1.77,1.775)
prop("HOUSING","HOUSE","REC-DIN",2,1)
prop("HOUSING","HOUSE","BEDROOM",1.5,1.7)
prop("HOUSING","HOUSE","BEDROOM1",2,1)
prop("HOUSING","HOUSE","GARDEN",1,1)
prop("HOUSING","HOUSE","GARAGE",1.2,1.3)
prop("HOUSING","HOUSE","PARK",1.2,1.5)
prop("HOUSING","HOUSE","OFFICE",1.1,1.3)
prop("HOUSING","HOUSE","HALL",1.5,1.2)
prop("HOUSING","HOUSE","BATH",3,2)
prop("HOUSING","HOUSE","STAIR",1.2,1.9)
prop("HOUSING","HOUSE","UP-LIVING",1.77,1.775)
prop("HOUSING","HOUSE","REC",2,1)
prop("HOUSING","HOUSE","M-BEDROOM",1.5,1.7)
prop("HOUSING","HOUSE","KIT",2,1)
prop("HOUSING","HOUSE","DIN",2,1)
```

شكل رقم (٣-١٠) جزء من قاعدة بيانات برنامج Yasmin

شكل رقم (٣-١١) إدخال زاوية بداية دوران العنصر الأول

شكل رقم (٣-١٢) إدخال زاوية نهاية دوران العنصر الأول

وبعد إدخال بيانات العنصر الأول نبدأ بإدخال علاقته بباقي العناصر حسب مصفوفة العلاقات، وكذلك أهمية ومدى تكرار الحركة بين العنصر الأول والعناصر التالية، وتبدأ هذه الأسئلة بعلاقة العنصر الثاني وتنتهي بأخر العناصر(شكل رقم ٣-١٣)، ثم تكرار الخطوات السابقة بداية من اسم الفراغ حتى علاقته بالفراغات التي تليه فقط في المصفوفة، وذلك كي لا يتم تكرار العلاقات بين الفراغات.

شكل رقم (٣-١٣) إدخال علاقات العنصر الأول بالعناصر التي تليه

وبهذا تنتهي مرحلة إدخال البيانات والعودة إلى القائمة الرئيسة (شكل رقم ٣-٣)، ومنها سيتم إضافة العنصر الثابت في المشروع وهو السلم، وذلك من الاختيار رقم (٥) وفيه يطلب البرنامج اسم العنصر الثابت وأبعاده ومكانه بالنسبة لنقطة الأصل.

٣-٢-١-٢-٣ عرض النتائج الأولية

يحول البرنامج البيانات باستخدام معادلاته الحسابية إلي تقرير خاص به، يرتب فيه العناصر حسب كمية الحركة، وتحديد أهم عنصر ثم الذي يليه حسب العلاقات، ويمكن عرض هذا التقرير الخاص بعناصر المشروع بالاختيار رقم (٦) في شكل رقم (٣-٣)، فينتج الشكل التالي رقم (٣-١٤)، ومن خلال الاختيار رقم (٥) الخاص بالعناصر الثابتة يمكن عرض التقرير الخاص بها (شكل رقم ٣-١٥).

Bld. TYPE PROJECT

HOUSING HOUSE

*** ELEMENT DATA ***

NO.	NAME	X & Y SIZES		S & E ANGLES		COST	T-REL
1	ENT	2.50	2.50	0	0	1.00	5149.00
2	CORRIDOR	5.50	1.20	-5	5	1.00	5016.00
3	ROOM1	3.56	4.21	0	90	1.00	4258.00
4	M-BEDROOM	4.20	4.76	-90	0	1.00	5040.00
5	ROOM2	4.20	3.60	-45	45	1.00	4141.00
6	BATH	2.74	1.83	-90	0	1.00	3778.00
7	KIT	3.00	3.00	60	135	1.00	3028.00
8	WC	1.20	1.75	60	135	1.00	3056.00
9	DINING	4.32	3.70	120	150	1.00	3024.00
10	LIVING	4.32	4.62	135	225	1.00	2637.00
11	DRESSING	2.20	3.00	-45	45	1.00	2000.00
12	M.B.BATH	1.58	2.53	-90	45	1.00	1637.00

شكل رقم (٣-١٤) التقرير الناتج من برنامج Yasmin حول عناصر المشروع

***** UNMOVABLE ELEMENTS REPORT *****

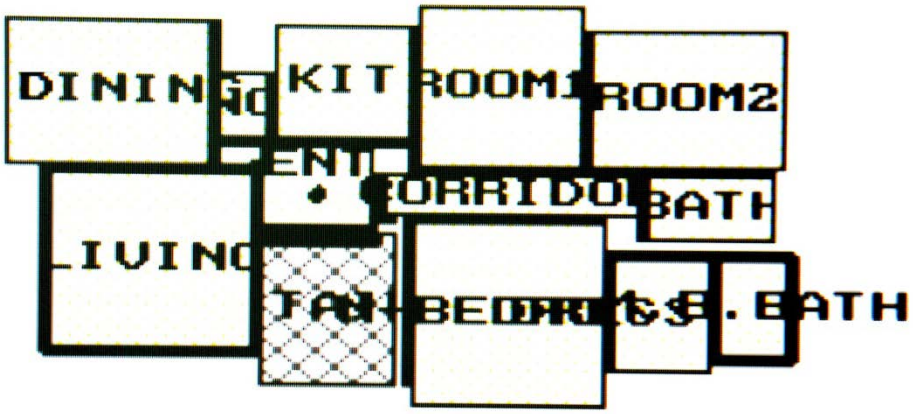
NAME	X-SIZE	Y-SIZE	CENTER X COORD.	CENTER Y COORD.	ORIGIN X COORD.	ORIGIN Y COORD
STAIR	3.00	4.00	0.25	3.00	32.15	26.90

شكل رقم (٣-١٥) التقرير الناتج من برنامج Yasmin حول العناصر الثابتة

بناءً على التقريرين السابقين يُنتج البرنامج البديل التصميمي المطلوب، في البداية يكون العنصر الأول في منتصف الشاشة ممثلا بأبعاده الحقيقية، ثم يرسم العنصر الثاني حسب علاقته بالعنصر الأول (شكل رقم ٣-١٦)، وهنا نلاحظ أن السلم ثابت حسب الوضع المراد له

في التصميم وتبدأ العناصر في التحرك من حوله، ثم تتحرك باقي العناصر حتى الانتهاء من جميع العناصر (شكل رقم ٣-١٧)، وقبل الرسم يسأل البرنامج هل يعرض فراغ تلو الأخر أم يعرض التصميم النهائي مباشرة.

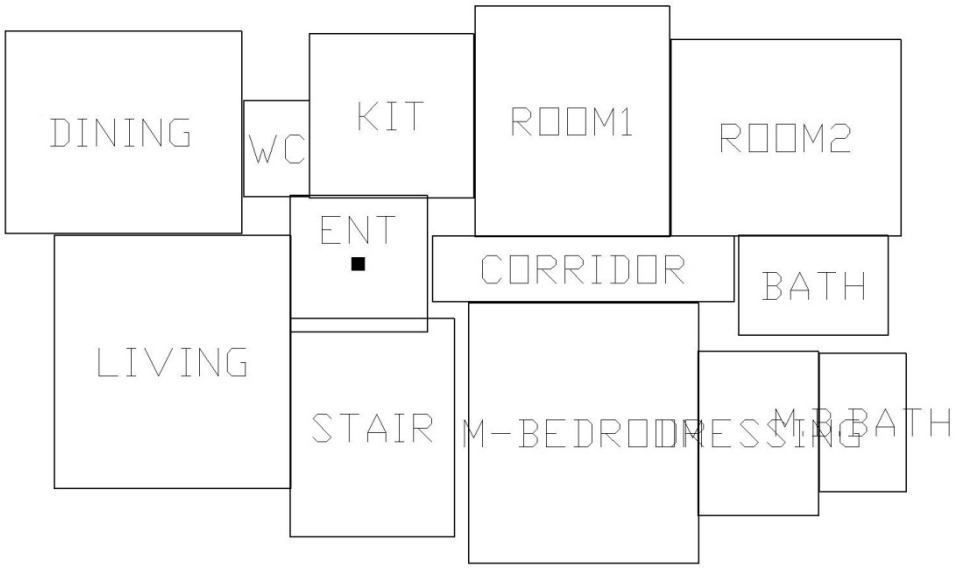
شكل رقم (٣-١٦) علاقة العنصرين الأول والثاني مع العنصر الثابت



شكل رقم (٣-١٧) التصميم الابتدائي الناتج من برنامج Yasmin

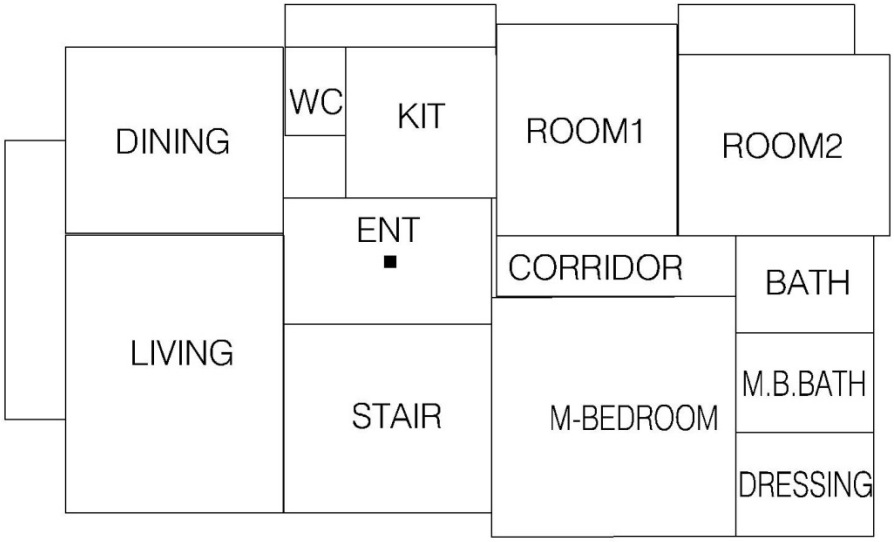
٣-٢-١-٣ الناتج النهائي

يمكن للمهندس المصمم بعد الاطلاع علي الناتج السابق (شكل رقم ٣-١٧) للتصميم الابتدائي أن يعتمده أو عمل تعديلات في أبعاد الفراغات أو توجيهها أو علاقاتها مع الفراغات الأخرى حسب رؤيته الخاصة، وذلك عن طريق الاختيار رقم (٣) في الشكل رقم (٣-٣)، وفور اعتماد البديل التصميمي يتم اختيار رقم (٩) في الشكل رقم (٣-٣)، وبها يُنتج ملف Script، ويتم فتحه باستخدام الأوتوكاد، فيتم رسم التصميم الابتدائي تلقائيا (شكل رقم ٣-١٨)، ومن هنا يستخدم المهندس المعماري ناتج الأوتوكاد للوصول إلي الحل النهائي بعد إضافة بعض التعديلات على الرسم وفتح الأبواب واستكمال إظهار الرسم.



شكل رقم (٣-١٨) المنتج النهائي الناتج من برنامج Yasmin بواسطة الأوتوكاد

والشكل التالي يوضح المسقط الأفقي الابتدائي بعد إدخال بعض التعديلات الطفيفة لضبط المسقط مثل تقليل تكسير الحوائط الخارجية وعمل محاذاة للحوائط الداخلية وإضافة بلكونات وخلافه لتهيئته للمرحلة النهائية من الإظهار(شكل رقم ٣-١٩). وهنا ينتهي دور البرنامج، حيث تعتمد المرحلة القادمة كلها على المصمم وكفاءته في إظهار التصميم النهائي.



شكل رقم (٣-١٩) التصميم الابتدائي الناتج من برنامج Yasmin باستخدام الأوتوكاد بعد التهذيب

٣-٢-١-٤ الإيجابيات

أ) سهولة التعامل مع البرنامج.

ب) مساحات فراغات المشروع وعلاقتها تتناسب مع البرنامج الوظيفي.

ج) إمكانية الربط مع برنامج الأوتوكاد.

٣-٢-١-٥ السلبيات

أ) وقت التشغيل: حيث تزيد مدة إدخال البيانات مع زيادة عدد العناصر بصورة كبيرة بسبب ربط كل عنصر بباقي العناصر.

ب) إدخال البيانات يعتمد فقط على الكتابة.

ج) تجاور ومحاذاة العناصر في المنتج النهائي للبرنامج.

٣-٢-٢ برنامج PBSpace

٣-٢-٢-١ وصف عام للبرنامج

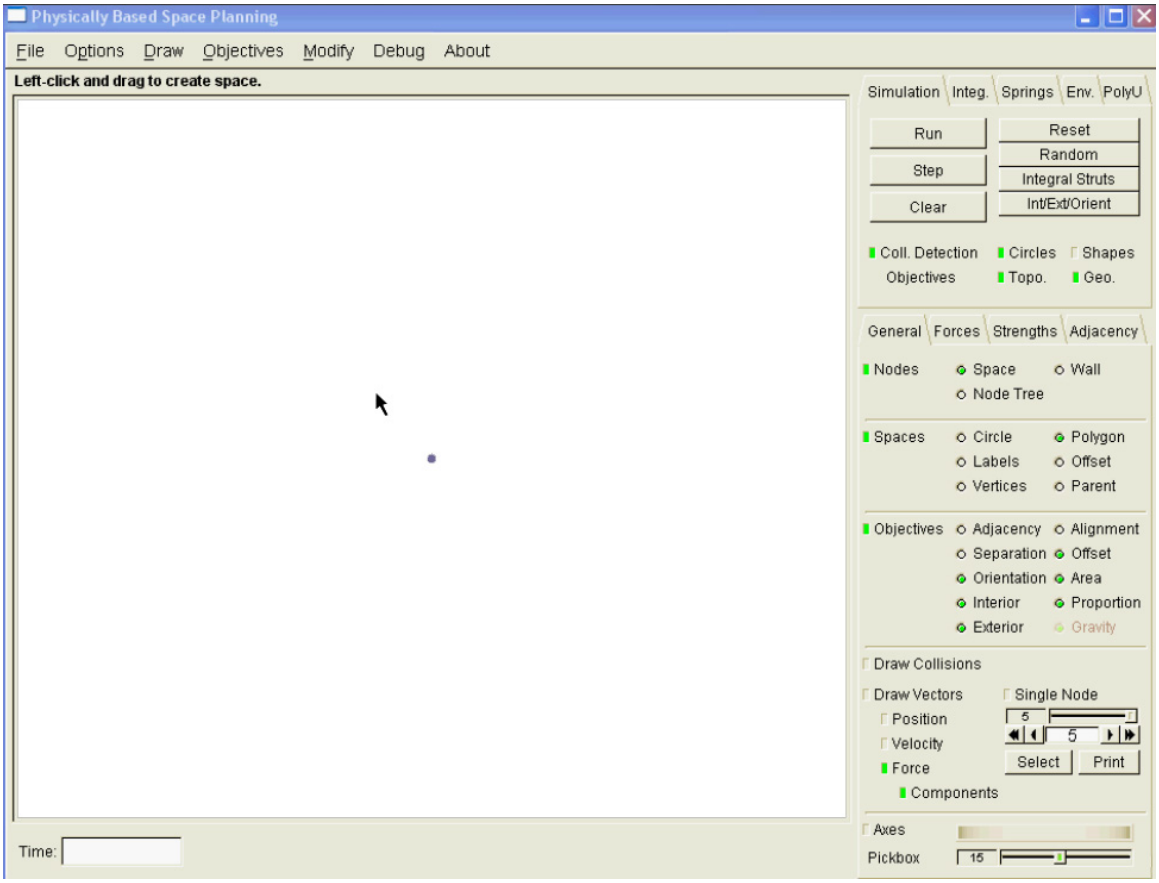
كما في برنامج ياسمين Yasmin يعتمد برنامج BPSpace على نموذج رياضي للوصول إلى الحل الأمثل للتصميم معتمدا على العلاقات الوظيفية وأماكن الفراغات المحددة من المصمم – راجع الباب الثاني– لمساعدة المعماريين في مرحلة الفكرة التصميمية لإنتاج عدد من البدائل الممكنة.

سيتم استخدام الإصدار رقم Physically-Based Space Planning V. 0.2b من البرنامج في هذه التجربة، وهي نسخة تجريبية غير نهائية، وهي لا تحتوي بعض من الخصائص التي تمت في الإصدارات التالية لها، ويعمل البرنامج تحت نظام التشغيل ويندوز Windows عموماً، وبفضل هذا يمكن التعامل مع البرنامج بمميزاته في التحكم في الفراغات ومكانها وعلاقتها.

٣-٢-٢-٢ خطوات عمل التجربة

٣-٢-٢-٢-١ قوائم البرنامج

يبدأ البرنامج وتظهر واجهة تطبيقه User interface (شكل رقم ٣-٢٠) وفيها قوائم الأوامر والشاشة المخصصة للرسم.



شكل رقم (٣-٢٠) واجهة تطبيق PBSpace V. 0.2b

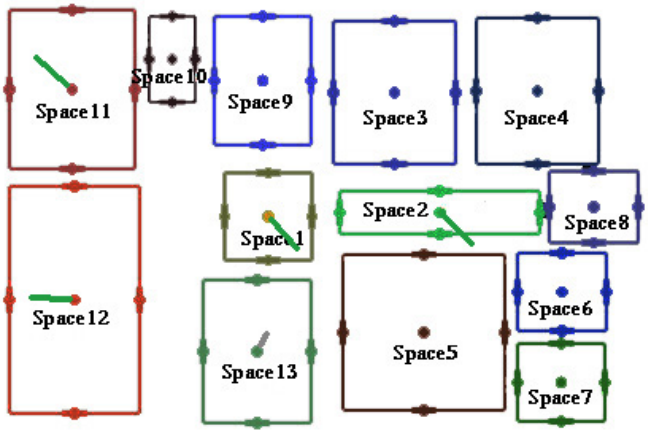
وقد قسمت قوائم البرنامج إلى مجموعتين الأولي علوية والأخرى جانبية، وتحتوي القوائم العلوية على التالي: (File – Options – Draw – Objectives – Modify – Debug – About)، ويتم من خلال القائمة (File) عمل مشروعات جديدة وحفظها وتصديرها بصيغة dxf.* للتعامل مع برامج مختلفة منها الأتوكاد، ومن خلال القائمة (Options) يتم التحكم في شاشة الرسم من حيث زاوية الرؤيا أو نوع الخط لأسماء الفراغات وكذلك تحويلها للأبيض والأسود بدل من الألوان، ثم القائمة (Draw) ومنها يتم رسم الفراغات أو حذفها، ثم قائمة (Objectives) والتي تحدد خصائص الفراغات وتحدد قوة العلاقات، بالإضافة إلى تحديد توجيه الفراغات و ضبط حدودها معاً، ثم قائمة (Modify) التي منها يتم تثبيت فراغ معين في مكانه، ثم قائمة (Debug) والتي منها يتم استخراج التقارير وطباعة النتائج، وتنتهي القوائم بقائمة تعريف البرنامج (About).

أما القائمة الجانبية تحتوي على عدد من الأوامر التي تساعد في عملية التصميم الابتدائي والرسم للفراغات وكتابة أسمائها، ونجد هذه المجموعة مقسمة إلي عدد من المجموعات الفرعية، كل مجموعة تهتم بجزء معين في عملية التصميم، ففي الأعلى وتحت مجموعة Simulation نجد أوامر بدأ عملية تحريك الفراغات وإعادة وتوزيعها أو توزيعها بطريقة عشوائية، ثم المجموعة Nodes التي تليها نجد فيها أمكانية إظهار نقاط التحكم في الحوائط، ثم التي تليها Spaces وفيها أسماء الفراغات وتحديد شكل الفراغات ووجود سُمك للحوائط أم لا، ثم المجموعة التالية Objectives وفيها إظهار عناصر الربط بين الفراغات والتحكم في عناصر المحددة لحركة الفراغات ومساحاتها، ثم المجموعتين الأخيرتين توضحان القوي واتجاهاتها أثناء إجراء عملية المحاكاة، وهناك قوائم فرعية أخرى يتم فيها اختيار طريقة عمل البرنامج ومستويات قوة العلاقات وسرعة العناصر، حيث أن البرنامج يعمل حسب قوانين الحركة لنيوتن كما ذكرنا في الباب الثاني. علاوة على ما قد سبق من وصف لواجهة تطبيق PBSpace V. 0.2b، يوجد تحت شاشة الرسم في أقصي اليسار مربع يوضح الزمن المستغرق في عملية المحاكاة للوصول إلى التصميم الابتدائي.

٣-٢-٢-٢-٢ إدخال البيانات

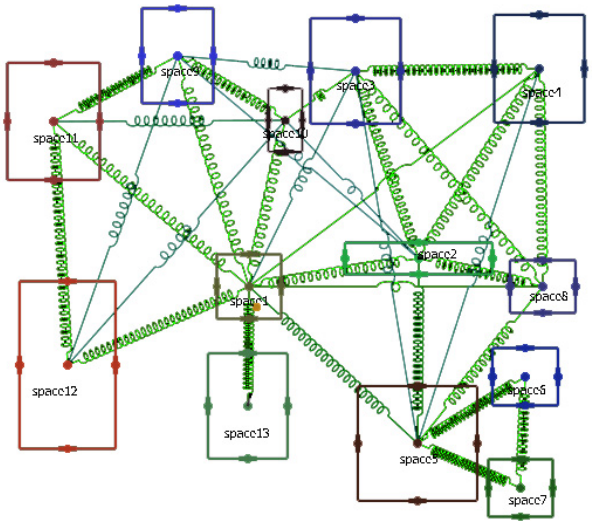
تعتمد عملية إدخال البيانات على المهندس المستخدم، حيث يرسم المستخدم الفراغات باستخدام الفأرة وذلك بالرسم في المساحة المخصصة في البرنامج، في هذا الإصدار من البرنامج لا تستطيع تحديد مساحة الفراغات بدقة أو تغيير اسمها، حيث أن هذا الإصدار تجريبي كما ذكرنا سابقاً، وتظهر أسماء الفراغات في صورة Space1, Space2 وهكذا، وكما تم ذكره من قبل سيتم استخدام الفراغات وعلاقاتها الموجودة في الشكل رقم (٣-١).

نبدأ رسم الفراغات في الأماكن المتوقعة أو التوجيه المطلوب، وذلك بالضغط على الزر الأيسر من الفأرة والسحب في الاتجاه المناسب لرسم الفراغ، ولإظهار أسماء الفراغات نذهب إلى القائمة الجانبية ونختار Labels من مجموعة Spaces، ولإظهار نقاط التحكم في حدود الفراغات (الحوائط) نختار Walls من مجموعة Nodes، ثم تحديد خصائص الفراغات من حيث أنها فراغات داخلية أو خارجية أو في توجيه معين وذلك من القائمة العلوية (Objectives)، أو كفراغات ثابتة لا تتحرك وذلك من القائمة العلوية (Modify)، ويوضح الشكل التالي رقم (٣-٢١) شكل الفراغات بعد رسمها.



شكل رقم (٣-٢١) الفراغات بعد رسمها في PBSpace V. 0.2b

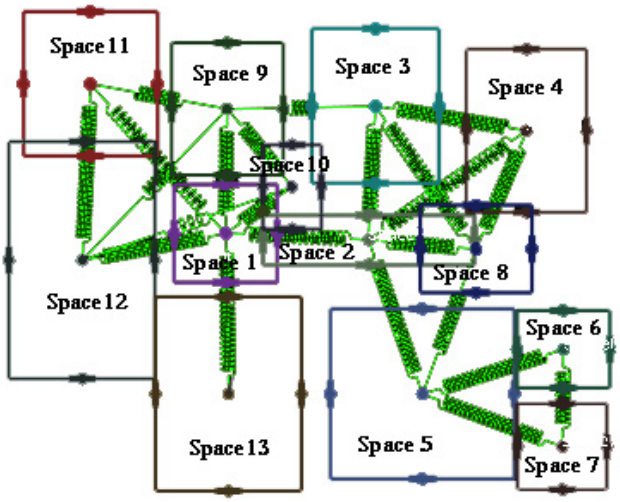
بعد الانتهاء من رسم جميع الفراغات وتحديد توجيهها، نبدأ في تحديد العلاقات وقوتها بين الفراغات، ويتم رسم العلاقات بطريقتين أولهما من القائمة العلوية (Objectives) واختيار Adjacency والتوصيل بين مركز الفراغات باستخدام الزر الأيسر للفأرة، والطريقة الأخرى باستخدام الزر الأيمن مباشرة والتوصيل بين المراكز، ثم بعد ذلك الضغط على هذه الروابط وتقليل عدد اللفات أو تزويدها بناءً على قوة العلاقة بين الفراغين، ويوضح الشكل التالي رقم (٣-٢٢) الفراغات بعد رسم العلاقات بينها.



شكل رقم (٣-٢٢) الفراغات بعد تحديد علاقاتها في PBSpace V. 0.2b

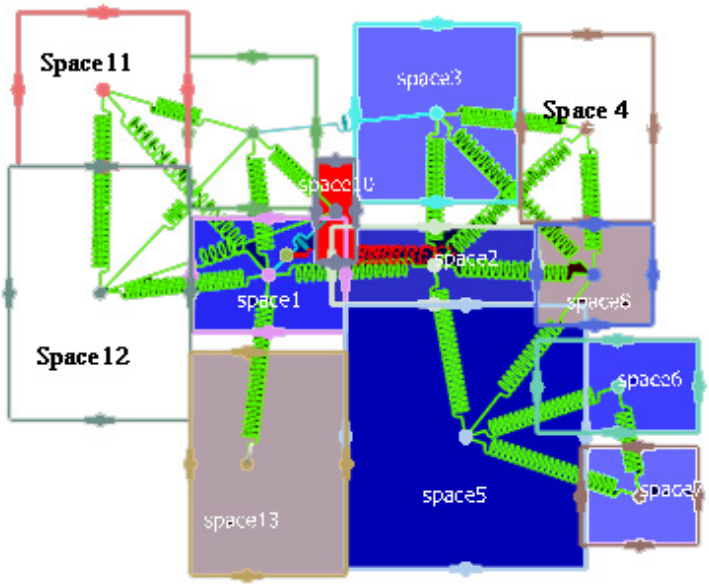
٣-٢-٢-٢-٣ عرض النتائج الأولية

بعد الانتهاء من رسم الفراغات وعلاقاتها وتحديد توجيهها يتم الضغط على زر Run من القائمة الجانبية Simulation، فتبدأ الفراغات في الحركة للتجاور وتتداخل مع بعضها، وعند الوصول للاتزان تتوقف العناصر عن الحركة ويكون الناتج الشكل التالي رقم (٣-٢٣).



شكل رقم (٣-٢٣) الفراغات بعد وصولها للاتزان في PBSpace V. 0.2b

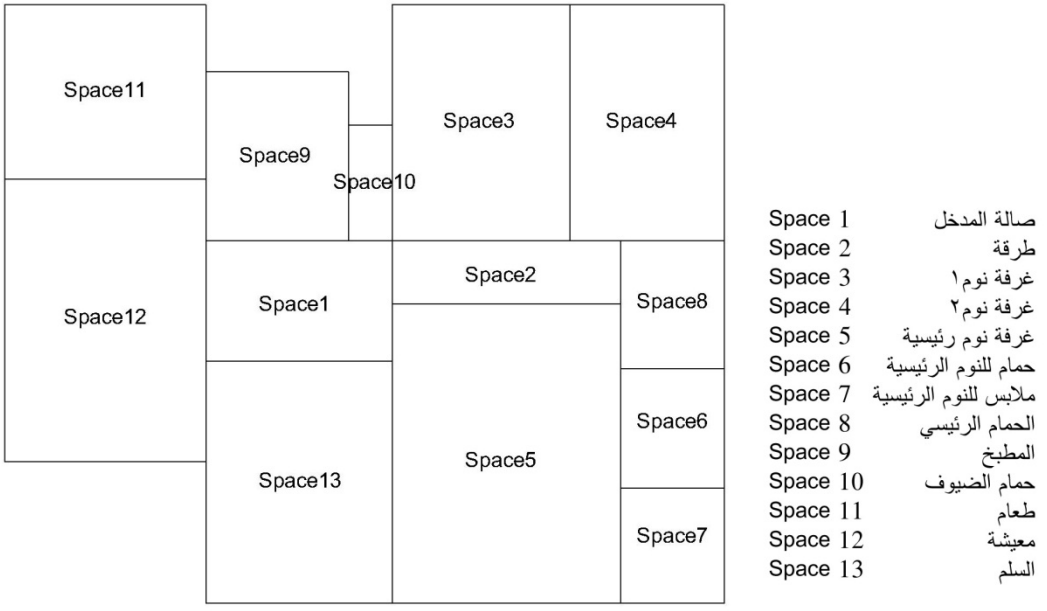
يمكن للمهندس المصمم التدخل أثناء وبعد حركة العناصر ونقل أي عنصر من مكان لأخر حسب رؤيته التصميمية، ثم تبدأ مرحلة جديدة من مراحل التصميم باستخدام PBSpace وهي عمل محاذاة لحوائط الفراغات لوقف التداخل بين الفراغات والوصول للشكل النهائي للتصميم الابتدائي، وتتم عملية المحاذاة بطريقتين الأولي من القائمة العلوية (Objectives) واختيار Alignment والطريقة الثانية بالزر الأيمن للفأرة ولكن هذه المرة باختيار مركز الحائطين للفراغين المراد ضبطهما، ويبدأ البرنامج في تكبير وتصغير الفراغين المختارين للوصول لوضع اتزان مناسب، وأثناء هذه العملية يعطي البرنامج دراجات اللون الأزرق للفراغ الذي زاد عن مساحته الأصلية و درجات اللون الأحمر للفراغ الذي قل عن مساحته الأصلية، ويستمر المهندس المصمم في عمل محاذاة للحوائط حسب رغبته التصميمية حتى يصل للتصميم النهائي، ويوضح الشكل التالي رقم (٣-٢٤) وضع الفراغات بعد عمل المحاذاة أثناء عملية المحاكاة، وبهذا نصل إلى الخطوة الأخيرة وهي عملية التصدير Export بصيغة *.dxf ليتم التعامل معها بواسطة الأتوكاد كي نصل إلى التصميم النهائي.



شكل رقم (٣-٢٤) الفراغات وعمل المحاذاة للحوائط في PBSpace V. 0.2b

٣-٢-٢-٣ الناتج النهائي

بعد تحويل البديل التصميمي إلى صيغة dxf.* يتم فتحها باستخدام الأوتوكاد، ويكون ناتج الرسم مقسم على طبقات Layers حسب نوعها – حدود الفراغات و اسمها – حتى يمكن التحكم فيها وتعديلها، والشكل التالي رقم (٣-٢٥) يوضح الوضع الأولي بعد التحويل للأوتوكاد، وفيه الفراغات متجاورة و حوائطها مُنسقه، وهنا يتدخل المعماري لضبط التصميم وتهيئته وإظهاره للوصول إلى التصميم النهائي، وهي مرحلة تعتمد على مهارة المهندس المعماري، حيث يبدأ في ضبط الفراغات وإضافة البلكونات وغيرهما من العمليات للوصول إلي المرحلة النهائية للعرض علي العميل.



شكل رقم (٣-٢٥) المنتج النهائي لـ BPScape الناتج باستخدام الأوتوكاد وملف dxf

٣-٢-٢-٤ الإيجابيات

أ) سهولة التعامل مع البرنامج.

ب) سرعة إدخال البيانات.

ج) يمكن التحكم في توجيه وأماكن الفراغات أثناء التشغيل والمحاكاة.

د) يمكن الربط مع البرامج المتعاملة مع ملفات DXF.

٣-٢-٢-٥ السلبيات

أ) النسخة المستخدمة من البرنامج تتعامل فقط مع الرسومات ولا تقبل تعديل الكتابات أو تحديد مساحات العناصر.

ب) يحدث تغير لمساحات العناصر وكذلك للنسب بين أضلاعها أثناء عملية المحاذاة.

٣-٢-٣ برنامج SEED

٣-٢-٣-١ وصف عام للبرنامج

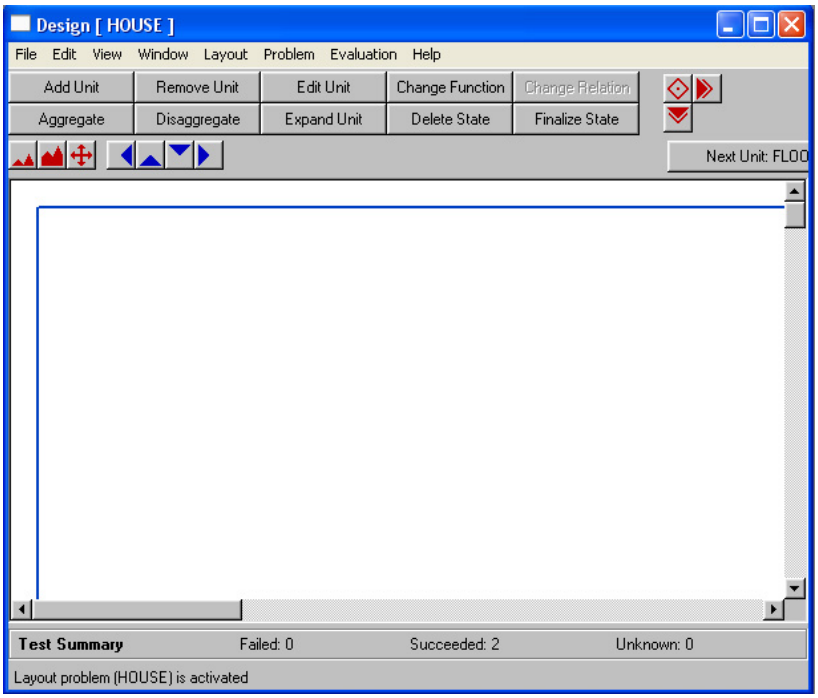
التجربة الحالية على نوع مختلف عن البرنامجين السابقين، حيث أنه برنامج يعمل على أساس تطبيقات التصميم المبني على حالات سابقة CBD، وتقسيم الحالات أو المشكلات فيه إلى مشكلات صغيرة اعتماداً على اتجاه تحليل المشكلة DP، كما يستخدم البرنامج النظم التوليدية لإنتاج البدائل التصميمية، ويعتبر برنامج SEED-Layout (SL) داعم لاتخاذ القرار التصميمي في مراحله الأولية، وقد تم برمجته باستخدام لغة C^{++}، بالإضافة إلى أدوات برمجة تعمل تحت تطبيقات Unix (Flemming, U., 1999).

تم استخدام في هذه التجربة الإصدار SL (lite) ver 1.0a من البرنامج والصادر في يناير ١٩٩٧ من جامعة كارنيجي ميلون بواسطة د/U. Flemming وآخرون، ويعمل هذا الإصدار من البرنامج تحت نظام التشغيل Windows بعد عمل عدد من الخطوات في إدارة النظام: [Control Panel] > [System] > [Advanced] > [Environment Variables]، وهذه الخطوات مذكورة في ملف مرفق للبرنامج اسمه Read me.

٣-٢-٣-٢ خطوات عمل التجربة

٣-٢-٣-٢-١ قوائم البرنامج

نبدأ تشغيل البرنامج فتظهر واجهة تطبيقه User interface (شكل رقم ٣-٢٦)، وفيها شاشة عرض الفراغات أثناء التصميم، والقوائم والأوامر العلوية المساعدة في إدخال البيانات.



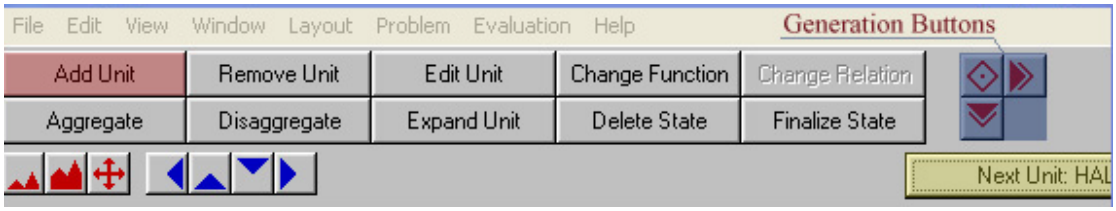
شكل رقم (٣-٢٦) واجهة تطبيق SL (lite) ver 1.0a

وتنقسم واجهة البرنامج إلى:

أ) مساحة للرسم.

ب) قوائم علوية.

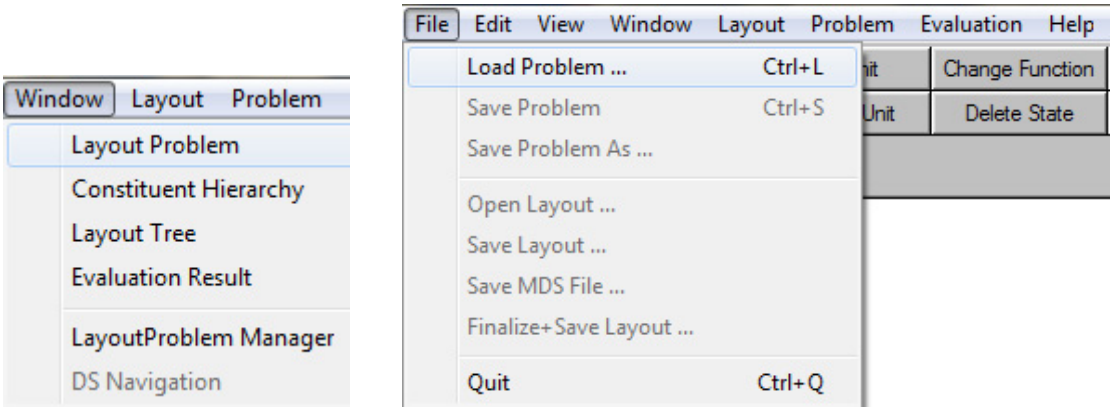
ج) مجموعة أزرار علوية للأوامر ذات الاستخدام المتكرر(شكل رقم ٣-٢٧).



شكل رقم (٣-٢٧) أزرار الأوامر العلوية في SEED-Layout

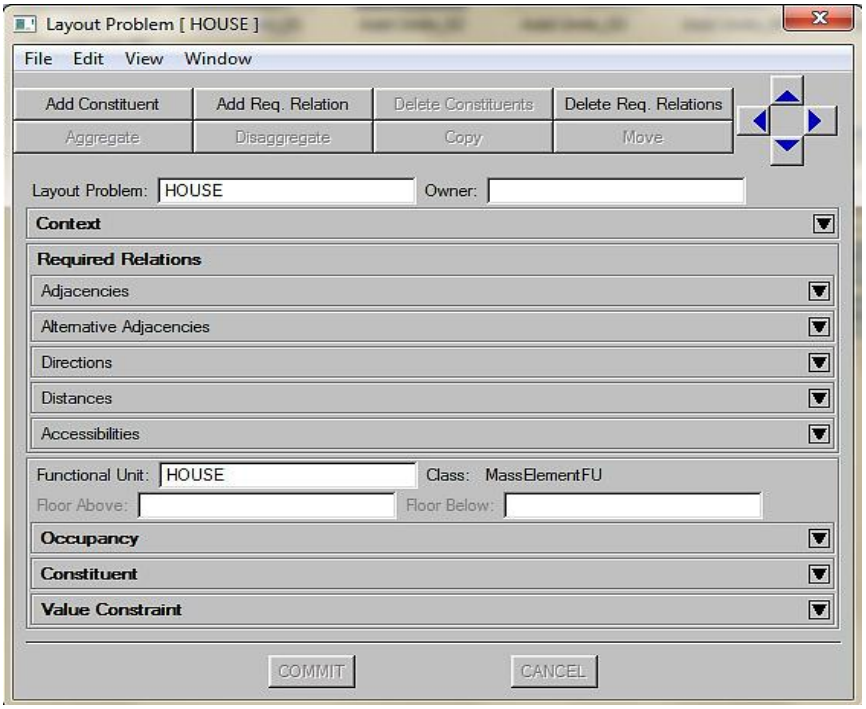
٣-٢-٣-٢-٢ إدخال البيانات

أول خطوات التجربة تحميل المشكلة المراد التعامل معها – وهي HOUSE – من مكتبة الحالات عن طريق القائمة File ثم Load Problem (شكل رقم ٣-٢٨/أ)، وبعد اختيار المشكلة يتم اختيار Layout Problem من القائمة العلوية Windows (شكل رقم ٣-٢٨/ب)؛ لتحديد أبعاد الأرض وعناصر المشروع والعلاقات بينها ومسافات السير وغيرهم من المحددات الموجودة في البرنامج (شكل رقم ٣-٢٩)، ثم نختار Constituent Hierarchy من نفس القائمة Windows، ومنها نستطيع تحديد العناصر وأبعادها، حيث تظهر الفراغات في شكل شجرة يمكن الإضافة إليها عناصر أو أجنحة كمجموعات وظيفية تحتوي أكثر من عنصر(شكل رقم ٣-٣٠)، فيمكن على سبيل المثال عمل جناح النوم الرئيسي أو منطقة غرف النوم وهكذا، حيث يتعامل SL مع المشاكل الكبيرة بتقسيمها إلى مشاكل صغيرة للوصول إلى الحل الأمثل.

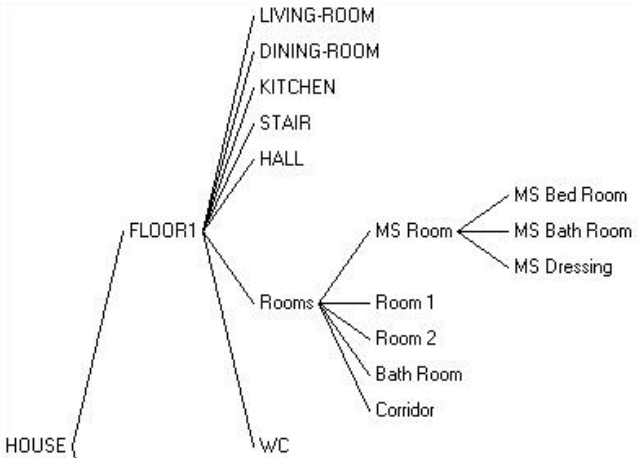


(ب) (أ)

شكل رقم (٣-٢٨) (أ) قائمة File و(ب) قائمة Window من قوائم SEED-Layout

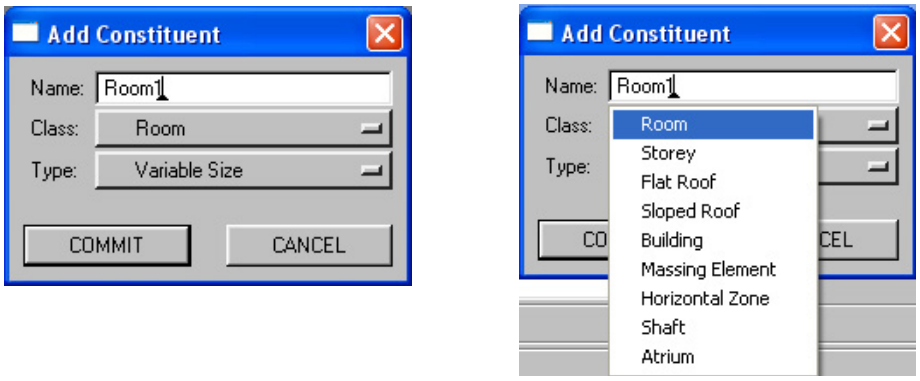


شكل رقم (٣-٢٩) محددات الموقع والعناصر Layout Problem في SEED-Layout



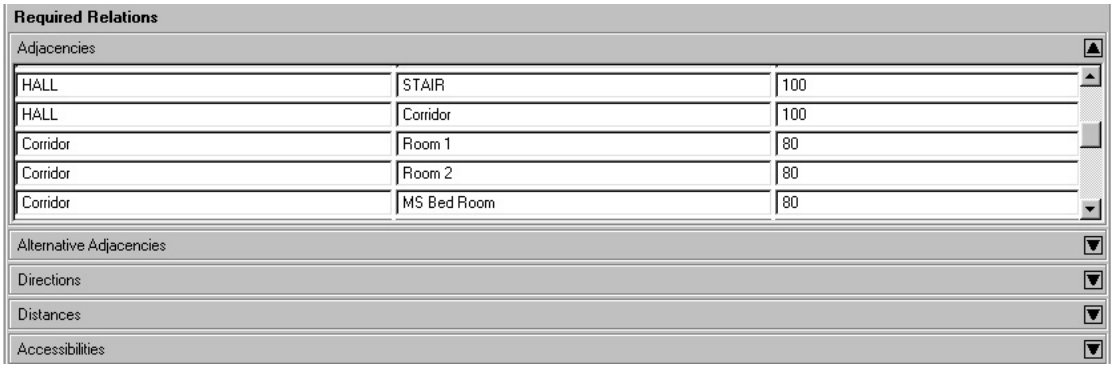
شكل رقم (٣-٣٠) شجرة العناصر Constituent Hierarchy في SEED-Layout

ولإضافة عنصر معين إلى البرنامج الوظيفي نختار Add Constituent، وهنا يظهر الشكل رقم (٣-٣١) وفيه يُكتب اسم العنصر ويحدد نوعه – غرفة أو مبني أو منور وغيرهم.



شكل رقم (٣-٣١) إضافة عناصر Add Constituent في SEED-Layout

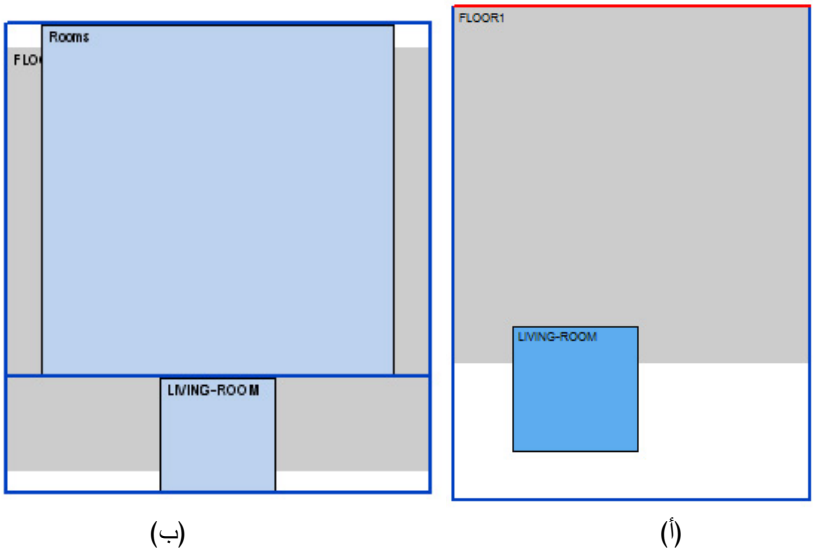
وبعد الانتهاء من جميع العناصر يمكن تعديل قوة العلاقات بينها من الجزء الخاص بذلك، وهو Required Relations من داخل نافذة Layout Problem (شكل رقم ٣-٣٢).



شكل رقم (٣-٣٢) العلاقات بين العناصر Required Relations في SEED-Layout

٣-٢-٣-٢-٣ عرض النتائج الأولية

بعد الانتهاء من البرنامج الوظيفي للمشروع، نبدأ في إضافة العناصر للشاشة الخاصة بالتصميم، حيث يظهر أول عنصر من العناصر بعد اختيار الطابق المراد تصميمة والضغط على زر Expand Unit الموجود في المجموعة العلوية (شكل رقم ٣-٢٧)، وبذلك يظهر لنا شكل رقم (٣-٣٣/أ)، ثم إضافة العنصر التالي وليكن جناح غرف النوم وذلك بالضغط على العنصر الأول واختيار أضلاع حدود الطابق والضغط على Add Unit لوضع الفراغ الجديد في المنطقة الواقعة بينهما (شكل رقم ٣-٣٣/ب).

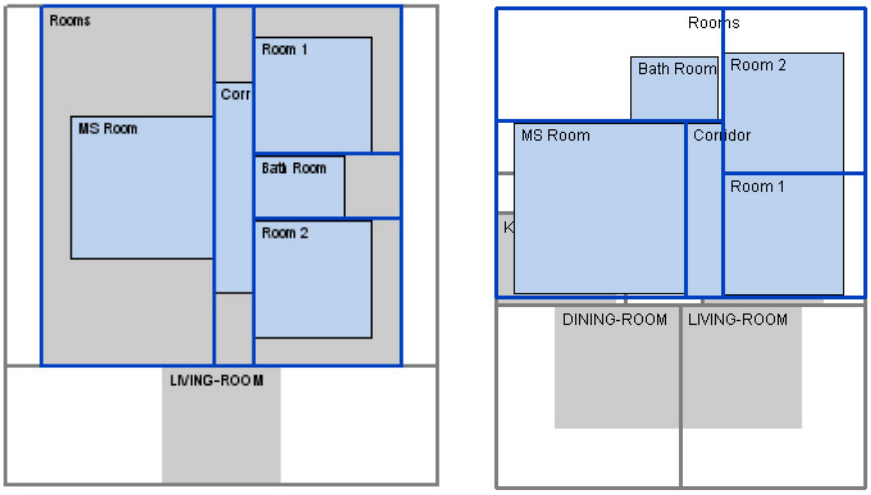


(ب) (أ)

شكل رقم (٣-٣٣) إضافة العنصرين الأول والثاني بالمكان المخصص للتصميم في SEED-Layout

ثم بعد ذلك يمكن إضافة باقي العناصر وذلك عن طريق اختيار العنصر التالي بنفس الطريقة السابقة، أو الدخول إلى جناح غرف النوم لتصميمه، كما يمكن اختيار عنصر معين ليكون العنصر التالي الضغط علي الزر Next Unit، وللدخول لجناح معين يتم الضغط عليه

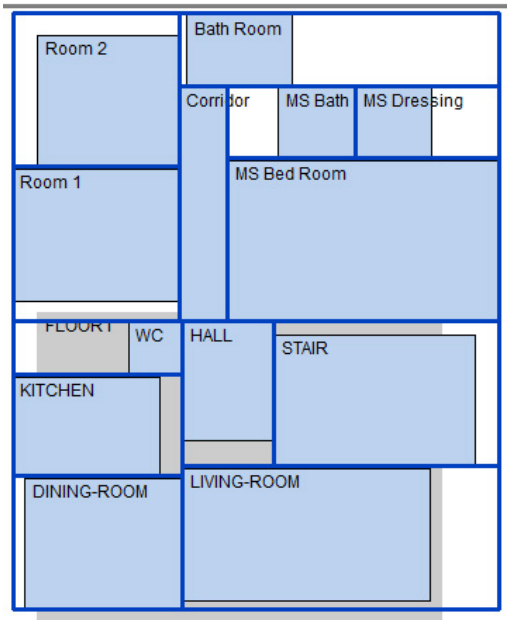
واختيار Expand Unit، وفيه يتم إضافة العناصر كلها واعتمادها كما ضبطها البرنامج، أو طلب بدائل لذلك عن طريق الضغط على زر Next Sibling أعلى يمين الشاشة ضمن مجموعة Generation Buttons (شكل رقم ٣-٢٧)، ومن نتائج هذه العملية الشكل رقم (٣-٣٤).



شكل رقم (٣-٣٤) بدائل لوضع الغرف في جناح غرف النوم باستخدام SEED-Layout

ونكرر نفس الخطوات السابقة لتصميم غرفة النوم الرئيسية، ثم نبدأ في الخروج للمستوي الأعلى عن طريق قائمة Problem واختيار Go to Super problem حتى الوصول للمستوى المطلوب.

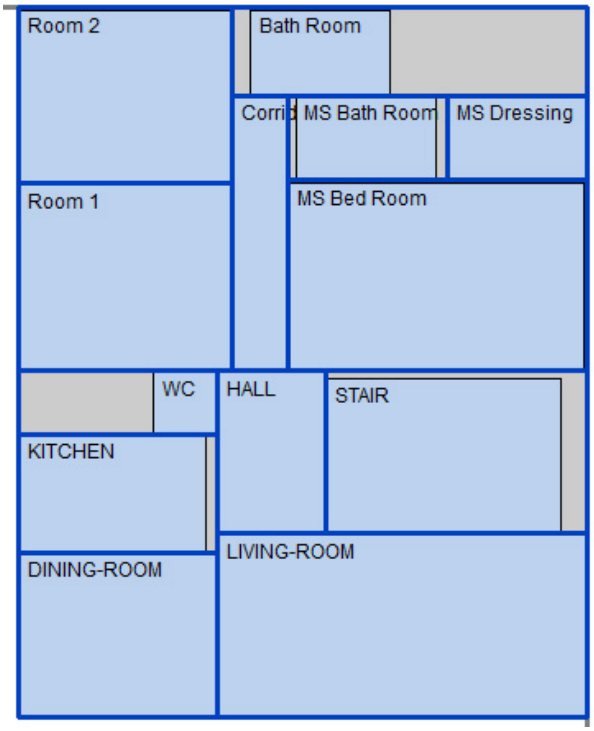
بعد الانتهاء من وضع جميع العناصر في التوجيه المناسب لها في إطار العلاقات الوظيفية، نقوم بتفكيك الأجنحة عن طريق زر Disaggregate ليكون الناتج كما في الشكل رقم (٣-٣٥)، وذلك استعداداً للخطوة النهائية في عملية التصميم بمساعدة برنامج SL، وهي الضغط على زر Finalize state ليكون التصميم النهائي بعد اعتماد المهندس المصمم.



شكل رقم (٣-٣٥) توجيه العناصر النهائي باستخدام SEED-Layout

٣-٢-٣-٢-٤ الناتج النهائي

عند الضغط على زر Finalize state يضبط البرنامج الفراغات لمحاذاة حدود الطابق مع مراعاة القيم المحددة من قبل للفراغات مثل أقل عرض وأكبر عرض والمساحة وغيرهم من المحددات، ويكون الناتج كما في الشكل التالي رقم (٣-٣٦)، ثم يستعين المهندس المصمم بالمخطط الأولي الناتج من برنامج SL، وإضافة إليه التعديلات المناسبة؛ مثل إضافة بلكونات أو ضبط فراغ معين طبقا لرؤية المهندس، فهي عملية يدوية تعتمد على المهندس المصمم كالتجربتين السابقتين.



شكل رقم (٣-٣٦) المنتج النهائي باستخدام SEED-Layout

ومن مميزات برنامج SL أنه يُقيم النتائج النهائية للتصميم مقارنة بمحددات الفراغات ومرتبطة بالوحدات الوظيفية FU الموجودة في البرنامج، حيث يقوم البرنامج بإنتاج وتقييم الأفكار والبدائل التصميمية (Flemming, U., 1999)، ويكون ذلك عن طريق تقرير يُذكر فيه اسم الفراغ والنتيجة التي حققها طبقا للمحددات الخاصة به (شكل رقم ٣-٣٧)، بالإضافة إلى تقرير أخر بأبعاد ومساحات الفراغات وعلاقة الفراغات ببعضها (شكل رقم ٣-٣٨)، وهنا ينتهي دور برنامج SL، ومن ثَم ننتقل إلى الجزء المعتمد على المهندس المصمم ومهارته من تطوير وإظهار للتصميم.

```
  Adjacency constraint between HALL and WC
        lower bound: 80
        Result: SUCCEEDED
  Adjacency constraint between WC and KITCHEN
        lower bound: 80
        Result: SUCCEEDED

Testing design unit 1 - FLOOR1
  Width constraint
        lower bound: 1200; upper bound: 1800
        Result: SUCCEEDED
  Area constraint
        lower bound: 1300000; upper bound: 1800000
        Result: SUCCEEDED
  Boundary constraint
        Result: UNKNOWN

Sublayout in design unit FLOOR1

*** Testing layout in space FLOOR1

Testing design unit 0 - FLOOR1
  Width constraint
        lower bound: 1200; upper bound: 1800
        Result: SUCCEEDED
  Area constraint
        lower bound: 1300000; upper bound: 1800000
        Result: SUCCEEDED
  Boundary constraint
        Result: UNKNOWN

Testing design unit 1 - LIVING-ROOM
  Width constraint
        lower bound: 330
        Result: SUCCEEDED
  Area constraint
        lower bound: 200000; upper bound: 320000
        Result: SUCCEEDED
```

شكل رقم (٣-٣٧) جزء من تقرير التقييم باستخدام SEED-Layout

Units of measurement:

Linear: **ft**; area: square **ft**

Context:

min. low x = 0.00; max. low x = 16.40; min. high x = 32.81; max. high x = 49.21;

min. low y = 0.00; max. low y = 49.21; min. high y = 32.81; max. high y = 82.02;

Functional Units:

LIVING-ROOM: min. width = 10.83; min. area = 215.28; max. area = 344.45;

DINING-ROOM: min. width = 10.83; min. area = 150.69; max. area = 193.75;

KITCHEN: min. width = 8.20; min. area = 86.11; max. area = 107.64;

STAIR: short side = 10.83; long side = 16.40

شكل رقم (٣-٣٨) جزء من تقرير بيانات الفراغات باستخدام SEED-Layout

٣-٢-٣-٣ الإيجابيات

أ) إدخال البيانات يكون بالرسم والكتابة.

ب) إمكانية التعديل أثناء أو بعد انتهاء عملية التصميم.

ج) يتعامل مع كل مشروع حسب حجمه.

د) يمكن تقييم المنتج النهائي بواسطة البرامج عن طريق التقارير الناتجة منه.

٣-٢-٣-٤ السلبيات

أ) التعامل مع البرنامج ليس سهلاً، خصوصا مع المشاريع الكبيرة.

ب) صعوبة ربط المنتج النهائي مع البرامج المنتشرة بين المعماريين.

٣-٢-٤ برنامج MONEO

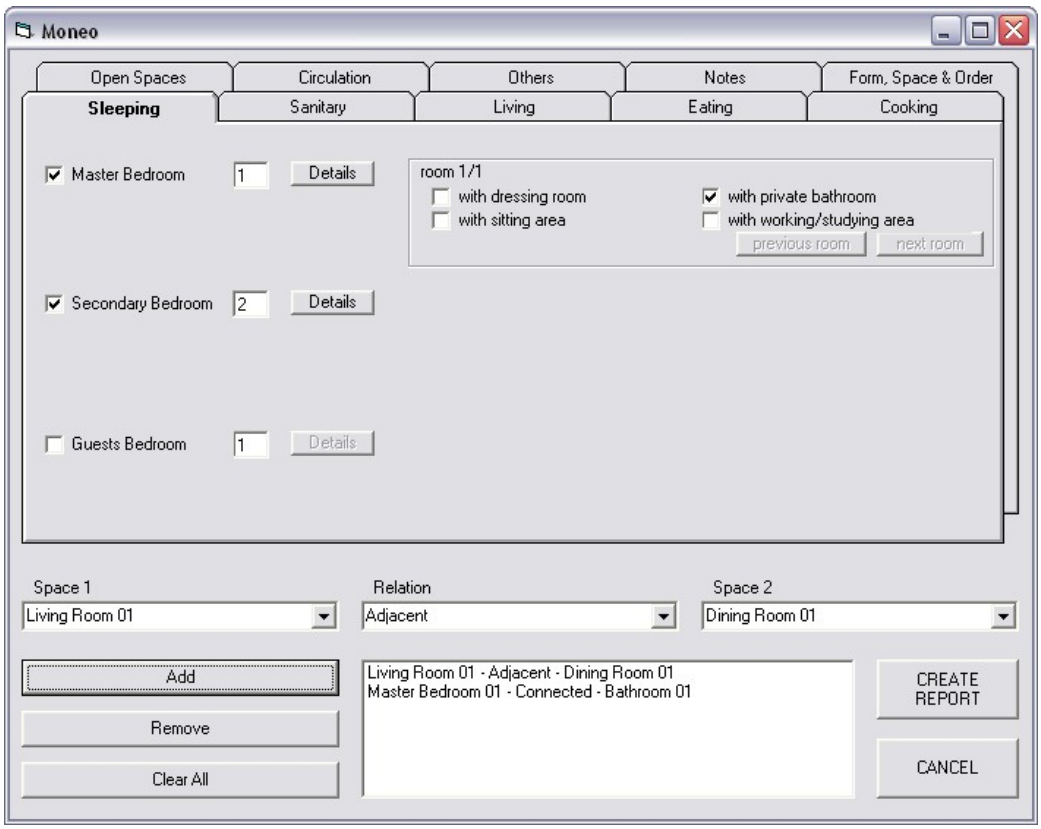
٣-٢-٤-١ وصف عام للبرنامج

برنامج مونيو Moneo: هو أحد تطبيقات الاستدلال المبني على حالات سابقة CBR، ويختلف مونيو عن الثلاث تجارب السابقة في كونه لا يُنتج تصميم، وإنما يعرض فقط عدد من الحالات التصميمية المشابهة للحالة التصميمية الحالية. ويتكون مونيو من ثلاثة أجزاء رئيسية تتبع في ترتيبها خطوات العملية التصميمية، حيث يبدأ بوضع البرنامج الوظيفي، ثم عمل مخطط العلاقات الوظيفية Bubble Diagram، ثم عرض التصميمات المشابهة والمناسبة لهما –راجع الباب الثاني.

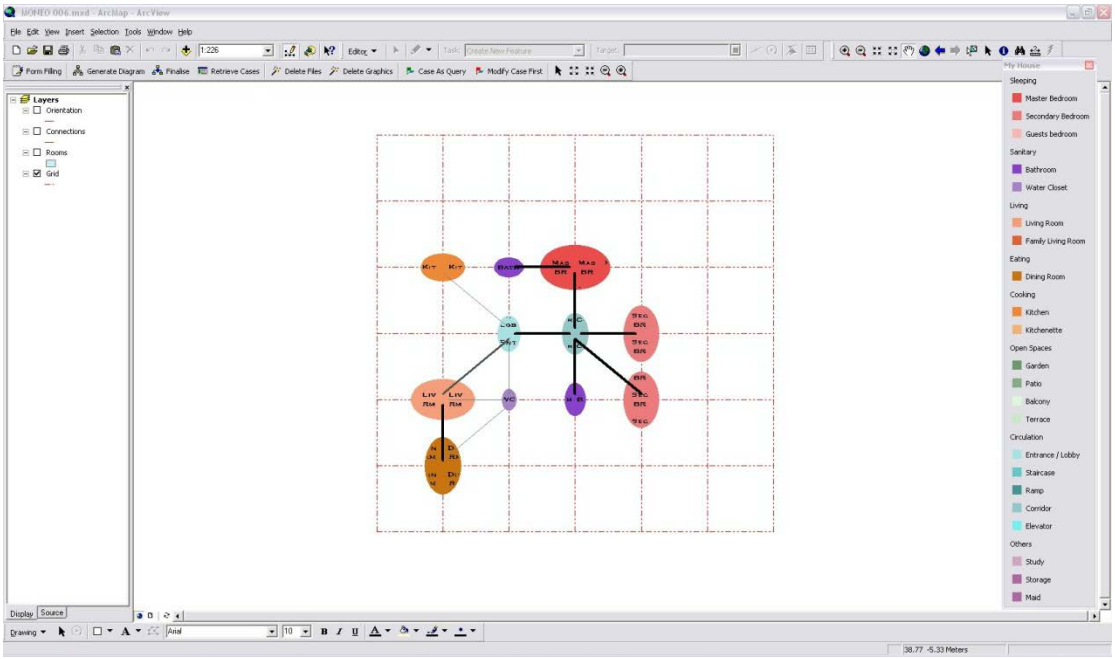
٣-٢-٤-٢ خطوات عمل التجربة

٣-٢-٤-٢-١ قوائم البرنامج

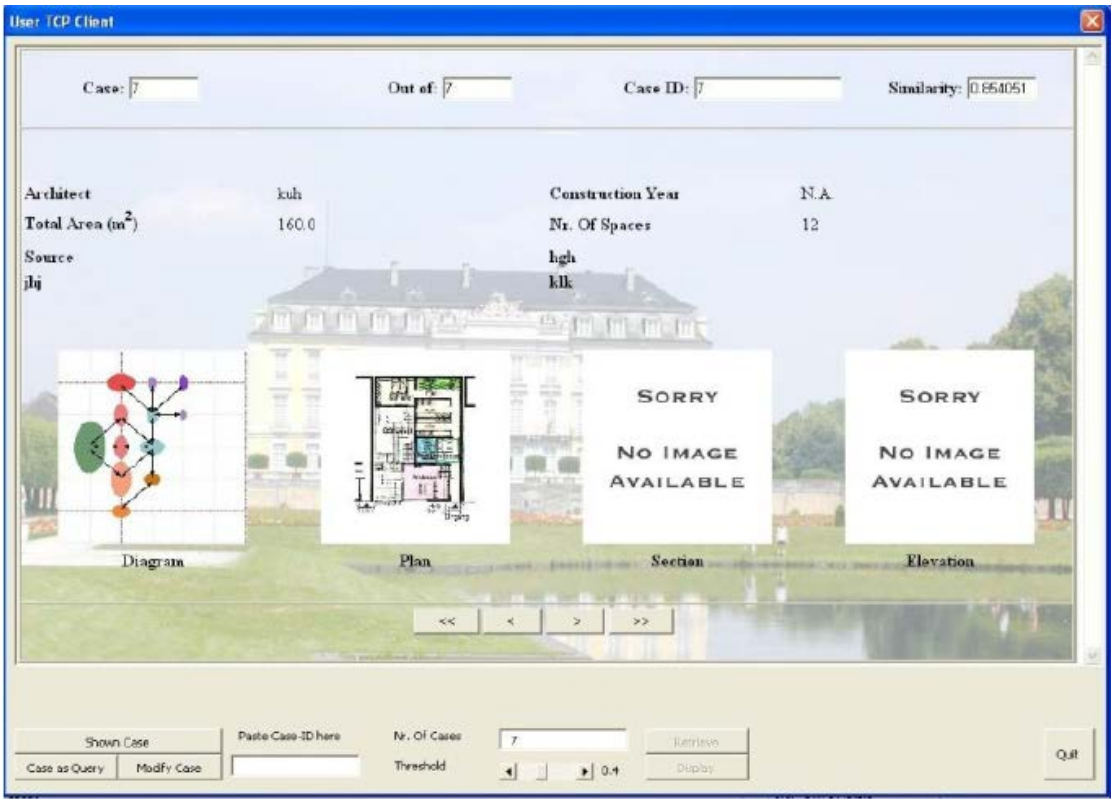
كما ذكرنا ينقسم البرنامج إلى ثلاثة أجزاء رئيسية، ونبدأ هذه الأقسام بقسم متطلبات المستخدم (شكل رقم ٣- ٣٩)، والذي يمثل بداية البرنامج، وهو الجزء الخاص بعمل البرنامج الوظيفي، وهو مقسم إلى مناطق تُجمع الفراغات المتشابهة معاً، ثم القسم الثاني وهو الخاص بالعلاقات الوظيفية (شكل رقم ٣-٤٠)، ثم القسم الأخير وفيه تحديد عدد وعرض الحالات المسترجعة (شكل رقم ٣-٤١).



شكل رقم (٣-٣٩) تحديد متطلبات المستخدم في مونيو



شكل رقم (٣-٤٠) عرض العلاقات الوظيفية في مونيو

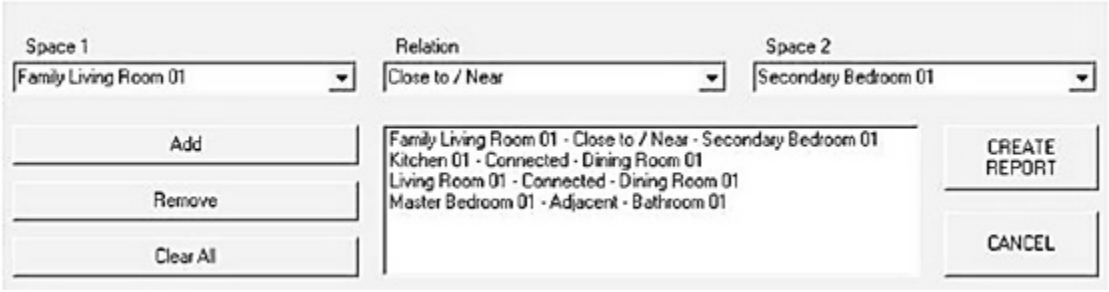


شكل رقم (٣-٤١) عرض الحالات المسترجعة في مونيو

٣-٢-٤-٢-٢ إدخال البيانات

نبدأ عملية إدخال البيانات بتحديد عدد غرف النوم وتحديد مكونات غرفة النوم الرئيسية (شكل رقم ٣-٤٢)، وتتم هذه العملية لكل الفراغات، ثم يتم تحديد درجة العلاقات الخاصة بينها (شكل رقم ٣-٤٣).

شكل رقم (٣-٤٢) تحديد غرف النوم في مونيو



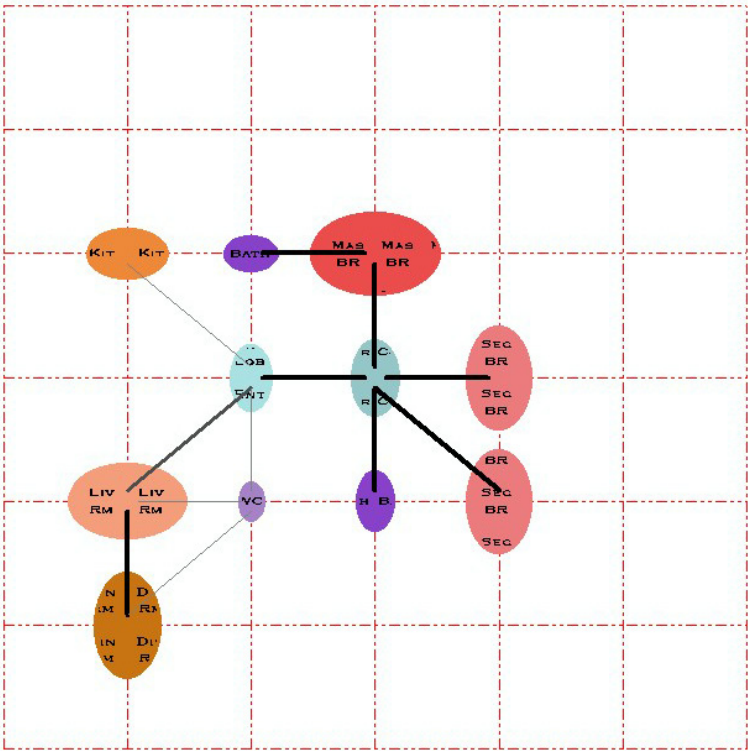
شكل رقم (٣-٤٣) تحديد العلاقات الخاصة للفراغات في مونيو

٣-٢-٤-٢-٣ عرض النتائج الأولية

بناءً على ما سبق يتم إنتاج تقرير يوضح العلاقات بين الفراغات (شكل رقم ٣-٤٤)، وبعد اعتماده ننتقل إلى الخطوة التالية، وهي إنتاج مخطط العلاقات الوظيفية (شكل رقم ٣-٤٥)، وفيه تظهر الفراغات مرتبطة ببعضها دون التقيد بالتوجيه.

Conn	Room1	Room2
Connected	Corridor 01	Bathroom 02
Connected	Corridor 01	Entrance/Lobby 01
Connected	Corridor 01	Master Bedroom 01
Connected	Corridor 01	Secondary Bedroom 01
Connected	Corridor 01	Secondary Bedroom 02
Adjacent	Entrance/Lobby 01	Living Room 01
Close to / Near	Entrance/Lobby 01	Kitchen 01
Close to / Near	Entrance/Lobby 01	Water Closet 01
Connected	Master Bedroom 01	Bathroom 01
Close to / Near	Water Closet 01	Dining Room 01
Close to / Near	Water Closet 01	Living Room 01
Connected	Dining Room 01	Living Room 01

شكل رقم (٣-٤٤) جدول العلاقات الخاصة للفراغات في مونيو



شكل رقم (٣-٤٥) مخطط العلاقات الوظيفية للفراغات في مونيو

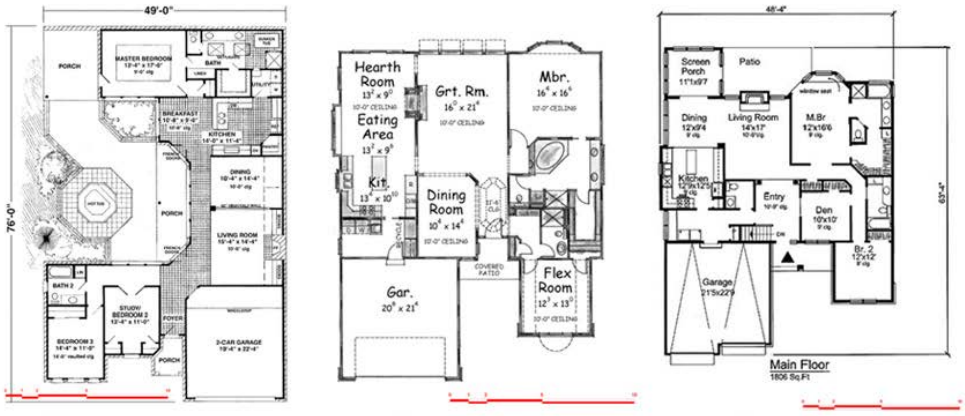
٣-٤-٢-٣ الناتج النهائي

بعد اعتماد مخطط العلاقات الوظيفية، ننتقل إلى المرحلة الأخيرة من التجربة، وهي مرحلة استرجاع الحالات Cases Retrieval (شكل رقم ٣-٤١)، حيث سيتم تحديد عدد الحالات المراد استرجاعها، وقد حددنا استرجاع تسعة حالة تصميمية سابقة، ويُنتج البرنامج تقرير يقيم درجة التشابه بين الحالات المسترجعة ومخطط العلاقات (شكل رقم ٣-٤٦)، وكانت التصميمات كما في الشكل رقم (٣-٤٧)، حيث يسترجع البرنامج الحالات الأكثر تشابه مع مخطط العلاقات الوظيفية.

وهنا ينتهي دور البرنامج عند عرض الحالات المسترجعة واعتمادها، ليبدأ دور المصمم المعماري في إنتاج التصميم المناسب.

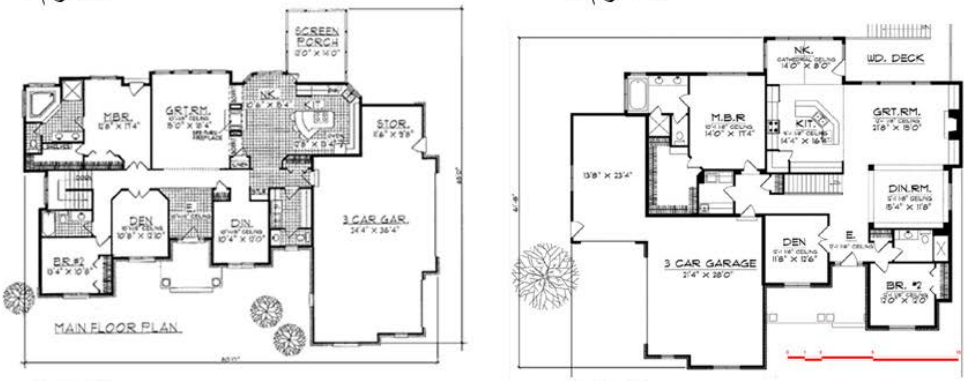
Serial	Case ID	Similarity (%)
1	11	88.8
2	84	87.9
3	70	86.3
4	85	85.7
5	64	85.5
6	67	84.6
7	32	84.3
8	4	84.1
9	50	83.3

شكل رقم (٣-٤٦) تقرير عن الحالات المسترجعة ودرجة تشابهها مع مخطط العلاقات في مونيو

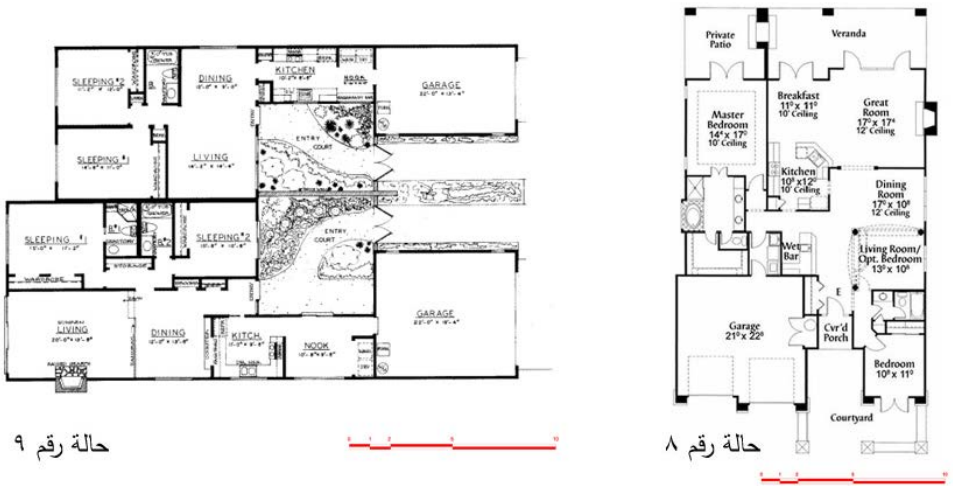


حالة رقم ١ حالة رقم ٢ حالة رقم ٣

حالة رقم ٤ حالة رقم ٥



حالة رقم ٦ حالة رقم ٧



حالة رقم ٨ حالة رقم ٩

شكل رقم (٣-٤٧) الحالات المسترجعة من مونيو

٣-٢-٤-٤ الإيجابيات

أ) سهولة التعامل مع البرنامج.

ب) إمكانية تعديل مخطط العلاقات الوظيفية حسب رغبة المصمم.

ج) عرض أكثر من نموذج مشابهه للبرنامج الوظيفي محل الدراسة في وقت قصير.

٣-٢-٤-٥ السلبيات

أ) الحالات المسترجعة لا تحقق البرنامج الوظيفي بشكل جيد.

ب) ليست كل الحالات المسترجعة تناسب البيئة المصرية تصميمياً.

٣-٣ تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تم تصنيف البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري إلى أربعة تصنيفات رئيسية، منها ما يعتمد على الاتجاهات المتبعة في التصميم بمساعدة الحاسب الآلي، بالإضافة إلى الفترة الزمنية التي تم برمجته فيها، وذلك في إطار المعايير التصنيفية السابق ذكرها، وفيما يلي جدول رقم (٣-١) يوضح تصنيف هذه البرامج.

٣-٤ تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

بناءً على معايير التقييم السابق تحديدها سيتم تقييم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، وذلك من خلال تحديد ما يقوم به البرنامج عن طريق الاختيار من مستويات التقييم المختلفة حسب تحقيقها لها، وهذا التقييم في صورة جدول مقسم لخانات أفقية تمثل البرامج، وأخري رأسية تمثل نقاط التقييم، والجدول رقم (٣-٢) يوضح تقييم البرامج المستخدمة في التجارب العملية ونتائجها.

التصنيف	من حيث نوعية المشاريع			من حيث طبيعة النتائج			من حيث غرض البرنامج			من حيث عرض بدائل للمنتج			من حيث وصف الحالات التصميمية الناتجة		من حيث الفترة الزمنية		
البرنامج	كل أنواع المباني	أنواع محددة من المباني	نوع واحد من المباني	نتائج مشابهة بغرض إرشادي	ينتج تصميم كامل	ينتج مسقط تخطيطي	تعليمي	مهني	تعليمي ومهني	بدائل لا نهائية	عدد محدود من البدائل	بديل واحد فقط	بالرسومات	شرح نصي	١٩٩٠ – ١٩٩٩	٢٠٠٠ – ٢٠٠٩	٢٠١٠ حتى الآن
CADRE	*				*			*			*		*		*		
MONEO			*	*					*		*		*			*	
Yasmin	*					*			*			*	*		*		
P. B Space	*					*		*				*	*			*	
G.A.T.	*					*		*		*			*			*	
F.W.T			*		*			*		*			*				*
SEED-Layout		*				*		*			*		*		*		

جدول (٣-١) تصنيف البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

(إعداد الباحث)

التقييم	إدخال البيانات									مدي سهولة البرنامج			تحقيق البرنامج الوظيفي				تحقيق البرنامج الفراغي				الإظهار (طريقة عرض المساقط الأفقية الناتجة)								الاعتماد على برامج أخري في الإظهار		إمكانية عرض النتائج مباشرة على العميل دون تنقيح		مدى جودة التصميم (بناء على رأي معماريين وأستاذة عمارة)		
	طريقة إدخال البيانات		مدة إدخال البيانات			إمكانية تعديل البيانات			عدد المحددات المطلوبة لإدخال البيانات				علاقات الفراغات		توجيه الفراغات		أبعاد ونسب الفراغات				طبيعة الحوائط		الفتحات المعمارية		أسماء الفراغات		تجاور ومحاذاة الفراغات							
البرنامج	رسم	كتابة	قصيرة (أقل من ٣٠ دقيقة)	متوسطة(من ٣٠د – ١ساعة)	كبيرة (أكثر من ساعة)	لا يمكن	إلى حدٍ ما يمكن	يمكن	قليل (أقل من ١٠)	متوسط (من ١٠–٢٠)	كثير(أكثر من ٢٠)	صعب	إلى حدٍ ما سهل	سهل	لا يحققها	يحققها إلى حدٍ ما	لا يحققها	يحققها إلى حدٍ ما	يحققها	غير مقبولة	مقبولة إلى حدٍ ما	مقبولة	حائط ذو سمك	خط واحد	توجد	لا توجد	توجد	لا توجد	سيئ	متوسط	جيد	لا يعتمد	يعتمد	لا تحتاج لتنقيح	تحتاج تنقيح	سيئ	متواضع	جيد
Yasmin		*		*			*			*				*		*		*			*	*		*		*			*		*		*				*
P. B Space	*		*				*		*					*		*		*		*		*	*		*		*			*		*		*		*	
SEED-Layout	*	*	*				*		*				*			*		*			*	*		*		*			*		*		*		*	
MONEO Layout		*	*				*		*				*		*		*			*		*	*		*		*			*		*		*		خارج التصنيف	

جدول (٣-٢) تقييم البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري المستخدمة في التجارب العملية

(إعداد الباحث)

ملخص الباب الثالث

تعرضنا في هذا الباب إلى تقييم وتصنيف عدد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، وذلك عن طريق إجراء عدد من التجارب العملية عليها، في ضوء عدد من المعايير والضوابط؛ مثل توحيد المدخلات، ثم تحليل منتجاتها النهائية.

وكانت النتائج التصميمية متأثرة بطبيعية كل برنامج، حيث أن منها ما هو مساقط أفقية تخطيطية، ومنها ما هو نماذج إرشادية للمعماري في مرحلة الفكرة التصميمية، كما تأثرت نسب الفراغات في المساقط تبعاً لمحددات كل برنامج وطريقة عمله، حيث أن هناك برامج تحدد النسب بين أضلاع الفراغات، وأخرى لا تحددها.

بناءً على النتائج النهائية للتجارب التي تمت على عدد من البرامج المختارة، وكذلك نتائج تقييم هذه البرامج وفقا للمعايير المحددة مسبقا؛ تعتبر هذه البرامج مقبولة إلى حدٍ ما بالمقارنة بالتصميم المتوقع من البرنامج الوظيفي المستخدم في التجارب العملية والمُصمم من قِبل عدد من المعماريين، وذلك من حيث التصميم وسرعة إنتاجه، أما من حيث طريقة إخراج المنتجات فهي تحتاج إلى تطور كبير، ويمكن اعتبار سبب هذا أنها برامج تساعد فقط في مرحلة الفكرة والبدائل وليس الإظهار.

النتائج والتوصيات

"كل بداية ولها نهاية، وهذه النهاية بداية لشيء آخر."

أفلاطون

البـــــاب الأول: مدخل عام للبرامج المساعدة للتصميم المعماري

عملية التصميم المعماري

* تعريفات.
* مراحل عملية التصميم المعماري.

الإتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي

* نماذج تحليل المشكلة.
* الاستدلال المبني على حالات سابقة.
* نظم التصميم الإنتاجية.

ملخص الباب الأول

البـــــاب الثاني: بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعض البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

* YASMIN
* P.B. SPACE
* CADRE
* MONEO
* Genetic Algorithm Toolbox
* Falling Water Toolbox
* SEED

ملخص الباب الثاني

البـــــاب الثالث: تصنيف وتقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

معايير تصنيف وتقييم البرامج المساعدة في عملية التصميم المعماري

التطبيقات العملية

تصنيف البرامج المساعدة للتصميم المعماري

تقييم البرامج المساعدة للتصميم المعماري

ملخص الباب الثالث

النتائج والتوصيات

٤ النتائج والتوصيات

يستعرض هذا الجزء من البحث النتائج التي توصل إليها الباحث بعد التعرف على البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري وإجراء تجارب عملية على عدد منها، بالإضافة إلى تحديد ما وصلت إليه العلاقة بين المعماريين المصريين والحاسب الآلي عن طريق استطلاع للرأي لعدد (٥٠) من المعماريين وأستاذة وطلبة العمارة، بالإضافة إلي حصر أبحاث عدد من الجامعات المصرية الحكومية المهتمة بتأثير الحاسب الآلي في العمارة، ثم تأتي بعد ذلك بعض التوصيات للاستفادة أكثر من إمكانيات الحاسب الآلي في العمارة.

٤-١ النتائج

الهدف الرئيسي للبحث هو الوقوف على كفاءة البرامج المساعدة للتصميم المعماري من خلال عدد من الأهداف الثانوية، وانقسمت هذه الأهداف إلى أهداف تعليمية وأخرى مهنية، وقد تعرفنا في الأهداف التعليمية على الاتجاهات المتبعة في التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي، وكذلك تعرفنا على عدد من البرامج المساعدة للتصميم المعماري في مراحله الأولية، ثم تعرضنا للأهداف المهنية والتي فيها تم تقييم وتصنيف هذه البرامج ودراسة المنتجات النهائية لها، وذلك لتحديد كيفية الاستفادة منها في عملية التصميم المعماري.

توصلنا من خلال هذه الأهداف إلى عدد من النتائج حول البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، ومدى استفادة المعماريون المصريون من إمكانيات الحاسب الآلي وبرامجه في العمارة، وكذلك مدى اهتمام الباحثين المصريين بهذا المجال.

٤-١-١ البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

بعد دراسة عدد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري توصل الباحث إلى النتائج التالية:

٤-١-١-١ اتجاهات البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

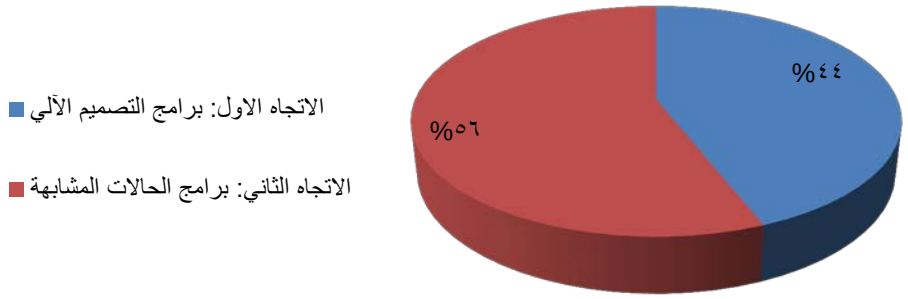
تنقسم هذه النوعية من البرامج إلى اتجاهين رئيسيين هما:

أ) برامج تهدف إلى الوصول إلى تصميم أولي بصورة آلية سواء كانت النتائج عبارة عن مساقط أفقية أو كتل معمارية، مثل برنامج Yasmin وأداة FWT على الترتيب.

ب) برامج إرشادية تساعد المعماريين بعرض حالات تصميمية مشابهة للمشكلة التصميمية محل الدراسة، وتكون النتائج إما نماذج مشابهة فقط، أو نماذج مشابهة مصحوبة بمجموعة من المعلومات المختلفة المفيدة للمعماري لتطوير

الحل الناتج مع إمكانية الجمع بين أكثر من حالة مشابهة معاً لتكوين حل جديد، مثل برنامج Moneo وبرنامج CADRE على الترتيب.

وبناءً على دراسة تمت على عينة مكونة من عدد (٥٠) معماري/طالب عمارة مصريين حول أي الاتجاهين يفضلون، كانت النتيجة أن ٥٦% يفضلون الاتجاه الثاني الذي يعرض الحالات التصميمية المشابهة CBD، حيث يرونه يُتيح لهم الفرصة في التصميم والاستنتاج والإبداع الشخصي، بينما كان ٤٤% يفضلون اتجاه البرامج التي تهدف إلي إنتاج بديل أولي يمكن الاستفادة منه لتقليل وقت هذه المرحلة والبدء في تطويره بصورة أفضل (شكل رقم٤-١).



شكل رقم (٤-١) تفضيل المعماريين المصريين لاتجاهات البرامج المساعدة للتصميم المعماري
(إعداد الباحث)

٤-١-١-٢ إمكانيات البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

تعددت محاولات المعماريين للاستفادة من الحاسب الآلي في عملية التصميم المعماري، وعمل برامج تساعد في هذه العملية الإبداعية سواء في مراحل التصميم الأولية أو في مراحل الإظهار والتنفيذ، ولقد وصلت هذه المحاولات إلي إنتاج برامج وأدوات مختلفة تخدم في كل مراحل العملية التصميمية.

ولكن مازالت هذه البرامج تحتاج لمزيد من التطوير والاهتمام، فبالرغم من تطور إمكانيات الحاسب الآلي واستخدام تطبيقاته المتطورة في بعض المكاتب المعمارية الكبرى مثل Gehry و Eisenman (Chougui, 2006)، إلا أنها لم تنتشر أو تصل إلى برامج قادرة على تلبية أغلب طلبات المعماريين من حيث سهولة التعامل أو طبيعة المنتجات.

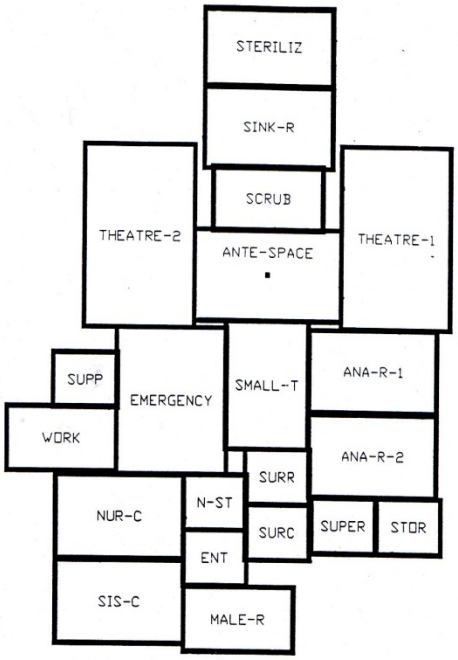
تختلف إمكانيات البرامج عن بعضها حسب طريقة عملها وبرمجتها والهدف منها، وفيما يلي بعض إمكانيات البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري:

أ) برامج تنتج تصميمات أولية للمساقط الأفقية، مثل Yasmin و SEED-Layout (شكل رقم ٤-٢).

ب) برامج تساعد في رسم وإظهار الأفكار الأولية، مثل AutoCAD و Revit و Chief Architect (شكل رقم ٤-٣).

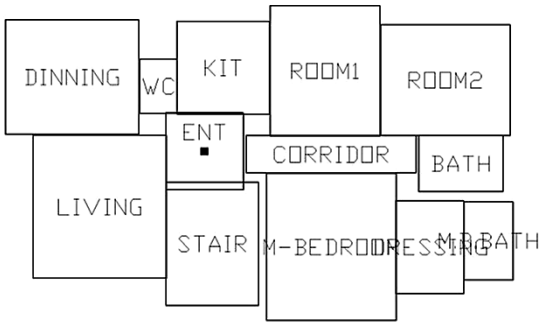
ج) برامج تنتج كتل ثلاثية الأبعاد، مثل FWT و SEED-Config (شكل رقم ٤-٤).

د) برامج تساعد في تصميم ورسم الكتل ثلاثية الأبعاد، مثل 3dsmax وبرنامج Rhino-Ceros وأدواته مثل Grasshopper – من برامج Parametric Design– المستخدمين في تصميم الكتل ذات الأشكال العضوية (شكل رقم ٤-٥).



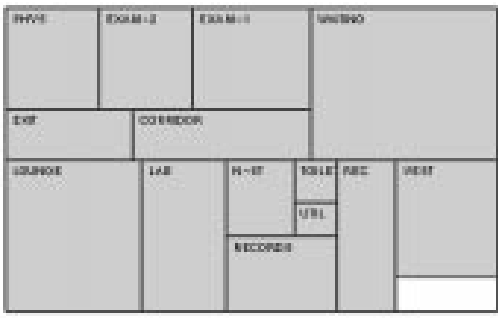
(١) تصميم أولي لمستشفى بـ Yasmin

(جعفر، ١٩٩٦)



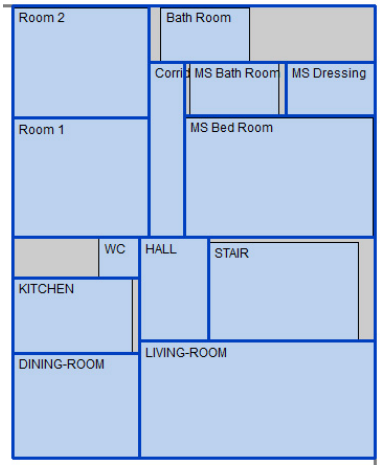
(٢) تصميم أولي لوحدة سكنية بـ Yasmin

(إعداد الباحث)



(٣) تصميم أولي لعيادة بـ SEED-Layout

(Flemming U. , 1999)



(٤) تصميم أولي لوحدة سكنية بـ SEED-Layout

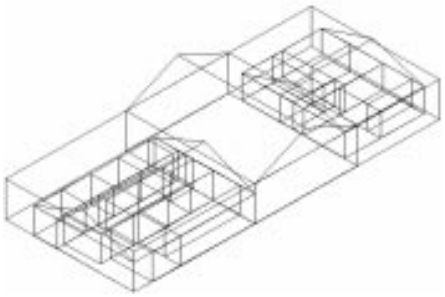
(إعداد الباحث)

شكل رقم (٤-٢) نماذج من منتجات Yasmin و SEED-Layout

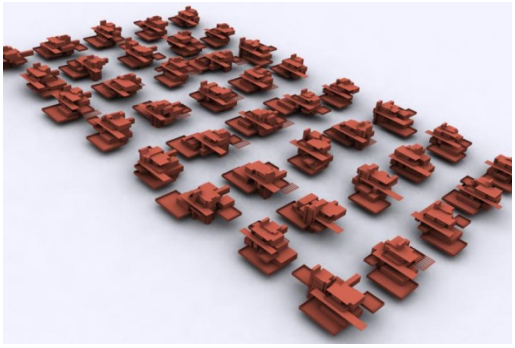
(١)برنامج Revit
(Autodesk, 2012)

(٢) منتجات برنامج Chief Architect
(Chief Architect, 2012)

شكل رقم (٤-٣) برامج تساعد في رسم وإظهار الأفكار الأوليه



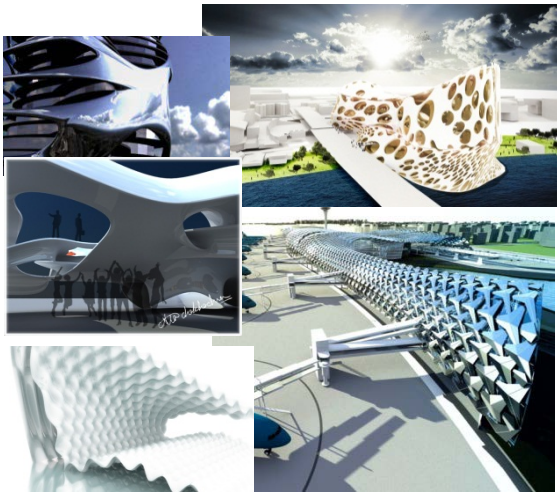
(١)منتج برنامج SEED-Config
(Flemming U. , 1999)



(٢) منتجات برنامج FWT
(El-Gewely, 2010)

شكل رقم (٤-٤) برامج تنتج كتل ثلاثية الأبعاد

(١) برنامج 3ds Max
(Autodesk, 2012)



(٢) منتجات برنامج Rhino-Ceros مع Grasshopper
(Grasshopper, 2012)

شكل رقم (٤-٥) برامج تساعد في تصميم ورسم الكتل ثلاثية الابعاد

٤-١-١-٣ انتشار البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري

لم تنتشر هذه البرامج خارج نطاق مراكز الأبحاث أو تصل إلى برامج تجارية ناجحة، وفي إطار نفس العينة السابقة من المعماريين وطلبة العمارة المصريين حول معرفتهم بوجود مثل هذه النوعية من البرامج كانت النتيجة أن ١٨% فقط يعلمون بوجودها ولكنهم لا يستخدمونها لعدم التمكن من الحصول عليها، أو عدم الاهتمام بها لتنفيذ أعمالهم. لذا يكون من أسباب عدم انتشارها ما يلي:

أ) عدم المعرفة أو الدراية بوجودها.

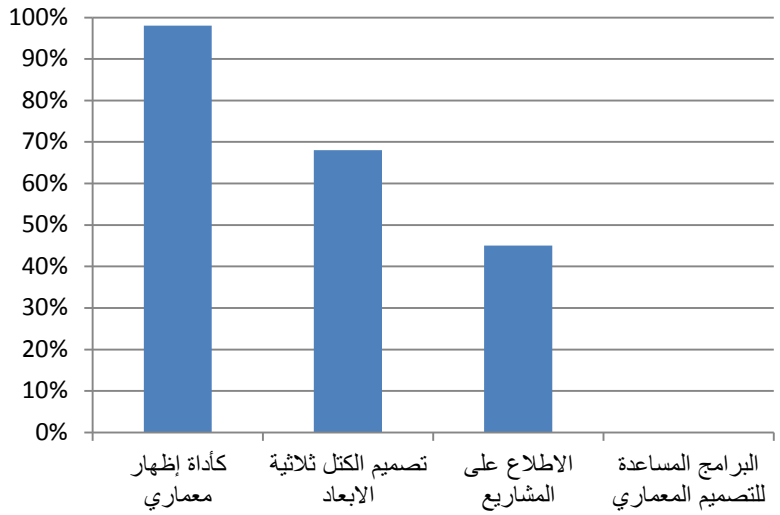
ب) اعتقاد البعض بعدم جدواها في عملية إبداعية جمالية مثل التصميم المعماري، فبعض هذه البرامج عبارة عن أدوات تُكرر وتُحاكي ما أنتجه معماريون سابقون، فهي من وجهة نظرهم لا تُبدع أو تنتج تصميمات جديدة.

ج) الإفراط في وقت التشغيل؛ حيث يزيد زمن إدخال البيانات وإنتاج التصميم مع زيادة عدد العناصر.

في النهاية هناك آمال كبيرة في تطور هذه البرامج والاستفادة منها ومن إمكانيات الحاسب الآلي في المستقبل في شتى مجالات العمارة.

٤-١-٢ المعماريون المصريون والحاسب الآلي

رغم إننا في العقد الثاني من القرن الواحد والعشرين إلا أننا مازلنا نسير بخطى بطيئة نحو التكنولوجيا الحديثة للاستفادة من إمكانياتها، مازلنا لا نهتم بإمكانيات الحاسب الآلي، وما يمكن أن يؤديه في مجال العمارة، حيث بات دور الحاسب الآلي الأهم عند المعماريين هو عملية الإظهار فقط بما فيها من مساقط ملونه ولقطات ثلاثية الأبعاد ورسومات تنفيذية أو غيرهم، ففي إطار نفس الاستبيان السابق على عدد ٥٠ من المعماريين المصريين وطلبة العمارة في بعض الجامعات المصرية حول استخداماتهم للحاسب الآلي وعن ما يمكن أن يؤديه في العمارة، كانت النتيجة هي أن ٩٨% يستخدمونه بشكل عام كأداة للإظهار المعماري، وأن ٦٨% يستخدمونه في تصميم كتل المباني عن طريق رسمها ثلاثية الأبعاد والتعديل عليها أما بالطرح أو الإضافة، وحول استخدامه في مرحلة التصميم الأولي كانت النتيجة أنهم يستخدمونه فقط في الاطلاع على المشاريع السابقة سواء من مكتبة خاصه بهم على الحاسب أو مواقع الأنترنت كانت النتيجة ٤٥%، فالمعماريون المصريون لا يستخدمون البرامج المساعدة للتصميم المعماري في المراحل الأولية للتصميم، وذلك لان حوالي ١٨% فقط يعرفون بأن هناك برامج تساعد المعماري في عملية التصميم في مراحله الأولى وليس الإظهار فقط ولا يملكونها(شكل رقم ٤-٦).



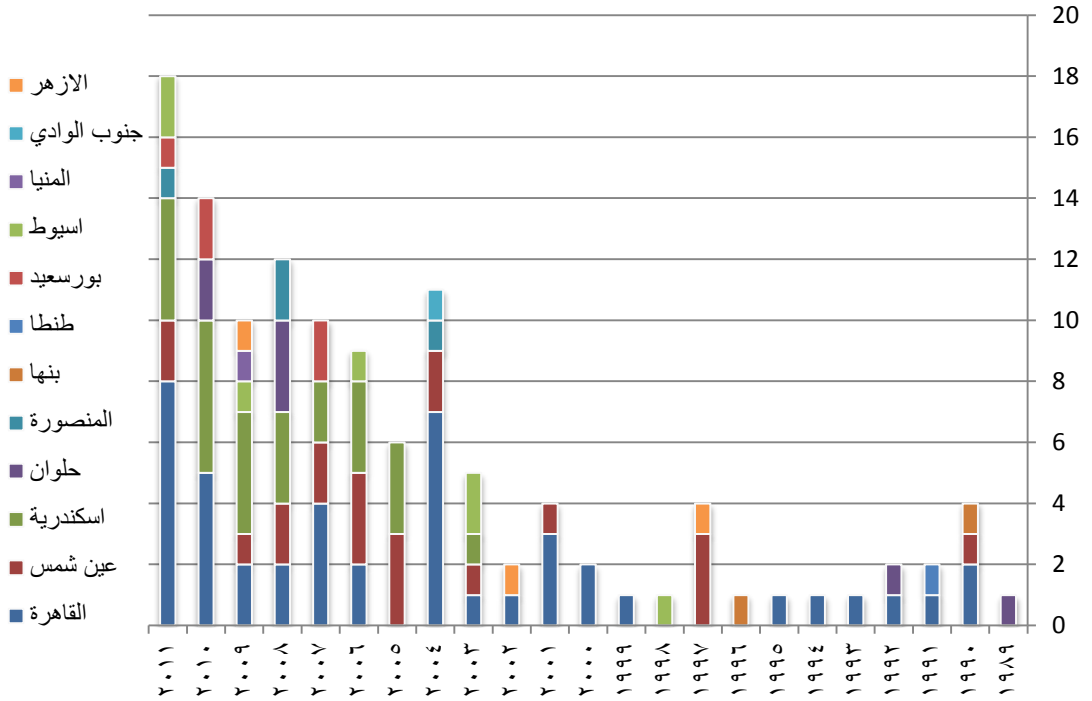
شكل رقم (٤-٦) استخدامات الحاسب الآلي في العمارة المصرية

(إعداد الباحث)

٤-١-٣ الجامعات المصرية والحاسب الآلي

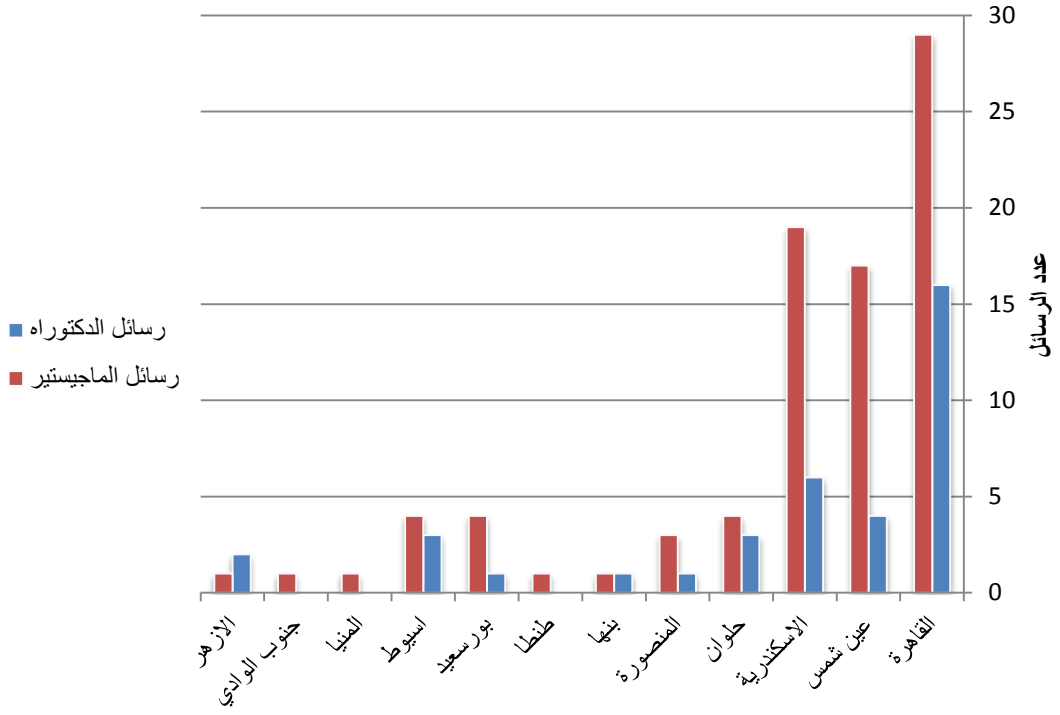
٤-١-٣-١ عدد الرسائل العلمية المهتمة بالحاسب الآلي والعمارة

إذا نظرنا إلى الأبحاث والرسائل العلمية في أقسام العمارة بالجامعات المصرية الحكومية نجدها لا تختلف كثيراً عن المعماريين في المكاتب الهندسية، فهي لا تتعرض لدور وتأثير الحاسب الآلي في العمارة إلا فيما ندر، فبعمل مسح على الرسائل العلمية لأغلب هذه الجامعات وجد أن نسبة الرسائل العلمية الباحثة في مجال الحاسب الآلي والعمارة المنشورة في الفترة من ١٩٨٩ وحتى ٢٠١١ حوالي ٦% فقط من إجمالي الرسائل العلمية، وتتركز أغلب الأبحاث في جامعة القاهرة والإسكندرية وعين شمس، حيث تمثل الثلاث جامعات حوالي ٧٥% من إجمالي الرسائل العلمية المهتمة بالحاسب الآلي والعمارة، ويوضح الشكل التالي رقم (٤-٧) الرسائل العلمية لعدد احد عشر جامعة مصرية حكومية وعدد الرسائل بها مُنسبه إلى الأعوام، ويظهر فيه الاهتمام بهذا المجال أكثر في الأعوام الأخيرة، وبالأخص عام ٢٠١١ الذي اشتركت فيه ست جامعات بعدد ثمانية عشر رساله علمية مهتمة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة– بناءً على حصر معتمد على موقع اتحاد مكتبات الجامعات المصرية والمكتبة المركزية بجامعة القاهرة ومكتبة جامعة الأزهر في الفترة من عام ١٩٨٩ إلى ٢٠١١.



شكل رقم (٤-٧) إجمالي عدد الرسائل العلمية المهتمة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة في كل عام مُنسبة لكل جامعة (المكتبة المركزية – جامعة القاهرة، ٢٠١٢) (المكتبة المركزية – جامعة الازهر، ٢٠١٢) (المجلس الأعلى للجامعات، ٢٠١٢)

وقد بلغ إجمالي عدد الرسائل المهتمة بإمكانيات الحاسب الآلي في العمارة في أثني عشر جامعة حكومية مصرية هي فقط المهتمة بهذا المجال عدد ١٢٢ رسالة علمية، ويوضح الشكل رقم (٤-٨) عدد الرسائل الإجمالي لكل جامعة مقسمة إلى رسائل الدكتوراه ورسائل الماجيستير في الفترة من ١٩٨٩ إلى ٢٠١١، ويتضح في الشكل أن أكثر الجامعات إسهاماً هي جامعة القاهرة بعدد ٤٥ رسالة، تليها جامعة الإسكندرية بعدد ٢٥ رسالة، ثم جامعة عين شمس بعدد ٢١ رسالة، ولعناوين هذه الرسائل العلمية وأعدادها للجامعات المهتمة بهذه النوعية من الأبحاث راجع الملحق.



شكل رقم (٤-٨) إجمالي عدد الرسائل العلمية المهتمة بتطبيقات الحاسب الآلي في العمارة لكل جامعة في الفترة من ١٩٨٩إلى٢٠١١

(المكتبة المركزية – جامعة القاهرة، ٢٠١٢) (المكتبة المركزية – جامعة الازهر، ٢٠١٢) (المجلس الأعلى للجامعات، ٢٠١٢)

٤-١-٣-١ توجهات الجامعات المصرية في أبحاث الحاسب الآلي والعمارة

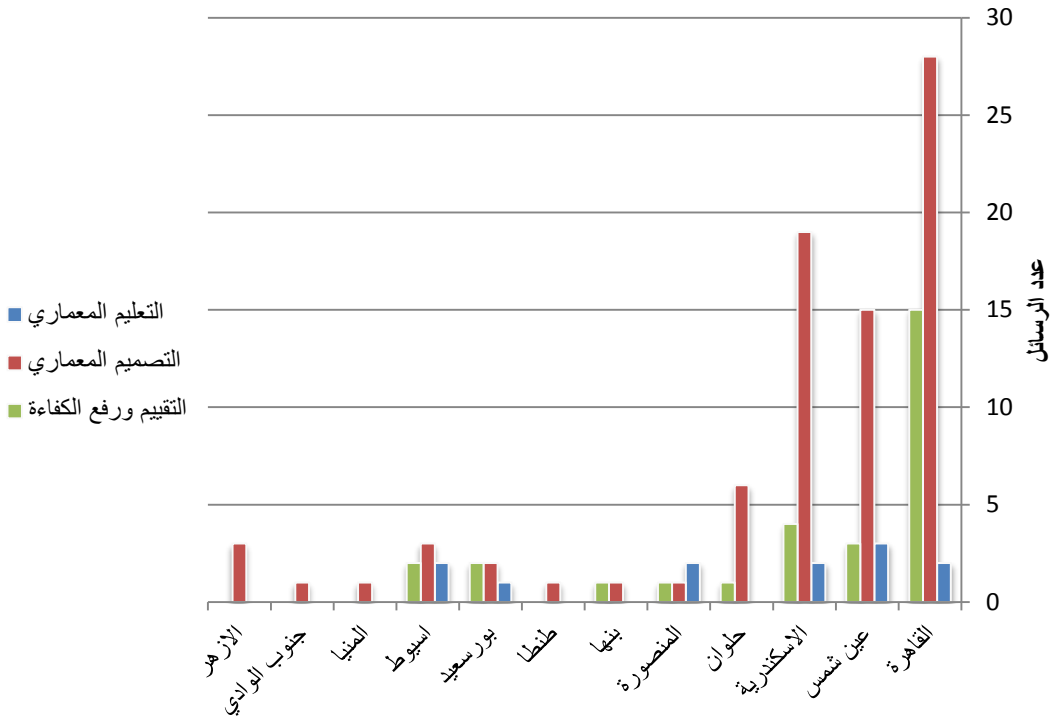
تهتم الرسائل العلمية المختصة بالحاسب الآلي والعمارة في الجامعات الحكومية المصرية – بناءً على حصر معتمد على موقع اتحاد مكتبات الجامعات المصرية والمكتبة المركزية بجامعة القاهرة ومكتبة جامعة الأزهر في الفترة من عام ١٩٨٩ إلى ٢٠١١- بثلاث اتجاهات رئيسية يندرج تحتهم عدد من الاتجاهات الثانوية، ولقد تم تصنيف هذه الاتجاهات بناءً على أهدافها كما في الجدول التالي:

التعليم المعماري	التصميم المعماري	التقييم ورفع الكفاءة
تكنولوجيا المعلومات	تأثير التكنولوجيا المتقدمة	تقييم الإضاءة في المباني
الواقع الافتراضي	قواعد الشكل	تقييم الأداء الصوتي في المباني
استخدام الحاسب الآلي في التعليم	الخوارزميات	تقييم الفراغات تصميميا
	الواقع الافتراضي	رفع الكفاءة الحرارية
	العمارة الرقمية	ترشيد الطاقة
	العمارة الذكية	توثيق التراث
	العمارة الحركية	تنفيذ المشروعات
		الواقع الافتراضي

جدول (٤-١) توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة

(إعداد الباحث)

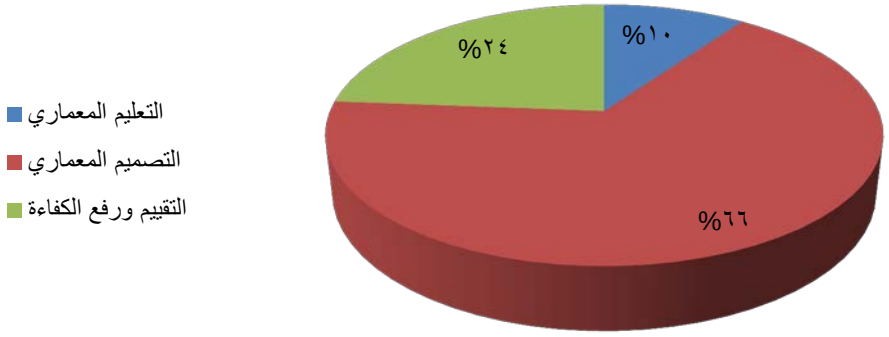
وفيما يلي الشكل رقم (٤-٩) يوضح العلاقة بين توجهات الجامعات المصرية في أبحاث الحاسب الآلي والعمارة مقسمة إلى الثلاث اتجاهات الرئيسية المذكورة سابقا ومُنسبة لعدد الرسائل في كل جامعة، وفيه لا تختلف اهتمامات الجامعات عن بعضها كثير حيث يظهر الاهتمام بالتصميم المعماري ثم التقييم ورفع الكفاءة ثم التعليم المعماري.



شكل رقم (٤-٩) العلاقة بين توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة

(المكتبة المركزية – جامعة القاهرة، ٢٠١٢) (المكتبة المركزية – جامعة الازهر، ٢٠١٢) (المجلس الأعلى للجامعات، ٢٠١٢)

ويوضح الشكل رقم (٤-١٠) أن النسبة الغالبة للأبحاث لاتجاه التصميم المعماري بنسبة ٦٦% من إجمالي الأبحاث، يليها اتجاه تقييم ورفع الكفاءة بنسبة ٢٤%، ثم الرسائل المهتمة بمجال التعليم المعماري بنسبة ١٠%.



شكل رقم (٤-١٠) النسب بين توجهات الجامعات المصرية في أبحاث تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة

(المكتبة المركزية – جامعة القاهرة، ٢٠١٢) (المكتبة المركزية – جامعة الازهر، ٢٠١٢) (المجلس الأعلى للجامعات، ٢٠١٢)

٤-٢ التوصيات

بعد دراسة عدد من البرامج المساعدة لعملية التصميم المعماري، والتعرف على نتائج البحث، هناك عدد من التوصيات التي قد تساعد في تطوير التصميم المعماري وتطوير التعليم المعماري في مصر، وهم:

أ) تعريف طلبة العمارة بالبرامج المساعدة للتصميم المعماري CAAD واتجاهاتها المختلفة، للحصول على أجيال جديدة متطورة من المعماريين.

ب) استخدام برامج الـ CAAD في التعليم المعماري سواءً عن طريق تقييم تصميمات الطلبة أو تصميمات السابقين، وعرض الحالات التصميمية السابقة المشابهة للمشاكل التصميمية الحالية.

ج) عمل دورات تدريبية وورش عمل للمعماريين وطلبة العمارة على البرامج الـCAAD لإنتاج تصميمات جديدة مبنية على أسس علمية سليمة وليست مبنية فقط على النقل والتكرار ولكن على الابتكار.

د) التوصية باقتحام مجالات بحثية معاصرة في استخدام تكنولوجيا الحاسبات لمصلحة التصميم المعماري والتعليم المعماري مثل:

- Mixed Reality.
- Tangible User Interfaces.
- Architectural Robotics.
- Ubiquitous Computing.
- Digital Fabrication.

هـ) اقترح بعمل قاعدة بيانات Data Base تشمل جميع الأبحاث المرتبطة باستخدام الحاسب الآلي في العمارة والتصميم العمراني التي تمت في مصر لتشمل الرواد المصريين في هذا المجال.

٤-٣ الأهداف والأبحاث المستقبلية

من أهم الأهداف والأبحاث المستقبلية محاولة إنتاج أو تطوير نظام أو أداة تساعد في التصميم المعماري، بحيث تُلبي طلبات كلاً من المعماريين وطلبة العمارة في المراحل الأولى للتصميم المعماري، أو محاولة تهيئة الربط أو التكامل Integration بين أكثر من برنامج من البرامج المساعدة في أكثر من مرحلة من مراحل التصميم المعماري، للاستفادة من أغلب مزايا هذه البرامج معا وتلافى عيوبها، وذلك للتيسير على المعماريين للوصول إلى النتائج التصميمية المرجوة في وقت أقل وجوده أعلى.

المراجـــع

المراجع

أولا: المراجع العربية

أشرف عبد المنعم السعيد جعفر. (١٩٩٦). تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة: مدخل تحليلي لتحقيق التصميم العملي الأقرب إلي الأمثل. رسالة دكتوراة، قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة بشبرا – جامعة الزقازيق – فرع بنها.

داليا عبدالغني سالم. (سبتمبر، ٢٠٠١). دراسة الإضاءة الطبيعية داخل مباني الأتريوم على مستوى البئية المحلية: للوصول للأداء الأمثل باستخدام الحاسب الآلي. رسالة دكتوراه – كلية الهندسة – جامعة القاهرة.

شريف محمد ربيع عبدالوهاب خشبة. (نوفمبر، ٢٠٠٤). استخدام الحاسب الآلي كأداة للتقييم في العملية التصميمية: تقييم الجوانب الوظيفية للمراكز التجارية. رسالة دكتوراه – كلية الهندسة – جامعة القاهرة.

عبدالمحسن الحسيني. (١٩٨٨). *الخوارزميات والبرمجة الإنشائية بلغة باسكال* (المجلد الأول). لبنان: المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع.

على رأفت. (٢٠٠٣). *سلسلة ثلاثية الإبداع المعماري*. القاهرة: مركز ابحاث كونسلت – مطابع الأهرام.

علي عبدالله الدفاع. (١٩٩٨). *موسوعة نوابغ العرب والمسلمين في العلوم الرياضية*. الرياض، السعودية: مكتبة التوبة.

مجلة الإعجاز العلمي. (يوليو، ٢٠١٢). *العدد الحادي عشر*. تم الاسترداد من الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنه: www.eajaz.org

محمد على الشرقاوي. (١٩٩٦). *الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، سلسلة علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل* (المجلد الأول). مطابع المكتب المصري الحديث.

محمد هيثم أحمد بصيص. (يونيو، ٢٠٠٠). التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي باستخدام قواعد الشكل كأداة للتكوين. رسالة دكتوراة، كلية الهندسة – جامعة القاهرة.

ثانيا: المراجع الإنجليزية

Aamodt, A., & Plaza, E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *Artificial Intelligence Communications Vol.7, no. 1*, pp. 39-59.

Akin, Ö. (1997). *Case Based Instruction Strategies in the Design Studio*. in Architectural Centers Consortium, Herberger Center for Design Excellence, College of Architectural and Environmental Design. Arizona State University.

Akin, Ö., & Akin, C. (1998). On the Process of Creativity in Puzzles, Inventions, and Designs. *Automation in Construction, Vol.7, 2–3*, pp. 123–138.

Akin, Ö., Sen, R., Donia, M., & Zhang, Y. (1995, December). SEED-PRO: Computer Assisted Architectural Programming in SEED. *Journal of Architectural Engineering, Vol.1, No. 4*, pp. 153-161.

ArcGIS-Help. (2012, October). *ArcGIS Resource Center*. Retrieved from ArcGIS Desktop ver10.0 Help: http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html

Archer, L. B. (1969). Structure of the Design Process; in Design Methods in Architecture. In G. Broadbent, & A. Ward (Ed.), *Architectural Association. Paper No.4.* London: Lund Humphries Publishers Ltd.

Arvin, S. A. (2004, May). Physically Based Mechanical Metaphors In Architectural Space Planning. A Ph. D., The Office of Graduate Studies of Texas A&M University.

Bailey, S. F., & Smith, I. (1994). Case Based Preliminary Buliding Design. *Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.8, No.4*, pp. 454-468.

Bax, M. F. (1986). Domain Theory: Applications for CAAD. *in Open House International, Vol. 1, no. 2.*

Bellman, R. E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* San Francisco: Boyd & Fraser Pub. Co.

Bondy, J. A., & Murty, U. S. (1982). *Graph Theory With Applications* (Vol. 5). U.S.A.: Elsevier Science Publishing Co., Inc.

Broadbent, G. (1973). *Design in Architecture: Architecture and the Human Sciences.* London: John Wiley and Sons Inc.

Brown, D. C., & Chandrasekaran, B. (1985). Expert systems for a class of mechanical design activity. In J. S. Gero (Ed.), *Knowledge Engineering in Computer-Aided Design*, (pp. 259-282). Amsterdam, North-Holland.

Cagdas, G. (1996). A Shape Grammar: The Language of Traditional Turkish Houses. *Planning and Design*, pp. 443 – 464.

Cheetham, W., & Watson, I. (2006). Fielded Applications of Case-Based Reasoning. *The Knowledge Engineering Review*, pp. 321–323.

Chinowsky, P. S. (1991). The CAADIE Project: Applying Knowledge-Based Paradigms to Architectural Generation. A Ph. D., The Department Of Civil Engineering, Stanford University, USA.

Chougui, A. (2006). The Digital Design Process: Reflections on Architectural Design Positions on Complexity and CAAD. *Computing in Architecture: Re-Thinking the Discourse, ASCAAD 2006*, (pp. 272-288). Sharjah, United Arab Emirates.

Coyne, R. D., Rosenman, M. A., Radford, A. D., Balachandran, & Gero, J. S. (1990). *Knowledge-Based Design Systems.* Sydney: Addison-Wesley Publihing Company, Inc.

Coyne, R., Flemming, U., Piela, P., & Woodbury, R. (1993). Behavior Modeling in Design System Development. *CAAD Futures 93* (pp. 335-354). Pittsburgh, USA: Conference Proceedings.

Coyne, R., Rosenman, M., Radford, A., & Gero, J. (1987). Innovation and creativity in knowledge-based CAD. In J. S. Gero (Ed.), *Expert Systems in Computer-Aided Design*, (pp. 435-465). Amsterdam, North-Holland.

Dave, B., Schmitt, G., Faltings, B., & Smith, I. (1994). Case Based Design In Architecture. In J. Gero, & F. Sudweeks (Ed.), *Artificial Intelligence in Design - AID '94* (pp. 145-162). Doordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Demirkan, H., Pultar, M., & Ozguc, B. (1992). A Knowledge-Based Space Planning System. In *Architectural Science Review* (Vols. 35, No.1, pp. 3-7). Australia Post.

Domeshek, E., & Kolodner, J. (1993). Using the Points of Large Cases. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Vol.7, No.2*, pp. 87-96.

Economu, A. (2000). Shape Grammars in Architectural Design Studio. *ACSA Technology Conference.*

El-Gewely, M. H. (2010). Algorithm Aided Architectural Design (AAAD). M.Sc. Alexandria University, Faculty of Engineering, Department Of Architecture, Egypt.

Ezzat, A. H. (2008). Architecture Ideology's at the Turn of the Century. M. Sc., Department of Architecture, Faculty of Fine Arts, Alexandria University.

Faltings, B. (1997). Case Reuse by Model-Based Interpretation. In M. L. Maher, & P. Pu, *Issues and Applications of Case-Based Reasoning in Design* (pp. 30-60). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Flemming, Coyne, & Woodbury. (1993). SEED: A Software Environment to Support the Early Phases in Building Design. *Proceedings of the 4th International Symposium on Computer Aided Design in Architecture and Civil Engineering.* Barcelona, Spain.

Flemming, U. (1999). *SEED-Layout Tutorial.* School of Architecture and Institute for Complex Engineered Systems, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.

Flemming, U., Coyne, R., & Snyder, J. (1994). Case-Based Design in the SEED System. In K. Khozeimeh (Ed.), *Computing in Civil Engineering, Proceedings of the First Congress held in conjunction with the A/E/C Systems `94. Vol.1*. Washington DC, New York: American Society of Civil Engineers.

Gamboa, T. P. (1987). Understanding the Significance Of Computer In Architecture. M. Sc. Dissertation, The Architectural Department, The Pensylvania State University.

Gero. (1973). A System for Computer-Aided Design in Architecture. In J. Vlietstra, & R. F. Wielinga, *Principles of Computer-Aided Design* (pp. 309-326). London: North-Holland Publishing Company-Amsterdam.

Gero, J. (1973). A System for Computer-Aided Design in Architecture. In J. Vlietstra, & R. F. Wielinga, *Principles of Computer-Aided Design* (pp. 309-326). London: North-Holland Publishing Company-Amsterdam.

Gero, J. (1989). A Locus for Knowledge-Based Systems in CAAD Education. *CAAD futures Digital Proceedings.*

Gero, J. S. (1990, Winter). *Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema For Design.* Retrieved October 2012, from AI MAGAZINE: http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/issue/view/89

Gero, J. S., & Maher, M. L. (1991). Mutation and Analogy to Support Creativity in Computer-Aided Design. *Computer Aided Architectural Design Futures: Education, Research, Applications (CAAD Futures '91 Conference Proceedings / ISBN 3-528-08821-4)*, (pp. 261-270). Zürich (Switzerland).

Gero, J. S., & Maher, M. L. (1997). *Computational Models.* Australia: Key Center of Design Computing, University of Sydney.

Grason, J. (1970). A Dual Linear Graph Representation for Space-Filling Location Problems of the Floor Plan Type. In G. T. Moore, *Emerging Methods in Environmental Design and Planning* (pp. 21-37). Cambridge: MIT Press.

Grason, J. (1971). An Approach to Computerized Space Planning Using Graph Theory. *DAC '71 Proceedings of the 8th Design Automation Workshop* (pp. 170 - 178). New York: ACM.

Henrion, M. (1978). Automatic Space-Planning: A Postmortem? In J. C. Latombe, *Artificial Intelligence and Pattern Recongnition in Computer Aided Design* (pp. 175-191). North-Holland Publising Company.

Herzog, M. (1995, Jun 23). Case-Based Reasoning. *MET DST*.

Heylighen, & Neuckermans. (2001). A Case Base of Case-Based Design Tools for Architecture. *Computer Aided Design 33* (pp. 1111-1122). El-Sevier Science.

Heylighen, A., & Neuckermans, H. (2000). DYNAMO: A Dynamic Architectural Memory On-line. *Educational Technology & Society 3(2).*

Holland, J. H. (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems. *MIT Press*.

Homayouni, H. (2007). A Genetic Algorithm Approach to Space Layout Planning Optimization. MSc, University of Washington, Department of Architecture and Urban Planning.

Hosny, S. S. (1990). Computer-Aided Architectural Design Techniques. Ph.D., Depatment Of Architecture, Ain Shams University, Cairo.

Hua, K., & Faltings, B. (1993). Exploring Case-Based Building – CADRE. *Artificial Intelligence for Engineering, Analysis and Manufacturing, Vol.7, No.2*, pp. 135-143.

Kendal, S. L., & Creen, M. (2007). *An Introduction to Knowledge Engineering.* USA: Springer-Verlag London Limited.

Kim, C., & O'Grady, P. J. (1996). A Representation Formalism for Feature-Based Design. *Computer-Aided Design. Vol.26, No.6/7*, pp. 451-460. Great Britain: Elsevier Science Ltd.

Knight, T. (1999). *Applications In Architectural Design, And Education And Practice.* Report for the NSF/MIT Workshop on Shape Computation, Department of Architecture, School of Architecture and Planning ,Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

Kolodner, J. (1983). Maintaining organization in a dynamic long-term memory. *Cognitive Science, Vol.7* (pp. 243-280). Elsevier Inc.

Kolodner, J. (1993). *Case-Based Reasoning.* San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Krish, S. (2011, Jan. 29). *What is generative design?* Retrieved April 2011, from Article at generativedesign.wordpress.com: http://generativedesign.wordpress.com/2011/01/29/what-is-generative-desing/

Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines.* Cambridge, Mass.: MIT Press.

Lawson, B. (1994). Architects are Losing out in the Professional Divide. *Architects Journal, Vol. 199, No.16*, pp. 13-14.

Lawson, B. (2005). *How Designers Think.* Oxford: Architectural Press is an imprint of Elsevier.

Lee, J.-H. (2002). Integrating Housing Design and Case-Based Reasoning. A Ph.D., School of Architecture and Institute for Complex Engineered Systems (ICES), Carnegie Mellon University.

Liew, H. (2004). SGML: A Meta-Language for Shape Grammars. Cambridge, MA: A Ph.D., Submitted to the Massachusetts Institute of Technology.

Maher, M. L. (1990). Process Model for Design Synthesis. *AI MAGAZINE, Vol. 11, No. 4*, pp. 49-58.

Maher, M. L. (1991). Process Models for Design Synthesis. Australia: Key Center of Design Computing (KCDC), University of Sydney NSW 2006.

Mubarak, K. (2004, December). Case Based Reasoning for Design Composition in Architecture. Pennsylvania, USA: A Ph.D., School of Architecture, Carnegie Mellon University.

Nada, M. S. (1999, October). Architectural Design for Hospitals Using Expert System. A Ph.D., Faculty of Engineering The Architectural Department, Cairo University, Egypt.

Oxman, R. (2008). Digital Architecture- Re-thinking Theory, Knowledge, Models and Medium Challenge to Digital Design and Design Pedagogy. *Design Studies*(Vol.29 No.2), pp. 99-120.

Oxman, R., & Oxman, R. (1993). PRECEDENTS: Memory Structure in Design Case Libraries. In U. Flemming, & S. V. Wyk (Ed.), *CAAD Futures '93, Proceedings of the 5th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures*, (pp. 273-287).

Pirzada , S., & Dharwadker, A. (2007). Applications of Graph Theory. *Journal of The Korean Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol.11, No.4.*

Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (1996). *The Alogirthmic Beauty of Plant* (Vol. 2). New York: Springer-Verlag.

Prusinkiewicz, P., Shirmohammadi, M., & Samavati, F. (2010). L-systems in Geometric Modeling. *Proceedings of the Twelfth Annual Workshop on Descriptional Complexity of Formal Systems*, (pp. 3-12).

Quiroz, J. C. (2010). Creative Design Using Collaborative Interactive Genetic Algorithms. A Ph.D., Computer Science and Engineering, University of Nevada, Reno.

Richter, M. M., & Aamodt, A. (2006). Case-based Reasoning Foundations. *Knowledge Engineering Review, Vol.20, No.3*, pp. 203–207.

Riesbeck, C., & Schank, R. C. (1989). *Inside Case-Based Reasoning Lawrence Erlbaum Associates.* Hillsdale, NJ.

Rosenman, M. A., Gero, J. S., Hutchinson, P. J., & Oxman, R. (1986). Expert Systems Applications in Computer-Aided Design. *Computer-Aided Design, Vol.18, No.10*, pp. 546-551. Kalay.

Rosenman, M., & Gero, J. (1999). Evolving Designs by Generating Useful Complex Gene Structures. In P. Bentley, *Evolutionary Design by Computers* (pp. 345-364). San Francisco: Morgan Kaufmann.

Russell, S. J., & Norving, P. (2003). *Artificial Intelligence - A Modern Approach* (Vol. 2nd). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.

Schmitt, G. (1988). *Micro Computer-Aided Design, For Architects and Designers.* New York: John Wiley & Sons Ltd Company.

Schnier, T., & Gero, J. (1996). *Learning Genetic Representation as Alternative to Hand-Coded Shape Grammars.* Australia: Key Center of Design Computing, University of Sydney.

Skiena, S. S. (2008). *The Algorithm Design Manual* (Vol. 2). New York: Springer-Verlag London Limited.

Smyth, B., Finn, D., & Keane, M. T. (1993). Design Synthesis: A Model of Hierarchical Case-Based Reasoning. Dublin: Trinity College Dublin, Department of Computer Science.

Sobhy, M. (2005). Creative Approach To Design Formulation Shape Grammars As A Tool In Architecture Design Analysis And Synthesis. Alexandria, Egypt: M.Sc., Faculty of Endineering, Alexandria University.

Sprankle, M. (2001). *Problem Solving and Programming Concepts* (Vol. 5). New Jersey: Prentice Hall.

Steadman, P. (1976). Graph-Theoretic Representation of Architectural Arrangement. (L. March, Ed.) *The Archiecteture of Form*, pp. 94-115.

Stiny, G. (1980). Kindergarten Grammars: Designing With Froebel's Building Gifts. *Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 7*, pp. 409-462.

Stiny, G. (1985). Computing with Form and Meaning in Architecture. *Journal of Architectural Education*, pp. 7-19.

Stocking, A. W. (2009, Oct. 15). *Generative Design is Changing the Face of Architecture.* Retrieved May 2011, from Cadalyst Magazine: http://www.cadalyst.com/cad/building-design/generative-design-is-changing-face-architecture-12948

Sun, J. (1986). *Shape Grammars and Shape Rules.* Beijing: Journal of Computer Science And Technology, Qinghua University.

Taha, D. M. (2006, January). A Case-Based Approach to Computer Aided Architectural Design. *MONEO: an Architectural Assistant System.* A Ph.D., Faculty of Engineering the Architectural Department, Alexandria University, Egypt.

Trescak, T., Rodriguez, I., & Esteva, M. (2009). General Shape Grammar Interpreter for Intelligent Designs Generations. *Computer Graphics, Imaging and Visualization*, (pp. 235 - 240). Tianjin.

Vlientstra, J., & Wilelinga, R. F. (1973). In J. Vlientstra, & R. F. Wilelinga (Ed.), *Computer-Aided Design.* London: North-Holland Publishing Company-Amsterdam.

Watson, I., & Perera, S. (1997). Case-Based Design: A Review and Analysis of Building Design Applications. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Vol.11*, pp. 59-87.

ثالثا: مواقع الإنترنت

المجلس الأعلى للجامعات. (أغسطس، ٢٠١٢). تم الاسترداد من موقع اتحاد مكتبات الجامعات المصرية: http://www.eulc.edu.eg

المكتبة المركزية – جامعة الازهر. (يوليو، ٢٠١٢). تم الاسترداد من:

http://www.azhar.edu.eg/pages/central_lib.htm

المكتبة المركزية – جامعة القاهرة. (يوليو، ٢٠١٢). تم الاسترداد من: http://lis.cl.cu.edu.eg

Elservier. (2005, October). Retrieved from www.elservier.com

CAAD - RESEARCH. (2006, April). Retrieved from http://caad.arch.ethz.ch/research

The Archie Project. (2006, March). Retrieved from http://www.cc.gatech.edu/aimosaic/faculty/kolodner/archie.html

DYNAMO_Version 7.0. (2007, December). Retrieved from http://dynamo.asro.kuleuven.be/testdyn/index.html

SCIX. (2007, May). Retrieved from ITC Digital Library: http://itc.scix.net

SEED-Layout. (2008, August). Retrieved from http://www.andrew.cmu.edu/user/ujf/download_files/SLdownload.html

Ulrich Flemming Professor of Architecture - Research Interests. (2008, July). Retrieved from http://www.andrew.cmu.edu/user/ujf/research.html

Loyola College in Maryland. (2009, January). Retrieved from International Technology Research Institute: http://www.wtec.org/loyola

Chinadaily. (2010, May). Retrieved from www.chinadaily.com.cn

Cumin CAD. (2010, September). Retrieved from

http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Home

Zapatapi. (2010, May). Retrieved from www.zapatapi.net

Onyx Computing. (2011, May). Retrieved from http://www.onyxtree.com

Tree Generator. (2011, May). Retrieved from http://www.treegenerator.com

Autodesk. (2012, August). Retrieved from www.autodesk.com

Chief Architect. (2012, August). Retrieved from http://www.chiefarchitect.com/

Grasshopper. (2012, August). Retrieved from http://www.grasshopper3d.com