

الامتثالية الوظيفية في تصميم مخططات أبنية المساجد الحديثة

حفصة رمزي العمري, فراس محمد سعيد يوسف

hafsa_alomari2004@yahoo.com
firassaeed@yahoo.com

ملخص. تعد أبنية المساجد من أهم أبنية العمارة الإسلامية التي تتسم بثبات فضاءاتها الضرورية وتشكل تحدياً يواجه المصمم المعماري في إبداع بدائل تصميمية تحقق أداءاً وظيفياً كفواً. تم تحديد مشكلة البحث بالاتي "القصور في الكفاءة الوظيفية لتصاميم المساجد الحديثة ، وعدم وجود أداة لإيجاد بدائل تصميمية كفوءة وظيفياً خاصة بتصميم المساجد " . يهدف البحث توفير وسيلة علمية جديدة (برنامج يعمل بالحاسب الآلي) لإبداع بدائل تصميمية تحقق الاستغلال الأمثل للموقع ، وبما يتطابق مع المعايير والمتطلبات التصميمية الخاصة بالمسجد. قسم البحث إلى ثلاثة مباحث، تضمن الأول دراسات تحقيق الامتثالية والدراسات الإسلامية العامة التي تناولت تصميم المسجد لتحديد مشكلة البحث وفرضياته وهدفه. تضمن المبحث الثاني بناء نظري لنموذج تحقيق الامتثالية ، ووضع المعايير التصميمية والعلاقات الفضائية الخاصة بتصميم مخطط المسجد وصياغة تلك المعايير والعلاقات لتكون محددات وقيود ضمن موديلات تحقيق الامتثالية. وتم في المبحث الثالث تطوير برنامج VIP-PLANOPT واستخدامه كألية لإنتاج بدائل تصميمية كفوءة. تم تحليل النتائج من خلال عمل مقارنة بين النماذج المنتجة بواسطة البرنامج وبين المخططات الحالية لأبنية ثمانية مساجد حديثة في مدينة الموصل. توصل البحث ولأول مرة إلى بدائل تصميمية من برمجيات تحقيق الامتثالية ذات كفاءة وظيفية عالية مقارنة مع البدائل التصميمية الحالية من حيث تحقيقها للمعايير التصميمية و استغلال الموقع وقابلية التوسع المستقبلي للمسجد.

مقدمة:

إن مفهوم الامتثالية في تصميم المخطط "Layout Design Optimization" هو إيجاد المواقع العملية الممكنة للوحدات من خلال البحث عن البديل الأمثل. وان البديل الأمثل هو شكل علائقي نسبي يختلف وفق معطيات المسألة وبما يتوافق مع منظور المصمم لهذا التشكيل العلائقي وليس الوصول إلى الشكل الأمثل المطلق كما ورد في الدراسات الرياضية .

1-المبحث الأول:

يتضمن دراسات تحقيق الامتثالية والدراسات الإسلامية العامة التي تناولت تصميم المسجد لتحديد مشكلة البحث وفرضياته وهدفه.

1-1- الدراسات التي تناولت التصميم الآلي للمخططات

إن محاولات التنظيم الآلي للمخططات قد بدأت قبل أكثر من 35 سنة, وضع خلالها الباحثون العديد من الطروحات منها :

ا- دراسة Kado (1995) تناولت الدراسة مسائل تخطيط الخدمات "Facility Layout Problems" (FLP) وهي جزء من دراسات "Quadratic Assignment" تبين الدراسة أن استعمال الخوارزميات الجينية في إيجاد الحلول القريبة من الحل الأمثل ممكن في المسائل المتوسطة والكبيرة (أكثر من 12 وحدة ضمن المخطط الواحد) وتعد من أكثر الطرق انتشاراً .

ب-دراسة Hillier (1996) وقد أكدت أن مجال الاحتمالات الممكنة للتشكيل الفضائي في العمارة يمكن تحديده بمجموعة من العناصر الأساسية مع مجموعة من القواعد التجميعية, وتطبيق هذه القواعد على العناصر يتم توليد الأشكال المعمارية وقد وضعت الدراسة خوارزمية محددة لإنتاج البديل الأمثل التي من خلالها يضع قواعد التجميع بين العناصر أو الوحدات المكونة للمخطط.

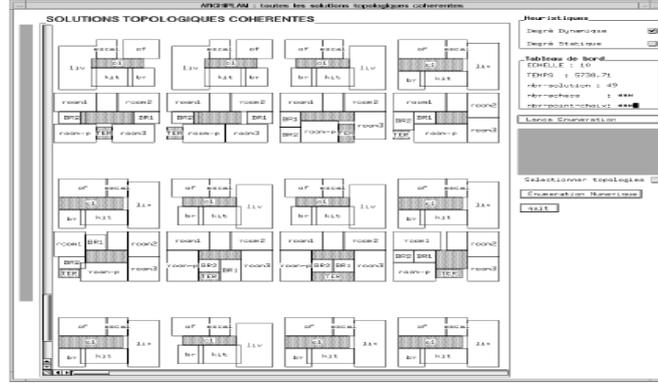
ج-دراسة Jagielski & Others (1997) تعد هذه الدراسة نموذجاً متطوراً من دراسة (Sharpe and Marksjo 1985) التي استعملت محاكاة التلدين (هو نوع من الاستراتيجيات الخاصة بحل مسائل تحقيق الامثلية وتقوم على فكرة محاكاة حركة جزيئات المادة في البحث عن أفضل موقع وعلاقة لها في حالة تسليط درجة حرارة بصورة منتظمة على المادة) . بينت الدراسة وجود نوعين من المصفوفات الأول هو مصفوفة فعاليات والثاني مصفوفة علاقات بعدية وأشارت إلى النمط الذي يمكن أن تطبق به مثل هذه المصفوفات (فعاليات ثابتة، علاقات وظيفية محددة، عزل للفعاليات واضح).

د- دراسة Gero And Jo (1997) توصلت إلى حل المسائل المتعلقة بالتصميم الآلي للمخطط المعماري يكون بتجزئة المسألة إلى مستويين طبولوجي وهندسي يعرف المستويين على وفق المنهجية التي يتبعها المصمم في عملية إنتاج المخططات المعمارية بصورة يدوية وحددت الدراسة أيضاً المراحل المشتركة بين العملية اليدوية والعملية الآلية.

م- دراسة Medjdoub & Yannou (2000) يتبين من هذه الدراسة أن عملية إنتاج البدائل التصميمية بوجود نوعين من القيود (القيود الهندسية و القيود الطبولوجية) يكون أكثر ملائمة للمتطلبات المعمارية من ناحية الاختلافات بين البدائل التي تعطيها عملية البحث . بينت الدراسة إمكانية جعل بعض الوحدات ثابتة ضمن المخطط لكي تعمل على ربط أكثر من طابق ضمن البناية الواحدة.

و- دراسة Michalek (2002): تبين الدراسة ثلاثة أنواع من نماذج تحقيق الامثلية وهي: تحقيق الامثلية الهندسية للفضاءات المرنة والتي لا تحتوي على حدود فيزيائية ثابتة وإنما تشكل من الحدود الخارجية للوحدات المجاورة وذلك باستعمال تحقيق الامثلية التفاعلية Interactive "Optimization". توفر هذه الإستراتيجية مرونة كافية في البدائل المنتجة من ناحية انفتاحية المخطط ومن ناحية إنتاج بدائل عملية وغير المرنة وتحقيق الامثلية الطبولوجية وتحقيق الامثلية التفاعلية. وبهذا أوجدت الدراسة وسيلة لمشاركة المصمم مع مسائل التصميم الآلي للمخططات في اتخاذ القرارات التصميمية وأن هذه العملية لا تؤدي بالضرورة إلى إنتاج بدائل تصميمية مثلى وإنما تؤدي إلى إنتاج بدائل تصميمية عملية . رسم رقم(1)

ي-دراسة محمد بن سعد (1999) الموسومة: تعد من الدراسات التي استخدمت مسائل تحقيق الامثلية والدالة المتعددة الهدف "Multi-Objective Function" وهي الدوال التي تستخدم أكثر من هدف في عملية تحقيق الامثلية، إذ عملت الدراسة على تحقيق أهداف مرتبطة بجانب وظيفي محدد وهو تقليل جهد التبريد الخاص بالمسجد من خلال توفير أفضل توزيع فضائي يعمل على تقليل جهد التبريد إلى أقل حد ممكن.



رسم رقم (1). بدائل التصميم الناتجة من تشكيل طبولوجي المصدر (Medjdoub 2001)

1-1-2- مناقشة الدراسات التي تناولت التصميم الآلي للمخططات المعمارية

من خلال استعراض الدراسات التي تناولت مفهوم تحقيق امتلية تصميم المخطط يتبين ما يلي:
 إن مسائل تحقيق الامتلية في تصميم المخططات تعتمد على جزاءين رئيسيين الأول: متمثل بتحقيق الامتلية الطبولوجية (العلاقات الوظيفية والمواقع النسبية) والثاني: متمثل بتحقيق الامتلية الهندسية (الأبعاد والمساحات والنسب المقبولة للأجزاء المكونة للمخطط). أشارت الدراسات إلى إمكانية مشاركة المصمم في اتخاذ القرارات الخاصة بتحديد البدائل التصميمية من خلال توجيه عملية البحث عن البديل الأمثل. ويمكن أن تطبق مسائل تحقيق الامتلية بنجاح في المسائل المتوسطة الحجم التي تكون بحدود 20 فضاء، على المباني التي تمتلك معايير تصميمية (طبولوجية وهندسية) ومحددة.

1-2- الدراسات التي تناولت المعايير التصميمية وتحليل المخططات في الأبنية المساجد:

أ- دراسة العمري (1988) حددت هذه الدراسة المعايير التصميمية الخاصة بتصميم المساجد (المكونات، العلاقات، الأبعاد) وفق المنظور الإسلامي. أثبتت الدراسة إن هنالك مساحات ضائعة في مخططات المساجد الحديثة في العراق ناتجة من عدم خضوع معظمها إلى المعايير الخاصة بتصميم المساجد وعدم وجود تصميم مسبق متكامل يحفظ الاستغلال الأمثل لمساحة قطعة الأرض التي يبني عليها المسجد. كما أشارت الدراسة إلى وجود قصور في النماذج المعدة من قبل وزارة الأوقاف من حيث محدودية تصاميمها وعدم احتوائها على معظم الفضاءات الخاصة بتصميم المساجد والتي يترك بناؤها للمبتدع.

ب- دراسة (نوفل 1999) أشارت إلى للعلاقات الطبولوجية والأبعاد والهندسية ونسبها لأجزاء مخطط المسجد والتي تحقق المتطلبات الوظيفية إلى أقصى حد ممكن. أشارت الدراسات السابقة ضمناً إلى إمكانية الجمع بين المعايير التصميمية الخاصة بالمساجد كنوع من أنواع أبنية العمارة الإسلامية وعملية تحقيق الامتلية في المخططات. حيث تنتم المساجد بمعايير محددة وموحدة والتي تتوافق مع شروط صياغة القيود الخاصة بالبرمجيات (الوحدة والمحدودية) كشرط لإجرائها كما بينت دراسات تحقيق الامتلية السابقة.

1-3- مشكلة البحث، هدفه، نهجه وحدوده:

تحدد المشكلة البحثية كما يأتي: عدم وجود أداة لإيجاد بدائل تصميمية كفوءة وظيفياً خاصة بتصميم المساجد ومنه ينتج:-

- قصور في تطبيق المعايير التصميمية في إنتاج البدائل.

- وجود مساحات ضائعة ناتجة من إقحام مخطط المسجد ضمن قطعة الأرض.
 - وجود قصور في مراعاة التوسع المستقبلي.
- وعليه يتحدد هدف البحث في: توفير أداة تنتج بدائل تصميمية ذات كفاءة وظيفية عالية تحقق الاستغلال الأمثل للموقع وبما يتطابق مع المعايير التصميمية الخاصة بتصميم مخطط المسجد.
- فرضية البحث (إن تقنيات تحقيق الامتلية يمكن إن تعمل كأداة لها القدرة على معالجة المعايير التصميمية للمساجد وصياغتها إلى معادلات رياضية لتشكل قيود تصميمية في برامج تحقيق الامتلية الخاصة بإنتاج بدائل تصميمية ذات كفاءة وظيفية عالية.)
- ولتحقيق هذا الهدف سيتم تحديد المعايير التصميمية الخاصة بتصميم مخططات أبنية المساجد وصياغة تلك المعايير إلى معادلات رياضية لتكون محددات وقيود ضمن موديلات تحقيق الامتلية.
- ثم تطوير برنامج حاسوب يوظف الموديلات الخاصة بتحقيق الامتلية كآلية في إنتاج بدائل تصميمية كفوءة. إن تحليل النتائج سيتم من خلال عمل مقارنة بين النماذج المنتجة بواسطة البرنامج وبين المخططات الحالية لبيان مدى كفاءة البدائل المنتجة بواسطة هذا البرنامج.
- تم حصر نطاق البحث على أبنية المساجد الجامعة والحديثة التي يكون بناؤها بين الفترة 1980م إلى 2006م في مدينة الموصل لتوفر مخططاتها الأصلية والمعدلة.

المبحث الثاني:

1-2-المعايير التصميمية لمكونات مخطط المسجد

تناولت العمري(1988) في دراستها مكونات المسجد بتفصيل وصنفتها إلى :

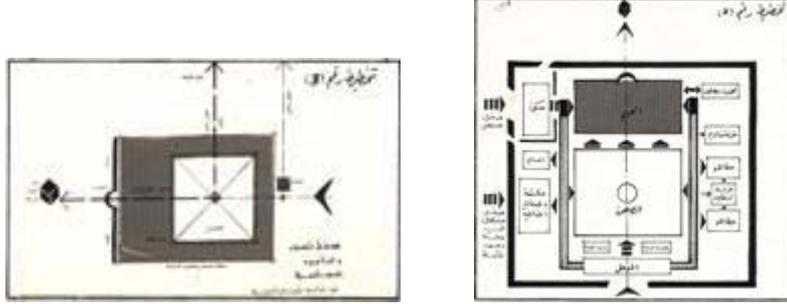
أولاً: مكونات وظيفية وتشمل:السور(السياج ثم البوابة والأروقة) : تقع البوابة على المحور الرئيسي للمسجد عادة، ثم المصلى : وهو الجزء الرئيس من المسجد، ومصلى النساء، ثم الصحن، وأماكن الوضوء. المكونات الوظيفية الخدمية: تشمل غرفة الإمام، مخزن المصاحف، مخزن الأحذية، المخازن، غرفة الخادم، أماكن الوضوء، المرافق الصحية، غرفة التنظيف. ثم المكونات الوظيفية الإضافية : تشمل المكتبة الدينية، صالة الدرس، القاعة. وهناك مكونات رمزية وظيفية(المحراب الصيفي، المحفل، الساعة)وأخيراً مكونات خدمية : الفسقية، السقاية

ثانياً: مكونات المسجد الرمزية وقد صنفت إلى صنفين:الأول : المكونات الرمزية الأساسية تشمل المئذنة والمحراب والمنبر. والثاني : المكونات الرمزية الإنشائية و تشمل القباب، القبوات و الاواوين، الأعمدة، العقود. رسم رقم(2)

تناولت دراسة(Ardalan1980) بالتحليل لمكونات المسجد وقد حدد ثمانى مفردات عدها مكونات رئيسية لصياغة أبنية المساجد وهي (المحراب، الفناء، المنارة، القبة، المدخل، الأروقة، المصطبة، أماكن الوضوء) وعدها الأجزاء التي تشكل مفردات عمارة المساجد في العالم الإسلامي.

بينما وصفت دراسة احمد كمال عبد الفتاح(1980) مكونات المسجد إلى نوعين من الأجزاء سمتها الدراسة بالثوابت والمتغيرات. الثوابت هي أربعة أنواع وهي الصحن المفتوح نحو السماء الذي يحوي حديقة أو فسقية للوضوء والثابت الثاني الرواق الذي يحيط بالصحن من جهة واحدة أو جهتين أو ثلاثة جهات والثابت الثالث هو جدار القبلة الواقع في بيت الصلاة والثابت الرابع هو المنبر، أما المتغيرات فتمثلت بجزأين الأول: المئذنة والثاني: أماكن الوضوء .

قسم نوفل(1999) في دراسته عناصر المسجد إلى أربعة أقسام هي: عناصر رئيسية(المصلى والمئذنة). وعناصر تكميلية: (صحن المسجد وأماكن الوضوء ومصلى النساء).ثم عناصر إضافية وتمثلت ببيت الإمام والمكتبة. وأخيراً عناصر تفصيلية: وشملت جدار القبلة والمنبر.



رسم رقم (2) العلاقات الطوبولوجية لمكونات المسجد و مخطط النوع العربي (العمرى، 1988)

2-1-1-1- الأهمية النسبية لمكونات مخطط المسجد

اعتمد البحث في تصنيف أهمية العناصر على تصنيف الإمام الشاطبي لمقاصد الشريعة إلى ثلاثة أقسام رئيسية ، في الإشارة إلى إن تكاليف الشريعة ترجع إلى حفظ مقاصدها في الخلق وكل ذلك بما يلائم فطرة الإنسان (العمرى 2000) إلى:

- 1- الضروريات: فمعناها لا يبد منها في قيام مصالح الدين والدنيا، بحيث إذا فقدت لم تجر مصالح الدنيا على استقامة بل على فساد وموت حياة، والحفاظ عليها يكون بأمرين أحدهما ما يقيم أركانها ويثبت قواعدها والثاني مراعاتها من جنب العدم وتشمل حفظ الدين والعبادات، كالمساجد أو حفظ النفس والعقل، كالمساكن أو حفظ النسل والمال، كمجموعات الأبنية العامة.
- 2- الحاجيات: تشمل أنواع الخدمات الأساسية المتممة للمباني العامة الضرورية، والتي إذا لم تراعى تؤدي إلى الحرج والمشقة.
- 3- التحسينات: تشمل الأمور المتممة للحاجيات والتي يفقدانها لا يخل بأمر ضروري .

وبناء على التقسيم السابق تم تقسيم مكونات مخطط المسجد إلى ثلاثة أقسام وهي:
 أولاً: المكونات الأساسية (الضرورية) في مخطط المسجد وتشمل ستة عناصر: حرم المسجد (إن الشكل الهندسي المنتظم هو الأمثل في تصميم المخطط على مستوى الكل والجزء لأبنية الجوامع ويعد الشكل المستطيل الأمثل للمصلى تبعاً لطريقة أداء الصلاة على شكل صفوف متتالية. إن الأشكال الأخرى المستعملة في تصميم المصلى تكون غير كفوءة من الناحية السمعية والبصرية وإن أفضل نسبة لطول المصلى إلى عرضه تتراوح بين 3:1 إلى 2:1 و أقل نسبة مقبولة هي 1:1 أي عندما يكون شكل المصلى مربعاً وبذلك تنحصر نسبة طول المصلى إلى عرضه بين 3:1 و 1:1 (العمرى، 1988).
 المدخل، سور المسجد، المئذنة، المحراب ، المنبر، وأخيراً غرفة التنظيف.
 ثانياً: العناصر المتممة (الحاجية): وتكون من ثمانية عناصر (الصحن، مصلى النساء، أماكن الوضوء، المرافق الصحية، غرفة الخادم، بيت الإمام، المكتبة، مخزن أحذية).
 ثالثاً: العناصر التحسينية في مخطط المسجد: وتكون أربعة عناصر (الأروقة، المخازن، صالة الدرس، قاعة). وتجدر الإشارة هنا إلى أن المنبر والمحراب لا يدخلان في التركيب الفضائي لمخطط المسجد إذ يعدان من العناصر الداخلية. وتم ترتيب المكونات حسب أهميتها النسبية من (1-20) .

2-2- نموذج تحقيق الامتلية الهندسية GEOMETRY OPTIMIZATION MODEL:

بينت الدراسات السابقة أن مسائل تحقيق الامتلية في تنظيم المخطط هي البحث عن أفضل موقع وحجم لمجموعة من الوحدات "Units" تربطها علاقات معينة خلال فضاء ذي بعدين . عرف (Michalek) الوحدة "Unit" على أنها حيز مستطيل أو فضاء متعامد يوضع لأداء وظيفة معمارية معينة مثل فضاء المعيشة أو فضاء الخزن أو الخدمات.
 وقد حددت الدراسة الشكل المستطيل وذلك لإمكانية تمثيله بواسطة نقطة داخله وأربعة أبعاد يشير كل بعد فيها إلى المسافة العمودية بين النقطة الداخلية (X,Y) وحواف المستطيل المتمثلة

بالرموز (N,E,S,W). وقد اعتمدت هذه الدراسة هذا الشكل لأنه يحقق أعلى مرونة في مجال تحقيق الامثلية ويمكن أن تكون الوحدة الفضائية الآتية: 1- الغرف "Rooms", 2- الحدود الخارجية "Boundaries", 3- المنافذ والموزعات "Hallways & Access ways", 4- الشبائيك.

2-2-1- القيود الهندسية للتنظيم الآلي للمخططات المعمارية:

لقد أشارت دراسة (Medjdoub & Yannou 2001) إلى مجموعة من القيود الهندسية والتي سميت على مستوى الوحدة "Unit" بالقيود البعدية "Dimensional Constraints". وأشارت دراسة (Michalek, 2001) أن القيود الهندسية على مستوى الوحدات هي التي تعمل على إبقاء العلاقة صحيحة بين مكونات المخطط الواحد وقد قسمت الدراسة هذه القيود إلى ما يأتي: قيود الاحتواء (تعمل هذه القيود على وضع بعض الوحدات ضمن وحدات أخرى على سبيل المثال تكون وحدات الغرف ضمن وحدة حدود البناية "Boundary")، و قيود منع التقاطع، و قيود المحاذاة الدنيا، و قيود المحاذاة الخارجية، و قيود حجم حدود البناية، و قيود نسب حدود الوحدات، و قيد كلفة البناية، و قيد اقل حد للإضاءة. وقد حددت الدراسة مجموعة من القيود الهندسية وهي كالآتي: المجال المقبول للمساحة اقل قيمة لطول الوحدة، اقل قيمة لعرض الوحدة، ونسبة طول الوحدة إلى عرضها. وتعد هذه القيود المعايير التصميمية للمخطط والتي تعمل على تحديد مجال البحث الآلي عن البدائل فضلاً عن عملها في تنظيم شكل المخطط الهندسي و تعمل مجتمعة على إيجاد بدائل تصميمية.

ومما سبق فإن قيود تحقيق الامثلية الهندسية في مخططات المساجد هي كالآتي:
- قيد الاحتواء: تبرز أهمية هذا القيد في أبنية المساجد في الاختلافات الناتجة بين اتجاه حدود قطعة الأرض مع التوجيه العام للمسجد نحو القبلة مما يتسبب في حصر مساحات كبيرة غير معرفة تقع بين حدود البناية وحدود العناصر المكونة للمخطط ويتمثل بالمعادلات الآتية:

$$YNi \leq YNB \dots\dots\dots (3-1)$$

$$YSi \leq YSB \dots\dots\dots (3-2)$$

$$YEi \leq YEB \dots\dots\dots (3-3)$$

$$YWi \leq YWB \dots\dots\dots (3-4)$$

حيث يمثل (N,S,E,W) الاتجاهات الأربعة (الأعلى والأسفل واليمين واليسار) لموقع البعد Y وتمثل i العنصر بينما يمثل B المحيط الخارجي.

- قيود حد التقاطع المسموح: يعمل هذا القيد على توفير مساحة انتقال من فضاء إلى آخر وتشمل مساحات الأبواب وتحديد الانفتاحية بين الفضاءات حيث تكون في مخططات محدد بالمعادلة الآتية:

$$\min \{ \max(d_i, d_j) - x_{E_j} + x_{W_i}, \max(d_i, d_j) - x_{E_i} + x_{W_j}, \max(d_i, d_j) - y_{N_j} + y_{S_i}, \max(d_i, d_j) - y_{N_i} + y_{S_j} \} 0$$

حيث تمثل d مقدار الانفتاحية بين الفضائين المتجاورين j, i وتمثل كل من E W N S المسافات بالاتجاهات الأربعة لأضلاع الوحدة من النقطة (x,y) وتتراوح قيمة d في مخطط المسجد بين 1م إلى أكبر طول ضلع موجود بالمخطط أي كما في المعادلة

$$1 > d < \max \text{Dim in plan} \dots\dots\dots (3-5)$$

مجموعة قيود مساحة العنصر: بينت الدراسات انه يمكن أن تكون قيمة مساحة الفضاء محددة أو تكون غير محددة بقيمة معينة كما يأتي:

المساحات غير المحددة الخاصة بالعناصر (الوحدات) تحتوي ثلاثة متغيرات الأول اقل ما يمكن لقيمة المساحة كقيمة رقمية، والثاني اقل نسبة طول إلى العرض والثالثة بأكبر نسبة طول إلى العرض، حتى يكون الفضاء قابلاً لاحتواء فعالية محدد يجب أن يكون ضمن نسب معينة كما في المعادلات الآتية:

$$\dots\dots\dots (3-6) \dots\dots \text{Area} = L \times W \dots\dots\dots$$

$$A \text{ min} - L \times W \leq 0 \quad \text{minimum area} \dots\dots\dots (3-7)$$

Area=No. square unit

To be Functional space

Min aspect ratio is $L/W \leq 1$ must be acceptable

Max aspect ratio is $L/W \geq 1$ must be acceptable

وفقاً لما سبق تم تحديد اقل وأكثر نسبة ممكنة لـ L/W لعناصر المخطط لأبنية المسجد تبعاً للدراسات السابقة ومن خلال مراجعة 84 مخطط مسجد في العراق.

إن مراعاة التوسع المستقبلي في تصميم المسجد تطلب إضافة هذا الهدف كقيود في تصميم المخططات الآلي للمساجد لأهميته وكما بينت الدراسات وكما يأتي:

- تكون التوسعة في حرم المسجد لزيادة عدد المصلين، وتكون هذه التوسعة من جهتين الأولى من جهة الصحن (تسقف مساحة الصحن) والجهة الثانية تكون من احد الجوانب أو كلا الجانبين فتكون المعادلة التالية تحقق قيد التوسع الجانبي:

$$Extending Area I = \{Max W1 - Min W1\} \times L1 \dots \dots \dots (3-9)$$

حيث يشير I حرم المسجد وتمثل W1 عرض جدار القبلة و L1 عمق الحرم تكون التوسعة بالخدمات الصحية من خلال إضافة وحدات صحية أخرى تتناسب مع الزيادة الحاصلة في عدد المصلين فان زيادة عدد المصلين بمقدار 100 يوجب زيادة عدد الوحدات بمقدار وحدتين وفق

$$Extending Area 10 = Extending Area I / 0.96 \dots \dots \dots (3-10)$$

تم اعتماد اكبر واصغر قيمة ممكنة لمساحة الفضاء والتي حددتها وزارة الاوقاف حسب عدد المصلين بين 200 مصلي الى 1000 مصلي جدول رقم (2).

2-2-2- نموذج تحقيق الامتلية الطوبولوجية Topology Optimization Model

إن نموذج تحقيق الامتلية الطوبولوجية يمثل علاقات الغرف مع بعضها والمداخل والممرات فضلاً عن الجدران التي تستند إلى المحيط الخارجي للبنية، والتوقيع "Placement" الأولي للوحدات داخل حدود البنية و تصاغ المسألة بوضع مجموعة من المتغيرات التصميمية -المتماثلة بالقرارات الطوبولوجية - والقيود التصميمية. (Medjdoub & Yannou 2001).

وقد استخدم (Michalek, 2001) الخوارزميات التطورية "Evolutionary Algorithm" حيث استعملت للبحث عن تصاميم عالية النوعية والتي تلبي جميع المتطلبات التصميمية المرغوبة. يمكن أن يتم تقييم المخطط الطوبولوجي من الناحية النظرية استناداً إلى الأهداف الطوبولوجية مثل الانفتاحية "Openness"، التقارب "Proximity"، الاتجاهية "Directionality" و التناظر "Symmetry" وعلى الرغم من أن هذه السمات التي عدت من سمات الهندسة الطوبولوجية فانه من الصعب أن تمثل بدون اللجوء إلى التشكيل الهندسي (تحقيق أمثلية هندسية) أي أنها تعد هدفاً تصميمياً طوبولوجياً "topology" يمكن إيجاده في التخطيط الهندسي "geometry" لذلك تعد كل العلاقات الطوبولوجية كأفضل تشكيل هندسي يمكن التوصل إليه (Medjdoub 1999).

إن القيود والمتغيرات الطوبولوجية الواجب توفرها في نماذج تحقيق الامتلية الطوبولوجية هي: المتغيرات الطوبولوجية (أن المتغيرات الطوبولوجية تشير إلى مقدار العلاقات بين مكونات المخطط المعماري والموقع الأولي للوحدة مع الوحدات الأخرى وان بالإمكان تمثيل العلاقات بين الوحدات في المخطط اعتماداً على درجة التقارب النسبي بين هذه الوحدات، وتندرج من العلاقات الإيجابية إلى العلاقات غير الإيجابية ثم إلى العلاقات السلبية). ثم قيود عدم التداخل، وقيود الاتصالية، وقيود الممرات، قيود المستوي الواحد، قيود الاحتواء، وقيود التجاور وعدم التجاور. وان هذه القيود يمكن أن تمثل بشكل معادلات رياضية تسمح ببرمجتها ضمن خوارزميات تحقيق الامتلية، لكي تعطي حلولاً تصميمية عملية إلى أقصى حد ممكن.

اختار البحث مخطط النوع العربي للمسجد (النموذج النبوي)، وعليه تم بناء جدول بالعلاقات الطوبولوجية وبقيوم (1-10) وفق قوة العلاقة و استناداً إلى الدراسات السابقة جدول رقم (3).

جدول رقم (1) نسب أبعاد عناصر المسجد (إعداد الباحثان).

ت	اسم العنصر	أقل نسبة ممكنة L/W	أعلى نسبة ممكنة L/W	الملاحظات
1	السور	1	4	يمثل السياج او حدود قطعة الارض وهي اقل واكبر نسبة في 84 عينة
2	مدخل	1	4	تمثل مقدار فتحة الباب الى طول الفتحات
3	حرم المسجد	1	3	النسبة حسب دراسة (العمري 1988، دراسة نوفل 1999)
4	منذنة	1	1	النسبة من خلال ملاحظة 84 عينة
5	الصحن	0.5	2	النسبة من خلال ملاحظة 84 عينة
6	مصلى النساء	2	6	حسب دراسة (نوفل 1999)
7	أماكن الوضوء	1	9	حسب المعايير التصميمية للاماكن العامة
8	المرافق الصحية	1	9	حسب المعايير التصميمية للاماكن العامة
9	غرفة الخادم	1	1.5	حسب المعايير التصميمية للإسكان
10	بيت الإمام	1	1.5	حسب المعايير التصميمية للإسكان
11	المكتبة	1	2	حسب الاستعمال الوظيفي
12	مخزن الأذنية	1	4	حسب المعايير التصميمية لشكل الرفوف
13	الأروقة	1	10	النسبة من خلال ملاحظة 84 عينة
14	المخازن	1	2	حسب المعايير التصميمية في المباني العامة
15	غرفة التنظيف	1	2	حسب المعايير التصميمية في المباني العامة
16	صالة الدرس	1	3	حسب المعايير التصميمية في المباني العامة
17	القاعة	1	1.5	حسب دراسة (هشام 1999)

جدول رقم (2) مساحة الفضاءات لمسجد من 200 الى 800 مصلى (وزارة الأوقاف العراقية)

ت	اسم العنصر	أقل قيمة للمساحة م ²	أعلى قيمة للمساحة م ²
1	السور	270	1800
2	مدخل	2	140
3	حرم المسجد	160	800
4	منذنة	1	16
5	الصحن	80	800
6	مصلى النساء	60	400
7	أماكن الوضوء	5	30
8	المرافق الصحية	7.5	45
9	غرفة الخادم	12	24
10	بيت الإمام	45	90
11	المكتبة	20	100
12	مخزن الأذنية	2	20
13	الأروقة	20	200
14	المخازن	9	24
15	غرفة التنظيف	12	24
16	صالة الدرس	60	120
17	القاعة	80	400

جدول رقم (3) العلاقات الطوبولوجية (إعداد البحثان)

ت	اسم العنصر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	الحرم	0	1	5	6	1	2	1	10	1	5
2	مدخل رجال	1	0	1	3	3	8	7	10	10	4
3	منذنة	5	1	0	5	3	2	1	7	1	2
4	غرفة إمام	6	3	5	0	3	2	1	8	1	9
5	غرفة التنظيف	1	3	3	3	0	4	3	5	5	6
6	وضوء الرجال	2	8	2	2	4	0	10	6	8	4
7	مرافق للرجال	1	7	1	1	3	10	0	2	5	2
8	الصحن	10	10	7	8	5	6	2	0	5	6
9	مخزن أحذية	1	10	1	1	5	8	5	5	0	3
10	غرفة الخادم	5	4	2	9	6	4	2	6	3	0

إن تحقيق الامتلية التفاعلية في مخططات أبنية المساجد: توضع لإشراك المصمم لإيجاد البدائل التصميمية ويمكن تحديد إمكانيات عمل المصمم في عملية تحقيق الامتلية التفاعلية كما يلي:

- إمكانية تحديد أماكن ثابتة للعنصر في عملية البحث ضمن فضاء التصميم وإمكانية إضافة أو حذف أو تعديل القيود التصميمية، وإمكانية إضافة أو حذف أو تعديل العناصر في المخطط وإمكانية توجيه العنصر ضمن المخطط: (أبنية المساجد تتميز عن غيرها باتجاهها نحو القبلة والذي يؤثر بصورة مباشرة على توجيه الفضاءات الأخرى ضمن منظومة العلاقات)، وإمكانية تحديد الشكل الخاص بمحيط المسجد، وإمكانية تحديد مقدار التباعد بين العناصر.

3-المبحث الثالث:

لقد تم اختيار برنامج "PLANOPT" لإنتاج البدائل التصميمية التي تحقق الامتلية الوظيفية بعد إجراء التعديلات التي تلائم المعايير التصميمية للمساجد ثم اختبار كفاءتها من خلال المقارنة مع عينات من المساجد الجامعة الحديثة في مدينة الموصل.

3-1-تطوير برنامج VISUALLY INTERFACED PACKAGE OF PLANOPT

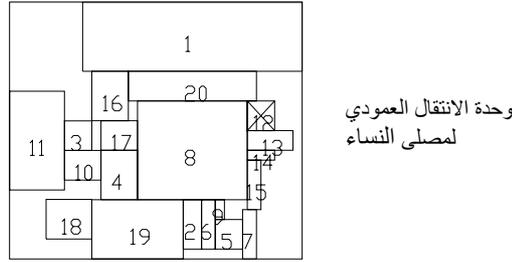
يعد برنامج VIP-PLANOPT نسخة مطورة من برنامج "PLANOPT" وهو من البرامج الرائدة في تنظيم الخدمات الصناعية في الولايات المتحدة الأمريكية، طور البرنامج بواسطة مجموعة من الباحثين في مجال التخطيط الآلي والتصميم بالبرامج الذكية بولاية ميشيغان الأمريكية يعمل البرنامج بواسطة خوارزمية هجينة لتحقيق الامتلية ويعطي إمكانية التفاعل بين المستخدم والخوارزمية بصورة بصرية من خلال مخططات بيانية مع إمكانية لتحليل النتائج ويعطي البرنامج أيضاً إمكانية العمل مع العناصر المحددة بأبعاد والعناصر المحددة بالمساحات كما ويحدد مجموعة من المستويات العلائقية بين العناصر. إن أهم التعديلات التي تم إجراؤها على البرنامج هي: VIP-PLANOPT هي:

-إضافة قيد المحيط الخارجي Boundary إلى البرنامج.

تحديد شكل المحيط الخارجي Boundary في البرنامج.
تحديد العنصر الأهم في عملية البحث عن البديل الأمثل في مخطط المسجد (الحرم).
- تحديد إمكانية التقارب والتباعد بين الوحدات.

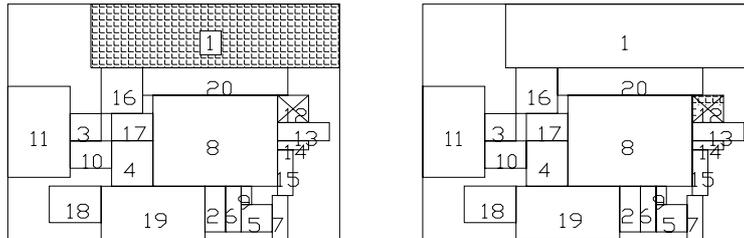
2-3- تحليل نتائج تطبيق البرنامج والمقارنة مع النماذج المحلية:

إن البيانات الداخلة في البرنامج اعتمدت الآتي: إن البذرة الأساسية (seed) لعملية تحقيق الامثلية أخذت القيمة 2 (بيت الصلاة) بوصفه العنصر الأكثر أهمية كما أظهرت الدراسات السابقة .
أ- نتائج تحقيق الأبعاد والنسب والمساحات للعناصر المخطط ضمن البديل المنتج: أظهرت النتائج الخاصة بتحقيق الأبعاد تطابق تام بين الأبعاد الداخلة للبرنامج مع الأبعاد الخارجة منه بنسبة بلغت 85% وتطابق شبه تام للأبعاد الداخلة والخارجة بنسبة 95% إذ ظهرت حالة واحدة من أصل 20 حالة تم تغيير الأبعاد بها بشكل جزئي (عنصر الرواق رقم 20). أما على مستوى مساحات العناصر بينت النتائج أن البرنامج حقق تطابق تام بنسبة بلغت 85% إذ ظهرت ثلاث حالات مختلفة في العناصر (1, 6, 20) أما نسبة L/W أشارت النتائج إلى وقعها بين أعلى وأقل قيمة للنسبة المقبولة للعنصر بنسبة 95% عدا العنصر 20 الذي حقق نسبة أقل من الحد المقبول, وتبين النتائج أن البرنامج حقق قيما وسطية بين أعلى وأقل نسبة للعنصر بلغت 70% إذ تم ملاحظة 6 عناصر تقترب قيمها من الحد الأدنى للنسبة المقبولة من أصل 20 عنصر. وبذلك حقق البديل التصميمي المعايير البعدية الخاصة بتصميم مخطط المسجد رسم (3).

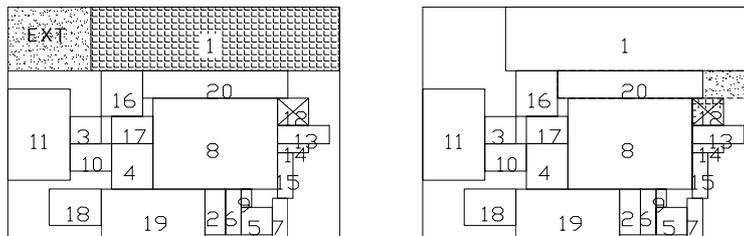


رسم رقم (3) التغذية البصرية المتردة للبديل التصميمي الأولي (إعداد الباحثان).

ب- نتائج تحقيق أقل مساحة ضائعة Wasted areas ضمن البديل التصميمي المنتج: إن المساحة الكلية للحدود الخارجية Boundary للبديل المنتج تساوي (832.3749)م² وتكون مساحة العناصر الفعلية المكونة للمنظومة تساوي (503.5) م² وان المساحة المتوفرة للتوسع المستقبلي للمسجد تساوي (236.122)م² ر وعليه يحقق النموذج مساحة ضائعة قيمتها 8م² أي ما يساوي نسبة 0.079% من مساحة المبنى وتعد هذه النسبة مؤشرا للاستغلال شبه الكامل للمحيط.
ج- نتائج إمكانية التوسع المستقبلي للبديل التصميمي المنتج: أظهرت النتائج إمكانية التوسع المستقبلي في مساحة المصلى بلغت 75% ليتسع من 200مصلي إلى 353 مصلي في حالة توسعته رسم (4).

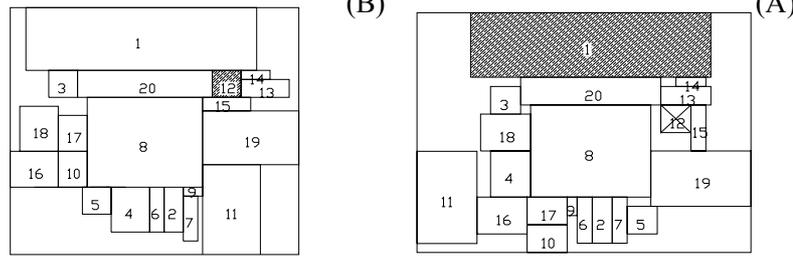


المؤتمر الدولي الثالث للجمعية العربية للتصميم المعماري بمساعدة الحاسب (أسكاد) [تجسيد العمارة التخيلية, الإسكندرية, مصر]

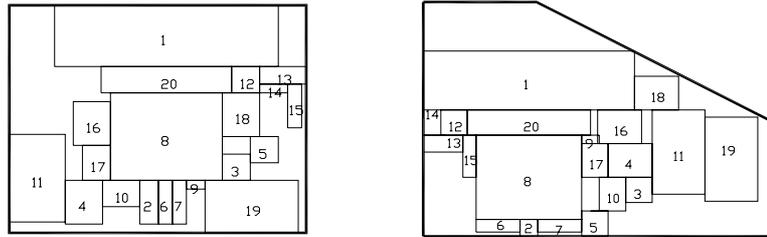


رسم (4) التوسع المستقبلي لمصلى الرجال والنساء في البديل التصميمي المنتج (عداد الباحثان).

د- إنتاج البدائل التصميمية بتحديد موقع ثابت ومرغوب لعناصر معينة في مخطط المسجد : عند إجراء عملية البحث يعطي البرنامج بدائل جديدة اعتمادا على منظومة العلاقات الطوبولوجية التي تربط العناصر مع بعضها على سبيل المثال عند تثبيت موقع الحرم دون تغير في موقعه يتكون بديل تصميم جديد مبين بالشكل (A) وفي حالة تثبيت مصلى النساء ينتج الشكل (B) رسم (5)



رسم رقم (5) البدائل التصميمية المنتجة بتثبيت موقع عنصر



البديل التصميمي بمحيط منتظم

البديل التصميمي بمحيط غير منتظم

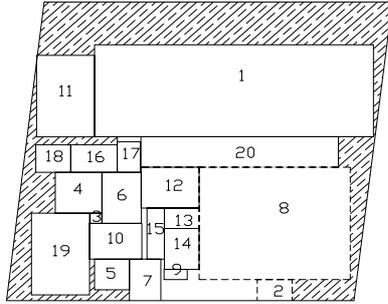
رسم رقم (6) البديل التصميمي المنتج بوجود محدد المحيط الخارجي (اعداد الباحثان).

ذ- إنتاج البدائل التصميمية بإضافة قيد المحيط الخارجي أظهرت النتائج أن المحيط الخارجي يعطي تأثيرا سلبيا على تحقيق المعايير التصميمية في البديل التصميمي المنتج شكل (4-14) ويكون التأثير المباشر للمحيط الخارجي في نسب الفضاءات التصميمية الداخلية إذا بينت النتائج أن التغير يجري بمقدار 70% في العناصر المكونة للبديل التصميمي وينتج تشكيلا هندسيا مختلفا وبما يتلاءم

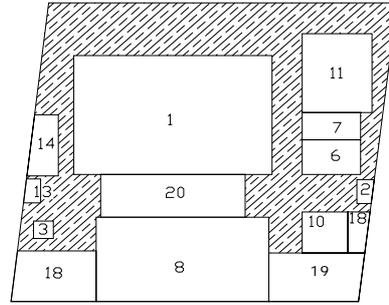
مع محيط الفضاء التصميمي (الموضوع من قبل المصمم) إلا أن العلاقات الطبولوجية في التصميم المنتج قد حققها البرنامج بنسبة 82% رسم (6).

ر- مقارنة نتائج قياس المساحات الضائعة بين النموذج التصميم الحالي والبديل التصميمي بمقارنة نسبة المساحات الضائعة Wasted Area التصميم المنتج بواسطة البرنامج مع التصميم الحالي يتضح أن نسبة المساحات الضائعة في التصاميم الحالية تراوحت بين 32% إلى 66%، أما نسبة المساحات الضائعة في البدائل التصميمية تراوحت بين 11% إلى 21% وتبين هذه النسب تأثير توزيع العناصر في زيادة المساحات الضائعة إذ أن انتشار العناصر ضمن حدود قطعة الأرض يعمل على تشتيت الرابط الطبولوجية وزيادة ممرات الحركة رسم (7).

ز- مقارنة إمكانية التوسع المستقبلي لمخططات مساجد العينة والبديل التصميمي المنتج: إن التوسع المستقبلي للمسجد يكون بالدرجة الأساس بزيادة مساحة المصلى إذ أظهرت النتائج الخاصة بالنماذج التصميمية المنتخبة أن قابلية التوسع للمصلى تكون بنسب متفاوتة حسب حدود الأرض المخصصة للبناء بلغت نسبة المساجد التي لا تمتلك قابلية التوسع 73% أو يكون توسعها باتجاهات غير مرغوبة بينما بينت البدائل التصميمية القابلة على زيادة مساحة المصلى بمقدار 32% كحد أدنى في كل النماذج المنتجة.



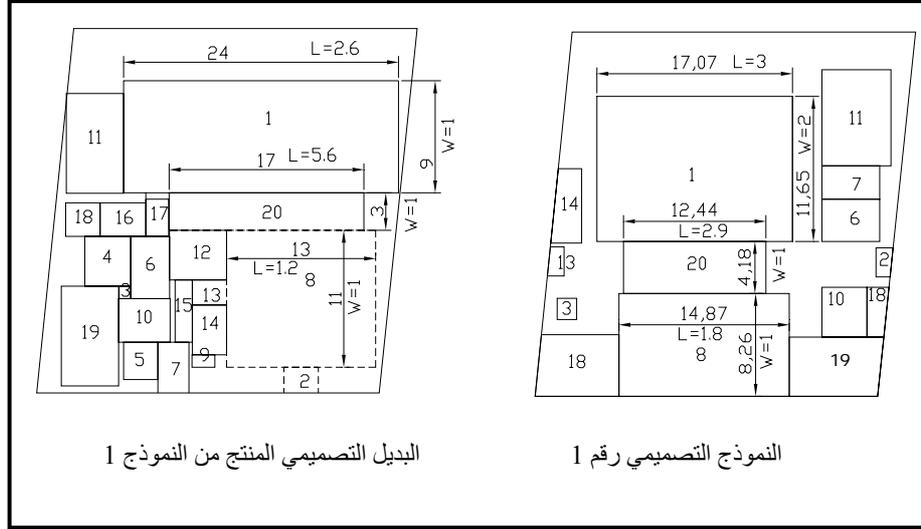
التصميم المنتج بواسطة البرنامج



التصميم الحالي نموذج رقم 1

رسم رقم (7) مقارنة المساحات الضائعة بين البدائل التصميمية المنتجة والحالية (إعداد الباحثان).

م- مقارنة النتائج الخاصة بالنسب المكونة للعناصر الداخلية مع المعايير الهندسية التصميمية لبناء المساجد: بينت النتائج أن مقدار نسب أبعاد العناصر W/L المكونة للنماذج الحالية تحقق النسب المقبولة الدنيا بمقدار 92% بينما تحقق متوسط النسب بمقدار 64% أما في تحقيقها لأعلى نسبة مقبولة تكون بمقدار 42% من جهة أخرى بينت نتائج قياس نسب العناصر في البدائل التصميمية المنتجة أنها تحقق النسب المقبولة الدنيا بمقدار 100% ويكون متوسط النسب 89% بينما مقدار تحقيقها لأعلى نسبة مقبولة هو 85% رسم (8). تبين قيم النسب البعدية الخاصة بالعناصر الداخلية إن البدائل التصميمية المنتجة أكثر كفاءة من حيث تحقيقها للنسب وبتفاوت كبير يصل مقدار انحرافها المعياري إلى 44% عن متوسط قيم البدائل التصميمية المنتجة.



رسم رقم (8) مقارنة نسب العناصر بين النموذج والبديل التصميمي المنتج (إعداد الباحثان).

الاستنتاجات والتوصيات :

- توصل البحث إلى أداة آلية في إنتاج البدائل التصميمية الخاصة بتصميم المسجد واثبت البحث أن هذه البدائل تحقق المعايير والقيود التصميمية وكفاءة وظيفية عالية ومن خلال:
- تحقيق المعايير البعدية للعناصر المكونة لمخطط المسجد.
- تقليل المساحات الضائعة إلى أقل حد ممكن، وتحقيق أقل مساحة للممرات والمماشي
- كفاءة البدائل في مقدار توسعها المستقبلي .
- توفير أقل مقدار من النفاذية بين العناصر والتي تعطي للمخطط إمكانية الأشغال.
- تحقيق محاور التوجيه الرئيسية في تصميم البديل التصميمي بما يتوافق مع الطراز النبوي.
- اثبت تطبيق البرنامج لإنتاج بدائل تصميمية إن عملية إنتاج البديل التصميمي تكون مجدية جدا من خلال مشاركة المصمم في عملية البحث وفي اختيار فضاء التصميم المرغوب وان مشاركة المصمم بجوانب محددة من عملية البحث يعطي بدائل كبيرة جدا وبما يتفق مع المعايير والقيود التصميمية .
- وعليه يعد البرنامج وسيلة عملية في إنتاج مخططات Sketches كأفكار تصميمية أولية تجري عليها التعديلات وعملية إضافة التفاصيل لاحقا من قبل المصمم نفسه .
- أظهرت نتائج تطبيق برنامج تحقيق الامتلية على العينات المنتخبة إن هنالك قصورا في استغلال المساحة أن السبب الرئيسي هو تباين التوجيه بين اتجاه القبلة مع حافات الموقع .
- اثبت البحث أن معظم عينة الدراسة لم تدرس فيها إمكانية التوسع المستقبلي فيما بين تطبيق المعطيات الهندسية في برامج تحقيق الامتلية أن هنالك إمكانية تصل الزيادة فيها بمقدار الثلث كحد أدنى في عدد المصلين مقارنة بالمخطط الحالي للموقع.
- اظهر البحث في قياس مساحة الموزعات في العينات المنتخبة أن هناك ضياعا كبيرا للمساحة نتيجة استخدامها كممرات للحركة مقارنة مع البدائل التصميمية المنتجة وفق محددات تصميمية مشتركة ، إذ تبين أن المساحات الكبيرة للممرات في مخططات أبنية المساجد ناتج عن إهمال استخدام فضاء الصحن وتجريده من وظيفته الأساسية كموزع فضلا عن كونه فضاء إشغال لفعاليات مختلفة واكتفت هذه العينات باستخدام الممرات والمماشي في تحقيق الاتصالية بين العناصر.

المصادر:

- العمرى، حفصة رمزي، 2000. اثر الدين الإسلامي على تشكيل أنماط أبنية العمران، أطروحة دكتوراه غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد. صفحة 79-83
- العمرى، حفصة رمزي، 1988. عمارة المساجد الحديثة بالعراق، دراسة تحليلية ميدانية لعمارة مساجد بغداد منذ الحرب العالمية الثانية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة بغداد. صفحة 25-45
- الكركي، مقدم أمين مجيد يحيى، 2001. التنظيم الفضائي في الأبنية الدينية الإسلامية (المساجد الجامعة)، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة الموصل. صفحة: 36، 68، 80-94
- عبد الفتاح، احمد كمال، أنواع المساجد، مجلة البناء السعودية، المسجد، العدد 1
- نوفل، محمود حسن، 1999، المعايير التصميمية لعمارة المساجد، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، صفحة: 8، 15-18، 74-94.
- محمد بن سعد، شباط "التصميم الحراري الأمثل للمساجد في المملكة العربية السعودية"، ندوة عمارة المساجد، المجلد السادس، (1999)، ص: 15-30

- ARDALAN, NADER, 1980. A Preliminary Study of Mosque Architecture, *In Architecture as Symbol and self-identity, the Aga Khan Award for Architecture*, Philadelphia.
- HILLIER, BILL, 1996. Space Is The Machine,, Cambridge University Press Cambridge 25, 42, 43, 92, 93, 171, 275, 284, 372-403.
- GERO, J.S. and Jo, J.H , 1995. Space Layout Planning Using an Evolutionary Approach , artificial Intelligence in Engineering . 329-34.
- JAGIELSKI, ROMUALD, and JOHN S. GERO, 1997. A Genetic Programming Approach to the Space Layout Planning Problem CAAD Futures, 875-84.
- KAZUHIRO, KADO, 1995. An Investigation Of Genetic Algorithms For Facility Layout Problems, *MSc. Thesis, University Of Edinburgh*, 17-14.
- MEDJDOUB B., RICHENS P. and BARNARD N, 2001. Building Services Standard Solutions, *Computer Aided Design* 40.
- MEDJDOUB, B. and YANNOU, B, 1999. Separating topology and geometry in space planning. *Computer-Aided Design*, 32, 39-61.
- MEDJDOUB, B. and YANNOU, B, 2000. Dynamic Space Ordering at a Topological Level in Space Planning", *Computer Aided Design*, 35(3). 39-61.
- MICHALEK, J, 2001. Interactive layout design optimization. MSc thesis, University of Michigan.. 10-115.
- MICHALEK, J, 2002. Interactive Design Optimization Of Architectural Layouts, [*Electronic Version*], *Eng-Opt Vol* 34(5) , (), pp. 485-501.

THE OPTIMAL FUNCTIONAL PERFORMANCE IN THE FLOOR PLAN LAYOUT DESIGN OF MODERN MOSQUE BUILDINGS

HAFSA R. AL-OMARY AND FIRAS MOH'D SAEED

Al-Mousel University, Iraq

hafsa_alomari2004@yahoo.com

firassaeed@yahoo.com

Abstract. Mosques are deemed important parts of Islamic architecture, characterized by fixed necessary spaces. It considered one of the greatest challenges that face the architect in creating an efficient functional performance design. Research problem is “ there are insufficiency in the functional performance of contemporary mosques design. Research aims to find a new scientific method (computerizing the design process using optimization process) to create design alternatives that achieve maximum benefit of mosque site ,and match with criteria and preferences of mosque design. Research has been divided into three parts, the first includes optimization studies and mosque design studies to identify the problem and the aim behind the research. The second is a theoretical framework that determines design criteria and space relations to formulate it into mathematical functions to be constraints in the optimization models. In the third, a computer program (vip-planopt) was developed using optimization models as a mechanism in producing efficient design alternatives .Then compared with selected samples(8 mosques in Mosul). Research conclusions show for the first time how efficient the produced alternatives are as compared with current designs.