Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

البرمجة الخطية كمدخل لحساب المساحات الامثل للبرنامج الفراغي

أثناء مرحلة البرمجة المعمارية للمشروعات

أ.د. شريف محمد صبرى العطار
أستاذ العمارة بكلية الهندسة جامعة الفيوم
sma00@fayoum.edu.eg

أ.م. د. محمد سعيد مصيلحى
أستاذ مساعد بكلية الهندسة جامعة الفيوم
dr.meselhy@waveegypt.com

م.م. ابراهيم دسوقى عبدالله
مدرس مساعد بكلية الهندسة جامعة الفيوم
eng_id_2010@yahoo.com

الملخص :

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

ونستهدف بالبحث الحصول على تصغير المساحة الإجمالية في ضوء مجموعة قيود كالمعايير والاشتراطات والميزانيه, والحدود الدنيا والقصوى للمساحات .. وغيرها, ثم حل مسالة البرمجة بطريقة "سيمبلكس" لإيجاد القيم الأمثل لمكونات المساحة الإجمالية التي تمثل متغير الدراسة المستقل وقياس مدى التغير على المتغيرات التابعة الممثلة في كفاءة وتكلفة المشروع, وقد أجريت الدراسة التطبيقية على برنامج فراغي إفتراضي, وتم الحصول على نتائج الحلول الأمثل المستهدفة للمساحات التي تحقق أعلى كفاءة ممكنة للمشروع وبتكلفة تتناسب مع ميزانية المشروع المخصصة مسبقا, وقد خلصت الدراسة إلى إمكانية إستخدام تقنية البرمجة الخطية

وإستعمالها أثناء حساب المساحات عند إعداد البرامج الفراغية للمشروعات المعمارية قبل التصميم وثبت نجاح الالية المقترحة في حساب الحلول الأمثل التي تحقق جودة المشروع في مرحلة مبكرة أثناء العمل بمرحلة البرمجة المعمارية قبل البدء فى التصميم التخطيطي للمشروع .

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

مقدمة :

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

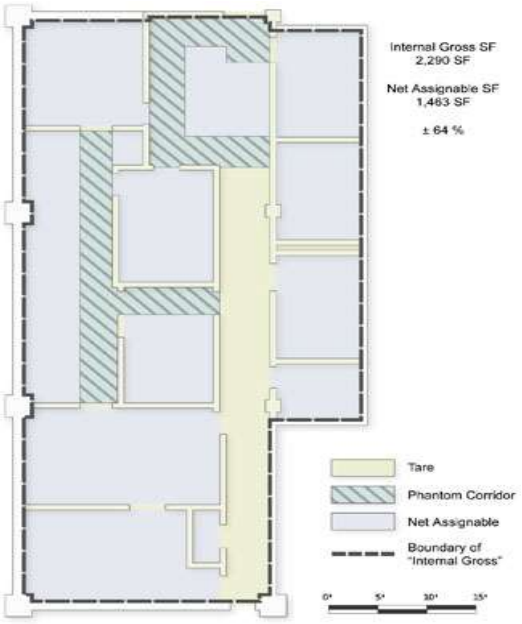
المعمارية الناتجة, وبالتالي فإن جودة البرنامج التصـــميمي يترتب عليها جودة التصميم, وكذلك المراحل اللاحقة للتصميم, ومن ثم ضـمان نجاح المشـروع في تأدية الغرض المنشـأ من أجله بكفاءة عالية .

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

المشكلة البحثية :

تتكون المساحة الإجمالية من مجموع المساحات الصافية إضـــافة إلى مســـاحات الخدمات والدعم ومســـاحة عناصـــر الإتصال والحركة الأفقية والرأسية, وتحسب كفاءة المشروع من خلال حاصل قسمة المساحة الصافية على المساحة الإجمالية, بينما تحسب تكلفة المشروع من خلال حاصل ضرب المساحة الإجمالية في سعر متوسط للمتر المربع من البناء حسب نوعية تشـطيبه, ومن ثم فإن المسـاحة الإجمالية تتناسـب طرديا مع التكلفة وعكسيا مع الكفاءة, فكلما زادت المساحة الإجمالية نسبة إلى المساحة الصافية كلما إرتفعت التكلفة وإنخفضت الكفاءة, وبالتالي تتضـــح أهمية البحث حول كيفية حســـاب المســـاحة الإجمالية الأنسب للمشروع بحيث تضمن جودة عالية للمشروع ممثلة في قيم كفاءة مرتفعة وبتكلفة منخفضة

ويشـير شـكل رقم (1) لوجود مسـاحات زائدة تعمل كعناصـر اتصال افقية (ممرات) داخل الفراغات ما أدي لزيادة المساحة الاجمالية بالنســـبة للمســـاحة الصـــافية وبالتالى تكون نتائج قياســـات الكفاءة منخفضـــة وأحيانا قد تظهر متطلبات جديدة للعميل لم تؤخذ بالحســـبان عند اعداد البرمجة قد يترتب عليها اعادة التصـميم أو اجراء تعديلات شبه جذرية فى مرحلة لاحقة وهو ماينعكس على ارتفاع التكلفة وهدر بل وتحتاج مزيدا من الوقت والجهد ولكن إذا أهتم المصـــمم بحســـاب الحلول الأمثل للمســاحات مع مشـاركة العميل فى خطوات إعداد البرنامج فإن النتيجة المتوقعة قد تبدو الحل الأمثل وفقا لطبيعة للمشروع .



شـكل رقم (1) يوضـح أنواع المسـاحات الصـافية ومسـارات الحركة الرئيسية والثانوية .

المصدر: www.architectural programming .com

وبالبحث عن الأدوات المســـاعدة فى الحصـــول على الحل الأمثل يقترح إســـتخدام تقنية البرمجة الخطية لإيجاد الحل الامثل للمساحات المطلوبة التي تضمن جودة عالية للمشروع, ويقصـد بالحل الأمثل للمساحة هو الحل الذي يقع داخل نطاق الحلول الممكنة بين الحد الأدني والحد الأقصـــي للمســـاحة كمحددات وهو نفســـه الحل الذي تتحقق عنده أعلى قيم كفاءة وأقل تكلفة ممكنة .

تساؤلات الدراسة :

– هل تقنية البرمجة الخطية مناسبة لحساب الحل الأمثل للمساحات ؟

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

هدف الدراسة :

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

فرضيات البحث

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

متغيرات الدراسة :

المتغير المستقل : المساحة الإجمالية بمكوناتها .

المتغير التابع : الكفاءه والتكلفة .

مكونات المبني :

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

حساب مساحات العناصر المكونة للمبنى :

تحسب مساحة العناصر المكونة للمبنى من خلال المعايير التصميمية التي تحدد الحد الأدنى لها, بينما تشير أعداد المستخدمين ونصيب الفرد من وحده المساحة بالمتر المربع للحد الأقصي المطلوب وفقا للإحتياجات الفعلية للمستعملين, وتحسب لكل عنصر من العناصر المكونة للمبنى حد أدنى وحد أقصي, ويركز البحث على إيجاد الحل الأمثل الذي يقع ضمن الحلول الممكنة ويحقق الأهداف المرجوة .

مكونات المساحة الإجمالية :

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

وفيما يلى نوضح طرق حساب مكونات المساحة الإجمالية

أولا حساب المساحات الصافية :

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

ثانيا حساب مساحات العناصر الخدمية والدعم :

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

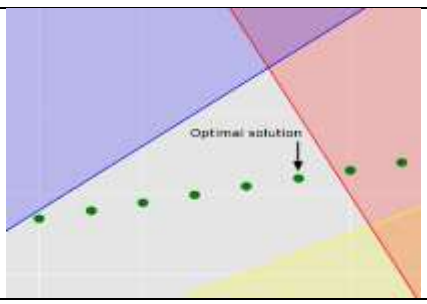
ثالثا حساب مساحه عناصر الإتصال والحركة :

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

الحل الأمثل للمساحات:

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

وتوضح صورة رقم (2) الحل الأمثل .



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

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

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

مفهوم البرمجة الخطية :

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

مكونات نموذج البرمجة الخطية:

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

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

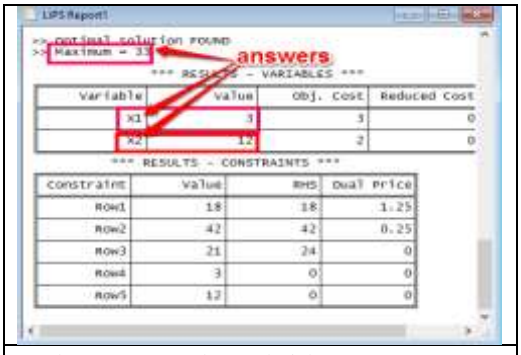
2- دالة الهدف : ويقصد منها صياغة الهدف المطلوب فى صورة دالة, ولدالة الهدف صورتين إما دالة تعظيم أو دالة تصغير, ويستخدم البحث دالة التصغير للمساحة الإجمالية بغرض ضمان أعلى كفاءة وأقل تكلفة لمكونات البرنامج الفراغي في إطار مجموعة القيود الحاكمة .

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

طريقة simplex لحل النموذج الخطي :

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

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



شكل (4) توضح تقرير لحل البرمجة الخطية بطريقة سيمبلكس
المصدر : www.linear programming solver .com
تم فتح الموقع يوم 5 سبتمبر 2019 الساعة السادسة مساءا

ونوضح فيما يلى بعض البرامج التى تستخدم حاليا فى حل مسائل البرمجة الخطية .

حل النموذج الخطي بإستخدام البرامج المخصصة :

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

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

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

شكل (5) يوضح شكل مخرجات البرنامج المستخدم لحساب الحل الأمثل . المصدر : (واجهة البرنامج tora)

مراحل العمل والتطبيق على برنامج tora

تتكون مراحل العمل ببرنامج tora من أربعة مراحل كما يلى :

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

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

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

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

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

الاختصار	المسمي
z	المساحة الاجمالية للمبنى
X1	المساحة الصافية للمبنى
X2	مساحة عناصر الخدمات والدعم
X3	مساحة عناصر الاتصال والحركة
E	الكفاءة الاجمالية
C	التكلفة الاجمالية

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

مراحل صياغة النموذج الخطي رياضيا :

يصاغ النموذج الرياضي لمسألة البرمجة الخطية من خلال تحديد الأتي :

أولا صياغة المشكلة النظرية في صورة متراجحات :

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

صياغة دالة الهدف : MIN z

$$z = (X1 + X2 + X3)$$

وبشرط عدم السلبية : X1 , X2 , X3 > 0

ثانيا صياغة مجموعة القيود :

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

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

جدول (2) يوضح صياغة المشكلة فى صورة متراجحات .
المصدر : الباحث

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

حساب الكفاءة بمرحلة البرمجة المعمارية :

وتحسب الكفاءة من خلال العلاقة الاتية :

$$\text{الكفاءة } E = \frac{x1}{z}$$

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

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

التكلفة والميزانية : وتحسب التكلفة بناءا على مستوي التشطيب المطلوب بالفراغات المختلفة بالمبنى, وقد قسمت الدراسة مستويات التشطيبات إلى ثلاثة مستويات .

ويوضح جدول (3) مستويات التشطيب وتكلفة المتر المربع .

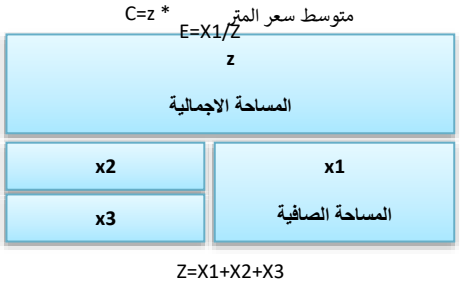
مستوي التشطيب	تكلفة المتر المربع من البناء (قيمة إفتراضية)
عالى	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 2000 جم /م2
متوسط	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 1500 جم /م2
منخفض	قيمة افتراضية لتكلفة المتر المربع منه تقدر ب 1000 جم /م2

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

المصدر : الباحث

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

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



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

E تعبر عن قيمة الكفاءة

C تعبر عن قيمة التكلفة المتوقعة .

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

الدراسه التطبيقية للبحث :

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

صياغة المسألة نظريا :

ترغب الجامعة في إنشاء مبنى اداري تابع لها بياناته كالأتى :

نوع المشروع : مبنى اداري – حكومي
مساحة ارض الموقع المخصص للبناء هي : 590 م2
النسبة البنائية المسموح ببناءها هي : 0.55
حدود الارض كما يلى : الحد الشمالى 28م , الحد الجنوبي 31 م, الحد الشرقي 19 م, الحد الغربي 21 م
مسافات الردود الشمالية والشرقية والغربية 3 م بينما الجنوبية 4 م
عروض الشوارع المحيطة بأرض المشروع هما كما يلى : الرئيسي 10 م والفرعي 8 م
الارتفاع المسموح به هو : 15م .
عدد الادوار الاقصي المصرح بها هي : 5 أدوار
المساحة القصوي المصرح ببنائها بالدور الارضي وفقا للإشتراطات هي : 305 م2
المساحة القصوي المصرح ببناءها بالدور المتكرر هي : 335.5 م2
المساحة الصافية المطابقة لأسس ومعايير التصميم والاحتياجات الفعلية هي 906 م2
الحد الاقصي للمساحة المخصصة للخدمات والدعم والاتصال والحركة هي : 741 م2
الحد الادنى لكفاءة المبنى الاداري التى يمكن قبولها وفقا لنشرات (FAIA) هي : 0.55
أقصي مساحة اجمالية يسمح ببناءها هي : 1647 م2.
الميزانية المخصصة للمشروع فى حدود : 2.80 مليون جنيه مصري .
– إفتراض مستوي التشطيبات (العالية 2000 جنيه) و(المتوسطة 1500 جنيه) و(المنخفضة 1000 جنيه) .

والمطلوب حساب المساحات الأمثل لمكونات البرنامج الفراغي بما يحقق أعلى كفاءة ممكنة وبحيث تقع التكلفة ضمن الميزانية المخصصة للمشروع والمحددة بالمعطيات السابقة وإيجاد القيم الاتية :

– **إيجاد القيمة الصغري للدالة min z .**

– **إيجاد قيم الحل الأمثل للثلاثة متغيرات الأتية : x2 , x3 , x1 وذلك وفقا للمعطيات السابقة .**

مراحل تطبيق تقنية البرمجة الخطية :

اولا صياغة دالة الهدف ومجموعة القيود في صورة متباينات وفقا للمعطيات السابقة في الصورة الأتية :

z ≥ 906 + 0.30 z Condition (MIN z)
z ≤ (1647) (max z)
906 ≥ 0.55 z (min X1)
906 ≤ 0.70 z (max X1)
x2 + x3 ≤ 0.45 z (max(x2+x3))
x2 ≤ 0.30 z (max x2)
x2 ≥ 0.20 z (min x2)
x3 ≤ 0.15 z (max x3)
x3 ≥ 0.10 z (min x3)
0.30 z ≤ 840000 l.e , 0.70 z ≤ 1960000 l.e
z ≤ 2800000 l.e

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

ثانيا تحويل المتباينات السابقة في صورة معادلات لإدخالها إلى برنامج حل مسائل البرمجة الخطية كما يلى :

دالة الهدف min z	Z=x1+x2+x3
مجموعة القيود	**X1+x2+x3 ≤ 1647 m2**
	- 0.30 x1+0.70 x2+0.70 x3≤ 0.00
	0.45 x1-0.55 x2-0.55 x3≥ 0.00
	0.30 x1-0.70 x2-0.70 x3≤ 0.00
	- 0.45 x1+0.55 x2+0.55 x3≤ 0.00
	- 0.30 x1+0.70 x2-0.30 x3≤ 0.00
	- 0.20 x1+0.80 x2-0.20 x3≥ 0.00
	- 0.15 x1-0.15 x2+0.85 x3≤ 0.00
	- 0.10 x1-0.10 x2+0.90 x3≥ 0.00
	0.30 x1+0.30 x2+0.30 x3≤ 840000 l.e
	0.70 x1+0.70 x2+0.70 x3≤ 1960000 l.e
	1500 x1+1000 x2+1700 x3≤ 2800000 l.e
	X1+0.00x2+0.00x3≥ 800 m2
	X1+0.00x2+0.00x3≤ 1000 m2
	X1 , x2 , x3 ≥ 0.00

جدول (5) يوضح مدخلات برنامج TORA

المصدر : الباحث

ثالثا دالة الهدف ومجموعة القيود السابقة لبرنامج الحل المقترح TORA :

حل النموذج الخطي بواسطة البرنامج:

نتائج حل البرمجة الخطية :

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

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

وتوضح الأشكال الثلاث القادمة بعض مراحل العمل على برنامج tora :

LINEAR PROGRAM – ORIGINAL DATA

Trial_LP_Model

	Net Ar x1	Servic x2	Circ. x3		
nimize	1.00	1.00	1.00		
bject to					
)	-0.30	0.70	0.70	<=	0.00
)	1.00	1.00	0.00	<=	1647.00
)	0.45	-0.55	-0.55	>=	0.00
)	0.30	-0.70	-0.70	<=	0.00
)	-0.45	0.55	0.55	<=	0.00
)	-0.30	0.70	-0.30	<=	0.00
)	-0.20	0.80	-0.20	>=	0.00
)	-0.15	-0.15	0.85	<=	0.00
)	-0.10	-0.10	0.90	>=	0.00
0)	0.30	0.30	0.30	<=	840000.00
1)	0.70	0.70	0.70	<=	1960000.00
2)	1500.00	1000.00	1700.00	<=	2800000.00
3)	1.00	0.00	0.00	>=	800.00
4)	1.00	0.00	0.00	<=	906.00
wer Bound	0.00	0.00	0.00		
per Bound	infinity	infinity	infinity		
restr'd (y/n)?	n	n	n		

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

2- عمل حل للدالة الخطية ليقدم البرنامج تسعة حلول ممكنة ويختار الحل الأمثل لها كما بالصورة رقم (6)

LINEAR PROGRAMMING OUTPUT SUMMARY

Title: Trial_LP_Model
Final Iteration No.: 9
Objective Value = 1142.86

Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: Net Area	800.00	1.00	800.00
x2: Service Area	228.57	1.00	228.57
x3: Circ. Area	114.29	1.00	114.29

Constraint	RHS	Slack-/Surplus+
1 (<)	0.00	0.00
2 (<)	1647.00	618.43-
3 (>)	0.00	171.43+
4 (<)	0.00	0.00
5 (<)	0.00	171.43-
6 (<)	0.00	114.29-
7 (>)	0.00	0.00
8 (<)	0.00	57.14-
9 (>)	0.00	0.00
10 (<)	840000.00	839657.14-
11 (<)	1960000.00	1959200.00-
12 (<)	2800000.00	1177142.86-
13 (>)	800.00	0.00
14 (<)	906.00	106.00-

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

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

"Sensitivity Analysis"

Variable	Current Obj Coeff	Min Obj Coeff	Max Obj Coeff	Reduced Cost
x1: Net Area	1.00	-0.43	infinity	0.00
x2: Service Area	1.00	-0.11	infinity	0.00
x3: Circ. Area	1.00	-0.25	infinity	0.00

Constraint	Current RHS	Min RHS	Max RHS	Dual Price
1 (<)	0.00	0.00	infinity	0.00
2 (<)	1647.00	1028.57	infinity	0.00
3 (>)	0.00	-infinity	171.43	0.00
4 (<)	0.00	0.00	infinity	0.00
5 (<)	0.00	-171.43	infinity	0.00
6 (<)	0.00	-114.29	infinity	0.00
7 (>)	0.00	0.00	0.00	1.43
8 (<)	0.00	-57.14	infinity	0.00
9 (>)	0.00	0.00	0.00	1.43
10 (<)	840000.00	342.86	infinity	0.00
11 (<)	1960000.00	-infinity	infinity	0.00
12 (<)	2800000.00	-infinity	infinity	0.00
13 (>)	800.00	0.00	906.00	1.43
14 (<)	906.00	800.00	infinity	0.00

صورة (9) يوضح تحليل حساسية الحلول الامثل لبرنامج TORA التى يتضح منها منطقية القياسات الواردة للمتغيرات (X1 X2 , X3) و منطقية القيمة الامثل للمساحة الاجمالية Z المصدر : تطبيق الباحث

النتائج :

تحليل نتائج حل مسألة البرمجة الخطية :

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

Z=X1+X2+X3 = 1142.86 M2	وبذلك تكون **المساحة الإجمالية الأمثل** أقل عن الحد الأقصي للمساحة الإجمالية المسموح ببنائها 505 M2 -1647 1142= 505 M2
X1 = 800 M2	**الحل الأمثل لقيمة X1** يتحقق عند المساحة الصافية الأتية :
X2 = 228.57 M2	**الحل الأمثل لقيمة X2** يتحقق عند مساحة الخدمات والدعم الأتية :
X3 = 114.29 M2	**الحل الأمثل لقيمة X3** يتحقق عند مساحة عناصر الإتصال والحركة الأتية :
E = 800/1142.86 = 69.99 %	**الحل الأمثل لقيمة E** يتحقق عند الكفاءة الأتية **:** وهي قيمة عالية حيث حدد AIA الحد الأدنى للكفاءة تبعا لنوع المبانى الإدارية بمقدار 55% ويعتبر الحد الأقصي للكفاءة 70%
C = 1622858	**الحل الأمثل لقيمة C** يتحقق عند التكلفة الأتية : وهي ناتجة عن المساحات المحددة مضروبة فى متوسط سعر المتر حسب استعمال الفراغ (وظيفي, خدمي, إتصال وحركة) وهي أقل من حدود الميزانية التى حددت مسبقا محققة وفرا فى التكلفة بمقدار 1177142 جنية مصري وهي قيمة منطقية لوجود فرق فى المساحة الإجمالية يقل عن الحد الأقصي فى حدود 505 M2

جدول (6) يوضح نتائج القياسات . المصدر : الباحث

المناقشات :

وبناءا على نتائج المثال العملى السابق كتجربة إفتراضية لإختبار إلى أي مدي تتناسب تقنية البرمجة الخطية لحل المسألة, وقد أثبتت النتائج أن قيم المخرجات ظهرت منطقية وبالفعل حققت أهداف الدراسة من خلال إمكانية الحصول على القيم الأمثل للمتغيرات الثلاثة التى تحقق أربعة عشر قيدا, وبما تقل دالة الهدف وتعطي أفضل قيمه تصغير ممكنة لها, وبما تحقق أعلى قيمة للكفاءة وبأقل تكلفة ممكنة وفى إطار الميزانية المحددة كقيد .

الخلاصة والتوصيات :

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

– أثبتت تقنية البرمجة الخطية قدرتها ونجاحها فى حساب الحلول المثلى لمساحات الخدمات والدعم وعناصر الإتصال والحركة وضمان عدم مخالفتها لمعايير التصميم الواردة بالكتب المرجعية .

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

– بمجرد إيجاد قيم x1 , x2, X3 من البرمجة الخطية يمكن للمبرمج مباشرة التحقق من مدي قيمية البرنامج الفراغي ومن ثم يمكنه إختيار استراتيجيات التطوير الأنسب المقترح تطبيقها .

المراجع الاجنبية :

1- 1- Edith Cherry, John Petronis, AIA& AICP :": Architectural Programming ",(2016).

2- Pena, m. William & Parshall, A. Steven:" Problem Seeking: An Architectural Programming Primer" 5th edit, .,(**2012**).

المراجع العربية :

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

4- ترجمة عبدالعزيز بن حمد المقرن "برمجة المشاريع المعمارية والمرشد لمرحلة ما قبل التصميم", الرياض 1428 هـ. فهرس مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر, 2007.
5- الاستغلال الامثل للمساحات الفراغية داخل الابنية المكتبية , يوسف عبدالسلام , مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية , العدد الثاني , المجلد الثالث والعشرون , 2007 .

المراجع من شبكة المعلومات الدولية :

6- الموقع الخاص بالمعهد الامريكى الفيدرالى للمعماريين بالولايات المتحدة :

(http://www.FAIA.com)

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

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No. 2

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

Abstract:

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

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

Key words : area , spaced programming , efficiency ,cost