اختيار الموقع الأمثل لمشروع هندسي

أ. م. الدكتور المهندس
صباح رســـــول داخل
الجامعة التكنولوجية

المستخلص

تواجه أغلب الادارات العليا مشكلة في اختيار الموقع الأمثل للمشاريع الهندسية المختلفة وذلك لوجود عوامل كمية ولا كمية تؤثر على قرار الاختيار . وقد أستخدمت أساليب عديدة لحل هذه المشكلة .

تم في هذا البحث استخدام انموذج رياضي لتحديد الموقع الأمثل لمشروع هندسي من بين عدة مواقع بديلة . وقد أثبت الأنموذج فاعلية في مساعدة متخذ القرار على اتخاذ القرار الأمثل .

1. المقدمة *Introduction*

يعد قرار إختيار موقع المشروع الهندسي من القرارات المهمة التي تتخذها الادارات العليا لما يترتب عليه من إستثمارات مالية ضخمة تحت ظروف عدم التأكد (Uncertainty) . وتؤثر عوامل كمية (Quantitative Factors) وعوامل لا كمية (Qualitative Factors) على عملية إتخاذ القرار لاختيار موقع المشروع [2,1].

وقد دأبت المؤسسات المختلفة على إجراء دراسات وبحوث تم فيها تحليل ومقارنة العوامل المؤثرة وفق منهجية علمية (Scientific Methodology) تضمن اختيار الموقع الأمثل (Optimal Location) الذي يكون مناسباً لأطول مدة ممكنـــــة في المستقبل ويحقق متطلبات المشروع الاقتصادية والفنية والاجتماعية [4,3].

وتعد أساليب بحوث العمليات (Operational Research Techniques) وسائل فعالة لمقارنة المواقع البديلة (Alternative Locations) للمشاريع المختلفة [5]. وتتطلب هذه الاساليب بيانات دقيقة عن جميع العوامل المؤثرة لكي تضمن اختيار الموقـــــع الأمثـــــل وتمنع اتخاذ قرار خاطئ يؤدي الى خسائر مادية كبيرة جداً.

2 . الرموز Notation

m = عدد المواقع المرشحة Number of Candidate Locations

n = عدد العوامل اللاكمية Number of Qualitative Factors

QU_i = مقياس العامل الكمي لكل موقع i

Quantitative Factor Measure for Each Location i (i=1,2,……,m)

QA_i = مقياس العامل اللاكمي لكل موقع i

Qualitative Factor Measure for Each Location i (i=1,2,……,m)

PU_i = فاعلية العوامل الكمية لكل موقع i

Quantitative Factors Effectiveness for Each Location

i (i=1,2,……,m)

PA_j = فاعلية العامل اللاكمي j

Qualitative Factor Effectiveness j (j=1,2,……,n)

LA_{ij} = ترتيب الموقع لكل عامل لاكمي

Location Ranking for Each Qualitative Factor

$(0 \le LA_{ij} \le 1 , \sum_{i=1}^{m} LA_{ij} = 1, \ j=1,2,\ldots\ldots,n)$

WU = وزن مقياس العامل الكمي

Quantitative Factor Measure Weight $(0 \le WU \le 1)$

WA = وزن مقياس العامل اللاكمي

Qualitative Factor Measure Weight (WA=1- WU)

LPM_i = مقياس أفضلية الموقع i Location (i) Preference Measure

3 . الأنموذج الرياضي Mathematical Model

$$QU_i = \left[PU_i \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{1}{PU_i} \right) \right]^{-1} \qquad (1)$$

ويجب ان تتحقق المعادلة (2)

$$\sum_{i=1}^{m} QU_i = 1 \qquad (2)$$

$$QA_i = \sum_{j=1}^{n} LA_{ij}\ PA_j, \qquad i = 1,2,....,m \tag{3}$$

ويجب ان تتحقق المعادلة (4)

$$\sum_{i=1}^{m} QA_i = 1 \tag{4}$$

$$LPM_i = \mathrm{WU}(\mathrm{QU}_i) + \mathrm{WA}(\mathrm{QA}_i), \qquad i = 1,2,....,m \tag{5}$$

4 . خوارزمية اتخاذ قرار إختيار الموقع الامثل

- تحديد العوامل الكمية (Quantitative Factors) والعوامل اللاكمية (Qualitative Factors) المؤثرة على اتخاذ قرار إختيار الموقع .
- تحديد المواقع المرشحة (Candidate Locations)
- إجراء المفاضلة بين المواقع المرشحة باستخدام الأنموذج الرياضي (Evaluation of Candidate Locations Using the Mathematical Model)
- إختيار الموقع الأمثل (Optimal Location Selection)

5 . تحديد العوامل المؤثرة على اتخاذ قرار إختيار الموقع

تصنف العوامل بشكل عامٍ الى نوعين :-

- العوامـــل الكمـــية (Quantitative Factors) : وهي العوامل القابلة للقياس كالمساحة والمسافة
- العوامل اللاكمية (Qualitative Factors) : وهي العوامل غير القابلة للقياس الكمي المباشر ، كتأثير المشروع على راحة السكان.

ولابـــد من الاشارة هنا الى العامل الحرج (Critical Factor) وهو ذلك العـــامل الـــذي فـــي حالـــة عدم توفره في موقع معين فأن هذا الموقع يستبعد من المفاضلة ، كتوفر المساحة اللازمة للمشروع .

ويتضـــمن الجدول (1) العوامل الكمية واللاكمية المؤثرة على اتخاذ قرار اختـــيار موقع المشروع قيد الدراسة. وتجدر الاشارة الى ان تحديد هذه العوامل تم بالتداول مع جهة إصدار القرار.

الجدول (1) . العوامل الكمية واللاكمية المؤثرة على اتخاذ قرار إختيار الموقع

ت	العامل Factor	الملاحظات
1	المسافة من الموقع الى خطوط كهرباء الضغط العالي	عامل حرج (Critical Factor)
2	المسافة من الموقع الى أقرب طريق للنقل البري	عامل حرج (Critical Factor)
3	المساحة اللازمة للمشروع	عامل حرج (Critical Factor)
4	إمكانية التوسع المستقبلي	
5	إمكانية الحماية	
6	صلاحية التربة بعد المعالجة	
7	التأثير السلبي لعوامل البيئة	
8	طوبوغرافية أرض الموقع	
9	التأثير السلبي للمشروع على السكان أو المشاريع الصناعية الأخرى	

6. تحديد المواقع المرشحة (Candidate Locations)

بعد سلسلة من الزيارات الميدانية ، تم تحديد عشرة مواقع مرشحة لبناء المشروع . ويتضمن الجدول (2)بيانات العوامل الكمية واللاكمية لكل موقع .

الجدول (2) . بيانات العوامل الكمية واللاكمية للمواقع المرشحة

تسلسل المواقع	تسلسل العوامل / العوامل / رمز الموقع	1 المسافة (متر) من الموقع الى خطوط كهرباء الضغط العالي	2 المسافة (متر) من الموقع الى أقرب طريق للنقل البري	3 المساحة اللازمة للمشروع 1كم × 1كم متوفرة : 1 غير متوفرة : 0	4 إمكانية التوسع المستقبلي ممكنة : 1 غير ممكنة : 0	5 إمكانية الحماية ممكنة : 1 غير ممكنة : 0	6 صلاحية التربة بعد المعالجة صالحة : 1 غير صالحة : 0	7 التأثير السلبي لعوامل البيئة لا يوجد : 1 يوجد : 0	8 ظروف طوبوغرافية أرض المواقع ملائمة : 1 غير ملائمة: 0	9 التأثير السلبي للمشروع على السكان أو المشاريع الصناعية الأخرى لا يوجد: 1 يوجد : 0
1	A	05	20	0	0	1	1	1	1	1
2	B	03	25	0	0	1	1	1	1	1
3	C	400	500	0	0	1	1	1	1	1
4	D	300	50	1	1	1	1	1	1	1
5	E	300	50	1	1	1	1	1	1	0
6	F	600	50	1	1	1	1	1	1	1
7	G	5000	40	1	1	1	1	1	1	1
8	H	500	30	1	1	1	1	1	1	1
9	I	100	120	1	1	1	1	0	1	1
10	J	300	150	1	1	1	1	1	1	1

تطبيق الأنموذج الرياضي Application of The Mathematical Model

- تـمَّ اسـتبعاد المواقـع (A) ، (B) و (C) من المفاضلة وذلك لعدم توفر أحد العوامل الحرجة فيها وهو المساحة اللازمة للمشروع (1كم × 1 كم).
- تمَّ إستبعاد الموقع (E) من المفاضلة لتأثير المشروع السلبي على السكان .
- تمَّ إستبعاد الموقع (I) من المفاضلة لوجود عوامل بيئية تؤثر سلباً على الموقع .

1.7 حساب مقياس العامل الكمي Quantitative Factor Measure (QU_i)

تمَّ اعتماد مجموع المسافة من كل موقع الى خطوط كهرباء الضغط العالي وأقرب طريق للنقل البري لتمثل فاعلية العوامل الكمية (PU_i) . ويتضمن الجدول (3) قيم مقياس العامل الكمي لكل موقع حيث تم احتساب (QU_i) من المعادلة (1)

الجدول (3) . مقياس العامل الكمي للمواقع المرشحة.

الموقع	PU_i (meter)	$(1/PU_i) \times 10^{-3}$	$QU_i = \left[PU_i \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{PU_i} \right]^{-1}$
D	350	2.8571429	0.3282928
F	650	1.5384615	0.176773
G	5040	0.1984127	0.0227981
H	530	1.8867925	0.2167971
J	450	2.2222222	0.2553388
		$\sum_{i=1}^{m} \frac{1}{PU_i} = 8.7030318 \times 10^{-3}$	$\sum_{i=1}^{m} QU_i = 1$

2.7 حساب مقياس العامل اللاكمي Qualitative Factor Measure (QA_i)

بعـــد جمـــع بيانات العوامل اللاكمية وجد تباين بين المواقع المرشحة في العوامل اللاكمية الآتية :

- إمكانية التوسع المستقبلي .
- إمكانية الحماية .
- التأثير السلبي لعوامل البيئة .

تمَّ تحليل هذا التباين وفق الخطوات الآتية :

1.2.7- تحديد فاعلية العامل اللاكمي (PA_i)

تـــم حساب فاعلية العامل اللاكمي وذلك بمقارنة العوامل بشكل ثنائي فإذا كان العامل الأول مفضلاً على الثاني ، نضع قيمـــــة عددية (1) الى العامل الأول و (0) الى العامل الثاني ، والعكس اذا كان العامل الثاني مفضلاً على الأول . وإذا تســـاوت أهمـــية العاملين نضع (1) بكل منهما . يتضمن الجدول (4) نتائج فاعلية العامل اللاكمي .

الجدول (4) . فاعلية العامل اللاكمي

العامل اللاكمي	المقارنات الثنائية			المجموع	أهمية العامل اللاكمي PA_j
	امكانية التوسع المستقبلي	إمكانية الحماية	التأثير السلبي لعوامل البيئية		
امكانية التوسع المستقبلي		1	0	1	$\frac{1}{4}=0.25$
إمكانية الحماية	1		1	2	$\frac{2}{4}=0.5$
التأثير السلبي لعوامل البيئية	0	1		1	$\frac{1}{4}=0.25$
المجموع				4	1

2.2.7- حساب ترتيب المواقع (LA_{ij}) وفق العوامل اللاكمية

تم إجراء عشرة مقارنات ثنائية للمواقع الخمسة المرشحة $\left[\binom{5}{2}=\frac{5!}{2!(5-2)!}=10\right]$ وفق الجداول (5) ، (6) و (7) .

الجدول (5) . المقارنات الثنائية لعامل امكانية التوسع المستقبلي

الموقع	العلاقات الثنائية										المجموع	LA_{i1}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
D	0	1	0	1							2	2/12 = 0.1666666
F	1				1	1	1				4	4/12 = 0.3333333
G		0			0			0	1		1	1/12 = 0.0833333
H			1			1		1		1	4	4/12 = 0.3333333
J				0			0		1	0	1	1/12 = 0.0833333
المجموع											12	1

الجدول (6) . المقارنات الثنائية لعامل امكانية الحماية

الموقع	العلاقات الثنائية										المجموع	LA_{i2}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
D	1	1	1	1							4	4/12 = 0.3333333
F	0				0	1	0				1	1/12 = 0.0833333
G		0			1			1	1		3	3/12 = 0.25
H			0			1		0		0	1	1/12 = 0.0833333
J				0			1		1	1	3	3/12 = 0.25
المجموع											15	1

الجدول (7) . المقارنات الثنائية للتأثير السلبي لعوامل البيئة

الموقع	العلاقات الثنائية										المجموع	LA_{i3}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
D	0	1	0	1	1						2	2/15 = 0.1333333
F	1				1	0	1				3	3/15 = 0.2
G		1						0	1		3	3/15 = 0.2
H			1		1	1		1		0	3	3/15 = 0.2
J				1			1		1	1	4	4/15 = 0.2666666
المجموع											15	1

3.2.7- حساب مقياس العامل اللاكمي

باستخدام العلاقة (3) وقيم (PA_j) من الجدول (4)، وقيم (LA_{ij}) من الجداول (6) و (7) تم حساب مقياس العامل اللاكمي في الجدول (8).

الجدول (8) . مقياس العامل اللاكمي

الموقع	العامل اللاكمي			QA_i
	إمكانية التوسع المستقبلي PA_1=0.25	إمكانية الحماية PA_2=0.5	تأثير عوامل البيئة PA_3=0.25	
	LA_{i1}	LA_{i2}	LA_{i3}	
D	0.1666666	0.3333333	0.1333333	0.2416666
F	0.3333333	0.0833333	0.2	0.1749999
G	0.0833333	0.25	0.2	0.1958333
H	0.3333333	0.0833333	0.2	0.1749999
J	0.0833333	0.25	0.2666666	0.2124999
المجمـــوع				1

3.7 حساب مقياس أفضلية المواقع المرشحة Location Preference Measure (LPM)

بتطبيق العلاقة (5) واستخدام قيم (QU_i) من الجدول (3) وقيم (QA_i) من الجدول (8) نحصل على قيم (LPM_i) الموضحة في الجدول (9).

الجدول (9) . مقياس أفضلية المواقع المرشحة

الموقع	العامل اللاكمي	ترتيب الأفضلية
D	LPM_D= 0.8 (0.3282928) + 0.2 (0.2416666) = 0.3109675	1
F	LPM_F = 0.8 (0.176773) + 0.2 (0.1749999) = 0.1764183	4
G	LPM_G = 0.8 (0.0227981) + 0.2 (0.1958333) = 0.0574051	5
H	LPM_H = 0.8 (0.2167971) + 0.2 (0.1749999) = 0.2084376	3
J	LPM_J = 0.8 (0.2553388) + 0.2 (0.2124999) = 0.246771	2
المجمـــوع		1

8 . اختيار الموقع الأمثل Optimal Location Selection

في ضوء النتائج لمقياس أفضلية المواقع الموضحة في الجدول (9)، نلاحظ ان الموقع D يحتل مرتبة الأفضلية الأولى ، يليه الموقع J ، ثم H ، ويليهF ، بينما كان الموقعG في المرتبة الخامسة والأخيرة . لذا فأن المشروع قيد الدراسة يجب ان يشيد في الموقع D .

9 . الأستنتاجات

1 . أثبـــت أسلوب التحليل والأنموذج الرياضي المستخدم في هذا البحث فاعلية في الـــتعامل مع العوامل الكمية واللاكمية في آنٍ واحد وقياس مدى تأثيرها على أفضلية موقعٍ ما ضمن مواقع مرشحة لإقامة مشروع هندسي فيها.

2 . تضـــمن المنهجية العلمية المعتمدة في هذا البحث لمتخذ القرار إستخدام خبرته من خلال دورهِ في عملية تحليل العوامل المؤثرة على إختيار موقع المشروع وخاصة المقارنات الثنائية للعوامل اللاكمية.

المصادر REFERENCES

1- Adam, E. E. and Ebert R. J., (1978), "**Production and Operations Management – Concepts, Models, and Behavior**" , Prentice – Hall, Inc.

2- Buffa, E. S., (1973), "**Modern Production Management**" , 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc.

3- Heizer, J. and Render, B., (1996), "**Production and Operations Management**" , Prentice – Hall, Inc.

4- Vaughn, R. C., (1985), "**Introduction to Industrial Engineering** " , 3rd Edition, The Iowa State University Press.

5- Wild, R., (1984), "**Production and Operations Management-Principles and Techniques**" , 3rd Edition, Holt, Rinehart and Winston Ltd.

OPTIMAL LOCATION SELECTION FOR DIFFERENT AN ENGINEERING PROJECTS

Ass. Prof. Dr. Eng.

S. R. Dakhel
University of Technology

ABSTRACT

Most top management face a problem in the optimal location selection for different engineering projects because of the existence of quantitative and for quantitative factors that affect the selection decision. Many techniques were used to solve this problem.

In this paper, a mathematical model was used to determine the optimal location for an engineering project among many alternative locations. The model has proved an effectiveness in aiding the decision- taker in taking the optimal decision