

جامعة دمشق  
كلية الهندسة المدنية  
قسم الإدارة الهندسية والإنشاء

# نظام دعم قرار لاختيار موقع منشأة تخدمية

## دراسة حالة موقع مدرسة

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية - قسم الإدارة الهندسية والإنشاء

المشرف المشارك  
الدكتور المهندس مازن ابراهيم

إشراف  
الدكتور المهندس طلال الشهابي

إعداد  
المهندس علاء أحمد حمود

دمشق 2012

جامعة دمشق  
كلية الهندسة المدنية  
قسم الإدارة الهندسية والإنشاء

## نظام دعم قرار لاختيار موقع منشأة تخدمية

### دراسة حالة موقع مدرسة

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية - قسم الإدارة الهندسية والإنشاء

المشرف المشارك  
الدكتور المهندس مازن ابراهيم

إشراف  
الدكتور المهندس طلال الشهابي

إعداد  
المهندس علاء أحمد حمود

السادة أعضاء لجنة الحكم :

الدكتور المهندس أنور الصيفي

الدكتور المهندس ماهر مصطفى

الدكتور المهندس طلال الشهابي

## ملخص

صناعة القرار هو عملية دراسة تحديد و اختيار البديل الأفضل على أساس قيم وأفضليات صانع القرار وبما يحقق الأهداف المنشودة من هذا القرار.

تعتبر نظرية المنفعة متعددة المعايير أحد الطرق الأساسية في اتخاذ القرارات متعددة المعايير، تعتمد هذه الطريقة على أن كل متعدد قرار يقوم بتجميع قيم المعايير المختلفة باستخدام دالة  $U$ ، بحيث أن البديل ذو القيمة الأعلى للدالة  $U$  يعتبر الأفضل ، مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية المعايير من وجهة نظر صانع القرار.

يعرض هذا البحث نظام دعم قرار مطور يعتمد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS ونظرية المنفعة متعددة المعايير (MAUT) ، يساعد متخدني القرارات على دراسة معايير غير متجانسة والموافقة فيما بينها بما يخدم الدقة والسرعة في اتخاذ القرار

تم تطبيق النظام المطور في دراسة اختيار أفضل موقع مدرسة من مجموعة من الواقع المتوفرة في منطقة الحصن التابعة لمحافظة حمص.

يخلص البحث إلى أهمية الاستفادة من تكامل نظم المعلومات الجغرافية مع طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير في تطوير نظم دعم قرار تساعد في التغلب على المشاكل المتمثلة في اختلاف المعايير وعدم تجانسها ، عدم وضوح نتائج القرار وغيرها من المصاعب التي تواجه صناع القرار أثناء دراسة هكذا قرارات

## كلمة شكر

الحمد لله الذي من على ياتمام هذا البحث فله الحمد والشكر.  
أشكر أسرتي ... أبي وأمي وأخوتي لما أولوه لي من حب ورعاية ، كما أخص بالشكر والتقدير أستاذي  
المشرف على هذه الدراسة الدكتور المهندس طلال الشهابي و الدكتور المهندس مازن ابراهيم لما قدموه  
لي من مساعدة في إنجاز هذا العمل والشكر الجزيل للدكتور المهندس شكري بابا لدعمه وتشجيعه  
للطلاب والباحثين فجزاهم الله عنى خير الجزاء .

أشكر كل الأصدقاء الذين كانوا عاملا إيجابيا في مساعدتي على إنجاز عملي من خلال دعمهم  
وتشجيعهم لي .

أهدي اطروحة الماجستير لوطنني الذي أعشقه وأدعو الله أن يحميه على مر الزمان .

علاء حمود

## قائمة المختصرات

المختصرات	الوصف
MAUT	Multi Attribute Utility Theory
GIS	Geographic Information System
DSS	Decision Support System
SQL	Structured Query Language
SMART	Simple Multi Attribute Rating Technique
AHP	Analytical Hierarchy Process
TIN	Triangular Irregular Network
DEM	Digital Elevation Model
DTM	Digital Terrain Model
SDSS	Spatial Decision Support System
MCDM	Multi Criteria Decision Making
CDP	Criterium Decision Plus
DDE	Dynamic Data Exchange
WLC	Weighted Linear Combination

## فهرس الأشكال

12 .....	الشكل رقم 1: يوضح المفاهيم الأساسية لنظام دعم القرار المطور
19 .....	الشكل رقم 2 : يمثل مراحل صنع القرار [12]
30 .....	الشكل رقم 3 : يمثل المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية.
31 .....	الشكل رقم 4: يمثل البيانات التي تتعامل معها نظم المعلومات الجغرافية.....
32 .....	الشكل رقم 5: يوضح تمثيل البيانات المكانية في نظم العلوم الجغرافية.....
33 .....	الشكل رقم 6: التحليل الشبكي لشبكات البنية التحتية.....
34 .....	الشكل رقم 7: إنشاء النطاقات حول السمات الجغرافية.....
35 .....	الشكل رقم 8: يمثل نموذج الارتفاعات الرقمية المشتق من مجموعة قياسات حلية.....
36 .....	الشكل رقم 9: يوضح منهجة تمثيل سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد (TIN) .....
38 .....	الشكل رقم 10: يوضح منهجة تكامل نظم دعم القرار بأنظمة GIS
41 .....	الشكل رقم 11: يوضح مكونات نظام دعم القرار المطور
43 .....	الشكل رقم 12: واجهة حساب المسافة الإقليدية.....
44 .....	الشكل رقم 13: يمثل واجهة تحديد المعايير وأوزانها.....
45 .....	الشكل رقم 14: يمثل واجهة تصنيف المعايير.....
46 .....	الشكل رقم 15: يمثل واجهة اختيار دالة المنفعة.....
46 .....	الشكل رقم 16: واجهة العرض ثنائية الأبعاد.....
47 .....	الشكل رقم 17: واجهة تمثيل البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد.....
49 .....	الشكل رقم 18: الموقع العام لمدينة الحصن.....
50 .....	الشكل رقم 19: المخطط التنظيمي العام لمدينة الحصن لعام 1991.....
53 .....	الشكل رقم 20: يمثل مواقع البدائل المدرورة.....
56 .....	الشكل رقم 21: يمثل خطوات تحضير البيانات الجغرافية.....
57 .....	الشكل رقم 22: يوضح الطبقات الجغرافية المستخدمة.....
58 .....	الشكل رقم 23: يمثل النطاقات حول خطوط التوتر.....
59 .....	الشكل رقم 24: يوضح مبدأ عمل تقنية FLOW DIRECTION.....
59 .....	الشكل رقم 25: يوضح مبدأ عمل تقنية FLOW ACCUMULATION.....
60 .....	الشكل رقم 26: مراحل حساب المسيلات المائية.....
60 .....	الشكل رقم 27 : يمثل منهجة حساب الكثافة الخطية.....
61 .....	الشكل رقم 28 : يمثل طبقة كثافة المسيلات المائية.....
62 .....	الشكل رقم 29 : طبقة النطاقات المصنفة حول مطمر النفايات.....
63 .....	الشكل رقم 30 : طبقة كثافة الطرق الآمنة.....
64 .....	الشكل رقم 31 : منهجة تطبيق الدالة الأولى والثانية.....
64 .....	الشكل رقم 32 : يوضح منهجة حساب قيمة البديل.....
65 .....	الشكل رقم 33 : منهجة حساب قيمة الانحدار.....
66 .....	الشكل رقم 34 : طبقة الانحدار المصنفة.....
68 .....	الشكل رقم 35 : يمثل المتحولات المرتبطة بحساب طبقة الظل.....
68 .....	الشكل رقم 36 : يوضح طبقة الظل المصنفة.....
69 .....	الشكل رقم 37 : طبقة النطاقات المصنفة حول المناطق الترفيهية.....
70 .....	الشكل رقم 38 : طبقة النطاقات المصنفة حول المناطق الصناعية.....
71 .....	الشكل رقم 39 : طبقة النطاقات المصنفة حول المراكز الصحية.....
72 .....	الشكل رقم 40 : خطوات دراسة المعايير وحساب النتائج.....
74 .....	الشكل رقم 41: مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية حسب الدالة الأولى.....
74 .....	الشكل رقم 42: مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية حسب الدالة الثانية.....
75 .....	الشكل رقم 43: يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها.....
76 .....	الشكل رقم 44 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها.....

الشكل رقم 45 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية .....	76 .....
الشكل رقم 46 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها .....	78 .....
الشكل رقم 47 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها .....	79 .....
الشكل رقم 48 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية .....	80 .....
الشكل رقم 49 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى .....	82 .....
الشكل رقم 50 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الثانية .....	82 .....
الشكل رقم 51 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها .....	83 .....
الشكل رقم 52 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها .....	84 .....
الشكل رقم 53 : نتائج المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية .....	85 .....
الشكل رقم 54 : مخطط المقارنة بين الحالات الثلاث وفق الدالة الأولى .....	86 .....
الشكل رقم 55 : نتائج المقارنة بين الحالات الثلاث وفق الدالة الثانية .....	87 .....

## فهرس الجداول

55 .....	جدول ١ : يوضح المعايير الرئيسية والثانوية المدروسة
73 .....	جدول ٢ : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية
77 .....	جدول ٣ : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية
81 .....	جدول ٤ : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية

## جدول المحتويات

الفصل الأول.....	11
مقدمة .....	11
1-1 مقدمة عامة.....	11
2-1 مشكلة البحث.....	11
3-1 هدف البحث.....	12
4-1 أهمية البحث.....	12
5-1 منهجة وخطوات البحث.....	13
الفصل الثاني.....	14
نظم دعم القرار متعدد المعايير.....	14
1-2 مقدمة.....	14
2-2 فوائد نظم دعم القرار.....	14
3-2 خصائص نظم دعم القرار.....	15
4-2 مكونات نظم دعم القرار.....	15
5-2 فاعلية نظم دعم القرار.....	15
6-2 المعوقات والاشكاليات التي تواجه تطبيق نظم دعم القرار.....	17
7-2 القرارات متعددة المعايير.....	18
8-2 مراحل صنع القرار.....	18
1-8-2 التفكير الذكي.....	19
2-8-2 التصميم.....	20
3-8-2 الاختيار.....	20
9-2 خطوات اتخاذ القرار متعدد المعايير.....	20
1-9-2 تحديد البدائل.....	21
2-9-2 تحديد المعايير.....	21
3-9-2 تحديد معاملات الترجيح (أوزان المعايير).....	21
1-3-9-2 طرق تقدير مباشرة.....	22
2-3-9-2 طريقة تجميع الأوزان.....	22
3-3-9-2 SMART طريقة.....	23
4-3-9-2 طريقة التحليل الهرمي لتنقيل المعايير (AHP).....	23
4-9-2 تحديد طريقة اتخاذ القرار متعدد المعايير.....	25
الفصل الثالث.....	29
نظم المعلومات الجغرافية.....	29
1-3 مقدمة.....	29
2-3 البيانات التي تتعامل معها نظم المعلومات الجغرافية.....	31
1-2-3 البيانات المكانية (Spatial Data).....	31
2-2-3 البيانات الوصفية (Descriptive Data).....	32
3-3 إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية.....	33
4-3 استخدامات نظم المعلومات الجغرافية.....	37
5-3 متكاملة نظم دعم القرار بأنظمة المعلومات الجغرافية.....	38

39 .....	الفصل الرابع.....
39 .....	دراسات سابقة.....
39 .....	1-4 مقدمة.....
41 .....	الفصل الخامس.....
41 .....	تصميم النظام.....
41 .....	1-5 مكونات النظام المقترن.....
42 .....	2-5 واجهات النظام المقترن.....
43 .....	1-2-5 واجهات المستخدمين.....
47 .....	2-2-5 قاعدة البيانات.....
48 .....	3-2-5 قاعدة النماذج.....
49 .....	الفصل السادس.....
49 .....	دراسة حالة (موقع مدرسة).....
49 .....	1-6 مقدمة.....
49 .....	2-6 موقع منطقة الدراسة.....
50 .....	3-6 التطور التاريخي لمنطقة الدراسة.....
50 .....	4-6 تحليل الوضع الراهن.....
51 .....	5-6 ضوابط ومعايير اختيار موقع المدارس.....
53 .....	6-6 مراحل الدراسة.....
88 .....	الفصل السابع.....
88 .....	النتائج والتوصيات.....
88 .....	1-7 النتائج.....
88 .....	2-7 التوصيات.....
89 .....	المراجع.....

## الفصل الأول

### مقدمة

#### 1-1 مقدمة عامة

تمثل صناعة القرارات الدور الأكثـر تحبيـا عند المـدراـء خصوصـا ما يـرتبـط مـنـها بالـتـخطـيط، وـضـعـ الخطـطـ، تـحلـيلـ الـبـدائـلـ وـاخـتـيـارـ أـفـضلـ الـحـلـولـ، حـيـثـ أـنـ عمـلـيـةـ اـتـخـاذـ الـقـرـارـ المـتـبـعةـ لـدـىـ العـدـيدـ مـنـ الـدـوـلـ الـعـرـبـيـةـ لـاـ تـتـعـدـىـ كـوـنـهـاـ بـعـضـ الـمـشـاـورـاتـ وـالـقـرـارـاتـ الـادـارـيـةـ الـتـيـ تـعـتـمـدـ بـشـكـلـ اـسـاسـيـ عـلـىـ الـحـدـسـ وـالـخـبـرـةـ وـتـأـثـرـ إـلـىـ حدـ كـبـيرـ بـالـعـوـافـلـ الـذـاتـيـةـ دـوـنـ الـأـخـذـ بـعـينـ الـاعـتـبـارـ كـافـةـ الـمـعـايـرـ الـتـيـ تـؤـثـرـ فـيـ صـنـعـ الـقـرـارـ، نـتـيـجـةـ صـعـوبـةـ درـاسـةـ وـتـحلـيلـ هـذـهـ الـمـعـايـرـ وـعـدـمـ تـجـانـسـهـاـ فـيـماـ بـيـنـهـاـ.

تكمن أهمية القرار الهندسي في تأثيره المباشر في السياسة التنموية للدول على المستوى الحكومي والشعبي من خلال توفير ورشيد الاستثمار الأمثل للموارد المتاحة، وبما أن معظم القرارات الهندسية هي قرارات متعددة المعايير تتطلب دراسة وتحليل العديد من البيانات الجغرافية والوصفية المرتبطة بالواقع ونظراً للتطور الهائل في تكنولوجيا المعلومات والحسابات التي ظهرت خلال مرحلة السبعينيات والثمانينيات، ظهرت الحاجة لتطوير نظم دعم قرار تساعده في معالجة وتحليل المعايير المطلوبة بما يضمن سرعة ودقة اتخاذ القرارات.

#### 2-1 مشكلة البحث

عدم قدرة صناع القرار على اتخاذ قرار اختيار أفضل موقع لإقامة منشأة تخدمية (مدرسة) تتحقق معايير وشروط معينة معقدة وغير متجانسة بطبيعتها، حيث ان هكذا قرارات تتطلب من صناع القرار استثمار، تحليل ومعالجة العديد من البيانات الوصفية والجغرافية المرتبطة بالموقع مما يعرضه للعديد من المشاكل والصعوبات التي يتطرق لها البحث وي العمل على حلها بإسلوب منهجي علمي وذكر منها :

- a. نقص أو عدم دقة البيانات المستخدمة بتشكيل المعايير
- b. عدم وضوح العوامل المؤثرة في اتخاذ القرار .
- c. صعوبة تشكيل معايير جديدة لدعم القرار اعتمادا على معايير متوفرة (الارتفاع، الانحدار، اتجاه الانحدار).
- d. صعوبة التوفيق بين العوامل المؤثرة في القرار نتيجة تنوع المعطيات بين وصفية ومكانية (جغرافية) وتتنوع مصادرها.

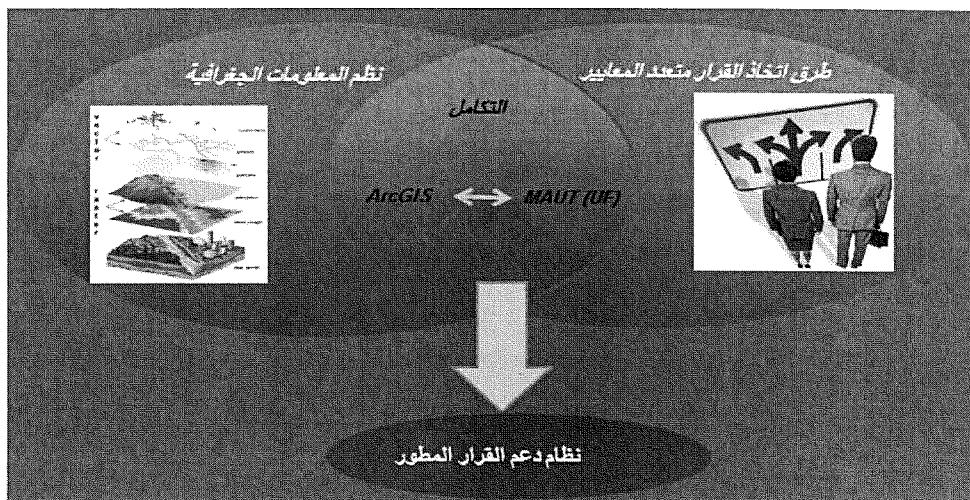
e. صعوبة اختيار أفضل سيناريو من بين مجموعة من السيناريوهات المحتملة.

f. صعوبة دراسة تأثير تغير أوزان المعايير في اتخاذ القرار.

g. عدم وجود أدوات إظهار للنتائج مساعدة في اتخاذ القرار.

### 3-1 هدف البحث

تطوير نظام دعم قرار يعتمد تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS ونظرية المنفعة متعددة المعايير (MAUT)، يساعد متخدلي القرارات على الإحاطة بجوانب القرار، والتغلب على المشاكل التي يواجهونها خلال مراحل صنع قراراتهم، وذلك من خلال التكامل بين أدوات وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونظرية المنفعة متعددة المعايير بما يحقق متطلبات هكذا دراسة، حيث يوضح الشكل رقم (1) المفاهيم الأساسية المستخدمة في نظام دعم القرار المطور.



الشكل رقم 1: يوضح المفاهيم الأساسية لنظام دعم القرار المطور

### 4-1 أهمية البحث

تكمّن الأهمية الخاصة لهذه الدراسة من أهمية الموضوع الذي يعالجها ويرتبط بأهمية الدراسة التعرف على كيفية دراسة معايير معقدة، غير متجانسة ومرتبطة بالموقع الجغرافي، حيث أن اتخاذ قرار خاطئ في بناء موقع خدماتي (مدرسة) سينعكس سلبياً وبشكل مباشر على الحكومة والمجتمع من حيث كلفة البناء، صعوبة التنفيذ إضافة للعديد من المخاطر الصحية والنفسية.

يعزز من أهمية هذه الدراسة نظام دعم القرار (Decision Support System) المقترن وفائدته في مساعدة صناع القرار خلال مراحل صنع قراراتهم ، من خلال استخدام أحد ما توصلت إليه تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية، ونظرية المنفعة متعددة المعايير (Multi Attribute Utility Theory) في حساب وتقييم البديل الأفضل (موقع مدرسة) وفق الأسس والمعايير الفنية المطلوبة.

## 1-5 منهجة وخطوات البحث

تقوم منهجة البحث على مكاملة نظم المعلومات الجغرافية مع نظرية المنفعة متعددة المعايير من خلال اتباع مجموعة من الخطوات التي يمكن تلخيصها بما يلي :

- بناء قاعدة علمية في المواضيع الالزمة للبحث
- دراسة مرجعية للمواضيع المتعلقة بالبحث
- تحديد العوامل المؤثرة في القرار وأهميتها من وجهة نظر صانع القرار.
- تعريف اطار عام يقوم بالتوفيق بين العوامل الغير متجانسة والمؤثرة في اتخاذ القرار.
- دراسة و تحديد وظائف أنظمة GIS المساعدة في معالجة البيانات وتحليلها بما يخدم صانع القرار.
- بناء وحدات واجهات برمجية لاستخدام وعرض نتائج و مخرجات البحث.

## الفصل الثاني

### نظم دعم القرار متعدد المعايير

#### 1-2 مقدمة

تعتبر نظم دعم القرار من أهم نظم المعلومات التي تعتمد على الحاسوبات والتي كانت حصاداً للتطور في تكنولوجيا المعلومات خلال السبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي. هذه النظم ترتكز ببساطة على توفير الدعم المناسب لتحسين جودة القرارات، حيث تعمل على تحقيق هذا المطلب عن طريق إدماج البيانات، النماذج والبرمجيات في نظام فعال لاتخاذ القرارات. ونظراً لطبيعة تكوينها فإن لها أهمية بالغة، حيث تحمل في إنشائها تقنيات معلوماتية فائقة التطور مما يؤدي إلى حصول المنظمة على ميزة تنافسية مقارنة بمنافسيها الذين لا يستخدمون هذه النظم. وتبعاً لهذه الأهمية تعددت مجالات تطبيقاتها لدى المؤسسات الحكومية والخاصة، خاصة فيما يتعلق بمعالجة المشاكل التي ت تعرض صناع القرار المنوط بهم اتخاذ قرارات متعددة معايير.

بحسب جيمس أوبريين (James O'Brien) : نظام دعم القرار DSS هو نظام معلومات مرتبطة بالحاسوب الذي يوفر معلومات لدعم المديرين ومحترفي الأعمال أثناء عملية اتخاذ القرار، وقد طور خصيصاً لدعم وحل مشاكل الادارة لتحسين عملية اتخاذ القرار.

ويرى ليكر (LIKER) أن نظم مساندة القرارات هي نظم تفاعلية محسوبة تساعد صانع القرار على استخدام البيانات والنماذج لحل المشكلات شبه الهيكيلية وغير الهيكيلية، ولكن بطريقة هؤلاء المدراء وأسلوبهم الشخصي في حل المشكلات. وهذا ما يتفق مع تعريف CASE PAKER (CASE PAKER) : الذي يرى أنها نظم تقوم بتجهيز المديرين بأدوات تساعدهم في حل المشكلات شبه الهيكيلية وغير الهيكيلية، ولكن بطريقة هؤلاء المدراء وأسلوبهم الشخصي في حل المشكلات [20,21].

#### 2-2 فوائد نظم دعم القرار

- يحسن الكفاءة الشخصية
- تعجيل في حل المشاكل
- يسهل الاتصال بين الأشخاص
- يشجع التعلم أو التدريب
- زيادة الرقابة التنظيمية
- يولّد أدلة جديدة لدعم القرار
- تشجع الاستكشاف من جانب صانع القرار

- يكشف عن أساليب جديدة للتفكير .
- يساعد على أتمتة العمليات الإدارية [16,21] .

## 3-2 خصائص نظم دعم القرار

من الخصائص المستحبة لنظم دعم القرار ما يلي :

- سهولة فهم النظام، التفاعلية والنشاط الحواري؛
- جمع المعلومات والمعلومات بشكل فوري ومرنة في الاستعمال؛
- يعطي أجوبة سريعة وفيدة.

إذا النظام الجيد للمساعدة على اتخاذ القرار، يجب أن تكون له القدرة على استيعاب تعقد المشاكل في اختيار وتقييم المشاريع من خلال:

- القدرة على معالجة مختلف البديل بحيث يستطيع الأخذ في الاعتبار عدة معايير وأهداف.
- يسمح لتخذل القرار بإدماج المعطيات الموضوعية وكذلك الذاتية (المبنية على التجارب) [16] .

## 4-2 مكونات نظم دعم القرار

يمكن تحديد المكونات الرئيسية لنظم دعم القرار فيما يلي [21] :

- واجهة المستخدمين
- قاعدة البيانات
- قاعدة النماذج

## 5-2 فاعلية نظم دعم القرار

تتوقف فاعلية نظم دعم القرار على عدة عوامل أهمها ما يلي [21]:

- **الدعم السياسي**

وهو مقدار دعم الإدارة العليا للمنظمة التي يخدمها النظام سواء كان على مستوى مدخلاته من بيانات أو مستوى مخرجاته من سياسات وبدون الدعم يموت النظام.

- **الدعم الاجتماعي**

النظام يخدم المؤسسة ككل وتعاون معه من كل العاملين فيها يسهل مهمته. ويمتد هذا التعاون إلى الأطراف المستفيدة من مخرجات النظام.

#### • التمويل

يتوقف مقدار التمويل المطلوب على قدر نوعية المشاكل التي يتعامل معها النظام. ولكن بكل تأكيد أنه بقدر الدعم التمويلي تكون كفاءة النظام، وذلك في ظل اعتماده على تكنولوجيا مكلفة وكوادر بشرية عالية التجهيز وديناميكية عالية لمواكبة التغيير والتحديث المستمر على كافة مكونات النظام.

#### • التكنولوجيا والآليات

- شبكات فائقة السرعة تربط المنظمة داخلياً وخارجياً أرضية وفضائية.
- خوادم طاقتها تعتمد على حجم الأعمال.
- قواعد بيانات ذات حجم تخزين كبير (Oracle , SQL )
- البرامج والأنظمة
- الأجهزة والمعدات

#### • الكوادر البشرية لنظم دعم القرار

يتكون الفريق من كوادر تغطي جوانب المشكلة ومتطلبات تصميم وتنفيذ النظم. وفي كل الأحوال فإن هناك كوادر ثابتة مثل:

- كوادر التحليل بأنواعها.
- كوادر لبحوث العمليات ودعم القرار.
- كوادر لتحليل النظم وتصميمها.
- كوادر للتحليل الإحصائي.
- كوادر لتقنية الحاسوب والمعلومات.
- كوادر لخدمة شبكات الحاسوب والاتصالات.

#### • إدارة النظم

لا شك أن إدارة النظم هي روح وعقل النظم. إن هذه الإدارة يجب أن تكون:

- علمية واعية محدثة الفكر.
- تتمتع بقيادة جريئة ذات رؤية وقدرة على القيادة والتخطيط الاستراتيجي بما يتوافق مع متطلبات العصر.
- تعمل من خلال نظم إدارية دقيقة.
- لديها وعي إداري عالي مدرك لقيمة الإدارة كآلية وفكرة وأساليب النجاح.
- لديها معايير معلنة واضحة للتقييم.
- وضوح الأهداف وقدرة إنجاز لتحقيقها.

## 6-2 المعوقات والاسكاليات التي تواجه تطبيق نظم دعم القرار

### ❖ مقاومة التغيير

- التعامل مع تكنولوجيا جديدة
- الخوف من فقد الوظيفة
- القيود التي يفرضها النظام [21]

### ❖ ضعف البنية التحتية المعلوماتية

- عدم توفر البيانات المطلوبة في الوقت المناسب أو عدم دقتها .
- حجب البيانات من قبل الجهة التي تملکها .
- جودة شبكة الاتصالات أو عدم توفرها أصلاً بين الإدارات والاقسام المعنية باتخاذ القرار .
- ضعف الكوادر البشرية أو عدم توفرها .
- عدم توفر التنظيمات والتشريعات التي تنظم وتحمى تداول البيانات والمعلومات بين الإدارات المعنية باتخاذ القرار .
- عدم توفر البرامج والاجهزة المناسبة .
- الوعي والتذوق المعلوماتي [21] .

### ❖ ضعف بيئة القرار والثقافة المجتمعية

- عدم قناعة الإدارة العليا بقيمة القرار العلمي .
- تضارب القرارات على المستويات المختلفة .
- عدم توفر الكوادر البشرية المتمكنة من أساليب صناعة القرار(بحوث العمليات والأساليب الكمية)
- المناخ السلطوي والحكومي .
- فقر الوعي الإداري وأهمية دعم القرار .
- الخوف من المسئولية[21].
- Bürokratique الإدارة .
- احتكار المعلومات .
- القيود الموضوعة على البيانات تحت مسميات أمن الدول .
- ضعف التنسيق بين الإدارات والوزارات .

- غيب فكر التخطيط الاستراتيجي [21].

## ❖ التكنولوجيا

- معدل تطورها سريع (التعلم - التدريب - الإتاحة)
- مكلفة و يجب الاستفادة منها لتبرير جدواها الاقتصادية.
- ثقافة التكنولوجيا.
- الاعتماد على الاستيراد أكثر من التطوير المحلي.
- الملكية الفكرية وقيود النقل والاستخدام [21].

## 2-7 القرارات متعددة المعايير

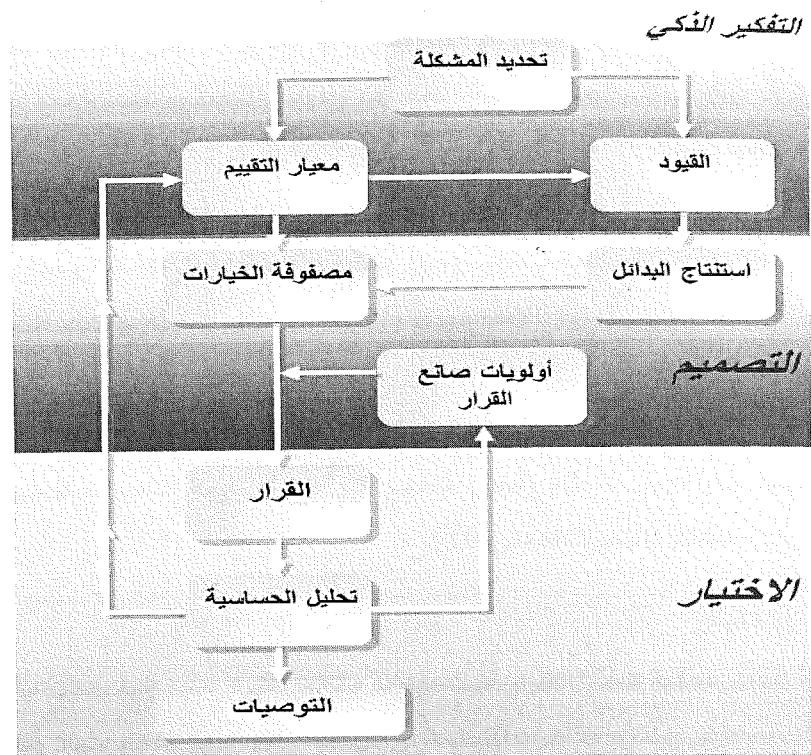
تعتبر القرارات متعددة المعايير من أكثر القرارات تعقيدا، خصوصاً ما يرتبط منها بالواقع الجغرافي حيث أن مشاكل اتخاذ القرار كانت في الغالب تعتمد على معيار واحد أو دالة هدف تعظم من الأرباح أو تقليل من التكاليف، ولكن في الحقيقة أن المشاكل الاقتصادية لا تعتمد على هدف واحد فقط بل تتعداه إلى أكثر من هدف، لذا كان من الأنسب اللجوء إلى طرق تشمل عدة جوانب وعدة قيود وهي طرق تساعد عملية اتخاذ القرارات متعددة المعايير.

إن الطبيعة المعقدة لأغلب القرارات متعددة المعايير تنتج من عدة عوامل منها: نقص المعلومات المتعلقة بالمشكل، والمعايير التي تكون غالبا ذات طبيعة مختلفة عن بعضها البعض، إضافةً لصعوبة تحديد أهمية معيار بالنسبة للأخر، إذا فعملية اتخاذ القرار متعدد المعايير تمثل مجموعة المفاهيم والأدوات والنماذج التي تسمح في الأخير بحل المشكل المطروح، مع الأخذ في الاعتبار عدة معايير قد تكون غير متجانسة أحياناً.

## 2-8 مراحل صنع القرار

تمر علمية صنع القرار بثلاث مراحل مختلفة تم توضيحيها بنموذج هربرت سيمون 1960 م كأساس لعملية دعم اتخاذ القرار حيث يمكن استخدام هذا النموذج لوصف القرارات السريعة والقصيرة المدى بالإضافة إلى القرارات الاستراتيجية طويلة المدى وهذه المراحل تشمل كما هو موضح بالشكل رقم (2) ثلث مراحل رئيسية وهي [12] :

- التفكير الذكي (intelligence)
- التصميم (Design)
- الاختيار (Choice)



الشكل رقم 2 : يمثل مراحل صنع القرار [12]

## 1-8-2 التفكير الذكي

تبدأ مرحلة التفكير الذكي (Intelligence) لعملية دعم القرار من خلال مبدأين هما [16] :

أ - تحديد المشكلة :

ويقصد به التعرف على أي شيء لا يتفق مع الخطة المحددة أو مع المعايير القياسية الموضوعة. وبالتالي يكون الهدف الذي يسعى من أجله متخد القرار واضحاً.

ب - السعي إلى الفرص المتاحة :

ويعنى إيجاد بعض الظروف التي تبدو أنها تساعده متخد القرار لتحقيق عائد أفضل.

بعد اكتشاف المشكلة وصياغتها في المرحلة السابقة فإن المشكلة التي لها حل وحيد لا تعد مشكلة في ذاتها بل هي حقيقة لا بد من التسليم بها. أما إذا كان للمشكلة أكثر من حل فإن وجهات النظر بشأنها تتعدد وتتبادر قوة وضعفاً وبالتالي يتم من خلالها تحديد المعايير التي سيتم اعتمادها لتحديد الخيار الأفضل.

## 2-8-2 التصميم

خلال هذه المرحلة يجب على متخد القرار أو المساعدين له إعداد ملخص عام عن الحلول البديلة الممكنة، مستعيناً في ذلك بالأساليب العلمية الحديثة، وأدوات التصميم المستخدمة في علوم إدارة تحليل وتصميم النظم.

الجزء الهام في عملية اتخاذ القرار هو استخراج البديل، حيث أن مهمة استخراج البديل عمل خلاق وإبداع يمكن تعلمه. والعملية الإبداعية تتطلب وجود معارف دقيقة لمجال المشكلة وحدودها بالإضافة إلى الدوافع لحل المشكلة. ويمكن تعزيز الإبداع بواسطة وسائل مثل السيناريوهات، التفكير العقلي، قوائم الاختبار، وقوالب عملية القرار.

وتحتوي مرحلة تصميم نظام القرار على عدة خطوات: تبدأ بالتحطيط ثم البحث وتحليل النظام ثم الوصول إلى تصميم وتكوين النظام وأخيراً تنفيذ البرامج ومتابعة التغيرات للخروج بالتعديل المطلوب، نتيجة دروس وحقائق التنفيذ الفعلي [16].

## 3-8-2 الاختيار

تعتبر هذه المرحلة جوهر عملية اتخاذ القرار حيث يواجه متخد القرار مجموعة بدائل متعددة، ويجب اختيار أحدتها الذي سيطبق ويلتزم به أفراد المنظمة أو المؤسسة. وقد يبدو ذلك سهلاً ولكن في الواقع توجد صعوبات كثيرة تجعل من مرحلة الاختيار عملية معقدة ومن ذلك: تعدد الأفضليات، عدم التأكيد، تعارض المصالح، اتخاذ القرار الجماعي [16].

## 2-9 خطوات اتخاذ القرار متعدد المعايير

إن خطوات اتخاذ قرار اختيار البديل الأفضل وفق معايير متعددة يتضمن ما يلي [3]:

- تحديد البديل  $a_i$
- تحديد المعايير  $r_j$
- تحديد معاملات الترجيح (أوزان المعايير).
- انتقاء الطريقة لتقدير البديل .
- حساب قيم البديل .
- اختيار البديل الأفضل.

## 1-9-2 تحديد البدائل

البدائل هي مجموع الاقتراحات التي يبني عليها اتخاذ القرار و تمثل مجموع الحلول الممكنة حيث أن عملية تشكيل البدائل الممكنة يتم تبعاً للقرار المنتظر (فمثلاً لاختيار أفضل موقع لمنشأة تكون عندها البدائل موضع) بحيث تكون البدائل مستقلة عن بعضها البعض والحدود بينها واضحة. و كلمة ممكن تعني أن البديل المطروح يحقق مجموعه من الشروط والقيود المبدئية يحددها المقرر بناء على قوانين واحتياطات تحدها الحكومة أو الجهات المختصة، حيث تحصر البدائل الهندسية الممكنة بعدد محدود قابل للمعالجة مما يسهل عملية تحضير وصنع القرار.

مثلاً لاختيار موقع مدرسة يتم وضع شرط المساحة وكل بديل لا يحقق هذا الشرط يتم استبعاده حيث تطلق على هذه المرحلة مرحلة استبعاد البدائل غير المحققة للشروط المبدئية التي على أساسها يمكن الوصول إلى البدائل الممكنة. وهنا تصبح البدائل المتبقية والممكنة قريبة من بعضها ومتباينة وبالتالي فهي بحاجة لمعايير للفصل بينها.

## 2-9-2 تحديد المعايير

تمثل المعايير مختلف وجهات النظر المؤثرة في المشكّل المطروح، وتشكيل المعيار هو عملية جمع المعلومات الضرورية والمتوفرة عن الأداء المنتظر التي تعكس بطبعتها الأهداف والرغبات وصياغتها بقوانين رياضيّة كميّه أو نوعيّه لتشكيل المعايير ، بحيث تكون هذه المعايير متعلقة بأساس القضية (مثلاً لاختيار مرشح لمنصب علمي طول الشخص ليس معيار متعلق بأساس القضية)، ويجب أيضاً أن تكون المعايير ليس قليلة لدرجة النقص بالمعلومات الازمة لاتخاذ القرار الصحيح وليس كثيرة أو مكررة بحيث البعض يغنى عن الآخر. ويتأثر القرار بقوّة المعايير النسبية وبوثوّقه و كفاية المعلومات المستخدمة بصياغة المعايير.

أغلب الدراسات متعددة المعايير ذات طبيعة مقعدة وهذا نتائج عدة عوامل منها

- نقص المعايير المتعلقة بالشكلة

- المعايير ذات طبيعة مختلفة عن بعضها البعض
- صعوبة تحديد أهمية معيار بالنسبة للأخر.

## 3-9-2 تحديد معاملات الترجيح (أوزان المعايير)

لكل معيار أهميته الخاصة، وتأثيره على اتخاذ القرار لذلك وجب الأخذ في الاعتبار هذه الناحية، من خلال إلحاّق لكل معيار وزن خاص به يعبر عن أهميته في اتخاذ القرار عبر عنه بنسبة مؤوية أو قيمة معينة إن عملية تعين وزن كل معيار لا تزال من بين المشاكل المعقدة خلال مرحلة اتخاذ القرار متعدد المعايير، لأن الترجيح يجب أن يعبر عن التفضيلات الذاتية أو الشخصية لمن تتخذ القرار. إذن من الضروري محاولة تقييم الأوزان بطريقة تعكس بشكل جيد تفضيلات متخذ القرار، و توجد عدة طرق لتقييم و تحديد أوزان المعايير نذكر منها [17] :

### 1-3-9-2 طرق تقييم مباشرة

تعني بالتقدير المباشر أن متعدد القرار يعين مباشرة قيمة الأوزان وهذه الطريقة هي الأكثر قدماً و تستطيع أن نذكر منها:

- **الترتيب البسيط**: هو ترتيب بسيط للمعايير، حيث أن المعلومة الوحيدة التي يعتمد عليها متعدد القرار هي تفضيلاته.

نعطي القيمة 1 للمعيار الأقل أهمية، القيمة 2 للمعيار ما قبل الأخير و هكذا دواليك. ومن ميزات هذه الطريقة سهولة تطبيقها، و غياب كثرة الحسابات ولكن يوجد عيب كبير هو أنه لا يمكن الأخذ بكل القيم ما بين 0 و 1.

- **التقييم الرئيسي البسيط**: في هذه الطريقة، متعدد القرار يقيم كل معيار حسب سلم قياس أي كان، مثلاً (من 0 - 5 ، من 0 إلى 100... )، ثم تقوم بتسوية هذه القيم للحصول على أوزان المعايير.

تتطلب هذه الطريقة معلومات أكثر من الطريقة السابقة في حين أنها تعاني من مشكلة صعوبة تحديد و تقييد مجال القيم.

### 2-3-9-2 طريقة تجميع الأوزان

في هذه الطريقة يتم تقييم كل معيار  $n$  من قبل مجموعة من متعدد القرار أو المحللين  $m$  باعتماد سلم قياس مثلاً (0 - 10) حيث يأخذ المعيار الأكثر أهمية القيمة الأعلى والمعيار الأقل أهمية قيمة أقل وهكذا ثم يتم حساب كافة القيم التابعة لمعيار واحد والتي تم تقييمها من قبل صناع القرار وفق إحدى المعادلات التالية [2,17].

$$W_i = \sum_{j=1}^m W_{ij} \quad (1)$$

$$W_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m W_{ij} \quad (2)$$

$$W_j = \sqrt[m]{w_{1,j} \times w_{2,j} \times \dots \times w_{m,j}}, \quad (3)$$

$$i = (1, \dots, n) \quad j = (1, \dots, m)$$

حيث أن  $W_{ij}$  هي قيمة توزين المعيار  $i$  من قبل صانع القرار  $j$

### 3-3-9-2 طريقة SMART

تعتمد طريقة SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique) على ترتيب المعايير من قبل المشاركين أو المحللين وفق أهميتهم النسبية بالنسبة للقرار المدرس ، مثلاً أن يأخذ المعيار الأقل أهمية القيمة (10 نقاط) ويتم زيادة النقاط لباقي المعايير حسب أهميتها بالنسبة للمعيار الأقل أهمية دون تحديد حد أعلى واضح ، ثم يتم حساب الوزن وفق المعادلة التالية [2,3,17]

$$W_i = P_i / \sum_{j=1}^N P_j$$

حيث أن

(i) : وزن المعيار  $W_i$

. . . . .  
Pi : قيمة نقاط المعيار (i).

Pj : قيمة نقاط المعيار (j).  
N : عدد المعايير المدرosa.

### 4-3-9-2 طريقة التحليل الهرمي لتقييم المعايير (AHP)

يقوم نموذج التحليل الهرمي للقرارات (Analytical Hierarchy Process) على تحديد الأولويات عن طريق المقارنة الثنائية بين المعايير بقيم تتراوح من (1 – 9) على اعتبار أن الأرقام تعطي تفاوتاً أعمق مما تقدم الألفاظ [19].

أحكام المقارنة هي:

درجة الأهمية	القيمة
تساوي الأهمية	1
أهمية متوسطة	3
أهمية قوية	5
أهمية قوية جداً	7
أهمية قصوى	9
(درجات وسطية بين القيم السابقة)	8,6,4,2

عند المقارنة يجب تصميم مصفوفة وفق الشروط التالية:

- أن يكون قطرها واحد (1) صحيح لأنه يمثل مقارنة المعيار مع نفسه.
- القيم أعلى القطر معكوس القيم أسفل القطر.
- أن تكون الأحكام خالية من التناقض (الثبات).

مثال:

- (أ) له أهمية متوسطة عن مقارنته مع (ب) (3).  
 (ج) له أهمية قصوى عن مقارنته مع (ج) (9).  
 (ب) له أهمية متوسطة عن مقارنته مع (ج) (3).

ج	ب	أ	
9	3	1	أ
3	1	3/1	ب
1	3/1	9/1	ج

سيتم شرح الطريقة من خلال المثال التالي :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 7 \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{9} & 1 & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{7} & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

لإيجاد قيمة  $\lambda_{\max}$  يجب حل المعادلة  $0 = \det[A - \lambda I]$  التالية :

$$\det \begin{bmatrix} 1 - \lambda & 9 & 7 \\ \frac{1}{9} & 1 - \lambda & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{7} & 5 & 1 - \lambda \end{bmatrix}$$

$$= (1 - \lambda)^3 - 3(1 - \lambda) + 9/35 + 35/9 = 0$$

$$\lambda_{\max} = 3.21.$$

بعد حساب المعدل الوسطي بالنسبة المئوية للأسطر نحصل :

$$\hat{w}_1 = 0.77, \hat{w}_2 = 0.05, \hat{w}_3 = 0.17$$

#### 4-9-2 تحديد طريقة اتخاذ القرار متعدد المعايير

إن مرحلة اختيار الطريقة المتعددة المعايير لمعالجة مشكل ما غير مستقلة عن مرحلة الصياغة، ويرجع اختيار الطريقة التي تلائم معالجة المشكل المطروح إلى المتخصصين في المساعدة متعددة المعايير لاتخاذ القرار، حيث تعتبر هذه المرحلة من أصعب المراحل وتم بناء على عدة معطيات. لعل من أهم وأحدث الطرق التي تستعمل في المساعدة متعددة المعايير لاتخاذ القرار نجد [17].

## 1-4-9-2 طريقة المتوسط المرجح

هي الأكثر انتشاراً، وتقوم على بناء هيكلة شاملة للتقديرات  $[P; I]$  كما يلي [17]:

$$a P b \quad Si \quad \sum_{j=1}^n W_j F_j(a) > \sum_{j=1}^n W_j F_j(b)$$

$$a I b \quad Si \quad \sum_{j=1}^n W_j F_j(a) = \sum_{j=1}^n W_j F_j(b)$$

حيث  $a$  و  $b$  بديلين من مجموع البديلين  $A$ .

$$j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{حيث } W_j \text{ وزن المعيار } F_j$$

حيث أن  $P$  : تمثل علاقة غير تماضية  
 $I$  : علاقة تماضية

رغم سهولة و بساطة هذه الطريقة إلا أنها تهمل في الغالب جوانب مهمة للمشكل، و لا تعطي أهمية لتعارض المعايير.

## 2-4-9-2 طريقة Borda

هذه الطريقة تعتمد على فكرة الرتبة أو الصنف «Rank» و يرمز لها بـ  $r_j(a)$  نستطيع تعريف رتبة بديل معين بالنظر إلى الوضعية التي يحتلها ، و عندها ترتيب كل البديلين تنازلياً بالنسبة لقيمة المعيار  $F_j$  [17].

ليكن البديلين  $a$  و  $b$ :

$$a P b \quad Si \quad \sum_{j=1}^n r_j(a) < \sum_{j=1}^n r_j(b)$$

$$a I b \quad Si \quad \sum_{j=1}^n r_j(a) = \sum_{j=1}^n r_j(b)$$

حيث أن  $P$  : تمثل علاقة غير تماضية  
 $I$  : علاقة تماضية

و من أهم عيوب هذه الطريقة أنها لا تأخذ في الاعتبار أوزان المعايير.

## Electre 3-4-9-2 طرق

إن فكره طرق Electre قائمه على فرضيه التفضيل (بمعنى أن البديل  $a_i$  أفضل بالحد الأدنى من البديل  $a_k$ ) وعلى مفهومين كنتيجة لهذه الفرضية [17]:

التوافق : أي أن الفرضية تم التوافق عليها بان البديل  $a_i$  أفضل بالحد الأدنى من البديل  $a_k$   
 $g_j(a_i) \geq g_j(a_k)$  صحيحة

عدم التوافق : أي أن الفرضية تم التعارض عليها بان البديل  $a_i$  أفضل بالحد الأدنى من البديل  $a_k$   
 $g_j(a_i) \geq g_j(a_k)$  ليست صحيحة

حيث يتم قياس كل من المفهومين بممؤشر يعكس حجم التوافق وعدم التوافق لعلاقات التفضيل بين البديل والمقارنة مع الحد المسموح لكل منها يتم تحديد علاقات التفضيل الصافية بين البديل و اختيار البديل الأفضل أو ترتيب البديل وذلك حسب طريقه Electre المستخدمة.

وهنا يمكننا طرح الأنواع التالية

النوع	الهدف	الطريقة
$\alpha$	اختيار البديل الأفضل	Electre I
$\beta$	فرز ضمن مجموعات	Electre tri
$\gamma$	ترتيب البديل	Electre II III IV

## طريقة المنفعة 4-4-9-2

تعتمد هذه الطريقة بشكل أساسى على نظرية المنفعة متعددة المعايير(MAUT)، و هي ذات أصل إنجليزي، و تستعمل استعملاً كبيراً في الولايات المتحدة الأمريكية، هذه النظرية تعتمد على البدائية الأساسية التالية [9,11,17] :

كل متخذ قرار يقوم لا شعورياً أو ضمنياً بتعظيم دالة، حيث إذا قمنا باستفسار متخذ القرار حول تفضيلاته، فإن أجوبته ستكون موافقة لدالة  $U$  لا نعرف شكلها.  
 وهناك مشكلتان أساسيتان تتم دراستهما في هذه النظرية

- ما هي الأولويات التي يجب أن تأخذها تفضيلات متخذ القرار لتكون ممثلة لدالة  $U$

- كيفية تشكيل الدوال وتقدير المعايير الداخلة في شكل الدالة التحليلي المختار.

إن تفضيلات متخذ القرار يمكن صياغتها عن طريق دالة وحيدة تجمع مختلف الآراء التي يمكن أن تتخذ في الاعتبار.

طريقة المنفعة المتعددة المعايير هي طريقة غير مباشرة لتشكيل الدالة  $U$  بناءً على تقديرات مبنية على آراء متعدد القرار على مجموع المعايير، وتحدد أولاً دالة منفعة مثل بطريقة البرمجة الخطية ، ومن ثم تقوم بتحليل الحساسية .

طريقة المنفعة تسمح بتقدير الدوال التي تمثل بشكل جيد تفضيلات المقرر ، عن طريق توزين المعايير الثانية (Attributes) المشكلة للمعايير الرئيسية المدروسة (Dimension) بحيث يتم تقييم المنفعة الكلية  $U$  لكل معيار رئيسي على حدا بالاعتماد على قيم المعايير الثانية المشكلة له، ثم يتم تحديد المنفعة الكلية لكل بديل بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية وأهميتها النسبية من وجهة نظر صانع القرار، وبناء عليه يتم اختيار البديل الذي يحقق أعلى عائد منفعة .

يوجد أشكال مباشرة للحصول على المنفعة تعطي إمكانية إدخال أوزان المعايير كمتغيرات وحيدة تذكر منها .

### الدالة الأولى

$$U(Xj) = \sum_{i=1}^m Wi V(di) \quad \sum_{i=1}^m Wi = 1 \quad (1)$$

$$V(di) = \sum_{a \in Ai} Wai Vai(l(a)) \quad \sum_{a \in Ai} Wai = 1$$

$j = (1, 2, \dots, n)$  : قيمة البديل  $j$  حيث  $Xj$

$I = (1, 2, \dots, m)$  : وزن المعيار الرئيسي  $Di$

$V(di)$  : قيمة المعيار الرئيسي  $di$

$a$  : قيمة المعيار الجزئي  $Vai(l(a))$

$Wai$  : وزن المعيار الجزئي  $ai$  المشكّل للمعيار الرئيسي  $Di$

### الدالة الثانية : دالة Cobb-Douglas

$$U(c_1, c_2, c_n, w_1, w_2, w_n) = c_1^{w1} * c_2^{w2} * c_n^{wn} \quad (2)$$

## الفصل الثالث

### نظم المعلومات الجغرافية

#### 1-3 مقدمة

لا يوجد تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System)، وذلك لاختلاف الخلفيات العلمية للقائمين عليها ولتنوع المجالات التطبيقية لها، فكل شخص ينظر إليها من خلال خلفيته العلمية والعملية قبل استعراض بعض التعريفات يجد أن نفرق بين نظم المعلومات الجغرافية وباقى أنواع نظم المعلومات التي من الصعب اعتبارها معلومات جغرافية، حيث أنها غير مرتبطة مكانياً بموضع أو موقع محدد على سطح الأرض بحيث تضفي عليها الصيغة الجغرافية، أما نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فهي تحتوى على معلومات جغرافية مرتبطة مكانياً، أي أن المعلومة الوصفية مرتبطة بمكان أو موقع معين، وفيما يلى بعض التعريفات لها:

عرفت نظم المعلومات الجغرافية بأنها نظم للضبط، الحفظ، المراقبة، جمع، معالجة، تحليل وعرض البيانات التي لها مرجعية مكانية، كما عرفت بأنها نظم معلومات صممت للعمل مع بيانات مزودة بنظام إحداثي مكاني أو جغرافي، بمعنى آخر نظام قاعدة بيانات مع مؤهلات خاصة لتمثيل البيانات مكانياً، وكذلك مجموعة من العمليات لتحليل البيانات، للمساعدة في تنظيم، معالجة، تحليل، نمذجة، وعرض البيانات المكانية لأجل حل تعقيدات التخطيط ومشاكل المؤسسات، وبأنها تكنولوجيا يمكن أن تستغل للأبحاث العلمية، إدارة الموارد وتطوير التخطيط

ومن خلال التعريف المذكورة أعلاها يمكن إن نلخص بأن

**نظم المعلومات الجغرافية** هي نظم حاسوبية (بيانات، برمجيات، حواسيب، تحليلات، مختصين) لجمع، وхран وتحليل كم هائل من المعلومات لكافة الظواهر على سطح الأرض الطبيعية منها والبشرية تمكن من خلالها المسؤولين من مخططين وصانعي القرارات من اتخاذ القرارات المناسبة لمعالجة المشاكل والأزمات، والحالات الطارئة والتهيؤ لها قبل حدوثها، حيث يوضح الشكل رقم (3) المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية [4,5,6,7] .

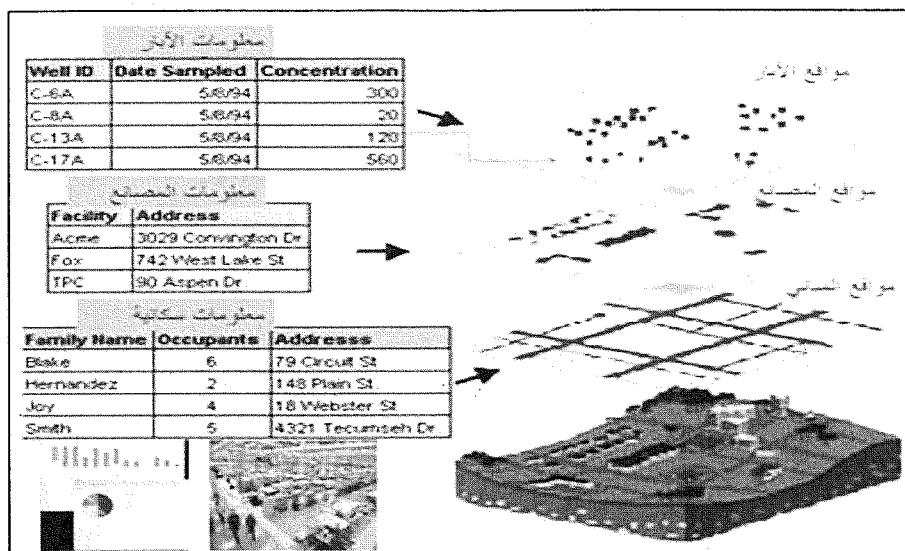


الشكل رقم 3 : يمثل المكونات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

أصبحت نظم المعلومات الجغرافية حالياً تستخدم في المجال الهندسي على نطاق واسع ابتداءً من مرحلة اختيار الموقع، التصميم، التنفيذ، الصيانة حتى مرحلة إغلاق المشروع وذلك عن طريق إدارة كل خطوة من خطوات المشروع بالطريقة التي تزيد من الفوائد الاجتماعية للمشروع وبأقل النتائج السلبية الممكنة.

## 2-3 البيانات التي تتعامل معها نظم المعلومات الجغرافية

تتعامل نظم المعلومات الجغرافية مع نوعين من البيانات (مكانية، وصفية) كما هو موضح بالشكل رقم (4) [4,5,6,7] .



الشكل رقم 4: يمثل البيانات التي تتعامل معها نظم المعلومات الجغرافية

### 1-2-3 البيانات المكانية (Spatial Data)

والتي تتضمن معلومات عن موقع وشكل المعلم الجغرافية وتخزن عادة في احداثيات ، كما يمكن أن تتضمن معلومات أخرى عن علاقات تلك المعالم بعضها مع بعض ، مثل علاقتي الجوار والاتصال [4,5,6,7] .

تمثل البيانات المكانية في نظم المعلومات عادة في هيئةتين.

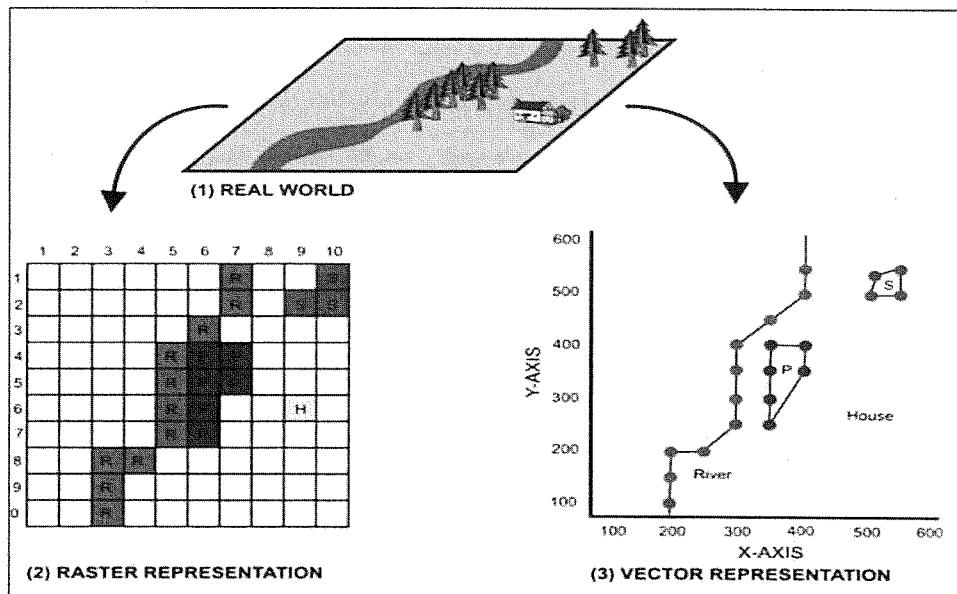
#### ❖ البيانات الرقمية (Vector Data)

وهي أشكال معرفة هندسياً ، تتألف من النقاط والخطوط والمثلثات، وتكون الفائدة الرئيسية منها في قدرتها على تمثيل المعالم الجغرافية تمثيلاً دقيقاً ، وهذا يجعلها مفيدة في مهام التحليل التي تتطلب تحديد الموقع بدقة، وكما في التطبيقات الهندسية والمساحية، كما أن هذا النوع من البيانات يسمح بتعريف العلاقات المكانية بين المعالم مثل علاقة الجوار بين عقارين ، وعلاقة اتصال شارع بأخر ، أي إمكانية الانتقال من هذا الشارع إلى ذاك ، ويعرف ذلك باسم الطوبولوجيا المكانية (topology) .

### ❖ البيانات النقاطية (Raster Data)

وهي الصور الجوية وتلك الواردة عن الأقمار الاصطناعية ، ويطلق عليها أيضاً بيانات الشبكة (grid data) لأنها مُؤلفة من شبكة من الخلايا ، وتعتمد دقة هذا النوع من البيانات على حجم الخلية ، وهي مساحة المنطقة من سطح الأرض الذي تمثله تلك الخلية وكلما مثلت الخلية مساحة أصغر كلما كان وضوح البيانات عالياً، ومن مميزاتها إمكانيتها في تمثيل التدرج أو التغيير المستمر في الظاهرة ، مثل خريطة التربة في الأرض الزراعية ، ولكن لا يمكنها تمثيل العلاقات الطوبولوجية بين العالم الجغرافي . لأنها تتتألف من شبكة من خلايا الصور أو (البكسلات) المنفصلة . ويمكن استخدامها مباشرة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية القادرة على التعامل مع البيانات ولكن كلما زاد وضوح الصور كلما كبر حجم الملف. تعتمد مسألة اختيار هذه البيانات على طبيعة وهدف المشروع المستخدم لنظم المعلومات الجغرافية كما أن استخدامها في الحسابات الرياضية بات سهلاً.

يوضح الشكل رقم (5) طريقة تمثيل البيانات الجغرافية بشكل رقمي ونقطي.



الشكل رقم 5: يوضح تمثيل البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية

### 2-2-3 البيانات الوصفية (Descriptive Data)

ويقصد بها تلك المعلومات الكتابية التي تصف المعلومات المكانية وتكون في صورة قوائم، جداول ، تقارير ورسومات بيانية وصور .

### 3-3 إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية

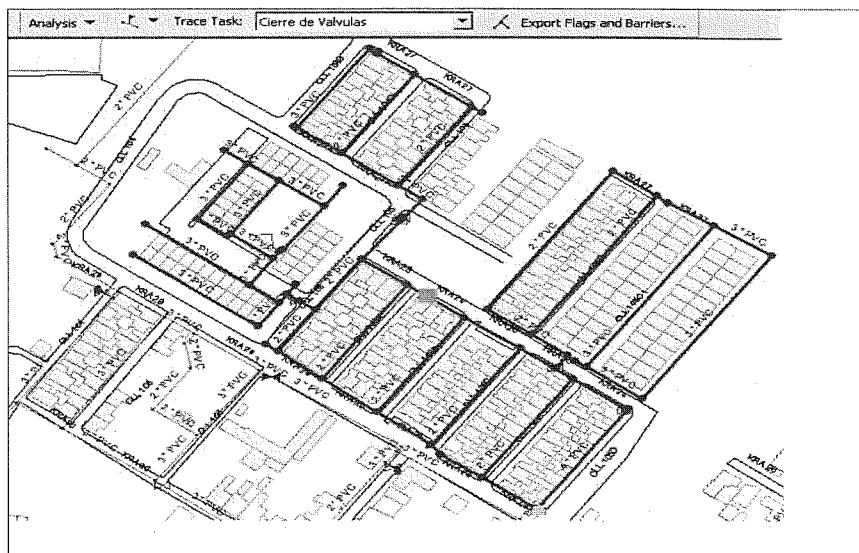
توفر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية عدة وظائف لمعالجة وتحليل البيانات المكانية والوصفية تذكر منها [4,5,6,7] :

- نمذجة العلاقات المكانية (Modeling Topological)

لنظم المعلومات الجغرافية إمكانية تحليل العلاقات بين الظواهر على الخارطة ومن هذه العلاقات المكانية شروط التجاور التي يمكن المستخدم من دراسة وتحليل العلاقات المكانية بين السمات الجغرافية وتعد العلاقة الطوبولوجية مهمة جداً لها من تأثير في عمليات التحليل الشبكي وعمليات التصحيح والمعالجة للبيانات الجغرافية المدروسة .

- التحليل الشبكي (Network Analysis)

تمتلك نظم المعلومات الجغرافية إمكانية معالجة بعض مشاكل الشبكة المعقدة مثل تحليل شبكة الطرق لمعرفة زمن الرحلة بين نقطتين أو اختيار أفضل الطرق التي تقود إلى موقع معين وفق معيار معين. وتسعمل أيضاً في عمليات التحليل الشبكي لشبكات البنية التحتية (مياه ، صرف ، كهرباء) كما هو موضح بالشكل رقم (6) ، بحيث يمكن معرفة المناطق التي قد تتأثر نتيجة عطل معين في الشبكة أو غيرها من التحليلات الشبكية المعقدة .

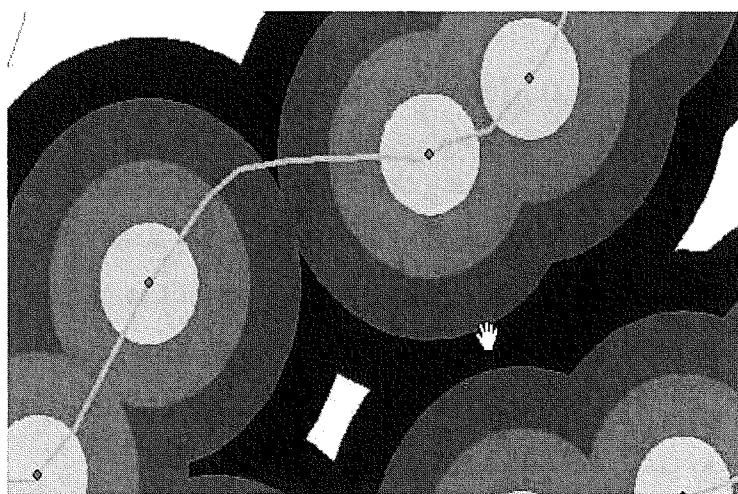


#### ▪ عمليات التراكب (Overlay)

تعتبر عمليات التراكب من العمليات الهامة في نظم المعلومات الجغرافية حيث يمكن إجراء عمليات الاستفسار والتحليل بين مجموعة من الطبقات المتراكبة للحصول على منطقة جغرافية محددة تتحقق شروط معينه ، فلتحديد موقع يحقق مجموعة معايير يتم تركيب هذه الطبقات التي يمثل كل منها معلومة معينة عن المنطقة المدروسة بحيث تستطيع نظم المعلومات الجغرافية اختيار تلك الطبقات معاً لإنشاء طبقة جديدة تمثل أجزاء محددة من المناطق مع كافة البيانات الوصفية المتوفرة في الطبقات الرئيسية والتي من خلالها يمكن إجراء عمليات الاستفسار والتحليل للحصول على منطقة معينة تتحقق معايير مشتركة .

#### ▪ إنشاء النطاقات والحرم (Buffers)

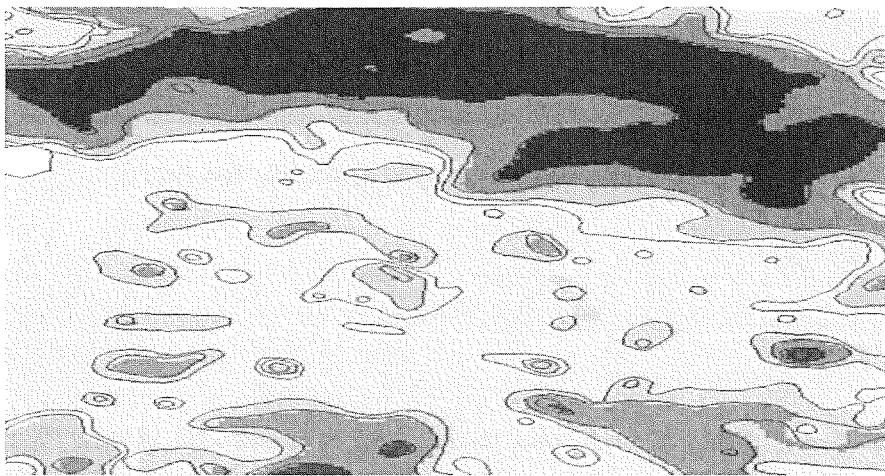
ستعمل عندما تعتمد عملية التحليل على منطقة معينة تبعد مسافة محددة انتلاقاً من نقطة أو خط أو مضلع ، هذه العملية من أهم فوائد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في المجالات التخطيطية والاقتصادية ، فمثلاً يمكن أن يحدد النطاق المحيط بمدرسة ما للتعرف على المناطق السكنية المختلفة التي تخدمها المدرسة ، وكذلك الحال بالنسبة لموقع المستشفى أو أي مركز خدمات أخرى ، والتي تمثل على الخارطة في نقطة كما هو موضح بالشكل رقم (7) ، وتفيد كل هذه الحالات في إعادة التخطيط للمناطق العمرانية من إضافة نقاط خدمات أخرى .



الشكل رقم 7: إنشاء النطاقات حول السمات الجغرافية

### ▪ توليد السطوح (Interpolation Surfaces)

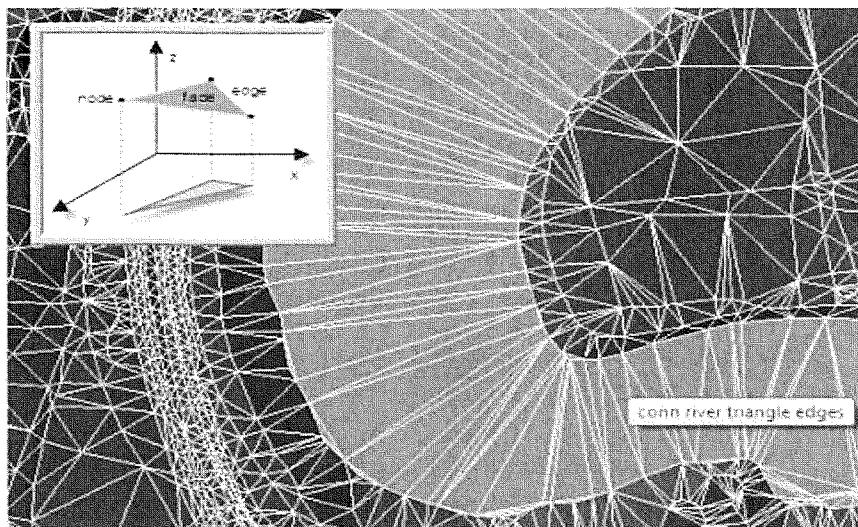
يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لدراسة خصائص التضاريس أو الشروط البيئية من عدد محدود من القياسات الحقلية . على سبيل المثال يمكن إنشاء خريطة التضاريس انطلاقاً من قياس الارتفاعات في نقاط محددة على سطح الأرض أو خطوط الكونتور واعتماداً على هذه القياسات يمكن استقراء الارتفاعات في نقاط أخرى من سطح الأرض وتشكيل ما يسمى نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) كما هو موضح بالشكل رقم (8) . ومن البديهي أن تتوقف دقة السطوح المولدة على دقة البيانات المستخدمة.



الشكل رقم 8: يمثل نموذج الارتفاعات الرقمية المشتقة من مجموعة قياسات حقلية

### ▪ تحليل نموذج التضاريس الرقمي (Analysis Digitize Terrain)

تستطيع نظم المعلومات الجغرافية بناء نماذج ثلاثة الأبعاد للموقع الجغرافي (TIN) عن طريق تمثيل سطح الأرض بشبكة مثلثات غير منتظمة اعتماداً على الكونتورات أو نقاط مقاسه حقلياً (س، ع، ص) يعرف باسم نموذج التضاريس أو الارتفاع الرقمي (Digital Terrain or Elevation Model) ويشار إليه اختصاراً بالأحرف DEM أو DTM ويمكن استعمال البيانات المشتقة من نموذج التضاريس الرقمي في تحليل الظواهر البيئية أو المشاريع الهندسية التي تتأثر دراستها بالارتفاعات أو الانحدار، حيث يوضح الشكل رقم (9) طريقة تمثيل سطح الأرض بشبكة من المثلثات غير المنتظمة .



الشكل رقم 9: يوضح منهجية تمثيل سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد (TIN)

### إنتاج الخرائط

لقد ساعد التطور التقني في مجال نظم المعلومات الى الاستفادة منها في تمثيل الظواهر الطبيعية والبشرية والتعامل معها على الخارطة بأسلوب رقمي يسمح بالإضافة ، الحذف ، الاظهار أو الإخفاء بعض مكونات الخريطة ورؤيتها العلاقات المكانية لتلك الظواهر بناء على معطيات وتحاليل يمكن المستخدم من عرض الظاهرة الجغرافية بخرائط غرضيه التوجه تعطي فهما أكثر للواقع المدروس، فضلاً عن إمكانية النظم من إنتاج خرائط رقمية لونية تمثل ظاهرة معينة مرتبطة بتواریخ معينة يمكن من دراسة التغيرات المرتبطة بالظاهرة خلال فترة زمنية معينة، مثل دراسة تغير الكثافة السكانية لمجموعة من المدن خلال مرحلة زمنية معينة اعتماداً على دراسات احصائية مخزنة ضمن قاعدة بيانات مرتبطة بالخطط.

## ▪ لغة الاستفسار (Query Language)

يدخل هذا النوع من الوظائف في ضمن أحد مميزات نظم المعلومات الجغرافية إذ يمكن إجراء الاستفسارات الآتية:

- اختيار عنصر معلوماتي معين : - تحتوي نظم المعلومات الجغرافية على قواعد معلومات ضخمة ، لذلك فإنه من الضروري توفير إمكانية البحث والاستفسار فيها عن عنصر معلوماتي.
- إمكانية إجراء عمليات خاصة لتوضيح العلاقات (Relational Operation) بين المعلومات وذلك باستعمال العلاقات الرياضية  $<=, >, =, \neq$ .
- إمكانية إجراء عمليات رياضية (Mathematic Operation) على البيانات الوصفية والجغرافية وذلك باستعمال احدى العلاقات ( $=, -, +, \cdot, \%$ ) للحصول على نتائج مميزة .

## 4-3 استخدامات نظم المعلومات الجغرافية

تستخدم نظم المعلومات الجغرافية في العديد من المجالات الحيوية ونذكر منها [7] :

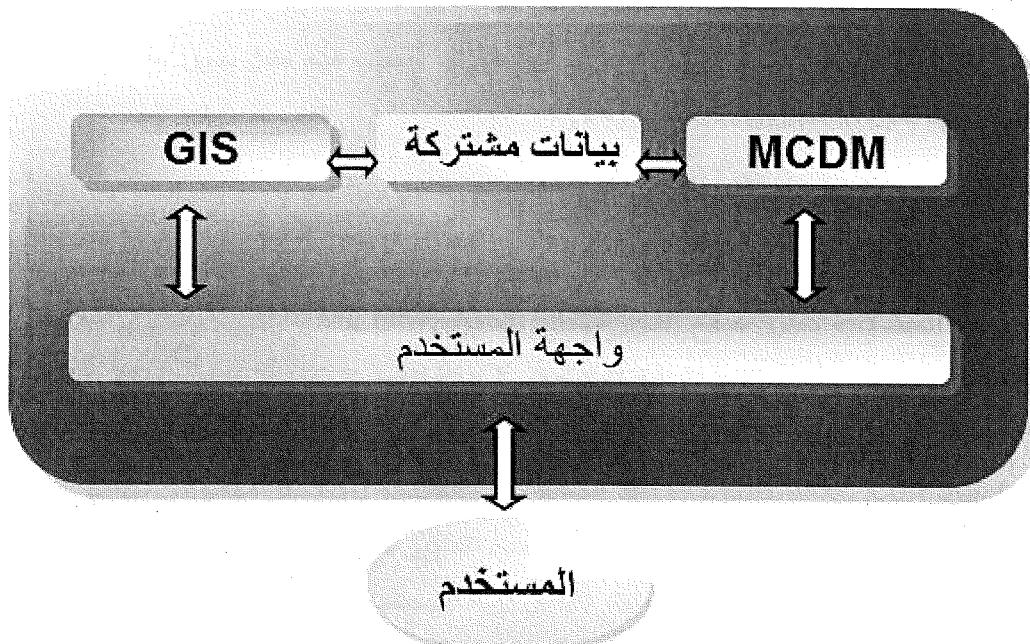
- مجال التجارة والصناعة .
- الدفاع والاستخبارات
- خدمات الطوارئ
- البيئة
- الكوارث الطبيعية
- التعليم والصحة
- الخدمات الحكومية
- اتخاذ القرار

### 5-3 مكاملة نظم دعم القرار بأنظمة المعلومات الجغرافية

القول المأثور (أفضل المعلومات تقود الى افضل القرارات) ينطبق على الـ(GIS) . وبعد أن تم استعراض بعض إمكانيات الـ(GIS) لم يعد نظاماً أوتوماتيكياً لاتخاذ القرارات ، ولكن اداة للتساؤل والتحليل ورسم خرائط بيانات لدعم عملية صنع القرار. على سبيل المثال يمكن لنظم الـ(GIS) أن تستخدم للمساعدة في الوصول الى قرار حول موقع جديد لإسكان متتطور بتأثيرات بيئية أقل ، إذ تكون المعلومات معروضة باختصار ويوضح على شكل خارطة وتصاحبها تقارير تسمح لصانعي القرار أن يركزوا على اصدار قرار حقيقي بدلاً من المحاولات لفهم البيانات ، حيث منتجات الـ(GIS) يمكن أن تنتج بسرعة سيناريوهات عديدة تمكن من تقييم الظاهرة المدروسة بكفاءة وعلمية .

إن نظم المعلومات الجغرافية GIS أصبحت تعد عاماً أساسياً ومهماً في كافة نظم دعم القرار التي تعتمد على المكان (SDSS) ، حيث ظهرت هذه الحاجة لاستخدام مثل هذه الأنظمة بسبب الحاجة لفهم ودراسة البيانات المكانية وال الحاجة لتحويلها إلى معلومات يتم استخدامها في برامج نظم دعم القرار المساعدة في اتخاذ القرارات سواء ما يرتبط منها بالتخفيض، وضع الخطة، تحديد البديل واختيار أفضلها [12].

يوضح الشكل رقم (10) المنهجية التي تم فيها تكامل نظم وأنظمة المعلومات الجغرافية GIS مع نظم دعم القرار متعدد المعايير.



الشكل رقم 10: يوضح منهجية تكامل نظم دعم القرار بأنظمة GIS

## الفصل الرابع

### دراسات سابقة

#### 1-4 مقدمة

تم الاطلاع على دراسات العديد من مراكز الأبحاث والباحثين الذين استخدمو نظم المعلومات الجغرافية أو طرق المنفعة متعددة المعايير في دعم قرارات مرتبطة بالمكان ، ومن هذه الدراسات

دراسة أجريت من قبل مجموعة من الأساتذة الباحثين من معهد الطريق في ولاية تكساس ، الولايات المتحدة الأمريكية ومن جامعة نبراسكا ، حيث قدمت هذه الدراسة وصفاً لكيفية اتخاذ القرارات متعددة المعايير المتعلقة بالنقل، في هذه الدراسة تم استخدام نموذج يعتمد نظرية المنفعة متعددة المعايير(MAUT) في دراسة و اختيار المسار الأفضل لطريق سريع يصل بين مدینتين من خلال تحديد أفضل مسار من بين مجموعة من المسارات المقترحة . طبقت هذه الدراسة في منطقتين ، المنطقة الأولى تمت في جنوب إفريقيا لتطوير مسار الطريق السريع المتند من الشمال إلى الجنوب الغربي لمدينة تشوان ، والمنطقة الثانية في مدينة هيوستن في تكساس . تم في هذه الدراسة استخدام ثلاثة معايير أساسية تتعلق بالعامل الاقتصادي والاجتماعي والبيئي وكل معيار من هذه المعايير تمت دراسته باستخدام عامل أو أكثر لقياس الأداء مثلت معايير ثانوية تم من خلالها حساب قيم كل بديل باستخدام تابع منفعة خطى يأخذ بعين الاعتبار أوزان المعايير [14] .

دراسة أجريت من قبل مجموعة من الباحثين في جامعة مالايا في ماليزيا، استخدم في هذه الدراسة نظم المعلومات الجغرافية وطرق صنع القرار متعدد المعايير (MCDM) لتقييم و اختيار أفضل موقع لردم النفايات من بين مجموعة من الواقع المرشحة . في هذه الدراسة تم استخدام طريقة التحليل الهرمي Weighted AHP Analytical Hierarchy Process (WLC) في حساب مؤشر الملائمة (Si) لكل موقع من الواقع المدروسة. تمت دراسة إحدى عشر معيار مرتبط بهذه الدراسة ، هذه المعايير تم تحديدها اعتماداً على معايير التخطيط واشتراطات الهيئة العامة للبيئة و شملت (عامل المياه السطحية ، المناطق السكنية ، السكك الحديدية ، مناطق الفيضان ، البعد عن المستنقعات ، المناطق الأثرية ، انحدارية الموقع ، نوع التربة ، استخدامات الأرضي ، توفر الطرق للموقع ، المناطق الحضرية ) وكل معيار من هذه المعايير تمت دراسته من خلال طبقة جغرافية مثلت هذا المعيار و ذلك بعد أن تم استبعاد كافة الموقع التي لا تحقق الشروط المبدئية المتمثلة في مساحة الأرض المطلوبة للموقع [1].

دراسة أجريت من قبل المهندس عرفان علي في جامعة دمشق، كلية الهندسة المدنية، قسم الإدارة والإنشاء، ركز البحث على ضرورة الاهتمام بإيجاد نظام معرفي خاص عن الكوارث ومواجهتها يشمل التخطيط المسبق للإجراءات المناسبة للتعامل مع الكوارث وصولاً إلى إدارة إجراءات إعادة البناء. تناولت الدراسة أهمية نظم المعلومات الجغرافية لدعم القرار في إدارة الكوارث عن طريق الاستفادة من التمثيل المكانى لمعظم البيانات والمعلومات اللازمة لاتخاذ القرار وإجراء التحليلات المكانية المساعدة في الإجابة عن الاستفسارات التي تساعده متى تتخذ القرار في تحديد الإمكانيات أو التجهيزات المتوفرة ضمن نطاق الكارثة، من خلال تطبيق عملي تم فيه استخدام النظم المطورة ضمن إطار مشروع دعم القرارات الوطنية في إدارة الكوارث الذي يموله برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP في سوريا [15].

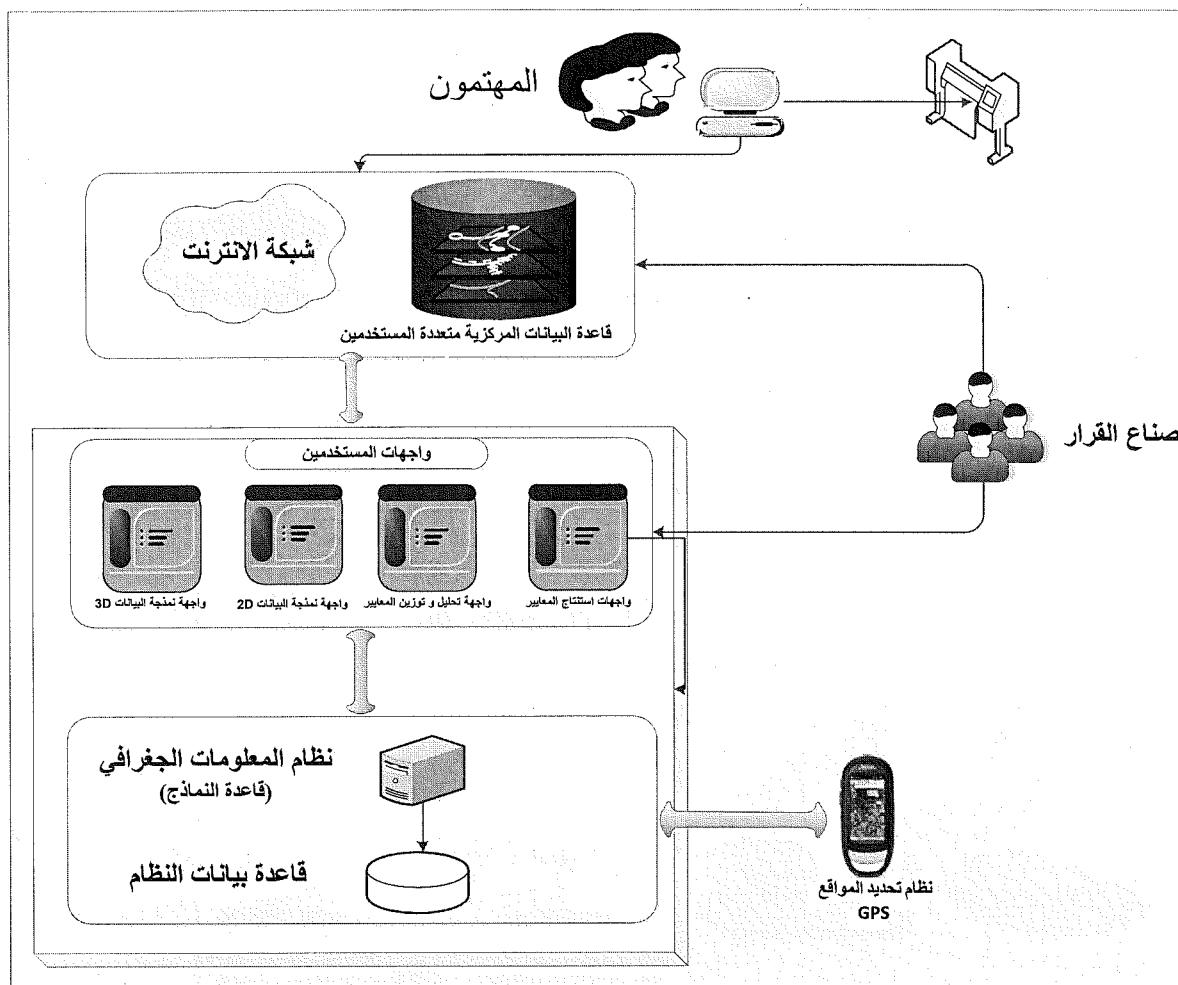
دراسة اجريت في معهد الجغرافيا بجامعة (New South Wales) في مدينة سيدني، استراليا في هذه الدراسة تم تطوير نظام دعم قرار (SDSS) عن طريق متكاملة طرق دعم القرار متعدد المعايير (MCDM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) بهدف توفير الوسائل اللازمة لإعطاء الأولوية لإجراءات إغلاق فرع بنك من بين مجموعة من الواقع المرشحة استناداً إلى مجموعة متنوعة من المعايير المختلفة وغير المتاجنة وحسب الأهمية النسبية للمعايير من وجهة نظر صانع القرار. استخدام في هذه الدراسة طريقة SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) وطريقة Analytical Hierarchy Process (AHP) في تحديد أوزان المعايير وتم مقارنة النتائج لضمان التحقق من صحة القرار المتخذ عن طريق دراسته بأكثر من طريقة. اجريت هذه الدراسة باستخدام معيارين رئيسيين، تمثل كل معيار رئيسي بمجموعة من المعايير الثانوية تم تمثيلها من خلال طبقات جغرافية تم اشتراكها من مصادر وصيغ مختلفة للبيانات [13].

دراسة اجريت في جامعة دمشق، كلية الهندسة المعمارية في سياق رسالة الدكتوراه للمهندسة دينا الدجاني . يهدف البحث إلى تحديد الاتجاهات المستقبلية الفضلى للتتوسيع العمراني لمدينة دمشق من خلال متابعة النمو العمراني للمدينة خلال مراحل زمنية مختلفة في سبيل تحقيق منظومة التنمية العمرانية المتواصلة ، تمت هذه الدراسة بمساعدة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) حيث تم تمثيل الواقع العمراني لمدينة دمشق بقواعد بيانات جغرافية وخرائط أساس رقمية والتعامل مع البيانات المتعلقة الإحصائية والسكانية والاجتماعية والاقتصادية بما يدعم التخطيط العمراني ويوفر الوقت والجهد . في هذه الدراسة تم إيجاد ثلاثة اقتراحات للتتوسيع العمراني لمدينة دمشق ، حيث ساعدت نظم المعلومات الجغرافية في اختيار الحل الأمثل وفق المحددات والقيود الهندسية والتنظيمية المحددة من قبل الباحثة [18].

## الفصل الخامس

### تصميم النظام

#### 1-5 مكونات النظام المقترن

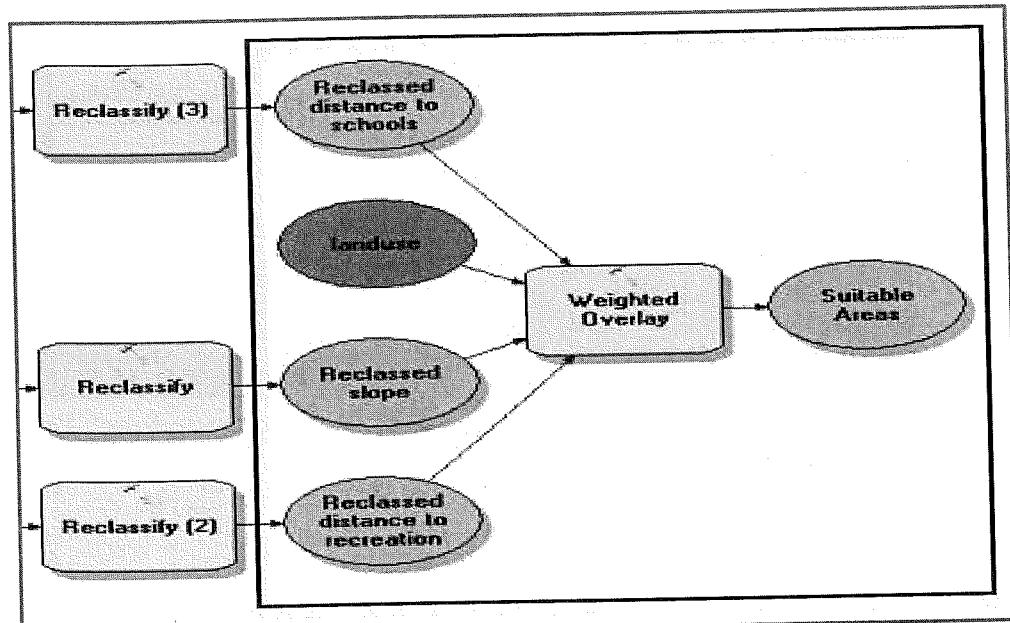


الشكل رقم 11: يوضح مكونات نظام دعم القرار المطور

يعتمد النظام المقترن في هذا البحث إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية كأساس في دراسة وتحليل معايير معقدة ومتعددة مرتبطة بالمكان، كما يعتمد أسلوب نظرية المنفعة متعددة المعايير لحساب قيمة المنفعة الكلية لكل بديل من البدائل المدرسة باعتماد دالتين من دوال المنفعة، حيث يتم إظهار النتائج بصورة مرئية باستخدام خرائط غرضية التوجه ثنائية الأبعاد ومخططات بيانية تمكن صانع القرار من دراسة وتحليل النتائج بشكل أكثر سهولة ودقة.

## 2-5 واجهات النظام المقترن

يتكون النظام المقترن من مجموعة من الواجهات تم تطوير جزء منها باستخدام لغة البرمجة (ArcObject)، وجزء آخر تم تطويره باستخدام تقنية Model Builder المتوفرة في نظام المعلومات الجغرافي ArcGIS حيث تتميز هذه التقنية بسهولتها وإمكانية تنفيذ أكثر من خطوة في عملية واحدة، من خلال تحديد المخطط التدفقى للخطوات التحليلية المطلوبة، حيث يوضح الشكل رقم (11) تنفيذ مجموعة خطوات في عملية واحدة باستخدام تقنية Model Builder.



الشكل رقم 11: يمثل تنفيذ مجموعة خطوات باستخدام تقنية Model Builder

يتتألف النظام المقترن في هذا البحث من:

## 1-2-5 واجهات المستخدمين.

تم تطوير مجموعة من الواجهات الفرعية التي يتم من خلالها التداخل بين المستخدم والبيانات الجغرافية والوصيفية المخزنة ضمن قاعدة بيانات مركبة يستخدمها النظام ومن هذه الواجهات نذكر

### ♦ واجهات استنتاج المعايير الثانوية

تم تطوير مجموعة من الأدوات ذات واجهات فرعية منفصلة باستخدام تقنية Model Builder، حيث يتم من خلال هذه الواجهات الفرعية استنتاج معايير ثانوية اعتماداً على معايير أخرى موجودة أو بيانات جغرافية مخزنة ضمن قاعدة البيانات المركزية، حيث يمثل الشكل رقم (12) إحدى الواجهات الفرعية المستخدمة في حساب المسافة الإقليدية.

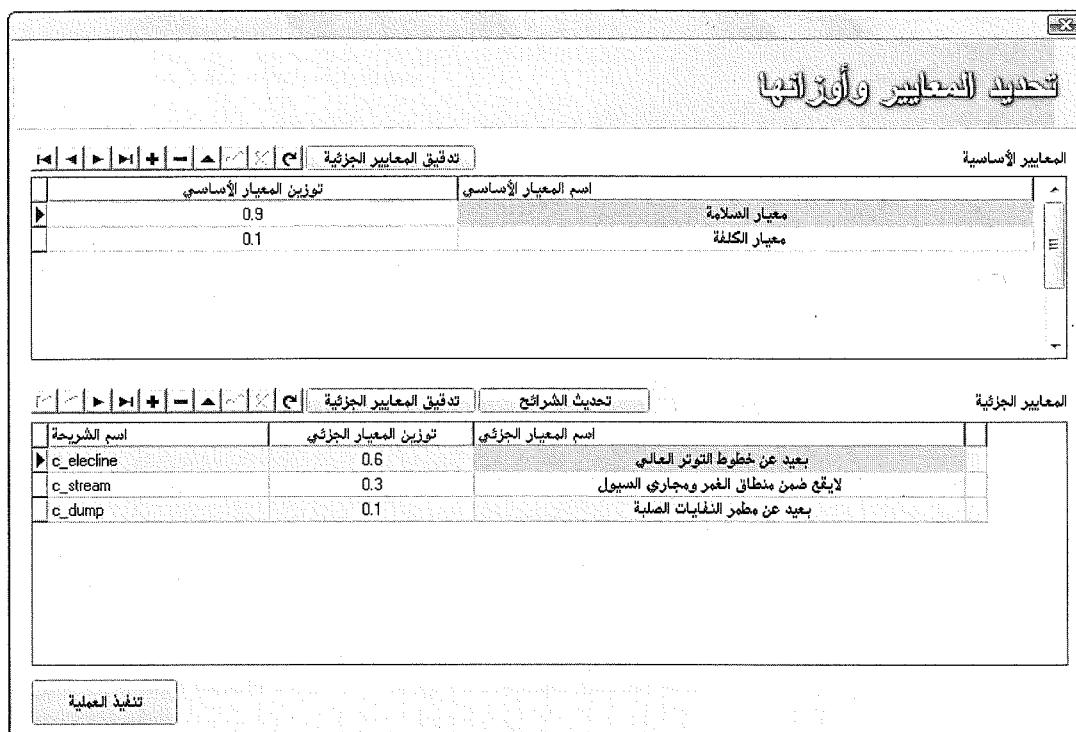
تحديد المعايير وتوزيعها | تصنیف القيم | عرض الأدوات المخصصة  
حساب المسافة الإقليدية حساب الكثافة الخطية حساب الطلاء حساب الأبعاد



الشكل رقم 12: واجهة حساب المسافة الإقليدية

### ❖ واجهة تحديد وتوزين المعايير

تستخدم هذه الواجهة لتحديد المعايير الثانوية والرئيسية المدروسة وعلاقة هذه المعايير بعضها ببعض ، كما يتم من خلال هذه الواجهة توزين المعايير المدروسة وفق رغبات صانع القرار . حيث يوضح الشكل رقم (13) واجهة تحديد المعايير وتوزينها .



الشكل رقم 13: يمثل واجهة تحديد المعايير وأوزانها

### ❖ واجهة تصنيف معيار

يتم من خلال هذه الواجهة تصنيف قيم المعايير إلى مجموعة من المجالات ، كما يتم تحديد الأهمية النسبية لكل مجال من المجالات المدروسة وفق متطلبات واحتياجات صانع القرار ، حيث يوضح الشكل رقم (14) واجهة تصنيف المعايير .

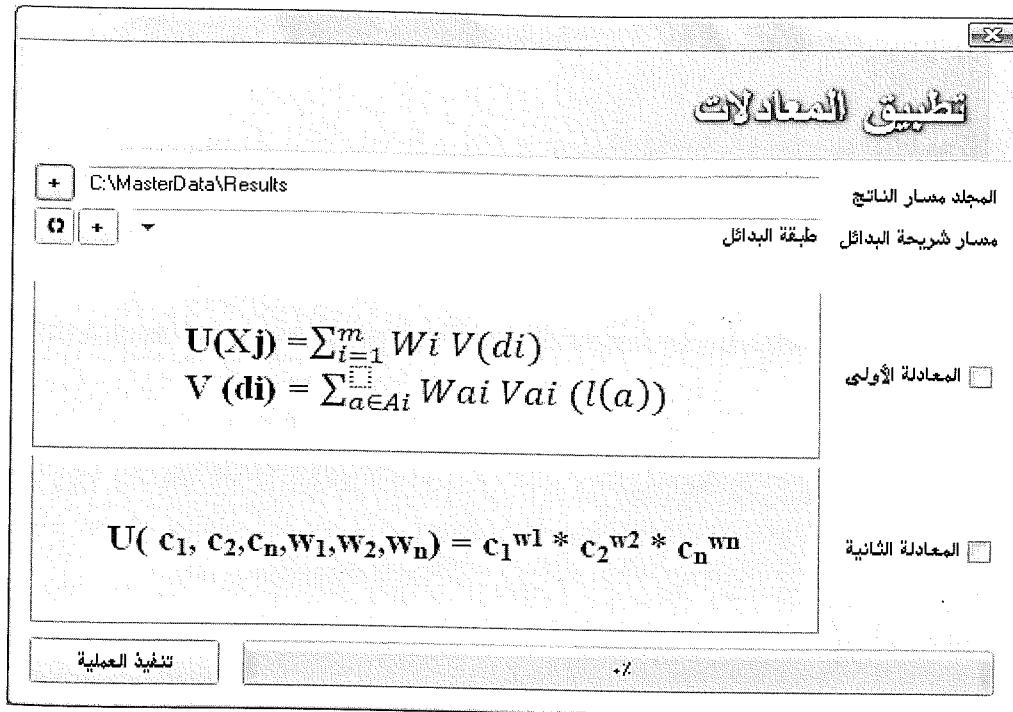
**تصنيف (الثبات)**

الشيحة المطلوب تصنفيتها	-																		
حساب جدول القيم	عدد مجالات القيم																		
5	5																		
مسار الشريحة الناتجة																			
C:\MasterData\Output\d_stream_r																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">من</th> <th style="width: 15%;">إلى</th> <th style="width: 15%;">الأهمية</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.16154009103775</td><td>1.32054009103775</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.32154009103775</td><td>2.48054009103775</td><td>2</td></tr> <tr><td>2.48154009103775</td><td>3.64054009103775</td><td>3</td></tr> <tr><td>3.64154009103775</td><td>4.80054009103775</td><td>4</td></tr> <tr><td>► 4.80154009103775</td><td>5.95793294906616</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>		من	إلى	الأهمية	0.16154009103775	1.32054009103775	1	1.32154009103775	2.48054009103775	2	2.48154009103775	3.64054009103775	3	3.64154009103775	4.80054009103775	4	► 4.80154009103775	5.95793294906616	5
من	إلى	الأهمية																	
0.16154009103775	1.32054009103775	1																	
1.32154009103775	2.48054009103775	2																	
2.48154009103775	3.64054009103775	3																	
3.64154009103775	4.80054009103775	4																	
► 4.80154009103775	5.95793294906616	5																	
موافق	المأذون																		

الشكل رقم 14: يمثل واجهة تصنيف المعايير

#### ❖ واجهة تحديد دالة المنفعة

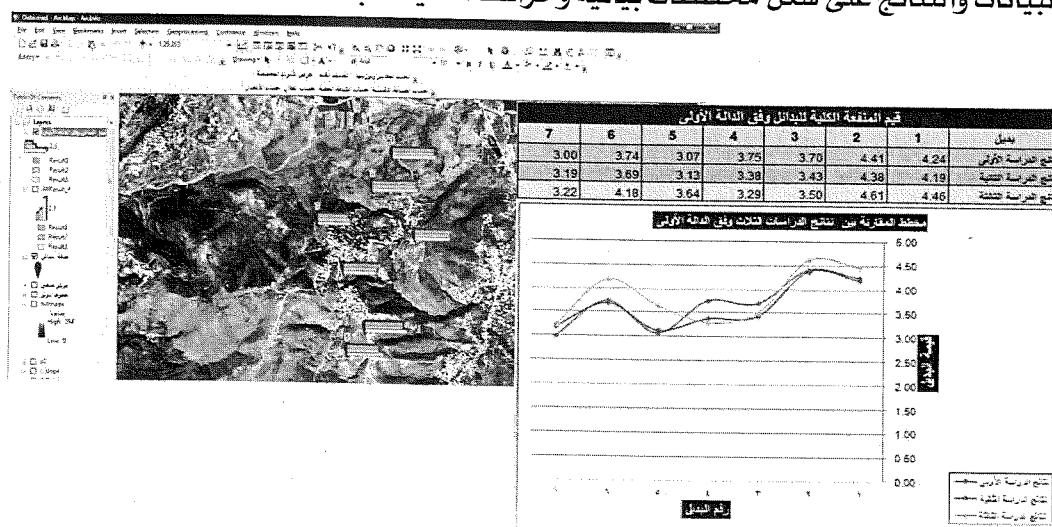
يتم من خلال هذه الواجهة تحديد دالة المنفعة المستخدمة في حساب قيمة المنفعة الكلية  $U$  لكل معيار رئيسي أو لكل بديل من البديل المدروسة، حيث تمكن هذه الواجهة من اختيار وتنفيذ دالة واحدة أو دالتين معاً كما هو موضح بالشكل رقم (15).



الشكل رقم 15: يمثل واجهة اختيار دالة المنفعة

#### ❖ واجهة الإظهار ثنائية الأبعاد

يتم من خلال هذه الواجهة عرض البيانات الجغرافية والوصفية المستخدمة ضمن قاعدة البيانات أو المعايير المدرosa الممثلة بصيغة (رقمية، راستر)، كما تستخدم هذه الواجهة في عرض نتائج قيم المنفعة الكلية لكل بديل أو قيمة المنفعة لكل معيار رئيسي على حدا، حيث يوضح الشكل رقم (16) واجهة عرض البيانات والنتائج على شكل مخططات بيانية وخرائط ثنائية الأبعاد.



الشكل رقم 16: واجهة العرض ثنائية الأبعاد

## ❖ واجهة الإظهار ثلاثية الأبعاد

يتم من خلال هذه الواجهة نمذجة المنطقة المدروسة أو عرض المعايير بشكل ثلاثي الأبعاد ، مما يعطي صانع القرار صورة أوضح عن الواقع المدروس ، كما تمكنه من إجراء العديد من التحليلات التي قد تساعد في دعم عملية القرار، حيث الشكل رقم (17) يوضح واجهة تمثيل البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد .



الشكل رقم 17: واجهة تمثيل البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد

### 2-2-5 قاعدة البيانات

هي مخزن لكافة البيانات ذات الأهمية بالنسبة للموضوع قيد الدراسة وتشمل كافة البيانات والطبقات الجغرافية التي يتم الاعتماد عليها في عمليات التحليل والمعالجة .

إن قاعدة البيانات المستخدمة في النظام المقترن هي من نوع Access مرتبطة مع برنامج نظام المعلومات الجغرافية المستخدم ArcGIS .

### 3-2-5 قاعدة النماذج

تتضمن مجموعه من الأدوات التي تعتمد نماذج الطرق الكميمية في الإدارة والتي توفر لمتخذ القرار تنوعاً هائلاً من نماذج بحوث العمليات التي تساعده في دراسة وإجراء العديد من الدراسات والتحليلات المختلفة بما يؤدي إلى تحسين كفاءة اتخاذ القرار . وأكثر هذه النماذج شيوعاً واستخداماً نماذج البرمجة الخطية والمحاكاة .

إن النظام المستخدم يمكن صانع القرار من الاستفادة من كافة إمكانيات نظام المعلومات الجغرافية المستخدم في هذا البحث (ArcGIS 10) ، حيث يمكن التعامل مع أنظمة تحديد المواقع (GPS) التي قد يستخدمها صانع القرار في جمع بيانات جغرافية أو وصفية من موقع الدراسة مباشرة ، إضافة إلى أن النظام يمتلك الديناميكية بحيث يمكن نشر نتائج أي دراسة يقوم بها صانع القرار على شبكة الانترنت أو تخزينها ضمن قاعدة بيانات مرکزية متعددة المستخدمين تتيح نتائج الدراسة لجهات أخرى حكومية كانت أو خاصة .

## الفصل السادس

### دراسة حالة (موقع مدرسة)

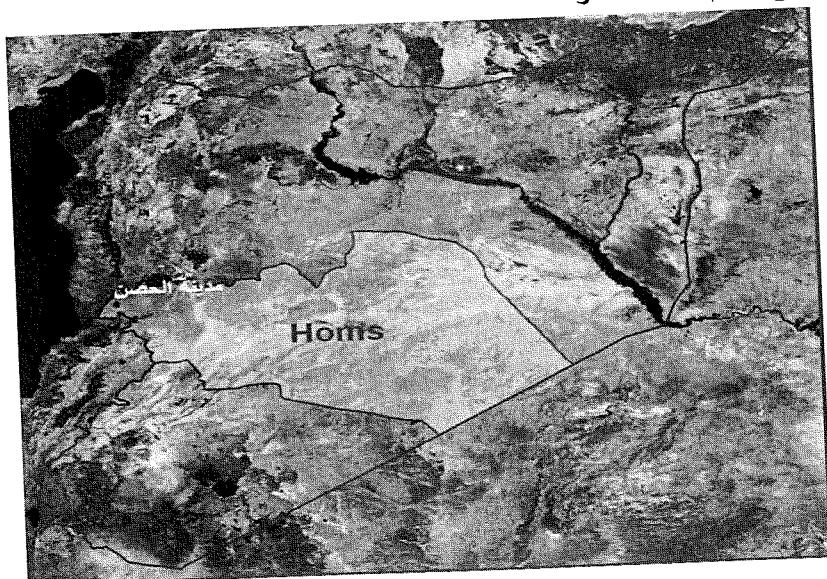
#### 1-6 مقدمة

ساهمت نظم المعلومات الجغرافية منذ ظهورها في دعم النظم المساعدة في اتخاذ القرار عن طريق تذليل العقبات التي تواجه صانع القرار خلال مراحل اتخاذ القرار خصوصاً ما يرتبط منها بالقضايا التنموية التي يأتي في طليعتها الخدمات التعليمية متمثلة في المدارس التي تعد إحدى أهم الخدمات التي حظيت باهتمام كبير من قبل المخططين وصانعي القرار.

انطلاقاً من هذه الأهمية لموقع الخدمات التعليمية تم تطبيق النظام المطور لأجل اختيار أفضل بديل لموقع مدرسة ابتدائية يحقق أعلى عائد منفعة من بين مجموعة البديل المتوفرة وذلك باعتماد نظرية المنفعة متعددة المعايير وباستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل البيانات ومعالجتها، حيث تم اختيار مدينة الحصن لتطبيق هذه الدراسة نتيجة توفر مجموعة من البيانات الجغرافية مرتبطة بهذه المنطقة والتي تعد عاملًا أساسياً في الدراسة والتحليل.

#### 2-6 موقع منطقة الدراسة

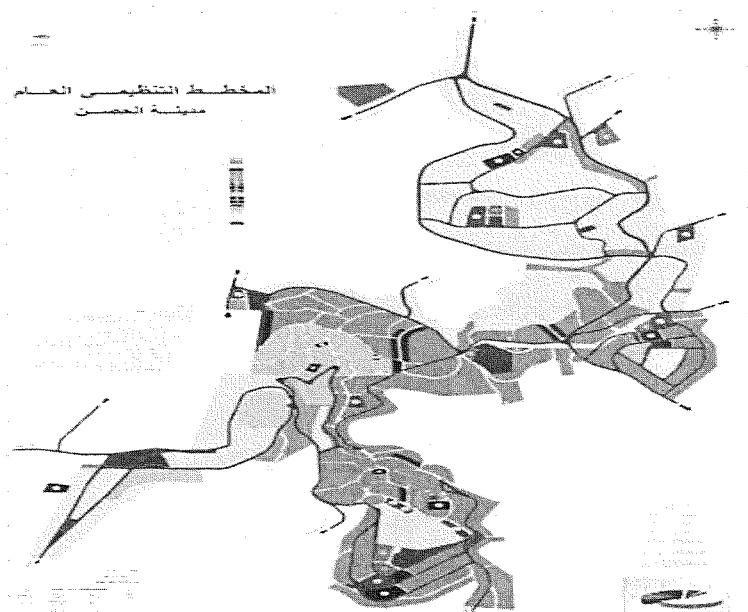
تقع منطقة الدراسة "مدينة الحصن" إلى الشمال الغربي لمدينة حمص على بعد 55 كم عن مركز المحافظة وعلى بعد 210 كم عن العاصمة دمشق، وترتفع المدينة عن سطح البحر حوالي 600 متر وتحيط بها سلسلة جبال لبنان وجبل السايج، يبلغ عدد سكان المدينة حوالي 17865 نسمة حسب سجلات الأحوال المدنية وتتبع إدارياً إلى منطقة تلكلخ في محافظة حمص، حيث يوضح الشكل (19) الموقع العام لمنطقة الدراسة.



الشكل رقم 18: الموقع العام لمدينة الحصن

### 3-6 التطور التاريخي لمنطقة الدراسة

شهدت المدينة أول مخطط تنظيمي في عام 1977 م ونتيجة التطور العمراني والسكاني للمدينة وظهور بعض المباني خارج منطقة التنظيم، تم إعادة تنظيمها في عام 1991 م حيث تم الاعتماد على هذا المخطط في تحديد مواقع المدارس والمناطق السكنية والخدمية الموجودة في المدينة وذلك لأجل عملية الدراسة والتحليل في تحديد أفضل موقع مقترن لبناء مدرسة ابتدائية يحقق مجموعة من المعايير .  
يوضح الشكل رقم (19) المخطط التنظيمي العام لمدينة الحصن .



الشكل رقم 19: المخطط التنظيمي العام لمدينة الحصن لعام 1991

### 4-6 تحليل الوضع الراهن

أثناء دراسة الوضع الراهن لمنطقة الدراسة "مدينة الحصن" تبين وجود أماكن لتجميع النفايات الصلبة حيث يتم معالجتها بالطرق التقليدية / الطمر - الحرق / مما يؤدي إلى تلوث التربة وتلوث الهواء، الأمر الذي ينعكس سلباً على حياة السكان الساكنين بالقرب من هذه المطامر من خلال تفشي الأمراض والأوبئة، كما وأن الطبيعة الجبلية لمنطقة والمعدل السنوي المرتفع للأمطار (1000) ملم، كان سبباً في وجود الكثير من المسيلات المائية ، مما يستدعي من الدارس لحظها فنياً بحيث يتم أخذها بعين الاعتبار أثناء اتخاذ أي قرار يتعلق بالدراسات التخطيطية وال عمرانية.

## 5-6 ضوابط ومعايير اختيار موقع المدارس

تحظى العملية التعليمية بأهمية كبرى في معظم دول العالم ويعتبر اختيار الموقع الجغرافي لبناء مدرسة من العوامل الهامة التي تؤثر في سير العملية التربوية ، حيث يخضع اختيار وتحديد موقع المدارس إلى عدد من الضوابط . وتأكّد أهمية التخطيط للمدارس واختيار الموقع المناسب لها لما للموقع المناسب من تأثير إيجابي على المدرسة ودورها في المجتمع والحي الذي تقع فيه. إضافة لذلك، فإن اختيار الموقع الملائم يساهم في التوزيع العادل وفي تحقيق أهداف المسؤولين والمخططين ومن ذلك جوانب السلامة، والمسافة، والبيئة المحيطة بالمدرسة.

يمكن أن تقسم المعايير المؤثرة في اختيار الموقع المتعلقة بالمدارس إلى مجموعة من المعايير الرئيسية التي تندرج ضمنها مجموعة من المعايير الثانوية التي تطلبها الجهات الحكومية في هيئة شروط وضوابط، حيث اقترحت اليونسكو العديد من المعايير التخطيطية للمدارس سواء ما كان منها متعلقاً بموقع ، سلامة المباني ، مستوى الضوضاء أو غير ذلك، إلا أن هناك أمر هام وهو عدم وجود معيار مطلق يجتمع عليه الجميع. فلكل بلد خصائصه ومميزاته وأمكاناته التي تختلف عن الآخرين، فيجب على الدول أن تراعي الأنسب والأفضل لها.

بناء على ذلك تم اختيار دراسة مجموعة من المعايير العالمية التي تتناسب مع منطقة الدراسة والبيانات المتوفرة لها ، حيث شملت هذه المعايير ما يلي [10]:

### ☒ معيار السلامة

السلامة هي الاعتبار الأول في اختيار موقع المدارس حيث يعتبر هذا المعيار من المعايير الهامة التي يجب اخذها بعين الاعتبار خلال عملية تقييم البديل المتوفرة لموقع المدارس، و يندمج ضمن هذا المعيار مجموعة من العوامل التي يجب لحظتها خلال الدراسة ومنها .

- القرب من المطارات
- القرب من خطوط التوتر العالي وخطوط الغاز الطبيعي.
- القرب من خطوط النقل والاسترادات.
- وجود المواد السامة والخطرة مثل المصانع الكيميائية، موقع الطمر وغيرها.
- نتائج الدراسات الجيولوجية وتحليلات التربة لتحديد المناطق التي قد تتعرض للانجرافات والانهيارات الأرضية.

- المناطق المعرضة للفيضانات والغمر، حيث يشترط ضمان عدم وقوع المدرسة ضمن مساحة غمر السدود ومناطق الفيضانات والانجرافات الناجمة عن الجريانات .
- توفر طرق آمنة للمدرسة حيث يجب الأخذ بعين الاعتبار أن معظم الأطفال يأتون المدرسة مشيا على الأقدام ولذلك لا بد من توفر كثافة طرق آمنة بعيداً عن الطرق السريعة، بحيث تمكّن التلاميذ من الوصول لمدارسهم باستخدام الطرق ذات الكثافة المرورية المنخفضة .

#### **☒ معيار التكلفة**

يعتبر تقييم عامل التكلفة من المعايير الهامة التي يتم دراستها خلال مراحل تحديد الموقع الأمثل لبناء مدرسة، وترتبط تكلفة بناء أي موقع خدمي بالعديد من العوامل التي قد تزيد أو تقلل من التكلفة المادية المرتبطة بالدراسة التصميمية أو التنفيذية للمشروع، حيث أن عامل الطبيعة الجيولوجية لأرض الموقع والعامل الطبوغرافي يؤثران في التصميم الهندسي والإنساني سواء ما يرتبط منها بالبناء أو توفير البنية التحتية المطلوبة، كما أن حجم استهلاكات الأرضي المطلوبة لبناء الموقع ينعكس على تكلفة تشييد المشاريع .

انحداريه الموقع والعامل الجيولوجي لمنطقة الدراسة تعتبر من العوامل الرئيسية التي تؤثر في التكلفة لارتباطها بكميات الحضر والردم أو نوعية الاساسات المطلوب تنفيذها والتي تنعكس بشكل مباشر على تكلفة البناء، حيث كلما زادت الانحداريه زادت تكلفة البناء وبناء على التوصيات الدولية يفضل اختيار الواقع التعليمية في المناطق التي لا تزيد انحداريتها عن 18 درجة .

#### **☒ المعيار البيئي والصحي**

يمثل العامل البيئي سواء البيئة الثقافية أو الطبيعية أحد العوامل التي تؤثر في تحديد موقع الخدمات والمجتمعات العمرانية والتي يجب على صانع القرار أن يلحظها خلال دراساته التخطيطية . إن دراسة البيئة الطبيعية في اختيار أفضل موقع خدمي تعد من الأمور الهامة التي يجب أخذها بعين الاعتبار «سيما ما يرتبط منها بدرجة الحرارة، التحرك الهوائي، السطوع الشمسي» توفر المناطق الخضراء وغيرها من العوامل التي قد يكون لها تأثيرات في تحقيق أهداف وغايات الراحة البيئية للإنسان .

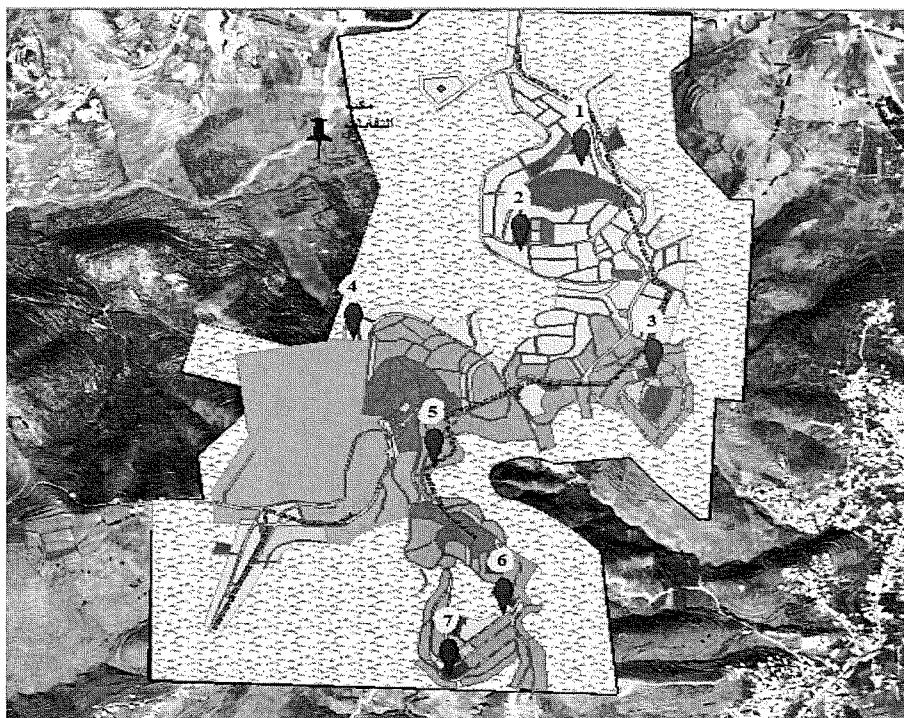
كثير من الأحيان يكون صناع القرار غير قادرين على تحديد الموقع الذي يفي بجميع المعايير المتفق عليها ، لهذا يجب تحديد الأولويات وأن يكون صانع القرار على استعداد لتقديم تنازلات معينة حيث أن دراسة كل معيار مع المعايير الرئيسية المذكورة أعلاه قد يتكون من مجموعة معايير ثانوية ( Attribute ) تساعد في فهم وتقييم هذه المعايير بطريقة أفضل .

## 6-6 مراحل الدراسة

شملت مرحلة دراسة وتحديد موقع أفضل مدرسة ابتدائية (بديل) مجموعة من الخطوات الرئيسية والتي يمكن تلخيصها كما يلي:

### 6-6-1 تحديد البديل المدرسة

اعتبر المخطط التنظيمي لمدينة الحصن أهم مصادر البيانات حيث تم تحديد موقع المدارس الابتدائية المقترنة ضمن المخطط والتي تحقق المعايير الأولية المطلوبة، حيث يظهر الشكل رقم (20) الطبقات الجغرافية المستخدمة ضمن البحث ممثلة بشكل ثانوي الأبعاد.



الشكل رقم 20: يمثل مواقع البديل المدرسة

### 6-6-2 تحديد المعايير المدرسة

يعتبر توفير البيانات الجغرافية والوصفية المرتبطة بالموقع المدرسو عاملًا هامًا في تحديد المعايير التي يمكن دراستها خلال اتخاذ القرار، حيث يعتبر توفير البيانات الدقيقة والصحيحة من الصعوبات التي تواجه صناع القرار خلال عملية اتخاذ القرار.

انطلاقاً من المعايير الدولية لاختيار موقع المدارس واعتماداً على البيانات الجغرافية والوصفية التي توفرت لمنطقة الدراسة "مدينة الحصن" تم في هذا البحث دراسة وتحليل مجموعة من المعايير الرئيسية والثانوية وهي كما يلي :

### ❖ معيار السلامة

تمت دراسة هذا المعيار من خلال دراسة مجموعة من المعايير الثانوية المشكلة له وتشمل

- (a) يبعد موقع المدرسة مسافة كافية لاتقل عن 50 متر من خطوط التوتر العالي .
- (b) موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الغمر ومجاري السيول والآودية .
- (c) موقع المدرسة بعيد عن موقع طمر ومعالجة النفايات الصلبة .
- (d) أن يتوفّر ضمن المنطقة التخديمية للمدرسة طرق آمنة ، حيث أن معظم الطلاب يأتون المدرسة سيرا على الأقدام .

### ❖ معيار التكلفة

شملت دراسة هذا المعيار الرئيسي دراسة العامل الأساسي الذي يؤثر في التكلفة المباشرة وغير المباشرة لتنفيذ موقع المدرسة ويتمثل ذلك في انحداريه الموقع الذي يمكن تلخيصه كما يلي :

- (a) انحداريه موقع المدرسة لا تزيد عن 18 درجة.

### ❖ المعيار البيئي والصحي

ضمن هذا البحث تمت دراسة مجموعة المعايير الثانوية المشكلة لهذا المعيار الرئيسي وتشمل هذه المعايير ما يلي :

- (a) الموقع لائق صحيا من ناحية الإضاءة والسطوع الشمسي .
- (b) موقع المدرسة قريب من الحدائق العامة والترفيهية .
- (c) موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية بما لا يقل عن 400 م .
- (d) موقع المدرسة قريب من المراكز الصحية .

بناء على ما سبق تم تلخيص المعايير الرئيسية والثانوية في الجدول رقم (1)

المعيار الجزي (Attribute)	المعيار الرئيسي (Dimension)
موقع المدرسة يبعد مسافة كافية لا تقل عن 50 متر من خطوط التوتر العالي.	معيار السلامة
موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الغمر ومجاري السيول والأودية	
موقع المدرسة بعيد عن مواقع طمر ومعالجة النفايات الصلبة .	
يتوفّر ضمن المنطقة التخديمية للمدرسة طرق آمنة	
انحداريه الموقع لا تزيد عن 18 درجة	معيار التكلفة
موقع المدرسة لأنق صحيًا من ناحية الإضاءة والسطوع الشمسي	
موقع المدرسة قریب من الحدائق العامة والتربیة	
موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية بما لا يقل عن 400 م	
موقع المدرسة قریب من المراكز الصحية	

جدول 1: يوضح المعايير الرئيسية والثانوية المدروسة

### 3-6-6 دراسة المعايير

تتطلب دراسة أي معيار رئيسي أو ثانوي توفر مجموعة البيانات الجغرافية والوصفية المرتبطة به ، بحيث يتم تحضير كافة المعايير الثانوية المدروسة بناء على معطيات جغرافية أو وصفية متوفّرة .

شملت دراسة المعايير المقترحة الخطوات الرئيسية التالية :

#### 1-3-6-6 تحضير البيانات

اعتماداً على المخطط التنظيمي لمدينة الحصن تم الحصول على كافة الطبقات الرئيسية المستخدمة في الدراسة، وذلك عن طريق تحويل المخطط من صيغة AutoCAD إلى صيغة Geodatabase وتخزينه . ArcGIS . إن البيانات الجغرافية النهائية ضمن قاعدة البيانات الجغرافية العلائقية باستخدام برنامج

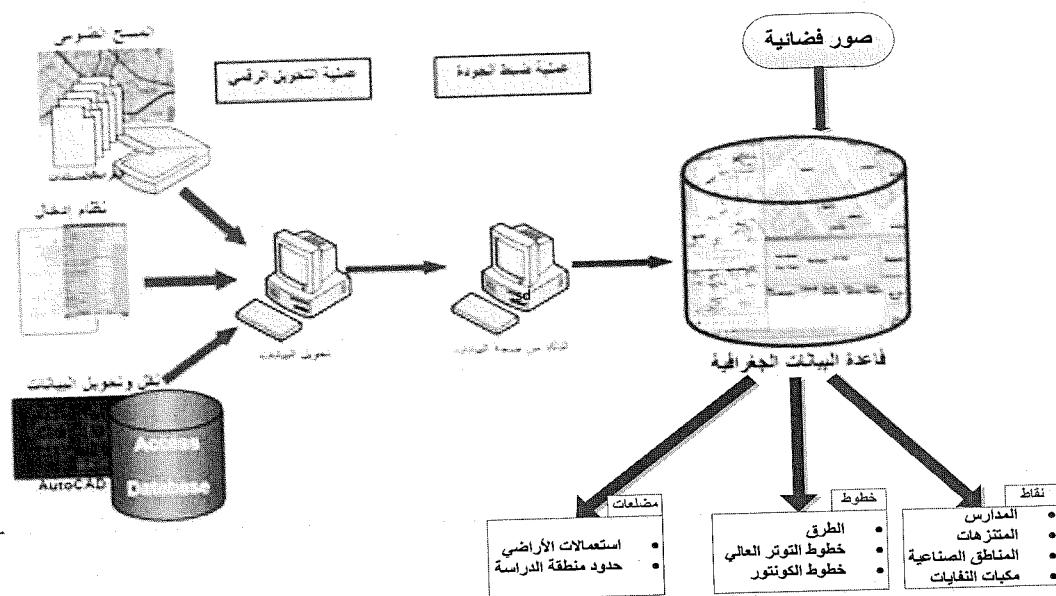
vector شملت ما يلي :

- تحديد مسار خطوط التوتر العالي الموجود ضمن المنطقة وتخزينها ضمن طبقة خطية مستقلة .
- تحديد موقع معالجة النفايات الصلبة وتخزينها في طبقة نقطية مستقلة .
- تحويل الطرق والشوارع ضمن المنطقة المدروسة وتخزينها ضمن طبقة خطية .
- تحويل خطوط الارتفاع (الكونتورات) وتخزينها ضمن طبقة خطية .
- تحديد موقع المراكز الصحية وتخزينها في طبقة نقطية .

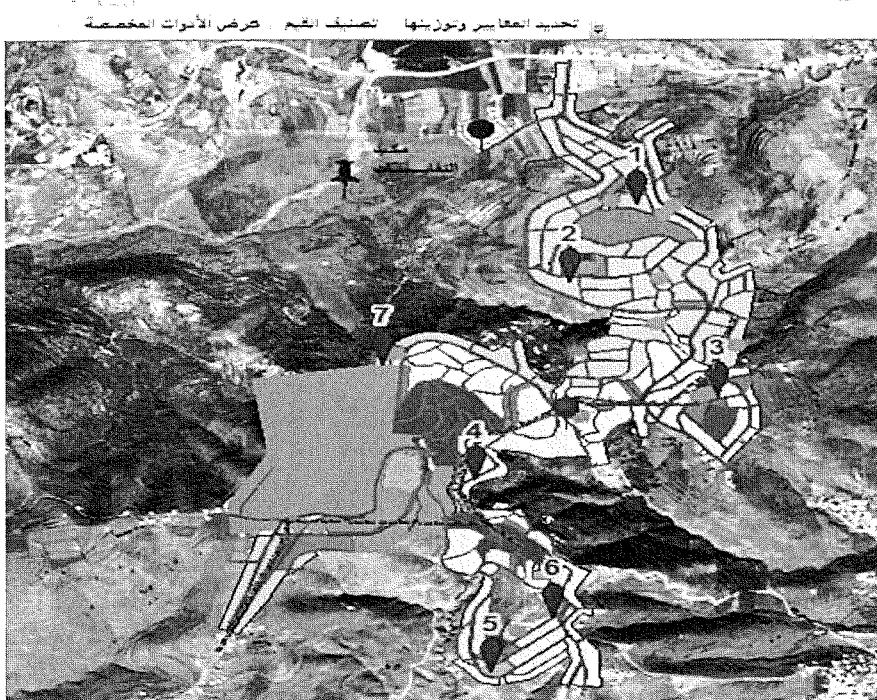
- ٤- تحديد موقعاً للحديقة العامة والترفيهية وتخزينها ضمن طبقة نقطية.
  - ٥- تحديد المناطق الصناعية وتخزينها ضمن طبقة نقطية.
  - ٦- تحديد حدود منطقة الدراسة وتخزينها ضمن طبقة مضلعات.

بعد الانتهاء من تحضير الطبقات الجغرافية والتوصيفية المطلوبة ضمن هذا البحث، تمت عملية ضبط الجودة للطبقات الجغرافية باستخدام القواعد الطوبولوجية المتوفرة بنظم المعلومات الجغرافية للتأكد من صحة وجودة عمليات الرسم والتحويل فيما يضمن دقة البيانات المستخدمة في تشكيل المعايير الثانوية.

يوضح الشكل رقم (21) خطوات تحضير البيانات الجغرافية ، كما يوضح الشكل رقم (22) التمثيل الجغرافي للطبقات المستخدمة .



**الشكل رقم 21:** يمثل خطوات تحضير البيانات الجغرافية



الشكل رقم 22: يوضح الطبقات الجغرافية المستخدمة

### 2-3-6-6 تحليل وحساب المعايير

اعتمدت دراسة وتحليل المعايير على بعض الطبقات الجغرافية المشكّلة لها وعلى بعض طرق التحليل المكاني والإحصائي التي تمتلك نظم المعلومات الجغرافية إمكانية إجرائها بصورة متقدمة، من خلال ما تملكه من أدوات تحليلية تم تطويرها وفق أهداف البحث.

#### ❖ تحليل معيار السلامة

يعتمد تحليل ودراسة معيار السلامة على تحليل ودراسة مجموعة معايير الثانوية المشكّلة له وتشمل.

##### **☒ المعيار الجزئي الأول : موقع المدرسة يبعد مسافة كافية لا تقل عن 50 متر من خطوط**

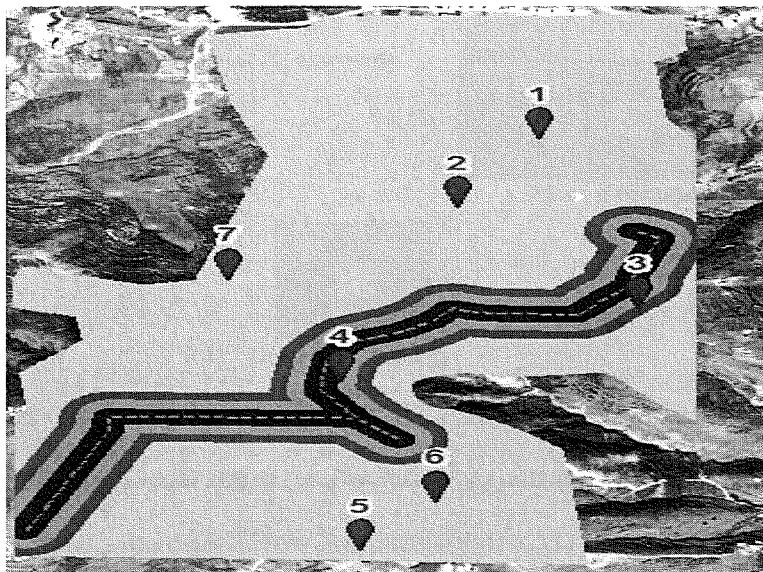
##### **التوتر العالى .**

تم استخدام الطبقة الجغرافية الخطية المخزنة ضمن قاعدة بيانات النظام والتي تمثل مسار خطوط التوتر العالى في منطقة الدراسة وبالاعتماد على هذه الطبقة تم تطبيق الخطوات التالية:

1. إنشاء طبقة راستر تمثل النطاقات أو الحرم (Buffers) حول خطوط التوتر العالى .

2. تصنيف طبقة النطاقات لمجموعة من المجالات بحيث يعطى المجال الأكثر ملاءمة القيمة الأعلى والمجال الأقل ملاءمة القيمة الأدنى ضمن سلم القياس المستخدم ، باقي المجالات تعطى قيم وسطية حسب أهميتها وملاءمتها من وجهة نظر صانع القرار

الشكل (23) يوضح طبقة النطاقات حول مسار خطوط التوتر وقد تم تضمينها لخمس المجالات ضمن منطقة الدراسة .



الشكل رقم 23: يمثل النطاقات حول خطوط التوتر

#### ☒ المعيار الجزئي الثاني : موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الغمر ومجاري السيول والآودية

تطلب دراسة هذا المعيار استخدام تقنيات التحليل الهيدرولوجي (Hydrologic Analysis) لتحديد كثافة المسيلات المائية المشكّلة للأحواض الصيابية التي تقع ضمن المنطقة الخدمية لكل مدرسة حيث تمت الدراسة التحليلية لهذا المعيار وفق الخطوات التالية .

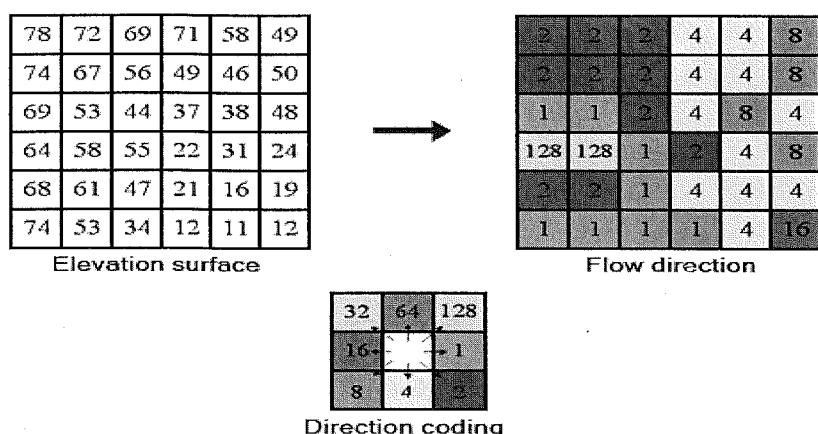
1. اعتماداً على طبقة الكونتورات الخطية التي تم استخلاصها من المخطط الطبوغرافي للمنطقة تم تشكيل نموذج ثلاثي الأبعاد لأرض الموقع باستخدام تقنية TIN التي يتم فيها تمثيل سطح الأرض بشبكة من المثلثات غير المنتظمة (Triangular Irregular Network) ومن ثم تحويلها لنماذج ارتفاعات رقمية بصيغة راستر (DEM).

2. استخدام طبقة نموذج الارتفاعات الرقمي DEM كشريحة دخل لاستنتاج طبقة رaster

تظهر اتجاه الجريان باستخدام التقنية (Flow Direction) المتوفرة بنظام المعلومات

الجغرافية ArcGIS . تعتمد هذه التقنية على حساب اتجاه الجريان لكل خلية في طبقة

DTM ، حيث يظهر الشكل رقم (24) مبدأ عمل هذه التقنية ،

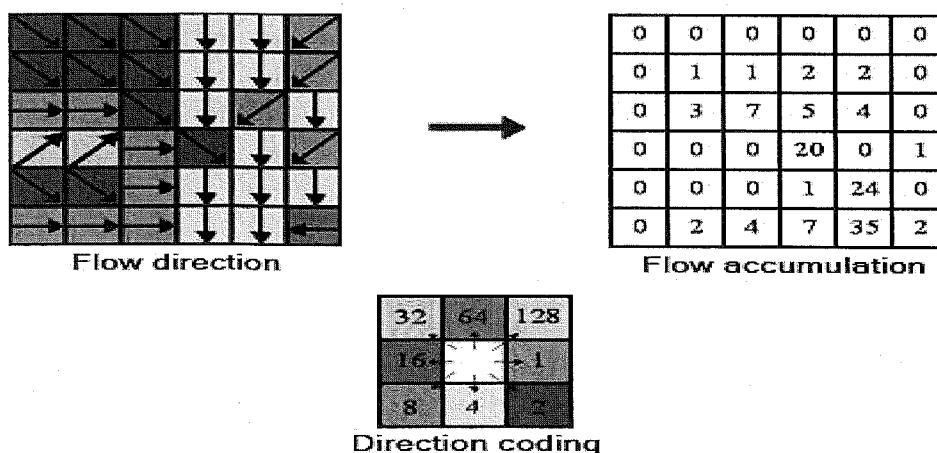


الشكل رقم 24: يوضح مبدأ عمل تقنية Flow Direction

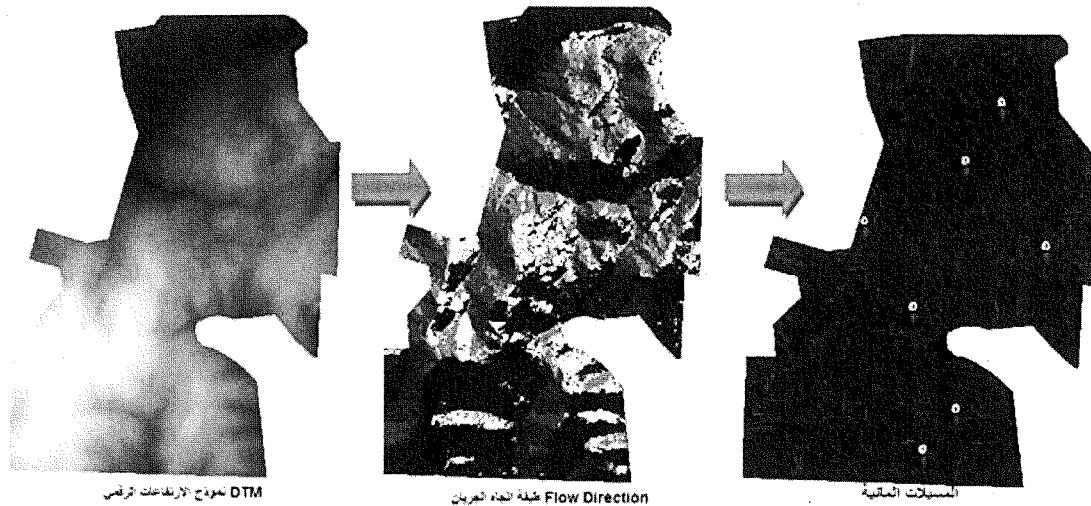
3. استخدام طبقة اتجاه الجريان كشريحة دخل لإنشاء طبقة تحديد مجاري السيول

والاؤدية باستخدام تقنية (Flow Accumulation) ، حيث يظهر الشكل (25) مبدأ عمل

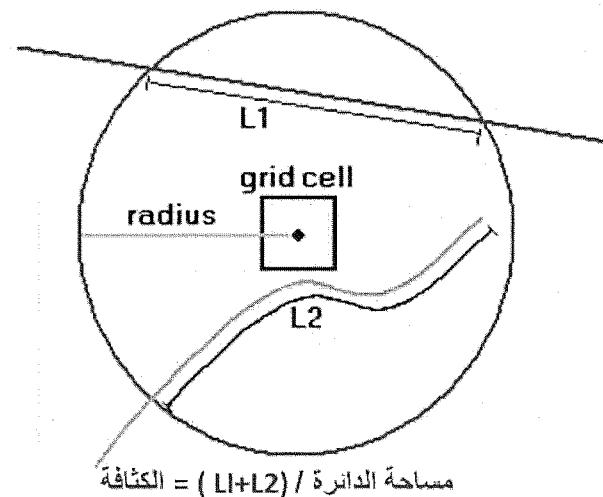
هذه التقنية والشكل (26) يظهر مراحل حساب المسيلات المائية.



الشكل رقم 25: يوضح مبدأ عمل تقنية Flow Accumulation



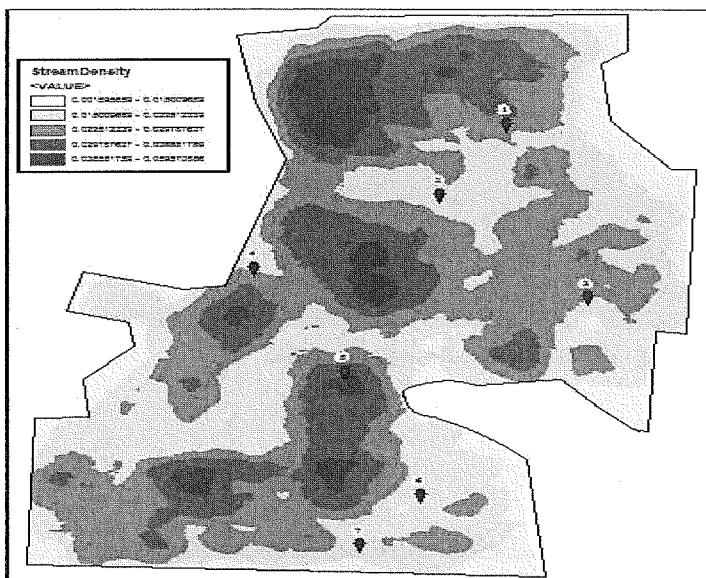
4. تحويل خطوط الجريان من صيغة الراستر إلى الصيغة الشعاعية (vector).
5. تحديد الكثافة الكلية لمحاري السيول والأدوية ضمن المنطقة التخدمية لكل بديل (نصف قطر منطقة التخدم = 200 متر حول المدرسة ) باعتماد تقنية density المتوفرة ضمن أدوات نظم المعلومات الجغرافية ، حيث يمثل الشكل (27) منهجية حساب الكثافة الخطية



الشكل رقم 27 : يمثل منهجية حساب الكثافة الخطية

6. تصنيف الطبقة الممثلة لكثافة المجاري المائية لمجموعة من المجالات بحيث يعطى المجال الأكثـر ملاءمة القيمة الأعلى والمجال الأقل ملاءمة القيمة الأدنـى ضمن سلم القياس المستخدم ، باقـي المجالات تعطى قيم وسطـية حسب أهميتها وملاءمتها من وجهـة نظر صانـع القرار

يوضح الشـكل رقم (29) الطـبقة المـمثلة لكـثافة المسـيـلات المـائـية وقد تم تـصـنيـفـها لـخـمـسـ مـجاـلاتـ.

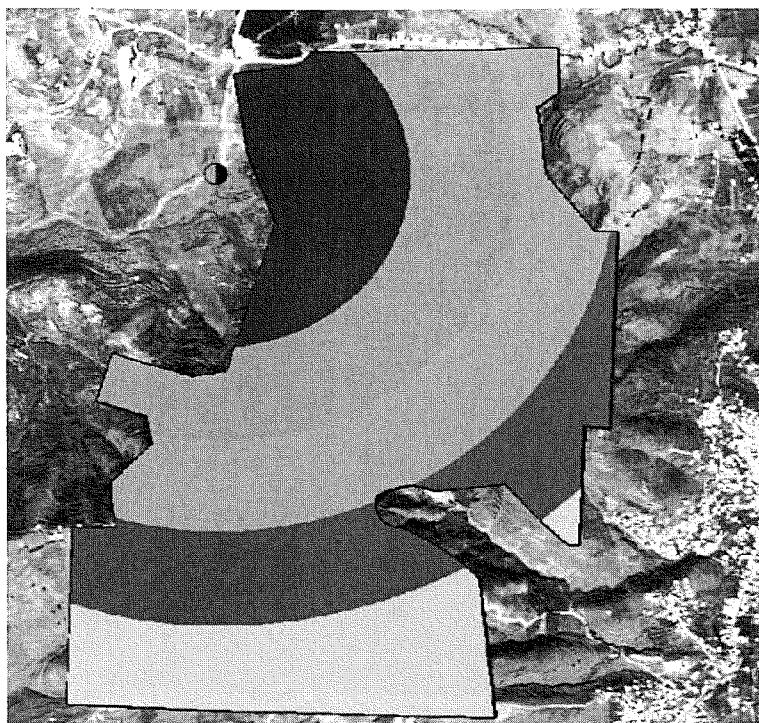


الشكل رقم 28 : يمثل طبقة كثافة المسـيـلات المـائـية

#### **☒ المعيار الجزئي الثالث : موقع المدرسة بعيد عن موقع طمر ومعالجة النفايات الصلبة**

تم استخدام الطبقة النقاطية التي تمثل موقع طمر ومعالجة النفايات حيث تم تحليل ودراسة هذا المعيار وفق الخطوات التالية :

1. انشاء طبقة راستر تمثل النطاقات أو الحرم (Buffers) حول مطمر النفايات .
2. تصنيف طبقة النطاقات لمجموعة من المجالات بحيث يأخذ المجال الذي يمثل المنطقة الأكـثر بـعدـا عـنـ المـطـمـرـ الـقيـمةـ الـأـعـلـىـ لأنـهـ يـعـتـبرـ أـكـثـرـ مـلـاءـمـةـ وـالمـجـالـ الـأـقـرـبـ لـالمـطـمـرـ الـقيـمةـ الـأـلـقـلـ ،ـ أماـ باـقـيـ المـجاـلـاتـ فـتـأـخـدـ قـيـمـ وـسـطـيـةـ وـذـلـكـ حـسـبـ سـلـمـ الـقـيـاسـ الـمـسـتـخـدـمـ وـحـسـبـ رـغـبـةـ الـمـحـلـ أوـ صـانـعـ الـقـرـارـ،ـ حيثـ يـوـضـعـ الشـكـلـ (29)ـ طـبـقـةـ النـطـاقـاتـ حـولـ مـطـمـرـ النـفـاـيـاتـ وـقـدـ تـصـنـيـفـهـاـ لـخـمـسـ مـجاـلاتـ .



الشكل رقم 29 : طبقة النطاقات المصنفة حول مطرز النفايات

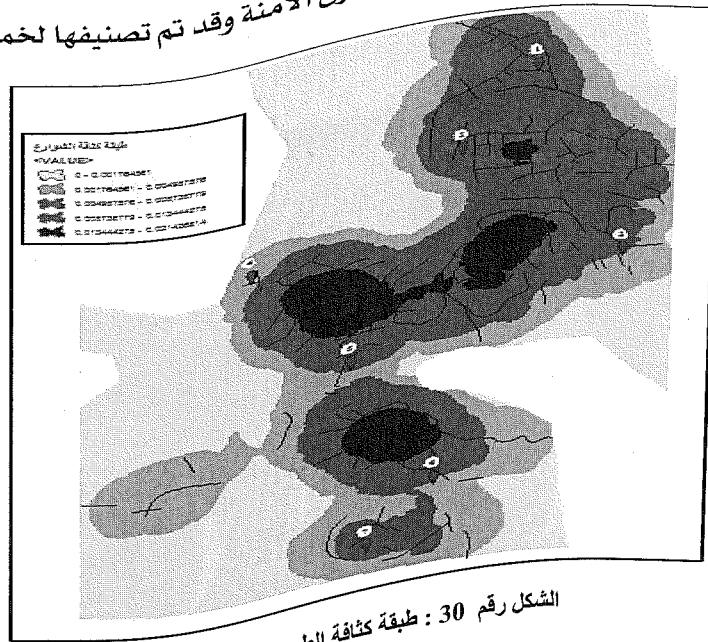
#### **☒ العبار الجزئي الرابع : يتوفّر ضمن المنطقة التخدمية للمدرسة طرق آمنة .**

تعتمد دراسة هذا المعيار على طبقة الطرق السريعة والشوارع الداخلية التي تم رسمها ضمن طبقة خطية اعتماداً على المخطط التنظيمي لمنطقة الحصن . وباستخدام هذه الطبقة تم تحديد كثافة الشوارع الداخلية المتوفّرة حول كل بديل مدرس . حيث يعكس هذا الأمر نسبة توفير الطرق الآمنة التي تعتبر الأكثر أماناً باعتبار أن معظم الطلاب يأتون المدرسة سيراً على الأقدام حيث تمت دراسة هذا المعيار وفق الخطوات التالية .

1. تحديد الشوارع التي تمثل أكثر الطرق أماناً من ناحية استخدامها بالنسبة للطلاب والتي يتوفّر فيها أرصفة مشاه وتكون سرعة السيارات فيها محدودة .
2. تحديد كثافة الشوارع الآمنة الاستخدام من قبل الطلاب والمحيطة بكل بديل ( نصف قطر منطقة التخديم = 200 م حول المدرسة ) باستخدام تقنية density المتوفّرة ضمن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية .
3. تصنيف الطبقة الممثلة لكثافة الشوارع إلى مجموعة من المجالات بحيث يعطى المجال الأكثر ملاءمة القيمة الأعلى والأقل ملائمة القيمة الأدنى ضمن سلم القياس المستخدم ، أما باقي

المجالات تعطى قيم وسطية حسب أهميتها ولاءاتها وملاءمتها من وجهة نظر صانع القرار، حيث يمثل

الشكل رقم (30) الطبقة الممثلة لكثافة الطرق الآمنة وقد تم تصنيفها لخمس مجالات.



الشكل رقم 30 : طبقة كثافة الطرق الآمنة

#### حساب معيار السلامة

بعد الانتهاء من تحليل ودراسة كافة المعايير الثانوية المرتبطة بمعايير السلامة تم حساب قيمة المنفعة الكلية لهذا المعيار وفق ما يلي:

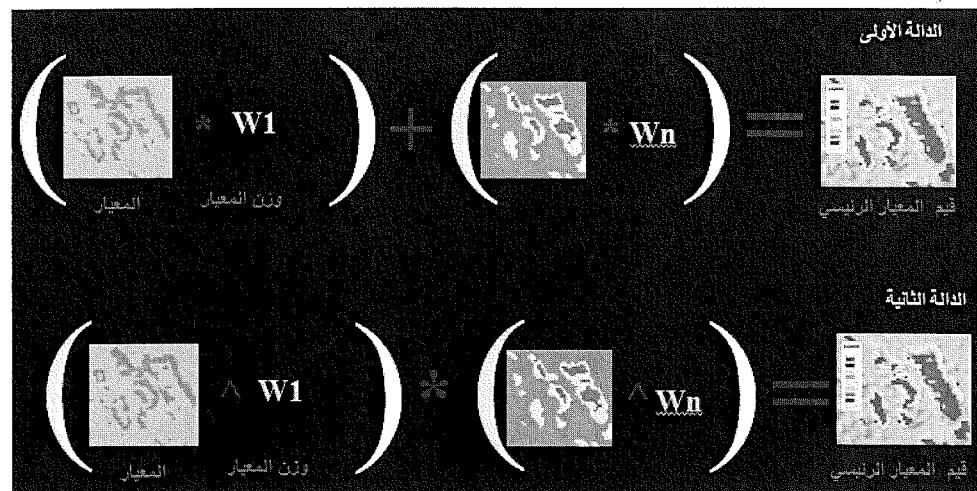
##### 1. توزين المعايير الثانوية

تسمح واجهة توزين المعايير المتوفرة ضمن نظام دعم القرار المطور والموضحة بالشكل رقم (8) بتوزين المعايير سواء كانت معايير ثانوية أو معايير رئيسية، وحسب الأهمية النسبية لهذه المعايير من منظور صانع القرار.

##### 2. حساب قيمة معيار السلامة

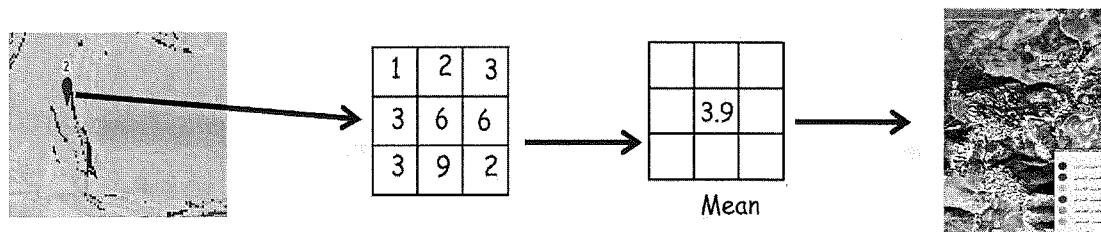
تم حساب قيمة معيار السلامة باعتماد تابعي المنفعة الموضعين بالشكل رقم (10) حيث تم تطبيق هاتين الدالتين على الطبقات الجغرافية (الراستر) الممثلة للمعايير الثانوية باستخدام تقنية جبر الخرائط (Map Algebra) وتقنية التراكب الموزون (Weighted Overlay) للحصول على رaster

نهائية تمثل قيم معيار السلامة بالنسبة لكل بديل من البديلات المدروسة، حيث أن أبعاد الخلايا المعتمدة في طبقات الراستر المستخدمة في الدراسة هي (5م).  
يوضح الشكل رقم (31) منهجية تطبيق الدالة الأولى والثانية على طبقات الراستر الممثلة للمعايير.



الشكل رقم 31 : منهجية تطبيق الدالة الأولى والثانية

إن قيمة البديل تساوي وسطي قيم الخلايا المحيطة بالبديل (3×3) كما هو موضح بالشكل رقم 32



الشكل رقم 32 : يوضح منهجية حساب قيمة البديل

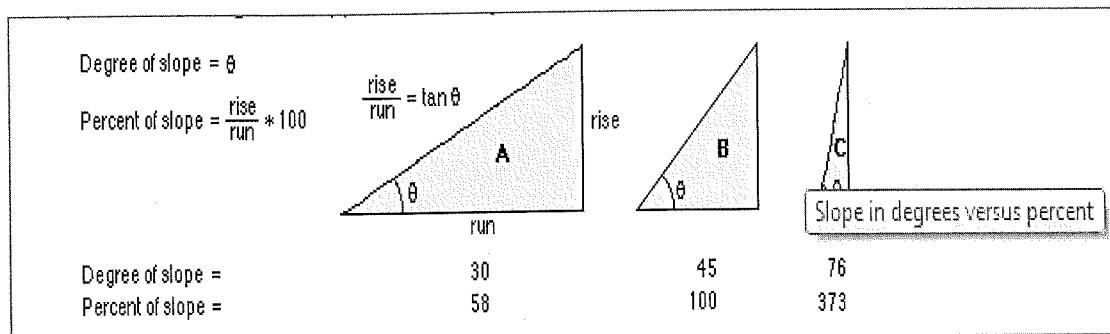
## ❖ تحليل معيار التكلفة

### [٤] المعيار الجزئي: موقع المدرسة لا تزيد انحدارته عن 18 درجة.

تم في هذا البحث دراسة معيار التكلفة من خلال دراسة أهم العوامل الرئيسية المرتبطة في تكلفة البناء، حيث تمت دراسة انحداريه المنطقه (Slope) بالنسبة لكل بديل من البدائل المدروسة وفق الخطوات التالية:

1. استنتاج طبقة الانحدارات للمنطقة المدروسة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

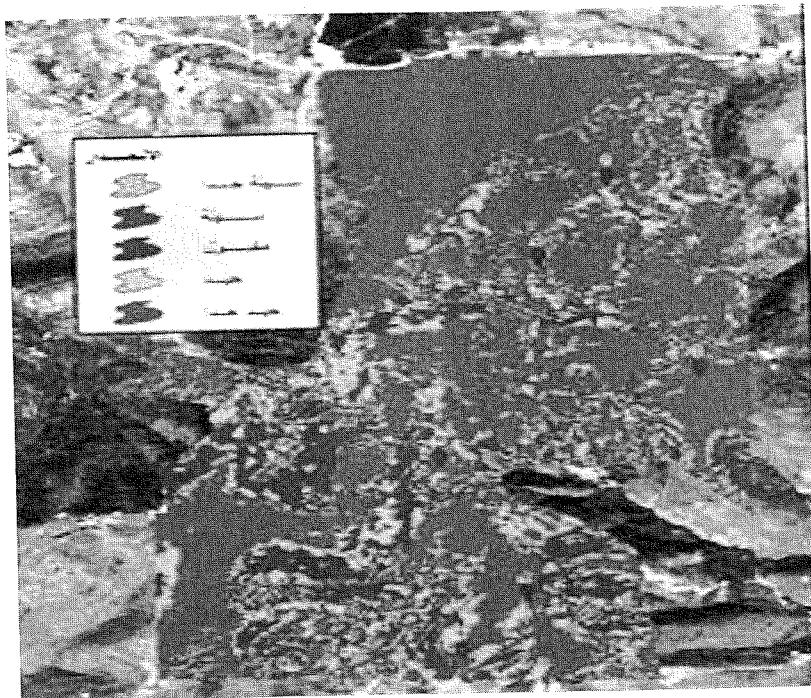
الشكل رقم (34) يوضح المنهجية الرياضية في تحديد قيمة الانحدار اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمي .



الشكل رقم 33 : منهجية حساب قيمة الانحدار

2. تصنيف طبقة الانحدارات لخمس مجالات مع الأخذ بعين الاعتبار خلال تقسيم المجالات أن كافة المناطق التي ميلها أقل من 18 درجة هي التي تعتبر الأكثر ملاءمة والأقل كلفة من حيث التصميم والتنفيذ وكلما كانت المنطقه منبسطة كانت التكلفة أقل أما باقي المجالات تم تحديدها وتقييمها وفق سلم القياس المستخدم (1 - 5) .

الشكل رقم (34) يوضح طبقة الانحدارات للمنطقة المدرسة (مدينة الحصن) وقد تم تصنيفها لخمس مجالات .



الشكل رقم 34 : طبقة الانحدار المصنفة

### حساب معيار الكلفة

تم حساب معيار التكلفة وفق ما يلي

#### 1. توزين المعايير الثانوية

انطلاقاً من أن المعايير الثانوية المدروسة بالنسبة لمعيار الكلفة لا تزيد عن معيار واحد فإن وزن هذا المعيار

$$\text{الجزئي ستكون مساوية للقيمة } 1 \text{ حيث أن } \sum_{a \in A_i} Wai = 1$$

#### 2. حساب قيمة المنفعة

تم حساب قيمة معيار الكلفة باعتماد تابعي المنفعة الموضعين بالشكل رقم (10) حيث تم تطبيق هاتين الدالتين على الطبقات الجغرافية الممثلة للمعايير الثانوية باستخدام تقنية جبر الخرائط (Map Algebra) وتقنية التراكب الموزون (Weighted Overlay) للحصول على راستر نهائية تمثل قيم معيار السلامة بالنسبة لكل بديل من البدائل المدروسة ،حيث أن وسطي قيم الخلايا (3°3) عند كل بديل من البدائل المدروسة يمثل قيمة المعيار بالنسبة للبديل .

## ❖ تحليل المعيار البيئي والصحي

تم حساب قيمة هذا المعيار بناء على دراسة وحساب قيم المعايير الثانوية المشكلة له وفق ما يلي:

### ☒ المعيار الجزئي الأول: الموقع لائق صحيا من ناحية الإضاءة والسطوع الشمسي.

تم الاعتماد في دراسة هذا المعيار الجزئي على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM لمنطقة الحصن وفق مجموعة من الخطوات التي يمكن تلخيصها بما يلي :

1. استنتاج طبقة الظلال التي تمثل قيمة السطوع الشمسي لمنطقة المدروسة باستخدام تقنية المتوفرة في نظام المعلومات الجغرافية المستخدم Hillshade.

إن عملية حساب الظلال وتحديد المناطق الأكثر سطوعا هي عملية تعتمد بشكل أساسي على نموذج الارتفاع الرقمي الذي يستخدم في حساب الانحدار واتجاه الانحدار (Slope & Aspect) وكذلك يتم استخدام المعاملات المرتبطة بموقع الشمس المتمثلة بالارتفاع وزاوية السمت (Azimuth & Altitude) لتحديد المناطق المشمسة والمناطق المظلمة وذلك وفق المعادلات الرياضية التالية .

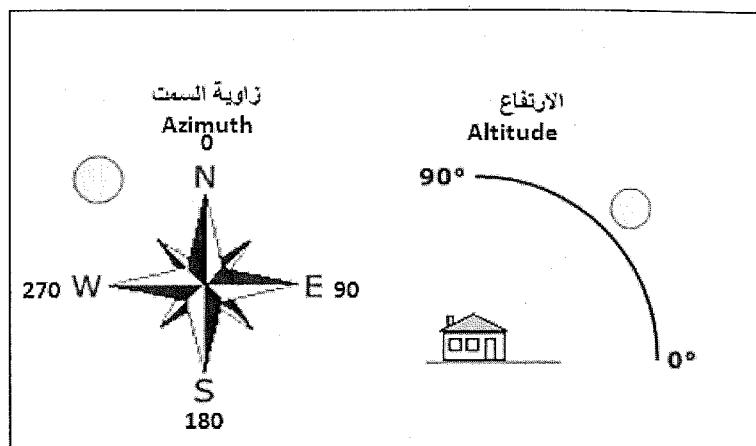
$$1) \text{Hillshade} = 255.0 * ((\cos(\text{Zenith\_rad}) * \cos(\text{Slope\_rad})) + (\sin(\text{Zenith\_rad}) * \sin(\text{Slope\_rad}) * \cos(\text{Azimuth\_rad} - \text{Aspect\_rad})))$$

- 2)  $\text{Zenith\_deg} = 90 - \text{Altitude}$
- 3)  $\text{Zenith\_rad} = \text{Zenith} * \pi / 180.0$
- 4)  $\text{Azimuth\_math} = 360.0 - \text{Azimuth} + 90$
- 5)  $\text{Azimuth\_rad} = \text{Azimuth\_math} * \pi / 180.0$
- 6)  $\text{Slope\_rad} = \text{ATAN}(z\_factor * \sqrt{([\text{dz}/\text{dx}]^2 + [\text{dz}/\text{dy}]^2)})$
- 7)  $[\text{dz}/\text{dx}] = ((c + 2f + i) - (a + 2d + g)) / (8 * \text{cellsize})$
- 8)  $[\text{dz}/\text{dy}] = ((g + 2h + i) - (a + 2b + c)) / (8 * \text{cellsize})$

a	b	c
d	e	f
g	h	i

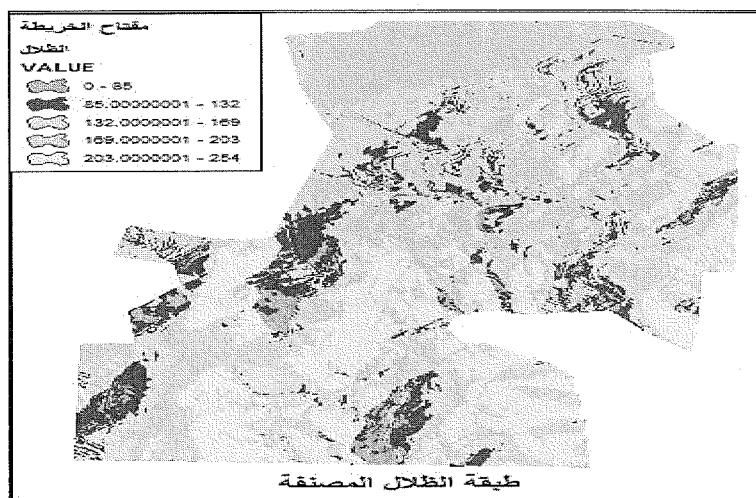
حيث أن أبعاد الخلية التي تم استخدامها في هذا البحث هي 5 متر

انطلاقا من أن الاستخدام العام للمدارس يتم في الفترة الصباحية تم استنتاج طبقة الظلال لمنطقة المدروسة باعتماد موقع الشمس في الجهة الشرقية وبزاوية ميل 45 درجة عن سطح الأرض حيث يوضح الشكل رقم (35) المتحولات المستخدمة في تقنية حساب الظلال Hillshade.



الشكل رقم 35 : يمثل المتاحلات المرتبطة بحساب طبقة الظلال

2. تصنيف طبقة الظلال لخمس مجالات حيث يأخذ المجال ذو القيمة الأعلى من تابعية السطوح الشمسي القيمة (5) والمجال ذو القيمة الأقل القيمة (1) أما باقي المجالات فتأخذ القيم بين (1 - 5) حسب رغبة صانع القرار. حيث يوضح الشكل رقم (36) طبقة الظلال المصنفة .



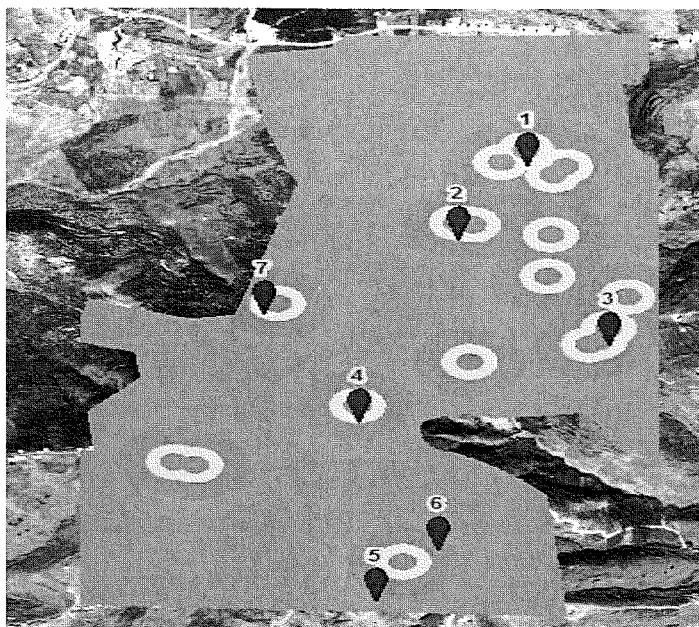
الشكل رقم 36 : يوضح طبقة الظلال المصنفة

#### **[٤] المعيار الجزئي الثاني : موقع المدرسة قرب من الحدائق العامة والترفيهية**

تمت دراسة هذا المعيار اعتماداً على الطبقة النقطية التي تمثل موقع الحدائق والأماكن الترفيهية المتوفرة في مدينة الحصن وذلك وفق الخطوات الآلية :

1. إنشاء طبقة راستر تمثل النطاقات أو الحرم (Buffers) حول الحدائق العامة و الترفيهية.

2. تصنیف طبقة النطاقات لخمس مجالات بحيث يأخذ المجال الأول القريب من المناطق الترفيهية القيمة الأعلى (5) والمجال الأبعد القيمة (1) وبباقي المجالات يتم تصنیفها حسب رغبة صانع القرار . حيث يوضح الشکل رقم (37) طبقة النطاقات حول الحدائق والمناطق الترفيهية في المنطقة المدروسة وقد تم تصنیفها لخمس نطاقات .

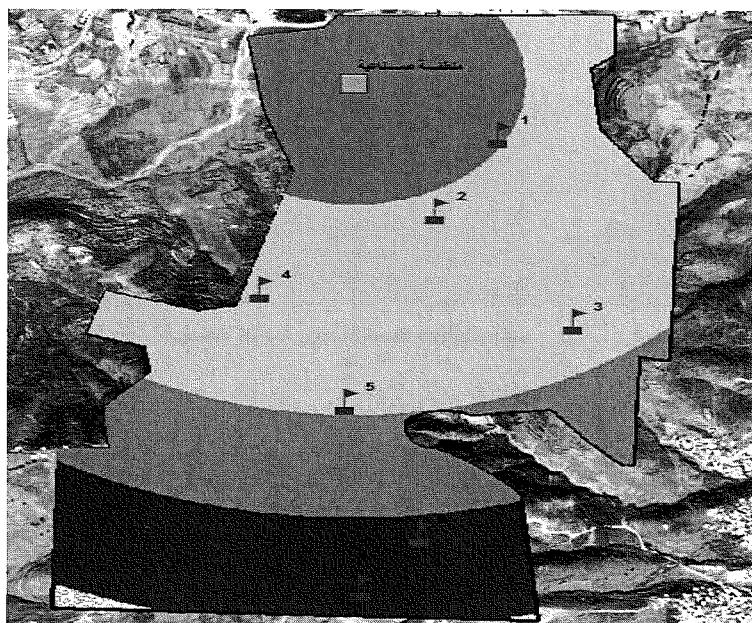


الشكل رقم 37 : طبقة النطاقات المصنفة حول المناطق الترفيهية

#### ☒ المعيارالجزئي الثالث :موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية

تم الاعتماد في دراسة هذا المعيار على الطبقة النقاطية التي تمثل موقع الأماكن الصناعية المتوفرة في مدينة الحصن وذلك وفق الخطوات التالية:

1. إنشاء طبقة راستر تمثل النطاقات أو الحرم (Buffers) حول المناطق الصناعية.
2. تصنيف طبقة النطاقات لخمس مجالات بحيث يأخذ المجال القريب من المناطق الصناعية القيمة الأقل (1) والمجال الأبعد عن المناطق الصناعية القيمة الأعلى (5) أما باقي المجالات يتم تصنيفها حسب رغبة صانع القرار، حيث يوضح الشكل رقم (38) طبقة النطاقات حول المناطق الصناعية وقد تم تصنيفها لخمس مجالات .



الشكل رقم 38 : طبقة النطاقات المصنفة حول المناطق الصناعية

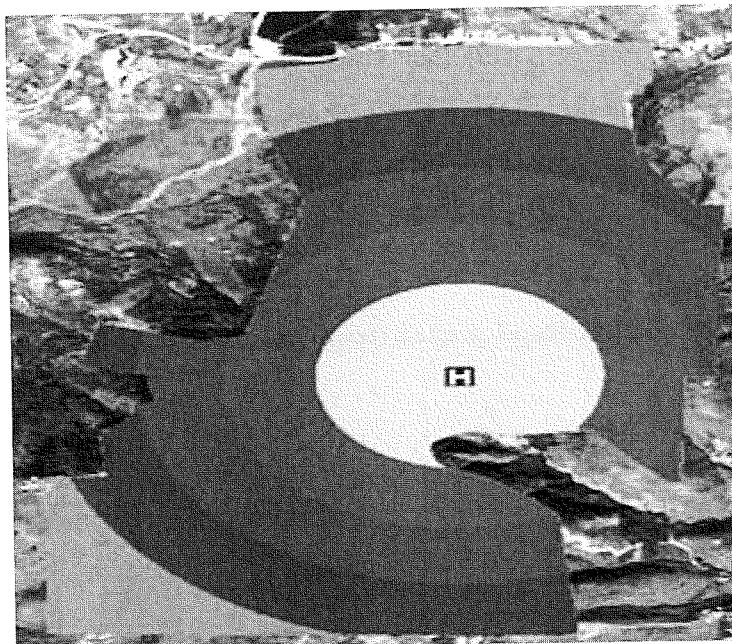
#### ☒ المعيارالجزئي الثاني :موقع المدرسة قريب من المراكز الصحية

تمت دراسة هذا المعيار بالاعتماد على الطبقة النقاطية التي تمثل موقع المراكز الصحية في منطقة الحصن، حيث تم تحليل ودراسة هذا المعيار وفق الخطوات التالية.

1. إنشاء طبقة راستر تمثل النطاقات أو الحرم (Buffers) حول المراكز الصحية .

2. تصنيف طبقة النطاقات لخمس مجالات بحيث يأخذ المجال القريب من المراكز الصحية القيمة الأعلى (5) والمجال الأبعد عن القيمة الأقل (1) أما باقي المجالات يتم تصنيفها حسب رغبة صانع القرار

الصورة رقم (39) توضح طبقة النطاقات حول المراكز الصحية وقد تم تصنيفها لخمس نطاقات .



الشكل رقم 39 : طبقة النطاقات المصنفة حول المراكز الصحية

#### حساب المعيار البيئي والصحي

تم حساب هذا المعيار وفق ما يلي:

#### 1. توزين المعايير الثانية

تسمح واجهة توزين المعايير المتوفرة ضمن نظام دعم القرار المطور والموضحة بالشكل رقم (13) بتوزين المعايير سواء كانت معايير ثانوية أو معايير رئيسية، وحسب الأهمية النسبية لهذه المعايير من منظور صانع القرار .

#### 2. حساب قيمة المنفعة

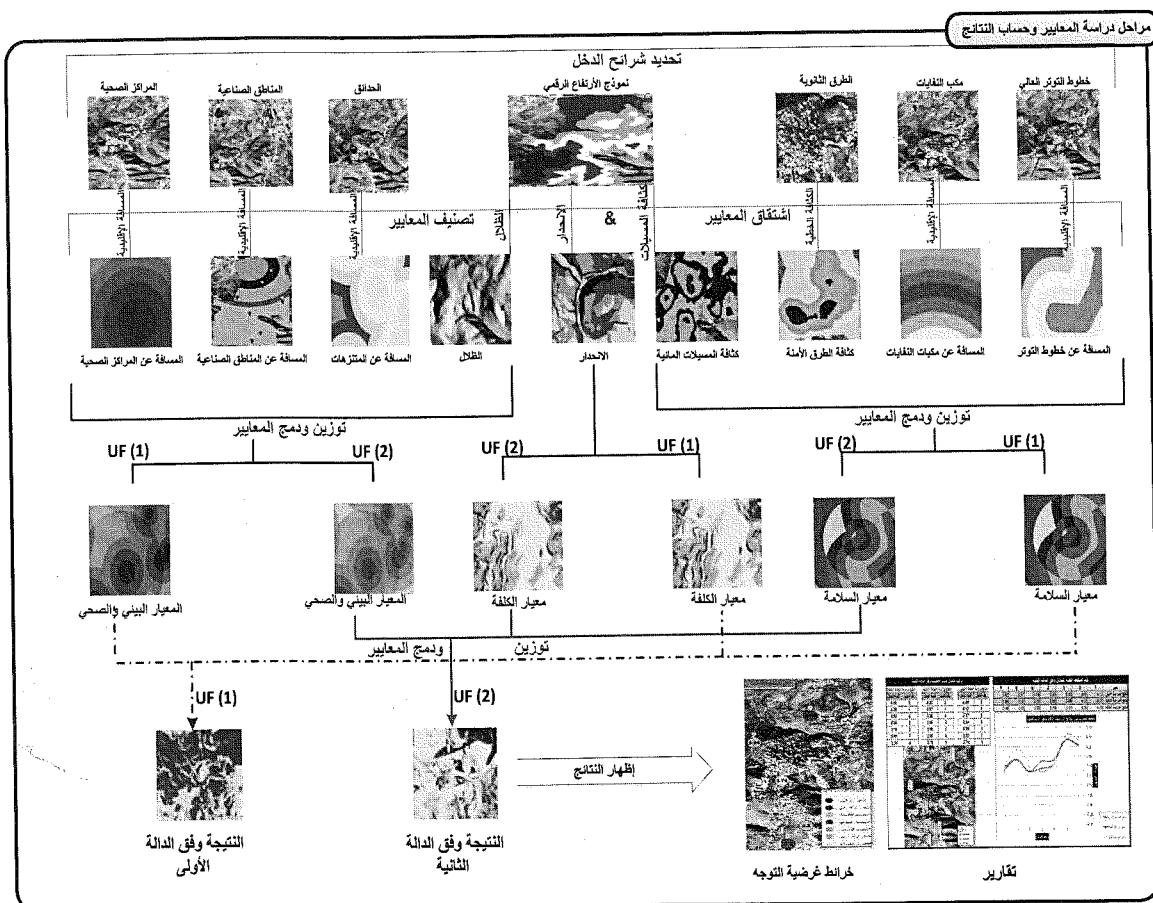
تم حساب قيمة المعيار البيئي والصحي باعتماد تابعي المنفعة الموضعين بالشكل رقم (15) حيث تم تطبيق هاتين الدالتين على الطبقات الجغرافية (راستر) الممثلة للمعايير الثانية باستخدام تقنية جبر

**الخريطة (Map Algebra) وتقنية التراكب الموزون (Weighted Overlay)** للحصول على رaster نهائية تمثل قيم هذا المعيار بالنسبة لكل بديل من البديل المدروسة ، حيث أن وسطي قيمة الخلايا (3) عند كل بديل من البديل المدروسة يمثل قيمة المعيار بالنسبة للبديل كما هو موضح بالشكل . (32)

### 3-3-6-6 حساب النتائج

تم حساب قيمة المنفعة الكلية لكل بديل من البديل المدروسة بتطبيق دالة المنفعة المستخدمين في هذا البحث على المعايير الرئيسية الممثلة بشكل طبقات من نوع راستر وذلك بعد تحديد الأهمية النسبية لكل معيار رئيسي مدروس.

يوضح الشكل رقم (41) الخطوات المتّبعة في دراسة المعايير وحساب النتائج.



الشكل رقم 40 : خطوات دراسة المعايير وحساب النتائج

تمت دراسة ثلاثة حالات أساسية اعتمدت فيها أوزان مختلفة للمعايير الرئيسية والثانوية، كما تم حساب قيمة المنفعة الكلية لكل موقع مدرسة (بديل) باستخدام الدالة الأولى والثانية، حيث كانت النتائج على شكل خرائط وتقارير غرضية التوجه.

### دراسة الحالة الأولى

تمت دراسة الحالة الأولى باستخدام مجموعة المعايير الرئيسية والثانوية المدروسة وباعتماد مجموعة من الأوزان تم توزيعها بشكل متساوي على المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (2).

إن التوزين المستخدم في الحالة الأولى يأخذ بعين الاعتبار أن كافة المعايير متساوية في الأهمية من وجهة نظر صانع القرار.

صانع القرار (DM1)

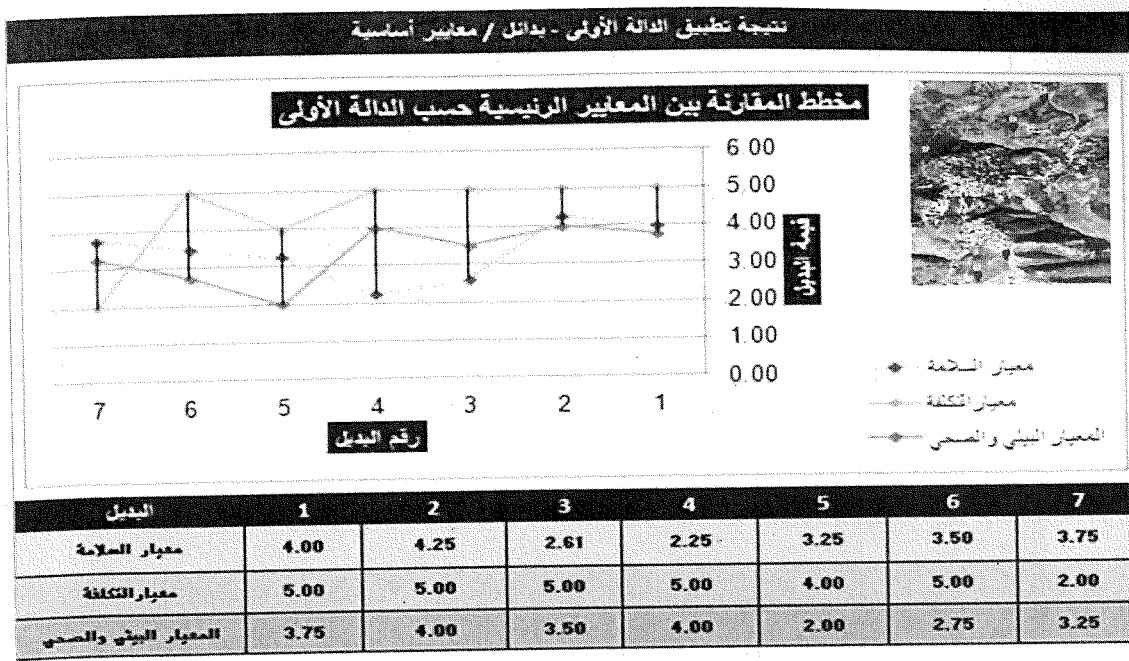
وزن المعيار الجنبي	المعيار الجنسي (Attribute)	المعيار الرئيسي (Dimension)	وزن المعيار الرئيسي
0.25	موقع المدرسة يبعد مسافة كافية لا تقل عن 50 متر من خطوط التقاطر العالي	معيار السلامة	0.333
0.25	موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الغرق ومجاري السيول والأودية		
0.25	موقع المدرسة بعيد عن مواقع طمر ومعالجة النفايات الصلبة.	معيار التكالفة	0.333
0.25	يتتوفر ضمن المنطقة التخفيضية للمدرسة طرق آمنة		
1	موقع المدرسة في مكان مستوي لا يزيد ارتفاعه عن 18 درجة	المعيار البيئي والصحي	0.334
0.25	موقع المدرسة لائق صحياً من ناحية الإضاءة والسطوع الشعسي		
0.25	موقع المدرسة قريب من الحدائق العامة والترفية		
0.25	موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية		
0.25	موقع المدرسة قريب من المراكز الصحية		

جدول 2 : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية

### حساب قيم المعايير الرئيسية

#### • حساب قيم المعايير الرئيسية وفق الدالة الأولى.

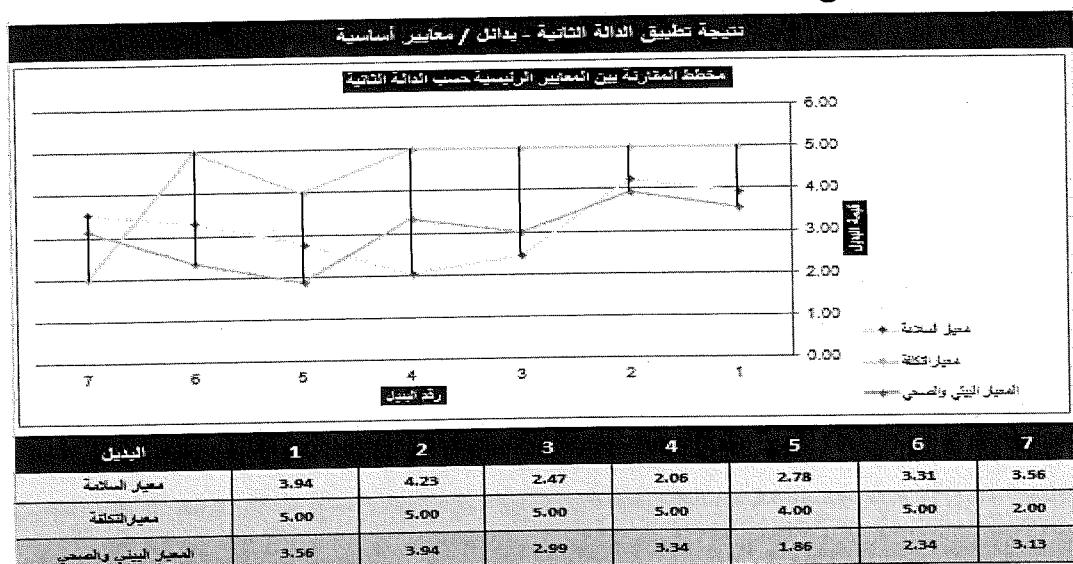
تم حساب قيمة المنفعة لكل معيار رئيسي باستخدام طبقات الراستر التي تمثل المعايير الثانوية المشكلة له، من خلال تطبيق الدالة الأولى وباستخدام الأوزان المذكورة في الجدول رقم (2)، حيث كانت النتائج كما هو موضح بالشكل رقم (41) الذي يمثل مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية بالنسبة لكل بديل من البديل المدروسة (موقع المدارس).



الشكل رقم 41: مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية حسب الدالة الأولى

#### • حساب قيم المعايير الرئيسية وفق الدالة الثانية

تم حساب قيمة المنفعة لكل معيار رئيسي اعتماداً على قيم المعايير الثانوية المشكلة له من خلال تطبيق الدالة الثانية وباستخدام الأوزان المذكورة في الجدول رقم (2) ، حيث كانت النتائج كما هو موضح بالشكل رقم (42) الذي يمثل مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية ، وذلك بالنسبة لكل بديل من البديل المدروسة (موقع المدارس) .



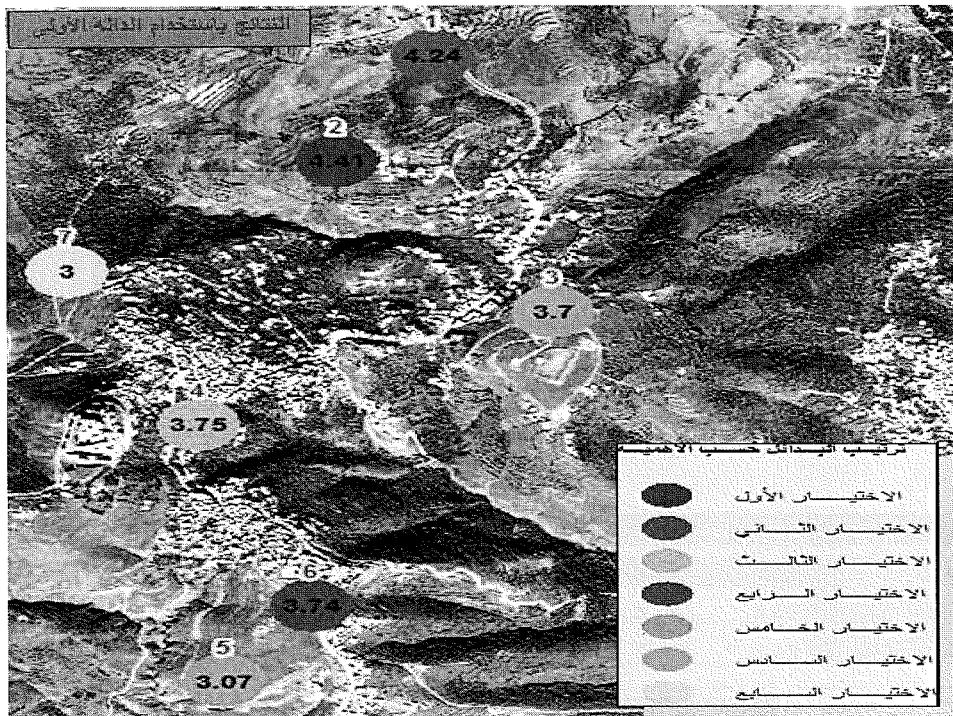
الشكل رقم 42: مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية حسب الدالة الثانية

### حساب المنفعة الكلية للبدائل

#### • حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى

تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل الأولى بالاعتماد على طبقات الراستر الممثلة للمعايير الرئيسية المشكلة لها والتي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (2) ، حيث يوضح الشكل رقم (43) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ويمثل الرقم

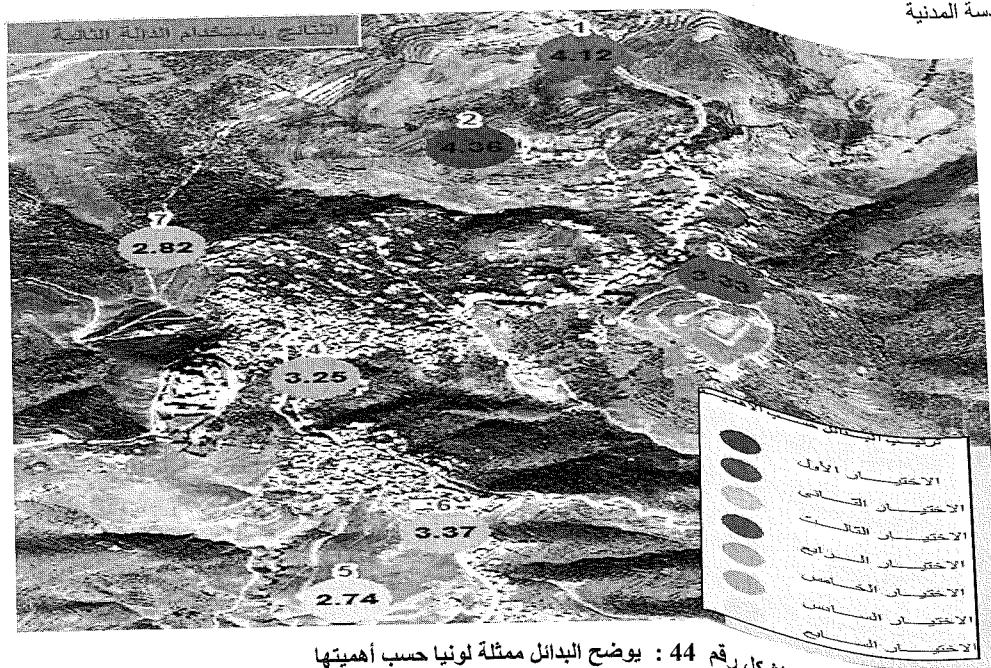
الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل



الشكل رقم 43 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها

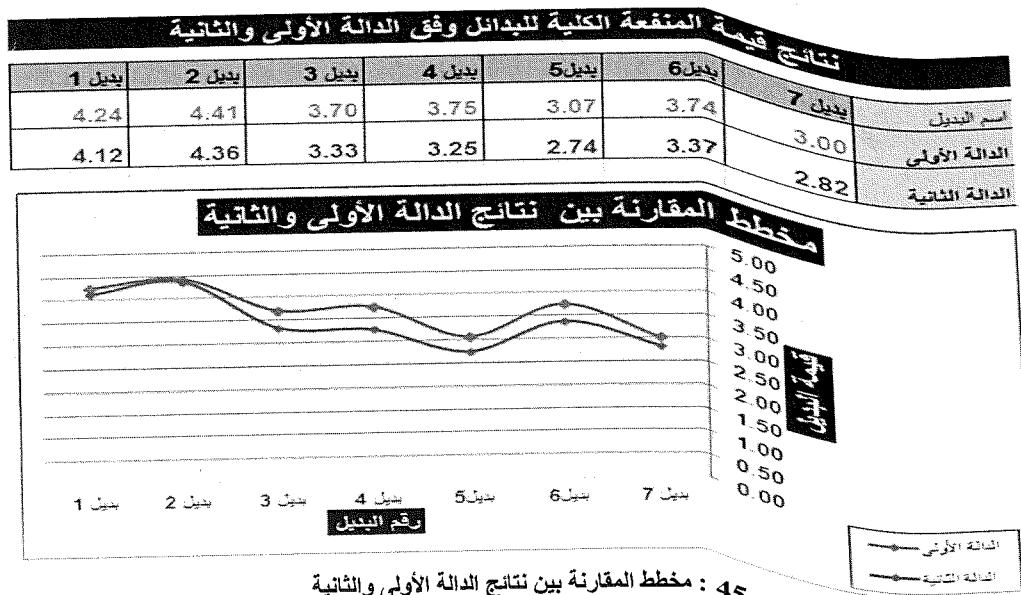
#### • حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الثانية

تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل الثانية بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية التي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (2) ، حيث يوضح الشكل رقم (44) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ويمثل الرقم الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل .



**مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية.**

بالاعتماد على تقرير الأكسل الذي يعتبر أحد مخرجات نظام دعم القرار المطور ، تمت المقارنة بين القيم المحسوبة للبدائل حسب الدالة الأولى والثانية ، حيث يوضح الشكل رقم (45) مخطط المقارنة بين النتائج .



### ☒ تحليل نتائج الدراسة الأولى

- نلاحظ في حالة معيار التكلفة وبما أن معاييره الثانوية لا تتعدى المعيار الواحد فإن تطبيق نظرية المنفعة على هذا المعيار سواء كانت باستخدام الدالة الأولى أو الثانية تعطي نفس النتائج.

- نلاحظ أن البديل الذي يحمل الرقم "2" هو البديل الأفضل وذلك حسب نتائج الدالة الأولى والثانية، أما البديل الذي يليه في الأفضلية بالنسبة لنتائج الدالة الأولى والثانية هو البديل رقم "1"، باقي البداول فقد تغير ترتيبها بتغيير الدالة المستخدمة.
- حسب الشكل رقم (45) نلاحظ أن فرق قيمة المنفعة بالنسبة لأفضل بديل وفق الدالة الأولى والثانية هي الأقل مقارنة بالبدائل الأخرى.

### ✳ دراسة الحالة الثانية

تمت دراسة الحالة الثانية بدون تغيير أوزان المعايير الثانوية التي استخدمت في الدراسة الأولى، حيث تم تغيير أوزان المعايير الرئيسية فقط كما هو موضح بالجدول رقم (3).

وزن المعيار الجنسي	المعيار الجنسي (Attribute)	صلع القرار (DM2) (Dimension)	وزن المعيار الرئيسي
0.25	موقع المدرسة بعيد مسافة كافية لا تقل عن 50 متراً من خطوط التوتر العالي	معيار السلامة	0.5
0.25	موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الفقر ومحاري السبيل والأودية		
0.25	موقع المدرسة بعيد عن موقع ظهر ومعالجة النفايات الصلبة.		
0.25	يتوفر ضمن المنطقة التخديمية للمدرسة طرق آمنة		
1	موقع المدرسة في مكان مستوي لا يزيد انحداره عن 18 درجة	معيار التكلفة	0.25
0.25	موقع المدرسة لائق صحياً من ناحية الإضاءة والسطوع الشمسي	المعيار البيئي والصحي	0.25
0.25	موقع المدرسة قريب من الدوائر العامة والترقيفية		
0.25	موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية		
0.25	موقع المدرسة قريب من المراكز الصحية		

جدول 3 : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية

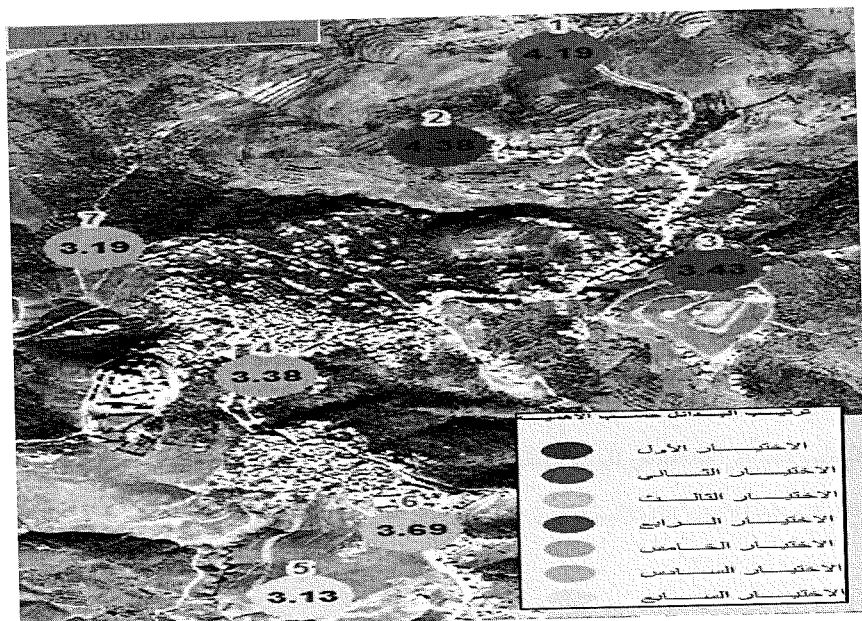
### **حساب قيم المعايير الرئيسية**

بما أن أوزان المعايير الثانوية المشكلة للمعايير الرئيسية لم تتغير عن القيم التي استخدمت في الدراسة الأولى فإن قيم المنفعة لهذه المعايير هي نفسها كما هو موضح بالشكلين رقم (42,41).

### **حساب المنفعة الكلية للبدائل**

#### **حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى.**

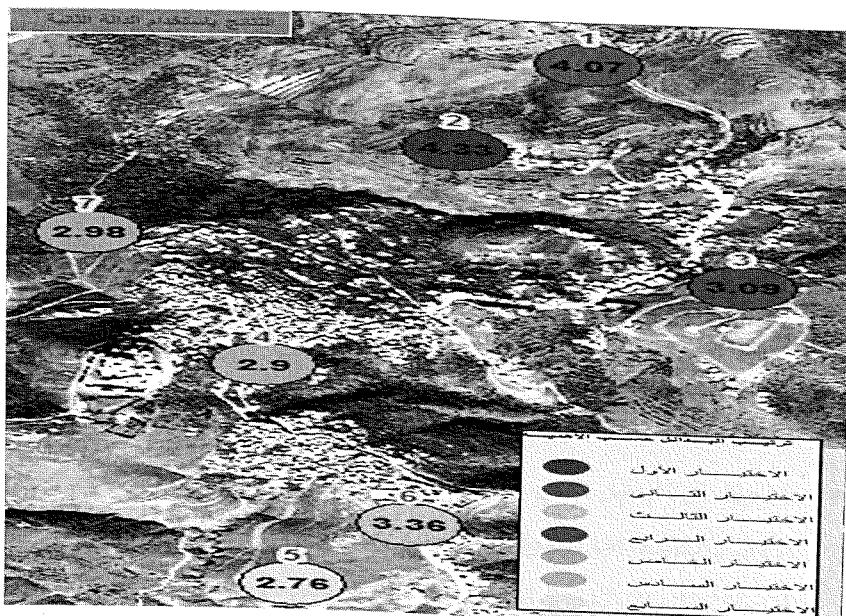
تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية التي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (3) ، حيث يوضح الشكل رقم (46) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ، ويمثل الرقم الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل .



الشكل رقم 46 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها

### • حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الثانية

تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الثانية بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية التي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (3) ، حيث يوضح الشكل رقم (47) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ، ويمثل الرقم الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل .



الشكل رقم 47 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها

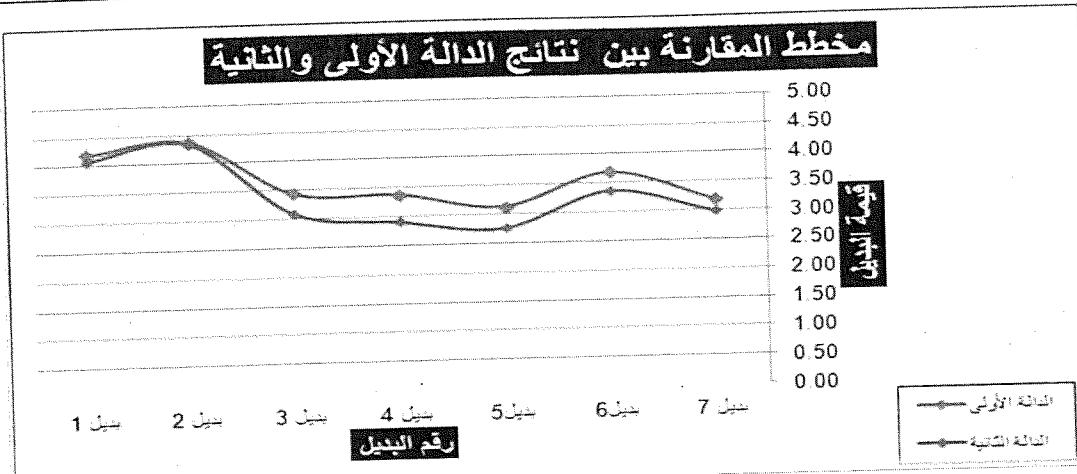
### ☒ مقارنة نتائج الدالة الأولى والثانية .

بالاعتماد على تقرير الإكسل الذي يعتبر أحد مخرجات نظام دعم القرار المطور ، تمت المقارنة بين نتائج البدائل وفق الدالة الأولى والثانية ، حيث يوضح الشكل رقم (48) مخطط المقارنة بين النتائج.

### نتائج قيمة المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى والثانية

البديل	1	بديل 2	بديل 3	بديل 4	بديل 5	بديل 6	بديل 7	اسم البديل
	4.19	4.38	3.43	3.38	3.13	3.69	3.19	الدالة الأولى
	4.07	4.33	3.09	2.90	2.76	3.36	2.98	الدالة الثانية

### مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية



الشكل رقم 48 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية

### تحليل نتائج الحالة الثانية.

- نلاحظ أن البديل الذي يحمل الرقم "2" هو البديل الأفضل، وذلك حسب نتائج الدالة الأولى والثانية، أما البديل الذي يليه في الأفضلية بالنسبة لنتائج الدالتين هو البديل رقم "1"، باقي البدائل تغير ترتيبها بتغيير الدالة المستخدمة.
- نلاحظ حسب الشكل رقم (48) أن قيم كافة البدائل بالنسبة للدالة الأولى أعلى من قيم البدائل بالنسبة للدالة الثانية وهي مشابهة إلى حد كبير في تسلسل أهمية البدائل، خصوصاً البدائل الثلاثة الأولى.
- حسب الشكل رقم (48) نلاحظ أن فرق قيمة المنفعة بالنسبة لأفضل بديل وفق الدالة الأولى والثانية هي الأقل مقارنة بالبدائل الأخرى.

### دراسة الحالة الثالثة

تمت دراسة الحالة الثالثة باعتماد أوزان مختلفة للمعايير الرئيسية والثانوية بما تم استخدامه في الحالتين الأولى والثانية، حيث يوضح الجدول رقم (4) قيم الأوزان المستخدمة.

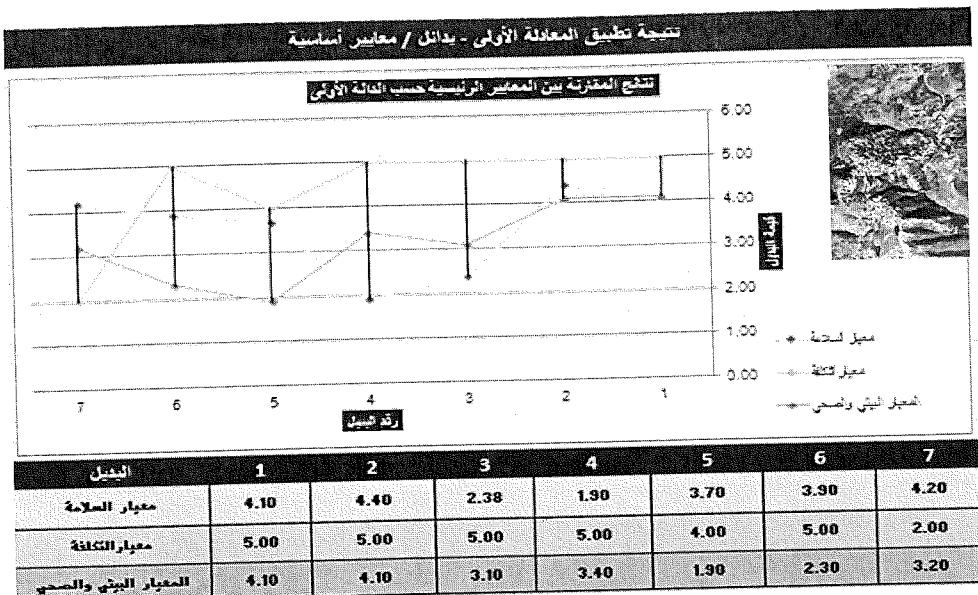
صانع القرار (DM3)			
وزن المعيار الجنسي	المعيار الجنسي (Attribute)	المعيار الرئيسي (Dimension)	وزن المعيار الرئيسي
0.5	موقع المدرسة يبعد مسافة كافية لا تقل عن 50 متر من خطوط التوتر العالي	معيار السلامة	0.5
0.2	موقع المدرسة لا يقع ضمن مناطق الغر ومجرى السيول والآورية		
0.2	موقع المدرسة بعيد عن مواقع طمر ومعالجة النفايات الصلبة		
0.1	يتتوفر ضمن المنطقة التخديمية للمدرسة طريق آمنة	معيار الكلفة	0.4
1	انحداريه الموقع لا تزيد عن 18 درجة		
0.4	موقع المدرسة لائق صحياً من ناحية الإضاءة والسطوع الشمسي	المعيار البيئي والصحي	0.1
0.3	موقع المدرسة قريب من الدائري العامة والتوفيقية		
0.2	موقع المدرسة بعيد عن المناطق الصناعية		
0.1	موقع المدرسة قريب من المراكز الصحية		

جدول 4 : يوضح المعايير المدروسة وأهميتها النسبية

### حساب قيم المعايير الرئيسية

#### • حساب قيم المعايير الرئيسية وفق الدالة الأولى.

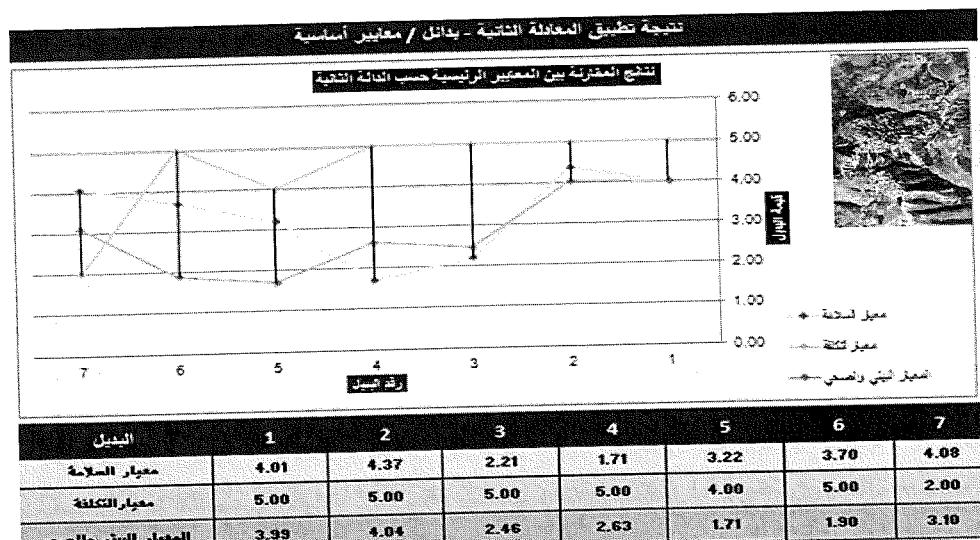
تم حساب قيمة المنفعة لكل معيار رئيسي اعتماداً على قيم المعايير الثانوية المشكلة له وباعتماد الدالة الأولى وفق الأوزان المذكورة في الجدول رقم (4)، حيث كانت النتائج كما هو موضح بالشكل رقم (49) الذي يمثل مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية وذلك بالنسبة لكل بديل من البديل المدروسة (موقع المدارس).



الشكل رقم 49 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى

#### حساب قيمة المعايير الرئيسية وفق الدالة الثانية

تم حساب قيمة المنفعة لكل معيار رئيسي وفق الدالة الثانية وباعتماد الأوزان المذكورة في الجدول رقم (4)، حيث كانت النتائج كما هو موضح بالشكل رقم (50) الذي يمثل مخطط المقارنة بين المعايير الرئيسية وذلك بالنسبة لكل بديل من البديلات المدروسة (موقع المدارس).

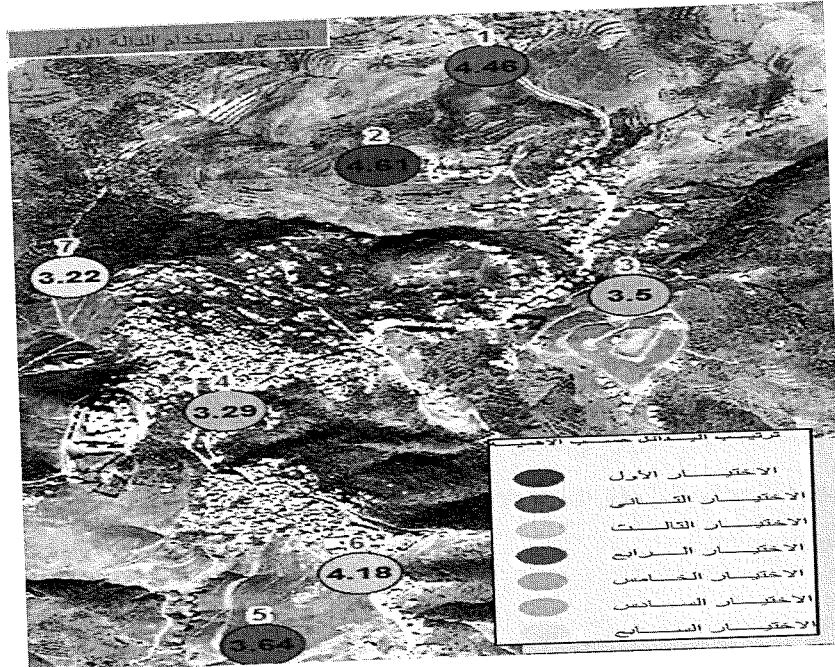


الشكل رقم 50 : مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الثانية

### **حساب المنفعة الكلية للبدائل**

#### • حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى.

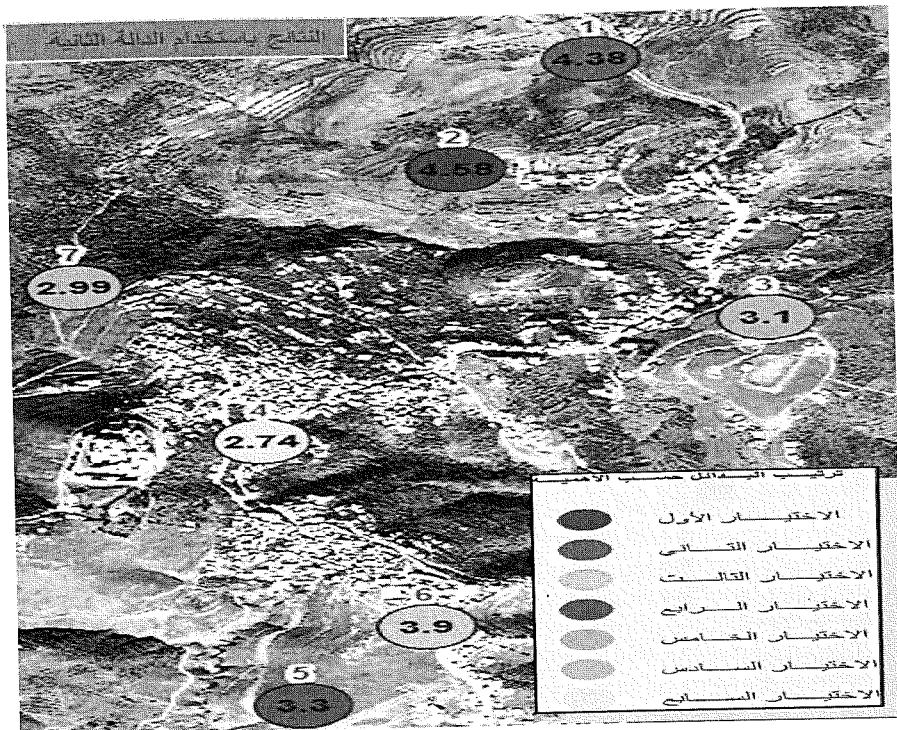
تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الأولى بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية التي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (4) ، حيث يوضح الشكل رقم (51) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ، ويمثل الرقم الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل .



الشكل رقم 51 : يوضح البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها

#### • حساب المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الثانية

تم حساب قيم المنفعة الكلية للبدائل وفق الدالة الثانية بالاعتماد على قيم المعايير الرئيسية التي تم حسابها في الخطوة السابقة وفق نفس الدالة ، مع الأخذ بعين الاعتبار الأهمية النسبية لهذه المعايير كما هو موضح بالجدول رقم (4) ، حيث يوضح الشكل رقم (52) البدائل ممثلة لونيا حسب أهميتها ويظهر اللون الأحمر حسب مفتاح الخريطة موقع البديل الأفضل الذي يأخذ الرقم "2" أما البديل الذي يليه في الأهمية هو البديل ذو اللون الأزرق الذي يأخذ الرقم "1" ، ويمثل الرقم الظاهر ضمن كل دائرة لونية قيمة المنفعة لهذا البديل .



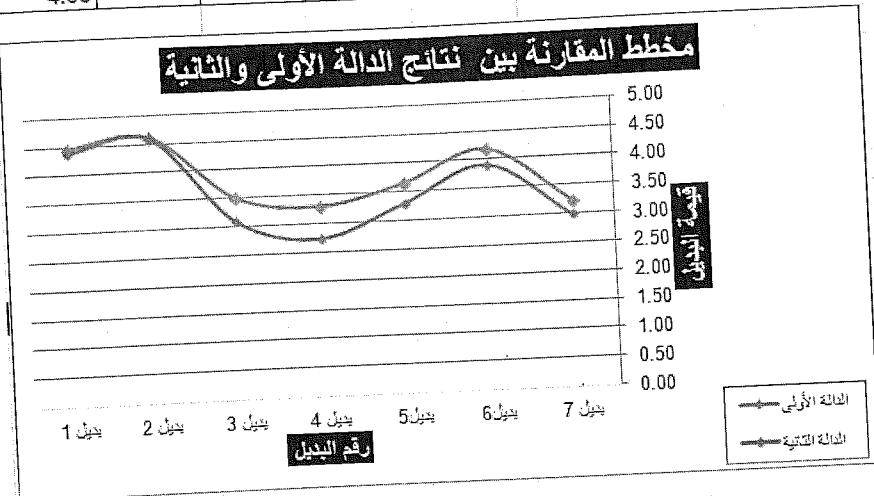
الشكل رقم 52 : يوضح البادئ ممثلة لونيا حسب أهميتها

#### **☒ مقارنة نتائج الدالة الأولى والثانية .**

بالاعتماد على تقرير الإكسل الذي يعتبر أحد مخرجات نظام دعم القرار المطور، تمت المقارنة بين نتائج البادئ وفق الدالة الأولى والثانية، حيث يوضح الشكل رقم (53) مخطط المقارنة بين النتائج.

**نتائج المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية**

البديل 1	البديل 2	البديل 3	البديل 4	البديل 5	البديل 6	البديل 7	اسم البديل
4.46	4.61	3.50	3.29	3.64	4.18	3.22	الدالة الأولى
4.38	4.58	3.10	2.74	3.30	3.90	2.99	الدالة الثانية

**مخطط المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية**

الشكل رقم 53 : نتائج المقارنة بين نتائج الدالة الأولى والثانية

**☒ تحليل نتائج الحالة الثالثة.**

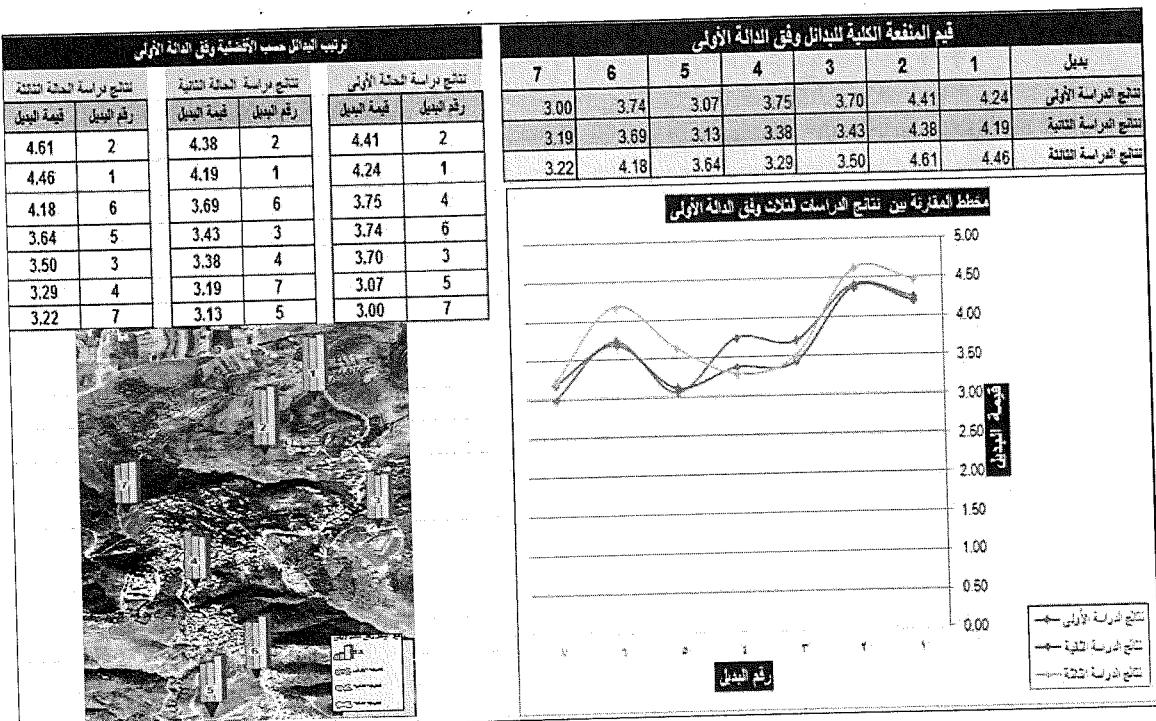
- نلاحظ أن البديل الذي يحمل الرقم "2" هو البديل الأفضل ، وذلك حسب نتائج الدالة الأولى والثانية، أما البديل الذي يليه في الأفضلية بالنسبة لنتائج الدالتين هو البديل رقم "1" ، باقي البدائل فقد تغير ترتيبها بتغيير الدالة المستخدمة.
- حسب الشكل رقم (53) نلاحظ أن قيمة كافة البدائل بالنسبة للدالة الأولى أعلى من قيمة البدائل بالنسبة للدالة الثانية وهي متشابهة إلى حد كبير في تسلسل أهمية البدائل .
- حسب الشكل رقم (53) نلاحظ أن فرق قيمة المنفعة بالنسبة لأفضل بديل وفق الدالة الأولى والثانية هي الأقل مقارنة بالبدائل الأخرى.

## \* مقارنة النتائج

يوفّر نظام دعم القرار المطور في هذا البحث إمكانية مقارنة نتائج ثلاثة دراسات فيما بينها بحيث يعطي تقريراً يوضح الفروقات بين هذه القيم ويرتب البديل حسب أهميتها وفق كل دراسة.

### ➤ مقارنة النتائج وفق الدالة الأولى

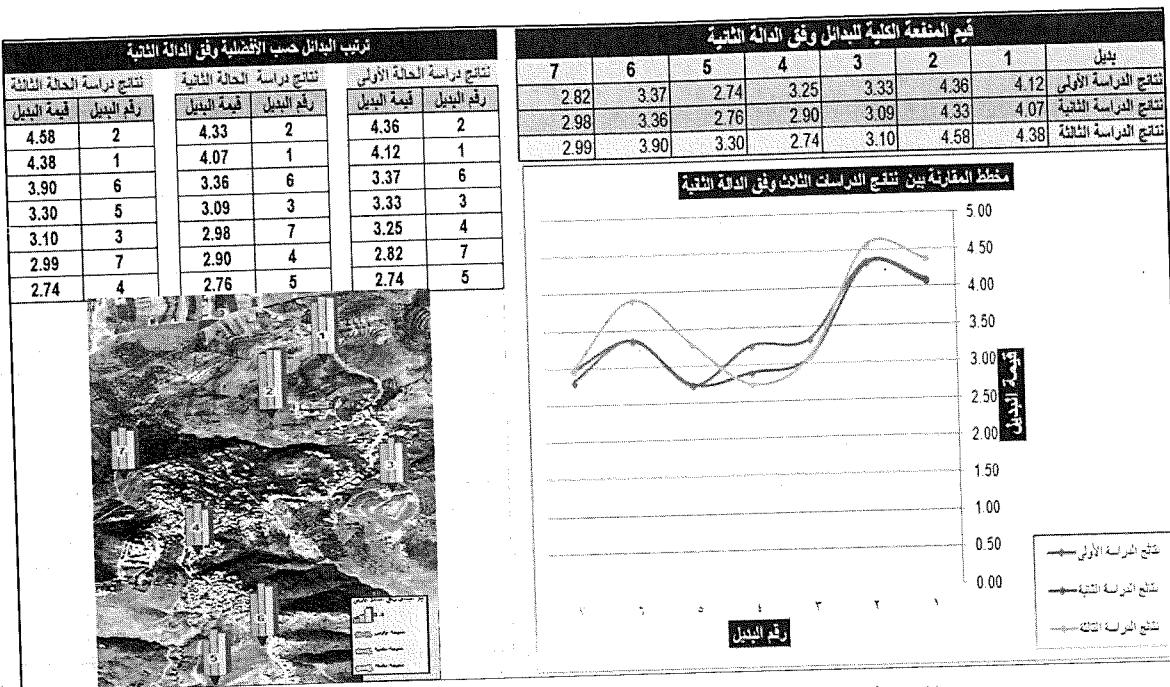
اعتماداً على نتائج الدراسات الثلاث التي أجريت لكل بديل من البديل المدروسة (موقع المدرسة) وفق الدالة الأولى، تمت مقارنة النتائج فيما بينها وترتيب البديل حسب الأفضلية كما هو موضح بالشكل رقم (54).



الشكل رقم 54 : مخطط المقارنة بين الحالات الثلاث وفق الدالة الأولى

## ▷ مقارنة النتائج وفق الدالة الثانية

اعتماداً على نتائج الدراسات الثلاث التي أجريت لكل بديل من البديل المدروسة (موقع المدرسة) وفق الدالة الثانية ، تمت مقارنة النتائج فيما بينها وترتيب البديل حسب الأفضلية كما هو موضح بالشكل رقم (55).



الشكل رقم 55 : نتائج المقارنة بين الحالات الثلاث وفق الدالة الثانية

اعتماداً على النتائج المستخرجة من دراسة الحالات الثلاث السابقة ، تبين أن موقع المدرسة الذي يحمل الرقم "2" هو الموقع الأفضل بين مواقع المدارس السبعة التي تمت دراستها ، وذلك وفق الدالتين الأولى والثانية ، حيث أن تغيير أوزان المعايير قد أثر على ترتيب البديل إلا أن البديل "2" بقي محافظاً على ترتيبه وأفضليته مما يدل على أن البديل 2 هو أفضل بديل يحقق المعايير المدروسة .

## الفصل السابع

### النتائج والتوصيات

#### 1-7 النتائج

- وفر النظام المقترن أدوات تحليلية وواجهات تفاعلية ، تمكّن صناع القرار من دراسة معايير معقدة والتوفيق فيما بينها بما يخدم الدقة والسرعة في اتخاذ القرار .
- ساعد النظام المقترن في فهم النتائج والمعايير المدروسة بشكل أوضح من خلال واجهات عرض ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- وفر النظام المطور أداة سهلة وسريعة تمكّن صناع القرار من دراسة تأثير أوزان المعايير على نتائج القرار .

#### 2-7 التوصيات

- تطوير النظام بحيث يشمل أدوات تساعد صناع القرار على تطوير دراسة تحليل الحساسية المرتبطة بأوزان المعايير وتأثيرها في تغيير القرار.
- إجراء الدراسة عن طريق متكاملة نظم المعلومات الجغرافية مع طرائق أخرى لدعم القرار ومقارنتها مع نتائج طريقة المنفعة .
- ضرورة الانتباه إلى استخدام بيانات جغرافية ووصفية دقيقة وصحيحة خلال مرحلة تشكيل المعايير لما لها من أهمية في اتخاذ القرارات الصحيحة .
- الاهتمام بتوفير خرائط رقمية تفصيلية بحيث يتم الاستفادة منها في تشكيل المعايير المرتبطة بدراسات مشابهة لهذه الدراسة.

## المراجع

- [1] Azizi Mohd Din, M., Jaafar,W., Obot,M.,Hussin,W., (2008)." How GIS can be a useful tool to deal with landfill site selection ". International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences (2008 ).
- [2] Alfares ,H. " Combining criteria ranks for calculating their weights in group MCDM". King Fahd University of Petroleum & Minerals Dhahran 31261, Saudi Arabia
- [3] Fülop , J." Introduction to Decision Making Methods", Laboratory of Operations Research and Decision Systems.
- [4] ESRI. (2010). Advance Analysis with ArcGIS. Environment System Research Institute, USA.
- [5] ESRI. (2007). Working with ArcGIS Spatial Analyst. Environment System Research Institute, USA.
- [6] ESRI. (2010). Working with 3DGIS Using ArcGIS. Environment System Research Institute, USA.
- [7] ESRI. (2011). Environment System Research Institute.(2011)." ESRI Industries.", <http://www.esri.com/industries.html>.
- [8] Norstad, J., (2010) . " An Introduction to Utility Theory " .
- [9] Schafer, R. , (1999 ) ." Rules of Using Multi-Attribute Utility Theory for Estimating a User's Interests".
- [10] School Facilities Planning Division ,California Department of Education .(2007)." School Site Selection and Approval Guide.", <http://www.cde.ca.gov/ls/fa/sf/schoolsitesguide.asp>.
- [11] Voorneveld,M. " From preferences to Cobb-Douglas utility" . Department of Economics, Stockholm School of Economics
- [12] Wahyudi ,A." Dicision making with GIS ",

[13] Zhao,L. Garner ,B. " Developing GIS Tools to Integrate MCDM Models for the Analysis of Bank Branch Closures ". School of Geography, The University of New South Wales, Sydney

[14] Zietsman, J. Rilett , L. , Kim ,S., (2006 ). " Transportation corridor decision-making with multi-attribute utility theory " , Int. J. Management and Decision Making, Vol. 7, Nos. 2/3

[15] أغة القلعة ، سعد الله . علي ، عرفان. (2006) . "استخدام نظم المعلومات الجغرافية لدعم القرار في إدارة الكوارث " . مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، (22) 1

[16] الحسيني، صلاح . "نظم دعم القرارات" ، مركز الهايدي لدعم القرار،  
<http://www.siironline.org/alabwab/algharar-center/009.html>

[17] طبایبیة ، سلیمة . بوردیمة ، سعیدة . "التحلیل المتعدد المعايير و دوره في اتخاذ القرار" ، جامعة 08 مای 1945 قالمة.

[18] عابدين، محمد يسار . الدجاني «ينا. (2009) . "الاتجاهات المستقبلية الفضلى لتوسيع مدينة دمشق بمساعدة تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS)" . مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، (25)

[19] محمد ، عبادي . شیاد ، فیصل. "استخدام اسلوب التحلیل الهرمي لاختیار الواقع المثلی للتمويلين"

[20] محمد على، عصام الدين. (2007). "تأثير نظم المعلومات على الإدارة الحكومية في المدينة العربية."، قسم التخطيط العمراني، جامعة الملك سعود .

[21] مهدیة ، ساطوح . ، عیشاوی، سهیله. (2009) "نظم دعم القرار أبعادها و مجالات تطبيقاتها" ، الملتقى الوطني السادس حول الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية ، الجزائر .

## Summary

Decision-making is the process of study identification and selection of the best alternative on the basis of values and preferences of the decision maker to achieve the objectives of this decision.

The multi- Attribute Utility Theory is one of the fundamental ways in the multi-criteria decision-making, this method depends on that each decision maker collects the values of different criteria using a function U, so that the alternative with highest value of the function U is considered the best, taking into account the importance of the criteria.

This research presents a developed decision support system uses the techniques of GIS and Multi Attribute Utility Theory (MAUT), helps decision makers to study conflicting criteria and reconcile among them to serve the precision and speed in decision-making.

The developed system has been applied in studying of choosing the best school location from a group of available sites in the study area (Hosen City) in Homs, Syria.

this research refers to the importance of integration GIS with the methods of multi-criteria decision-making in the development of decision support systems helps to overcome the problems of complicated and conflicted criteria ,lack of the clarity and other difficulties faced by decision makers during studying such of decisions .

Damascus University  
Faculty of Civil Engineering  
Department of Engineering management and Construction

# Decision Support System for Choosing Location of Public Facility

**Case Study: School Location**

**Prepared by**

**Eng. Alaa Hammoud**

**Supervised by**

**Dr. Eng. Talal Al-Shihabi**

**Dr. Eng. Mazen Ibrahim**

**Damascus 2012**