

## دراسة التغير العمراني باستخدام نظام معلومات جغرافي رباعي الأبعاد

(دراسة حالة - مكة المكرمة)

**ملخص البحث:** هناك عوامل كثيرة تؤثر سلباً وإيجاباً في طبيعة وكفاءة والتغيرات على عمارة وعمران المدن. ومتتابعة وتوقع مثل تلك العوامل والمتغيرات وتوقع آثار ونتائج مثل تلك العوامل والمتغيرات على عمران المدينة تعد من المهام الصعبة في ظل تعقد وتدخل المؤشرات والتغيرات التكنولوجية شبه اليومية. تقدم نظم المعلومات الجغرافية العديد من الأدوات والوسائل التي تتيح في توقع وتقييم هذه التغيرات على مدار فترة من الزمن. ويقدم البحث استخدام نموذج نظام معلومات جغرافي رباعي الأبعاد يدخل الزمن كبعد رابع في دراسة العوامل المتوقعة وما تنتجه من تغيرات معمارية وعمرانية على منطقة ما ومتتابعة المتغيرات العمرانية المختلفة وتقييم آثارها المختلفة. ويقوم البحث نموذج نظام معلومات جغرافي يتم خلاله توثيق التغيرات العمرانية المتوقعة على مدار فترة زمنية محددة ودراسة الآثار العمرانية المترتبة على تلك المتغيرات على مدار فترة تلك التغيرات. وينتهي البحث بعدد من النتائج العامة فيما يخص استخدام نظم المعلومات الجغرافية رباعية الأبعاد. وأخرى تتناول التغيرات العمرانية في المنطقة المركزية بمكة المكرمة وأساليب توقع وتلافي الآثار السلبية لعمليات التنمية.

**الكلمات الدالة:** التغير في العمران ، نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة.

### 1. مقدمة:

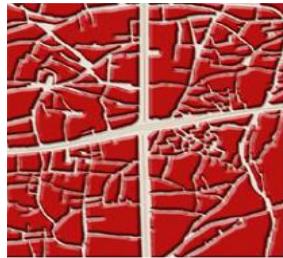
تعد نظم المعلومات الجغرافية أداة لتوثيق ومراقبة وتوقع التغيرات العمرانية الحادثة على منطقة عمرانية ما خلال فترة زمنية محددة. وتمثل مكة المكرمة مثالاً قلماً يتوافر في مدينة ما إذ أن مكة المكرمة مقبلة حالياً على تغيرات عمرانية كبيرة خلال العشرين سنة القادمة يصعب ملاحظتها أو نونق نتائجها.

### 2. الملامح العمرانية لمدينة مكة القديمة:

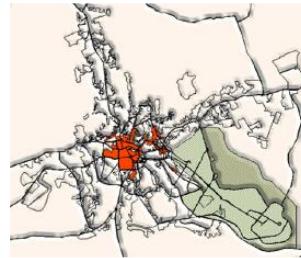
انحصرت مدينة مكة المكرمة تاريخياً داخل وادي يحيط به سبعة جبال وقد انحصر النطاق العمراني للمدينة داخل ذلك الوادي، شكل رقم (1). وقد اتصف النسيج العمراني بأنه نسيج متضام ذو طرقات متعرجة ومظللة ، شكل رقم (2) . ومباني ذات ارتفاعات لا تتعدي الأربع طوابق شكل رقم (3). (فايز زهير ، 2004م).



شكل رقم 3 : لقطة توضح الطابع العراني لمدينة مكة التقليدية.



شكل رقم 2 : النسيج العراني التقليدي لمدينة مكة.



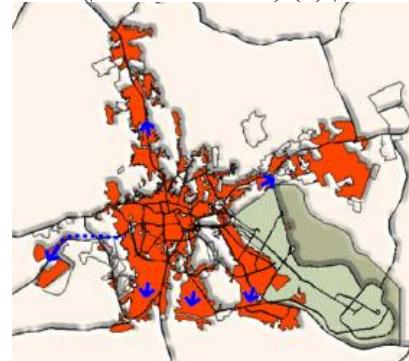
شكل رقم 1 : النطاق العراني لمدينة مكة خلال السبعينيات.

خلال فترة الثمانينيات من القرن الماضي شهدت مدينة مكة المكرمة تغيرات عمرانية كبيرة. فقد صاحب أعمال التوسعة السعودية الأولى والثانية للحرم المكي شق لسلسلة من الأنفاق ربطت وادي مكة القديم بما حولها من أودية وبالأخص وادي مني ووادي العزيرة شرقاً ومنطقة الهجرة جنوباً. وقد ساعدت تلك الأنفاق على امتداد مدينة مكة المكرمة لأول مرة منذ آلاف السنين خارج الوادي المحدود إلى تلك المناطق المستحدثة ، شكل رقم (4).

وعلى خلاف مناطق مكة التاريخية أخذت مناطق الامتداد العراني المستحدثة طابع عمراني مختلف عن مكة التاريخية (مباني مرتفعة وشبكة طرق متعددة تتبع النمط الغربي في العمران) ، شكل رقم (5) (فائز زهير ، 2004م).



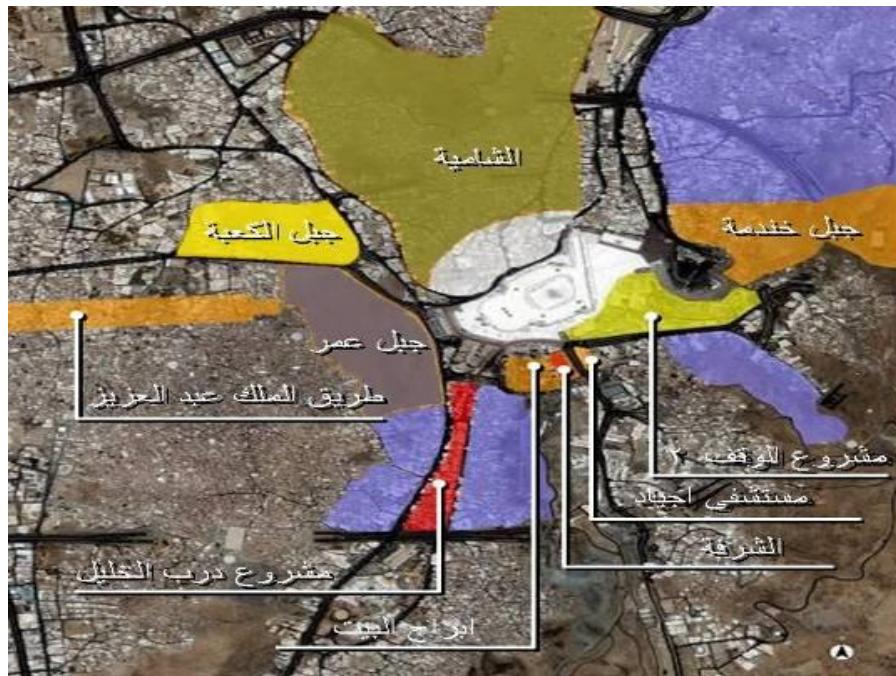
شكل رقم 5 : نمط العرمان بمناطق الامتداد المستحدثة.



شكل رقم 4 : النطاق العراني الحالي لمدينة مكة.

### 3. الملامح العمرانية لمشاريع التطوير العراني:

واليوم تشهد مدينة مكة المكرمة تغيرات عمرانية كبيرة قلماً شهدتها مدينة معاصرة فقلب مدينة مكة التاريخي يخضع حالياً لعمليات إحلال شاملة ضمن مشروعات ضخمة تهدف إلى استبدال وجه مكة التاريخي باخر معاصر لم تتضمن ملامحه العمرانية بعد إنما الشئ المؤكد أن المنطقة المركزية ستتغير خلال السنوات الخمسة والعشرين القادمة وتفقد طابعها وملامحها المعمارية وال عمرانية التي عرفها سكانها وزائرتها لتكتسب وجهاً وملامحاً جديدة والشكل رقم (1) يعرض خريطة بمشروعات التطوير بالمنطقة المركزية لمدينة مكة المكرمة.



شكل رقم 6 : خريطة توضح التغير العمراني لمدينة مكة المكرمة خلال السنوات العشرين القادمة.

### 1.3. المشروعات التطويرية بالمنطقة المركزية لمكة المكرمة:

تبينت المشروعات سواء المقترحة أو تلك التي تحت التطوير سواء في المساحة أو حتى الارتفاع. فهناك أربعة مشروعات رئيسية ذات مساحات كبيرة هي جبل عمر وجبل خدمة والشامية والطريق الموازي. وتقوم مباني تلك المشروعات على قانون الحجوم وبعد أقصى 22 طابقاً إلا أن هناك اتجاه لزيادة الارتفاعات لمواجهة ارتفاع أسعار الأرضي الكبير. حيث من المتوقع أن يبلغ ارتفاع الفندق في مشروع وقف الملك عبد العزيز للحرمين الشريفين أكثر من خمسمائة متر ليصبح أعلى ناطحة سحاب خرسانية في العالم. وفيما يلي عرض موجز لأهم الملامح المعمارية والمعمارية لأهم تلك المشروعات. (الهيئة العليا للتطوير منطقة مكة، 2005)

1.1.3. مشروع جبل عمر: (شكل رقم 7 و 8). (فقيه، عبد الرحمن عبد القادر، 2005)

عدد السكان المتوقع: 34500 شخص

مساحة المشروع: 320000 متر<sup>2</sup>



شكل رقم 8 : لقطة توضح الطابع العمراني للمشروع.



شكل رقم 7 : مخطط مشروع جبل عمر.

- 2.1.3. مشروع طريق الملك عبد العزيز (الطريق الموازي):  
 مساحة المشروع: 514000 متر<sup>2</sup>  
 عدد السكان المتوقع: 55000 شخص
- 3.1.3. مشروع جبل الكعبة: (شكل رقم 9).  
 مساحة المشروع: 46000 متر<sup>2</sup>  
 عدد السكان المتوقع: 40400 شخص
- 4.1.3. مشروع وقف الملك عبد العزيز للحرمين الشريفين: (شكل رقم 10).  
 مساحة المشروع: 430000 متر<sup>2</sup>  
 عدد السكان المتوقع: 25000 شخص



شكل رقم 10 : مشروع وقف الملك عبد العزيز للحرمين.



شكل رقم 9 : مشروع جبل الكعبة.

- 5.1.3. مشروع منطقة الشامية: (شكل رقم 11 و12).  
 مساحة المشروع: 430000 متر<sup>2</sup>  
 عدد السكان المتوقع: 570000 شخص



شكل رقم 12 : لقطة توضح الطابع المعماري للمشروع.



شكل رقم 11 : مخطط مشروع الشامية.

- 6.1.3. مشروع جبل خدمة: (شكل رقم 13 و 14). (فقيه، عبد الرحمن عبد القادر، 2004)  
 مساحة المشروع: 225000 متر<sup>2</sup>  
 عدد السكان المتوقع: 35000 شخص



شكل رقم 14 : لقطة توضح الطابع المعماري للمشروع.



شكل رقم 13 : مخطط مشروع جبل خدمة.

ولما كان كل واحد من تلك المشروعات له قواعده التنظيمية الخاصة به من حيث الارتفاعات والارتفاعات والكثافات البنائية والسكنية والطابع المعماري والعمري. وتقوم الهيئة العليا لتطوير مكة المكرمة بمتابعة انتظام تلك المشروعات ضمن المخططات الشامل والميكانيكي لمكة المكرمة.

كل واحد من تلك المشروعات له جدوله الزمني الخاص به والذي تحكمه عوامل متعددة منها التسويق والتوفيقية ومعدلات إنجاز الأعمال. وإذا افترضنا أن المدى الزمني لتلك المشروعات حتى تكتمل هو حوالي الخمسة وعشرين سنة. فإن خصائص قلب مدينة مكة العمرانية يصعب التنبؤ بها على مدار الخمسة وعشرين عاماً القادمين (محمد سلط الشريف ، 2005م).

#### 4. دراسة التغير العمراني للمنطقة المركزية لمكة - باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:

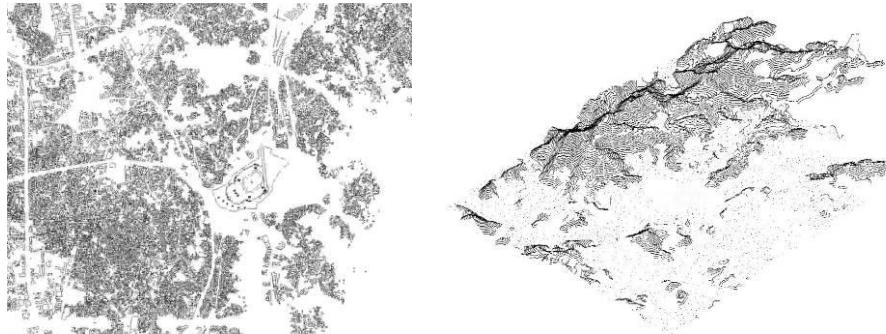
تقوم نظم المعلومات الجغرافية أداة جيدة لمتابعة التغير على مدار الزمن وذلك بإنشاء نظام معلومات جغرافي يتم من خلاله توثيق بيانات كافة المشروعات وربطها بالداول الزمنية المتوقعة لتلك المشروعات. ومن ثم الاستفادة من هذا النظام في متابعة التغير على مدار المسار الزمني للخمسة وعشرين سنة. ويتناول البحث عدداً من التغيرات مثل الارتفاعات والكثافات البنائية والاسمية والمساحات البنائية وحتى أعمال الحفر والإزالة للجبل والمستويات.

##### 1.4. إنشاء نظام معلومات جغرافي للمنطقة المركزية لمكة المكرمة:

- تم استخدام مجموعة متنوعة من المعلومات والبيانات لإنشاء النظام:
- خرائط أتوCAD (AutoCAD) ثنائية الأبعاد للمنطقة المركزية مقياس رسم (1:25000) معطاة من أمانة العاصمة المقدسة.
  - خرائط كوتوريرية ثنائية الأبعاد كل مترين للمنطقة المركزية مقياس رسم (1:25000) معطاة من أمانة العاصمة المقدسة.
  - تقارير المشروعات الجديدة بالمنطقة المركزية.
  - تقارير المخطط الشامل والميكانيكي لمكة المكرمة والصادرة عن الهيئة العليا لتطوير مكة.
  - صور فضائي دقة 60 سم لمدينة مكة مأخوذ عام 2004 م باستعمال القمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird Satellite licensed to HRI through KACST)

##### 1.4.1. باستخدام مصادر المعلومات السابقة تم إنشاء نظام المعلومات الجغرافية من خلال الخطوات التالية:

- تم إنشاء خرائط ثلاثة الأبعاد للكمبيوتر باستخدام برنامج تم تصميمه خصيصاً باستخدام لغة Visual Lisp (Visual Lisp). وذلك باستخدام الخرائط ثنائية الأبعاد المعطاة. والشكل رقم (15) يعرض صورة لخرائط المنتجة.
- تم إنشاء المضلعات التي تمثل المباني السكنية والفنادق بالمنطقة المركزية باستخدام خريطة الأتوCAD لمكة المكرمة. والشكل رقم (16) يعرض المضلعات التي تم إنشائهما.
- تم إنشاء المضلعات التي تمثل كل من: حدود المشروعات الجديدة وكثير مباني المشروعات الجديدة بالمنطقة المركزية كل على طبقة منفصلة وذلك من خلال الخطوات التالية:
  - إدراج صور مخططات المشروعات الجديدة داخل برنامج الأتوCAD.
  - ضبط مقاييس ومكان وزاوية ميل كل صورة بمعلومية حدود ساحات الحرمين والطرق الرئيسية التي لم يحدث لها تعديل.
  - رسم مضلعات مباني كل واحد من المشروعات الجديدة.



شكل رقم 15 : لقطة توضح خطوط الكونتور ثلاثة الأبعاد.      شكل رقم 16 : لقطة توضح المضلعات التي تمثل مباني المنطقة المركزية

**2.1.4 بناء قاعدة البيانات (Building Data Base):** الخطوة التالية هي إنشاء قاعدة البيانات الخاصة بالمباني القديمة والجديدة والتي تضمنت البيانات التالية:

- تاريخ الإزالة (المبني القديمة): وترتبط بمراحل إنشاء كل واحد من تلك المشروعات.
- عدد الأدوار: تم وضع تصور بارتفاعات المبني الجديدة باستخدام اللقطات المنظورية للمشروعات الجديدة والمتحركة ضمن تقارير ورسومات تلك المشروعات الأولية. بالنسبة لبيانات المبني الحالية بالمنطقة المركزية تم استخدام لقطات جوية للمنطقة المركزية إضافة إلى بعض المسوح الميدانية لطلاب قسم العمارة الإسلامية بجامعة أم القرى.
- تاريخ الإنشاء: تم تحديد مراحل زمنية لكل واحد من المشروعات وقد قام الباحث بوضع تصور بالمراحل الزمنية لكل مشروع وذلك بدءاً من التاريخ المعلن للمشروع.
- السعة الاستيعابية للمبني: وتعبر عنها بإجمالي مساحات أدوار المبني مقسومة على 3.5 متر وهي المساحة المحددة بمعرفة إمارة مكة المكرمة للحاج ضمن قواعد تكفين الحاج.

**3.1.4 إنشاء عناصر نظام المعلومات الجغرافي (Creating Feature Classes):** تم إضافة الطبقات المختلفة المكونة لنظام المعلومات الجغرافي والتي تتكون من:

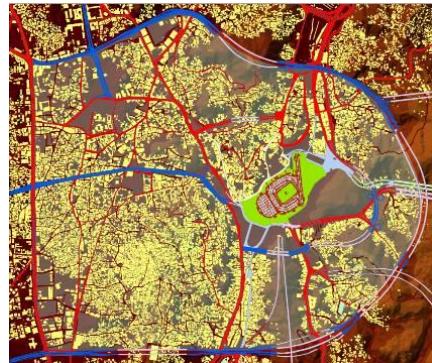
- المبني الحالية للمنطقة المركزية.
- المساحات المخصصة للمشروعات الجديدة.
- المبني المقترحة للمشروعات الجديدة بالمنطقة المركزية.
- الحرم المكي وساحاته.
- شبكة الطرق الحالية بمستوياتها المختلفة.

وقد تم إضافة وربط كافة البيانات الخاصة بكل واحد من عناصر الطبقات المختلفة والشكل رقم (17) يعرض خريطة الوضع الحالي للمنطقة المركزية حول الحرم أما الشكل رقم (18) فيعرض مشروعات التطوير بالمنطقة المركزية حول الحرم المكي (ESRI. 2005).

## دراسة التغير العمراني باستخدام نظام معلومات جغرافي رباعي الأبعاد (مكة المكرمة – دراسة حالة)



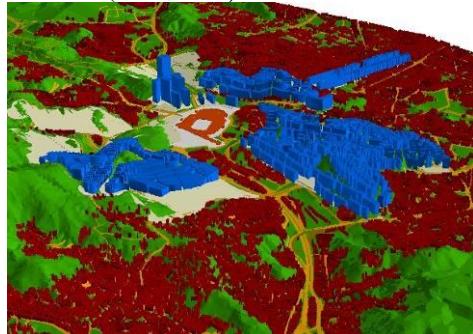
شكل رقم 17 : لقطة توضح الوضع الحالي للمنطقة المركزية حول الحرم المكي.



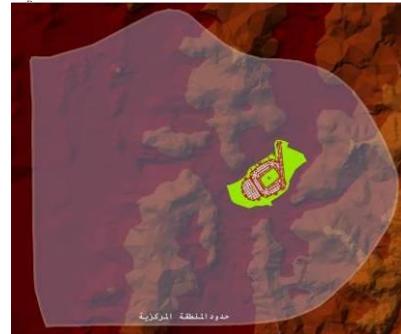
شكل رقم 17 : لقطة توضح الوضع الحالي للمنطقة المركزية حول الحرم المكي.

### 4.1.4. إنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد (Creating 3d Tin).

خلال المرحلة التالية من العمل تم إنشاء السطح الطوبوغرافي للمنطقة المركزية (Tin) باستخدام الخطوط الكونتورية ثلاثية الأبعاد وذلك من خلال برنامج ArchGIS (الخاص بنظم المعلومات الجغرافية) وبرنامج ملحق به 3D Analyst (الخاص بنظام GIS) (الخاص بنظام GIS) يعرض السطح الناتج والذي يمثل الطبيعة الطوبوغرافية للمنطقة المركزية وقد تمت إضافة مخطط الحرم المكي كعنصر متوسط إضافة إلى حدود المنطقة المركزية والمحددة من البيئة العليا لتطوير مكة. أم الشكل رقم 20 فيعرض لقطة ثلاثية الأبعاد للتصور النهائي للمنطقة المركزية بعد التطوير (ESRI, 2006).



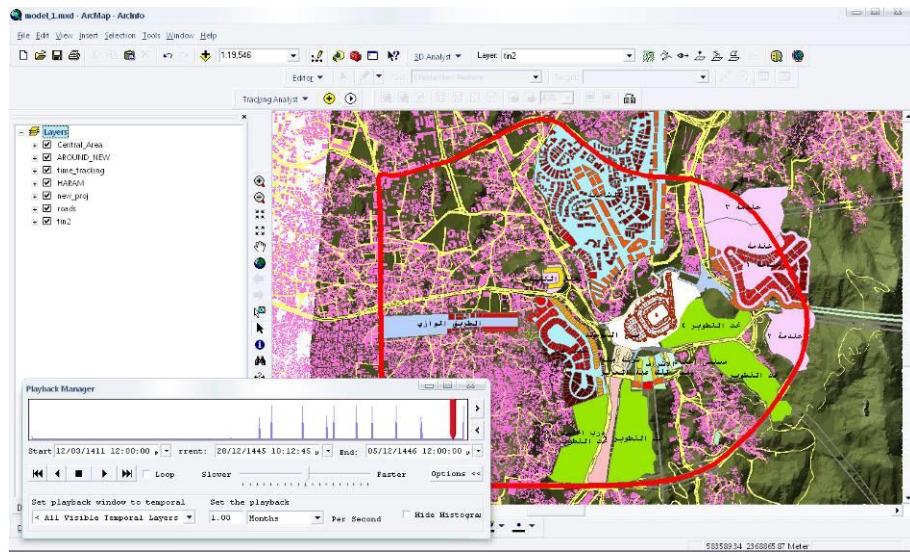
شكل رقم 18 : لقطة توضح السطح الناتج الذي يمثل الطبيعة الطوبوغرافية للمنطقة المركزية بعد التطوير.



شكل رقم 19 : لقطة توضح السطح الناتج الذي يمثل الطبيعة الطوبوغرافية للمنطقة المركزية.

### 2.4. إنشاء المسار الزمني لمتابعة التغير في عمران المنطقة المركزية:

خلال تلك المرحلة من المشروع تم إنشاء طبقة تمثل المسار الزمني لمباني المنطقة المركزية (Time Track) باستخدام الطبقة المتضمنة لمباني كافة المشروعات الجديدة وذلك من خلال برنامج ArchGIS (الخاص بنظم المعلومات الجغرافية) وبرنامج ملحق به Tracking Analyst (الخاص بنظام GIS) رقم (21) يعرض شاشة البرنامج والمسار الزمني لتطور مشروعات المنطقة المركزية. حيث يتم إظهار المراحل المختلفة والمترادفة للمشروعات التطويرية داخل المنطقة المركزية بمعدل كل ثلاثة شهور وعلى مدار الخمسة وعشرين سنة (فترة الدراسة للتطور العمراني) (EDITORS OF ESRI (PRESS, 2004).



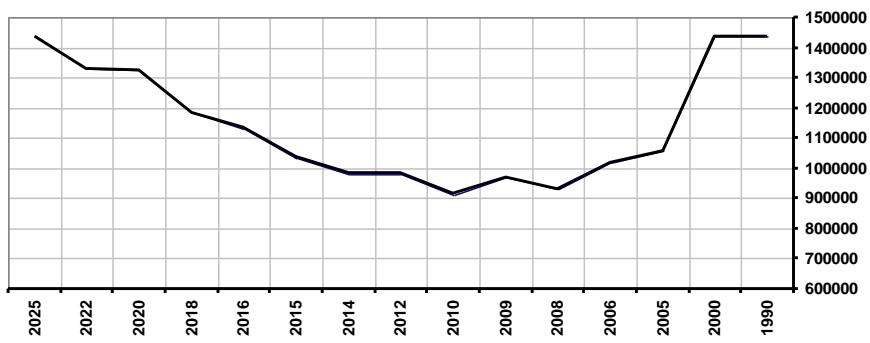
شكل رقم 21 : لقطة تعرض شاشة برنامج نظم المعلومات الجغرافية مع وحدة التحكم بالعرض الزمني.

## 5. التحليل العراني للتغير بالمنطقة المركزية لمكة المكرمة:

العديد من الظواهر العمرانية والتي تشكل ملامح الطابع العراني والمعماري لمنطقة ما يجب دراستها وتحليلها وتتناول الدراسة بعض هذه العناصر على سبيل المثال لا الحصر لما يمكن أن يقدمه النموذج المقترن لنظم المعلومات الجغرافية والأدوات التي يتيحها مثل هذا النظام.

### 1.5. المساحة المبنية:

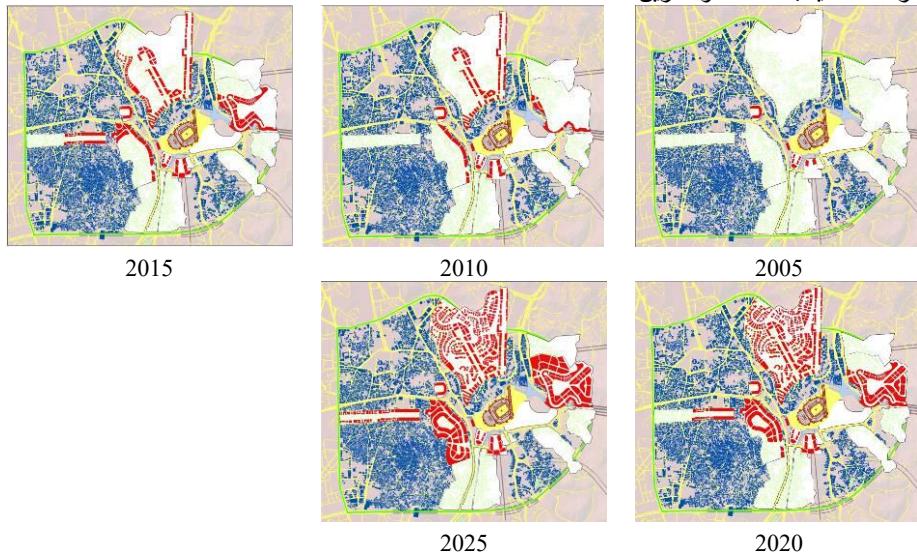
تشكل المساحة المبنية إضافة إلى عوامل أخرى واحدا من المؤشرات التي تعبر عن الخصائص العمرانية لمنطقة ما والرسم البياني رقم (22) يعرض التغير في المساحة المبنية خلال فترة الخمسة وعشرين عاماً لمراحل التطوير المختلفة. كما تعرّض الخرائط الخمسة في الشكل رقم (23) التطور في مراحل عمليات الإزالة والإضافة لكتلة العمرانية وذلك لكل خمسة سنوات.



شكل رقم 22 : رسم بياني يعرض التغير المتوقع حدوثه خلال الخمسة وعشرين سنة في المساحات المبنية.

## دراسة التغير العمراني باستخدام نظام معلومات جغرافي رباعي الأبعاد (مكة المكرمة – دراسة حالة)

الرسم البياني في الشكل رقم (20) يظهر تراجع المساحات المبنية من حوالي 1450000 م<sup>2</sup> إلى 900000 م<sup>2</sup> وذلك على مدار السنوات السبعة الأولى لعمليات التنمية. ثم تبدأ في التصاعد التدريجي حتى نهاية مراحل التنمية بعد خمسة وعشرين عاما.

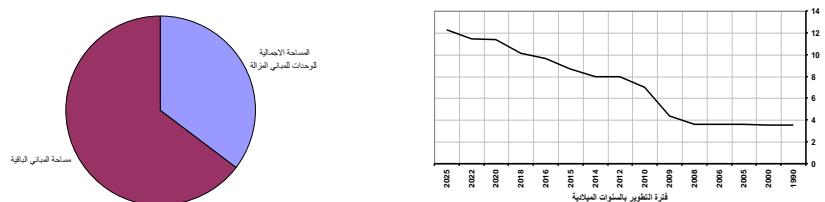


شكل رقم 23 : مجموعة من الخرائط تعرض التطور العمراني بالمنطقة المركزية خلال السنوات الخمسة والعشرين القادمة.

### 2.5. الكثافة البناءية:

يشمل التطوير مبنياً تمثل مساحتها 35% من إجمالي المساحة المبنية بالمنطقة المركزية لمدينة مكة المكرمة ويعرض الشكل رقم (24) رسمياً بيانياً لنسبة المبني المزالة لأعمال التنمية إلى إجمالي مساحات المبني داخل حيز المنطقة المركزية.

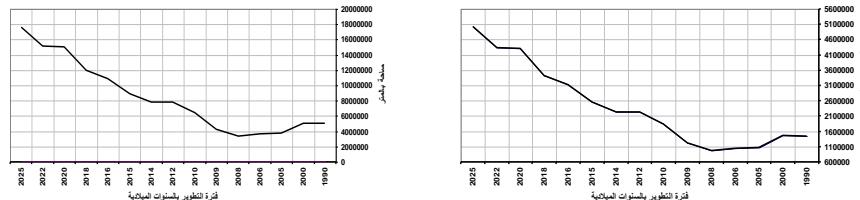
ويعرض الشكل رقم (25) التغير في الكثافة البناءية داخل المنطقة المركزية حيث يظهر أن الكثافة البناءية تظل شبه ثابتة عند رقم يقارب 4 حيث تضاف مساحات وأدوار تقارب المساحات والمبني المزالة ثم تبدأ الكثافة في الارتفاع والتزايد حتى تصل إلى قرابة 12 أي أنها ستتضاعف ثلاثة مرات.



شكل رقم 24 : التغير في الكثافة البناءية الإجمالية داخل المنطقة المركزية على مدار الخمسة وعشرين عاماً.

### 3.5. السعة الاستيعابية:

هناك مؤشران هامان يجب دراستهما ومتتابعة تغيرهما على مدار فترة التنمية المقترحة. هذان المؤشران هما إجمالي المساحات المبنية وترجمته إلى أعداد الحجاج الذين يمكن استيعابهم. والرسمين البيانيين رقمي (26) و (27) يعرضان لهذين المؤشران.

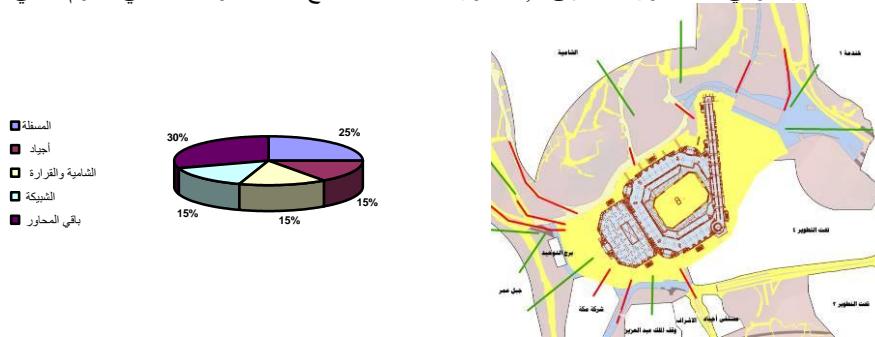


شكل رقم 26 : رسم بياني يعرض التغير الحادث في أعداد الحاج على مدار الخمسة والعشرين سنة القادمة.  
التطوير (خمسة وعشرين عاما).

الرسم البياني رقم 24 يعرض التغير المتوقع على مدار الخمسة وعشرين عاما (فترة التطوير) في أعداد الحاج الذين يمكن استيعابهم ويظهر الرسم حدوث نقص في السعة الاستيعابية خلال السنوات الخمسة الأولى للتنمية ثم يبدأ في التزايد من جديد ويتضاعف حتى يصل إلى قيمته القصوى مع انتهاء أعمال تنمية المخططة.

#### 4. محاور الحركة والوصول للحرم المكي:

يصل المصليون إلى الحرم المكي من جميع أنحاء مكة المكرمة بوسائل نقل مختلفة وقد أظهرت الدراسات التي قامت بها الهيئة العليا لتطوير مكة أن نسبة الحاج المصلين المشاة القادمين إلى الحرم المكي سيرا على الأقدام 72% من إجمالي عدد المصليين بالحرم بينما يستخدم باقي المصليين وسائل نقل متعددة. والشكل رقم (28) يعرض محاور الوصول الحالية للحرم المكي باللون الأحمر والمحاور المستحدثة نتيجة عمليات التنمية. ويظهر الشكل رقم (29) النسبة المئوية للتوزيع المنشئ المشاة على جهات ومحاور الوصول المحيطة بالحرم بالطبع ستتغير هذه النسب والأعداد المماثلة لها ويحتاج هذا الموضوع إلى دراسة أكثر استفاضة حيث أن الحرم بمبانيه الحالية وساحاته وأسطحه يتسع بحوالي 700000 نسمة وستتصاعد السعة الاستيعابية لمنطقة المحيطة من حوالي 1.6 مليون نسمة إلى 5,6 مليون نسمة مما سيشجع أعداد أكبر للصلاة في الحرم المكي.



شكل رقم 28 : محاور الوصول للحرم المكي الحالية  
شكل رقم 29 : النسبة المئوية لأعداد المصليين المشاة القادمين للحرم المكي من الجهات المختلفة.

كما ذكر سابقا دراسات أكثر يمكن تفيدها باستخدام النظام المقترن للوصول لتصورات أكثر تفصيلا عن التغيرات المتوقعة على المنطقة المركزية المحيطة بالحرم المكي مثل:  
الارتفاعات  
الطابع العراني.  
أعمال التسویات والطبيعة الطبوغرافية.  
التفاصيل المعمارية

## 6. النتائج:

- أمكن من خلال نموذج المعلومات الجغرافي المقترن متابعة التغيرات المختلفة للعديد من المؤشرات العمرانية على مدار فترة زمنية (فترة تنفيذ خططات التنمية) محددة.
- أظهر نموذج المعلومات الجغرافي المقترن حدوث تناقص كبير في السعة الاستيعابية للمنطقة المركزية خلال السنوات الخمسة الأولى للتنمية مما يستلزم ضرورة تنسيق مراحل العمل بين مشروعات التنمية المختلفة والمترادفة.
- وجود حاجة ماسة لعمل دراسات تفصيلية لمحاور الوصول من المشروعات المقترنة إلى الحرم وعلاقتها بداخل وساحات الحرم واستيعابية كل منها.
- ضرورة عمل دراسات ومقترنات لتوسيعة الحرم المكي بما يتماشى مع الزيادة الكبيرة المتوقعة في السعة الاستيعابية للمناطق المحيطة بالحرم بعد خمسة وعشرين عاماً.
- نتيج نظم المعلومات الجغرافية التمثيل والتحليل ثلاثي الأبعاد لعناصر البيئة المبنية والطبيعية.
- أظهر البحث الحاجة لتطوير وبناء قاعدة بيانات أكثر تفصيلاً ودقة لعمل المزيد من الدراسات العمرانية على المنطقة المركزية لمكة المكرمة.

## 7. الخلاصة:

نظم المعلومات الجغرافية تتضمن مجموعة من الأدوات التي تساعد المصممين والمخططين في نمذجة وتمثيل وعرض البيئة العمرانية والطبيعية. ونظم المعلومات الجغرافية تتضمن عدداً من الأدوات يقم البحث منها برنامج التحليل ثلاثي الأبعاد والذي يساعد في نمذجة وتحليل المناطق الجبلية كما يتتيح دراسة الميل وأعمال التسويات المقترنة وحساب أحجامها ودراسات الرؤية لها. كما يتتيح برنامج متابعة التغير عبر الزمن توقع التغيرات العمرانية والطبيعية خلال أعمال التطوير والتغيير الناتج عن عمليات التنمية كما يساعد متذبذبي القرار على تقييم البديل المختلفة ووضع تصورات لنتائج كل واحد من تلك البديالت.

هناك حاجه لبناء نظام معلومات معلومات جغرافي أكثر تفصيلاً ودقة للمنطقة المركزية لمكة المكرمة والتي تخضع للتغير والتطوير. وضرورة عمل دراسات أكثر تفصيلاً للتغير العمراني والمعماري على مدار الخمسة وعشرين سنة القادمة خاصة تغير السعة الاستيعابية لتلك المنطقة على مدار تلك الفترة وكذلك محاور الوصول للحرم المكي وعلاقتها بداخل الحرم وساحتاته نظراً لتأثير هذين العاملين على أعمال الحج وسلامة حجاج بيت الله الحرام.

## 8. التوصيات:

- يجب إنشاء نظام معلومات جغرافي ثلاثي الأبعاد يتضمن بيانات تفصيلية عن البيئة الطبيعية وال عمرانية لمدينة مكة المكرمة.
- يجب إجراء دراسات عمرانية تفصيلية للتغير العمراني لمدينة مكة المكرمة خلال العشرين سنة القادمة.
- يجب الاستفادة مما تتيحه نظم المعلومات الجغرافية من أدوات للتحليل العمراني ثلاثي الأبعاد لمتابعة أعمال التسويات والإزالة للجبال وأثار ذلك على البيئة الطبيعية وال عمرانية.
- يجب الاستفادة مما تتيحه نظم المعلومات الجغرافية من أدوات للتحليل العمراني لمتابعة التغيرات العمرانية وأثارها خلال أعمال التطوير وعلى مدار فترة أعمال التنمية.

- يجب الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في دعم اتخاذ القرارات والمفاضلة بين بدائل الحلول العمرانية والمعمارية.

#### 9. المراجع:

- فابير زهير ، 2004م ، الجزء الأول - التقرير النهائي للمخطط الهيكلي لمدينة مكة المكرمة. الهيئة العليا لتطوير منطقة مكة.
- الهيئة العليا لتطوير منطقة مكة، 2005 م . مشاريع التطوير الكبرى بمكة المكرمة ، مجلة البناء (173) ، 51 - 102 .
- فقيه، عبد الرحمن عبد القادر، 2005 م . تقرير مشروع تطوير جبل عمر الابتدائى ، مشروع تطوير جبل عمر.
- فقيه، عبد الرحمن عبد القادر، 2004 م . تقرير مشروع تطوير جبل خدمة الابتدائى ، مشروع تطوير جبل خدمة.
- محمد مسلط الشريف ، 2005م . الاستراتيجيات العامة لخطيط مكة المكرمة – المشكلات والحلول. ورقة عمل مقدمة للهيئة العليا لتطوير مكة المكرمة.
- ESRI. 2005. *Building a Geodatabase*. Environmental Systems Research Institute, Redlands (ESRI), CA, USA.
- ESRI, 2006. *Using ArcGIS' 3D Analyst*. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Redlands, CA, USA.
- EDITORS OF ESRI PRESS, 2004. *Using ArcGIS Tracking Analyst: ArcGIS 9*. ESRI Press, Redlands, CA, USA.

## PREDICTING URBAN CHANGES USING 4D GIS

*"MEKKAH CITY CENTRE AS CASE STUDY"*

**Abstract:** There are many factors affect positively and negatively the urban type and qualities. In the present of complicated socio-economic and technological fast changes, monitoring such changes and predicting their impacts on the urban has become a difficult task. Geographic Information Systems provide many tools that can be utilized in documenting, monitoring and predicting the urban changes over period of time. The research presents the application of a 4D GIS system that consider the time as fourth dimension in studying the urban changes and predicting the urban different changes. Traditionally, Mountains put limits form to the urban area of Mekkah. During the eighties, a major urban change happened because of a set of tunnel projects. Today, the old and historic area of Mekkah (known as the central area of Mekkah) is facing changes. Those changes that covers almost all of its central area. New major projects, proposed by the private sector and supported by the authorities, aim to replace the exiting urban old areas with new modern areas. This is conducted through different projects. Each one of these projects has its own schedule, urban character and even building rules. Through the next twenty years, Mekkah central area will change completely. The paper presents a model to document the urban changes over a certain period of time. Moreover, it presents a study of the different aspects of urban changes and their impacts on the urban qualities.