تحليل المرئيات الفضائية لرصد ديناميكية الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت شرقي المملكة العربية السعودية

د/ إيمان محمد عبد الصمد إبراهيم

الأستاذ المساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

بكلية الآداب

جامعة الإمام عبدالرحمن بن فيصل

منال مهدي عبد الله آل خليل

المحاضرة بقسم الدراسات الاجتماعية – شعبة الجغرافيا

بكلية الآداب

جامعة الملك فيصل

يعد الاستشعار عن بعد من المجالات العلمية التي تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية ، كمصدر مهم للمعلومات الحديثة والدقيقة عن الكرة الأرضية؛ فمع نجاح تكنولوجيا الاستشعار عن بعد أصبح دور نظم المعلومات الجغرافية أمراً ملحاً ،وخاصة بسبب زيادة حجم المعلومات وتنوعها الكبير، مما ترتب عليه صعوبة

الاستفادة منها بالطرق التقليدية. ولم تقتصر العلاقة بينهما إلى هذا الحد بل احتوت نظم المعلومات الجغرافية على نظم خاصة تقوم بمعالجة المرئيات الفضائية وفي نفس الوقت تقوم بمطابقتها مع بيانات خطية لخرائط أساسية وذلك للحصول على نتائج مرضية (عزيز،1418ه/1998م،ص47) .

تتناول الدراسة التوسع العمراني في جزيرة تاروت عبر فترات زمنية مختلفة من عام (1984م وحتى عام 2014م) ، وذلك من خلال الاعتماد على بيانات الاستشعار عن بعد كمصدر للبيانات في دراسة هذا التوسع ، و ستتم المعالجة الرقمية لبيانات الاستشعار عن بعد Remote Sensing ، وتفسيرها وتحليها واستخلاص النتائج واستخدامها لعمل الخرائط الجغرافية المختلفة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS .

تعد ظاهرة النمو العمراني المطَّرد وما يخلفه من آثارٍ سواء كانت سلباً أم إيجاباً محل اهتمام الكثير من الباحثين ولا سيما دارسي جغرافية العمران في المملكة العربية السعودية خصوصاً بعد بروز العديد من التقنيات الحديثة ، كتقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية التي أثبتت فاعليتها في دراسة جغرافية العمران من حيث تخطيط وإدارة المدينة وعمرانها ، وتوزيع الخدمات و كفاءتها ، بالإضافة إلى إعداد خرائط استعمالات الأرض وتحديد المناطق العشوائية والمباني المتردية مما يساعد في اتخاذ القرار الصائب وهذا ما تصبو إليه الجغرافيا المعاصرة.

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System (GIS نمطاً تطبيقياً لتكنولوجيا الحاسب الآلي والتي تهتم بإنجاز وظائف خاصة في مجال معالجة وتحليل المعلومات مما يتفق مع الهدف التطبيقي لها معتمدة على كفاءة بشرية وإلكترونية متميزة (عزيز ، 1418هـ/1998م، ص32) مما دفع إلى استخدامها في الدراسات الجغرافية .

وقد اهتم الجغرافيون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات التطبيقية مثل: إعادة تخطيط مناطق التجمعات العمرانية من مدن وقرى بما يتفق مع الإمكانيات الطبيعية والبشرية والاقتصادية للإقليم كما يفيد استخدامها في مقارنة التخطيط المقترح بالوضع الراهن لمنطقة معينة لتحديد الملكيات، بالإضافة إلى مساعدة هذه النظم في تحديد اتجاهات النمو العمراني للتجمعات عن طريق متابعة التطور والنمو العمراني؛ مما يساعد في اختيار أفضل المواقع لعناصر التجمع العمراني بناءً على المعايير المختلفة ، كذلك يساهم في بناء النماذج العمرانية الرياضية لتحديد اتجاهات النمو العمراني المستقبلي.

أولاً: منطقة الدراسة : تقع جزيرة تاروت في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية شرق مدينة القطيف ما بين دائرتي عرض(24ً32َ26ْ) و (35َ26ْ) شمالاً، وخطي طول (48 ً4 َ50 ْ) و (12 ً1َ50ْ) شرقاً. ويحدها من الشمال والشرق الخليج العربي وساحل رأس تنورة ، ومن الجنوب الخليج العربي وساحل الدمام ، ومن الغرب ساحل مدينة القطيف كما هو موضح في الشكل رقم (1) . وتعد جزيرة تاروت أحد المراكز العمرانية التابعة لمحافظة القطيف التي تعتبر واحدة من محافظات المنطقة الشرقية من الفئة (أ) [1] وفق نظام المناطق الصادر عام 1412هـ ، وتتكون جزيرة تاروت من مدينة تاروت والتي تتبعها أربع قرى هي: **(دارين ، سنابس ، الربيعية ، الزور)** (وزارة الشؤون البلدية والقروية 1425 هـ/2004م ، ص 36) ، أما مدينة تاروت فتشمل23 حياً موزعةً كالتالي :

1- الأحياء التي امتدت نحو الشمال والجنوب ونمت على حساب الأراضي الزراعية ؛ وتتكون من 12 حياً هي : (الديرة ، الجبل ، الزمرد ، النخيل "الأطرش" ، اليمامة "الدشة" ، الأندلس ، الصواري ، النرجس، الجوهرة ، الصدفة" الوقف" ، المناخ "الأمانة"، اللؤلؤ).

2- الأحياء التي امتدت على حساب البحر (أحياء الردم الحديثة) والتي اتصلت بمدينة تاروت الأم (النواة الأصلية) والمكونة من 11 حياً وهي: (الفتح "الدخل المحدود" ، الروضة "تركيا" ، الرضا "المزروع"، المروج ، تركيا الصناعية، الورود، الشاطئ، المرجان ، الساحل ، الواحة "المنيرة" ، الجامعيين) كما هو موضح في الشكل رقم (2).

شكل رقم (1) : الموقع الجغرافي لجزيرة تاروت

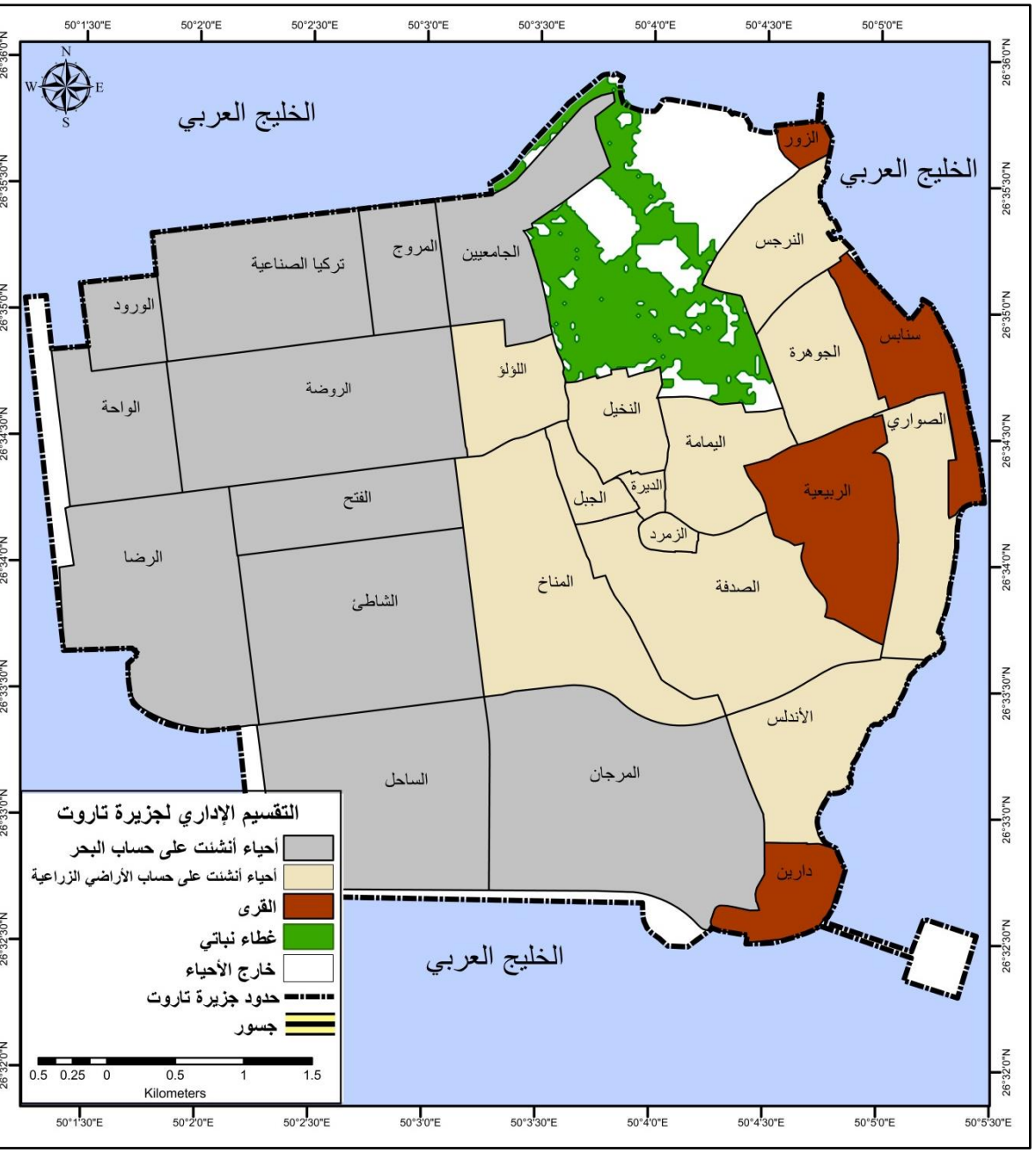
1) نظام المناطق الصادر بالأمر الملكي رقم أ /92 وتاريخ 1412/8/27هـ : تتكون كل منطقة إدارياً من عدد من المحافظات فئة (أ)، والمحافظات فئة (ب) ، ويراعى في ذلك الاعتبارات السكانية ، والجغرافية ، والأمنية ، وظروف البيئية ، وطرق المواصلات ، وترتبط المحافظات بأمير المنطقة ويتم تنظيمها بأمر ملكي ، بناءً على توصية من وزير الداخلية . أما المراكز فيصدر بإنشائها وارتباطها قرار من وزير الداخلية ، بناءً على اقتراح من أمير المنطقة.

49°50'0"E
50°0'0"E
50°10'0"E
26°40'0"N
26°30'0"N
26°20'0"N
26°10'0"N
الخليج العربي
راس تنورة
ساحل راس تنورة
صفوى
خليج تاروت
القطيف
تاروت
ساحل الدمام
عنك
سيهات
وسط الدمام
شرق الدمام
غرب الدمام
الظهران
الخبر
الخليج العربي
0 0.2 0.1 0 0.2 0.4 0.6
Kilometers

المصدر: من عمل الباحثتان استنادا إلى :

- وزارة الشؤون البلدية والقروية ، أمانة المنطقة الشرقية ، وكالة التعمير والمشاريع ، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الحدود الإدارية لحاضرة الدمام ،مقياس 1: 50000 ، عام 1430ه/ 2009م ، المملكة العربية السعودية.

شكل رقم (2) التقسيم الإداري لجزيرة تاروت



المصدر : من عمل الباحثتان استنادا إلى :

- وزارة الشؤون البلدية والقروية ، أمانة المنطقة الشرقية ، وكالة التعمير والمشاريع ، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة أحياء منطقة القطيف ورأس تنورة ، مقياس 1: 50000 ، عام 1430ه/ 2009م ، المملكة العربية السعودية.

ثانياً : موضوع الدراسة وأهميته:

تأثرت منطقة الدراسة بعوامل التحضر السريع نتيجة للتغيرات الاقتصادية والاجتماعية كبقية مناطق المملكة العربية السعودية ، والتي أحدثت تغيرات جذرية في المجتمع السعودي نتج عنها استقطاب المدن الكبرى للسكان وللأنشطة التنموية والصناعية ، فكان من الملاحظ وجود فوارق وتباينات في مستوى التنمية بين مناطق المملكة العربية السعودية نتيجة لتلك التطورات التنموية المتلاحقة للمناطق العمرانية منذ السبعينات وحتى الآن ، لذلكَ لا بد من إعادة النظر في تنمية المراكز العمرانية الصغيرة والمتوسطة والاهتمام بها للتقريب بين المستويات العمرانية للريف والحضر مع المحافظة على هوية كلاً منهما .

وجزيرة تاروت على الرغم من دورها المهم عبر التاريخ ؛ حيث كانت في القديم مهداً للعديد من الحضارات كالحضارة الفينيقية والتي يرجع تاريخ شواهدها الأثرية إلى ما بين 4000 إلى 5000 سنة قبل الميلاد إلا أنه مازال لها دور محدود في منطقة الدراسة حالياً (وزارة الشؤون البلدية والقروية، 1425ه/2004م، ص 103) ، لذلك كان لابد من الاهتمام بدراسة تلك المراكز العمرانية لتنميتها عمرانياً واقتصادياً.

ثالثاً: مبررات اختيار الموضوع:

- جزيرة تاروت لم تحظَ بالاهتمام الكافي من حيث الدراسة العمرانية على الرغم من كونها من أقدم مناطق الاستيطان البشري تأريخياً في المملكة العربية السعودية مما يكسبها مسمى منطقة أثرية تخدم القطاع السياحي بجدارة.
- موقع جزيرة تاروت الاستراتيجي الذي أبرز علاقتها المكانية بما حولها فهي كانت تشكل ظهيراً زراعياً للمدن القريبة منها على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، كمدينة القطيف التي تمدها باحتياجاتها اليومية من الأسماك والروبيان ، و المحاصيل الزراعية كالفواكه والخضروات (وزارة الشؤون البلدية والقروية، 1425ه/2004م، ص83).
- التوصل إلى معلومات دقيقة عن التخطيط العمراني المستقبلي للجزيرة ، والحد من مشكلاته ، وتوجيه النمو في مساره الصحيح.
- السعي نحو إبراز الدور الجغرافي في استخدام وتوظيف التقنيات الحديثة في الأبحاث الجغرافية ، وذلك لمواكبة التطور الحاصل في المنهجية الجغرافية التي تسعى سعياً حثيثاً إلى خدمة الأبحاث التطبيقية.

رابعاً : مشكلات الدراسة:

التوسع العمراني غير المنظم على حساب الرقعة الزراعية والبيئة البحرية نتيجة للنمو السكاني، وما نـتج عنـه مـن تغيـر لاسـتخدامات الأرض منـذ السـبعينات وحتـى الآن، ومـا ترتـب علـى ذلـك مـن المشكلات الجغرافية (البيئيـة ، التنمويـة، والعمرانيـة) التـي تستحق الدراسـة من أجل الوصـول إلـى قاعـدة بيانـات جغرافيـة تخـدم إقليم الدراسـة مستقبلاً للتصـدي إلـى سـلبية تلـك الآثـار ودعـم وتنميـة الإيجابي منها .

خامساً: أهداف الدراسة :

سعت هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية :

1. اكتشاف العلاقة بين البيئة الطبيعية لمنطقة الدراسة (الموضع والموقع) وعلاقتها بتكوين الشكل العمراني النهائي للجزيرة .
2. إنشاء خرائط رقمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية توضح استخدامات الأراضي وحجم التوسع العمراني واتجاهاته المستقبلية ومدى تأثيره على أنماط استخدامات الأرض في جزيرة تاروت ، وإبراز مدى فاعلية هذه التقنيات في تصميم خرائط رقمية يسهل التعامل معها بغية تحقيق التنمية العمرانية المستدامة وفقا لرؤية المملكة 2030.

سادساً : تساؤلات الدراسة :

1) ما هي مكونات الغطاء الأرضي في جزيرة تاروت وكيف تطورت مساحته؟
2) ما خصائص ديناميكية الغطاء الأرضي بمنطقة الدراسة؟
3) ما هي طبيعة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت ؟

سابعاً : المناهج والأساليب المستخدمة في الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على عدة مناهج سعياً لتحقيق أهداف البحث على النحو الآتي :

- **المنهج التاريخي :**عند دراسة التطور الحجمي في الغطاء الأرضي واستخدام الأرض .
- **المنهج الاستقرائي:** لاستقراء النتائج من الخرائط والبيانات التاريخية للكشف عن العوامل التي أثرت على نشأة العمران في الجزيرة وتطوره وتوسعه وحساب التغير في مساحة المنطقة المبنية واتجاهاته، ودراسة التوزيع المكاني لاستخدامات الأرض.

المنهج الإيكولوجي :لدراسة العلاقة بين الإنسان وبيئته ، وتتبع الآثار الناجمة عن الزحف العمراني على البيئة الطبيعية.

كذلك تم تطبيق **أساليب مختلفة في الدراسة وهي:**

- **التحليل الكمي:** اعتمدت الدراسة على مجموعة من الأساليب الكمية والإحصائية لمعالجة بيانات الدراسة باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية (SPSS) للعلوم الاجتماعية .
- **التحليل المكاني:** استعانت الدراسة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS بهدف عمل التحليلات المكانية المتقدمة بواسطة أدوات برمجية تتمثل في Arc Tool box، وتحوي عدداً

من الأدوات يمكن استخدامها لمعالجة البيانات وإجراء التحليلات الإحصائية والمكانية حيث تم الاعتماد على بعض منها مثل أداة Spatial Analyst Tools ، ,ومن ضمن ملحقاتها الداخلية الأدوات التالية : Raster Calculator، Reclassify، Extraction، Table ، وأداة Spatial Statistics Tools ومن ضمن ملحقاتها الداخلية : أداة حساب المضلعات Calculate Areas، وأداة Data Management Tools ومن ضمن ملحقاتها الداخلية أداة: Feature Class وأداة Analysis Tools ومن ضمن ملحقاتها الداخلية أداة Statistics.

- **الإسلوب الكارتوجرافي:**

كما استخدمت الدراسة الأسلوب الكارتوجرافي المناسب للحصول على النتائج بما يتفق مع كل نوع من البيانات **بالاستعانة بالبرامج التالية:**

- برنامج Erdas Imagine من أجل المعالجة الرقمية لبيانات الاستشعار عن بعد .
- نظم المعلومات الجغرافية GIS لإنشاء قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بالدراسة ، وتم الاعتماد على هذه التقنية من أجل معالجة وتحليل وتمثيل البيانات الوصفية والمكانية وإعداد خريطة الأساس للمنطقة المدروسة وإعادة رسم حدودها طبقاً للمرئية الفضائية لاند سات-8 عام 2014م وخرائط غطاء أرضي، وخرائط طبيعة التغير في الغطاء الأرضي، باستخدام برنامج Arc Gis 10.1.

ثامناً: المعالجة الرقمية لبيانات الاستشعار عن بعد:

المرحلة الأولى :جمع البيانات :

اعتمدت الدراسة على المرئيات الفضائية لسلسلة القمر الاصطناعي الأمريكي Landsat عبر فترات زمنية مختلفة هي:(1984م/1990م/ 1999م/2014م) ، وتهدف معالجة المرئيات الفضائية في هذه الدراسة إلى إنتاج خرائط لاستخدام الأرض وغطائها Land Use\Land Cover في تواريخ متعددة، ومن ثم مقارنة هذه الخرائط لرصد مقدار وحيز واتجاه التوسع العمراني، باستخدام برنامج**Erdas Imagine** ، حيث تم عمل قص لمنطقة الدراسة طبقاً لحدود عام 2014م قبل عملية التحسين والمعالجة ، ويوضح الجدول رقم (1) بيانات و خصائص المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة.

جدول رقم (1): بيانات المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

Year	1984	1990	1999	2014
System	Landsat-5	Landsat-5	Landsat7	LANDSAT_8
Sensor	TM	TM	ETM+	OLI_TIRS
Acquisition date	30/7/84	9/1/1990	11/5/1999	2014/06/15
Path / row no	164/42	164/42	164/42	164/42

Spatial resolution	30m (band 1-5 ,7)	28.5m (band 1-5 ,7)	28.5m (band 1-5 ,7)	30m (band 1-5 ,7)
Dynamic range (bit)	8 bit	8 bit	16 bit	16 bit
Cloud Cover	0	0	90	3.42

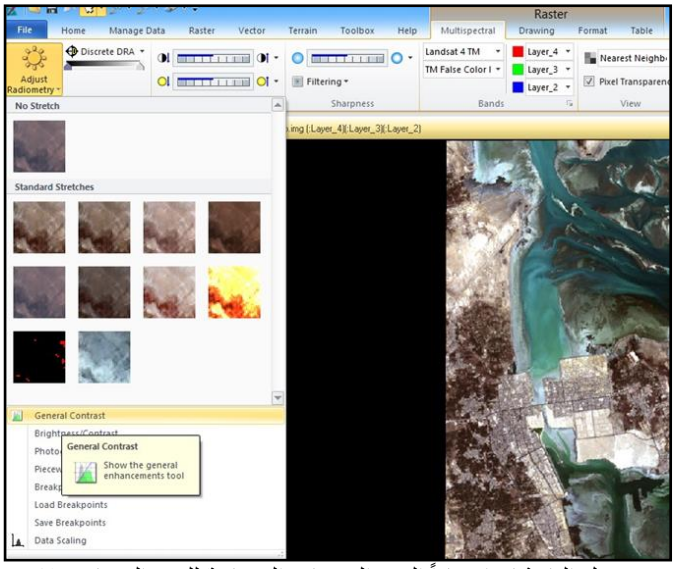
المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات للأعوام (1984م/1990م/1999م/2014م).

المرحلة الثانية :التحسين والتصنيف:

1- **تحسين المرئيات الفضائية (Image Enhancement):** إن عملية تحسين المرئية الفضائية هي : جعلها أكثر قابلية للتفسير من أجل تطبيق ما، وجعل البيانات الخام (Raw data) غير المعالجة أكثر قابلية للتفسير من قبل عين المفسر، وتستخدم تقنيات التحسين من أجل استخراج السمات (Feature) والظواهر الجغرافية لسطح الأرض والحصول على معلومات من الصور الفضائية (عبد اللاه، 1430ه/2009م،ص315).

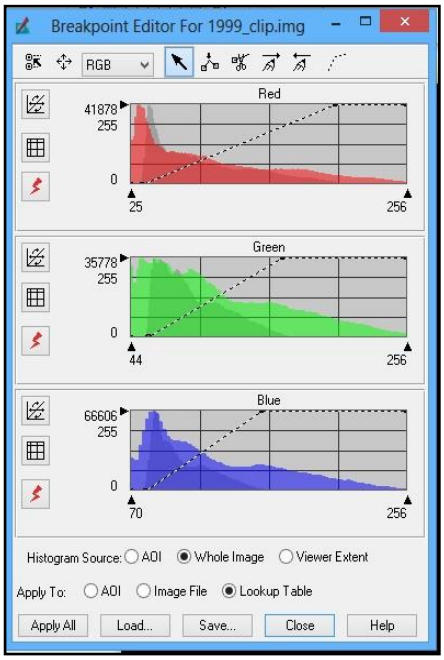
وقد طبق على المرئيات المستخدمة في هذه الدراسة أسلوب زيادة التباين (Stretch Contrast) وتعديل التباين (contrast adjustment) و هي أحد الطرق المستخدمة لتحسين المرئية ، والتي تعتمد أسلوب نشر الكثافة للطاقة المنعكسة عن سطح الأرض والمسجلة كقيمة رقمية (Digital Number) لعناصر تكوين الصورة (Pixels) في كامل المقياس الرمادي (Gray Level) من صفر إلى ٢٥٥ ، بحيث يحتل الرقم صفر المناطق الأكثر سواداً والرقم ٢٥٥ المناطق الأكثر بياضاً ، وذلك لتسهيل عملية قراءة المرئية وتفسيرها ولتكون أكثر وضوحا وسهولة في التمييز بين الظواهر بصرياً (الحماد ، 1432ه/2011م، ص52)، وتوضح صورتان رقمي (1) ، (2) عملية تحسين المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة، حيث استخدمت عمليات التحسين المذكورة للتفسير البصري للصور فقط.

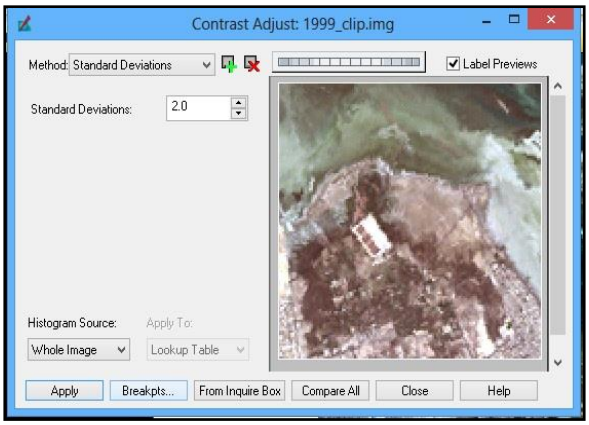
صورة رقم (1):تحسين المرئية الفضائية



المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات عام1990م ، بواسطة برنامج(Erdas Image)

صورة رقم (2): تحسين المرئية الفضائية بأسلوب زيادة التباين للمقياس الرمادي بالانحراف المعياري standard deviation stretch





المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات عام 1999م، بواسطة برنامج (Erdas Image)

وتم استخراج إحصائيات المرئية الفضائية في كل نطاق وتشتمل على القيمة الصغرى، و القيمة العظمى، و المتوسط، و الانحراف المعياري ، بعد حذف النطاق السادس من TM، وسبب حذفه أن نوع المعلومات التي يقدمها تختلف عن بقية النطاقات، حيث يقدم بيانات عن الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأرض في منطقة الأشعة تحت الحمراء الحرارية ناتج عن ظاهرة إشعاع الجسم الأسود، بينما بقية البيانات تبين الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس على الأرض، نتيجة تفاعل فيزيائي – كيميائي مع مواد سطح الأرض، وتبلغ قدرة المستشعر التميزية المكانية Spatial Resolution للنطاق السادس من TM 120×120 متراً.
ولتحديد مناطق عينات التدريبTraining Sample التي سوف تشتق منها البصمات الطيفية المستخدمة في التصنيف ، وقياس مدي ارتباط النطاقات Correlation Matrix في كل مرئية فضائية، وتظهر أهمية استخدام Correlation Matrix في اختيار أنسب النطاقات التي سوف تستخدم لبناء False Color Composite .

2- تفسير المرئيات الفضائية بالتصنيف Classification: تعد عملية التصنيف من أهم العمليات في الاستشعار عن بعد حيث تمثل مطلباً هاماً لكثير من المهتمين بالاستشعار عن بعد، ويعد تصنيف الصور Image Classification واحداً من أبرز فوائد استعمال معالجة الصور سواء بالحاسب أو التفسير البصري للصور متعدد الأطياف للأقمار الاصطناعية المختلفة (عبد اللاه، 1430ه/3009م، ص377).

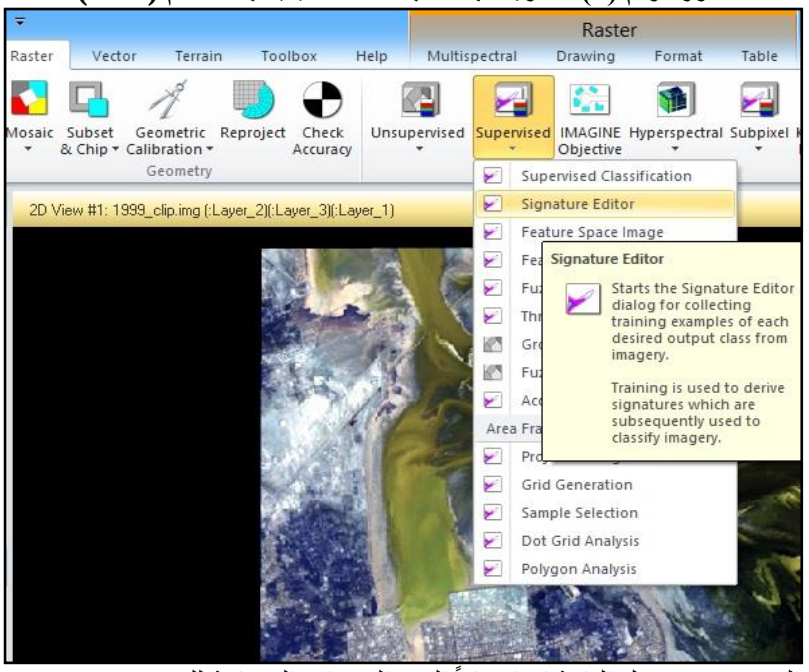
مفهوم التصنيف Classification Concept : هو عملية الغرض منها تقسيم الصورة إلى عدد من الفئات Classes تمثل كل فئة منها ظاهرة محددة من سطح الأرض ، ويوجد عدد من الأنظمة القياسية الموحدة عالمياً لتسمية وتوصيف الفئات مثل : نظام تقسيم استعمالات الأراضي من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS Land Cover/ Land Use Classification Scheme ، Corine Scheme ، ويوجد أيضاً عدد من الأنظمة المحلية المستخدمة للتصنيف ومنها على سبيل المثال النظام المصري لتصنيف الأراضي الساحلية للمناطق الجافة وشبه الجافة Egyptian Land Cover Scheme for Coastal Arid and Semi- Arid Areas (محمد، 1428ه/2007م، ص4).

وقد تم استخدام التصنيف الموجه (المراقب) Supervised Classification للمرئيات الفضائية في الدراسة:

1- تحديد عدد فئات عينات التدريب التي تمثل ظواهر سطح الأرض ، والتي يتم اشتقاقها من المرئية الفضائية، حيث بلغ عدد الفئات Classes المستخدمة في الدراسة أربع فئات تمثل الظواهر التالية: (المباني ، الغطاء النباتي ، الأراضي الفضاء ، المسطحات المائية).

2- اختيار موقع عينات التدريب بصورة دقيقة على الصورة من خلال رسم Area Of Interest (AOI)، ويقوم المستخدم ببناء البصمات الطيفية باستخدام (AOI) من خلال أداة (Signature Editor) ، كما هو موضح من الصورة رقم (3).

صورة رقم (3) : طريقة بناء البصمات الطيفية باستخدام (AOI)

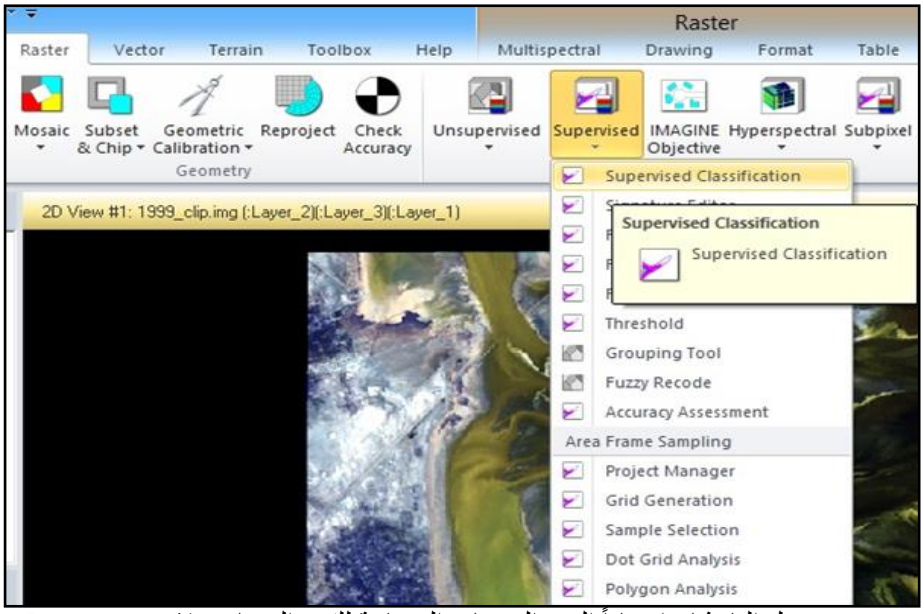


المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر (Erdas Image الصناعي لاند سات بواسطة برنامج (

3- تحديد العينات وتصنيفها وذلك من خلال التفسير البصري للظاهرات المدروسة على الخريطة الموضوعية لعام 1404ه، بمقياس رسم 50.000:1 للبيانات القديمة ، و أيضاً خرائط google earth والدراسة الميدانية.

4- تم تقييم جودة العينات من خلال عدة مقاييس ، ثم إجراء عملية التصنيف الموجه Supervised Classification للمرئية الفضائية ، باستخدام طريقة الاحتمال الأعظم Max. Likelihood للتصنيف الموجه كما هو موضح في الصورة رقم (4).

صورة رقم (4) : عملية التصنيف الموجه



المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج (Erdas Image).

5- بعد إجراء عملية التصنيف تم التحويل من صورة إلى طبقة شيب فايل Shapefile لتسهيل عمليات الإحصاء والتحليل في برنامج نظم المعلومات الجغرافية كما هو موضح في الصورة رقم (5) ، وذلك لتتبع مراحل تطور الغطاء الأرضي واتجاهات التوسع العمراني في جزيرة تاروت.

المرحلة الثالثة : إدماج نتائج الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية وتقدير دقة التصنيف :

بعد الانتهاء من معالجة بيانات الاستشعار عن بعد في المرحلتين السابقتين تم تحويلها إلى برنامج(Arc Info) (10.1) ArcGIS، لتقدير دقة عملية التصنيف باستخدام طريقة مصفوفة الخطأ Error Matrix ،وبعد ذلك التحليل.

وركزت عملية التحليل على دراسة تطور مساحة الغطاء الأرضي في الفترة من عام 1984 م وحتى عام 2014م، و التغير في الغطاء الأرضي ، و طبيعة هذا التغير ، واتجاهات هذا التغير ، ومن ثم رسم خرائط من المرئيات الفضائية المتوفرة ، و تمت الاستفادة منها في الحصول على بيانات وأرقام عن حجم التوسع العمراني واتجاهاته وما ترتب عليه من مشكلات بيئية وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية .

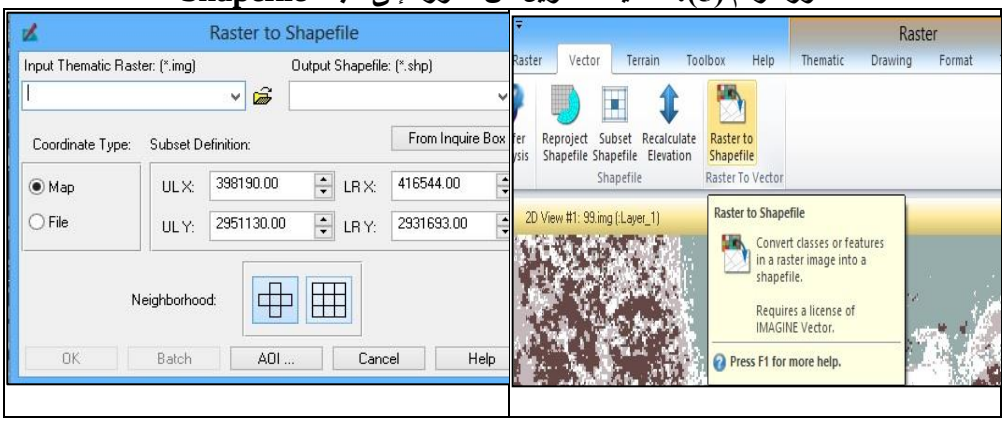
تقدير دقة عملية التصنيف:

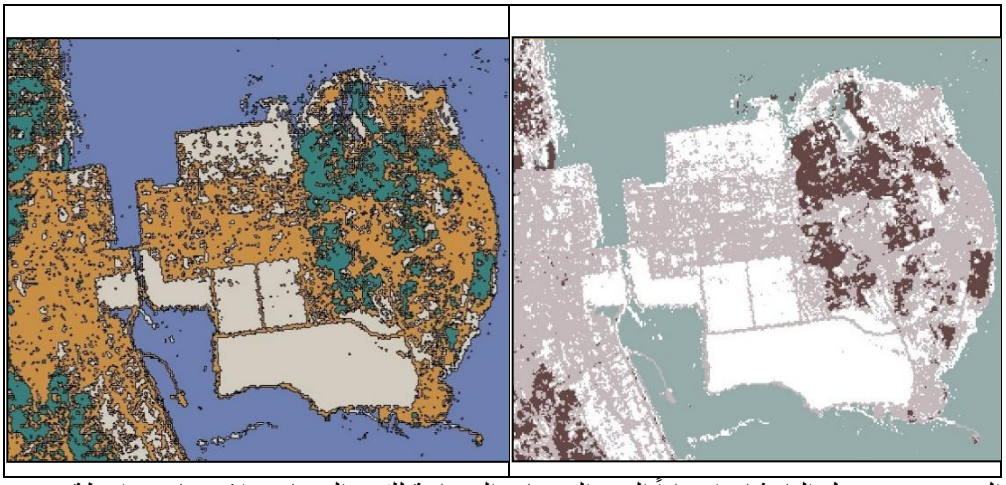
الخريطة الموضوعية للغطاء الأرضي الناتجة عن عملية التصنيف تحتوي على نسبة من الخطأ، هذا الخطأ قد يكون ناتجاً عن عوامل سابقة على التصنيف مثل إهمال في التصحيح الهندسي أو الإسناد الجغرافي للصورة المستخدمة في التصنيف، أو وجود عيوب جوية لم يتم إزالتها كلية أو جزئية من الصورة، وقد يكون هذا الخطأ ناتجاً عن عوامل خلال عملية التصنيف مثل : اختيار مناطق تدريب غير متجانسة الغطاء الأرضي، أو عدم تغطية جميع فئات غطاء الأرض المتوفرة في منطقة الدراسة مما يؤدي إلى تصنيف هذه الفئات غير المصنفة ضمن فئات أخرى مصنفة .

لا تسلم الخريطة الموضوعية للغطاء الأرضي الناتجة عن التصنيف من نسبة خطأ بأي حال، ومهما كانت الاحتياطات التي يتخذها محلل البيانات، فخوارزميات التحليل المستخدمة في التصنيف مثل خوارزمية Maximum Likelihood Classifier، تنضوي على نسبة من الخطأ نتيجة تصميمها وبنيتها الرياضية.

ويستخدم لتقدير دقة الخريطة الموضوعية للغطاء الأرضي الناتجة عن عملية التصنيف، طريقة تسمى مصفوفة الخطأError Matrix ، وتستكشف مصفوفة الخطأ، البيانات التي تم تصنيفها والتي تسمى البيانات المتوقعة Predicted Data ، في مقابل فئات الغطاء الارضي . الحقيقي في المواقع المناظرة على الارض، وتسمى هذه البيانات التي تبين فئات الغطاء الأرضي الحقيقي باسم البيانات المرجعية Reference Data، ونتيجة المقابلة بين البيانات المتوقعة والبيانات المرجعية يتم ادراجها في جدول محوري Pivot Table ، حيث تمثل خلايا الجدول القطرية المواقع التي تتقابل البيانات المتوقعة والبيانات المرجعية، أي تلك المواقع المغطاة بفئات غطاء أرض في الحقيقة تطابق تلك المناظرة لها في الخريطة الموضوعية، بينما الخلايا غير قطرية تمثل المواقع التي لا تتقابل فيها البيانات المتوقعة مع البيانات المرجعية (محمد ،1426ه/2015م،ص 73).

صورة رقم (5): عملية التحويل من صورة إلى طبقة Shapefile





المصدر: من عمل الباحثتان استناداً إلى : المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج (Erdas Image) .

وتم تقدير دقة التصنيف باستخدام المعادلة التالية:

دقة التصنيف = عدد المواقع التي تم تصنيفها تصنيفاً صحيحاً / إجمالي عدد المواقع المستخدمة للتقدير×100

وبناءً عليه كان تقدير جودة التصنيف للمرئية الفضائية عام 1984م= 98.9% ، و عام 1990م = 98% ، وعام 1999م= 93.13% ، و عام 2014= 95.28% .

نتائج الدراسة :

تطور مساحة الغطاء الأرضي في جزيرة تاروت:

مرت عناصر الغطاء الأرضي في جزيرة تاروت خلال الفترة الممتدة بين عامي (1984م-2014م) بتغيرات في مساحتها، وقد أثرت عليها بشكل إيجابي أو سلبي ، سواء في زيادة أو نقصان أحد العناصر المكونة له.

ويتضح من دراسة الجدول رقم(2) الذي يبين عناصر الغطاء الأرضي في سنوات (1984م/1990م/1999م/2014م) بناءً علي بيانات المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1) ، والشكل رقم (3) النتائج الآتية:

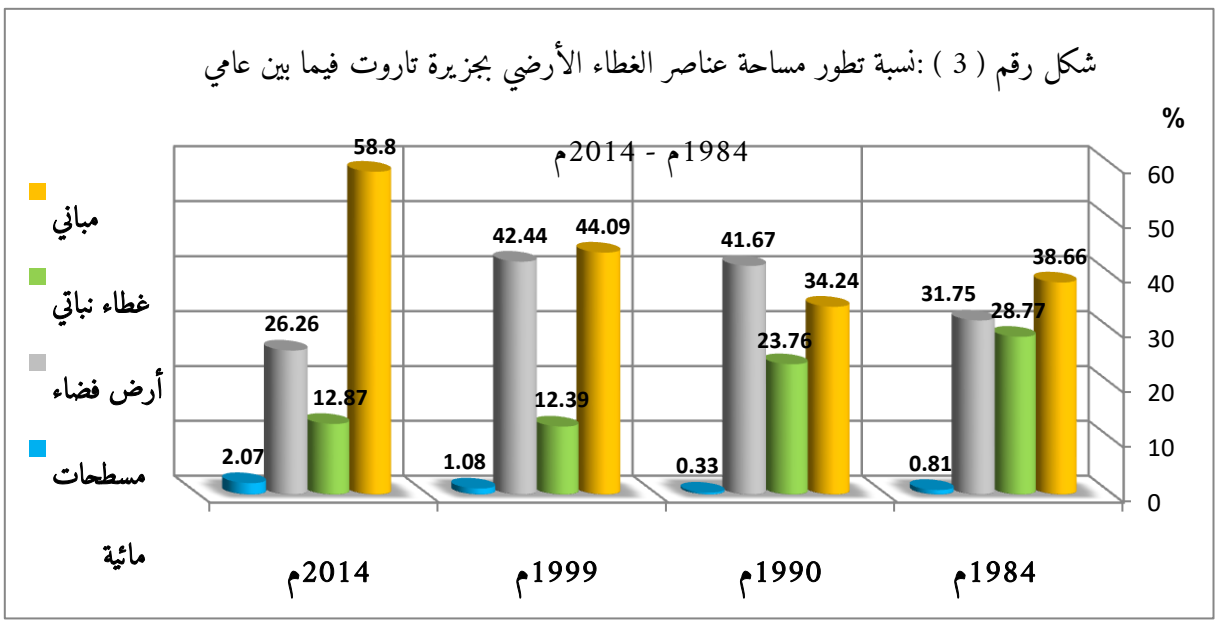
أ- بلغت مساحة جزيرة تاروت 2582.1 هكتاراً في عام 1984م ، وقد تم تحديد 4 تصنيفات رئيسة للغطاء الأرضي في الجزيرة هي : المباني وتشمل جميع الأنشطة العمرانية والأراضي الفضاء "البور" والتي يقصد بها المخططات المعتمدة والغطاء النباتي ويشتمل على النبات الطبيعي والمزارع ، والمسطحات المائية وهي مناطق المد والجزر والمستنقعات.

جدول رقم (2): تطور مساحة الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي 1984م – 2014م

عناصر الغطاء الأرضي	عام 1984م			عام 1990م		
	كم2	هكتار	%	كم2	هكتار	%
مباني	9.9829	998.29	38.66	9.4252	942.52	34.24
غطاء نباتي	7.4295	742.95	28.77	6.5402	654.02	23.76
أرض فضاء	8.1992	819.92	31.75	11.4697	1146.97	41.67
مسطحات مائية	0.2089	20.89	0.81	0.0896	8.96	0.33
الإجمالي	25.8205	2582.05	100	27.5246	2752.46	100
عناصر الغطاء الأرضي	عام 1999م			عام 2014م		
	كم2	هكتار	%	كم2	هكتار	%
مباني	13.5481	1354.81	44.09	19.4052	1940.52	58.80
غطاء نباتي	3.8083	380.83	12.39	4.2464	424.64	12.87
أرض فضاء	13.0417	1304.17	42.44	8.6682	866.82	26.26
مسطحات مائية	0.33	33.20	1.08	0.6833	68.33	2.07
الإجمالي	30.7301	3073.01	100	33.0031	3300.31	100

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات (1984م/1990م/1999م/2014م) بواسطة برنامج (ArcGIS (10.1.

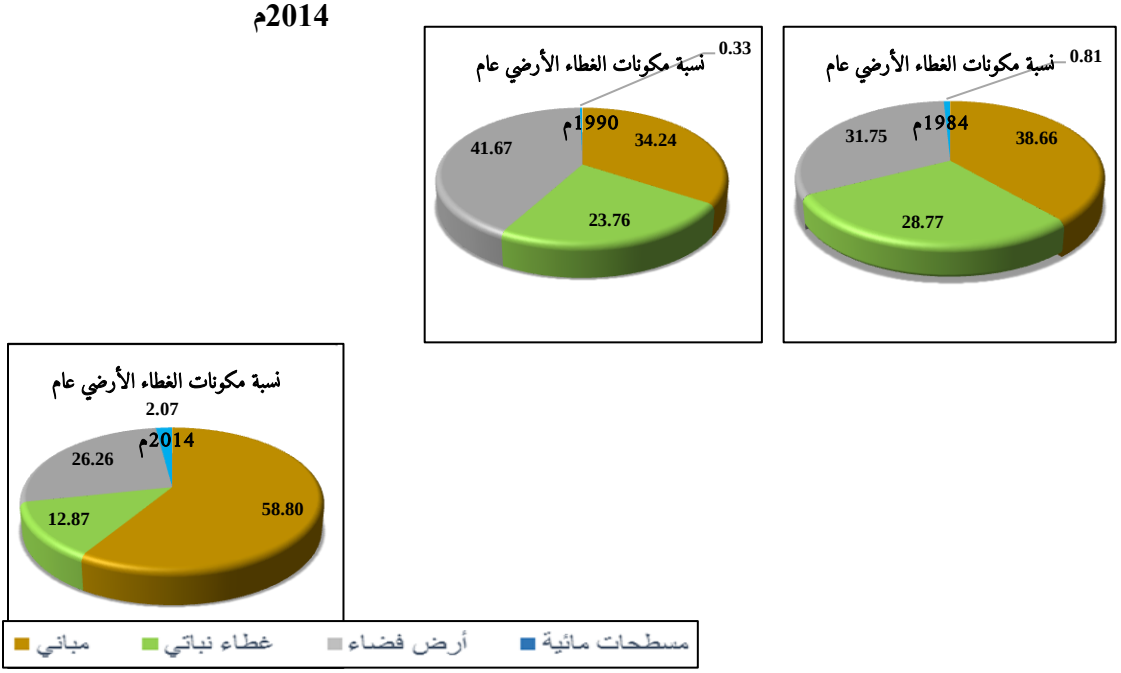
شكل رقم (3) :نسبة تطور مساحة عناصر الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي 1984م - 2014م



المصدر: من عمل الباحثتان بناءً على بيانات الجدول رقم (2).

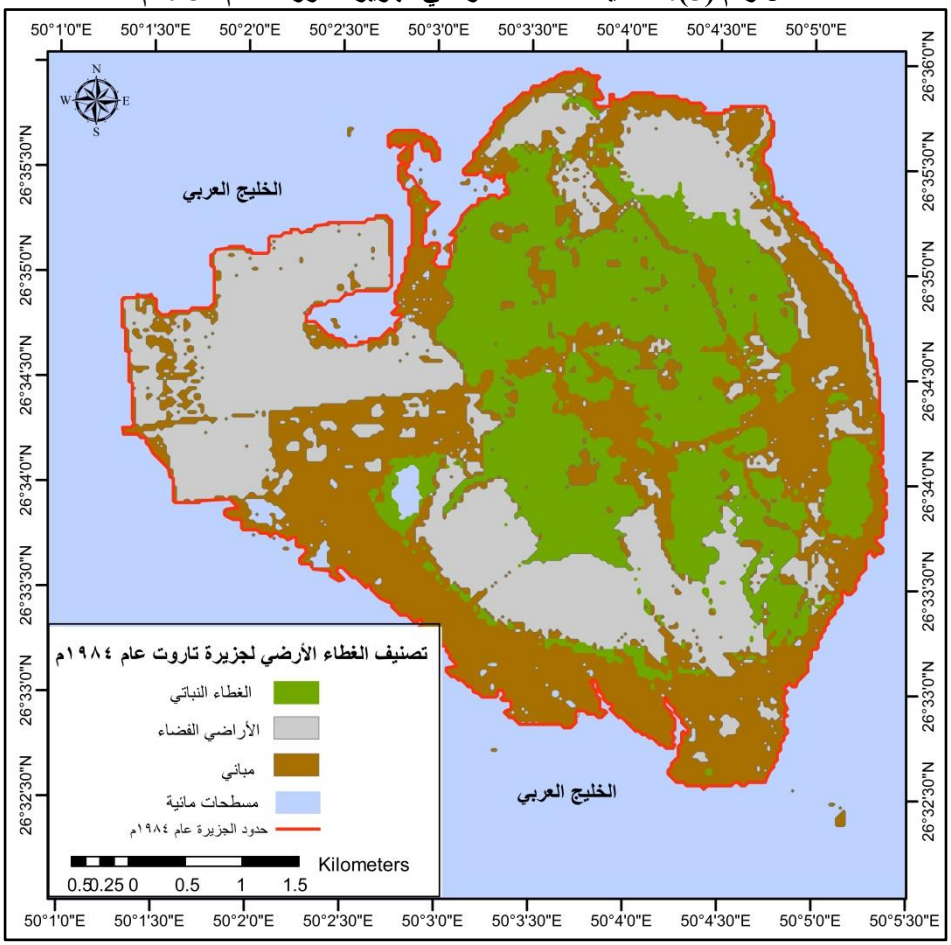
ب - تحتل المباني بأنواعها المختلفة (السكني والتجاري والخدمي وغيرها) المساحة الأكبر من استخدام الأرض في جزيرة تاروت عام 1984م كما هو موضح في الشكلين رقمي (4) و(5) بمساحة 998.29 هكتار وبنسبة 38.7% من إجمالي مساحة الجزيرة ، ثم تأتي الأراضي الفضاء في المرتبة الثانية ثم الغطاء النباتي في المرتبة الثالثة ثم تليها المسطحات المائية في المرتبة الأخيرة بنسبة 0.8% .

شكل رقم (4): نسبة مساحة عناصر الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي 1984م – 2014م



المصدر: من عمل الباحثتان بناءً على بيانات الجدول رقم (2).

شكل رقم (5): تصنيف الغطاء الأرضي لجزيرة تاروت عام 1984م

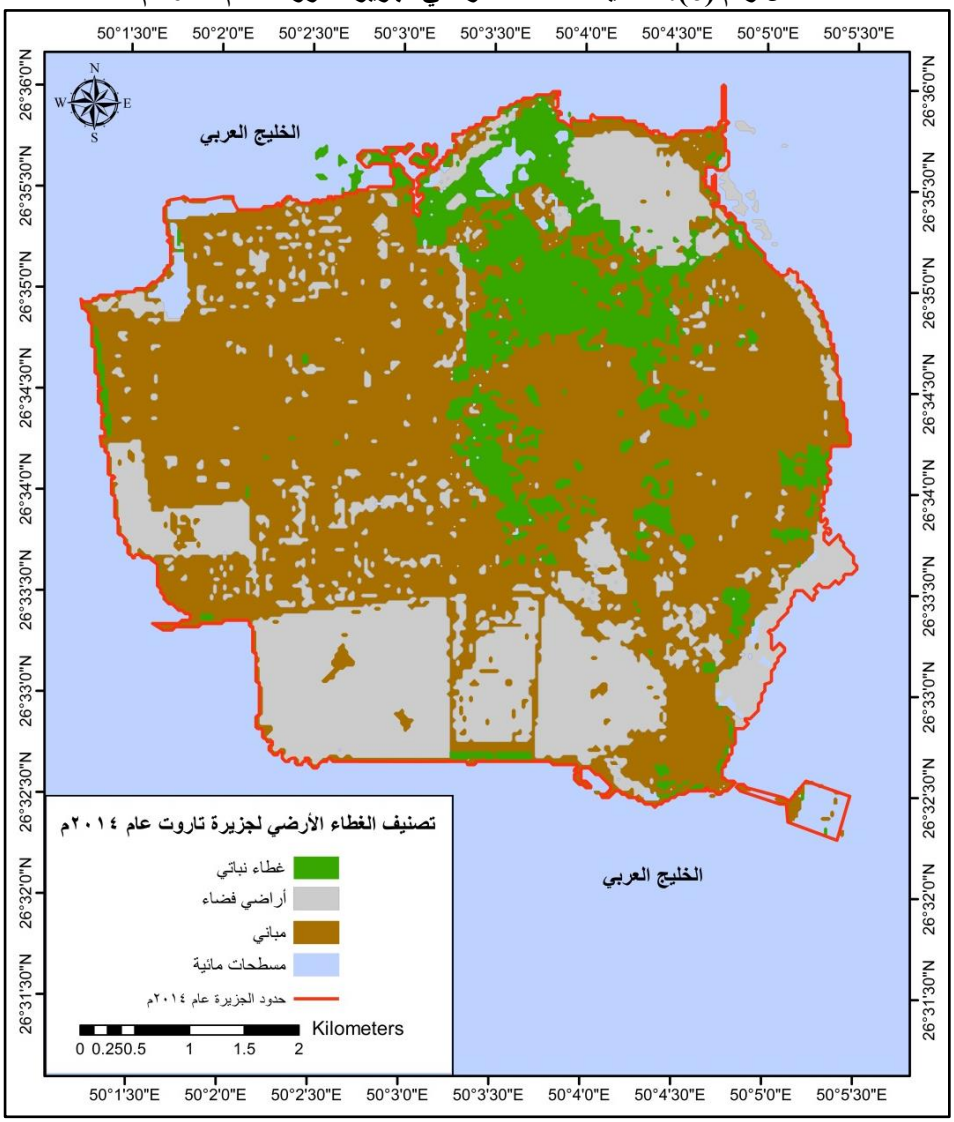


المصدر: من عمل الباحثتان بناءً على: المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاند سات عام 1984م بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

ج. بلغت مساحة جزيرة تاروت في (عام 1990م) 2752.5 هكتار ،تحتل فيها الأراضي الفضاء المساحة الأكبر في الغطاء الأرضي بنسبة 41.7% من مساحة الجزيرة ، فقد زادت مساحتها من 819 هكتار عام 1984م إلى 1147هكتار عام 1990م ، كما هو موضح في الشكل رقم (4) والجدول رقم (2)، ثم تليها المباني بنسبة 34% من مساحة الجزيرة ثم الغطاء النباتي وأخيراً المسطحات المائية بنسبة 0.33% . د. ازدادت مساحة جزيرة تاروت في عام 1999م لتصبح 3073 هكتاراً ، تحتل فيها المباني المساحة الأكبر في الغطاء الأرضي للجزيرة بنسبة 44.1% من مساحة الجزيرة ، ثم تليها الأراضي الفضاء، ثم الغطاء النباتي، وأخيراً المسطحات المائية بنسبة 1% ، كما هو موضح في الشكل رقم (4) .

هـ . بلغت مساحة جزيرة تاروت في (عام 2014م) 3300 هكتاراً ،تحتل فيها المباني أكثر من نصف مساحة الغطاء الأرضي (58.8%من مساحة الجزيرة) ، بينما تحتل الأراضي الفضاء ما يقرب من ربع مساحة الغطاء الأرضي (26.3%من مساحة الجزيرة) ثم يأتي بعدهما الغطاء النباتي والمسطحات المائية بنسب 12.8% ، 2% على الترتيب ، كما هو موضح من الشكلين رقمي (4) و(6).

شكل رقم (6): تصنيف الغطاء الأرضي لجزيرة تاروت عام 2014م



المصدر: من عمل الباحثتان بناءً على: المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاند سات عام 2014م بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

ديناميكية الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت:

تغير شكل الغطاء الأرضي في جزيرة تاروت بشكل مطرد خلال الفترة الممتدة فيما بين عامي (1984م – 2014م)، حيث تم حساب مساحة هذا التغير بين كل فترتين زمنيتين ونسبة هذا التغير ويوضح الجدول رقم (3) مساحة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي (1984م- 1990م).

يتضح من دراسة الجدول رقم (3) أن هناك تغيرات إيجابية وسلبية قد حدثت في نمط الغطاء الأرضي بمنطقة الدراسة خلال الستة الأعوام الممتدة بين عامي (1984م- 1990م) ، فقد ازدادت مساحة الجزيرة بما يعادل 170.41 هكتاراً وهو حوالي 6.6% من الإجمالي ، وبمتوسط 28 هكتاراً سنوياً، وازدادت مساحة الأراضي الفضاء بنسبة 40%، وجاءت هذه الزيادة على حساب كلاً من المباني والغطاء النباتي والمسطحات المائية التي تناقصت مساحتها كما يظهر في الشكل رقم (7) .

جدول رقم (3):مساحة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي (1984م-1990م)

عناصر الغطاء الأرضي	1984م		1990م		مقدار التغير		
	كم2	هكتار	كم2	هكتار	كم2	هكتار	%
مباني	9.9829	998.29	9.4252	942.52	-0.5577	-55.77	-5.6
غطاء نباتي	7.4295	742.95	6.5402	654.02	-0.8893	-88.93	12.0
أرض فضاء	8.1992	819.92	11.4697	1146.97	3.2705	327.05	39.9
مسطحات مائية	0.2089	20.89	0.0986	8.96	-0.1194	-11.94	57.1
الإجمالي	25.8205	2582.05	27.5246	2752.46	1.7041	170.41	6.6

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

وبتحليل الجدول رقم (4) و الشكل رقم (7) يتضح أن هناك زيادة في مساحة الجزيرة خلال الأعوام التسعة الممتدة بين عامي (1990م- 1999م) بنسبة 11.6% من الإجمالي، وبلغت مساحة هذه الزيادة 320 هكتاراً بمتوسط 35.5 هكتار سنوياً ، كما ازدادت مساحة كلاً من المباني و الأراضي الفضاء والمسطحات المائية ، بينما تناقصت مساحة الغطاء النباتي .

جدول رقم (4):مساحة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي (1990م-1999م)

عناصر الغطاء الأرضي	1990م		1999م		مقدار التغير		
	كم2	هكتار	كم2	هكتار	كم2	هكتار	%
مباني	9.425	942.5	13.548	1354.8	4.123	412.3	43.7

-41.8	-273.2	-2.732	380.8	3.808	654.0	6.540	**غطاء نباتي**
13.7	157.2	1.572	1304.2	13.042	1147.0	11.470	**أرض فضاء**
270.8	24.2	0.242	33.2	0.332	9.0	0.09	**مسطحات مائية**
11.6	320.5	3.205	3073.0	30.730	2752.5	27.525	**الإجمالي**

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

ويوضح الجدول رقم (5) و الشكل رقم (7) أن الزيادة في مساحة الجزيرة خلال الفترة الممتدة بين عامي (1999م- 2014م) بلغت 227.3 هكتاراً بمتوسط 15هكتار سنوياً ، كما ازدادت مساحة كلاً من المباني و الغطاء النباتي والمسطحات المائية ، بينما تناقصت مساحة الأراضي الفضاء بنسبة بلغت -33.5%، وهذا التغير نتيجة للتوسع العمراني خلال هذه الفترة.

جدول رقم (5):مساحة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي (1999م-2014م)

عناصر الغطاء الأرضي	1999م		2014م		مقدار التغير		
	كم2	هكتار	كم2	هكتار	كم2	هكتار	%
مباني	13.5481	1354.81	19.4052	1940.52	5.8571	585.71	3.2
غطاء نباتي	3.8083	380.83	4.2464	424.64	0.4381	43.81	1.5
أرض فضاء	13.0417	1304.17	8.6682	866.82	-4.3735	-437.35	3.5
مسطحات مائية	0.3320	33.20	0.6833	68.33	0.3513	35.13	.8
الإجمالي	30.7301	3073.01	33.001	3300.31	2.2730	227.30	.4

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

شكل رقم (7): نسبة مساحة عناصر الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي 1984م – 2014م

المصدر: من عمل الباحثتان بناءً على: بيانات الجداول أرقام (3، 4 ، 5، 6)

ومن تتبع أرقام الجدول رقم (6) يتضح مقدار التغير خلال الفترة الممتدة بين عامي (1984م - 2014م) ، وهي كما يلي:

جدول رقم (6):مساحة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي (1984م-2014م)

عناصر الغطاء الأرضي	1984م		2014م		مقدار التغير		
	كم2	هكتار	كم2	هكتار	كم2	هكتار	%
مباني	9.9829	998.29	19.4052	1940.52	9.4223	942.23	4.4
غطاء نباتي	7.4295	742.95	4.2464	424.64	-3.1831	-318.31	2.8
أرض فضاء	8.1992	819.92	8.6682	866.82	0.4690	46.90	.7
مسطحات مائية	0.2089	20.89	0.6833	68.33	0.4744	47.44	7.1
الإجمالي	25.8205	2582.05	33.0031	3300.31	7.1826	718.26	7.8

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1)

1. أن الزيادة في مساحة الجزيرة بلغت 718 هكتاراً وبنسبة 27.8% من الإجمالي ،وبمتوسط 24 هكتاراً سنوياً ، وكان أكبر معدل لزيادة مساحة اليابس في مياه خليج جزيرة تاروت هو الفترة الممتدة بين عامي (1990م-1999م) وأقل معدل كان في الفترة الممتدة بين عامي (1999م-2014م) .
2. تضاعفت تقريباً مساحة المباني في جزيرة تاروت في الفترة فيما بين عامي (1984م- 2014م) وكانت الزيادة في مساحة المباني 942 هكتار بنسبة 94.4% ،وبمتوسط 31 هكتار سنوياً ،بينما كان أكبر معدل لزيادة مساحة المباني في الفترة الممتدة ما بين عامي (1990م-1999م) و (1999-2014م).
3. تدهورت مساحة الغطاء النباتي في الجزيرة إلى النصف تقريباً، فقد تناقصت المساحة بمقدار 318 هكتاراً ، وبمتوسط 10.6 هكتار سنوياً ، وكان أكبر معدل لتناقص مساحة الغطاء النباتي في الفترة الممتدة بين عامي (1990م-1999م) .
4. ازدادت مساحة الأراضي الفضاء في الجزيرة ما بين عامي (1984م- 2014م) بمقدار 46.9 هكتار بمعدل 1.5 هكتار سنوياً وكان أكبر معدل لزيادة مساحة الأراضي الفضاء في الفترة الممتدة بين عامي (1984م-1990م) بنسبة بلغت 39.9% ، وذلك نتيجة لظهور مخططات سكنية حديثة في مناطق الردم .

طبيعة التغير في الغطاء الأرضي:

تمت دراسة وتحليل طبيعة التغير في الغطاء النباتي على مدى ثلاثين عاماً (1984م – 2014م) ، وذلك لفهم أثر التوسع العمراني على الغطاء النباتي والأراضي الفضاء والمسطحات المائية في الجزيرة، وتم حساب طبيعة التغير باستخدام أداة Raster Calculator وأداة Reclassify في برنامج ArcGIS ، ومن دراسة بيانات الجدول رقم (7) والشكل رقم (8) يتضح أن:

1. 62.3% من مساحة الجزيرة لم يحدث فيها تغيُّر في الفترة من (1984م-1990م) ، بينما تحولت مساحة 337 هكتاراً من المباني إلى أرض فضاء بنسبة بلغت 11% من مساحة الجزيرة بسبب تحول بعض الطرق الترابية إلى أراضي فضاء من ضمن المناطق المخططة حديثاً، وهي أكبر مساحة تغير بين عناصر الغطاء الأرضي في تلك الفترة ، وبلغت المساحة التي تحولت 185 هكتاراً من مساحة المسطحات المائية إلى أراضي فضاء ، بنسبة 6% من مساحة الجزيرة نتيجة لعمليات الردم ، وبلغت مساحة زيادة اليابس على حساب الخليج 259 هكتاراً ، بينما كانت مساحة نقص اليابس بسبب عمليات النحت 70 هكتاراً ليكون الناتج زيادة في مساحة الجزيرة 189هكتاراً .

جدول رقم (7): طبيعة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت ما بين عامي 1984م – 2014م

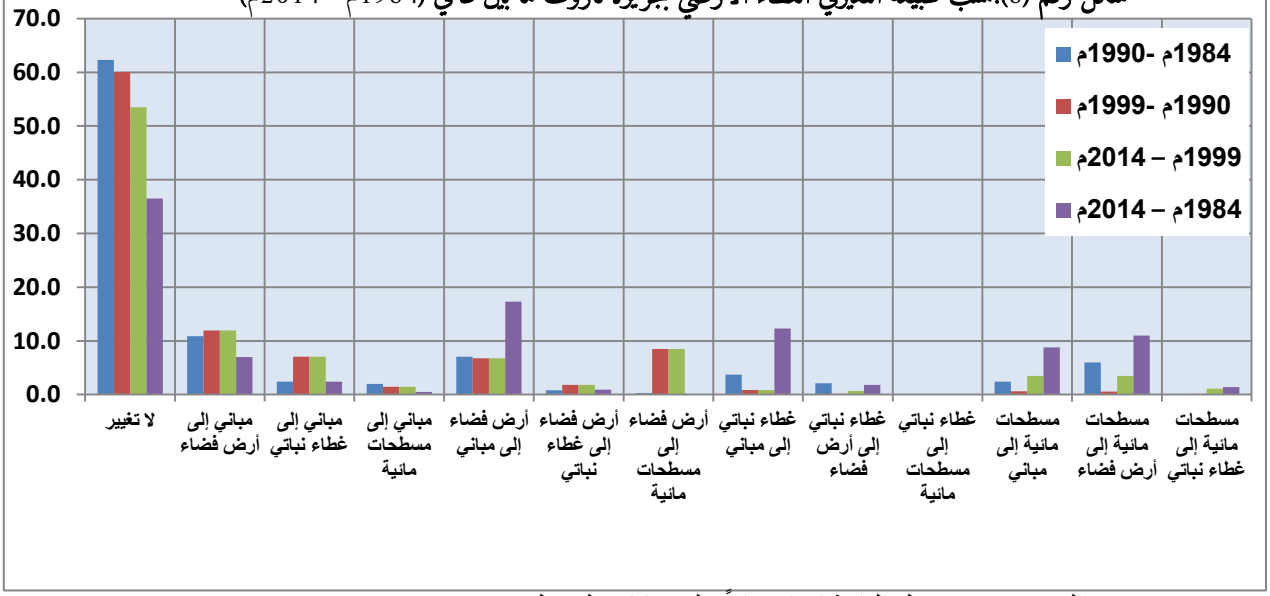
شكل التغيير	1984م -1990م	1990م -1999م	1999م – 2014م	1984

	كم2	هكتار	%	كم2	هكتار	%	كم2	هكتار	%	كم2	
لا تغيير	19.277	1927.7	62.3	20.183	2018.3	60.1	17.761	1776.1	53.8	12.050	
مباني إلى أرض فضاء	3.373	337.3	10.9	4.020	402.0	12.0	1.814	181.4	5.5	2.386	
مباني إلى غطاء نباتي	0.737	73.7	2.4	2.376	237.6	7.1	1.370	137.0	4.2	0.789	
مباني إلى مسطحات	0.62	62	2.0	0.483	48.3	1.4	0.237	23.7	0.7	0.176	
أرض فضاء إلى مباني	2.191	219.1	7.1	2.267	226.7	6.7	6.180	618.0	18.7	5.719	
أرض فضاء إلى غطاء	0.244	24.4	0.8	0.618	61.8	1.8	0.704	70.4	2.1	0.314	
أرض فضاء إلى مسطحات	0.08	8.0	0.3	2.858	285.8	8.5	0.484	48.4	1.5	0.048	
غطاء نباتي إلى مباني	1.156	115.6	3.7	0.286	28.6	0.9	1.701	170.1	5.2	4.4058	
غطاء نباتي إلى أرض	0.651	65.1	2.1	0.056	5.6	0.2	0.232	23.2	0.7	0.583	
غطاء نباتي إلى مسطحات	0.003	0.3	0.0	0.029	2.9	0.1	0.035	3.5	0.1	0.033	
مسطحات مائية إلى مباني	0.742	74.2	2.4	0.206	20.6	0.6	1.160	116.0	3.5	2.908	
مسطحات مائية إلى أرض	1.85	185	6.0	0.183	18.3	0.5	1.154	115.4	3.5	3.629	
مسطحات مائية إلى غطاء	0.022	2.2	0.1	0.045	4.5	0.1	0.375	37.5	1.1	0.465	

المصدر: من حساب الباحثتان بناءً على: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاند سات بواسطة برنامج ArcGIS (10.1).

2. بلغت المساحة التي لم يحدث فيها تغيير في الجزيرة في الفترة من (1990م-1999م) 60% من مساحة الجزيرة ، بينما تحولت مساحة 402 هكتارٍ من المباني إلى أرض فضاء بنسبة 12% من مساحة الجزيرة ، وهي أكبر مساحة تغير بين عناصر الغطاء الأرضي في تلك الفترة ، وبلغت المساحة التي تحولت من أرض فضاء إلى مباني 226.7 هكتار ، بنسبة 6.7% من مساحة الجزيرة .
3. بلغت المساحة التي لم يحدث فيها تغير في الجزيرة في الفترة من (1999م-2014م) 1776 هكتاراً بنسبة 54% من مساحة الجزيرة بينما كانت أكبر مساحة تغير بين عناصر الغطاء الأرضي في تلك الفترة هي تحول 618 هكتار من مساحة أرض فضاء إلى المباني بنسبة 18.7% من مساحة الجزيرة.

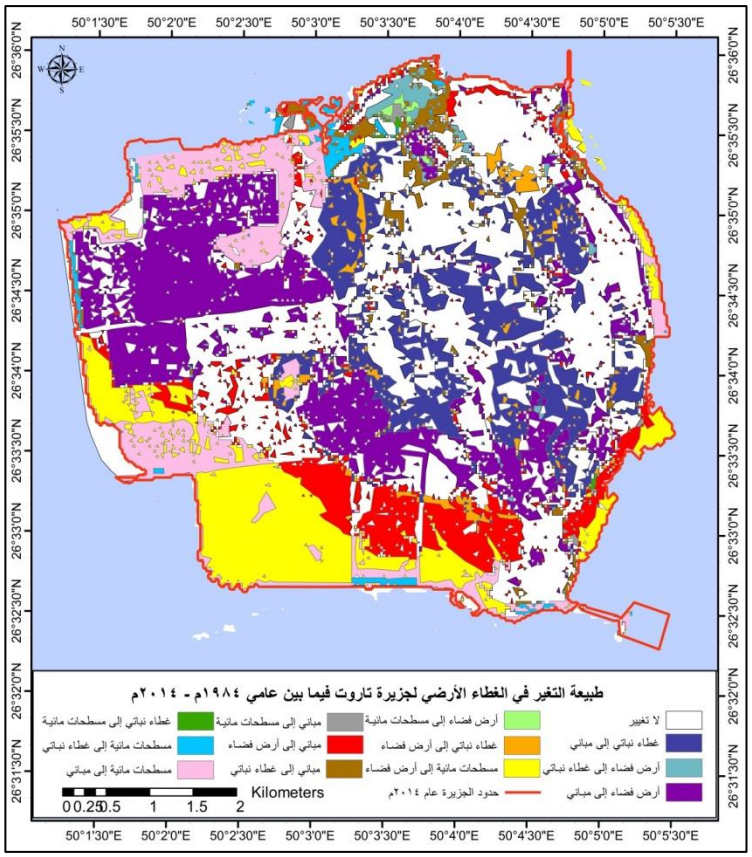
شكل رقم (8):نسب طبيعة التغيرفي الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت ما بين عامي (1984م - 2014م)



المصدر : من عمل الباحثتان اعتماداً على بيانات الجدول رقم (7) .

يوضح الشكل رقم (9) إجمالي تغيرات الغطاء الأرضي لجزيرة تاروت في الفترة من (1984م - 2014م) ، حيث بلغت المساحة التي لم يحدث فيها تغير في الجزيرة 1205 هكتاراً بنسبة 36.5% من مساحة الجزيرة ، بمعنى أن 63.5% من مساحة الغطاء الأرضي للجزيرة قد تغير خلال ثلاثين عاماً في الفترة بين عامي (1984م-2014م)، و كانت أكبر مساحة تغير بين عناصر الغطاء الأرضي هي تحول مساحة 572 هكتاراً من أرض فضاء إلى مباني بنسبة 17.3% من مساحة الجزيرة ، وكانت مساحة الأراضي التي تحولت من مسطحات مائية إلى أرض فضاء 363 هكتاراً بنسبة 11% ، و مساحة الأراضي التي تحولت من مسطحات مائية إلى مباني 291 هكتاراً بنسبة 8.8% من مساحة الجزيرة .

شكل رقم (9): طبيعة التغير في الغطاء الأرضي بجزيرة تاروت فيما بين عامي 1984م – 2014م



المصدر: من عمل الطالبة بناءً على: المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاند سات عام 1984م ، 2014م بواسطة برنامج (10.1) ArcGIS

المراجع والمصادر :

1. إدارة حماية البيئة، شركة الزيت العربية (أرامكو السعودية)، مركز البيئة والمياه بمعهد البحوث، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الأطلس البحري لغرب الخليج العربي، الظهران، المملكة العربية السعودية.
2. التركماني ، جودة فتحي،(1431ه/2011م)، أصول البحث في الجغرافيا الطبيعية والبشرية (مع تطبيقات سعودية) ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ط 1، دار الثقافة العربية، القاهرة.
3. داوود، جمعة محمد، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، ص 104، الطبعة الأولى, 1434هـ/ 2013م. المملكة العربية السعودية، مكة المكرمة.

4. عبدا للاه، عبد الفتاح ، (1430ه/ ٢٠٠9 م)، أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد ، ط 3، مكتبة الرشد، الرياض.
5. العرقوبي، هنادي خليفة،(1436ه/2015م)، التغيرات المكانية للبيئة الحيوية الساحلية في جزيرة تَارُوت بالخليج العربي شرق المَملكَة العَربيَّة السُّعودية ، المجلة الدولية للبيئة وتغير المناخ العالمي، المجلد الثالث، العدد الأول.
6. عزيز، محمد ، (1418ه/1998م) ، نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، قسم الجغرافيا ،كلية الآداب جامعة الملك سعود، منشأة معارف, الإسكندرية.
7. محمد، وسام الدين ، (1428ه/2007م) ،محاضرات في تحليل بيانات الاستشعار عن بعد، مركز أبحاث التنمية المستدامة، ص4.
8. محمد، وسام الدين، (1426ه/2015م)، الدروس العملية في الاستشعار عن بعد، ص 73).
9. وزارة الشؤون البلدية والقروية ،(1425ه/2004م)، وكالة الوزارة لتخطيط المدن : التقرير السابع – المخطط المحلي لمدن القطيف – جـ 1:تحليل الأوضاع الراهنة، المملكة العربية السعودية.
10. وزارة الشؤون البلدية والقروية ، (1428هـ/ 2007م)، مشروع المخططات المحلية لحاضرة الدمام ومحافظتي القطيف ورأس تنورة ،أمانة المنطقة الشرقية ، الإدارة العامة للتخطيط العمراني ، تقرير الأوضاع الراهنة لمدن محافظة القطيف ، التقرير العاشر، ج 1، المملكة العربية السعودية.
11. وزارة الشؤون البلدية والقروية ،(1428هـ/2007م)، (الإدارة العامة للتخطيط العمراني)، خريطة مشروع إعداد المخططات المحلية لحاضرة الدمام ومحافظتي القطيف ورأس تنورة (استعمالات الأراضي لمدينة تاروت ، أحياء محافظتي القطيف ورأس تنورة ، الاشتراطات العامة وضوابط البناء محافظة القطيف ــ بلدية تاروت) ،أمانة المنطقة الشرقية ،المملكة العربية السعودية.
12. وزارة الشؤون البلدية والقروية ، أمانة المنطقة الشرقية ، وكالة التعمير والمشاريع ، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الحدود الإدارية لحاضرة الدمام.
13. وزارة الشؤون البلدية والقروية ، أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير والمشاريع، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، المخطط الإرشادي لبلدية تاروت ، استعمالات الأراضي لبلدية تاروت، عام 1450ه، المملكة العربية السعودية.