نمذجة التحليل المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية في ناحية القيارة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS,RS

د. علي عبد عباس العزاوي
قسم الجغرافية/ كلية التربية

سعد صالح خضر عبيد
ماجستير جغرافية/ كلية التربية

الملخص

يهدف البحث إلى نمذجة التوزيع المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (Rs) ونظم المعلومات الجغرافية (Gis) في عمليات تصنيف استعمالات الأرض (Land Use) والغطاء الأرضي (Land Cover) ثم اشتقاق الاستعمالات الزراعية في ناحية القيارة من اجل حساب نصيب كل وحدة مكانية زراعية من مساحة المحاصيل الصيفية والبساتين في المنطقة باستخدام التحليل الاحصائي المكاني (Spatial Statistic Analysis) في نظم المعلومات الجغرافية مستندين بذلك على التصنيف الموجة (Supervised Classification) للمرئية الفضائية لناحية القيارة الملتقطة بتاريخ ٢٠١٠/٦/٣٠ واجراء عمليات التحليل المكاني وصولا لنماذج خرائطية تعكس طبيعة التوزيع الجغرافي لاستعمالات الأرض الزراعية.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد (Rs)، نظم المعلومات الجغرافية (Gis)، النمذجة ، استعمالات الأرض (Land Use)، التحليل الاحصائي المكاني.

Abstract

The research aims to model the spatial distribution of the uses of agricultural land using remote sensing techniques and Geographic Information Systems (Gis, Rs) in the processes classified Land Use and Land Cover and then derive the agricultural uses in the area Qayyarah to calculate the share of each unit spatial farming of the area of summer crops and orchards in the region using spatial Statistic Analysis in Geographic Information Systems basing this on the wave Supervised Classification of visual space in terms of Qayyarah captured on 30/6/2010 and conducting processes spatial analysis and access to models cartographic reflect the nature of the geographical distribution of agricultural land uses.

Key words: Remote sensing (Rs), Geographic Information Systems (Gis), modeling, Land Use spatial Statistic Analysis.

المقدمة:

تكمن أهمية تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في استخدامها كأداة تحليلية،في مجال دراسة الترتيب والتنظيم المكاني للظاهرات وهي خطوة مهمة لفهم السلوك المكاني للظاهرة الجغرافية والوسيلة المثلى في عمليات التحليل المكاني والمقارنة الاقليمية،والتنظيم الناتج عن توزيع الظاهرات في المكان وفق شكل خاص يطلق عليه نمط ليشكل منظومة او اقليم متجانس في الخصائص الذاتية والتي تفرزه مجموعة من العوامل الجغرافية ويطلق على هذا النوع من الدراسة تحليل الأنماط المكانية[١] التي ينتج عنها نمط التوزيع او التنظيم المكاني للظاهرات،(البنية المكانية)والتنظيم من الناحية الخرائطية هو التباعد أي كثافة التواجد المكاني للظاهرة من حيث التجمع والتبعثر المكاني،ولايخفى ان الخريطة تمثل نموذجا مكانيا للظاهرة والاداة الرئيسة للتعبير عن النتائج وادراك التنظيم المكاني. والجغرافية الزراعية من العلوم المكانية التي استفادت كثيرا من هذه التقنيات للقيام بعمليات التصنيف ونمذجة التحليل المكاني لاستعمالات الارض الزراعية خرائطيا، و التعامل مع المعلومات والبيانات والخرائط ومعالجتها بدقة وكفاءة عالية على مستوى الوحدات المكانية

ان عملية البحث عن خصائص التنظيم المكاني لاستعمالات الارض الزراعية من صميم عمل الجغرافي ولكن ليست بصورتها الوصفية التجريدية فقط،بل لابد من تحليل وتفسير مركب هذه الخصائص من حيث طبيعة التوزيع المكاني وترتيبها ضمن نمط معين.وقد اختلفت وسائل المعالجة والتحليل المكاني ، كان الجغرافيون يصفون التوزيع الجغرافي للظواهر في غياب معايير موضوعية.بل كانت عملية الوصف قائمة على التراكم المعرفي الموروث والقدرة الذاتية للباحث والذي يؤدي في اغلب الاحيان الى نتائج غير دقيقة ومختلفة من باحث لأخر وهذا خلاف للمنطق العلمي الذي يجب ان تتوحد من خلاله عملية الوصف لأي ظاهرة جغرافية. وما يهم الجغرافي عند دراسته لتوزيع الظواهر هو معرفة ما اذا كان توزيعها يشكل نمطا محددا، أم أنه مجرد توزيع عشوائي. فإذا كان التوزيع يشكل نمطا Pattern محددا، فان ذلك يعني ان هناك قوى وعوامل وراء تشكيل هذا النمط، يسعى

الباحث لإيجادها والوقوف عندها. اما اذا كان التوزيع عشوائيا فان ذلك يشير الى قوى الصدفة التي من الصعب تفسيرها. (٢)

في البحث الحالي تم الاستعانة بنتائج التصنيف الموجه Supervised Classification للغطاء الأرضي للمنطقة باستخدام برنامج Ereads Imagine V. 9.1، وإنتاج خارطة استعمالات الأرض الزراعية للموسم الصيفي المنتجة من المرئيات الفضائية والمأخوذة عام ٢٠١٠م من القمر الصناعي الأمريكي Landsat

وفي خطوة لاحقة تم الاستعانة ببرنامج ArcGIS.V.9.3 في عمليات المعالجة والتحليل المكاني ،وصنع الخرائط التي تمثل النموذج المكاني لاستعمالات الارض الزراعية على سطح المنطقة،باستخدام أدوات التحليل الإحصائي المكاني Spatial Statistics Tools والتحليل المكاني Spatial Analyst Tools في واجهة (Arc toolbox) التي تعد أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية(٣) ، مستفيدة من وجودها بهيئة رقمية في ذاكرة الحاسوب كأدوات تحليلية تمكنها من القيام بعمليات المعالجة والتحليل الإحصائي المكاني الرقمي(٤) .

بافتراض ان هذه الاستعمالات الزراعية الصيفية ليست موزعة ومرتبة ترتيبا عشوائيا او صدفة ،بل ان لنمط التوزيع المكاني لاستعمالات الارض الزراعية علاقة وظيفية بالعوامل الجغرافية،وسيتم وصف نماذج وانماط وتوزيعات استعمالات الارض الزراعية وتباينها المكاني(٥)، باستخدام خرائط تحليلات البقع الساخنة Hot Spot Analysis: Getis-Ord Gi* لقياس طبيعة التوزيع ضمن بيئة التحليل المكاني الاحصائي **SpatialStatisticalanalysis** في برنامج ArcGIS.V.9.3.

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في إجراء عمليات التصنيف الموجة (Supervised Classification) في برنامج Ereads Imagine V. 9.1، للمرئية الفضائية لاستعمالات الارض الزراعية في ناحية القيارة، من اجل حساب نصيب المقاطعات الزراعية من المحاصيل الصيفية والبساتين أنموذجاً.واستخدام برنامج نظم المعومات الجغرافيةArcGIS.V.9.3 في نمذجة التوزيع المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية لسنة ٢٠١٠ .

هدف البحث

يهدف البحث إلى تصنيف ونمذجة التوزيع المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية باعتماد المساحات التي تشغلها المقاطعات الزراعية من المحاصيل الصيفية والبساتين في ناحية القيارة وتحليل نتائجها باستخدام التحليل الاحصائي المكاني وعرضها يشكل نماذج خرائطية.

فرضية البحث

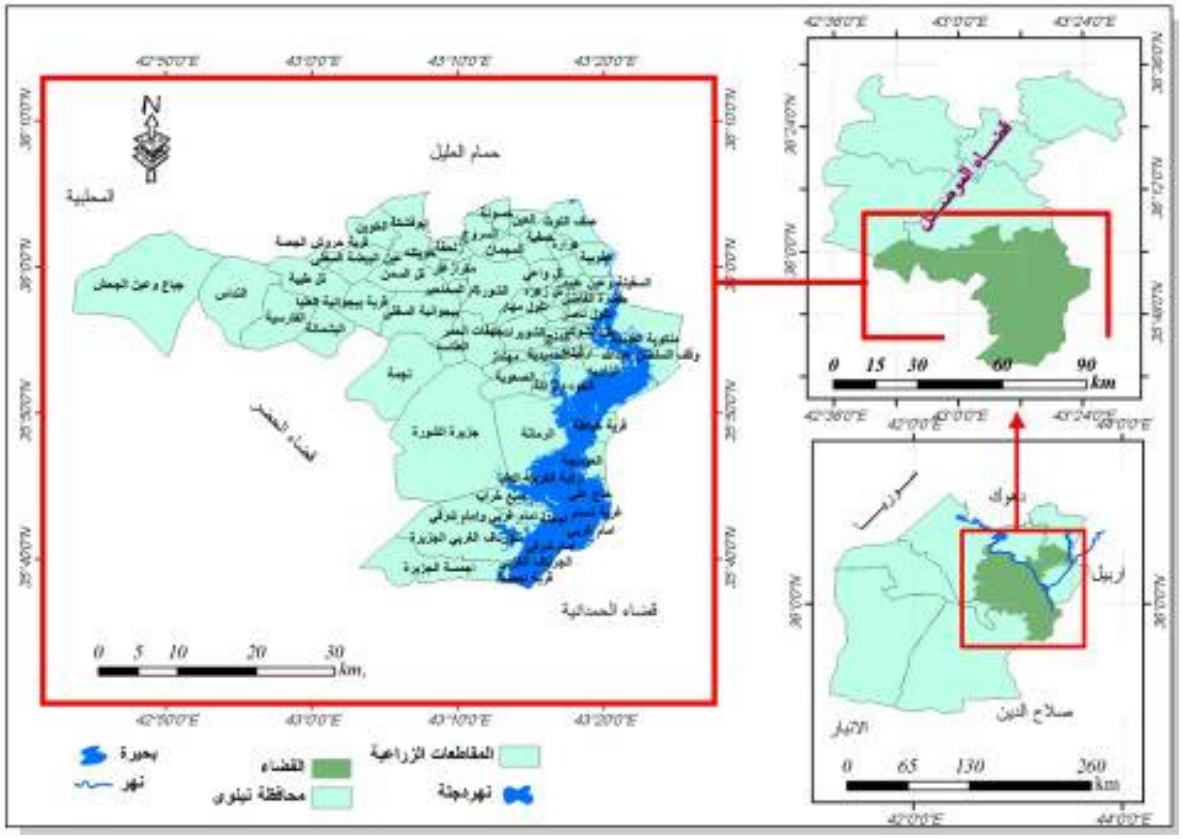
ينطلق البحث من فرضية مفادها إن نمذجة التحليل المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية يسهم في كشف نموذج التوزيع المكاني للمحاصيل الزراعية والبساتين في ناحية القيارة ليكشف عن الواقع الزراعي للمنطقة ومن ثم تباين قيم هذه الاستعمالات على مستوى وحداتها المكانية (المقاطعات).

الموقع والمساحة :

تقع ناحية القيارة بمساحتها البالغة (١٤٦٧كم^{٢}) في الجزء الجنوبي من قضاء الموصل ضمن محافظة نينوى ويحدها من الشمال ناحية حمام العليل ومن الشمال الغربي ناحية المحلبية ومن الغرب قضاء الحضر أما من الجنوب فيحدها قضاء الحمدانية، وهي بذلك تنحصر بين خطي طول (ً٧ َ٤٣ ْ٤٢) و (ً٧ َ٢٨ ْ٤٣

) شرقاً وبين دائرتي عرض (ً٣٧ َ٠٥ ْ36) و(ً٣٠ َ٣٧ ْ٣٥) شمالاً وعلى الـــرغم مما تمتاز به المنطقة من موقع جغرافي ساعد على التباين في استعمالات الأرض الزراعية إلا إن وقوعها عند أطراف نهر دجلة أضاف لطابعها الجغرافيـــة ميـــزة أخرى انعكست على تباين مقاطعاتها الزراعية البالغة (٧٠) مقاطعة موزعة علـــى الخارطة(١).

الخارطة (١) الموقع الجغرافي لناحية القيارة ومقاطعاتها الزراعية



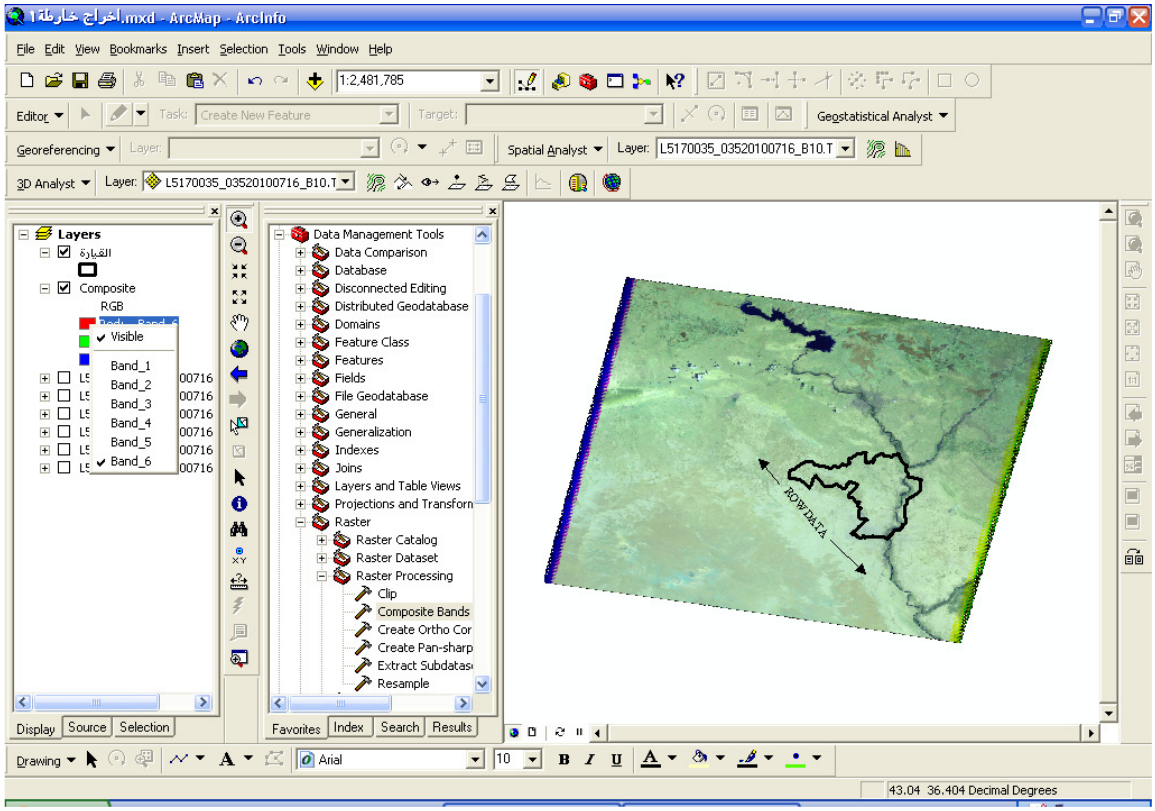
منهجية البحث وأسلوب العمل :

اولا: تصنيف الغطاء الارضي واستعمالات الارض الزراعية:

وقد تمت معالجة البيانات الفضائية الرقمية الملتقطة من قبل التـــابع الـــصناعي الأمريكي (Landsat-7 نوع TM) بتاريخ ٢٠١٠/٦/٣٠ وبقدرة تمييزيـــة ٣٠ م وبسبع حزم طيفية (7 Bands) والموضحة في الشكل (١) والتي توضح النطاقات

الطيفية السبعة المستعملة في الدراسة مع أطوالها الموجية حيث استخدمت الحـــزم (٧-٥-٢) لتصنيف استعمالات الأرض والغطاء الارضي ضمن منطقـــة البحـــث باستخدام برنامج (ERDAS Imagine V. 9.1). حيث تقدم وسائل الاستـــشعار عن بعد من خلال البيانات الفضائية صورة شاملة للظاهرات الارضية ومعلومات حديثة تستخدم في بناء النماذج المكانيـــة، إذ تـــم إجـــراء التـــصنيف الموجـــه (Supervised Classification) للمرئية الفضائية ،حيث تمت عملية التـــصنيف الطيفي للمعطيات الرقمية دون تدخل المحلل وقبل جمع المعلومات الحقليـــة يـــتم تحديد محلل المرئية هوية غطاء الأرض لهذه المجموعات الطيفية وذلك بمقارنـــة معطيات المرئية المصنفة بمعطيات أرضية مرجعية. معتمدين في هذه العمليـــات على المنهج التحليلي الكمي لكشف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض الزراعية في ناحية القيارة. الشكل(١) يوضح مراحل عمليات المعالجة للمرئية الفضائية.

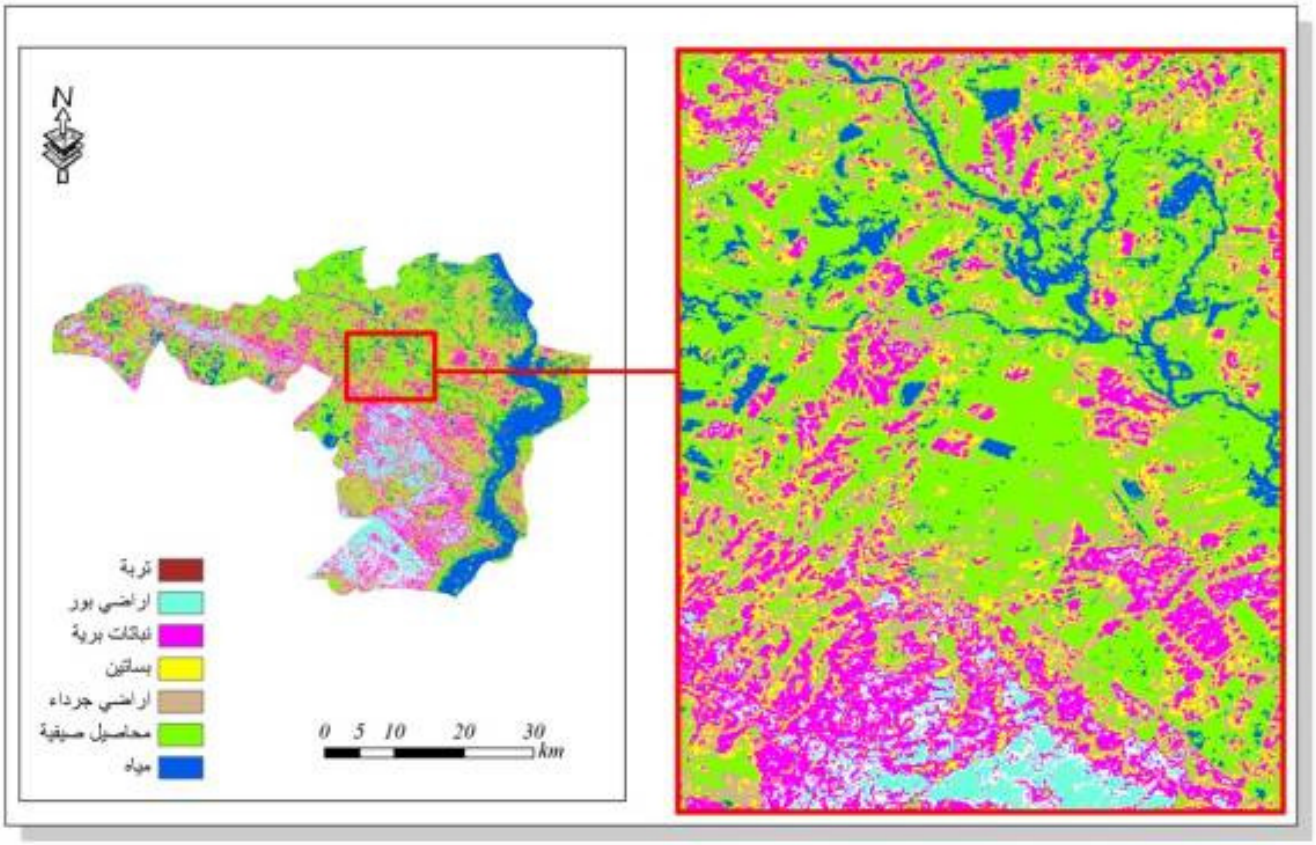
الشكل (١) يوضح مراحل تجميع الحزم واختيارها واقتطاع المرئية في برنامج Arc GIS



وتم الاعتماد على النظام الجيولوجي الأمريكي (USGS) المقترح من قبل Anderson.et.al 1976[٦] . لتحديد نوع الأغطية الأرضية واستعمال الأرض إذ تم دمج الأغطية السائدة وتحديدها وتسميتها، كما في الخارطة (٢) والجدول(١).

الخارطة (٢) أصناف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض الزراعية

في ناحية القيارة

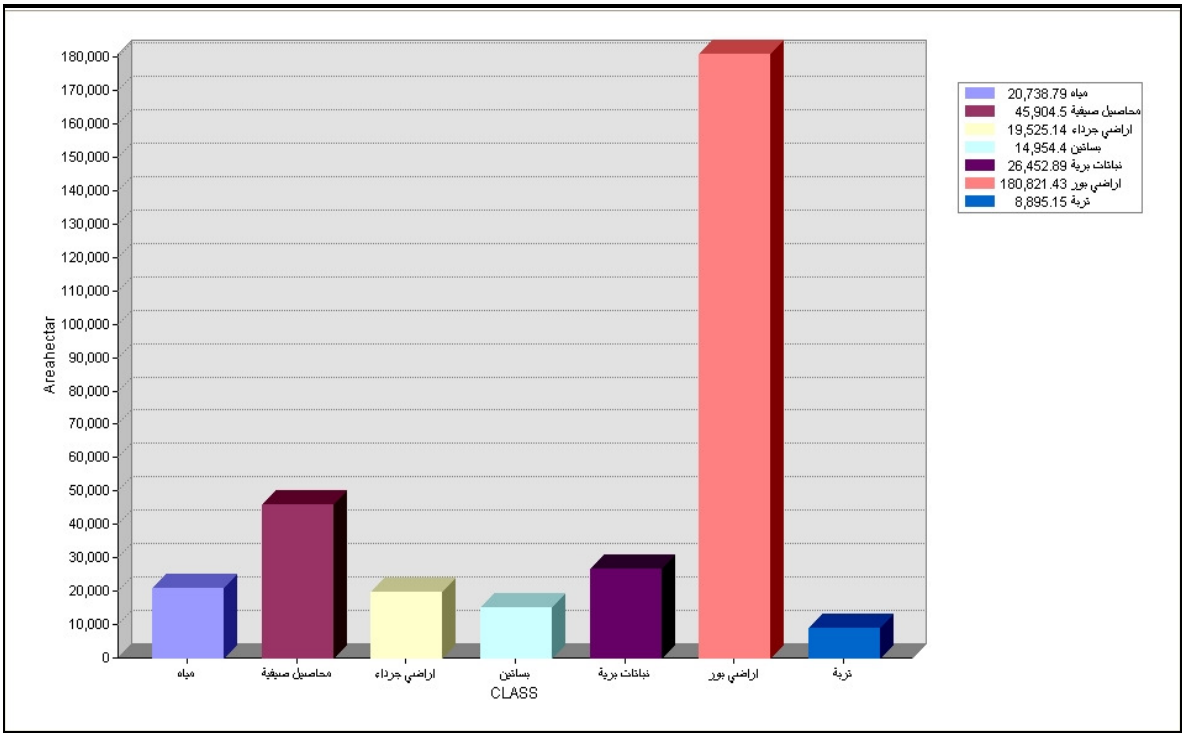


جدول (١) اصناف الغطاء الارض واستعمالات الارض الزراعية بعد تحويلها الى الدونم

الصنف	المساحة بالهكتار	النسبة المئوية
مياه	٢٠٧٣٨.٧٩	٦.٥٣٦١٧٨
محاصيل صيفية	٤٥٩٠٤.٥	١٤.٤٦٧٥٧٥
اراضي جرداء	١٩٥٢٥.١٤	٦.١٥٣٦٧٦
بساتين	١٤٩٥٤.٤	٤.٧١٣١٣
نباتات برية	٢٦٤٥٢.٨٩	٨.٣٣٧٠٧٣
اراضي بور	١٨٠٨٢١.٤٣	٥٦.٩٨٨٩١٢
تربة	٨٨٩٥.١٥	٢.٨٠٣٤٥٦
المجموع	٣١٧٢٩٢.٣	%١٠٠

من عمل الباحث بالاعتماد على تصنيف وتحليل المرئية في برنامج Arcgis 9.3

الشكل (٢) يوضح تباين أصناف الغطاء الأرضي و استعمالات الأرض الزراعية في ناحية القيارة



المصدر: بالاعتماد على برنامج Arcgis 9.3

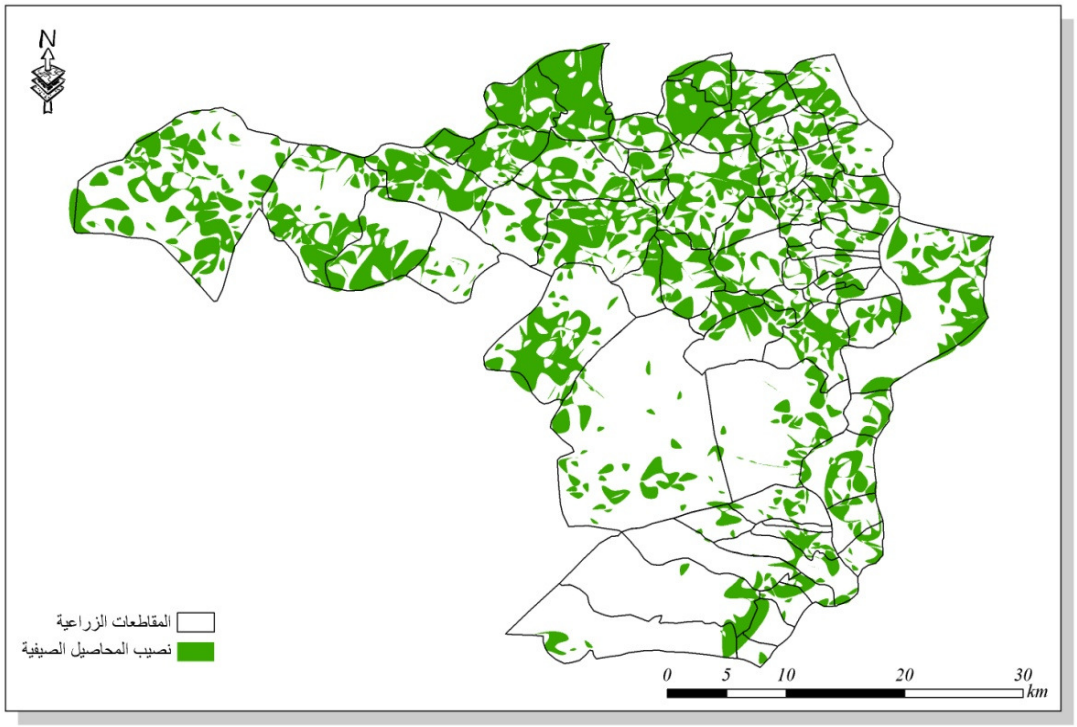
من الجدول (١) و الشكل (٢) أن المحاصيل الزراعية الصيفية تشكل نسبة (١٤%) من مساحة استعمالات الأرض والبالغة (٤٥٩٠٤.٥ هكتار) من نصيب استعمالات الأرض و الغطاء الأرض الكلية تليها مساحة النباتات البرية لتشكل نسبة (٨.٣%) من إجمالي نصيب الاستعمالات الكلية الأرض ، بينما تشكل أراضي البور نسبة (٧.٩%) من نصيب استعمالات الأرض وتشكل مساحة (١٨٠٨٢١.٤٣ هكتار) أما المياه فهي تغطي مساحة (٢٠٧٣٣٨.٧٩ هكتار) وهي بذلك تمثل نسبة (٦.٥%) من إجمالي استعمالات الأرض والغطاء الأرضي وهذا يعود إلى وقوع المنطقة عند ضفاف نهر دجلة والذي يغمر مساحة كبيرة من الأرضي، وتأتي الأرض الجرداء لتشكل مساحة (١٩٥٢٥.١٤ هكتار) وبنسبة (٦.١%) من مساحة نصيب استعمالات الأرض وأخيراً تشكل البساتين بمساحتها البالغة (١٤٩٥٤.٤ هكتار) وبذلك تمثل نسبة (٤.٧%) من إجمالي مساحة الأرض الكلية . وتتوقف فائدة أي تصنيف يستخدم في تفسير المرئية على مدى تثمين دقة التصنيف اذ بلغت دقة التصنيف الكلية للتصنيف الموجة للمنطقة ١٠٠% وهذا ما يدل على دقة النتائج الكلية المستخدمة في حساب مساحة المحاصيل الصيفية والبساتين من استعمالات الأرض. حيث تم اشتقاق نقاط التدريب للتصنيف الموجة على قرار التصنيف الغير الموجة بعد عملية معرفة الانعكاسية الطيفية.

ثانيا: النمذجة المكانيةلاستعمالات الارض الزراعية:

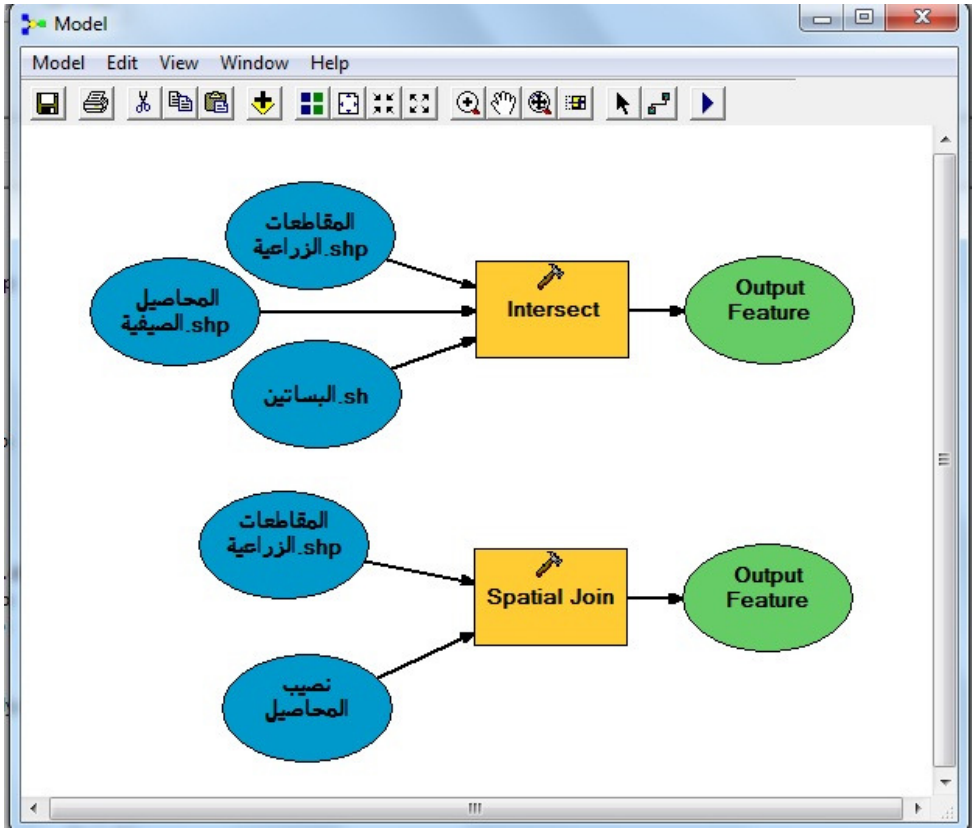
لأجل حساب نصيب كل مقاطعة من مساحة المحاصيل الصيفية والبساتين في ناحية القيارة للوصول إلى تحليل أكثر دقة وشمولية استخدم برنامج ArcGis V.9.3 في حساب نصيب كل مقاطعة من المحاصيل الصيفية والبساتين باعتبارهما أكثر تلعق بموضوع البحث ، وبعد انتقاء مساحة المحاصيل الصيفية من استعمالات الأرض الزراعية خارطة (٣)و تحويلها إلى الصيغة Features

وحذف بقية استعمالات الأرض تم إجراء عملية التطابق(Overlay) بين المحاصيل الزراعية الصيفية خارطة (٣) والمقاطعات الزراعية، والشكل (٣) يوضح المراحل التي مرت بها عملية النمذجة المكانية لاستعمالات الأرض ، وبعدها استخدم الأمر (Field Calculator) في حساب مساحة المحاصيل الصيفية للمقاطعة الكلية والخروج بملف لنصيب المقاطعات الزراعية من المحاصيل الصيفية والبساتين.شكل(٤) .

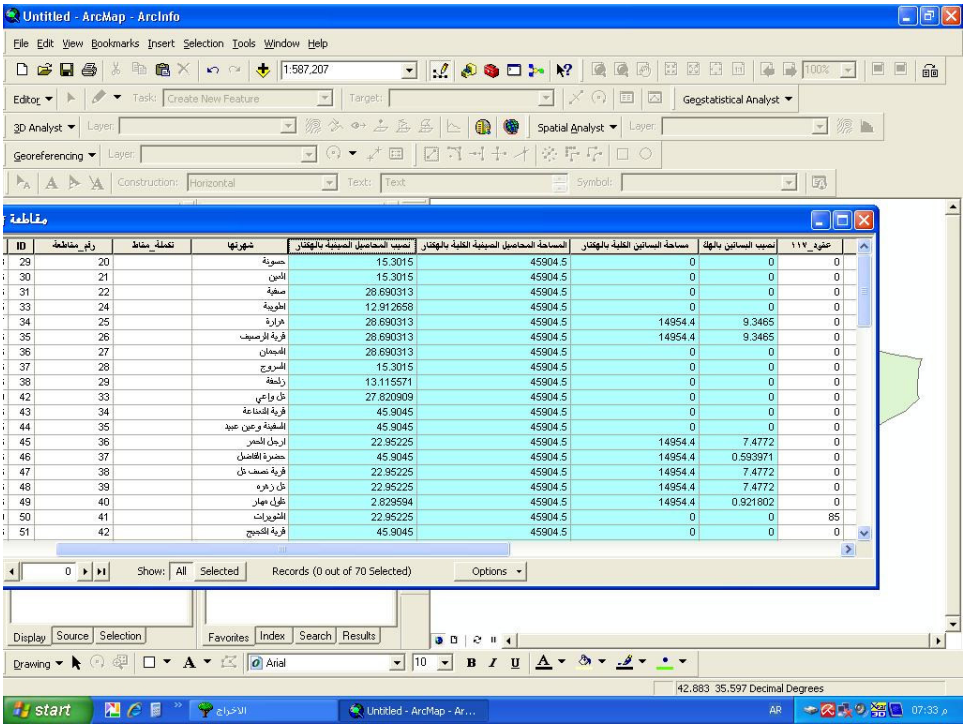
الخارطة (٣) التوزيع المكاني للمحاصيل الصيفية أنموذجاً



الشكل (٣) مراحل عملية النمذجة المكانية لاستعمالات الأرض الزراعية

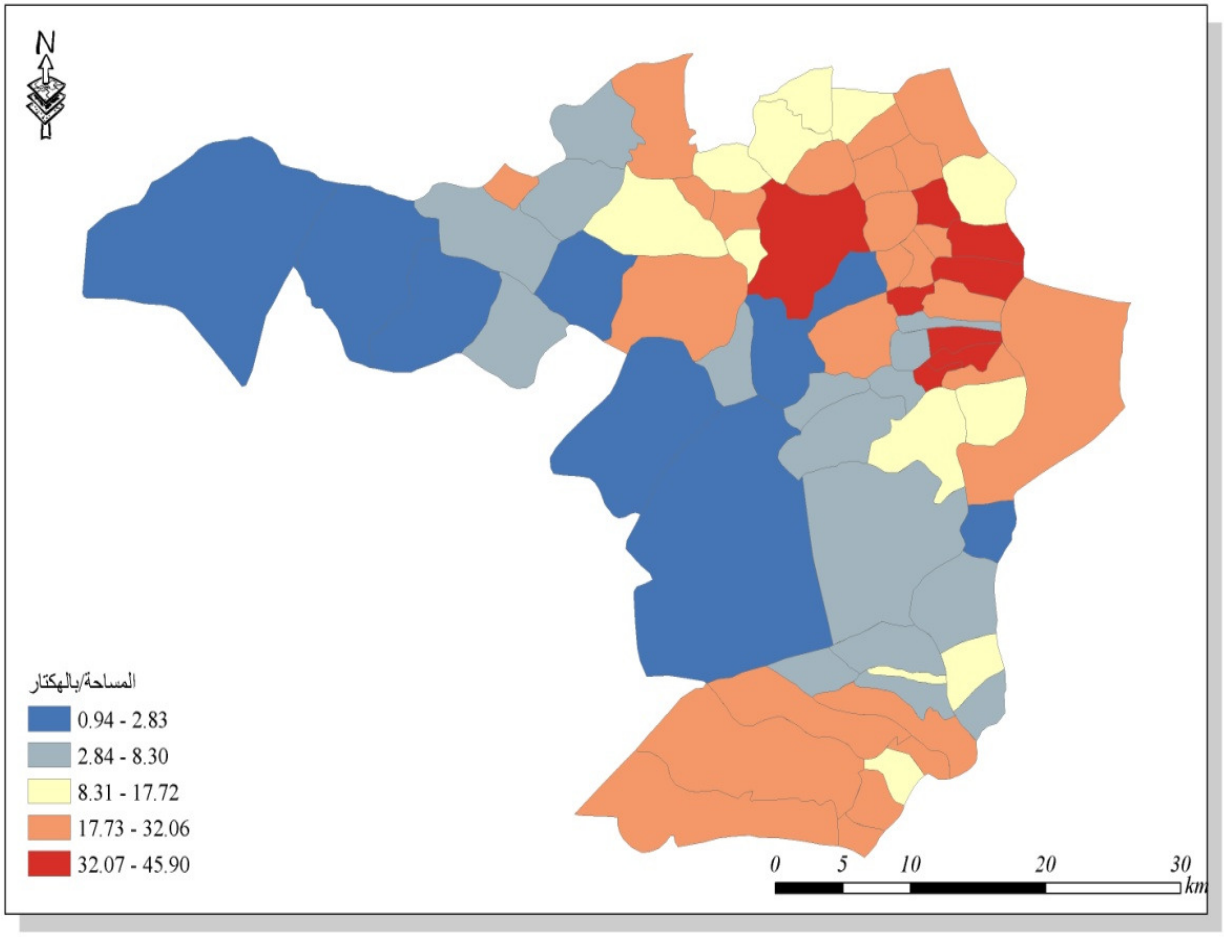


الشكل (٤) يبين نصيب المقاطعات الزراعية من المحاصيل الصيفية والبساتين

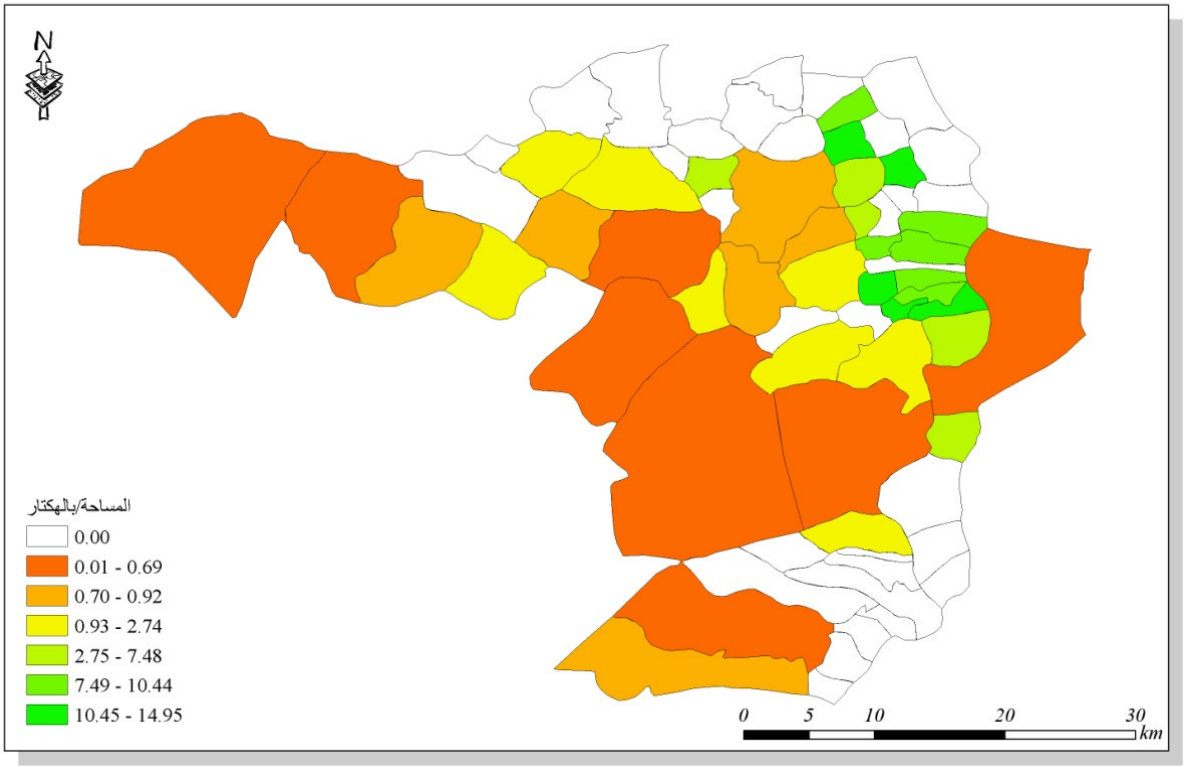


بعدها تم تمثيل قيم المساحات المستخرجة من نتائج التحليل المكاني للوصول إلـــى هدف البحث. ولوضوح العملية الإدراكية لمكونات الخارطة وإظهارهـــا بـــصورة واضحة مثلت بقيم التدرجي اللوني من اجل رصد استعمالات الأرض الزراعيـــة بشكل نموذجي .انظر الخارطتين (٤ و٥) .

خارطة(٤) نصيب المقاطعات الزراعية من المحاصيل الصيفية



الخارطة (٥) نصيب المقاطعات الزراعية من البساتين



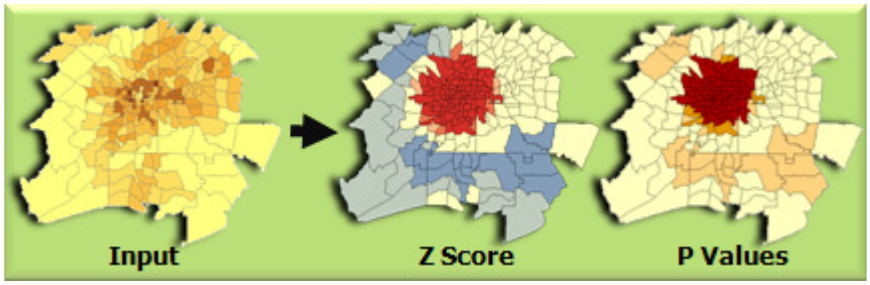
يتضح من الخارطتين (٤ و٥) ان هناك تباين في القيم المساحية لاستعمالات كل من المحاصيل الصيفية والبساتين فاعلاها يكون في مساحة المحاصيل الصيفية واقلها قيم يكون في مساحة البساتين إذ يتركز استعمالهما في مقاطعات معينة واقتصارها على مقاطعات أخرى.

ثالثا: التحليل الإحصائي المكاني لاستعمالات الأرض الزراعية:

تمكن نظم المعلومات الجغرافية GIS من إنشاء قاعدة للمعلومات المكانية والوصفية (Geodatabase) لاستعمالات الأرض والقيام بعمليات المعالجة والتحليل المكاني للظاهرة الجغرافية وإخراج نتائج تعجز الطرائق التقليدية عن انجازها بسهولة، ودقة ، وسرعة إذ تم استخدام أدوات التحليل الإحصائي المكاني (SpatialStatisticaTools) في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية(ArcGIS) في إعداد خرائط نماذج التوزيع المكاني لتجمعات القيم المساحية المتشابهة

لاستعمالات الأرض الزراعية والمتمثلة بخرائط البقع الساخنة والباردة (المرتفعة والمنخفضة) Hot Spot Analysis: Getis-Ord Gi*

الاساس الرياضي للنموذج:



7- ArcGIS Desktop 9.3 Help, Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) (Spatial Analysis http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/spatial_statistics_tools/hot_spot_analysis_getis_ord_gi_star_spatial_statistics_.htm>, (December 2.2011)

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}x_j - \bar{X}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\right)^2\right]}{n-1}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Gi* = قيمة الظاهرة

Wi,j= الوزن بين الظاهرة I والظاهرة j

X_j = تكرار القيمة X في الموقع j

$\bar{X}$ = الوسط الحسابي

S = الانحراف المعياري لـــــ X_j

تفسير قيمة *Gi الاحصائية[٨]:

احصائية *Gi العائدة لكل عنصر في قائمة البيانات هي درجة (Z) ودرجة (+Z) تدل على تجمعات القيم العالية (البقع الساخنة)أي ان قيمة الظاهرة المتكتلة عالية.وان قيمة (Z)السالبة تدل على تجمعات القيم الواطئة (البقع الباردة) والقيمة القريبة من الصفر لـ(Z) تدل على عدم ظهور كثافة للقيم المتشابهة.

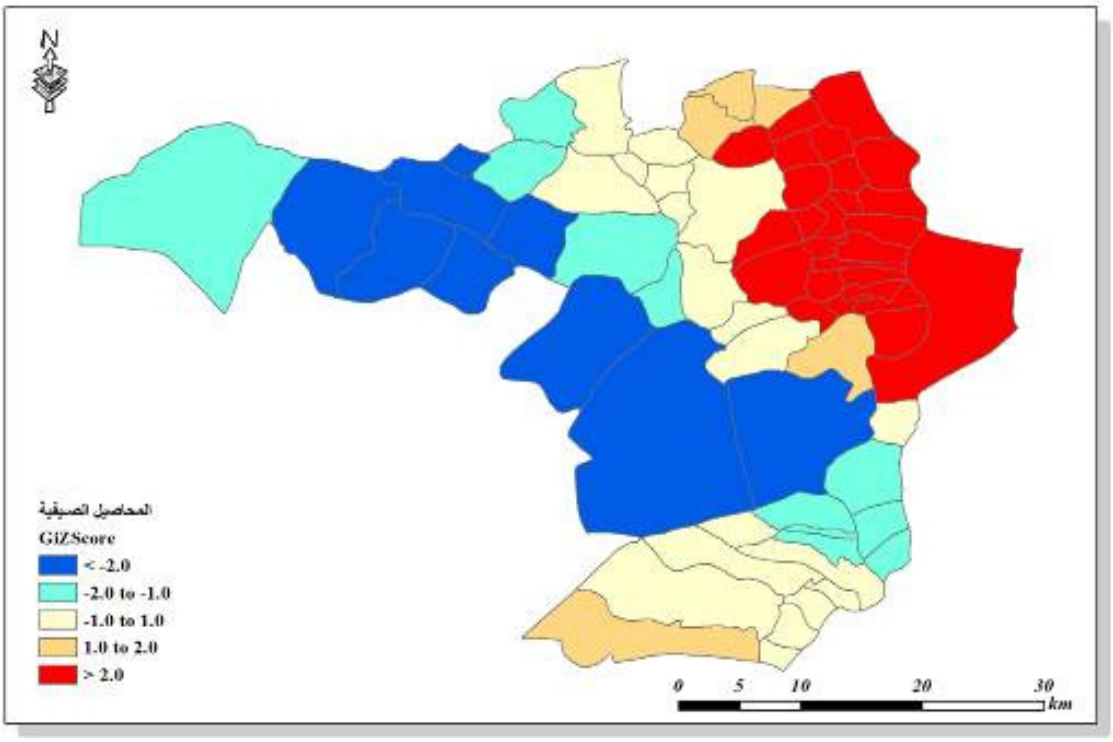
8- Example Application 1:Hot Spot Analysis Spatial Justice Resources 8/6/09 http://spatialjustice.org/images/SJHotSpot.pdf December 27, 2011

من أجل إجراء تحليل كمي على النمط المكاني لاستعمالات الارض الزراعية للمحاصيل الصيفية والبساتين،تم استخدام الاداة **Hot Spot Analysis: Getis-Ord Gi*** وأظهرت النتائج التي وزعت بشكل رئيسي على منطقة الدراسة خارطتين تمثلان قيم (GiZScore) و(GiPValue) حيث توضح:

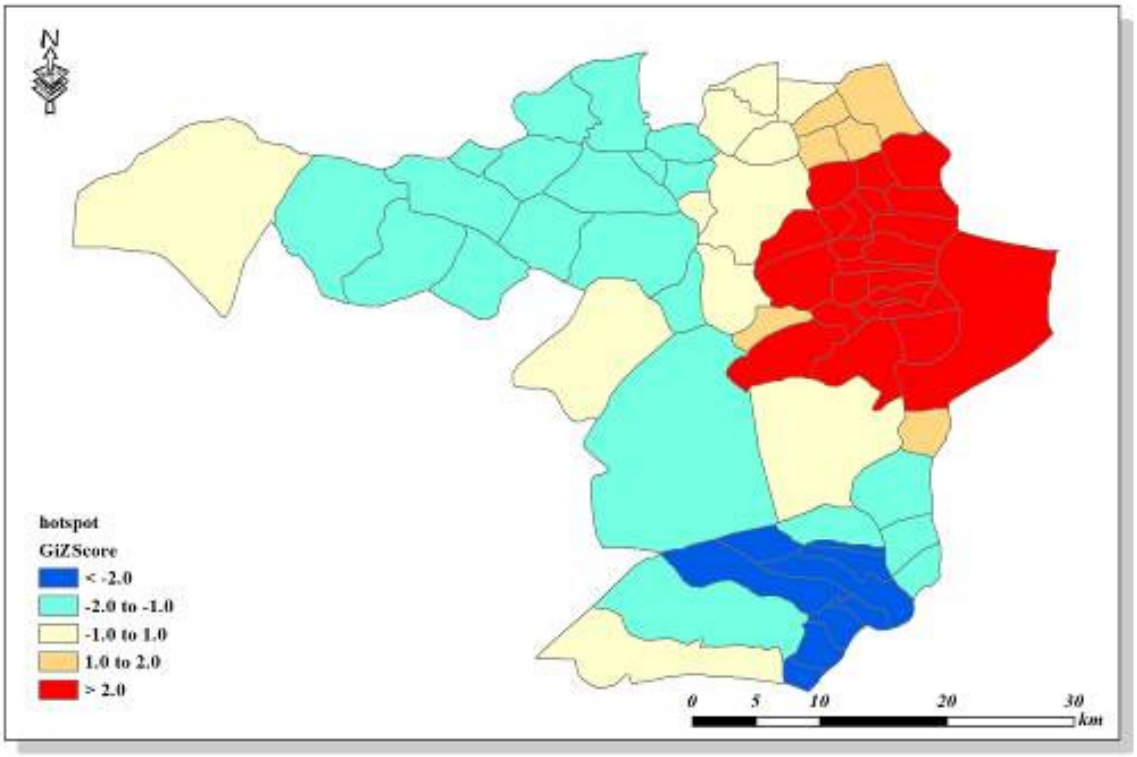
قيم (GiZScore): الموجبة العالية تبين ظهور بقع ساخنة لتجمعات الوحدات مكانية ذات القيم العالية لاستخدامات الارض الزراعية للمحاصيل الصيفية والبساتين في المقاطعات .والتي تنتشر في الاجزاء الشرقية من الناحية وباللون الاحمر والبني التي تشمل الفئة الخامسة والرابعة في الخارطتين (٦، ٧).

قيم السالبة لـ(GiZScore) كما موضح في الخارطتين(٦، ٧) فتبين البقع الباردة لمواقع تكتلات القيم الواطئة للوحدات المكانية لاستعمالات الارض الزراعية للمحاصيل الصيفية والتي تنتشر في الاجزاء الغربية والجنوبية من الناحية.باللون الازرق.

الخارطة **(6)** القيم المرتفعة والمنخفضة لتركز المحاصيل الزراعية الصيفية

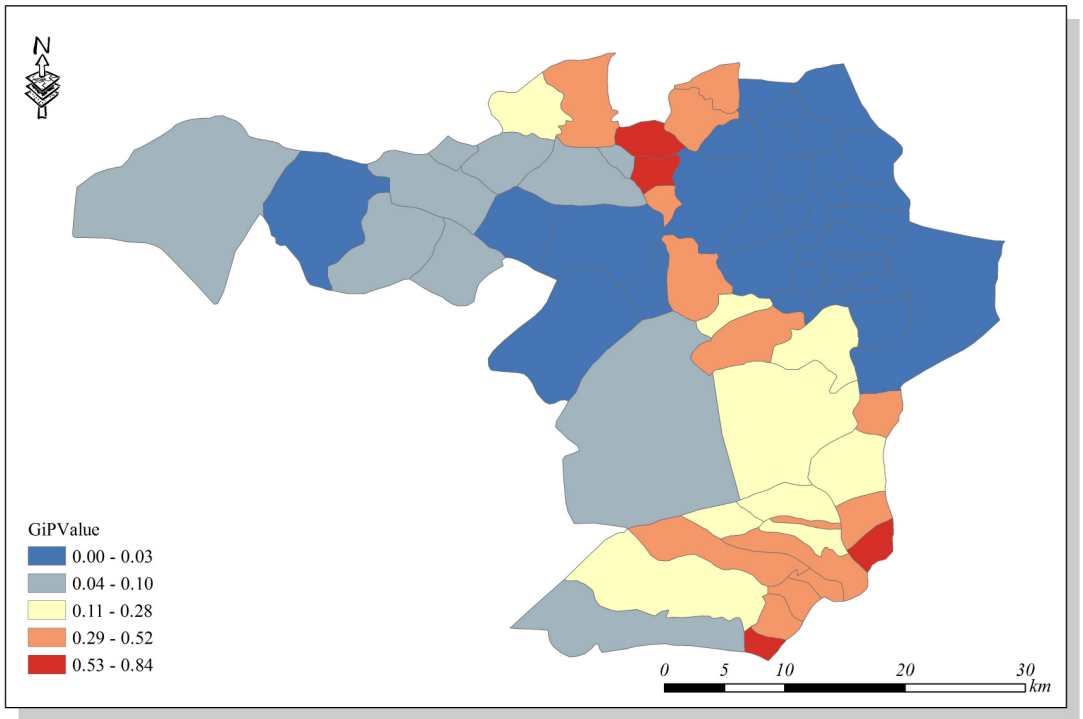


الخارطة **(7)** القيم المرتفعة والمنخفضة لنمط البساتين لسنة ٢٠١٠



قيم (GiPValue): تبين التكتلات التي تحمل دلالة احصائية اي البقع الساخنة الموجبة لقيم (z) او الباردة السالبة لقيم (z)،حيث يؤكد النموذج على انه كلما كانت **قيم(GiPValue) واطئة اقل من (٠,٠٥)** تكون ذات دلالة احصائية **٩٥%** ، **الفئات الاولى والثانية باللون الازرق** الغامق والفاتح لتصبح تجمعات **قيم (GiZScore) لنفس المواقع، ذات دلالة** احصائية للقيم العالية والواطئة..اما القيم القريبة من الصفر لـ(GiZScore) فتدل على عدم تشابه قيم الوحدات المكانية للخصائص الزراعية الصيفية والبساتين وتظهر باللون الاصفر لانها لاتحمل دلالة إحصائية (٩٥%).

الخارطة **(8)** قيمة **P-value** للمحاصيل الصيفية و البساتين لسنة ٢٠١٠



الاستنتاجات:

١- أظهر البحث قدرة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة الغطاء النباتي، وإنتاج خرائط دقيقة لغطاءات الأرض، تصل دقتها إلى80 %

وإحصائيات هذه الغطاءات تتمثل في مساحة كل غطاء، وتحديد النسبة المئوية التي يغطيها من مساحة منطقة الدراسة.

٢- كما أظهر البحث فاعلية الدمج في الدراسة بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وأن كلا منهما يخدم الاخر في الدراسات الجغرافية

٣- كشف البحث عن أهمية النمذجة المكانية في حساب نصيب الوحدات الزراعية من استعمالات الأرض في ناحية القيارة اعتماداً على تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية لدعم القرار عند التخطيط في بناء قاعدة بيانات جغرافية لأي منطقة زراعية.

٤- قدرة ادوات التحليل الاحصائي المكاني في كشف نمط التوزيع المكاني لاستعمالات الارض الزراعية الصيفية والبساتين

الهوامش

١- الصالح، ناصر عبدالله، ومحمد السرياني(٢٠٠٠م): **الجغرافيا الكمية: أسس وتطبيقات بالاساليب الحاسوبية**، الرياض: مكتبة العبيكان.ص٢٢٦

٢- ابو عياش، عبد الإله ، الإحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية ،وكالة المطبوعات ،الكويت،١٩٨٤،ص١٧٢.

٣- الدويكات، **قاسم ، نظم المعلومات الجغرافية النظرية والتطبيق ،الطبعة الأولى ، مطبعة دائرة المطبوعات والنشر ٢٠٠٣ ، الأردن ،ص٢٧**

٤- – للاستزادة من التقنيات والأساليب الإحصائية التي ظهرت في هذا المجال يراجع :

- David J. Maguire. Michael Batty &Michael F. Godchild(eds),GIS Spatial analysis and modeling,ESRI Press,Redland,California,2005.

- يمان سنكري،التحليل الإحصائي للبيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية ،شعاع للنشر والعلوم،حلب،٢٠٠٨ .

5- (SpatialStatisticalanalysis))Http://www.gis.com

6- J. R. Anderson and others, Land use and land cover classification System use with remote sensor data, U.S. Geological survey professional paper 964, 1976, p22.

7- ArcGIS Desktop 9.3 Help, Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) (Spatial Analysis http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/spatial_statistics_tools/hot_spot_analysis_getis_ord_gi_star_spatial_statistics_.htm>, (December 2.2011

8- Example Application 1:Hot Spot Analysis Spatial Justice Resources 8/6/09 http://spatialjustice.org/images/SJHotSpot.pdf December 18, 2011