التصنيف الرقمي للفئات في خرائط الكثافة السكانية باستخدام GIS

تقديرات العراق لعام ٢٠١٧ – دراسة حالة

أ.م.د. احمد محمد جهاد

وزارة التربية – تربية الانبار

&

أ.د. احمد سلمان حمادي

جامعة الانبار – كلية الآداب

مستخلص

ان تصنيف الفئات في خرائط الكثافة السكانية هو محل اهتمام الجغرافيين نظراً لتعدد وجهات النظر حول كيفية التصنيف وطرائق الترميز لاسيما في الخرائط ذات المدلول الكمي في تقنيات الرسم فأصبح الكارتوجرافي يبتكر ويجدد ما قدمت له هذه التقنية من أدوات سريعة ووسائل متطورة في تحليل الخرائط.

يهدف البحث الى توضيح أساليب التصنيف الرقمي للفئات في خرائط الكثافة السكانية من خلال برمجية (Arc GIS 10.6) وتعريف الخريطة الكمية والترميز الرقمي لها، وتطبيق الأسلوب الأمثل المتوافر في البرنامج، متخذاً تقديرات سكان العراق بحسب الوحدات الإدارية لعام ٢٠١٧ دراسة حالة. تم استخدام أداة الترميز (Symbology) ضمن حقل التصنيف (Classify) وانشاء قاعدة البيانات والترميز الكمي للسكان حسب الفئات واجراء تجارب عدة لها في تصنيف هذا النوع من الخرائط الشائع في البحوث الجغرافية. لتقديم اقتراح الطريقة الأمثل في تصنيف الفئات.

الكلمات المفتاحية : خرائط كمية،تصنيف الفئات، نظم معلومات جغرافية أدوات التصنيف الرقمي

المقدمة

تحتل دراسة التمثيل ألخرائطي مكانة بارزة في الدراسات الجغرافية، اذ ساعد التطور التقني في هذا المجال الاستفادة من البرامج التطبيقية في تمثيل الظواهر الجغرافية وتسهيل رؤية العلاقات المكانية لتلك الظواهر بأسلوب مدرك على الخريطة.

يعد موضوع تصنيف الفئات في الخرائط الشغل الشاغل لدى الجغرافيين نظراً لتعدد وجهات النظر حول كيفية التصنيف والفروقات بين التصنيف التقليدي والالي وطرائق التصنيف والترميز الكمي لاسيما في خرائط ذات المدلول الكمي في تقنيات الرسم فأصبح الكارتوكرافي يبتكر ويجدد ما قدمت له هذه التقنية من أدوات سريعة ووسائل متطورة في رسم وتحليل الخرائط.

من هذا المنطلق جاء هذا البحث ليسلط الضوء على موضوع التصنيف الالي للفئات في الخريطة الكمية أي كانت تمثل مدلولاتها سواء للظواهر الطبيعية (كاتجاهات الانحدار للسطح الطبوغرافي او الارتفاعات او أعماق المياه الجوفية وتوزيع الابار)، او للظواهر البشرية (التوزيع الجغرافي لكميات الاستهلاك السنوي لمياه الشرب او توزيع الأراضي الزراعية حسب كميات الإنتاج او توزيع السكان) كما في هذا البحث. تم اختيار بيانات سكان العراق حسب الوحدات الإدارية لتقديرات السكان لعام ٢٠١٧ انموذجاً للتطبيق، من خلال برمجية نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة تقنية واستخدام بعض أدوات الترميز والتصنيف الالي، واجراء تجارب عدة على اساليب التصنيف للحصول على الاسلوب الأمثل في هذا النوع من الخرائط.

مشكلة البحث :

يعد تحديد مشكلة البحث من العناصر المهمة في البحوث الجغرافية لأنها تتعلق بطبيعتها والتي تتضمن هدف لحلها وان هذا التحديد يختلف من البحوث الوصفية التي تكون الحاجة إليها أكثر من البحوث التطبيقية والتي يمكن طرحها بشكل سؤال **هل ان التصنيف الالي للفئات في الخرائط الكمية يقدم اسلوب تصنيف أمثل من غيرها بنتائج واقعية؟** ومن هذا السؤال لتحديد المشكلة يمكن استخلاص ما يأتي :

أ- **مشكلة الإدراك البصري Visual perception** لاختيار عدد الفئات وفواصل الفئات والتي تتأثر بعدد وحدات العينة والتباين في قيمها.

ب- **مشكلة التقدير البصري Visual estimation** للقيم داخل العينة وهو نتيجة مباشرة إلى تصور الإدراك البصري للكم.

ت- **مشاكل تتعلق بطبيعة اسلوب تمثيل خرائط الكثافة النسبية وهي:**

- **التعميم** :ويكون على أساس أن الفئة الواحدة متساوية في قيمتها.
- **الدمج** : من خلال عملية دمج الحدود للفئة الواحدة بين القيم المهمة وغير المهمة.
- **التحديد** :ويكون لمواقع الظاهرة الكمية داخل الفئة الواحدة.

فرضية البحث Research Hypothesis :-

بما إن مشكلة البحث هي استخدام الأسلوب الامثل لتصنيف الفئات لخرائط كثافة السكان فان الفرضية يمكن صياغتها بالآتي، التصميم الجيد لأعداد الخرائط يشكل الأساس للإدراك البصري الجيد لمحتوى الخريطة ويعود ذلك إلى:

أ- اختيار فواصل الفئات وهو يعتمد على طبيعة البيانات وعدد وحداتها.

ب- إمكانية استخدام برامجيات نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.610.6) لاختبار أساليب التصنيف المتوافرة فيها.

ت- اقتراح الاسلوب الأمثل لما تتمتع به برامجيات (Arc GIS 10.610.6) من دقة وسرعة وموضعية.

ث- تحسين إدراك الكم للقيم من خلال المزاوجة مع اسلوب تمثيل أخر.

هدف البحث Research Aim :- يرتبط هدف هذه البحث بعدّة نواحٍ هي:

١. ابراز التطبيقات العملية لنظم المعلومات الجغرافية في اعداد الفئات الكمية لخرائط الكثافة

٢. تطبيق الأساليب الإحصائية لتحديد الفئات وحساب أهمية كل منها.

٣. اقتراح عدد من الأساليب الخرائطية في تصميم خرائط الكثافة لنسب السكان لغرض المساعدة في تحسين التقدير البصري للكم مع الفئات.

أهمية البحث Research Importance :-

تعد دراسة التمثيل ألخرائطي بطريقة الكثافة النسبية من الدراسات التي لا تخفى أهميتها سيما في التحليل والاستنتاج إذ تثمل وسيلة لتوزيع البيانات بشكل مرئي فضلا عن أهميتها في

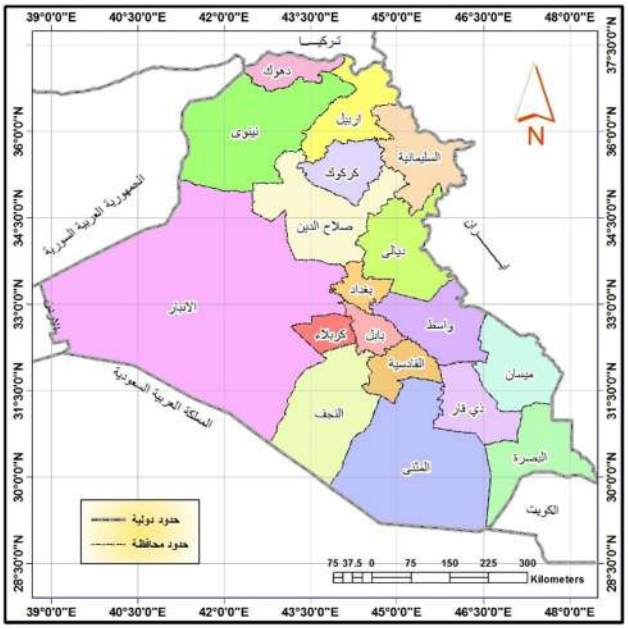
إعطاء صورة التحليل. وتعد من الاساليب المهمة أيضا لإظهار التباين والعلاقات المكانية في توزيع نسب المساحة المزروعة ويمكن ابرز أهم جوانب البحث في:

أ- تطبيق قواعد وأساليب التمثيل ألخرائطي لطريقة الكثافة النسبية.
ب- تطبيق أساليب تصنيف الخرائط لمشاكل خرائط الكثافة النسبية.
ت- تحليل أساليب المعالجة لخرائط الكثافة

حدود الدراسة : توسمت حدود منطقة الدراسة بـ :

تم تطبيق البحث على جمهورية العراق حسب الوحدات الإدارية ويقع فلكياً بين دائرتي عرض (٢٩° ٠٨َ - ٣٧° ٢٢َ) شمالاً وخطي طول (٣٨° ٣٠َ ـ ٤٨° ٣٠َ) شرقاً (خريطة رقم ١)، وتطبيق على تقديرات السكان حسب البيئة (حضر وريف) لسنة ٢٠١٧ ، شغلت مساحة (٤٣٤١٢٨) كيلومتر مربع وتوزعت على (١٨) محافظة خارطة رقم (١).

خريطة (١) التقسيمات الإدارية لمحافظات العراق



المصدر : وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خارطة العراق الادارية، لسنة ٢٠١٠، مقياس (١ : ١٠٠٠٠٠٠).

أسلوب البحث Research Method:

من أجل سير البحث وفق الخطة أعلاه تم إتباع المنهج الاستقرائي من الجزء إلى الكل بدءاً من جمع البيانات مروراً باستخدام المنهج التقاني المعاصر بمعالجتها باستخدام برامجيات نظم المعلومات الجغرافية من خلال إعداد خرائط الكثافة وفق أساليب التصنيف الالي للفئات المتوافرة في البرنامج بغية المقارنة بين أهميتها ووظيفتها.

أدوات البحث :

استعان البحث بأحد برامج نظم المعلومات الجغرافية (Gis) المتمثل ببرمجية (Arc GIS 10.610.6) من خلال أدوات الترميز (Symbology) في شريط الأدوات الأساس، ومن ثم أداة نوع التصنيف (Quantities) ثم أداة التصنيفات (Classify) لأجراء الاختبارات على اساليب التصنيف المتوافرة فيها مثل (الفواصل اليدوية،الفاصل الزمني،تحديد فاصل، كمي، جينكز الطبيعية، الفاصل الهندسي، الانحراف المعياري).

اولاً : مفهوم الخريطة الكمية :

الخرائط الكمية(Quantitative)هي إحدى خرائط التوزيعات (Distribution Maps)التي تستخدم طرق التمثيل الكارتوكرافي لتوضيح العلاقات المكانية بين الظواهر الموزعة على الخرائط مما يعطي صورة حقيقية للمشكلات الاقتصادية والاجتماعية ويوفر سهولة في التحليل العلمي، لذا فان أي ظاهرة جغرافية طبيعية أوبشرية يمكن أن توزع ضمن خريطة توزيع ***(الميالي، ٢٠٠٧، ص:٢٠٣)***، والخريطة الكمية تقوم على أساس التوزيع النسبي للظواهر الجغرافية مثل توزيع كثافة السكان والمزروعات والعناصر المناخية...الخ، وتستعمل الرموز البيانية، لذلك تدعى الخرائط الكمية في بعض الأحيان بالخرائط الإحصائية (الميالي، ٢٠٠٧، ص:٢٠٤)

ويطلق عليها ايضاً الخرائط الإحصائية (statistical maps) وتستخدم في رسمها الإحصاءات والأرقام مطلقة ام نسب مئوية او متوسط معدل القيم كخرائط توزيع السكان او الكثافات او نسبة محصول معين من الأرض الزراعية او توزيع الامطار، أي انها توضح الاختلافات والفروق الكمية الممثلة للظاهرة الجغرافية قيد الدراسة التي تتوفر بياناتها الإحصائية بشكل قابل للتمثيل ***(اسود، ١٩٩١، ص:٢٨٥)***.

والرموز الكمية تستخدم في تمثيل الظاهرة الجغرافية وإبراز حجمها (توزع الكثافات السكانية)، وهي تضم الرموز التي تبين تباين الأشكال الهندسية (حجم المدن)، التدرج في توزيع الألوان (كثافة السكان، توزيع التساقطات(، التباين في سمك الخطوط (محاور المواصلات)، وأخيرا تباين حجم الأسهم (رواج البضائع) ***(اسود، ١٩٩١، ص:٢٦١)***، وتتباين في مساحتها او احجامها او طولها مع تباين الظاهرة الجغرافية الممثلة من حيث الكم بالرموز الكمية الثلاثة (النقطة والخط والمساحة) ***(اسود، ١٩٩١، ص:٢٦١)*** وتستخدم خرائط التوزيعات الكمية الموضوعية الإحصائية:Statistical Maps ، في رسمها البيانات الإحصائية أو العددية، ولذلك فهي خرائط تقدم البيانات الإحصائية.

وتتصف الخرائط الكمية بانها اكثر تعقيداً من الخرائط النوعية غير الكمية، لان إمكانات وقدرات تناول البيانات وعرضها كارتوغرافيا اعظم بكثير في الخرائط الكمية الإحصائية منها في الخرائط النوعية غير الكمية، ومن ناحية أخرى يتفق الخرائطيون ان الوظيفة الأساسية للخريطة الكمية هي اظهار الفروق الكمية داخل الظاهرة الممثلة على الخريطة، ولهذا يطلق الكارتوغرافيون عليها بالخرائط الإحصائية تمييزاً لها عن بقية أنواع الخرائط الأخرى ***(أبو راضي، ٢٠٠١، ص:١١).***

ثانياً: خطوات تمثيل خرائط الكثافة

عند إعداد خرائط الكثافة ينبغي توفر خريطة أساس تبين الوحدات التي يتم التوزيع عليها،ومن ثم تجهيز محتواها العام (الإطار،المفتاح،المصطلحات،الإحداثيات،اتجاه الشمال،مقياس الرسم)ولأجل تحليل هذه الخرائط يجب إتباع ما يأتي :

١-١: إعداد البيانات الملائمة في تمثيلها لهذا النوع من الخرائط وهي ***(Robinson,1978,p249).***

-بيانات متعلقة بالكثافة أي القيم مقسومة على المساحة.

-بيانات على أساس ما يخص ظاهرة من مساحة.

-نسبة قيمة إلى قيمة معينة.

-متوسط أو معدل قيم ظاهرة معينة.

١-٢:اختيار فواصل الفئات والتي تتوقف على اختيار عدد الفئات وأطوالها عند توزيع المفردات على الفئات والتي يجب مراعاة ما يأتي ***(البطيحي،١٩٨٩،ص١٣).***

-عمل أقصى تباين بين الفئات وهو الذي يحقق أقصى تشابه بينها.

-عمل اقل تباين ضمن الفئة الواحدة وهذا يعني أقصى تشابه فيها.

اذ يعتمد تبويب البيانات مع فئات بواحدة من الطرق الإحصائية وهي ***(جميل، ١٩٨٦، ص٤٣-٤٤)*** قاعدة يول والدليل العام وستيرجس،ويجب مراعاة عدد الفئات الذي لا يزيد عن ثمانية أن لا يقل عن أربعة فئات ولتحديد أطوال الفئات تستخدم عدة نماذج بيانية وإحصائية لتحديد أطوال الفئات وهي ***(Kraak,2003,pp.116-123)*** لتحديد أطوال الفئات.

اولاً : خرائط الكوربليث:

وقد انفردت طريقة الكربوليث (*) Choropleth التي تمثل المفردات في فئات بخاصية تمثيل السطوح الإحصائية Statistical surfaces بالتوزيع الحيز المنفصل من خلال عدد النقاط لكل وحدة مساحية وقسمتها على مساحة السطح والتي تحتل درجات الظل الرمادية أو النسيج أو اللون وتمثل هذه السطوح والظاهرات المنفصلة صفات سطح الأرض التي يمكن قياسها وهي ذات قيم معينة تنحصر في مساحة محددة حسب الفئات.

وتتم معالجة المعطيات بعدة طرق منها الرياضية والإحصائية والبيانية والأخيرة تمثل اللغة المميزة للتعبير ألخرائطي إذا تتميز هذه اللغة على بقية وسائل الاتصال بعلاقتها المباشرة بالإدراك البصري فقد بين الأخصائيون في علم النفس التطبيقي إن ذاكرة الإنسان تعمل بما يعادل ٨٥% بمساعدة البصر و ١٠% عن طريق السمع والذي يمكن إن يتطور بربطه بصورة ذهنية وأخيرا ٥% تخص الذوق والشم واللمس ***(عمران ٢٠٠٠ ص ٢٩).***

وإذا كانت الجغرافية هي علم المكان فان هدفها هو هندسة المكان (تنظيم المكان)،وهذا الهدف يعني التحليل المكاني للوصول إلى التوزيع الأنسب للظاهرات.ويعتمد الامتداد المكاني على هذا التفاعل بين الموجودات إذا أن الظواهر في أي نظام تمارس حركاتها في المكان وتعرف هذه الحركة بالعمليات المكانية Spatial process،والتي ينتج عنها التوزيع المكاني للظاهرة التي تقوم على أساس معرفة الاختلافات مع الظواهر الجغرافية من مكان إلى آخر

(*) تعددت مسميات خرائط الكوربليث في البحوث الكارتوكرافية تبعا لتعدد خصائص القيم التي تدل عليها فقد شاع مصطلح الكربوليث Choropleth للدلالة على كل أنواع خرائط الكثافة ويعني هذا المصطلح باليونانية والمركب من كلمتين Chore وتعني المكان و Pelt وتعني النسبة او الكثافة وبذلك فإنها تشير إلى النسبة في المكان ثم تطور هذا المصطلح ليصبح دالا على القيم لتمثيل الكثافة في حيز مساحي منفصل، وتميزاً لها عرفت باسم Dissymmetric map وهذا النوع من الخرائط يعتمد على التقدير الشخصي للمتغيرات المحتمل وجودها داخل مساحة التوزيع كما استخدم التعابير التالية للدلالة على نفس طريقة وهي الكم في المكان Quantity in area والتوزيع النسبي Proportional Distribution وخرائط التظليل Shading maps وخرائط الكثافة Density maps (سطيحة ١٩٧٢ ص٣٠٢) (عودة ١٩٩٦ ص١٧٦)(Robinson ,1978,p.248) ..

والعناية أيضا بالمتشابهات القائمة بينها من خلال دراسة التفاعلات المكانية Spatial interaction وهذا يتطابق مع تعريف الجغرافية بأنها الحقل الذي يحلل التباين المكاني على أساس الأقاليم ودراسة العلاقات بين التباينات المكانية ***(john,1967.p.9).***

وتعد طريقة الكثافة النسبية واحدة من أهم طرق التمثيل التي تستخدم في إظهار التباين المكاني،إذ أن لها مكانة بارزة في الدراسات الجغرافية لإبراز تباين التوزيع مع الرقعة المكانية فقد تم استخدامها لغرض تمثيل نسب المساحة المزروعة في إقليم متجانس * والذي يضم قاطعات ريف قضاء الرمادي حيث تم استخدام الحاسب الآلي والبرامج التطبيقية التي مثلت وسيلة جيدة في تيسير الكثير من الصعاب لتحليل وتمثيل الخرائط.

ثانياً-بناء قاعدة البيانات السكانية :

تتلخص خطوات أسلوب الدراسة باختيار حالة دراسية على هيئة نموذج جغرافي يمثل حدود منطقة معينة، ويصلح للتطبيق على أي نموذج آخر لاستعمالها على الأرض، ومن ذلك فقد تم اختيار مشكلة توزيع الخدمات، إن تتبع خطوات مراحل العمل في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بطريقة (Step by Step) اذ توفر سهولة إدراك المعلومات، ليكون المستخدم متآلفاً مع الوظائف الأساسية لبرامج نظم (GIS) وإدراكه لإمكانياتها ودورها في الدراسات الجغرافية.

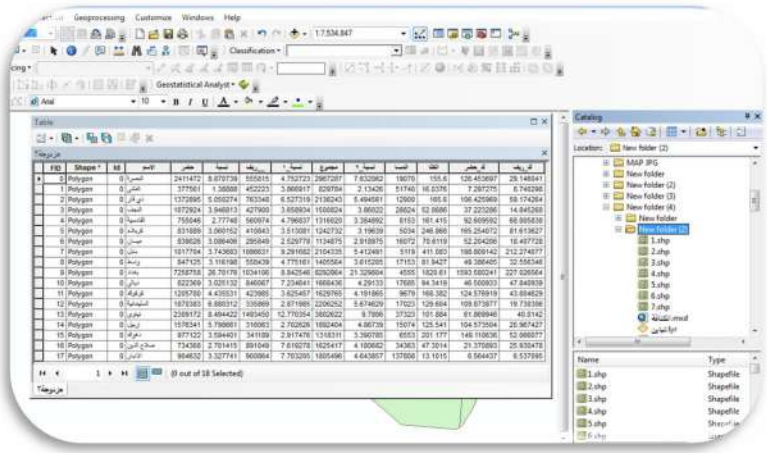
إن معظم التطبيقات العملية في برنامج (Arc GIS 10.6) ستكون ضمن ملحقاته الداخلية، كبرنامج (Arc Map) وهو عبارة عن تطبيق لعمل الخرائط وتحليل المعلومات وعرض النتائج، أما (Arc catalog) فيستعمل البحث والمعاينة عن إدارة قواعد البيانات الجغرافية، فضلا عن شريط أدوات (Arc Tool box) لمعالجة البيانات وإجراء التحليلات الإحصائية والمكانية، ويستعمل برنامج (ArcGIS desktop) الواجهة القياسية لبيئة نظام النوافذ (Windows) وسنلقي الضوء على أهم الخطوات الأساسية في إعداد قاعدة البيانات الجغرافية لمنطقة الدراسة.

تعرف قواعد البيانات الجغرافية على أنها مجموعة من البيانات المكانية والوصفية ذات العلاقة ببعضها تسمح للمستخدم بخزنها واسترجاعها وتحليلها وعرضها بناء على الهدف المطلوب من تطبيقها .وتتكون قواعد البيانات الجغرافية من مجموعة من العناصر مثل مجموعة المعالم Feature Datasetالتي تحتوي على مجموعة اللفات الأخرى الداخلة في الدراسة .أنواع المعالم Type of Feature classes وهى عبارة عن مجموعة من الطبقات للظواهر الجغرافية في شكل رموز نقطية وخطية ومساحية بالإضافة إلى مجموعات متعددة من الجداول

والأسماء والأشكال الأرضية ومجموعة الشبكات والطبولوجيا التي تبين العلاقة بين تلك الظواهر بالإضافة إلى البيانات الخلوية سواء في شكل مرئيات فضائية أو صور جوية ***(سلمى، ١٤٣٥هـ، ص١).***

تعتمد قاعدة البيانات السكانية على دراسة الخصائص السكانية البيئية (حضر وريف) لسكان العراق على مستوى الوحدات الإدارية (المحافظات) حسب إحصاءات عام ٢٠١٧ (*الموقع الرسمي للجهاز المركزي للإحصاء www.cosit.gov.iq*) وقد تم تحويل نتائج هذه الدراسة إلى قاعدة معلومات جغرافية سكانية بحسب البيئة والجنس بربطها بحدود العراق الإدارية على مستوى المحافظات بحيث تم ربط نتائج الدراسة (معلومات وصفية (Attributes data بالمعلومات المكانية Spatial DATA للعراق ممثلة في المحافظات وذلك لإنتاج خريطة رقمية مكانية للسكان على مستوى المحافظة.

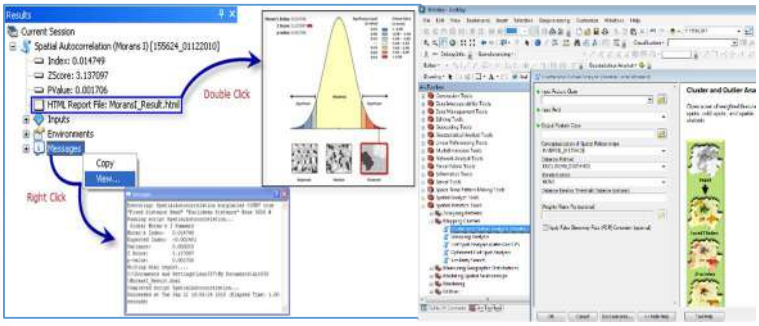
جدول (١) تقديرات سكان العراق حسب المحافظات والبيئة لسنة ٢٠١٧



وقبل البدء بتمثيل البيانات الإحصائية المتمثلة بالكثافات السكانية ، الكثافة العامة الحسابية والكثافة العامة لسكان الحضر والكثافة العامة لسكان الريف. وجدنا انه من المناسب تسليط الضوء على طبيعة البيانات من حيث كونها متكتلة او منتشرة او مشتتة لمعرفة نمط التوزيع المكاني لنموذج الارتباط المكاني الذاتي اذ نجدها ملائمة لحساب وتحليل توزيع الفئات باستخدام معامل مورين **(Moran's I)**

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2}$$

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^{n} w_{i,j}(x_i - \bar{X})$$



Ii : تكتل القيم موجبة أو سالبة

$\bar{X}$: القيمة المتوسطة للظاهرة

Xi : قيمة المعلم المدروس

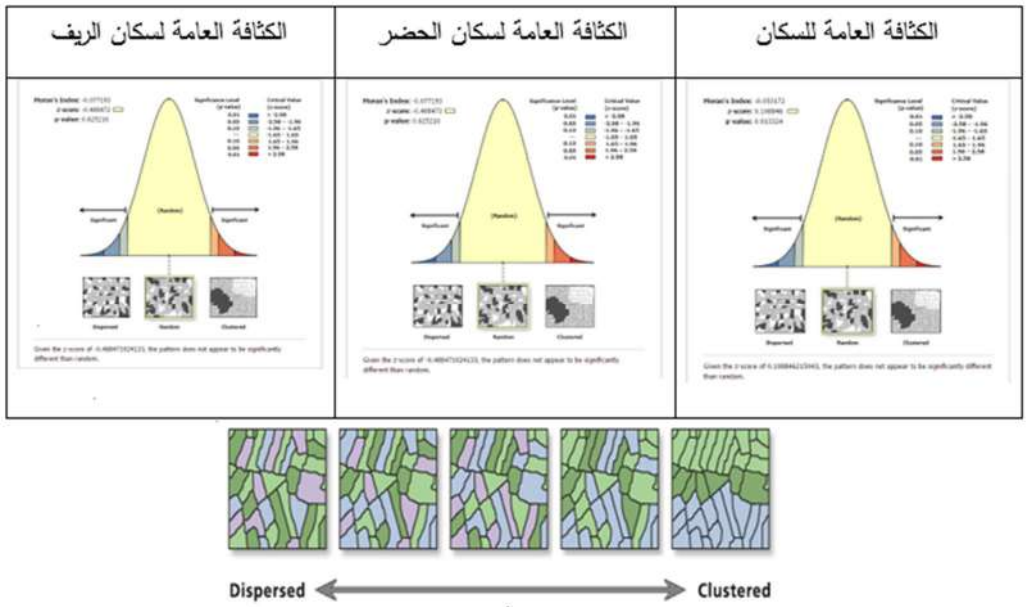
Xj : قيمة المعلم الجاور

Wij : وزن التجاور

S^2 : التباين للقيم عن القيمة المتوسطة

HELP.ARC GIS 10.6.

شكل رقم (١)التقرير الاحصائي لكثافات السكان بتطبيق النموذج مورين (**Moran's I**)



وتبين بعد اجراء معامل مورين ان جميع أنواع البيانات الإحصائية تميل الى الانتشار،اذ تشير درجات z (عالية) أو عالية جداً (سالبة) منخفضة جداً، مرتبطة بقيم p صغيرة جداً، في التوزيع الطبيعي. وإما درجة z عالية جدًا أو منخفضة جدًا، فهذا يشير إلى أنه من غير المحتمل أن يعكس النموذج المكاني المرصود النمط العشوائي النظري الذي تمثله فرضية الصفرية (CSR) *، تبين ان قيمة Z لاسلوب الكثافة العامة منخفظة بلغت (0.10) بينما بلغت قيمتها للكثافة النسبية لسكان الحضر (-٠,٩) في السالب أي منخفظة جدا

* http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/what-is-a-z-score-what-is-a-p-value.htm

ثانيا : خطوات تمثيل خرائط الكثافة: لأجل تمثيل هذه الخرائط يجب إتباع ما يأتي :

١: إعداد البيانات الملائمة في تمثيلها لهذا النوع من الخرائط وهي ***(Robinson,1978,p249).***

- بيانات متعلقة بالكثافة أي القيم مقسومة على المساحة.
- بيانات على أساس ما يخص ظاهرة من مساحة.
- نسبة قيمة إلى قيمة معينة.
- متوسط أو معدل قيم ظاهرة معينة.

2: اختيار فواصل الفئات (اعداد الفئات) اذ يعتمد تبويب البيانات مع فئات بواحدة من الطرق الإحصائية وهي ***(جميل،١٩٨٦،ص٤٣-٤٤)*** قاعدة يول والدليل العام وستيرجس، ويجب مراعاة عدد الفئات الذي لا يزيد عن ثمانية أن لا يقل عن أربعة فئات. اذ تم اختيارها حسب قاعدة يول (Yule) بخمسة فئات

$$x = \sqrt[4]{n} * 2.5$$

$$x = \sqrt[4]{18} * 2.5$$

$$x = 2.1 * 2.5$$

$$x = 5.1 \sim 5$$

3: اختيار اطوال الفئات عند توزيع المفردات على الفئات والتي يجب مراعاة ما يأتي (البطيحي،١٩٨٩،ص١٣).

- عمل أقصى تباين بين الفئات وهو الذي يحقق أقصى تشابه بينها.
- عمل اقل تباين ضمن الفئة الواحدة وهذا يعني أقصى تشابه فيها.

وهنا تمت الدراسة والتحليل على المعادلات الملحقة ببرنامج طريقة الفاصل غير محدد طريقة الفواصل المحددة الطريقة الكمية طريقة الكسور الطبيعية (جينكز) طريقة الفواصل الهندسية طريقة الانحراف المعياري

٤: اختيار نمط التظليل لتغطية الوحدات المساحية بواحدة من الأساليب الآتية ***(عودة،١٩٩٦،ص١٧٧-١٧٨):***

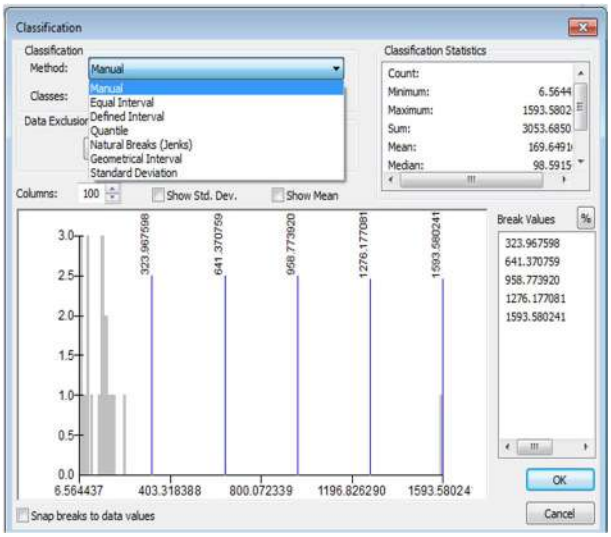
أ-الظلال ذات المدلول الكمي المتدرجة باستخدام متغير القيمة ألظليه أو النسيج.

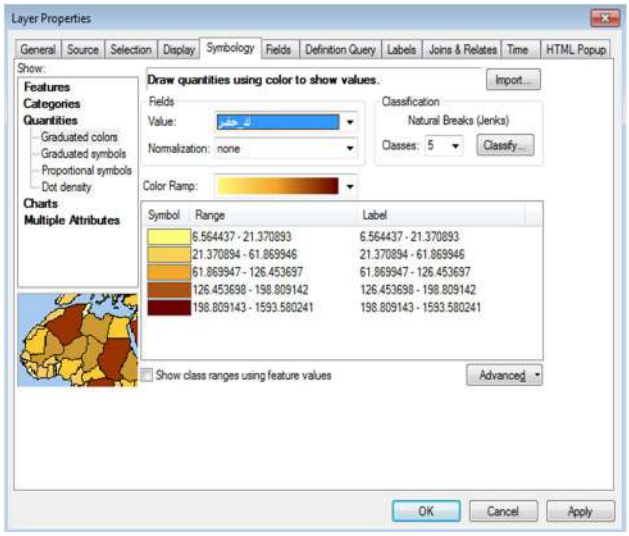
ب-الألوان ذات الدلالة الكمية والتي تكون أكثر جاذبية ووقع على عين القارئ.

ج-إبراز البعد الثالث وهو اتجاه يقوم على تمثيل المساحات المتفاوتة القيمة وفق مستويات أو سطوح متفاوتة الارتفاع.

٤: توضيح دليل الظلال أو الألوان المستعملة في مفتاح الخريطة بحسب الكميات او القيم التي تمثلها.

ثالثاً- أساليب التصنيف الالي

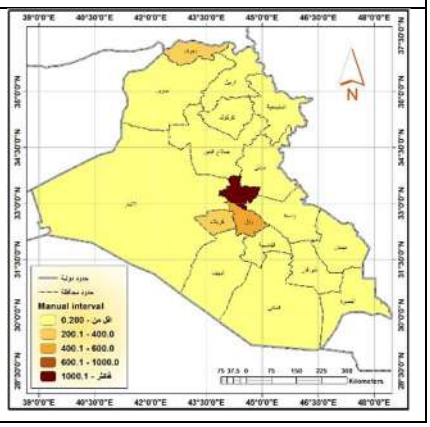
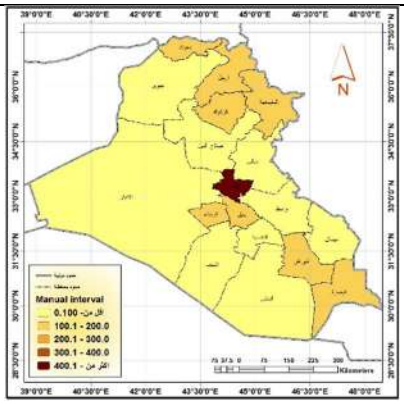
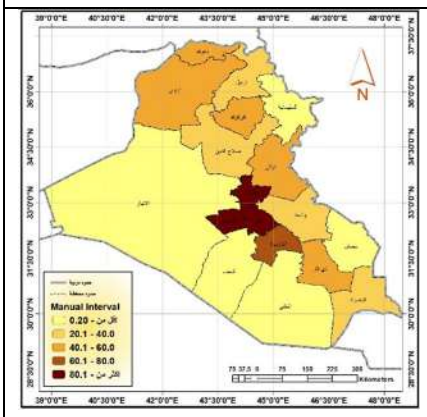




أولا : أسلوب الاطوال اليدوية Manual interval

من اسم هذا الاسلوب فان اطوال الفئات للقيم التي تندرج فيها تمثل بشكل بسيط ولا تخضع لأسلوب رياضي معين. وبذلك فان فواصل الفئات تغيير حسب أسلوب العرض والتي يمكن إنشائها يدويًا، أو يمكنك استخدام نظام تصنيف قياسي فوق أو تحت قيمة الحد الأدنى او اكثر من واقل من،يمكن أيضًا أن يكون التعيين اليدوي للفئات تقنية مفيدة لعزل وإبراز نطاقات البيانات. على سبيل المثال اكبر من او اقل من.

خريطة (١) الكثافات السكانية حسب أسلوب الاطوال اليدوية Manual interval

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

جدول (٢) الفئات وتكراراتها حسب أسلوب الاطوال اليدوية Manual interval

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
اقل من - ٢٠٠,٠	14	اقل من- ١٠٠,٠	9	اقل من - ٢٠,٠	5
200.1 - 400.0	2	100.1 - 200.0	8	20.1 - 40.0	4
400.1 - 600.0	1	200.1 - 300.0	0	40.1 - 60.0	5
600.1 - 1000.0	0	300.1 - 400.0	0	60.1 - 80.0	1
فاكثر - 1000.1	1	اكثر من - 400.1	1	اكثر من - 80.1	3

نلاحظ من الجدول ان اختيار طول الفئة كالحد الأدنى والحد الأعلى من القيم في المحافظات العراقية كخريطة مشوشة، ويمكن حساب القيم لكل محافظة على سبيل المثال لبيانات كثافة السكان الريف فقد وقعت (٥) محافظات في الفئة الاولى و(٤) محافظات في الفئة الثانية و (٥) محافظات في الفئة الثالثة و (١) محافظة في الفئة الرابعة و (٣) محافظات في الفئة الخامسة والأخيرة، اي تجميع البيانات في خمس فئات على النحو التالي: اقل من ٢٠، ٢٠-٤٠، ٤١-٦٠، ٦١-٨٠، ٨١ فاكثر، هذا يعني ان القيم متقاربة ومتساوية امكن تصنيفها باللون مما انعكس على سهولة الادراك البصري.*

* WWW.gisgeography.com/equal-interval-classification-gis/ Feb 15, 2018

جدول (٣)مصنّف بالألوان يجمع المحافظات العراقية لتصنيف الفئات السكان/الريف حسب طول الفئة

النجف	1	أربيل	2	كركوك	3	القادسية	4	بغداد	5
المثنى	1	واسط	2	ديالى	3			بابل	5
ميسان	1	صلاح الدين	2	ذي قار	3			كربلاء	5
الانبار	1	البصرة	2	دهوك	3				
السليمانية	1			نينوى	3				

وبذلك يكون لدينا كل محافظة في ٥ فواصل متساوية، يمكن إنشاء خريطة مع هذه المجموعات. ويمكننا أن نرى كيف يوجد عدد غير متساوٍ من الحالات في كل مجموعة بسبب الاسلوب الذي يتم فيه تجميع البيانات مع أسلوب التصنيف هذا،اذ يقسم أسلوب تصنيف الفواصل المتساوية قيم السمات إلى نطاقات حجم متساوية. وبالتالي يكون أسلوب التصنيف الالي للفئات لبيانات السكان الريف هو الأمثل.

ثانيا : اسلوب الاطوال المتساوية Equal Intervals

تم تقسيم نطاق القيم الممكنة إلى فئات متساوية الحجم. نظرًا لوجود نقاط نهائية أقل في المعتاد، تكون أعداد القيم أقل في الطبقات القصوى. هذا الخيار مفيد لتسليط الضوء على التغييرات في النقيضين. ربما من الأفضل تطبيقه على نطاقات البيانات المألوفة (المتقاربة). ويمكن حسابها من المعادلة التالية

$$L = (n_{i\ max} - n_{i\ min}) / x$$

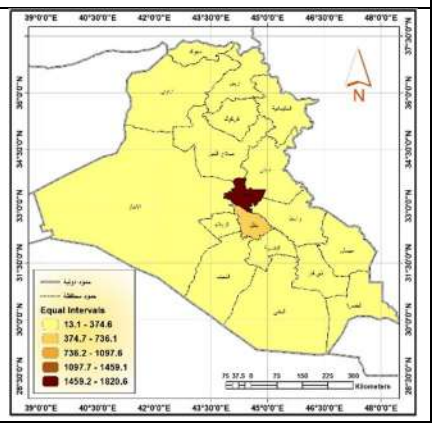
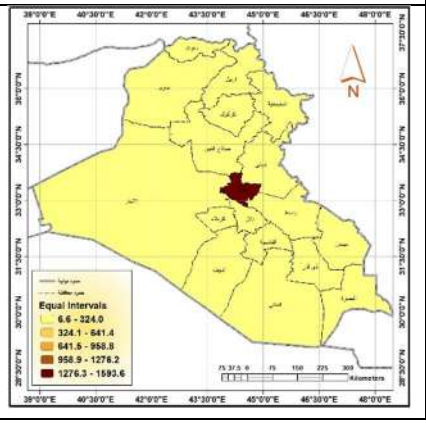
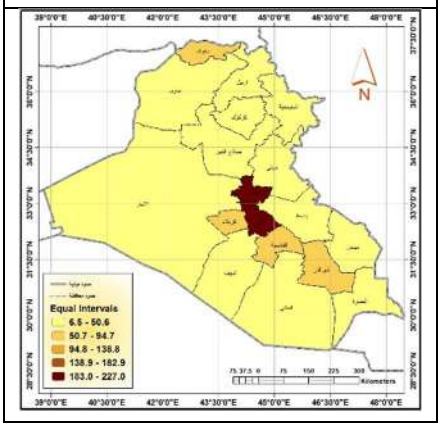
حيث ان (L) = طول الفئة

(ni max) = اعلى قيمة

(ni min) = اقل قيمة

(x) = عدد الفئات

خريطة (٢) الكثافات السكانية حسب اسلوب الاطوال المتساوية Equal Intervals

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

جدول (٤) الفئات وتكراراتها حسب اسلوب الاطوال المتساوية Equal Intervals

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
13.1 - 374.6	16	6.6 - 324.0	17	6.5 - 50.6	12
374.7 - 736.1	1	324.1 - 641.4	0	50.7 - 94.7	4
736.2 - 1097.6	0	641.5 - 958.8	0	94.8 - 138.8	0
1097.7 - 1459.1	0	958.9 - 1276.2	0	138.9 - 182.9	1
1459.2 - 1820.6	1	1276.3 - 1593.6	1	183.0 - 227.0	1

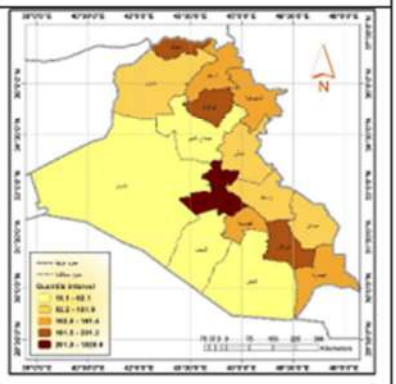
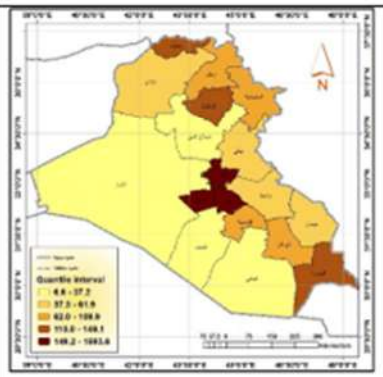
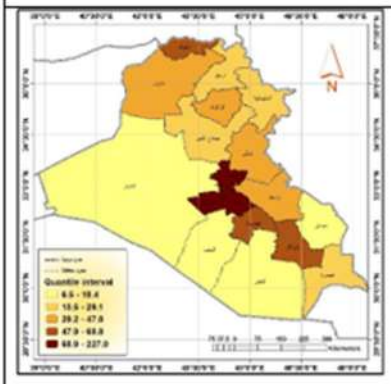
يقسم مخطط التصنيف هذا نطاق قيم السمات إلى جزيئات فرعية متساوية الحجم، مما يسمح بذلك تحديد عدد الاطوال المتساوية بينما يحدد *Arc GIS 10.6* حدود الفئات. على سبيل المثال، إذا تحتوي جيدة لتقديم المعلومات •أسهل في التفسير، وخاصة إذا كانت القيم المألوفة، مثل النسب المئوية ومن سلبياتها، إذا كانت القيم المجمعة على المدرج التكراري، قد تحتوي على العديد من الميزات في فئة واحدة ولا توجد في فئة أخرى

ثالثاً : أسلوب الاطوال الكمية Quantile interval

ويمكن تسميتها بالشرائح النسبية أي تقسيم القيم الإحصائية الى فئات عشرية حسب عددها، وتكون عبارة عن نقاط قطع تقسم نطاق توزيع الاحتمالات إلى فواصل متجاورة ذات احتمـــالات متساوية، أو بتقسيم عينة بنفس الطريقة. وبالتالي، فإن الشرائح الربعية هي النقاط تقـــوم بتقســـيم

مجموعة بيانات إلى أربع مجموعات متساوية الحجم او اكثر حسب عدد الفئات، وبذلك فـــإن q- quantiles تمثل (الدالة التوزيع التراكمي) إلى القيم {١ / q، ٢ q /،...، q-)

خريطة (٣) الكثافات السكانية حسب أسلوب **الاطوال الكمية** Quantile interval

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
13.1 - 52.1	4	6.6 - 37.2	4	6.5 - 18.4	4
52.2 - 101.9	4	37.3 - 61.9	4	18.5 - 29.1	4
102.0 - 161.4	4	62.0 - 109.9	4	29.2 - 47.8	4
161.5 - 201.2	3	110.0 - 149.1	3	47.9 - 68.8	3
201.3 - 1820.6	3	149.2 - 1593.6	3	68.9 - 227.0	3

تحاول الخريطة الكمية أن تحسب نفس عدد السمات في كل فئة من الفئات الخمسة. بعبارة أخرى، تحاول الخرائط الكمية ترتيب المجموعات بحيث يكون لها نفس الكمية. ونتيجة لذلك، سيظهر التظليل بالتساوي في أنواع الخرائط الكمية، تحسب الخرائط الكمية في كل مجموعة وترتبها قريبة من المتوسط قدر الإمكان(WWW.gisgeography.com/equal-interval-classification-gis/ Feb 22, 2018)

يحتوي كل فصل على عدد متساو من الميزات. التصنيف الكمي مناسب تمامًا للخطية (أي،بالتساوي) البيانات الموزعة. نظرًا لأن الميزات مجمعة حسب الرقم في كل فصل، يمكن أن تكون الخريطة الناتجة مضللة. يمكن وضع ميزات مماثلة في الطبقات المجاورة، أو يمكن أن تكون الميزات ذات القيم المختلفة على نطاق واسع وضعت في نفس الفصل. يمكنك تقليل هذا

التشويه عن طريق زيادة عدد الفئات. اذ يلاحظ من الجدول ان قيم الكثافة النسبية للسكان متساوية ومتقاربة في أسلوب التصنيف الكمي من خلال توزيعات المفردات لكل فئة.

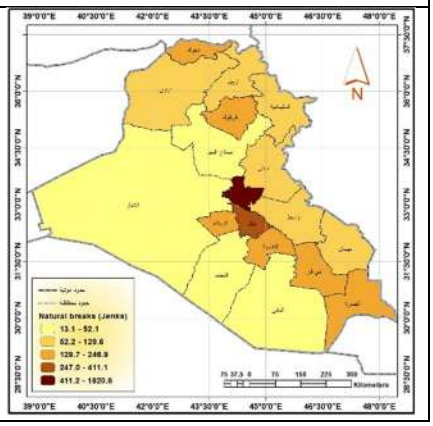
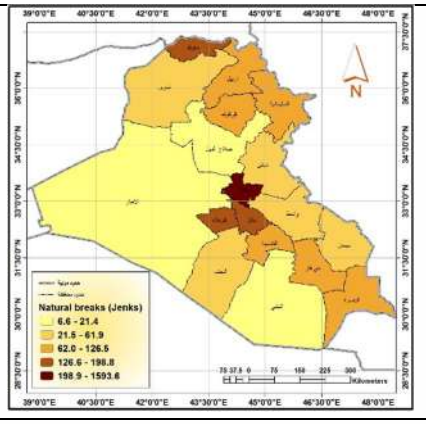
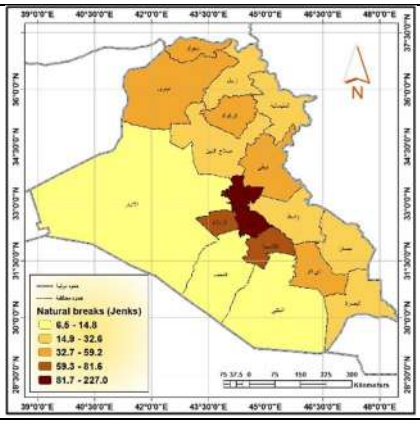
رابعاً: اسلوب الفواصل الطبيعية (جينكز) Natural breaks (Jenks)

إن نظام تصنيف الفواصل الطبيعية جينكز هو اسلوب لتصنيف البيانات مصممة لتحسين ترتيب مجموعة من القيم إلى فئات "طبيعية". الفئة الطبيعية هي الفئة الصفية المثلى التي يتم العثور عليها "بشكل طبيعي" في مجموعة البيانات.***(Yue Lin, ٢٠١٣)*** يتكون نطاق الفئة من عناصر ذات خصائص مشابهة تشكل مجموعة "طبيعية" ضمن مجموعة بيانات ، وتهدف طريقة التصنيف هذه إلى تقليل متوسط الانحراف عن متوسط الطبقة، مع تعظيم الانحراف عن المجموعات الأخرى. وتعمل على تقليل التباين داخل الطبقات وتزيد من التباين بين الفئات كما تُعرف أيضًا بمؤشر صحة التصنيف (GVF) من خلال المعالة التالية :

http://.amazonaws.com/wiki/index.php/Jenks_Natural_Breaks_Classification

GVF = (SDAM – SDCM)/ SDAM

خريطة (٤) الكثافات السكانية حسب اسلوب الفواصل الطبيعية (جينكز) Natural breaks (Jenks)

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

المصدر: عمل الباحثان برنامج (ARCGIS10.6)

جدول (٦) الفئات وتكراراتها حسب اسلوب الفواصل الطبيعية (جينكز) Natural breaks

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
13.1 - 52.1	4	6.6 - 21.4	3	6.5 - 14.8	3
52.2 - 129.6	6	21.5 - 61.9	5	14.9 - 32.6	6
129.7 - 246.9	6	62.0 - 126.5	6	32.7 - 59.2	5
247.0 - 411.1	1	126.6 - 198.8	3	59.3 - 81.6	2
411.2 - 1820.6	1	198.9 - 1593.6	1	81.7 - 227.0	2

المصدر: عمل الباحثان برنامج (ARCGIS10.6/ Layer properties – Symbols – Classification)

يشار إلى طريقة جينكس للتحسين باسم "جينكس" فواصل طبيعية "طريقة التصنيف. هو تصنيف البيانات طريقة مصممة لتحديد أفضل ترتيب للقيم في الطبقات المختلفة بحيث يمكن عرضها على خريطة choropleth وتسعى طريقة جنكس للتحسين إلى تقليل كل فئة متوسط الانحراف عن متوسط الصف، مع زيادة كل فئة إلى الحد الأقصى الانحراف عن وسائل المجموعات الأخرى. وبعبارة أخرى، فإن الأسلوب يسعى إلى تقليل التباين داخل الفئات وزيادة الحد الأقصى للتباين بين الطبقات، وقد تم تطوير طريقة جنكس للتحسين بهدف تقسيم البيانات إلى فئات بيانات قليلة نسبيا، أقل من سبعة. ***(http://www.nj.gov,2012)***

تعتمد الفئات على المجموعات الطبيعية المتأصلة في البيانات. Arc GIS 10.6 يحدد نقاط كسر عن طريق اختيار فواصل الطبقة لافضل مجموعة قيم مماثلة وتعظيم الاختلافات بين الفئات. ***(HELP/ ARCGIS10.6)*** ومن ملاحظة الجدول نجد ان الفئة الثانية والثالثة مماثلة ومتقاربة بلغت في كل منها (٥و٦) لجميع قيم الكثافة السكانية العامة والريف والحضر.

خامساً : اسلوب الاطوال الهندسية Geometrical interval

استخدمت طريقة التصنيف هذه لتمثل السطوح ذات الحيز المتصل والمنفصل وتوفير بديل للفواصل الطبيعية(Jenks) ، اذ يعد اسلوب تصنيف الاطوال الهندسية جيدة مع البيانات التي لا يتم توزيعها بشكل طبيعي.

تم تصميم هذا الأسلوب للعمل على البيانات التي تتشوه بشكل كبير بسبب وجود قيم مكررة ومتباينة، وبما أن الغرض من هذه الطريقة هو استخدام جزء من عملية التصور المرتبط بالبيانات، فيجب ملاحظة أنه قد لا يكون مفيدًا كطريقة عرض البيانات إلا إذا كان هناك سبب كمي مقنع اذ يجب ان تعمل بشكل جيد على البيانات التي لا يتم توزيعها

https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2007/10/18/about-the-eometrical-interval-classification-method/

من حيث كيفية عملها لا تختلف الطريقة الفاصلة الهندسية كثيرا عن تصنيف الاطوال المتساوية اذ تم تصميم هذه الخوارزمية وفق المعادلة التالية :

$$L = (\log n_{i\ max} - \log n_{i\ min}) / x$$

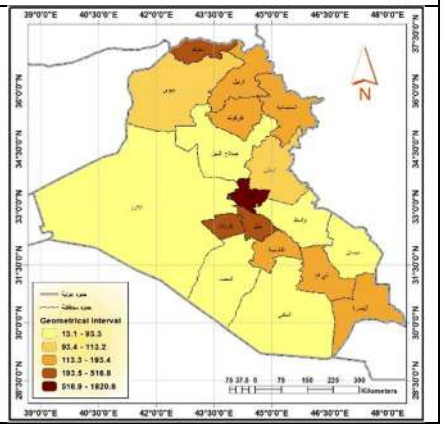
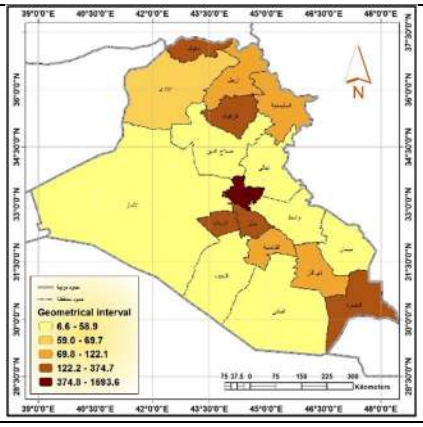
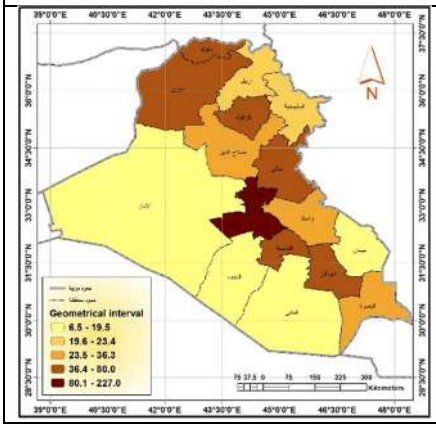
حيث ان (L) = طول الفئة

(log ni $_{max}$) = لوغاريتم اعلى قيمة

(- log ni $_{min}$) = لوغاريتم اقل قيمة

(x) = عدد الفئات

خريطة (٥) الكثافات السكانية حسب اسلوب الاطوال الهندسية Geometrical interval

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

جدول (٧) الفئات وتكراراتها حسب اسلوب الاطوال الهندسية Geometrical interval

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
13.1 - 93.3	6	6.6 - 58.9	7	6.5 - 19.5	4
93.4 - 113.2	2	59.0 - 69.7	1	19.6 - 23.4	2
113.3 - 193.4	6	69.8 - 122.1	4	23.5 - 36.3	3
193.5 - 516.8	3	122.2 - 374.7	5	36.4 - 80.0	6
516.9 - 1820.6	1	374.8 - 1593.6	1	80.1 - 227.0	3

استخدمت طريقة التصنيف هذه لتصور البيانات المستمرة وتوفير بديل للفواصل الطبيعية (Jenks)، والكم، وفي الحقيقة أي طريقة تصنيف التباين (ضمن فئات). الفائدة المحددة لتصنيف الفواصل الهندسية هي أنها تعمل بشكل جيد على البيانات التي لا يتم توزيعها بشكل طبيعي.

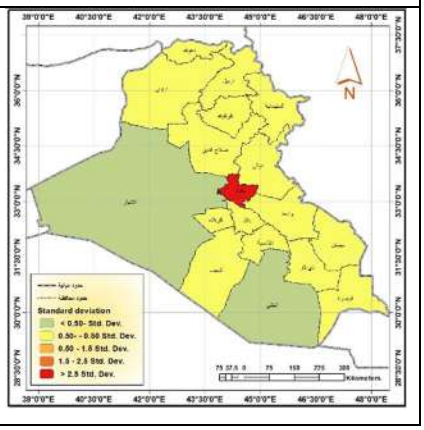
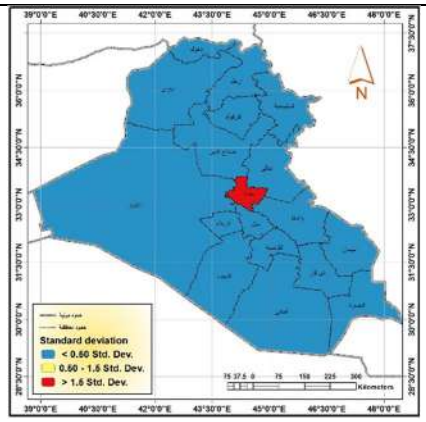
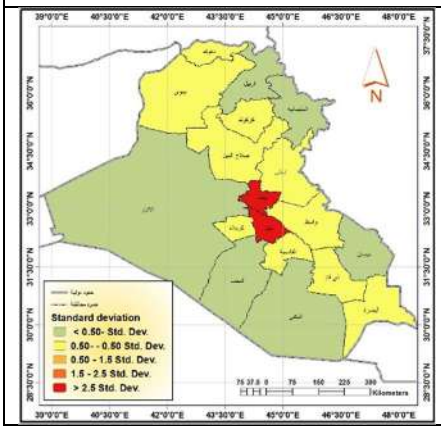
في الواقع، تم تصميم هذه الطريقة للعمل على البيانات التي تشوه بشكل كبير بسبب وجود قيم مكررة من القيم المكررة، على سبيل المثال في قيم كثافة السكان الريف ٣٥٪ من الميزات لها قيمة الفئة (٣٦,٤،٨٠,٠) على سبيل المثال وقعت ٦ محافظات في هذه الفئة والباقي توزع بفئات أخرى.ان هدف الأسلوب الهندسي هو توفير طريقة أفضل من الكميات لتصور أسطح التنبؤ، والتي لا تحتوي في الغالب على توزيع طبيعي للبيانات. من حيث كيفية عملها، لا تختلف الطريقة الفاصلة الهندسية كثيرا عن تصنيف التقدم (ثنائي، هندسي، لوغاريتمي، إلخ)، ولكنها تضيف تجاعيد المعامل، وبما أن الغرض من هذه الطريقة هو استخدام جزء من عملية التصور المرتبط بالبيانات، فيجب ملاحظة أنه قد لا يكون مفيدًا كطريقة عرض البيانات إلا إذا كان هناك سبب كمي مقنع. على سبيل المثال، ينبغي تضمين مدرج تكراري مع فواصل الصفوف المتراكبة لتظهر للقراء ما تعنيه الفئات بالنسبة لتوزيع البيانات.(**Charlie (Frye.2007**

سادساً : أسلوب اطوال الدرجة المعيارية Standard deviation interval

للدرجة المعيارية أهمية في الكشف عن التباين المكاني للظاهرة من حيث اقترابها من الوسط او تطرفها نحو الزيادة او القلة حيث يدل ارتفاع القيمة ذات الإشارة الموجبة إلى التطرف بالزيادة والعكس صحيح اذا كانت الإشارة سالبة أسلوب تصنيف الدرجة المعيارية القيمة المتوسطة للقيم ثم يضع فواصل صنف فوق وتحت المتوسط في فواصل إما ٢٥ أو ٠,٥ أو ١ انحراف معياري حتى يتم احتواء جميع قيم البيانات داخل الفئات. توضح اسلوب التصنيف هذه مدى اختلاف قيمة المفردات عن المتوسط. يُعد استخدام نظام ألوان متباعد لتوضيح هذه القيم مفيدًا للتأكيد على أي الملاحظات أعلى من الوسط وأية ملاحظات أقل من المتوسط ويتم حساب اطوال الفئات ضمن هذا الأسلوب وفق المعادلة التالية.

$$Z_i = (x_i - \bar{X}) / S$$

خريطة (٦) الكثافات السكانية حسب أسلوب اطوال الدرجة المعيارية interval Standard deviation

الكثافة العامة للسكان	الكثافة العامة لسكان الحضر	الكثافة العامة لسكان الريف
		

جدول (٨) الفئات وتكراراتها حسب أسلوب اطوال الدرجة المعيارية interval Standard deviation

الفئات للكثافة العامة الحسابية		الفئات للكثافة العامة لسكان الحضر		الفئات للكثافة العامة لسكان الريف	
طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة	طول الفئة	عدد المفردات في كل فئة
< 0.50- Std. Dev.	2	< 0.50- Std. Dev.	17	< 0.50- Std. Dev.	6
0.50- - 0.50 Std. Dev.	15	0.50- - 0.50 Std. Dev.	17	0.50- - 0.50 Std. Dev.	12
0.50 - 1.5 Std. Dev.	0	0.50 - 1.5 Std. Dev.	17	0.50 - 1.5 Std. Dev.	0
1.5 - 2.5 Std. Dev.	0	1.5 - 2.5 Std. Dev.	17	1.5 - 2.5 Std. Dev.	0
> 2.5 Std. Dev.	1	> 2.5 Std. Dev.	1	> 2.5 Std. Dev.	2

يوضح لنا مخطط التصنيف هذا مدى اختلاف قيمة سمة إحدى الميزات عن المتوسط. بحساب القيم المتوسطة والانحرافات المعيارية عن المتوسط. ثم يتم إنشاء فواصل Class باستخدام هذه القيم. يساعد المنحدر ذو اللونين في التأكيد على القيم الموضحة أعلاه (كما هو موضح باللون الأزرق) وأقل (الموضح باللون الأحمر)، وبذلك تتضح رؤية الميزات الموجودة أعلى أو أقل من متوسط القيمة للبيانات التي لديها توزيع طبيعي، ولا تعرض الخريطة قيمًا فعلية، فقط تبين كم هي القيم بعيدة عن متوسط القيم العالية جدا أو المنخفضة التي يمكن أن تحرف عن المتوسط. ***(HELP.ARCGIS10.6)***

النتائج والتوصيات

١. تبين من خلال نتائج البحث ان عرض البيانات بشكل أفضل عادة (من وجهة نظر فهم القارئ) لتطبيع البيانات الخام المنحرفة باستخدام اسلوب تصنيف أبسط وأكثر سهولة في الفهم (مثل الكميات أو الفواصل الزمنية المتساوية)، أو حتى Jenks ، وهو أمر سهل نسبيًا، باستخدام خيار "لا توجد بيانات" NO DATE بالتزامن مع تطبيع البيانات.

٢. كما ان أسلوب التصنيف "الفاصلة الهندسية" وجدت حالة واحدة من تصنيف الفواصل الهندسية التي يتم استخدامها بشكل غير لائق لأن صانع الخرائط (الكارتوغرافي) يعتقد أنه كان مفيدا لتحديد القيم المتطرفة، وهو بالتأكيد ليس شيئا في هذا الأسلوب.

٣. بينما يمكن ملاحظة أنه قد لا يكون مفيدًا كطريقة عرض البيانات إلا إذا كان هناك سبب كمي مقنع. نوصي بتضمين مدرج تكراري مع فواصل الصفوف المتراكبة لتظهر للقراء ما تعنيه الفئات بالنسبة لتوزيع البيانات.

٤. تحاول الخريطة الكمية أن تحسب نفس عدد السمات في كل فئة من الفئات الخمسة. بعبارة أخرى، تحاول الخرائط الكمية ترتيب المجموعات بحيث يكون لها نفس الكمية. ونتيجة لذلك، سيظهر التظليل بالتساوي في أنواع الخرائط الكمية.

٥. اتضح أسلوب الاطوال اليدوية Manual interval من اسم هذا الاسلوب فان اطوال الفئات للقيم التي تندرج فيها تمثل بشكل بسيط ولا تخضع لأسلوب رياضي معين.

٦. ان اختيار طول الفئة كالحد الأدنى والحد الأعلى من القيم في المحافظات العراقية كخريطة مشوشة، ويمكن حساب القيم لكل محافظة على سبيل المثال لبيانات كثافة السكان الريف فقد وقعت (٥) محافظات في الفئة الاولى و(٤) محافظات في الفئة الثانية و (٥) محافظات في الفئة الثالثة و (١) محافظة في الفئة الرابعة و (٣) محافظات في الفئة الخامسة والأخيرة، اي تجميع البيانات في خمس فئات على النحو التالي: اقل من ٢٠، ٢٠-٤٠، ٤١-٦٠، ٦١-٨٠، ٨١ فاكثر، هذا يعني ان القيم متقاربة ومتساوية امكن تصنيفها باللون مما انعكس على سهولة الادراك البصري

٧. استخدمت طريقة التصنيف هذه لتصور البيانات المستمرة وتوفير بديل للفواصل الطبيعية (Jenks)، والكم، وفي الحقيقة أي طريقة تصنيف التباين (ضمن فئات). الفائدة المحددة لتصنيف الفواصل الهندسية هي أنها تعمل بشكل جيد على البيانات التي لا يتم توزيعها بشكل طبيعي.

هوامش البحث ومصادره:

١. احمد البدوي محمد الشريعي، (١٩٩٩)، الخرائط الجغرافية، ص:١٠٤.

٢. فتحي عبد العزيز أبو راضي، (٢٠٠١)، خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، ط١، بيروت، لبنان، ص١١

٣. فلاح شاكر اسود، (١٩٩١)، الخرائط الموضوعية، كلية الآداب، مطبعة جامعة بغداد، ص ٢٨٥.

٤. فلاح شاكر اسود، المصدر السابق، ص ٢٦١

٥. محمد محمد سطيحة، (١٩٧٢)، خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة في طرق التمثيل الكرتوجرافي، دار النهضة العربية، القاهرة، ص١٦٧

٦. ناصر بن سلمى، (٢٠١٠)، دراسة صحة العلاقة الكمية بين الظواهر الجغرافية عند ترميزها على الخرائط الموضوعية.

٧. ناصر بن سلمى، (١٩٩٥)، خرائط التوزيعات البشرية مفهومها وطرق انشائها، المملكة العربية السعودية، مكتبة العبيكان، ط١، ص ٢٤

٨. ناصر محمد سلمى، (٢٠٠٦)، الأساس في نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الملك سعود، قسم الجغرافيا، ص١.

٩. يحي هادي محمد الميالي،(٢٠٠٧) الخريطة الكمية في نظم المعلومات الجغرافيةGIS دراسة تطبيقية على خرائط توزيع السكان في محافظة البصرة حسب تقديرات السكان لسنة،مجلة أبحاث البصرة العلوم الإنسانية،م (٣٨)،ع(١)، ص:٢٠٣.

١٠.يحي هادي محمد الميالي، نفس المصدر ص:٢٠٤.

١١.وزارة الموارد المائية، (٢٠١٠)، مديرية المساحة العامة، خارطة العراق الادارية، لسنة، مقياس (١ : ١٠٠٠٠٠٠).

12. Yue Lin, (2013) A Comparison Study on Natural and Head/tail Breaks Involving Digital Elevation Models, Student thesis, Bachelor, 15 HE Geomatics Programmed, July, P:15
13. Charlie Frye , (2007) About the Geometrical Interval classification method, October 18,
14. http://www.mihfadati.com/?p=519
15. https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2007/10/18/about-the-eometrical-interval-classification-method/
16. http://lokrifa.over-blog.com/article-45815828.html
17. http://www.nj.gov
18. http://.amazonaws.com/wiki/index.php/Jenks_Natural_Breaks_Classification
19. WWW.gisgeography.com/equal-interval-classification-gis/ Feb 22, 2018
20. http://desktop.arcgis.com/en/Arc GIS 10.6/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/what-is-a-z-score-what-is-a-p-value.htm
21. .HELP.ARC MAP 10.6
22. *www.cosit.gov.iq*
23. *http://www.nj.gov*