(مختصر البحث)

لصعوبة تحميلة كاملا بصور الخرائط

خرائط التظليل النسبي في ضوء الكارتوجرافيا الرقمية

إعداد

حسن الشافعي حسن إبراهيم

كلية الآداب، جامعة الزقازيق – مصر

Doi : 10.21608/jasg.2019.43522

استلام البحث : ٢٢ / ١ /٢٠١٩ قبول النشر: ٢ / ٣ / ٢٠١٩

المستخلص:

تعد خرائط التظليل النسبي من أكثر خرائط التوزيعات فاعلية في تعريف الأنماط الجغرافية، إضافة لدورها في عمليات التحليل الاستكشافي للبيانات المكانية. ويؤثر الاتصال الكارتوجرافي علي تلك الفاعلية؛ ولذا جاءت دراسته من حيث المفهوم، والعناصر، ونماذج الاتصال الكارتوجرافي، مع ذكر طرق قياس فاعليته. ثانياً خرائط التظليل النسبي من حيث المفهوم، وأهم طرق التصنيف، والعدد الأمثل للفئات، مع عرض لأهم التقنيات الحديثة في تصميم خرائط التظليل النسبي، ومنها الخرائط المتحركة، والخرائط المتعددة الصغيرة، وخرائط الكوروبلث المشروطة.

كلمات مفتاحية: الاتصال الكارتوجرافي-الخرائط المتحركة-الخرائط المتعددة الصغيرة-خرائط الكوروبلث المشروطة

Abstract :

Choropleth maps are considered one of the most effective thematic maps in defining the geographic patterns in addition to their role in explanatory analysis of spatial. The cartographic communication affects this effectiveness. That's why his study was shown in terms of the concept, elements, cartographic communication, and methods of measuring its effectiveness. Also, Choropleth maps have been dealt with in terms of the concept, the most important ways of classification

and the optimum number of the classes together with showing the most important modern techniques in designing Choropleth maps that include animated maps, small-multiple maps and Choropleth conditional maps.

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

لم يعد إنتاج الخرائط مقتصراً علي الكارتوجرافيين المدربين، بل أصبح بإمكان أي فرد إنتاج الخرائط (خصوصاً خرائط التظليل النسبي) إذا كان يحسن استخدام الحاسوب، ومع أن هذه ظاهرة مرغوبة فإن لها محاذير من حيث عدم مراعاة معظم هؤلاء الأفراد للمعايير الأساسية في تصميم الخرائط المنتجة من حيث اختيار طريقة التصنيف، وعدد الفئات، والمجموعة اللونية المناسبة.

وعليه تحاول الدراسة الإجابة عن عدد تساؤلين:

أولهما: كيف يمكن تحسين البيئة الاتصالية بين الكارتوجرافي ومستخدم الخريطة؟

وثانيهما: ما أثر التطورات التكنولوجية في تطوير تقنية خرائط التظليل النسبي؟

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلي :

١- تعميق استخدام الأسلوب الكارتوجرافي في الدراسات الجغرافية مع التركيز علي عملية نقل المعلومات الجغرافية بواسطة الخريطة.

٢- الكشف عن المتغيرات التي تؤثر في فاعلية عملية الاتصال الكارتوجرافي، مع البحث عن سبل تحسين العملية الاتصالية بين الكارتوجرافي ومستخدم الخريطة.

٣- استعراض نمط خرائط التظليل النسبي ومشكلاتها وكيفية العمل علي تحسينها.

٤- التعرف علي التحولات الحديثة التي طرأت علي إنتاج خرائط التظليل النسبي.

٥- لفت الأنظار إلي الطرق الحديثة في التصميم، وكيف أنها كانت غير مقبولة في بداية ظهورها، والآن أصبحت مقبولة بدخول الحاسب الآلي ونظم المعلومات الجغرافية في طرق التصميم الكارتوجرافي.

الدراسات السابقة:

يمكن تقسيم الدراسات السابقة التي تناولت موضوع خرائط التظليل النسبي إلي دراسات عربية وأخري غير عربية، وهي علي النحو الآتي:

أولاً: دراسات عربية تناولت خرائط التظليل النسبي؛ ومنها:

١- دراسة الليثي (١٩٩١)، وكان موضوعها "تصميم الفئات في خرائط الكثافة من واقع خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية"، وقد ركز فيها علي أهمية خرائط التوزيعات وخصوصاً خرائط الكوروبلث من حيث عدد الفئات، وحدودها، وطرق التصنيف المهمة.

٢- دراسة مصطفي (١٩٩٤)، وهي بعنوان "أنماط التظليل في خرائط الكوروبلث- دراسة تحليلية"، وقد ركز فيها علي دراسة خرائط الكوروبلث من حيث المفهوم، وعدد الفئات، وطرق التصنيف، وأهم مشكلات أسلوب خرائط التظليل النسبي.
٣- دراسة حمودة (٢٠٠٠) وعنوانها "تاثير الخصائص المرئية علي تفسير خريطة التظليل النسبي مع التطبيق علي خرائط كثافة السكان في الدلتا"، وقد تناول فيها الاتصال الكارتوجرافي، ومشكلة التعقيد المرئي لخرائط التظليل النسبي، مع دراسة أثر اللون والتعقيد المرئي علي فاعلية خرائط التظليل النسبي، مع التطرق إلي خريطة الكوروبلث ثنائية المتغير، والعوامل المؤثرة علي فاعليتها.

ثانياً: دراسات أجنبية تناولت خرائط التظليل النسبي؛ ومنها:

١- دراسة Currie (1989) وكان موضوعها "Data Classification for Choropleth Mapping" وقد تناول فيها طرق تصنيف خرائط التظليل النسبي.
٢- دراسة Armstrong.et al., (2003) وكان موضوعها "Using Genetic Algorithms to create multicriteria class intervals for Choropleth maps" حيث يقوم علي تصميم وتنفيذ وتقييم مدخل جديد للتصنيف الذي يضع الاختيار الفاصل بين الطبقات في إطار متعدد المعايير.
٣- دراسة Xiao& Armstrong (2006) وكان موضوعها "Choroware: A software Toolkit for Choropleth Map Classification"، وهي تسعي إلي اقتراح مجموعة أدوات برمجية مفتوحة المصدر، تم تصميمها لمساعدة الكارتوجرافيين علي تحديد الفواصل الفئوية التي تناسب تطبيق معين.
٤- دراسة Socia (2011)، وكان موضوعها "Small-multiple and Animation: Measuring user performance with wildfire Visualization" ، وقد ركز فيها علي مبادئ وخصائص الرسوم المتحركة الكارتوجرافية ومحدداتها مع محاولة تحسينها لزيادة فاعليتها.
٥- دراسة Hwang (2013)، وكان موضوعها "Tile-based Methods for online Choropleth Mapping: Ascability Evaluation"، وهي تركز علي دراسة كيفية التعامل والمشاركة لخرائط الكوروبلث عبر الإنترنت.
٦- دراسة AlGamdi (2014)، وكان موضوعها "Optimizing the Selection of a Number of Choropleth Map Classes"، وتقوم الدراسة علي اقتراح طريقة لتحسين اختيار عدد الفئات في خرائط الكوربلث.

منهجية الدراسة:اتبع الباحث في دراسته :

- المنهج النقدي الكارتوجرافي: المستخدم في دراسة الأطالس والخرائط، كما يستخدم في عرض ماهيتها، وأنواعها، وخصائصها، وأهميتها، واستخداماتها،

والتعريف بالعوامل الحاكمة في تصميمها وإنتاجها، كما يعرض واقع حالة الخرائط والأطالس في التثقيف الجغرافي وتنمية الوعي المكاني، وفي تقييم المنتجات الكارتوجرافية.

- تم استخدام المدخل الموضوعي؛ فالدراسة كارتوجرافية تتناول البحث في حل مشكلات خاصة بموضوع خرائط التظليل النسبي ومدي الاستفادة من استخدام تقنية الوسائط المتعددة التفاعلية.
- كما اعتمد الباحث علي بعض المعاملات والقوانين الخاصة بتقييم الخريطة للكشف عن مدي مصداقيتها في توصيل رسالتها إلي قارئها بصورة دقيقة وسريعة.

أولاً: الاتصال الكارتوجرافي:

إن الاتصال عملية اجتماعية مهمة لا يمكن أن تعيش بدونها أية جماعة إنسانية أو منظمة اجتماعية، فنحن عندما نتصل نعمل علي إقامة مشاركة مع طرف آخر في المعلومات والأفكار والإتجاهات، فالاتصال يعد عملية بيولوجية وسيكولوجية واجتماعية (عبيد،١٩٩٧، ص١١).

ويعد Keates (1964) هو أول من وضع تعريفاً لمصطلح الاتصال الكارتوجرافي لربطه بمفهوم نظرية المعلومات، ومشيراً إلي الترميز وفك التشفير والضجيج الذي يؤثر علي نظام الاتصال في المحتوي الكارتوجرافي (Board,2011,P.39). كما عرف تايلور Taylor الكارتوجرافيا علي أنها "عملية تنظيم وتمثيل وتوصيل واستخدام المعلومات الجغرافية في شكلها الرسومي سواء أكانت مادة ملموسة أم غير ملموسة" (Kraak&Ormeling,2010,P.41). وكذلك ذهب كُلٌّ من Cromley and Mclafferty (2012, P.113) إلي أن الخريطة تري أساساً بوصفها أداة اتصالية؛ هدفها الأساسي يكمن في توصيل المعلومات علي خير ما ينبغي بطريقة فاعلة عبر إعداد الخريطة النهائية.

ويتضح من ذلك أن الهدف الأساسي لعلم الخرائط الحديث يتمثل في العرض، والتوصيل، والاستخدام بعد أن كان يقتصر على عملية الإعداد، وقد ازداد هذا التعريف قبولاً في الوقت الحاضر، وظهر هذا بشكل واضح من خلال تعريف الكارتوجرافيين الفرنسيين لهذا العلم على أنه "توصيل مجموعة من المفاهيم الجغرافية للأفراد من خلال تلك الرموز التي تظهر على الخرائط" (حمودة، ٢٠٠٠ ، ص ٣).

ووفقاً لذلك فإن الخريطة تعد وسيلة اتصال مرئية للظواهر المكانية بين مرسل ومستقبل، وأن مصطلح الاتصال يعني أنه "نظام متكامل من العمليات ينشأ بواسطتها تجميع للبيانات والمعلومات باستخدام رموز ذات معني موحد، يتم بواسطتها نقل هذه المعلومات بين المرسل والمستقبل من خلال وسيلة معينة

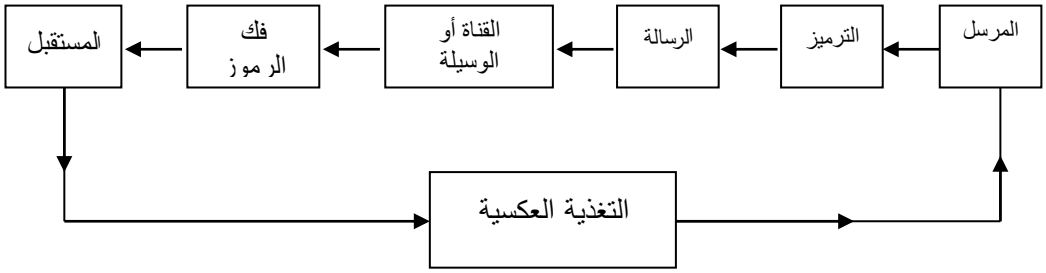
(الخريطة)، وتلقي ردود الفعل عن طريق نظام دقيق للتغذية العكسية بغرض التوصل إلي أفعال تسهم في تحقيق أهدافه " (الجبوري،٢٠١٠،ص ٦٤).

ولذا فإن الاتصال الكارتوجرافي نظام ترميزي يقوم علي أسس علمية، ويعتمد علي الرموز والعلامات والخطوط والألوان والظلال والكتابة في توصيل المعلومات بين المرسل (الكارتوجرافي) إلي المستقبل (قارئ الخريطة) (مصطفي والسوداني،٢٠١٦،ص٢٢٥).

لقد اكتسب الاتصال الكارتوجرافي أهمية جديدة في عصر المعلومات؛ فقد ساعدت التقنيات المعلوماتية الحديثة في ظهور منتجات جديدة يمكن من خلالها تحسين فاعلية نقل المعلومات لضمان التلقي والفهم الأفضل لعملية الاتصال، فالعديد من الخرائط والمخرجات المعلوماتية التي أمكن إشتقاقها من هذه التقنيات تختلف تماماً عن المنتج الورقي التقليدي، وبالتالي فإن ملاحظة العقل البشري للصور الإلكترونية الحديثة تختلف تماماً عن ملاحظته لتلك المنتجات الورقية؛ لذلك فإن سيكولوجية العوامل الإدراكية البشرية التي تؤثر في الملاحظة والإدراك سوف تكون ذات إهتمام بالغ بالنسبة إلي الكارتوجرافيين؛ إذ تمدهم بموجهات وخطوط إرشادية تساعدهم في تحسين فاعلية الاتصال بواسطة الخرائط الرقمية (حمودة،٢٠٠٩،ص١٢٨).

١- عناصر عملية الاتصال ومكوناتها :

يتفق جميع الباحثين والمتخصصين في مجال الاتصال علي أن عملية الاتصال تشتمل علي عدد من العناصر، كما بالشكل رقم (١): (الزيدي ومسعود، ٢٠٠٥،ص ص:١٨٦-١٩٠)



المصدر: (الزيدي ومسعود،٢٠٠٥،ص١٨٤).

شكل رقم (١) عناصر عملية الاتصال ومكوناتها

أ- المرسل (الكارتوجرافي): الذي ينبغي أن يمتلك عقلية قادرة علي تخطيط مبادئ التصميم وتطبيقها، وحسن اختيار المتغيرات البصرية التي تعبر عن العلاقات بين الظواهر الجغرافية، مع ضرورة اهتمامه بعملية التغذية العكسية. ومن العوامل

الأساسية لضمان فاعلية المرسل ونجاحه في عملية الاتصال: المعرفة، والخبرة والتجارب العملية، والدوافع، والإتجاهات، والمصداقية، والقوة التي يمتلكها المصدر، والكفاءة التي تميز المرسل، والدينامية (Fabbri,2000,P.17) .

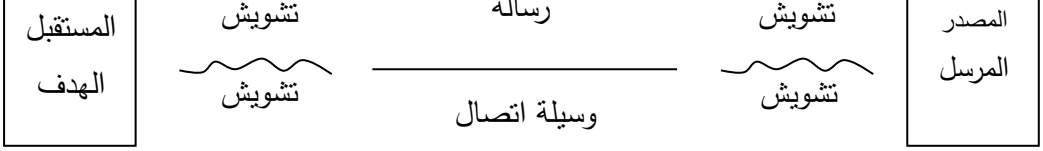
ب-الرسالة (الخريطة): هي مجموعة من الرموز المرتبة في محتوي فكري معرفي رمزي ومن مقومات فاعليتها الدقة، والبساطة، وتوافر عناصر التشويق، ومراعاة احتياجات المستخدم.

ت-قناة الاتصال : وهي الوسيلة التي يتم من خلالها توصيل أو نقل الرسالة من المرسل إلي المستقبل، وتتعدد أنواع الوسائل أو القنوات بتعدد أنواع الاتصال وأشكاله.

ث-المستقبل (المستخدم): هو الشخص الذي توجه إليه الرسالة، ويجب علي المستقبل أن يقوم بحل أو فك رموز الرسالة بغية التوصل إلي تفسير لمحتوياتها وفهم معناها؛ لذلك يجب آلا يقاس نجاح عملية الاتصال بما يقدمه المرسل، ولكن بما يقوم به المستقبل من سلوكيات تدل علي نجاح الاتصال، ومن العوامل التي تؤثر في فهم الرسالة اللغة، ودرجة الانسجام، والتجانس بين المرسل والمستقبل وثقافة المستقبل وأفكاره، والمؤثرات الخارجية والنفسية.

ج- هـ- التغذية العكسية (التغذية الراجعة): وهي عملية متعددة الأشكال تبين مدي تأثر المستقبل بالرسائل التي نقلها المرسل إليه بالطرق أو الوسائل المختلفة؛ وهي عنصر مهم في الاتصال لإنجاح عملية قياس وتقويم مستمرة لفاعلية العناصر الأخري.

ح- التشويش (الإزعاج): وهو مفهوم يشمل كل ما يؤثر في كفاءة وصول الرسالة وفاعليتها بشكل جيد إلي المستقبل وإدراكها، وقد تأتي هذه المؤثرات من المرسل، أو من قناة الاتصال، أو من المستقبل، أو قد تأتي من المحيط الخارجي، وهذه المؤثرات أو العوامل منفردة أو مجتمعة تؤدي دوراً حاسماً في التأثير سلباً علي عملية الاتصال. وقد أشار شانون وويفر في نموذجهما (١٩٤٩) إلي إمكانية تعرض الرسالة في طريقها إلي التشويش الناشئ عن تدخلات ميكانيكية أو نفسية، أو في المعاني والمدلولات (الطويرقي،١٩٩٧،ص٤٤)، كما في الشكل رقم (٢)



شكل رقم (٢) التشويش أو الضوضاء في أثناء عملية الاتصال

ومن هنا يتضح أن عملية الاتصال عملية ديناميكية متصلة الحلقات، كما أن الموقف الاتصالي هو موقف مركب لا نستطيع الحكم عليه في ضوء العناصر المعروفة في عملية الاتصال فحسب بل يجب أخذ الخلفية الثقافية والاجتماعية والنفسية في الاعتبار؛ بحيث يجب أن تكون الخريطة في شكل مرئي أقرب الى الحقيقة في التمثيل وأقرب الى العقل في الإدراك، والإلمام ببعض جوانب التاثير النفسي علي مستخدميها (النشار، ٢٠١٤، ص١٣٦).

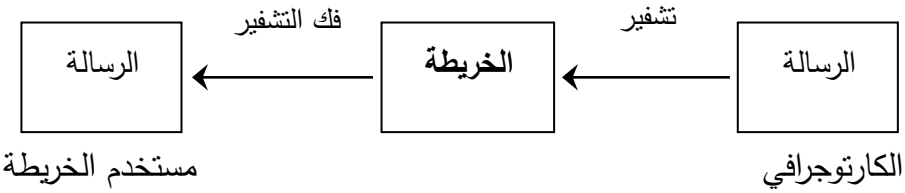
يري بعض الكارتوجرافيين، ومنهم MacEachren (1990,P.65) and Ganter أن فكرة الكارتوجرافيا لا تتماشي مع اعتبارها نموذجاً اتصالياً - علي الأقل كما هو متصور عموماً- مع التصوير المرئي الجغرافي؛ حيث تركز وجهة النظر الاتصالية للخريطة علي فكرة الرسم الجغرافي بدلاً من التفكير الجغرافي، وأن هناك تمييز بين الأدوات التي تسمح لنا بوصف أو تعريف ما نعرفه (أدوات اتصال) والأدوات التي تطرح سؤالاً حول ما هو غير معروف حتي الأن (أدوات التصوير المرئي) وأنه إذا تم الإلتزام بوجهة النظر الاتصالية فإن ذلك سيمنع من تطوير أدوات التصوير المرئي الجغرافي الناجحة.

٢- نماذج الاتصال:

نادي روبنسون Robinson في كتابه The Look of Maps بأن الكارتوجرافيا مجال يحاول نقل تصور الكارتوجرافي للعالم إلي عقل قارئ الخريطة من خلال وسيط ترميزي متمثل في الخريطة، وكانت هذه هي بذرة لنموذج الاتصال باعتباره إطاراً نظرياً لتبرير دراسات تصميم الخرائط التجريبية.

وفي أبسط أشكاله يصور نموذج الاتصال الكارتوجرافي كقنوات تنقل المعلومات من الكارتوجرافي إلي قارئ الخريطة، مع إضافة تعقيد إضافي؛ مثل عملية ترميز من المصدر إلي الخريطة، وعملية فك تشفير من الخريطة إلي المتلقي، وإمكانية وجود ضوضاء في الإرسال، وذلك علي مدي بضع سنوات فقط من ١٩٦٠م إلي ١٩٧٠م؛ إذ عرضت الكثير من الرسوم البيانية لنماذج الاتصال، مع إبراز تفاصيل مكونات معينة، وقد نتج عن ذلك بعض الرسوم البيانية المعقدة نوعاً ما (Montello,2002,P.290).

وقد أكدت نماذج الاتصال علي دور إرسال رسالة معروفة؛ حيث يقوم الكارتوجرافي بعملية تشفير Encode لرسالة ما علي الخريطة، ويقوم مستخدم الخريطة بفك تشفير Decode هذه الرسالة، كما هو واضح من شكل رقم (٣).



شكل رقم (٣) نموذج مبسط لنموذج الاتصال الكارتوجرافي

قدم بورد Board عام (١٩٦٧م) نموذجاً مبكراً لعملية الكارتوجرافيا، كما في شكل رقم (٤)، ولكنه اتسم بشيء من التعقيد، والتي يشكل فيها الاتصال أو تمثيل المعلومات جانباً مهماً؛ إذ حدد بورد مرحلتين رئيستين من عملية صنع الخرائط ضمن سلسلة معقدة من الخطوات، وفيها يقوم الكارتوجرافي بتمثيل العالم الحقيقي في شكل خريطة، ومن ثم يتم مقارنة هذا النموذج مع العالم الحقيقي عن طريق المستخدم (Kostelnick,2006,P.57). ويشير نموذج بورد إلي فقدان تدريجي للمعلومات في كل من مرحلة إعداد الخريطة وتحليلها ، وعلاوة علي ذلك وصف هذا النموذج عملية دورية تتضمن رؤية جديدة للعالم الحقيقي (Board,2011,P.39).

كما شهد أوائل عام (١٩٧٠) صعود الإهتمام بنماذج الاتصال الكارتوجرافية إلي ذروته على اعتبار أنه يمثل التصور النظري للعملية الكارتوجرافية العملية. ومن أمثلة نماذج الاتصال في هذه الفترة نموذج Ratajski 1973 في بولنده (Montello,2002,P.291)، ويتضمن نموذج راتاجسكي Ratajski فكرة مثيرة للاهتمام تتمثل بمراكز الدوائر التي تمثل الواقعية ومصدر المعلومات وتخيل الواقع. وقد أطلق عليها "درجة صحة الإنتقال" Degree of Transmission Correctness، وهو في الواقع يقيس فقدان المعلومات، ويشرح راتاجسكي بمزيد من التفصيل بعض العوامل التي تؤثر علي نقل المعلومات ويعبر عن كثير من المفاهيم في صيغة رياضية (Board,2011.P.40).

وفي ألمانيا قدم كل من Freitag (1971) و Hake (1973) نماذج للعملية الكارتوجرافية التي عَدَّتْ عملية الاتصال في الخرائط عملية رمزية مع لفت الانتباه إلي دور الدلالات الرمزية وعلوم اللغة في مجال الاتصال الكارتوجرافي (Montello,2002,P.291) .

ويعد نموذج الاتصال الذي قام بتصميمه كولاسني Kolacny عام (١٩٦٩م) من أشهر النماذج الكارتوجرافية كما هو موضح في الشكل (٥) وقد أوضح فيه أن عملية الاتصال الكارتوجرافي تتم من خلال:(Fabbri,2000,P.17)

أ- مهمة الكارتوجرافي المتمثلة في دراسة الواقع الجغرافي، وإنتقاء البيانات الجغرافية لدمجها مع تصوراته لتكوين نموذج ذهني عن الواقع، ثم تحويل هذا النموذج الذهني إلي لغة كارتوجرافية ممثلة بالرموز والألوان داخل الخريطة.

ب- مهمة قارئ الخريطة الذي يقوم بدراسة اللغة الكارتوجرافية وتفسيرها وفهمها للخريطة ودمجها مع معلوماته السابقة عن البيئة لتسهم في تكوين تصور جديد للبيئة الجغرافية موضع الإهتمام .

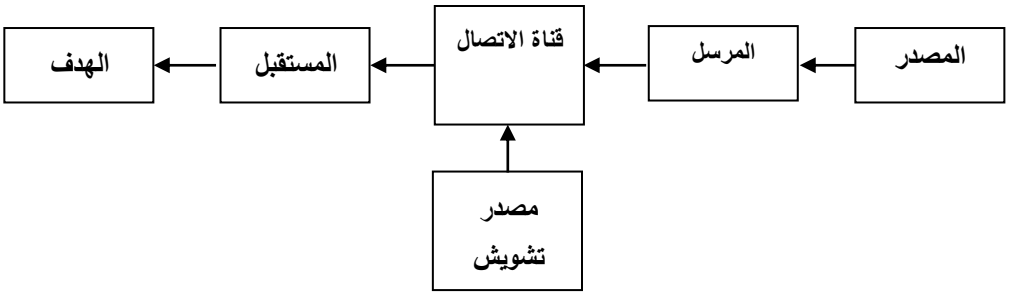
ويتضح من النموذج الخاص بكولاسني أنه قد تأثر بنظرية الاتصال الرياضية التي وضعها عالم الرياضيات كلاود شانون عام ١٩٤٨م (Fernandez&Buchroithner, 2014,P.43)، كما هو مبين في شكل (٧). وقد تم تعديل هذا النموذج على يد Muechrke وتم تقديمه في شكل نموذج فتح الباب للكثير من الأبحاث والدراسات الكارتوجرافية (Anson&Ormeling,1996,P.71)، كما هو واضح من شكل رقم (٦).

وقد نظر بعضهم إلي نموذج كولاسني ببعض التشكيك وعدوه معقداً للغاية ومنهم؛ Bartholomew and Kinniburgh 1973 & Freitag 1971، إذ وضع Freitag 1971 نموذجاً طور علي يد Hake عام ١٩٧٣م، وقد جمع هذه النماذج قيامها بالربط بين مفهوم الكارتوجرافيا باعتبارها لغة عن طريق تحديد الأجزاء المتمثلة في (الترميز Syntactics، والبراجماتية Pragmatics، والدلالات Semantics). وقد فسر Freitag بعناية العلاقة بين علم الترميز والكارتوجرافيا، وعلي الرغم من أن النموذج ينص علي التكرار المستمر بين صانع الخريطة ومستخدميها عن طريق العودة إلي الواقع الذي يتم الحصول منه علي البيانات الجديدة للدورة المقبلة، فلا توجد إشارة صريحة للتناقض بين صانع الخريطة ووجهة نظر مستخدمها عن الواقع. وقد جلب Hake التشغيل الآلي إلي عملية صناعة الخريطة في نموذجه، ولكن يستخدم أيضاً المفاهيم الترميزية في منهجه المثير للاهتمام لصنع القرار لتحقيق رؤية الرمز من خلال استخدام الخريطة (Board,2011,P.41).

ثم تبع ذلك عدد من النماذج الكارتوجرافية التي تأثرت في أغلبها بتلك النظرية، ومنها نموذج راتابسكي عام ١٩٧٣، ثم اقترح كل من روبنسون Robinson وبتشنك Petchenik عام ١٩٧٧ أن الخريطة تعد أكثر من كونها وسيطاً بسيطاً يهدف فقط لنقل المعلومات، وأن عملية الاتصال الكارتوجرافي يجب أن تفهم على أنها ليست فقط سلسلة من التدفقات التي يمكن قياسها كمياً، ولكنها تضم أيضاً عمليات إدراكية ومعرفية تستخدم في ترميز المفاهيم الجغرافية للخرائط (Dodge,2011,P--).

كما قدم موريسون ١٩٧٨ فكرة التحولات الرياضية بين الأجزاء المختلفة لنموذج الاتصالات، كما أوضح وجود مرحلتين من التحولات الرياضية إحداهما تربط بين عناصر الواقع لدي صانع الخريطة بعناصر الخريطة نفسها، والثانية تربط عناصر الخريطة بعناصر واقع قارئ الخريطة، كما أشار إلي أن عملية إنتاج الخريطة تتضمن خطوتين هما إنتقاء المعلومات Selection وتعميمها Generalization (مشوقة ، ٢٠٠٦ ،ص ٧٧).

ثم جاء كريستوفر بورد الذي أبرز دور التشويش الكارتوجرافي الذي يؤثر في كفاءة سريان المعلومة خلال وسيلة الاتصال المعروفة بالخريطة، وقد أبرز بورد العمليات التالية التي تحدث بين الخريطة و واقع قارئ الخريطة: الاستشعار وفك الرموز وربط الرموز بمعانٍ لغوية مفهومة وإبصار البعد الثالث من الخريطة وأخيراً تفسير الخريطة (مشوقة، ٢٠٠٦،ص ٧٩). ومما سبق يتضح أن أغلب هذه النماذج تتقارب مع ما جاء به شانون، شكل رقم (٧).



المصدر: (مشوقة ، ٢٠٠٦ ، ص٧٧).

شكل (٧) نموذج الاتصال الذي وضعه شانون ١٩٤٨

ومن الملاحظ أن الإصدارات القديمة من نماذج الاتصال قد افترضت خطأ أن مصمم الخريطة والخريطة لديهم رسالة محددة لنقلها إلي مستخدم الخريطة، وأن الخريطة الناجحة هي التي تجعل كل مستخدميها يحصلون على هذه الرسالة. ولكن مع تجاهل أهمية المعرفة أو الخبرة السابقة لدي مستخدم الخريطة ، فقد رأي MacEachren في كتابه "How Maps Work ?" أن الخريطة لا تقوم فقط بنقل الرسالة المحددة الموضوعة من قبل الكارتوجرافي، وإنما تقوم بتحفيز الأفكار والاستدلالات من خلال تفاعلها مع المعتقدات السابقة عند هؤلاء المستخدمين (Montello,2002, P.296). كما في شكل (٨) الذي يوضح نموذج MacEachren لعملية الاتصال الكارتوجرافية.

ولتحديد فاعلية الاتصال الكارتوجرافي طبقاً لهذا النموذج يجب تحديد العناصر الأساسية لهذا النموذج، وهي: الواقع الجغرافي الذي ينتقي منه الكارتوجرافي المعلومات التي يريد إرسالها عبر الخريطة – و المعلومات المكتسبة لدي كل من الكارتوجرافي وقارئ الخريطة – و الخريطة باعتبارها الأداة أو الوسيلة التي تحمل المعلومات وتقوم بنقلها إلي قارئ الخريطة. ووفقاً لهذا النموذج يقوم الكارتوجرافي بإنتقاء المعلومات الجغرافية من البيئة المحيطة وتصنيفها ودمجها مع مجموعة المعلومات الجغرافية المكتسبة إلي لغة كارتوجرافية في الخريطة، ثم يقوم قارئ الخريطة بقراءة الخريطة وتحليلها مع تكوين صورة عن البيئة التي يقوم بدمجها مع معلوماته وخبراته السابقة ليحصل على الصورة الكاملة عن البيئة الجغرافية.

٣- محددات عملية الاتصال:

حدد الزيدي ومسعود عام ٢٠٠٥م مجموعة من المحددات التي يجب على صانع الخريطة مراعاتها عند التصميم، وذلك من أجل زيادة فاعلية عملية الاتصال الكارتوجرافي وهي (الزيدي ومسعود،٢٠٠٥، ص٢٠٢):

- أن يكون للمستقبل شعور بالحاجة إلي الرسالة وموضوعها، فكلما ارتبطت الخريطة بحاجات المستقبل آثارت فيه شعوراً بالحاجة لها وتكون فاعليتها جيدة.
- أن يتوخي المصمم الإثارة البصرية؛ إذ إن الإنسان يعطي الأولوية للمعلومات القادمة من خلال الجهاز البصري، ولما كانت الخريطة وسيلة اتصال مرئية للمعلومات، فإن التعبير الفني للمتغير البصري والتباين اللوني يثير الانتباه ويلفت نظر المستقبل.
- ملائمة الخريطة لطبيعة الإدراك عند المستخدمين.
- كثافة المتغيرات البصرية في الخريطة؛ لأن كثافة المعطيات ينشأ عنها التداخل والتشويش؛ مما يؤدي إلي تشتيت الذهن، وبالتالي تفقد عملية الاتصال دورها، لأن وضوح الرؤية لمتغيرات الخريطة يساعد القارئ علي إثارة أفكارها وتصوراته؛

ليتمكن من تفسيرها واستخلاص المعلومات منها، ولأن تعقيد الخريطة يتطلب نشاطاً إدراكياً أكبر.

- وضوح الهدف وتجنب التباسات الفهم والاختصار واللغة السليمة التي تتناسب مع قدرة قارئ الخريطة وأفكاره وقابليته لفهم الرسالة (الخريطة).
- مصداقية المرسل (الكارتوجرافي) التي تُعَدُّ ركناً أساسياً في مصداقية الاتصال وفاعليته، والتي تتوقف علي الكثير من العوامل، ومنها القوة التي يمكن للمرسل والكفاءة التي تتميز بها بالإضافة إلي الثقة، والجدارة، وتوضيح فكرة الرسالة.

٤- الأهداف التي تحققها الخريطة وطرق قياس فاعلية الاتصال الكارتوجرافي

تقاس فاعلية الخريطة وقدرتها علي توصيل المعلومات للمستخدم من خلال أسئلة محددة؛ ويتبع في قياس تلك الفاعلية التقييم اللفظي، أو التقييم البصري من خلال ملاحظة أفراد عينة الدراسة فى أثناء استخدام الخريطة، أو التقييم السلوكي عن طريق تكليف المختبرين بالقيام بسلسلة من الأعمال، أو التقييم التفضيلي؛ إذ يحدد مستخدم الخريطة ما يفضله من وجهة نظره، أو التقييم الزمني (مصطفي والسوداني،٢٠١٦،ص٢٣٩).

وعليه يحدد مستوي فاعلية الخريطة في توصيل رسالتها إلي قارئها بدرجة ما تحققه من دقة وسهولة توصيل الأهداف المختلفة التي تصمم من أجلها الخريطة في ضوء مراحل عملية الاتصال الكارتوجرافي، لذلك كان من الضروري تحديد هذه الأهداف، وطرق قياسها.

أ- الأهداف التي تحققها الخريطة

ويقصد بها المعلومات الجغرافية المختلفة التي يمكن للقارئ أن يحصل عليها من استخدامه للخريطة وهي: معلومات تفصيلية عن أماكن محددة، الأنماط العامة لخصائص التوزيع على الخريطة، مقارنة الأنماط المرئية بين التوزيعات الجغرافية المختلفة (حمودة، ٢٠٠٠، ص ص١٣ : ١٤).

ب-طرق قياس فاعلية الخريطة

اختلف الباحثون حول تحديد طريقة موحدة لقياس فاعلية الخريطة، ويعود ذلك إلي تعدد طبيعة المعلومات التي تعكس فاعلية الخريطة، وعدم وجود طريقة محددة لقياس مدي إنجاز القارئ لأهداف الخريطة

(MacEachren,1982,P496)

ولأن فاعلية الخريطة يجب أن تحدد في ضوء الهدف الذي أعدت من أجله، لذلك يمكن تحديد فاعلية الخريطة في ضوء الأهداف الآتية. كما هو واضح في شكل (٩).

- **المعلومات التفصيلية**

وهنا يكون التركيز على موقع الهدف، فعلى سبيل المثال عندما يركز قارئ الخريطة على معرفة القيمة التقديرية لوحدة توزيعية محددة فإنه يحدد أولاً مكان هذه الوحدة ودرجة ظلها، ثم يستعين بدليل الخريطة لمعرفة القيمة التقديرية لها. أو التقدير الصحيح لحجم الرمز أو تقدير الكميات طبقاً لدرجة اللون التي يمثله في مفتاح الخريطة (حمودة، ٢٠٠٠، ص١٦). ويتم قياس فاعلية الخريطة لتحقيق هذا الهدف بأسلوبين هما: الاستدعاء المباشر؛ إذ يقوم قارئ الخريطة بالإجابة مباشرة من الخريطة عن الأسئلة المحددة والتفصيلية، أما الأسلوب الثاني فهو يتمثل في تذكر المهام، وهنا يعتمد قارئ الخريطة على الذاكرة في استدعاء المعلومات التفصيلية عن الخريطة محل الاختبار (MacEachren,1982,P.496).

- **الأنماط العامة للتوزيع**

يركز قارئ الخريطة فيها على تقسيم نمط التوزيع الممثل على الخريطة إلي أقاليم، كأن يركز على معرفة الأقاليم ذات الحرارة المرتفعة، والأقاليم ذات الحرارة المتوسطة، والأقاليم ذات الحرارة المنخفضة. وفي هذه الحالة يقل اعتماد قارئ الخريطة على الدليل؛ لأن تفاعل رموز الخريطة مع بعضها هو الذي يظهر رسالة الخريطة . ويتم قياس هذا الهدف بطريقتين هما:

- مقارنة النمط: من خلال قياس قدرة قارئ الخريطة في الحكم على درجة الارتباط المرئي للتوزيعات الممثلة على الخريطة، سواء بطريقة الاستدعاء المباشر أو بطريقة تذكر المهام.
- تحديد النمط: وذلك بقياس مدي قدرة قارئ الخريطة على تحديد الأقاليم المتجانسة على الخريطة (حمودة ، ٢٠٠٠ ، ص١٧).

ولقد أصبحت الخرائط الرقمية التفاعلية (علي عكس الخرائط الورقية الثابتة) أكثر تعقيداً في تحليلها، نظراً للميزات الديناميكية المضافة؛ إذ تتطلب تمثيلات كارتوجرافية متنوعة وأساليب تفاعلية لتصوير البيانات الجيومكانية لجمهور كبير ذات مستويات مختلفة من الخبرة، كما ازدادت الحاجة إلى تقييم تأثير هذه الأدوات وفائدتها وسهولة استخدامها بنفس معدل زيادة توافرها وتنوع استخدامها. توجد عدة مداخل للبحث في عملية التصور لدي المستخدمين وتقييم مدي قابلية تطبيق الخرائط وفاعليتها والتي من أهمها ما يأتي:

- **قابلية الاستخدام Usability:**

وهي تشير إلى مجموعة من مقاييس الأداء الموضوعية للمستخدم لقياس مدي سهولة استخدام منتج أو نظام معين، وهي تشتمل علي: مقياس الرضا Satisfaction، وهو يشير إلى مدي إرتياح المستخدم أو تفضيلاته حول النظام،

ومقياس الكفاءة Efficiency، وهو يشير إلى سرعة إنجاز المهام المحددة، ومقياس الفاعلية Effectiveness ، وهو يشير إلى اكتمال المهمة أو عدم اكتمالها (Coltekin.et al.,2009,P.6). كما تساعد قابلية الاستخدام في تقييم واجهة المستخدم للمنتج الذي قد يكون صورة، أو صفحة ويب، أو نصاً، أو خريطة.

- **تتبع حركة العين Eye-Tracking:**

تستند علي مبادئ تتبع حركات العين البشرية فى أثناء استقبال المشهد البصري، وبشكل عام هناك نوعان من تقنيات حركة العين: تلك التي تقيس موضع العين بالنسبة للرأس، وتلك التي تقيس اتجاه العين في المجال أو نقطة النظر. ويفيد هذا الأسلوب في الإجابة عن تساؤلات متعددة منها: كيف يتبع القراء المعلومات الموجودة في الخريطة من حيث الترتيب، ومدي سرعة قراءة المعلومات، وماهية العناصر التركيبية التي يقرأونها في أقرب وقت، وكم عدد المرات، ثم العودة إلي دليل الخريطة (Popelka.et al.,2012,P.105)، كما تعد نافذة للعمليات الإدراكية الداخلية، وهي تفيد أيضاً في تحديد الأماكن التي توجد بها مشكلات في استخدام النظام، وكيفية معالجة المعلومات (Coltekin.et al.,2009,P.6). وتعد دراسات حركة العين من الدراسات الحديثة في المجال الكارتوجرافي (غير متوفرة في البلاد العربية)، ويمكن استخدامها لكل من الخرائط الورقية والخرائط الرقمية علي حد سواء.

وكما ذكر سابقاً أن فاعلية الخريطة تقاس من خلال سهولة ودقة إنجاز القارئ لأهدافها ونظراً لأنها تستخدم لتحقيق عدة أهداف، فإن استخدام هدف واحد لتقييمها لا يعكس فاعليتها الكلية، ونتيجة لذلك تستخدم عدة مهام في الإختبارات التي ستجري لتقييم فاعلية الخريطة، ومنها معيار الوقت المستغرق لاستخراج المعلومة المطلوبة، ويستند هذا التقييم الزمني على أن الخريطة القادرة على توصيل المعلومة هي نتاج تصميم جيد، وأن هذا التصميم الجيد يرتبط بالقدره على إدراك المعلومة، والقدرة على الإدراك محكومة بسهولة القراءة، وسهولة القراءة لها ارتباط وثيق بمعدل الوقت المستغرق للبحث واستخراج المعلومة (مصطفي، ١٩٩٤،ص ١٠٩).

مما سبق يتضح أنه يمكن الاستفادة من المجموعتين السابقتينفي تحديد مجموعة من المهام والأسئلة المحددة حول المحتوي وواجهة المستخدم في سبيل الكشف عن مدي فاعلية التطبيق ودور الوسائط المتعددة التفاعلية في تصميم خرائط التظليل المساحي (الكمي).

ثانياً: خرائط التظليل النسبي *:

يعد أسلوب التظليل النسبي Choropleth من أكثر الطرق الكمية تطبيقاً في التوزيعات؛ لأن التمثيل بها يعتمد علي أنواع البيانات المطلقة والمشتقة فضلاً عن

تمثيلها قيماً كبيرة. ويُعَدُّ التظليل من الأساليب التي أخذ بها بعض الجغرافيين الذين يميلون إليها في بحوثهم ودراساتهم.

وقد عرفت الجمعية الكارتوجرافية الدولية (ICA) تقنية التظليل النسبي في الكارتوجرافيا علي أنها "منهج من مناهج التمثيل الكارتوجرافي تستخدم فيه الألوان أو الظلال كرموز مميزة لملء المساحات الإدارية أو الإحصائية" وغالباً ما تمثل هذه البيانات ظواهر جغرافية غير متصلة (مشوقة، ٢٠٠٨، ص٢٦).

ويتم تمثيل بيانات الظاهرات في هذه الخرائط إما بطريقة مصنفة، أو غير مصنفة، في حين أن الخيار الأول يحافظ علي القيم الفعلية وعلاقاتها بطريقة دقيقة، أما الثاني فكثيراً ما يخلق مزيداً من التباين، ومن مميزاته إمكانية المطابقة بين التظليل في الخريطة مع مثيله الموجود في دليل الخريطة (Schiewe, 2017, P.449) .

وقد اكتسبت عملية التوزيع علي الإنترنت لخرائط الكوروبلث زخماً؛ إذ وفرت الحكومات والمؤسسات العامة للمستخدمين واجهات مكانية سهلة لقواعد البيانات الإحصائية التي غالباً ما يتم جمعها للمؤسسات الحكومية (Armstrong.et al,2003,P.595)، كما أثرت أوجه التقدم في رسم الخرائط من جانب الخادم والعميل ورسم الخرائط الفائقة، وكذلك رسم الخرائط الشبكية raster الاتجاهية vector تأثيراً قوياً علي كيفية توزيع خرائط الكوروبلث علي الإنترنت. ويمكن تصنيف التطبيقات المبكرة لرسم خرائط الكوروبلث علي شبكة الأنترنت الى مجموعتين كبيرتين: تلك المستندة الى صيغة raster من جانب السيرفر، ولكنها محدودة في دعم مستويات عالية من تفاعل المستخدم، وتلك التي تستخدم خرائط (vector) التي تستند الى جانب العميل والتي يمكنها أن تسمح لأنواع مختلفة من تفاعل المستخدم (Steiner.et al,2002,P.488) .

- لا يوجد اتفاق بين الكارتوجرافيين العرب علي تعريب هذا المصطلح Choropleth ، فمثلا استخدم سطيحة (١٩٧٢) مصطلح التوزيع النسبي استنادا إلى تعريب المجلس الأعلي لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية لعام ١٩٦٥م (مشوقة، ٢٠٠٨، ص٢٦)، في حين استخدم سميح عودة مصطلح خرائط التوزيع المساحي الكمي الذي يتماشي مع مفهوم الكم في المساحة، وهو ترجمة لكلمة Choropleth ، في حين أشار عزيز (٢٠١٢) الى أنها تعرف باسم خرائط الكثافة أو التظليل أو التوزيع النسبي، ولكن من أكثر الأسماء شيوعاً علي المستوي العالمي مصطلح خرائط الكوروبلث (عزيز، ٢٠١٢، ص٢٣٥)، وهو ما سنعتمد عليه في الدراسة.

ومع تزايد حجم البيانات التي غالباً ما تشتمل علي مصادر متنوعة يتم جمعها من وحدات جغرافية مختلفة من أجل صنع البيانات المكانية، وعندما يتم هذا التجميع بدقة مكانية دقيقة، تصبح بيانات المنطقة الناتجة كبيرة سواء أكانت في حجم البيانات أم في عدد السجلات، في هذه الأيام غالباً ما يطلب تجميع

البيانات وعمل تصوير مرئي لها في الوقت نفسه، ولكن المداخل التقليدية لرسم خرائط الكوروبلث تواجه صعوبة في معالجة مثل هذه الطلبات نظراً لمحدويتها في معالجة البيانات المساحية الكبيرة، ورداً علي هذا التحدي طور Zhao& Shneiderman (2005,P.414) متغيراً لطريقة التظليل المؤجلة التى يتم فيها تقديم جميع الأشكال الهندسية أولاً، ويطبق التظليل اللوني في وقت لاحق علي وحدات البكسل للصورة من خلال الحسابات.

وفي الأونة الأخيرة اعتمدت كثير من الدراسات علي رسم خرائط الكوروبلث المعتمدة علي أسلوب يسمي البلاطات (Tiles) لتمكين رسم خرائط الكوروبلث للبيانات المساحية الكبيرة، ولأن (Tiles) صغيرة، ولها بعد ثابت يمكن استعادته وتنزيله بشكل حيوي في فترة زمنية قصيرة، وفي الوقت الذي ساهمت فيه ديناميكية العرض لخرائط التشفير اللوني نوعية raster من سهولة وتمكين عملية رسم خرائط الكوروبلث، فإن هذا النهج لا يزال خاضعاً للعديد من العيوب مثل الدعم المحدود لتفاعل المستخدم المباشر مع الظاهرات الجغرافية وفقر جودة الرسومات للخرائط المنتجة سواء من نمط raster أوvector (Hwang,2013,P.40).

وثمة بديل ناشئ عن رسم خرائط الكوروبلث نوعية raster tiles وهو استخدام vector tiles ويهدف هذا النهج القائم علي vector إلى توفير خرائط كوروبلث أكثر تفاعلية وجذابة للبيانات المساحية الكبيرة. وللقيام بذلك فإنه يسعي الى تسخير أحدث التطورات في تقنيات رسومات الويب وتعميم الخريطة، ومن الواضح أن هذا النهج القائم علي vector يمكن أن يساعد علي زيادة التفاعل، والجماليات البصرية للخرائط المنتجة، لأنه يجعل الوحدات الأصلية علي أشكال vector، ومع ذلك فإن فاعليتها تتوقف علي عوامل متعددة؛ مثل كفاءة ونوعية تعميم الخريطة، ونوع ودعم المتصفح لتكنولوجيا رسومات الويب، والقدرة الحاسوبية لجهاز الكمبيوتر الخاص بالمستخدم (Hwang,2013,P.41).

١- البيانات الجغرافية:

يعتمد التوزيع الجغرافي الذى يستخدم في إنشاء خريطة التظليل النسبي **علي ثلاث عناصر هي:** الوحدة المساحية، وتوزيع البيانات، والترتيب الجغرافي للبيانات، وتؤثر المكونات الثلاثة علي المظهر البصري للخريطة، وتفترض طريقة التوزيع النسبي أن كل وحدة مساحية متجانسة داخلياً فيما يتعلق بموضوع توزيع البيانات، ومن الناحية المثالية ينبغي أن تكون الوحدات المساحية متساوية نسبياً في المساحة ومتشابهة في الشكل حتي لا تؤثر سلباً علي إدراك الأنماط التوزيعية للخريطة، وكلما زاد عدد الوحدات المساحية المستخدمة، زادت تفاصيل التوزيع الجغرافي الذي يمكن أن تظهره الخريطة (Rowles,1991,P.20)، ومع

ذلك في معظم الحالات فإن الكارتوجرافي لا يفعل شيئاً يذكر لتغيير التلوين، أو حجم، أو شكل الوحدات المساحية، في الواقع فإن هذا النوع من الوحدات المساحية غالباً ما يكون مفروضاً نتيجة للبيانات المتاحة (Dent,1993,P.199) .

كثيراً ما يتم فحص مجموعات البيانات من أجل تحديد الخصائص التي قد يكون لها تأثير علي التحليل، وتشمل الخصائص الأكثر شيوعاً، ومنها: معامل الإلتواء skewness ومعامل التفرطح kurtosis، وكلاهما يشير إلى توزيع القيم داخل مجموعة البيانات. وتوصف توزيعات البيانات هذه على شكل منحني القيم المطلوبة لمجموعة البيانات، كما يتم رسمها علي الرسم البياني، ويشير معامل الإلتواء إلى الدرجة التي يحدث فيها الجزء الأكبر من القيم لمجموعة بيانات مرتبة على جانب أو أخر من الوسط لمجموعة البيانات، في حين يشير التفرطح الى "الذروة" لمجموعة البيانات أو درجة إرتفاع قيم البيانات المطلوبة من المحور (س). كما هو واضح من شكل رقم (١٠).

ومن أكثر أشكال توزيع البيانات شيوعاً هو شكل المنحني الجرسي أو ما يعرف بالتوزيع الطبيعي؛ إذ يقع الجزء الأكبر من البيانات في منتصف مجموعة البيانات المطلوبة، وتشمل التوزيعات المشتركة الأخري أشكال؛ مثل: شكل (L)، أو(J)K أو مستطيل، أو ثنائية، أو متعددة القيم. وقد أوضحت نتائج الدراسات التى تناولت تصنيف خرائط الكوروبلث التى أخذت في اعتبارها عملية توزيع البيانات أن توزيعات البيانات المختلفة تؤثر علي نجاح عملية تحديد الفواصل الفئوية (Currie,1989,P.56).

٢- طرق التصنيف (التعميم)

يُعَدُّ تحديد طول الفئات وحدودها من أهم العوامل التي تؤثر في الشكل المرئي للخريطة كما أن نجاح خريطة الكوروبلث بوصفها أداة اتصال يتوقف إلى حد كبير علي مدى التوفيق في اختيار عدد الفئات وحدودها؛ لأن الهدف النهائي لأي خريطة موضوعية هو توصيل الإنطباع الصحيح عن طبيعة أنماط البيانات المكانية (AlGamdi,2014,P.61).

وينادي معظم الكارتوجرافيين بخضوع تحديد طول الفئة علي خريطة الكوروبلث لقوانين معيارية محددة، مع التطور التكنولوجي وجد من ينادي بأنه من غير المرجح في معظم الحالات أن يفي تصنيف معين بجميع المعايير، فقد يكون التصنيف الأمثل لتوزيع ما قد لا يتناسب مع توزيع آخر، بسبب وجود تغييرات كبيرة في نوعية البيانات (Xiao&Armstrong, 2006,P.103)، ولذلك لا يوجد إتفاق في الرأي بين الكارتوجرافيين فيما يتعلق بالطرق الأكثر فاعلية لتحديد أطوال الفئة علي خرائط الكوروبلث.

يجب أن يكون مفهوماً أن تصنيف البيانات ليس هدفاً في حد ذاته، ولكن القرار النهائي المتعلق بعدد الفئات وحدودها يجب أن يعبر عن الهدف الذي من أجله تم اختيار تصنيف معين، كما يجب أن يُعَدّ تصنيف فئات خرائط الكوروبلث يهدف إلى إبراز التباين في توزيع الظاهرة، أو قد يهدف الى التقليل من أنماط التوزيع أو تضخيمها (الليثي،١٩٩١،ص٢٦٨). كما ينبغي أن تعكس طريقة التصنيف الجيد إلى حد كبير النمط الكامن وراء البيانات، وبعبارة أخري فإن أى طريقة تصنيف تشوه النمط الأساسي للبيانات تُعَدُّ تصنيفاً فقيراً (Jiang,2012,P.6).

ومن الإطلاع علي الأدبيات الكارتوجرافية وجد أن هناك عديداً من طرق تصنيف تقنيات تصنيف البيانات لخرائط الكوروبلث منها Evans (1977), Paslawski (1984), Robinson et al (1984)؛ إذ اشتملت تلك التقنيات علي ثلاث فئات رئيسة هي: (Currie,1989,PP.17-30) ، (Gale&Halperin,1982,P.330)

أ- السلسلة المنتظمة Regular Series : وتشتمل علي خمسة طرق تصنيف، وهي:

- الخطوات المتساوية (الفئات المتساوية) equal steps:

وفيها يتم تقسيم نطاق البيانات علي عدد الفئات المطلوبة، ويتم إضافة الناتج إلي أدني قيمة في البيانات، وباستمرار مع باقي الفئات وذلك لتحديد نقاط الفواصل الفئوية. وتتميز هذه الطريقة بسهولتها، وأن النطاقات عادة ما تفهم جيداً من قبل المستخدم، وخاصة إذا ما تم تقريب قيم الفواصل الفئوية للعرض (فيما يعرف بالتساوي الدائري لقيم الفئات). ولكن يعيبها هو أنه بالنسبة للبيانات المنحرفة كثيراً ما تظهر الفئات (الفارغة)، وبالتالي تقليل عدد الفئات الممثلة علي الخريطة، وبطريقة مماثلة قد تخلق هذه الطريقة أيضاً فئات (ممتلئة) بالقيم، مما يؤدي إلي وجود جزء واحد من منطقة الخريطة ليكون ظلاً واحداً. كما هو واضح من شكل رقم (١٥)، شكل رقم (١٦).

- التكرارات المتساوية equal frequency:

وفيها يوضع نفس عدد ملاحظات البيانات في كل فئة وغالباً ما تعرف بطريقة التساوي العددي Quantiles ، كما هو واضح من شكل رقم (١٣)، إذ يتم تقسيم العدد الإجمالي من الملاحظات علي عدد الفئات المطلوبة من أجل تحديد عدد الملاحظات التي ستكون في كل فئة، ثم يتم وضع هذا العدد من الملاحظات لمجموعة البيانات المرتبة في الفئة الأولي، ثم الثانية وهكذا، وتسجل الفواصل الفئوية علي طول الطريق، ومن المستحيل الحصول علي الفئات (الفارغة) في هذه الطريقة. ولكن يعيبها أن الناتج من تقسيم عدد الملاحظات بحسب عدد الفئات ليس عدداً صحيحاً، مما يترتب عليه عدم المساواة في عدد الملاحظات بين الفئات.

- المفردات المتساوية equal membership:(التساوي المساحي areal equal steps) وهي تصنيف البيانات الى أجزاء متساوية مع بعض المتغيرات الثانوية، والمتغير الأكثر شيوعاً هو منطقة وحدات الخريطة نفسها، إذ يمكن تحديد حدود الفئات بحيث تغطي كل فئة جزءاً متساوياً من منطقة الخريطة.
- المتوسط والانحراف المعياري mean and standard deviation ؛ إذ تقسم مجموعة البيانات المطلوبة إلى فئات في نقاط الفواصل استناداً إلى متوسط مجموعة البيانات والانحرافات المعيارية علي جانبي المتوسط، وهذه الطريقة غالباً ما توفر نتائج جيدة إذا اتسمت مجموعة البيانات بالتوزيع الطبيعي، ولكن إذا كانت البيانات لديها نسبة لمعامل الإلتواء، قد يؤدي ذلك إلي فئات لديها عدد قليل من الملاحظات، أو فئات (ممتلئة)، كما في شكل رقم (١٨) وشكل رقم (١٩).
- المتوسطات المتداخلة nested means: وهي تشبه طريقة المتوسط والانحراف المعياري، ويحسب المتوسط العام لمجموعة البيانات علي أنها الفاصل الأول، وتحسب متوسطات النصف العلوي والنصف الأدني كنقاط فواصل فئوية ثانوية، ويمكن تحديد النقاط الأربعة الناتجة كنقاط فواصل، والمزايا الرئيسة لهذه الطريقة أنه يخلق فئات يمكن اعتبارها في حالة من التوازن، وأنه لا ينتج عنها فئات (فارغة)، ولكن يعيبها أنها تنتج فئات زوجية فقط.

ب- السلسلة المنتظمة غير المتكافئة Systematically Unequal Series: وتستخدم السلاسل غير المتكافئة طرق للتصنيف منها: الطريقة الحسابية، وهي تعتمد علي الفروق العددية في تعيين حدود الفئات، والهندسية وتعتمد علي العلاقات العددية في تعيين حدود فئاتها، وفي كل حالة تكون الفئات المشتقة غير متساوية، ولكن بطريقة منتظمة؛ لأنها تتم وفق أسلوب رياضي محدد.

ج- السلاسل غير المنتظمة Irregular Series، وهي تصنف إلى ثلاث طرق، وهي الأسلوب البياني، والمنحني الكلينوجرافي، والمنحني المتجمع التكراري.

في حين اعتمد عبدالوهاب (١٩٩٦، ص ص: ١٤-١٨) و حمودة (١٩٩٥، ص٤٥) إحدي طرق تصنيف خرائط الكوروبلث التي تبناها الليثي (١٩٩١، ص ص:٢٧٢-٣٠٣) والتي اشتملت علي أربعة تصنيفات رئيسة هي:

- التصنيف المتساوي: وتشتمل علي التساوي في مدي الفئات، والتساوي الدائري لتسهيل استيعاب حدود الفئات كـأن نقول من صفر إلي ١٠٠ ومن ١٠١ إلي ٢٠٠، والتساوي المساحي بحيث تضم كل فئة مساحة جغرافية مساوية لبقية الفئات، والتساوي العددي، وفيه يتساوي عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة من فئات التوزيع.

- التصنيف المتساوي جزئياً:

وفيه تكون الفئات متساوية تماماً في جزء منها وغير متساوية في جزء آخر، وتتضمن:

- التساوي المتصل بقيم احصائية كالمتوسط الحسابي، والانحراف المعياري.
- التساوي المتداخل: وفيه تصمم الفئات وفقاً لأكثر من متوسط حسابي (طريقة المتوسطات المتداخلة).
- التصنيف الوسطي: وفيه تصنف الفئات من خلال تقسيمها إلي أقسام متساوية علي أساس معامل إحصائي؛ مثل: الوسيط، والوسط الحسابي، ويكرر ذلك للحصول علي عدد مضاعف من عدد الفئات.
- التصنيف حسب الفئات المفتوحة: بحيث لا يكون لقيم الفئات بداية أو نهاية محددة، ويلجأ إلي هذا التصنيف عندما يراد تخفيف تأثير القيم المتطرفة علي التصنيف.

- التصنيف غير المتساوي: وتضمن التصنيف الرياضي حيث المتواليات الحسابية أو الهندسية، والتصنيف البياني الذي يشتمل التصنيف وفقاً إلي الفواصل الطبيعية، والمنحني المتجمع الصاعد، والمنحني المتجمع الهابط.
- التصنيف الترتيبي: ويعتمد علي استخدام المقياس الترتيبي للبيانات، وفيه يتم عرض البيانات بشكل مرتب يسهل علي قارئ الخريطة مهمته.

ولم ينشر سوي القليل نسبياً من الكتابات حول مشكلة إهمال السياق المكاني، ومنها دراسة Armstrong.et al.,(2003, P.596) والتي اقترحت عدة تصنيفات للبيانات لكل تطبيق يمكن أن تؤدي معاً الى تطوير خوارزميات جينية لتوليد فواصل فئوية متعددة المعايير. كما قدم Schiewe (2017,P.452) طريقة تسمي مضلعات القيمة المتطرفة (PLEX) لتضخيم أو حتي الحفاظ علي اختلافات القيم المهمة بين المضلعات المتجاورة استناداً الى بنية طبولوجية تتألف من معلومات عن المتجاورات، وما تزال هناك حاجة إلى اختبارات تجريبية لهذه الطريقة من أجل استخدامها، وعلي وجه الخصوص فإن العدد المطلق أو النسبي، فضلاً عن حجم مساحة المضلعات المتطرفة المحلية التي يمكن أن يستخلصها مستخدمو الخرائط استخداماً فعالاً وكفوءاً.

ومن طرق التصنيف الحديثة للبيانات ما أورده Jiang (2012)، والذي يركز فيه علي الملاحظات منخفضة التكرار، لأنها تميل الى أن تكون حيوية ومهمة، ولها تأثير كبير، وتعرف هذه الطريقة باسم فواصل الرأس/ الذيل (Head\Tail Breaks) وتتحدد فيه عدد الفئات والفواصل الفئوية بواسطة خاصية التوزيعات الثقيلة الذيل للبيانات؛ إذ إنَّ التوزيع الثقيل الذيل يتكون من رأس وذيل ، يحتوي كل منهما علي نسبة غير متوازنة من قيم البيانات، هذا الخلل بين الرأس والذيل، أو بين

العديد من القيم الصغيرة وقليل من القيم الكبيرة؛ إذ تشكل القيم بنية هرمية، ويشكل هذا التسلسل الهرمي المتأصل أساس مخطط التصنيف المقترح.

وتظهر هذه الطريقة عدة مزايا مقارنة بالفواصل الطبيعية وطرق تصنيف أخري؛ فهي من وجهة نظر صاحبها تتمثل في أنه يلتقط الصورة أو التسلسل الهرمي الذي يظهر في الواقع، ويتم تحديد عدد الفئات والفواصل الفئوية بشكل طبيعي علي أساس التسلسل الهرمي المتضمنة في البيانات، كما أن عدد الفئات يتطابق تماماً مع حد الذاكرة البشرية، وهو ما يقرب من سبعة، ولكن تتناقض هذه الميزة الثالثة بقوة مع تصنيف المتوسطات المتداخلة الذى يخلق عدداً كبيرة جداً من الفئات بسبب التقسيم الثنائي للرأس والذيل (Jiang, 2012,P.11) .

ولأغراض تصنيف البيانات، توجد حالياً أساليب متنوعة في حزم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط القياسية كما في برمجيات شركة ESRI الشهيرة برنامج ARC MAP V.10.4؛ إذ يوفر البرنامج عدداً من طرق التصنيف (Pro.arcgis.com_14\3\2018), (desktop.arcgis. com_14\3\2018)، مع تطبيق ذلك علي البيانات السكانية لمحافظة الشرقية لعام ٢٠١٧م ، ومصدرها الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء بالشرقية.

- الطرق اليدوية:

- الفاصل اليدوي manual interval: يستخدمها المستخدم عندما يريد التأكيد علي نطاق معين من القيم، مثل تلك الموجودة فوق أو تحت الحد الأدني؛ مما قد يساعد في عزل وإبراز نطاقات البيانات.
- الفاصل المحدد defined interval: من خلال تحديد المستخدم لقيمة الفاصل الفئوي وعليه يقدم البرنامج بتحديد الفئات ونطاقاتها .

- أنظمة القياس المعيارية: وتشتمل علي

- الفواصل الطبيعية Natural Breaks (Jenks) : تستند علي التجمعات الطبيعية المتأصلة في البيانات، ويتم تحديد فواصل الفئات التي توضح أفضل مجموعة للقيم المماثلة، كما تعظم الاختلافات بين القيم؛ فهي تؤدي للتقليل إلى الحد الأدني من التباين داخل الفئة الواحدة، وزيادة التباين بين الفئات في سلسلة متكررة من العمليات الحسابية (Brewer&Pickle,2002,P.670). وهذه الطريقة خاصة بتصنيف البيانات وليست مفيدة بمقارنة الخرائط المتعددة المبنية علي معلومات أساسية مختلفة. ويعتمد هذا التصنيف علي خوارزمية الفواصل الطبيعية لـ (Jenks)، ومن مميزات هذه الطريقة أنها تمكننا من الحصول علي عدد فردي من الفئات؛ مما يسمح بوجود فئة وسطي في مفتاح الخريطة تمثل قيمة

توسط وجود الظاهرة في منطقة التوزيع، ولعل المشكلة الأساسية عند استخدام هذا الأسلوب هو أن أطوال قيم الفئات لن تكون دائرية (عبدالوهاب، ٢٠٠٠،ص٥). وعند استخدامها مع البيانات السكانية لمحافظة الشرقية نجد أن البرنامج يقوم بإنشاء فواصل فئوية .

- التصنيف المتساوي العددي Quantiles: يتم تقسيم نطاق القيم الممكنة إلى فواصل غير متساوية الحجم بحيث يكون عدد القيم هو نفسه في كل فئة، وفيه تكون الطبقات المتطرفة والوسطي لها العدد نفسه من القيم؛ نظراً لأن الفواصل الفئوية تكون أوسع عموماً عند الأطراف المتطرفة، يكون هذا الخيار مفيداً لإبراز التغييرات في القيم المتوسطة التوزيع. وكثيراً ما ينتج عنه خريطة مضللة؛ إذ يقوم بوضع ملاحظات متشابهة في فئات متجاورة، أو يقوم بوضع ملاحظات ذات قيم مختلفة تماماً في الفئة نفسها، ويمكن التقليل من هذا التشوه عن طريق زيادة عدد الفئات. وعند استخدامها مع البيانات السكانية لمحافظة الشرقية نجد أن البرنامج يقوم بإنشاء فواصل فئوية كما في الشكل رقم (١٣) ويتضح ذلك من الخريطة شكل رقم (١٤):
- الفواصل المتساوية Equal Interval: وفيها يتم تقسيم نطاق القيم الممكنة إلى فواصل متساوية الحجم، ونظراً لوجود نقاط نهائية أقل من المعتاد، تكون أعداد القيم أقل في الفئات القصوي، هذا الخيار مفيد لتسليط الضوء علي التغيرات في النقيضين. وربما من الأفضل تطبيقه علي نطاقات البيانات المعروفة؛ مثل: النسب المئوية ودرجة الحرارة. وعند استخدامها مع البيانات السكانية لمحافظة الشرقية نجد أن البرنامج يقوم بإنشاء فواصل فئوية
- الفواصل الهندسية Geometric Interval : يخلق فواصل فئوية تعتمد علي سلاسل هندسية، وتقوم الخوارزمية بإنشاء فواصل هندسية من خلال تقليل مجموع مربعات عدد العناصر في كل فئة، يضمن هذا أن يكون لكل نطاق نفس عدد القيم تقريباً مع كل فئة وأن التغيير بين الفواصل الفئوية متناسق إلى حد ما. وقد صممت هذه الخوارزمية خصيصاً لاستيعاب البيانات المستمرة، وأنها طريقة حل وسط بين طريقة الفواصل المتساوية، والفواصل الطبيعية لـ (Jenks) والتصنيف المتساوي العددي. كما أنها تخلق توازناً بين تسليط الضوء علي التغييرات في القيم الوسطي والقيم المتطرفة، وبالتالي إنتاج خريطة جذابة بصرياً وشمولية لرسم الخرائط. وعند استخدامها مع البيانات السكانية لمحافظة الشرقية نجد أن البرنامج يقوم بإنشاء فواصل فئوية كما في الشكل رقم (١٦) ويتضح ذلك من الخريطة شكل رقم (١٧):

- الانحراف المعياري Standard Deviation: وهنا تقسم مجموعة البيانات إلي فئات في نقاط فواصل استناداً إلى المتوسط، وهذه الطريقة غالباً ما توفر نتائج جيدة عندما يتم توزيع مجموعة البيانات توزيعاً طبيعياً، ولكن إذا كانت البيانات لديها نسبة معامل الإلتواء، كما في مثالنا قد يؤدي ذلك إلي فئات مع عدد قليل من الملاحظات، أو فئات مليئة. ويتضح ذلك عند الاعتماد عليه في إنشاء الفواصل الفئوية للبيانات السكانية لمحافظة الشرقية لعام ٢٠١٧م

ومن خلال الدراسات السابقة وجد أن طريقة الفواصل المتساوية تعمل بشكل أفضل مع البيانات ذات التوزيع المستطيل؛ أي: عدد متساوي تقريباً من الملاحظات علي نطاق البيانات، في حين أنه ليس فعالاً جداً للبيانات شديدة الإلتواء؛ إذ قد يكون هناك كثير من الفئات الفارغة، وستتركز معظم الملاحظات في واحد أو اثنين من الفئات؛ مما يجعل الخريطة مملة وغير مفيدة. وبعضها الآخر؛ مثل: المتوسط والانحراف المعياري يعمل بشكل أفضل مع البيانات الموزعة طبيعياً. وتم توضيح ذلك في مثالنا السابق؛ إذ وجد أن أنسب طريقة لتمثيل البيانات السكانية لمحافظة الشرقية عام ٢٠١٧م هي طريقة التساوي العددي Quantiles، شكل رقم (١٣) وشكل رقم (١٤)، والتي حافظت علي التوزيع المتوازن لعدد الملاحظات علي الفئات التوزيعية، ولم يحث معها مثلما حدث مع باقي الطرق . وبصفة عامة فإن العوامل التي يجب مراعاتها عند اختيار طريقة التصنيف تشمل الغرض الذي ستستخدم من أجله الخريطة، والجمهور الذي سيستخدم الخريطة، وتوزيع البيانات.

لذلك سعت محاولات عدة هادفة إلي توفير تصنيف متعدد المعايير بدلاً من البحث عن تصنيف واحد علي أنه الأفضل لجميع المعايير، فمن المفيد للكارتوجرافي فحص جميع التصنيفات البديلة التي لا تُعد أي تصنيف علي أنه الأفضل من غيرها؛ ولذا فقد ظهرت بعض البرمجيات، ومنها علي سبيل المثال "Choroware" مفتوحة المصدر، والتي يمكن استخدامها لمساعدة الكارتوجرافيين في العثور علي الفواصل الفئوية المناسبة لتطبيق معين، إضافة لتمكين المستخدمين من استكشاف مجموعة متنوعة من التصنيفات البديلة استنادا إلى معايير متعددة، واختبار إحداها علي أنه الأنسب، كما أنه يمكن دمج معايير جديدة

(choroware.sourceforge.net_15\3\2018)

وتعتمد هذه الأداة علي أسلوب الخوارزميات الجينية للتحسين متعدد الأغراض؛ فهو قادر علي توليد بدائل بشكل فعال كما هو واضح من دراسات Armstrong, Xiao, Bennett (2003) القائمة علي استخدام المبادئ العامة

للتكيف والإختيار الطبيعي التي لوحظت في النظم الطبيعية (Xiao&Armstrong,2006,P.104).

مما سبق يتضح أنه يمكن تقسيم أساليب التصنيف إلى ثلاثة أنواع رئيسة، اعتماداً علي خصائص البيانات التي تستخدمها كل طريقة لإنشاء نظام التصنيف: تلك التى تقوم علي بعض المعايير الخارجية، وتلك التي لا تأخذ في الاعتبار إلا الخصائص الإحصائية للبيانات، وتلك التى تأخذ في الاعتبار الخصائص الإحصائية والجغرافية للبيانات، وإن معظم طرق التصنيف التي يسهل الوصول إليها ضمن برمجيات نظم المعلومات الجغرافية لا تأخذ فى الاعتبار إلا الخصائص الإحصائية للبيانات، علي الرغم من أنه من الممكن – أيضاً - إنشاء نظام تصنيف خاص بالمصمم يعتمد علي معايير خارجية.

٣- عدد الفئات:

إن اختيار عدد الفئات المستخدمة جنباً الى جنب مع أي طريقة تصنيف يخلق صوراً لخرائط مختلفة جداً، وهناك ثلاثة معايير تشتمل عليها عملية اختيار عدد الفئات وتتمثل فيما يأتي: (Rowles,1991,P.34:36)

- درجة الدقة: بما أن عدد الفئات يحدد التفاصيل التي يمكن قراءتها من الخريطة، فمن المستحسن في كثير من الأحيان أن يكون العدد المثالي للفئات هو العدد الأقصي الذي يمكن قراءته.
- القيود الإدراكية: فعلي قارئ الخريطة أن يميز بين قيم الألوان المتدرجة علي الخريطة، بل ويتعدي ذلك من حيث ربط تلك القيم المتدرجة علي الخريطة بما يقابلها علي الدليل. ومما يزيد من تعقيد قراءة الخريطة ظواهر مثل التباين المتزامن الذي قد يحدث عندما تؤثر القيم المجاورة علي بعضها البعض.
- القيود التقنية: وهي تتعدد علي حسب طرق الإنتاج والبرمجيات المستخدمة، مع إضافة قيود التكلفة المادية.

تنوعت آراء الكارتوجرافيين حول العدد الأمثل للفئات: فهي وفقاً إلى Evans (1977, P98) يرى أن العين البشرية لا يمكنها أن تحدد بثقة سوى عدد قليل من الظلال أو الأحجام للرموز، واعتماداً علي السياق المكاني للرموز والعوامل البشرية يري أنها سبعة أو ثمانية، وبالتأكيد فإنه نادراً ما يتجاوز عشرة أو أقل من أربعة (علي حد قوله). في حين يري Fisher (1982, P117) أن العدد خمسة هو الأمثل من أجل خريطة الكوروبلث؛ لأنه يسمح بوجود فئة متوسطة، وعند اختيار عدد الفئات يفضل أن تكون الفئات كافية لتجنب فقدان التفاصيل المهمة. أما Robinson et al.,(1984) فقد حدد من خمس إلى ثمان فئات للخريطة آحادية اللون، مع إمكانية زيادة العدد عند استخدام الألوان (Rowles,1991, P34).

كما نادي Dent (1985) أن خمس فئات هو عدد مناسب كحل وسط (مشوقة، ٢٠٠٨، ص٢٦). ثم جاء كل من Mersey (1984-1990)& Cromley (1995) وذكرا أن العدد الأمثل للفئات يتراوح من خمس إلى سبع فئات للخرائط الثابتة (AlGamdi,2014,P.63)، كما أقترح Gilmartin and Shelton (1990,P.43) أن العدد المناسب للفئات يجب أن يتراوح بين أربع إلى سبع فئات. وقد نادي مصطفي (١٩٩٤، ص١٠١) بأنه يجب أن يكون عدد الفئات فردياً بحيث توجد فئة وسطي علي جانبيها فئات طرفية، كأن تكون خمس، أو سبع.

أما الليثى (١٩٩١) فكان أكثر تحديداً فقد قصر عدد الفئات علي خمس فئات وذلك لوجود فئة مركزية مثلما الحال عند Fisher (1982)، ولكن نادي بأنه إذا دعت الحاجة الى مزيد من التفاصيل فإنه سيكون استخدام سبع فئات أكثر ملائمة (الليثى، ١٩٩١، ص٢٧٠).

ثم أوصت الدراسة التي أجراها Declercq (1995) للمقارنة بين آداء مستوي تحسين التباين the goodness of variance fit (GVF) باعتباره مقياساً لتحسين الدقة مع اثنين آخرين من المقاييس، وأنه وفقاً لطبيعة البيانات الجغرافية المختبرة فإن عدد الفئات يجب أن يتراوح بين سبع إلى تسع فئات (Declercq,1995,P.922).

مما سبق يتضح أن العدد الموصي به من قبل الأدبيات الكارتوجرافية السابقة يتراوح بين (خمس إلى سبع) فئات، بل إن بعض الدراسات الحديثة وخصوصاً مع التوسع في استخدام صفة اللون كمتغير بصري، قد ترك الأمر بيد الكارتوجرافي؛ إذ إن التغييرات الطفيفة في حدود الفئات سيكون لها تأثيرات كبيرة علي الفاعلية البصرية للخريطة الناتجة. هذا فيما يخص خرائط الكوروبلث الثابتة أما المتحركة فقد نادي Harrower (2003) بأنه يجب أن تقل عن خمس فئات؛ لأنه كلما تزايد عدد الفئات أدي ذلك إلى زيادة تعقيد الخريطة (AlGamdi,2014,P.63).

ومع التطور في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والكارتوجرافية، فإن معظم المستخدمين لديهم عدد محدود من الخيارات في تكنولوجيات رسم الخرائط الحالية؛ ولذلك يجب علي المستخدم إجراء تجارب عدة حتي يختار أفضل تصنيف وأفضل عدد من الفئات، وذلك بما يتناسب مع المعايير أو الإحتياجات المحددة.

ولذا فقد ظهرت مجموعة من البرامج المخصصة لذلك باستخدام أدوات تصويرية مرئية وخيارات لتحديد أنسب عدد من الفئات، منها طريقة AlGamdi (2014) والتي تعرف باسم العدد الموزون لمؤشر الفئات the weighted number of classes index (WNCI)، وهي تهدف إلى تحسين اختيار عدد الفئات المستخدمة في خرائط الكوروبلث، ولكن يتوقف نجاحها نظرياً طالما كان عدد وحدات التعداد أعلي من الحد الأقصي لعدد الفئات (AlGamdi,2014,P.73)؛ مما

سبق يتضح أن هذه الطريقة ما زالت تحتاج الي البحث المعقد والصعب من أجل فحص العوامل المختلفة التى تؤثر علي اختيار عدد الفئات في تصميم خرائط الكوروبلث والعلاقة بين عدد الفئات وحجم مجموعة البيانات ونوع توزيع البيانات.

٤- مشاكل خرائط التظليل النسبي:

علي الرغم من أن معظم الخرائط عبارة عن اختصار للواقع (تعميم) الذي تمثله؛ إذ يتطلب الوضوح أن يتم استبعاد الكثير من هذا الواقع؛ إذ إن الكارتوجرافي الذي يحاول أن ينقل الحقيقة كاملة عن الواقع في خريطة واحدة ينتج عرض مربك خاصة إذا كانت المنطقة كبيرة والظاهرة علي الأقل معتدلة التعقيد (Monmonier,2005,P.216).

وعليه يمكن تعريف خطأ الخريطة كما عرفه Muller (1987) علي أنه نتيجة لسلسلة من التحولات من الواقع بدءاً من جمع البيانات إلى إدراك المعلومات الجغرافية انتهاءاً بقراءة الخريطة وتحليلها وتفسيرها من قبل المستخدم.

وقد قام كل من Jenks and Caspall (1971,P.227) بتعريف وقياس خطأ التصنيف علي خرائط التوزيع النسبي، وعموماً يقاس الخطأ كفرق بين قيمة البيانات الأصلية للوحدة المساحية ومتوسط الفئة لنفس الوحدة المساحية، وتتمثل تلك الأخطاء في خطأ وجهة النظر العامة overall error، والخطأ الجدولي tabular error، وخطأ الحدود boundary error*.

إضافة لذلك يري كل من Jenks and Caspall (1971,P.127) أن طريقة التوزيع النسبي تحجب الكثافات الفردية، ويلاحظ قارئها القيم المحدودة فقط لكل فئة، إضافة لمشاكل اختيار فواصل وأطوال فئاتها، وعدد هذه الفئات، ونظام التظليل. كما أنها تبين أن هناك تغييرات فجائية في قيم الظاهرة الممثلة عند حدود الوحدات المساحية، ولكنها في الواقع متدرجة، ومن ثم فهي لا تقدم صورة حقيقية للواقع (مصطفى،١٩٩٤،ص١٠٠).

وحول هذه النقطة ذكر Dent (1993) أن الضرورة تقتضي أن ترسم خرائط التوزيع النسبي من القيم غير المباشرة، مثل: النسب ذات العلاقة بالمساحة أو الظاهرة أو النسبة العامة أو المعدلات. مشيراً إلى أن استخدام القيم المباشرة يؤدى إلى سلبيات منها حكم المستخدم بتساوي توزيع الظاهرة الجغرافية علي جميع عناصر الإقليم، وعدم إمكانية الربط بين الظاهرة الموزعة وموقعها الجغرافي، تكوين تصور خاطئ حول مساحات الإقليم الذي تتوزع عليه الظاهرة (Dent,1993,P.215).

بالإضافة لما سبق فإن الحدود المكانية التي قررتها البيانات الإحصائية تُعَدُّ استبدادية؛ لأنها ناتجة عن قرار حكومي لغرض معين، وليس من الضروري أن تتطابق تلك الحدود مع توزيع الظاهرة المراد تمثيلها علي الخريطة (مصطفى،١٩٩٤،ص١٠٠).

*خطأ وجهة النظر العامة overall error: (خطأ التعميم)، وهو مقياس لفارق الحجم بين التوزيع الأصلي وتوزيع التصنيف، كما يعتمد علي الاختلافات في حجم الوحدة التوزيعية (Jenks& Caspall,1971, P227). والخطأ الجدولي tabular error: وهو مقياساً للمسافة الرأسية بين التوزيع الجغرافي الأصلي وتوزيع التصنيف. وخطأ الحدود boundary error: مقياساً لمدي تباين أنماط الحدود للوحدات علي خريطة التوزيع النسبي مقارنة بالفواصل بين الوحدات المتجاورة في التوزيع الجغرافي الأصلي (Gale&Halperin,1982,P.331).

٥- أثر التقنيات التكنولوجية في خرائط التظليل النسبي:

شهدت العقود القليلة الماضية تغييرات في مجال الكارتوجرافيا النظرية وتطبيقاتها، فقد ظهرت الدراسات الإدراكية المعرفية التي تعاملت مع الإدراك الحسي، إضافة إلى عمليات التفكير والخبرة السابقة والذاكرة، هذه الدراسات الإدراكية أظهرت أهميتها للكارتوجرافيين؛ لأنها فسرت لهم نجاح رموز كارتوجرافية دون غيرها في توصيل المعلومة الجغرافية بشكل أكثر فاعلية؛ مما أدي إلى ظهور عدد من الطرق والأساليب الجديدة التي يمكن استخدامها في عرض وتوصيل خرائط التظليل النسبي.

من هذه الدراسات دراسة Patton and Cammack (1996)، وقد هدفت إلى دراسة خرائط التوزيع النسبي الساكنة والمتحركة، وأثر ذلك علي قدرة الأفراد لإنجاز مهمات تتعلق بالذاكرة، وقد توصلت إلى أن الخرائط المتحركة في حالة مهمات التذكر ضمن فترة محددة من الوقت هي الأكثر فاعلية. ولذا فقد ظهر في الفترة الأخيرة عدد من المناقشات والدراسات التي تناولت كل من الخرائط المتحركة والخرائط المتعددة الصغيرة ودورها في فاعلية خرائط التظليل النسبي علي النحو الآتي:

أ- الخرائط المتحركة Animated Maps

مع تزايد كمية البيانات المكانية المطلوب عرضها، فإن هناك صعوبة في توفير التصوير المرئي المناسب؛ إذ ينتج عدد من الخرائط الفردية، وهو ما يصعب التعامل معه وإدراكه خاصة إذا تم عرضها بشكل فردي علي الشاشة. ولذا يعد العرض المتحرك التفاعلي أحد الحلول لتمثيل العمليات الكارتوجرافية المعقدة للغاية، بالإضافة لذلك يمكن أن يكون لها تأثير كبير علي المشاهد، كما يمكنها التعامل مع البيانات الملموسة كالتضاريس الأرضية، فضلاً عن البيانات المجردة أو المفاهيمية؛ مثل: البيانات المتعلقة بالمناخ أو الكثافة السكانية (Kraak,2007,P.317).

وتعرف الكارتوجرافيا المتحركة علي أنها تصوير التغيير الذي يحدث علي مرور الوقت، ويمكن تقسيمها إلي زمنية وغير زمنية؛ إذ يتم استخدام الرسوم

المتحركة الزمنية لعرض الوقت في تسلسل زمني، في حين تستخدم الرسوم المتحركة غير الزمنية لشرح العلاقات المكانية من خلال تقديم صور الخريطة الفردية في تسلسل ليس له علاقة بالزمن. إضافة لوجود معايير أخري للتصنيف منها وجود مستوي التفاعل والمعايير التقنية للإنتاج، وبغض النظر عن التصنيف المستخدم فإن إدراك محتويات الخرائط المتحركة هو أحد القضايا الرئيسة؛ إذ إن استخدام الرسوم المتحركة قد يؤدي إلى حمل إدراكي كبير محدد للطرق الديناميكية (Lucjan,2016,P.149).

تمكن التمثيلات الديناميكية المستخدمين من استكشاف البيانات الجغرافية المكانية من خلال التفاعل مع شاشات عرض محددة، وهو ما يعرف بالمعالجة المباشرة (Slocum.et al.,2001,P.8). كما تستخدم الرسوم المتحركة بشكل عام والخرائط المتحركة بشكل خاص كوسائل مساعدة في التدريس والتعليم لمجالات واسعة في بيئة الوسائط المتعددة، وقد تم اقتراح الخرائط المتعددة كوسائل مثالية للتعلم والاستكشاف العلمي؛ لأنها يمكن أن تمثل بشكل صريح النظم والعمليات الحركية (Griffin.et al., 2006, P.270).

هناك دراسات قليلة من الدراسات الأكاديمية ركزت حول إمكانية زيادة فاعلية خرائط الكوروبلث المتحركة، فمثلا رأي Monmonier (1994) صعوبة في جعل خرائط الكوروبلث متحركة، خصوصاً أن وضع الفواصل الفئوية لها آثار كبيرة علي السلوكيات المعروضة، وهو ما سعي لحله اعتماداً علي طريقة التصنيف الأمثل لـ Jenks and Caspall (1971) لخلق طريقة مناسبة لتحديد فواصل فئوية تناسب البيانات المتسلسلة التي من شأنها أن تقلل من التغييرات البسيطة وغير المبررة التي تعكس نسبياً تغيرات صغيرة في القيمة، مع ضرورة العمل علي تقليل عدد الفئات المستخدمة كلما أمكن للحد من الحمل الإدراكي علي مستخدمي الخريطة (Harrower,2007,P.313). كما يمكن تجنب التصنيف تماماً من خلال إنشاء خرائط كوروبلث غير مصنفة معتمدة علي مقياس لوني متدرج، وفيه توضح قيم البيانات الأعلي والأدني في أي من طرفي منحدر الألوان المستمر، مع وضع قيم البيانات المتبقية بشكل متناسب مع تلك السلسلة.

وعموماً يري NÖllenburg (2007,P.275) أن تحريك خريطة الكوروبلث سيجعلها قادرة علي إعطاء نظرة عامة جيدة عن قيم سمة محددة، ولكن من الصعب تقدير إتجاهات التغيير في منطقة معينة علي الخريطة أو مقارنة تلك الإتجاهات بين المناطق المختلفة.

- **مبادئ وخصائص الخرائط المتحركة:**

حدد MacEachren ستة متغيرات ديناميكية تعتمد علي المتغيرات البصرية لـ Bertin، يتم استخدامها في تصميم الخرائط المتحركة وهي: الموقف الزمني Temporal Position، ومدة العرض Duration، والترتيب Order؛ أي التسلسل الزمني للأحداث، ومعدل التغييرRate of change وهو حجم التغيير في وحدة الزمن، والتردد frequency؛ أي: سرعة الرسوم المتحركة، والتزامن Synchronization؛ أي: المراسلات الزمنية بين حدثين (NÖllenburg,2007,P.271).

كما تعتمد الخرائط والرسوم المتحركة علي عدد من المبادئ، التي ناقشها كل من Tversky.et al.,(2002,P.255:260), Socia (2011,P.12) وتمثلت تلك المبادئ فيما يلي:

- مبدأ التطابق the congruence principle: والمراد أن تكون الرسومات أكثر فاعلية حينما يتوافق التمثيل الداخلي للظاهرة في الرسم بشكل طبيعي مع التمثيل الخارجي للظاهرة التي يتم نقلها؛ أي: يجب أن يتوافق نوع الرسم والمعلومات التي يتصل بها الأشخاص مع خصائص ما يتم تمثيله.
- مبدأ الفهم the apprehension principle؛ والمراد به أن يكون القارئ قادراً علي فهم المعلومات المقدمة وإدراكها بنجاح.
- مبدأ التكافؤ المعلوماتي information equivalence، وهو يشير إلى جودة المحتوي المشفر داخل الرسم، ويري Tversky.et al.,(2002) أن الرسوم المتحركة توضح التغييرات الدقيقة بين المشاهد؛ وبالتالي فهي لا تعادل معاً الرسوم الثابتة التي توضح التغيرات الحادة بين المشاهد.
- مبدأ التكافؤ الحسابي computational equivalence: تتطلب المقارنات العادلة بين التمثيلات المختلفة أن تكون التمثيلات متكافئة حسابياً، ومتكافئتين في المعلومات، كما يمكن استنباط المعلومات المشفرة في تمثيل واحد بسهولة وسرعة من التمثيل الآخر.

كما أن هناك مجموعة من التحديات التي تواجه الخرائط المتحركة حددها (Morrison 2000) من خلال عمليات الملاحظة والتعلم لعدد من الرسوم البيانية المتحركة وتمثلت في:

- الزوال أو الاختفاء:

بحكم طبيعتها فإن التغيير هو صفة ملازمة للخرائط المتحركة، ولذلك فإن هناك احتمالية أن يفوت قارئ الخريطة للمعلومات والإشارات المهمة، وعليه تكون العديد من مهام الخرائط الأساسية صعبة للغاية؛ مثل: تقدير حجم الرموز أو المناطق، ومطابقة الألوان مع الدليل، ومقارنة أحد الرموز مع رمز آخر، أو قراءة الكتابات

النصية. كما لاحظ MacEachren (1995) انخفاضاً في قدرة قراء الخريطة علي ملاحظة الإختلافات البصرية غير المتحركة علي الخرائط المتحركة (Harrower,2003,P.63).

وللتغلب علي مشكلة الإختفاء: يجب أن تكون الأطر الفردية للرسوم المتحركة بسيطة نسبياً، ومع عدد قليل من الفئات. كما يجب مشاهدة العرض المتحرك لمرات عديدة (حلقات)، مع التحكم في ايقاف الرسوم المتحركة وعرض إطار تلو الآخر، مع ضبط معدل الإطار أو سرعة الرسوم المتحركة (NÖllenburg,2007,P.272). ومن الحلول الأكثر تعقيداً عمل مبالغة للظاهرات المهمة في الصورة، وهو ما يشبه المبالغة المكانية علي الخرائط الثابتة وهو مايعرف باسم (التضاؤل) (Lucjan,2016,P.149).

- الانتباه:

الانتباه هنا له علاقة بمشكلة الاختفاء؛ إذ لوحظ أن العديد من قراء الخرائط مما لديهم خبرة محدودة مع خرائط الرسوم المتحركة لا يعرفون أين ينظر (مشكلة مع الخريطة)، أو ما يجب القيام به (مشكلة مع الواجهة الرسومية) (Harrower,2003,P.64).

وتعد استيراتيجية التدرج أو التسلسل من الطرق التي أثبتت نجاحها في التعلم بالخرائط المتحركة، وذلك من خلال تصوير المعلومات في منطقة وتسلسل محدد مسبقاً، كما يمكن استخدام الصوت المبالغ فيه والمعالجات الصوتية فعالة في توجيه انتباه القراء، كما توجد طريقة أخري هي استخدام رموز الخريطة الديناميكية في اللحظات الحاسمة كأن يستخدم وميض أو تحريك الرموز الأكثر وضوحاً، وتصعيد التسلسل الهرمي البصري. ولكن لا يجب الاستخدام المفرط لهذه الرموز حتي لا يحدث معه استيلاءً كلياً علي الانتباه (Lucjan,2016,P.157).

- التعقيد:

تكون الخرائط المتحركة فعالة حينما لا تظهر سوي أهم الظاهرات أو الاتجاهات، ويتخذ ذلك شكل تصفية للبيانات؛ مثل: عرض مجموعة فرعية فقط من البيانات، وتمهيد البيانات مثل (استخدام المتوسط لتقليل التباين)، أو تجميع البيانات في فئتين أو ثلاثة (كأن نستخدم فئات منخفض، ومتوسط، ومرتفع)، الأمر الذي يكون من السهل جداً فهمه والألوان لهذه الفئات يجب تذكرها؛ بحيث لا يحتاج المستخدم إلي تقسيم انتباهه بين الخريطة والدليل (Harrower,2007,P.316).

كل ذلك حتي لا يتم تحميل المستخدم بمزيد من الحمل الإدراكي والمعرفي ، وبالتالي يقوض تصميم الخريطة، وقد يخلط أو يضلل القارئ. إن منح المستخدمين القدرة علي تغيير وتيرة الرسوم المتحركة؛ أى: تغيير النطاق الزمني للخريطة يشبه

التكبير والتدوير علي الخرائط الثابتة (أي تغيير النطاق المكاني للخريطة) (Lucjan,2016,P.157).

- الثقة:

يعد المستخدمون، وخاصة الأطفال أقل ثقة بالمعارف التي يكتسبونها من الرسوم المتحركة أكثر من الرسوم والخرائط الثابتة؛ ولذا يمكن أن توفير مقدمة قصيرة أقل من نصف دقيقة موجهة قبل عرض البيانات، كما يجب استخدام واجهات مستخدم بسيطة يستطيع المستخدم التعامل معها (Harrower,2003,P.64) .

- **تحسين فاعلية الخرائط المتحركة:**

وعلي الرغم من أن مفاهيم الرسوم المتحركة، والاستكشاف، والتفاعلية قد أغري الكارتوجرافيين، يجب أن نسال ما إذا كان التمثيل الديناميكي يعمل حقاً أم لا؟ وهل الرسوم المتحركة تسمح للمستخدمين بتفسير الأنماط المكانية والزمانية علي نحو أكثر فاعلية من الخرائط الثابتة، وقيام الشاشات التفاعلية بتحسين فهم المستخدمين للأنماط المكانية.

وقد أسفرت الدراسات عن فاعلية الخرائط المتحركة مقابل الخرائط الثابتة عن نتائج مختلطة علي سبيل المثال: وجد كل من koussoulakou and Kraak (1992), Gershon (1992), Griffin.et al., (2006,P.740) ، وحمودة (٢٠١٥،ص٣٩٩) أن الرسوم المتحركة كانت أكثر فاعلية ودوراً في استكشاف البيانات المكانية وتحليلها، في حين وجد Cutler (1998), Slocum and Egbert (1993), Slocum.et al., (1995) اختلاف ضئيل بين الخرائط المتحركة والثابتة، وعلي الرغم من أن هذه الدراسات تقدم الدعم للرسومات المتحركة فَإنَّ التحليل التجميعي من قبل Morrison.et al., (2000) يري أن الرسوم المتحركة عموماً ليست فعالة كما الرسومات الثابتة في الأغراض التعليمية (Slocum.et al.,2001,P.8).

وهنا نجد أنه من الخطأ الرفض الكامل؛ حيث أنه مع وجود عقبات ومحددات تعاني منها الخرائط المتحركة وجب مواجهتها لزيادة فاعليتها، ولذا فقد نادي عدد الكارتوجرافيين، ومنهم Lucjan (2016), Nossum (2012) أنه يمكن المزج بين مزايا الخرائط الثابتة والرسوم المتحركة في شكل مايسمي الرسوم المتحركة شبه الثابتة (Lucjan,2016,P.158).

كما أوصي عدد من الكارتوجرافيين، ومنهم Mayer& Moreno (2003,P.43:52), Lucjan (2016,P.157) مجموعة من التوصيات والمقترحات الإجرائية تهدف إلى زيادة فاعلية عروض الخرائط المتحركة وتتمثل في:

- ينبغي أن تناسب محتويات الرسوم والخرائط المتحركة مع مستويات الإدراك والمعرفة لدي المستخدمين.
- توفير التعليمات الأولية؛ إذ يمكن أن تظهر كيفية استخدام الواجهة، وشرح الإشارات المستخدمة علي الخريطة.
- يجب وضع المحتويات المهمة في الإعتبار، مع وضعها في الطبقة الأساسية.
- لتوجيه انتباه المستخدم إلى العناصر المهمة، فيجب استخدام الألوان الزاهية والرموز الكبيرة فضلاً عن المؤثرات الخاصة مثل الوميض.
- يجب نقل الحمل الإدراكي، من الرؤية إلى الصوت، فاستخدام الصوت يبدو فعالاً في حالة الدليل الزمني.
- تمكين إيقاف العرض التقديمي، للتقليل من الحمل الإدراكي ولكن ذلك يلغي تأثير الرسوم المتحركة.
- يجب وضع العناصر المتصلة قريبة من بعضها، تجنباً للتأثيرات السلبية لفصل الانتباه Split attention.
- يجب أن تظهر التفسيرات في نفس لحظة ظهور العلامات؛ مما يجعل من الأسهل استقبال المحتوي وإدراكه.
- في بعض الحالات من المستحسن التكرار؛ إذ يكون مفيداً، ويحسن من فاعلية الاتصال الكارتوجرافي للمحتوي.

ب- الخرائط المتعددة الصغيرة Small-Multiple Maps

نظراً للمشاكل والمحدودية والشروط التي يجب توافرها لكي تتحقق الفاعلية المرتفعة للخرائط المتحركة التقليدية، فقد وجه Edward Tufte (1995) الأنظار إلى أسلوب جديد لوصف سلسلة من الخرائط الصغيرة الثابتة التي يتم ترتيبها عن قرب إلي جانب بعضها البعض لتوضيح التغيير بمرور الوقت أو الخصائص المتعددة في نفس الوقت، أطلق عليها اسم Small-Multiple (Socia,2011,P.16).

وهي تمتلك نوعاً خاصاً بها من التفاعل؛ إذ يمكن للمستخدمين عرض الخرائط في أي تسلسل وبالسرعة الخاصة بهم، وهو ما لم تسمح به معظم الرسوم والخرائط المتحركة التقليدية. وعلي الرغم من أنها تأخذ مساحة تخزينية كبيرة، ولكنها فعالة جداً في إظهار التغيير لكل من الوقت والمكان، وتظهر فاعليتها في أن قارئ الخريطة بمجرد أن يفهم تصميم أحد الخرائط، يكون لديه إمكانية الوصول الفوري إلى البيانات الموجودة في جميع الخرائط الأخري؛ إذ تتحرك العين من رسم واحد إلى آخر، فإن اتساق التصميم يسمح للمشاهدين التركيز علي التغييرات في البيانات، وليس علي التغييرات في التصميم.

وقد أثبتت الدراسات التجريبية في علم النفس من قبل Hegarty (1992), Hegarty&Simms (1994)، أن الخرائط المتعددة الصغيرة للعمليات الديناميكية تسهل من عمليات الفهم والإستدلال والتعلم في العروض الشاملة، كما فشل Tversky.et al., (2002) في العثور علي دليل قاطع علي أن الرسوم المتحركة خصوصاً غير التفاعلية تسهل من عمليات التعلم (Tversky.et al.,2002,P.247). فقد وجد أن الجهد الإدراكي الإضافي المطلوب لتفسير التمثيلات المتحركة مقارنة مع التمثيلات الصغيرة المتعددة قد يعيق قدرة مستخدمي الخرائط علي استخراج المعلومات منها بكفاءة وفاعلية (Griffin,2006,P.241).

وتطبيقاً علي ماسبق: تَمَّ الاعتماد علي البيانات السكانية لمحافظة الشرقية من عام ١٩٩٦م حتي عام ٢٠١٧م الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ويعد تصميم الخرائط المتعددة الصغيرة أسهل عند تمثيل الظاهرات النقطية عن الظاهرات المساحية. وقد وجد الطالب عند تطبيق الخرائط المتعددة الصغيرة مع خرائط الكوروبلث في تمثيل التغير في البيانات السكانية لمحافظة الشرقية من عام ١٩٩٦م حتي عام ٢٠١٧م أنه يمكن تمثيلها بإحدي الطرق الآتية:

في شكل رقم (٢٢)، تَمَّ استخدام طريقة التساوي العددي (التساوي في عدد الملاحظات) Quantiles في توليد الفواصل الفئوية لكل فترة زمنية علي حدة، مع توحيد التدرج اللوني المستخدم، وتغيير مدلول القيم للمجموعات اللونية من أجل بيان بنية البيانات لكل فترة زمنية علي حدة.

وفي شكل رقم (٢٣)، تم الاعتماد علي أسلوب الخرائط المتعددة الصغيرة لبيان التغير السكاني لمحافظة الشرقية، فقد تم إعداد دليل لوني موحد يعتمد في إنشائه علي طريقة التساوي الدائري لجملة البيانات من عام ١٩٩٦م حتي عام ٢٠١٧م؛ مما يسهل علي قارئ الخريطة استيعابها.

ومن مقارنة الطريقتين وجد الباحث أنه في الطريقة الأولي يحتاج قارئ الخريطة قدر من الحمل الإدراكي والمجهود الذهني من أجل عملية المقارنة والتمييز بين التغير السكاني علي مدار الفترات الزمنية؛ مما يمثل قدراً من الصعوبة علي قارئ الخريطة. أما في الطريقة الثانية فنجد أن التغيير يعتمد أكثر علي المتغير البصري؛ مما يجعله ظاهراً أمام أعين قارئ الخريطة؛ مما يعطيه الفرصة للمقارنة اللحظية بين أعداد السكان علي مستوي مراكز المحافظة علي مدار الفترات الزمنية المختلفة وبصفة إجمالية.

وعموماً تعد الخرائط المتحركة والمتعددة الصغيرة وسائل فعالة تستخدم في عرض المعلومات الجغرافية الديناميكية، ولكن لكل منها قيود علي تصميمها يمكن تحسينها، ومن المهم معالجة هذه القيود، والاستماع إلي ما يفضله قراء الخرائط، ويجب علينا تصميم هذه الأنواع من الخرائط مع وضع احتياجات المستخدمين في الاعتبار، مع التركيز علي مستوي الدقة الزمنية، وعناصر التحكم في الرسوم المتحركة، والعرض الرقمي للخرائط الصغيرة المتعددة، وقد يساعد استيعاب هذه الإحتياجات في تخفيف الإحباطات المرتبطة بهذه الخرائط وزيادة فاعليتها وتطبيقاتها في نهاية المطاف وبالتالي تصوير العملية الديناميكية .

وأيضاً من التطورات التى شهدها أسلوب خرائط التوزيع النسبي ما يعرف بخرائط الكوروبلث المشروطة Conditional Choropleth Maps، وفيه توفر بيئة أكثر ملائمة لتفسير العلاقة بين متغيرين، وفيه يعامل المحللين أحد المتغيرين كمتغير تابع، ويسعون إلى توليد فرضيات حول تغيره في سياقه المكاني. وقد أوضح Carr.et al., (2005, P.32) أحد النماذج لإنتاج مثل هذا النوع من الخرائط (CCMaps) وفيه يمكن للمحلل السيطرة علي تغير المتغير التابع الذي يرتبط مع اثنين من المتغيرات المشروطة قبل توليد الفرضيات، ويقوم المحلل بتقسيم المناطق (وحدات العد) للدراسة إلى مجموعات فرعية تعرضها (CCMaps) في لوحات متراكبة من خرائط الكوروبلث. تظهر مناطق كل مجموعة فرعية مظللة في اللوحة المعنية بتخطيط ثنائي الاتجاه للوحات، تظهر المناطق الأخري أيضاً في اللوحة ولكن مع لون الخلفية، ثم يولد المحلل فرضيات حول الإختلاف بين المجموعات الفرعية التي تم إبرازها في لوحات مختلفة وفرضيات أكثر وضوحاً حول الأنماط المكانية التي تظهر ضمن مجموعات فرعية مختلفة.

وتطبيقاً علي هذا الأسلوب لخرائط الكوروبلث استخدم الطالب بيانات: القوة العاملة، وبيانات التعليم الجامعي أو الأعلي، وبيانات المطلقين بمحافظة الشرقية علي مستوي المراكز وفقاً لتعداد عام ٢٠٠٦م، وقد استخدم الطالب في تصميم هذه الخريطة برنامج (GeoDa). وذلك بهدف بيان أثر متغيري القوة العاملة والتعليم الجامعي أو الأعلي علي أعداد المطلقين في محافظة الشرقية، ويتضح من الشكل رقم(٢٤) أن هناك ثلاثة مراكز قد تأثرت لديها أعداد المطلقين بنسبة تقل عن (٢٥ %)، وهي مراكز: أولاد صقر، والأبراهيمية، ومشتول السوق، ، أما فيما بين (٢٥%: ٥٠%) فهناك أربعة مناطق تمثلت في مركز أبوكبير، وههيا، وكفر صقر، ومدينة العاشر من رمضان، كما وجد أن هناك أربعة مراكز تقع نسبة تأثرها بالمتغيرين فيما بين (٥٠%: ٧٥%) وهي مركز ديرب نجم، و منيا القمح، وأبوحماد، والحسينية، ثم جاء مركزا فاقوس، وبلبيس لتزيد نسبة تأثرهما عن (٧٥%)، أما عن أكثر المراكز تأثراً فجاء

مركز الزقازيق. ولمزيد من التفصيل عن تلك العلاقة المتبادلة التي تربط بين المتغيرات الثلاثة يمكن النظر إلى الشكل رقم (٢٥).

كما ظهرت أبحاث لتطوير عملية التصوير المرئي لخرائط الكوروبلث المصنفة ما يعرف بخرائط الكوروبلث المضيئة Illuminated Choropleth Maps، وهي تعتمد علي خرائط كوروبلث مصنفة باستخدام ظلال ناعمة من القيم غير المصنفة، إذ يعتمد مستوي صفة اللون والتشبع للوحدات علي الفئة، وتستند الظلال إلى نموذج إضاءة يطبق علي نموذج حجمي لوحدات العد. ويؤدي الجمع بين هذه الظلال الناعمة مع الفئات التي يرمز لها اللون إلى الكشف عن القيم النسبية داخل الفئة وخاصة بين المضلعات المتجاورة، وتتوازن هذه الفوائد مع عيوب محتملة والتي منها: قد يحجب التظليل التلوين الفئوي، كما قد يؤدي إلى إرباك تصور الخصائص المجمعة مثل متوسط المنطقة أو تباينها (Stewart&Kennelly, 2010,P.516:532) .

كما شهدت الفترة الأخيرة تغييرات جذرية في إنتاج خرائط الويب واستخداماتها، وقد أتاحت أوجه التقدم في تكنولوجيات المعلومات؛ مثل: نظم تحديد المواقع (GPS) وتقنيات الويب حتي للمستخدمين العاديين المشاركة في جمع البيانات المكانية واعداد خرائط مع بعض نقرات بالماوس، ويمكن بسهولة تبادل الخرائط من مقدمي الخدمات المتباينة من خلال واجهات ويب موحدة إلى تطبيقات ويب ذات قيمة مضافة (Andrienko.et al,2010,P.1).

ومن الأهمية بمكان أن يقف الجغرافيون جنباً إلى جنب مع مصممي ومطوري نظم المعلومات الجغرافية من أجل ضمان أن تستند نظم المعلومات الجغرافية علي المعرفة الجغرافية. وعلاوة علي ذلك، ومع التقدم التكنولوجي السريع ستكون النظم الخبيرة Expert Systems ذات المكون الجغرافي أمراً شائعاً، ومن الضروري أن يضفي الباحثون الجغرافيون الطابع الرسمي علي النظرية الجغرافية لإدخال هذه النظم، ويجب علي الجغرافيين ضمان أن نتائج عقود من التحقيق الجغرافي أدرجت بشكل صحيح في النظم الخبيرة المنتجة من خلال التطوير المستمر للتحليل والعرض الجغرافي.

النتائج والتوصيات:

- عملية الاتصال الكارتوجرافي عملية ديناميكية متصلة الحلقات، كما أن الموقف الاتصالي موقف مركب لا نستطيع الحكم عليه في ضوء العناصر المعروفة في عملية الاتصال فحسب، بل يجب أخذ الخلفية الثقافية والاجتماعية والنفسية في الاعتبار.
- يُعَد تحديد طول الفئات وحدودها من أهم العوامل التي تؤثر في الشكل المرئي للخريطة، كما أن نجاح خريطة التظليل النسبي كأداة اتصال يتوقف إلي حد كبير

علي مدي التوفيق في اختيار عدد الفئات وحدودها؛ لأن الهدف النهائي لأي خريطة موضوعية هو توصيل الانطباع الصحيح عن طبيعة أنماط البيانات المكانية.

- تعمل طريقة الفئات المتساوية بشكل افضل مع البيانات ذات التوزيع المستطيل، في حين تعد طريقة المتوسط و الانحراف المعياري أفضل مع البيانات الموزعة طبيعياً، ولكن عندما نريد المحافظة علي التوزيع المتوازن لعدد الملاحظات للفئات التوزيعية فإن طريقة التساوي العددي هي الاختيار الأمثل.
- أسفرت الدراسات عن فاعلية الخرائط المتحركة مقابل الخرائط الثابتة عن نتائج مختلطة؛ ولذلك نادي عدد من الكارتوجرافيين بإمكانية المزج بين مزايا الخرائط الثابتة والخرائط المتحركة في شكل ما يسمي الخرائط المتحركة شبه الثابتة.
- تعد الخرائط المتحركة والمتعددة الصغيرة وسائل فعالة تستخدم في عرض المعلومات الجغرافية الديناميكية، ولكن لكل منها قيود علي تصميمها يمكن تحسينها.
- لزيادة فاعلية الاتصال الكارتوجرافي يجب علي المصمم (الكارتوجرافي) أن يتسم بالمصداقية، والمعرفة، والخبرة، والكفاءة، مع الإلمام بالظواهر التي يقوم برسمها؛ مما ينعكس علي تعزيز فهم المستخدم للواقع.
- يجب التوسع في دراسة العوامل الإدراكية البشرية التي تؤثر في الملاحظة والإدراك من النواحي الكارتوجرافية؛ لأنها يمكن أن تمدنا بموجهات وخطوط إرشادية تساعد في تحسين عملية الاتصال الكارتوجرافي.
- يجب أن يراعي المصمم الاثارة البصرية؛ لأن التعبير الفني للمتغير البصري والتباين اللوني يثير الانتباه، ويلفت نظر مستخدم الخريطة، في حدود التوافق بين الانطباع البصري للألوان المتدرجة والقيم الاحصائية الممثلة علي خريطة التظليل النسبي.
- يتراوح العدد الأمثل للفئات بين العدد خمس إلي سبع فئات للخرائط الثابتة، أما في الخرائط المتحركة يجب أن يقل عدد الفئات عن خمس فئات، فكلما تزايد عدد الفئات أدي ذلك إلي زيادة تعقيد الخريطة. كما يجب أن يكون عدد الفئات فردياً بحيث توجد فئة وسطي علي جانبيها فئات طرفية.
- يجب أن تتناسب محتويات الرسوم والخرائط المتحركة مع مستويات الإدراك والمعرفة لدي المستخدمين. مع وضع العناصر المتصلة قريبة جداً من بعضها، تجنباً للتاثيرات السلبية لفصل الانتباه.

- يجب نقل الحمل الإدراكي في الخرائط المتحركة من الرؤية إلي الصوت؛ فاستخدام الصوت يبدو فعالاً في حالة الدليل الزمني.
- يراعي المصمم عدم الإفراط في استخدام المتغيرات البصرية علي الخريطة، وذلك تجنباً للتداخل والتشويش مما يؤدي إلي تشتيت الذهن، وبالتالي تفقد عملية الاتصال دورها.
- ضرورة التحديد المسبق للهدف الذي تصمم من أجله الخريطة؛ لأنه في ضوء هذا الهدف يمكن للكارتوجرافي أن يتحكم في عوامل وبدائل التصميم الكارتوجرافي للوصول بالخريطة إلي أقصي درجات الفاعلية.
- يجب علي الجغرافيين أن يقفوا جنباً إلي جنب مع مصممي ومطوري نظم المعلومات الجغرافية من أجل ضمان أن تستند نظم المعلومات الجغرافية علي المعرفة الجغرافية.
- ضرورة زيادة الاهتمام الكارتوجرافي بالدراسات التجريبية حول اختبار فاعلية عدد من الطرق الكارتوجرافية الحديثة التي ظهرت نتيجة التطور في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وبيان مجالات وطرق الإفادة منها في الأبحاث والدراسات الجغرافية التطبيقية.

المراجع:

أولاً: باللغة العربية:

الجبوري، خلف جاسم أحمد (٢٠١٠) "التمثيل الخرائطي لبعض المقاييس الإحصائية وتطبيقاتها علي شكل محافظة صلاح الدين باستخدام Gis"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة كليمنيتس العالمية، قسم الجغرافيا، بغداد .

الزيدي، نجيب عبدالرحمن و مسعود، حسين مجاهد (٢٠٠٥) "علم الخرائط"، دار اليازوري، الأردن، عمان، الطبعة العربية.

الطويرقي، عبدالله (١٩٩٧) "علم الاتصال المعاصر- دراسة في الأنماط والمفاهيم وعالم الوسيلة الإعلامية"، مكتبة العبيكان، الرياض، الطبعة الثانية.

الليثي، ماهر عبدالحميد (١٩٩١) "تصميم الفئات في خرائط الكثافة من واقع خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية"، مجلة جامعة الملك سعود، كلية الآداب، السعودية، مجلد٣، عدد١، ص ص:٢٦٣- ٢٤٢.

النشار، إيمان صابر محمد وهبة (٢٠١٤) "أوعية المعلومات الخرائطية الرقمية علي شبكة الإنترنت-دراسة في الحفظ والإتاحة"، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

حمودة، أشرف إبراهيم (١٩٩٥) "تصميم الخرائط الزراعية لمحافظة الغربية،دراسة في خرائط التوزيع الكمي"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بنها، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، بنها .

حمودة، أشرف إبراهيم (٢٠٠٠) "تأثير الخصائص المرئية علي تفسير خريطة التظليل النسبي، مع التطبيق علي خرائط كثافة السكان في الدلتا"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

حمودة، أشرف إبراهيم (٢٠٠٩) "علم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية بين التفرد والتكامل- رؤية مستقبلية"، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، عدد٢٢، جزء١، ص ص:١٠٧-١٥٤.

عبدالوهاب، سامح إبراهيم (١٩٩٦) "التغيرات السكانية في القاهرة الكبري (١٩٦٠-١٩٨٦) دراسة في التمثيل الكارتوجرافي والتحليل الجغرافي"، الجزء الأول ، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، القاهرة .

عبدالوهاب، سامح إبراهيم (٢٠٠٠) "النشاط الإقتصادي والقوي العاملة في القاهرة الكبري دراسة كارتوجرافية"، الجزء الأول ، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، القاهرة .

عبيد، عاطف عدلي العبد (١٩٩٧) "مدخل إلي الاتصال والرأي العام- الأسس النظرية والإسهامات العربية"، دار الفكر العربي، القاهرة.

عزيز، محمد الخزامي (٢٠١٢) "خرائط التوزيعات أساسيات وطرق إنشائها اليدوية والآلية" ط١، منشأة المعارف، الإسكندرية.

مشوقة، زكي يلدار (٢٠٠٦): التحولات النظرية في الكارتوجرافية الحديثة، مؤته للبحوث والدراسات، المجلد الحادي والعشرون ، العدد السادس ، ص ص ٧١- ٩١ .

مشوقة، زكي يلدار (٢٠٠٨) "تقييم دليل رموز خرائط الكوروبلث في سرعة ايصال المعلومات الجغرافية"، مؤتة للبحوث والدراسات، سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، الأردن، مجلد٢٣، عدد٣.

مصطفي، أحمد أحمد (١٩٩٤) "أنماط التظليل في خرائط الكوروبلث – دراسة تحليلية "، مجلة بحوث كلية الآداب جامعة المنوفية، العدد الثامن عشر، أغسطس ١٩٩٤، ص ص: ٩٧- ١٤٢.

مصطفي،أحمد أحمد و السوداني، محمد أحمد (٢٠١٦) "تصميم وتنفيذ الخرائط"، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

ثانياً: باللغة الإنجليزية

AlGamdi, Ali M., (2014) "Optimising the Selection of a Number of Choropleth Map Classes", in: Bandrova, Temenou Jka.et al., (2014) "Thematic Cartography for the Society", Springer, Switzerland, PP: 61- 77.

Andrienko, Gennady.et al., (2010) "Space, Time and Visual Analytical", International Journal of Geographic Information Systems, Vol.24, No.10

Anson, R. W. & Ormeling, F. J., (1996) "BASIC CARTOGRAPHY for student and technicians", volume.3, Butterworth-Heinemann.

Board, Christopher (2011) "Cartographic Communication", in: Dodge, Martin.et al., (2011) "The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation", First Edition, john Wiley& Sons, Ltd.

Boscoe, Francis P.& Pickle, Linda W. (2003) "Choosing Geographic Units for Choropleth Rate Maps with an Emphasis on public Health Application", Cartography and Geographic Information Science, Vol.30, No.3, PP:237-248.

Brewer, Cynthia A. & Pickle, Linda (2002) "Evaluation of Methods for Classifying Epidemological Data on Choropleth Maps in Series", Annals of the Association of American Geographers, Vol.92, No.4.

Carr, Daniel B.et al., (2005) "Conditioned Choropleth maps and Hypothesis Generation", Annals of the Association of American Geographers, Vol.95, No.1, PP.32-53.

Coltekin, Arzu.et al., (2009) "Evaluation the Effectiveness of Interactive Map Interface Designs: A case Study Integration Usability Metrics with Eye-movement Analysis", Cartographic and Geographic information Science, Vol.36, No.1, PP: 5- 17.

Cromley, Ellenk & Mclafferty, Sara (2012) "Gis and Public Health", Second Edition, Guilford Press, USA, New York.

Currie, Sheila (1989) "Data Classification for Choropleth Mapping", Requirements for the degree Master of Arts, Ottawa University, Canada.

Declercq, Franky A. N., (1995) "Choropleth Map Accuracy and the number of class interval",
http://icaci.org/files/documents/icc_roceedings/icc1995/PDF/Cap173.pdf

Dent, B. D. (1993) "Cartography: Thematic Map Design", WM.C.Brown Publishers, England, Third Edition.

Dodge, Martin.et al., (2011) "The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation", First Edition, john Wiley& Sons, Ltd.

Evans, I. S., (1977) "The Selection of Class Interval", Transaction, instate of British Geographers "New series", Vol.2, No.1

Fabbri, Michael Chorles (2000) "Working towards a Cartographic Lexicon: the Role of Units, Structure, Contents, and Expression in Geographic Information ", Requirements for the degree Master of Arts, Wilfrid Laurier University, Ottawa, Canada.

Fernandez, P. I. A. & Buchroithner, F., (2014) "Paradigms in Cartography ", An Epistemological Review of the 20th and 21st centuries, Springer, Berlin.

Fisher, H. T., (1982) "Mapping Information: The graphic Display of Quantitative information", Cambridge, Massachusetts, Abt Associates Inc.

Gale, Nathan& Halperin, William C.,(1982) "A Case for Better Graphics: The Unclassed Choropleth Map", The American Statistical, Vol.36, No.4, (Nov.1982), PP:330- 336.

Gilmartin, Patricia &Shelton, Elisabeth, (1990) " Choropleth Map on high Resolution CRT: The Effects of Number of Classes and Hue on Communication", Cartographica, Vol.26, No.2, PP: 40- 52.

Griffin, Amy L.et al., (2006) "A Comparison of Animated Maps with static small-multiple maps for visually identifying space-time cluster", Annals of the Association of American Geographers, Vol.96, No.4, PP: 740-753.

Harrower, Mark (2003) "Tips for Designing Effective Animated Maps", Cartographic Perspectives, No.44, Winter2003, PP: 63- 65.

Harrower, Mark (2007) "unclassed Animated Choropleth Maps", the cartographic journal, Vol.44, No.4, PP.313- 320.

Hwang, Myung Hwa (2013) "Tile-based Methods for online Choropleth Mapping: Ascability Evaluation", Requirements for the degree Doctor of Philosophy, Department of Geography, Arizona State University.

Jenks, George F. & Caspall, Fred C., (1971) "Error on Choropleth Maps: Definition, Measurement, Reduction", Annals of the Association of American Geographers, Vol.61, No.2.

Jiang, Bin (2012) "Head/Tail Breaks: A New Classification Scheme for Data within a Heavy-Tailed Distribution", http://arxiv.org/ftp/arxiv /papers/1209/1209.2801.pdf

Kostelnick, John C. (2006) "An Interactive Mapping System for Exploring the Geography of American Religion", Requirements for the degree Doctor of Philosophy, Department of Geography, Kansas University.

Kraak, Menno Jan & Ormeling, Ferjan (2010) "Cartography Visualization of Spatial Data", 3th Edition, Guilford Press, USA, New York.

Kraak, Menno-Jan (2007) "Cartography and the use of Animation", in: Cartwright, William.et al., (2007) "Multimedia Cartography", Second Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Lucjan, kamila (2016) "perception of the contents of Animated Maps", Polish Cartographical Review, Vol.48, No.4, PP: 149- 160.

MacEachren, A. M., (2004) "How Maps Work: Representation, Visualization and Design", Guilford Press, New York, USA.

MacEachren, Alan M. & Ganter, John H. (1990) "A pattern Identification Approach to Cartographic Visualization", cartographica, Vol.27, No.2, Summer1990, PP: 64- 81.

MacEachren, Alan M., (1982) "The Role of Complexity and Symbolization Method in Thematic Map Effectiveness", Annals of the Association of American Geographers, Vol.72, No.4, PP.495-513.

Mayer, Richard E. & Moreno, Roxana (2003) "Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning", Educational Psychologist, vol.38, No.1, PP: 46- 52.

Monmonier, Mark (2005) "Laying with Maps", Statistical Science, Vol.20, No.3, PP: 215- 222.

Montello, Daniel R., (2002) "Cognitive map Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches", Cartographic and Geographic information Science, Vol.29, No.3, PP.283-304.

NÖllenburg, Martin (2007) "Geographic Visualization", in Kerren, A.et al.,(2007) "Human-Centered Visualization Environment", Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Popelka, Stanislav.et al., (2012) "Advanced Map optimlization Based on Eye-Tracking", chapter5, in: Bateira, Carlos (2012) "Cartography-A tool for Spatial Analysis", Intech, Janeza Trdineg, 51000 Rijeka, Croatia.

Rowles, Ruth Anderson (1991) "Regions and Regional Patterns on Choropleth Maps", Requirements for the degree Doctor of Philosophy, Kentucky University.

Schiewe, Jochen (2017) "Data Classification for Highlighting polygons with local Extreme Values in Choropleth Maps", in: Peterson, M. P., (2017) "Advances in Cartography and Giscience", Lecture, Notes in Geoinformation and Cartography, Springer international publishing.

Slocum, Terry A.et al., (2001) "Cognitive and Usability Issue in Geovisualisation", journal of cartography and Geographic Information Science, Vol.28, Issue.1

Socia, Kristie Marie (2011) "Small-multiple and Animation: Measuring user performance with wildfire Visualization", Requirements for the degree Master of Science, Geography, Michigan State University.

Steiner, E.et al., (2002) "developing Light Weight, data-driven exploratory geo-visualization tools for the web", in: Richardson, D. E.& Oosteron, P. "Advances in Spatial Data Handling", Proceeding Handling, PP:487- 500, Springer, Verlag Berlin.

Stewart, James & Kennelly, Patrick J. (2010) "Illuminated Choropleth maps", Annals of the Association of American Geographers, Vol.100, No.3, PP.513-534.

Tversky, Barbara.et al., (2002) "Animation: can it Facilitate? ", INT. J. Human-Computer Studies, Vol.57, PP:247- 262.

Xiao, Ningchuan& Armstrong, Marc P., (2006) "Choroware: A software Toolkit for Choropleth Map Classification", Geographical Analysis38, Issn0016-7363, PP: 102- 121.

Zhao, H. & Shneiderman, B., (2005) "Colour Coded Pixel-Based Highly Interactive Web Mapping for Georefrenced Data Exploration", International journal of Geographical Information Science, Vol.19, No.4, PP: 413- 428.