تقييم فاعلية خرائط رموز الموضع النقطي متعددة المتغيرات في ضوء التقنيات المعلوماتية الحديثة

إعداد الدكتور / أشرف ابراهيم حمودة
مدرس بقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة حلوان

الملخص:

تركز هذه الدراسة على البحث في دقة وفاعلية الخرائط متعددة المتغيرات في توصيل المعلومات الجغرافية المختلفة التي تصمم من أجلها الخريطة بصفة عامة، والخرائط الموضوعية بصفة خاصة ، ولتحقيق أهداف هذه الدراسة فقد تم تصميم رمز مركب ليستخدم في إعداد مجموعة من الخرائط متعددة المتغيرات، وقد روعي اختلاف هذه الخرائط في بعض عناصر التصميم؛ بغرض معرفة تأثير هذه العناصر على فاعلية ودقة هذه الخرائط ، وتم إجراء عدة اختبارات على عينة من طلاب الجغرافيا أنجزوا خلالها مجموعة من مهام استخدام الخريطة، ومن ثم استخدمت هذه المهام في قياس فاعلية الخرائط المستخدمة في الاختبار، وتظهر نتائج هذه الدراسة أن الخرائط متعددة المتغيرات يمكن أن تستخدم بشكل فعال في توصيل المهام المختلفة التي تصمم من أجلها الخرائط ، كما أن هذه النوعية من الخرائط تتغلب على كثير من المشاكل التي تحدث عند التعامل مع الخرائط أحادية المتغير، إضافة إلى ذلك فقد اتضح من نتائج هذه الدراسة أن الخرائط متعددة المتغيرات يمكن أن تستخدم بشكل فعال في توصيل العلاقات الارتباطية بين المتغيرات الجغرافية، وهذا ما لم تحققه الخرائط أحادية المتغير بنفس الفاعلية .

مقدمـــــة:

من الأمور بالغة الأهمية التي تواجه الكارتوجرافيين والجغرافيين والتي ينبغي مراعاتها عند استخدام الخريطة كأداة للتحليل والتفسير في البحث العلمي : مدى دقة وفاعلية الخريطة في تمثيل وتوصيل المعلومات المكانية المختلفة . ولما كان علم الخرائط يهدف بالدرجة الأولى إلـى عـرض وتوصـيل المعلومـات الجغرافية بصورة يسهل فهمها ، فقد نتج عن ذلك مفهومـان متكـاملان لدقـة وفاعلية الخريطة ، يركز المفهوم الأول على دقة تمثيل البيانات على الخريطة ، بينما يركز المفهوم الثاني على فاعلية الخريطة في توصيل رسالتها إلى القارئ .

وتتوقف فاعلية الاتصال عبر الخرائط إلي حد كبير علـى مـدي قـدرة الكارتوجرافي في التحكم واختيار عناصر التصميم الأمثـل للخريطـة ، فمـن الطبيعي أن تختلف فاعلية الاتصال عبر الخرائط من خريطة إلى أخري نتيجـة لاختلاف عناصر التصميم المستخدمة في كل خريطـة ؛ وعليـه يجـب علـي الكارتوجرافي أن يبذل قصارى جهده للوصول إلى عناصر التصميم التي تحقق أقصى درجات الفاعلية لتوصيل المعلومات المكانية بصورة سريعة ودقيقة .

ويتفق كثير من الكارتوجرافيين على أن تحسين فاعليـة الاتـصال عبـر الخرائط يمكن أن يتم إما من خلال تحكم الكارتوجرافي في عناصـر تـصميم الخريطة ، أو تدريب قارئ الخريطة على قراءة وتحليل وتفسير رموز الخريطة وهما عاملان متكاملان ، إذا تحققا معا ترتقي فاعلية الخريطـة فـي توصـيل المعلومات للقارئ .

وتختلف قدرة قارئ الخريطة على إدراك وتفسير محتوى الخريطة طبقـا لاختلاف مستوى خبرته ، وطريقة الترميز المستخدمة ، وكمية التفاصيل الممثلة على الخريطة ، حيث تقل فاعلية الخريطة لتوصيل رسالتها إلى قارئهـا كلمـا زادت كمية التفاصيل وزاحم بعضها البعض فـي الظهـور علـى الخريطـة ،

فالخرائط متعددة المتغيرات يفترض أن تكون أكثر صعوبة في تحليلها وتفسيرها مقارنة بالخرائط أحادية المتغير . ولكن تزايد الاهتمام بالترميز متعدد المتغيرات في السنوات الأخيرة ، والذى ساعد فيه التطور التقني الهائل في مجال المعلوماتية ، وخصوصا التوسع في استخدام الحاسب الآلي ، وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تصميم الخرائط ، قلل من صعوبة تصميم الخرائط متعددة المتغيرات ، وشجع على استخدامها .

موضوع الدراسة وأهميته :-

تتناول هذه الدراسة تقييم فاعلية خرائط رموز الموضع النقطي متعددة المتغيرات ، في ضوء التقنيات المعلوماتية الحديثة ، ويتم ذلك من خلال تصميم رمز مركب مقترح يتمثل في استخدام ملامح الوجه كرمز مركب لعرض عدة متغيرات على الخريطة ،ومن ثم يجرى اختباره على عينة من مستخدمى الخرائط لتقييم فاعلية هذه النوعية من الخرائط .

وتكمن أهمية هذه الدراسة في أن تصميم خرائط متعددة المتغيرات تعد من الأمور البالغة الأهمية للكارتوجرافيين والجغرافيين على حد سواء ؛ لأنه من خلال هذه النوعية من الخرائط يمكن عرض عدة متغيرات بواسطة خريطة واحدة بدلا من تصميم عدة خرائط لعرض نفس المتغيرات ، كما أنه بواسطة هذا الأسلوب يمكن التغلب على كثير من المشاكل التي تواجه قارئ الخريطة عند تحليله وتفسيره للخرائط أحادية المتغير ، وبصفة خاصة أثناء المقارنة بين خريطتين أو أكثر ؛ بهدف الوصول إلى نتائج يصعب الوصول إليها إلا من خلال دمج المعلومات الموجودة على أكثر من خريطة ،-مثل مشكلة التذكر أو الاستدعاء للمعلومات التي لابد من استخدامها بواسطة قارئ الخريطة في أثناء القيام بالمقارنة بين خريطتين أو أكثر .

هدف الدراسة :-

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فاعلية خرائط رموز الموضع النقطي متعددة المتغيرات ويتم ذلك من خلال اختبار خاص يجرى على عينة من مستخدمي الخرائط ويشتمل على مجموعة من هذا النوع من الخرائط والتي تختلف في عناصر التصميم ، بهدف الوصول إلى التصميم الأمثل لهذه النوعية من الخرائط ، والتي تحقق الأهداف المختلفة التي تصمم من أجلها الخرائط بصورة فعالة .

الدراسات السابقة :-

تقييم فاعلية الخرائط متعددة المتغيرات – على حسب علم الباحث – لم تنل قدرا كافيا من الدراسات الكارتوجرافية ، رغم بروز الأهمية العلمية والعملية لهذه الخرائط ؛ ويرجع السبب في ذلك إلى حد كبير لارتباط تصميم هذه النوعية من الخرائط بمدى تطور واستخدام التقنيات الحديثة في تصميم الرموز المركبة التي تستخدم في إعداد الخرائط متعددة المتغيرات ، وتعتبر دراسة (Herman Chernoff, 1973) إحدى الدراسات القليلة التي استخدمت الرمز المركب لعرض عدة متغيرات بطريقة بيانية ، وقد استخدمت هذه الدراسة ملامح الوجه المختلفة لعرض عدة متغيرات ، وقد أطلق على هذا الرمز المركب "وجه تشرنوف " Chernoff Face" وهذا الرمز شبيه بوجوه الصور المتحركة البسيطة .

وقد استخدمت بعض الدراسات الكارتوجرافية هذا الرمز في تصميم الخرائط متعددة المتغيرات ، حيث استخدم "تاينر" (Tyner,1992) ملامح الوجه كرمز مركب لتصميم خريطة تشمل أربعة متغيرات تتعلق بظروف المعيشة في مدينة " لوس أنجلوس" بولاية كاليفورنيا الأمريكية ، وهي :مستوى المعيشة ، معدل البطالة ، الضغط النفسي الحضرى Urban Stress ، ونسبة السكان البيض . وقد استخدم (Tyner) ملامح الوجه لترميز المتغيرات

الأربعة على النحو التالى : مستوى المعيشة بواسطة تقوس الفم ، معدل البطالة بواسطة اتجاه الحاجب ، الضغط النفسي الحضرى بواسطة شكل الوجه ، ونسبة السكان البيض بواسطة درجة لون الوجه. وقد استخدم " مايهركي" (Muehrcke, P . C ., 1992) أيضا نفس ملامح الوجه التي صممها "تاينر" كرمز مركب لعرض أربعة متغيرات في منطقة "لوس أنجلوس " .

تساؤلات الدراسة :

نظرا لأن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقييم فاعلية الخرائط متعددة المتغيرات ، التي تستخدم ملامح الوجه البشرى لتمثيل المتغيرات ؛ فإن أهم تساؤلات الدراسة التي تحقق هذا الهدف تتمثل في :

١- كيف يختار كل عنصر من عناصر الوجه لكي يمثل كل متغير من المتغيرات المطلوب عرضها على الخريطة متعددة المتغير ؟

٢- ما العدد الأمثل الذي يجب أن تصنف إليه المتغيرات التي تعرض على هذه النوعية من الخريطة والذى يتحقق معه دقة وسرعة توصيل المعلومات المقصود توصيلها من خلال الخريطة ؟

٣- ما أفضل تصميم للرمز المركب المقترح في هذه الدراسة ، والذى يحقق الأهداف المختلفة التي تصمم من أجلها الخريطة ؟

أسلوب الدراسة :-

تركز الدراسة على المراحل والعناصر التالية :

١- تصميم الرمز المركب مع عرض بعض البدائل لعناصر التصميم.

٢- اختيار خريطة الأساس والبيانات المستخدمة في إعداد خرائط الاختبار .

٣- اختيار الرمز المركب الأمثل ليستخدم في تصميم خرائط الاختبار .

٤- تقييم فاعلية الخرائط متعددة المتغير في ضوء الأهداف التي تصمم من أجلها الخريطة.

أولا : تصميم الرمز المركب:

تم تصميم الرمز المركب المستخدم لعرض المتغيرات المختارة عن طريق برنامج "CorelDrow" بسبب مرونة هذا البرنامج في تصميم ملامح الوجه،وبعد ذلك تم تصدير الرمز إلى برنامج"ArcGIS " المستخدم في إعداد خرائط هذه الدراسة؛ نظرا لأن هذا البرنامج لا يتضمن مثل هذا الرمز المركب.

ثانيا :اختيار خريطة الأساس والبيانات المستخدمة في إعداد خرائط الاختبار

تم اختيار خريطة محافظة الشرقية كخريطة أساس لهذه الدراسة ؛ نظرا لاختلاف مساحة الوحدات التوزيعية بها ، وافتراض وجود اختلاف في خصائص السكان وتنوع في النشاط الزراعي ؛ نظرا لعدم تجانس خصائص أراضي هذه المحافظة ، كما أن هذه المحافظة تتضمن ثلاثة عشر مركزا ، وهذا العدد يكفي لعرض التنوع المكاني للظاهرات الممثلة على الخريطة ، وقد تم اختيار بيانات مختلفة عن الزراعة والسكان في محافظة الشرقية لتستخدم في تصميم خرائط الاختبار .

ثالثا: اختيار الرمز المركب الأمثل ليستخدم في إعداد خرائط الاختبار

تم تصميم ثلاثة أشكال للرمز المركب ، وبعد ذلك أجريت المفاضلة بين التصميمات المختلفة ، بهدف الوصول إلي اختيار أفضل تصميم فيها للرمز المركب ، ليستخدم بعد ذلك في الاختبار الذى يجرى لتقييم فاعلية الاتصال

للخرائط متعددة المتغيرات ، ولإجراء ذلك فقد تم تصميم ثلاثة أشكال مختلفة للرمز المركب فالشكل رقم (١أ) استخدم فيه شكل الوجه ليمثل إجمالي المساحة المزروعة في محافظة الشرقية عام ١٩٩٦م ، وحجم العين استخدم في عرض إجمالي عدد العاملين بالزراعة ، بينما استخدم توجيه الفم في تمثيل المستفيدين بالدعم ، أما درجة لون الوجه فقد خصص ليمثل نسبة البطالة في المحافظة . أما في الخريطة الموضحة بالشكل رقم (١ب) فقد استخدمت مساحة الوجه لتمثل إجمالي المساحة المزروعة ، واستخدم حجم العين لتمثيل العاملين بالزراعة ، وتوجيه الفم لتمثيل المستفيدين بالدعم ، أما حجم الأنف فقد استخدم في تمثيل نسبة البطالة ، أما في الخريطة الثالثة المبينة في الشكل رقم (١ج) فقد استخدم لون الوجة ليمثل المساحة المزروعة ، واستخدمت هذه الخرائط في إجراء اختبار على عينة من مستخدمي الخرائط ؛ بهدف تحديد أفضل تصميم للرمز المقترح من بينها ، وتتكون العينة التي أجرى عليها الاختبار من مائة طالب من طلاب قسم الجغرافيا والذين أكملوا دراسة منهج خرائط التوزيعات الجغرافية ، والجغرافيا العملية والخرائط . وقد طلب من الطلاب أن يحددوا أى الخرائط أفضل من حيث قدرتها على تمثيل المتغيرات الأربعة المحددة ؟ . وبتحليل نتائج الاختبار الموضحة بيانيا بالشكل (٢) اتضح أن الخريطة الموضحة بالشكل (١ج) هي الأفضل حيث صنفت في المرتبة الاولى،أما الخريطة الموضحة بالشكل رقم (١ب) فقد جاءت في المرتبة الثانية ، بينما جاء ترتيب الخريطة (١أ) في المرتبة الثالثة والأخيرة ؛ ولذلك تم اختيار عناصر التصميم المستخدمة في الخريطة المبينة بالشكل (١ج) لتصميم الخرائط التي تستخدم في تقييم فاعلية الخرائط متعددة المتغيرات في توصيل المهام المختلفة التي تصمم من أجلها الخرائط .

رابعاً : تقييم فاعلية الاتصال للخرائط متعددة المتغيرات :

١- وصف خرائط الاختبار :

نظرا لأن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقييم فاعلية الاتصال لخرائط رموز الموضع النقطي متعددة المتغير في ضوء الأهداف الأساسية التي تصمم من أجلها الخرائط ؛ فقد تم تصميم خرائط الاختبار المستخدمة لتحقيق الهدف من الدراسة بحيث تختلف في كل من عدد المتغيرات التي يتم عرضها على الخرائط ، وعدد الفئات التي تصنف إليها هذه المتغيرات.

وتوضح الأشكال من (٣) إلى (٦) خرائط الاختبار المستخدمة في تقييم فاعلية الخرائط ، وهي تختلف في عدد المتغيرات التي تعرضها (تتدرج من ثلاثة إلى ستة متغيرات) وعدد الفئات التي تصنف إليها تلك المتغيرات الممثلة على الخرائط ما بين (ثلاث وخمس فئات) وقد اتبعت طريقة التصنيف الأمثل " لجنكس وكاسبل " (Jenks&Caspall ,1971) لجميع خرائط الاختبار المستخدمة في هذه الدراسة . وأما فيما يتعلق بعناصر التصميم فقد استند إلى نتائج الاختبار الأول في اختيار عناصر التصميم الأكثر ملائمة وهي تلك المستخدمة في الخريطة المبينة في الشكل (١ج) في الاختبار الأول .

٢ - المهام المستخدمة لتعكس فاعلية الاتصال :

يتفق معظم الكارتوجرافيين على أن أكثر المهام الرئيسة التي تصمم من أجلها الخرائط ثلاث ، وهي :

- إيصال المعلومات التفصيلية للمناطق المختلفة الممثلة على الخريطة .
- إيصال نمط التوزيع للظواهر الممثلة على الخريطة .
- إيصال العلاقات المكانية للتوزيعات والأماكن المختلفة .

وتقاس فاعلية الخريطة في ضوء إيفائها بكل أو بعض هذه المهام .

إجراء الإختبار التمهيدى :

يهدف الاختبار التمهيدي إلى تحديد المدة الزمنية الملائمة لإنجاز المهام المستخدمة في تقييم فاعلية الخريطة ، ولمعرفة ما إذا كان هناك صعوبات في استيعاب كل أو بعض الأسئلة . وقد تم تسجيل الوقت الذى استغرقه كل طالب للإجابة عن أسئلة كل خريطة ، ثم حسب المتوسط الحسابي للوقت المستغرق لكل الطلاب ، واعتبر هذا المتوسط هو الوقت الملائم للانتهاء من الإجابة على أسئلة كل خريطة ، حيث إن تحديد الوقت الملائم للانتهاء من إنجاز مهام الخريطة يعد أحد العناصر الأساسية لتحديد فاعليتها ؛ ذلك لأن الفاعلية تقاس من خلال دقة وسرعة توصيل المعلومات الممثلة على الخريطة .

٣- إجراء الاختبار الأساسي :

أجري الاختبار على مائة وخمسين طالبا من طلاب الجغرافيا ، بافتراض أن هذه العينة تتسم بدرجة كبيرة من التجانس ؛ نظرا لأن كل أفرادها قد أتموا دراسة نفس المناهج الخاصة بعلم الخرائط ، بحيث يقل وجود اختلاف كبير في خبراتهم بمجال مهارات استخدام الخريطة . وتشمل المهام التي استخدمت في هذا البحث اثنين فقط من المهام الرئيسة التي تصمم الخريطة من أجلهما ، وهما : توصيل نمط التوزيع ، و توصيل العلاقات المكانية الارتباطية .

أ- مهمة توصيل نمط التوزيع :

لإنجاز هذه المهمة يقوم أفراد العينة بتقسيم الخريطة الى أقاليم طبقا لنمط التوزيع الممثل عليها ، ونظرا لأن خرائط الاختبار تختلف في كل من عدد الفئات وعدد المتغيرات التي تعرض على الخريطة ؛ لذلك يقوم كل طالب بتقسيم الخريطة إلى ثلاثة أو خمسة أقاليم طبقا لعدد الفئات المستخدمة ، وقد زود كل طالب بعدد من الخرائط مساو لعدد المتغرات الممثلة ، بالنسبة للخريطة الموضحة بالشكل (أ٣) فقد زود كل طالب بثلاث نسخ منها ، وطلب منه أن يقسم النسخة الأولى منها إلى ثلاثة أقاليم بالنسبة للمتغير الأول (إجمالي عدد السكان في محافظة الشرقية) ، أما النسخة الثانية فعليه تقسيمها إلى ثلاثة أقاليم طبقا للمتغير الثاني (النساء العاملات) ووجه الطالب بتكرار العمل نفسه بالنسبة للخرائط ذوات الأربعة والخمسة متغيرات ، وأيضا تلك المصنفة إلى خمس فئات .

ب-مهمة توصيل العلاقات المكانية الارتباطية :

باستخدام نفس الخرائط أعلاه التي استعملت لاختبار نمط التوزيع كلف كل طالب بملاحظة متغيرين فقط على كل وحدة توزيعية في الخريطة ، ويحدد العلاقة بينهما ، فيعطي علامة (+) في حالة وجود علاقة طردية بين المتغيرين (يتغيران معا سواء بالزيادة أوبالنقصان) ، بينما يعطي علامة (-) إذا كانت العلاقة عكسية بينهما (مثلا ارتفاع في أحد المتغيرين يقابله نقص في المتغير الآخر) ، ويضع الطالب (صفر) في حالة عدم وجود علاقة بين المتغيرين .

٤- تحليل نتائج الاختبار :

أ- مهمة توصيل نمط التوزيع:

لتقييم فاعلية الخريطة في توصيل نمط التوزيع ونظرا لعدم وجود إجابات صحيحة مطلقة أو خاطئة مطلقة فقد قدرت الفاعلية بحساب مؤشر الدقة (م د) لإجابات كل طالب وذلك بقسمة عدد الوحدات التوزيعية المصنفة بطريقة صحيحة إلى عدد التوزيعات الكلية بالخريطة طبقا للمعادلة التالية :

$$\text{م د} = \frac{\text{عدد الوحدات التوزيعية المصنفة بطريقة صحيحة}}{\text{عدد الوحدات التوزيعية الكلية بالخريطة}} \times 100$$

وبعد ذلك تم حساب المتوسط الحسابي لإجابات جميع الطلاب عن كل الأسئلة ، واعتبر هذا المتوسط مقدارا للفاعلية لكل مهمة من المهام المستخدمة لعكس فاعلية الاتصال ، ويوضح الجدول رقم (١) نتائج الاختبار ، كما يوضح الشكل رقم (٧) هذه النتائج بيانيا ، ويتضح من تحليل الجدول والشكل البياني أن الخرائط متعددة المتغيرات والتي استخدمت في الاختبار قد حققت درجة عالية من الدقة في توصيل نمط التوزيع ، ولم يكن لدرجة التعقيد الناتجة عن زيادة عدد المتغيرات أو الفئات التي صنفت إليها المتغيرات تأثير كبير على مهمة توصيل نمط التوزيع ، اذ بلغت أدنى قيمة لمؤشر الدقة ٥١ % للخريطة ذات الستة متغيرات وخمس فئات.

ب- مهمة توصيل العلاقات المكانية الارتباطية :

استخدمت نفس الخرائط المستخدمة في اختبار مهمة نمط التوزيع في اختبار مهمة توصيل العلاقات الارتباطية ، ويوضح الجدول رقم (٢) نتائج

استجابات الطـلاب لهذه المهمة ، والتي تم عرضها على الشكل البياني رقم (١٣) ومنه يظهر بوضوح انخفاض درجة فاعلية خرائط الاختبار في توصيل العلاقات المكانية الارتباطية ، حيث بلغت أعلى درجات لمؤشر الدقة ٦٥ % و ٦٨ % وكلاهما لخريطة بثلاثة متغيرات وثلاث فئات فقط ، بينما تدنت إلى٢٠ % فقط في حالة الستة متغيرات والخمس فئات ، ونظرا لأنه يمكن تحسين فاعلية الاتصال عبر الخرائط من خلال التحكم في عناصر التصميم الكرتوجرافي ؛ لذلك تم إدخال بعض التعديلات على خرائط الاختبار ، وتم ذلك عن طريق استخدام نظام تدرج لوني لكل عنصر من عناصر الرمز المركب المستخدم في إعداد خرائط الاختبار كما يبين بالشكل رقم (٨) ومن ثم استخدمت هذه الخرائط الجديدة في اختبار آخر أجرى على عينة مكونة من عشرة طلاب لاختبار فاعلية هذا النمط اللوني في توصيل العلاقات المكانية الارتباطية . وتشير النتائج كما بالجدول رقم (٣) الى ارتفاع طفيف في فاعلية توصيل العلاقات المكانية الارتباطية ، وشجع ذلك على إضافة تعديل آخر في استخدام نظام التدرج اللوني المستخدم في تنفيذ الخرائط ، ويتمثل ذلك في استخدام تدرج لوني للون واحد لكل عناصر الرمز المركب كما يبين بالأشكال من (٩) إلى (١٢) وعند تكرار نفس الاختبار السابق لتقييم أثر التعديلات الجديدة في زيادة فاعلية الخرائط في توصيل العلاقات المكانية الارتباطية ، وتشير نتائج الاختبار الموضحة بالجدول رقم (٤) والشكل البياني رقم (١٣) إلى تحسن ملحوظ في فاعلية خرائط الاختبار في توصيل العلاقات المكانية الارتباطية، خاصة عند المقارنة بنتائج الجدول رقم (٢) .

النتائج والتوصيات :

لقد ارتبط ظهور الخرائط متعددة المتغيرات إلى حد كبير بدرجة التقدم والانتشار الكبير في استخدام الحاسب الآلي والتطبيقات المختلفة لنظم المعلومات الجغرافية في مجال علم الخرائط ، وهذا بدوره ينبئ بظهور فروع جديدة في علم الخرائط وهي خرائط التوزيعات التركيبية، والتي تهتم بتمثيل أكثر من متغير رئيس على أساس كارتوجرافي واحد ، وهذا يختلف عن خرائط التوزيعات البسيطة والتي تهتم بتمثيل متغير واحد على أساس كارتوجرافي واحد .

ولقد هدفت هذه الدراسة إلى الوصول إلى التصميم الأمثل للرمز المركب المستخدم في تصميم الخرائط متعددة المتغيرات ، كما اهتمت بتقييم فاعلية هذا النوع من الخرائط ، آخذة في اعتبارها أهم العوامل التي تؤثر في فاعلية ودقة توصيل المعلومات الجغرافية بواسطة الخرائط الموضوعية بصفة عامة ، والخرائط متعددة المتغيرات بصفة خاصة ، مثل عدد المتغيرات التي يتم عرضها علي الخريطة ، وعدد الفئات التي يصنف إليها كل متغير ونظام اللون المستخدم لتصميم كل متغير ، وتظهر نتائج هذه الدراسة أن الخرائط متعددة المتغيرات يمكن أن تستخدم كأداة فعالة في التحليل الكارتوجرافي ؛ لأنها أثبتت فاعليتها في توصيل نمط التوزيع الممثل على الخرائط ولم يكن لزيادة عدد المتغيرات ولا لعدد الفئات تأثير سلبي ملحوظ على الفاعلية ، أما نظام اللون فكان له تأثير إيجابي كبير علي فاعلية توصيل نمط التوزيع، لذلك يجب العناية بهذا العنصر البياني الهام عند تصميم الخرائط متعددة المتغيرات .أما فيما يتعلق بتوصيل العلاقات المكانية الارتباطية والتي لم تحققها الخرائط أحادية المتغير بدرجة مقبولة من الفاعلية ، فقد أثبتت نتائج هذه الدراسة قدرة الخرائط متعددة المتغيرات على توصيل العلاقات المكانية الارتباطية بين المتغيرات الجغرافية المختلفة إلى قارئ الخريطة بدرجة عالية من الدقة والفاعلية ، بشرط استخدام

تدرج لوني واحد لكل المتغيرات الممثلة على الخريطة ، مع تجنب استخدام عناصر التصميم الأخرى مثل مساحة الرمز ؛ ذلك لأن الخرائط التي استخدمت فيها مثل هذه العناصر قد فشلت في توصيل مهمة العلاقات الارتباطية ؛ ولذلك توصي نتائج هذه الدراسة بما يلي :

- يجب أن تنال الأبحاث الكارتوجرافية التجريبية قدرا كبيرا من اهتمام الكارتوجرافيين والجغرافيين ، مع عدم الاعتماد بشكل كبير على نتائج الأبحاث السيكولوجية وحدها وتطبيق هذه النتائج على الخرائط ، لأن هذا المنهج كان سائدا في تقييم فاعلية الخرائط خلال فترة الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي ، ومن أهم عيوب هذا المنهج هو التركيز على الرموز الفردية للخريطة وليس على المعلومات الممثلة على الخريطة ذاتها . ولذلك واجهت الدراسات الكارتوجرافية التي اعتمدت على هذا المنهج نقدا شديدا ، حيث لم تسهم بدور فعال في تحسين فاعلية الخريطة كأداة لتوصيل المعلومات الجغرافية المختلفة للقارئ .

- يجب أن توجه الأبحاث الكارتوجرافية ، خاصة في عالمنا العربي ، نحو الاستفادة من التقنيات المعلوماتية الحديثة في تصميم وتقييم الخرائط متعددة المتغيرات والخرائط التفاعلية ؛ لا سيما وأن مثل هذه الأبحاث تلقي اهتماما كبيرا في العالم الغربي إدراكا لأهميتها وفائدتها العلمية والعملية ، ولا سيما أن الخرائط متعددة المتغيرات تقلل من الحاجة إلى تعدد الخرائط التي يتطلبها استخدام الخرائط أحادية المتغير .

- يجب إدراج الخرائط متعددة المتغيرات في مناهج الجغرافيا ، خاصة مع الظهور القوى للمنهج التطبيقي في الجغرافيا ، واستخدام الخرائط في الأبحاث التطبيقية في كثير من العلوم .
- الاهتمام بتصميم وتقييم الخرائط متعددة المتغيرات الرقمية التي يتم عرضها على شاشة الحاسوب للاستفادة منها في تصميم الأطالس الرقمية التفاعلية كما حدث في كثير من دول العالم الغربي ، مثل أطلس سويسرا الرقمي التفاعلي .
- إعادة النظر في أمر استخدام كثير من التصميمات الكارتوجرافية التي كانت غير مقبولة في السابق بسبب بعض القصور في إمكانيات الحاسوب وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية والتي أصبحت الآن مقبولة في ضوء التقدم والتحسن المستمر في هذه التقنيات الحديثة ، مما يسهل إمكانية استخدامها في الخرائط متعددة المتغيرات ، مع العمل أيضا على استنباط رموز مركبة أخرى ربما أن تكون أكثر فاعلية في توصيل المعلومات المستهدفة .

جدول رقم (١) فاعلية توصيل نمط التوزيع لخرائط الاختبار

	ثلاثة متغيرات		أربعة متغيرات		خمسة متغيرات		ستة متغيرات	
	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات
	٪	٪	٪	٪	٪	٪	٪	٪
السكان	٩٩	٩٩	٩٨	٩٤	٩٨	٩٧	٩٨	٩٦
حالات الطلاق	٨٤	٧٦	٨٢	٧٥	٨١	٧١	٧٩	٧١
النساء العاملات	٩٤	٩٠	٨٧	٨٥	٨٤	٨١	٨٥	٧٩
البطالة	-	-	٨٩	٨٣	٨٦	٧٩	٨١	٦٩
التعليم الجامعي	-	-	-	-	٨٢	٦١	٦٢	٦٢
العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٦٤	٥١

المصدر : الباحث اعتمادا على نتائج الاختبار

جدول رقم (٢) فاعلية توصيل العلاقات المكانية الارتباطية لخرائط الاختبار

المتغيرات		ثلاثة متغيرات		أربعة متغيرات		خمسة متغيرات		ستة متغيرات	
		ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات
السكان	حالات الطلاق	٦٥	٤٣	٥٥	٤٧	٤٩	٤١	٣٩	٣١
السكان	النساء العاملات	٦٨	٤٧	٤٥	٣١	٤٨	٤٣	٤١	٣٧
حالات الطلاق	النساء العاملات	٤٥	٣٦	٣١	٢٩	٣٧	٢٦	٣٣	٢٠
السكان	البطالة	-	-	٥٥	٣٦	٥١	٤٦	٤٦	٣٣
حالات الطلاق	البطالة	-	-	٥٥	٥٤	٤٧	٤٥	٣١	٢٨
النساء العاملات	البطالة	-	-	٥٩	٥٥	٤٩	٤١	٣٧	٢٤
حالات الطلاق	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٤٨	٤٣	٣٧	٢٢
البطالة	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٤١	٣٩	٣٣	٢٩
النساء العاملات	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٤٦	٤٣	٣٩	٣٧
السكان	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٣١	٢٩
النساء العاملات	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٣٧	٣١
حالات الطلاق	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٢٤	٢١
البطالة	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٢٤	٢٢
التعليم الجامعي	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٢١	٢٩

المصدر : الباحث اعتمادا على نتائج الاختبار

جدول رقم (٣) فاعلية العلاقات المكانية الارتباطية للخريطة المعدلة

المتغيرات		الفاعلية
السكان	حالات الطلاق	٧٨
السكان	النساء العاملات	٧١
حالات الطلاق	النساء العاملات	٦٤

المصدر : الباحث اعتمادا على نتائج الاختبار

جدول رقم (٤) فاعلية توصيل العلاقات المكانية الارتباطية للخرائط المعدلة طبقا للتدرج اللوني الواحد :

المتغيرات		ثلاثة متغيرات		أربعة متغيرات		خمسة متغيرات		ستة متغيرات	
		ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات	ثلاث فئات	خمس فئات
السكان	حالات الطلاق	٩٨	٩٥	٩٥	٩٣	٩٨	٩٥	٩٢	٨٩
السكان	النساء العاملات	٩٩	٩٤	٩٦	٩١	٩٦	٩٢	٩٢	٧٨
حالات الطلاق	النساء العاملات	٩٦	٩٥	٩٢	٨٩	٩٤	٩٢	٨٥	٩٠
السكان	البطالة	-	-	٩٨	٩١	٩٧	٩٥	٨٦	٩٢
حالات الطلاق	البطالة	-	-	٩٩	٩٤	٩٠	٨٦	٨٩	٧٧
النساء العاملات	البطالة	-	-	٩٢	٩٢	٩١	٨٩	٩٠	٧٨
حالات الطلاق	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٨٧	٩١	٨٨	٨٢
البطالة	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٩٢	٩٢	٨٤	٨١
النساء العاملات	التعليم الجامعي	-	-	-	-	٩٠	٩٢	٩٢	٧٨
السكان	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٩٤	٨٩
النساء العاملات	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٩٠	٧٦
حالات الطلاق	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٧٩	٨٢
البطالة	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٨٩	٧٢
التعليم الجامعي	العاملين بالزراعة	-	-	-	-	-	-	٨٤	٧٩

المصدر : الباحث اعتمادا على نتائج الاختبار .

أسئلة اختبارات تقييم فاعلية الخرائط متعددة المتغيرات

الاختبار الأول :

المفاضلة بين التصميمات المختلفة للرمز المركب:

الهدف من الاختبار هو تقييم فاعلية الخرائط وليس تقييم مهاراتك في استخدام الخريطة .

الخرائط المرفقة توضح ثلاثة أشكال مختلفة للرمز المركب، والمطلوب:

- ترتيب الخرائط من حيث الأفضلية لتمثيل المتغيرات الأربعة ، وذلك بوضع الرقم (١) لأفضل خريطة ، والرقم (٢) للخريطة التي تليها ورقم (٣) للخريطة الأخيرة في الترتيب .

الاختبار الثاني :

اختبار تقييم فاعلية الاتصال للخرائط متعددة المتغيرات .

*** مهمة توصيل نمط التوزيع .**

الخرائط المرفقة تعرض عدة متغيرات ، والمطلوب :

تقسيم كل خريطة من الخرائط المعروضة عليك الى أقاليم طبقا لكل متغير ، وذلك برسم حد على كل اقليم بالقلم الرصاص.

*** مهمة توصيل العلاقات المكانية الإرتباطية .**

الخرائط المرفقة تعرض عدة متغيرات ، والمطلوب :

ملاحظة كل متغيرين على كل وحدة توزيعة على الخريطة وحدد العلاقة بينهما ، وذلك بوضع علامة (+) في حالة وجود علاقة طردية بين المتغيرين ، ووضع علامة (-) في حالة وجود علاقة عكسية بين المتغيرين ، بينما يوضع (صفر) في حالة عدم وجود علاقة بين المتغيرين .

شكرا للمشاركة

المراجـــع

1- Brewer C. A., Hatchard G. W., Harrower M. A. ," ColorBrewer in print: a catalog of color schemes for maps." *Cartography and Geographic Information Science* ,*Vol.* 30, No.1, 2003, PP. 25–32.

2- Carlyle,I.P.,"the ellipse/A useful cartographic symbols ." *The Canadian Cartographer*, Vol.14, No.1 ,1977,PP.45-58 .

3- Carr,D.,A.," Hexagon Mosaic map for display of univariate and bivariate geographical data " *Cartography and GIS* vol. 19 , No. 4, 1992, pp. 228- 239 .

4- Chang , k. , Multi-component quantitative mapping" *The Cartographic journal,* Vol. 19 .No2. 1982.pp.95-104 .

5-Chernoff, Herman.," The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically." *Journal of the American Statistical Association* ,Vol., 68.No.342, 1973, pp., 361-368.

6- Dunn R.," A dynamic approach to two-variable color mapping." *The American Statistician*, Vol. 43, No. 4,1989, pp. 245-252.

7- Heino ,A.,The Estimation of graduated symbols in Thematic Maps . *Fennia,* Vol.,169, No.2, 1991, PP.171-181 .

8-Jenks, G.F., & Caspall, F. C., "Error on Choropleth: Definition, Reduction, Measurement", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 61, 1971, pp. 217- 244.

9-Muehrcke, P . C ., "Map Use: Reading, Analysis, Interpretation", Wisconsin Madison J. P., Publications, 1978.

10- Nelson El.S., Lukinbeal, Ch., and Farley, R., "Visual Search Process and the Multivariate Point Symbol", *Cartographica*, Vol. 34, No. 3, 1997, pp. 19-32.

11- Olson, J., "Acorrdianated Approach to Map Communication Improvement" *The American Cartographer*, Vol.3, No.2, 1976, pp. 151-159.

12- Olson, J.M., " Cognitive Cartographic Experimentation", *The Canadian Cartographer*, Vol. 16, No. 1 , 1979, pp. 34 -44 .

13-Robinson A. H., Morrison J. L, Muehrcke P.C., Kimerling A. J., Guptill S. C.. *Elements of Cartography*. New York: John Wiley & Sons., 6th ed ., 1995.

14-Tyner, Judith," Introduction to Thematic Cartography", Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 1992.