

تصميم الفئات في خرائط الكثافة من واقع خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية

ماهر عبد الحميد الليثي

أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة عين شمس، القاهرة، جمهورية مصر العربية
(ورد بتاريخ ١٤٠٩/٥/٢٦هـ وقبل للنشر بتاريخ ١٤٠٩/١٠/٢٤هـ)

ملخص البحث . هناك أنماط عديدة لتصنيف الفئات في خرائط الكثافة، وعلى الكارتوجرافيين موالاة هذه التصنيفات أهمية قصوى حتى يتسنى لهم اختيار التصنيف الأفضل لأبحاثهم . ويقصد بالتصنيف اختيار عدد الفئات وحدودها، فهذه الفئات تعتبر بحق العنوان الحقيقي للخريطة حيث تقرأ خريطة الكثافة من خلال الدليل الخاص بفئاتها .

ويهدف هذا البحث إلى تصميم خرائط الكثافة - للمرة الأولى باللغة العربية - . وفقاً لمناهج كارتوجرافية حديثة . ويقسم البحث التصنيفات المطبقة على خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية إلى أربع مجموعات رئيسية . أولى هذه المجموعات هو التصنيف المتساوي حيث طبقت فكرة التساوي بأكثر من مفهوم جغرافي . وظهرت هنا ستة احتمالات لهذا التصنيف . أما ثاني هذه المجموعات فهو التصنيف المتساوي جزئياً . وثالث هذه المجموعات هو التصنيف غير المتساوي ، حيث قسمت هذه المجموعة إلى نوعين رئيسيين : التصنيف الرياضي سواء حسب متوالية حسابية أو متوالية هندسية وظهر اثنا عشر احتمالاً لهذا التصنيف، ثم التصنيف البياني حيث طبق بثلاث طرق مختلفة . أما المجموعة الرابعة فهي التصنيف الترتيبي الذي ظهر له تطبيق واحد من خلال الفئات الوصفية .

واختتم البحث بمناقشة أهمية التدقيق في اختيار فئات للكثافة سواء من حيث عددها أو حدودها ولا يمكن اقتراح فرض تصنيف معين على الباحثين في علم الخرائط بترشيح «التصنيف الأفضل» ولكن حسبنا الدعوة إلى الاهتمام الفائت من جانب الكارتوجرافيين للوصول إلى «التصنيف الأمثل .»

تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بخرائط التوزيعات أو الخرائط التي تهتم بإبراز محتوى الخريطة content تمييزاً لها عن الخرائط العامة أو الطبوغرافية التي تركز على تمثيل الموقع location،^(١) ومن هنا عرفت هذه الخرائط بأنها خرائط ذات غرض واحد، بينما تعتبر الخرائط الطبوغرافية ذات أغراض متعددة.^(٢) ويرجع تزايد الاهتمام بخرائط التوزيعات إلى عدة أمور:

- ١ - توافر البيانات المتاحة أمام التمثيل الكارتوجرافي.
- ٢ - التطور التقني — لا سيما إمكانية استعمال الحاسب الآلي — الذي سهل إجراء أي نوع أو قدر من العمليات الحسابية والتي كان الكارتوجرافيون يجمعون عن إجراءاتها من قبل، لما تتطلبه من جهد وتستنفد من وقت، بل وقد يتعذر أحياناً إجراؤها بالطرق التقليدية.
- ٣ - تطور وسائل الطباعة وهو ما يعطى الكارتوجرافيين مجالاً أوسع لاختيار نمط الإنتاج النهائي للخريطة.
- ٤ - تطور علم الجغرافيا فيما يعرف بالثورة الكمية.

والنتيجة الطبيعية لهذا الاهتمام المتزايد بخرائط التوزيعات تزايد الاهتمام بالبحث العلمي في مجال تصميم هذا النوع من الخرائط. ويقصد بالتصميم هنا الاستخدام الأمثل للأدوات المتاحة بهدف الوصول إلى أفضل الحلول للمشكلات الكارتوجرافية التي تواجهنا.^(٣) ويمر تصميم الخريطة في ثلاث مراحل رئيسة هي: إعداد المادة things موضوع الدراسة ثم تحديد الأماكن places محل الدراسة وأخيراً تحديد الأهداف messages المطلوبة من الخريطة.^(٤) ومن هنا كان تصميم الخرائط نشاطاً معقداً. ولا يعني ذلك أن تخلو الخريطة

(١) D.R. Taylor, "Graphic Communication and Design," in *Contemporary Cartography*, ed. D. R. Taylor (New York: John Wiley and Sons, 1983), p. 7.

(٢) A. G. Hodghiss, *Understanding Maps* (London: Dawson, 1981), p. 167.

(٣) B. Dent, *Principles of Thematic Map Design* (Georgia: Addison-Wesley Publishing Company, 1985), p. 21.

(٤) N. Potter, *What is a Design: Education and Practice* (London: Edward Arnold, 1969), pp. 9-10.

من المسحة الجمالية التي تعتبر شيئاً جوهرياً في العملية الكارتوجرافية. (٥) ويتحقق جمال التصميم في الخرائط من خلال توافر التوافق harmony بين عناصر الخريطة وحسن اختيار مكوناتها composition ودرجة الوضوح clarity الذي يسهل فهم القارئ لعناصر الخريطة المختلفة. (٦)

ويمكن تقسيم البيانات التي تعتمد عليها خرائط التوزيعات إلى ثلاثة أنواع هي : بيانات كمية وبيانات مرتبة وبيانات غير كمية . ويمكن تمثيل كل نوع من هذه الأنواع الثلاثة بأحد أنواع الرموز الثلاثة التالية : رموز نقطية ورموز خطية ورموز مساحية. (٧) وتنقسم الرموز المساحية إلى ثلاثة أقسام رئيسة هي :

١ - التظليل المساحي chorochromatic

٢ - التظليل النسبي choropleth

٣ - خطوط التساوي isopleth

وتتناول خرائط التظليل النسبي وخطوط تساوي الكثافة تمثيل كثافة الظاهرة . ويقصد بخرائط التظليل النسبي تصنيف بيانات الكثافة بعد تجهيزها بطريقة معينة في فئات يجري تنفيذها داخل حدود توزيعية معينة ثم تظليل هذه الوحدات وتحويلها من وحدات توزيعية إلى وحدات فئوية .

وترجع أهمية الفئات في خرائط الكثافة إلى أنها تعتبر العنوان الحقيقي للخريطة. (٨) ومن هنا فإن تصميم الفئات في خرائط الكثافة يعتبر من أهم مجالات البحث في خرائط التوزيعات (٩) في الوقت الحاضر .

(٥) J. Keates, *Understanding Maps* (New York: John Wiley and Sons, 1982), p. 127.

(٦) A. J. Karssen, "The Artistic Elements in Map Design," *Cartographic Journal*, 17, No. 2 (1980), 124.

(٧) A. G. Hodgiss, "Cartographic Illustration. Aims and Principles," *SUC Bulletin*, 2, No. 2 (1966), 17-34.

(٨) Taylor, p. 81.

(٩) K. S. Chang, "Visual Aspects of Class Intervals in Choroplethic Mapping," *Cartographic Journal*, 15, No. 1 (1978), 42.

- ورغم بعض العيوب التي تكتنف خرائط الكثافة^(١٠) إلا أنها تعتبر من أهم طرق التمثيل الكارتوجرافي حتى الآن. وتتم عملية إعداد خريطة الكثافة بأربع مراحل مترابطة:
- ١ - تجهيز البيانات، أي اختيار المعامل الإحصائي المناسب الذي يتم بموجبه تصنيف البيانات موضوع الخريطة.
 - ٢ - تصميم الفئات، من حيث اختيار عدد الفئات وحدود كل فئة منها، لأن هذا التصميم هو الذي تنعكس صورته على الخريطة في النهاية.
 - ٣ - اختيار الوحدات التوزيعية التي يتم توقيع البيانات المصنفة داخل حدودها. والوحدات التوزيعية في خرائط التوزيعات متعددة الأشكال:
 - أ - وحدات إدارية administrative بمستوياتها المختلفة. وهذا النوع من الوحدات هو الأكثر شيوعاً في هذا النوع من الخرائط. ويرجع ذلك إلى سهولة تكوين خريطة الأساس الإدارية وسهولة جمع المادة الإحصائية لهذه الوحدات.
 - ب - وحدات مقننة dasymetric، تعتمد على تقدير الكثافة في أجزاء الوحدة الإدارية لتتلافى عيوب تعميم التوزيع على الوحدة الإدارية كاملة. وهذا التقدير يعطي صورة واقعية^(١١) realistic picture للكثافة معتمدة على توقعات لها ما يبررها^(١٢) reasoned guesses إلى حد كبير.
 - ج - وحدات شبكية grid generalization، ويقصد بها تغطية الخريطة بشبكة مربعات وحساب الكثافة داخل كل مربع.
 - د - وحدات خلوية^(١٣) dot cells، ويقصد بها إيجاد أقاليم متجاورة proximal regions بتغطية الخريطة بشبكة من الخطوط على شكل خلايا النحل ثم حساب الكثافة داخل كل خلية.

(١٠) G. F. Jenks and F. C. Caspall, "Error on Choropleth Maps: Definition, Measurement, Reduction," *Annals of the Association of American Geographers*, 61 (1971), 127.

(١١) D. Stamp, *Longman Dictionary of Geography* (London: Longman Group LTD, 1978), p. 114.

(١٢) F. J. Monkhouse, *A Dictionary of Geography* (London: Edward Arnold, 1970), p. 97.

(١٣) O. M. Dixon, "Methods and Progress in Choropleth Mapping of Population Density," *Cartographic Journal*, 9, No. 1 (1972), 2.

هـ - وحدات محورية^(١٤) D-Line method ويقصد بها حساب الكثافة على طول محاور معينة وإن كان يصعب تكوين هذه الوحدات بدون الاستعانة بإمكانيات الحاسب الآلي .

٤ - تظليل الخريطة باستخدام سلسلة من التظليل المتدرج من اللون الواحد سواء كان ذلك باستخدام درجات مختلفة من اللون الأسود أو باستخدام درجات مختلفة من لون آخر، وهو ما يعرف بالخريطة الملونة تمييزاً لها عن النوع الأول وهو الخريطة غير الملونة . ويعطي هذا التمثيل تبايناً في التوزيع المساحي ، ويأتي هذا التباين من تجاور مناطق مختلفة التظليل .^(١٥)

إن الانطباع النهائي لخريطة الكثافة هو محصلة اختيار نظام التظليل shading ،^(١٦) ورغم أهمية هذه النقطة إلا أنها لا تمس تمثيل البيانات ، فهذا التمثيل يتأثر بالدرجة الأولى بكيفية تصنيف الفئات سواء من حيث عددها أو من حيث حدودها ومدائها ولا يمكن اعتبار العدد والمدى شيئين منفصلين مرتبطين أشد الارتباط ، لأن تغيير حدود أي فئة في خريطة الكثافة يؤثر على الفئتين المحيبتين بها ويؤثر على النمط التوزيعي للخريطة ذاتها .

ويهدف تصنيف البيانات إلى توزيعها في فئات ولكن هناك صعوبة تنتج عن الاختلاف المحلي للبيانات داخل الوحدة التوزيعية عن القيمة الموحدة لهذه الوحدة والتي تعطي انطباعاً بأن التوزيع متساو في كل الوحدة .^(١٧) والكارتوجرافيون لا يستطيعون التحكم في كل المتغيرات التي تؤثر في خريطة الكثافة ، ولعل أهمها هو حجم الوحدات التوزيعية unit size أو ما يعرف بالوحدات التظليلية chorograms^(١٨) ومدى اندماجها unit

(١٤) Dixon, p. 26.

(١٥) G. F. Jenks and S. K. Duane, "The Use of Shading Patterns in Graded Series," *Annals of the Association of American Geographers*, 51 (1961), 316.

(١٦) G. F. Jenks, "Generalization in Statistical Mapping," *Annals of the Association of American Geographers*, 53 (1963), 16.

(١٧) E. Wilson, "The Design and Selection of Graded Shadings for Black and White Maps," *SUC Bulletin*, 2, No. 2 (1966), 13.

(١٨) A. M. MacEachren, "Choropleth Map Accuracy: Characteristics of the Data," *Auto-Carto-5*, (Virginia: 1983), p. 500.

compactness ، ثم تنوع توزيع البيانات داخل كل وحدة توزيعية . ولكن يتبقى على الكارتوجرافيين مسؤولية تقويم الأخطاء التي تظهر في الخرائط المنتجة . وقد يقتصر هذا التقويم على مجرد الإعلان بأنه قد اتبع أقصى تدقيق ممكن للخرائط، وأن على قارىء الخريطة أن يستكمل الصورة التوزيعية من مصادر أخرى أو على الأقل أن يحترس عند تقويم النتائج .

ومن هنا فإن لاختيار فئات الكثافة التأثير الأكبر في كل المتغيرات التي تؤثر في خريطة الكثافة . إن تحليل معظم خرائط الكثافة تبرز منهجاً في اختيار عدد الفئات وحدودها . ويعتمد هذا المنهج - أو اللامنهج بتعبير أدق - على الانحياز المسبق لفكرة محددة . فعند تصنيف فئات الكثافة يجب أن نضع في اعتبارنا أن هناك ثلاث عمليات تجرى في وقت واحد: (١٩)

١ - الترتيب الإحصائي للبيانات بطريقة تناسب مع الطريقة المتبعة في إعداد خريطة الكثافة . فقد ترتب البيانات حسب كثافة الظاهرة موضوع الخريطة - وهي هنا كثافة السكان - ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً (جدول رقم ١ مثلاً) أو ترتب حسب المساحة التي تغطيها كل فئة (جدول رقم ٢ مثلاً) . ويمكن أن يتغير معدل الكثافة في حالة تغير شكل الوحدة التوزيعية، فقد تكون هذه الوحدة ولاية أو محافظة أو إدارة . . . إلخ . ويعرف الشكل الذي يتخذه الترتيب الإحصائي للبيانات بالسطح الإحصائي statistical surface .

٢ - التعميم generalization الناتج عن عدد الفئات المختارة لتصنيف البيانات في خريطة الكثافة . فخريطة كثافة ذات فئتين أكثر تعميماً من خريطة ذات سبع فئات مثلاً .

٣ - التعميم الناتج عن نوعية العمليات الرياضية المستخدمة في تصنيف البيانات . ويتضح مما سبق أهمية موضوع تصنيف بيانات خرائط الكثافة في فئات إذ تتوقف درجة الاستفادة من خريطة الكثافة على مدى التوفيق في تصنيف البيانات في فئات مناسبة . (٢٠) ولكن يجب أن يكون مفهوماً أن تصنيف الفئات ليس هدفاً في حد ذاته ولكن القرار النهائي المتعلق بعدد الفئات وحدودها يجب أن يعبر عن الهدف الذي من أجله تم اختيار تصنيف

(١٩) C. F. Schmid, *Statistical Graphics: Design Principles and Practices* (New York: John Wiley and Sons, 1983), p. 123.

(٢٠) M. S. Monmonier, "Modifications of the Choropleth Technique to Communicate Correlation," *International Yearbook of Cartography*, 18 (1978), 143.

معين. (٢١) كما يجب أن يعتبر تصنيف فئات الكثافة قد يهدف إلى إبراز الفجوات الطبيعية natural breaks في توزيع الظاهرة أو قد يهدف إلى التقليل من الفروق بين أنماط التوزيع أو تضخيمها. (٢٢)

عدد فئات الكثافة وحدودها

يواجه الكارتوجرافيون مشكلتين متحكمان في الشكل النهائي للخريطة عند إعداد خرائط الكثافة وهما:

أولاً: عدد الفئات: قبل البدء في تصنيف فئات الكثافة لابد من تقرير عدد الفئات التي تندرج ضمنها كل البيانات. وليس هناك عدد محدد يوصى باستخدامه ولكن يفضل استخدام ثمان فئات كحد أقصى، فذلك يساعد على حسن ترميز الخريطة وتقليل عمل صانعها وتسهيل مهمة قارئها.

فقد يكون مفيداً استخدام فئتين فقط (٢٣) حيث يبلغ التعميم أقصاه، ولكن في هذه الحالة قد يكون من الأفضل استخدام التصنيف في ثلاث فئات. ولعل أوضح مثال لثنائية التصنيف هو التمييز بين اليابس والماء وحتى في هذه الحالة فإن هناك ضرورة لإبراز فئة وسطى تمثل مرحلة بينية بينهما مثل أراضي المستنقعات.

وإذا كان التصنيف في فئتين يمثل الحد الأدنى لعدد الفئات - ليس هناك تصنيف في فئة واحدة - فما هو الحد الأقصى لعدد الفئات إذن؟ بل قد يكون من الأفضل التساؤل عن الحد الأمثل لعددتها.

(٢١) P. Davis, *Data Description and Presentation* (London: Oxford University Press, 1983), p. 63.

(٢٢) D. J. Cuff and M. T. Mattson, *Thematic Maps: Their Design and Production* (London: Methuen Co. LTD, 1982), p. 38.

(٢٣) P. Lewis, *Maps and Statistics* (London: Methuen Co. LTD, 1972), p. 5.

إن معظم الكارتوجرافيين يفضلون التصنيف في خمس فئات لأن مثل هذا العدد من الفئات ينتج عنه الحصول على فئة مركزية تحيط بهما فئتان إحداهما أكبر والأخرى أصغر منها ثم تحيط بهما الفئتان الأكبر والأصغر، فالفئة الوسطى تصلح لأن تكون علامة مميزة ترتبط بها الفئات الأخرى.

وإذا ظلت الحاجة ماسة إلى إبراز فئة مركزية وفي الوقت نفسه كانت هناك ضرورة لمزيد من التفاصيل، ففي هذه الحالة يصبح استخدام سبع فئات أكثر ملاءمة ويمكن استعمال ثمان فئات إذا كانت هناك تفاصيل كثيرة يراد إبرازها وفي الوقت نفسه ليس هناك فئة متوسطة يراد التركيز عليها وإبرازها.

وعند اختيار عدد الفئات يجب الاهتمام بدراسة مساحة الخريطة وهو ما يعبر عنه بمقياس الرسم وبعدها الوحدات التوزيعية بها وكذلك بدراسة مدى القيم التي تعكسها كل فئة.

ثانيًا: حدود الفئة وطولها *Class Span* : بعد تجهيز البيانات الإحصائية تمهيدًا لتمثيلها على خرائط الكثافة، فإن البيانات ترتب ترتيبًا تصاعديًا أو تنازليًا. ويخلق هذا الترتيب فواصل في نقاط معينة يمكن الاستعانة بها في تحديد طول الفئة. فكل القيم التي تقع بين نقطتي انفصال breakpoints يجري تجميعها في فئة واحدة توقع على الخريطة بتظليل مناسب. ويتأثر النمط التوزيعي بطول الفئة وبالتصنيف المستخدم في تحديدها.

تصميم الفئات في خريطة كثافة السكان

في المملكة العربية السعودية

لكي تتضح أهمية العناية بتصميم الفئات في خرائط الكثافة، فلقد اتخذت خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية نموذجًا لتطبيق الأفكار التي سبق عرضها. وتتضح أهمية تصميم الفئات عند استعراض خرائط كثافة السكان في المملكة العربية السعودية منشورة في مصادر مختلفة. والملاحظة الرئيسة على هذه الخرائط أنها مختلفة تمامًا في

توضيحها لنمط توزيع كثافة السكان في المملكة العربية السعودية رغم أنها جميعاً تعتمد على بيانات واحدة هي معدلات كثافة السكان في مناطق المملكة العربية السعودية كما وردت في تعداد السكان لعام ١٩٧٤م. ويرجع هذا الاختلاف الجوهرى بين هذه الخرائط المنشورة إلى أن كلا منها تلتزم بدليل فئات يختلف من خريطة لأخرى وبالتالي جاءت الخرائط جميعها مختلفة عن بعضها. والأمر الآخر والأهم من وجهة نظرنا أن أيًا منها لم تجرب لها دراسة كارتوجرافية جادة لتصميم فئات الكثافة. وإذا تقرر إجراء دراسة جادة على نمط كثافة السكان في المملكة العربية السعودية فعلى أي الخرائط تعتمد هذه الدراسة؟ فضلاً عن أن هذه الخرائط تعتمد على خريطة أساسية مقسمة إلى أربع عشرة منطقة إدارية. وواضح أن تقسيم دولة مساحتها أكثر من مليوني كيلومتر مربع إلى هذا العدد القليل من الوحدات الإدارية يتحول إلى عدد أقل من الوحدات اللونية وهذا بدوره لا يقدم خريطة دقيقة.

وعند تصميم خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية وفقاً للطريقة التي سبق عرضها لابد من البدء بخريطة أساس تحدم الغرض المطلوب. وهنا نجد أن المملكة العربية السعودية تقسم إلى أربع عشرة منطقة إدارية، وتقسم المنطقة الإدارية إلى إمارات يختلف عددها من منطقة إلى أخرى. ويبلغ عدد الإمارات ٣٤٢ إمارة. وتبلغ مساحة المملكة العربية السعودية ٢,١٥٩,٨٢٩ كيلومتر مربع، منها ٥٩٨,٦٧٥ كيلومتر مربع مساحة الربع الخالي، ولا يضم الربع الخالي أي إمارة من الإمارات التابعة للمنطقة الشرقية بالمملكة. ويبلغ عدد سكان المملكة العربية السعودية ٥٤٤,٠٠٨,٧ نسمة وفقاً لتعداد ١٩٧٤م من بينهم ٢١٠,٠٠٠ «بادية على الحدود»، ٧٢,٥٧٨ نسمة «سعوديون في الخارج»، ولهذا فإن مجموع السكان الذين يمكن توزيعهم على الخريطة يبلغ ٤٦٦,٧٢٦,٦ نسمة. ولا تتعدى مساحة بعض الإمارات بضع عشرات من الكيلومترات المربعة. فمثلاً تبلغ مساحة كل من إمارتي الثقبه أو سيهات حوالي ٣٢ كم^٢. ومن ثم فقد تم دمج بعض الإمارات القزمية في إمارات أكبر منها مثل ضم إمارة سيهات إلى الدمام وضم الخبر إلى الظهران ودمج إمارتي رحيمة وصفوى. وبذلك أصبحت خريطة الأساس في بحثنا هذا تضم ٢٦٥ وحدة توزيعية يوضحها الشكل رقم ١.

وبعد إعداد خريطة الأساس يأتي الدور على تصميم دليل الخريطة وهو ما اصطلح على تسميته بتصميم فئات الكثافة من حيث عددها وحدود كل فئة منها. وقد استخدم عدد رباعي لفئات الكثافة نظراً لاستخدام بعض المعاملات الإحصائية في التمثيل الكارتوجرافي التي تحتاج إلى عدد زوجي من التكرارات. ولكن المشكلة الرئيسة تكمن في اختيار حدود الفئة لأن هذا الحد تنعكس صورته على الخريطة في النهاية.

وفي هذا المجال فإن تصنيف الفئات في خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية يمكن أن يكون أحد التصنيفات الأربعة التالية: إما أنه تصنيف متساو أو تصنيف متساو جزئياً أو تصنيف غير متساو أو تصنيف ترتيبي.

أولاً: التصنيف المتساوي

يقصد بالتصنيف المتساوي equal classing^(٢٤) أن يتميز اختيارنا لطول الفئة بنوع من التساوي. ولكن فكرة التساوي هنا ذات مفاهيم متعددة. فهناك تساوي في طول الفئة، وهناك تساوي في المساحة الجغرافية التي تشغلها كل فئة على خريطة الكثافة وهناك تساوي في عدد الوحدات الإدارية التي تنتظمها كل فئة. فليس هناك تعريف موحد أو طريقة واحدة لتطبيق فكرة التساوي في تصنيف الفئات، بل هناك بدائل كثيرة أمام الكارتوجرافيين عند تصميمهم لخريطة الكثافة. وتجري دراسة كارتوجرافية لاختيار الطريقة الأسلم في تحقيق فكرة التساوي. وسنعرض فيما يلي من واقع خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية لأهم طرق تطبيق فكرة التساوي في تصنيف الفئات لكي تتضح صورة هذا المنهج في تصميم الخرائط.

١ - التساوي في مدى الفئات

يقصد بالتساوي في مدى الفئات equal steps تساوي أطوال كل الفئات في خريطة الكثافة. وهذه الفكرة بسيطة وشائعة الاستخدام وتلخص فيما يلي:

J. Campbell, *Introductory Cartography* (Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., (٢٤) 1984), p. 291.

$$\text{مدى الفئة} = \frac{\text{أعلى كثافة} - \text{أدنى كثافة}}{\text{عدد الفئات}}$$

فلو طبقنا هذا المعيار على جدول كثافة السكان في المملكة العربية السعودية لوجد

أن :

$$\text{مدى الفئة} = \frac{399,01 - 0,01}{4} = \frac{399}{4} = 99,75$$

أي أنه عند تصميم خريطة كثافة السكان وفقاً لهذا المفهوم بأربع فئات يكون مدى الفئة ٩٩,٧٥ نسمة/كم^٢. أي تكون الفئات الأربع في خريطة الكثافة هي : ٠,٠١ - ٩٩,٧٥ ، ٩٩,٧٥ - ١٩٩,٥٠ ، ١٩٩,٥٠ - ٢٩٩,٢٥ ، ٢٩٩,٢٥ - ٣٩٩,٠١ .

وبما أن قيم الكثافة مرتبة ترتيباً تصاعدياً — ويمكن أن يكون تنازلياً — فإن جميع الوحدات التوزيعية التي تقع فيها الكثافة ضمن حدود الفئة الأولى تأخذ ظل أو لون هذه الفئة. وهكذا مع بقية الفئات. وترتيب قيم الكثافة بشكل تصاعدي أو تنازلي يجعل هذه المهمة في غاية اليسر. فعلى سبيل المثال نجد أن الفئة الأولى تغطي الوحدات التوزيعية التي تحتل المرتبة الأولى وحتى المرتبة رقم ٢٥٥ في جدول كثافة السكان.

٢ - التساوي الدائري

يعتبر التساوي الدائري rounded نوعاً من تطوير فكرة التساوي بين مدى الفئات. لأن حدود الفئة كما في المثال السابق قد تكون صعبة الاستيعاب عند قراءة الخريطة. ولهذا فمن الأفضل تدوير الأرقام ليسهل على قارئ الخريطة استيعابها. وتدوير الأرقام عملية نسبية، فتدوير فئة ١ - ٩٩ إلى فئة ٠ - ١٠٠ يعتبر شيئاً مقبولاً، ولكن تدوير فئة ١١٩٠ - ١٨٢٥ إلى فئة ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ يصبح أمراً مبالغاً فيه، فتدوير الأرقام شيء يختلف عن إهمال الدقة وهو مالا يوصى به.

ففي الشكل رقم ٢ نجد أن فئات الكثافة دائرية ومتساوية الامتداد، أي أن طول كل منها يغطي ١٠٠ نسمة/كم^٢. ومن تحليل الرسم البياني الملحق بالخريطة نجد أن عدد الوحدات التوزيعية التي تنتظمها الفئة الأولى يختلف اختلافاً بيناً عن بقية الفئات، فتضم

الفئة الأولى ٢٥٥ وحدة توزيعية من ٢٦٥ تضمها الخريطة، بينما تضم الفئة الثانية سبع وحدات توزيعية وتضم الفئة الثالثة وحدتين هما جيزان ونجران وتقتصر الفئة الرابعة على وحدة واحدة هي الدمام. ومن هنا أصبح التظليل الخاص بالفئة الأولى يغطي نسبة ٩٩,٤% (١,٥٥١,٧٢٢ كم^٢) من إجمالي مساحة الوحدات التوزيعية في الخريطة بعد استبعاد مساحة الربع الخالي ومقدارها ٦٧٥,٥٩٨ كم^٢، وفي هذا تشويه كبير لما يمكن أن يعطيه مثل هذا التصنيف في حالات مشابهة، إلا أنه قد يكون مناسباً لحالات أخرى من حالات الكثافة في دولة أخرى.

٣ - التساوي المساحي

يقصد بالتساوي المساحي areal equal steps أن تضم كل فئة مساحة جغرافية مساوية لبقية الفئات. ونحصل على المساحة الجغرافية التي تضمها كل فئة بقسمة إجمالي مساحة الوحدات التوزيعية على عدد الفئات. أي أن تصميم الفئات في هذه الخريطة يمر بمرحلتين:

$$١ - \text{تحديد المساحة الخاصة بكل فئة} = \frac{\text{مساحة جميع الوحدات التوزيعية}}{\text{عدد الفئات}}$$

$$= \frac{١٥٦١١٥٤}{٤} = ٣٩٠٢٨٨ \text{ كم}^٢$$

أي أن كل فئة يجب أن تضم حوالي ٣,٩٠٠,٢٨٨ كيلومتراً مربعاً.

ب - تحديد مدى الفئة، بحيث يسمح لكل فئة بأن تضم المساحة المحددة لها ويمكن الحصول على المساحة من جدول كثافة السكان المرتبة ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً بحيث يمكن التوقف عند مرتبة الوحدة التوزيعية التي تستكمل مساحة ٣٩٠,٢٨٨ كم^٢.

وبتحليل الشكل رقم ٣ الذي يوضح توزيع كثافة السكان على أساس فئات ذات مساحات متساوية نجد أن الفئات ليست متساوية الامتداد وهذا شيء متوقع. فالفئة الأولى تضم ربع مساحة التوزيع ولا يتجاوز مداها ٣٦,٠ نسمة/كم^٢ بينما يبلغ مدى الفئة الأخيرة

— وهي تضم ربع مساحة التوزيع أيضاً — ٤٢, ٣٩٦ نسمة/كم^٢. ويتضح ذلك من الرسم البياني الملحق بالخرائط والذي يوضح أيضاً اختلاف عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة. فبينما يبلغ هذا العدد أدناه في فئة الكثافة المنخفضة — حيث تأتي الكثافة المنخفضة من وحدات كبيرة المساحة وقليلة السكان — فإنه يبلغ أقصاه في فئة الكثافة المرتفعة حيث يتلازم ارتفاع الكثافة مع صغر مساحة الوحدة التوزيعية مما يؤدي إلى زيادة عدد هذه الوحدات لتغطي ربع مساحة الخريطة التوزيعية.

ويتضح من هذا الشكل اختلاف الصورة التوزيعية عما سبق، كما يوضح الشكل أن فكرة التساوي قد تحققت من منظور آخر وهو التساوي في المساحة التي تغطيها كل فئة ولكن امتداد الفئة أصابه بعض الخلل.

٤ - التساوي العددي

يعبر التساوي العددي geographical quartiles عن مفهوم مختلف لفكرة التساوي في تصميم فئات الكثافة. وهو أن تتحقق فكرة التساوي من خلال تساوي عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة من فئات الكثافة. ونصل إلى هذا العدد من خلال الصيغة الآتية:

$$\text{عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة} = \frac{\text{إجمالي عدد الوحدات التوزيعية}}{\text{عدد الفئات}}$$

$$= \frac{٢٦٥}{٤} = ٦٦,٣$$

وعند ترتيب قيم كثافة السكان ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً فإن كل فئة تغطي عددًا من الوحدات يساوي العدد الناتج عن تطبيق الصيغة السابقة بعد تقريب العدد إلى رقم صحيح. ويوضح الشكل رقم ٤ كثافة السكان وفقاً لفئات تتساوي أعداد وحداتها التوزيعية.

وتتضح صورة التصميم المذكور من تحليل الرسم البياني الملحق بالخرائط حيث تضم كل الفئات أعداداً متساوية من الوحدات رغم أن طول كل فئة وامتدادها يختلف من فئة

إلى أخرى ويرجع الفارق الكبير بين الفئة الكثيفة وبقية الفئات إلى أن معدل الكثافة يتدهور سريعاً في دولة ذات طبيعة صحراوية حيث يتخلخل توزيع السكان سريعاً وكذلك يتجمعون في مناطق معينة من الدولة فتنعكس هذه الفروق على فئات الكثافة وعلى الخريطة ذاتها.

ثانياً: التصنيف المتساوي جزئياً

يقصد بهذا النوع من التصنيف^(٢٥) أن تكون الفئات متساوية تماماً في جزء منها وغير متساوية في جزء آخر، أي أن بعض الفئات تكون متساوية والبعض الآخر يكون أيضاً متساوياً ولكنه ليس مساوياً للمجموعة الأولى.

١ - التساوي المتصل بقيم إحصائية

يمكن أن تتحقق فكرة التساوي الجزئي عند تصميم فئات الكثافة من خلال التساوي في البعد عن قيم إحصائية معينة parameters of a normal distribution ويمكن اختيار بعض القيم المهمة لدراسة انحراف الكثافة عنها لتضمينها فئات الكثافة. وقد وقع الاختيار في بحثنا هذا على أهم القيم المفيدة في دراسة كثافة السكان وتمثيلها على الخرائط وهي المتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

وبتحليل الشكل رقم ٥ والذي يوضح كثافة السكان في المملكة العربية السعودية من خلال فئات تحقق التساوي في البعد بدرجة معينة عن المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للكثافة السكانية. ويمكن حساب المتوسط الحسابي على النحو التالي:

إجمالي السكان الذين تضمهم الوحدات التوزيعية

إجمالي مساحة الوحدات التوزيعية

$$\therefore \text{المتوسط الحسابي} = \frac{6726666}{1561154} = 4,3 \text{ نسمة/كم}^2$$

(٢٥) H.T. Fisher, *Mapping Information: The Graphics Display of Quantitative Information* (Cambridge, Massachusetts: Abt Associates Inc., 1982), pp. 159-67.

وهذا المتوسط لا يُدخِل في اعتباره الفروق الشديدة في الكثافة بين الوحدات التوزيعية المختلفة.

ولكن في هذا البحث تم حساب المتوسط بطريقة أكثر دقة وتحتاج إلى عمليات حسابية أكثر وهي كما يلي:

$$\text{المتوسط الحسابي} = \frac{\text{مجموع كثافات السكان في كل الوحدات التوزيعية}}{\text{عدد الوحدات التوزيعية}}$$

$$= \frac{٤٢٦٥,٥٣}{٢٦٥} = ١٦,١ \text{ نسمة/كم}^٢$$

وهذا المتوسط الحسابي الأخير هو المتوسط الذي استخدم في إنشاء الخريطة التي يعرضها الشكل رقم ٥.

كما تم حساب الانحراف المعياري لقيم الكثافة في كل الوحدات التوزيعية وهي عملية معقدة وتتطلب مئات العمليات الحسابية وكان من نتائجها أن الانحراف المعياري = ٣٩,٦٢، ربع الانحراف المعياري = ٩,٩.

وصممت فئات الكثافة الأربع وفقاً لهذا المفهوم أي التباعد بدرجة معينة عن قيمتي المتوسط والانحراف المعياري على النحو التالي:

- الفئة الأولى: من أدنى الكثافات إلى قيمة (المتوسط - ربع الانحراف المعياري).
- الفئة الثانية: من القيمة الأخيرة إلى قيمة (المتوسط الحسابي).
- الفئة الثالثة: من القيمة الأخيرة إلى قيمة (المتوسط - الانحراف المعياري).
- الفئة الرابعة: من القيمة الأخيرة إلى نهاية قيم الكثافة.

وبتحليل الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور نجد أن عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة يتناسب عكسياً مع ارتفاع قيمة الفئة، وذلك بعكس امتداد الفئة الذي يتزايد مع تزايد كثافة الفئة.

٢ - التساوي المتداخل

تعتمد طريقة التداخل nested method على تصميم الفئات وفقاً لأكثر من متوسط حسابي ومن هنا جاءت فكرة التداخل . ويتطلب تطبيق هذه الطريقة استخدام عدد مزدوج من فئات الكثافة .

ويوضح الشكل رقم ٦ تطبيقاً لهذه الفكرة . فيما أن المتوسط الحسابي لقيم كثافة السكان بلغ ١, ١٦ نسمة/كم^٢ . وبالرجوع إلى جدول القيم المرتبة للكثافة يمكن الفصل بين القيم التي تزيد على هذا المتوسط وتلك التي تقل عنه . وجمع القيم التي تزيد على ١, ١٦ نجد أن مجموعها يبلغ ٣٦٠٢,٣٥ وتغطي ٦٠ وحدة توزيعية . أما القيم التي تقل عن ١, ١٦ فيبلغ مجموعها ٦٦٣, ١٨ وتغطي ٢٠٥ وحدات توزيعية . ويمكن حينئذ حساب المتوسط الحسابي لكل من المجموعتين على النحو التالي :

$$\text{المتوسط الحسابي للمجموعة الأولى} = \frac{٣٦٠٢,٣٥}{٦٠} = ٦٠,٠٤$$

$$\text{المتوسط الحسابي للمجموعة الثانية} = \frac{٦٦٣,١٨}{٢٠٥} = ٣,٢٤$$

ومن هنا فقد أصبح لدينا ثلاثة متوسطات حسابية يمكن الاستفادة بها في تصميم فئات الكثافة .

الفئة الأولى: من البداية حتى المتوسط الحسابي للمجموعة الأولى، أي من ٠,٠١ - ٣,٢٤ . أما الفئة الثانية فمن المتوسط الحسابي للمجموعة الأولى حتى المتوسط العام للكثافة أي من ٣,٢٤ - ١٦,١ . أما الفئة الثالثة فتمتد من المتوسط العام إلى المتوسط الحسابي للمجموعة الثانية، أي من ١٦,١ - ٦٠,٠٤ . والفئة الرابعة تمتد من هذا المتوسط الأخير حتى أعلى قيم الكثافة، أي من ٦٠,٠٤ - ٣٩٩,٩ .

وتحليل الرسم البياني الملحق بالشكل رقم ٦ نلاحظ أن عدد الوحدات التوزيعية في الفئة الأولى يبلغ ١١٩ وحدة بينما ينخفض في الفئة الأكثر كثافة إلى ١٦ وحدة . أما امتداد الفئة فيتزايد كثيراً في الفئة الكثيفة .

٣ - التصنيف الوسطي

يقصد بالتصنيف الوسطي medial base تصنيف الفئات بتقسيمها إلى أقسام متساوية على أساس معامل إحصائي مناسب مثل الوسيط أو الوسط الحسابي . وبعد الحصول على هذا التقسيم يُعاد تقسيمها مرة ثانية باستخدام المعامل الإحصائي نفسه الذي استخدم في المرة الأولى فينتج ضعفي عدد الفئات في هذه الحالة ويمكن الاستمرار في هذا التقسيم أكثر من مرة . ويلاحظ في هذا التصنيف أن التقسيم الأول يعطينا فئتين فقط واحدة أكبر من المتوسط والأخرى أدنى من المتوسط . أما في حالة إعادة التقسيم فنحصل على أربع فئات ثم ثماني فئات .

ويوضح الشكل رقم ٧ تطبيق هذا التصنيف في فئات أربع على النحو التالي :

$$١ - \text{المتوسط الحسابي} = ١٦,١ .$$

$$\text{ب - امتداد الفئات الأدنى من المتوسط الحسابي} = \frac{١٦,١}{٢} = ٨,٠٥ .$$

$$\text{ج - امتداد الفئات الأعلى من المتوسط الحسابي} = ٣٩٩,١ - ١٦,١ = ٣٨٣ .$$

$$= \frac{٣٨٣}{٢} = ١٩١,٥ .$$

وبهذا يصبح طول كل من الفئتين الأولى والثانية متساوياً ومقداره ٨,٠٥ ، وطول كل من الفئتين الثالثة والرابعة متساوياً ومقداره ١٩١,٥ ، أي أن التساوي في طول الفئات هنا تساو جزئي .

وبتحليل الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور نجد أن مدى الفئتين الأولى والثانية متساو، ومدى الفئتين الأخيرتين متساو وهذا شيء طبيعي في مثل هذا التصنيف . أما عدد الوحدات التوزيعية التي تتنظمها كل فئة فهو ليس واحداً ولكنه يعطي الفرصة لمختلف الكثافات أن تظهر، كما يلاحظ أنه عند تنفيذ الخريطة ذاتها فقد استخدم نسيج شبكي للتظليل الأدنى من المتوسط، واستخدم تظليل مهشر للتظليل الأعلى من المتوسط .

٤ - التصنيف حسب الفئات المفتوحة

يقصد بالتصنيف حسب الفئات المفتوحة open - ended classing ألا يكون لقيم الفئات بداية محددة أو نهاية محددة. ويمكن اللجوء إلى هذا التصنيف عندما يراد تخفيف تأثير القيم المتطرفة على التصنيف وتعطى الفرصة لإبراز النمط المركزي لتوزيع الكثافة. ويتحقق التساوي الجزئي هنا بتساوي الفئات الوسطى للتصنيف فقط؛ أما الفئة الدنيا والفئة العليا فليس لهما طول موحد.

وتوضح الخريطة في الشكل رقم ٨ كثافة السكان في المملكة العربية السعودية حسب الفئات المفتوحة، ويلاحظ من الخريطة أن الفئة الأدنى من نسبة واحدة في الكيلومتر المربع تحتل الفئة الدنيا بينما توضح الفئة العليا نمط الكثافة الأعلى من ٢١ نسمة/كم^٢. وتحليل الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور نلاحظ أن الفئتين المتساويتين تضمان ١٦٢ وحدة توزيعية بينما تضم الفئة المفتوحة الدنيا ٥٥ وحدة توزيعية وتضم الفئة المفتوحة العليا ٤٨ وحدة توزيعية. وواضح أن طريقة التصنيف المستخدمة هنا قد أعطت الفئات الوسطى فرصة أكثر لتمثيلها كما يلاحظ استخدام الفئات المتساوية الموحدة في الوسط لتسهيل مهمة استيعاب تفاصيل الكثافة.

ثالثاً: التصنيف غير المتساوي

يقصد بالتصنيف غير المتساوي unequal classing أن تصبح فئات الكثافة غير متساوية المدى ولا تضم أعداداً متساوية من الوحدات التوزيعية ولا تغطي مساحات متساوية على الخريطة. وعدم التساوي يأتي بالالتزام بنظام علمي محدد تكون محصلته فئات غير متساوية الطول ولكنها تؤدي إلى خريطة كثافة تحقق أهدافاً معينة بطريقة موضوعية، كما أن الالتزام بمثل هذا النظام العلمي يُمكن الكارتوجرافيين من دراسة إمكانية تطبيقه في أماكن أخرى وفي ظروف مختلفة.

إن تحقيق هذا النوع من التصنيف غير المتساوي يتم بطريقتين:

١ - التصنيف الرياضي وذلك باتباع صيغ رياضية معينة تؤدي إلى فئات غير متساوية منضبطة حسب النظام الرياضي لهذه الصيغ.

ب - التصنيف البياني وذلك من خلال صيغ بيانية يمكن التوصل إليها بتحليل رسوم بيانية تمثل قيم الكثافة، ولهذا يجب الأخذ بعين الاعتبار أن تأثير الحكم الشخصي لمصمم الخريطة سيظهر على تصنيف الفئات في هذه الحالة .

١ - التصنيف الرياضي

إن أكثر الطرق دقة لتطبيق التصنيف الرياضي يتم باستخدام المتوالية الرياضية في تصنيف الفئات، سواء كانت هذه المتوالية حسابية arithmetic progression أو هندسية geometric progression^(٢٦) وتستخدم المتوالية في تحديد طول الفئات على أساس الصيغة الرياضية التالية :

$$\begin{aligned} \text{ع} &= \text{ب} \text{ مع } \text{ح} \text{ ن } \text{س} && \text{حيث :} \\ \text{ع} &= \text{الحد الأعلى للفئة} \\ \text{ب} &= \text{الحد الأدنى للفئة} \\ \text{س} &= \text{أساس طول الفئة} \\ \text{ح} &= \text{قيمة الحد الترتيبي للفئات} \end{aligned}$$

ويصبح من الضرورة الحصول على قيمة الحد الترتيبي للفئات، ثم التعويض عن قيمة (س) بالنسبة لأي من الحدين الأدنى أو الأعلى . ويختلف هذا التعويض تبعاً لنوع المتوالية الرياضية المستخدمة^(٢٧).

فالمتوالية الحسابية تقوم على تسلسل الأرقام وفقاً للنظام التالي : ١، ان + د، ١ + د٢، ١ + د٣ ١ - ن + د . ومن هنا تصبح قيمة الحد الترتيبي في حالة استخدام المتوالية الحسابية هي :

G. Dutton, "Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis," Auto-Carto-5, (Virginia: (٢٦) 1983), p. 28.

A. G. Wilson and M. J. Kirkby, *Mathematics for Geographers and Planners* (Oxford: Clarendon (٢٧) Press, 1975), pp. 45-46.

ح_ن = 1 + د (ن - 1) . حيث:

1 = قيمة الحد الأول

د = أساس المتوالية الحسابية ،

ن = رقم الحد (باعتباره الأول والثاني والثالث . . . الخ)

أما المتوالية الهندسية فتقوم على تسلسل الأرقام وفقاً للنظام التالي: 1، د، د²، د³، د⁴، د^ن. ومن هنا تصبح قيمة الحد الترتيبي في حالة استخدام المتوالية الهندسية هي:

ح_ن = ا ر^{ن-1} حيث:

ا = قيمة الحد الأول

ر = أساس المتوالية الهندسية

ن = رقم الحد (باعتباره الأول والثاني . . . الخ).

ورغم استخدامنا لهذه الصيغ الرياضية في تصنيف فئات الكثافة، فلا يتوقع الحصول على خريطتين فقط للكثافة وفقاً لهذا التصنيف. فكل من المتوالتين يمكن أن تعكس قيماً تتزايد أو قيماً تتناقص كما أن هذا التزايد أو التناقص قد يتم بصورة منتظمة أو بصورة متناقصة أو بصورة متزايدة.

ويمكن تطبيق المتوالية الرياضية على قيم الكثافة مباشرة عندما تمثل هذه القيم أرقاماً نسبية مثل النسبة المئوية للسكان الذي يشتغلون بالزراعة في أقاليم الدولة المختلفة، أو النسبة المئوية لسكان المدن أو النسبة المئوية لسكان الريف.

وعندما لا تمثل قيم الكثافة أرقاماً نسبية كأن تمثل كثافة السكان أو متوسط الأجور أو كثافة المحاصيل فتطبق المتوالية الرياضية على عدد الوحدات التوزيعية. وقد طبقت الطريقة الثانية عند استخدام المتوالية الرياضية في تصنيف فئات الكثافة في خريطة كثافة السكان في المملكة العربية السعودية. وسيوضح فيما يلي أن النتيجة التي يتم استخلاصها من تطبيق المتوالية الرياضية هي تحديد عدد الوحدات في كل فئة وأن تصنيف كل فئة من الوحدات

يتناسب مع ترتيبها التكراري . ويتم استخراج حدود فئات الكثافة من جدول قيم الكثافة المرتبة تصاعدياً أو تنازلياً .

وسنعرض فيما يلي ستة تصانيف مختلفة تعتمد مرة على المتوالية الحسابية ومرة على المتوالية الهندسية لتتعرف على الإمكانية الكارتوجرافية للثاني عشر تصنيفاً^(٢٨) وبحسن تدوير الأرقام الناتجة من حساب المتوالية في بعض الحالات لتسهيل مهمة رسم الخريطة .

١ - التصنيف حسب متوالية حسابية تتزايد بمعدل منتظم

تتزايد الأرقام في المتوالية الحسابية وفقاً لنظام المتوالية ذاته ، ولكن معدل التزايد يختلف تبعاً لأساس المتوالية (د) . ويقصد بالتزايد في هذا التصنيف أن التزايد يتم بشكل منتظم constant rate ويتحقق الانتظام من خلال ثبات الأساس في المتوالية الحسابية . ويوضح الشكل رقم ٩ توزيع كثافة السكان وفقاً لمتوالية حسابية تتزايد بمعدل منتظم .

ولتصنيف فئات الكثافة في هذا الشكل جرى تطبيق المعادلة الرياضية الخاصة بالمتواليات على النحو التالي :

$$ع = ب + مج \text{ ن} \quad (١)$$

أي أن عدد الوحدات التوزيعية = الحد الأدنى للوحدات التوزيعية + مجموع تكرارات الفئات × أساس طول الفئة .

$$ح = ١ + [د (١ - ن)] \quad (٢)$$

وبالتعويض في (٢) نجد أن

$$١ = ١$$

$$١ = د$$

$$ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{ح}_1 &= [(1-1) 1] + 1 = 1 \\ \cdot \text{ح}_2 &= [(1-2) 1] + 1 = 2 \\ \cdot \text{ح}_3 &= [(1-3) 1] + 1 = 3 \\ \cdot \text{ح}_4 &= [(1-4) 1] + 1 = 4 \\ \cdot \text{مجم ح}_n &= 4 + 3 + 2 + 1 = 10 \end{aligned}$$

وبالتعويض في (١)

$$\begin{aligned} 265 &= \text{صفر} + 10 \text{ س} \\ \cdot \text{س} &= 26,5 \end{aligned}$$

أي أن عدد الوحدات التوزيعية في الفئة الأولى يعادل ٢٦,٥ وحدة، وكما ذكرنا فإنه يمكن تدوير الأرقام عند الضرورة، ومن هنا أصبح عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة وفقاً لهذا التصنيف على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{عدد وحدات الفئة الأولى} &= 1 \times 26,5 = 26,5 \text{ (أي وحدة توزيعية).} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثانية} &= 2 \times 26,5 = 53 \text{ وحدة توزيعية.} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثالثة} &= 3 \times 26,5 = 79,5 \text{ (أي وحدة توزيعية).} \\ \text{عدد وحدات الفئة الرابعة} &= 4 \times 26,5 = 106 \text{ من الوحدات التوزيعية.} \end{aligned}$$

وبالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان المستخدم في هذا البحث نجد أن تصنيف فئات الكثافة وحدودها يصبح على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{الفئة الأولى} &= 0,01 - 0,34 \text{ نسمة/كم}^2 \text{ (وهي حدود كثافة الـ } 27 \text{ وحدة الدنيا} \\ &\text{في الكثافة)} \\ \text{الفئة الثانية} &= 0,36 - 1,09 \text{ نسمة/كم}^2 \text{ (وهي حدود كثافة الـ } 53 \text{ وحدة التالية} \\ &\text{في الكثافة)} \\ \text{الفئة الثالثة} &= 1,60 - 6,00 \text{ نسمة/كم}^2 \text{ (وهي حدود كثافة الـ } 79 \text{ وحدة التالية} \\ &\text{في الكثافة)} \end{aligned}$$

الفئة الرابعة = ٦,٠٢ - ١ - ٣٩٩,١ نسمة/كم^٢ (وهي حدود كثافة ال-١٠٦ وحدات
الباقية)

وتتضح فكرة المتوالية بصورة محددة من الرسم البياني الملحق بالشكل رقم ٩ والذي
يوضح التزايد المنتظم في عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة .

٢ - التصنيف حسب متوالية حسابية تزايد بمعدل متزايد

يختلف معدل التزايد في المتوالية الحسابية تبعاً لانتظام أو تزايد قيمة الأساس بها . فإذا
تغيرت قيمة الأساس من فئة لفئة بالزيادة المنتظمة فإننا نحصل على متوالية حسابية تزايد
فيها القيم ولكن بمعدل متزايد increasing rate وليس بشكل منتظم كما في التصنيف
السابق .

ويوضح الشكل رقم ١٠ توزيع كثافة السكان حسب متوالية حسابية تزايد بمعدل
متزايد على النحو التالي :

$$ح_٥ = ١ + [د(١ - ن)] \dots \dots \dots (٢)$$

$$١ = ١$$

وحيث إن

$$١ - ن = د ،$$

$$١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ = ن ،$$

$$١ = [١(١ - ١) + ١] = ح_١ \therefore$$

$$٢ = [٢(١ - ٢) + ١] = ح_٢ ،$$

$$٥ = [٣(١ - ٣) + ١] = ح_٣ ،$$

$$١٠ = [٤(١ - ٤) + ١] = ح_٤ ،$$

$$\therefore ١٨ = ١٠ + ٥ + ٢ + ١ = ح_٥$$

وبالتعويض في (١) في التصنيف رقم (٩) نجد أن

$$٢٦٥ = صفر + ١٨ س$$

$$\therefore ١٤,٧ = س$$

إذن يصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة على النحو التالي :

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = 14,7 \times 1 = 15 \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = 14,7 \times 2 = 30 \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = 14,7 \times 5 = 73 \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = 14,7 \times 10 = 147 \text{ وحدة}$$

وبنفس طريقة إيجاد حدود كل فئة في التصنيف السابق نحصل على حدود كل فئة من جدول ترتيب كثافة السكان كما هو موضح في الشكل رقم ١٠ .

٣ - التصنيف حسب متوالية حسابية تتزايد بمعدل متناقص

تتزايد القيم في هذا التصنيف أيضًا ولكن معدل تزايدها لا يسير على منوال واحد دائمًا يتناقص بتقدم المتوالية ، أي أن معدل التزايد هنا معدل متناقص decreasing rate . وتوضح الخريطة في الشكل رقم ١١ توزيع كثافة السكان حسب متوالية حسابية تتزايد بمعدل متناقص ، وتم تصنيف فئات الكثافة على النحو التالي :

$$ح_n = 1 + [d(1 - n)] \dots \dots \dots (2)$$

$$1 = 1$$

وحيث إن

$$d = 1/n$$

$$n = 1, 2, 3, 4$$

$$\therefore ح_1 = 1 + [(1 - 1) \frac{1}{1}] = 1$$

$$ح_2 = 1 + [(1 - 2) \frac{1}{2}] = 1,50$$

$$ح_3 = 1 + [(1 - 3) \frac{1}{3}] = 1,67$$

$$ح_4 = 1 + [(1 - 4) \frac{1}{4}] = 1,75$$

$$\therefore \text{مجم ح}_n = 1 + 1,67 + 1,50 + 1,75 = 5,92$$

وبالتعويض في المعادلة الرئيسة (١) نجد أن :

$$٢٦٥ = \text{صفر} + ٥,٩٢ \text{ س}$$

$$\therefore \text{س} = ٤٤,٧٦$$

إذن عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة هو

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ٤٤,٧٦ \times ١ = ٤٥ \text{ وحدة.}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ٤٤,٧٦ \times ١,٥٠ = ٦٧ \text{ وحدة.}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ٤٤,٧٦ \times ١,٦٧ = ٧٥ \text{ وحدة.}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ٤٤,٧٦ \times ١,٧٥ = ٧٨ \text{ وحدة.}$$

ومن جدول ترتيب كثافة السكان يتم استخراج الحدين الأدنى والأعلى لكل فئة من فئات الكثافة حسب عدد الوحدات التوزيعية لكل فئة، كما هو موضح في الشكل رقم ١١ . ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور كيفية تزايد عدد الوحدات التوزيعية في فئات الكثافة ولكن بمعدل متناقص .

٤ - التصنيف حسب متوالية حسابية تتناقص بمعدل منتظم

تتغير القيم في هذا التصنيف بشكل معاكس لما تم في التصنيفات الثلاثة السابقة، أي أن القيم هنا تتناقص ولا تزايد. وطبيعة التناقص ليست واحدة دائماً. ففي هذا التصنيف نجد أن قيم الكثافة تتناقص بمعدل منتظم constant rate. ويعطي هذا التصنيف فرصة أكبر لمناطق الكثافة المنخفضة أن تظهر على الخريطة بشكل أوضح .

ويوضح الشكل رقم ١٢ توزيع كثافة السكان حسب متوالية حسابية تتناقص بمعدل

منتظم، وقد تم تصنيف فئات الكثافة على النحو التالي :

$$ح = ١ + [د(١ - ن)] \dots \dots \dots (٢)$$

$$٤ = ١$$

حيث إن

$$١ = د ،$$

$$٤ ، ٣ ، ٢ ، ١ = ن ،$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ح}_1 &= [(1-1)1-] + 4 = 4 \\ \text{ح}_2 &= [(1-2)1-] + 4 = 3 \\ \text{ح}_3 &= [(1-3)1-] + 4 = 2 \\ \text{ح}_4 &= [(1-4)1-] + 4 = 1 \\ \therefore \text{مجم ح} &= 1 + 2 + 3 + 4 = 10 \end{aligned}$$

وبالتعويض في المعادلة الرئيسة نجد أن:

$$265 = \text{صفر} + 10 \text{ س}$$

$$\therefore 26,5 = 10 \div 265 = \text{س}$$

إذن عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة على النحو التالي:

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = 26,5 \times 4 = 106 \text{ وحدات}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = 26,5 \times 3 = 79 \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = 26,5 \times 2 = 53 \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = 26,5 \times 1 = 27 \text{ وحدة}$$

وتستخرج الحدود الدنيا والعليا لكل فئة من جدول ترتيب كثافة السكان . ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل رقم ١٢ كيفية تناقص عدد الوحدات في كل فئة من فئات الكثافة بشكل منتظم . وقد زاد هذا التصنيف من امتداد الطول النسبي للفئات الدنيا .

٥ - التصنيف حسب متوالية حسابية تتناقص بمعدل متزايد

يوضح الشكل رقم ١٣ توزيع كثافة السكان وحسب متوالية حسابية تتناقص بمعدل متزايد increasing rate . وقد تم تصنيف فئات الكثافة في هذا الشكل على النحو التالي:

$$\text{ح}_n = 1 + [d(1-n)] \dots \dots \dots (2)$$

$$10 = 1$$

حيث إن

$$d = (1-n)$$

$$\begin{aligned}
 & \text{، ن} = ١, ٢, ٣, ٤ \\
 \therefore \text{ح}_١ &= ١٠ + [-\text{صفر (صفر)}] = ١٠ \\
 \text{، ح}_٢ &= ١٠ + [-١ (١)] = ٩ \\
 \text{، ح}_٣ &= ١٠ + [-٢ (٢)] = ٦ \\
 \text{، ح}_٤ &= ١٠ + [-٣ (٣)] = ١ \\
 \therefore \text{مج ح}_٥ &= ١٠ + ٩ + ٦ + ١ = ٢٦
 \end{aligned}$$

وبالتعويض في المعادلة الرئيسة نجد أن

$$٢٦٥ = \text{صفر} + ٢٦ \text{ س}$$

$$\therefore \text{س} = ١٠, ٢$$

ويصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي:

$$\begin{aligned}
 & \text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ١٠, ٢ \times ١٠ = ١٠٢ \text{ من الوحدات} \\
 & \text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ١٠, ٢ \times ٩ = ٩٢ \text{ وحدة} \\
 & \text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ١٠, ٢ \times ٦ = ٦١ \text{ وحدة} \\
 & \text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ١٠, ٢ \times ١ = ١٠ \text{ وحدات}
 \end{aligned}$$

وبالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان يمكن الوصول إلى حدود كل فئة من فئات الكثافة كما يوضحها الشكل رقم ١٣. كما يوضح الرسم البياني الملحق بهذا الشكل كيفية تسلسل عدد الوحدات التوزيعية وفقاً لهذا التصنيف، كما يوضح أن هذا التصنيف أعطى الفرصة لتمثيل الكثافة العليا في فئتين بدلاً من تركيزها في فئة واحدة فقط.

٦ - التصنيف حسب متوالية حسابية تناقص بمعدل متناقص

يوضح الشكل رقم ١٤ توزيع كثافة السكان حسب متوالية حسابية تناقص بمعدل

متناقص. وقد تم تصنيف فئات الكثافة في هذا الشكل على النحو التالي:

$$\text{ح}_٥ = ١ + [د (ن - ١)] \dots \dots \dots (٢)$$

حيث إن

$$1 = 1$$

$$د = 1 - 1/ن$$

$$ن = 1, 2, 3, 4$$

$$ح١ = 1 = [1 - (صفر)] + 1 = 1, 0$$

$$ح٢ = 1 - 1/2 = [(1 - 2) \frac{1}{2}] + 1 = 0, 50$$

$$ح٣ = 1 - 1/3 = [(1 - 3) \frac{1}{3}] + 1 = 0, 33$$

$$ح٤ = 1 - 1/4 = [(1 - 4) \frac{1}{4}] + 1 = 0, 25$$

$$ح٥ = 1, 0 = 0, 25 + 0, 33 + 0, 50 + 1, 0$$

وبالتعويض في المعادلة الرئيسة (١) نجد أن:

$$٢٦٥ = صفر + ٢, ٠٨ س$$

$$س = ١٢٧, ٤$$

وبالتعويض في (٢) نجد أن:

$$عدد وحدات الفئة الأولى = ١٢٧, ٤ \times ١ = ١٢٧$$

$$عدد وحدات الفئة الثانية = ١٢٧, ٤ \times ٠, ٥ = ٦٣$$

$$عدد وحدات الفئة الثالثة = ١٢٧, ٤ \times ٠, ٣٣ = ٤٣$$

$$عدد وحدات الفئة الرابعة = ١٢٧, ٤ \times ٠, ٢٥ = ٣٢$$

بالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان يمكن الوصول إلى حدود كل فئة كما يوضحها الشكل رقم ١٤. ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور كيفية تسلسل عدد الوحدات التوزيعية وامتدادها وفقاً لهذا التصنيف.

٧ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة منتظمة

يمكن الاعتماد على المتوالية الهندسية في تصنيف فئات الكثافة وفقاً لمعادلة المتوالية

الهندسية التالية:

$$ح ر = ١ ر ن - ١ \dots \dots \dots (٣)$$

ويتحدد نمط التمثيل الكارتوجرافي تبعاً لتغير قيم أساس المتوالية وهو هنا (ر).
 وبتطبيق معادلة المتوالية الهندسية المذكورة في تثبيت أساسها حتى يصبح التغير منتظم
 المعدل constant ratio. وقد طبق هذا التصنيف في الشكل رقم ١٥ وتم تصنيف فئات
 الكثافة على النحو التالي :

$$\text{حيث إن } ١ = ١$$

$$٢ = ر ،$$

$$٤ ، ٣ ، ٢ ، ١ = ن ،$$

$$\therefore \text{ح } ١ = ١ - ١ (٢) (١) = ١$$

$$٢ = ١ - ٢ (٢) (١) = ٢$$

$$٤ = ١ - ٣ (٢) (١) = ٤$$

$$٨ = ١ - ٤ (٢) (١) = ٨$$

$$\therefore \text{مجم ح } ١٥ = ٨ + ٤ + ٢ + ١ = ١٥$$

وبالتعويض في المعادلة الرئيسة للمتوالية الرياضية (١) نجد أن :

$$٢٦٥ = \text{صفر} + ١٥ \text{ س}$$

$$\therefore \text{س} = ١٧,٦$$

وبهذا يصبح عدد الوحدات في كل فئة على النحو التالي :

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ١ \times ١٧,٦ = ١٨ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ٢ \times ١٧,٦ = ٣٥ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ٤ \times ١٧,٦ = ٧٠ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ٨ \times ١٧,٦ = ١٤٢ \text{ وحدة}$$

وبالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان يمكن استخراج حدود كل فئة من فئات
 الكثافة كما يوضحها الشكل رقم ١٥. ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور كيفية
 تزايد عدد الوحدات التوزيعية وامتداد كل فئة في الفئات العليا. وهذا من طبيعة المتوالية
 الهندسية، حيث نجد أن المناطق الكثيفة السكان قد ظهرت بشكل واضح في هذا الشكل.

٨ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متزايدة

يوضح الشكل رقم ١٦ توزيع كثافة السكان حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متزايدة increasing ratio. ويتحقق هذا التزايد بنسبة متزايدة عن طريق اختيار أساس المعادلة القيمة (ن) لأنها بطبيعتها متزايدة وليست ثابتة كما كان الحال في التصنيف السابق حيث كانت القيمة المستخدمة ثابتة وهي رقم (٢). وبتطبيق المعادلة الخاصة بالمتوالية الهندسية باستخدام القيمة (ن) يمكن تصنيف فئات الكثافة على النحو التالي:

$$ح_ر = ا_ن - ١ \dots \dots \dots (٣)$$

حيث إن

$$١ = ١$$

$$، ر = ن$$

$$، ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤$$

$$\therefore ح_١ = (١) (٢) = ١$$

$$، ح_٢ = (١) (٢) = ٢$$

$$، ح_٣ = (١) (٣) = ٩$$

$$، ح_٤ = (١) (٢) = ٦٤$$

$$\therefore مع ح_ر = ١ + ٢ + ٩ + ٦٤ = ٧٦$$

وبالتعويض في (١) نجد أن:

$$٢٦٥ = صفر + ٧٦ س$$

$$\therefore س = ٣,٤٨٦$$

وبهذا يصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي:

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ٣,٤٨٦ \times ١ = ٤ \text{ وحدات}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ٣,٤٨٦ \times ٢ = ٦ \text{ وحدات}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ٣,٤٨٦ \times ٩ = ٣٢ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ٣,٤٨٦ \times ٦٤ = ٢٢٣ \text{ وحدة}$$

وبالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان يمكن الحصول على حدود كل فئة من فئات الكثافة وامتدادها كما هو موضح في الشكل رقم ١٦. ويلاحظ أن هذا التصنيف أدى

إلى ضم معظم الوحدات التوزيعية ضمن الفئة العليا ولم يتح الفرصة لفئات الكثافة الأخرى ذات المدى المنخفض أن يستوعب عدداً كبيراً من الوحدات التوزيعية أو تغطي مساحة واضحة على الخريطة .

٩ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متناقصة

إن تصنيف الفئات حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متناقصة decreasing ratio . يتيح فرصة أفضل من التصنيفين السابقين لتمثيل درجات مختلفة من الكثافة مع استمرار التزايد في الفئات . ويوضح الشكل رقم ١٧ كيفية تطبيق هذا التصنيف باستخدام معادلة المتوالية الهندسية السابقة وهي :

$$ح_r = ا_r ن - ١ \dots \dots \dots (٣)$$

ولكننا هنا نحاول التخفيف من معدل التزايد فبدلاً من استخدام القيمة (ن) كما تم التصنيف السابق تستخدم القيمة $\frac{ن}{١-ن}$ فتصبح محصلة المعادلة :

$$١ = ١$$

$$\frac{ن}{١-ن} = ح_r$$

$$١ = ١, ٢, ٣, ٤$$

$$١ = ح_١ = (١) (١)$$

$$٢ = ح_٢ = (٢) (١)$$

$$٢, ٢٥ = ح_٣ = \left(\frac{٣}{٢}\right) (١)$$

$$٢, ٣٧ = ح_٤ = \left(\frac{٤}{٣}\right) (١)$$

$$٧, ٦٢ = ح_٥ = ١ + ٢ + ٢, ٢٥ + ٢, ٣٧$$

وبالتعويض في (١) نجد أن :

$$٢٦٥ = صفر + ٧, ٦٢ س$$

$$٣٤, ٦ = س$$

فيصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي :

$$\begin{aligned} \text{عدد وحدات الفئة الأولى} &= 1 \times 34,6 = 35 \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثانية} &= 2 \times 34,6 = 69 \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثالثة} &= 3 \times 34,6 = 104 \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الرابعة} &= 4 \times 34,6 = 138 \text{ وحدة} \end{aligned}$$

وتحدد حدود كل فئة حسب الترتيب الوارد في جدول كثافة السكان. ويتضح من الرسم البياني الملحق بالشكل رقم ١٧ كيفية تزايد عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة بشكل أكثر تناسقاً مما في التصنيفين السابقين القائمين على فكرة المتوالية الهندسية.

١٠ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتناقص بنسبة منتظمة

قد يحتاج مصمم الخريطة إلى إبراز تفاصيل الوحدات ذات الكثافة المنخفضة فيلجأ إلى تطبيق المتوالية الهندسية ولكن بشكل متناقص. وقد يكون معدل التناقص منتظماً أو غير منتظم وفي تصنيفنا هذا نعرض لحالة استخدام معدل يتناقص بنسبة منتظمة. ويوضح الشكل رقم ١٨ تطبيقاً لهذا التصنيف وفقاً لقيمة ثابتة للمعامل (ر) ولكنه متناقص على النحو التالي:

$$ح_r = 1 - r \cdot n \dots \dots \dots (3)$$

وحيث إن

$$1 = 1$$

$$,ر = \frac{1}{4}$$

$$,ن = 1, 2, 3, 4$$

$$\therefore ح_1 = 1 - \left(\frac{1}{4}\right) (1) = 0,75$$

$$,ح_2 = 1 - \left(\frac{1}{4}\right) (2) = 0,50$$

$$,ح_3 = 1 - \left(\frac{1}{4}\right) (3) = 0,25$$

$$,ح_4 = 1 - \left(\frac{1}{4}\right) (4) = 0,00$$

$$\therefore \text{مجموع } ح_r = 0,75 + 0,50 + 0,25 + 0,00 = 1,50$$

وبالتعويض في (١) نجد أن :

$$٢٦٥ = \text{صفر} + ١,٨٧٥ \text{ س}$$

$$\therefore \text{س} = ١٤١,٣$$

فيصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي :

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ١ \times ١٤١,٣ = ١٤١ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ٠,٥ \times ١٤١,٣ = ٧١ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ٠,٢٥ \times ١٤١,٣ = ٣٥ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ٠,١٢٥ \times ١٤١,٣ = ١٨ \text{ وحدة}$$

وبهذا يمكن تحديد مدى كل فئة من الفئات الأربع بالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان. ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل المذكور كيفية تناقص عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة ولكن بمعدل منتظم.

١١ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتناقص بنسبة متزايدة

يمكن تطبيق معادلة المتوالية الهندسية المتناقصة ولكن بشكل يعكس تزايد نسبة التناقص. ويوضح الشكل رقم ١٩ توزيع كثافة السكان حسب متوالية هندسية تتناقص بنسبة متزايدة. ويتحقق هذا التناقص المتزايد باستخدام قيمة متزايدة للمعامل (ر) على شكل القيمة $\frac{1}{n}$. وتم تصنيف فئات الكثافة في هذا الشكل على النحو التالي :

$$ح_r = ا_r n - ١ \dots \dots \dots (٣)$$

بحيث إن

$$١ = ١$$

$$\frac{1}{n} = ر$$

$$١, ٢, ٣, ٤ = n$$

$$\therefore ح_١ = ١ = (١) (١) = ١,٠$$

$$ح_٢ = ١ = \left(\frac{1}{2}\right) (١) = ٠,٥$$

$$\begin{aligned} ٠,١١١ &= \frac{1}{9} = {}^2\left(\frac{1}{3}\right) (١) = ح٣ ، \\ ٠,٠١٦ &= \frac{1}{٦٤} = {}^٣\left(\frac{1}{٤}\right) (١) = ح٤ ، \\ ١,٦٢٧ &= ٠,٠١٦ + ٠,١١١ + ٠,٥ + ١ = \text{مع ح ر} ، \end{aligned}$$

وبالتعويض في (١) نجد أن:

$$٢٦٥ = \text{صفر} + ١,٦٢٧ \text{ س}$$

$$١٦٢,٩ = \text{س} .$$

ومن هنا يصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي:

$$\begin{aligned} \text{عدد وحدات الفئة الأولى} &= ١ \times ١٦٢,٩ = ١٦٣ \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثانية} &= ٠,٥ \times ١٦٢,٩ = ٨١ \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الثالثة} &= ٠,١١١ \times ١٦٢,٩ = ١٨ \text{ وحدة} \\ \text{عدد وحدات الفئة الرابعة} &= ٠,٠١٦ \times ١٦٢,٩ = ٣ \text{ وحدات} \end{aligned}$$

ثم نستخرج حدود كل فئة باستخدام جدول ترتيب كثافة السكان على النحو الموضح في الخريطة المذكورة. ويوضح الرسم البياني الملحق بالشكل التناسب العكسي بين عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة وبين مداها.

١٢ - التصنيف حسب متوالية هندسية تتناقص بنسبة متناقصة

قد يطبق المصمم فكرة المتوالية الهندسية المتناقصة ولكن بنسبة يتناقص فيها انخفاض قيم المتوالية. ومن هنا فإن المعامل (ر) يعطي قيمة عكس القيمة التي سبق إعطاؤها للتزايد المتناقص فتصبح قيمة (ر) في هذا التصنيف هي $\frac{١-ن}{ن}$. ويوضح الشكل رقم ٢٠ تطبيق هذه المتوالية على خريطة الكثافة على النحو التالي:

$$\text{ح ر} = \frac{١-ن}{ن} \dots \dots \dots (٣)$$

حيث إن

$$\begin{aligned} ١ &= ١ \\ \frac{١-ن}{ن} &= ر \end{aligned}$$

$$٤, ٣, ٢, ١ = ن$$

$$١, ٠ = ١ = {}^٠(٠) (١) = ح, ٠$$

$$٠, ٥ = \frac{١}{٢} = {}^١(\frac{١}{٢}) (١) = ح, ٠$$

$$٠, ٤٤٤ = \frac{٤}{٩} = {}^٢(\frac{٢}{٣}) (١) = ح, ٠$$

$$٠, ٤٢٢ = \frac{٢٧}{٦٤} = {}^٣(\frac{٣}{٤}) (١) = ح, ٠$$

$$٢, ٣٦٦ = ٠, ٤٢٢ + ٠, ٤٤٤ + ٠, ٥ + ١, ٠ = ح, ٠$$

وبالتعويض في (١) نجد أن :

$$٢٦٥ = صفر + ٢, ٣٦٦ س$$

$$١١٢ = س$$

فتصبح عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة من فئات الكثافة على النحو التالي :

$$\text{عدد وحدات الفئة الأولى} = ١, ٠ \times ١١٢ = ١١٢ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثانية} = ٠, ٥ \times ١١٢ = ٥٦ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الثالثة} = ٠, ٤٤٤ \times ١١٢ = ٥٠ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد وحدات الفئة الرابعة} = ٠, ٤٢٢ \times ١١٢ = ٤٧ \text{ وحدة}$$

وبالرجوع إلى جدول ترتيب فئات كثافة السكان يمكن الحصول على مدى كل فئة كما هو موضح في الشكل المذكور. كما يوضح الرسم البياني الملحق بهذا الشكل كيفية تدرج عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة بشكل متناقص ولكن هذا التناقص ليس حاد الشكل أو سريع المعدل.

ب - التصنيف البياني

يقصد بالتصنيف البياني graphic technique^(٢٩) هو استخراج حدود فئات الكثافة من واقع الرسوم البيانية الممثلة لبيانات الكثافة بطرق بيانية متنوعة. وطبيعة التوزيع البياني تعكس فواصل في نمط التوزيع، فليس هناك منحني ممهّد بشكل تام. ويمكن

للكارتوجرافي المتمرس ملاحظة هذه الفواصل من خلال الكثير من الرسوم البيانية ولكن أكثرها أهمية وفائدة في هذا المجال المدرج والمنحني التكراري .

١ - التصنيف حسب الفواصل الطبيعية

يعتمد التصنيف حسب الفواصل الطبيعية natural breaks على استخراج حدود فئات الكثافة من واقع مضع تكراري يمثل بياناتها . ويوضح الشكل رقم ٢١ كيفية استخراج الفواصل الطبيعية لكثافة السكان . ويوضح المحور السيني كثافة السكان وفقاً لجدول ترتيب كثافة السكان المستخدم في هذا البحث ويوضح المحور الصادي التكراري أي عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة توزيعية وهي هنا ٢ نسمة/كم^٢ . فمثلاً يتضح من الرسم أن عدد الوحدات التي تقل كثافتها عن ٢ نسمة/كم^٢ يبلغ ٩٣ وحدة توزيعية ، والفئات التي تتراوح كثافتها بين ٢ ، ٤ نسمة/كم^٢ يبلغ عددها ٤٣ وحدة وهكذا . وبعد إتمام التوزيع البياني يمكن لمصمم الخريطة أن يستخرج الفواصل التي يلاحظ أن نمط الانحدار عندها يتغير بشكل واضح . وهذه الفواصل هي ما يطلق عليها الفواصل الطبيعية . وتختار هذه الفواصل في حدود عدد الوحدات التي تضمها خريطة الكثافة . ويلاحظ من الرسم البياني اختيار الفواصل الطبيعية ٢ ، ٨ ، ٣٠ ، لتكون الحدود بين فئات الكثافة في الخريطة .

وتوضح الخريطة في الشكل رقم ٢٢ توزيع كثافة السكان في المملكة العربية السعودية وفقاً لفئات حددت حسب الفواصل الطبيعية السابقة والتي استخرجت من الرسم البياني على النحو التالي :

- أ (٠,٠١ - ٢ .
- ب (٢,٠٠ - ٨ .
- ج (٨,٠٠ - ٣٠ .
- د (٣٠,٠٠ فأكثر

ويوضح الرسم البياني الملحق بهذا الشكل عدد الوحدات التوزيعية التي تضمها كل فئة وهي تعكس تسلسلاً معقولاً في أعدادها بالنسبة إلى درجة كثافة كل فئة. ويبدو هذا التوزيع المعقول واضحاً على خريطة الكثافة ذاتها. كما يوضح الرسم البياني عدم تساوي طول الفئات أو امتدادها. فالفئات هنا غير متساوية ولكن عدم التساوي يعتمد على خبرة المصمم في اختيار الفواصل بين كل فئة وفقاً لعدد فئات الكثافة المطلوب تمثيلها على الخريطة.

٢ - التصنيف من المنحنى المتجمع الصاعد

يمكن استخراج حدود فئات توزيع الكثافة من المنحنى المتجمع الصاعد -cumulative frequency curve الذي يمكن رسمه بعد ترتيب بيانات كثافة السكان الخاصة بالوحدات التوزيعية ترتيباً تصاعدياً في جدول خاص وذكر مساحة كل وحدة منها ثم حساب المساحة المتجمعة لهذه الوحدات. ويوضح الشكل رقم ٢٣ المنحنى المتجمع الصاعد لكثافة السكان في المملكة العربية السعودية. (٣٠) ومن هذا المنحنى يمكن لمصمم خريطة الكثافة أن يحصل على الحدود التي تفصل بين الفئات. وكما يتضح من الرسم فقد اختيرت هذه الحدود عند النقط التي يتخذ فيها المنحنى مساراً مختلفاً وكانت هذه الحدود عند كثافة ٢، ١٠، ٥٠. وبالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان في المملكة العربية السعودية يمكن حصر الوحدات التوزيعية التي تندرج ضمن كل فئة من فئات الكثافة.

وتوضح الخريطة في الشكل رقم ٢٤ توزيع كثافة السكان حسب الفئات المستخرجة من المنحنى المتجمع الصاعد. وقد ضمت الفئة الأولى كل الوحدات التوزيعية التي تقل كثافة السكان بها عن ٢ نسمة/كم^٢ وعددها ٩٣ وحدة. وهي الوحدات نفسها المثلة في التصنيف السابق (الشكل رقم ٢٢). أما الفئة الثانية وهي فئة ٢، ١٠ - ١٠ فقد ضمت ٩١ وحدة وضمت الفئة الثالثة ٦٠ وحدة وضمت الفئة الرابعة ٢١ وحدة. ويوضح الرسم البياني الملحق بهذا الشكل عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة وكذلك مدى كل فئة منها. وهذا التصنيف يخفف بعض الشيء من تركيز الكثافات العليا كلها في فئة واحدة.

وكما سبق التوضيح في التصنيف السابق فإن استخراج حدود الفئات من الرسم البياني يتأثر بالحكم الشخصي لمصمم الخريطة إلى حد ما، فتحديد فواصل التوزيع الممثلة بالإنحدارات والخافات على المنحنى البياني والتي يدل ظهورها على وجود تجمعات غير عادية لقيم كثافة السكان، يعتمد على مصمم الخريطة، ويمكن لكل مصمم اختيار فواصل مختلفة حسب تحليله للمنحنى، ويتوقف توفيق المصمم على طبيعة المنحنى ذاته، فقد يكون المنحنى كثير التعاريج أو ممهدا بشكل واضح كما هو الحال في كثافة السكان في المملكة العربية السعودية مما يشكل صعوبة عند اختيار هذه الفواصل.

٣ - التصنيف من المنحنى النازل

يعتمد هذا التصنيف على استخراج حدود فئات الكثافة من المنحنى النازل -clinog- raphic curve ويوضح الشكل رقم ٢٥ هذا المنحنى حيث تمثل كثافة السكان على المحور الرأسي والنسبة المئوية للمساحة التي تغطيها كل كثافة على المحور الأفقي، بعد حساب هذه النسبة من إجمالي مساحة الدولة. وتم استخراج حدود الفئات من المنحنى كما يلي: ٢، ٣٠، ١٥٠ نسمة/كم^٢. ويعتمد مقدار توفيق مصمم الخريطة في هذا التحديد على الضوابط نفسها التي ذكرت في التصنيفين البيانيين السابقين.

ويوضح الشكل رقم ٢٦ توزيع كثافة السكان وفقاً لفئات من المنحنى النازل. وقد تم إبراز فئات الكثافة المنخفضة وإعطاؤها فرصة أكبر للظهور على الخريطة. فقد ضمت الفئة الثانية (٢،٠٠ - ٣٠) ١٣٩ وحدة بينما انخفض عدد وحدات الفئة العليا (١٥٠ فأكثر) إلى أربع وحدات فقط. ويوضح الرسم البياني الملحق بهذا الشكل عرضاً لعدد الوحدات التوزيعية في كل فئة وكذلك مدى كل فئة حيث يلاحظ أن توزيع المدى أكثر تناسقاً من التصنيفين السابقين ويحتاج هذا التصنيف إلى عمليات حسابية كثيرة لتجميع مساحة كل فئة، ثم النسبة المئوية لهذه المساحات. ولكن استخدام الآلية في حساب البيانات، بل وفي رسمها الآن، يسهل مهمة مصمم الخريطة.

رابعاً: التصنيف الترتيبي

يعتمد هذا التصنيف على استخدام المقياس الترتيبي ordinal scaling للبيانات. ويقصد به أن يتم عرض البيانات من واقع خريطة الكثافة بشكل مرتب يسهل على قارىء

الخريطة مهمته مهما كانت خبرته الكارتوجرافية. وسنقتصر هنا على عرض أكثر هذه التصنيفات شيوعاً.

التصنيف حسب فئات وصفية

يقصد بالفئات الوصفية descriptive categories^(٣١) أن يتم عرض فئات الكثافة على قارىء الخريطة بشكل وصفي وليس بشكل رقمي ليسهل عليه استيعابها. ويوضح الشكل رقم ٢٧ توزيع كثافة السكان وفقاً للفئات الوصفية. ولكن يجب أن يلاحظ هنا أن هذا العرض الوصفي يقتصر على القارىء فقط ولا ينسحب على المصمم، وإلا كان التصنيف عشوائياً وهو مالا يوصى به. فإذا كان الشكل المذكور يعرض فئات وصفية للقارىء إلا أن لكل فئة من هذه الفئات حدود رقمية وتضم وحدات توزيعية أحكم حصرها وفقاً للنظام التالي:

(أ) استخدمت فكرة المتوالية الحسابية للحصول على عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة مرتبة ترتيباً يتناسب مع جدول ترتيب كثافة السكان وتعتمد المتوالية على اختيار أساسي ثابت لها. وبعد تجارب عدة تم اختيار القيمة (٣٣) كأساس للمتوالية. فأصبح مفهوم المتوالية الحسابية هنا:

$$١ = ١ ، الأساس (د) = ٣٣$$

(ب) حسب المتوالية إذن على النحو التالي:

$$١ + ٣٣ = ٣٤$$

$$١ + ٦٦ = ٦٧$$

$$١ + ١٣٢ = ١٣٣$$

$$١ + ٢٦٤ = ٢٦٥$$

أي أن ترتيب الوحدات في كل فئة حسب جدول ترتيب كثافة السكان كمايلي: تضم الفئة الأولى الـ ٣٤ وحدة الواقعة في بداية الجدول، وتضم الفئة الثانية الوحدات حتى الـ ٦٧ وتضم الفئة الثالثة الوحدات حتى الـ ١٣٣ وتضم الفئة الرابعة حتى نهاية الجدول.

(ج) بالرجوع إلى جدول ترتيب كثافة السكان نجد أن حدود فئات الكثافة تصبح على النحو التالي:

(١) ٠,٠١ - ٣,٦٤ نسمة/كم^٢

٣,٩٤ - ١٣,١٨ نسمة/كم^٢

(٣) ١٣,٢٥ - ٢٩,٧١ نسمة/كم^٢

(٤) ٢٩,٨٦ - ٣٩٩,١ نسمة/كم^٢

(د) يوضح الرسم البياني الملحق بهذه الخريطة عدد الوحدات التوزيعية في كل فئة وهو على الترتيب: ١٣٢، ٦٦، ٣٣، ٣٤ وحدة توزيعية.

(هـ) يلاحظ أن الرسم البياني المذكور لم يوضح امتداد الفئة وهذا بالنسبة للقارىء لأن الفئات في هذا الشكل وصفية أما بالنسبة للمصمم فامتداد الفئات موضح في البند (ج).

(و) تم التعبير عن قيم الكثافة المحسوبة في البند (ج) بشكل وصفي كما هو موضح في الخريطة.

خاتمة

يتضح مما سبق أن تمثيل قيم الكثافة على خريطة التوزيعات يمكن أن يتم بصور متعددة وكل منها يمكن تبريره كارتوجرافيا. وفي العرض السابق استخدمنا نوعاً واحداً من الوحدات التوزيعية وهي الوحدات الإدارية. ولكن مع تغيير هذه الوحدات إلى وحدات توزيعية أخرى يمكن الحصول من التصانيف السابقة نفسها على أضعاف هذا العدد من خرائط الكثافة المعتمدة على جدول واحد لا يتغير. فأى التصنيفات أكثر دقة؟

لا يمكن الوصول إلى إجابة محددة لهذا التساؤل. ولكن لا بد أن يدفعنا هذا التنوع المثير في خرائط الكثافة إلى إعطاء مزيد من الاهتمام لتصميم الخرائط عمومًا. فالمجال الحالي لعلم الخرائط هو تصميم الخرائط بهدف توصيل رسالة معينة إلى القارىء، أو ما يعرف بنظرية التوصيل والتصميم cartographic communication and design. وفي هذا المجال

يجب التمييز بين التصميم design - وهي مهمة لا تناط إلا بالكارتوجرافي المتمرس - وبين تنفيذ execution الخريطة - هو ما يمكن أن يعهد به إلى الرسام . فقد تبين أن تصميم الخريطة يعتمد على تقويم النتائج التي تعكسها الخريطة وفقاً لطبيعة تصميمها . فلا يجب أن يتم تنفيذ الخريطة بمعزل عن الموضوع الذي تخدمه حتى يمكن الاستفادة بها كأداة للبحث الجغرافي ووسيلة إيضاح ممتازة . وتحقق هذه الفائدة المطلوبة عن طريق إعطاء اهتمام مكثف بتصميم الخرائط فعلم الخرائط يتجه الآن صوب علم الخرائط التحليلي analytical cartography حيث يتم مسبقاً تحليل النتائج المتوقعة من الخريطة ، وبحث مدى كفاءة تصميمها في توصيل معلومات محددة إلى القارئ ويزداد هذا الاتجاه وضوحاً بعد التوسع في استخدام الحاسب الآلي في إعداد الخرائط المعروفة بخرائط الحاسب الآلي -com. puter - assisted cartography

جدول رقم ١ . كثافة السكان في المملكة العربية السعودية ١٣٩٤هـ / ١٩٧٤م مرتبة من الأدنى إلى الأعلى .

المرتبة	الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
١	مركز الطلعة	تبوك	٣٣٥٤	٠,٠١
٢	الهوج	القريات	١٦٥١٢	٠,٠١
٣	مغیراء الطبیق	القريات	٩٨٠٤	٠,٠١
٤	بنیان	الرياض	٢٠٦٤	٠,٠٢
٥	العقیر	الشرقية	٢٥٨٠٠	٠,٠٢
٦	المنخلي	نجران	٣٦١٢٠	٠,٠٣
٧	حدوج	القريات	١٢٩٠	٠,٠٦
٨	جديدة عرعر	الحدود الشمالية	٦٤٥٠	٠,٠٨
٩	الودیعة	نجران	٤٤٣٧٦	٠,١١
١٠	قراقر	القريات	٢٣٢٢	٠,١٢
١١	میعوع	الجوف	٢٠٦٤	٠,١٥
١٢	القویعة	الرياض	٣١٤٧٦	٠,١٧
١٣	الوکید	نجران	٧٢٢٤	٠,١٩
١٤	الجیفاویة	تبوك	٣٠٩٦	٠,٢٠
١٥	جبة	حائل	١٨٥٧٦	٠,٢١
١٦	معقلا	الشرقية	٧٩٩٨	٠,٢١
١٧	شسرورة	نجران	٣١٩٩٢	٠,٢٣
١٨	طلعة عمار	الجوف	٣٦١٢	٠,٢٣
١٩	المروت	الجوف	٧٤٨٢	٠,٢٤
٢٠	الأخضر	تبوك	٣٠٩٦	٠,٢٧
٢١	البنك أبو قصر	الجوف	١٩٠٩٢	٠,٢٧
٢٢	حالة عمار	القريات	٨٧٧٢	٠,٢٨
٢٣	لوقة	الشمالية	١٥٩٩٦	٠,٢٩
٢٤	زلوم	الجوف	١٢٩٠	٠,٣١
٢٥	القيصومة	الشرقية	١١٠٩٤	٠,٣٢
٢٦	حرض	الشرقية	٢٦٨٣٢	٠,٣٤
٢٧	خريص	الشرقية	١٥٧٣٨	٠,٣٦

تابع جدول رقم (١)

المرتبة	الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٢٨	القلبية	تبوك	٦٧٠٨	٠,٣٦
٢٩	السلييل	الرياض	٤٢٥٧٠	٠,٣٦
٣٠	العسافية	الجوف	٤٣٨٦	٠,٤١
٣١	ظلم	مكة	٦١٩٢	٠,٤١
٣٢	العيساوية	القريات	٥٤١٨	٠,٥١
٣٣	نطاع	الشرقية	١٦٢٥٤	٠,٥٣
٣٤	طريف	الحدود الشمالية	٢٢٩٦٢	٠,٥٨
٣٥	العينية	تبوك	١٥٤٨	٠,٦٠
٣٦	الأفلاج	الرياض	٥١٦٠٠	٠,٦٠
٣٧	الرقعي	الشرقية	٥١٦٠	٠,٦١
٣٨	حا	نجران	٢٥٨٠	٠,٦٢
٣٩	عين دار	الشرقية	١٥٤٨٠	٠,٦٢
٤٠	الكاف	القريات	١٢٩٠	٠,٦٢
٤١	تيماء	تبوك	٢٤٧٦٨	٠,٦٣
٤٢	الدويد	الحدود الشمالية	١٠٥٧٨	٠,٦٤
٤٣	العضيلية	الشرقية	٤٣٨٦	٠,٦٤
٤٤	سلوى	الشرقية	١٢٣٨٤	٠,٦٦
٤٥	النعيرية	الشرقية	١١٣٥٢	٠,٧١
٤٦	وادي الدواسر	الرياض	٤٧٧٣٣٠	٠,٧٢
٤٧	الصويدرة	المدينة المنورة	١١٨٦٨	٠,٧٤
٤٨	لينة	الحدود الشمالية	١٤٤٤٨	٠,٨١
٤٩	أم رضة	الحدود الشمالية	٧٩٩٨	٠,٨٤
٥٠	سماح	الحدود الشمالية	٣٠٩٦	٠,٨٥
٥١	دمج	تبوك	٢٠٦٤	٠,٨٦
٥٢	المعاينة	الحدود الشمالية	٣٠٩٦	٠,٨٨
٥٣	العين	عسير	٧٤٨٢	٠,٨٩

تابع جدول رقم (١)

المرتبة	الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٥٤	المايية	القريات	٧٧٤	٠,٩٢
٥٥	تربة	حائل	٨٧٧٢	٠,٩٩
٥٦	نصاب	الحدود الشمالية	٥١٦	١,٠٣
٥٧	فجر	تبوك	٢٥٨	١,٠٤
٥٨	رماح	الرياض	١٢٣٨٤	١,٠٩
٥٩	حزم الجلاميد	الحدود الشمالية	١٥٤٨	١,١٢
٦٠	الخرمة	مكة	١٩٨٦٦	١,١٤
٦١	ثادق	الرياض	٥١٦٠	١,١٥
٦٢	الحريق	الرياض	٦٩٦٦	١,١٥
٦٣	الدفينة	مكة	٥١٦٠	١,١٥
٦٤	الحسو	المدينة المنورة	٧٤٨٢	١,١٦
٦٥	البديعة	تبوك	٢٨٣٨	١,٢٢
٦٦	المويه	مكة	٩٨٠٤	١,٢٨
٦٧	الطيرى	الجوف	٢٣٢٢	١,٢٩
٦٨	موقت	حائل	١٧٠٢٨	١,٣٠
٦٩	دومة الجندل	الجوف	٢٥٨٠	١,٣٠
٧٠	السفانية	الشرقية	٥١٦٠	١,٣٠
٧١	المهد	المدينة المنورة	٢٥٥٤٢	١,٤٠
٧٢	تثليث	عسير	١٧٠٢٨	١,٤٠
٧٣	الحضراء	نجران	٣٠٩٦	١,٤٠
٧٤	الغزالية	حائل	٤٢١٨	١,٤٤
٧٥	ضرغط	حائل	٥٦٧٦	١,٤٧
٧٦	البدع	تبوك	٤١٢٨	١,٤٧
٧٧	العويقيلية	الحدود الشمالية	٥١٦٠	١,٤٨
٧٨	رفحاء	الحدود الشمالية	١٠٨٣٦	١,٤٨
٧٩	الشرف	تبوك	٣٣٥٤	١,٥١

تابع جدول رقم (١)

المرتبة	الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٨٠	ضباء	تبوك	١٣١٥٨	١,٥٩
٨١	الغاط	الرياض	٢٥٨٠	١,٦٠
٨٢	قبه	حائل	٩٠٣٠	١,٦١
٨٣	سكاكا	الجوف	١٩٠٩٢	١,٦٨
٨٤	خيبر	المدينة المنورة	١٨٥٧٦	١,٧٣
٨٥	القحمة	جيزان	١٢٩٠	١,٧٤
٨٦	الخاصرة	الرياض	١٧٥٤٤	١,٧٨
٨٧	الحناكية	المدينة المنورة	١٢١٢٦	١,٧٩
٨٨	الكهفة	حائل	٢٥٨٠	١,٨٤
٨٩	المجمعة	الرياض	٢٣٧٣٦	١,٨٧
٩٠	شقرى	تبوك	٥٦٧٦	١,٩٢
٩١	العلا	المدينة المنورة	٢٣٧٣٦	١,٩٧
٩٢	هدادة	نجران	٧٧٤	١,٩٩
٩٣	الحفير	حائل	٢٠٦٤	١,٩٩
٩٤	إمارات الجنوب الغربي	القصيم	٦٧٠٨	٢,٠٣
٩٥	رنية	مكة	١٢٣٨٤	٢,٠٣
٩٦	السليمي	حائل	٦٩٦٦	٢,١٠
٩٧	المزاحمية	الرياض	٣٣٥٤	٢,١٤
٩٨	الوجه	تبوك	٩٠٣٠	٢,٢١
٩٩	مرات	الرياض	٤١٢٨	٢,٢٤
١٠٠	سامودة	الحدود الشمالية	٢٣٢٢	٢,٣٠
١٠١	بقعاء	حائل	١١٨٦٨	٢,٤٢
١٠٢	الحنى	الشرقية	٧٧٤	٢,٤٦
١٠٣	الشويمحية	الجوف	٢٥٨٠	٢,٥٠
١٠٤	نيرا	الباحة	١٢٩٠	٢,٥٢
١٠٥	عفيف	الرياض	٢٦٠٥٨	٢,٥٤

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
١٠٦	السبعان	٣٠٩٦	٢,٥٨
١٠٧	سميرا	٤١٢٨	٢,٦٣
١٠٨	إمارات الشمال الغربي	١٣١٥٨	٢,٦٦
١٠٩	حقل	٣٠٩٦	٢,٦٨
١١٠	شعبة نصاب	٢٦١٢	٢,٦٨
١١١	العينة	٧٧٤	٢,٧٤
١١٢	المليح	٣٦١٢	٢,٨٤
١١٣	حوظة بني تميم	٦٩٦٦	٢,٨٤
١١٤	يدمة	٣٠٩٦	٢,٨٧
١١٥	البرك	١٨٠٦	٢,٩٥
١١٦	أم لج	٩٨٠٤	٣,٠٠
١١٧	عرعر	١١٠٩٤	٣,٠١
١١٨	الحشر	٩٥١	٣,١٠
١١٩	الحصينية	٢٠٦٤	٣,١٢
١٢٠	ضرما	١٨٠٦	٣,٤٠
١٢١	ينبع	١٩٨٦٦	٣,٤٧
١٢٢	الدوادمي	٢٩٤١٢	٣,٥١
١٢٣	المضة	٣٠٩٦	٣,٥٦
١٢٤	إمارات الشمال الشرقي	٤٦٤٤	٣,٥٨
١٢٥	الخليفة	٣٨٧٠	٣,٥٨
١٢٦	مدركة	٢٨٣٨	٣,٦٣
١٢٧	الأمواه	٤١٢٨	٣,٦٤
١٢٨	فرسان	٩٠٣	٣,٧٠
١٢٩	شلبا	٣٠٦	٣,٧٨
١٣٠	تربة	١٠٥٧٨	٣,٧٩
١٣١	رابغ	٧٩٩٨	٣,٨٩

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
١٣٢	حريملاء	١٥٤٨	٣,٩٣
١٣٣	قائمقام مكة	٧٤٨٢	٣,٩٤
١٣٤	بدر الجنوب	١٢٩٠	٣,٩٤
١٣٥	خيماش	٢٥٨٠	٣,٩٧
١٣٦	الحديثة	٢٠٠	٤,٠٢
١٣٧	الروضة	١٤٥٨	٤,٠٤
١٣٨	الزلفي	٥٤١٨	٤,٠٥
١٣٩	الخرج	١٨٠٦٨	٤,٠٨
١٤٠	أم خنصر	١٠٣٢	٤,١٠
١٤١	الحائر	٧٧٤	٤,١٣
١٤٢	المضيق	٥١٦	٤,٢٢
١٤٣	عنازة والجهاجم	٢٣٠	٤,٢٢
١٤٤	عتود	٤٩٩	٤,٥٠
١٤٥	شقراء	٤١٢٨	٤,٦٠
١٤٦	بدر	٩٢٨٨	٤,٦٥
١٤٧	إمارات الإقليم الجنوبي	١١٣٥٢	٤,٦٧
١٤٨	الليث	٩٨٠٤	٤,٦٩
١٤٩	وادي الفرع	٢٥٨٠	٤,٧٦
١٥٠	طبرجل	٢٥٨	٤,٨٥
١٥١	الجيليل	١٧٤٤	٥,٠٠
١٥٢	بقيق	٤٩٠٢	٥,٠٥
١٥٣	ثار	١٢٩٠	٥,٠٧
١٥٤	الموفجة	٦٧٧	٥,٢٩
١٥٥	الجرشيف	٢٨٠	٥,٣٠
١٥٦	طابة	٣٠٩٦	٥,٤٣
١٥٧	بسارق	٢٥٨٠	٥,٥٠

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
١٥٨	العريب وطريب	١٥٤٨	٥,٦٦
١٥٩	أبيار الماشي	٣٠٩٦	٦,٠٠
١٦٠	بئر عسكر	٢٧٤	٦,٠٢
١٦١	الشرائع	٥١٦	٦,٠٤
١٦٢	المجمع	٢٤٠	٦,٠٥
١٦٣	الكامل	٢٨٣٨	٦,٠٥
١٦٤	إمارات الإقليم الشمالي	٣٨٧٠	٦,١٨
١٦٥	الشقيق	٧٧٤	٦,٢٠
١٦٦	درب بني شعبة	١٢٩٠	٦,٣٠
١٦٧	العقيق	٢٥٨٠	٦,٥٠
١٦٨	القطيحة	٧٧٤	٦,٦٩
١٦٩	عرقه	٢٥٨	٦,٨٣
١٧٠	بيشة	١٩٠٩٢	٧,٠٦
١٧١	بيدة	١٠٣٢	٧,٠٩
١٧٢	الضيبة	٢٠٦٤	٧,١٥
١٧٣	حذاء	٥١٦	٧,٢٥
١٧٤	الفريش	١٥٤٨	٧,٢٩
١٧٥	القريع	١٢٩٠	٧,٧٦
١٧٦	الجموم	٣٠٩٦	٧,٨٤
١٧٧	الريث	٩٨٣	٧,٨٧
١٧٨	الغطفط	٢١٠	٧,٩٧
١٧٩	الدرعية	٧٧٤	٨,٤٢
١٨٠	المضايا	٦٢٩	٨,٦٢
١٨١	ضاوان	٢٥٨	٨,٨٨
١٨٢	ظهران الجنوب	٣٠٩٦	٩,٤٥
١٨٣	العظيم	١٠٣٢	٩,٥٤

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
١٨٤	وادي بن مشبل	١٠٣٢	٩,٦١
١٨٥	خليص	١٨٠٦	١٠,٠١
١٨٦	المستجدة	٧٧٤	١٠,٠٢
١٨٧	الحائط	٩٢٨٨	١٠,٠٨
١٨٨	قرية	١٠٣٢	١٠,٥٩
١٨٩	إمارات الإقليم الجنوبي الشرقي	٤٩٠٢	١٠,٨٥
١٩٠	الحجرة	٧٧٤	١٠,٩٣
١٩١	بلغازي	٩٣٥	١١,٠٣
١٩٢	بلحمر	١٠٣٢	١١,٣٦
١٩٣	العريسة	٣٥٤	١١,٨٨
١٩٤	الموسم	٣٧٠	١٢,٠٠
١٩٥	المعاين	٢٣٠	١٢,٠٨
١٩٦	حائل	٤٩٠٢	١٢,١٧
١٩٧	العالية	٥١٥	١٢,٤٧
١٩٨	الفرشة	٧٧٤	١٣,١٨
١٩٩	يعرى	٧٧٤	١٣,٢٥
٢٠٠	شعف شهران	٧٧٤	١٣,٨٧
٢٠١	إمارات الإقليم الأوسط	٩٢٨٨	١٣,٨٨
٢٠٢	تنومة	٧٧٤	١٤,٥٣
٢٠٣	سراة عبدة	١٥٤٨	١٤,٧٩
٢٠٤	حبونا	٢٥٨	١٥,٠٨
٢٠٥	الزيمة	٢٥٨	١٥,٥١
٢٠٦	المخوأة	٧٧٤	١٦,٢١
٢٠٧	القنفذة	٦١٩٢	١٦,٣٠
٢٠٨	الخفجي	٧٧٤	١٦,٥٠
٢٠٩	محايل	١٨٠٦	١٦,٩١

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٢١٠	الحفر	١٢٩٠	١٨,١٥
٢١١	قنا البحر	١٠٣٢	١٨,٤٤
٢١٢	النماص	١٢٩٠	١٨,٧٦
٢١٣	الشعراء	٢٥٨	١٩,٠٢
٢١٤	بلسمر	٥١٦	١٩,١١
٢١٥	رجلاء	١٧٧	١٩,٩٤
٢١٦	قلوة	٥١٦	٢٠,٢٥
٢١٧	الربوع	١١٢	٢٠,٧٩
٢١٨	رجال المع	١٥٤٨	٢١,٣٩
٢١٩	الجوة	٢٥٨	٢١,٧١
٢٢٠	الحقو	١٦١	٢٢,٠٩
٢٢١	الطائف	١٧٥٤٤	٢٢,٢٣
٢٢٢	بارق	٢٥٨٠	٢٢,٢٩
٢٢٣	بني عمرو	٧٧٤	٢٢,٨٠
٢٢٤	بني قيس	٣٢	٢٥,١٢
٢٢٥	القرى	٥١٦	٢٥,٢٧
٢٢٦	غامد الزناد	٢٥٨	٢٦,٦٤
٢٢٧	الأحساء	٩٠٣٠	٢٧,٠٥
٢٢٨	شعب بران	٨٠	٢٧,٠٠
٢٢٩	دوس	٢٥٨	٢٨,١٣
٢٣٠	القريات	٥١٦	٢٨,٢٥
٢٣١	أهبا	٢٠٦٤	٢٩,٧١
٢٣٢	بلجرشي	١٢٩٠	٢٩,٨٦
٢٣٣	تبوك	٢٣٢٢	٣٢,٠٢
٢٣٤	أحد رفيدة	٧٧٤	٣٢,٤٤
٢٣٥	بني مالك	٤٥١	٣٢,٦٦

تابع جدول رقم (١)

المرتبة	الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٢٣٦	الغارقة	جيزان	٨٨٧	٣٣,٠٢
٢٣٧	خميس مطير	عسير	٢٥٨	٣٣,٢٨
٢٣٨	هروب	جيزان	٤١٩	٣٣,٤٣
٢٣٩	الجرفية	نجران	٩٦	٣٩,٠٩
٢٤٠	المنطق	الباحة	٢٥٨	٤٠,٩٧
٢٤١	وادي جيزان	جيزان	٣٣٨	٤٣,٣٣
٢٤٢	الأحد	جيزان	٥٣٢	٤٥,٤٤
٢٤٣	الأخدود	نجران	١١٠	٤٦,٥٢
٢٤٤	صبياء	جيزان	١٣٠٦	٤٦,٩٣
٢٤٥	فيفا	جيزان	٢٤١	٥٢,٨٢
٢٤٦	أبو عريش	جيزان	٥٩٦	٥٥,٦٦
٢٤٧	الخوية	جيزان	٣٧٠	٥٦,٦٤
٢٤٨	مستية	جيزان	٨٠	٥٧,٤٧
٢٤٩	الحضن	نجران	٨٥	٥٩,٠٠
٢٥٠	خميس مشيط	عسير	١٠٣٢	٦٩,٤٣
٢٥١	صفوى ورحيمة	الشرقية	٥٧١	٧٣,٨٥
٢٥٢	بيش	جيزان	١٤٥	٧٤,٣٣
٢٥٣	بني حسن	الباحة	١٤٠	٧٥,٦٧
٢٥٤	الرياض	الرياض	٦٩٦٦	٩٥,٥٠
٢٥٥	الطوال	جيزان	١١٢	٩٦,٣٣
٢٥٦	القطيف	الشرقية	٨٣٨	١٠٥,٧١
٢٥٧	الظهران والخبر	الشرقية	٨٢١	١٠٦,٠٠
٢٥٨	قائمقام جدة	مكة	٥١٦٠	١١٠,٠٨
٢٥٩	الباحة	الباحة	٢٥٨	١٢٤,٤١
٢٦٠	المدينة المنورة	المدينة المنورة	١٥٨٠	١٢٧,٩٤
٢٦١	سامطة	جيزان	٢٩٠	١٢٨,٩٣

تابع جدول رقم (١)

المرتبة الإمارة	المنطقة الإدارية	المساحة بالكيلو متر المربع	الكثافة في الكيلو متر المربع
٢٦٢ ضمد	جيزان	١١٧	١٩٠, ٢٢
٢٦٣ نجران	نجران	٢٠٩	٢٢٧, ٠٢
٢٦٤ جيزان	جيزان	١٢٩	٢٥٤, ٢٠
٢٦٥ الدمام وسيهات	الشرقية	٣٧٠	٣٩٩, ٠٩
الربع الخالي إجمالي المملكة	الشرقية	٥٩٨٦٧٥	٤٢٦٥, ٥٣
		٢١٥٩٨٢٩	

جدول رقم ٢. التكرار المتجمع الصاعد والنازل لكثافة السكان في المملكة العربية السعودية.

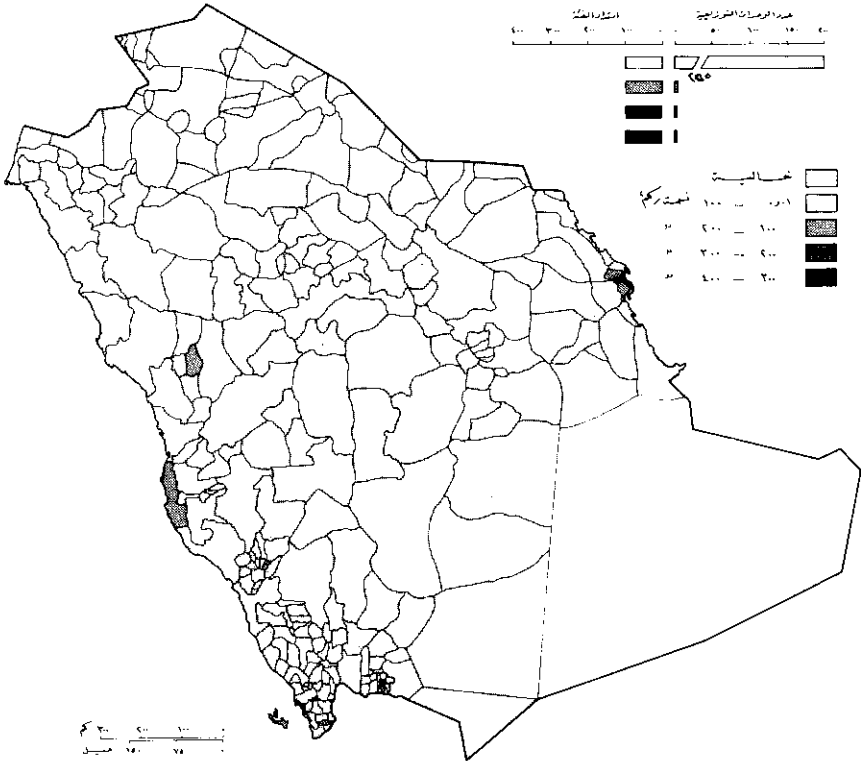
فئة الكثافة	مساحة الوحدات	الحد الأعلى للفئة	مساحة الوحدات	الحد الأدنى للفئة	مساحة الوحدات
٠ - ٢	١,٠٤٨١٠٠	٢-	١٠٤٨١٠٠	٠	١٥٦١١٥٤
٢ - ٥	٣٢٢٦٦٩	٥-	١٣٧٠٦٦٩	٢	٥١٣٠٥٤
٥ - ١٠	٦٩٢٧٩	١٠-	١٤٤٠٠٤٨	٥	١٩٠٣٨٥
١٠ - ١٥	٤٠٨٤٦	١٥-	١٤٨٠٨٩٤	١٠	١٢١١٠٦
١٥ - ٢٠	١٤٦٢٥	٢٠-	١٤٩٥٥١٩	١٥	٨٠٢٦٠
٢٠ - ٣٠	٣٧٢٧٥	٣٠-	١٥٣٢٧٩٤	٢٠	٦٥٦٣٥
٣٠ - ٥٠	٨٢٥٠	٥٠-	١٥٤١٠٤٤	٣٠	٢٨٣٦٠
٥٠ - ٧٥	٣١٢٠	٧٥-	١٥٤٤١٦٤	٥٠	٢٠١١٠
٧٥ - ١٠٠	٧٢١٨	١٠٠-	١٥٥١٣٨٢	٧٥	١٦٩٩٠
١٠٠ - ١٥٠	٨٩٤٧	١٥٠-	١٥٦٠٣٢٩	١٠٠	٩٧٧٢
١٥٠ - ٢٠٠	١١٧	٢٠٠-	١٥٦٠٤٤٦	١٥٠	٨٢٥
٢٠٠ - ٣٠٠	٣٣٨	٣٠٠-	١٥٦٠٧٨٤	٢٠٠	٧٠٨
٣٠٠ - ٤٠٠	٣٧٠	٤٠٠-	١٥٦١١٥٤	٣٠٠	٣٠٧

الجدول من حساب الباحث؛ فئة الكثافة = نسمة/كم^٢؛ المساحة بالكيلومتر المربع.

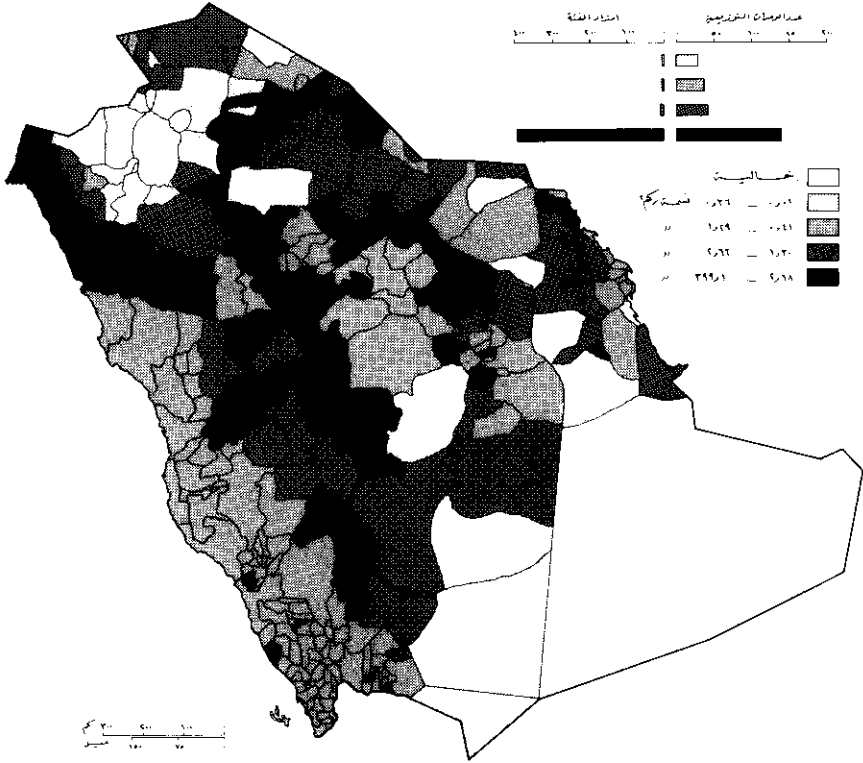
الأشكال التوضيحية



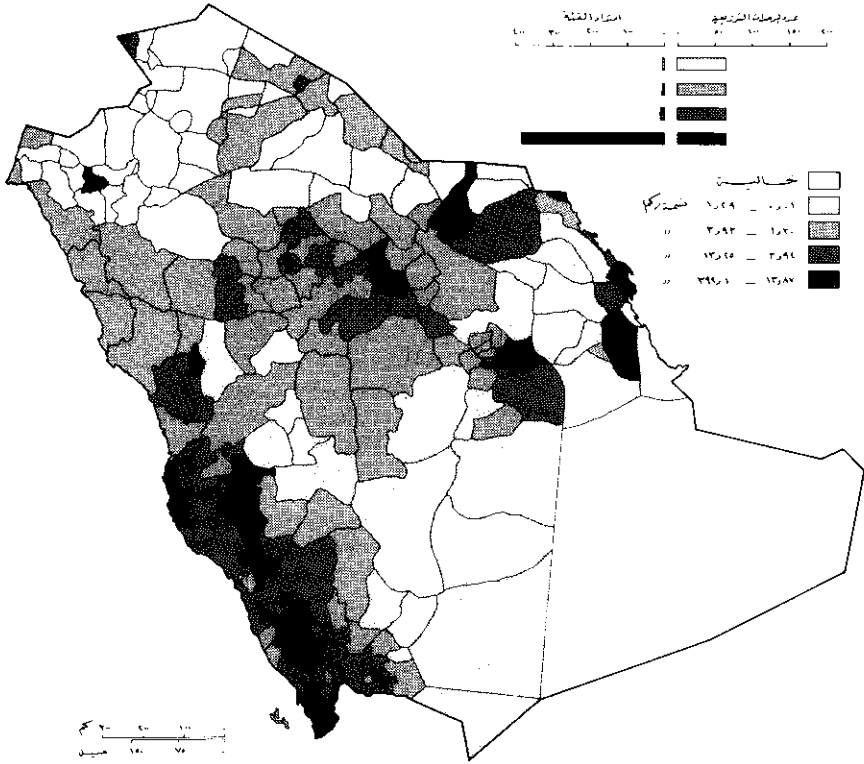
الشكل رقم ١ . الوحدات التوزيعية في خرائط كثافة السكان في المملكة العربية السعودية
١٣٩٤هـ / ١٩٧٤م .



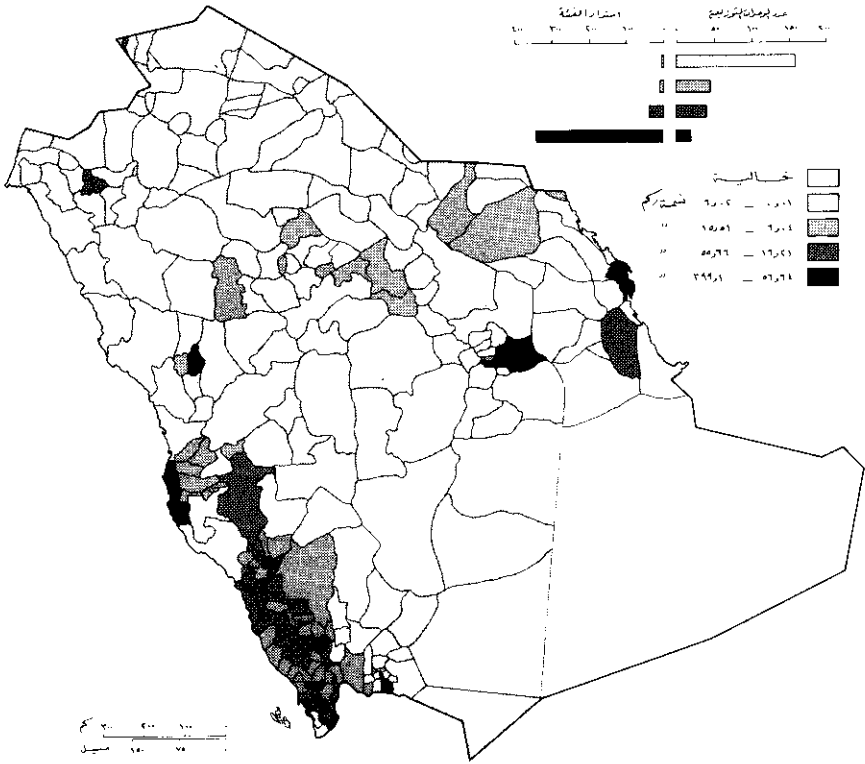
الشكل رقم ٢ . الفئات دائرية ومتساوية الامتداد.



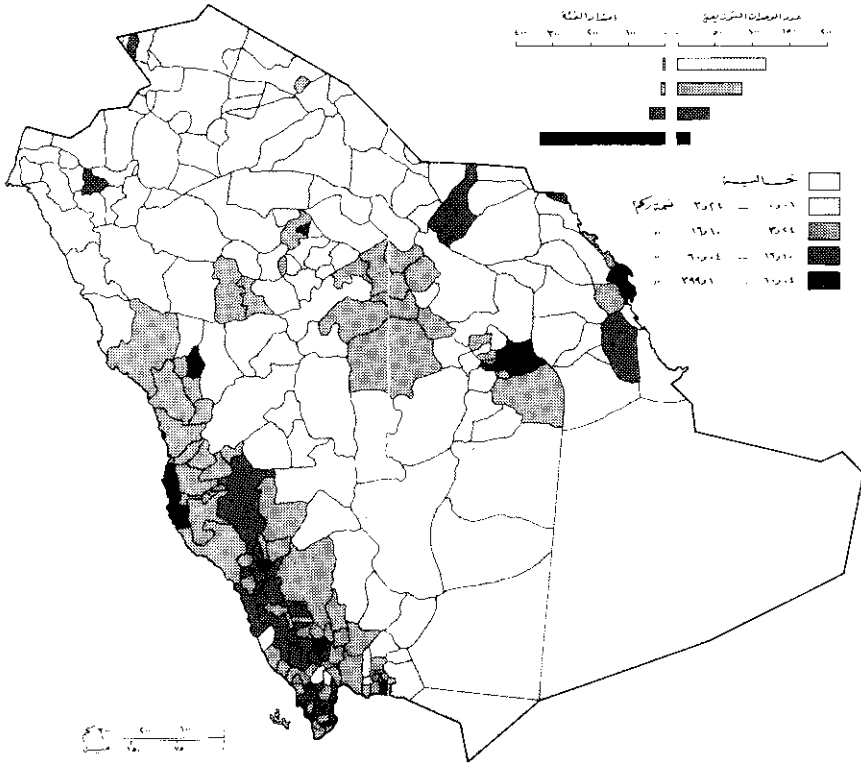
الشكل رقم ٣. الفئات ذات مساحة جغرافية متساوية.



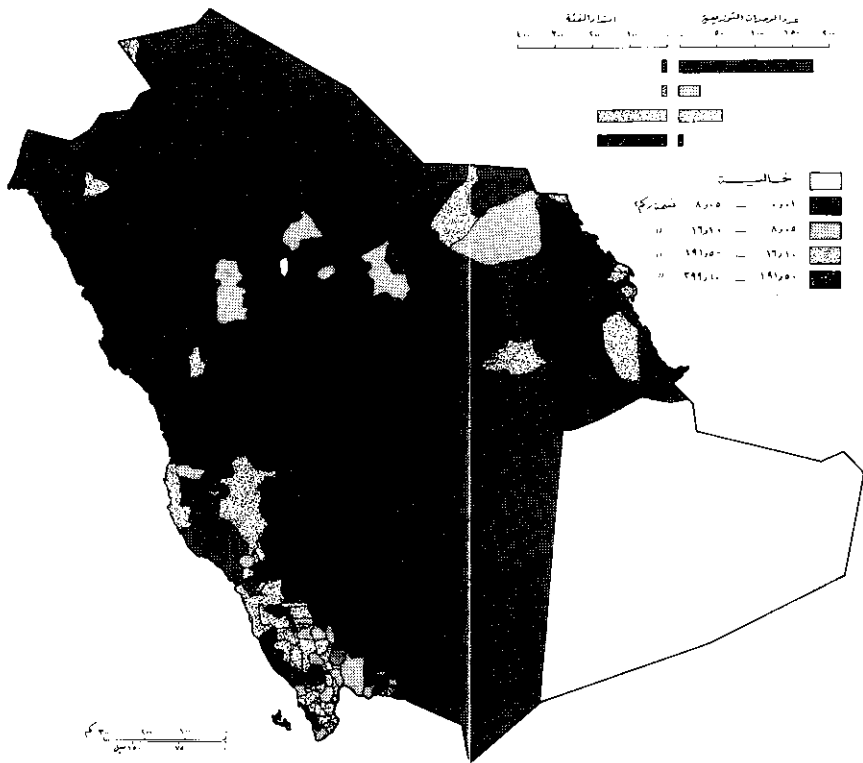
الشكل رقم ٤ . الفئات حسب التساوي العددي .

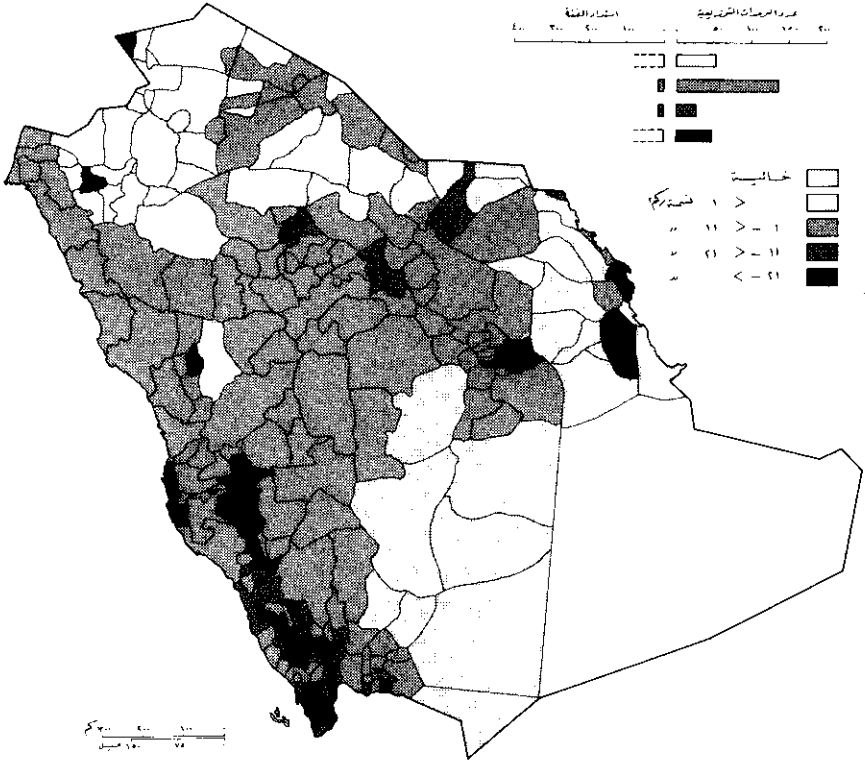


الشكل رقم ٥. التساوي متصل بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

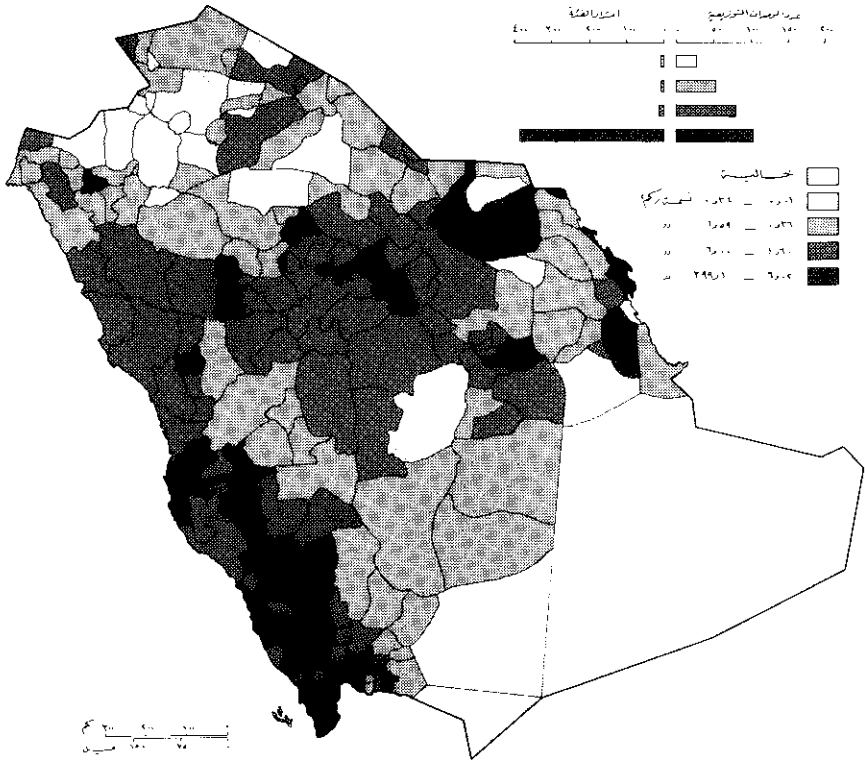


الشكل رقم ٦ . الفئات حسب طريقة التداخل .

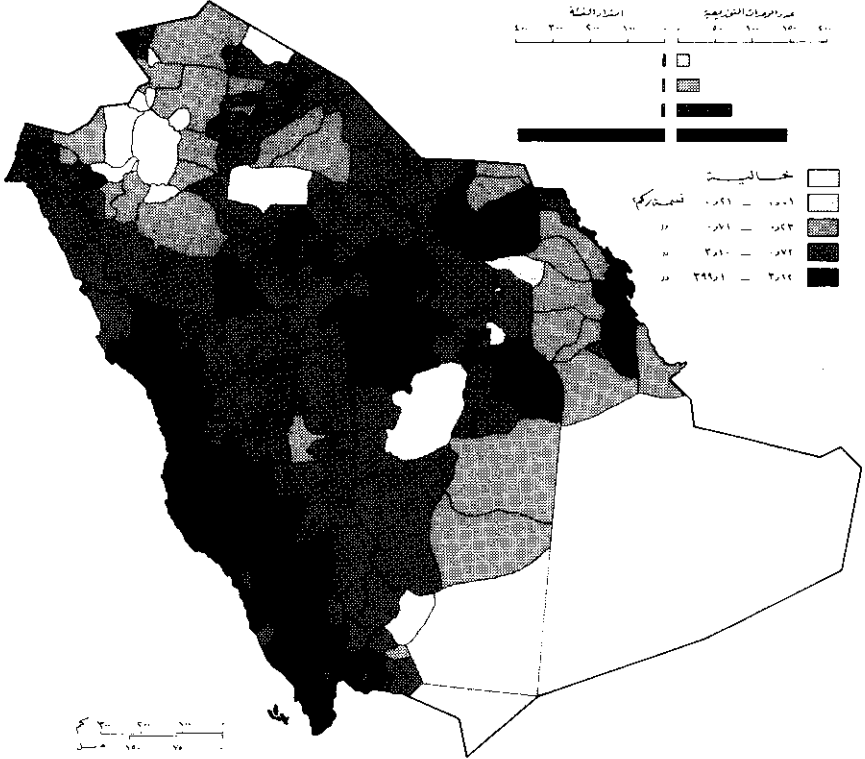




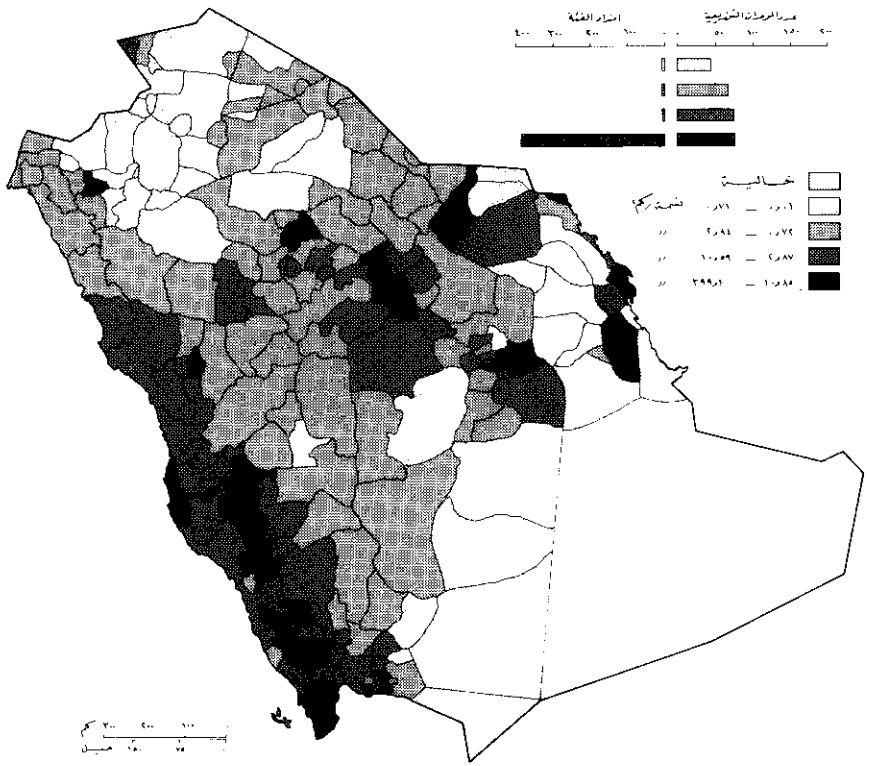
الشكل رقم ٨ . التصنيف حسب الفئات المفتوحة .



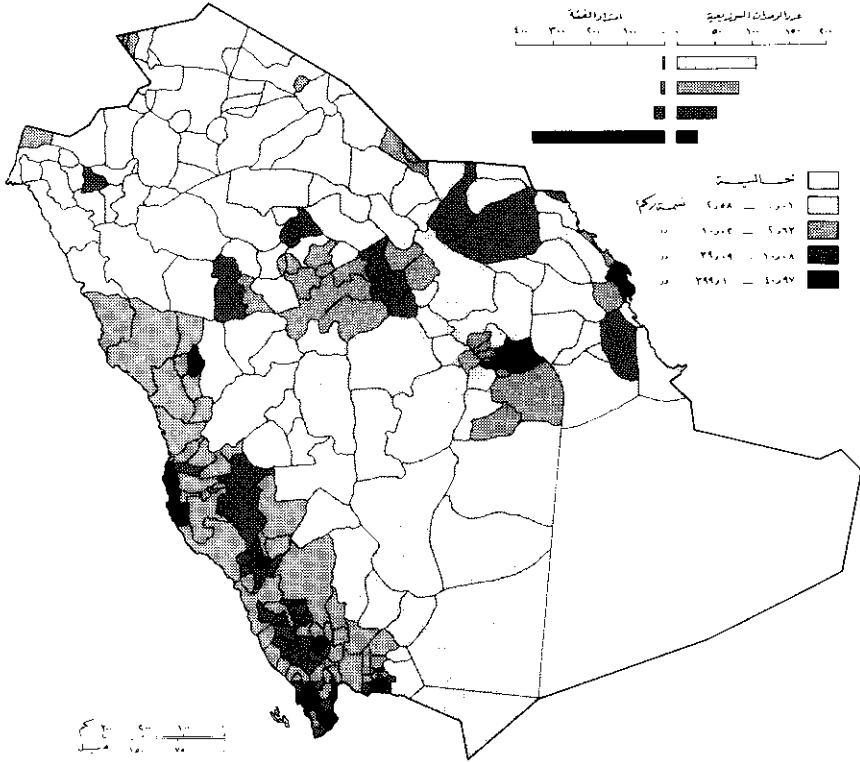
الشكل رقم ٩ . الفئات لوحدة توزيعية حسب متوالية حسابية تتزايد بمعدل منتظم .



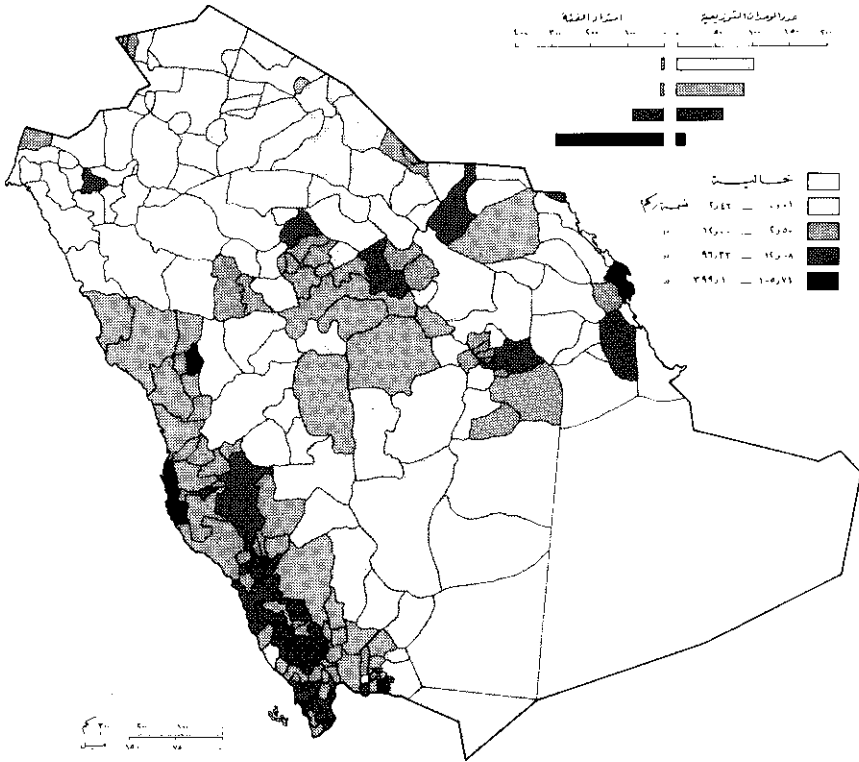
الشكل رقم ١٠ . الفئات لولايات توزيعة حسب متواليه حسابية تتزايد بمعدل متزايد .



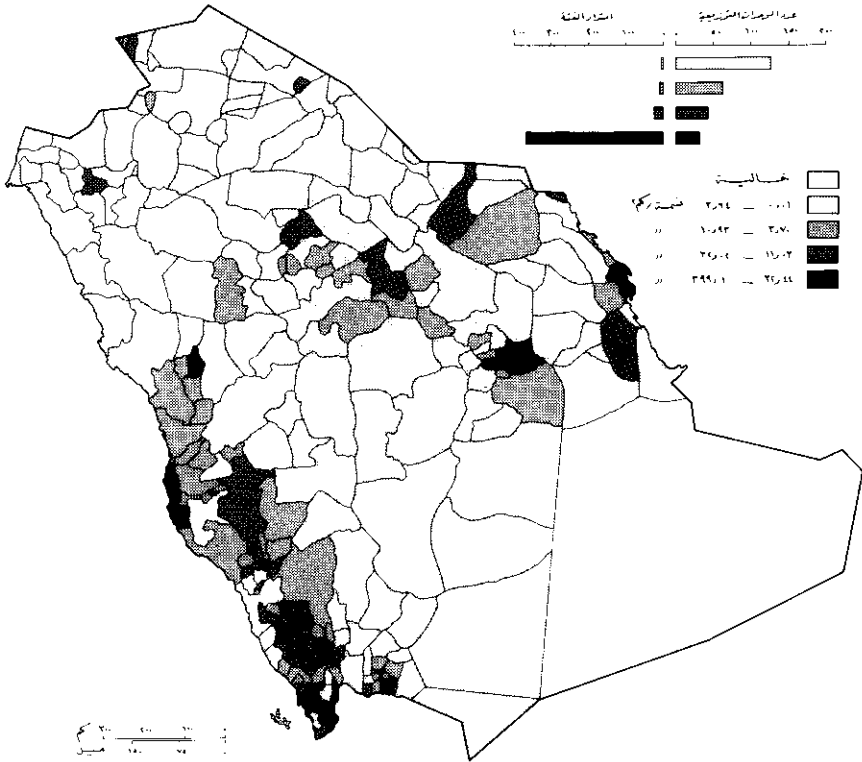
الشكل رقم ١١ . الفئات لوحدة توزيعية حسب متوالية حسابية تتزايد بمعدل متناقص .



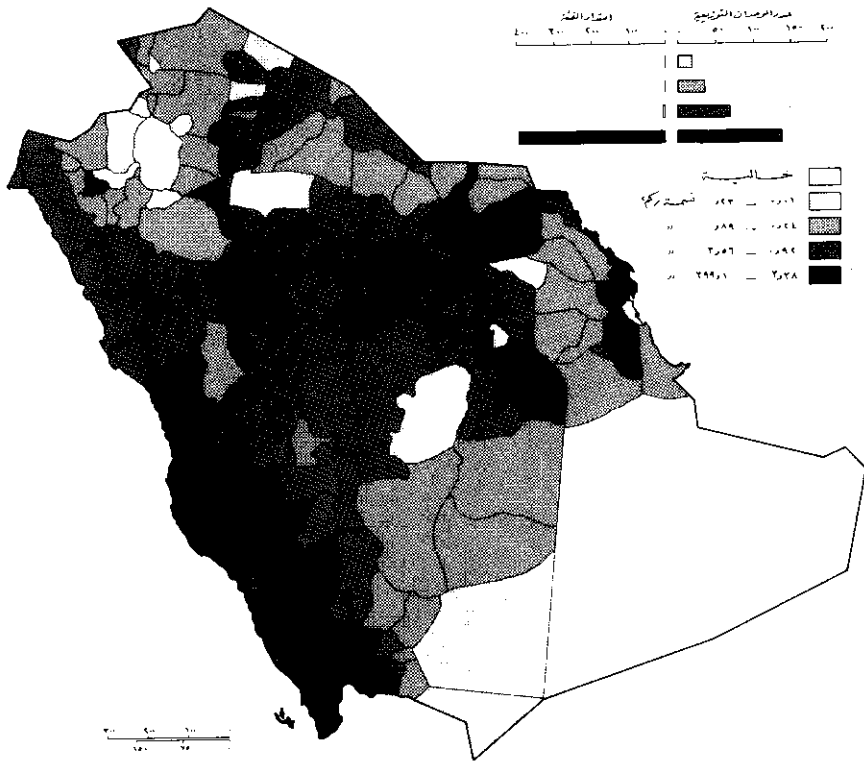
الشكل رقم ١٢. الفئات لوحدة توزيعية حسب متواليه حسابية تتناقص بمعدل منتظم.



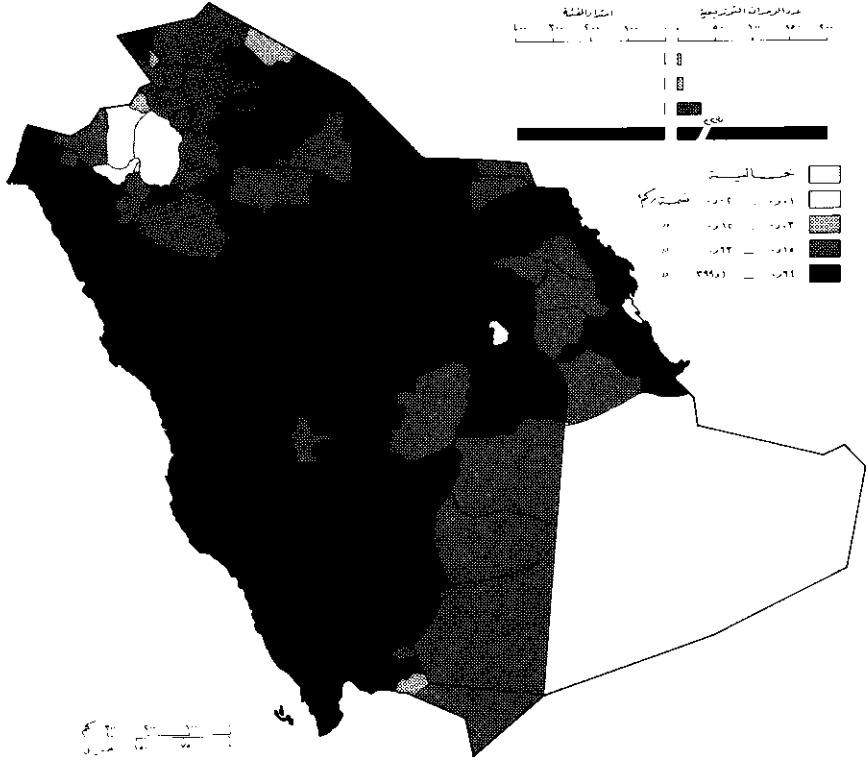
الشكل رقم ١٣ . الفئات لوحدة توزيعية حسب متوالية حسابية تناقص بمعدل متزايد.



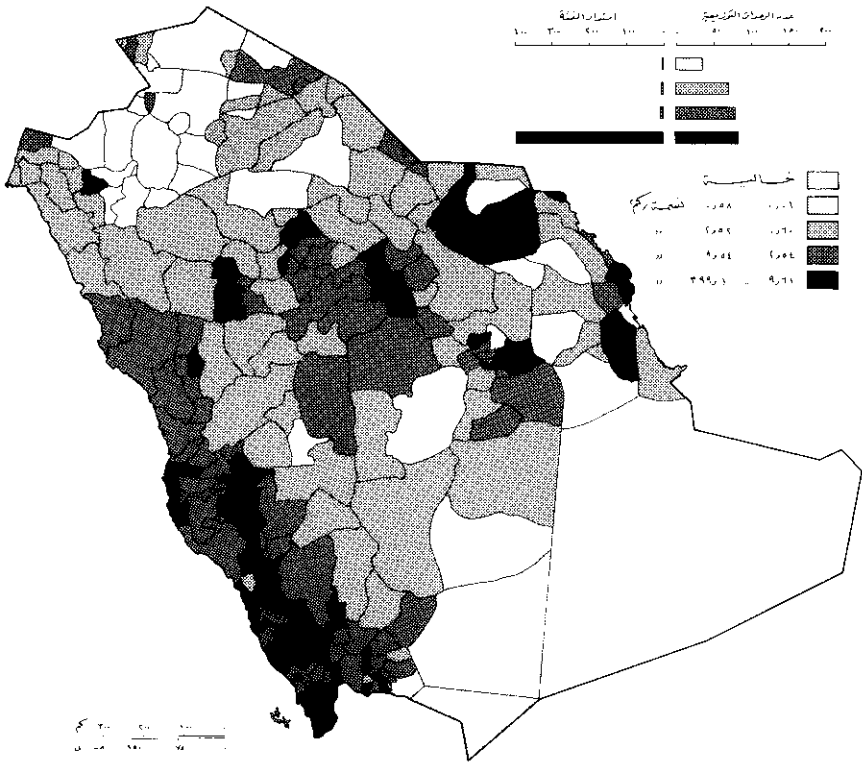
الشكل رقم ١٤ . الفئات لوحدة توزيع حسب متواليات حسابية تناقص بمعدل متناقص.



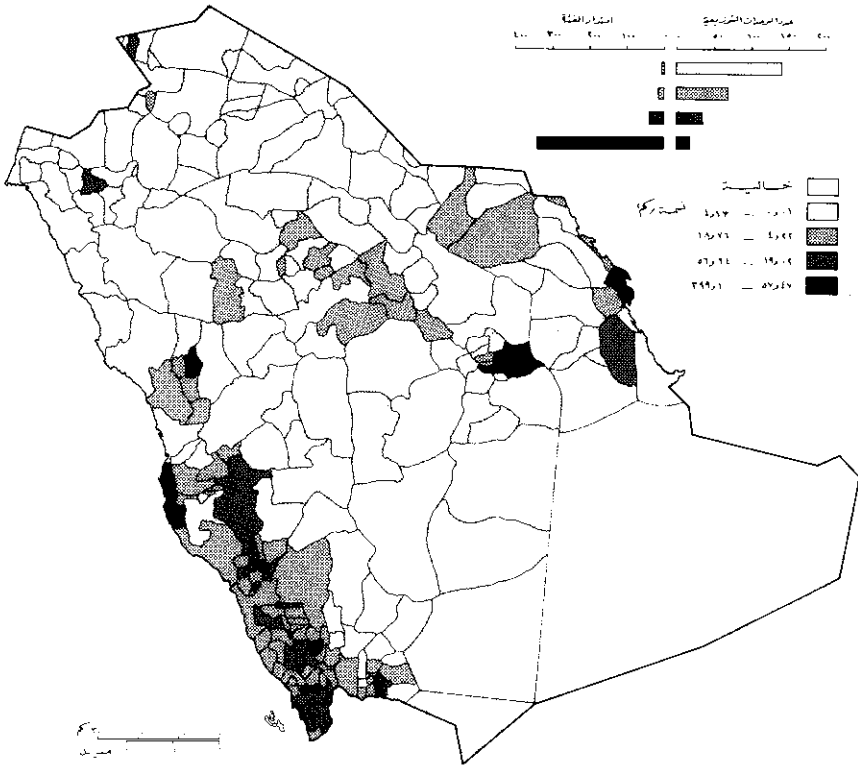
الشكل رقم ١٥ . الفئات لوحداث توزيعية حسب متواليه هندسية تتزايد بنسبة منتظمة .



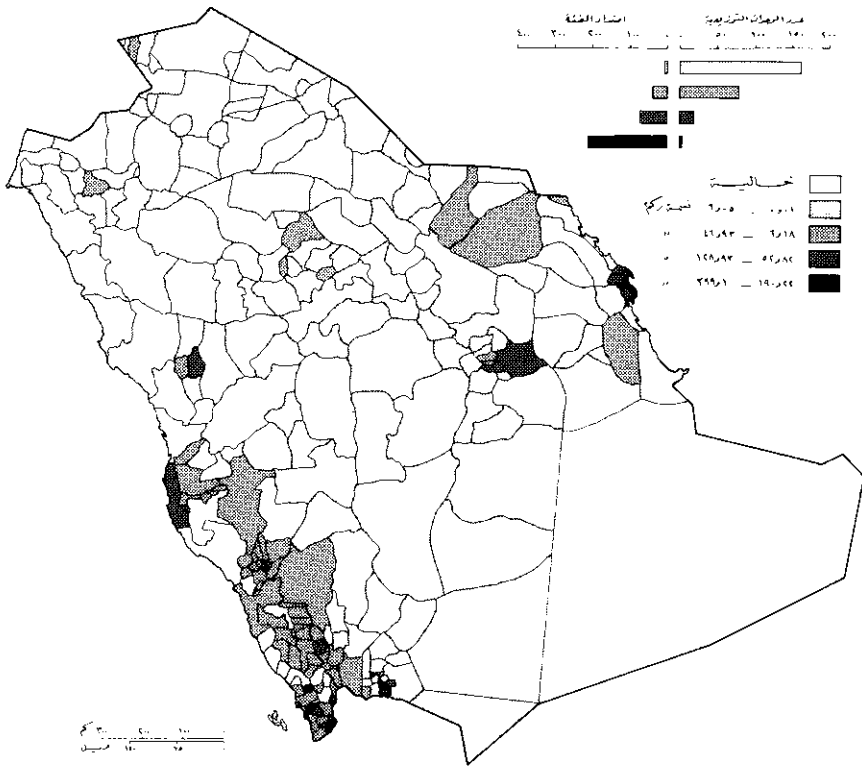
الشكل رقم ١٦ . الفئات لوححدات توزيعية حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متزايدة.



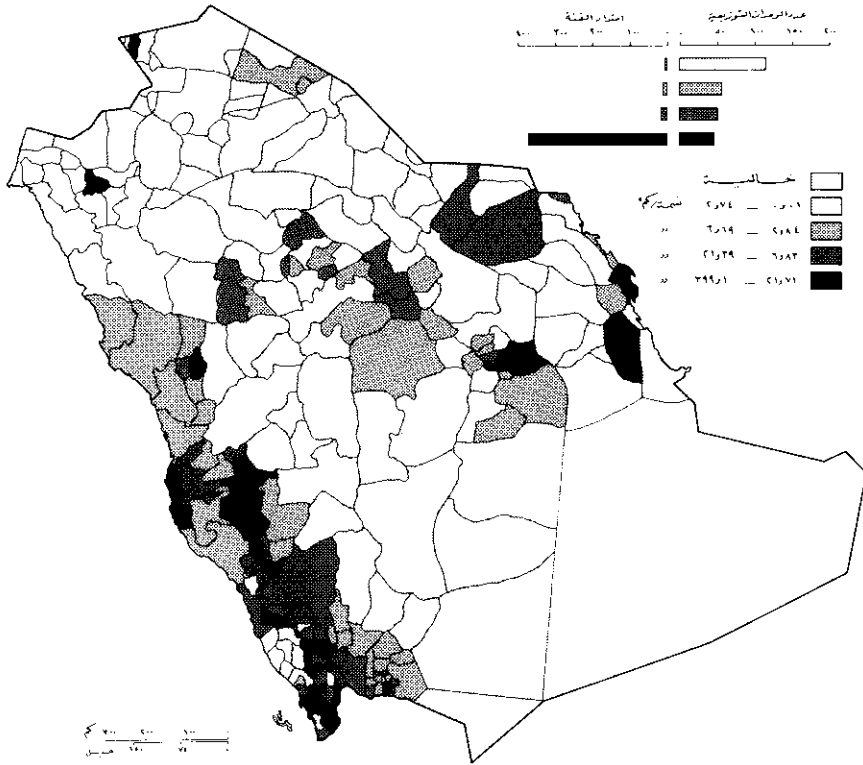
الشكل رقم ١٧ . الفئات لوحدة توزيعية حسب متوالية هندسية تتزايد بنسبة متناقصة .



الشكل رقم ١٨ . الفئات لوحادات توزيعية حسب متوالية هندسية تناقص بنسبة منتظمة .



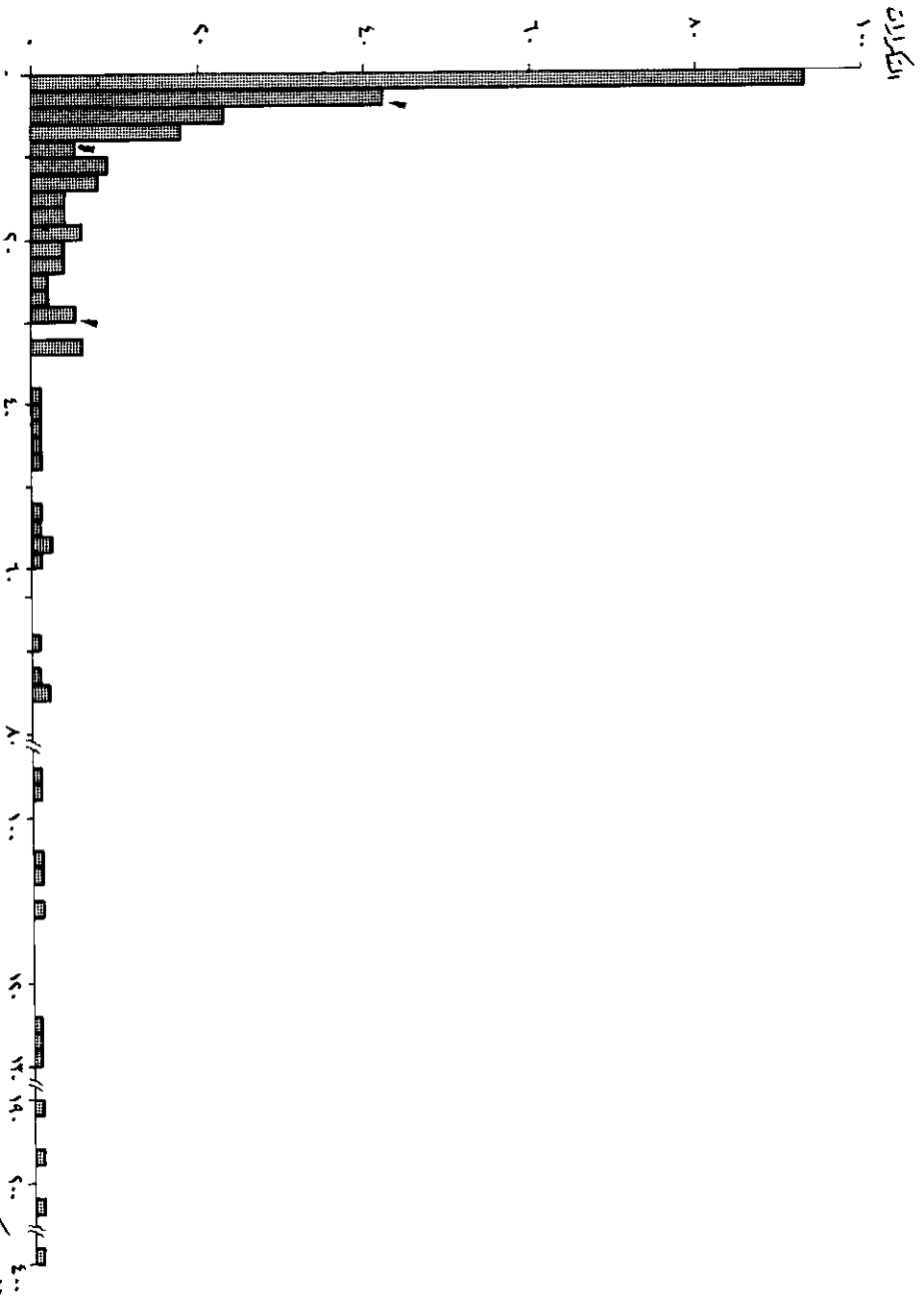
الشكل رقم ١٩ . الفئات لوححدات توزيعية حسب متوالية هندسية تناقص بنسبة متزايدة .

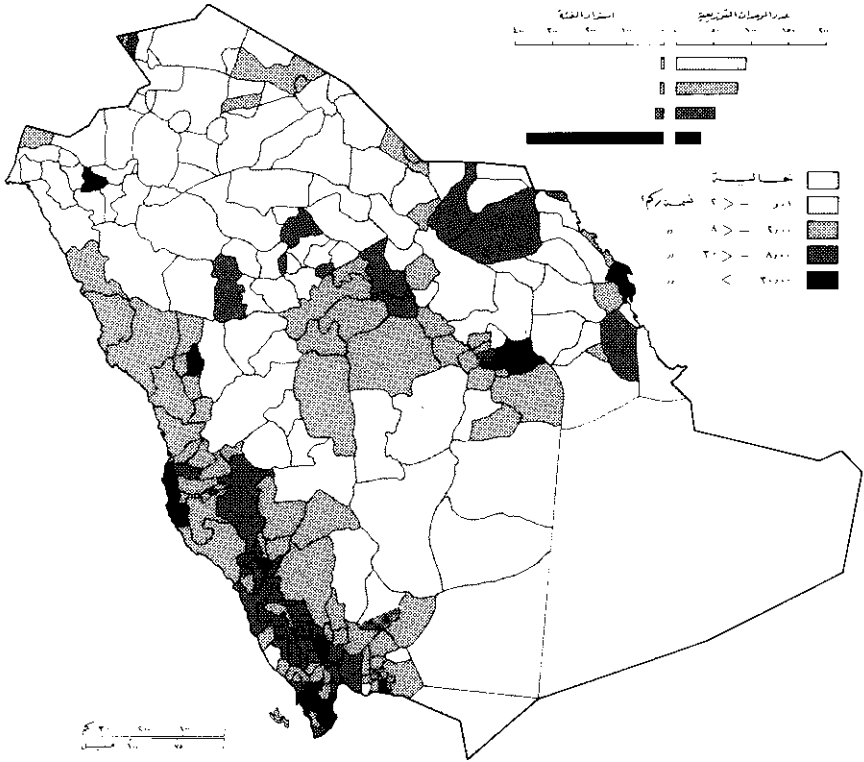


الشكل رقم ٢٠ . الفئات لوحدة توزيعية حسب متوالية هندسية تتناقص بنسبة متناقصة .

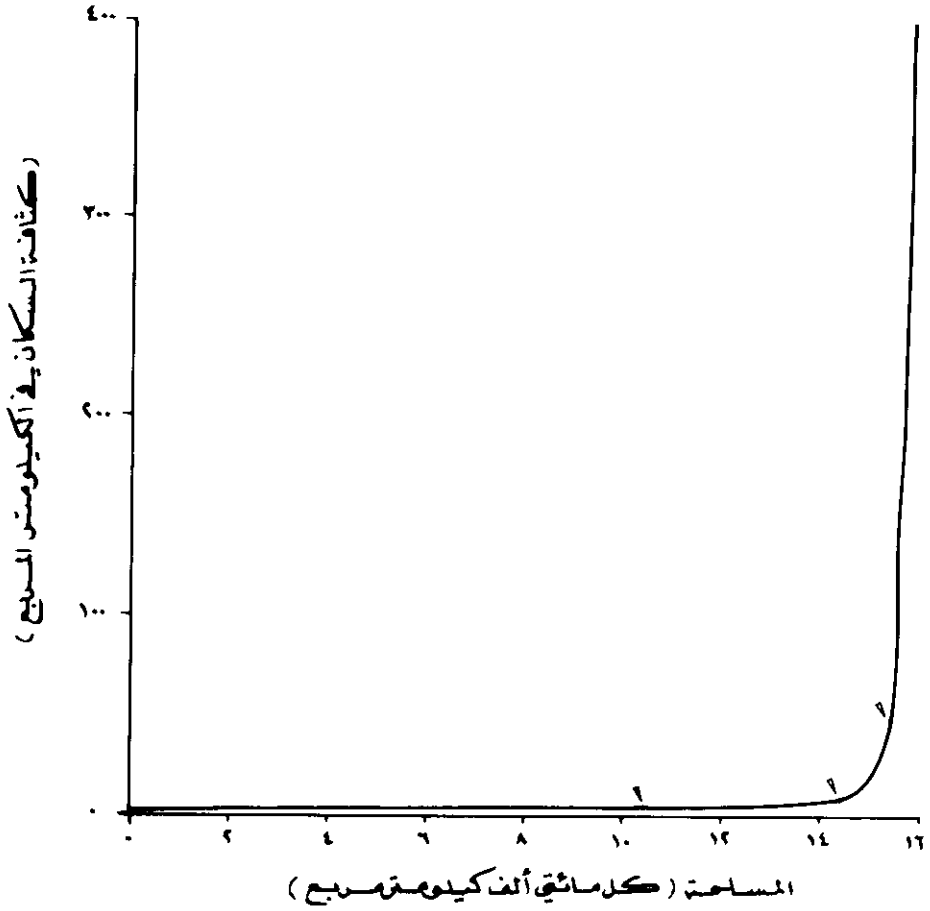
تصميم الفئات في خرائط الكثافة ...

٣٣٥

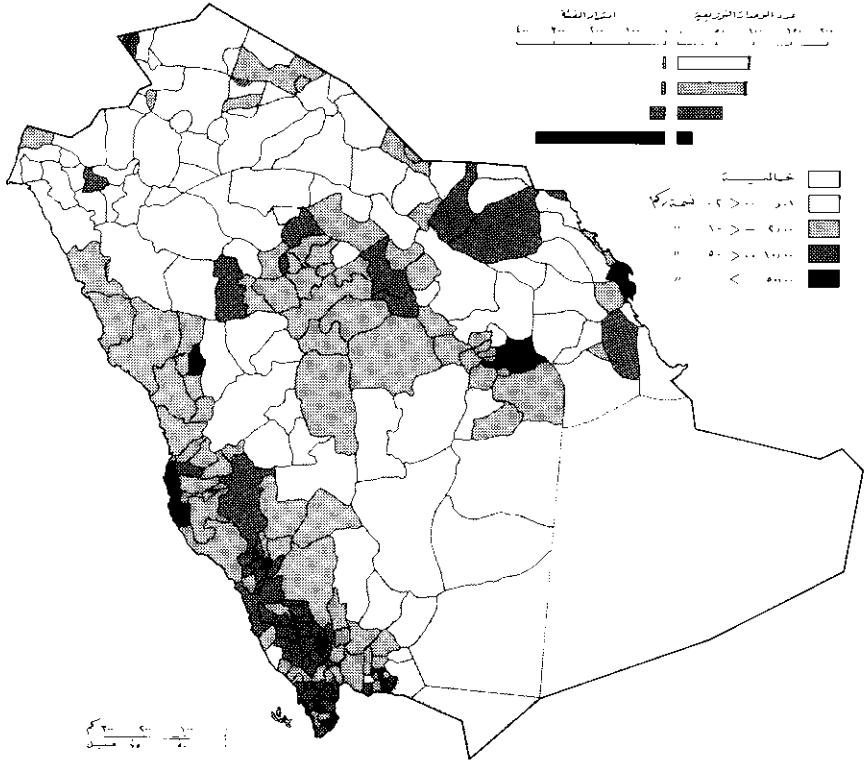




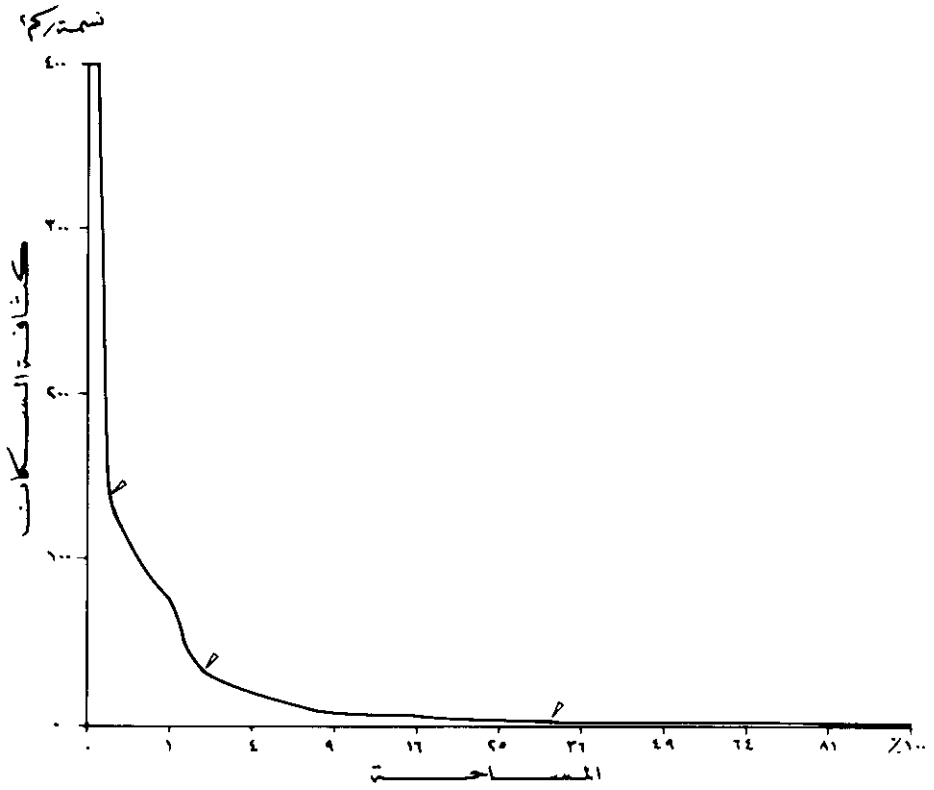
الشكل رقم ٢٢ . الفئات حسب الفواصل الطبيعية .



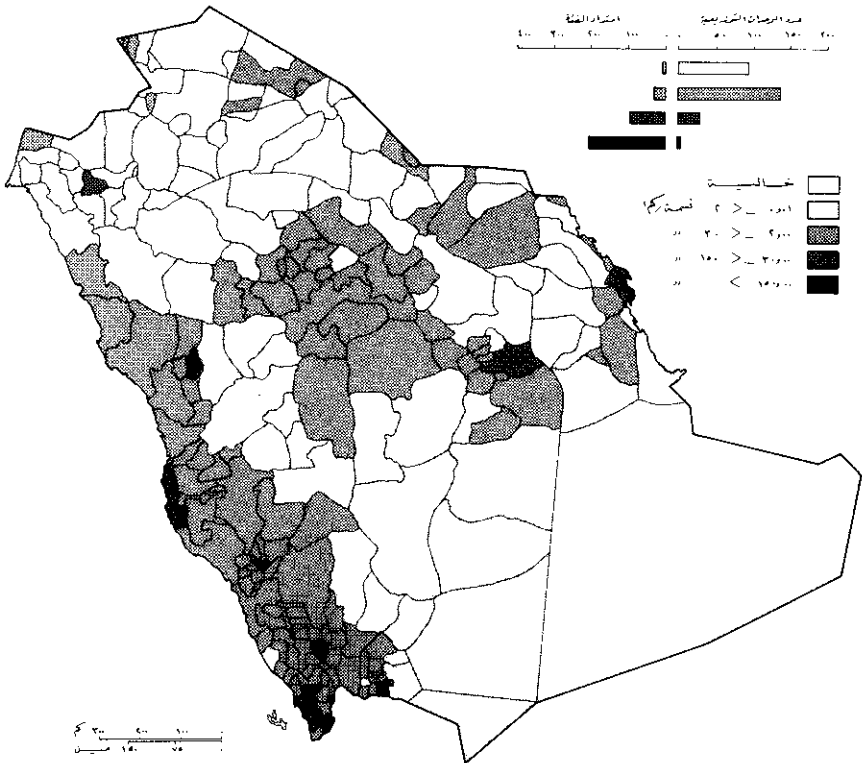
الشكل رقم ٢٣ . المنحنى المتجمع الصاعد لكثافة السكان .



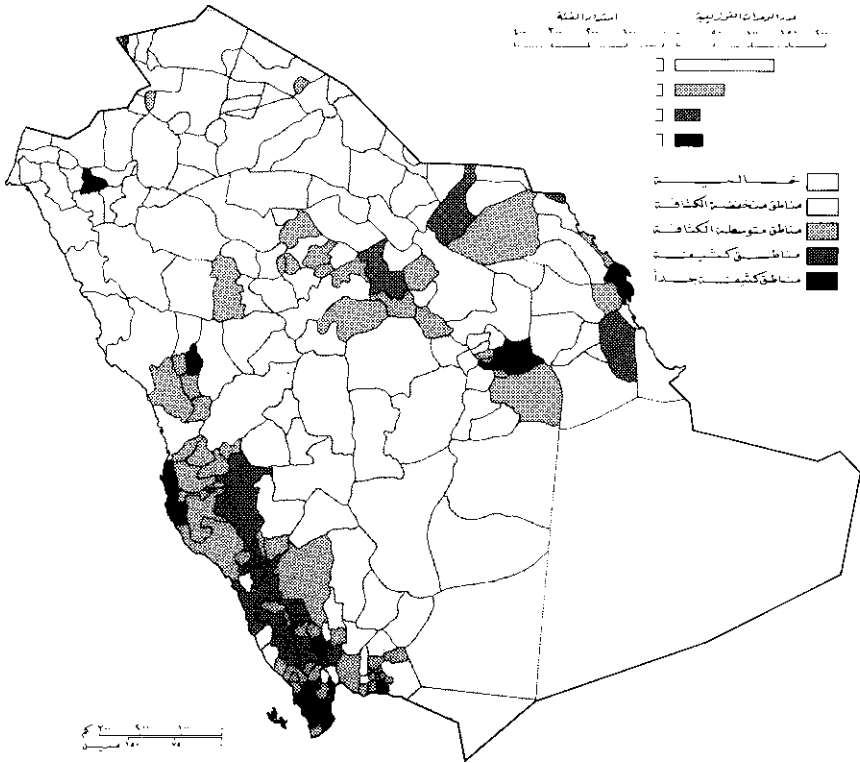
الشكل رقم ٢٤ . الفئات من المنحنى المتجمع .



الشكل رقم ٢٥ . المنحنى المتجمع النازل لكثافة السكان .



الشكل رقم ٢٦ . الفئات من المنحني النازل .



الشكل رقم ٢٧ . الفئات وصفية .

Classification of Class Intervals in Density Maps: The Case of Saudi Arabia's Population Density Map

Maher Abdul Hamid Elleithy

Assistant Professor, Department of Geography, College of Education, Ein Shams University, Cairo, U.A.R.

Abstract. There are many different kinds of class intervals in density maps. The cartographer needs to analyse the immediate communication problem carefully when choosing one. After a cartographer has decided on the number of classes, the limits of these classes must be set. Class intervals are the true titles of maps. The purpose of the dissertation is to design original maps using recent cartographic techniques. The dissertation separates the various classifications of Saudi Arabian density map into four major groups. One is the equal classing, which employs some kind of equal division of the data or the geographical area. There are four possibilities in this class. A second class is the irregular stepped class limits; there are four classes. A third class is the systematically unequal stepped class limits. Two groups of series with unequal steps are (1) arithmetic and geometric series in which each class is separated from the next by a stated numerical difference or ratio. There are twelve possibilities in this group and (2) graphic techniques. There are three graphic techniques: the frequency curve, the cumulative frequency curve, and the clinographic curve. A fourth class is the ordinal scaling. The dissertation applies only to the descriptive categories. We have included a discussion on the selection of class limits. In spite of all the methods, we still cannot specify with certainty which is the best method to use in any given situation. The potential exists, therefore, for misinformation to be transferred to the map reader under the impression that an objective class limit determination has been made.