الفصل السابع
قياس التركز والتشتت للتوزيعات المكانية

تحدثنا فيما سبق عن بعض الأساليب الإحصائية المستخدمة في قياس النزعة المركزية والتشتت من بيانات رقمية لا تنتظم ضمن إطار مكاني، وسنتحدث في هذا الفصل عن استخدامات مقاييس النزعة المركزية والتشتت في إطارها المكاني باعتبار أن البعد المكاني للظواهر هو مركز اهتمام الجغرافيا والجغرافيين، إذ من المعروف أن بعض الجغرافيين يعرِّف الجغرافيا على أنها دراسة ترتيب الظاهرات في المكان. وقد اختلفت وسائل المعالجة لهذا الترتيب المكاني فهناك المعالجة التي تدرس ببساطة سطح الأرض وتهتم بكل ما على هذا السطح، وقد تفرع عن هذه الطريقة طريقتان أخريان في المعالجة وهما:

١- دراسة ترابط الظاهرات داخل إقليم محدد من سطح الأرض.

٢- دراسة ترتيب ظاهرة أو أكثر على سطح الأرض كلها.

ويميل الجغرافيون الآن إلى التركيز على تحليل المواقع الجغرافية Loca-tional Analysis بقصد تفسير مواضع وأبعاد وأحجام الأماكن المختلفة.

إن تحليل المواقع الجغرافية يتقدم بسرعة كبيرة، وأهميته في الجغرافيا لا تحتاج إلى بيان. وسنحاول في هذا الفصل دراسة الترتيب المكاني لبعض الظاهرات في الإقليم، ويقصد بالإقليم هنا: الإقليم الوظيفي Functional region بافتراض أن الظاهرات ليست مرتبة في هذا الإقليم ترتيباً عشوائياً أو

صدفة، بل إن لكل ظاهرة علاقة وظيفية بالأجزاء الأخرى. وسنرمز لمثل هذه الظاهرات بالنقط أو الخطوط، وسنحاول وصف أنماط وتوزيعات هذه النقط والخطوط التي هي عبارة عن توزيعات مكانية تمثل مواقع معينة داخل الإقليم مثل الآبار والقرى والمدن والمصانع والأنواع المختلفة للمتاجر والأسواق المركزية. وهناك عدة طرق لوصف أمثال هذه الأنماط والتوزيعات المكانية. وسنحاول الاستفادة من الموضوعات السابقة التي درسناها في الفصول الأولى مثل: التمركز، والتشتت في وصف هذه التوزيعات داخل الإقليم الوظيفي.

أولاً: مقاييس التمركز ***Central Tendency:***

كثيراً ما نحتاج في الجغرافيا إلى معرفة المركز المتوسط Mean Centre, أو المركز الوسيط Median Centre لمجموعة من التوزيعات المكانية، وذلك في سبيل مقارنة بعد المركز الواقعي (المركز الإداري مثلاً) عن المركز المثالي (المركز المتوسط للمنطقة الإدارية) أو للتعرف على الموقع المتوسط ليكون مركزاً للخدمات العامة أو الأسواق أو المصانع أو الإدارة، ويعبر عنه في كثير من الحالات: بمركز الثقل Centre of gravity. وفي سبيل إيجاد هذا المركز يجب علينا اعتبار المطلوب من هذا المركز، فمن المعروف أنه في حالات عديدة يكون الغرض من إيجاد المركز هو التوسط بالنسبة للنقاط أو المراكز العمرانية الأخرى، أي إننا نأخذ في الاعتبار التوزيع المكاني للنقاط فقط، بينما في كثير من الحالات يكون الغرض هو إيجاد مركز متوسط للمجموع الكلي للسكان في هذه النقاط أو المراكز، أو للمجموع الكلي لفئات معينة من السكان حسب الغرض المطلوب من المركز المتوسط،

وهكذا فإنه لابد وأن تختلف مواقع المراكز المتوسطة حسب الظاهرة المدروسة ونوع النقاط الموزعة :

١- المركز المتوسط للتوزيع المكاني:

يمثل الشكل (٧-١) عدة نقاط تعبر عن مراكز استيطان بشرية، ومطلوب إيجاد المركز المتوسط لها، والخطوة الأولى هي أن نرسم هذه النقاط على ورقة رسماً بيانياً ونقيم محورين (في غرب وجنوب التوزيع في العادة) أفقي «أ» ورأسي «ب»، ثم نوجد أحداثيات النقط على هذين المحورين، أي مقدار بعد هذه النقاط عن ملتقى المحورين، ثم نوجد متوسط إحداثيات محور أ، ب كما يلي :

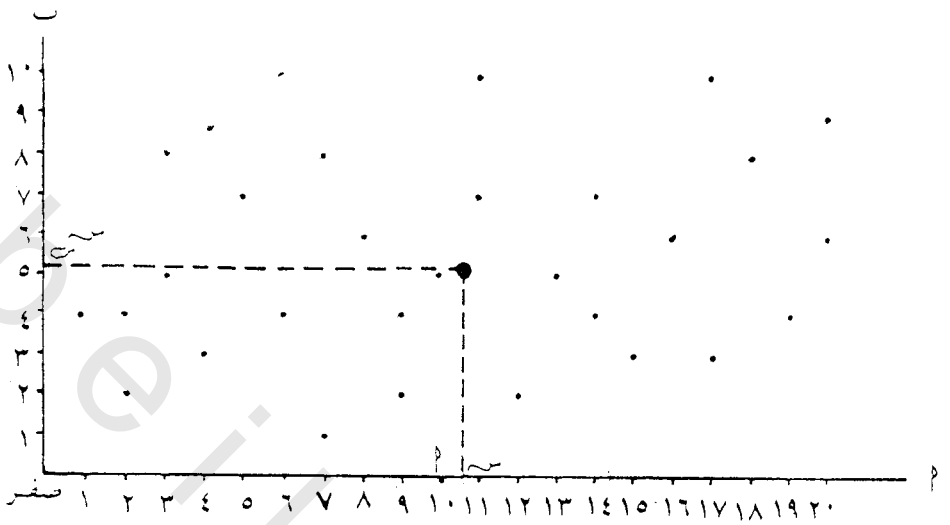
$$\text{متوسط أحداثيات أ} = \frac{\begin{array}{l}١+٢+٢+٣+٣+٤+٥+٦+٧+٧+٨+٩+٩+\\+١٠+١١+١١+١٢+١٣+١٤+١٥+١٦+١٧+\\+١٧+١٨+١٩+٢٠+٢٠\end{array}}{٢٨}$$

$$= ٢٩٣ \div ٢٨ = ١٠,٥$$

$$\text{متوسط أحداثيات ب} = \frac{\begin{array}{l}١+٢+٢+٢+٣+٣+٣+٤+٤+٤+٤+٤+٤+٥+\\+٥+٦+٦+٦+٧+٧+٧+٨+٨+٨+٩+١٠+١٠\end{array}}{٢٨}$$

$$= ١٤٧ \div ٢٨ = ٥,٢$$

وتعتبر نقطة ملتقى متوسط الأحداثيات للمحور الرأسي والأفقي (س أ، س ب) هي المركز المتوسط لتوزيع النقاط المفترض.



شكل (١:٧)

«المركز المتوسط لتوزيع مفترض»

أ= المحور الأفقي

ب= المحور الرأسي

صفر = ملتقى المحورين

• = مراكز استطيان بشرية

س أ = متوسط إحداثيات أ

س ب = متوسط إحداثيات ب

● = المركز المتوسط

٢- المركز المتوسط الموزون:

حين يصبح هناك قيماً معينة للنقاط (مثلاً: عدد سكان مراكز الاستيطان البشرية، أو عدد السكان العاملين، أو عدد الأطفال في سن الدراسة حسب

الظاهرة المدروسة) فيتعين أن ندخل في الاعتبار هذه القيم عند إيجاد المركز المتوسط، وعندئذ يسمى المركز المتوسط الموزون Weighted Mean Centre، وفي هذه الحالة لا تختلف طريقة إيجاد المركز المتوسط عن الطريقة السابقة إلا باحتساب القيمة التي تمثلها كل نقطة بدلاً من احتسابها كمجرد نقطة، والشكل (٧-٢) يوضح إيجاد المركز المتوسط الموزون للشكل السابق نفسه، ولكن بافتراض وجود قيم للنقاط الموزعة.

ويمكن حساب متوسطات الاحداثيات على النحو التالي:

$$\text{متوسط إحداثيات أ} = \frac{\begin{array}{l}(١\times٣٢)+(٢\times٦)+(٢\times٤٠)+(٣\times٥٠)+(٤\times٢)+(٥\times١٢)+\\(٦\times٩)+(٧\times٦٠)+(٧\times١٥)+(٨\times٥)+(٩\times١١)+(٩\times٢٢)+\\(١٠\times١٣)+(١١\times٤)+(١١\times١٥)+(١٢\times٢٠)+(١٣\times٨)+\\(١٤\times١٠)+(١٤\times٢)+(١٥\times٥)+(١٦\times٦)+(١٧\times٧)+\\(١٧\times٢)+(١٨\times٨)+(١٩\times٩)+(٢٠\times٣)+(٢٠\times١).\end{array}}{٣٨١}$$

$$= \frac{٢٨٤٠}{٣٨١} = ٧,٥$$

$$\text{متوسط إحداثيات أ} = \frac{\begin{array}{l}(١\times٦٠)+(٢\times٢٠)+(٢\times١١)+(٣\times٦)+(٣\times٢)+(٣\times٢)+\\(٣\times٥)+(٤\times٩)+(٤\times٢)+(٤\times٢٢)+(٤\times٩)+(٤\times٤٠)+\\(٥\times٣٢)+(٥\times٨)+(٥\times١٣)+(٥\times٤)+(٦\times١)+(٦\times٦)+\\(٦\times٥)+(٧\times١٠)+(٧\times١٥)+(٧\times١٢)+(٨\times١٥)+\\(٨\times٥٠)+(٩\times٣)+(١٠\times٧)+(١٠\times٤):\end{array}}{٣٨١}$$

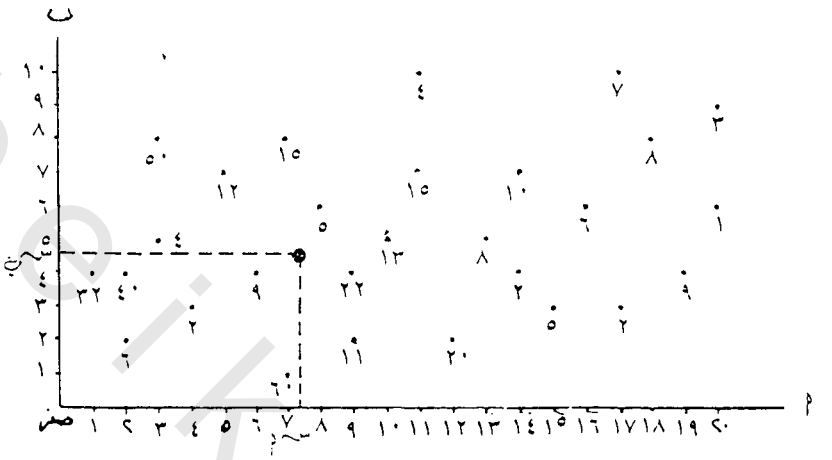
$$= \frac{١٧٩٤}{٣٨١} = ٤,٧$$

وتعتبر نقطة التقاء متوسط الإحداثيات للمحور الرأسي والأفقي (س أ، س ب) هي المركز المتوسط الموزون لتوزيع السكان في الشكل (٧ : ٢)

شكل (٧-٢)

المركز المتوسط الموزون لعدد سكان مراكز استيطان مفترض

الأعداد تمثل عدد سكان كل مركز استيطان



٣- المركز الوسيط:

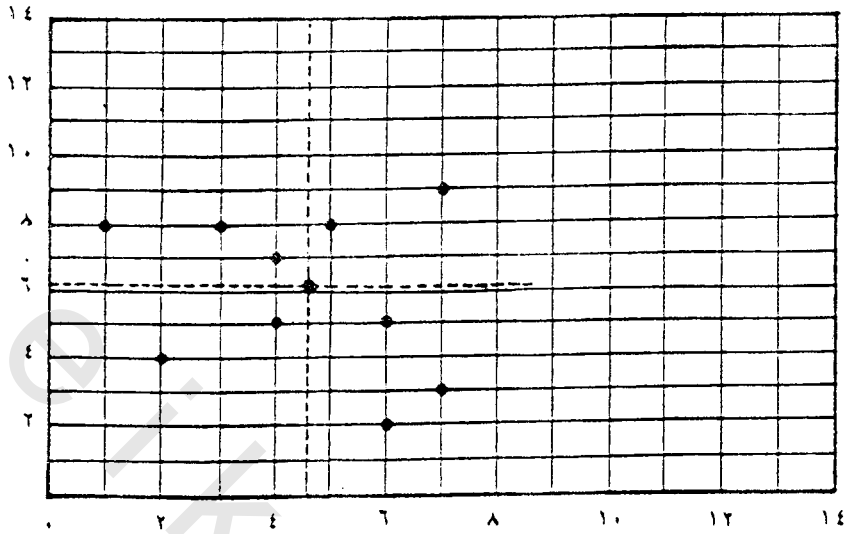
الوسيط المكاني أو المركز الوسيط هو الذي يتوسط بقية المواقع الأخرى، ويمثل مركز القلب لتوزيعها المكاني، بحيث يقع نصفها إلى الشرق منه، ويقع النصف الآخر إلى الغرب، كما يقع نصف المواقع إلى الشمال منه، ويقع النصف الآخر إلى الجنوب.

ونستطيع تحديد الموقع الوسيط على الخرائط بدون استخدام أي معادلات إحصائية؛ بل بتحديد نقطة تقاطع محورين متعامدين يقسم كل منهما المواقع إلى نصفين متساويين (الشكل ٧-٣).

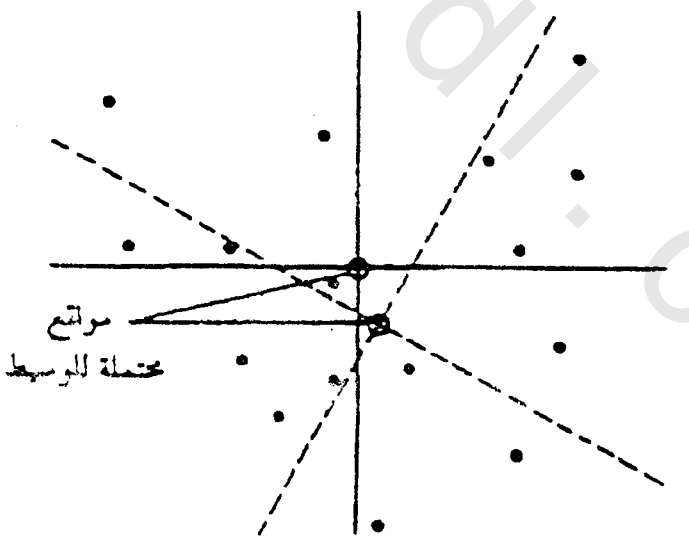
وإذا كان بالإمكان تحديد المركز الوسيط أو الوسيط المكاني بنقطة تقاطع إحداثيين يقسم كل واحد منهما التوزيع المكاني للمواقع إلى قسمين متساويين، فإن بالإمكان - كما هو مبين في الشكل (٧-٤) رسم أكثر من إحداثيين يحققان هذا الشرط، أي إن بالإمكان تحديد أكثر من وسيط واحد.

---

(١) نعمان شحادة: الأساليب الكمية في الجغرافيا باستخدام الحاسوب، دار صفاء للنشر والتوزيع عمان، ١٩٩٧ ص ١٩٥ - ١٩٦.



شكل (٧-٣) الموقع الوسيط



شكل (٧-٤) اعتماد الموقع الوسيط على اختيار الإحداثيات

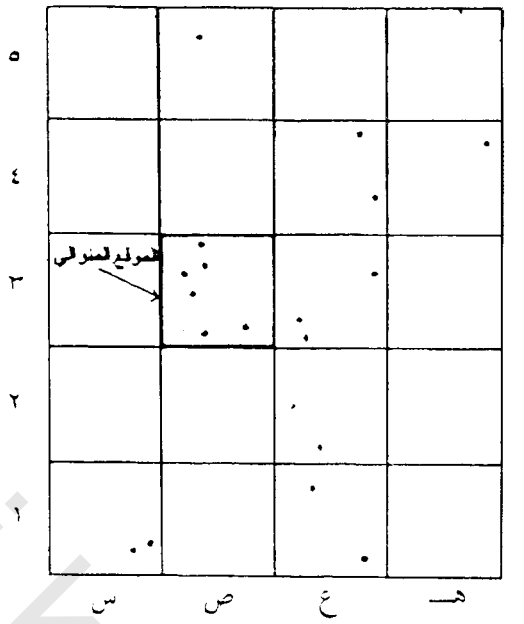
وتتمثل أهم الخصائص الحسابية للوسيط في أن مجموع الفروقات المطلقة للمشاهدات عنه أقل منها عن أية قيمة أخرى؛ ولهذا فإنه يُستخدم لتحديد الموقع الذي تكون المسافة التي تفصل بينه وبين المواقع الأخرى أقل من المسافة التي تفصل بين تلك المواقع وأي مكان آخر. فلو فرضنا وجود عدد من المواقع على طريق عام وأردنا اختيار موقع مناسب يقدم خدمات عامة لتلك المواقع، بحيث يكون مجموع المسافة التي تفصله عن تلك المواقع أقل من المسافة التي تفصلها عن أي مكان آخر، فإن ذلك الموقع هو الموقع الوسيط[1].

٤- المركز المنوالي:

يُراعى عند تحديد المركز المنوالي للتوزيعات المكانية حصر المنطقة التي يوجد فيها التوزيع المكاني وتقسيمها إلى مربعات متساوية المساحة عن طريق إنشاء مجموعة من الإحداثيات السينية والصادية. نحصر بعد ذلك عدد النقاط الموجودة في كل مربع من المربعات، ونحدد المنوال باعتباره المربع الذي يضم أكبر عدد ممكن من النقاط، فالموقع المنوالي في الشكل (٧-٥) هو المربع ذو الإحداثيات (٣، ص)؛ لأنه يحتوي على ست نقاط، بينما لا يضم أي مربع آخر أكثر من ثلاث نقاط.

---

(١) نعمان شحاده: مرجع سابق ص ١٩٨ - ١٩٩.



شكل (٧-٥)

الموقع المنوالي

وكما هو الحال في بقية المقاييس المكانية للنزعة المركزية، فإن المركز المنوالي شديد الحساسية لمقياس الرسم المستخدم في رسم شبكة الإحداثيات ولاتجاه تلك الشبكة؛ فإذا قسَّمنا المنطقة إلى عدد كبير من المربعات الصغيرة، فإننا قد نخرج بعدد من المواقع المنوالية وليس بموقع منوالي واحد. أما إذا قسَّمناها إلى عدد قليل من المربعات الكبيرة، فإن المربع الذي يقع فيه الموقع المنوالي يكون كبير المساحة، مما يحد من الفائدة المرجوة منه.

ثانياً: مقاييس التشتت *Dispersion*:

إن درجة التشتت لتوزيعات النقط يمكن حسابها بالنسبة لثلاثة أمور.

١- التشتت حول المركز المتوسط أو الوسيط.

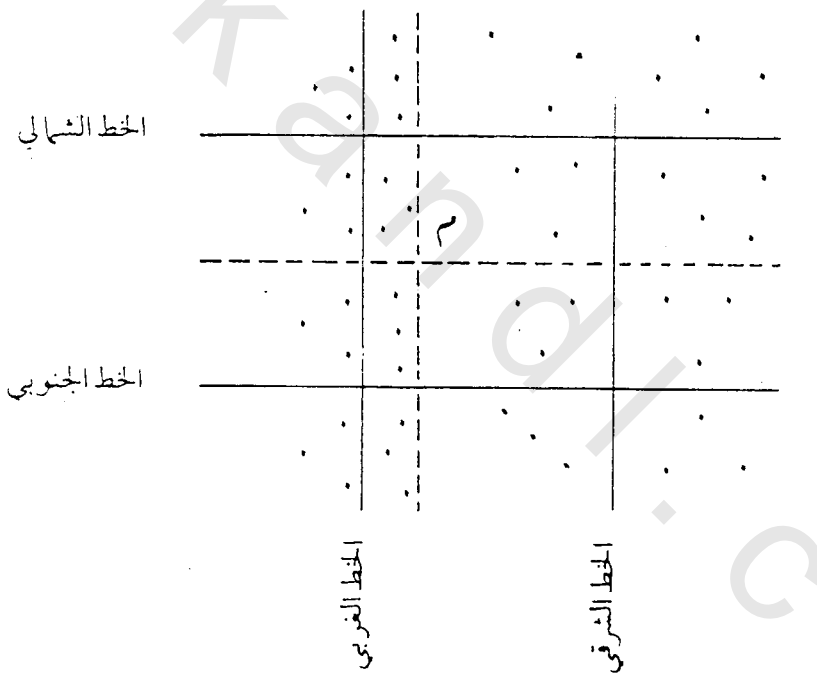
٢- التشتت حول أي نقطة أخرى مختاره.

٣- تشتت النقاط حول بعضها.

obeikandl.com

١- التشتت حول المركز المتوسط أو الوسيط:

ذكرنا أن المركز الوسيط Median Centre هو نقطة التقاء خطين متعامدين (في العادة شمالي جنوبي وشرقي غربي) ومنصفين للنقاط الموزعة، وفي كثير من الحالات لا يختلف عن المركز المتوسط و قياس التشتت حول المركز المتوسط أو الوسيط يعتمد أصلاً على المدى الرباعي، ولمعرفته نقوم برسم خطوط تقسم التوزيع إلى أربعة أقسام متساوية كما يوضحه الشكل التالي (٧-٦).



- - - - الخطين المتعامدين المقررين والمحددين للوسيط (م)
ـــــ خطوط تقسيم التوزيع الى أربعة أقسام متساوية وتعرف بـ Quartilides

شكل (٦:٧) التشتت حول الوسيط

إن مساحة المربع أو المستطيل المحصور بين هذه الخطوط الأربعة يمكن أن تكون مقياساً على تشتت التوزيع حول المركز ، حيث إن المساحة الكبيرة تعني تشتتاً أكبر ، بينما تدل المساحة الصغيرة على تركز حول المركز ، ولكي نحصل على مقياس يمكن به مقارنة مقدار تشتت التوزيعات المختلفة حول مراكزها المتوسطة أو الوسيطة نقسم مساحة هذا المربع أو المستطيل على مساحة الوحدة التي تضم جميع التوزيع ، والنتيجة ستتراوح بين صفر (تركز شديد) إلى واحد(تشتت شديد)[1] .

٢- التشتت حول نقطة مختارة:

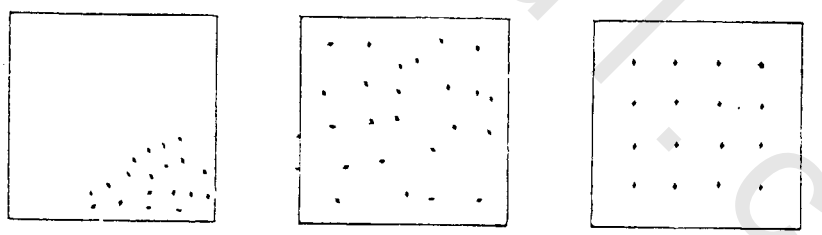
يمكن إيجاد مقياس التشتت حول نقطة معينة مختارة حسب الظاهرة المدروسة ، وقد يكون من بينها المركز الوسيط أو المتوسط وذلك عن طريق جمع هذه النقاط في مجموعات حسب البعد عن النقطة المختارة ، وقد يكون في ذلك بعض الفائدة خاصة حين يكون المركز المختار أمثال مركز المدينة أو مركز المنطقة الإدارية ويراد معرفة مدى تشتت مختلف أنواع المتاجر أو المصانع حول الأول ومختلف الخدمات حول الثاني ، وللوصول إلى ذلك نستطيع رسم دوائر بأنصاف أقطار مختلفة ومركزها المركز المختار ، ثم نحسب عدد النقاط الممثلة للتوزيعات داخل كل دائرة ونوجد نسبتها إلى مجموع عدد النقاط في التوزيع ، وفي ذلك دلالة إحصائية على مدى تشتت التوزيع حول المركز المختار ، ويمكن إظهاره على منحنيات النسب المجمعة لتصبح النتيجة أكثر وضوحاً ودقة .

(1) R.H. Hammond and P.S. Mc Cullagh, Quantitative Techniques in Geography: An Introdcution, P.36.

٣- تشتت النقاط حول بعضها:

أي قياس علاقة النقاط مع بعضها في توزيعها المكاني وهذا يهمنا جداً في دراسة مدى تشتت أو تركز المركز العمراني وعلاقته المكانية مع بعضه البعض، إذ إن توزيع النقاط في أي حيز مكاني يمكن أن يشكل أنماطاً مختلفة جداً، وبالطبع من أولى أغراض الجغرافي هو وصف مثل هذه الأنماط، ولا شك أن وجود مثل هذه المقاييس ستعينه على ذلك وتساعده على أن يكون وصفه أكثر دقة ـ وهناك على العموم ثلاثة أنواع متطرفة من التوزيعات: هي التوزيع المرتب أو المتماثل Ordered or Unifrom Distribution، والتوزيع العشوائي أو الجزافي Random Distribution، والتوزيع المتجمع أو المتركز Clustered Distribution، والشكل التالي يوضح الثلاثة أنواع:

شكل (٧-٧) أنواع التوزيعات



ولوصف هذه الأنماط من التوزيعات نلجأ إلى ثلاثة مقاييس هامة:

١- مربع كاي Chi Square، ٢- صلة الجوار Nearest Neighbour، ٣- منحنى لورنز Lorenz Curve.

١- استخدام مربع كاي في دراسة التركز:

يستخدم مربع كاي في الأصل لاختبار مدى الأهمية الإحصائية للنتائج، غير أنه في الآونة الأخيرة توسع الجغرافيون في استعمالات مربع كاي وطبقوها على دراسة أنماط التركز للظواهر الجغرافية خاصة في مجالات الظواهر الممثلة بالنقاط: كالمدن والقرى، وآبار الماء، وقمم الجبال وغيرها.

إن استخراج قيمة مربع كاي للقيم الممثلة بالنقاط يتطلب تغطية المنطقة المدروسة بشبكة من المربعات المتساوية المساحة. والمشكلة تبرز في تحديد المساحة المناسبة للمربع الواحد؛ لأن ذلك أمراً مهماً في عملية التحليل الإحصائي، فالمساحة الصغيرة للمربع تعكس احتمال احتواء كل منها على عدد منخفض من النقط، وكذلك المساحة الكبيرة فإنها تعكس احتمال احتواء كل منها على عدد مرتفع من النقط. وقد اقترح بعض الباحثين بعض الصيغ الرياضية لحساب عدد المربعات، غير أن أفضلها هي قسمة مساحة المنطقة على عدد النقاط ثم ضرب الناتج بأحد القيم ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، إلخ. بحيث يحصل على المساحة الملائمة للمربع أو العدد المطلوب من المربعات، وعلى العموم فعملية رسم المربعات ترجع إلى الباحث نفسه على أن يراعي أن لا تكون هناك مربعات خالية من النقاط، وبالمقابل لابد من توفير فرصة متعادلة لكل نقطة بأن تقع داخل أي مربع.

مثال تطبيقي:

يمثل الشكل رقم (٧-٨) مجموعة المستوطنات البشرية الموجودة في

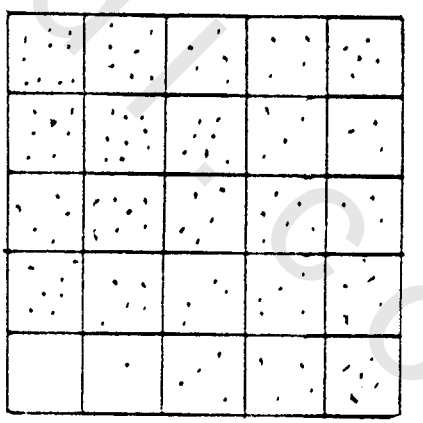
منطقة ما. ويبلغ عدد هذه المستوطنات ١٢٥ مستوطنة، والمطلوب معرفة ما إذا كان هناك اختلاف مهم وجوهري بين التوزيع الحقيقي وبين التوزيع العشوائي لمراكز الاستيطان البشري في المنطقة ولعمل ذلك نقوم بما يلي:

١- نقسم المنطقة المدروسة إلى عدد من المربعات المتساوية بحيث تقع كل مجموعة من المستوطنات داخل كل مربع، وأن نراعي أن تكون المربعات الفارغة أقل ما يمكن.

٢- ننظم جدولاً لحساب مربع كاي على غرار الجدول رقم (٧-١) الذي تظهر فيه الخانات اللازمة للحساب ونضع فيه القيم التالية:

أ- نضع في الخانة الأولى من الجدول أرقام المربعات.

ب- نضع في الخانة الثانية العدد الفعلي الموجود في كل مربع (التوزيع الملاحظ).



٥	٤	٣	٢	١
١٠	٩	٨	٧	٦
١٥	١٤	١٣	١٢	١١
٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦
٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١

شكل (٧-٨)

توزيع افتراضي لنقط يراد معرفة مدى تشتتها أو تجمعها

obeikandl.com

جدول (٧-١)

حساب مربع كاي للتوزيع الموجود في شكل (٧-٨)

رقم المربع	(أ) التوزيع الملاحظ	(ب) التوزيع المتوقع	أ - ب	(أ - ب)^{٢}	$\frac{(أ - ب)^{٢}}{ب}$
١	٥	٥	--	--	--
٢	٤	٥	-١	١	٠,٢
٣	٥	٥	--	--	--
٤	٧	٥	٢	٤	٠,٨
٥	١٠	٥	٥	٢٥	٥
٦	٣	٥	-٢	٤	٠,٨
٧	٤	٥	-١	١	٠,٢
٨	٧	٥	٢	٤	٠,٨
٩	٩	٥	٤	١٦	٣,٢
١٠	٧	٥	٢	٤	٠,٨
١١	٣	٥	-٢	٤	٠,٨
١٢	٦	٥	١	١	٠,٢
١٣	٥	٥	--	--	--
١٤	٧	٥	٢	٤	٠,٨
١٥	٥	٥	--	--	--
١٦	٤	٥	-١	١	٠,٢
١٧	٥	٥	--		--
١٨	٤	٥	-١	١	٠,٢
١٩	٥	٥	--	--	--
٢٠	٦	٥	١	١	٠,٢
٢١	٥	٥	--	--	--
٢٢	٤	٥	-١	+١	٠,٢
٢٣	٤	٥	-١	+١	٠,٢
٢٤	١	٥	-٤	١٦	٣,٢
٢٥	--	٥	-٥	٢٥	٥
	١٢٥	١٢٥			٢٢,٨

obeikandl.com

جـ- نحسب التوزيع المتوقع ويكون بقسمة عدد النقاط على عدد المربعات، ولما كان عدد القيم = ١٢٥ وعدد المربعات = ٢٥ فالعدد المتوقع هو ١٢٥ ÷ ٢٥ = ٥ ونضعه في عمود (٣).

د- نحسب الفرق بين التوزيع المتوقع والتوزيع الملاحظ (أ-ب) ونضعه في عمود (٤).

هـ- نربع هذا الفرق (أ-ب)^{٢} في عمود آخر (عمود ٥).

و- نقسم مربع الفرق بين التوزيع المتوقع والتوزيع الملاحظ على قيم التوزيع الملاحظ (عمود ٦).

ز- أخيراً نجمع القيم الناتجة للعمود (٦) وهي ٢٢,٨ وهذه تعادل قيمة مربع كاي الناتجة من الحساب.

٤- نحسب درجة الحرية وهي ن - ١ = ٢٥-١=(٢٤).

٥- نفترض أن درجة المعنوية التي نريدها هي ٠,٠٥ .

٦- ننظر في جدول توزيع مربع كاي (انظر الملحق) مقابل درجة الحرية ٢٤ ومستوى الثقة ٠,٠٥ فنقرأ الرقم ٣٦,٤١٥، ولما كانت القيمة المحسوبة وهي ٢٢,٨ أصغر من القيمة الموجودة في الجدول ٣٦,٤١٥ تقبل الفرضية القائلة بأنه لا يوجد فرق كبير بين التوزيع الحقيقي والتوزيع النظري العشوائي؛ لهذا لا يوجد اختلاف مهم وجوهري بين التوزيعين.

مثال آخر:

درس أحد الباحثين أنماط توزيع المستوطان البشرية في نجد وقد استخدم

مربع كاي للكشف عما إذا كانت المراكز الاستيطانية موزعة توزيعاً عشوائياً أم أن توزيعها يشكل نمطاً معيناً بعيداً عن التوزيع العشوائي. وقد قام بتوقيع كافة المستوطنات البشرية على خريطة (شكل رقم ٧-٩) ثم غطى الخريطة بشبكة من المربعات عددها ٢٩ مربعاً ثبت رموزها في الجدول رقم (٧-٢)، ثم أحصى عدد المستوطنات داخل كل مربع، ثم قام باستخراج التوزيع المتوقع في حالة التوزيع العشوائي النظري وذلك بقسمة عدد المستوطنات على عدد المربعات ٢٠٧ ÷ ٢٩ = ٧ .

ثم قام بحساب مربع كاي وكانت النتيجة هي ١٤٨,٥ ، ثم استخرج قيمة مربع كاي النظرية من الجدول مقابل درجة حرية ٢٨ حيث درجة الحرية = ن - ١ وتحت مستوى معنوية ٠,٠٠١ فكان ٥٦,٨٩٣ .

وبما أن قيمة مربع كاي في الحساب أكبر من قيمة مربع كاي في الجدول فإنه رفض الفرضية القائلة بعدم وجود فرق بين التوزيع الواقعي والتوزيع العشوائي النظري وقبل الفرض البديل ، حيث إن هناك اختلافاً مهماً وجوهرياً بين التوزيع الحقيقي والتوزيع النظري العشوائي لمراكز الاستيطان في المنطقة. وإن قيمة مربع كاي المرتفعة والبعيدة من الصفر دليل إضافي يؤكد الاختلاف الجوهري بينهما، وعلى هذا الأساس استبعد الباحث أن تكون نقاط الاستيطان موزعة فوق سطح المنطقة توزيعاً عشوائياً بموجب هذا التحليل[١].

---

(١) صبحي أحمد السعيد، نمط التوزيع المكاني والتركيب الوظيفي لمراكز الاستيطان البشري في منطقة نجد، جامعة الملك سعود، الرياض ١٤٠٧، ص ٩٠ - ٩٣

شكل (٩:٧)

التوزيع المكاني الحقيقي لنقط المستوطنات

داخل شبكة من المربعات

obeikandl.com

جدول (٧-٢)

العدد الحقيقي (المشاهد) والعدد المتوقع (النظري)

للنقط داخل كل مربع في الشكل (٧-٩)

ترتيب المربعات حسب رموزها في الخريطة	العدد الحقيقي المشاهد للنقط داخل كل مربع	العدد النظري المتوقع للنقط داخل كل مربع	$\frac{(أ-ب)^2}{ك}$
	(أ)	(ب)	
أ	٤	٧	١,٣
ب	٢٥	٧	٤٦,٣
ج	١٣	٧	٥,١
د	٤	٧	١,٣
هـ	١٨	٧	١٧,٣
و	٧	٧	٠
ز	١	٧	٥,١
ح	٩	٧	٠,٦
ط	٣	٧	٢,٣
ي	٩	٧	٠,٦
ك	٧	٧	٠
ل	٢٠	٧	٢٤,١
م	١	٧	٥,١
ن	٧	٧	٠
س	٠	٧	٠
ع	١٠	٧	١,٣
ف	٧	٧	٠
ص	٥	٧	٠,٦
ق	٠	٧	٠
ر	٠	٧	٠
ش	١٣	٧	٥,١
ت	١٥	٧	٩,١
ث	١	٧	٥,٦
خ	٠	٧	٠
ذ	١	٧	٥,٦
ض	٠	٧	٠
غ	١٣	٧	٥,١
ظ	٠	٧	٠
أ-ب	١٤	٧	٧
المجموع			١٤٨,٥

obeikandl.com

٢- تحليل صلة الجوار *Nearest Neighbor Analysis*

يعتبر التوزيع جوهر العمل الجغرافي، بل إنه ينظر أحياناً إلى الجغرافية كعلم التوزيع، أي دراسة الظواهر المختلفة على سطح الأرض، وذلك بوصفها وتحليلها وتفسيرها. وقد كان الجغرافيون في السابق وقبل إدخال أدوات التحليل الحديثة يصفون التوزيع بالطريقة التي يرونها مناسبة حسب تقديراتهم الشخصية؛ ولهذا لم يكن بالإمكان إعطاء تحديد واضح لخصائص التوزيع في غياب معايير موضوعية. والذي يهم الجغرافي أكثر ما يمكن في دراسته للتوزيع هو معرفة ما إذا كان التوزيع يشكل نمطاً (Pattern) محدداً أم أنه مجرد توزيع عشوائي، فإذا كان التوزيع يشكل نمطاً محدداً فإن ذلك يعني أن هناك قوى وعوامل وراء هذا النمط. أما إذا كان التوزيع عشوائياً فإن ذلك يشير إلى قوى الصدفة والحظ. وإذا كانت القوى المسؤولة عن توزيع الظاهرة تعود للحظ أو للصدفة فمن الصعب إعطاء تفسير لهذا التوزيع.

كذلك لابد من الإشارة إلى أن الأشكال (Forms) المختلفة التي تتخذها الظواهر الجغرافية هي انعكاس لنوع الأنماط السائدة، وكلما تغيرت الأنماط كلما تغيرت الأشكال. ولما كانت الأنماط المحددة نتيجة عوامل وقوى دائمة التغير، فمعنى ذلك أن اهتمامنا بالأنماط سيقودنا إلى الاهتمام بالعمليات (Processes) المؤدية إلى تكوين الأنماط بتوزيعاتها المختلفة. والذي يبدو واضحاً أن دراسة الأنماط والتأكد من وجودها جوهري في البحث الجغرافي الحديث[١].

---

(١) عبدالإله أبو عياش: الإحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية، وكالة المطبوعات، الكويت، ١٩٨٤ ص ١٧٢.

فمثلاً يحتاج الباحث في بعض الأحيان لمعرفة خصائص التوزيع لظاهرة معينة مثل: توزيع الأسواق المركزية، أو توزيع المستوطنات البشرية، أو توزيع المزارع، أو توزيع المصانع وغيرها. وفي مثل هذه الحالة لابد له من اللجوء إلى تحليل إحصائي لمعرفة خصائص هذا التوزيع وأنماطه وأشكاله والعوامل التي ساعدت على وجوده بهذه الصفة. وقد طور العلماء بعض الاختبارات الإحصائية الخاصة بتحليل العلاقات المكانية لعل من أشهرها: تحليل صلة الجوار أو الجار الأقرب الذي يهدف إلى تحليل المسافة الحقيقية الفاصلة بين المراكز الموزعة على الخريطة على هيئة نقاط ونسبة معدلها إلى معدل المسافة المتوقعة الفاصلة بين النقط في نمط التوزيع العشوائي، وذلك بقصد التوصل إلى معيار كمي يستدل به على نمط التوزيع المكاني للمراكز أو النقاط التي هي محل الدراسة. ولعمل هذا التحليل نفترض أن لدينا منطقة تحوي العديد من المستوطنات البشرية ممثلة على الخريطة على شكل نقاط، ثم نقوم بالإجراءات التالية:

١- نحسب عدد المستوطنات في المنطقة المدروسة.

٢- نحسب مساحة منطقة الدراسة.

٣- نحسب المسافة الحقيقية بين مراكز الاستيطان على النحو التالي:

أ) نقسم مراكز الاستيطان إلى مجموعات متقاربة يضم كل منها عدداً من القرى المتجاورة.

ب) نحسب المسافة المستقيمة (الجوية) بين كل مركز والمراكز القريبة منه داخل المجموعة.

جـ) نحسب متوسط المسافة بين المراكز وذلك بقسمة مجموع المسافات الفاصلة بين هذه المراكز على عدد هذه المراكز .

٤- نستخرج صلة الجوار من خلال المعادلة التالية :

$$\text{ل} = ٢ \overline{\text{م}} \times \sqrt{\frac{\text{ن}}{\text{ح}}}$$

حيث إن : ل = صلة الجوار .

مَ = متوسط المسافة الفاصلة بين النقاط .

ن = عدد النقاط (عدد مراكز الاستيطان) .

ح = مساحة المنطقة المدروسة .

تنحصر قيمة (ل) في صلة الجوار بين صفر وبين ١٥ , ٢ ، وعلى ضوء ذلك تتحدد ثلاثة أنماط من التوزيعات المكانية الرئيسية مع أنماط أخرى ثانوية قريبة منها ، والأنماط هي كالتالي :

١- نمط التوزيع المتقارب : وذلك إذا كانت قيمة (ل) أقل من واحد صحيح . وتوجد أنماط ثانوية داخل نمط التوزيع المتقارب فمثلاً : إذا كانت قيمة (ل) = صفر فإن نقط الظاهرة تكون في حالة متجمعة مع بعضها البعض في موقع واحد (نمط متجمع) كما في مقياس قيم (ل) في الشكل رقم (٧-١٠) .

obeikandl.com

شكل (٧-١٠) مقياس قيم ل

نموذج من عشر نقط في أنماط مختلفة داخل مساحة واحدة

لبيان شكل توزيع النقط العشرة في كل نمط وما يقابله من قيم ل

وإذا كانت قيمة (ل) محصورة بين صفر وبين أقل من ٥ , ٠ فإن النمط في هذه الحالة يكون متقارباً، وكلما اقتربت هذه القيمة من الصفر اشتد التقارب بين المستوطنات، وأصبح نمط توزيعها على شكل عنقود. وإذا كانت قيمة (ل) قريبة من ٥ , ٠ فإن النمط متقارب لكن اتجاهه نحو النمو العنقودي المتجمع. أما إذا كانت قيمة (ل) محصورة بين ٥ , ٠ وأقل من واحد صحيح فإن النمط متقارب أيضاً إلا أنه يتجه نحو النمط العشوائي.

في النمط المتقارب تكون المسافة الفاصلة بين النقط منتظمة أو غير منتظمة، وقد يأخذ التوزيع في النمط المتقارب شكل الخط وذلك على طول طريق رئيسي، أو سكة حديد، أو على طول مجاري الأنهار، أو بطون الأودية.

٢- نمط التوزيع العشوائي: يظهر هذا التوزيع في الحالة التي تكون فيها قيمة (ل) تساوي واحد صحيح (ل=١) والنمط العشوائي هو من الأنماط النظرية البحتة وقد لا يوجد كتوزيع بشري حقيقي على سطح الأرض، وتقارن به أو تنسب إليه باقي التوزيعات لبيان درجة اقترابها منه أو درجة ابتعادها عنه، وهو يمثل خليطاً من صفات الأنماط الأخرى، إذ يحتوي فعلاً على نقاط متباعدة عن بعضها البعض، وعلى نقاط أخرى متقاربة. ومن صفاته أيضاً وجود ازدحام نسبي للنقط في جهة معينة من جهات الخريطة وقلة عدد النقاط في جهات أخرى إلى جانب مساحات من الخريطة خالية من النقط، إن المسافة الفاصلة بين النقط تكون غير منتظمة بمعنى أن الانتظام في المسافة الفاصلة بين النقط معدوم في نمط التوزيع العشوائي. (انظر شكل ٧-١٠).

٣- نمط التوزيع المتباعد: تكون قيمة (ل) في هذا النمط محصورة بين أكثر من واحد صحيح وأقل من ١٥ , ٢ وتبعاً لذلك توجد درجات داخل هذا النمط، فعندما تكون قيمة (ل) محصورة بين أكثر من واحد وأقل من ٢، فإن النمط يكون متباعداً، بمعنى أن النقط تكون متباعدة عن بعضها البعض والمسافة الفاصلة بينها تكون غير منتظمة. وإذا كانت قيمة (ل=٢) فإن النمط المتباعد في هذه الحالة يكون ناتجاً عن توزيع منتظم للنقاط يشبه شكله شكل المربع، أي أن المسافة بين النقاط تكون منتظمة وكلما اقتربت قيمة ل من ١٥ , ٢ ازداد التباعد بين النقط الموزعة، وتصبح في أقصى بعد لها عن بعضها البعض عندما تكون قيمة ل = ١٤٩١ , ٢ ويأخذ شكل توزيع النقط الشكل السداسي، وهو الشكل الذي توصل إليه والتر كرستالر في دراسته لمراتب المدن والقرى في جنوب ألمانيا، وقد تكون كل نقطة على بعد متساو من ست نقاط آخرى. ويمثل الشكل الأخير التوزيع المنتظم على سطح منطقة الدراسة كلها. وبهذا المعنى فإن قيمة (ل) ترينا مقدار اقتراب التوزيع المدروس من نمط التوزيع المنتظم (انظر شكل ٧-١٠)[١] إن هذا المقياس المتدرج لصلة الجوار يغني عن حساب الدرجات المعيارية (Z) إذ يكفي مقارنة الأرقام المحسوبة مع الأرقام الموجودة في الشكل السابق الذكر.

(١) السعيد، مرجع سابق، ص ٩٤-٩٩.

التطبيق العملي لتحليل صلة الجوار:

سنتناول مثالين لتحليل صلة الجوار: أحدهما أجري على إمارة شقراء بمنطة الوشم[١]، والآخر أجري على إمارة بني ظبيان في الباحة[٢].

يمثل الشكل التالي رقم (٧-١١) مخططاً لإمارة شقراء تظهر فيه مجموعة من القرى. وتشير الأسهم إلى وجود أربع مجموعات من النقط التي تمثل مراكز الاستقرار البشري في المنطقة. وتتألف كل مجموعة منها من عدد معين من النقط المتجاورة مع بعضها البعض. وقد أخذت كل مجموعة منها لتحليلها على حده، وقيست المسافة المستقيمة (المسافة الجوية) الفاصلة بين كل نقطة وأقرب نقطة مجاورة لها في المكان.

ففي المجموعة الأولى: توجد ثلاث نقط هي نقطة شقراء، ونقطة الوقف، ونقطة غُسلة والنقط الثلاثة تجاور الواحدة منها الأخرى على النحو التالي: شقراء تجاور الوقف، والمسافة بينهما ٤,٤ كم، والوقف تجاور غسلة والمسافة بينهما ١,١ كم، وغسلة تجاور الوقف والمسافة بينهما ١,١ كم.

والمجموعة الثانية مؤلفة من ثلاث نقط هي: اللغفة تجاور القصب والمسافة بينهما ١٢ كم، والقصب تجاور المشاش والمسافة بينهما ٧,٣٥ كم والمشاش تجاور القصب والمسافة بينهما ٧,٣٥كم.

والمجموعة الثالثة: مؤلفة من ثلاث نقط هي: الحُريق تجاور الجريفة والمسافة بينهما ١٦,٦ كم والجريفة تجاور الداهنة والمسافة بينهما ٥,٥ كم. والداهنة تجاور الجريفة والمسافة بينهما ٥,٥كم.

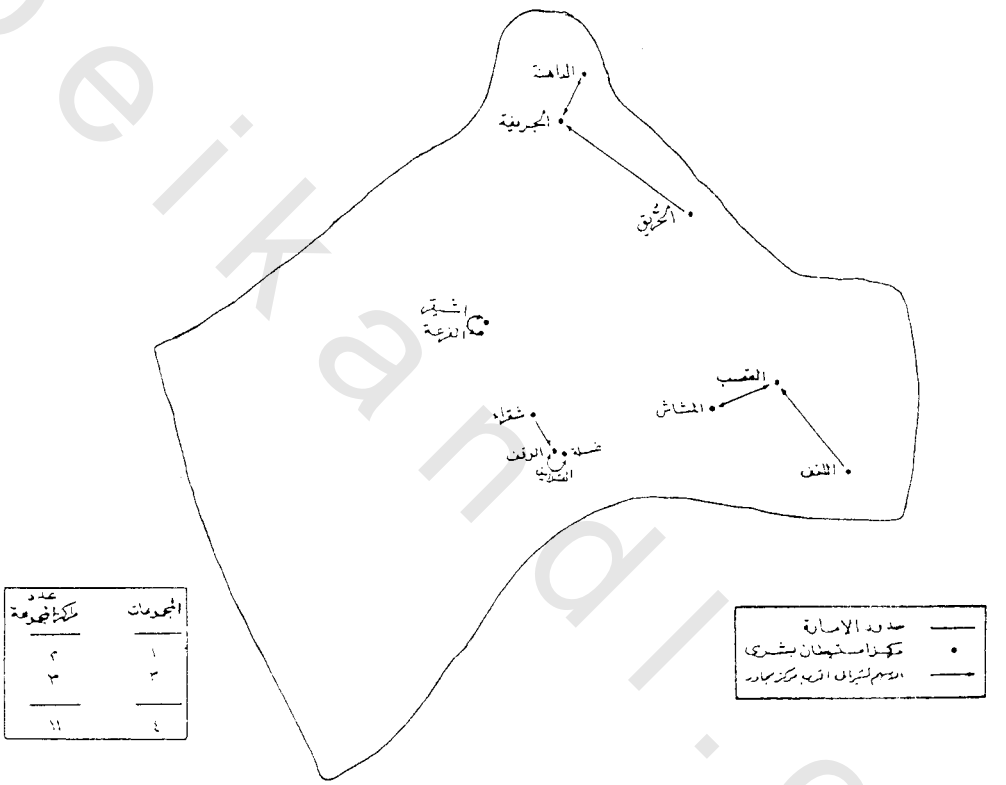
١- صبحي أحمد السيد: مرجع سابق ص ٦٤-٦٩.

٢- محمد محمود السرياني: السمات العامة لمراكز الاستيطان الريفية في منطقة الباحة، وحدة البحث والترجمة، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، ١٩٨٨ ص ٧٠-٨١.

شكل (٧-١١)

نمط التوزيع المكاني لمراكز الاستقرار

في إمارة شقراء بمنطقة الوشم



obeikandl.com

والمجموعة الرابعة: مكونة من نقطتين هما: أشيقر تجاور الفرعة والمسافة بينهما ١,٢٥ كم، والفرعة تجاور أشيقر والمسافة بينهما ١,٢٥كم، نحصل على معدل المسافة الفاصلة بين النقط المتجاورة من جمع المسافات وقسمة مجموعها على عدد القراءات (القياسات) كما يلي:

٤,٤+١,١+١,١+١٢+٧,٣٥+٧,٣٥+١٦,٦+٥,٥+٥+١,٢٥+١,٢٥= ٦٣,٤.

معدل المسافة = ٦٣,٤ ÷ ١١ = ٥,٧٦٣ .

نستخدم معادلة صلة الجوار السابقة: ل = ٢ × م $\sqrt{\text{ن ÷ ح}}$

حيث ل: صلة الجوار.

مَ = معدل المسافة الفاصلة بين النقاط وتساوي ٥,٧٦٣.

ن = عدد النقاط ويبلغ (١١).

ح = مساحة المنطقة وتعادل ٣٠٥٨كم٢.

ل= ٢×٥,٧٦٣ $\sqrt{\text{١١ ÷ ٣٠٥٨}}$

ل = ١١,٥٢٨ × $\sqrt{\text{٠,٠٠٣٥٩}}$

ل = ١١,٥٢٨ × ٠,٠٥٦٩

ل = ٠,٦٩

تدل قيمة صلة الجوار على أن نمط التوزيع المكاني لمراكز الاستيطان البشري في إمارة شقراء هو نمط التوزيع المتقارب غير المنتظم.

مثال آخر:

يمثل الشكل التالي رقم (٧-١٢) مخططاً لإمارة بني ظبيان في الباحة. وتظهر على هذا المخطط المستوطنات الريفية في الإمارة. وقد أخذ توزيع المستوطنات البشرية ثماني مجموعات داخل الإمارة على النحو الموضح في الجدول التالي رقم (٧ : ٣)، فقد كان هناك تجمع عمراني واحد يتألف من مركزين عمرانيين (مجموعة رقم ٢)، وتجمُّعان آخران يتألف كل منهما من ثلاثة مراكز عمرانية (مجموعة رقم ٧ , ٨)، و ثلاثة تجمعات يؤلف كل منها أربع مستوطنات عمرانية (مجموعة رقم١ ، ٣، ٥)، وتجمع واحد يحوي خمس مستوطنات بشرية (مجموعة رقم ٤). والتجمع الأخير هو أكبر المجموعات الاستيطانية ويحوي ما يقرب من ثماني مستوطنات ريفية (مجموعة رقم٦).

جدول (٣:٧)

عدد التجمعات والمستوطنات في إمارة بني ظبيان

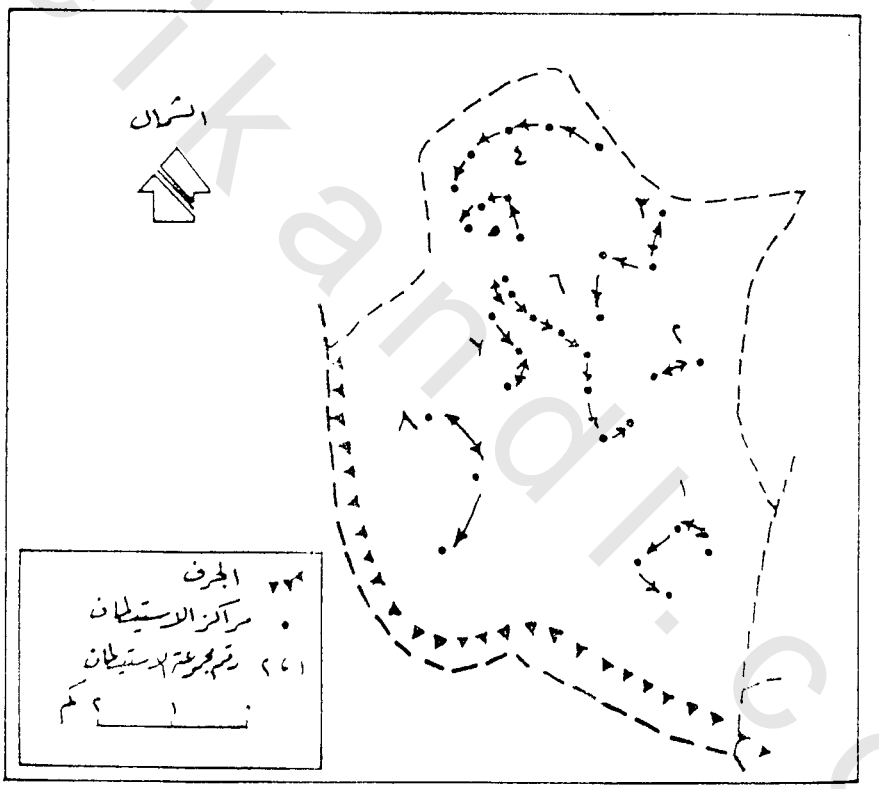
رقم التجمع	عدد التجمعات	عدد مستوطنات التجمع
٢	١	٢
٨,٧	٢	٣
٥,٣,١	٣	٤
٤	١	٥
٦	١	٨
المجموع	٨	٣٣

obeikandl.com

شكل (٧-١٢)

أنماط التوزيع المكاني لمراكز الاستيطان الريفي

بإمارة بني ظبيان / السراة



لقد حسبت المسافة الحقيقية بين مراكز الاستقرار على النحو التالي :

أ) قسمت مراكز الاستقرار إلى مجموعات يضم كل منها عدداً من القرى المتجاورة، وقد قسمت إمارة بني ظبيان إلى ثمان مجموعات (انظر أرقامها في شكل ٧-١٢)، ثم حسبت المسافة بين كل مركز والمركز القريب منه داخل المجموعة على النحو الموضح في الجدول رقم (٧ : ٤).

جدول (٤:٧)

حساب المسافة بين المراكز

رقم المجموعة	عدد المراكز	مجموع المسافات في المجموعة	الإجمالي
١	٤	٠,٥+٠,٥+٠,٧+٠,٦	= ٢,٣
٢	٢	٠,٦+٠,٦	= ١,٢
٣	٤	٠,٦+٠,٦+٠,٧+٠,٨	= ٢,٧
٤	٥	٠,٨+٠,٥+٠,٧+٠,٤+٠,٤	= ٢,٨
٥	٤	٠,٤+٠,٣+٠,٣+٠,٤	= ١,٤
٦	٨	٠,٣+٠,٨+٠,٥+٠,٤+٠,٤+٠,٤+٠,٣+٠,٣	= ٣,٤
٧	٣	٠,٤+٠,٤+٠,٦	= ٣,٤
٨	٣	١+١+١,٢	= ٣,٢
إجمالي	٣٣		= ١٨,٤

حساب المسافة بين المراكز الاستيطانية لإمارة بني ظبيان

ب) حسب متوسط المسافة الحقيقية بين المراكز وذلك بقسمة المسافة على عدد المراكز وتساوي ٣٣ ÷ ١٨,٤ = ٠,٥٥٨ كم أو ٥٥٨ متراً.

بقي أن نعرف نمط التوزيع على صفحة الإقليم، وقد قمنا بحساب معامل صلة الجوار من واقع البيانات الإحصائية التالية :

١- مساحة إمارة بني ظبيان وقد حسبت البلانيميتر فوجدت ٣٩كم٢ .

٢- عدد المستوطنات المدونة على خرائط ١/ ٥٠,٠٠٠ والمكملة بلوحات الصور الجوية . وقد وجد أن عدد المستوطنات يساوي ٣٣ .

٣- متوسط المسافة بين المستوطنات وقد حسبت من واقع الخرائط السابقة فبلغت ٠,٥٥٨ كم .

٤- بالتعويض عن معادلة الجوار وجد أن قيمة معامل صلة الجوار تعادل ١,٠٣ .

إن هذه القيمة تدل على أن التوزيع عشوائياً ليس له نسق ثابت . فالمسافة الفاصلة بين المستوطنات غير منتظمة، وكذلك التوزيع الجغرافي للمستوطنات فوق كامل المساحة ليس منتظماً، كما أن تجاور المستوطنات مع بعضها البعض ليس له نسق ثابت أيضاً . ففي بعض المجموعات يكون النسق خطياً (مجموعة رقم ٤)، وهناك حالات من التجاور المزدوج، بمعنى وجود مجموعات سكنية مؤلفة من مستوطنتين إحداهما تجاور الأخرى (مجموعة رقم ٢) . وهناك حالات أخرى من التجاور المتعدد حيث تجاور المستوطنة أكثر من مستوطنتين في آن واحد (مجموعة رقم ١، ٨، ٣، ٥) .

إن التوزيع العشوائي الذي أظهره معامل صلة الجوار للمنطقة (١,٠٣) يدل على أن التوزيع الجغرافي للمستوطنات فوق كامل المساحة ليس

منتظماً، إذ نرى من واقع الخريطة ازدحام المراكز العمرانية في القسم الشمالي من المنطقة بينما القسم الجنوبي يتصف بقلة المستوطنات الريفية عموماً. ومن الملاحظ أن نمط التوزيع يتفق مع اتجاه شبكة الطرق المحورية في المنطقة.

٣- منحنى لورنز *Lorenz Curve*:

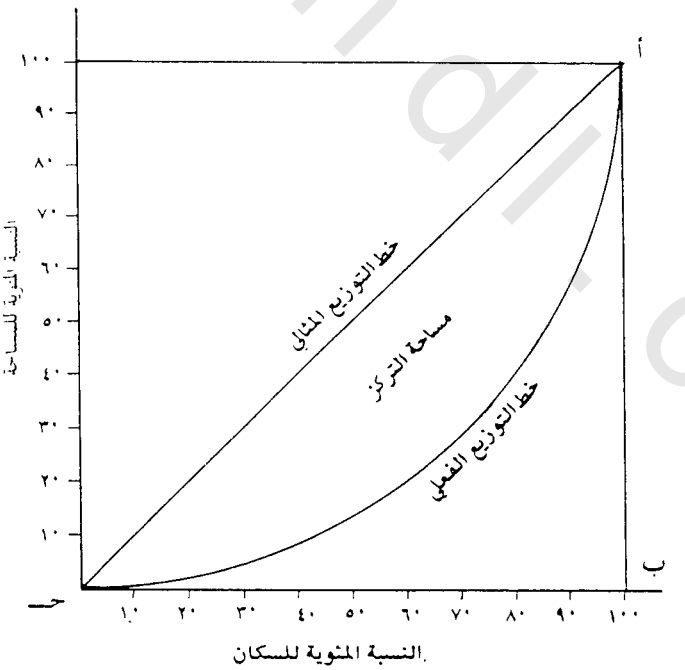
يستخدم الجغرافيون منحنى لورنز لأغراض عديدة أهمها: قياس درجة التركز، والانتشار في التوزيعات المكانية، ويختلف هذا التحليل عن تحليل صلة الجوار بأنه يوازن بين التوزيعات الفعلية والتوزيع المثالي المنتظم، في حين يقيس تحليل صلة الجوار درجة اختلاف التوزيع الحالي عن التوزيع المركز. وأكثر استخدامات منحنى لورنز هي دراسة توزيع الأقليات العرقية والدينية في أحياء ومناطق محددة من المدن، ومقارنة هذا التوزيع بتوزيع السكان الأصليين بقصد إظهار التفاوت في التوزيع، أو تركز الظاهرة في فئات ومناطق محدودة الانتشار.

لقد استخدم لورنز فكرة التوزيعات المتجمعة الصاعدة في رسم منحنى بياني لمعرفة مدى العدالة أو المساواة في توزيع بعض الظواهر المختلفة. وأساس هذه الفكرة أنه لو وجدت ظاهرتان يراد تبيان العلاقة بينهما كالمساحة وعدد السكان، وكانت المساحة موزعة بحيث ينال ١٠٪ من السكان ١٠٪ من المساحة، أو ٥٠٪ من السكان مقدار ٥٠٪ من المساحة، فإن التوزيع المثالي سيكون خطاً مستقيماً يمثل الخط (أ حـ) وهو قطر المربع في الشكل (٧-١٣).

إن أي نقطة على هذا الخط تبين أن صفر ٪ من الناس يتوزعون على صفر ٪ من مساحة الدولة، ١٠٪ من الناس يتوزعون على ١٠٪ من المساحة، ٢٠٪ من الناس يتوزعون على ٢٠٪ من المساحة، وهكذا حتى ١٠٠٪ من الناس، يتوزعون على ١٠٠٪ من مساحة الدولة، إن هذا يعني أن الخط أ حـ يمثل الخط المثالي للتوزيع، وتقاس عدالة التوزيع وانتظامه بقرب أو بعد المنحنى الذي يمثل توزيع الظاهرة، أو خط التوزيع الفعلي عن الخط أ حـ (خط التوزيع المثالي).

ويمكن إظهار التفاوت في التوزيع من خلال منحنى لورنز وكذلك من خلال قرينة لورنز (معامل جني).

شكل (٧-١٣) منحنى لورنز



فإذا أردنا معرفة توزيع السكان على المساحات الأرضية في المنطقة الشمالية الغربية من المملكة، لمعرفة مدى انتشار وتركز السكان ضمن المساحة الأرضية التي يعيشون عليها، نقوم برسم منحنى لورنز على النحو التالي:

١- نجمع بيانات عن المساحة وعدد السكان في أقاليم المنطقة الشمالية الغربية، كما هو الحال في جدول (٧-٥) عمود ١، ٢، ٣.

جدول (٧-٥)

المساحة وعدد السكان لإمارات المنطقة الشمالية الغربية في المملكة

الوحدات الإدارية (١)	المساحة (كم٢) (٢)	عدد السكان (٣)	% المساحة (٤)	% السكان (٥)	معامل التفاضل (٦)
مكة المكرمة	١٥٠٠٠٠	١٧٥٤١٠٨	٣٩,٣	٦٦,٢	١,٦٨
المدينة المنورة	١٣٠٠٠٠	٥١٩٢٩٢	٣٣,٨	١٩,٥	٠,٥٨
تبوك	٨٣٥٦٤	١٩٣٦٧٣	٢١,٧	٧,٣	٠,٣٤
الباحة	٢٠٠٠٠	١٨٥٩٠٥	٥,٢	٧,٠	١,٣٥
المنطقة الشمالية الغربية	٣٨٣٥٦٤	٢,٦٥٢,٩٧٨	٪١٠٠	٪١٠٠	

المصدر: محمد أحمد الرويثي - سكان المملكة العربية السعودية - ١٩٧٨م - ص ٥٤، ٧٤.

٢- نحول المساحة وعدد السكان إلى نسبة مئوية، أي نقسم المساحة في كل منطقة من المناطق السابقة على المجموع العام لمساحة المنطقة الشمالية الغربية، ونضرب الناتج في ١٠٠، ونفعل الشيء نفسه بالنسبة لعدد السكان (عمود٤، ٥) في الجدول السابق.

٣- نحسب معامل التفاضل وذلك بقسمة النسبة المئوية للسكان على النسبة المئوية للمساحة عمود (٦).

٤- ترتيب القيم في جدول جديد تصاعدياً أو تنازلياً بموجب معامل التفاضل (جدول ٧-٦).

جدول (٧-٦)

ترتيب الوحدات الإدارية بموجب معامل التفاضل

الوحدة الإدارية (١)	المساحة (٢)	السكان (٣)	المتجمع الصاعد للمساحة (٤)	المتجمع الصاعد للسكان (٥)	معامل التفاضل (٦)
مكة المكرمة	٣٩,٣	٦٦,٢	٣٩,٣	٦٦,٧	١,٦٨
الباحة	٥,٢	٧	٤٤,٥	٧٣,٢	١,٣٥
المدينة المنورة	٣٣,٨	١٩,٥	٧٨,٣	٩٢,٧	٠,٥٨
تبوك	٢١,٧	٧,٣	١٠٠	١٠٠	٠,٣٤

٥- نعمل التوزيع المتجمع الصاعد لكل من النسبة المئوية للمساحة والنسبة المئوية للسكان. عمود (٤، ٥) في جدول (٧-٦).

٦- نرسم محورين يمثل الأفقي منهما النسب المئوية للتكرارات المتجمعة الصاعدة للمساحة، ويمثل المحور الرأسي النسب المئوية للتكرارات المتجمعة لجملة السكان، ويبدأ كل محور بالصفر وينتهي بمائة، ثم نرصد النقطة الممثلة للنسب ونصل بينها فنحصل على منحنى لورنز، ونكمل الشكل ليصبح مربعاً حيث نرسم محورين إضافيين للمحورين الأصليين، ونصل قطر المربع الذي يمثل التوزيع المتعادل.

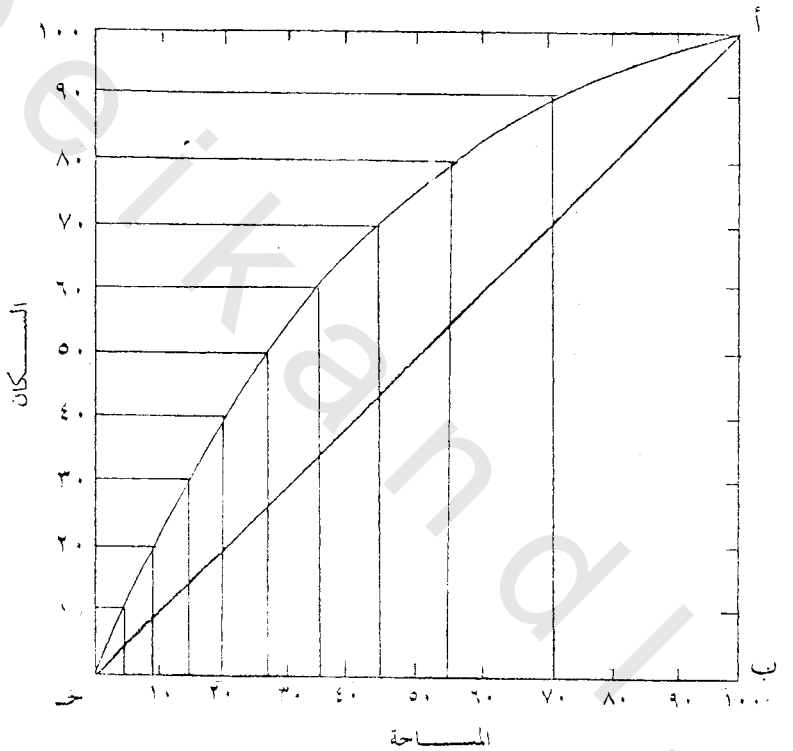
٧- إن المساحة المحصورة بين المنحنى وخط التوزيع المتساوي تبين مساحة التركز، وكبرها يدل على تركز السكان في مساحة قليلة من الأرض، وهذا بعيد عن التوزيع المثالي. وكلما صغرت هذه المساحة كلما قرب توزيع السكان من التوزيع المثالي.

٨- إن التكرارات النسبية المتجمعة الصاعدة مع منحنى لورنز تعتبر من مؤشرات قياس تركز السكان على أساس الكثافة. وإن نظرة على الجدول (٧-٥)، عمود ٤، ٥ تظهر لنا أن أكثر من ثلثي السكان حوالي(٧, ٦٦٪) يتركزون في (٣٩٪) من المساحة العامة، بينما يتركز (٩٣٪) من السكان في حوالي (٧٨٪) من المساحة العامة (انظر شكل (٧-١٤).

٤- معامل جني لقياس التركز (*Gini Coefficient*):

افترض لورنز افتراضين أساسيين من خلال المنحنى الذي قام بتصميمه:

١- الافتراض الأول أن يكون توزيع الظواهر المدروسة متماثلاً بحيث أن ١٠٪ من السكان يأخذون ١٠٪ من الدخل، و٢٠٪ من السكان يأخذون



شكل (٧-١٤)منحنى لورنز لتوزيع السكان في السعودية

٢٠٪، وحتى ١٠٠٪ من السكان يأخذون ١٠٠٪ من الدخل. في هذه الحالة ينطبق منحنى لورنز على قطر الشكل رقم (٧-١٤)، وتكون قيمة قرينة لورنز = صفر في حالة التوزيع المتماثل (العدالة في التوزيع)، وهذا هو الحد الأدنى لقرينة لورنز. لقد حسب لورنز التكرار المتجمع الصاعد فوجدها (٥٥٠) وهذه القيمة ثابتة لا تتغير.

٢- الافتراض الثاني: وهو أن لا يكون توزيع الظواهر متماثلاً بل مركزاً شديداً بحيث أن ١٪ من السكان يأخذون ١٠٠٪ من الدخل، وفي هذه الحالة فإن منحنى لورنز لا يقع على قطر المربع، بل يقع على الضلعين: أ ب ، ب ج . وتكون قرينة لورنز = ١٠٠، وهذا هو أقصى درجات التركز (عدم العدالة في التوزيع)، وفي هذه الحالة تكون قيمة التكرار المتجمع الصاعد تعادل قيمة ثابتة مقدارها (١٠٠٠).

٣- تتراوح قرينة لورنز بين صفر و ١٠٠، وكلما كانت النتيجة قريبة من الصفر دلَّ ذلك على عدم التركز والانتشار، وإذا كانت قريبة من الـ ١٠٠ دلَّ على التركز للظواهر المدروسة.

٤- طور العالم جني من الافتراضات السابقة صيغة رياضية لحساب مساحة المنطقة المحصورة بين منحنى لورنز وخط التماثل إلى المساحة أ ب ج في الشكل السابق رقم (٧-١٤) وقد عرفت هذه الصيغة بمعامل جني، ولإيجاد هذا المعامل نتبع الخطوات التالية:

١- نرسم جدولاً مكوناً من ستة أعمدة وليكن جدول رقم (٧-٧).

٢- نضع في العمود الأول قيم المحور الرأسي في الشكل الذي يبين المنحنى شكل (٧-١٤) وهذه القيم هي ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠، . . . . ، ١٠٠.

٣- من هذه النقاط على المحور الرأسي نرسم خطوطاً أفقيه تقطع منحنى لورنز، وتسقط من هذه النقاط أعمدة على المحور الأفقي، ثم نقيس أبعاد هذه النقاط الأفقية، ولما كان عدد النقاط الرأسية (١٠) فإن عدد هذه النقاط يجب أن يكون (١٠) أيضاً. ثم نسجل أبعاد هذه النقاط عن النقطة (ج) وذلك في العمود الثاني من الجدول السابق.

٤- نقوم بحساب التكرار المتجمع الصاعد لقيم العمودين الأول والثاني ونضعها في العمودين الثالث والرابع.

٥- نضع في العمود الخامس قيم الظاهرة فيما لو كان التوزيع شديد التركيز، بحيث تكون القيم كلها تمثل ١٠٠، ثم نحسب التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع في حالة التركيز.

٦- نقوم بحساب معامل جني من خلال المعادلة التالية:

$$\text{معامل جني} = \frac{\text{مجموع التكرار الصاعد للتوزيع الفعلي - مجموع التكرار الصاعد المنتظم}}{\text{مجموع التكرار الصاعد للتوزيع المركز - مجموع التكرار الصاعد المنتظم}}$$

ونكتب المعادلة بالرموز على النحو التالي:

$$ج = \frac{ف - م}{ز - م} \times ١٠٠$$

حيث ج = معامل جنى

ف = التوزيع الفعلي

م = التوزيع المنتظم

ز = التوزيع المركز

٨- ومن خلال الجدول السابق وجدنا أن :

قيمة التوزيع الفعلي (ف) = ٣٨١

قيمة التوزيع المنتظم (م) = ٥٥٠

قيمة التوزيع المركز (ز) = ١٠٠٠

وبتطبيق المعادلة السابقة تكون قيمة معامل جنى

$$\text{ج} = \frac{٥٥٠ - ٣٨١}{١٠٠٠ - ٥٥٠} \times ١٠٠ \text{ وبإهمال الإشارة السالبة}$$

$$= \frac{١٦٩}{٤٥٠} \times ١٠٠ = ٣٧,٥$$

وهذا يدل على بعض التركز في المناطق الشمالية الغربية، وهذا يعزى إلى الأهمية الدينية لإمارتي مكة المكرمة والمدينة المنورة.

جدول رقم (٧-٧)

طريقة حساب معامل جني

التوزيع الفعلي	المجمع الصاعد للتوزيع الفعلي	التوزيع المنتظم	المجمع الصاعد للتوزيع المنتظم	التوزيع المركز	المجمع الصاعد للتوزيع المركز
١٠	٥	١٠	٥	١٠٠	١٠٠
٢٠	٩	٣٠	١٤	١٠٠	٢٠٠
٣٠	١٥	٦٠	٢٩	١٠٠	٣٠٠
٤٠	٢٠	١٠٠	٤٩	١٠٠	٤٠٠
٥٠	٢٧	١٥٠	٧٦	١٠٠	٥٠٠
٦٠	٣٥	٢١٠	١١١	١٠٠	٦٠٠
٧٠	٤٤	٢٨٠	١٥٥	١٠٠	٧٠٠
٨٠	٥٥	٣٦٠	٢١٠	١٠٠	٨٠٠
٩٠	٧١	٤٥٠	٢٨١	١٠٠	٩٠٠
١٠٠	١٠٠	٥٥٠	٣٨١	١٠٠	١٠٠٠

ثالثاً : وصف أنماط الخطوط:

إن أهم توزيعات الخطوط هي التي تمثل شبكة المواصلات والأنهار والحدود وسنفرد لوصف الأخير (شبكة الحدود Boundary Networks) باباً خاصاً ونكتفي في هذا الباب بالبحث في شبكة المواصلات Transport Net-works التي يدخل من ضمنها الأنهار، وهذا البحث مهم جداً في الجغرافيا

حتى إن شورلي وهاقيت أفردا له كتاباً خاصاً[1]، وهذا ليس بغريب؛ لأن:

(١) شبكة المواصلات والأنهار من أعقد الظواهر الجغرافية؛ ولذلك فنحتاج لوصفها إلى وسائل متعددة.

(٢) وصف شبكة المواصلات والأنهار يحتاج إلى دقة متناهية أكثر من غيره.

(٣) الارتباط الشديد للشبكة بالظواهر الطبيعية والبشرية.

(٤) التباين الشديد في وسائل الاتصال.

ولوصف وتحليل شبكات المواصلات، هناك ثلاثة مباحث عامة أولية هي على الترتيب:

(١) سهولة الوصول والاتصال Accessibility.

(٢) الخصائص العامة لنظام الشبكة Route System.

(٣) الخصائص العامة لحركة المرور وتدفقها Traffic Flow.

١- سهولة الوصول والاتصال: حين تلتقي خطوط المواصلات تشكل شبكة تتكون من اتصال Links, Areas of Edges ونقاط التقاء أو مراكز Nodes or Vertices، وحين نود أن نعرف نقطة الالتقاء التي يسهل فيها الاتصال ببقية النقاط أو النقطة المركزية فإن ذلك لابد وأن يخضع للغرض من الدراسة، إذ إن قياس هذه النقاط يعتمد ويرتبط بمواقع محددة ووسائل للمواصلات معينة، فمثلاً توسط مدن في توزيع ما يمكن قياسه بحساب عدد الطرق الموصلة إليها أو مدى تردد القطارات إليها في فترات محددة، ويعني ذلك أن سهولة الاتصال والتوسط صفتان نسبيتان تختلفان باختلاف الظواهر

(1) Hagget and Chorley, Network Analysis in Geography, London, 1972

المدروسة والحقائق المختارة والغرض من البحث.

إن مقدار سهولة الاتصال لأي مركز في الشبكة يمكن قياسه بحسب ٣ عوامل على الأقل:

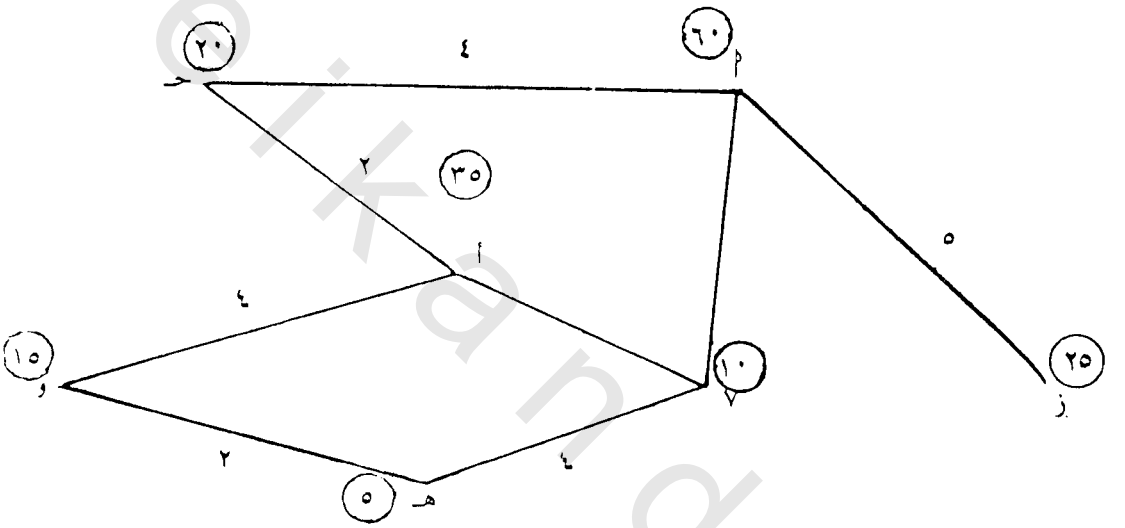
أ- سهولة الاتصال بالاعتماد على العدد الأدنى للتغيير في المحطات عند التنقل Minimum Tran-shipment Number، أي أن هذا القياس مبني على الفكرة التي تقول بأن المركز الأسهل اتصالاً بالآخرين هو الذي يتصل بهم مباشرة دون الحاجة إلى تغيير للمحطات للوصول إليه، وهذا هام جداً خاصة في النقل بالجملة بواسطة القطارات أو النقل الجماعي بواسطة القطارات أو الأوتوبيسات، وللوصول إلى المركز الأسهل اتصالاً(بالنظر إلى هذا العامل) لا بد من إنشاء جدول من اتجاهين (Matrix) يبين اتصال كل مركز بالآخر، فنعطي قيمة (صفر) إذا كان المركز متصلاً بالآخر اتصالاً مباشراً، أي لا يتعين على المسافر بينهما أن يغير وسيلة النقل في محطة متوسطة، وتعطي القيم من واحد صحيح لعدد المحطات الواقعة بين كل مركز وآخر، ولإظهار ذلك رسمت شبكة مقترحة في شكل (٧ : ١٥) فيها النقاط أو المراكز أو المحطات أ، ب، جـ.. إلخ.. واستخرجنا من هذا الشكل الجدول (٧-٨) الذي يظهر أن الحد الأدنى للتغييرات هو (٣) وهو ما يتمثل في مركز (ب) الذي يصبح المركز الأسهل اتصالاً ببقية المراكز في الشبكة بينما نجد أن مركزي (و)، (ز) يمثلان المراكز المتطرفة في الشبكة.

جدول رقم (٧-٨)

عدد التغييرات الضرورية بين المراكز في الشبكة المرسومة في الشكل (٧-١٥)

	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز
أ	--	صفر	صفر	١	١	٢	صفر
ب	صفر	--	١	صفر	صفر	١	١
جـ	صفر	١	--	صفر	٢	٣	١
د	١	صفر	صفر	--	١	صفر	٢
هـ	١	صفر	٢	١	--	صفر	٢
و	٢	١	٣	صفر	صفر	--	٣
ز	صفر	١	١	٢	٢	٣	--
المجموع	٤	٣	٧	٤	٦	٩	٩
الترتيب	٢	١	٥	٢	٤	٦	٦

الشكل (٧-١٥)



شكل (٧: ١٥)

شبكة مواصلات مفترضة

أ ، ب ، . . . . مراكز أو نقاط .

(١٠) ، (٣٥) ، . . . . سكان المراكز

٥ ، ٢ ، . . . . المسافة بين المراكز

ب- سهولة الاتصال المبني على الحد الأدنى من المسافة

Minimum Agregate Distance

أي إن المركز الأسهل اتصالاً بمراكز الشبكة هو الذي تربطه بهم أدنى حد من المسافة، وبالتالي يكون المجموع بينه وبينها أقل من مجموع المسافات بين هذه المراكز وأي مركز آخر في الشبكة، وهنا يتعين علينا أن نرسم جدولاً مشابهاً للأول ولكن يوضح المسافات بين مراكز الشبكة كما هو مبين في الجدول (٧-٩)، وهنا يتراوح مجموع المسافة التي لا بد من قطعها للوصول إلى كل مركز من جميع المراكز بين ٢٩كم إلى نقطة أ و و مركز (ب)، و ٥٩ كم إلى مركز (ز) وبالتالي يصبح مركز (ب) أسهل المراكز وأكثرها اتصالاً بمراكز الشبكة، وبالإمكان استبدال المسافة المطلقة هنا بالزمن الذي يفصل بين مركز وآخر، أي الوقت الذي يستغرقه الفرد في الانتقال من مركز إلى آخر وقد يكون الزمن أهم من المسافة خاصة إذا كانت الطرق في الشبكة تختلف من حيث النوعية كأن تكون مسفلتة أو ممهدة أو أن تكون دروباً للحيوانات أو طرقاً للأرجل، وهكذا يمكن أن يتخذ الزمن كعامل لتحديد المركز الأسهل اتصالاً.

جدول (٧-٩)

المسافة بين مراكز الشبكة وسكانها

المرسومة في الشكل (٧-١٥)

	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	مجموع المسافة × السكان	الترتيب
أ	--	١٠×٣	٢٠×٤	٣٥×٦	٥×٧	١٥×٩	٢٥×٥	٧١٥	٢
ب	٦٠×٣	--	٢٠×٥	٣٥×٣	٥×٤	١٥×٦	٢٥×٨	٦٩٥	١
جـ	٦٠×٤	١٠×٥	-	٣٥×٢	٥×٨	١٥×٦	٢٥×٩	٧١٥	٢
د	٦٠×٦	١٠×٣	٢٠×٢	--	٥×٦	١٥×٤	٢٥×١١	٧٩٥	٤
هـ	٦٠×٧	١٠×٤	٢٠×٨	٣٥×٦	--	١٥×٢	٢٥×١٢	١١٦٠	٥
و	٦٠×٩	١٠×٦	٢٠×٦	٣٥×٤	٥×٢	--	٢٥×١٤	١٢٢٠	٧
ز	٦٠×٥	١٠×٨	٢٠×٩	٣٥×١١	٥×١٢	١٥×١٤	--	١٢١٥	٦
المجموع المسافات	٣٤ (٣)	٢٩ (١)	٣٤ (٣)	٣٢ (٢)	٣٩ (٥)	٤١ (٦)	٥٩ (٧)		

جـ- سهولة الاتصال المبني على السكان:

كلا الطريقتين السابقتين يفترضان أن عدد السكان متساوي في جميع المراكز، وهذا بالطبع لا يتوافق مع التوزيع الجغرافي للسكان؛ ولهذا كان لا بد من إدخال عنصر السكان في حساب المركز الأسهل اتصالاً؛ وذلك لأن اتصال المراكز ببعضها وكثافة ذلك الاتصال يتصل ويتعلق بشكل مباشر بعدد سكان هذه المراكز، ولمعرفة المركز الأسهل اتصالاً يضرب عدد سكان كل مركز في المسافة التي تفصله عن المراكز الأخرى كما يبينه شكل (٧-١٥) وجدول (٧-٩)، أما القيم التي تدلل وتقرر ترتيب المراكز حسب سهولة اتصالها، فهي مجموع حاصل ضرب بعد المركز عن المراكز الأخرى

في عدد سكان كل مركز على انفراد ، فمثلا المسافة بين (أ) والمراكز الستة الأخرى في مثالنا هي ٣، ٤، ٦، ٧، ٩، ٥ على الترتيب، وسكان هذه المراكز على الترتيب هي ١٠، ٢٠، ٣٥، ٥، ١٥، ٢٥ بالتوالي، فلمعرفة قيمة (أ) أي مدى سهولة الوصول إلى (أ) فإننا نضرب تلك المسافات في عدد السكان حسب ترتيب المراكز ونجمعها، أي : ٣×١٠+٤×٢٠+ ٦×٣٥+٧×٥+ ٩×١٥+٥×٢٥=٧١٥، كما هو مبين في الجدول (٧-٩) والمركز الأسهل اتصالاً على اعتبار هذا العامل هو الذي يتحصل على أدنى وأقل معدل وهو في مثالنا مركز (ب) أيضاً.

ولا بد من الإشارة إلى أنه بالإمكان استخدام بعض الطرق المتقدمة مجتمعة في تحديد المركز الأسهل اتصالاً، فمثلاً يمكن الجمع بين الطريقة الأولى والثانية أي أن نجمع بين الحد الأدنى للتغييرات والحد الأدنى للمسافة لنستخرج قيماً مختلفة تحدد ترتيب المراكز من حيث سهولة اتصالها، فمثلاً يمكن أن نعتبر أن كل تغيير في طريق السير من مركز إلى آخر يساوي في الجهد والتكلفة ٥ كيلومترات، فيظهر لنا الجدول التالي الذي يجمع بين الطريقتين[1]:

(1) Hammond and Mc Cullagh, Op. Cit., pp. 44 - 46.

جدول (٧-١٠)

عدد التغيرات الضرورية مع المسافة

المراكز	مجموع التغيرات معادلة لكيلومترات (من الجدول الأول)	مجموع المسافات (من الجدول الثاني)	القيمة الصافية	الترتيب
أ	٢٠=٥×٤	٣٤	٥٤	٣
ب	١٥=٥×٣	٢٩	٤٤	١
جـ	٣٥=٥×٧	٣٤	٦٩	٥
د	٢٠=٥×٤	٣٢	٥٢	٢
هـ	٣٠=٥×٦	٣٩	٥٩	٤
و	٤٥=٥×٩	٤١	٨٦	٦
ز	٤٥=٥×٩	٥٩	١٠٤	٧

٢- الخصائص العامة لنظام الشبكة: هناك عدة خصائص لنظام الشبكة بالإمكان وصفها كمياً، ومن أهم هذه الخصائص:

أ- درجة الارتباط أو الاتصال Connectivity.

ب- المركزانية أو المركزية (التوسط)Centrality.

جـ- التمركز Centralization.

د- كثافة الخطوط Route Density.

obeikandl.com

أ ـ درجة الارتباط: يمكن تعريف الارتباط بأنه درجة اتصال كل مراكز الشبكة اتصالاً مباشراً ويعتبر هذا المقياس مهماً. خاصة وأنه مرتبط بدرجة التقدم في الدول[1] وهناك عدة مقاييس لدرجة الارتباط. أهمها معيار بيتاً (Beta Index) ومعيار غاما (Gamma Index) والمطور الحقيقي لهما هو كانسكي[2]. أما المقياس الأول فهو ينسب مجموع الطرق أو الخطوط إلى مجموع النقاط أو المراكز $\frac{\text{مجموع عدد الطرق}}{\text{مجموع عدد المراكز}}$ وفي مثالنا السابق يصبح المقياس $\frac{٨}{٧}$ = ١,١٤ أما القيمة القصوى التي يمكن أن نحصل عليها في حالة ما إذا كانت الشبكة كاملة الارتباط فهي ٣؛ وذلك لأن عدد الخطوط التي تربط المراكز السبعة ربطاً كاملاً هو ٢١ خطاً وبالتالي $\frac{٢١}{٧}$ = ٣ ومن عيوب هذا المقياس أنه لا يمكن به مقارنة درجة ارتباط شبكات تختلف في عدد مراكزها؛ لأنه في هذه الحالة تختلف القيمة القصوى تبعاً لاختلاف عدد المراكز. فالقيمة القصوى لهذا المقياس هي ٢,٥ لشبكة ذات ستة مراكز، ٣ لسبعة مراكز، ٣,٥ لثمانية مراكز، ٤ لتسعة مراكز.. وهكذا. ولعل من أفضل المقاييس هو المقياس الثاني الذي ينسب عدد الخطوط الفعلية في الشبكة بعدد الخطوط الممكن وجودها في الشبكة لتجعل المراكز مرتبطة ارتباطاً كاملاً أي:

$$\frac{\text{عدد الخطوط الفعلية في الشبكة}}{\frac{١}{٢}(\text{م}-١)} \times ١٠٠$$

(1) K.J. Kansky, Structure of Transport Networks: Relation-Ships Between Networks Geometry - and Regional Charaacteristics, University of Chicago, Geog. Dept. Research paper, p.62.

كذلك انظر Hagget and Chorley, op.cit, p34-42.

(٢) المصدر السابق.

وبالطبع فإن الشبكة تصبح مرتبطة ارتباطاً كاملاً بتساوى البسط والمقام أي :

$$\frac{\frac{1}{2}\ م(م-1)}{\frac{1}{2}\ م(م-1)}$$

وهذا لا يكون إلا إذا كانت جميع المراكز مرتبطة ببعضها ارتباطاً مباشراً، وهنا تصبح قيمة المقياس أو المعدل ١٠٠٪، وفي مثالنا السابق عن الشبكة المفترضة نجد أن العدد الأقصى للخطوط لتصبح الشبكة متصلة ومرتبطة تماماً هو :

$$\frac{1}{2}\ م\ (م-1) = \frac{1}{2}\ ٧\ (٧-١) = ٣,٥ \times ٦ = ٢١^{(١)}$$

وبالتالي فإن مقياس الارتباط لهذه الشبكة يساوي $\frac{٨}{٢١} \times ١٠٠ = ٣٨٪$

وهنا تجدر الإشارة إلى أن العدد الأدنى للخطوط لكي تصبح مراكز الشبكة مرتبطة ببعضها هو م-١ أي ٧-١=٦ في مثالنا عن الشبكة المفترضة، وبالتالي يصبح مقياس الارتباط للعدد الأدنى هو :

$$\frac{٦}{٢١} \times ١٠٠ = ٢٨,٦\ ٪$$

(١) معادلة العدد الأقصى للخطوط تكتب بطرق مختلفة في المصادر المختلفة ولكنها جميعاً تعني شيئاً واحداً مثلاً المعادلة نفسها يمكن أن تكتب بالطرق التالية :

$$\frac{1}{2}(م٢ - م) \text{ أو } \frac{م\ (م-1)}{2} \text{ أو } \frac{(م٢ - م)}{2}$$

obeikandl.com

وبمقارنة هذه القيمة التي حصلنا عليها لقياس الخطوط الفعلية للشبكة نجد أن القيمة الثانية تزيد عنها قليلاً، وبالتالي يمكن القول أن ارتباط الشبكة المفترضة في مثالنا ارتباط فوق الحد الأدنى ويقل كثيراً عن الحد الأقصى[1]. كذلك لا بد من الإشارة إلى إن هذه المقاييس نظرية، وهي تختص بدراسة الرسوم المسطحةالتي لها بعدين Planner Graphs، أما الرسوم غير المسطحة Non-Planner Graphs والتي لها ثلاثة أبعاد فلها مقاييسها المختلفة ولا تدخل في الدراسة الجغرافية لشبكات المواصلات[2].

ب- التوسط: إن المركزانية أو التوسط تعني تحديد النقطة المركزية في الشبكة ويمكن حسابها بعدد الخطوط التي تفصلها عن كل مركز من المراكز. وهذه الطريقة تعرف بعدد كونج Kong الذي كان أول من استخدم هذه الطريقة عام ١٩٣٦، والجدول التالي يطبق هذه الطريقة على مثالنا الأول:

---

(1) A. Alber, A, Adams and Gould,
The spatial Organization, London, 1972, pp. 258-260.

(2) Hammond and Mc Cullagh, Op. Cit., P. 4__9

obeikandl.com

جدول (٧-١١)

طريقـــة كونـــــج

	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	المجموع	الترتيب في المتوسط
أ	--	١	١	٢	٢	٣	١	١٠	٢
ب	١	--	٢	١	١	٢	٢	٩	١
جـ	١	٢	--	١	٣	٢	٢	١١	٤
د	٢	١	١	--	٢	١	٣	١٠	٢
هـ	٢	١	٣	٢	--	١	٣	١٢	٥
و	٣	٢	٢	١	١	--	٤	١٣	٦
ز	١	٢	٢	٣	٣	٤	--	١٥	٧

ومن الواضح أن نقطة (ب) لا زالت تمثل النقطة المركزية في الشبكة، ولا شك أن هذه الأساليب تساعدنا في اختيار المركز الأفضل في حالة البحث عن مركز إداري مثالي أو مركز خدمات عامة أو نحو ذلك.

جـ- تمركز الشبكة: يمكن حساب تمركز الشبكة فيما إذا كانت الشبكة تنتشر من نقطة واحدة إلى المراكز الأخرى أو أنها تربط أجزاء الشبكة دون أن تكون هناك نقطة مركزية عن طريق ما يعرف بالتباين Variance : وهو مجموع مربعات الانحرفات مقسمة على عدد القيم، ولتطبيقها على مثالنا في شكل (٧-١١) نرسم جدولاً نظهر في عموده الأول المراكز أو نقاط الشبكة، وفي العمود الثاني عدد المراكز المتصلة مباشرة بكل مركز، ونجمع ذلك ونستخرج المتوسط، ثم نظهر في العمود الثالث انحراف عدد الاتصال

عن المتوسط، وفي العمود الرابع نربع هذا الانحراف، وأخيراً نجمع مربعات الانحرفات ونقسم المجموع على عدد النقاط أو المراكز في الشبكة كما هو موضح بالجدول التالي: (٧-١٢).

جدول (٧-١٢)

تمركز الشبكة

	عدد المراكز المتصلة مباشرة	الانحراف عن المتوسط	مربع الانحراف
أ	٣	+ ٠,٧٢	٠,٥٢
ب	٣	+ ٠,٧٢	٠,٥٢
جـ	٢	- ٠,٢٨	٠,٠٨
د	٣	+ ٠,٧٢	٠,٥٢
هـ	٢	- ٠,٢٨	٠,٠٨
و	٢	- ٠,٢٨	٠,٠٨
ز	١	- ١,٢٨	١,٦٢
المجموع	١٦	صفر	٣,٤٢

المتوسط = ٢,٢٨

تباين الاتصال Connectivity Variance = $\frac{\text{مربع الانحراف}}{\text{عدد المراكز}} = \frac{٣,٤٢}{٧} = ٠,٤٩$

ويظهر من ذلك أن الشبكة ليست مركزية، أي أنه لا يوجد مركز واحد

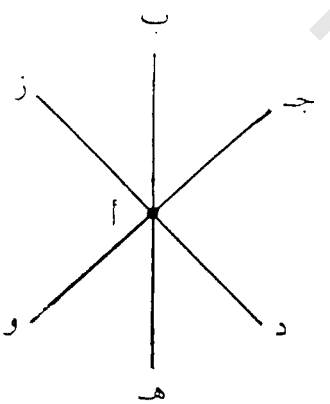
تتفرع منه معظم خطوط الشبكة . ولعله من الجدير بالذكر أن القيمة النهائية التي يمكن الحصول عليها في حالة هذه الشبكة بالذات هو ٣,٠٦ ونحصل على هذا الرقم في حالة أن جميع الخطوط تتفرع من مركز واحد إلى بقية المراكز الستة الأخرى كما يظهر من الشكل رقم (٧ : ١٦) .

فتصبح المعادلة كالتالي : $\frac{\text{مربع الانحراف } ٢١,٤٣}{\text{عدد المراكز } ٧} = ٣,٠٦$

ويمكن مقارنة درجة مركزية هذه الشبكة بمركزية شبكات أخرى بمعرفة نسبة تباين الاتصال الملاحظ بتباين الاتصال للمركزية القصوى أي :

$\frac{\text{تباين الاتصال الملاحظ}}{\text{تباين الاتصال للمركزية القصوى}} \times ١٠٠$ ، وفي مثالنا $\frac{٠,٤٩}{٣,٠٦} \times ١٠٠ = ١٦٪$

ونلجأ لمعرفة هذه النسبة لأن قيمة تباين الاتصال المطلقة لا يمكن بها مقارنة درجة مركزية شبكات مختلفة المراكز .



شكل (١٦:٧)

الشبكة التي تتفرع منها الخطوط من مركز واحد

كثافة الخطوط

يمكن قياس كثافة الطرق بأن ننسب طول الطرق في دولة ما أو منطقة ما إلى مساحة هذه الدولة أو المنطقة أو عدد سكانها، وذلك بأن نقول: هناك كذا كيلومتر من الطرق أو السكك لكل ١٠٠ كيلومتر مربع من الأرض، أو لكل ١٠ آلاف من السكان أي:

$$\frac{\text{عدد كيلومترات الطرق}}{\text{المساحة} \div ١٠٠} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{عدد كيلومترات الطرق}}{\text{السكان} \div ١٠,٠٠٠}$$

والجدول التالي

رقم (٧-١٣) يوضح كثافة الطرق والسكك الحديدية لكل ١٠٠ كم٢ في بعض أقطار الدول العربية ١٩٧٠[١].

جدول (٧-١٣) كثافة الطرق والسكك الحديدية في بعض أقطار العالم العربي

الدولة	المساحة كم٢	طول السكك الحديدية	الكثافة لكل ١٠٠كم٢	طول الطرق البرية	الكثافة لكل ١٠٠كم٢
مصر	١,٠٠٢,٠٠٠	٢٨٣٠	٠,٢٨	٨١٢٥	٠,٨١
إيران	١٦٤,٨٠٠	٤٥٦٠	٠,٢٨	١١٠٠٠	٠,٦٧
لبنان	١٠,٤٠٠	١٩٩٠	١٩,١٣	١٦٢	١,٥٦
تركيا	٧٨٠,٥٧٦	٩٨٣١	١,٢٦	٩٤,٥٦٤	١٢,١
السعودية	٢,١٥٠,٠٠٠	٦١٠	٠,٠٣	٨٧٥٩	٠,٤١

المصدر: مأخوذ من P. Beamont, G. Blake, J.M. Wogstaff (eds) The Middle East: A Geographical Study, London, 1976, Table 89, p. 260

(١) كذلك انظر Hagget and Chorley, Op. Cit., pp 82-87.

٣- الخصائص العامة لحركة المرور:

لكل شبكة من شبكات المواصلات وجهتين:

الأولى: ما يتعلق بترتيب وتركيب الطرق نفسها، وهذا ما حاولنا التعرف على بعض خصائصه. والوجهة الثانية: هي ما يتعلق بالحركة على هذه الطرق، ولعل أهم الأساليب المستخدمة لقياسها ما يعرف بكثافة المرور

فمما لا شك فيه أن مقدار المرور المستخدم لأي شبكة من الطرق يعتمد جزئياً على حجم السكان والمساحة التي تخدمها هذه الشبكة، وكذلك على طول الطرق المستخدمة؛ ولذا فإنه من المفيد جداً أن نقارن بين حركة المرور Traffic Flow في شبكات مختلفة، وذلك باستخراج ما يعرف بكثافة المرور Traffic Density التي يمكن معرفتها بقسمة مقدار المرور على سكان أو مساحة المنطقة التي تخدمها الشبكة، أو على طول الطرق بها، ويمكن التعبير عن كثافة المرور ،عدد السيارات المستخدمة للشبكة في فترة معينة أي:

$$\text{كثافة المرور} = \frac{\text{عدد السيارات المستخدمة للشبكة في ٢٤ ساعة}}{\text{عدد السكان في المنطقة التي تخدمها الشبكة}}$$

أو

$$\text{كثافة المرور} = \frac{\text{عدد السيارات المستخدمة للشبكة في ٢٤ ساعة}}{\text{طول الطرق في الشبكة}}$$

$$\text{كثافة المرور} = \frac{\text{عدد السيارات المستخدمة للشبكة في ٢٤ ساعة}}{\text{مساحة المنطقة التي تخدمها الشبكة}}$$

رابعاً : شبكات الحدود:

إن خطوط الحدود حين توجد وتتشكل على الطبيعة لابد وأن تحصر فيما بينها أشكالاً مختلفة الأنواع، وهذه الأشكال في حد ذاتها تهم الجغرافي لعدة أسباب منها: أن الشكل ميزة مكانية تقع ضمن اختصاصات الجغرافي خاصة ،وأن الشكل من الخصائص الطبيعية لأي وحدة من الأرض وقد يكون له آثار وأهمية تساوي أهمية التضاريس والموقع والمناخ وغيرها من الخصائص الطبيعية، هذا إلى جانب أن الشكل نمط مكاني يمكن تطبيقه على كثير من التوزيعات سواء أكانت وحدات التصريف أو الوحدات السياسية أو الوحدات الاستيطانية (المدن وما شاكلها)؛ ولهذا فإن الجغرافي مطالب بأن يكون قادراً على وصف وتحليل وتعليل هذه الأنماط، وأخيراً فإن الشكل قد يكون ظاهرة تساعد الجغرافيين على اكشاف علاقات مكانية جديدة وعلى التفهم الكامل لأهمية الشكل بالنسبة للظاهرات الأخرى. . ومما يسترعي الاهتمام بالشكل ما يراه كثير من الجغرافيين من أن الأبحاث الخاصة بالشكل يمكن أن تكون عاملاً مساعداً لتصميم الوحدات الانتخابية Non-partisan Voting Units، كما أكد البعض أهمية الشكل في شبكات الخطوط وجغرافية المدن (خاصة ما يتعلق بشكل المنطقة المركزية التجارية Central Business District) والجغرافيا السياسية وجيومورفولوجية أحواض التصرف.

إن للشكل خصائص وصفات متعددة أهمها : الاندماج والاستطالة Compactness and Elongation التي تعبر عن مدى تجمع واحتشاد مساحة ما حول النقطة المركزية، وهناك عدة مقاييس يمكن بها وصف هذه الخصائص منها:

١- مقياس باوندز *Pounds*:

ينسب هذا المقياس طول الحدود إلى المساحة، ويعبر عنه بالتالي:

$$\frac{\text{طول حد الشكل} \times ١٠٠}{\text{طول حد الدائرة المساوية لمساحة الشكل}}$$

وهذا المقياس يستند إلى الحقيقة الهندسية التي تقول بأن أقصر محيط للأشكال المنتظمة هو محيط الدائرة (مع تساوي المساحة بالطبع)، أي أنه لو أتينا بمثلث ومربع وسداسي الأضلاع ودائرة بالمساحة نفسها فإن طول المحيط يتناقص من المثلث حتى الدائرة، ويمكن تطبيق هذا المقياس على المملكة العربية السعودية من واقع البيانات التالية:

طول الحدود الدولية للمملكة العربية السعودية (تقريباً) ٦٨٥٠كم

مساحة المملكة العربية السعودية ٢١٥٠٠٠٠كم٢

محيط الدائرة ذات المساحة المساوية لمساحة المملكة العربية السعودية

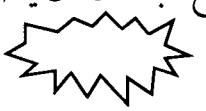
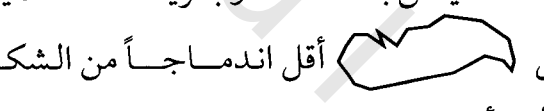
$$= ٢ \times \frac{٢٢}{٧} \overline{\Big)\ ٢١٥٠٠٠٠} = ٥١٩٧,٨$$

$$\frac{٢٢}{٧}$$

نسبة طول حدود الدولة لحدود الدائرة المساوية لها في المساحة =

$$\frac{٦٨٥٠ \times ١٠٠}{٥١٩٧,٨} = ١٣١,٨$$

ومعنى هذا المقياس أن الشكل القريب من الدائري سيعطينا قيمة تقارب من ١٠٠٪ ،وتزداد القيمة بعداً عن ذلك كلما ابتعد الشكل المقاس عن الشكل الدائري ، ويعطينا باوندز أمثلة على هذا المقياس : فأورجواي ١٠٣ ورومانيا ١٣٧ والمجر ١٤٦ وسويسرا ١٦٤ وبلجيكا ١٦٧ والمكسيك ٢٥٤ وشيلي ٣١٠ وهذا يعني أن هذه الدول تمثل دولاً حسنة الاندماج كالدولة الأولى والثانية، وعلى دول سيئة الاندماج أو غير مندمجة مثل الدولة الأخيرة.(١)

ويأخذ بلير وبس Blair and Biss على هذا المقياس أنه يعتمد اعتماداً أساسياً على طول الحد كأساس لوصف الشكل وهذا فيه من خطورة التعميم ما يمكن أن يغير من الحقائق الثابتة والمؤكدة بمجرد النظر، فمثلاً: نجد أن التثلم أو التسنن Indentation في الحد أي كثرة التعاريج فيه قد تغير من قيمة المقياس بالنقصان أو بالزيادة. فمثلاً يتوقع الباحث أن يصبح الشكل  أقل اندماجاً من الشكل  لأن الأول أبعد من الثاني عن الشكل الدائري، ولكن بتطبيق هذا المقياس نجد أن العكس هو الصحيح، أي أن الشكل الأول أكثر اندماجاً من الشكل الثاني وهذا خلاف الواقع إذ إن الثاني يمثل الشكل الدائري بمجرد النظر المطلق(٢).

(1) N.J.G. Pounds, Political Geography New Yor,k, 1972 P.5.
(2) D.J. Blair and T.H. Biss, "The Measurement of shape in Geography" Quantitative Bulletin, Geog. Dept. Nuttingham University, 1967, P.

٢- مقياس ميلر: V.C. Miller:

وينسب هذا المقياس مساحة الوحدة المراد قياس شكلها إلى مساحة الدائرة ذات المحيط المساوي لمحيط الوحدة أي:

$$\frac{\text{مساحة الوحدة} \times ١٠٠}{\text{مساحة الدائرة ذات المحيط المساوي لمحيط الوحدة}}$$

ويشبه هذا المقياس إلى حد كبير المقياس الأول إلا أن قيمته تتراوح بين الصفر في حالة انعدام الاندماج إلى ١٠٠ في حالة الاندماج الكامل، ويمكن تطبيق المقياس على المملكة باستخدام المعلومات التالية:

حدود المملكة = ٦٨٥٠

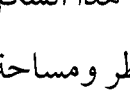
مساحة المملكة = ٢١٥٠٠٠٠

مساحة الدائرة ذات المحيط المساوي لحدود الدولة = ٣٧٣٣٩٧٤ تقريباً، (باستخدام المعادلة: المساحة = ط نق٢).

$$\text{مقياس الشكل} = \frac{٢١٥٠٠٠٠}{٣٧٣٣٩٧٤} \times ١٠٠ = ٥٧,٦$$

٣- مقياس كول J.P. Cole:

وهو ينسب مساحة الوحدة المدروسة إلى مساحة أصغر دائرة تحيط بالشكل أي $\frac{\text{مساحة الوحدة} \times ١٠٠}{\text{مساحة أصغر دائرة تحيط بالشكل}}$ وهذا معناه أنه كلما قرب شكل الوحدة من الشكل الدائري كلما تقاربت مساحتهما، أي أن قيمة المقياس

تتراوح بين صفر في الأشكال غير المندمجة إلى ١٠٠٪ في الأشكال الدائرية، ويعتبر هذا المقياس من أفضل المقاييس البسيطة للأشكال إلا أنه لا يخلو من خطأ، إذ إن تغيير الشكل مع الإبقاء على النقاط المتطرفة التي تمس الدائرة لا يغير من قيمة المقياس، مثلاً إذا غيرنا هذا الشكل إلى الشكل التالي  مع الإبقاء على طول القطر ومساحة الشكل فإن قيمة مقياس كول لا يختلف بين الشكل الأول والشكل الثاني على الرغم من اختلاف خصائص كل منهما.

٤- مقياس هاقيت *P. Haggett*:

ويعتبر جيبز Gibbs المطور الحقيقي له، ويمكن التعبير عن هذا المقياس بأنه نسبة مساحة الشكل إلى مساحة الدائرة التي يشكل قطرها أبعد نقطتين في الشكل، ولا يختلف هذا المقياس كثيراً عن مقياس كول خاصة إذا كان قطر الدائرة في مقياس كول يمثل أبعد نقطتين في الشكل المدروس، ولكن الاختلاف بينهما هو في سهولة حساب المقياسين، فالأول أي مقياس كول يتطلب رسم أصغر دائرة تحيط بالشكل بينما لا يتطلب المقياس الثاني سوى تعيين أبعد نقطتين في الشكل وقياس المسافة بينهما، ويمكن التفريق بين المقياسين بالمعادلتين التاليتين:

$$\text{معادلة كول} = \frac{٤ \times م}{ط\ ق٢}$$

$$\text{معادلة هاقيت} = \frac{٤ \times م}{ط \ د^{٢}}$$

حيث إن م٢ مساحة الشكل، ط = النسبة التقريبية، ق = قطر الدائرة، د =القطر الواصل بين أبعد نقطتين في الشكل[1]. وهناك مقاييس أكثر تعقيداً وتتطلب استخدام الكمبيوتر مثل طريقة بلير وبس Blair and Biss والحقيقة أن دقة هذه المقاييس تختلف حسب الهدف والمقصود من استخدامها، وكثيراً ما تكون النتائج الناجمة عنها مضللة، فمثلاً قد تدل نتيجة مقياس لشكل دولة ما بأنها شبه دائرية، ولكن ليس معنى هذا أن الدولة لا تقاسي من مشاكل عزلة أجزائها؛ لأنه قد توجد ظروف طبيعية أو بشرية تخلق هذه المشاكل على الرغم من الشكل الإيجابي لحيزها المكاني.

(1) Blair and Biss, Op. Cit., pp 7-8.

obeikandl.com

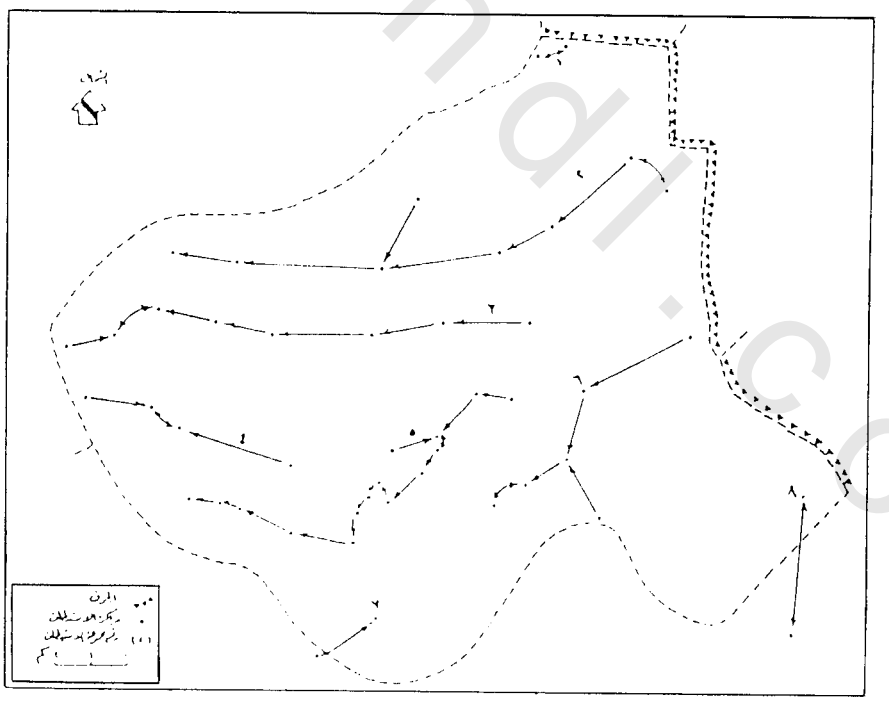
تمارين وتطبيقات

١- خذ خارطة المحافظة التي تعيش فيها وأسقط جميع المستوطنات الريفية على ورق شفاف، ثم اقسم هذه المستوطنات إلى مجاميع بحسب تجاورها واحسب المسافة بين كل مستوطنة والتي تجاورها، ثم احسب صلة الجوار لجميع المستوطنات في المحافظة.

٢- الشكل التالي يمثل توزيع المستوطنات الريفية في إمارة الشعرا بتهامة الباحة:

شكل (٧-١٧)

توزيع المستوطنات الريفية وإمارة الشعرا بتهامة الباحة



أ) حاول تجميع هذه المستوطنات في مجموعات متقاربة. ومن الجدير بالذكر أن توزيع المستوطنات في الشعرا يتبع خطوط الأودية لهذا فإن أفضل طريقة لتجميع المستوطنات هو النمط الخطي الذي يتبع مسارات الأودية.

ب) احسب المسافة بين كافة المستوطنات مستخدماً المسطرة وبمقياس (١) سم لكل (١) كم على الطبيعة ثم استخرج معدل المسافة.

جـ) احسب معامل صلة الجوار باعتبار أن المساحة الإجمالية للمنطقة يعادل ٢,٢٣٧ كيلو متراً مربعاً.

٣- على ورقة شفاف أسقط جميع المدارس الابتدائية في مدينتك، ثم احسب عددها والمسافات التي تفصلها عن بعضها البعض، واحسب معامل صلة الجوار بعد أن تحصل على مساحة منطقة الدراسة، ثم صف نمط التوزيع للمدارس الابتدائية.

٤: الجدول التالي يبين مساحة وعدد سكان أهم المراكز في وادي فاطمة لعام ١٤٠٣هـ والمطلوب حساب ورسم منحنى لورنز لسكان الوادي المذكور وكذلك معامل جني.

المنطقة	المساحة	السكان
الجموم	٧٠٧	٢٢٣٨٧
الزيمة	٣٣٧	٦١٦٥
بحرة	٣٥٨	٢٠٦٣٦
بني مسعود	٣٤٠	٢١٤٩
عين شمس	٣٣٩	١٧٤٣
حدا	٣٢٤	٩٥٦٩
الريان	٢١٥	٢٥٨٣
المضيق	٢٠٦	١٠٣٦