

المرجع الماستر الشامل: جغرافية النقل وتحطيم الشبكات

الفصل الأول: نظرية الشبكات (Network Theory)

المفهوم: هو الاتجاه الحديث في الجغرافيا الذي يهتم بتحويل الخريطة الجغرافية (بما فيها من تعقيدات تضاريسية) إلى شكل هندسي مبسط يسمى "الرسم البياني (Graph)" لتسهيل عمليات القياس والتحليل الكمي والمقارنة.

- **مقدمة فيتزجيرالد:** إن التباين في شبكات النقل هو انعكاس مباشر للمظاهر الاقتصادية والاجتماعية في الإقليم.

1. بنية الشبكة (Structure)

يتم تجريد الخريطة إلى عناصرتين أساسين فقط:

1. **العقد (Nodes):** هي النقاط التي تمثل المدن، المحطات، القرى، أو نقاط التقاطع.
2. **الوصلات (Arcs):** هي الخطوط المباشرة التي تربط بين العقد (طرق، سكك حديدية).

2. أنواع الرسوم البيانية (Graphs)

- أ- **شبكات مسطحة (Planar Graphs):** هي الشبكات ثنائية الأبعاد التي تتلقاطع خطوطها في عقد (نقاط) محددة، مثل شبكات الطرق والسكك الحديدية.
- ب- **شبكات غير مسطحة (Non-Planar Graphs):** هي الشبكات ثلاثية الأبعاد التي تعبر خطوطها فوق بعضها البعض دون أن تتلقاطع فعلياً (مثل خطوط الطيران، الأنفاق، الكباري العلوية).

3. الأنماط الهندسية للشبكات

- **المسار (Path):** أبسط أنواع الشبكات، وهو سلسلة من الوصلات تربط نقاطاً متتالية (بداية ونهاية)، ولا يوجد به أي تفرع.
- **الشجرة (Tree):** شبكة تتفرع لترتبط عدة نقاط، ولكنها مفتوحة ولا يمكن العودة لنقطة البداية (لا توجد حلقات مغلقة).
- **الدارة/الشبكة (Circuit/Network):** شبكة مغلقة ومتطرفة تحتوي على حلقات، مما يسمح بالدوران والعودة لنفس النقطة من مسار بديل.

4. المؤشرات والقياسات الكمية (بالتفصيل الكامل)

أولاً: مؤشر الانعطاف (Detour Index)

• الهدف: قياس "كفاءة الطريق" ومدى استقامته الجغرافية.

• القانون:

$$\frac{\text{طول الطريق الفعلي}}{\text{طول الطريق المباشر (خط نظر)}} \times 100$$

• التفسير:

◦ الرقم 100%: كفاءة قصوى (طريق مستقيم تماماً).

◦ كلما زاد الرقم عن 100%: قلت كفاءة الطريق وزادت الانحناءات.

• أنواع الانحراف (أمثلة مصرية لحفظ):

1. انحراف إيجابي (Positive): زيادة مقصودة في طول الطريق ليمر بمدن وقرى لخدمتها اقتصادياً.

◦ (مثال: خط سكة حديد القاهرة - الإسكندرية، مؤشره 122% لأنه ينحني ليمر بينها، طنطا، ودمنهور).

2. انحراف سلبي (Negative): زيادة/ضررارية لتفادي عائق طبيعي (جبل، مستنقع).

◦ (مثال: طريق الإسكندرية - بور سعيد، مؤشره 108% بسبب وجود بحيرات المنزلة والبرلس التي تمنع الطريق المستقيم).

ثانياً: مؤشر شيمبل - (Shimbel Index) إمكانية الوصول

• الهدف: تحديد "مركز الثقل" في الشبكة (أكثر المدن مركزية).

• طريقة الحساب: مصفوفة تحسب عدد الوصلات اللازمة للانتقال من كل عقدة إلى باقي العقد.

• القاعدة: العقدة صاحبة أقل مجموع رقمي هي العقدة الأكثر مركزية والأفضل موقعاً.

- تطبيق عملي (شبكة الدلتا)**: احتلت مدينة طنطا المركز الأول (الأكثر مركزية)، تلتها بنها والزقازيق، بينما جاءت القاهرة في المركز السابع (من حيث المسافة الهندسية داخل شبكة الدلتا فقط).

ثالثاً: مؤشرات كانسكي (Kansky) لترابط الشبكة (1963)

| المؤشر | القانون الرياضي | القيم والدلالة |
|------------------------|---|--|
| مؤشر بيتا (β) | $\frac{\text{عدد الوصلات}}{\text{عدد العقد}}$ | <ul style="list-style-type: none"> (0 - 1): شبكات شجرية / غير مترابطة. (> 1): شبكة مترابطة ومتطرفة. |
| مؤشر جاما (γ) | $\frac{\text{الوصلات}}{3 - \text{العقد}}$ | <ul style="list-style-type: none"> (0): شبكة معدومة الترابط. (1): شبكة كاملة الترابط (Complete Graph). يقيس نسبة الوصلات الموجودة إلى المحتملة. |

رابعاً: كثافة الشبكة (Network Density)

- بالنسبة للمساحة**: أطوال الشبكة ÷ مساحة الدولة > (الوحدة: كم/كم²).
- بالنسبة للسكان**: (أطوال الشبكة ÷ عدد السكان) × 1000 > الوحدة: كم/1000 نسمة.
- ملحوظة**: (توجد علاقة طردية قوية بين استهلاك الطاقة ومؤشرات كثافة الشبكة (كلمت زاد التقدم زادت الشبكة)).

تفسر "لماذا" تنتقل الأشياء من مكان لأخر؟ وما هي القوانين التي تحكم هذا الانتقال؟

1. الخلفية التاريخية والعلماء (مهم جداً)

• بيرتل أولين (Bertil Ohlin) 1933 .

◦ اقتصادي سويدي، وضع نظرية التجارة الدولية بناءً على مبدأ "عامل الهبات الطبيعية" (Factor Endowment).

◦ نظريته : التجارة تنشأ بسبب الاختلاف الجغرافي في الموارد؛ كل إقليم ينتج ما تجود به موارده ويصدره.

• إدوارد أولمان (Edward Ullman) 1957 .

◦ جغرافي أمريكي، نقل أفكار أولين للجغرافيا في كتابه "حركة السلعة الأمريكية".

◦ أكد أن الجغرافيا ليست مجرد وصف ثابت، بل هي دراسة "التفاعل المكاني".

2. مثلث التفاعل المكاني (شروط التفاعل الثلاثة)

لا يحدث نقل أو تجارة إلا بتوفير هذه الشروط الثلاثة مجتمعة:

أ- التكامل (Complementarity)

◦ يجب أن يكون هناك فائض في مكان (عرض) وعجز في مكان آخر (طلب).

◦ ينشأ التكامل بسبب التباين المناخي (تبادل محاصيل) أو الجيولوجي (تبادل معادن وصناعة).

ب- الفرص البديلة (Intervening Opportunity)

◦ حتى لو وجد التكامل، فإن التفاعل لا يحدث مع المكان البعيد إذا توفر مصدر أقرب للسلعة.

◦ القاعدة: الفرص البديلة تعمل على تقليص حجم التفاعل مع الأماكن بعيدة.

ج- إمكانية الحركة (Transferability)

◦ تعني القدرة الفيزيائية والاقتصادية على نقل السلعة.

◦ تعتمد على: المسافة، تكلفة النقل، وقيمة السلعة (الماس يتتحمل النقل لمسافات أبعد من الرمل).

•) الاستثناء السياسي الهام : (العوامل السياسية قد "تقتل" إمكانية الحركة .

- المثال : تستورد أمريكا السكر من "هاواي وبورتوريكو " (البعيدة جداً) ولا تستورده من "كوبا " (القريبة جداً) بسبب المقاطعة السياسية.

3. نموذج الجاذبية (Gravity Model).

- الأصل : تطبيق لقانون نيوتن للجاذبية على البشر والسلع .
- القانون :

$$T_{ij} = K \frac{P_i \times P_j}{d_{ij}}$$

- التفاعل طردي مع الكتلة (السكان/الدخل) وعكسى مع المسافة .
- دور الثابت : (K) هو "ثابت التوازن" ، يستخدم لضبط الوحدات وتبسيط الأرقام الكبيرة الناتجة (مثلاً الضرب في $\$10^8$ - $\$3$).

4. قياس كثافة المرور (Traffic Density).

- للسكان) : عدد المركبات ÷ السكان .
- للطرق) : عدد المركبات ÷ أطوال الطرق > (الوحدة: سيارة/كم طولي .
- للمساحة) : عدد المركبات ÷ المساحة المخدومة .

الفصل الثالث: تخطيط شبكة الشوارع (Circulation System)

تشغل الشارع حوالي 30% من مساحة المدينة الحديثة.

1. التصنيف الهرمي للشوارع (التفاصيل الفنية الدقيقة)

| نوع الشارع | الوظيفة الأساسية | المواصفات القياسية | ملاحظات تصميمية هامة |
|----------------|---|--------------------|-------------------------------|
| المحلي (Local) | خدمة السكان، الهدوء، التهوية، مكافحة الحرائق. | • العرض-10-20 م. | • يولد المسكن 4-10 رحلات/يوم. |

| نوع الشارع | الوظيفة الأساسية | المواصفات القياسية | ملاحظات تصميمية هامة |
|-----------------------|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • السعة : 800 سيارة/يوم. | <ul style="list-style-type: none"> • نهايات مغلقة (Cul de Sac). |
| الجمعي (Collector) | تجميع المرور من المحلي ونقله للرئيسي. | <ul style="list-style-type: none"> • العرض-18 .30 م. • السعة- 3000 سيارة. • العرض- 50 .70 م. • السعة- 25 ألف سيارة. | <ul style="list-style-type: none"> • المسافة بينها 800 م. • يفضل تقاطعات حرف T لتنقیل الحوادث. |
| الرئيسي (Main) | حركة المرور السريع والمستمر (شريان المدينة). | <ul style="list-style-type: none"> • العرض- 50 .70 م. • عمق القطعة عليه (40 .70 م). | <ul style="list-style-type: none"> • يمنع الانتظار والتقطيعات المباشرة. |
| الطريق السريع | نقل إقليمي خارج العمران. | <ul style="list-style-type: none"> • السعة : 60,000 سيارة/يوم. | <ul style="list-style-type: none"> • أنواع: حرة Free Ways، حدائقية Park Ways. |

2. أنظمة تخطيط الشبكة (المميزات والعيوب)

• الشبكة المتعامدة (Grid Iron) :

- الميزة: سهولة التقسيم والبيع، سهولة الفهم.
- العيب: تخلق ميولاً حادة في الأرض غير المستوية (مكلفة)، تسبب رتابة بصرية وكثرة حوادث التقطيعات.

• الشبكة القطرية/الإشعاعية: (Radial)

- الميزة: سهولة الوصول من الأطراف للمركز.
- العيب: تخلق قطع أراضي مثلثة الشكل (صعب البناء وضائعة المساحة)، تسبب اختناقًا مروريًا في المركز.

• الشبكة الكنتورية: (Functional)

- الميزة: تسير خطوط الكنتور (التضاريس)، وهي الأفضل وظيفياً وجمالياً للمناطق الوعرة.

الفصل الرابع: تخطيط السكك الحديدية

تشغل 5% من مساحة المدن الأمريكية.

المشاكل والصوابط التخطيطية:

1. المنطقة العازلة: ضرورة عمل شريط مشجر بعمق 50 - 70 متر بين السكة والمساكن لعزل الضوضاء والاهتزازات.

2. استعمالات الأرض الملائقة:

◦ الاستخدام الأمثل: صناعة، مخازن، وتجارة جملة (لا تتأثر بالضوضاء).

◦ الاستثناء المسموح: ملاعب المدارس الثانوية والحدائق العامة (شرط وجود حواجز وسوارات قوية).

3. الأحواش (Yards): أماكن لتخزين وصيانة القطارات، تتطلب مساحات واسعة وأرضاً مسطحة تماماً.

◦ الاتجاه الحديث: محاولة تقليل عددها ودمجها لاستغلال أراضيها القيمة داخل المدن في التطوير العمراني.

4. التقاطعات السطحية (المزلقات) : توصف بأنها "مصدمة الموت".

◦ أولوية الإلغاء: يتم تحديد المزلقان الأخطر بضرب (متوسط عدد السيارات اليومي × عدد القطارات اليومي).

الفصل الخامس: تخطيط المطارات

معايير الموقع : بعيداً عن الضباب، الدخان، ومناطق جذب الطيور (المحاصيل الزراعية، مقاالت القمامات).

1. تصنیف المطارات والأرقام.

- مطار ثانوي (Secondary): للتعليم، التصوير الجوي، والرش الزراعي.
- مطار محلي (Local): يخدم رحلات أقل من 800 كم.
- مطار رئيسي (Trunk): يخدم رحلات حتى 3000 كم.
- مطار بين القارات : يحتاج مساحات ضخمة (20) كم².
- الهميكوبتر (VTOL / STOL): ظهرت لحل مشكلة بعد المطار عن المدينة.
- تحتاج ممر هبوط بأبعاد 1200 × 600 متر.

2. المنافسة والزمن.

- المنافسة : السيارة تنافس الطائرة بفعالية في المسافات الأقل من 600 كم.
- زمن الوصول : المتوسط المقبول عالمياً للوصول للمطار هو 30 دقيقة.
- التباعد : الحد الأدنى للمسافة بين مطار دولي ومطار ثانوي هو 8 كم (لمنع تداخل عمليات الطيران).

3. مسافات الإشراف (Supervision Radius).

- هي المنطقة الدائرية حول المطار التي يجب أن تخضع لسيطرته:
- 1.6 كم : للمطار الخاص الصغير.
 - 3.2 كم : للمطار الثانوي.
 - 4.8 كم : للمطار الرئيسي والقاري.

4. الأسطح الخيالية (Imaginary Surfaces) - هام للحفظ

مناطق يحظر فيها أي عوائق (مباني، أبراج) لضمان سلامة الطيران:

1. السطح الأساسي (Primary): يمتد طولياً 70 م بعد نهاية الممر.

2. السطح الأفقي: (Horizontal) بيضاوي الشكل، يرتفع 150 قدم، نصف قطره 1500-3000 م.

3. السطح المخروطي: (Conical) يميل بزاوية 20:1، ويمتد مسافةً أفقيةً 1200 م.

4. سطح الاقتراب: (Approach) مسار الهبوط، طوله 17,500 - 5000 م.

5. السطح الانتقالي: (Transitional) يربط الأسطح ببعضها، ميله 7:1.

محظورات استعمال الأرض.

- يمنع إقامة مصانع إلكترونية (تسبب تشويشاً على الراديو).
- يمنع إقامة مصانع تنتج دخان كثيف (تحجب الرؤية).
- يمنع زراعة محاصيل تجذب الطيور.
- الضوضاء: الطائرة النفاثة 150 ديسيبل (تعادل 3 أضعاف ضوضاء المنطقة السكنية 50-65 ديسيبل).

بنك الأرقام الذهبي (شامل كل شيء)

| الرقم | الدلالة | الرقم | الدلالة |
|--------|----------------------------|----------|------------------------|
| 1933 | دراسات بيرتل أولين | 30% | مساحة الشوارع بالمدينة |
| 1957 | كتاب إدوارد أولمان | 5% | مساحة السكك الحديدية |
| 1963 | مؤشرات كانסקי | 600كم | منافسة السيارة للطائرة |
| 122% | انحراف (القاهرة-إسكندرية) | 800كم | نطاق المطار المحلي |
| 108% | انحراف (إسكندرية-بور سعيد) | 30 دقيقة | زمن الوصول للمطار |
| 10-20م | عرض الشارع المحلي | 8كم | أقل مسافة بين مطارات |

| الرقم | الدالة | الرقم | الدالة |
|----------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| م18-30 | عرض الشارع التجميعي | 1.6 / 3.2 / 4.8 | أنصاف أقطار إشراف المطارات (كم) |
| م50-70 | عرض الشارع الرئيسي | 150 قدم | ارتفاع السطح الأفقي |
| م800 | مسافة بين التجميعي/الرئيسي | 20:1 | ميل السطح المخروطي |
| س/س 600 | سعة حارة الرئيسي | 7:1 | ميل السطح الانتقالية |
| س/س 2000 | سعة حارة السريع | 150 dbA | ضوضاء النفاذه |
| م50-70 | عازل السكك الحديدية | 600×1200 | أبعاد ممر الهليكووتر |