

- **نظام النقل:** هو مجموعة المرافق ووسائل النقل والهيئات الإدارية والتعليمات والأساليب المتبعة لتنفيذ نقل متكامل للبضائع أو الركاب من المنشأ إلى المقصد النهائي بسرعة وأمان وقد يشارك في نظام النقل نمط نقل واحد أو أكثر.
- **تخطيط النقل:** هو التنبؤ المستقبلي بمتطلبات النقل للأشخاص أو البضائع وتقييم بدائل مقترحة لأنظمة النقل، وبرمجة التطورات لتلبية هذه المتطلبات بأفضل الظروف التي تحقق الكفاءة والجدوى الاقتصادية.

المراحل الأساسية لدراسات تخطيط النقل المدني:

- 1- تحديد منطقة الدراسة وتقسيمها إلى قطاعات (خلايا نقلية).
- 2- دراسة الوضع الحالي لتيارات النقل والمرور في منطقة الدراسة.
- 3- دراسة توزيع التنقلات بين قطاعات المدينة.
- 4- التنبؤ بالطلب المستقبلي للنقل وتقييم مدى توافقه مع العرض.
- 5- اقتراح التعديلات والتطويرات والتوسعات اللازمة لتلبية الطلب المستقبلي.
- 6- إجراء دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع المطلوبة لتلبية الطلب المستقبلي.

حساب كميات النقل الحالية والمستقبلية:

يعد التقدير الصحيح والدقيق لكميات النقل هو العامل الحاسم في تصميم وتخطيط مشاريع ومرافق النقل في مجال السكك والطرق والمطارات.

من أجل تقدير هذه الكميات نستخدم النماذج أو الموديلات الرياضية اعتماداً على المعلومات والبيانات التي نحصل عليها من تحليل الوضع الراهن

يوجد ثلاث مجموعات رئيسة من نماذج النقل:

1. النموذج الكلاسيكي أو النموذج التقليدي ذو الأربع خطوات. (سندرسه بالتفصيل ضمن هذا المقرر)
2. نماذج السلوك الفردي: تدرس سلوك الفرد وبالتالي تعد هذه النماذج بحاجة إلى إحصاءات وقاعدة بيانات ضخمة وصعبة القياس وهذا يتعذر تحقيقه في بلدان العالم الثالث.
3. النماذج الاقتصادية: تعتمد على العلاقة بين العرض والطلب وتدرس تغيرات الطلب تبعاً لتغيرات العرض المقدم من هيئات وشركات النقل.

سندرس في هذا المقرر النموذج التقليدي ذو المستويات الأربعة الذي يتضمن أربع نماذج:

1) توليد الحركة وجذب الحركة:

بدايةً يتم تقسيم منطقة الدراسة الى خلايا نقل (قطاعات) ويتم التقسيم تبعاً للتقسيمات الإدارية (بلدة، قرية ، ناحية...) وذلك لسهولة جمع البيانات الديموغرافية والاجتماعية للسكان، ومن ثم تُرقم الخلايا النقلية.

في هذه الخطوة يتم تقدير كميات النقل الكلية المتولدة من كل خلية نقلية (خلايا المنشأ) (يعبر عن كميات النقل ب : عدد الركاب ، عدد الرحلات ، حجوم البضائع) ويرمز لها Q_i .

أو كميات النقل الكلية المنجذبة إلى كل خلية نقلية (خلايا المقصد) ويرمز لها Z_j
 الشكل العام لمعادلة هذا النموذج له الشكل الرياضي الخطي:
 $V = ax$
 V : كمية النقل

a : عامل أو معيار يمكن أن يكون الحركية $mobility$ وهي عدد الرحلات أو التنقلات التي يقوم بها الشخص مستخدماً واسطة نقل واحدة أو أكثر خلال واحدة الزمن.
 x : متغيرات مستقلة (بارامتر مؤثر على الطلب على النقل) تمثل عدد السكان مثلاً أو عدد الموظفين أو ملكية السيارة الخاصة...

لحساب كميات النقل (المتولدة أو المنجذبة) المستقبلية:

$$(v)^e = f^* v^{(a)}$$

$$Q_i^{(e)} = q_i * Q_i^{(a)}$$

$$z_j^{(e)} = z_j * z_j^{(a)}$$

$v^{(e)}$: كمية النقل المستقبلية. $v^{(a)}$: كمية النقل في الوضع الراهن.

$Q_i^{(e)}$: كمية النقل حسب المنشأ المستقبلية. $Q_i^{(a)}$: كمية النقل في الوضع الراهن حسب المنشأ.

$z_j^{(e)}$: كمية النقل حسب المقصد. $z_j^{(a)}$: كمية النقل في الوضع الراهن حسب المقصد.

f و q_i و z_j عوامل تزايد (نمو) حسب المنشأ والمقصد.

في حال توفرت معلومات تفصيلية حول عوامل التزايد فيمكن حساب كميات النقل بإحدى الطريقتين:

1- عامل تزايد محدد:

$$Q_i^{(e)} = \frac{E_i^{(e)}}{E_i^{(a)}} * \frac{M_i^{(e)}}{M_i^{(a)}} * \frac{N_i^{(e)}}{N_i^{(a)}} * Q_i^{(a)}$$

$$z_j^{(e)} = \frac{B_j^{(e)}}{B_j^{(a)}} * \frac{M_j^{(e)}}{M_j^{(a)}} * \frac{N_j^{(e)}}{N_j^{(a)}} * z_j^{(a)}$$

- حيث:

- † E: عدد السكان
- † M: ملكية السيارات الخاصة
- † N: استخدام السيارات الخاصة في النقل
- † B: العمالة الاجتماعية

2- حسب التحليل التراجعي:

وذلك مباشرة من العوامل المؤثرة بشكل افرادي والعلاقة الرياضية هي علاقة خطية من الشكل:

$$Q_i^{(e)} = b_0 + b_1 E_i^{(e)} + b_2 B_i^{(e)} + b_3 M_i^{(e)}$$

$$z_j^{(e)} = C_0 + C_1 E_j^{(e)} + C_2 B_j^{(e)} + C_3 M_j^{(e)}$$

ب (0)، ب (1)، ب (2)، ب (3)، c (0)، c (1)، c (2)، c (3) ثوابت يجب تحديدها (يمكن ذلك بالاعتماد على برامج التحليل الاحصائي Spss مثلاً).

مسألة 1: يراد دراسة مشروع نقلي لمدينة مؤلفة من ثلاث خلايا نفلية فإذا كانت معلومات الاستيطان وعوامل المنشأ والمقصد للوضع الراهن هي كما في الجدول اللاحق، المطلوب:

1- حساب كميات النقل حسب المنشأ والمقصد لكل خلية من الخلايا.

الخلية	عدد السكان E	عامل المنشأ q_i	عامل المقصد z_j
1	5430	0.1160	0.1403
2	4900	0.1222	0.0953
3	3500	0.1171	0.1171

الحل:

$$Q_i = q_i * E_i \text{ منشأ}$$

$$z_j = z_j * E_i \text{ شخص/يوم مقصد}$$

$$Q_1 = 0.1160 * 5430 = 630 \text{ per/day}$$

$$z_1 = 0.1403 * 5430 = 762 \text{ per/day}$$

وهكذا بالنسبة لباقي القطاعات

الخلية	كمية الحركة حسب المنشأ Q_i	كمية الحركة حسب المقصد z_j
1	630	762
2	599	467
3	410	410

(2) توزيع الحركة على الخلايا:

وتعني تحديد نصيب كل خلية من خلايا النقل الأخرى من كمية النقل المتولدة (ما عدا الخلية التي يتم حساب كمية النقل التي تنطلق منها)

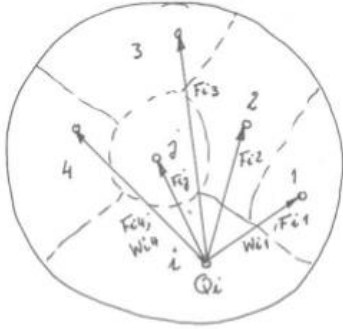
$$\sum_j F_{ij} = \sum_i F_{ij}$$

وبالتالي يجب أن تحقق العلاقة التالية

أي أن مجموع التنقلات أو الأشخاص التي تصب في الخلايا Z_j ($j=1,2,3....$) والذي ينطلق من الخلية i يجب أن يساوي مجموع الرحلات الكلية المتولدة من i (Q_i)

$$Q_i = \sum F_{ij}$$

$$Q_i = F_{i1} + F_{i2} + F_{i3} \dots$$



نعتمد على النماذج التالية لحساب توزيع الحركة بين الخلايا:

1. نموذج التجاذب المقيد (الطريقة الثقالية أو نموذج الجاذبية)
يستخدم هذا النموذج لحساب توزيع كميات النقل في الوضع الراهن ، نستخدم إحدى المعادلتين حسب المعطيات المتوفرة:
إما :

$$F_{ij} = k_{ij} * \frac{Q_i * Z_j}{w_{ij}}$$

حيث:

k_{ij} : عامل يتعلق بالسكان

w_{ij} : تابع يعبر عن قوة الجذب بين i و j (مؤشر الإعاقة أو الجذب)

أو

$$F_{ij} = Q_i * \frac{Z_j * f(d_{ij})}{\sum [Z_j * f(d_{ij})]}$$

حيث:

F_{ij} : عدد الرحلات المتولدة من الخلية i والمنجذبة إلى j .

Z_j : كمية النقل حسب المقصد.

Q_i : كمية النقل حسب المنشأ.

$f(d_{ij})$: تابع للمسافة وهو

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-\alpha} (Km)$$

- حيث $\alpha = 1.5$ هنا -

2. نموذج الفرص: حسب هذا النموذج فإن الشخص المشترك في النقل يبحث أولاً عن الأهداف القريبة إذا كانت ذات جاذبية كافية ويبحث عن الهدف في مناطق أبعد إذا لم يتحقق ذلك في المناطق القريبة.

$$F_{ij} = Q_i * P_{ij}$$

P_{ij} : احتمال انتهاء مسار منطلق من الخلية i الى الخلية j .

$$P_{ij} = 1 - e^{-L.Z}$$

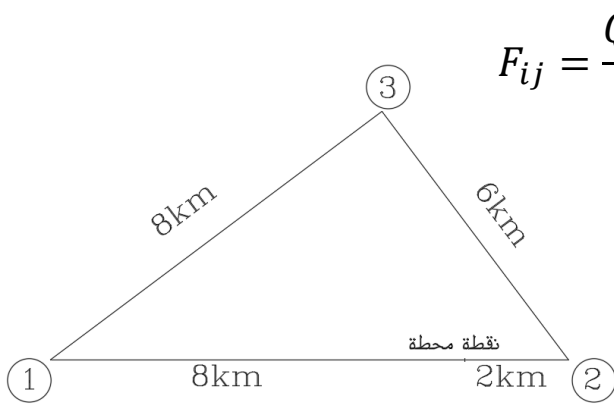
Z: عدد الأهداف القريبة المحيطة بخلية النقل.

L: ثابت لكل خلية.

تابع مسألة (1):

2- اكتب مصفوفة المسافات d_{ij} للمناطق الثلاثة (في المسألة الأولى)

3- احسب كمية النقل F_{ij} بين المناطق الثلاثة استناداً لنتائج المسألة السابقة حسب نموذج توزع الحركة وذلك باستخدام نموذج التجاذب المقيد



$$F_{ij} = \frac{Q_i * Z_j * f(d_{ij})}{\sum [z_j * f(d_{ij})]}$$

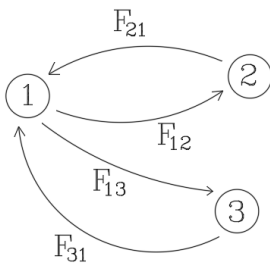
$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-\alpha}$: تابع المسافة وهو

حيث d_{ij} (Km) و $\alpha = 1.5$

الحل:

1- مصفوفة المسافات:

المنطقة	1	2	3
1	-	10	8
2	10	-	6
3	8	6	-



2- حساب توزع الحركة

$$*) F_{12} = \frac{Q_1 * Z_2 * (1 - 2 \text{ المسافة بين 1 و 2})^{-\alpha}}{Z_2 * f(d_{1,2}) + Z_3 * f(d_{1,3})}$$

$$F_{12} = 630 * \frac{467 * 10^{-1.5}}{467 * 10^{-1.5} + 410 * 8^{-1.5}} = 283 \text{ تنقل}$$

$$F_{13} = 630 * \frac{410 * 8^{-1.5}}{410 * 8^{-1.5} + 467 * 10^{-1.5}} = 347 \text{ تنقل}$$

$$Q_1 = f_{12} + f_{13} \Rightarrow 283 + 347 = 630 \text{ ok}$$

$$*)f_{21} = \frac{599 * 762 * 10^{-1.5}}{762 * 10^{-1.5} + 410 * 8^{-1.5}} = 278 \text{ تنقل}$$

$$f_{23} = \frac{599 * 410 * 8^{-1.5}}{762 * 10^{-1.5} + 410 * 8^{-1.5}} = 321 \text{ تنقل}$$

$$Q_2 = f_{21} + f_{23} \Rightarrow 278 + 321 = 599 \text{ ok}$$

$$*)f_{31} = 410 * \frac{762 * 8^{-1.5}}{762 * 8^{-1.5} + 467 * 6^{-1.5}} = 211 \text{ تنقل}$$

$$f_{32} = 410 * \frac{467 * 6^{-1.5}}{762 * 8^{-1.5} + 467 * 6^{-1.5}} = 199 \text{ تنقل}$$

$$Q_3 = f_{31} + f_{32} \Rightarrow 211 + 199 = 410 \text{ ok}$$

مسألة 2 على طريقة التجاذب المقيد

يحاط القطاع المركزي B بإحدى المدن بأربعة قطاعات سكنية تولد باتجاهه كمية نقل جماعي تعادل 1700 تنقل

استخدم الطريقة الثقالية لتقدير توزيع هذه الكمية الإجمالية من القطاعات الأربعة بالاستناد الى المعطيات التالية:

القطاع	1	2	3	4
كمية النقل حسب المنشأ	1500	1200	900	800
مؤشر الجاذبية (الإعاقة) w_{ij}	12	16	14	13

$$F_{ij} = Q_i * \frac{Z_j * K_{ij}}{f(d_{ij})} \quad \text{الحل:}$$

$$F_{ij} = k_{ij} * \frac{E_i * E_j}{\omega_{ij}} \quad \text{أو} \quad \text{عامل يتعلق بالسكان}$$

$$F_{1-B} = K_{ij} * \frac{1500 * 1700}{12} = 212500 K_{ij}$$

$$F_{2-B} = K_{ij} * \frac{1200 * 1700}{16} = 127500 K_{ij}$$

$$F_{3-B} = K_{ij} * \frac{900 * 170}{14} = 109286 K_{ij}$$

$$F_{4-B} = K_{ij} * \frac{800 * 1700}{13} = 104615 K_{ij}$$

$$1700 = 553901 K_{ij} \Rightarrow K_{ij} = 0.00307 \quad \text{نعوض}$$