



جامعة تكريت
كلية التربية للعلوم الانسانية
قسم الجغرافية- الدراسات العليا

عنوان المحاضرة

مؤشرات قياس كفاءة شبكات النقل

المرحلة: دكتوراه

مادة: جغرافية النقل

مدرس المادة: أ.م.د. صباح عثمان عبدالله

٢٠٢٦

أولاً: مفهوم كفاءة شبكات النقل وأهميتها في الدراسات الجغرافية:

تُعد كفاءة شبكات النقل من المفاهيم الأساسية في جغرافية النقل، إذ تعبر عن قدرة الشبكة على تحقيق أفضل مستوى من الأداء في نقل الأشخاص والبضائع بين المواقع المختلفة بأقل تكلفة ممكنة وأقصر زمن وأعلى درجات السلامة والراحة. ويكتسب هذا المفهوم أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية بسبب ارتباطه المباشر بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية والمكانية، حيث تُعد شبكات النقل الوسيلة الرئيسية التي تربط بين مراكز الإنتاج والاستهلاك والخدمات. وتعتمد الدراسات الجغرافية على تحليل كفاءة شبكات النقل من أجل تقييم مستوى الترابط المكاني بين أجزاء الإقليم وتحديد مدى قدرة الشبكة على تلبية احتياجات السكان والأنشطة الاقتصادية المختلفة. كما يساعد قياس الكفاءة في الكشف عن مناطق الضعف والاختناقات المرورية التي تعيق الحركة والتنمية، مما يتيح للمخططين وصناع القرار وضع الحلول المناسبة لتطوير الشبكة وتحسين أدائها. وتظهر أهمية كفاءة النقل في تأثيرها المباشر على تكاليف النقل وزمن الرحلات وسهولة الوصول إلى الخدمات والأسواق. فكلما ارتفعت كفاءة الشبكة ازدادت قدرتها على دعم التنمية الاقتصادية وتحقيق التكامل المكاني بين المناطق المختلفة. كما أن دراسة كفاءة الشبكات لا تقتصر على الجوانب الهندسية والفنية فقط، بل تمتد إلى الجوانب الجغرافية المتعلقة بالتوزيع المكاني للعقد والطرق والعلاقات المكانية بينها. ولهذا أصبحت مؤشرات قياس الكفاءة من الأدوات الرئيسية المستخدمة في الدراسات الجغرافية الحديثة، حيث تمكن الباحث من إجراء تقييم علمي موضوعي لأداء الشبكة ومقارنة مستويات الكفاءة بين الأقاليم المختلفة. وتساعد نتائج هذه الدراسات في توجيه الاستثمارات نحو المناطق الأكثر حاجة للتطوير وتحقيق الاستخدام الأمثل للبنية التحتية للنقل بما ينسجم مع متطلبات التنمية المستدامة.

ثانياً: مؤشر الكثافة الشبكية ودلالاته الجغرافية:

يُعد مؤشر الكثافة الشبكية من أهم المؤشرات المستخدمة في قياس كفاءة شبكات النقل، لأنه يعكس مدى انتشار الطرق أو خطوط النقل داخل مساحة معينة. ويُحسب هذا المؤشر عادةً من خلال مقارنة إجمالي أطوال الطرق بمساحة الإقليم أو بعدد السكان، مما يسمح بتحديد مستوى الخدمة النقلية المتاحة في منطقة معينة. وتكمن أهمية هذا المؤشر في كونه يساعد الباحث الجغرافي على تقييم مدى تغطية الشبكة لمختلف أجزاء الإقليم ومدى قدرتها على خدمة التجمعات السكانية والأنشطة الاقتصادية. فالمناطق التي تتميز بكثافة شبكية مرتفعة غالباً ما تتمتع بدرجة عالية من الترابط وسهولة الحركة والوصول، في حين تعاني المناطق ذات الكثافة المنخفضة من ضعف الخدمات النقلية وصعوبة الاتصال بالمراكز الحضرية. كما يُستخدم هذا المؤشر في المقارنات المكانية بين المحافظات أو الأقاليم أو المناطق المختلفة للكشف عن التباينات في مستوى التنمية النقلية. ومن الناحية التخطيطية، يساعد مؤشر الكثافة الشبكية في تحديد المناطق التي تحتاج إلى إنشاء طرق جديدة أو تحسين الشبكات القائمة. ويُعد هذا المؤشر من أكثر المؤشرات شيوعاً في الدراسات الجغرافية لأنه يوفر صورة أولية عن مستوى انتشار البنية التحتية للنقل داخل الإقليم. ومع ذلك فإن ارتفاع الكثافة الشبكية لا يعني بالضرورة ارتفاع الكفاءة، إذ ينبغي ربطه بمؤشرات أخرى تتعلق بجودة الطرق وسهولة الوصول ومستوى الخدمة الفعلي. ولذلك غالباً ما يُستخدم هذا المؤشر ضمن منظومة متكاملة من المؤشرات الكمية التي تساعد في تقييم كفاءة الشبكة بصورة شاملة ودقيقة.

ثالثاً: مؤشر الترابط الشبكي وأثره في كفاءة النقل:

يمثل الترابط الشبكي أحد أهم المؤشرات المستخدمة في الدراسات الجغرافية لتقييم كفاءة شبكات النقل، لأنه يعكس درجة الاتصال بين عقد الشبكة وروابطها المختلفة. ويُقصد بالترابط مدى قدرة المستخدم على الانتقال بين مختلف أجزاء الشبكة عبر أكثر من مسار دون التعرض للانقطاع أو العزلة المكانية.

وتزداد أهمية هذا المؤشر في تحليل شبكات الطرق والسكك الحديدية لأنه يساعد في قياس مستوى التكامل بين مكونات الشبكة. وتستخدم مجموعة من المعاملات الرياضية مثل معامل بيتا ومعامل غاما ومعامل ألفا لقياس درجة الترابط بين العقد والروابط. وكلما ارتفعت قيم هذه المعاملات دل ذلك على وجود شبكة أكثر تكاملاً وقدرة على استيعاب الحركة المرورية. كما يساهم ارتفاع مستوى الترابط في تقليل الاعتماد على طريق واحد للوصول إلى الوجهة المطلوبة، مما يزيد من مرونة الشبكة وقدرتها على التعامل مع الحوادث أو الإغلاقات المؤقتة. ومن الناحية الجغرافية يساعد مؤشر الترابط في تحديد المناطق التي تعاني من ضعف الاتصال بالمراكز الحضرية أو الخدمات الأساسية. كما يُستخدم في تقييم كفاءة شبكات النقل في دعم الأنشطة الاقتصادية وتعزيز التكامل الإقليمي. ولذلك يُعد الترابط الشبكي من المؤشرات الحيوية التي يعتمد عليها الباحثون والمخططون عند دراسة واقع النقل واقتراح مشروعات التطوير المستقبلية.

رابعاً: مؤشر سهولة الوصول وأهميته في الدراسات الجغرافية:

يُعد مؤشر سهولة الوصول من المؤشرات الجوهرية في جغرافية النقل لأنه يقيس قدرة السكان أو الأنشطة الاقتصادية على الوصول إلى الخدمات والأسواق والمراكز الحضرية باستخدام شبكة النقل المتاحة. ويُعرف الوصول بأنه العلاقة المكانية بين موقع معين ومجموعة من المواقع الأخرى التي يمكن الوصول إليها خلال زمن أو تكلفة محددة. ويعتمد هذا المؤشر على تحليل المسافات والزمن اللازم للتنقل بين المواقع المختلفة، مما يجعله أداة مهمة لفهم مستوى العدالة المكانية في توزيع الخدمات. وتتميز المناطق ذات سهولة الوصول العالية بقدرتها على جذب السكان والاستثمارات والأنشطة الاقتصادية نتيجة انخفاض تكاليف النقل وقصر زمن الرحلات. أما المناطق التي تعاني من ضعف الوصول فتواجه غالباً مشكلات تنموية ناتجة عن بعدها عن المراكز الحضرية والخدمات. ويستخدم الباحثون الجغرافيون نظم المعلومات الجغرافية في قياس هذا المؤشر وتحليل التباينات المكانية في مستويات الوصول. كما يساعد في تحديد المناطق المحرومة من الخدمات النقلية وتوجيه الخطط التنموية نحو تحسين ارتباطها بالشبكة العامة. ويُعد هذا المؤشر من أكثر المؤشرات ارتباطاً بالتنمية المكانية لأنه يوضح مدى استفادة السكان من البنية التحتية للنقل ومدى قدرتهم على الوصول إلى فرص العمل والتعليم والخدمات المختلفة.

خامساً: مؤشر زمن الرحلة ومستوى الخدمة المرورية:

يُعتبر زمن الرحلة من أهم المؤشرات المستخدمة في قياس كفاءة شبكات النقل لأنه يعكس الأداء الفعلي للشبكة من وجهة نظر المستخدم. ويُقصد بزمن الرحلة الفترة الزمنية التي يستغرقها الفرد أو المركبة للانتقال بين نقطتين داخل الشبكة. ويُستخدم هذا المؤشر في تقييم مدى كفاءة الطرق وقدرتها على استيعاب الحركة المرورية المختلفة. فكلما انخفض زمن الرحلة ارتفعت كفاءة الشبكة وتحسنت قدرتها على خدمة المستخدمين. كما يرتبط زمن الرحلة بعوامل متعددة مثل نوع الطريق وسعته وكثافة المرور وعدد التقاطعات ومستوى التنظيم المروري. وتُعد الازدحامات المرورية من أهم العوامل التي تؤدي إلى زيادة زمن الرحلات وتقليل كفاءة الشبكة. ولذلك تعتمد الدراسات الجغرافية على قياس هذا المؤشر لتحديد المناطق التي تعاني من اختناقات مرورية واقتراح الحلول المناسبة لمعالجتها. كما يساعد في تقدير تكاليف النقل واستهلاك الوقود والآثار البيئية الناتجة عن التوقف المتكرر للمركبات. ويُستخدم هذا المؤشر أيضاً في تقييم جدوى المشروعات النقلية الجديدة ومدى مساهمتها في تقليل زمن التنقل وتحسين مستوى الخدمة المرورية.

سادسا: المؤشرات المركبة لتقييم كفاءة شبكات النقل:

أصبحت الدراسات الجغرافية الحديثة تعتمد بصورة متزايدة على المؤشرات المركبة لتقييم كفاءة شبكات النقل، وذلك بسبب تعقيد الشبكات الحديثة وتعدد العوامل المؤثرة في أدائها. وتعتمد هذه المؤشرات على دمج عدد من المؤشرات الجزئية مثل الكثافة الشبكية والترابط وسهولة الوصول وزمن الرحلة والسلامة المرورية ومستوى الخدمة في مؤشر واحد يعبر عن الكفاءة العامة للشبكة. وتكمن أهمية المؤشرات المركبة في قدرتها على تقديم صورة شاملة ومتكاملة عن واقع النقل داخل الإقليم، بدلاً من الاعتماد على مؤشر واحد قد لا يعكس جميع الجوانب المتعلقة بالأداء الشبكي. كما تساعد هذه المؤشرات في إجراء المقارنات المكانية والزمانية بين الشبكات المختلفة وتحديد أولويات التطوير والاستثمار. وتستخدم في إعداد الخطط الاستراتيجية للنقل وتقييم آثار المشروعات المستقبلية على مستوى الخدمة والكفاءة التشغيلية. وقد ساهمت نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الحديثة في تسهيل بناء هذه المؤشرات وتحليل نتائجها بدقة عالية. ولذلك أصبحت المؤشرات المركبة من أهم الأدوات المستخدمة في الدراسات الجغرافية والتخطيطية لتوجيه سياسات النقل وتحقيق التنمية المكانية المستدامة.

سابعا: مؤشر المركزية المكانية للعقد النقلية:

يُعد مؤشر المركزية المكانية من المؤشرات المهمة في تقييم كفاءة شبكات النقل، إذ يركز على قياس أهمية العقد النقلية داخل الشبكة ومدى تأثيرها في حركة النقل والتنقل بين مختلف المناطق. وتتمثل العقد النقلية بالمدن الرئيسية والتقاطعات الكبرى والمحطات والموانئ والمطارات التي تشكل نقاط ارتكاز للحركة المرورية. ويعتمد هذا المؤشر على تحليل موقع العقدة بالنسبة لبقية العقد داخل الشبكة ومدى سهولة الوصول إليها وعدد الروابط المتصلة بها. وكلما ازدادت أهمية العقدة واتصالاتها المباشرة مع العقد الأخرى ارتفعت درجة مركزيتها داخل الشبكة. وتساعد دراسة المركزية المكانية في الكشف عن المراكز الرئيسية التي تستقطب أكبر حجم من الحركة المرورية والأنشطة الاقتصادية، كما تسهم في تحديد المناطق التي تعاني من ضعف الاتصال بالشبكة العامة. وتكمن أهمية هذا المؤشر في دوره في توجيه قرارات التخطيط المتعلقة بإنشاء المرافق الخدمية ومراكز النقل الجديدة، فضلاً عن مساهمته في تحديد أولويات تطوير البنية التحتية للنقل. كما أن ارتفاع درجة المركزية في بعض المدن يعكس دورها المحوري في دعم النشاط الاقتصادي والتجاري والخدمي داخل الإقليم، بينما تشير المركزية المنخفضة إلى الحاجة لتطوير الروابط النقلية وتحسين مستوى التكامل المكاني بين أجزاء الشبكة المختلفة.

ثامنا: مؤشر الطاقة الاستيعابية للطرق:

تُعد الطاقة الاستيعابية للطرق من المؤشرات الأساسية المستخدمة في قياس كفاءة شبكات النقل، لأنها تعبر عن الحد الأقصى من المركبات التي يمكن للطريق استيعابها خلال فترة زمنية محددة مع المحافظة على مستوى مقبول من الخدمة المرورية. ويُستخدم هذا المؤشر في تقييم قدرة الطرق على تلبية الطلب المتزايد على النقل ومواجهة الضغوط المرورية الناتجة عن النمو السكاني والتوسع العمراني. ويعتمد قياس الطاقة الاستيعابية على مجموعة من العوامل تشمل عدد المسارات وعرض الطريق ونوعه وحالة سطحه ومستوى التنظيم المروري وكفاءة التقاطعات الموجودة عليه. وتساعد دراسة هذا المؤشر في تحديد الطرق التي تعمل ضمن حدودها التصميمية والطرق التي تجاوزت طاقتها الاستيعابية وأصبحت تعاني من الازدحام والاختناقات المرورية. كما يوفر معلومات مهمة للمخططين بشأن الحاجة إلى توسعة الطرق أو إنشاء محاور نقل بديلة لتخفيف الضغط على الشبكة. وتكمن أهمية هذا المؤشر في كونه يعكس الأداء التشغيلي الفعلي للطرق ويساعد في تقدير كفاءة استغلال البنية التحتية المتاحة، فضلاً عن دوره في تقليل زمن الرحلات وتحسين مستوى السلامة المرورية وتحقيق انسيابية أفضل للحركة داخل الإقليم.

تاسعا: مؤشر السلامة المرورية كأحد معايير كفاءة الشبكة:

يمثل مؤشر السلامة المرورية أحد أهم المعايير التي تعتمد عليها الدراسات الجغرافية في تقييم كفاءة شبكات النقل، لأن نجاح أي شبكة نقل لا يقتصر على سرعة الحركة أو سهولة الوصول فقط، بل يشمل أيضاً توفير بيئة نقل آمنة تقلل من احتمالات وقوع الحوادث والخسائر البشرية والمادية. ويعتمد هذا المؤشر على تحليل أعداد الحوادث المرورية وأنواعها وتوزيعها المكاني ومعدلات الإصابات والوفيات الناتجة عنها. كما يُستخدم في تحديد المواقع الخطرة داخل الشبكة والتي تعرف بالنقاط السوداء، وهي المواقع التي تشهد تكراراً مرتفعاً للحوادث المرورية. وتساعد دراسة هذا المؤشر في الكشف عن أوجه القصور في تصميم الطرق أو التقاطعات أو الإشارات المرورية، فضلاً عن تحديد تأثير العوامل البشرية والبيئية في وقوع الحوادث. كما يساهم في توجيه الجهود التخطيطية نحو تحسين البنية التحتية للطرق وتطوير أنظمة التحكم المروري وتعزيز برامج التوعية المرورية. وتكمن أهمية مؤشر السلامة المرورية في أنه يعكس جودة شبكة النقل من منظور إنساني وتنموي، حيث إن انخفاض معدلات الحوادث يدل على ارتفاع كفاءة الشبكة وقدرتها على توفير حركة نقل آمنة ومستدامة تخدم السكان والأنشطة الاقتصادية بصورة فعالة.