

Spatial Analysis of the Railway line between Tartous and Lattakia Governorates and Assessment of Stations Coverage using Geographic Information Systems (GIS)

Dr. Shaza Assaad^{*}

Dr. Bassam Sultan^{**}

Ibrahim Rokiah^{***} 

(Received 24 / 3 / 2025. Accepted 26 / 5 / 2025)

□ ABSTRACT □

The efficiency of railway station distribution is a key factor in supporting the sustainability of regional transport networks and ensuring equitable access to public transportation. Accordingly, this study provides an integrated spatial analysis of the railway line between Tartous and Lattakia using Geographic Information Systems (GIS), focusing on evaluating station coverage and meeting population mobility needs. The analysis included studying the distances and travel times to stations, as well as calculating transfer times along the corridor using network analysis.

The results revealed a service gap of 2.071 km between Alkouz and Marqia stations, negatively impacting coverage adequacy and accessibility. To address this, the establishment of a simple halt station was proposed as an operationally suitable solution for the single-track line, aiming to close the service gap and enhance continuous access while minimizing the impact on train operations.

This study highlights the importance of integrating spatial network analysis with demographic and economic characteristics to achieve more precise urban transport planning and to strengthen the efficiency and equity of rail services along the Syrian coastal corridor.

Keywords: Railway, Railway station, GIS, Station management systems, Spatial analysis, Spatial coverage analysis.

Copyright



: Latakia University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

^{*} Professor - Transportation Engineering Department- Civil Engineering Faculty- Lattakia University- Lattakia- Syria.

^{**} Professor - Transportation Engineering Department- Civil Engineering Faculty- Lattakia University- Lattakia- Syria.

^{***} Postgraduate Student (Master) - Department of Transportation Engineering - Faculty of Civil Engineering - Lattakia University -. Lattakia - Syria ibrahim.mhd.rokiah@gmail.com

التحليل المكاني للخط الحديدي الواصل بين محافظتي طرطوس واللاذقية وتقييم تغطية المحطات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

د. شذى أسعد*

د. بسام سلطان*

ابراهيم محمد رقيه***

(تاريخ الإيداع 2025 / 3 / 24. قبل للنشر في 2025 / 5 / 26)

□ الملخص □

تعد كفاءة توزيع محطات السكك الحديدية عاملاً رئيسياً في دعم استدامة شبكات النقل السككي وضمان سهولة الوصول العادل إلى وسائل النقل الجماعي. استناداً إلى ذلك، يقدم هذا البحث تحليلاً مكانياً متكاملًا للخط الحديدي بين مدينتي طرطوس واللاذقية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مع التركيز على تقييم تغطية المحطات ومدى تلبية احتياجات التنقل السكاني. شمل التحليل دراسة المسافات الفاصلة وأزمنة الوصول إلى المحطات، إلى جانب احتساب زمن الانتقال بين المحطات على طول المسار باستخدام تحليل الشبكات. كشفت النتائج عن وجود فجوة خدمية بطول 2.071 كم بين محطتي القوز ومرقية، مما أثر سلباً على كفاءة التغطية وإمكانية الوصول إلى الخدمة. بناءً على ذلك، تم اقتراح إنشاء محطة وقوف بسيطة كخيار تشغيلي مناسب للخط الحديدي المفرد، بهدف معالجة الفجوة وتحسين استمرارية الوصول مع تقليل تأثيرات التوقف على حركة القطارات. تبرز هذه الدراسة أهمية دمج التحليل المكاني الشبكي مع الخصائص السكانية والاقتصادية لتحقيق تخطيط حضري أكثر دقة، وتعزيز كفاءة وعدالة خدمات النقل السككي على الساحل السوري.

الكلمات المفتاحية: السكك الحديدية، محطات الخطوط الحديدية، GIS، نظام إدارة المحطات، التحليل المكاني، تحليل التغطية المكانية.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



04 CC BY-NC-SA

* أستاذ - قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

** أستاذ - قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

ibrahim.mhd.rokiah@gmail.com

مقدمة:

يُعد قطاع النقل أحد العناصر الأساسية التي تسهم في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية في مختلف الدول، إذ يسهم في ربط المناطق الحضرية والريفية، مما يسهل حركة الأفراد والبضائع. ومن بين وسائل النقل المختلفة، تبرز أنظمة النقل السككي كخيار يتميز بالكفاءة والتنظيم، نظراً لاعتمادها على مسارات معدنية ثابتة تضمن مستويات عالية من السلامة، وتوفر سعة نقل كبيرة مع كفاءة طاقة متفوقة مقارنة بوسائل النقل البري التقليدية.[1]

في هذا الإطار، تواجه مدن الساحل السوري، ولا سيما اللاذقية وطرطوس، تحديات متزايدة نتيجة للنمو السكاني المستمر. فقد أشارت تقديرات الأمم المتحدة لعام 2020 إلى أن معدل النمو السكاني السنوي في هذه المناطق يتراوح

بين 2% و 2.4%، مما أدى إلى ارتفاع الطلب على التنقل وزيادة الضغط على البنية التحتية القائمة.[2] من ناحية أخرى، أظهرت دراسات التخطيط الحضري أن الاعتماد المفرط على السيارات الخاصة أسهم بشكل كبير في تفاقم مشكلات الازدحام واستهلاك الطاقة [3]. بناءً عليه، تبرز الحاجة الماسة إلى تبني خيارات نقل جماعي أكثر كفاءة واستدامة.

علاوة على ذلك، يُعد تطوير الخط الحديدي بين طرطوس واللاذقية فرصة استراتيجية لمعالجة هذه التحديات. فالنقل السككي لا يقتصر على تحسين التنقل فحسب، بل يسهم أيضاً في خفض معدلات التلوث الهوائي الناتج عن استخدام محركات الاحتراق الداخلي. ووفقاً لتقارير الوكالة الدولية للطاقة، فإن تحويل جزء من حركة النقل البري إلى النقل السككي قد يؤدي إلى تقليل تركيز الجسيمات الدقيقة (PM2.5) وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون [4].

بهذه دعم هذا التحول، يسعى هذا البحث إلى توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل الخط الحديدي القائم بين مدينتي اللاذقية وطرطوس، ويتضمن التحليل تقييم تغطية المحطات جغرافياً، ودراسة المسافة وزمن الانتقال للوصول إلى المحطة المطلوبة لكل مسافر، إلى جانب حساب الزمن والمسافة بين المحطات المختلفة على طول المسار، ويسهم استخدام أدوات GIS في إجراء تحليل مكاني دقيق، مما يساعد في تحسين توزيع المحطات استناداً إلى الكثافة السكانية ومراكز النشاط الاقتصادي، وبالتالي يدعم تحقيق تنمية حضرية متكاملة ويعزز من فعالية وكفاءة شبكة النقل السككي.[5-6]

إشكالية البحث (Research problem):

يشكل النقل بالسكك الحديدية أحد أهم وسائل النقل المستدامة التي تساهم في ربط المدن وتحقيق التنمية الاقتصادية، ومع ذلك، فإن كفاءة هذا النوع من النقل تعتمد بشكل أساسي على أداء الخط الحديدي وحركة القطارات عليه، وتعتمد أيضاً على التوزيع المكاني للمحطات، ومدى تغطيتها للمناطق السكنية والخدمية في هذا السياق، يعاني النقل السككي بين محافظتي اللاذقية و طرطوس، من تدني كفاءة الخط الحديدي، الذي يربط بين أهم مدينتين سياحيتين في سورية، ويتمثل ذلك بتدني عدد المستخدمين لهذا النمط من النقل، لعدة أسباب خدمية ولوجستية، وكذلك أيضاً يعاني من عدم تجانس توزيع المحطات جغرافياً ، وهناك أيضاً مشاكل أخرى مثل عدم انتظام أزمان الانتظار عند كل محطة، ودقة تحديد الزمن والمسافة اللازمة للوصول إلى المحطة التالية لكل مسافر.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث (The importance of research):

تتمثل أهمية هذا البحث في تحسين كفاءة النقل بالسكك الحديدية، من خلال تحليل دقيق لمسار الخط الحديدي ولتوزيع المحطات ومدى تغطيتها، مما يساهم في دعم عملية التخطيط المستقبلي لمشاريع السكك الحديدية، باستخدام أدوات التحليل المكاني، كما يساهم في تعزيز الاستدامة البيئية، عبر تحسين استخدام وسائل النقل العام، وتقليل الاعتماد على السيارات الخاصة. بالإضافة إلى ذلك، يوفر البحث بيانات دقيقة لصانعي القرار حول كيفية تحسين شبكة النقل بالسكك الحديدية في المنطقة، مما يساعد في اتخاذ قرارات مبنية على أسس علمية. ومن ناحية أخرى، يسعى إلى تقديم حلول عملية للمسافرين عبر تحديد أقرب محطة لكل مسافر، ما يسهل عملية التنقل ويزيد من كفاءة النظام. باستخدام التقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، يساهم البحث في تحقيق فهم أعمق لخدمات السكك الحديدية في سورية، ما يساعد في تطوير بنية تحتية أكثر كفاءة واستدامة، تلبي احتياجات المستخدمين بشكل أفضل.

أهداف البحث (Research objectives):

يهدف هذا البحث إلى رسم وتحليل المسار للخط الحديدي بين محافظتي اللاذقية وطرطوس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مما يساعد في دراسة التوزيع المكاني للمحطات وتحليل مدى كفاءتها في خدمة المناطق المحيطة. كما يسعى إلى تحديد مدى تغطية المحطات جغرافياً، للكشف عن المناطق التي تعاني من نقص في الخدمة، مما يساهم في تحسين سهولة الوصول إلى وسائل النقل، بالإضافة إلى ذلك، سيتم استخدام التحليل المكاني لتحديد الزمن والمسافة للوصول إلى المحطات لكل مسافر وفقاً لموقعه الجغرافي، مما يسهل عملية التنقل ويزيد من كفاءة استخدام القطارات، وأخيراً، سيقدم البحث مقترحات لتحسين توزيع المحطات بناءً على النتائج المستخلصة من الدراسة، بما يساهم في تطوير شبكة السكك الحديدية، وفي تعزيز كفاءتها لخدمة أكبر شريحة من المستخدمين.

طرائق البحث ومواده:

يعتمد البحث على التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لدراسة الخط الحديدي الواصل بين محافظتي اللاذقية وطرطوس.

نظم المعلومات الجغرافية (GIS): هي تقنية تعتمد على جمع وتحليل وإدارة البيانات المكانية (الجغرافية) لتقديم حلول في مجالات متعددة مثل التخطيط الحضري، النقل، البيئة، وإدارة الموارد، وتستخدم في مجالات عديدة لدعم اتخاذ القرار، من خلال نمذجة وتحليل البيانات المعقدة. [5]

تقوم نظم المعلومات الجغرافية بدمج البيانات المكانية مع المعلومات الوصفية، مما يتيح للمستخدمين القدرة على تحليل الأنماط، العلاقات، والاتجاهات الجغرافية. [6]

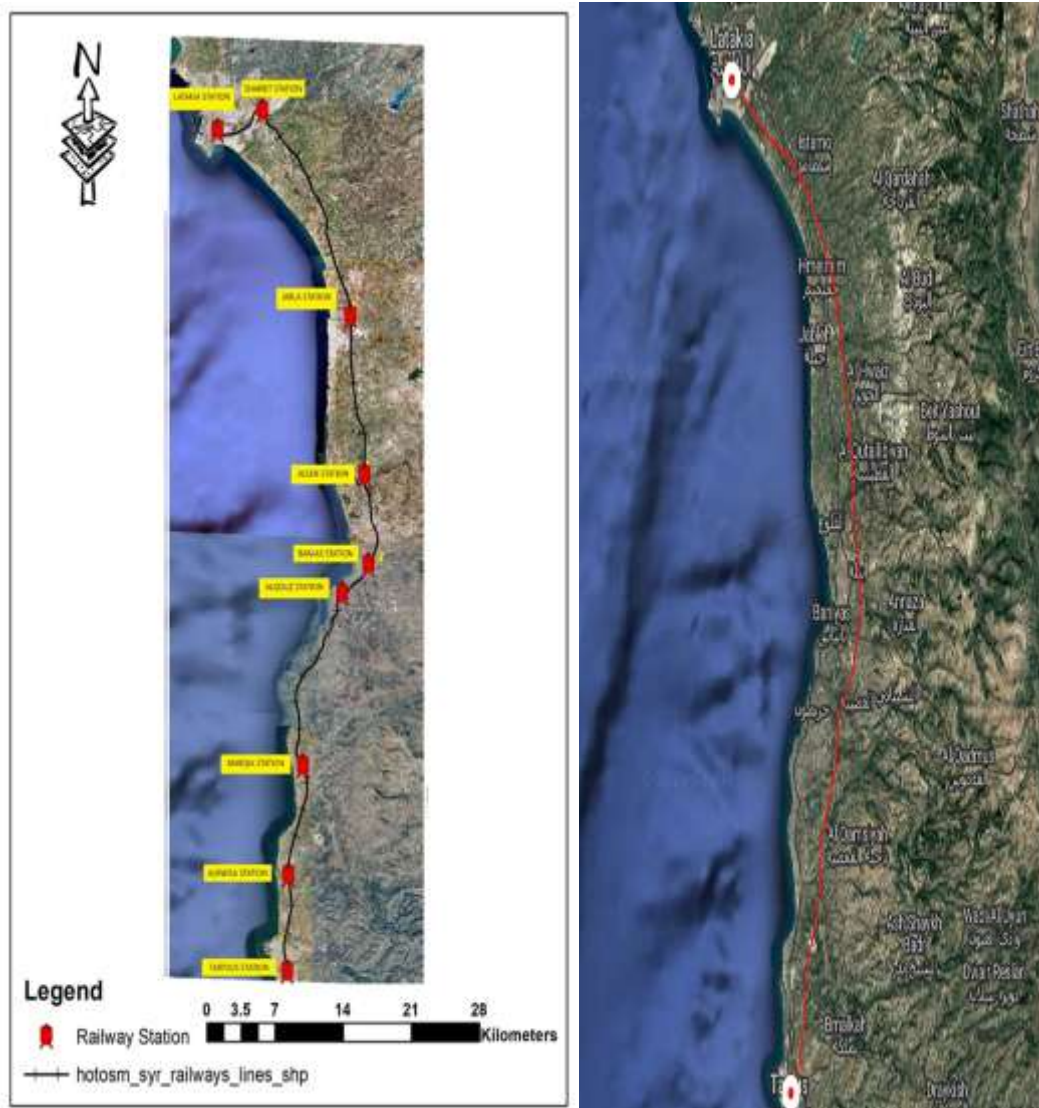
يتكون GIS من عدة مكونات رئيسية تشمل:

- البيانات المكانية: وهي المعلومات التي ترتبط بمواقع جغرافية معينة.
- الأدوات التحليلية: تُستخدم لتفسير وتحليل البيانات المكانية واستخلاص النتائج.
- الخرائط الرقمية: توفر تمثيلاً مرئياً للبيانات لتسهيل اتخاذ القرارات.

كما يُعدّ استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قطاع النقل أمراً بالغ الأهمية، حيث يمكن الاستفادة منه في تحديد مواقع المحطات، وتحليل مدى كفاءتها في تغطية المناطق المحيطة، بالإضافة إلى تحسين التخطيط المستقبلي لشبكات النقل. [7]

1- منطقة الدراسة:

تم اختيار الخط الحديدي الواصل بين محافظتي اللاذقية وطرطوس في سورية لإجراء البحث، نظراً لأهميته الاستراتيجية في شبكة النقل الوطني، حيث يربط هذا الخط بين عدة مدن هامة في الساحل السوري، ولذلك يعد محوراً رئيسياً هاماً لحركة البضائع والركاب، ويتميز هذا الخط بتنوع تضاريسه وامتداده على طول الساحل السوري، مما يجعله نموذجاً مثالياً لدراسة أي متغير على أداء السكك الحديدية، حيث يبلغ طول الخط الحديدي 80 كم والتباعد بين القضبان 1435 مم، ويتضمن تسع محطات ضمناً كل من محطة الوصول والمغادرة، والشكل 1 يوضح الخط الحديدي المدروس ومحطاته.



الشكل رقم (1): شكل توضيحي يظهر الخط الحديدي الذي يربط بين محافظتي اللاذقية وطرطوس ومحطاته.

2- منهجية البحث

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، حيث يتم وصف وتحليل شبكة السكك الحديدية بين مدينتي اللاذقية وطرطوس من خلال:

- جمع البيانات المتعلقة بالمسار الحديدي والمحطات.
- بناء قاعدة البيانات اللازمة في هذا التحليل في نظام ARC GIS.
- استخدام نماذج التحليل المكاني في GIS لتحديد زمن ومسافة الانتقال لأي محطة استناداً إلى قاعدة البيانات الخاصة بهذا الخط الحديدي.
- إجراء التحليل المكاني لتوزيع المحطات ومدى تغطيتها.
- تقديم مقترحات لتحسين توزيع المحطات بناءً على نتائج التحليل.

3- المواد والبيانات اللازمة

أولاً: البيانات

- خريطة الخط الحديدي بين طرطوس واللاذقية: وقد تم إنشاؤها باستخدام برنامج GIS.
- إحداثيات المحطات: مواقع المحطات بدقة جغرافية (نقاط مكانية تشمل خطوط الطول والعرض).
- بيانات الخط الحديدي ومحطاته زمنياً ومكانياً.

ثانياً: الأدوات والبرامج المستخدمة

- برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS) لتحليل البيانات المكانية.
- أدوات التحليل المكاني :
 - تحليل القرب (Nearest Neighbor Analysis) لتحديد أقرب محطة لكل منطقة مأهولة.
 - تحليل التغطية الجغرافية (Service Area Analysis) لتحديد مدى تغطية المحطات.
 - نمذجة المسافات الزمنية والمكانية باستخدام شبكات الطرق والبنية التحتية.

4- إعداد البيانات

تم الحصول على البيانات المطلوبة واللازمة لهذا البحث من موقع المؤسسة العامة للخطوط الحديدية، وبعض المراجع الأخرى المختلفة من دراسات علمية سابقة، ومواقع الكترونية مختلفة كموقع وزارة النقل في الجمهورية العربية السورية وموقع المديرية العامة للخطوط الحديدية [8-10].

أولاً: قاعدة بيانات الخط الحديدي:

يظهر الجدول رقم (1) قاعدة البيانات للخط الحديدي والتي تتضمن البيانات الهندسية والمرورية والتشغيلية اللازمة في عملية التحليل.

الجدول رقم (1) البيانات الهندسية والمرورية للخط الحديدي الواصل بين طرطوس واللاذقية.

Railway_ex (mm)	speed (km/h)	time (minute)	long (km)	name	Shape	FID
1435	96.46	10.2	16.4	Alquz to marqia	Polyline	1
1435	110.59	10.8	19.91	sharbait to jabla	Polyline	2
1435	47.86	16.8	13.4	jabla to alsen	Polyline	3
1435	39.89	12	7.98	alsen to banias	Polyline	4
1435	37.65	15	9.41	marqia to Alrwaisa	Polyline	5

1435	54.16	9	8.12	Alrwaisa to tartous	Polyline	6
1435	21.95	10.2	3.73	banias to Alquz	Polyline	7
1435	20.53	20.4	6.98	latakia to sharbait	Polyline	8

ثانياً: قاعدة بيانات محطات الخطوط الحديدية:

يظهر الجدول 2 جميع البيانات المتعلقة بالمحطات التسع الموجودة على هذا الخط الحديدي.

الجدول رقم (2) بيانات محطات الخطوط الحديدية.

FID	Shape	name	X	Y
1	Point	Lattakia railway station	208648.88	3934964.98
2	Point	Jabla railway station	222289.5	3919615.16
3	Point	Alsen railway station	223733	3906468.68
4	Point	Banias railway station	224148	3899024.56
5	Point	Tartous railway station	215788.96	3865364.93
6	Point	Marqia railway station	217430.93	3882368.89
7	Point	sharbit railway station	213260.41	3936558.21
8	Point	Alrwaisa railway station	215935.19	3873325.81
9	Point	alkouz railway station	221418.99	3896633.31

5- بناء هيكلية الشبكة:

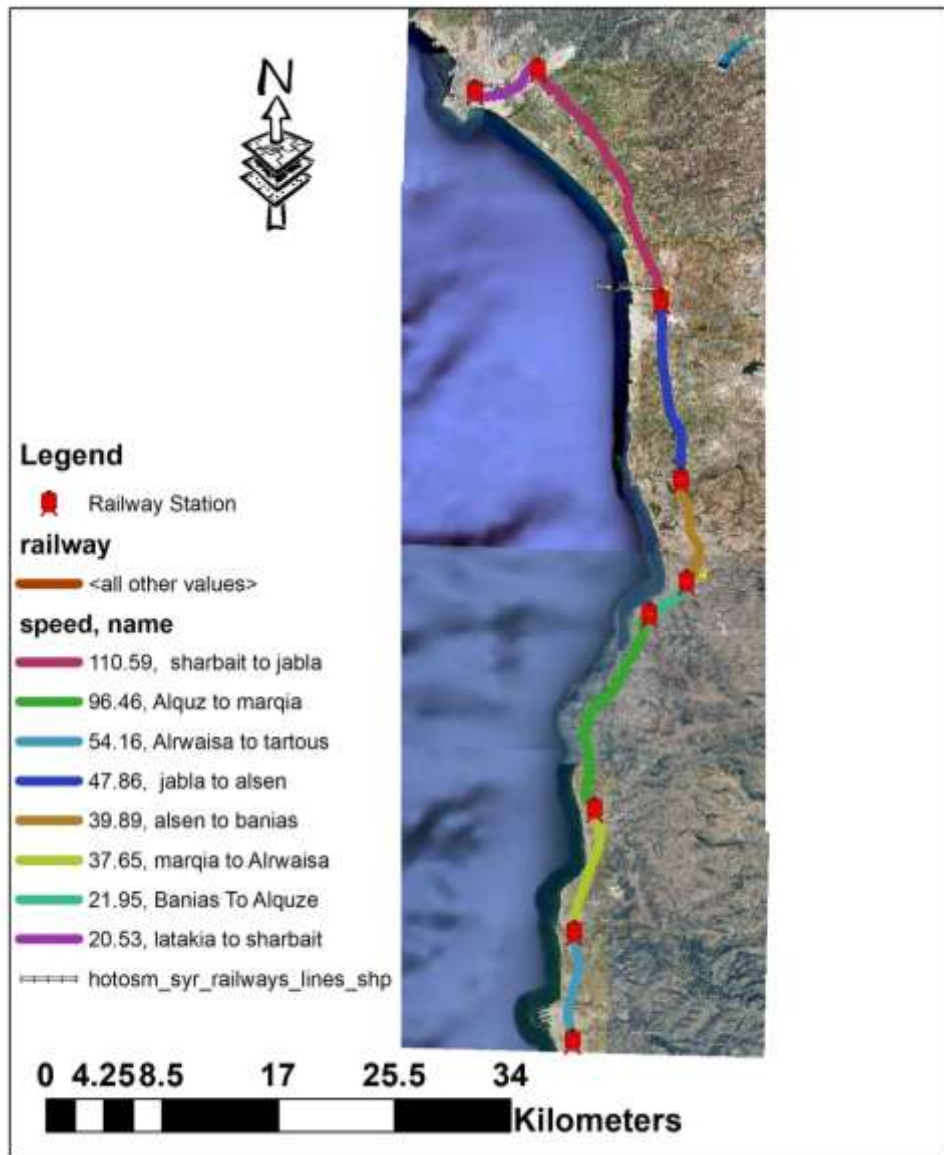
بعد تنفيذ عملية المعالجة لبيانات الخط الحديدي ومحطاته Toposheet، تم إنشاء قاعدة البيانات في نظام ArcGIS لاستخدامها في تحرير البيانات المكانية، للحصول على تحليل ونتائج جيدة، من ثم وللتأكد من الرسم الصحيح والدقيق للخط الحديدي ومحطاته، كان من الضروري بناء Network topology لاكتشاف أية أخطاء في البيانات وتصحيحها، وذلك لضمان عدم وجود تقاطعات غير صحيحة.

بعد تصحيح الأخطاء من رسم شبكة الخط الحديدي ومحطاته، وعندما تصبح جاهزة للاستخدام في عملية التحليل، يتم إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للمحطات، وتوضيح علاقتها مع الخط الحديدي، بحيث تكون مجموعة بيانات الشبكة مناسبة تماماً لنموذج شبكة النقل على أرض الواقع.

النتائج والمناقشة:

تم تحليل الخط ومحطاته باستخدام امتداد محلل شبكة ArcGIS(Network Analyst)، الذي يوفر تحليلاً مكانياً مترابطاً لهذه الشبكة مع تحليل المسار، واتجاهات السفر، وتحليل مواقع المحطات، ويتضمن التحليل مرحلتين أساسيتين، حيث انه في المرحلة الأولى سيتم التحليل باعتبار وجود المسافرين ضمن القطار وتحديد مسافة وزمن وصوله الى المحطة الأقرب له او أي محطة أخرى على الخط، وفي الحالة الثانية تحديد مسافة وزمن الانتقال من المحطات الى موقع ما على الخط الحديدي، وتكمن أهمية هذا التحليل باعتباره يأخذ بعين الاعتبار المعطيات الخاصة لكل من الخط ومحطاته، ويمكن للمستخدمين الاستفادة من هذا التحليل عبر تصديره الى برنامج الخرائط الموجود على الهاتف المحمول، كما يوضح الشكل رقم 3، التحليل العام الخط الحديدي، استناداً إلى المسافة وزمن السفر، حيث يتبين لنا

نتيجة هذا التحليل ان القطار يسير بأكبر سرعة على هذا الخط على الوصلة بين محطتي شربيت وجبلة بينما أدنى سرعة له تكون على الوصلة بين محطتي اللاذقية وشربيت.



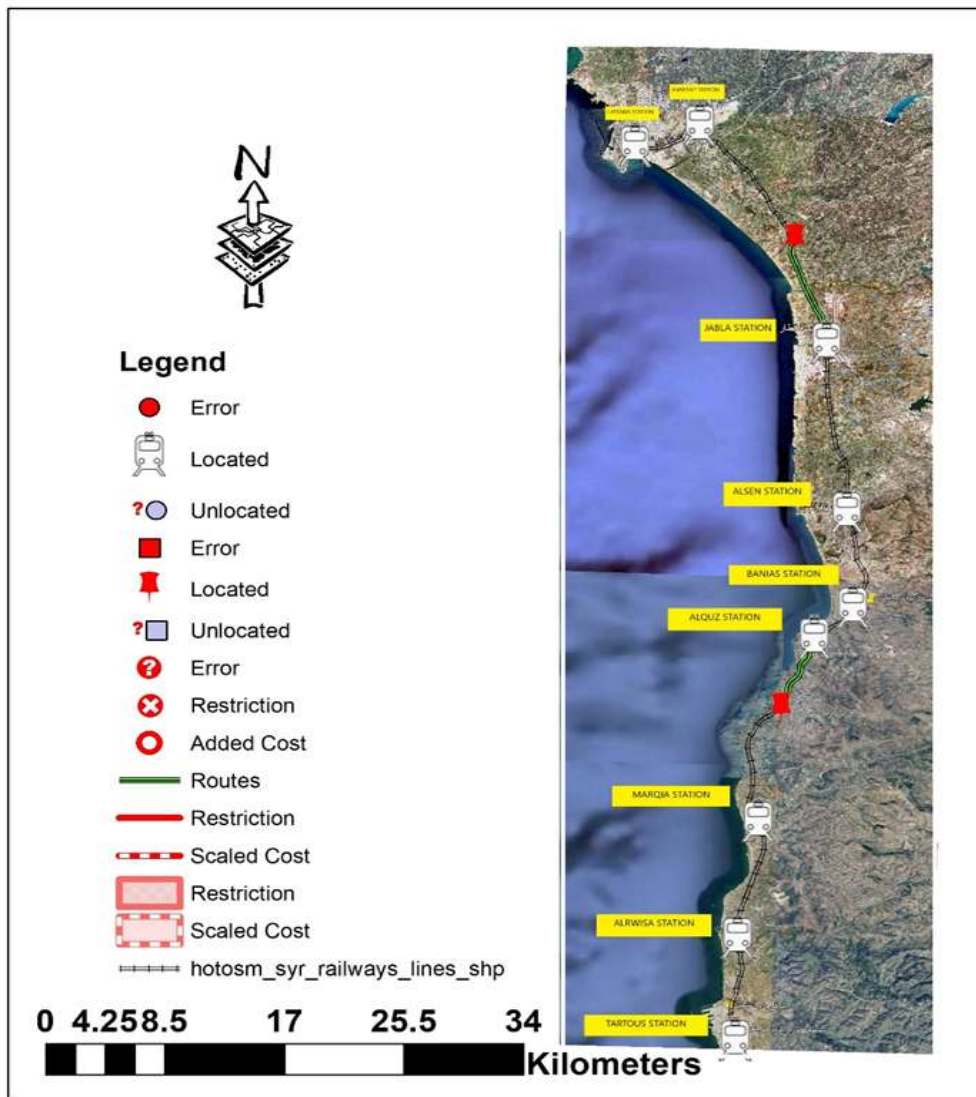
الشكل رقم (3): خريطة توضح المسارات الأسرع وفق زمن السفر.

تحليل الانتقال عبر الخط الحديدي ومحطاته:

بعد القيام ببناء هيكلية الشبكة وتموضع المحطات بها، قمنا بإجراء تحليل شبكي ومكاني بناءً على قاعدة بيانات الخط الحديدي الهندسية والمرورية ومواقع المحطات.

الحالة الأولى:

قمنا بأخذ موقعين لا على التعيين، كما يظهر الشكل 4، وتبين لنا أن الانتقال من هذا الموقع إلى المحطة التالية في الموقع الأول وهي محطة جبلة يحتاج المسافر إلى زمن قدره 4 دقائق قاطعاً مسافة 6.3 كم، وفي الموقع الثاني محطة القوز، بحيث يحتاج المسافر إلى زمن قدره 5 دقائق للوصول إليها، كما يوضح الشكل 5، تفاصيل زمن ومسافة عملية الانتقال على الخط الحديدي.



الشكل رقم (4): خريطة توضح المحطة الأقرب من موقع الانطلاق.

Route: Graphic Pick 5 - alkouz station

6.3 km 4 min

- 1: Start at Graphic Pick 5
 - 2: Go northeast on banias to Alkuz
 - 3: Finish at alkouz station
- Total time: 4 min
Total distance: 6.3 km

Route: Graphic Pick 7 - Jabla railway station

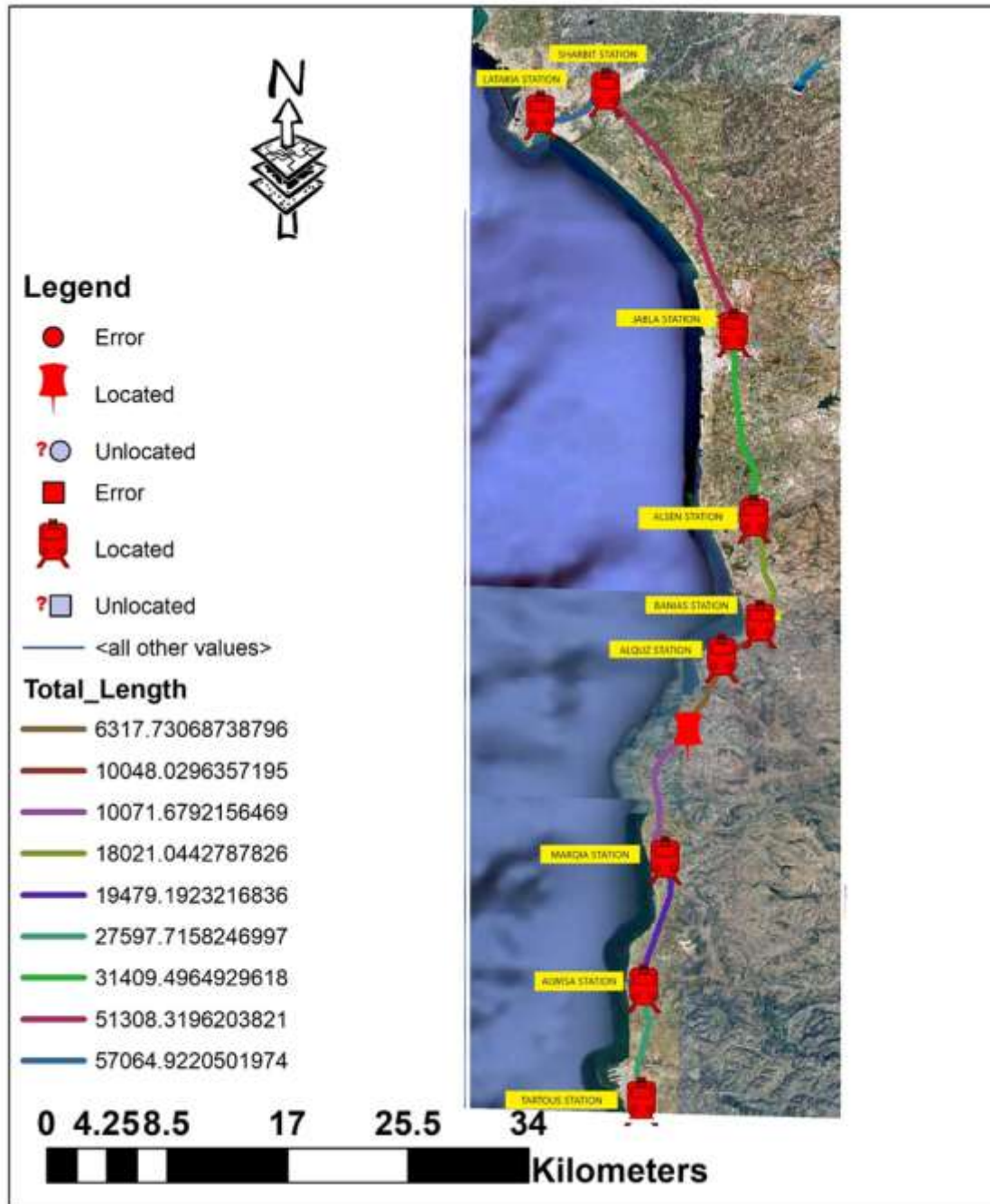
8.4 km 5 min

- 1: Start at Graphic Pick 7
 - 2: Go south on sharbait to jabla
 - 3: Continue on jabla to alsen
 - 4: Finish at Jabla railway station
- Total time: 5 min
Total distance: 8.4 km

الشكل رقم (5): شكل يوضح البيانات الزمنية والمكانية للانتقال إلى المحطة الأقرب من موقع الانطلاق.

الحالة الثانية:

من هذا التحليل، سنأخذ الزمن والمسافة المستغرقة من جميع المحطات، باتجاه موقع ما على الخريطة، كما يوضح الشكل 6، حيث نلاحظ أنه في حال تم الانطلاق من محطة اللاذقية فإنه يحتاج الى زمن وقدره 74 دقيقة، وهي المحطة الأبعد عن الموقع، بينما عندما يكون الانطلاق من محطة بانياس يحتاج الى 14 دقيقة، وسنقوم باستعراض تفاصيل عملية الانتقال زمنياً ومكانياً عبر الوصلات، كما هو واضح في الشكل 7.



الشكل رقم (6): خريطة توضح الانتقال من جميع المحطات إلى موقع ما.

Route: Lattakia railway station - Graphic Pick 5		57 km	1 hr 14 min
1: Start at Lattakia railway station			
2: Go east on latakia to sharbait	5.8 km	20 min	
3: Continue on sharbait to jabla	19.9 km	11 min	
4: Continue on jabla to alsen	13.4 km	17 min	
5: Continue on alsen to banias	8.0 km	12 min	
6: Continue on Alquz to marqia	3.7 km	10 min	
7: Continue on banias to Alquz	6.3 km	4 min	
8: Finish at Graphic Pick 5			
Total time: 1 hr 14 min			
Total distance: 57 km			
Route: Jabla railway station - Graphic Pick 5		31 km	43 min
1: Start at Jabla railway station			
2: Go south on jabla to alsen	13.4 km	17 min	
3: Continue on alsen to banias	8.0 km	12 min	
4: Continue on Alquz to marqia	3.7 km	10 min	
5: Continue on banias to Alquz	6.3 km	4 min	
6: Finish at Graphic Pick 5			
Total time: 43 min			
Total distance: 31 km			
Route: Alsen railway station - Graphic Pick 5		18.0 km	26 min
1: Start at Alsen railway station			
2: Go south on alsen to banias	8.0 km	12 min	
3: Continue on Alquz to marqia	3.7 km	10 min	
4: Continue on banias to Alquz	6.3 km	4 min	
5: Finish at Graphic Pick 5			
Total time: 26 min			
Total distance: 18.0 km			
Route: Banias railway station - Graphic Pick 5		10.0 km	14 min
1: Start at Banias railway station			
2: Go southwest on Alquz to marqia	3.7 km	10 min	
3: Continue on banias to Alquz	6.3 km	4 min	
4: Finish at Graphic Pick 5			
Total time: 14 min			
Total distance: 10.0 km			
Route: Tartous railway Station - Graphic Pick 5		28 km	30 min
1: Start at Tartous railway Station			
2: Go north on Alrwaisa to tartous	8.1 km	9 min	
3: Continue on marqia to Alrwaisa	9.4 km	15 min	
4: Continue on banias to Alquz	10.1 km	6 min	
5: Finish at Graphic Pick 5			
Total time: 30 min			
Total distance: 28 km			

الشكل رقم (7): خريطة توضح الانتقال من جميع المحطات إلى موقع ما

تحليل التغطية الجغرافية:

يعد تحليل التغطية الجغرافية لمحطات السكك الحديدية أداة أساسية في تقييم مدى كفاية توزيع هذه المحطات بالنسبة للطلب السكاني. يعتمد هذا التحليل على إنشاء مناطق خدمة (Service Areas) حول كل محطة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث يتم تحديد التغطية بناءً على تصنيف المحطة ونوع النسيج العمراني المحيط بها [11].

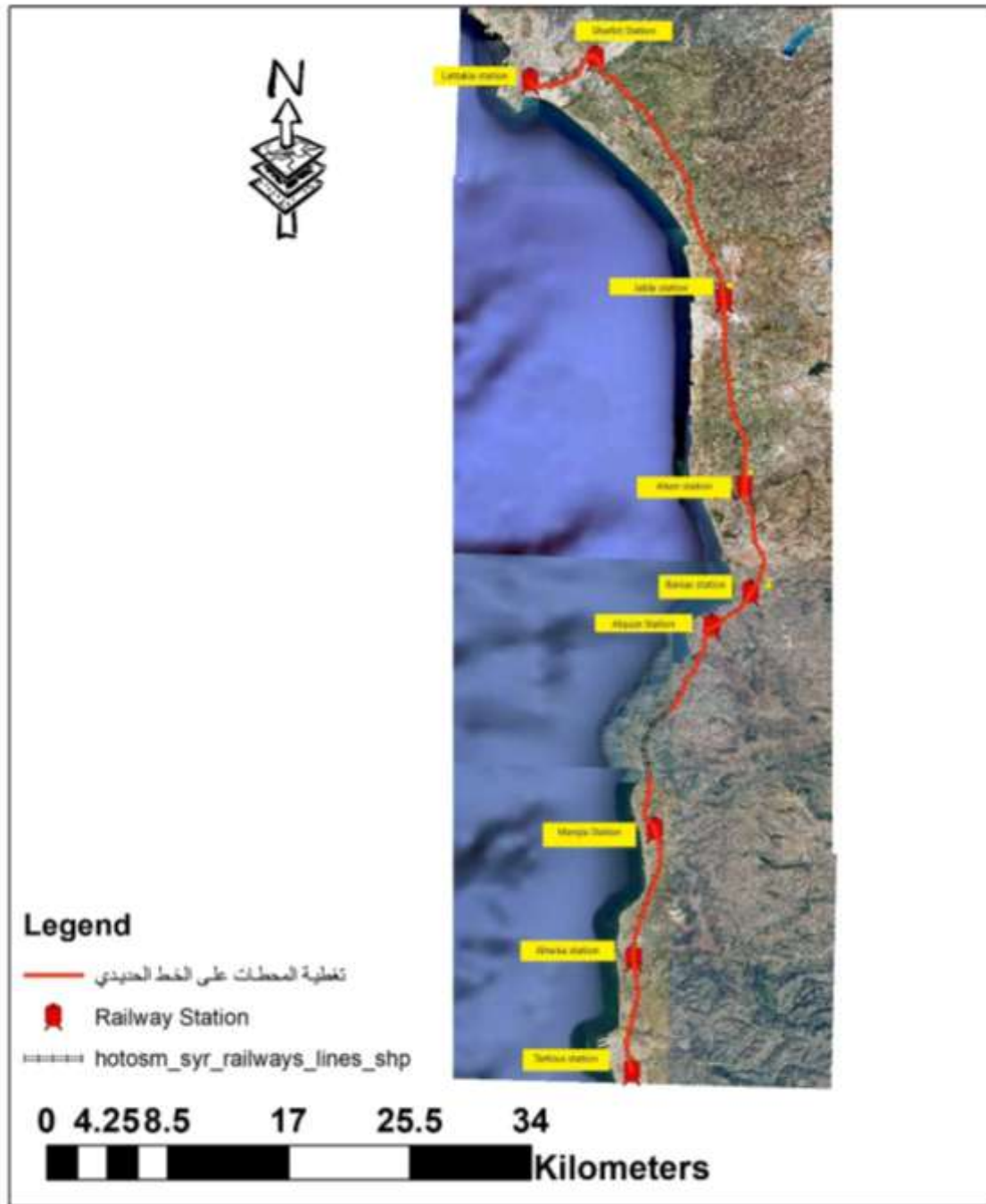
لقياس كفاية المحطات، تتم مقارنة طول خط السكة المغطى بواسطة دوائر الخدمة مع الطول الإجمالي للخط بين المحطات، وتُعتبر المحطة كافية إذا غطت المسافة الفاصلة بين المحطات المجاورة مجالاً زمنياً أو مسافة محددة حيث تعتمد المسافة المثالية بين محطات السكك الحديدية على حجم المدينة وكثافتها السكانية؛ ففي القرى والمناطق الريفية، يوصى بمسافات قصيرة بين 3-6 كم لضمان الوصول، بينما في البلدات الصغيرة تُوصى بمسافة 4-8 كم، أما في المدن المتوسطة، فيجب أن تكون المسافة بين 8-12 كم لتجنب كثرة التوقفات، وفي المدن الكبيرة، تصل

المسافة إلى 10-20 كم لتعزيز كفاءة النقل السريع، حيث ان هذه القيم مستندة إلى مصادر معتمدة من البنك الدولي، UIC، الاتحاد الأوروبي، UITP [12-15].

بالاعتماد على المعايير الدولية للتصنيف الحضري التي تستند إلى عدد السكان، يمكن تصنيف المدن الواقعة على الخط الحديدي بين محافظتي اللاذقية وطرطوس ضمن أربع فئات حضرية رئيسية. تُعد مدينة اللاذقية ومدينة طرطوس من المدن الكبرى حيث يتجاوز عدد سكان كل منهما 250,000 نسمة، مما يجعلها مراكز حضرية رئيسية يجب أن تحتضن محطات سكك حديدية مركزية ومتراصة مع شبكات نقل حضرية داخلية، أما جبلة وبانياس، فيُصنّفان كمدين متوسطتين لكون عدد سكان كل منهما يتراوح بين 50,000 و 100,000 نسمة، ويُفترض أن تحتوي محطاتهما على بنية تحتية كافية لاستيعاب حركة الركاب، وفي المقابل تُصنّف مناطق مثل السن، الرويسة، وشريبية ضمن فئة بلدة صغيرة حيث يتراوح عدد السكان بين 5,000 و 20,000 نسمة، مما يتطلب وجود محطات بسيطة تلبي الحاجة المحلية. وأخيراً، تُعد مرقية والقوز مناطق ريفية أو شبه ريفية يقل عدد سكانها عن 5,000 نسمة [16]، ما يعني أن دور محطاتها يجب أن يكون تكاملياً ومحدوداً، يُخدم إما من خلال خطوط فرعية أو عبر تسيير محطات عند الطلب يُتيح هذا التصنيف تحديد التصنيف التخطيطي لتوزيع المحطات بما يتناسب مع حاجة المحطة وتوزيع السكان كما يظهر الجدول رقم 3.

الجدول رقم (3): المسافات الحدية لتغطية خدمة المحطات تبعاً للتصنيف الحضري لاماكن وجودها.

رقم	اسم المحطة	موقع المحطة	التصنيف الحضري	المحطة التالية	مسافة تغطية المحطة (كم)
1	محطة اللاذقية	مدينة اللاذقية	مدينة كبيرة	محطة شريبية	15
2	محطة شريبية	ريف اللاذقية	بلدة صغيرة	محطة جبلة	6
3	محطة جبلة	جبلة	مدينة متوسطة	محطة السن	10
4	محطة السن	ريف جبلة	بلدة صغيرة	محطة بانياس	6
5	محطة بانياس	بانياس	مدينة متوسطة	محطة القوز	10
6	محطة القوز	قرية القوز ريف بانياس	قرية	محطة مرقية	4
7	محطة مرقية	قرية مرقية ريف طرطوس	قرية	محطة الرويسة	4
8	محطة الرويسة	ريف طرطوس	بلدة صغيرة	محطة طرطوس	6



الشكل رقم (9): خريطة توضح تغطية محطات الخطوط الحديدية جغرافياً على الخط الحديدي.

تقييم النتائج:

بناءً على نتائج التحليل الجغرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، تبين وجود فجوة تغطية بطول 2.071 كم بين محطتي القوز ومرقية على الخط الحديدي، المخصص لنقل الركاب والبضائع. ونظراً لطبيعة الخط كونه مفرد المسار واستخدامه مختلط، فإن إنشاء محطة مركزية تقليدية قد يؤدي إلى تأثير سلبي على الطاقة الاستيعابية وسرعة الرحلة التشغيلية.

استناداً إلى المبادئ التخطيطية الحديثة (Vuchic, 2005؛ UIC, 2019)، فإن الحل الأنسب يتمثل بإنشاء محطة وقوف بسيطة (Halt Station) ضمن الفراغ المحدد، حيث تتميز هذه المحطة ببنية خفيفة لا تتطلب إنشاء سكة جانبية إضافية أو مبانٍ ضخمة، وتقتصر تجهيزاتها على منصة ركاب بسيطة وبناء صغير، مع استخدام إشارات تشغيل نصف أوتوماتيكية لتنظيم التوقيات، كما أن قطارات البضائع لا تتوقف في هذه المحطة [11,17].

يتيح هذا الحل الحفاظ على انسيابية حركة القطارات، وتقليل أثر التوقيات على خط مفرد المسار، مع ضمان تحقيق تغطية كاملة لخدمة الركاب في منطقة الفراغ السكاني، كما أنه يتوافق مع المعايير الدولية في تصميم الشبكات الحديدية الإقليمية، والتي توصي بأن تكون المسافة الفاصلة بين محطات السكك الحديدية في المنطقة الريفية لا تتجاوز 3 إلى 6 كم لضمان سهولة الوصول ونمو استخدام النقل الجماعي [18-19].

بالتالي، فإن إنشاء محطة وقوف خفيفة بين القوز ومرقية يمثل حلاً متوازناً يجمع بين الكفاءة التشغيلية وتحقيق العدالة في الوصول إلى وسائل النقل العام.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- أثبت تحليل الخط الحديدي بين محافظتي طرطوس واللاذقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فعاليته في تحديد المسافة وزمن السفر اللازم لكل مسافر للوصول إلى مقصده، تقييم كفاية توزيع المحطات، وكشف الفجوات المكانية في الخدمة.
- 2- تبين أن التوزيع المكاني الحالي للمحطات يعاني من بعض القصور، خاصة في المناطق الريفية الواقعة بين محطتي القوز ومرقية، حيث سجلت فجوة خدمية بطول 2.071 كم، ما يدل على الحاجة إلى تعزيز الشبكة، بإضافة محطة وقوف بسيطة لتحقيق عدالة مكانية أفضل.
- 3- أكدت الدراسة أهمية استخدام التحليل الشبكي (Network Analysis) ضمن نظم GIS ليس فقط لتحليل التغطية، بل أيضاً لتقدير أوقات الوصول وتحديد المواقع المثلى لإنشاء المحطات الجديدة.
- 4- يسهم تطبيق أدوات التحليل المكاني في دعم اتخاذ قرارات مدروسة تعتمد على بيانات كمية موثوقة، ما يعزز استدامة مشاريع النقل السككي ويزيد من كفاءتها على المدى الطويل.

التوصيات:

- 1- ضرورة استخدام نظم المعلومات الجغرافية بشكل مستمر لتحديث وتحليل شبكة السكك الحديدية، بما يشمل تقييم مناطق الخدمة، والكشف المبكر عن الفجوات الجغرافية، واعتماد معايير مرنة للمسافات الفاصلة بين المحطات بناءً على تصنيف المناطق (مدن - بلدات - تجمعات ريفية).
- 2- اعتماد إنشاء محطات وقوف بسيطة (Halt Stations) في المناطق الريفية أو ذات الكثافة السكانية المنخفضة لسد الفجوات المكانية، مع مراعاة التأثيرات التشغيلية على الخطوط المفردة.
- 3- ربط خطط تطوير السكك الحديدية بالخطط الحضرية والبيئية، لضمان أن تكون مواقع المحطات الجديدة داعمة للتنمية الحضرية المستدامة وتقلل من الاعتماد على السيارات الخاصة.

- 4- إجراء دراسات زمنية تفصيلية (Time-Distance Studies) لكل قطاع من الخط الحديدي لاقتراح تحسينات تتعلق بسرعة القطارات، تقليل أزمات الانتظار، وتحسين زمن الرحلة الكلي للركاب.
- 5- تعزيز التعاون بين المؤسسة العامة للخطوط الحديدية ومراكز الأبحاث والجامعات المحلية لاستخدام تقنيات التحليل المكاني المتقدمة كأداة داعمة لاتخاذ القرار.

References:

- [1]. Rail Transportation and the U.S. Economy: Fueling Growth, Trade, and Jobs (2025).
- [2]. Un. Nations , Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2022 Revision.
- [3]. I. Energy Agency. The Future of Rail – Opportunities for energy and the environment.2019.
- [4]. UN. Habitat Planning Sustainable Cities: Global Report on Human Settlements.
- [5]. P.Bolstad, *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Eider Press 2019.
- [6]. P. Longley. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley.2015.
- [7]. X .Zhang, & Xie, Y. GIS-Based Spatial Analysis for Transportation Planning: A Case Study of Rail Transit Accessibility. *Journal of Transport Geography*.2012
- [8]. General. Establishment of Syrian Railways Annual Report on the Status of Railway Infrastructure in Syria.
- [9]. Ministry. Transport. Annual Transport Sector Report. Syrian Ministry of Transport,2022.
- [10]. R.Iskaf, formulating a computer mathematical model to simulate the performance of the Syrian general establishment for railway, Tishreen University,2007.
- [11]. V. Vuchic, Urban Transit: Operations, Planning, and Economics. John Wiley & Sons 2005.
- [12]. World Bank – Railway Reform Handbook (2019).
- [13]. UIC (International Union of Railways) – Guidelines (2018).
- [14]. European Commission – TEN-T Planning Documents (2016).
- [15]. UITP – International Association of Public Transport (2020).
- [16]. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). (2018).
- [17]. U. International Union of Railways (UIC). (2019). Guidelines for Regional and Rural Railways. UIC Reports.
- [18]. R. Cervero. The Transit Metropolis: A Global Inquiry. Island Press.1998.
- [19]. T. Litman. Evaluating Accessibility for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute.2021

