# المواقع المثلى لمحطات شبكة قطار الرياض

## "دراسة فى جغرافية النقل الحضري"

أ. حنـــان حســـين محمد الحطـــــم*

د. أسماء عبدالعزيز عبدالله اباالخيل**

**الملخص:**

تناولت هذه الدراسة تقويم الأمثلية المكانية لمحطات شبكة قطارات الرياض، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتحليل الأمثلية المكانية اعتمادًا على العديد من المتغيرات الجغرافية التي تؤثر في توزيع المحطات، وقد سعت هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تتمثل في تقويم الموقع الجغرافي وتحديد نمط التوزيع المكاني بالإضافة لمدى ملاءمة التوزيع المكاني بناءً على عدة متغيرات، وتوظيف تحليل سهولة الوصول بناء على عاملي الزمن والمسافة، وحساب مساحة الخدمة، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الاستدلالي المعتمد على نموذج الأمثلية المكاني، والتحليل الشبكي لتقويم مواقع المحطات، ولقد توصلت هذه الدراسة إلى افتقار منطقة السفارات لوجود محطة تربطها بمسارات قطار الرياض، بالإضافة إلى تباين توزيع المحطات بين أحياء وبلديات مدينة الرياض، وقد دلت قيمة معامل موران على أن نمط توزيع محطات قطار الرياض هو النمط المتجمع، وتتمتع الأحياء التي تمر بها مسارات القطار وتوجد فيها المحطات بأن سهولة الوصول فيها تتدرج من النطاق المرتفع جداً ١٠٠٠م إلى النطاق المتوسط ٣٠٠٠م، وقد أوصت الدراسة بوضع حوافز لحاملي باقات النقل العام من السكان للتشجيع على استخدام وسائل النقل العام بدلاً من المركبات الخاصة، وتنويع المشاريع التجارية الواقعة بالقرب من محطات النقل العام، وذلك بتشجيع القطاع الخاص للاستثمار بالقرب من المحطات.

**(المجلة الجغرافية العربية، المجلد (٥٣) العدد (٨٠) ديسمبر ٢٠٢٢، ص ص ٣٨٥-٤٢٤)**

**الكلمات المفتاحية:** الأمثلية المكانية، التحليل الشبكي، محطات، التحليل المكاني.

---

* ماجستير الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة الملك سعود.

** استاذ مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة الملك سعود.

للتواصل: **e-mail:** hanany312@gmail.com & asmaabalkhail@ksu.edu.sa

**المقدمة:**

تشهد مدينة الرياض نمواً سكانياً متزايداً، حيث بلغ عدد سكانها لعام ١٩٩٦ م حوالي ٣ ملايين نسمة (السنهوري والنشمي، ١٩٩٧)، وفي عام ٢٠١٦م بلغ عدد سكانها ما يزيد على ٦،٥ ملايين نسمة، بمعدل نمو سكاني ٤% سنوياً (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ٢٠١٦)، وقد نتج عن هذا التزايد السكاني ازدحام مروري خانق، إضافة إلى بعض المشاكل البيئية كالضوضاء والتلوث، لذلك كانت هناك حاجة ماسة إلى نقل عام فعَّال يُسهم في حل هذه المشاكل مع هذا التزايد الذي تعاني منه مدينة الرياض حالياً، مما يتطلب خدمات نقل عام تواكب التطور العمراني والسكاني للمدينة.

ونتيجة لذلك تم إطلاق مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام في مدينة الرياض (القطارات – الحافلات) لإيجاد حلول جذرية وشاملة لمشكلة الاختناقات المرورية بمدينة الرياض، وباعتبار المحطات بوابة الدخول والخروج لنظام النقل العام، والرافد الرئيسي لشبكة القطارات بمدينة الرياض، فقد تناولت هذه الدراسة محطات شبكة القطارات في مدينة الرياض.

يعد النقل جزءاً لا يتجزأ من حياة السكان اليومية، وله دور قوي في تحقيق أهداف المجتمع الأخرى (Alavi & Moahamd, 2014)، حيث يساعد النقل العام في تسهيل التنقل والتخفيف من الآثار البيئية للنقل في المدن الكبيرة (Huang & Liu, 2014).

وقد أظهرت الدراسات أن الافتقار لإمكانيات سهولة الوصول، وسوء البنية التحتية قد تؤدي إلى فقدان رحلات النقل العام في المدن (Gahlot, et al., 2013). ومن أجل نظام نقل حيوي ومستدام يجب الأخذ بعين الاعتبار عوامل التنفيذ السليم (Adebola & Enosko, 2012)، واتباع طرق فعالة وذات كفاءة لتحسين التنقل في المناطق الحضرية (Alterkawi, 2006).

سعت هذه الدراسة لتوظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية Geographic information system (GIS) لما لها من دورٍ فعالٍ في تحليل الأمثلية المكانية Spatial Optimization لمواقع محطات شبكة قطارات الرياض، وسوف يتم الاعتماد على العديد من المتغيرات الجغرافية لتقويم مواقع المحطات الحالية مثل الكثافة السكانية، ومواقع مراكز الخدمات الرئيسية بالمدينة مثل المراكز التعليمية، والصحية، والتجارية، والترفيهية، وغيرها من المراكز الحيوية في المدينة.

يعد تحليل الأمثلية المكانية Spatial Optimization Analysis، أحد أنواع التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية التي تهدف إلى تحديد المواقع المثلى لتوزيع الظاهرات الجغرافية وفق معايير دقيقة ومحددة، وتستخدم في العديد من التطبيقات مثل الأسواق، والمستشفيات، والمحطات الحضرية وغيرها من التطبيقات المكانية، بالإضافة إلى تحليل سهولة الوصول Spatial Accessibility الذي يُعد خطوة أولية ضرورية تؤكد على دور المسافة الجغرافية في

التفاعلات بين الخدمات ومطالب السكان، وذلك لقدرتها على وصف الاختلافات الجغرافية داخل مناطق واسعة تساعد في تحديد المناطق التي تفتقر إلى الخدمات، واقتراح التخصيص الأمثل (Mao & Nekorchuk, 2013).

وسوف تقوم هذه الدراسة بتقويم الموقع الجغرافي لمحطات شبكة قطارات الرياض وفق المتغيرات الجغرافية بمنطقة الدراسة، وتحديد نمط التوزيع المكاني لمواقع محطات شبكة قطارات الرياض، إضافة إلى تحديد مدى ملاءمة التوزيع المكاني لمحطات شبكة قطارات الرياض بناء على عدة متغيرات مثل، السكان، والخدمات، ومراكز الجذب الترفيهي، وحساب مساحة الخدمة (Service Area) لمحطات شبكة قطارات الرياض، وإبراز مدى كفاءتها، وملاءمتها لمعايير التخطيط المكاني التي تلبي احتياجات المجتمع المحلي في مدينة الرياض، وتوظيف تحليل سهولة الوصول المكاني (Spatial Accessibility) لمحطات شبكة قطارات الرياض بناء على عاملي الزمن والمسافة.

## مشكلة الدراسة:

نظرًا لقلة الدراسات السابقة في هذا المجال بشكل عام، وفي منطقة الدراسة بشكل خاص، لحداثة الموضوع تأتي هذه الدراسة لتقويم التوزيع المكاني لمحطات شبكة القطارات في مدينة الرياض، ويمكن تحديد مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي: هل التوزيع المكاني لمحطات شبكة القطارات في مدينة الرياض متوافق مع المتغيرات الجغرافية للمدينة: مثل الكثافة السكانية، وشبكة الطرق، والإدارات الخدمية؟

## أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في تناولها لمشروع النقل العام، باعتباره المشروع الحيوي الضخم في مدينة الرياض، بالإضافة إلى أن المدينة تشهد توسع عمراني، وتطور اقتصادي، وزيادة سكانية، ونظرًا للازدحام المروري، فقد تناولت هذه الدراسة تقويم المواقع المثلى لمحطات شبكة قطارات الرياض، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS لتحليل الأمثلية المكانية اعتمادًا على العديد من المتغيرات الجغرافية التي تؤثر على توزيع المحطات، وقد جاءت هذه الدراسة لعدد من الاعتبارات منها:

- الإسهام في تقويم واقع التوزيع الجغرافي لمحطات شبكة القطارات في منطقة الدراسة لما لها من دور في تحسين وسائل النقل في مدينة الرياض.
- إبراز التوافق بين العدد السكاني لمدينة الرياض مع التوزيع الحالي لمحطات شبكة القطارات.

- من المأمول أن تكون إضافة للمكتبة العربية نظرًا لقلة الدراسات العلمية في هذا المجال بشكل عام، وفي منطقة الدراسة بشكل خاص، وهذا يرجع لحداثة الموضوع.

## أهداف الدراسة:

١- تقويم الموقع الجغرافي لمحطات شبكة قطارات الرياض وفق المتغيرات الجغرافية بمنطقة الدراسة.
٢- تحديد نمط التوزيع المكاني لمواقع محطات شبكة قطارات الرياض.
٣- تحديد مدى ملاءمة التوزيع المكاني لمحطات شبكة قطارات الرياض بناء على عدة متغيرات مثل: السكان، والخدمات، ومراكز الجذب الترفيهي.
٤- حساب مساحة الخدمة (Service Area) لمحطات شبكة قطارات الرياض، وإبراز مدى كفاءتها، وملاءمتها لمعايير التخطيط المكاني التي تلبي احتياجات المجتمع المحلي في مدينة الرياض، وتوظيف تحليل سهولة الوصول المكاني (Spatial Accessibility) لمحطات شبكة قطارات الرياض بناء على عاملي الزمن والمسافة.

## الدراسات السابقة:

تعد أنظمة النقل الحضري وشبكاتها شريان الحياة الذي يربط بين أجزاء المنطقة الحضرية من جهة والمنطقة المجاورة من جهة أخرى، وتعمل شبكات النقل الحضري على انسياب الحركة، ورفع كفاءتها، وتُعد أنظمة النقل قوة فعالة في التفاعل المكاني للمناطق الحضرية ضمن حيزها الجغرافي (الضيافلة، عمر، ٢٠١٤).

- تناول **(Furth & Rahbee, 2000)** المسافة المثالية لمواقف محطات الحافلات من خلال البرمجة الديناميكية والتمثيل الجغرافي، وتم استخدام تصورًا منفصلًا لوضع نماذج التأثيرات الخاصة بتغيير مسافات مواقف الحافلات على الطريق، وكان من بين التأثيرات تأخر الركاب، وزيادة تكلفة التشغيل نتيجة تأخير التوقف وفترات السير الأقصر على طول الطريق، وتتم معاملة كل تقاطع على طول الطريق كموقع توقف مرجح، واستُخدِم نموذجٌ جغرافيٌّ مبسطٌ لتوزيع الطلب الملحوظ في نقاط التوقف الحالية للشوارع المتقاطعة والمتوازية في منطقة الخدمة للطريق، مما نتج عنه توزيع الطلب الذي اشتمل على مطالب موزعة ومكثفة. كما استخدمت خوارزمية برمجة ديناميكية فعالة لتحديد أفضل مواقع لمواقف الحافلات.

- وفي دراسة أجراها (**آل الشيخ، عبداللطيف، ٢٠٠١**) اهتمت بإبراز التحديات والفرص المتاحة لتطوير نظام نقل مستدام بمدينة الرياض، اتضح من الورقة أن النمو الذي شهدته المدينة على مدى العقود الماضية، والمتوقع أن تشهده مستقبلًا، مما يجعل من توفير نظام نقل مستدام تحدياً يواجه القائمين على أمر النقل، وخاصة أن المدينة تتمتع بشبكة طرق متميزة تعتمد بصورة أساسية على السيارة الخاصة في تلبية حاجة الساكن، ووضحت هذه الدراسة أن استمرار هذا الوضع سيؤدي إلى آثار خطيرة، كما أبرزت الدراسة أن مشروع المخطط الاستراتيجي لمدينة الرياض الذي يتم إنجازه بالهيئة، والذي يعد النقل أحد عناصره الرئيسة، قد أظهر أن تطوير نظام نقل عام يمثل واحداً من القضايا الحرجة التي تواجه مدينة الرياض، ولذلك زادت الحاجة إلى البحث عن نظام نقل عام مناسب يجب أن تتبناه المدينة، والبحث عن السبل التي تضمن نجاح هذا النظام.
- وضح (**نفاخ، جلال، ٢٠٠١**) في دراسته حول نظام النقل في مدينة الرياض ودور النقل العام، من خلال نماذج النقل المطورة في الهيئة العليا لمدينة الرياض، أن عدد الرحلات المتولدة في مدينة الرياض حالياً يبلغ حوالي ٥ ملايين رحلة في اليوم، كما يتوقع خلال ١٢ عامًا أن يصل عدد الرحلات إلى أكثر من ٨ ملايين رحلة في اليوم. وأوضحت تحاليل خصائص هذه الرحلات أن ٢٧% منها تتعلق بالمدرسة، وتعتمد بصورة أساسية على السيارة الخاصة وسيلة للتنقل. وهذا يوضح استحالة استيعاب معدلات نمو الحركة الحالية، ما لم يتم تحسين كفاءة شبكة الطرق وتقليل تلوث الهواء، وأوصت الدراسة بالاتجاه نحو النقل العام.
- وأوضح (**عبده، أسامة، ٢٠٠١**) في دراسته عن وسائل النقل العام بالرياض، حقيقة سيطرة السيارة الخاصة في القيام بالرحلات داخل المدينة، إلى جانب انخفاض مستوى الركاب على مر السنين بالنسبة لحافلات الشركة السعودية للنقل الجماعي، مع زيادة الحافلات المملوكة للأفراد (الكوستر)، والحافلات الصغيرة ليصل نسبتها إلى ٨٢% من سوق النقل العام، إضافةً إلى ضعف مستوى الخدمة، وعدم توفر السلامة بالنسبة لحافلات الأفراد، وقدمت الدراسة بعض العناصر لتطوير النقل العام إلى جانب استعراض بعض الإجراءات الضرورية لتوفيره في المدينة، وتبني بعض الحوافز لإقناع المواطنين السعوديين باستخدام نظام النقل العام، وزيادة نسبة الركاب.
- ودرس (**Sabatini & Salvo, 2005**) تقويم إمكانية الوصول للحافلات، لمدينة باليرمو "Palermo" (عاصمة جزيرة صقلية)، حيث تقترح هذه الدراسة منهجية لتقويم سهولة الوصول إلى وسائل النقل العام في المناطق الحضرية، عن طريق استخدام نظم المعلومات الجغرافية على أساس شبكة المشاة، وتسمح منهجية هذه الدراسة على خطة "كموقع أمثل"

ومحطات الحافلات، أو تعديل موقعها ليكون معظم المستخدمين في المناطق الحضرية، وهدفها هو الاستعداد لدعم المخططين وصناع السياسة ومتعهدي النقل والمنظمات المعنية لتقويم إمكانية الوصول إلى وسائل النقل العام في المناطق الحضرية.

- ودرس **(Alterkawi, 2006)** فراغات مواقف الحافلات حالة الرياض، المملكة العربية السعودية، وهدفت الدراسة إلى المساهمة في تنمية خدمات النقل العام لمجتمع يعتمد بشكل قوي على السيارات من خلال مجموعة من البيانات التجريبية، وأكد على دراسة النموذج الأمثل لتحسين نظام الحافلات، والمساهمة في التنمية المستدامة لمدينة الرياض، ويرتكز التحليل على برنامج فورتران "FORTRAN" الحاسوبي، وذلك لمحاكاة فراغات مواقف الحافلات بناء على البيانات التي جمعها ميدانياً، وبناء على البيانات المقدمة وتحليل المحاكاة الحاسوبية.
- درس **(الضمري، إبراهيم، ٢٠١٣)** واقع ومستقبل النقل بالحافلات الأهلية في مدينة الرياض، وحاجة المجتمع لها، وتناول المشكلات التي تواجه النقل العام، ومن أهم نتائج تلك الدراسة أن نسبة ٧٧% من الحافلات قديمة الصنع، يزيد عمرها على ٢٥ عامًا، وتعمل هذه الحافلات في ستة خطوط رئيسية، وتغطي ٣٠ حياً، أي حوالي ١٢,٦% من مساحة المدينة. وأن ٩٤% من سائقي الحافلات سعوديون، وأن نسبة ٨٩% من الركاب هم من العمالة الوافدة.
- درس **(المقرّي، محمد، ٢٠١٥)** مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام في مدينة الرياض، فتناولت الدراسة رصد الوضع الراهن للمدينة، وقطاع النقل فيها، واستعرض مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام بمكوناته الرئيسية (القطارات – الحافلات) من حيث حجمه، ومدة تنفيذه، والأموال المرصودة لإنجازه، والمساحة التي يغطيها، ومقارنته مع مشاريع مماثلة في تجارب بعض الدول الأخرى، إضافة إلى التأثير المستقبلي لهذا المشروع على حركة المرور والمشكلات المرتبطة بها، وأوصت الدراسة بأن تشمل خدمة النقل العام نقل التلاميذ في المدارس وفي التعليم العام، وتشجيع المشاريع العمرانية الجديدة كالمجمعات التجارية، ومقرات الشركات الكبرى على اختيار مواقعها بالقرب من خطوط النقل العام ومحطاته.
- درس **(Foda & Osman, 2010)** إمكانية الوصول لمحطات الحافلات وأهميتها في تحقيق خدمة النقل من كونها نقطة الاتصال الرئيسية بين الركاب والحافلات، بالنظر في السمات المكانية، من موقع وتباعد بين محطات الحافلات في الإسكندرية (مصر)، حيث تؤثر تأثيرًا كبيرًا على أداء خدمة النقل ورضا الركاب، ويعد الوصول إلى محطة للحافلات عاملًا حاسمًا لتقويم إمكانية الوصول إلى موقع المحطة، ويقدر تغطية الوصول إلى محطة استنادًا إلى شبكة الطرق للمشاة الفعلية المحيطة بالمواقف، وتوصلت الدراسة باستخدام وظائف تحليل شبكة (GIS)، حيث وضعت ثلاثة مؤشرات للمساعدة في تقويم موقع محطة الحافلات، على أساس التفاعل بين موقع محطة الحافلات وشبكة طرق المشاة الفعلية المحيطة بها.

- درس **(Adebola & Enosko, 2012)** تحديد أفضل موقع لمواقف الحافلات لتعزيز وسائل النقل العام في إيبادان الشمال (نيجيريا)، ووظف أدوات نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مدى ملاءمة مواقع محطات الحافلات، وتباعد المواقف، وتقويم خصائص المواقف الموجودة في منطقة الدراسة، وقد تم تحديد (٧٢) محطة حافلات حالية، وذلك باستخدام معايير ذكرت لتصنيف محطات الحافلات الموجودة بالفعل، وأظهر التحليل أن هناك (٤) محطات للحافلات جيدة جدًا، و(٣٥) محطة حافلات جيدة، و(٣٣) محطة حافلات سيئة، هذه الدراسة قائمة على منهجية نظم المعلومات الجغرافية لتحديد مواقع محطات الحافلات السيئة مع درجة مختلفة من المخاطر في منطقة الدراسة، وأظهرت النتيجة معيارًا موحدًا للتباعد، وإذا تم تنفيذه فإنها ستعطي مستوى جاذبية وانتظام لخدمات الحافلات في منطقة الدراسة.
- وضح **(Bachokl, et al., 2013)** تحديد وتصميم مواقع محطة الحافلات وصعود ونزول الركاب، من خلال تطبيق النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وقد تم تصميم مواقع محطات الحافلات دون النظر كثيرًا إلى دخول وخروج الركاب المحتملين والمستخدمين الآخرين، باستخدام دراسة حالة تشغيل الحافلات العامة في Kerian، Perak، (ماليزيا)، من خلال عمليات المسح عن طريق (GPS)، ومن نتائج هذه الدراسة أنه يمكن لمشغلي الحافلات العامة والسلطات تحديد وتخصيص وتوزيع مواقع محطة الحافلات التي قد تقلل من وقت الانتظار.
- وتناولت **(نوفل، رشا، ٢٠١٨)** تحليل الشبكات في نظم المعلومات الجغرافية، من خلال تعريف الشبكة، وبناء وتحليل الشبكات الهندسية، وتطرقت إلى أدوات تحليل الشبكات في برنامج Arc GIS، وقدمت نموذج لتطبيق تحليل بيانات الشبكة من خلال تحليل شبكة الطرق لمدينة شبين الكوم، ونموذج تطبيقي لشبكة بنية تحتية من خلال تحليل شبكة مياه الشرب بمدينة منوف.
- ودرست **(الحسيني، والحسين، ٢٠٢١)** تقييم إمكانية الوصول إلى نظام النقل العام في مدينة الرياض باستخدام التحليلات الجغرافية المكانية، من خلال تحليل شبكة الطرق في مدينة الرياض لحساب إمكانية الوصول من المناطق السكنية الواقعة حول محطات قطار الرياض "المترو" البالغ عددها ٨٥ محطة، وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج منها، بإمكان ما يتراوح بين ٣٤% – ٧٤% من سكان مدينة الرياض قيادة سياراتهم الخاصة إلى محطة القطار في فترة زمنية تتراوح بين ٥ و ١٠ دقائق، كما يستطيع ما يتراوح بين ٥% و ١٤% من سكان المدينة المشي سيراً على الأقدام إلى محطة القطار في فترة زمنية تتراوح بين ٥ و ١٠ دقائق.

و**أخيرًا** فقد تبين أن مدينة الرياض تعاني من مشاكل الازدحام المروري والتلوث والحوادث المرورية، نظرًا لعدم وجود نظام نقل عام يساهم في التخلص من هذه المشكلات، أما بالنسبة إلى الدراسات السابقة الخاصة بالنقل العام من منظور نظم المعلومات الجغرافية، فقد بينت أهمية المحطة باعتبارها نقطة الاتصال الأولى بين الركاب من جهة وبين شبكة القطارات من جهة أخرى، وإضافة إلى ذلك أظهرت تلك الدراسات أن نظام النقل العام يعد أحد الحلول الممكنة لمعالجة الازدحام في المناطق الحضرية، حيث قامت تلك الدراسات بتطبيق نماذج التغطية، والتركيز على التوزيع المكاني للمحطات، وقياس المسافة بين المحطات.

أما هذه الدراسة فقد ركزت على تحليل الأمثلية المكانية لمحطات شبكة قطارات الرياض باعتبارها أحد أنواع التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) اعتمادًا على البيانات المكانية Spatial Data وغير المكانية Non-Spatial Data مثل الكثافة السكانية، والمراكز التعليمية، والتجارية، والإدارات الخدمية في المدينة.

## منهجية الدراسة:

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي في وصف وسائط النقل، ووصف مشروع الملك عبدالعزيز للنقل العام، واستخدمت الدراسة المنهج الاستدلالي المعتمد على نموذج الأمثلية المكانيةSpatial Optimization، والتحليل الشبكي Network Analysis، لتقويم مواقع محطات القطار، ولتحقيق أهداف هذه الدراسة تم اتباع عدد من المراحل.

- **المرحلة الأولى (جمع البيانات** Data Collection**)**: تضمنت هذه الخطوة جمع وإعداد العديد من البيانات من مصادر مختلفة، ويمكن تقسيم البيانات إلى نوعين هما:

١- **البيانات المكانية** Spatial Data**:** ويشمل هذا النوع البيانات على الخرائط بصورها الرقمية والورقية.

٢- **البيانات الوصفية** Descriptive Data**:** ويشمل هذا النوع من البيانات: الكتب والأبحاث العلمية باللغة العربية واللغة الإنجليزية التي تناولت موضوع النقل العام بصفة عامة، والنقل من منظور نظم المعلومات الجغرافية، إضافة إلى الاحصائيات، والبيانات التي تم جمعها من خلال العمل الميداني.

- **المرحلة الثانية (بناء قاعدة البيانات الجغرافية** Data Base**)**:

١- **تحضير البيانات قبل البدء بعمليات التحليل المكاني** Spatial Analyst، وتحليل الشبكات Network Analysis، ثم عمل معالجة جغرافية Geo Processing للبيانات المتعلقة بمحطات قطار الرياض، باعتبار المعالجة الجغرافية أحد أهم التحليلات المكانية التي تهتم

بتحليل الخصائص بين طبقتين أو أكثر، وإنتاج طبقة جديدة تحتوي على الخصائص المشتركة بين الطبقات، وتضمنت هذه الخطوة عمل تحليل التراكب Overlay، حيث يهدف هذا التحليل إلى إيجاد المعالم المشتركة، ويكون الناتج طبقة جديدة تحتوي على جميع المعالم المشتركة بين الطبقات المدخلة، وتشمل قاعدة البيانات غير المكانية للطبقة الجديدة Attribute Table على الخصائص المشتركة للطبقات المدخلة، حيث يشترط للقيام بهذا التحليل تماثل الطبقات في المرجع الجغرافي، والمسقط، ونوع الإحداثيات. وقد تم عمل المعالجة الجغرافية للإجابة على عدد من الأسئلة تتمثل في الآتي: (في أي حي تقع محطات القطار؟ كم عدد سكان ذلك الحي الذي تقع فيه المحطة؟).

وللإجابة على هذه الأسئلة تم اختيار أداة تحليل التقاطع Intersection لدمج طبقة محطات قطار الرياض مع طبقة الأحياء، وقد نتج عن هذا التحليل معرفة مواقع المحطات بالنسبة للأحياء وبلديات مدينة الرياض، ومقارنة هذا التوزيع بعدد السكان، ومساحة الأحياء.

٢- **بناء قاعدة البيانات التي يقوم عليها البحث**، وفي هذه المرحلة تمت إضافة البيانات المكانية Spatial Data المتمثلة في مواقع محطات شبكة القطارات الرياض لإجراء التحليلات المتمثلة في Spatial Analysis، وتحليل الشبكات Network Analysis.

- **المرحلة الثالثة (تحليل البيانات** Data Analysis**)**: اعتمد تحليل البيانات على بعض أساليب التحليل المكاني في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.4.1) من خلال بعض الأدوات والأساليب المستخدمة في الدراسة، وهي على جزأين كالآتي:

أ- **أسلوب التحليل المكاني** Spatial Analysis ويتمثل في:

١. **Buffers:** سيتم تحديد مسافات معينة حول محطات قطار الرياض، واستخدام هذه الأداة لحصر المرافق الخدمية ضمن نطاقات معينة.

٢. **Point Distance:** تعد إحدى وظائف الجوار، تقيس هذه الأداة التباعد بين المحطات، وتندرج هذه الأداة ضمن قائمة أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis Tools، التي تندرج ضمن أدوات التحليل، وهي تعطي مقدار المسافة المستقيمة من أي محطة وما يجاورها من المحطات سواء كانت المحطات قريبة أم بعيدة، وذلك من أجل تحديد نطاق الخدمة لمحطات شبكة قطارات الرياض.

٣. **Spatial Autocorrelation (Moran I):** ويعد دليل موران (Moran I) أحد المقاييس المهمة في الكشف عن مدى الارتباط الذاتي بين عناصر الظاهرة المدروسة، ويقوِّم نمط التوزيع المكاني للمحطات: هل هو نمط مشتت أم منتظم

أم هو عشوائي؟، بالإضافة إلى أن معامل الترابط المكاني يربط بين البيانات المكانية المتمثلة في المواقع الجغرافية لمحطات القطارات والبيانات غير المكانية المتمثلة في عدد سكان أحياء مدينة الرياض، فتظهر مخرجاتُ التحليل أشكال أنماط التوزيع التي تتدرج من النمط المنتظم إلى النمط المتجمع؛ مروراً بالنمط العشوائي، تتراوح قيم معامل موران بين (−١، +١).

٤. **Near:** تعمل هذه الأداة على إيجاد المسافة الفعلية بين معالم الطبقة الأولى وأقرب معلم لها من معالم الطبقة الثانية، وهنا تم استخدام طبقتين: الأولى طبقة محطات قطار الرياض، والثانية طبقة المرافق الخدمية (الصحية، والتعليمية، والوزارات، والهيئات، والسفارات).

ب- **أسلوب تحليل الشبكات** Network Analysis تتمثل في:

١. **Service area:** تساعد هذه الأداة في معرفة مجال الخدمة وفق زمن محدد، وتساعد في تقويم سهولة الوصول، وسيوظف هذا الأسلوب لحساب منطقة الخدمة لكل محطة بالنسبة لمراكز الخدمات الرئيسة بالمدينة.

٢. **Closest Facility:** أقرب مرفق، سوف تحدد هذه الأداة أقرب المحطات إلى أي مرفق خدمي، وتساعد أيضاً في تحديد الوقت الزمني للوصول إلى أقرب محطة.

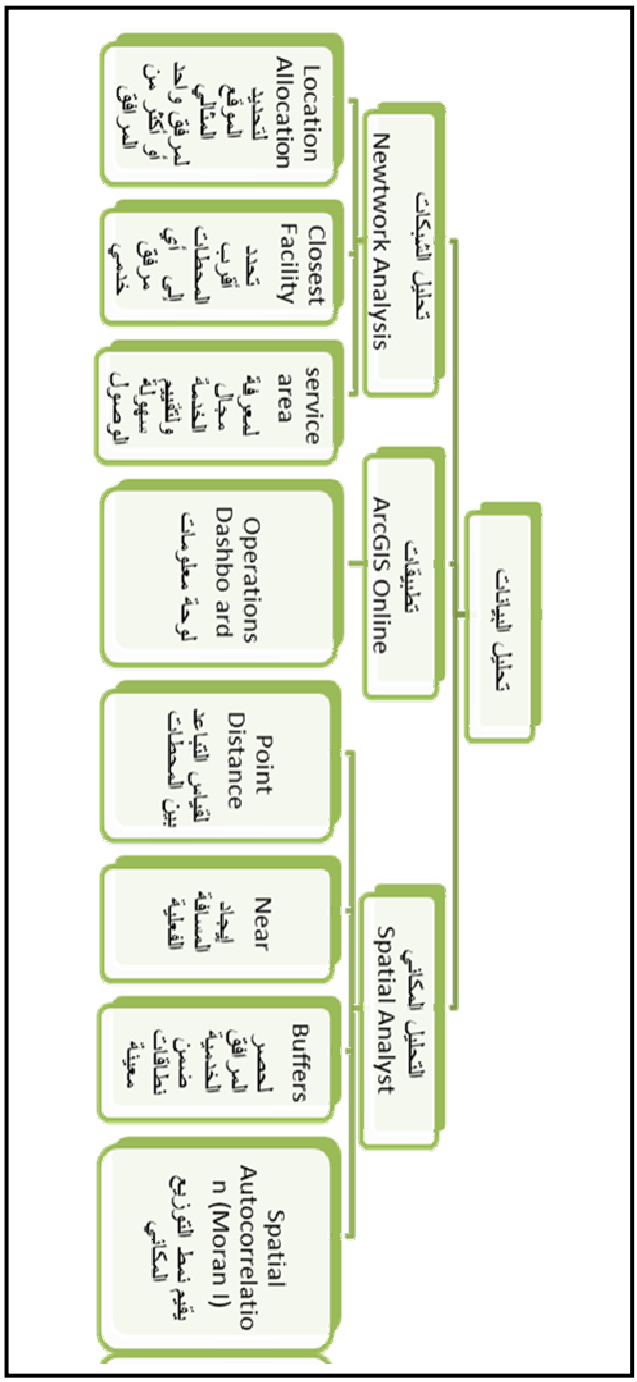
٣. **Location Allocation:** تحليل تخصيص المواقع، وتستخدم لتحديد الموقع المثالي لمرفق واحد أو أكثر من المرافق، ويتم الربط بين محطات قطار الرياض وبين أماكن الجذب الترفيهي بخطوط تمثل التخصيص بناء على أقصر مسار بين المحطات، وأماكن الجذب الترفيهي المتمثلة في (الحدائق العامة، وأماكن التسويق والترفيه، والأماكن الترفيهية، والأماكن التاريخية والثقافية).

ج- **تطبيقات** Arc GIS Online تمثلت في:

- **لوحة معلومات** Operations Dashboard:

هي عرض للمعلومات الجغرافية التي تساعد في مراقبة الأحداث أو الأنشطة، ولعرض مرئيات متنوعة تعمل معاً على شاشة واحدة، بحيث توفر عرضاً تفاعلياً شاملاً للبيانات، وبالتالي تساعد في اتخاذ القرارات، تتكون اللوحة من الخرائط والقوائم والمخططات وأجهزة القياس والمؤشرات، ويمكن مشاركة لوحة المعلومات، وكذلك ترقيتها بتوفير رابط إليها.

وبذلك تم تحديد أدوات تحليل البيانات والأساليب المستخدمة في الدراسة، وهي ٣ أجزاء كما يوضحها الشكل (١).




**شكل (١) :** أدوات تحليل البيانات.

**المصدر:** من إعداد الباحثة.

**وسائط النقل:**

أدى التوسع العمراني والنمو السكاني إلى زيادة التنقل، وأوضحت دراسات أجرتها الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض أن ما يزيد عن ٩٣% من الرحلات اليومية تتم بواسطة المركبات الخاصة، وتشكل رحلات النقل العام ٢% من مجموع رحلات المدينة. ومن أهم وسائط النقل في مدينة الرياض الآتي:

١- **السيارات الخاصة:** أشارت الدراسات التي أجرتها الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض إلى أن متوسط ملكية الأسر للسيارات الخاصة في مدينة الرياض بلغت ١,٧٢ سيارة لكل أسرة، ويتفاوت هذا المتوسط بين الأسر السعودية لتبلغ ١,٨٨ والأسر الغير سعودية ١,٣٥ سيارة لكل أسرة، كما يوضح ذلك الجدول (١).

أما بالنسبة لوسائل النقل فإن السيارات الخاصة هي السائدة في الاستخدام لدى السكان السعوديين وغير السعوديين في مدينة الرياض، وقد وصلت نسبة استخدام السيارات الخاصة والوانيت والجيب ٨٤,٢%، أما الحافلات الخاصة والفان فقد ساهمت بنسبة ٨,٦%.

**جدول (١) :** وسائل النقل في مدينة الرياض لعام ١٤٢٥هـ.

| عدد وسائل النقل | سعودي % | غير سعودي % | الإجمالي |
|---|---|---|---|
| أسرة لا تمتلك أي وسيلة نقل | ٤,٩٧ | ٢٨,٧٢ | ١٣,٨٩ |
| أسرة تمتلك وسيلة نقل واحدة | ٤٨,٢١ | ٥٨,٨٦ | ٥٢,٢١ |
| أسرة تمتلك وسيلتين نقل | ٢٥,٢٨ | ٧,٧٨ | ١٨,٧١ |
| أسرة تمتلك ثلاث وسائل نقل و أكثر | ٢١,٥٤ | ٤,٦٣ | ١٥,١٩ |
| **الإجمالي** | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٠٠ |

**المصدر:** الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ١٤٢٥هـ.

٢- **الباصات:** يوجد نوعان من الباصات داخل مدينة الرياض، الأول الباصات المملوكة لبعض الشركات الخاصة التي تحمل العمال من الأحياء السكنية الخاصة بهم إلى مقر أعمالهم. والثاني هو الباصات التي تملكها الشركات الحكومية (سابتكو)، فقد تأسست الشركة عام ١٣٩٩هـ، حيث تقوم بنقل الركاب داخل المدن وفيما بينها (المقري، محمد، ٢٠١٥).

٣- **سيارات الأجرة (الليموزين):** تعد إحدى وسائل المواصلات بالرياض، فقد بلغ عدد سيارات الأجرة في مدينة الرياض لعام ١٤٢٩هـ، حوالي ٦٠ ألف سيارة، ترجع ملكيتها لحوالي ٣٧٠ شركة، يمتلكها القطاع الخاص، من أبرز مشكلاتها: السرعة، وعدم الالتزام بضوابط المرور، وتدني مستوى السلامة، وتدني مستوى النظافة، وتجوب الشوارع من دون ركاب مما تتسبب في الازدحام والاختناق المروري (المقرِّي، محمد، ٢٠١٥).

٤- **الحافلات الأهلية (الكوستر):** حافلات تعود ملكيتها لأفراد يقومون بتشغيلها لخدمة النقل العام وبعض المدن الأخرى، وأشار الضمري عام ١٣٣٢هـ، بناء على مسح ميداني أجراه على الحافلات الأهلية في الرياض، أن عدد الحافلات العاملة بلغ حوالي ١٠٠ حافلة، وأن ٧٧% منها قديمة، مما يؤثر سلباً على المظهر العام للحافلات والمدينة، وعلى سلامة الركاب، وتعمل على ستة خطوط رئيسية، وتخدم ٣٠ حياً، وتغطي حوالي ١٢,٦% من مساحتها، و٨٩% من ركابها من العمالة الوافدة (المقرِّي، محمد، ٢٠١٥).

## مشاكل النقل:

يعد التلوث الهوائي من أهم أنواع التلوث البيئي، لسهولة انتقاله من منطقة إلى أخرى في مدة زمنية محدودة (المقري، محمد، ٢٠١٥)، تؤدي زيادة استخدام السيارات والمركبات الأخرى التي تعمل بالوقود الأحفوري إلى تعاظم الانبعاثات، حيث تنتج الملوثات نتيجة احتراق الوقود، وتختلف أنواع الملوثات الناجمة عن وسائل النقل باختلاف الوقود المستخدم، وقد زاد معدل احتراق الوقود، نظراً لاتساع المدينة، وتنوع الأنشطة فيها، وطول المسافات، (السنهوري والنشمي، ١٩٩٧)، قامت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض بعدة دراسات للتعرف على نوعية الهواء في مدينة الرياض وسبل تحسينها، وأجريت في هذا المجال دراسة لرصد مستوى التلوث بالعوالق الترابية، ودراسة لقياس مستوى التلوث بالرصاص، ودراسة لقياس جودة الهواء على طريق الملك فهد، وقد كشفت هذه الدراسات عن تجاوز تركيز بعض الملوثات الحدود المسموح بها، ونظراً لصعوبة تقدير الانبعاثات الصادرة من وسائل النقل تم تطوير نموذج رياضي لتقدير الحركة المرورية داخل المدينة لحساب معدلات انبعاث الغازات، بحيث تعطي تقديراً للغازات على طول الطريق، حيث يوضح الجدول (٢) معدل الانبعاث من وسائل النقل (السنهوري والنشمي، ١٩٩٧).

**جدول (٢)** : معدل الانبعاث من وسائل النقل بمدينة الرياض (طن/سنة).

| أول أكسيد الكربون CO | اكاسيد النيتروجين $NO_X$ | الكربونات الهيدروجينية HC |
|---|---|---|
| ١,٣٨٧,٠٠٠ | ١٤٩,٦٥٠ | ٧٣,٠٠٠ |

**المصدر:** نوعية الهواء في مدينة الرياض وتقويم بدائل تقليل الانبعاثات من وسائل النقل العام لعام ١٤١٨هـ.

## مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام في مدينة الرياض:

نتيجة لمشاكل النقل الموضحة سابقاً بسبب أنظمة النقل الحالية، والنمو العمراني والسكاني الذي تمر به مدينة الرياض، فقد تم إطلاق مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام في مدينة الرياض، وتم تحديد شبكة متكاملة للنقل العام تغطي معظم أجزاء مدينة الرياض، يتكون مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام بمدينة الرياض كما في الجدول (٣) من قسمين رئيسيين هما: شبكة القطارات، وشبكة الحافلات.

**جدول (٣)** : مكونات مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام بمدينة الرياض.

| مشروع النقل | شبكة القطارات | شبكة الحافلات |
|---|---|---|
| المسارات | ٦ مسارات | ٨٠ مسارا |
| إجمالي الأطوال | ١٧٦ كم | ١٩٠٠ كم |
| المحطة | ٨٥ محطة | ٢٨٦٠ محطة |
| المواقف العامة | ٢١ موقع لمواقف السيارات | ٦ مواقع لمواقف السيارات |
| مراكز الصيانة والمبيت | ٧ مراكز | ٤ مراكز |

**المصدر:** من إعداد الباحثة اعتماداً على نشرة مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام بمدينة الرياض.

### ١) شبكة القطارات:

تشتمل شبكة القطارات على ستة مسارات كما يوضحها الجدول (٤) بطول إجمالي يبلغ حوالي ١٧٦ كم، وبعدد محطات يبلغ ٨٤ محطة، ذكر (المقرِّي، محمد، ٢٠١٥) أن المسارات حُددت وفق عدد من المعايير، أهمها: أنها تغطي الكثافة السكانية في المدينة، ومناطق الجذب

المروري كالجامعات والوزارات والمستشفيات ومطار الملك خالد الدولي، وقد صممت شبكة القطارات بأحدث التقنيات، ويعتمد نظام تشغيل القطار من دون سائق (أوتوماتيكياً).

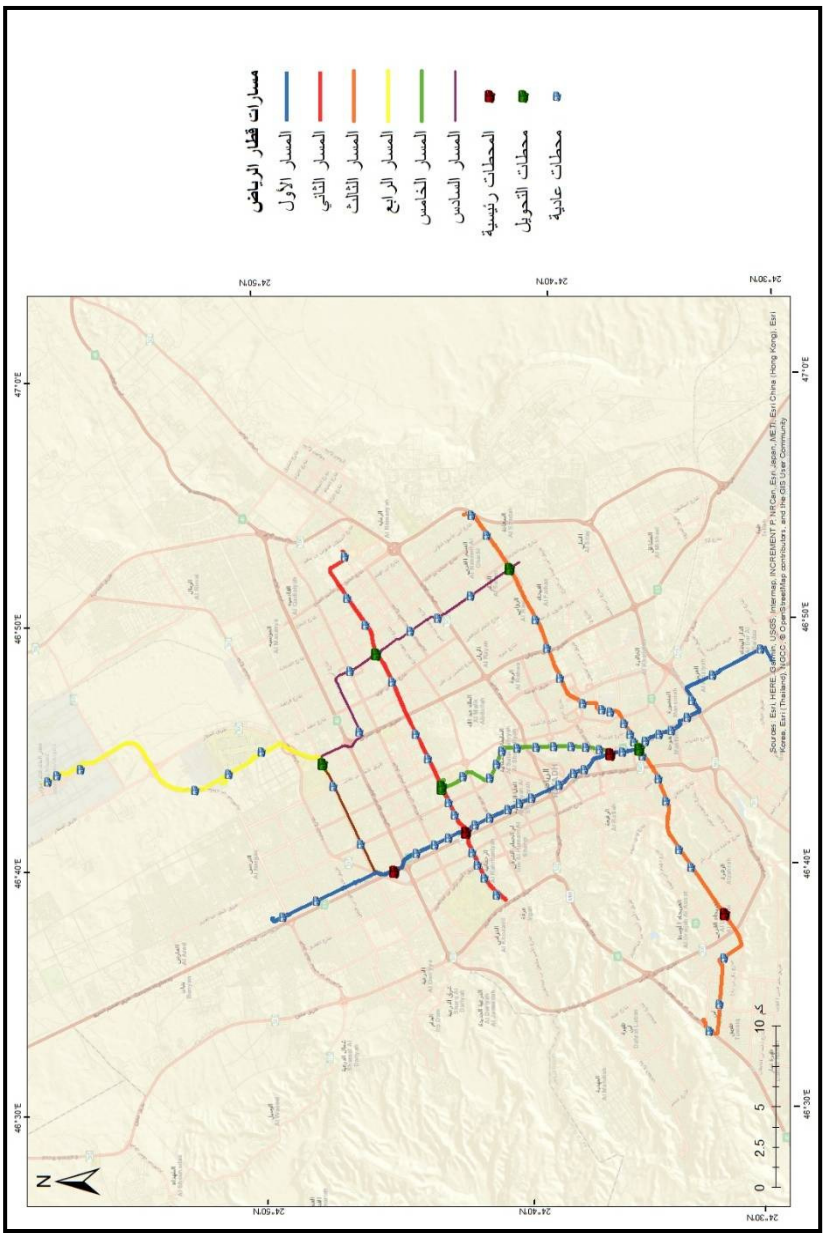
**جدول (٤)** : يوضح مسارات شبكة القطارات.

| المسار | اللون | المحور | الطول |
|---|---|---|---|
| **المسار الأول** | أزرق | محور العليا – البطحاء | ٣٨ كم |
| **المسار الثاني** | أحمر | محور طريق الملك عبدالله | ٢٥,٣ كم |
| **المسار الثالث** | برتقالي | محور طريق المدينة المنورة – طريق الأمير سعد بن عبد الرحمن الأول | ٤٠,٧ كم |
| **المسار الرابع** | أصفر | محور طريق مطار الملك خالد الدولي | ٢٩,٦ كم |
| **المسار الخامس** | أخضر | محور طريق الملك عبدالعزيز | ١٢,٩ كم |
| **المسار السادس** | بنفسجي | محور طريق عبد الرحمن بن عوف – طريق الشيخ حسن بن حسين بن علي | ٣٠ كم |

**المصدر:** من إعداد الباحثة اعتماداً على نشرة مشروع الملك عبد العزيز للنقل العام بمدينة الرياض.

أما بالنسبة لمواقف السيارات فقد تم توفير ٢١ موقفاً للسيارات يتسع كل منها ما بين ٢٠٠-٦٠٠ موقف، وتم توزيعها على مستوى المدينة بشكل يسهل عملية الانتقال من السيارة إلى القطار، وقد تضمن المشروع ٧ مراكز للمبيت، والصيانة الدورية، ومكاتب للموظفين والعمال المسؤولين عن التشغيل والصيانة، ومراكز للتحكم والسيطرة، وقد وفر المشروع متطلبات الأمن والسلامة، وسيتم بناء ٥ مراكز متطورة للتحكم والتشغيل والمراقبة.

وضحت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض أن الطاقة الكهربائية التي يحتاجها مشروع القطار قُدرت بـــ ٤٦٨ ميجا فولت أمبير (المقري، محمد، ٢٠١٥)، وتم تصميم المحطات وفق نمط معماري موحد، يشمل هذا التصميم استخدام تقنية الخلايا الشمسية التي تساهم في توفير ٢٠% من استهلاك الطاقة الكهربائية، وتشمل وسائل الراحة، وأنظمة معلومات الرحلات، وبعض المحطات ستتضمن محلات تجارية ومواقف للسيارات، يشمل القطار الكهربائي ٤ محطات رئيسية، وخمسة محطات للتحويل بين مسارات القطار المختلفة وشبكة الحافلات كما يوضحها الشكل (٢).




**شكل (٢) : مسارات القطار الكهربائي والمحطات الرئيسية ومحطات التحويل.**

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

### ٢) شبكات الحافلات:

تعد شبكة الحافلات الرافد الرئيسي لشبكة القطارات بمدينة الرياض، وتمثل ناقلاً رئيسياً للركاب ضمن الأحياء، وتتضمن شبكة الحافلات نظامَ تتبعٍ ومراقبة، تم توفير ٦ مواقع لمواقف السيارات، يتسع كل منها ما بين ٢٠٠-٦٠٠ موقف، وتضمن المشروع ٤ مواقع للمبيت والصيانة، وتم اختيار مسارات الحافلات بناء على عدد من المعايير، ومن أبرزها:

١. التكامل مع شبكة القطارات.
٢. تقليل حجم السيارات على الشوارع والطرق.
٣. تقليل حجم التلوث البيئي.
٤. ربط مراكز التوظيف والمراكز التجارية بالأحياء.
٥. التوافق مع المخطط العمراني والتوسع المستقبلي لمدينة الرياض.

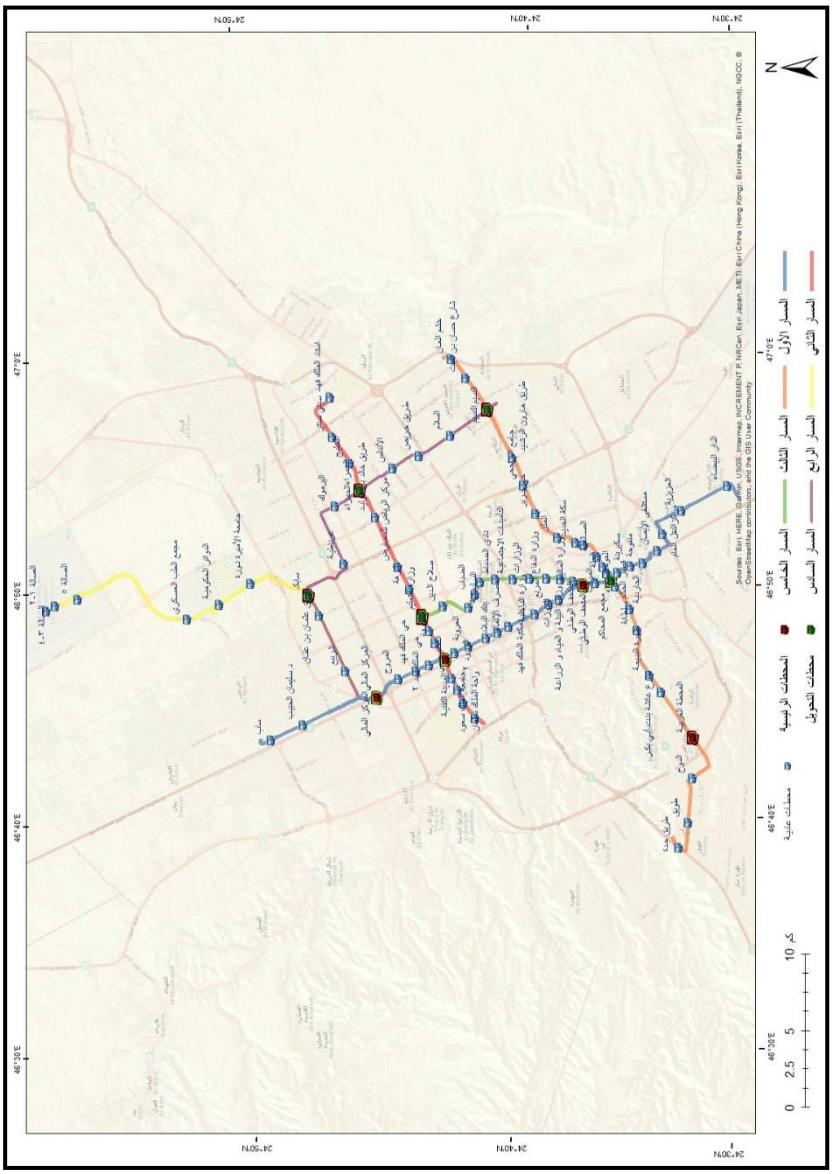
وتتألف شبكة الحافلات من ٣ مستويات، تتوزع على ٨٠ مساراً، ويبلغ طولها ١٩٠٠كم، وهي كالآتي:

- **المستوى الأول (خطوط الحافلات ذات المسار المخصص BRT):** تتكون من ٣ مسارات بطول إجمالي قدره ١٠٣ كم، وبعدد محطات يبلغ ١١٨ محطة.
- **المستوى الثاني (خطوط الحافلات العادية):** خطوط الحافلات العادية تربط الأحياء السكنية بعضها ببعض، وتتكون من ١٩ مساراً، بطول إجمالي يبلغ ٩١٠ كم، وبعدد محطات يبلغ ١٩٢٢ محطة.
- **المستوى الثالث (خطوط الحافلات المغذية):** داخل الأحياء السكنية بطول يقدر بـــ ٨٩٢ كم، وتغطي معظم أحياء مدينة الرياض، حيث يبلغ عدد مساراتها ٥٨ مساراً، وتم تحديد معايير تقديم هذه الخدمة، بحيث يقوم المشغل بتغطية هذه الأحياء عبر شبكة من الحافلات تنقل الركاب من وإلى المحطات بكفاءة ومرونة عاليتين.

## النتائج والمناقشة:

### ١) التوزيع المكاني لمحطات قطار الرياض:

تتوزع محطات قطار الرياض البالغ عددها ٨٥ محطة على ٦ مسارات رئيسية، وتصنف المحطات إلى ٣ فئات، كما يوضحها الشكل (٣) على النحو الآتي:




**شكل (٣) : محطات قطار الرياض.**

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

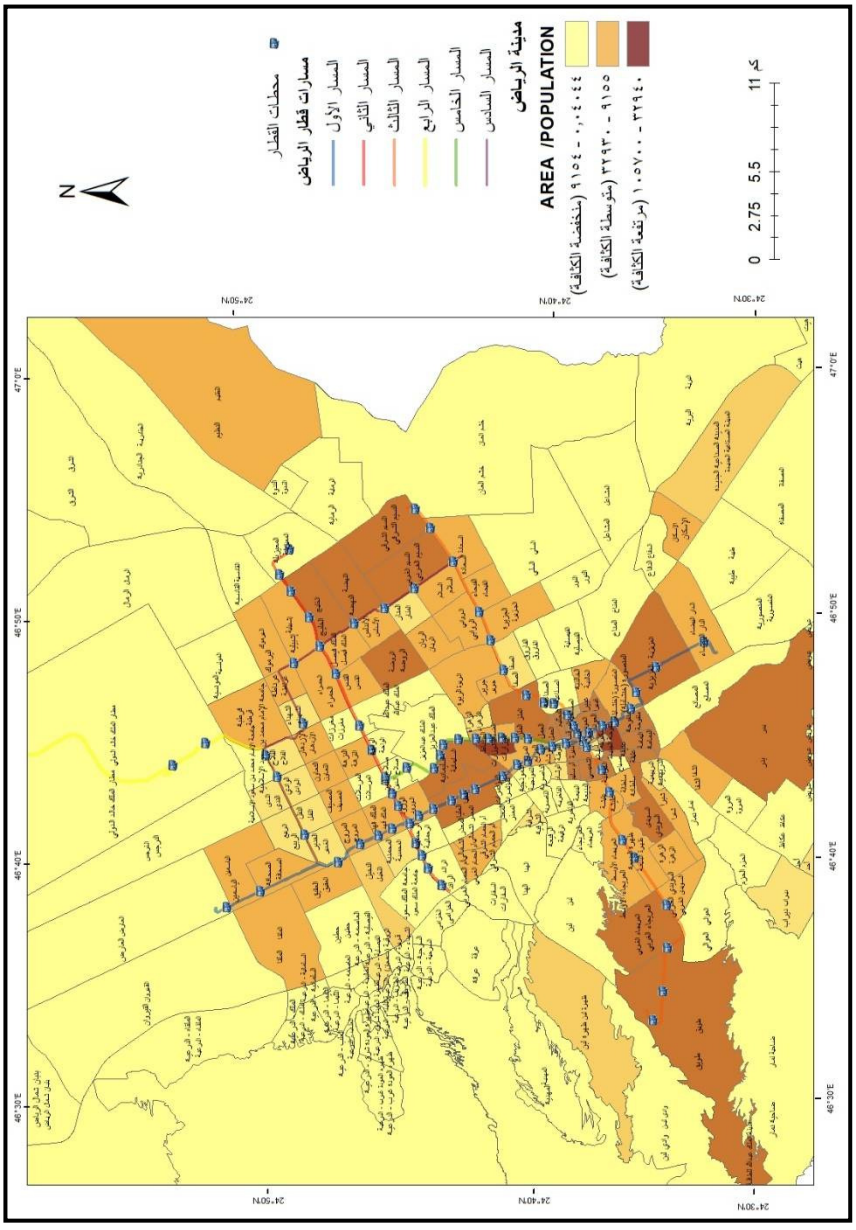
- المحطات الرئيسية، ويبلغ عددها ٤ محطات، وهي: (محطة قصر الحكم، والاتصالات السعودية، والمحطة الغربية، والمركز المالي).
- محطات التحويل ويبلغ عددها ٥ محطات، وهي: (سابك، والحمراء، والنسيم، ووزارة التعليم، والمتحف الوطني).
- المحطات العادية، ويبلغ عددها ٧٥ محطة.

## ٢) العلاقة بين توزيع محطات قطارالرياض وتوزيع السكان:

يتباين التوزيع المكاني لمحطات قطار الرياض بين الأحياء، فنجد في بعض الأحياء محطة واحدة، وفي البعض الآخر أكثر من محطة، ويمكن الاستنتاج ما يأتي:

- تصدرت بلدية العليا المرتبة الأولى من بين البلديات، حيث بلغ مجموع المحطات داخل الأحياء التابعة لها ٢٠ محطة.
- تعد بلدية نمار وبلدية الشميسي الأقل في عدد المحطات، حيث بلغ مجموع المحطات محطتين لكل بلدية.
- بلغ مجموع المحطات في بلدية الشمال وبلدية النسيم ٦ محطات لكل بلدية.
- أما بالنسبة للأحياء، فقد احتل مطار الملك خالد الدولي المرتبة الأولى، حيث بلغ مجموع محطات القطار ٦ محطات، يليه في المرتبة الثانية حي العليا بعدد ٥ محطات.
- أما الأحياء التي تضم ٣ محطات، فقد احتلت المرتبة الثالثة، كحي الملك فهد، وحي الملك عبدالعزيز، وحي صلاح الدين، وحي المربع، وحي الخليج، وحي الملز، وحي المرقب.
- يتباين توزيع السكان داخل أحياء مدينة الرياض، ولكون الكثافة السكانية من أهم المتغيرات الجغرافية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند توزيع الخدمات، يتضح من الشكل (٤) توزيع محطات قطار الرياض على حسب عدد سكان الأحياء، فقد تم تقسيم مدينة الرياض منطقة الدراسة إلى ٣ مستويات من حيث الكثافة السكانية على النحو الآتي:

١. **مناطق ذات كثافة سكانية مرتفعة:** هي الأحياء التي يتراوح عدد سكانها تقريباً من (١٣٩٤٤٦ – ٧١٧٧٨ نسمة) موزعة على مدينة الرياض، وتشمل ١٥ حياً، تمثلت هذه الأحياء في حي العريجاء الغربي وحي طويق وحي بدر، وكل من حي النسيم الشرقي والنسيم الغربي، والعزيزية ومنفوحة الجديدة والسليمانية والعليا والملز والروضة والنهضة والخليج والسويدي والوزارات, بينما يبلغ عدد محطات قطار الرياض لهذه الأحياء ٢٤ محطة موزعة على ١٠ أحياء فقط، أي بنسبة ما يقارب ٢٦%.




**شكل (٤) : توزيع محطات قطار الرياض على حسب كثافة السكان في الأحياء.**

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

٢. **مناطق ذات كثافة سكانية متوسطة:** يتراوح عدد سكانها تقريباً من (٧١٧٧٨ – ٢٦٦٥٨ نسمة)، وتشمل ٥١ حياً تتمثل في حي النظيم واليرموك وإشبيلية وغرناطة وقرطبة والياسمين والصحافة والملقا والعقيق والنخيل والمروج والمصيف والتعاون والازدهار والحمراء والنزهة والملك فهد والورود والقدس والملك فيصل والأندلس وأم الحمام الشرقي وأم الحمام الغربي والريان والربوة وجرير والروابي والسلام والسعادة والفيحاء والجزيرة والمربع والدار البيضاء والخالدية واليمامة والعود والديرة والشميسي وعليشة والجرادية وسلطانة وظهرة البديعة والعريجا الأوسط وشبرا وغبيراء والمنصورة (خنشليلة) والزهرة والسويدي الغربي والشفا والإسكان والمدينة الصناعية الجديدة. ويبلغ عدد محطات قطار الرياض الموزعة داخل الأحياء ذات الكثافة السكانية المتوسطة ٣٦ محطة موزعة على ٢٢ حياً من هذه الأحياء، أي بنسبة ما يقارب ٤٠%.

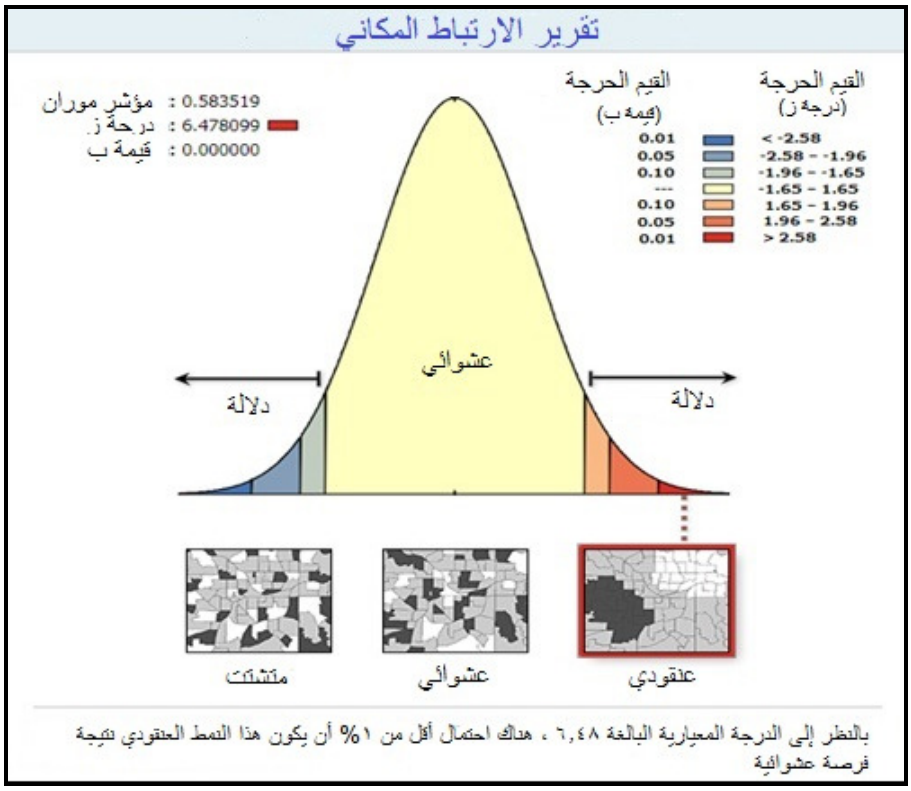
٣. **مناطق ذات كثافة سكانية منخفضة:** عدد سكانها تقريباً أقل من ٢٦٦٥٨ نسمة، وتتمثل الأحياء ذات الكثافة السكانية المنخفضة في باقي أحياء مدينة الرياض، وتضم ٣١ محطة من محطات قطار الرياض، أي بنسبة ما يقارب ٣٤% موزعة على ١٧ حياً، تمثلت هذه الأحياء في حي القرى والصناعية والفوطة والملك عبدالعزيز والواحة وصلاح الدين والرائد والمحمدية وجامعة الملك سعود والمعيزلية والشهداء والربيع والندى والفلاح والعارض ومطار الملك خالد الدولي.

### ٣) الارتباط المكاني بتحليل موران – معامل الارتباط الذاتي (معامل موران):

يقيس معامل موران التماثل المكاني لمحطات القطار ومدى الارتباط الذاتي بينها، مع الأخذ بالاعتبار عدد سكان الأحياء كوزن، ويعد أحد المقاييس الإحصائية التي تقيس مدى التشتت والانتشار المكاني، حيث يحاول معرفة نمط انتشار ظاهرة معينة، من خلال دراسة التماثل في توزيع مفردات الظاهرة مكانياً، ومدى الارتباط الذاتي بينها. تتراوح قيم معامل موران بين (−١، +١)، فإذا كانت القيمة قريبة من −١، دل ذلك على النمط المتشتت أو المتباعد، وإذا كانت القيمة قريبة من +١، دلت على النمط المتجمع أو المتقارب، وإذا كانت القيمة قريبة من الصفر، فإن ذلك يدل على النمط العشوائي في التوزيع المكاني.

يوضح الشكل (٥) التقرير الإحصائي لنمط توزيع معامل الارتباط الذاتي، وهو النمط المتجمع Clustered بمستوى ثقة متمثل في (P-value) ٠,٠١ التي ترتبط بالقيمة المطلقة (Z-score)، تبلغ

القيمة المطلقة ٦،٤٧، وهي قيمة كبيرة، حيث تدل القيمة المطلقة (Z-score) المرتفعة الموجبة على تشابه القيم المتجاورة سواء كانت مرتفعة أم منخفضة، أما بالنسبة لقيمة معامل موران (Moran's Index) ٠,٥٨ وهي أكبر من الصفر، فدل ذلك على نمط التوزيع المتجمع. وباعتبار قيمة معامل موران (Moran's Index) موجبة دل ذلك على وجود علاقة تجمع، أي ارتباط ذاتي مكاني موجب.




**شكل (٥)** : التقرير الإحصائي للترابط الذاتي المكاني.

**المصدر:** من إعداد الباحثة اعتماداً على نتيجة التحليل.

### ٤) تحليل المسافة بين النقاط Point Distance:

تحسب هذه الأداة قيمة المسافات بين المعالم، يعد تباعد المحطات أمراً مهماً، للحفاظ على الكفاءة التشغيلية، كما أن التباعد يؤثر في وقت السير، ومن أجل التعرف على المسافات التي تفصل بين محطات قطار الرياض في كل مسار، والبالغ عددها ٦ مسارات، فكلما قل متوسط

التباعد بين المحطات دل ذلك على تجمع وتكاثف المحطات، وكلما ارتفع متوسط التباعد دل على انتشارها وتباعدها، ولذلك فإن أساس التباعد هو التخلخل والكثافة، ويوضح الجدول (٥) متوسط التباعد بين محطات كل مسار، وقد بلغ أقل متوسط التباعد بين محطات المسار الخامس (اللون الأخضر) ١,٠٧٥ كم، يليها محطات المسار الأول (اللون الأزرق) بمتوسط تباعد بلغ ١,٥٢ كم، أما متوسط التباعد بين محطات المسار الثاني (اللون الأحمر) فقد بلغ ١,٦٨ كم، وقد بلغ متوسط التباعد بين محطات المسار الثالث (اللون البرتقالي) فقد بلغت ١,٨٥ كم، أما أعلى متوسط تباعد فقد كان بين محطات المسار السادس (اللون البنفسجي) حيث بلغ ٢,٧١٨ كم، يليها المسار الرابع (اللون الأصفر) بمتوسط تباعد بلغ ٢,٩٦ كم.

**جدول (٥)** : تباعد محطات شبكة قطار الرياض.

| المسار | محطات | الطول (كم) | اقصى تباعد (م) | اقصر تباعد (م) | متوسط التباعد (م) |
|---|---|---|---|---|---|
| الأول الأزرق | ٢٥ | ٣٨ | ٥١٩٩ | ٦١٧ | ١,٥٢ |
| الثاني الأحمر | ١٥ | ٢٥,٣ | ٣٥٦٠ | ٨٥١ | ١,٦٨ |
| الثالث البرتقالي | ٢٢ | ٤٠,٧ | ٣٦٠٧ | ٤٢٩ | ١,٨٥ |
| الرابع الأصقر | ١٠ | ٢٩,٦ | ٧٢٧٢ | ٦٨٨ | ٢,٩٦ |
| الخامس الأخضر | ١٢ | ١٢,٩ | ١٦٨٢ | ٧٢٢ | ١,٠٧٥ |
| السادس البنفسجي | ١١ | ٢٩,٩ | ٣٧٩٩ | ١٨٨٨ | ٢,٧١٨ |

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على نتيجة أدوات التحليل.

## قياس سهولة الوصول:

### ١) قرب المحطات من المرافق الخدمية:

تقسم الخدمات في المدينة إلى (المرافق الصحية – المرافق التعليمية – الوزارات – السفارات الأجنبية – الهيئات)، من خلال تحليل أقرب مرفق خدمي باستخدام طريقتين، الأولى: تمثلت في تحليل المسافة لأقرب خدمة باستخدام أداة Near، حيث تقيس المسافة المباشرة بين المرافق الخدمية ومحطات قطار الرياض، والثانية: تمثلت في الزمن لأقصر

مسار Shortest network time على شبكة الطرق بين المرافق الخدمية ومحطات قطار الرياض، وذلك باستخدام أداة Closest Facility، بحيث تستخدم هاتين الأداتين لقياس سهولة الوصول، حيث يوضح الجدول (٦) المسافة المباشرة للمرافق الخدمية بعد إجراء التحليل باستخدام أداة Near.

**جدول (٦)** : المسافة المباشرة للمرافق الخدمية.

| المرافق الخدمية | أقصر مسافة (م) | أطول مسافة (م) | متوسط المسافة (م) | الانحراف المعياري (م) |
|---|---|---|---|---|
| المرافق الصحية | ٢٩٣ | ٤٨٧٣ | ١٨٧٧ | ١٣١١ |
| المرافق التعليمية | ٤٥٥ | ٤٦٧٣ | ٢٠٠٠ | ١١٩٥ |
| منشآت السفارات | ٣٣٣ | ٤٧٧٣ | ٢٤٧٨ | ١٤١٥ |
| الوزارات | ٧٠ | ٣١١٤ | ٨٩٥ | ٧٣٤ |
| الهيئات | ٦٤١ | ٤٨٤٩ | ١٩٧٣ | ١٣٠٨ |

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على نتيجة أدوات التحليل.

### ٢) تحديد نطاق الخدمة Buffer للمحطات:

باستخدام أداة Buffer تم تحديد نطاقات مختلفة، ثم إضافة الخدمات إليها لمعرفة: هل تقع ضمن النطاقات أم لا؟ وقد تم حساب معدل عدد الخدمات ضمن مسافة معينة من كل محطة، وذلك باستخدام تحليل الحرم المكاني Buffer، وهو تحديد مسافة معينة كمنطقة حول محطات قطار الرياض، وتقوم هذه الأداة بإنشاء دائرة تحيط بمحطات القطار بمسافات متساوية، بحيث تقسم الخريطة إلى نوعين: أحدهما يقع ضمن المسافة، ويسمى الحرم المكاني، والآخر يقع خارج النطاق. وقد حُصِرت المرافق ضمن كل نطاق كما يوضحها الجدول (٧)، وتم تحديد مسافة معينة حول المحطات بناءً على متوسط المسافة المباشرة؛ لمعرفة عدد الخدمات التي ستقدمها هذه المحطات، وقد تبين أن نسبة ٣٤% من السفارات تقع خارج النطاقات الثلاث، وهي النسبة الأعلى من بين جميع الخدمات، مما يعني أن منطقة السفارات غير مخدومة، وتحتاج إلى محطة لخدمتها.

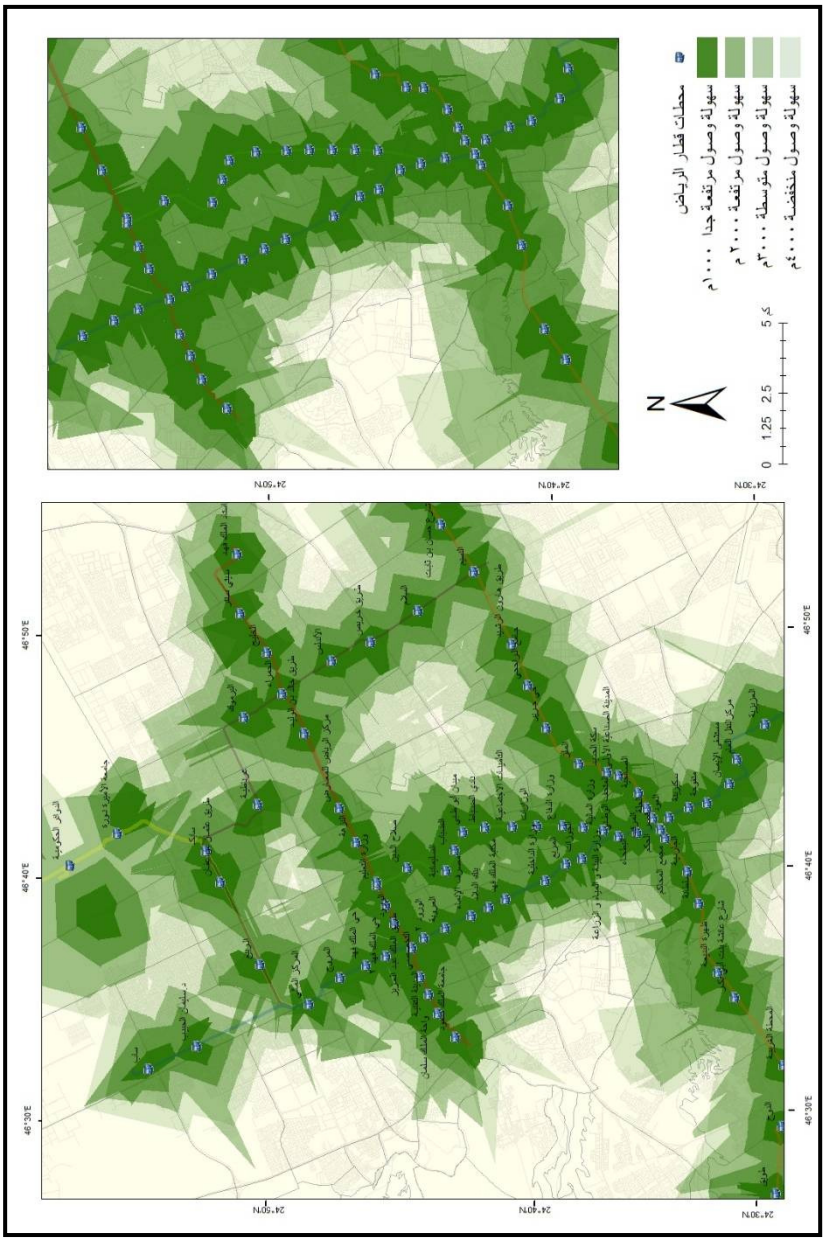
**جدول (٧)** : عدد المرافق الواقعة ضمن نطاق (١٠٠٠م- ٢٠٠٠م – ٣٠٠٠م).

| المرافق | العدد الكلي | عدد المرافق ضمن النطاق | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ١٠٠٠ م | ٢٠٠٠ م | ٣٠٠٠ م | أكثر من ٣٠٠٠ م |
| الصحية | ١٤ | ٥ | ٤ | ٣ | ٢ |
| | | %٣٦ | %٢٩ | %٢١ | %١٤ |
| التعليمية | ٢١ | ٦ | ٨ | ٤ | ٣ |
| | | %٢٩ | %٣٨ | %١٩ | %١٤ |
| الهيئات | ١٥ | ٦ | ٣ | ٢ | ٤ |
| | | %٤٠ | %٢٠ | %١٣ | %٢٧ |
| الوزارات | ٢٦ | ١٩ | ٥ | ٢ | ٠ |
| | | %٧٣ | %١٩ | %٨ | %٠ |
| السفارات | ٩٧ | ٣٢ | ٧ | ٢٥ | ٣٣ |
| | | %٣٣ | %٧ | %٢٦ | %٣٤ |

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على نتيجة أدوات التحليل.

### ٣) إمكانية الوصول Accessibility:

يقصد بإمكانية الوصول، سهولة الوصول إلى الموقع، وتقاس إمكانية الوصول بالوقت أو المسافة، ولقياس سهولة الوصول قامت الدراسة بتطبيق طريقتين: الطريقة الأولى تعتمد على التحليل باستخدام أداة الحرم المكاني Buffer، حيث تقوم هذه الطريقة برسم دائرة حول كل محطة من محطات قطار الرياض وفق مسافة معينة، وهنا يتم تحديد المسافة دون اعتبار لوجود شبكة الطرق، والطريقة الثانية تعتمد على التحليل باستخدام أداة المنطقة المخدومة Service Area، وهنا يتم تحديد المسافة حول كل محطة من محطات قطار الرياض بناءً على شبكة الطرق، وقد قامت الدراسة بتحديد المناطق التي تتمتع بسهولة الوصول لمحطات القطار في نطاق ١٠٠٠م، و٢٠٠٠م، و٣٠٠٠م، و٤٠٠٠م، وذلك اعتماداً على شبكة الطرق، وتم تقسيم الأحياء حسب إمكانية سهولة الوصول إلى أربعة نطاقات: مرتفع جداً – مرتفع – متوسط – منخفض، كما يوضحها الشكل (٦)، وقد وضحت خريطة سهولة الوصول أن الأحياء التي تمر بها مسارات القطار، والتي توجد فيها المحطات، تتدرج من النطاق المرتفع جداً إلى النطاق المتوسط، أما الأحياء ذات النطاق المنخفض فتتمثل في حي الياسمين والقادسية والنهضة والرماية والندوة والمصيف والتعاون والبديعة والناصرية والقيروان وادي لبن والمصانع، وعلى الرغم من قرب تلك الأحياء من مسار القطار إلا أن سهولة وصولها إلى المحطات منخفضة.




**شكل (٦) : مناطق سهولة الوصول لمحطات قطار الرياض.**

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

## التحليل الشبكي:

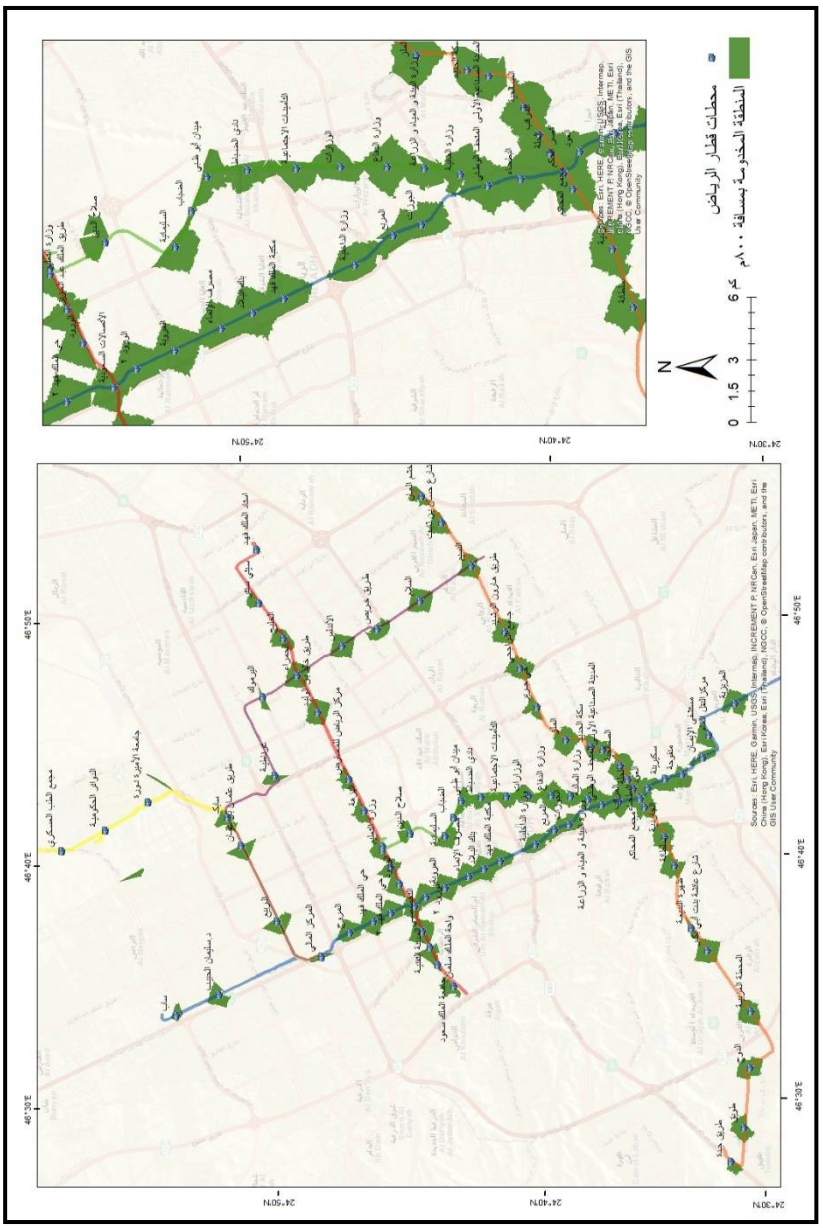
### ١) المنطقة المخدومة Service Area:

تساعد هذه الأداة على معرفة مجال الخدمة وفق زمن محدد أو مسافة معينة، وفي تقويم سهولة الوصول، هنا تم توظيفها لحساب مناطق الخدمة لكل محطة من محطات قطار الرياض، وتعمل على تحديد المناطق المخدومة حول المحطات، بحيث تتكون المناطق المخدومة من مضلعات تشمل كل الشوارع الممكنة في حدود مسافة معينة يتم تحديدها، وقد تم الاعتماد على هذه الأداة في تحديد مناطق سهولة الوصول، لأنها تعتمد على شبكة الشوارع في تحديد نطاق الخدمة كما يوضحها الشكل (٧)، وقدرت المسافة بـــ ٨٠٠م حول كل محطة، وذلك كما حددتها الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

### ٢) تحليل تخصيص المواقع Location Allocation:

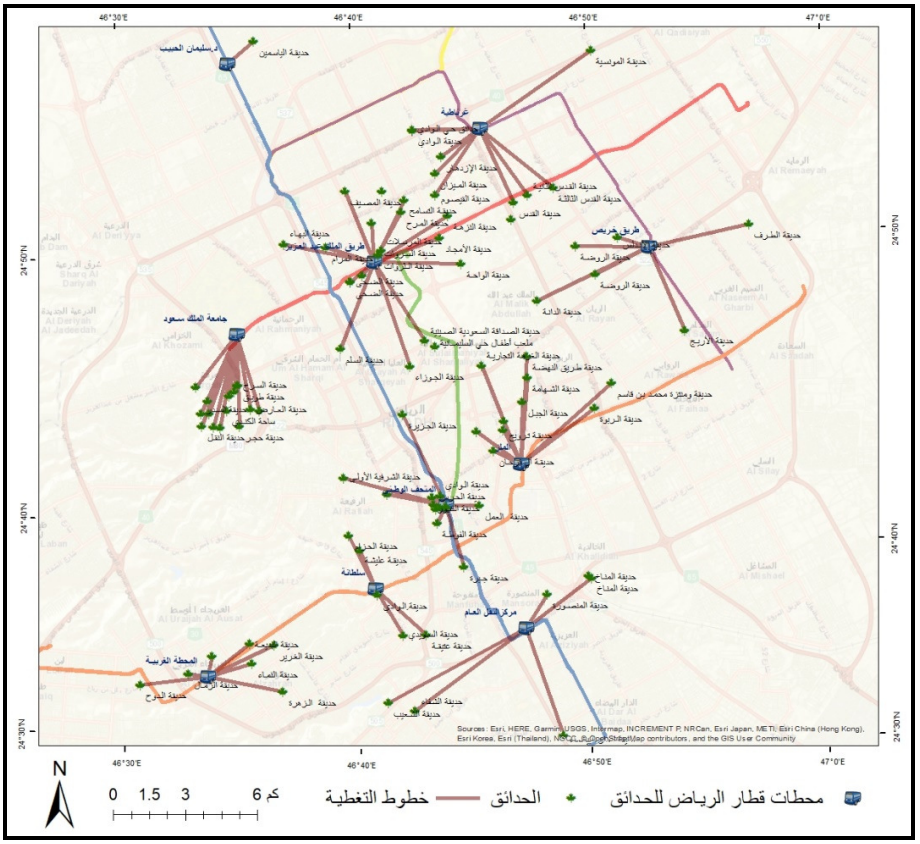
تشير أداة تخصيص الموقع إلى الخوارزميات المستخدمة بشكل أساسي في نظام المعلومات الجغرافية، وتستخدم لتحديد الموقع المثالي لمرفق واحد أو أكثر من المرافق التي ستخدم طلب مجموعة معينة من النقاط، تقوم هذه الخوارزميات بتعيين نقاط الطلب لمرفق واحد أو أكثر، ويشير تخصيص الموقع إلى تحديد أفضل موقع لمحطات قطار الرياض مع مراعاة عدة عوامل مثل عدد التسهيلات المتوفرة وتكاليفها، وأقصى مقاومة لها، تساعد هذه الأداة في العثور على أفضل المواقع لخدمة مجموعة من أماكن الجذب الترفيهي، وتعمل على تغطية أكبر قدر من المرافق، وبالتالي تقلل تكاليف الوصول، ويتم الربط بين محطات قطار الرياض وأماكن الجذب الترفيهي بخطوط تمثل التخصيص بناءً على أقصر مسار بين المحطات وأماكن الجذب الترفيهي، وترتبط هذه الخطوط بالوقت والمسافة، حيث إنه كلما زاد الوقت دل ذلك على طول المسافة، والعكس صحيح، وقد تم تقسيم أماكن الجذب الترفيهي إلى أربعة أقسام هي:

١. **الحدائق العامة:** تعد الحدائق العامة والمساحات الخضراء من عوامل الجذب الترفيهي، إذ تنتشر الحدائق العامة في معظم أحياء مدينة الرياض، كما يوضحها الشكل (٨)، ولإيجاد أقرب محطة لكل حديقة عامة بناء على الزمن المستغرق باستخدام السيارة للوصول تم استخدام أداة Location Allocation، وأبعد محطة تتراوح ٨ دقائق عن حديقة السدر، وحديقة الصبا، وحديقة النفل، وحديقة المونسية، وأقرب محطة تبعد أقل من دقيقة عن حديقة الوطن الترفيهية، وهنا توضيح نتيجة هذا التحليل أن ١٠ محطات من أصل ٩١ محطة تخدم الحدائق العامة.




**شكل (٧) : المنطقة المخدومة حول محطات قطار الرياض.**

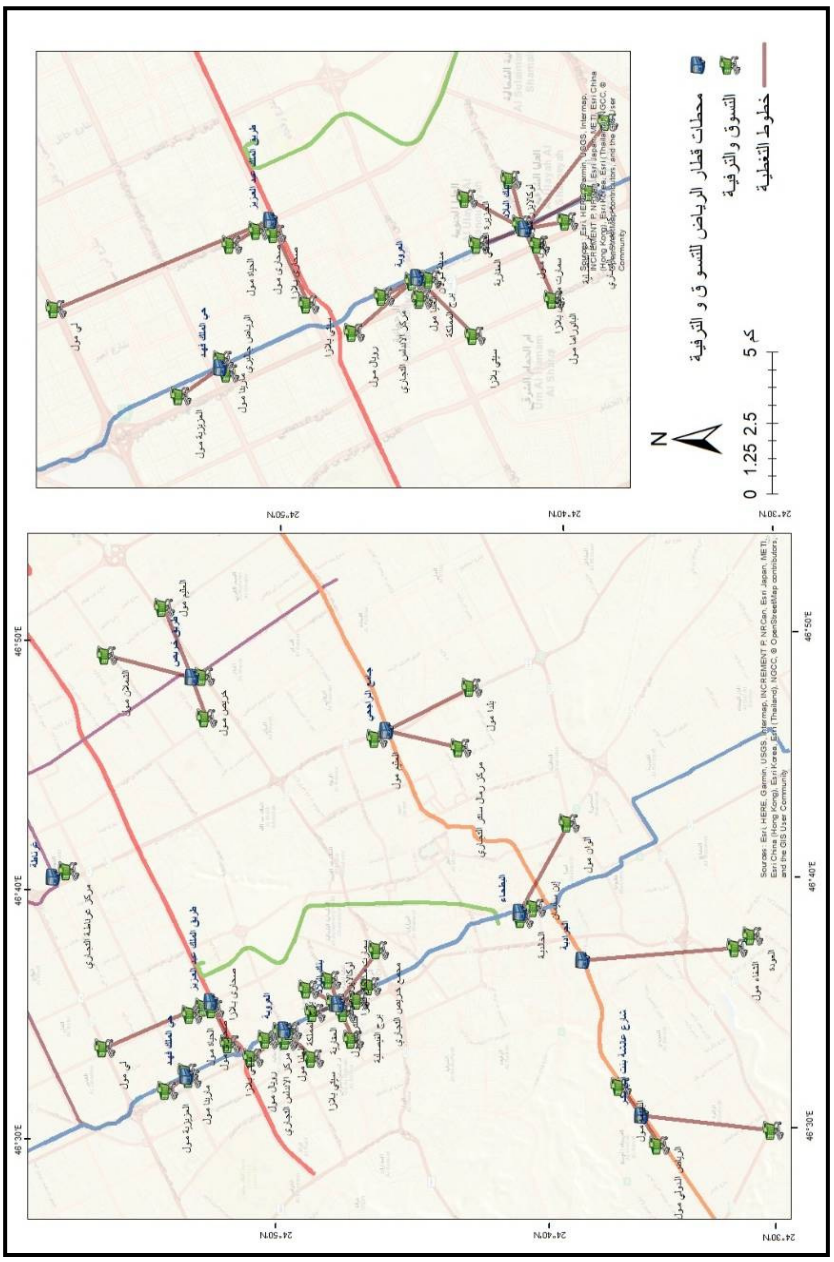
**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.




**شكل (٨)** : تحليل الحدائق العامة باستخدام أداة Location Allocation.

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

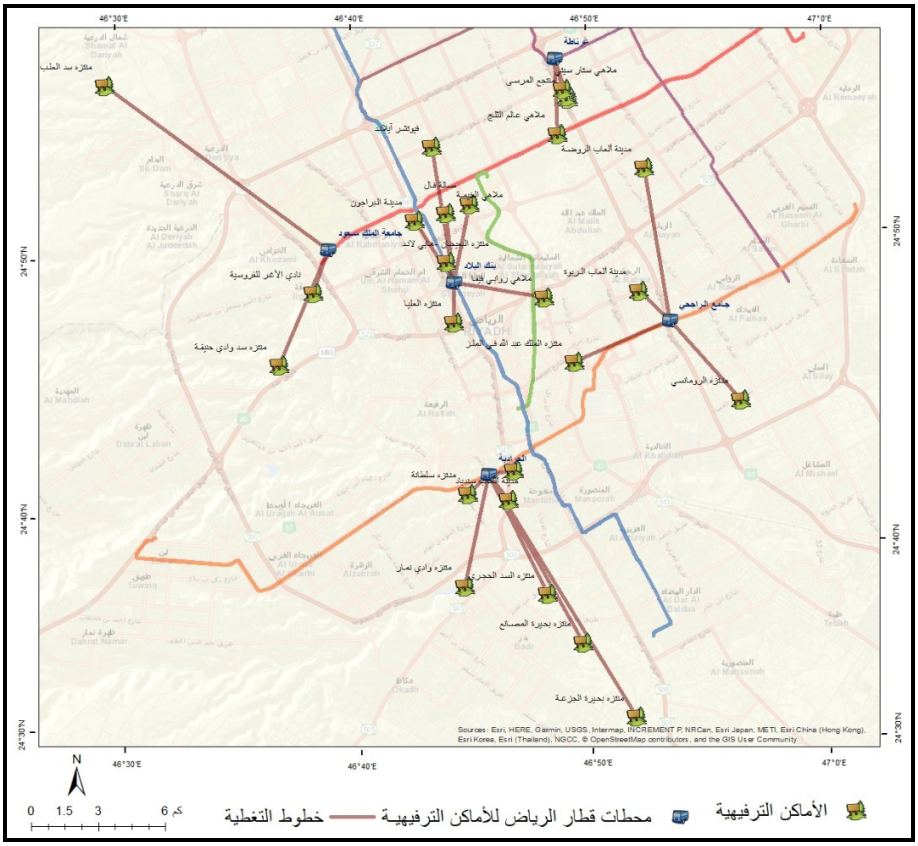
٢. **أماكن التسويق والترفية:** تتوزع أماكن التسويق والترفيه على عدد من أحياء مدينة الرياض كما يوضحها الشكل (٩)، أن أبعد محطة عن الأماكن التسويقية والترفيهية باستخدام السيارة (الشفاء مول – السلام مول) تتراوح ٧ دقائق، وأن أقرب محطة تبعد عن مراكز التسويق والترفيه أقل من دقيقة وتتمثل في الرياض جاليري – مارينا مول – العليا مول – برج المملكة – سمارت مديكال بلازا – سنتريا مول – صحارى مول. وهنا توضيح نتيجة هذا التحليل أن تسع محطات من أصل ٩١ محطة تخدم الأماكن التسويقية والترفيهة.




**شكل (٩) : تحليل أماكن التسوق والترفيه باستخدام أداة Location Allocation.**

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

٣. **الأماكن الترفيهية:** تتوزع الأماكن الترفيهية متمثلة في الملاهي والمنتزهات على عدد من أحياء مدينة الرياض كما يوضحها الشكل (١٠)، ولإيجاد أقرب محطة بناء على الزمن تم استخدام أداة Location Allocation، أن أبعد محطة تبعد بمقدار ٢٠ دقيقة لمنتزه سد العلب، أما منتزه البعيجان (هابي لاند) فيبعد عن أقرب محطة له بمسافة دقيقة، وهنا توضيح نتيجة هذا التحليل أن ٦ محطات من أصل ٩١ محطة تخدم الأماكن الترفيهية.




**شكل (١٠)** : تحليل الأماكن الترفيهية باستخدام أداة Location Allocation.

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

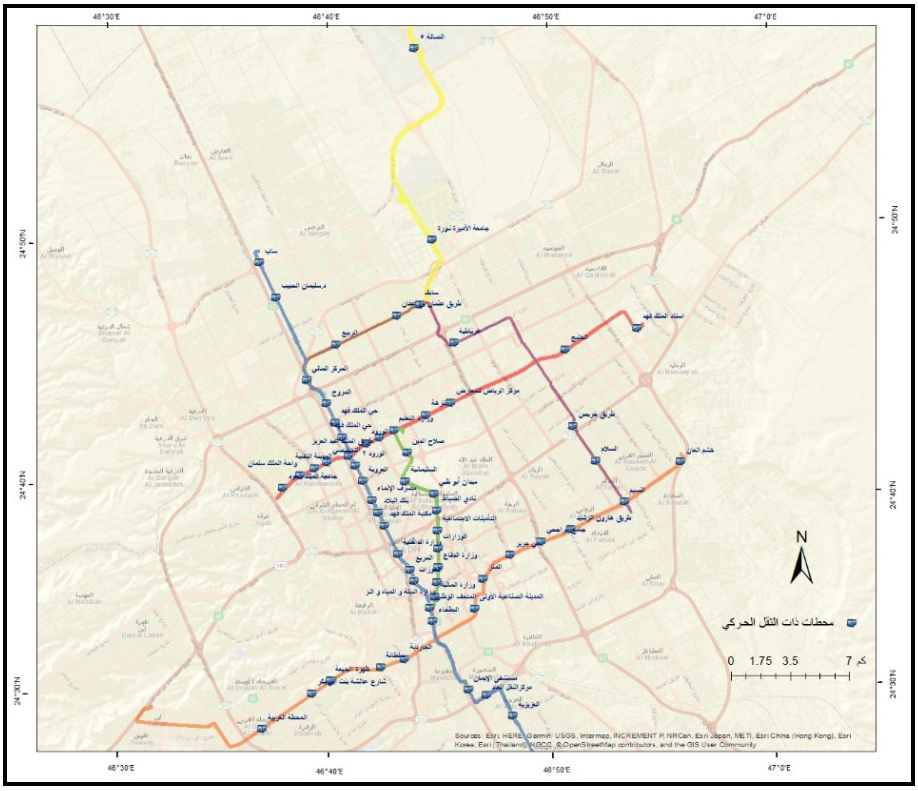
٤. **الأماكن التاريخية والثقافية:** تتمثل في المواقع الأثرية والمعالم التاريخية والمتاحف كما يوضحها الشكل (١١)، وقد تم استخدام أداة Location Allocation لإيجاد أقرب

محطة بناء على الزمن. ويعد المهرجان الوطني للتراث والثقافة وقرية الجنادرية الأبعد من بين جميع المواقع عن محطات القطار بمسافة ١٨ دقيقة، بينما تبعد دارة الملك عبدالعزيز ومركز الرياض للمعارض عن أقرب محطة لها أقل من دقيقة، وهنا توضيح نتيجة هذا التحليل أن ٦ محطات من أصل ٩١ محطة تخدم الأماكن التاريخية والثقافية.

**شكل (١١) :** تحليل الأماكن التاريخية والثقافية باستخدام أداة Location Allocation .

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

يمكن الاستنتاج من كافة التحليلات والمخرجات السابقة، المحطات التي يمكن أن يكون لها ثقل حركي والتي ستخدم كافة المرافق الخدمية والترفيهية كما يوضحها الشكل (١٢):




**شكل (١٢)** : المحطات ذات الثقل الحركي.

**المصدر:** من إعداد الباحثة، اعتماداً على بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

## الخاتمة:

تناولت هذه الدراسة تقويم الأمثلية المكانية لمحطات شبكة قطارات الرياض باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للوصول لأهداف الدراسة المتمثلة في تقويم الموقع الجغرافي، وتحديد نمط التوزيع المكاني بناءً على عدة متغيرات كالسكان والخدمات ومراكز الجذب الترفيهي، وتوظيف تحليل سهولة الوصول بناء على عاملي الزمن والمسافة، إضافة إلى حساب مساحة الخدمة، وتوصلت الدراسة إلى عدد من الاستنتاجات المتمثلة فيما يأتي:

١- يتباين توزيع محطات قطار الرياض بين أحياء وبلديات مدينة الرياض، إذ تضم بلدية العليا ٢٢ محطة، بينما بلدية نمار والشميسي تضم محطتين من محطات قطار الرياض.

٢- يتباين توزيع محطات قطار الرياض حسب عدد سكان الأحياء، فعدد محطات القطار داخل الأحياء ذات الكثافة المرتفعة ٢٤ محطة، أي بنسبة ما يقارب ٢٦% من محطات قطار

الرياض، ويبلغ عدد محطات القطار للأحياء ذات الكثافة السكانية المتوسطة ٣٦ محطة، أي ما يقارب ٤٠%، أما بالنسبة للأحياء ذات الكثافة المنخفضة فيبلغ عدد محطات القطار فيها ٣١ محطة، أي ما يقارب ٣٤%، وهذا يدل على أن الكثافة السكانية عامل غير مؤثر، لأن مراكز العمل ومراكز الجذب الترفيهي وغيرها هي التي تولد الرحلات.

٣- دلت قيمة معامل موران الموجبة على وجود علاقة تجمع، أي ارتباط ذاتي مكاني موجب، فدل ذلك على نمط توزيع محطات قطار الرياض هو النمط المتجمع.

٤- متوسط التباعد بين المحطات كان كالآتي:

- بلغ أقل متوسط التباعد بين محطات المسار الخامس (اللون الأخضر) ١,٠٧٥ كم، يليها محطات المسار الأول (اللون الأزرق) بمتوسط تباعد بلغ ١,٥٢ كم، أما متوسط التباعد بين محطات المسار الثاني (اللون الأحمر) فقد بلغ ١,٦٨ كم، وقد بلغ متوسط التباعد بين محطات المسار الثالث (اللون البرتقالي) ١,٨٥ كم.
- أعلى متوسط تباعد كان بين محطات المسار السادس (اللون البنفسجي)، حيث بلغ متوسط التباعد بينها ٢,٧١٨ كم، يليها المسار الرابع (اللون الأصفر) بمتوسط تباعد بلغ ٢,٩٦ كم.

٥- قرب المحطات من المرافق الخدمية كان كالآتي:

- **بالنسبة للمرافق الصحية:** بلغت المسافة بين مستشفى النقاهة ومحطة الدار البيضاء ٤٨٧٣م، وبذلك تعد المسافة الأطول من بين جميع المرافق الصحية، أما المسافة الفعلية بين مستشفى الملك عبد العزيز الجامعي ومحطة وزارة البيئة والمياه والزراعة أقصر مسافة بلغت ٢٩٣م، وبذلك تكون الأقصر من بين جميع المرافق الصحية، ويستغرق الوصول بالسيارة من مستشفى القوات المسلحة إلى محطة نادي الضباط أقل من دقيقة، وبذلك يعد المسافة الأقصر من بين جميع المرافق الصحية، وبلغت المسافة بين مدينة الملك عبدالعزيز الطبية ومحطة خشم العان ٩ دقائق بالسيارة، وهي بذلك تعد المسافة الأبعد من بين جميع المرافق الصحية.
- **بالنسبة للمرافق التعليمية:** فقد بلغت المسافة بين جامعة اليمامة ومحطة ساب (1Y1) ٤٦٧٣م، وبذلك تعد المسافة الأطول من بين جميع المرافق التعليمية الأخرى، أما كلية الرياض لطب الأسنان والصيدلة فسجلت أقصر مسافة، حيث بلغت المسافة بينهما ٤٥٦م، وبذلك تكون الأقصر من بين جميع المرافق التعليمية الأخرى.
- **بالنسبة للوزارات:** أقرب محطة يستغرق الوصول إليها بالسيارة بأقل وقت، فقد سجلت كلٌّ من وزارة الدفاع والطيران ووزارة المالية ووزارة الزراعة ووزارة

الصحة ووزارة التعليم بحي الوزارات، حيث يستغرق الوصول بالسيارة منها إلى أقرب محطة أقل من دقيقة واحدة، وسجلت وزارة التعليم بحي المعذر ووزارة الخارجية ووزارة الثقافة والإعلام ووزارة التعليم بحي الياسمين ووزارة الشؤون الاجتماعية بالنخيل، فقد سجلت ٣ دقائق بالسيارة، وهي بذلك تعد المسافة الأبعد من بين جميع المرافق الوزارية.

- **بالنسبة للسفارات الأجنبية:** بلغت المسافة بين سفارة جمهورية جنوب أفريقيا المسافة الأبعد من بين جميع السفارات الأجنبية الأخرى.
- **السفارات الأجنبية:** تعد المسافة الفعلية بين سفارة جمهورية أذربيجان وبين أقرب محطة لها مسافة ٤١٠م، وبذلك تكون الأقصر من بين جميع السفارات الأجنبية الأخرى.
- **وبالنسبة للزمن المستغرق للوصول إلى المحطات بالسيارة بأقل وقت،** فقد سجلت كلٌّ من سفارة جمهورية ميانمار وسفارة جمهورية بنين، حيث يستغرق الوصول بالسيارة دقيقة واحدة، بينما سفارة جمهورية الكنغو الديمقراطية وسفارة جنوب أفريقيا فقد بلغ ٦ دقائق بالسيارة، وهي بذلك تعد المسافة الأبعد من بين جميع السفارات الأجنبية.
- **أما الهيئات:** فقد بلغت المسافة بين الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة ٤٨٤٩م، وبذلك تعد المسافة الأبعد من بين جميع الهيئات الأخرى، بينما هيئة المساحة الجيولوجية السعودية أقصر مسافة حيث بلغت المسافة بينهما ٦٤١م، وبذلك تكون الأقصر.
- **الزمن الأقصر:** حيث يستغرق الوصول منها إلى محطة التأمينات الاجتماعية (5B1) دقيقة واحدة، بينما سجلت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض المسافة الأبعد.

٦- سهولة الوصول لمحطات قطار الرياض كان كالآتي:

- تتمتع الأحياء التي تمر بها مسارات القطار والتي توجد فيها المحطات بتدرج سهولة الوصول فيها من النطاق المرتفع جداً ١٠٠٠م، إلى النطاق المتوسط ٣٠٠٠م.
- الأحياء ذات النطاق المنخفض ٤٠٠٠م تتمثل بحي الياسمين والقادسية والنهضة والرماية والندوة والمصيف والتعاون والبديعة والناصرية والقيروان والسفارات ووادي لبن والمصانع، على الرغم من قرب تلك الأحياء من مسار القطار إلا أن سهولة وصولها إلى المحطات منخفضة.

٧- من خلال تحليل نطاق الخدمة تبين أن ٣٤% من السفارات تقع خارج النطاقات الثلاث، وهي النسبة الأعلى من بين جميع الخدمات، مما يعني أن منطقة السفارات غير مخدومة.

٨- في تحليل تخصيص المواقع تم الربط بين محطات قطار الرياض وبين أماكن الجذب السياحي بخطوط ترتبط بالوقت والمسافة، فكلما زاد الوقت دل ذلك على طول المسافة، والعكس صحيح.

## التوصيات:

١- تفتقر منطقة السفارات لوجود محطة تربطها بمسارات قطار الرياض، فهي بحاجة لوجود مسار ومحطة تخدمها، وذلك إما بإكمال المسار البنفسجي، وإما بربط محطات مسار الحافلات بين الأحياء في تلك المنطقة بأقرب محطة قطار.

٢- الاعتماد على مقياس سهولة الوصول كأبرز العوامل الرئيسية عند توزيع مواقع الخدمات العامة في المدينة بالإضافة إلى عوامل أخرى.

٣- تنويع المشاريع التجارية الواقعة بالقرب من محطات النقل العام، وذلك بتشجيع القطاع الخاص للاستثمار بالقرب من المحطات.

٤- وضع حوافز لحاملي باقات النقل العام من السكان للتشجيع على استخدام وسائل النقل العام بدلاً من المركبات الخاصة.

٥- ضرورة توظيف برنامج نظم المعلومات الجغرافية، والتي تتمتع بكفاءة عالية من حيث الدقة والسرعة في إنجاز الخرائط الرقمية.

# المراجع

**أولاً : المراجع العربية.**


١- آل الشيخ، عبد اللطيف (٢٠٠١)، التحديات والفرص المتاحة لتطوير نظام نقل مستدام بمدينة الرياض، ورقة عمل مقدمة في ورشة عمل نحو تطوير نقل عام آمن وفعّال في مدينة الرياض: التحديات والفرص المتاحة ، الرياض.

٢- حريز، يعقوب (٢٠١١)، دراسة مؤشرات المواصلات في شبكات النقل، تحليل كمي ونوعي لشبكة مدينة باتنة: دراسة حالة شبكة المؤسسة العمومية للنقل الحضري ETUB. تاريخ الاسترداد ٢٢-١١- ٢٠١٨، من المركز الوطني للتوثيق:
http://lab.univ-batna.dz/LMTL25/images/pdf/hariz-yakoub.pdf

٣- الحسين، ألما، والحسين، نورة (٢٠٢١)، "تقييم إمكانية الوصول إلى نظام النقل العام في مدينة الرياض باستخدام التحليلات الجغرافية المكانية"، مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية، www.kapsarc.org – May 2021, KS—2021 – DP 10

٤- السنهوري, إبراهيم، والنشمي، أحمد (١٩٩٧)، "نوعية الهواء في مدينة الرياض وتقويم بدائل تقليل الانبعاثات من وسائل النقل العام"، الرياض.

٥- الضمري، إبراهيم محمد (٢٠١٣)، واقع ومستقبل النقل بالحافلات الأهلية في مدينة الرياض: دراسة تطبيقية في جغرافية النقل الحضري. رسالة ماجستير (غير منشورة): قسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود، الرياض .

٦- الضيافلة، عمر محمد (٢٠١٤)، أنظمة شبكات النقل الحضرية في مدينة عمان، تاريخ الاسترداد ١٧-١١-٢٠١٨، من دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية:
http://journals.ju.edu.jo/DirasatHum/article/view/4664/4183

٧- عبده، أسامة (٢٠٠١)، وسائط النقل العام بالرياض، ورقة عمل مقدمة في ورشة عمل نحو تطوير نقل عام آمن وفعّال في مدينة الرياض: التحديات والفرص المتاحة، الرياض.

٨- عبده، سعيد (٢٠٠٧)، "جغرافية النقل الحضري – مفهومها وميدانها ومناهجها"، سلسلة رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية (العدد ٣٢١)، الكويت.

٩- لكحل، عفاف (٢٠١١)، دراسة تحليلية للتنقلات الحضرية المستدامة التنقل بالحافلة في مدينة باتنة نموذجاً، تاريخ الاسترداد ٢٠-١١- ٢٠١٨، من:
http://lab.univ-batna.dz/LMTL25/images/pdf/lekhel-afaf.pdf

١٠- المقّري، محمد سعد (٢٠١٥)، مشروع الملك عبدالعزيز للنقل العام بمدينة الرياض وأثره المتوقع على النقل والتنقل، الرياض: مطابع دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض.

١١- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، مشروع الملك عبدالعزيز للنقل العام بمدينة الرياض، تاريخ الاسترداد ٢٠-١١- ٢٠١٨، من موقع الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض:
http://www.ada.gov.sa/res/ada/ar/Publications/Riyadh_Public_Transportaion/index.html

١٢- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، ٢٠١٦، تاريخ الاسترداد ٢-١٠- ٢٠١٨، من:
http://www.arriyadh.com/ar/AboutArriy/Content/getdocument.aspx?f=/opennshare/ar/AboutArriy/Content/Mosheraat2.doc_cvt.htm

١٣- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض،٢٠١٦، تاريخ الاسترداد ٢-١٠- ٢٠١٨، من:
http://www.ada.gov.sa/idc/groups/public/documents/AR_ADA_Researches/007523.pdf

١٤- نفاخ، جلال (٢٠٠١)، نظرة عامة حول نظام النقل في مدينة الرياض ودور النقل العام، ورقة عمل مقدمة في ورشة عمل نحو تطوير نقل عام آمن وفعّال في مدينة الرياض: التحديات والفرص المتاحة، الرياض.

١٥- نوفل، رشا صابر (٢٠١٨)، تحليل الشبكات في نظم المعلومات الجغرافية. تطبيق ببرنامج Arc GIS إصدار ١٠,٥، مصر، تم الاسترداد ٢١-١١-٢٠١٨ من:
https://drive.google.com/file/d/1dK6o_5sEmD2dJSAnDUe-hIRx8kLQzGjO/view

١٦- وليد، لوهابي (٢٠١١)، النقل الحضري الجماعي دراسة حالة الخط الحضري بوزوران – المحطة الجديدة باتنة، تاريخ الاسترداد ٢٣ -١١- ٢٠١٨، من:
http://lab.univ-batna.dz/LMTL25/images/pdf/louhabi-walid.pdf

**ثانياً : المراجع الإنجليزية.**

1- Adebola, O., & Enosko, O. (2012). Analysis of Bus-stops locations using
2- Alavi, S. V., & Moahamd, M. S. (2014). Urban Public Bus Adequacy Evaluation Analysis: A Johor Bahru, Johor, Malaysia Case Study. Retrieved 9-11- 2018, from https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/210311
3- Alterkawi, M. M. (2006). A computer simulation analysis for optimizing bus stops spacing: The case of Riyadh, Saudi Arabia. Retrieved 10-11-2018, from: https://www.researchgate.net/publication/222703078_A_computer_simulation_analysis_for_optimizing_bus_stops_spacing_The_case_of_Riyadh_Saudi_Arabia
4- SALVO, G., & SABATINI, S. (2005). A GIS APPROACH TO EVALUATE BUS STOP ACCESSIBILITY. Retrieved 23-11- 2018, from http://www.iasi.cnr.it/ewgt/16conference/ID108.pdf

5- Foda, M., & Osman, A. (2010). Using GIS for Measuring Transit Stop Accessibility Considering Actual Pedestrian Road Network.Retrieved 23-11 2018, from: https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1166&context=jpt
6- Furth, P..., & Rahbee, A... (2000). Optimal Bus Stop Spacing Through Dynamic Programming and Geographic Modeling. Retrieved 22-11- 2018، from: http://www1.coe.neu.edu/~pfurth/Furth%20papers/2000%20optimal%20stop%20spacing,%20Furth%20&%20Rahbee%20TRR.pdf
7- Gahlot, V., Swami, B. L., Parida, M., & Kalla, P. (2013). Availability and Accessibility Assessment of Public Transit System in Jaipur City. Retrieved 23-11- 2015, from: https://www.google.com.sa/search?q=Availability+and+Accessibility+Assessment+of+Public+Transit+System+in+Jaipur+City&oq=Availability+and+Accessibility+Assessment+of+Public+Transit+System+in+Jaipur+City+&aqs=chrome..69i57j69i60.1205j0j8&sourceid=chrome&ie=
8- Huang, Z., & Liu, X. (2014). A Hierarchical Approach to Optimizing Bus Stop Distribution in Large and Fast Developing Cities.Retrieved 23-11 2015, from http://www.mdpi.com/2220-9964/3/2/554
9- Bachok, S., Ponrohono, Z., Osman, M. M., & Bohari, Z. A. (2013). GPS/GIS Identification of Potential Bus Stop Locations and Passenger's Access and Egress Points. Retrieved 16-11-2018, from: https://www.academia.edu/5143393/GPS_GIS_IDENTIFICATION_OF_POTENTIAL_BUS_STOP_LOCATIONS_AND_PASSENGER_S_ACCESS_AND_EGRESS_POINTS
10- Mao, L., & Nekorchuk, D. (2013). Measuring spatial accessibility to healthcare for populations with multiple transportation modes. Retrieved 27-11- 2018, from: https://www.researchgate.net/profile/Dawn_Nekorchuk/publication/257205093_Measuring_spatial_accessibility_to_healthcare_for_populations_with_multiple_transportation_modes/links/0c96053587f9501ea3000000.pdf
11- GIS Dictionary: Retrieved 12, 4, 2018, from: http://support.esri.com/en/knowledgebase/GISDictionary/search
12- Institute for Transportation and Development Policy: Retrieved 12, 1,2017, from: https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/what-is-brt/

# Optimal Locations for Riyadh Metro Network Stations

## "A study in the Geography of Urban Transportation"


## ABSTRACT

This study discussed evaluating spatial optimization of the Riyadh metro network stations. By using GIS technology to analyses spatial optimization depending on many geographical variables that affect stations distribution, where this study sought to achieve many goals including evaluating the geographical site and locating spatial distribution pattern, additionally how suitable spatial distribution is based on multiple variables and employing easy access analysis according to time and distance factors and measuring service area. The study applied deductive approach approved for spatial optimization model and network analysis to evaluate stations sites. This study concluded that diplomatic quarter lacks a station links Riyadh metro routes besides variation of stations distribution between Riyadh neighborhoods and municipalities. The value of the Moran's index indicated that Riyadh metro stations distribution is the combined pattern, whereas the neighborhoods through which train routes pass and having stations are characterized with a easy access range between very high range of 1000 meter to the moderate range of 3000 meter.

This study recommends giving incentives to public transportation card carriers to encourage use of public transportation rather than private transportation, besides enterprises located near public transportation stations through encouraging the private sector.


**Key Words:** the perfect placement, network analysis, stations, spatial analysis.