الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY

اسم المشروع: إدارة مخاطر مشروع إعادة تأهيل البنى التحتية ـ شبكة الطرق والنقل (مخيم اليرموك كحالة دراسية)

Project Name: Managing the Risks of Project for Rehabilitation Infrastructure – Road Networks (Yarmouk Camp as a Case Study)

إعداد الطالبة: ياسمين محمود امين

اسم الطالبة: yasmin_236492

رقم الطالبة:236492

إشراف الدكتور المهندس: علاء قاضي

مساعدة بالإشراف: المهندسة بتول حسنين

2025-2024

كلمة الشكر:

أولاً وقبل كل شيء، كل الشكر والحمد لله الذي منحني القوة والإرادة لإتمام هذا البحث، فلولاه لما تحقق هذا الإنجاز.

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى الدكتور المهندس علاء قاضي على دعمه وإشرافه القيم، الذي كان له الأثر الكبير في إتمام هذا البحث. كما أتوجه بالشكر لمساعدة الإشراف المهندسة بتول حسنين على دعمها المتواصل وإرشاداتها القيمة.

ولا يمكنني أن أنسى مديرة ومؤسس برنامج(BIM) ، الدكتورة سونيا أحمد، التي كانت داعمة دائمة لنا بكل مراحل الماجستير كأخت حنون.

أود أن أخص بالذكر داعمي الأكبر في حياتي، زوجي العزيز محمد، الذي كان دائمًا السند والداعم لي، بالإضافة إلى بناتي الجميلتين مها ولور اللتين صبرتا على انشغالي.

كما أتوجه بالشكر العميق إلى أمي وأبي، اللذين كانا مصدر الدعم والإلهام في حياتي، ولأخويّ العزيزين، اللذين شاركوني لحظات الفرح والصعاب، فأنتم نور حياتي ومصدر قوتي.

ولا أستطيع نسيان أهل زوجي الكرام، الذين غمروني بدعمهم ومساندتهم الدائمة، أقدر لكم كل لحظة من التشجيع والتفهم خلال رحلتي العلمية.

وإلى صديقاتي الغاليات العزيزات، اللاتي كن دائمًا إلى جانبي بدعمهن وحبهن، أشكركن من أعماق قلبي على وقوفكن معي خلال هذه الرحلة.

وإلى كل من ساعدني ودعمني عندما كنت في حاجة إليه، لا أجد الكلمات الكافية للتعبير عن امتناني لكم، ولكنها تمثل جزءًا بسيطًا من تقديري لكل من وقف بجانبي في هذه الرحلة شكراً من القلب لكل من كان له بصمة في إتمام هذا العمل.

فهرس البحث

كلمة الشكر: ii
فهرس البحث..... iii
قائمة الأشكال..... v
قائمة الجداول vi
ملخص البحث باللغة العربية..... vii
ملخص البحث باللغة الإنكليزية Abstract:..... viii
1.الفصل الأول: المقدمة 1
1.1.المقدمة 1
1.2.المشكلة البحثية..... 1
1.3.الأسئلة البحثية 1
1.4.الأهداف البحثية..... 1
1.5.الإطار البحثي 2
1.6.أهمية البحث النظرية والعملية..... 2
1.7.هيكلية البحث 3
2.الفصل الثاني: الإطار النظري 4
2.1.المقدمة 5
2.2.شرح المتغير التابع \ المشكلة الرئيسية \ المتغير الرئيسي في البحث..... 5
2.3.التحليل الكمي للأبحاث السابقة..... 5
2.1.التحليل النوعي للأبحاث السابقة (تحليل المحتوى) 8
2.2.شرح النظريات أو النماذج البحثية ذات الصلة..... 10
.2.3شرح المتغيرات الوسيطة التي تؤثر على المتغير التابع بشكل مباشر: 12
2.4.شرح المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع بشكل غير مباشر..... 13
2.5.شرح المتغيرات الفئوية (المعدلة) التي تؤثر على العلاقات بين المتغيرات..... 14
2.6.شرح الإطار النظري للبحث..... 15
2.7.فرضيات البحث..... 15
2.8.ملخص الفصل 16
3.الفصل الثالث: منهجية البحث 17
3.1.المقدمة 17
3.2.تصميم ومنهجية البحث..... 17
3.3. موقع مخيم اليرموك وأهميته بالنسبة لمحافظة دمشق: 18
3.4. مرحلة إعداد شبكة الطرق واستعمالات الأراضي في برنامج GIS : 19

3.5. التحليلات الشبكية المستخدمة في برنامج GIS: 20
3.6. مناقشة التحليلات والنتائج: 36
3.7. مرحلة نمذجة شبكة الطرق ببرنامج (REVIT): 36
3.8. مرحلة إعداد الكلف والجداول الزمنية ودراسة مخاطر المشروع لإدخالها ببرنامج SYNCHRO: 43
3.9. ملخص البحث 54
4. الفصل الرابع: مناقشة النتائج 56
4.1. المقدمة 56
4.2. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الأول 56
4.3. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الثاني 56
4.4. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الثالث 57
4.5. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الرابع 57
4.6. ملخص البحث 58
5. الفصل الخامس: الخاتمة والتوصيات 59
5.1. المقدمة 59
5.2. حدود البحث 59
5.3. مناقشة توصيات البحث بحسب النتائج 59
5.4. الخاتمة 65
المراجع 66

قائمة الأشكال

الشكل 1 : عدد المقالات السنوية 8
الشكل 2 :خريطة موقع مخيم اليرموك بالنسبة لمدينة دمشق 19
الشكل 3 : خريطة شبكة الطرق واستعمالات الأراضي في مخيم اليرموك 20
الشكل 4: تحليل أقصر مسافة لمسار منشآت الخدمة الراهنة 21
الشكل 5: تحليل أقرب منشأة تعليمية لمسافة 600م 23
الشكل 6: تحليل أقرب منشأة تعليمية بزمن وصول 5 دقائق 24
الشكل 7: تحليل أقرب منشأتين صحيتين بمسافة وصول 1000 م 25
الشكل 8 :تحليل أقرب 3 منشآت صحية بزمن وصول 3 دقائق 26
الشكل 9 : تحليل أقرب منشأتين خدميتين لكل نقطة مقترحة بمسافة وصول 1000 م 27
الشكل 10 : تحليل أقرب 3 منشآت صحية بزمن وصول 3 دقائق 28
الشكل 11 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت التعليمية بمسافة 500 متر 29
الشكل 12: فعالية الخدمة المغطاة للتعليم بمسافة وصول 500متر 29
الشكل 13 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت التعليمية بزمن وصول 5 دقائق 30
الشكل 14: فعالية الخدمة المغطاة للتعليم بزمن وصول 5 دقيقة 30
الشكل 15 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الصحية بمسافة 1000متر 31
الشكل 16 : فعالية الخدمة المغطاة للصحة بمسافة وصول 1000متر 32
الشكل 17 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الصحية بزمن وصول 3 دقائق 32
الشكل 18 : فعالية الخدمة المغطاة للصحة بزمن وصول 3 دقائق 33
الشكل 19 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الخدمية بمسافة وصول 1000 متر 34
الشكل 20 : فعالية الخدمة المغطاة للخدمات بمسافة وصول 1000متر 34
الشكل 21 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الخدمية بزمن وصول 5 دقائق 35
الشكل 22 : فعالية الخدمة المغطاة للخدمات بزمن وصول 5 دقائق 35
الشكل 23 : لقطة من برنامج الريفيت توضح تفاصيل الطرق والأرصفة والمناطق الخضراء 37
الشكل 24 : لقطة من برنامج الريفيت توضح مقطع لطبقات الطرق الاسفلتية والأرصفة 37
الشكل 25 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A 38
الشكل 26 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B 38
الشكل 27 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C 39
الشكل 28 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C,D 39
الشكل 29 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C,D,E 40
الشكل 30 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح ربط المهام بملف الريفيت حسب القطاعات 45
الشكل 31 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع قبل إضافة المخاطر 46
الشكل 32 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع بعد إضافة المخاطر 49
الشكل 33 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع مع تطبيق الإجراء الإداري للمخاطر 50
الشكل 34 : مقارنة بين الكلف للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر 52
الشكل 35 : تمثيل بياني لتسوية الموارد بالمشروع 52
الشكل 36 : مقارنة مدد مهام المشروع 54

قائمة الجداول

الجدول 1 : المؤلفين الأكثر استشهاداً في الدراسات السابقة 6
الجدول 2 : المؤلفين الأكثر إنتاجية للدراسات السابقة 7
الجدول 3 : الدراسات الرئيسية المشار إليها 7
الجدول 4 :المؤلفين الأكثر نشراً 7
الجدول 5 :عدد المقالات السنوية 7
الجدول 6: مرات التكرار للممارسات المستدامة 9
الجدول7: تفاصيل الممارسات المستدامة 9
الجدول 8 : جدول الكميات للمساحات والحجوم 40
الجدول 9 : جدول كميات المواد 41
الجدول 10 : الجدول الزمني مع الكلف والموارد 43
الجدول 11 : جدول ترميز المخاطر مع تأثيرها على المهام والإجراء الإداري المناسب للمخاطر مع تأثيره على المهام 46
الجدول 12 : مقارنة بين الكلف للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر 50
الجدول 13: مقارنة بين المدة للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر 53

ملخص البحث باللغة العربية

يتناول هذا البحث دراسة شاملة لإعادة تأهيل شبكة الطرق والبنية التحتية في مخيم اليرموك، وهو أحد المناطق المتضررة من النزاع المسلح. يهدف البحث إلى تقديم حلول مستدامة وشاملة باستخدام تقنيات متقدمة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونمذجة معلومات البناء(BIM) ، بهدف تحسين شبكة الطرق والخدمات الأساسية الأخرى في المخيم. يتطلع هذا البحث إلى توفير بيئة معيشية مستدامة للسكان من خلال إعادة تأهيل البنية التحتية بالشكل الذي يسهم في العودة إلى حياة طبيعية بعد سنوات من المعاناة بسبب النزاع.

بدأت الدراسة بتقييم الوضع الحالي للبنية التحتية في المخيم باستخدام تقنيات GIS لتحليل البيانات المكانية المتعلقة بشبكة الطرق والمنشآت والخدمات المتاحة. كما تم الاستفادة من تقنيات BIM لتصميم حلول مرنة وقابلة للتكيف مع احتياجات المجتمع المحلي، بحيث يتم مراعاة جميع العوامل المكانية والاجتماعية. إضافة إلى ذلك، تم تحليل المخاطر المرتبطة بتنفيذ مشاريع إعادة التأهيل باستخدام أداةSYNCHRO ، مما ساعد في تحديد الجدول الزمني الأمثل، وتوزيع الموارد بشكل فعال، والحد من التكاليف، بالإضافة إلى ضمان تحقيق نتائج مرضية في ظل الظروف الحالية.

كما قدم البحث مجموعة من التوصيات المستندة إلى التحليل المكاني والبيئي والاجتماعي، شملت زيادة عدد المنشآت التعليمية والصحية في المناطق التي تعاني من نقص شديد في هذه الخدمات. كما تم التأكيد على ضرورة تحسين وسائل النقل العامة في المخيم بما يضمن تسهيل التنقل بين المناطق المختلفة. إضافة إلى ذلك، تم اقتراح إعادة توزيع المنشآت الخدمية لتوفير الخدمات الأساسية بشكل متوازن وتلبية احتياجات أكبر عدد من السكان. وكانت التوصيات أيضًا موجهة إلى تحسين التنسيق بين مشاريع إعادة التأهيل المختلفة، بحيث يتم تنفيذ أعمال البنية التحتية بشكل متسلسل وبحيث لا تتداخل الأعمال مع بعضها البعض، مما يساهم في تسريع عمليات التنفيذ.

التوصيات الأخرى شملت ضرورة تطبيق تقنيات مستدامة في جميع مراحل المشروع، بدءًا من التصميم وصولاً إلى التنفيذ، مما يسهم في تقليل الآثار البيئية وتحقيق استدامة طويلة الأمد. كما تم التأكيد على أهمية إشراك المجتمع المحلي في عملية التخطيط والتنفيذ، مع تخصيص حملات توعية لزيادة الوعي بأهمية الحفاظ على البنية التحتية بعد إعادة تأهيلها. وعلاوة على ذلك، فإن التعاون مع المنظمات الإنسانية المحلية والدولية يعد جزءًا أساسيًا من عملية إعادة الإعمار لتأمين الموارد المالية والتقنية اللازمة.

ملخص البحث باللغة الإنكليزية Abstract:

This research provides a comprehensive study of the rehabilitation of road networks and infrastructure in the war-affected Yarmouk Camp. The aim of the research is to offer sustainable and holistic solutions by utilizing advanced technologies such as Geographic Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM) to enhance the road network and other essential services in the camp. The research seeks to provide a sustainable living environment for residents by rehabilitating infrastructure in a way that contributes to the restoration of normal life after years of hardship caused by the conflict.

The study begins with an assessment of the current state of the camp's infrastructure, utilizing GIS techniques to analyze spatial data related to the road network, facilities, and available services. BIM technology was also employed to design flexible and adaptable solutions that meet the needs of the local community while considering all spatial and social factors. Additionally, risk management models, particularly the SYNCHRO tool, were used to analyze potential risks associated with project implementation, helping to determine optimal timelines, allocate resources efficiently, and minimize costs while ensuring the desired outcomes are achieved under the current circumstances.

The research presented a set of recommendations based on spatial, environmental, and social analysis. These included increasing the number of educational and healthcare facilities in areas suffering from severe shortages of these services. There was also an emphasis on improving public transportation within the camp to facilitate easier movement between different areas. The recommendations further stressed the need to redistribute service facilities to ensure equitable access to basic services for a larger number of residents. Moreover, the research highlighted the importance of improving coordination between various rehabilitation projects to prevent overlap, which would ultimately speed up implementation.

Other key recommendations involved the application of sustainable technologies throughout the project's phases, from design to execution, reducing environmental impacts, and ensuring long-term sustainability. The research also stressed the importance of engaging the local community in the planning and execution process, alongside the need for awareness campaigns to promote the importance of maintaining the rehabilitated infrastructure. Furthermore, collaborating with local and international humanitarian organizations was highlighted as an essential part of the reconstruction process, as it would provide the necessary financial and technical resources to support the rehabilitation efforts.

1. الفصل الأول: المقدمة

1.1. المقدمة

تعد إعادة تأهيل البنى التحتية للمناطق المتضررة من الحروب من أبرز التحديات التي تواجه المجتمعات المتضررة[1]، حيث تحتاج هذه المناطق إلى استراتيجيات متكاملة تضمن استدامتها ومرونتها على المدى الطويل. من بين أهم العناصر التي تساهم في نجاح هذه العمليات هو تبني ممارسات مستدامة وإدارة المخاطر بشكل فعال. في هذا السياق، تكتسب مشاريع إعادة تأهيل شبكة الطرق والنقل في المناطق المتضررة أهمية خاصة، حيث تعد هذه الشبكات أساسًا حيويًا لضمان التواصل الفعّال والتنقل الآمن للمجتمعات المتأثرة[2].

الهدف من هذا البحث هو تسليط الضوء على أهمية تطبيق الممارسات المستدامة في مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية لهذه الشبكات، مع التركيز على كيفية استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM)لتطبيق هذه الممارسات وتقليل المخاطر التي قد تواجه المشروع. كما يسعى البحث إلى دراسة دور البرمجيات الحديثة في دعم هذه العمليات وتوفير أدوات متقدمة لإدارة المخاطر وتحقيق أهداف الاستدامة.

من خلال دراسة حالة "مخيم اليرموك" كمثال حي على المناطق المتضررة من الحرب حيث تتمثل أهميته بأنه يتبع لمحافظة دمشق تنظيميا وتكمن من خلال أهميته ما قبل الحرب حيث كان له أهمية كتجمع سكني يسكن فيه حوالي المليون نسمة وكان مركزا تجاريا يمثل سوقا تجاريا ضخما يخدم أهالي دمشق ويلبي كافة الطبقات المجتمعية، يهدف البحث إلى تحديد العوامل الحاسمة التي تساهم في تحسين عملية إعادة تأهيل البنية التحتية لشبكة الطرق والنقل، مع تقديم توصيات لتطبيق الممارسات المستدامة بشكل عملي وفعّال[2]. في هذا السياق، يتناول البحث المشكلات التي تحول دون تنفيذ هذه الممارسات، والسبل الممكنة لتجاوز هذه التحديات من خلال استخدام التكنولوجيا المتقدمة حيث تتلخص المشكلة البحثية بالتالي:

1.2. المشكلة البحثية

- الممارسات المستدامة في مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية للمناطق المتضررة غير مطبقة.
- عدم تطبيق أساليب إدارة المخاطر في الممارسات المستدامة.
- عدم وجود نمذجة للممارسات المستدامة بمشاريع إعادة تأهيل المناطق المتضررة من الحرب.

1.3. الأسئلة البحثية

- ما هي أفضل الممارسات المستدامة المطبقة لإعادة تأهيل البنى التحتية لشبكة الطرق والنقل في المناطق المتضررة.
- كيف يمكن نمذجة الممارسات المستدامة.
- ما هي أفضل الأساليب لإدارة مخاطر مشروع إعادة إعمار البنى التحتية لتكون مستدامة.
- ما هي أفضل البرمجيات المطبقة لنمذجة وإدارة مخاطر مشروع إعادة تأهيل بنى تحتية مستدامة للمناطق المتضررة.

1.4. الأهداف البحثية

يهدف البحث إلى:

- تحديد الممارسات المستدامة الأكثر ملاءمة لمشاريع البنى التحتية للمناطق المتضررة.
- تحديد آليات نمذجة الممارسات المستدامة لإعادة تأهيل البنى التحتية في شبكات الطرق والنقل.
- تحديد آليات تطبيق إدارة المخاطر لمشروع إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة.
- توصية بأفضل البرمجيات التي تقوم بنمذجة إعادة تأهيل شبكة الطرق المستدامة.

1.5. الإطار البحثي

يتمثل الإطار البحثي لهذا المشروع في استكشاف وتقييم استراتيجيات إعادة تأهيل البنى التحتية المستدامة لشبكة الطرق والنقل في المناطق المتضررة من الحروب[3]، مع التركيز على دراسة حالة "مخيم اليرموك". يتناول البحث القضايا والممارسات المتعلقة بتطبيق مبادئ الاستدامة واستخدام التكنولوجيا الحديثة، مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) وإدارة المخاطر، لضمان نجاح هذه المشاريع وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

من خلال تحليل المشكلات القائمة والتحديات التي تواجه عمليات إعادة التأهيل في المناطق المتضررة، يقدم البحث إطارًا شاملاً يعتمد على الممارسات المستدامة والتكنولوجيا المتقدمة. يهدف البحث إلى تقديم توصيات علمية وعملية لتحسين البنية التحتية وضمان استدامتها عبر توظيف أساليب فعالة لإدارة المخاطر[4] وتعزيز التعاون بين مختلف الجهات المعنية.

1.6. أهمية البحث النظرية والعملية

أهمية البحث من الناحية النظرية:

يعتبر هذا البحث إضافة قيمة للمعرفة العلمية في مجال إعادة تأهيل البنية التحتية للمناطق المتضررة من الحروب، حيث يركز على دمج ممارسات البناء المستدام باستخدام تقنيات متقدمة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) وإدارة المخاطر[5]. من خلال هذا البحث، يتم إثراء الفهم الأكاديمي حول كيفية تطبيق هذه التقنيات في تحسين فعالية وكفاءة مشاريع إعادة الإعمار، مما يعزز استدامتها على المدى الطويل. كما يساهم البحث في توسيع الفهم حول أساليب إدارة المخاطر وكيفية تقليص التحديات التي قد تعترض سير المشاريع، مقدماً حلولاً علمية مبتكرة تسهم في ضمان نجاح هذه المشاريع وتحقيق استدامتها.

علاوة على ذلك، يقدم هذا البحث إضافة متميزة للأدبيات العلمية في مجالات الهندسة المعمارية والهندسة المدنية. من خلال دمج الاستدامة مع تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) وإدارة المخاطر، يوفر هذا البحث مرجعًا علميًا يمكن أن يساهم في تطوير أبحاث أخرى في هذا المجال. كما يشكل إضافة قوية للباحثين والطلاب المهتمين بهذا التخصص، ويعزز من قاعدة المعرفة الأكاديمية حول كيفية التكيف مع احتياجات إعادة تأهيل المناطق المتضررة من الحروب باستخدام أساليب وتقنيات مبتكرة[6].

أهمية البحث من الناحية العملية:

من الناحية العملية، يقدم هذا البحث حلولًا فعالة لتحسين عمليات إعادة تأهيل البنية التحتية في المناطق المتضررة من الحروب. من خلال تطبيق ممارسات البناء المستدام، يضمن البحث استدامة ومرونة هذه المشاريع على المدى البعيد، مما يساعد على ضمان توافق المشاريع مع المعايير البيئية والاجتماعية والاقتصادية. هذه الممارسات تسهم في تقديم بنية تحتية قادرة على التحمل والاستمرارية، مما يعود بالنفع على المجتمعات المحلية ويعزز قدرتها على مواجهة تحديات المستقبل.

يعد هذا البحث أيضًا مرشدًا مهمًا لصناع القرار في المؤسسات الحكومية والخاصة، حيث يقدم إطارًا عمليًا لتطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريع إعادة التأهيل[7]. من خلال هذه الأدوات، يمكن للمؤسسات اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن كيفية إدارة وتنفيذ مشاريع إعادة التأهيل بشكل ناجح. كما يقدم البحث حلولًا لإدارة المخاطر، مما يساعد في تجنب التحديات المحتملة التي قد تؤثر على سير المشروع. من خلال تطبيق هذه الحلول، يصبح من الممكن تحسين الجدولة الزمنية وتقليل التكاليف المرتبطة بالمشاريع، مما يعزز من كفاءة تنفيذها[8].

إضافة إلى ذلك، يعزز البحث من قدرة المجتمعات المحلية على المشاركة في عملية إعادة تأهيل بنيتها التحتية[9]، حيث يساهم في توفير بيئة مستدامة وآمنة تلبي احتياجات السكان. يساهم هذا البحث في تحسين نوعية الحياة في هذه المجتمعات من خلال توفير منشآت خدمية

تسهم في تحسين الوضع الاجتماعي والاقتصادي للسكان. كما يساعد في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال التركيز على استدامة مشاريع إعادة التأهيل وتوفير بنية تحتية مرنة قادرة على التكيف مع متغيرات المستقبل[10]، مما يسهم في تحسين الوضع البيئي والاقتصادي على المدى الطويل.

1.7. هيكلية البحث

- **الفصل الأول:**

الفصل الأول يمثل مدخلًا أساسيًا للبحث، حيث يقدم نظرة شاملة عن أهمية إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة من الحروب، مع التركيز على شبكات الطرق والنقل. يبدأ هذا الفصل بمقدمة حول تحديات إعادة التأهيل التي تواجه هذه المناطق، والضرورة الملحة لتطبيق ممارسات مستدامة لضمان استدامة المشاريع ومرونتها على المدى الطويل[11]. كما يتطرق إلى الهدف الرئيسي من البحث، وهو استكشاف استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) وإدارة المخاطر لدعم عملية إعادة التأهيل، مع التركيز على دراسة حالة مخيم اليرموك كمثال على منطقة متضررة تحتاج إلى إعادة تأهيل.

يتناول هذا الفصل أيضًا المشكلة البحثية من خلال طرح التساؤلات المتعلقة بالممارسات المستدامة، وإدارة المخاطر، وأفضل الطرق والبرمجيات لتطبيق هذه الممارسات. كما يتم تحديد الأهداف البحثية، التي تشمل تحديد الممارسات المستدامة، وتطبيقها في مشاريع البنى التحتية، وإدارة المخاطر المرتبطة بهذه المشاريع، مما يتيح إطارًا شاملًا لدراسة الحالة وتحليل المشكلات المرتبطة بإعادة التأهيل.

ويختتم الفصل بالإطار البحثي، الذي يوضح سياق الدراسة وأهمية البحث من الناحيتين النظرية والعملية، حيث يقدم إضافة جديدة للأدبيات العلمية ويساعد في تحسين عملية إعادة التأهيل بشكل فعّال ومستدام، بالإضافة إلى دوره في دعم اتخاذ القرارات المؤسسية وتوفير حلول فعالة لإدارة المخاطر وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

- **الفصل الثاني:**

يستعرض الإطار النظري للبحث، حيث يناقش أهمية إعادة تأهيل البنية التحتية في المناطق المتضررة من الحروب باستخدام ممارسات مستدامة وتقنيات إدارة المخاطر. يركز الفصل على تحليل تأثير الممارسات المستدامة على مشاريع إعادة تأهيل شبكات الطرق والنقل، مع التركيز على دور تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) وإدارة المخاطر في تحسين الأداء البيئي، الاقتصادي، والاجتماعي. من خلال مراجعة الأبحاث السابقة، يتم تحليل البيانات الببليومترية والنوعية لاستخلاص الممارسات المستدامة الأكثر فعالية. كما يناقش الفصل المتغيرات الرئيسية والوسيطة والمستقلة التي تؤثر على نجاح مشاريع إعادة التأهيل، مع توضيح كيفية تأثير العوامل التقنية والإدارية والسياسات الحكومية على تحقيق الاستدامة في هذه المشاريع.

- **الفصل الثالث:**

يقدم الفصل الثالث توضيحًا للمنهجية المتبعة في إعادة تأهيل شبكة الطرق والبنية التحتية في مخيم اليرموك المتضرر باستخدام ممارسات الاستدامة وتقنيات النمذجة (BIM) والتحليل الشبكي المكاني (GIS) يشمل البحث دراسة تحليلية للمخطط التنظيمي السابق للمخيم وتقسيم شبكة الطرق إلى خمسة قطاعات رئيسية. كما استخدمت التحليلات الشبكية لتقييم توزيع المنشآت الخدمية والصحية والتعليمية، وتحليل المخاطر المتوقعة وتحديد الجداول الزمنية وتقدير التكاليف باستخدام أدوات مثل برنامج Revit و SYNCHRO إضافة إلى ذلك، تم إجراء مناقشات حول التحليلات التي تم تنفيذها عبر هذه البرامج، مع استعراض النتائج التي ظهرت بعد الانتهاء من العمل عليها. وتضمنت هذه النتائج تقييم فعالية الخطة من حيث الاستدامة والكفاءة في استخدام الموارد. يهدف البحث في النهاية إلى تعزيز فعالية التخطيط والتنفيذ للمشروع بما يتوافق مع أهداف الاستدامة وتحقيق كفاءة أكبر في استخدام الموارد[12].

- **الفصل الرابع:**

يتم فيه مناقشة النتائج المستخلصة من تطبيق تقنيات إدارة المخاطر والنمذجة الرقمية في إعادة تأهيل شبكة الطرق في مخيم اليرموك. يتم تحليل الممارسات المستدامة الأكثر ملاءمة لمشاريع البنى التحتية في المناطق المتضررة، مع التركيز على استخدام برامج مثل SYNCHRO وREVIT و GIS. كما واستعراض نتائج تحليل استخدام هذه البرامج لتحقيق أهداف الاستدامة، بدءًا من تحسين توزيع الموارد والخدمات، وصولًا إلى تقليل الهدر وزيادة كفاءة التنفيذ. كما يتم مناقشة كيفية تطبيق إدارة المخاطر عبر هذه الأدوات لضمان سير العمل بشكل مستدام وضمن الجدول الزمني المحدد. في الختام، يتم تقديم توصيات بأفضل البرمجيات المستخدمة في نمذجة إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة بناءً على نتائج البحث.

- **الفصل الخامس:**

في هذا الفصل، سيتم عرض حدود البحث التي تشمل القيود المكانية والجغرافية والاجتماعية، حيث تم الإشارة إلى التحديات التي واجهت الدراسة في تحليل إعادة تأهيل البنى التحتية في مخيم اليرموك. سيتم مناقشة القيود المتعلقة بالبيانات المتاحة قبل الحرب، والتغيرات الاجتماعية والبيئية التي لم يتم أخذها بالكامل في الاعتبار. بعد ذلك، سيتم استعراض التوصيات المستخلصة من نتائج البحث، والتي تركز على تحسين وتوزيع المنشآت الخدمية والتعليمية والصحية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات مستدامة وتنسيق تنفيذ المشاريع. سينتهي الفصل بتأكيد أهمية استدامة المشاريع وتحقيق التوازن بين مختلف العوامل التي تساهم في نجاح إعادة التأهيل[13].

2. الفصل الثاني: الإطار النظري

2.1. المقدمة

تعتبر إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة من الحروب من المواضيع الحيوية التي تتطلب تطبيق ممارسات مستدامة لضمان تحسين فعالية وكفاءة المشاريع في هذه المناطق. يركز البحث الحالي على تأثير تطبيق المعايير المستدامة في مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية، وخاصة شبكات الطرق والنقل، في المناطق المتضررة من الحروب، مثل مخيم اليرموك. يتطلب هذا المجال معالجة العديد من التحديات التي تواجه إعادة الإعمار، مثل نقص الموارد والكفاءات، والحاجة إلى تقنيات إدارة مخاطر متطورة لضمان نجاح هذه المشاريع[14].

تهدف هذه المراجعة إلى توفير إطار شامل لتقييم التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية للممارسات المستدامة في إعادة تأهيل شبكات الطرق والنقل. من خلال تحليل الدراسات السابقة باستخدام طرق التحليل النوعي والكمّي، يتم تحديد الممارسات والمبادئ المستدامة التي تتعلق بمشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة من الحروب. كما يتم مقارنة الأساليب المختلفة لإدارة المخاطر وتقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) في هذه المشاريع.

تشير نتائج الدراسات السابقة إلى أن تطبيق المعايير المستدامة في مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية يمكن أن يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل المخاطر البيئية والاجتماعية، مما يعزز من قدرة المناطق المتضررة على التعافي بشكل مستدام. كما تبين أن دمج تقنيات مثل (BIM) وإدارة المخاطر الفعالة يمكن أن يسهم في تسريع عمليات إعادة الإعمار وتقليل التكاليف على المدى الطويل.

تهدف هذه التحليلات النوعية والكمية إلى استخلاص نتائج وتوصيات تسهم في تحسين ممارسات إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة من الحروب، وتوجيه مشاريع إعادة تأهيل شبكات الطرق نحو تبني تقنيات مستدامة تساهم في تحقيق التنمية المستدامة المتكاملة في هذه المناطق.

2.2. شرح المتغير التابع \ المشكلة الرئيسية \ المتغير الرئيسي في البحث

1. المتغير التابع:

المتغير التابع هو "إعادة تأهيل البنية التحتية لشبكة الطرق والنقل في المناطق المتضررة".

أي أن البحث يهدف إلى دراسة كيفية تأثير تطبيق ممارسات مستدامة (المتغيرات المستقلة) على إعادة تأهيل البنية التحتية (المتغير التابع). يشمل ذلك تخطيط، تصميم، ودراسة تنفيذية وإدارة مخاطر مشروع إعادة التأهيل لشبكة الطرق والنقل في مخيم اليرموك بسبب الحرب.

2. المشكلة الرئيسية:

المشكلة الرئيسية هي وجود عدة تحديات في مشروع إعادة تأهيل شبكة طرق مستدامة بمخيم اليرموك، مثل:

عدم تطبيق ممارسات مستدامة: حيث تفتقر المشاريع إلى تطبيق أساليب تضمن استدامة بيئية واجتماعية واقتصادية في المدى البعيد.

عدم وجود إدارة مخاطر فعّالة: بمعنى أن مشاريع إعادة التأهيل قد تواجه أخطاء كبيرة أو تأخيرات بسبب عدم تضمين أساليب إدارة المخاطر بشكل كافٍ.

عدم وجود نمذجة دقيقة للممارسات المستدامة: أي أن هناك نقص في استخدام الأدوات والتقنيات الحديثة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) لتخطيط وتنفيذ المشاريع.

3. المتغير الرئيسي:

المتغير الرئيسي الذي يتم دراسته هو "الممارسات المستدامة في إعادة تأهيل شبكة الطرق والنقل".

يتمثل هذا المتغير في مجموعة من الأساليب والممارسات التي تُعتبر ضرورية لضمان استدامة إعادة تأهيل البنية التحتية. تتضمن هذه الممارسات الاستراتيجيات البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية التي تساعد في بناء بنية تحتية مرنة، مستدامة، وقادرة على مواجهة التحديات المستقبلية.

2.3. التحليل الكمي للأبحاث السابقة

جمع البيانات الببليومترية

تعتبر البيانات الببليومترية أداة هامة لتحليل الأدبيات الأكاديمية وتحديد الاتجاهات البحثية في مجال معين. في هذا البحث، تبدأ عملية جمع البيانات الببليومترية من خلال قواعد البيانات الأكاديمية الرئيسية مثل سكوبس وويب أوف ساينس، حيث يتم استخدام كلمات مفتاحية ذات صلة بالموضوع، مثل "إعادة تأهيل البنى التحتية"، "شبكات الطرق"، و"الاستدامة في البنية التحتية". يتم تصنيف البيانات حسب نطاق زمني محدد لتحليل تطور الأبحاث في هذا المجال على مر الزمن. كما يتم دراسة الاقتباسات لتحديد الدراسات الأكثر تأثيرًا في هذا المجال، مما يساعد في تحديد الأبحاث الرئيسية التي تعتبر مرجعًا أساسيًا في إعادة تأهيل البنى التحتية المستدامة.

الكلمات المفتاحية:

- Rehabilitation.
- Sustainable.
- Infrastructure.
- Road Networks.

مراجعة الأدبيات:

✓ **الاستدامة :**

تشير كلمة "الاستدامة" في الأصل إلى "الدعم" أو "الحمل" لفترة طويلة من الزمن[15]. هذا المعنى يُشكل الأساس الذي تطور منه المفهوم الحديث للاستدامة، والذي يشير إلى القدرة على الاستمرار أو الحصول على الدعم مع مرور الوقت دون استنزاف الموارد أو التسبب في ضرر طويل الأمد. تعني الاستدامة القدرة على مواصلة نشاط معين دون أن يؤدي ذلك إلى استنزاف الموارد أو تدهور البيئة أو إحداث تأثيرات سلبية على الأجيال القادمة[16] بعبارة أخرى، تتمحور الاستدامة حول تحقيق توازن بين احتياجات الحاضر والقدرة على تلبية احتياجات المستقبل. وهي تتضمن استخدام الموارد الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية بطريقة تضمن استمرار توفر هذه الموارد للأجيال القادمة، دون الإضرار بالقدرة البيئية أو الاجتماعية أو الاقتصادية.

✓ **إعادة تأهيل شبكة الطرق:**

إعادة تأهيل شبكات الطرق في البنية التحتية هي عملية تحسين وتجديد الطرق والمرافق المرتبطة بها بهدف استعادة أو تعزيز وظيفتها وكفاءتها[17]. يشمل ذلك إصلاح الأضرار التي تلحق بالطرق نتيجة العوامل البيئية أو التآكل الطبيعي أو الحروب أو الكوارث.

✓ **الاستدامة في شبكة الطرق:**

تشير الاستدامة في شبكات الطرق إلى تصميم الطرق وبنائها وصيانتها بطريقة تحافظ على الموارد وتقلل من التأثيرات البيئية طويلة الأمد[18]. يهدف هذا المفهوم إلى تحسين كفاءة استخدام المواد والطاقة، وتقليل الانبعاثات الضارة، وتعزيز سلامة الطرق مع ضمان تلبية البنية التحتية لاحتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية. تشمل الاستدامة في هذا السياق استخدام تقنيات ومواد صديقة للبيئة، والصيانة الوقائية، وتطبيق الابتكارات التكنولوجية لتحسين أداء الطرق وتقليل تكاليف الصيانة وتقليل التأثيرات البيئية[19].

الجدول 1 : المؤلفين الأكثر استشهاداً في الدراسات السابقة

Cites	Authors
67	J Santos, C Torres-Machi, S Morillas…
19	H Naseri, A Golroo, M Shokoohi…
7	KA Abaza
4	A Bakó, L Gáspár
4	H Naseri, A Aliakbari, MA Javadian, A Aliakbari…

الجدول2 : المؤلفين الأكثر إنتاجية للدراسات السابقة

A.Count	Authors
28	A Bakó, L Gáspár
21	KA Abaza
14	H Naseri, A Golroo, M Shokoohi…
3	J Santos, C Torres-Machi, S Morillas…

الجدول 3 : الدراسات الرئيسية المشار إليها

Cites	Title	
67	A fuzzy logic expert system for selecting optimal and sustainable life cycle maintenance and rehabilitation strategies for road pavements	2022
19	Sustainable pavement maintenance and rehabilitation planning using the marine predator optimization algorithm	2024
7	Simplified Markovian-based pavement management model for sustainable long-term rehabilitation planning	2023
4	Development of a Sustainable Optimization Model for the Rehabilitation of Transport Infrastructure	2018
4	A novel technique for multi-objective sustainable decisions for pavement maintenance and rehabilitation	2024

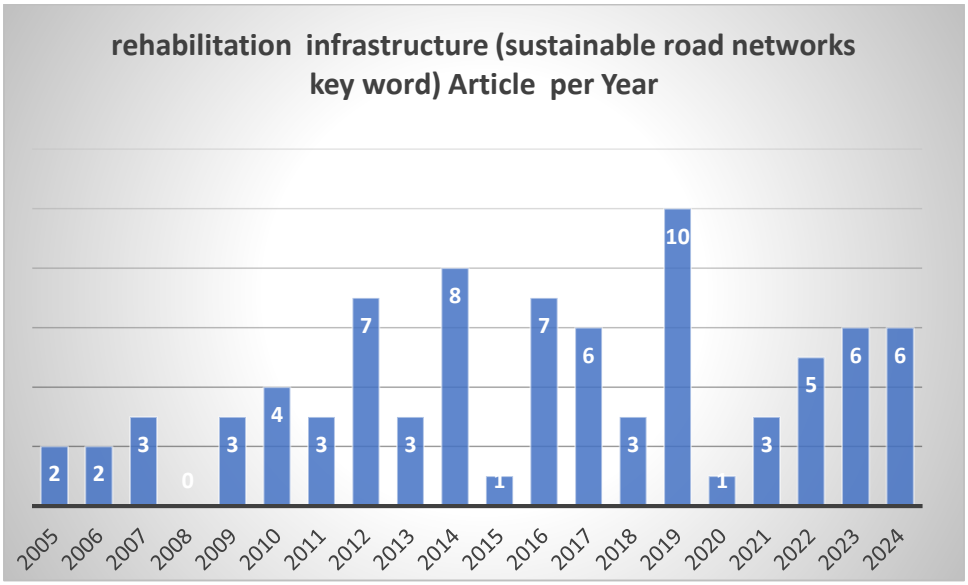
الجدول 4 : المؤلفين الأكثر نشراً

Cites	Title
67	Taylor &Francis
19	Taylor &Francis
7	Taylor &Francis
4	epa.niif.hu
4	Elsevier

الجدول 5 : عدد المقالات السنوية

rehabilitation infrastructure (sustainable road networks key word)	
Year	Article Count
2005	2
2006	2
2007	3
2008	0
2009	3
2010	4
2011	3

2012	7
2013	3
2014	8
2015	1
2016	7
2017	6
2018	3
2019	10
2020	1
2021	3
2022	5
2023	6
2024	6



الشكل 1 : عدد المقالات السنوية

2.1. التحليل النوعي للأبحاث السابقة (تحليل المحتوى)

جمع البيانات النوعية

تم تحليل البيانات النوعية من خلال مراجعة الأوراق البحثية الأكثر اقتباسًا واستخلاص النتائج منها[20]. تم تحديد الممارسات المستدامة المتكررة في هذه الدراسات وتصنيفها بناءً على عدد مرات تكرارها في الأبحاث المدروسة. ومن خلال هذا التحليل، تم تحديد الممارسات المستدامة الأكثر شيوعًا وأهمية. تكمن أهمية هذا النوع من التحليل في قدرته على توفير نظرة شاملة للاتجاهات والممارسات الأكثر تأثيرًا في مجال الاستدامة[21]، مما يساهم في توجيه صناع القرار والمهندسين نحو تبني الحلول الأكثر فعالية وملاءمة في مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية.

الجدول 6: مرات التكرار للممارسات المستدامة

رقم	الممارسة المستدامة	مرات التكرار
1	الصيانة الوقائية	3
2	تقليل انبعاثات غازات الدفيئة (GHGs)	2
3	إعادة تأهيل الأرصفة الكبرى	2
4	استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ	1
5	تقليل تقلبات التكلفة	1
6	تعزيز العدالة الاجتماعية	1
7	تحسين السلامة	1
8	تحسين جدول الترميم طويل المدى	1
9	التحليل باستخدام نماذج ماركوف	1
10	استخدام بيانات الأداء التاريخية	1
11	إدارة أصول النقل	1
12	نماذج الصيانة المتكاملة	1
13	التحسين المستمر لنظام إدارة النقل	1
14	الاستدامة في تخصيص الأموال	1
15	استخدام البيانات والبرمجيات للتخطيط طويل المدى	1
16	الإصلاحات الخفيفة والمتوسطة	1
17	"تقليل "عدم القيام بأي شيء	1

الجدول7: تفاصيل الممارسات المستدامة

رقم	الممارسة المستدامة	الوصف	الفئة	مرات التكرار
1	الصيانة الوقائية	تنفيذ صيانة وقائية دورية للحد من التدهور المستمر للأرصفة وتقليل تكاليف الإصلاح على المدى الطويل.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	3
2	تقليل انبعاثات غازات الدفيئة (GHGs)	استخدام تقنيات مستدامة لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون في عمليات الصيانة والإصلاح.	ممارسات مستدامة في إعادة تأهيل الطرق	2
3	إعادة تأهيل الأرصفة الكبرى	تطبيق العلاجات الكبرى على الأرصفة المتدهورة باستخدام مواد وتقنيات مبتكرة.	ممارسات مستدامة في إعادة تأهيل الطرق	2
4	استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ	تطبيق الخوارزميات المتقدمة لتحسين عمليات اتخاذ القرار في الصيانة والتنبؤ بتدهور الرصف.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1
5	تقليل تقلبات التكلفة	التحكم في تقلبات الميزانية بحيث لا تزيد عن 25% سنويًا لتحقيق استدامة التمويل.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
6	تعزيز العدالة الاجتماعية	تحسين العدالة الاجتماعية وتقليل الفجوة بين المناطق ذات الازدحام العالي والمنخفض.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1
7	تحسين السلامة	تحسين السلامة بنسبة 2.5% بتقليل الحوادث في الأقسام ذات الحركة المرورية العالية.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1
8	تحسين جدول الترميم طويل المدى	تعديل الجداول الزمنية للإصلاح لتحقيق التوازن بين التكاليف والأداء المستدام.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1

9	التحليل باستخدام نماذج ماركوف	استخدام نموذج ماركوف لتحليل أداء الأرصفة وتحديد الأنماط المثلى من حيث التكلفة والعمر الافتراضي.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
10	استخدام بيانات الأداء التاريخية	الاعتماد على البيانات الفعلية لمشاريع سابقة لتحديد الجداول الزمنية والعلاج المناسب.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1
11	إدارة أصول النقل	تحسين نماذج إدارة أصول النقل بما يتناسب مع المعايير البيئية.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
12	نماذج الصيانة المتكاملة	استخدام نماذج صيانة تأخذ في الحسبان الصيانة طويلة الأمد للبنية التحتية.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
13	التحسين المستمر لنظام إدارة النقل	تطوير مستمر لأساليب استثمار الموارد بناءً على تحليل بيانات دقيقة.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
14	الاستدامة في تخصيص الأموال	تخصيص الأموال بشكل مستدام بناءً على الأولويات الاقتصادية والبيئية.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
15	استخدام البيانات والبرمجيات للتخطيط طويل المدى	استخدام نماذج حاسوبية لتحليل البيانات وتوجيه استثمارات المستقبل.	ممارسات مستدامة في إدارة صيانة الطرق	1
16	الإصلاحات الخفيفة والمتوسطة	أعمال صيانة تستهدف إصلاح التلف المحدود مثل التغطية بالأسفلت أو الترقيع.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1
17	تقليل "عدم القيام بأي شيء"	تقليل العمليات التي تتضمن عدم القيام بأي إصلاحات مما يسهم في تحسين حالة الطرق.	ممارسات مستدامة في صيانة الأرصفة	1

2.2. شرح النظريات أو النماذج البحثية ذات الصلة

الدراسات السابقة: لقد تم دراسة خمس أبحاث مشابهة وهي:

- **A fuzzy logic expert system for selecting optimal and sustainable life cycle maintenance and rehabilitation strategies for road pavements**

ملخص البحث:

تعتبر الأرصفة الطرقية القديمة والميزانيات غير الكافية للصيانة، إلى جانب تزايد القلق حول القضايا البيئية المتعلقة بالنقل، تحديات إضافية لوكالات الطرق السريعة. يمكن استخدام تقنيات التحسين متعدد الأهداف لمعالجة هذه الجوانب المتعددة في وعلى عكس مشاكل التحسين أحادية الهدف، حيث يكون الحل .(M&R) تصميم استراتيجيات صيانة وإعادة تأهيل الأرصفة الوحيد هو الأمثل، فإن حلول مشاكل التحسين متعدد الأهداف تتكون من مجموعة من الحلول غير المهيمنة، التي يشار إليها عادةً بمجموعة الحلول المثلى لباريتو. تمثل هذه المجموعة التوازن بين الأهداف المختلفة والمتعارضة في كثير من الأحيان، وغالبًا ما تتألف من عدد كبير من العناصر.

يقدم هذا البحث تطوير وتطبيق نظام خبير يعتمد على المنطق الضبابي لاختيار حل واحد من مجموعة باريتو الناتجة عن التحسين متعدد الأهداف لاستراتيجيات صيانة الأرصفة المستدامة وإعادة تأهيلها. يوفر النظام لأصحاب القرار منهجية سهلة وبديهية لاختيار الحل الأكثر تفضيلًا وفقًا لمعايير الاستدامة. تم تطبيق النظام المقترح على دراسة حالة من فرنسا. بعد ذلك، تم تحليل استراتيجيات مختلفة تعكس تفضيلات صانع القرار تجاه الأهداف الاقتصادية والبيئية. تم استنتاج التوصيات والنتائج لتحسينات مستقبلية بناءً على هذه الدراسة.

- Sustainable pavement maintenance and rehabilitation planning using the marine predator optimisation algorithm

ملخص البحث:

أصبحت استدامة الأرصفة، خاصة في جدولة الصيانة وإعادة التأهيل(M&R) ، مصدر قلق كبير وحظيت باهتمام محدود في الدراسات السابقة. لذلك، هدفت هذه الدراسة إلى تطوير تحسين جدولة الصيانة وإعادة التأهيل بناءً على الاستدامة. ولهذا الغرض، تم تقديم مؤشر استدامة جديد تم فيه مراعاة جميع جوانب التنمية المستدامة، بما في ذلك تكاليف الوكالة المسؤولة عن الطرق، التأثيرات البيئية، والتأثيرات الاجتماعية. تم استخدام نموذج تقليدي لتقييم فعالية النموذج المستدام. كما تم إدخال قيدين جديدين لتقليل تقلبات الميزانية ولعدم تطبيق علاجات الصيانة وإعادة التأهيل لسنتين متتاليتين لجعل النموذج عمليًا. من ناحية أخرى، تواجه الوكالات المسؤولة عن الطرق شبكات واسعة النطاق، حيث يكون تحسين جدولة الصيانة وإعادة التأهيل معقدًا من الناحية الحسابية. لذلك، تم تطبيق خوارزمية استدلالية قوية وجديدة تسمى "خوارزمية المفترس البحري (MPA) "لحل مشكلة جدولة الصيانة وإعادة التأهيل للأرصفة. تم تحليل شبكة أرصفة واسعة النطاق تضم 110 أقسام على مدى خطة لمدة خمس سنوات كدراسة حالة. أشارت النتائج إلى أن استخدام النموذج المستدام بدلاً من النموذج التقليدي يؤدي إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 6.5%. علاوة على ذلك، يُحسّن النهج المستدام من مؤشرات العدالة والسلامة بنسبة 40.7% و2.5% على التوالي مقارنةً بالعلاج التقليدي. ومع ذلك، ارتفعت تكاليف الوكالة المسؤولة عن الطرق بنسبة 1.1% عند استخدام النموذج المستدام.

- Simplified Markovian-based pavement management model for sustainable long-term rehabilitation planning

ملخص البحث:

تم اقتراح نموذج مبسط لإدارة الرصف لتطوير جدول إعادة تأهيل طويل الأمد للرصف المرن. يستخدم النموذج نموذج ماركوف الزمني المتقطع للتنبؤ بتدهور أداء الرصف الأصلي والمُعاد تأهيله. الهدف الرئيسي من النموذج المقترح هو إنتاج دورات إعادة تأهيل سنوية مثلى خلال فترة تحليل محددة. يتم تحقيق هذا الهدف من خلال تحسين مؤشر التكلفة الفعّالة الذي يُعرّف على أنه نسبة التحسن المتوقع في الأداء إلى تكلفة إعادة التأهيل السنوية. يسعى النموذج بالتالي إلى إيجاد دورة إعادة التأهيل السنوية المثلى التي تعظم تحسين حالة الرصف وتقلل من تكلفة إعادة التأهيل. يخضع النموذج الأمثل لعدد من القيود، بما في ذلك القيود على عدم السلبية، وقيود الحد الأقصى لقيم المتغيرات، وقيود الميزانية. ومع ذلك، يتم تضمين متغيرات إعادة التأهيل في احتمالات الحالة بدلاً من مصفوفة الانتقال عند التنبؤ بتدهور الرصف المُعاد تأهيله في المستقبل. يمكن حل النموذج الأمثل بسهولة باستخدام طريقة البحث الشامل نظرًا لاستخدامه عددًا محدودًا من متغيرات إعادة التأهيل. تم تقديم دراستين للحالة لتوضيح الاستخدامات المحتملة للنموذج المقترح. تناولت الدراسة الأولى العلاقة بين مستويات الميزانية المختلفة وأداء الرصف المستدام على المدى الطويل، بينما بحثت الدراسة الثانية فعالية تكلفة عمليات إعادة التأهيل الفردية على المدى الطويل. بشكل عام، أكدت النتائج الموضوع المشهور "طرق أفضل بتكاليف أقل."

- Development of a Sustainable Optimization Model for the Rehabilitation of Transport Infrastructure

ملخص البحث:

منذ نحو عشرين عامًا، بدأت الأنشطة البحثية التي تهدف إلى تطوير استراتيجيات (نماذج) الصيانة والتأهيل الأمثل للطرق والجسور في عدة دول، بما في ذلك المجر. في النماذج الأجنبية الأولى، كان التدهور يعتمد على الوقت ومعلمات أخرى باستخدام مصفوفات احتمالية الانتقال لماركوف. وبسبب عدم دقة وتناقضات النماذج السابقة، تم تحديث هذه النماذج بشكل مستمر من قبل العديد من الباحثين حول العالم. علاوة على ذلك، ظهرت نماذج جديدة يمكنها وأنظمة (PMS) وصف العمليات الفعلية بشكل أكثر دقة. ركزت أعمال البحث للمؤلفين على أنظمة إدارة الرصف نظرًا لأن التمويل المشترك للطرق والجسور أمر شائع، فقد طور المؤلفون نموذجًا مشتركًا .(BMS) إدارة الجسور لإدارة الرصف والجسور، مما يزيد من الاستخدام الفعال للأموال المتاحة.

- A novel technique for multi-objective sustainable decisions for pavement maintenance and rehabilitation

ملخص البحث:

للحفاظ على الطرق في حالة جيدة مع مراعاة التكاليف المالية والاستدامة، من الضروري تطوير خطة شاملة لإدارة الطرق. تتكون صيانة وإعادة تأهيل الطرق (M&R) من عنصرين أساسيين: أولاً، التنبؤ بحالة الطريق خلال فترة زمنية محددة، وثانيًا، استخدام خوارزمية تحسين مناسبة. استخدمت هذه الدراسة ثلاث تقنيات للتعلم الجماعي تشمل التعزيز المتطرف، والتعزيز الفئوي، وآلة التعزيز الخفيف لتطوير تنبؤات دقيقة حول حالة الطريق. بعد ذلك، تم دمج التقنية الأكثر دقة، وهي

التعزيز المتطرف، مع خوارزمية الجينات المتعددة الترتيبات غير المسيطرة، وهي خوارزمية تحسين متعددة الأهداف، مما أدى إلى تقنية هجينة تقدم تخطيطًا دقيقًا للصيانة وإعادة التأهيل متعدد الأهداف.

على الرغم من أن الدراسات السابقة قد تجاهلت معايير مهمة مثل إغلاق الطرق في عملية التحسين، إلا أن هذه الدراسة تأخذ في الاعتبار أربعة أهداف، وهي: انبعاثات غازات الدفيئة، وتكاليف الصيانة والإعادة التأهيل، وحالة الطريق، وإغلاق الطرق، ويتم تقليلها على مدار برنامج يمتد لخمس سنوات. أنتجت هذه العملية 52 حلًا مثاليًا غير مسيطر عليه يعرف بواجهة باريتو. لمقارنة وترتيب خطط الصيانة والإعادة التأهيل المثلى، تم استخدام التحليل الرمادي للعلاقات.

أظهرت النتائج وجود علاقة مباشرة بين تكاليف الصيانة والإعادة التأهيل وانبعاثات غازات الدفيئة. إن تقليل حالة الطريق فقط في التخطيط قد يؤدي إلى زيادة كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة وتكاليف الصيانة والإعادة التأهيل وإغلاق الطرق. يمكن أن يؤدي تنفيذ إجراءات الصيانة والإعادة التأهيل الوقائية إلى تقليل تكاليف الصيانة والإعادة التأهيل وإغلاق الطرق بشكل عام، بينما يُوصى باستخدام إجراءات إصلاح خفيفة ومتوسطة لتحسين حالة الطرق.

2.3. شرح المتغيرات الوسيطة التي تؤثر على المتغير التابع بشكل مباشر:

المتغيرات الوسيطة التي تؤثر على المتغير التابع في البحث تتعلق بعوامل تقنية وإدارية ومجتمعية تسهم في تحسين أو تقليل أداء مشاريع إعادة تأهيل البنية التحتية المستدامة. هذه المتغيرات الوسيطة تعمل كعوامل مؤثرة على أداء المشروع من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية (المتغير التابع)، وتشمل:

1) نمذجة معلومات البناء (BIM):
- تأثيرها المباشر: تعد تقنية نمذجة معلومات البناء أداة محورية في تحسين كفاءة إدارة المشروع من خلال توفير بيانات دقيقة تسهم في تقليل التكاليف، تحسين التخطيط الزمني، وتقليل الهدر. من خلال استخدام (BIM)، يمكن تعزيز جودة التصميم والتنفيذ مما ينعكس إيجابًا على الأداء البيئي وتقليل التأثير السلبي على الموارد.
- دورها كمتغير وسيط:(BIM) يؤثر على المتغير التابع بشكل مباشر عبر تحسين الكفاءة وتوفير معلومات دقيقة تسهم في اتخاذ قرارات مستدامة.

2) إدارة المخاطر
- تأثيرها المباشر: يعتبر تطبيق استراتيجيات فعالة لإدارة المخاطر أمرًا حيويًا لضمان سير المشاريع وفقًا للجدول الزمني المحدد مع تقليل التحديات التي قد تواجهها. التحكم في المخاطر يسهم في تقليل التكاليف الإضافية وتحسين استمرارية المشروع.
- دورها كمتغير وسيط: تؤثر إدارة المخاطر على الأداء الاقتصادي والاجتماعي للمشروع عبر تقليل الفجوات التشغيلية والتكاليف غير المتوقعة التي قد تؤدي إلى تأخير المشروع أو زيادة التكاليف.

3) الممارسات المستدامة
- تأثيرها المباشر: تطبيق الممارسات المستدامة في مواد البناء، إدارة الموارد، والطاقة المتجددة يسهم في تقليل الأثر البيئي للمشاريع. الممارسات المستدامة تدعم تقليل الانبعاثات واستخدام الموارد الطبيعية بشكل فعال، مما ينعكس إيجابيًا على الأداء البيئي.
- دورها كمتغير وسيط: ترتبط هذه الممارسات بتحسين الأداء البيئي للمشاريع بشكل مباشر، حيث تعمل على تقليل الأثر البيئي وتقليل التكاليف التشغيلية طويلة الأجل.

4) المشاركة المجتمعية
- تأثيرها المباشر: تلعب المشاركة المجتمعية دورًا هامًا في ضمان أن تكون المشاريع مناسبة لاحتياجات السكان المحليين وتعزز قبولهم لها. تعزيز مشاركة المجتمع يؤدي إلى تحسين الاستدامة الاجتماعية للمشروع ويساعد في تقليل المقاومة المحلية.
- دورها كمتغير وسيط: تسهم المشاركة المجتمعية بشكل مباشر في تحسين الأداء الاجتماعي للمشاريع من خلال توفير مدخلات قيمة تعزز التكامل بين المجتمع والمشاريع التنموية.

5) كفاءة الموارد والتكنولوجيا المستخدمة
- تأثيرها المباشر: يشمل هذا العامل مدى توفر الموارد البشرية المدربة والتكنولوجيا المناسبة لتطبيق نمذجة معلومات البناء وإدارة المخاطر. وجود فرق مدربة على استخدام تقنيات BIM والممارسات المستدامة يعزز من تنفيذ المشروع بكفاءة.

- دورها كمتغير وسيط: يؤثر هذا المتغير بشكل مباشر على جودة وكفاءة المشروع، مما يسهم في تحسين الأداء الاقتصادي والبيئي من خلال تقليل التكاليف وتعزيز جودة التنفيذ.

6) الدعم الحكومي والسياسات

- تأثيرها المباشر: وجود دعم حكومي وسياسات تشجع على استخدام الممارسات المستدامة وتقنيات BIM يمكن أن يسهم في نجاح المشاريع. اللوائح والتشريعات التي تعزز الاستدامة يمكن أن تدفع نحو تحسين الأداء البيئي والاقتصادي.
- دورها كمتغير وسيط: السياسات الحكومية تؤثر على تكامل الممارسات المستدامة مع تقنيات BIM، مما يؤثر على نجاح المشاريع من حيث تحقيق أهداف الاستدامة.

7) التخطيط والتصميم المسبق:

- تأثيرها المباشر: التخطيط المسبق الذي يتضمن استخدام نمذجة معلومات البناء وتحليل المخاطر يسهم في تجنب الأخطاء المحتملة أثناء التنفيذ ويعزز من تحقيق أهداف الاستدامة.
- دوره كمتغير وسيط: يؤثر بشكل مباشر على تحسين الأداء الاقتصادي للمشروع عبر تقليل التأخيرات والتكاليف الزائدة الناجمة عن الأخطاء أو التغييرات غير المخططة.

كل هذه المتغيرات الوسيطة تؤثر بشكل مباشر على المتغير التابع عبر تحسين الأداء البيئي، الاقتصادي، والاجتماعي للمشروع، مما يساهم في تعزيز الاستدامة العامة للمشروع.

2.4. شرح المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع بشكل غير مباشر

المتغيرات المستقلة هي العوامل التي تؤثر على المتغير التابع[22] (أداء المشروع من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية) عبر التأثير على المتغيرات الوسيطة أولاً. هذه المتغيرات لا تؤثر مباشرة على أداء المشروع، ولكنها تؤثر على العوامل التي تتحكم فيه، مما يؤدي في النهاية إلى تأثير غير مباشر على النجاح العام لمشاريع إدارة مخاطر إعادة تأهيل البنية التحتية المستدامة (الطرق). فيما يلي أهم المتغيرات المستقلة التي تؤثر بشكل غير مباشر:

1) الوضع السياسي والأمني

- تأثيره غير المباشر: الاستقرار السياسي والأمني هو عامل رئيسي يؤثر على قدرة المشاريع على تحقيق أهدافها. في المناطق المتضررة من الحروب مثل مخيم اليرموك، يؤثر الوضع الأمني بشكل غير مباشر على المتغيرات الوسيطة مثل كفاءة إدارة الموارد، وتوفر الكفاءات البشرية، والقدرة على تنفيذ الممارسات المستدامة. أي اضطرابات أو صراعات سياسية تعوق عمليات التخطيط والتنفيذ، مما يؤثر بدوره على الأداء الاقتصادي والاجتماعي للمشاريع.

2) البنية التحتية الاقتصادية

- تأثيره غير المباشر: قوة الاقتصاد المحلي أو قدرة الدولة على تمويل مشاريع إعادة التأهيل تلعب دورًا مهمًا في تأثيره غير المباشر. الاقتصاد المستقر يتيح توفير التمويل اللازم والموارد الكافية لتنفيذ المشاريع بكفاءة. في حال عدم توفر الموارد المالية الكافية، قد يؤدي ذلك إلى تأخير المشاريع وتقليص حجمها، مما يؤثر سلبًا على جودة وفعالية الممارسات المستدامة وإدارة المخاطر، وبالتالي ينعكس على أداء المشروع ككل.

3) التشريعات والسياسات الحكومية

- تأثيرها غير المباشر: تؤثر التشريعات والسياسات الحكومية المتعلقة بالبناء والاستدامة على البيئة التنظيمية التي تُدار فيها مشاريع إعادة التأهيل. عندما تكون السياسات داعمة، فإن ذلك يعزز تطبيق الممارسات المستدامة ونمذجة معلومات البناء (BIM)، من دون سياسات قوية تشجع على الابتكار وتوفير التمويل اللازم، قد تتعطل الجهود المبذولة لتطبيق التقنيات الحديثة وإدارة المخاطر بفعالية، مما يؤثر على المتغير التابع بشكل غير مباشر.

4) التمويل والمصادر المالية

- تأثيره غير المباشر: تمويل المشاريع هو عامل حاسم يؤثر على قدرة المشروع على تحقيق أهدافه. تمويل مستدام ومستقر يتيح اعتماد التكنولوجيا الحديثة، تدريب العمالة المحلية، وتطبيق استراتيجيات إدارة المخاطر. إذا كان هناك نقص في التمويل أو تأخير في الحصول عليه، سيؤدي ذلك إلى تأخير التنفيذ، وتقليل جودة العمل، وبالتالي التأثير سلبًا على الأداء الاقتصادي والاجتماعي للمشروع.

5) الموارد الطبيعية المتاحة

- تأثيرها غير المباشر: توافر الموارد الطبيعية مثل مواد البناء المستدامة (كالطاقة المتجددة والمياه) يؤثر على تنفيذ الممارسات المستدامة. قلة الموارد أو ضعف استغلالها يؤدي إلى تقليل كفاءة المشروع في تنفيذ تقنيات الاستدامة مما يؤثر على الأداء البيئي والاقتصادي بشكل غير مباشر.

6) التكنولوجيا والابتكار

- تأثيرها غير المباشر: تطور التكنولوجيا المتاحة في مجال نمذجة معلومات البناء ((BIMوإدارة المخاطر يمكن أن يؤثر بشكل كبير على المتغيرات الوسيطة مثل كفاءة التخطيط والتنفيذ. كلما زادت قدرة المشروع على استخدام تكنولوجيا متقدمة، تحسنت عمليات التنفيذ وإدارة المخاطر، مما يؤدي بشكل غير مباشر إلى تحسين الأداء الكلي للمشروع.

7) المهارات والكفاءات البشرية

- تأثيرها غير المباشر: قدرة الفرق الهندسية والمقاولين على تطبيق الممارسات المستدامة واستخدام تقنيات BIM تعتمد على مستوى التدريب والكفاءة. وجود عمالة ماهرة ومدربة يساهم في تنفيذ المشاريع بكفاءة أكبر، وتحقيق أهداف الاستدامة، وتقليل الأخطاء والمخاطر. في حال كان هناك نقص في هذه الكفاءات، فإن ذلك يؤدي إلى تأخير العمليات وزيادة التكاليف، مما يؤثر على الأداء العام للمشروع.

8) المشاركة الدولية والتعاون مع المنظمات

- تأثيرها غير المباشر: وجود شراكات مع منظمات دولية أو مؤسسات بحثية يمكن أن يدعم المشاريع من خلال توفير التمويل، الخبرات التقنية، والابتكار في الحلول المستدامة. هذه الشراكات تؤثر على قدرة المشروع على تنفيذ الممارسات المستدامة وإدارة المخاطر بفعالية، مما يؤثر على المتغيرات الوسيطة التي تؤثر بدورها على أداء المشروع.

9) الوعي العام وثقافة الاستدامة

- تأثيرها غير المباشر: مستوى الوعي العام لدى المجتمع المحلي حول أهمية الاستدامة يمكن أن يؤثر على دعم أو معارضة مشاريع إعادة التأهيل. كلما زاد الوعي بالممارسات المستدامة، زادت فرص نجاح المشروع. على العكس، قد يؤدي انخفاض الوعي أو قلة القبول المجتمعي إلى إعاقة تنفيذ المشروع وتأخيره، مما يؤثر على الأداء الاجتماعي والبيئي للمشروع.

10) التغيرات المناخية والبيئية

- تأثيرها غير المباشر: التغيرات المناخية مثل الفيضانات أو ارتفاع درجات الحرارة تؤثر على اختيار وتصميم تقنيات الاستدامة المستخدمة في المشروع. هذه العوامل تؤثر على الحاجة إلى التكيف مع الظروف البيئية المتغيرة، مما يؤثر على القدرة على تنفيذ المشاريع بفعالية وتحقيق أهدافها البيئية والاجتماعية.

مما سبق نرى تعمل هذه المتغيرات المستقلة على تشكيل البيئة العامة التي يتم فيها تنفيذ المشروع. وبالرغم من أنها لا تؤثر بشكل مباشر على أداء المشروع، إلا أن تأثيرها على العوامل الوسيطة مثل التمويل، التكنولوجيا، الكفاءات، والبنية التحتية يلعب دورًا حاسمًا في نجاح أو فشل المشروع في تحقيق أهدافه البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

2.5. شرح المتغيرات الفئوية (المعدلة) التي تؤثر على العلاقات بين المتغيرات

في دراسة إدارة مخاطر إعادة تأهيل الطرق المستدامة في مخيم اليرموك، تلعب المتغيرات الفئوية المعدلة دورًا هامًا في تفسير العلاقة بين المتغيرات المستقلة (مثل المخاطر) والمتغيرات التابعة (مثل جودة وفعالية إعادة التأهيل). هذه المتغيرات الفئوية تُستخدم لتصنيف وتحليل البيانات بناءً على خصائص محددة، مما يساعد في فهم أعمق للعوامل المؤثرة على المشروع[21]. فيما يلي شرح للمتغيرات الفئوية (المعدلة) التي قد تؤثر على العلاقات بين المتغيرات:

1) نوع الطريق (Road Type)

- التأثير: قد يختلف نوع الطريق (رئيسي، ثانوي، طرق مخصصة للمشاة أو الدراجات) في تأثيره على المخاطر وطريقة تنفيذ الإصلاحات. الطرق الرئيسية قد تكون أكثر عرضة لمخاطر كبيرة مثل تدهور الطبقة السطحية أو الزحام المروري، بينما الطرق المخصصة للمشاة قد تحتاج إلى تركيز على الأرصفة والبنية الخضراء.

2) الحالة الحالية للطريق (Current Condition of the Road)

- التأثير: الطرق التي تعاني من أضرار جسيمة قد تتطلب إعادة تأهيل كاملة مقارنة بالطرق التي تعاني من تلف جزئي. هذه الحالة تؤثر على التكلفة والجدول الزمني ومدى تعقيد إدارة المخاطر.

3) توفر الموارد المحلية (Availability of Local Resources)

- التأثير: يؤثر توفر الموارد المحلية، مثل المواد المستدامة المستخدمة في إعادة التدوير أو العمالة المحلية، على كفاءة المشروع وفعاليته. في حالة نقص الموارد المحلية، قد ترتفع تكلفة المشروع ويزداد الاعتماد على استيراد المواد من الخارج.

4) نوع التربة (Soil Type)

- التأثير: قد يكون نوع التربة من العوامل الرئيسية المؤثرة على تصميم الطرق وطريقة تنفيذ المشروع. التربة غير المستقرة قد تزيد من مخاطر الهبوط وتحتاج إلى تعزيزات خاصة في البنية التحتية.

5) مستوى الأضرار الناتجة عن الحرب (War Damage Level)

- التأثير: مدى الأضرار الناتجة عن الحرب يُعتبر متغيرًا حاسمًا. المناطق التي تعرضت لتدمير كبير ستحتاج إلى إعادة تأهيل أعمق وأكثر تكلفة مقارنة بالمناطق التي تعرضت لأضرار طفيفة. يؤثر ذلك على الأولويات في إعادة التأهيل.

6) البنية التحتية المفقودة (Missing Infrastructure)
- التأثير: البنية التحتية المفقودة مثل شبكات المياه أو الصرف الصحي أو الكهرباء في المناطق المتضررة قد تؤثر على كيفية تخطيط وتنفيذ إعادة تأهيل الطرق. التعامل مع هذه المتغيرات سيتطلب تكاليف إضافية وتنسيق مع مشاريع أخرى.

7) مستوى التمويل (Funding Level)
- التأثير: مستوى التمويل المتاح للمشروع يعد من المتغيرات الفئوية المؤثرة على الجدول الزمني، ونوعية المواد المستخدمة، ومدى تطبيق معايير الاستدامة. عدم توفر التمويل الكافي قد يؤدي إلى تأخير المشروع أو تقليص بعض جوانب التنفيذ.

8) المخاطر البيئية (Environmental Risks)
- التأثير: المخاطر البيئية مثل الفيضانات أو تلوث الهواء قد تؤثر على تصميم الطرق ومواد البناء المستخدمة. التعامل مع هذه المخاطر يتطلب تضمين استراتيجيات استدامة في التخطيط والتنفيذ لتجنب آثارها السلبية.

9) الاعتبارات الاجتماعية (Social Considerations)
- التأثير: الاهتمام بالمشاركة المجتمعية ودمج أصحاب المصلحة المحليين في اتخاذ القرار قد يؤثر على استراتيجية إدارة المخاطر. هناك حاجة لفهم احتياجات المجتمع المحلي لضمان نجاح المشروع واستدامته على المدى الطويل.

هذه المتغيرات الفئوية المعدلة تساعد في تفسير العلاقات المعقدة بين عوامل المخاطر والنتائج المرجوة في مشروع إعادة تأهيل الطرق المستدامة في مخيم اليرموك. فهم تأثير هذه المتغيرات يسهم في تحسين إدارة المخاطر وتوجيه الموارد بشكل أكثر فعالية.

2.6. شرح الإطار النظري للبحث

يعد الإطار النظري للبحث حجر الزاوية في أي دراسة علمية، حيث يوفر الأسس النظرية التي تقوم عليه عملية البحث، ويساعد في توجيه الفرضيات ويعمل على تحديد العوامل المؤثرة والنتائج المتوقعة. في هذا البحث، يركز الإطار النظري على كيفية تحسين مشاريع إعادة تأهيل البنية التحتية المستدامة، خاصة في المناطق المتضررة من الحروب مثل مخيم اليرموك، باستخدام أساليب حديثة في إدارة المخاطر وتطبيق تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) والممارسات المستدامة.

يتطرق هذا البحث إلى مجموعة من المتغيرات التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على أداء المشروع من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية. يتضمن ذلك استخدام نمذجة معلومات البناء كأداة محورية في تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف، بالإضافة إلى استراتيجيات إدارة المخاطر التي تساهم في ضمان سير المشاريع وفقًا للجدول الزمني المحدد. كما يتم التركيز على أهمية تطبيق الممارسات المستدامة التي تؤثر بشكل إيجابي على البيئة وتقليل الأثر البيئي للمشاريع.

ويتداخل هذا مع تأثير العوامل المجتمعية مثل المشاركة المجتمعية التي تسهم في تحسين الاستدامة الاجتماعية للمشروع. علاوة على ذلك، يناقش الإطار النظري التأثيرات غير المباشرة مثل الاستقرار السياسي والأمني والبنية التحتية الاقتصادية، وأثرها على نجاح المشاريع وإمكانية تطبيق تقنيات حديثة في إعادة تأهيل البنية التحتية.

من خلال هذا الإطار، يتم تحديد العلاقة بين المتغيرات الوسيطة والمستقلة التي تؤثر على النتائج النهائية للمشروع، بما في ذلك التفاعل بين تقنيات (BIM) والممارسات المستدامة، وإدارة المخاطر، ودور الحكومة والمجتمع في دفع عجلة التغيير. كما يسلط الضوء على التحديات التي قد تواجه مشاريع إعادة التأهيل في مناطق الحروب، ويقدم حلولًا عملية لتحسين الأداء من خلال دمج الابتكارات التكنولوجية والموارد المحلية.

بذلك، يوفر الإطار النظري الأساس لفهم كيفية تحسين مشاريع إعادة تأهيل البنية التحتية المستدامة في ظل تحديات كبيرة، ويربط بين المتغيرات المختلفة لتوضيح تأثيرها المباشر وغير المباشر على نجاح المشاريع من حيث الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

2.7. فرضيات البحث

- يوجد ممارسات بنى تحتية مستدامة للمناطق المتضررة من الحرب.
- يمكن نمذجة الممارسات المستدامة.
- يمكن تطبيق أساليب إدارة المخاطر لمشاريع البنية التحتية المستدامة يؤدي إلى تفادي الوقوع في الأخطاء البشرية.

- يوجد برمجيات يمكنها نمذجة الممارسات لإعادة تأهيل البنى التحتية المستدامة.

2.8. ملخص الفصل

يستعرض هذا الفصل العوامل المتعددة التي تؤثر على نجاح مشاريع إعادة تأهيل البنية التحتية المستدامة في المناطق المتضررة من الحروب، مع التركيز على مخيم اليرموك كمثال تطبيقي. تم تقسيم المتغيرات المؤثرة إلى ثلاث فئات رئيسية: المتغيرات الوسيطة، المستقلة، والفئوية المعدلة.

تمثل المتغيرات الوسيطة العناصر الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على الأداء البيئي، الاقتصادي، والاجتماعي للمشاريع، مثل نمذجة معلومات البناء (BIM)، إدارة المخاطر، والممارسات المستدامة، والتي تسهم جميعها في تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف وتعزيز استدامة المشاريع. أما المتغيرات المستقلة، فتلعب دورًا غير مباشر من خلال التأثير على العوامل الوسيطة، مثل الوضع السياسي والأمني، التمويل، والتكنولوجيا. هذه العوامل تساهم في تشكيل البيئة العامة التي يتم فيها تنفيذ المشروع.

أخيرًا، تُظهر المتغيرات الفئوية المعدلة كيف يمكن للعوامل مثل نوع الطريق، حالة البنية التحتية، ومستوى التمويل أن تؤثر في العلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة، مما يساهم في تحديد أولويات التنفيذ وتحقيق الأهداف.

إن فهم هذه المتغيرات يساعد في تحسين إدارة المخاطر وتوجيه الموارد بشكل فعال، مما يعزز من نجاح مشاريع إعادة التأهيل المستدامة ويضمن تحقيق أهدافها البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية.

3. الفصل الثالث: منهجية البحث

3.1. المقدمة

يعد هذا الفصل من البحث جوهريًا في تحديد الأساليب العلمية التي تم اتباعها لتحقيق أهداف الدراسة والتحقق من فرضياتها. تم تصميم البحث بشكل يراعي الخصوصية والتحديات التي تواجه إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة من النزاعات المسلحة[22]، وبخاصة في مخيم اليرموك. يركز هذا الفصل على توضيح منهجية البحث والأدوات التي تم استخدامها لتحليل البيانات المكانية وتقييم (GIS). ونظم المعلومات الجغرافية (BIM) البدائل المتاحة من خلال استخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء

كما سيتم عرض كيفية تقسيم شبكة الطرق إلى قطاعات ودراسة بدائل التخطيط الحضري بهدف تحقيق الاستدامة من خلال توفير خدمات أساسية للمجتمع المحلي (الصحية، التعليمية، والخدمية). وستشمل المنهجية تحليل المخاطر، تقدير التكاليف، والربط بين المهام المختلفة باستخدام الأدوات البرمجية المتقدمة مثل برنامج "الريفيت" و"السينكرو".

3.2. تصميم ومنهجية البحث

تصميم البحث

يعتمد تصميم البحث على دراسة تطبيقية لإعادة تأهيل البنية التحتية لمخيم اليرموك باستخدام تقنيات التحليل المكاني والنمذجة الرقمية. تم توظيف المخطط التنظيمي الصادر من بلدية اليرموك (قبل الحرب) كنقطة انطلاق لتحديد شبكة الطرق الحالية. يشمل تصميم البحث أيضًا دراسة توزيع المنشآت التعليمية والصحية والخدمية في المخيم من خلال إجراء تحليلات شبكية تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونمذجة التصاميم والمواد ضمن برنامج النمذجة (REVIT).

كما يتم التركيز على إدخال تحليل المخاطر وربطها بالجدول الزمني والكلفة التقديرية لإدارة المشروع بشكل أكثر فعالية.

منهجية البحث

منهجية البحث المتبعة في هذه الدراسة تعتمد على مجموعة من الخطوات العملية التي تشمل:

1. الخطوة الأولى: جمع البيانات وتحليل المخطط التنظيمي

تم الاعتماد على المخطط التنظيمي الصادر عن بلدية اليرموك كمصدر رئيسي لتحديد شبكة الطرق والمناطق المختلفة داخل المخيم. هذا المخطط يمثل الوضع الراهن قبل الحرب ويحفظ حقوق الملكية لأصحابها. من خلال هذا المخطط، تم تحديد الشوارع الرئيسية والفرعية والقطاعات المختلفة داخل المخيم.

2. الخطوة الثانية: التحليل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

تم تطوير قاعدة بيانات شبكية للطرق المقترحة في المخطط التنظيمي، حيث تم حساب الزمن اللازم لقطع كل طريق باستخدام السيارة بفرض سرعة وسطية تبلغ 50 كلم/ساعة. كما تم وضع اتجاهات الطرق المختلفة.

بعد ذلك، تم تنفيذ التحليلات الشبكية لتحديد مسافات الوصول بناءً على الزمن وأطوال الطرق. هذه التحليلات مكَّنت من اقتراح توزيع أمثل للمنشآت التعليمية، الصحية، والخدمية بناءً على المعايير التخطيطية العمرانية لضمان تغطية شاملة للمخيم وتحقيق معايير السلامة والأمان.

3. الخطوة الثالثة: نمذجة شبكة الطرق باستخدام برنامج Revit

تم تقسيم شبكة الطرق في المخيم إلى خمسة قطاعات (A, B, C, D, E)، حيث تم نمذجة كل قطاع باستخدام برنامج Revit، بما يشمل الطرق الرئيسية والفرعية، الأرصفة، الأطراف، المناطق الخضراء، وممرات الدراجات الهوائية.

يساعد هذا النموذج الرقمي في تحسين عملية التنفيذ لاحقًا من خلال تقسيم الأعمال إلى مراحل منظمة ومرنة.

4. الخطوة الرابعة: تحليل المخاطر وربط المهام بالجدول الزمني

تم تحليل المخاطر المرتبطة بمراحل التنفيذ المختلفة للمشروع، مع تحديد نسبة تأثير كل مخاطر على سير العمل. تم ربط هذه المخاطر بالمهام المختلفة في المشروع، وتم إعداد جدول زمني يوضح العلاقات بين المهام وكيفية تداخلها وتبعات المخاطر المحتملة.

كجزء من هذه المنهجية، تم استخدام برنامج Synchro لمحاكاة المشروع وحساب التكاليف التقديرية اللازمة لتنفيذه بنجاح.

بهذا الشكل، يكون البحث قد اعتمد على خطوات واضحة وممنهجة لضمان الدقة في التحليل وتقديم توصيات مبنية على أسس علمية، مما يسهم في تحقيق أهداف إعادة تأهيل البنية التحتية للمخيم بشكل مستدام وفعال.

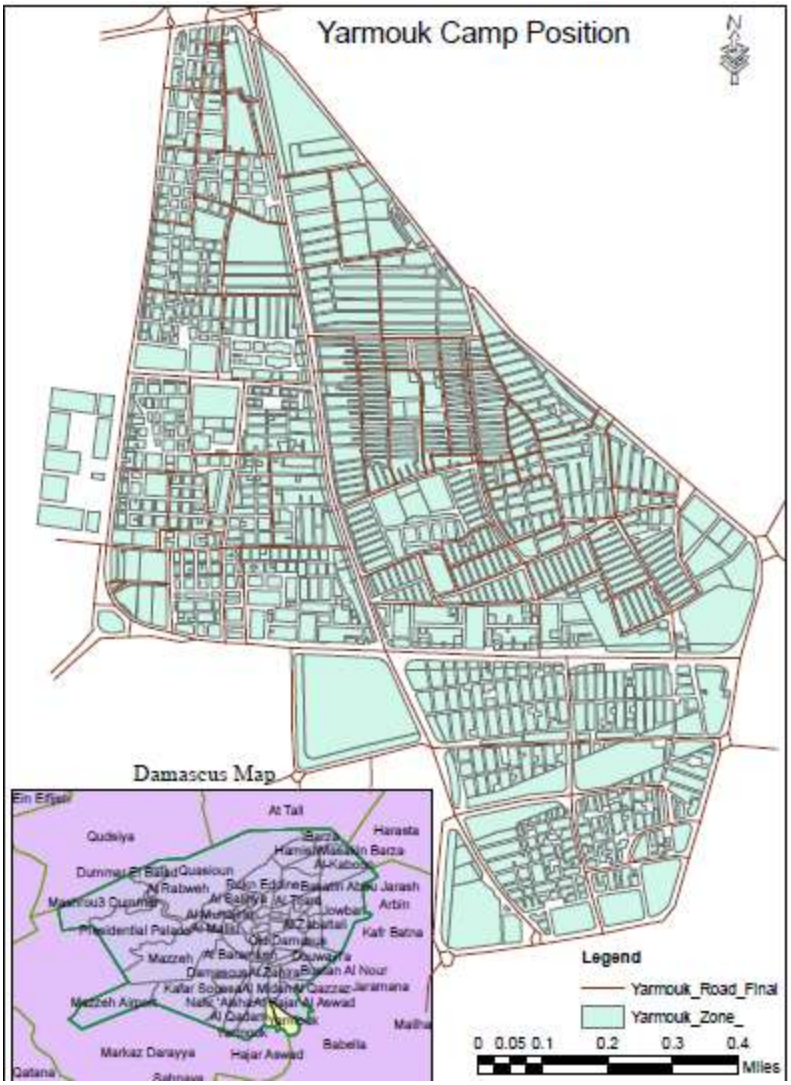
3.3. موقع مخيم اليرموك وأهميته بالنسبة لمحافظة دمشق:

يقع مخيم اليرموك جنوب مدينة دمشق، على مقربة من مركز المدينة، مما يجعله في موقع استراتيجي مهم. يحده عدة أحياء معروفة مثل الزاهرة والتضامن، وهو متصل بشبكة الطرق الرئيسية التي تربطه بالمدينة وباقي المناطق. قربه من وسط دمشق يجعل منه جزءًا لا يتجزأ من الحياة اليومية للمدينة، ويمنحه دورًا مهمًا من حيث التنقل والوصول إلى خدمات المدينة الرئيسية. هذا الموقع يجعله منطقة حيوية لعدة أغراض، منها الاقتصادية والخدمية، ويتيح له أن يكون بوابة للمناطق المحيطة بدمشق.

2. الأهمية الاقتصادية:

اشتهر مخيم اليرموك قبل الحرب بأنه مركز تجاري نابض بالحياة يخدم كافة فئات المجتمع، ليس فقط سكان المخيم ولكن أيضًا سكان الأحياء المحيطة ومدينة دمشق. يحتوي المخيم على سوق تجاري كبير يضم العديد من المحلات التجارية، بدءًا من محلات بيع المواد الغذائية وصولاً إلى المتاجر المتخصصة في الملابس والأدوات المنزلية وصولا لمواد البناء والاكساء. بفضل هذا التنوع، يجذب المخيم مختلف شرائح المجتمع سواء من ذوي الدخل المتوسط أو المحدود، مما يعزز من مكانته كمركز تجاري يوفر منتجات بأسعار معقولة تناسب الجميع.

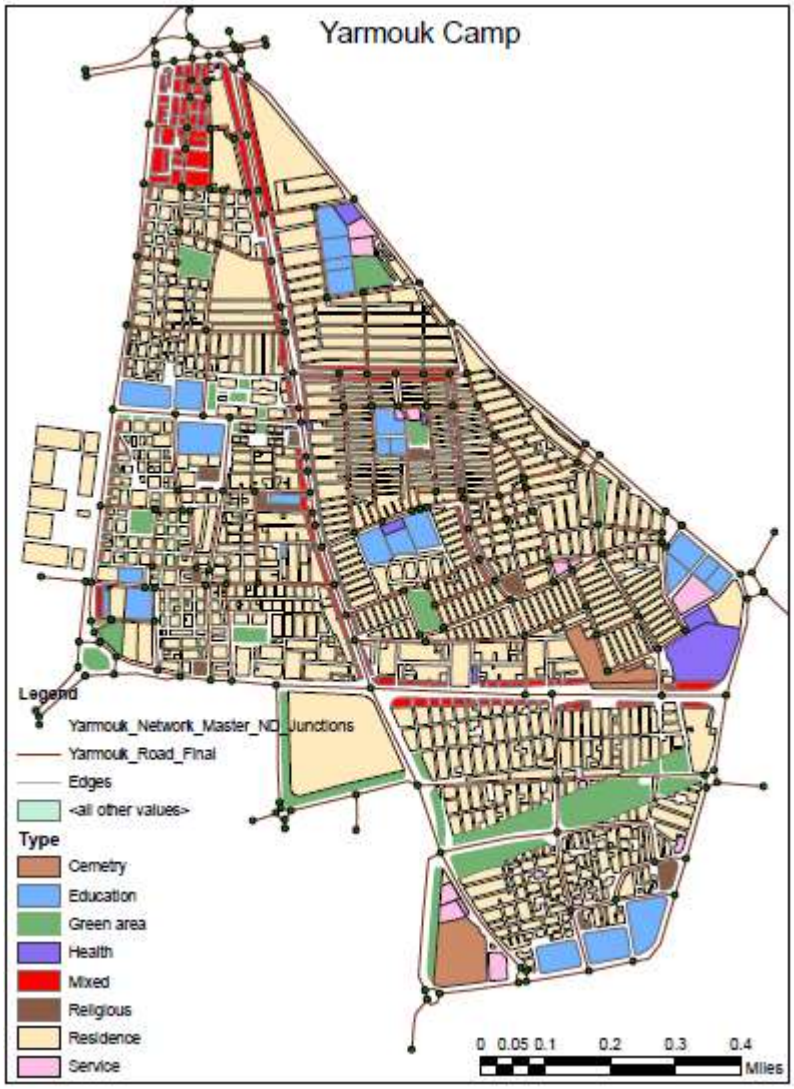
بالإضافة إلى ذلك، يشكل المخيم نقطة تجمع للعديد من الحرفيين والصناعات الصغيرة، وهو معروف بالتجارة التي تلبي احتياجات السكان المحليين والمناطق المجاورة. بفضل موقعه الجغرافي الاستراتيجي والتنوع الاقتصادي الكبير الذي يوفره، يلعب المخيم دورًا حيويًا في الاقتصاد المحلي لمدينة دمشق.



الشكل 2 :خريطة موقع مخيم اليرموك بالنسبة لمدينة دمشق

3.4. مرحلة إعداد شبكة الطرق واستعمالات الأراضي في برنامج GIS :

1 بعد اعتماد المخطط التنظيمي، تم إنشاء ملف "Shape file" وإدخال قطاعات استعمالات الأراضي في برنامج .GIS ثم إرجاع الملف لشبكة الاحداثيات ليمون بمكانه الجغرافي ضمن مدينة دمشق تم تقسيم هذه القطاعات إلى عدة فئات، تشمل المناطق السكنية، والمناطق المختلطة التي تجمع بين الاستعمال التجاري والسكني، إضافة إلى المناطق الصحية، التعليمية، الدينية، والمقابر. كما تم إنشاء قاعدة بيانات شبكية للطرق، وتجهيزها للمرحلة المقبلة من الدراسة العملية حيث تتضمن هذه القاعدة معلومات عن الطرق (الزمن، الطول، الاتجاهات) تم حساب الزمن لكل طريق بناءً على سرعة متوسطة قدرها 50 كلم/ساعة



الشكل 3 : خريطة شبكة الطرق واستعمالات الأراضي في مخيم اليرموك

تم تصميم قاعدة بيانات شبكية باستخدام نظام GIS لتحليل البدائل المتعلقة بشبكة الطرق المقترحة في المخيم. تتضمن هذه القاعدة معلومات عن الطرق (السرعة، الزمن، الطول، الاتجاهات) وتم استخدام هذه المعلومات لإجراء التحليلات الزمنية والمسافات لاختيار أفضل البدائل وتغطية المخيم بالكامل بالمنشآت الخدمية والتعليمية والصحية.

3.5. التحليلات الشبكية المستخدمة في برنامج GIS:

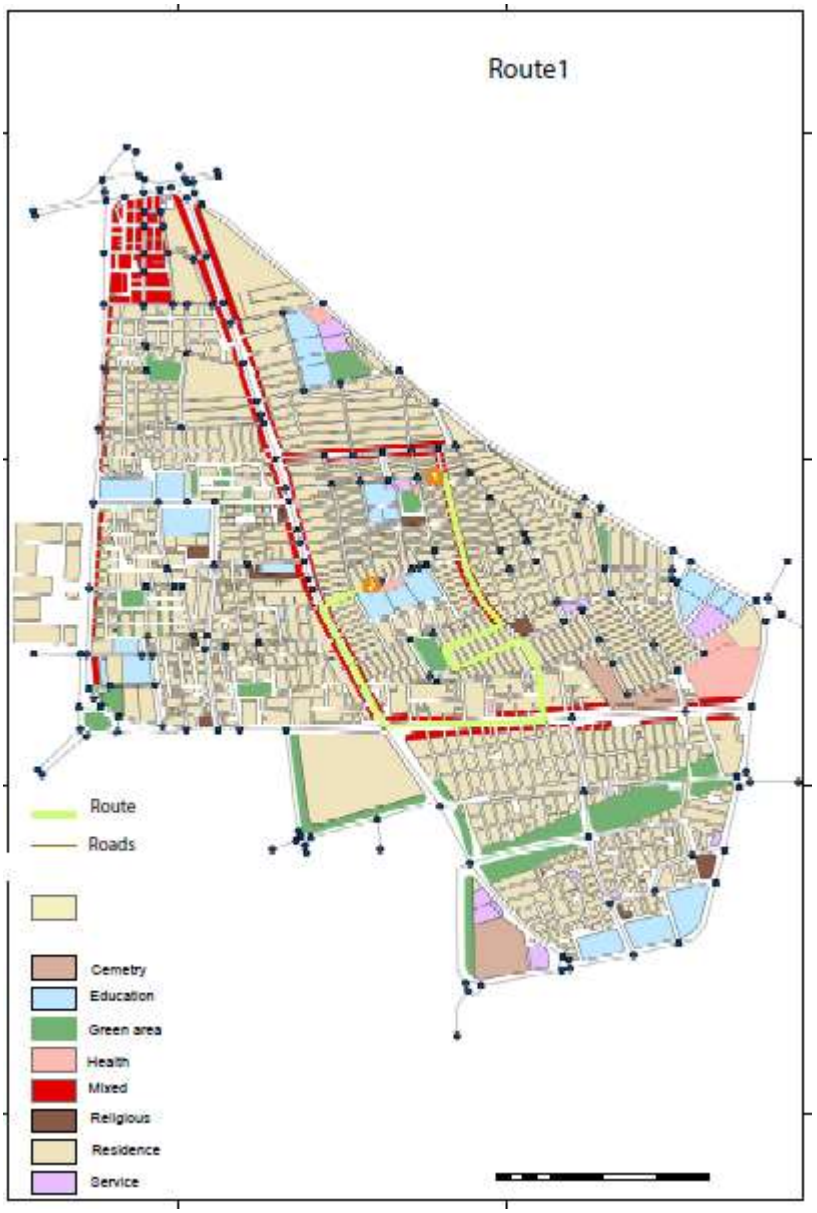
التحليلات الشبكية الطرقية (Network Analysis) المستخدمة في برنامج GIS:

- تحليل أقصر مسار Route.
- تحليل أقرب منشأة Closest facility.
- تحليل مساحة الخدمة Service Area.

استخدمت هذه التحليلات لفهم وتقييم كفاءة التنقل والوصول في شبكة الطرق، والمساعدة في الوصول للنتائج واتخاذ قرارات تعتمد على المسافة والزمن ساعدت في تحسين التخطيط العمراني وتوزيع الخدمات بشكل أكثر كفاءة وكانت المنهجية المستخدمة لهذه التحليلات في شبكة الطرق باستخدام برنامج GIS على النحو التالي: تم إنشاء ملفات "Shape file" من نوع "Point" لتوزيع الأبنية الصحية، وملف آخر لتوزيع الأبنية الخدمية، وملف ثالث يحتوي على مواقع المنشآت التعليمية. بعد ذلك، تم إجراء التحليلات الشبكية من منظورين: الأول بناءً على المسافة إلى الطرق، والثاني استنادًا إلى الزمن الأقصر للوصول إلى تلك المنشآت

- تحليل أقصر مسار Route.

يهدف إلى تحديد المسار الأكثر كفاءة بين نقطتين أو أكثر في شبكة الطرق[23]، مع الأخذ في الاعتبار المسافة أو الزمن.
تم تحديد النقطة الأولى في تحليل أقصر مسار بناءً على مسافة الطريق من أكثر المناطق اكتظاظًا بالسكان في الوقت الحالي، وصولاً إلى النقطة الثانية التي تقع بالقرب من العيادة الوحيدة والمدرسة الوحيدة اللتين تقدمان الخدمات حاليًا في المخيم.



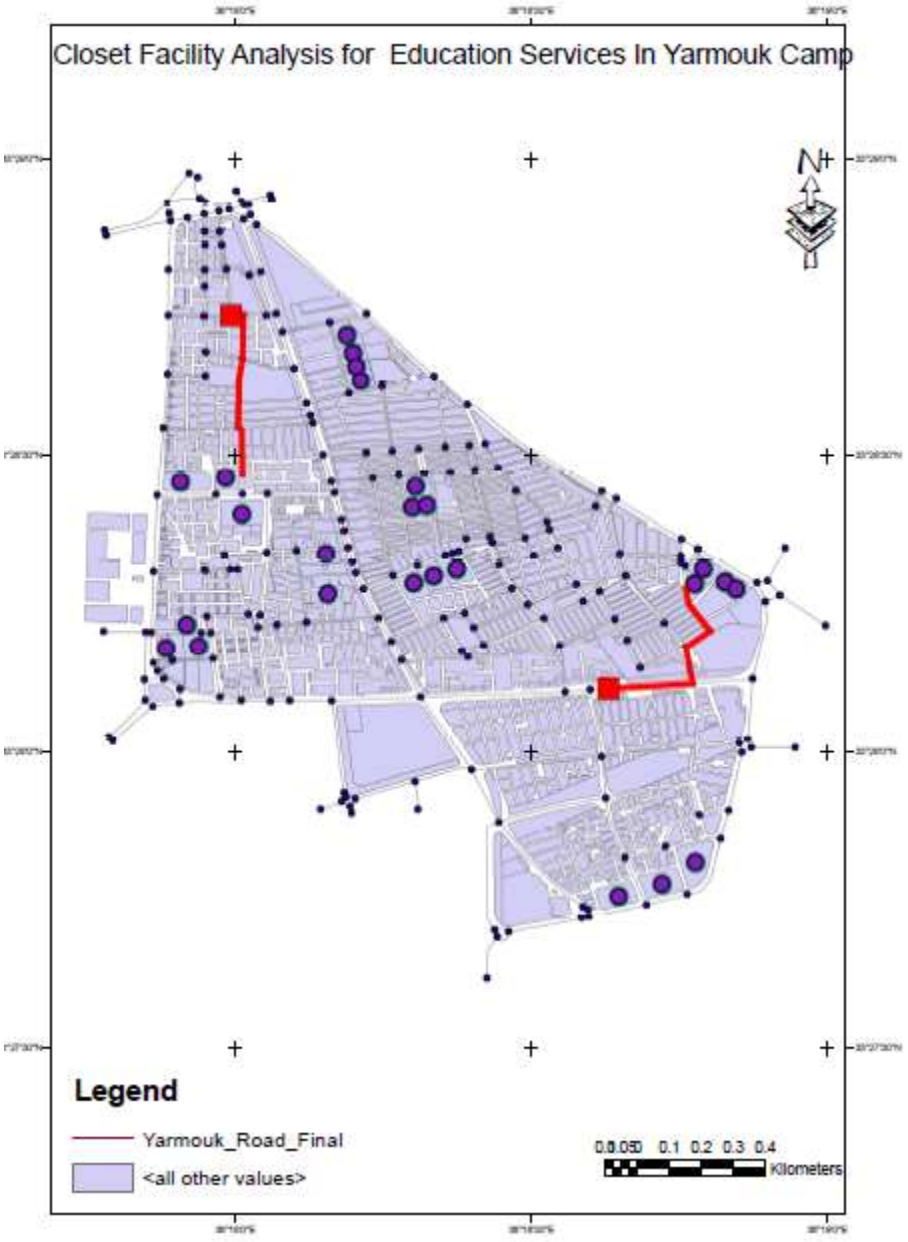
الشكل 4: تحليل أقصر مسافة لمسار منشآت الخدمة الراهنة

- تحليل أقرب منشأة Closest facility.

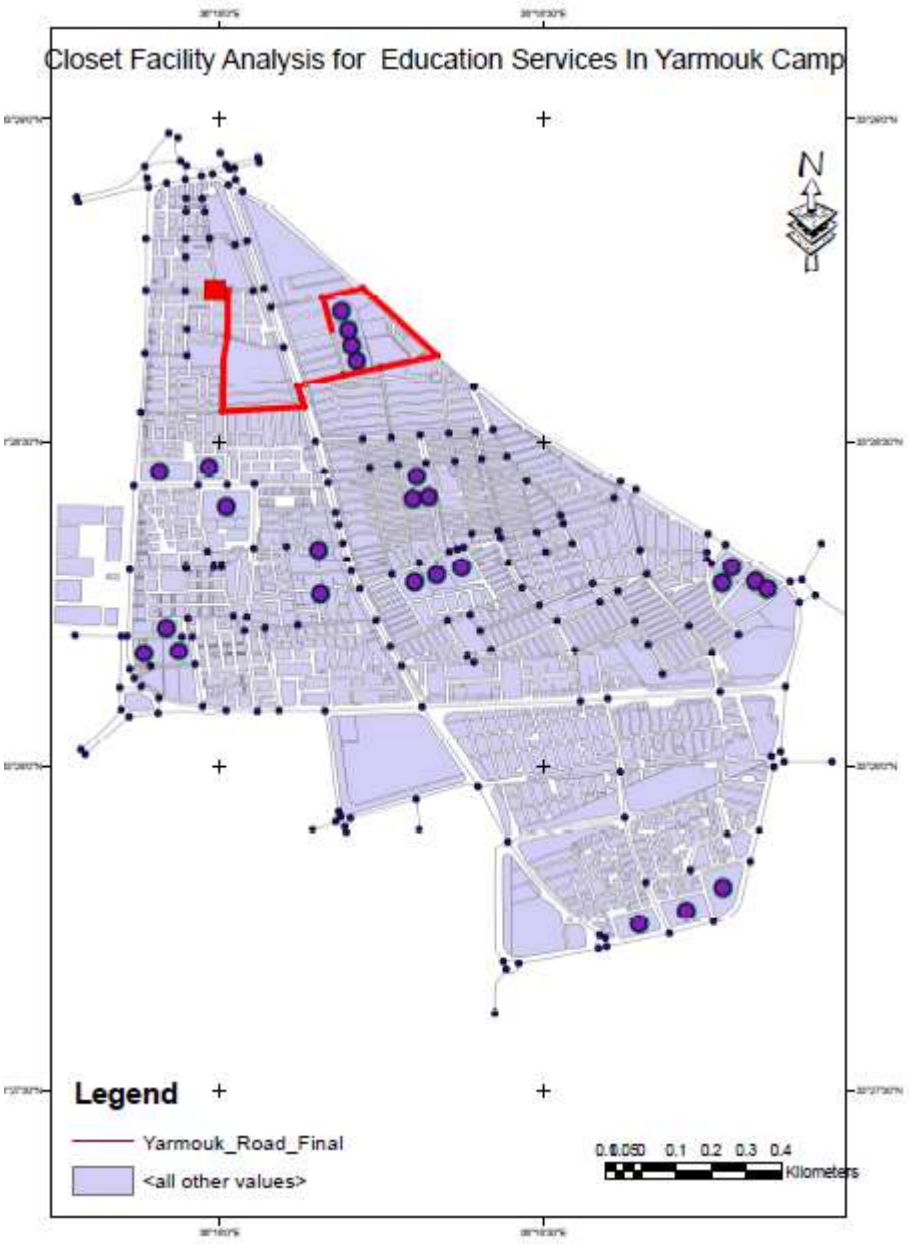
يُستخدم لتحديد أقرب منشأة أو مرفق (مثل مستشفى أو مدرسة أو مركز خدمي) بالنسبة إلى موقع معين[24]، بناءً على المسافة أو زمن الوصول، مما يساعد في حالات الطوارئ أو التخطيط للخدمات العامة كما يتم في دراستنا.

تم إجراء تحليل لأقرب المنشآت من خلال افتراض نقطة أو نقطتين للانطلاق، ثم تحديد أقرب منشأتين إلى هذه النقاط، مرةً بناءً على الزمن وأخرى بناءً على المسافة.

في البداية، تم تحليل المنشآت التعليمية بناءً على فرضية زمن وصول قدره 5 دقائق ومسافة 600 متر للوصول إلى المنشآت من نقاط الانطلاق المحدد.

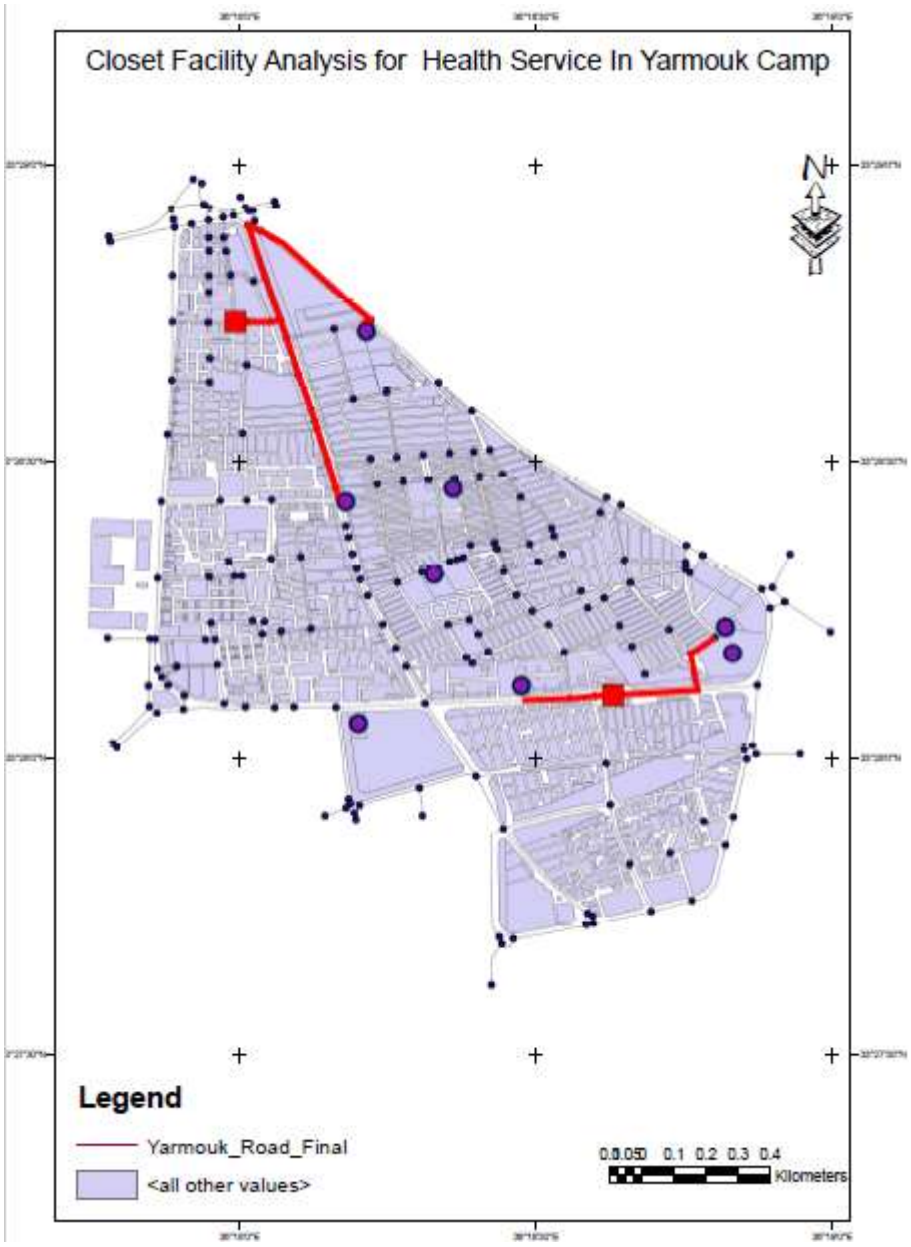


الشكل 5: تحليل أقرب منشأة تعليمية لمسافة 600م

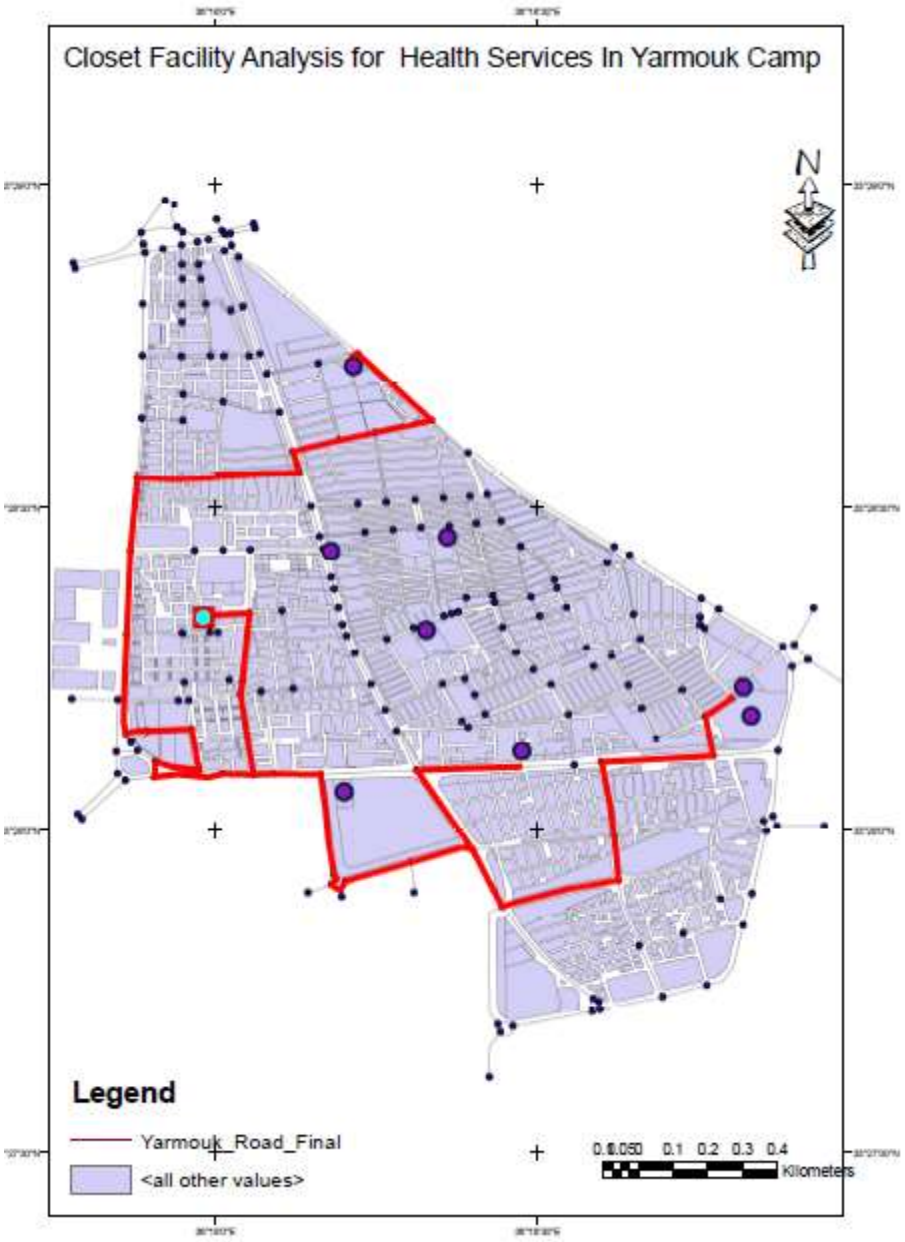


الشكل 6: تحليل أقرب منشأة تعليمية بزمن وصول 5 دقائق

استمرت عملية التحليل وصولا للمنشآت الصحية بناءً على فرضية زمن وصول قدره 3 دقائق ومسافة 1000 متر من نقاط الانطلاق المحددة للوصول إلى تلك المنشآت.

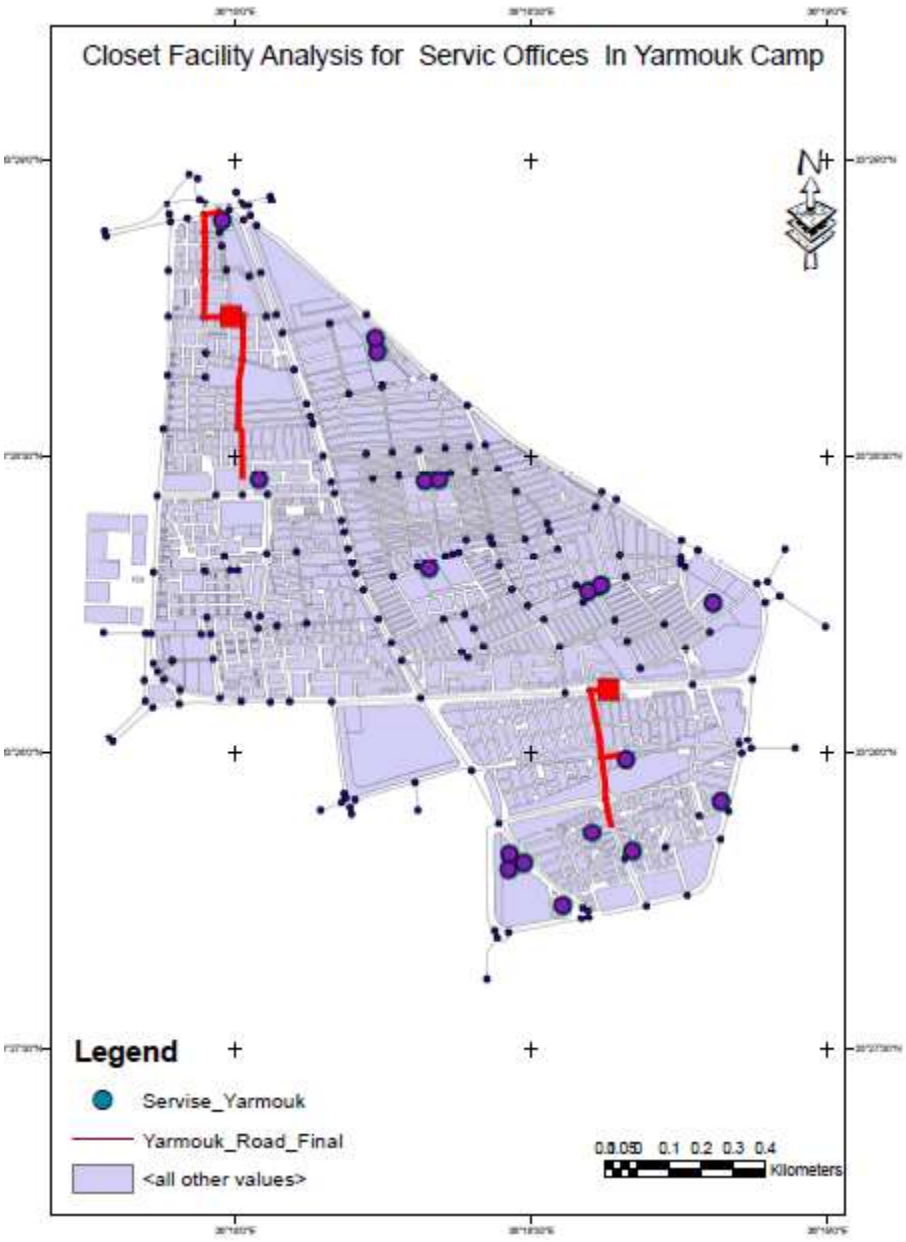


الشكل 7: تحليل أقرب منشأتين صحيتين بمسافة وصول 1000 م

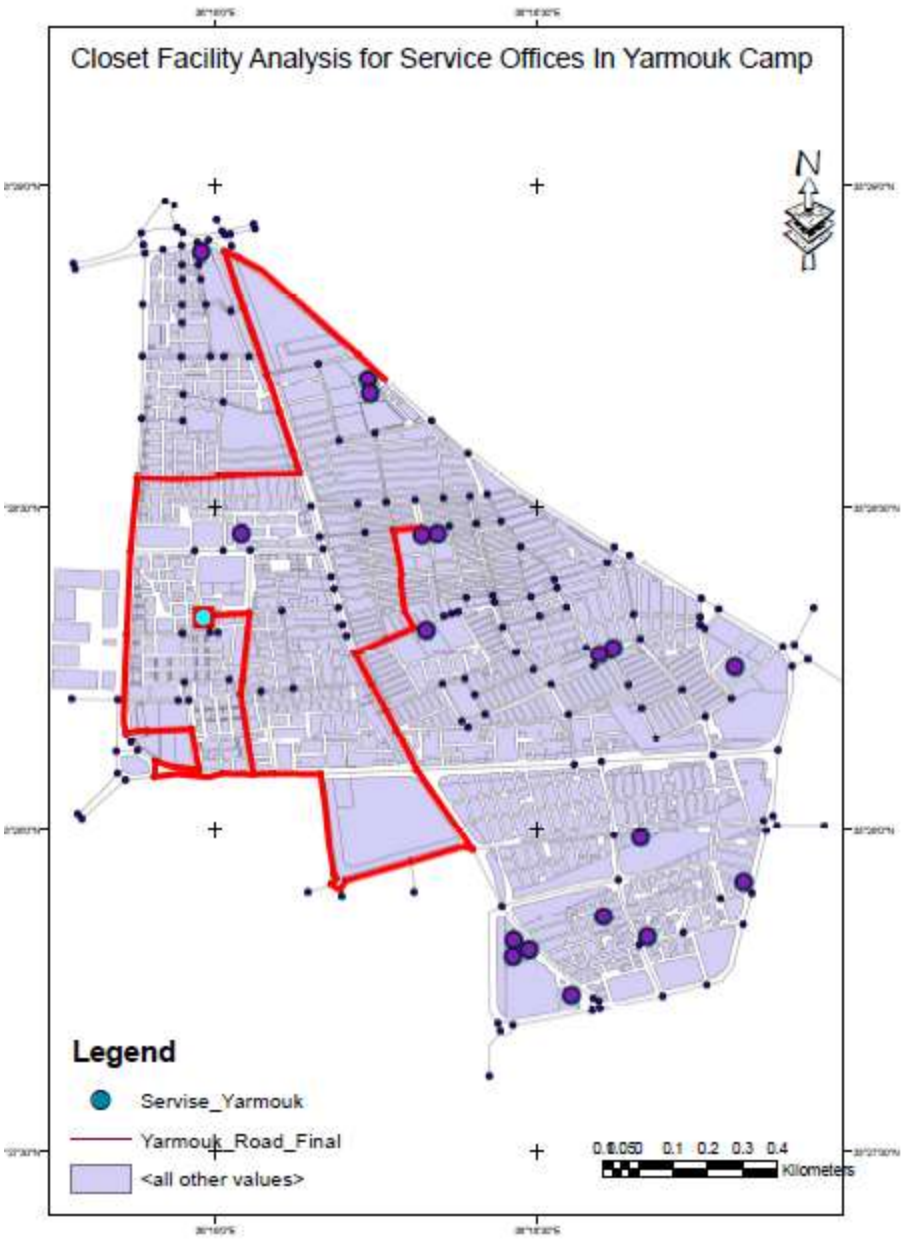


الشكل 8 :تحليل أقرب 3 منشآت صحية بزمن وصول 3 دقائق

استمرت عملية التحليل وصولا للمنشآت الصحية بناءً على فرضية زمن وصول قدره 3 دقائق ومسافة 1000 متر من نقاط الانطلاق المحددة للوصول إلى تلك المنشآت.



الشكل 9 : تحليل أقرب منشأتين خدميتين لكل نقطة مقترحة بمسافة وصول 1000 م

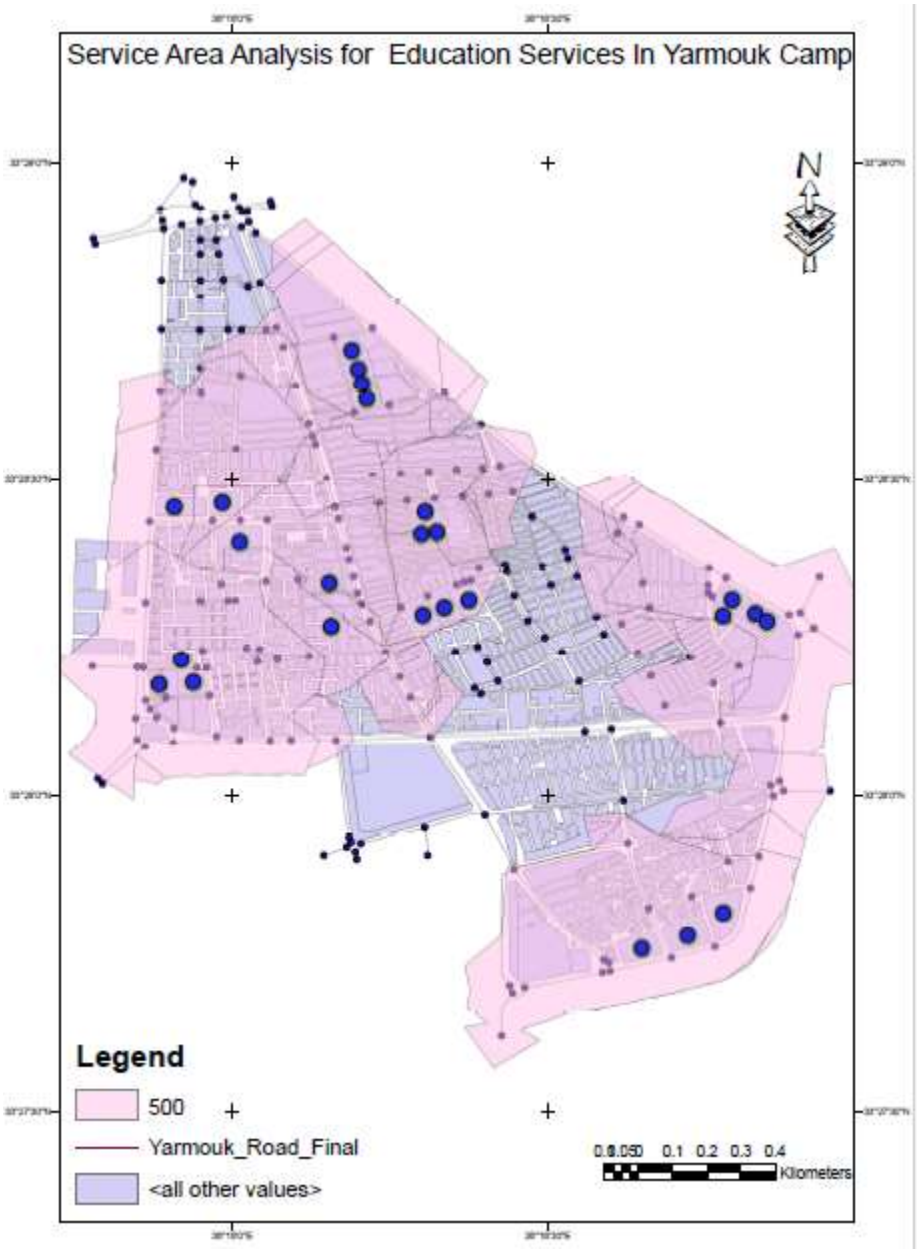


الشكل 10 : تحليل أقرب 3 منشآت صحية بزمن وصول 3 دقائق

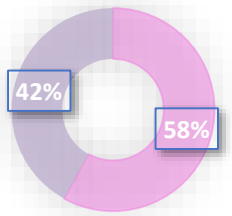
- تحليل مساحة الخدمة Service Area.

يهدف إلى تحديد المنطقة الجغرافية التي يمكن الوصول إليها ضمن زمن أو مسافة معينة انطلاقًا من نقطة معينة،[25] مما يساعد في تقييم تغطية الخدمات كالمستشفيات أو المدارس.. إلخ.

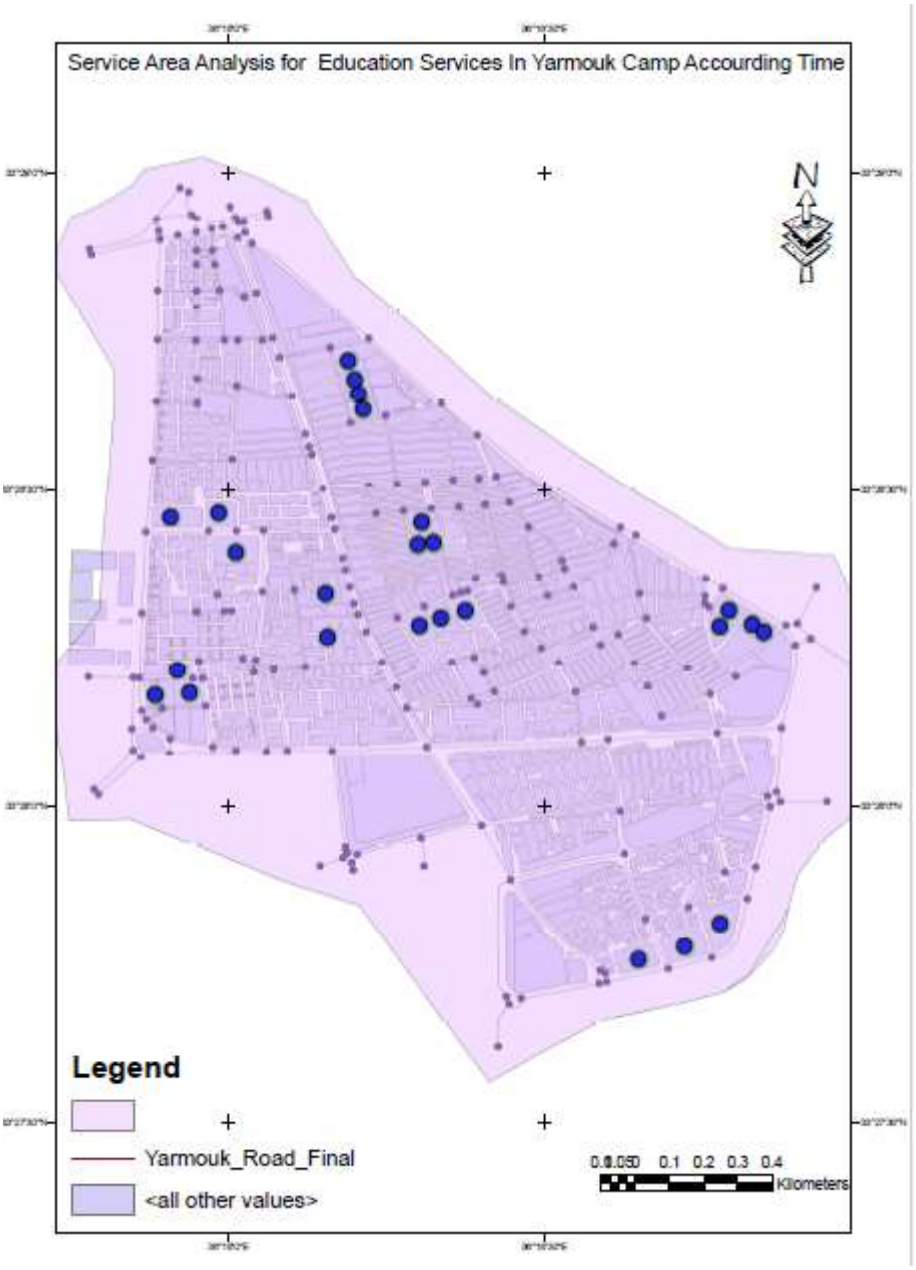
كما هو الحال في تحليل أقرب منشأة، بدأنا أيضًا بتحليل المساحة المغطاة بالخدمة للمنشآت التعليمية في المخيم. تم إجراء هذا التحليل من منظورين: الأول يعتمد على مسافة 500 متر، والثاني يعتمد على زمن وصول قدره 5 دقائق.



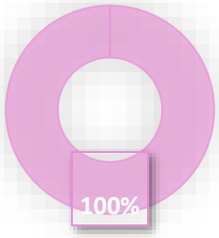
الشكل 11 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت التعليمية بمسافة 500 متر



الشكل 12: فعالية الخدمة المغطاة للتعليم بمسافة وصول 500متر

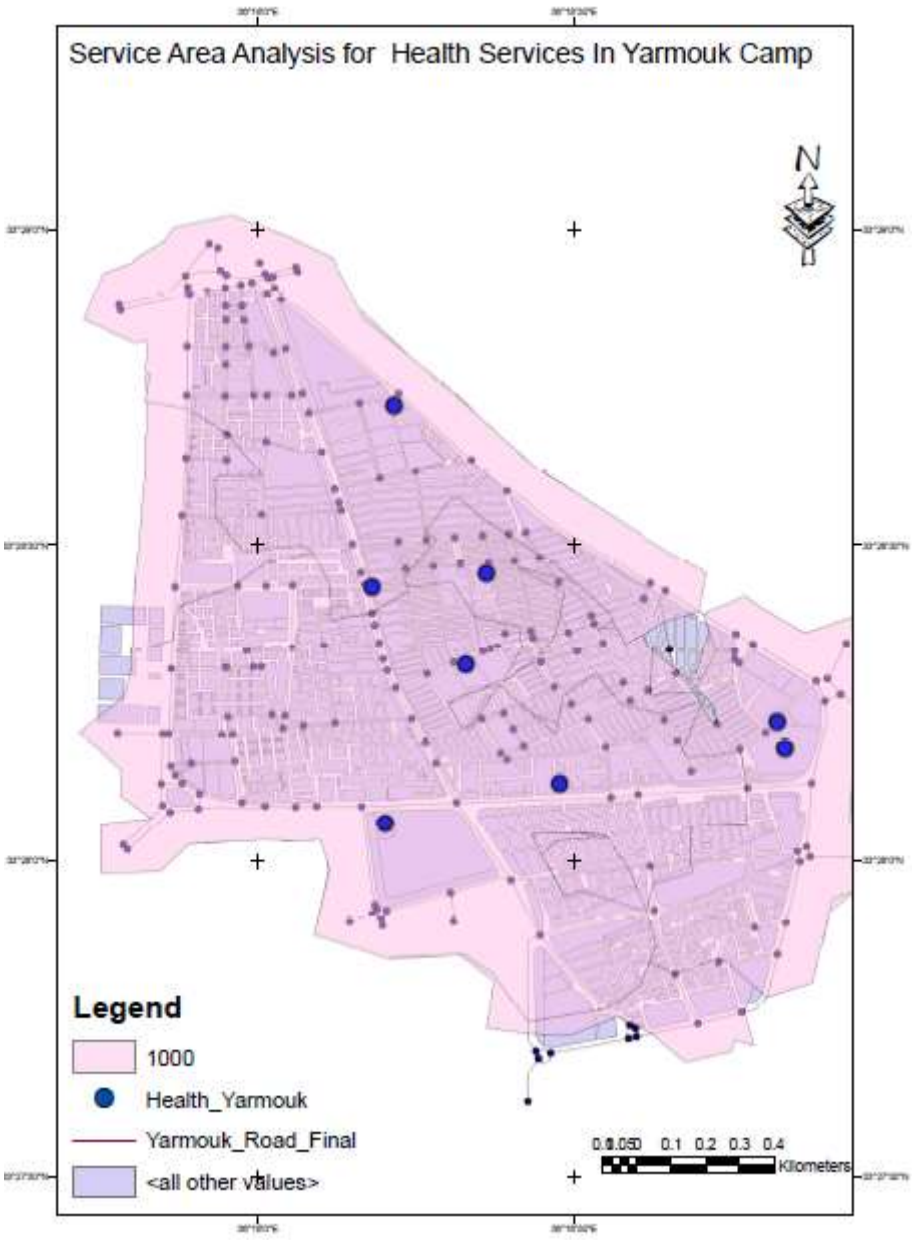


الشكل 13 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت التعليمية بزمن وصول 5 دقائق

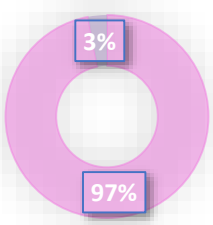


الشكل 14: فعالية الخدمة المغطاة للتعليم بزمن وصول 5 دقيقة

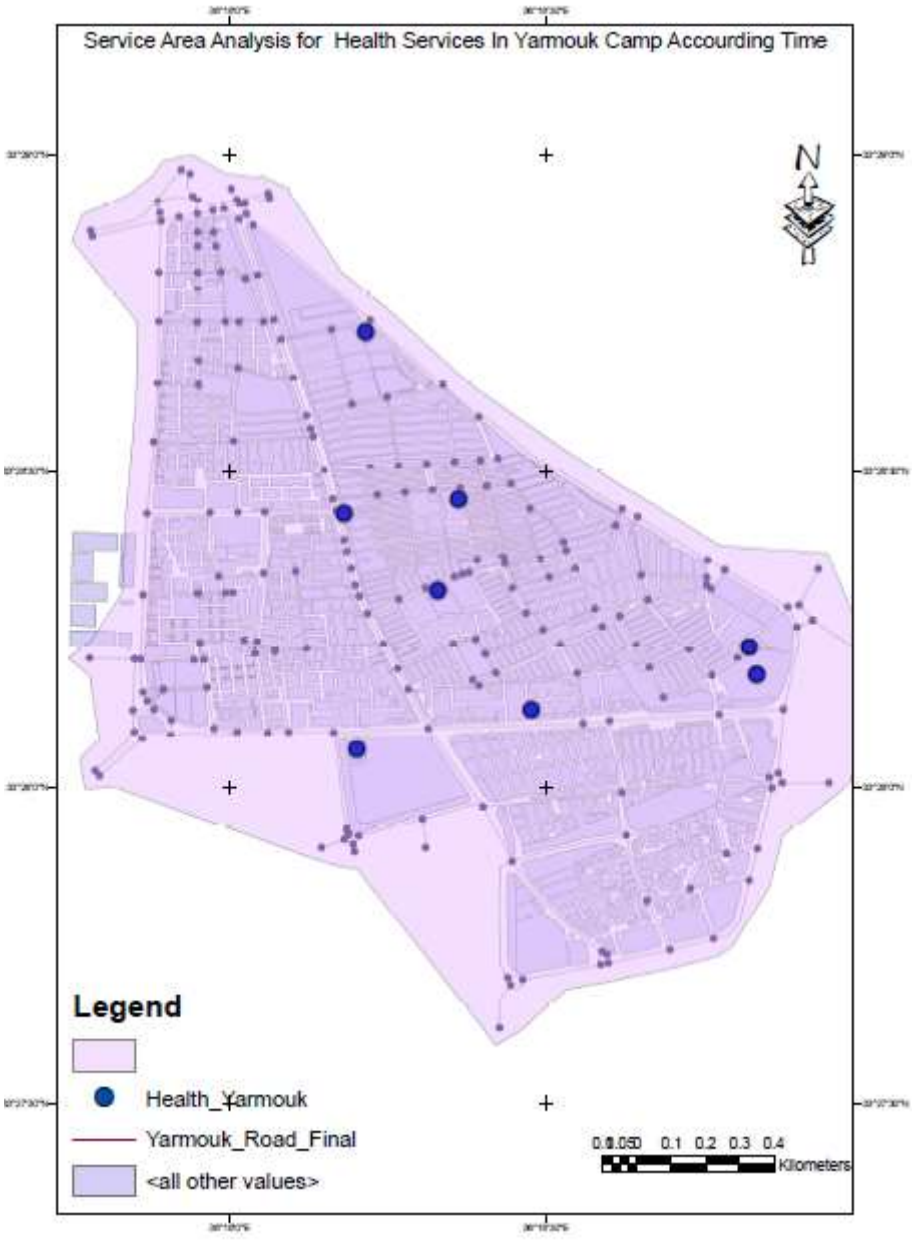
استكمل العمل بتحليل تغطية مساحة الخدمة للمنشآت الصحية في مخيم اليرموك، مع الأخذ في الاعتبار زمن الوصول البالغ 3 دقائق والمسافة المقطوعة التي تصل إلى 1000 متر.



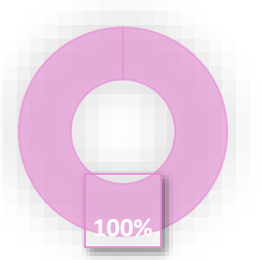
الشكل 15 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الصحية بمسافة 1000متر



الشكل 16 : فعالية الخدمة المغطاة للصحة بمسافة وصول 1000متر

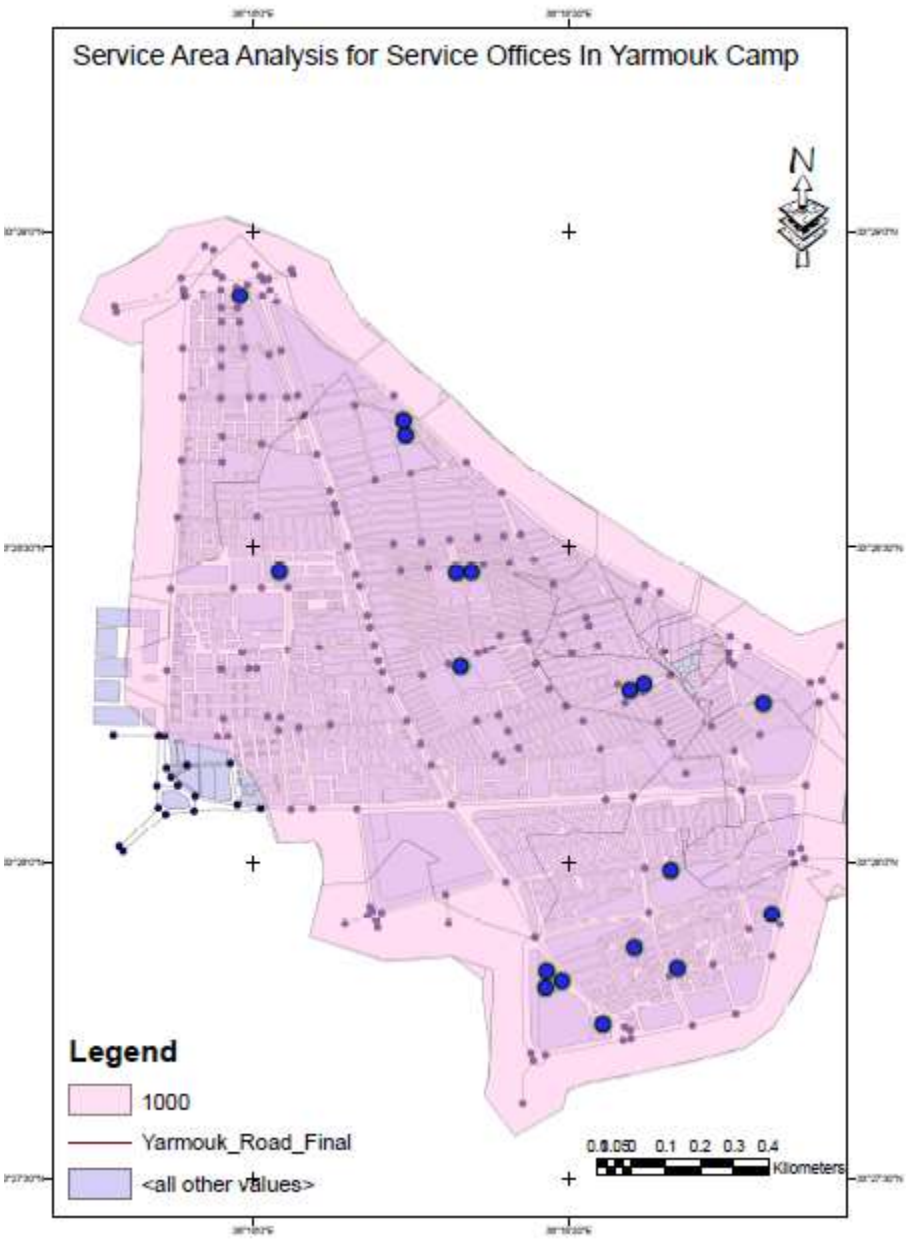


الشكل 17 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الصحية بزمن وصول 3 دقائق

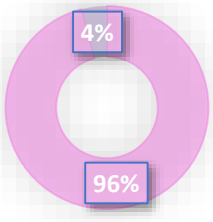


الشكل 18 : فعالية الخدمة المغطاة للصحة بزمن وصول 3 دقائق

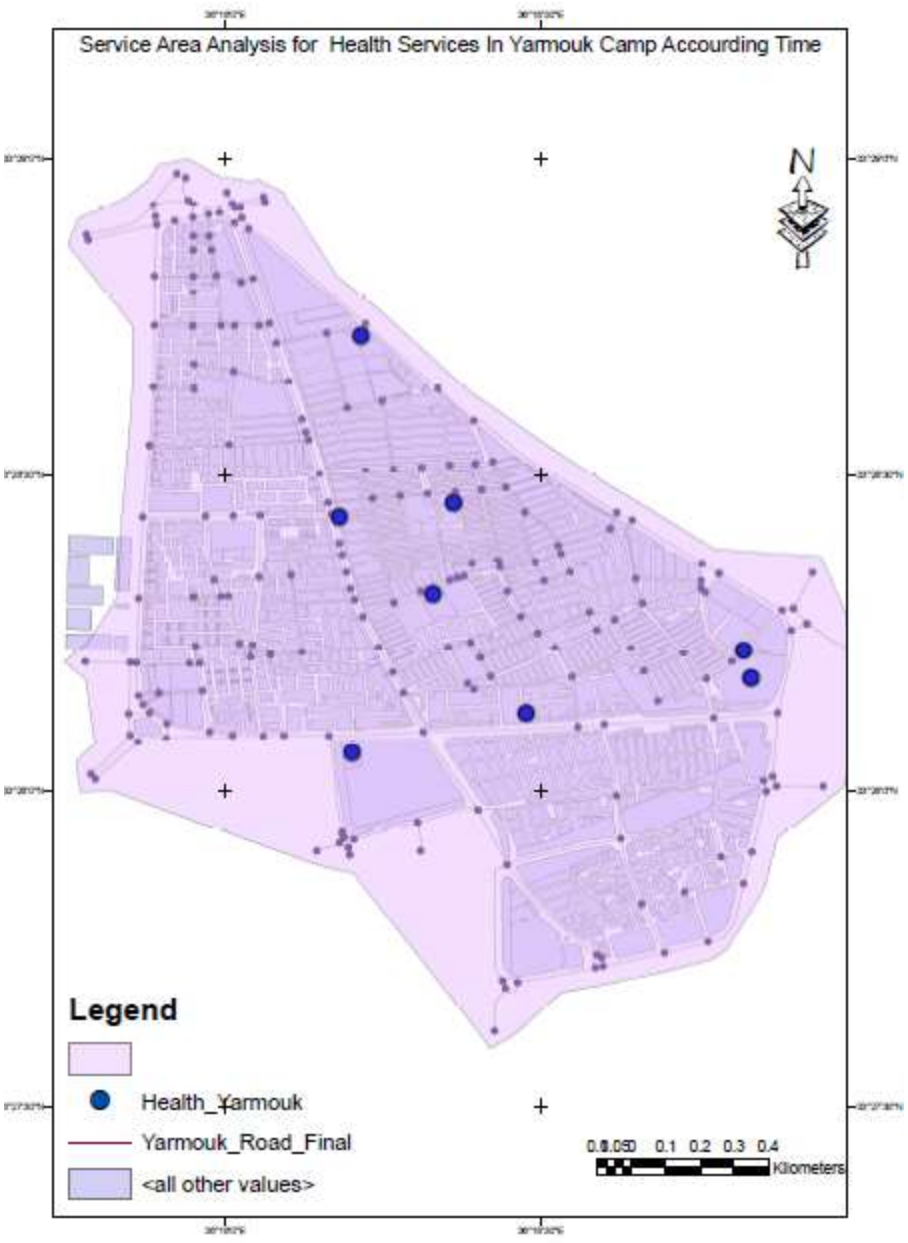
تم الانتهاء من تحليل المساحة الخدمية المغطاة للمباني الخدمية وفقًا لمعيارين: الأول زمن وصول قدره 5 دقائق، والثاني مسافة وصول تبلغ 1000 متر.



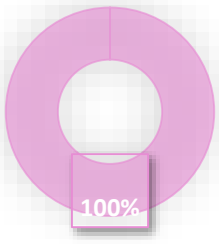
الشكل 19 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الخدمية بمسافة وصول 1000 متر



الشكل 20 : فعالية الخدمة المغطاة للخدمات بمسافة وصول 1000متر



الشكل 21 : تحليل مساحة الخدمة للمنشآت الخدمية بزمن وصول 5 دقائق



الشكل 22 : فعالية الخدمة المغطاة للخدمات بزمن وصول 5 دقائق

3.6. مناقشة التحليلات والنتائج:

- **مناقشة التحليلات:**

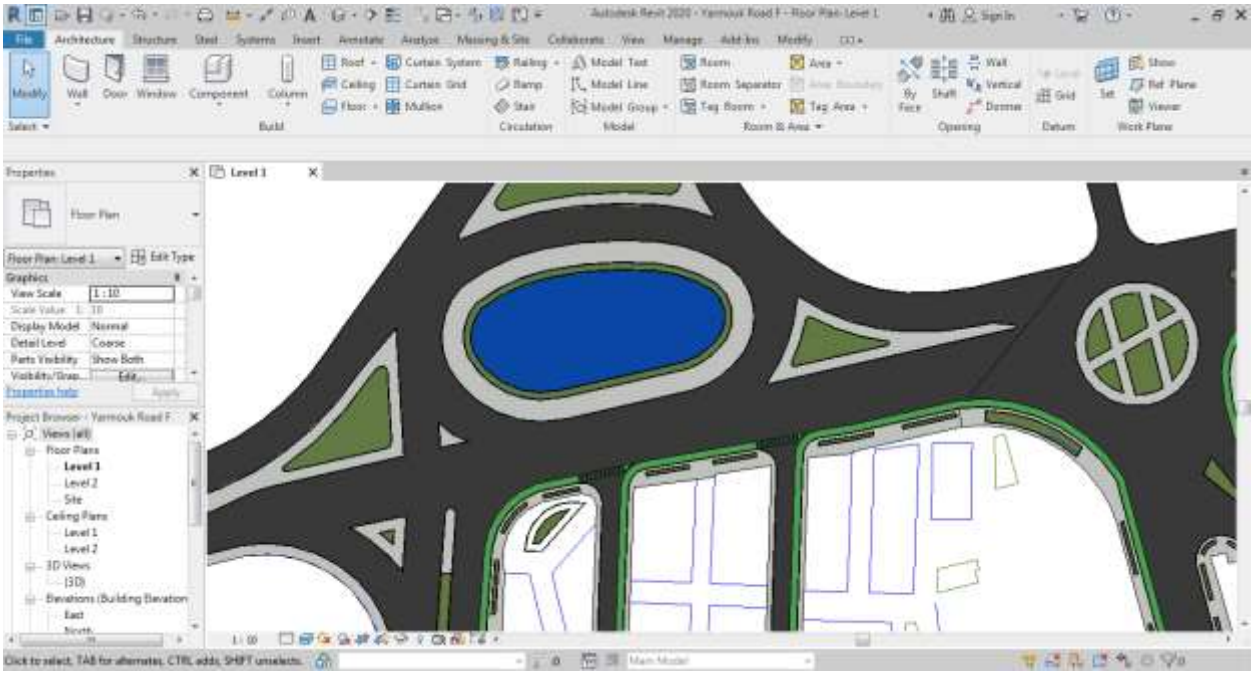
1. **التوزيع الجغرافي للمنشآت التعليمية** :من المخطط التنظيمي، يبدو أن المنشآت التعليمية والصحية والخدمية موزعة بشكل غير منتظم في أنحاء المخيم. توجد بعض المناطق التي تحتوي على كثافة أعلى من الخدمات مقارنة بأخرى.
2. **تحليل مسافة الوصول:** تركز على المسافة الجغرافية حيث تظهر الخريطة المسافة الأقصر بين نقطة الانطلاق وأقرب منشأة، بغض النظر عن العوامل الأخرى مثل نوع الطريق أو ازدحام المرور.
3. **تحليل زمن الوصول:** تأخذ هذه الخريطة في الاعتبار عوامل أخرى مثل اتجاه الطريق، سرعة الحركة المتوسطة، والعوائق إن وجدت، لحساب الزمن المستغرق للوصول إلى المدرسة.
4. **الاستخدامات:** تستخدم خريطة المسافات لتحديد المناطق من نقص في المنشآت، بينما يمكن استخدام خريطة الزمن لتحديد المناطق التي تحتاج إلى تحسين البنية التحتية شبكة الطرق أو توفير وسائل نقل بديلة.
5. **تفاوت وعدم توازن في المسافات:** من الواضح أن هناك تفاوتًا كبيرًا في المسافات بين النقاط وأقرب منشأة من حيث زمن ومسافة الوصول.
6. **تغطية مساحة الخدمة:** توضح أن هناك مناطق معينة من المخيم قريبة من الخدمات من حيث المسافة ومناطق بعيدة غير مخدومة أما من حيث الزمن فالمخيم مغطى كاملا بالخدمات.

- **النتائج:**

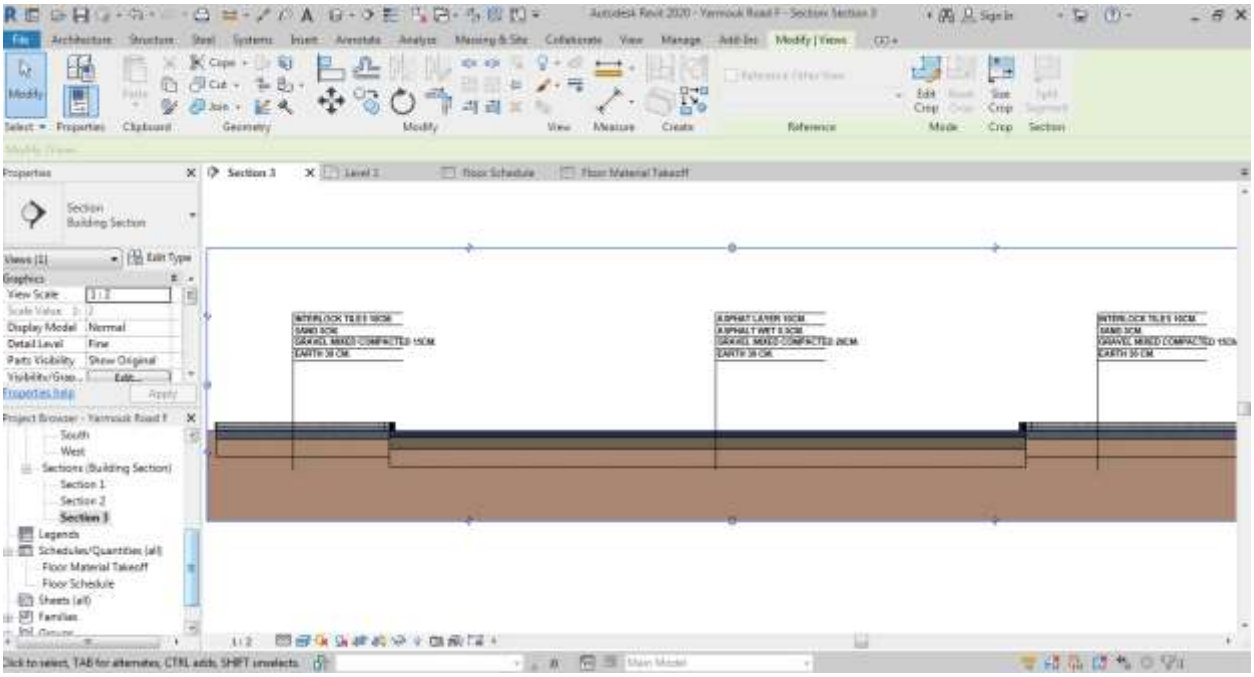
1. **تحليل الفعالية:** فعالية المناطق المخدومة من حيث المسافة لقطاع التعليم تبلغ 58 % وللصحة 97% ولقطاع الخدمة 96% وفي المقابل تبلغ المناطق الغير مخدومة لقطاع التعليم 42% وللصحة 3% ولقطاع الخدمة 4% في حين تغطي المناطق المخدومة من حيث الزمن كامل المساحة للمخيم ولكل القطاعات من صحة وتعليم وخدمات.
2. **وجود مشكلة حقيقية:** بالوصول والتفاوت في الوصول حيث أن هناك مناطق تعاني أكثر للمنشآت الخدمية وخصوصا القطاع التعليمي بسبب طريقة التوزيع للمنشآت في المخطط التنظيمي.
3. **معرفة المناطق ذات الاحتياج:** وضوح المناطق المحرومة من الخدمات والتي يجب التركيز عليها في التحسينات المطلوب إضافتها حسب احتياج كل منطقة للخدمة الغير متوفرة لضمان وصول عادل لجميع السكان.
4. **فعالية شبكة الطرق:** بما أن كافة المناطق في المخيم مخدومة بنسبة 100% لكافة القطاعات من معيار الزمن هذا يؤكد فعالية شبكة الطرق المقترحة.
5. **كفاءة التوزيع للمنشآت الخدمية:** بما أن المناطق المخدومة لا تشكل تغطية بنسبة 100% من معيار المسافة هذا يوضح عدم كفاءة التوزيع لأماكن المنشآت بكافة القطاعات.

3.7. مرحلة نمذجة شبكة الطرق ببرنامج (REVIT):

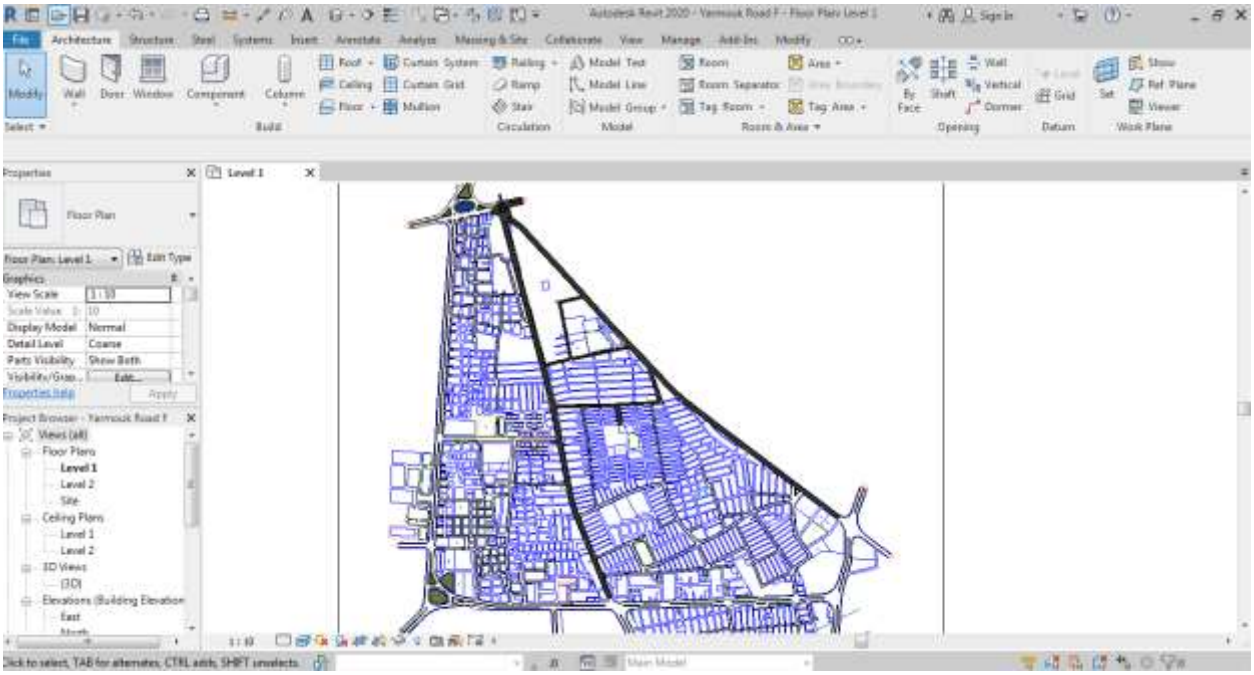
نظرًا لأن البنى التحتية الحالية في المخيم منهوبة ومدمرة بالكامل، فإن الوضع الراهن يفرض إعادة تأهيل شاملة لشبكة الطرق بأكملها، وليس لأجزاء منها أو نسبة محددة كما يحصل عادة بمشاريع إعادة التأهيل. يتطلب الوضع إعادة بناء كاملة لتلبية الاحتياجات الحالية وضمان استدامة البنية التحتية في المستقبل، بعد التأكد من كفاءة شبكة الطرق التي تمت بواسطة تحليلات برنامج GIS تم الانتقال لمرحلة نمذجة هذه الشبكة كانت منهجية العمل على برنامج REVIT بتقسيم العمل إلى قطاعات هي (A,B,C,D,E) بما يتماشى مع خطة التنفيذ على أرض الواقع. يحتوي كل قطاع على طرق إسفلتية رئيسية وفرعية، أرصفة، وأطاريف، ومساحات خضراء. كما تم تخصيص ممرات للدراجات الهوائية بعرض مترين للاتجاهين على طول الطرق. نستعرض في الصور التالية تسلسل الأعمال لكل قطاع في المخيم.



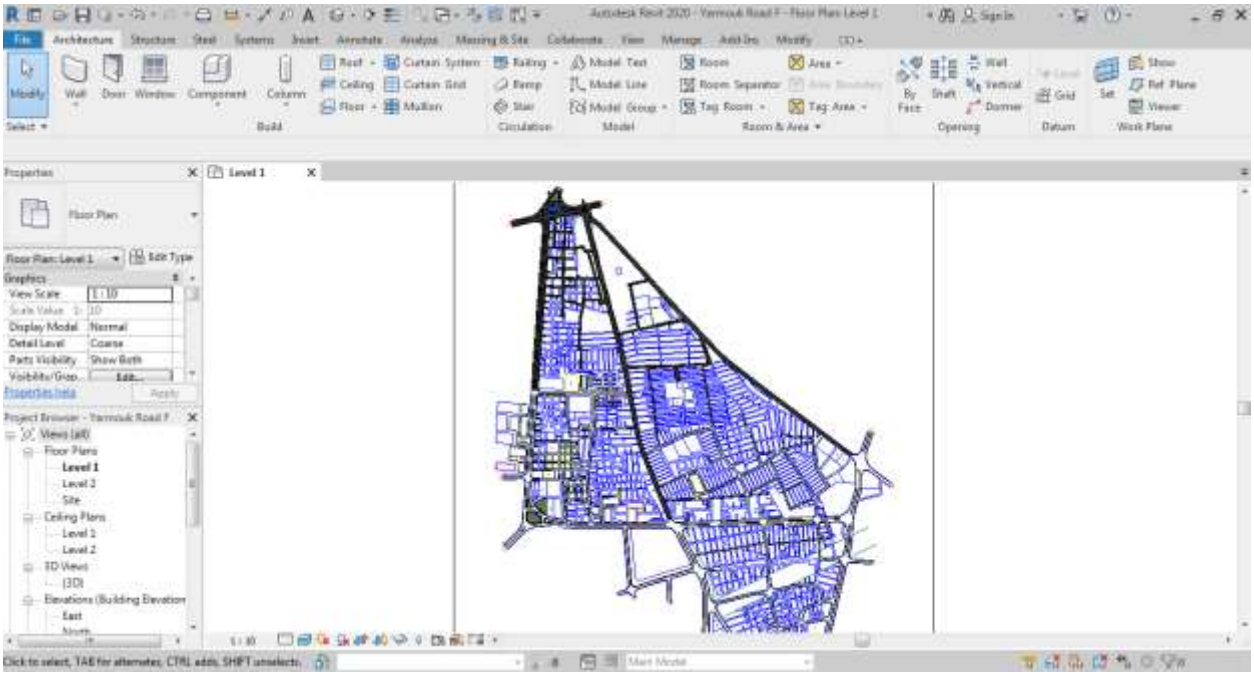
الشكل 23 : لقطة من برنامج الريفيت توضح تفاصيل الطرق والأرصفة والمناطق الخضراء



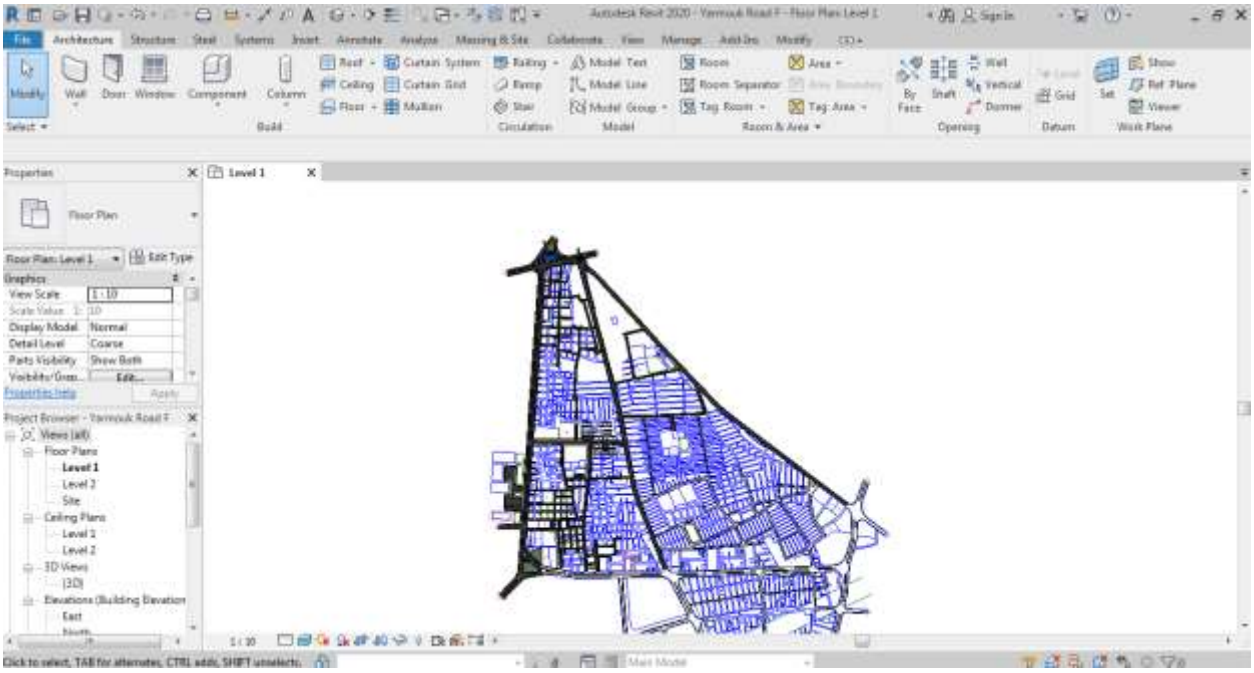
الشكل 24 : لقطة من برنامج الريفيت توضح مقطع لطبقات الطرق الاسفلتية والأرصفة



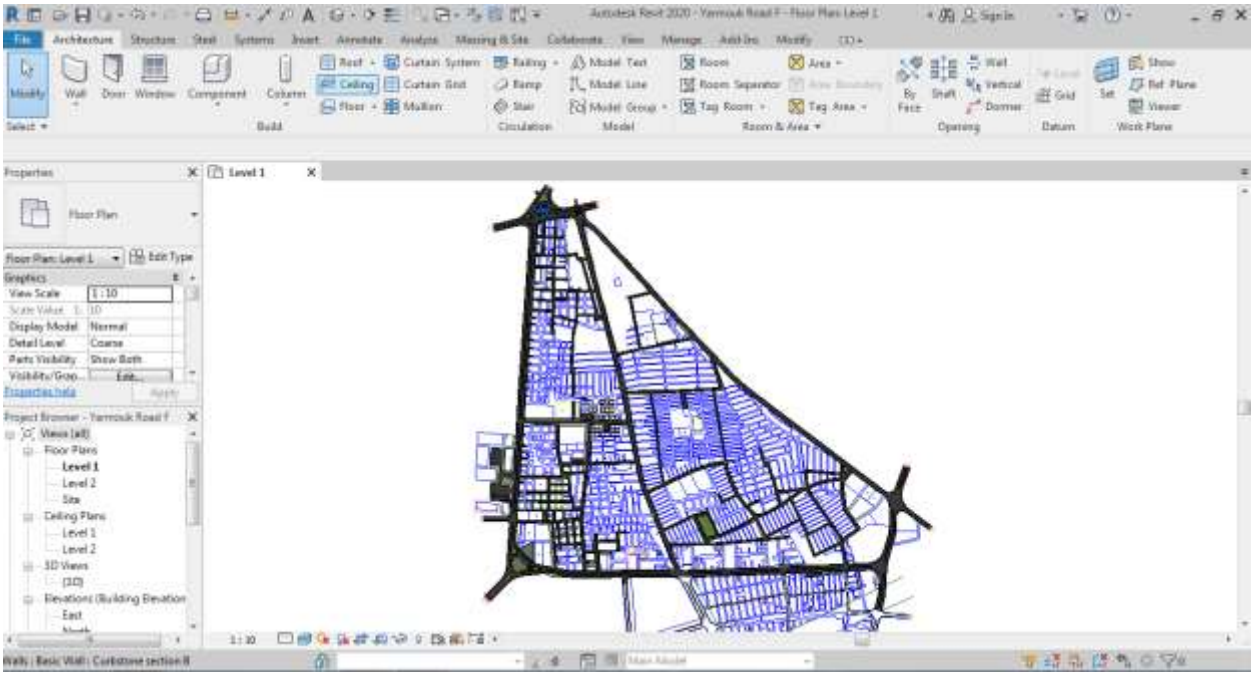
الشكل 25 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A



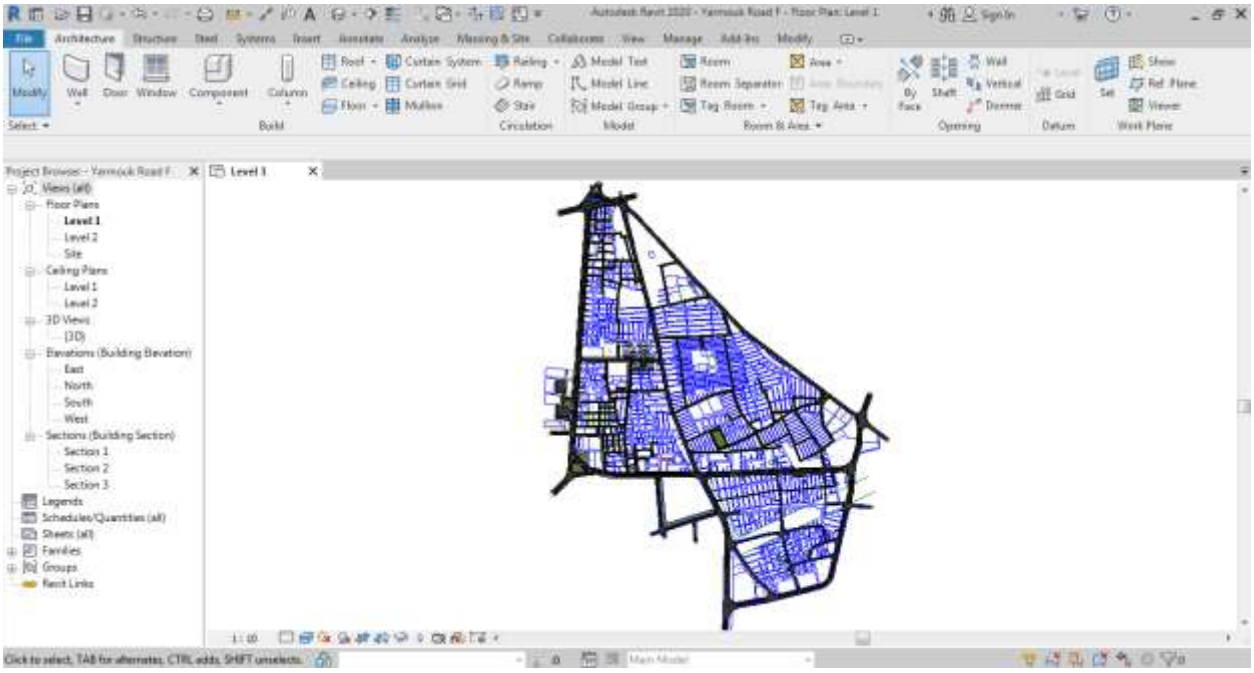
الشكل 26 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B



الشكل 27 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C



الشكل 28 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C,D



الشكل 29 : لقطة من برنامج الريفيت توضح الطرق في القطاع A,B,C,D,E

النتائج:

بعد نمذجة شبكة الطرق في المخيم باستخدام برنامجREVIT ، يمكن استخراج العديد من النتائج والبيانات المهمة التي تساعد في التخطيط والتنفيذ مثل:

- الرسومات التنفيذية التفصيلية:

بعد تصميم وتخطيط المساحات الخضراء والممرات المخصصة للدراجات أصبح لدينا مخططات تفصيلية طبقات لشبكة الطرق كافة مثل (الأسفلت، الأرصفة، والأطاريف).

- حساب الكميات والمواد اللازمة:

تحديد كميات الطرق المنمذجة، مثل الأسفلت، الخرسانة المستخدمة للأرصفة، الأطاريف، والتربة للمساحات الخضراء.

واستخراج كمية المواد اللازمة للتنفيذ في كل قطاع من القطاعات كما في الجدولين التاليين.

الجدول 8 : جدول الكميات للمساحات والحجوم

Floor Schedule		
Type	Area	Volume
Asphalt layer road Section A	60180.26 m²	36409.29 m³
Asphalt layer road Section B	48881.31 m²	29573.66 m³
Asphalt layer road Section C	71270.71 m²	43118.48 m³
Asphalt layer road Section D	93837.59 m²	56771.63 m³
Asphalt layer road Section E	92222.89 m²	55795.63 m³
Green floor section A	1560.17 m²	936.10 m³
curbstone layer pavement Section A	26073.13 m²	15122.72 m³

curbstone layer pavement Section B	19249.20 m²	11164.45 m³
Green floor section B	4835.40 m²	2901.75 m³
curbstone layer pavement Section C	44685.33 m²	25917.56 m³
Green floor section C	8346.42 m²	5007.78 m³
curbstone layer pavement Section D	40394.80 m²	23428.91 m³
Green floor section D	7164.58 m²	4298.59 m³
curbstone layer pavement Section E	35082.86 m²	20347.00 m³
Green floor section E	14333.65 m²	8600.22 m³
Bicycle path	52399.74 m²	262.00 m³

الجدول 9 : جدول كميات المواد

Floor Material Takeoff			
Type	Material: Name	Material: Volume	Material: Area
Asphalt layer road Section A	Earth	18054.19 m³	60180.26 m²
Asphalt layer road Section A	gravel mixed compacted	12036.13 m³	60180.26 m²
Asphalt layer road Section A	Asphalt wet	300.90 m³	60180.26 m²
Asphalt layer road Section A	Asphalt layer	6018.06 m³	60180.26 m²
Asphalt layer road Section B	Earth	14664.63 m³	48881.31 m²
Asphalt layer road Section B	gravel mixed compacted	9776.42 m³	48881.31 m²
Asphalt layer road Section B	Asphalt wet	244.41 m³	48881.31 m²
Asphalt layer road Section B	Asphalt layer	4888.21 m³	48881.31 m²
Asphalt layer road Section C	Earth	21381.07 m³	71270.71 m²
Asphalt layer road Section C	gravel mixed compacted	14254.04 m³	71270.71 m²
Asphalt layer road Section C	Asphalt wet	356.35 m³	71270.71 m²
Asphalt layer road Section C	Asphalt layer	7127.02 m³	71270.71 m²
Asphalt layer road Section D	Earth	28151.22 m³	93837.59 m²
Asphalt layer road Section D	gravel mixed compacted	18767.48 m³	93837.59 m²
Asphalt layer road Section D	Asphalt wet	469.19 m³	93837.59 m²
Asphalt layer road Section D	Asphalt layer	9383.74 m³	93837.59 m²

Asphalt layer road Section E	Earth	27667.26 m³	92222.89 m²
Asphalt layer road Section E	gravel mixed compacted	18444.84 m³	92222.89 m²
Asphalt layer road Section E	Asphalt wet	461.12 m³	92222.89 m²
Asphalt layer road Section E	Asphalt layer	9222.42 m³	92222.89 m²
Green floor section A	Earth	468.05 m³	1560.17 m²
Green floor section A	Grass	156.02 m³	1560.17 m²
Green floor section A	Soil	312.03 m³	1560.17 m²
curbstone layer pavement Section A	Earth	7821.94 m³	26073.13 m²
curbstone layer pavement Section A	Gravel	3910.97 m³	26073.13 m²
curbstone layer pavement Section A	Interlock	2086.16 m³	26073.13 m²
curbstone layer pavement Section A	Sand	1303.66 m³	26073.13 m²
curbstone layer pavement Section B	Earth	5774.76 m³	19249.20 m²
curbstone layer pavement Section B	Gravel	2887.38 m³	19249.20 m²
curbstone layer pavement Section B	Interlock	1539.85 m³	19249.20 m²
curbstone layer pavement Section B	Sand	962.46 m³	19249.20 m²
Green floor section B	Earth	1450.87 m³	4835.40 m²
Green floor section B	Grass	483.62 m³	4835.40 m²
Green floor section B	Soil	967.25 m³	4835.40 m²
curbstone layer pavement Section C	Earth	13405.60 m³	44685.33 m²
curbstone layer pavement Section C	Gravel	6702.80 m³	44685.33 m²
curbstone layer pavement Section C	Interlock	3574.90 m³	44685.33 m²
curbstone layer pavement Section C	Sand	2234.27 m³	44685.33 m²
Green floor section C	Earth	2503.89 m³	8346.42 m²
Green floor section C	Grass	834.63 m³	8346.42 m²
Green floor section C	Soil	1669.26 m³	8346.42 m²
curbstone layer pavement Section D	Earth	12118.44 m³	40394.80 m²
curbstone layer pavement Section D	Gravel	6059.22 m³	40394.80 m²
curbstone layer pavement Section D	Interlock	3231.51 m³	40394.80 m²

curbstone layer pavement Section D	Sand	2019.74 m³	40394.80 m²
Green floor section D	Earth	2149.29 m³	7164.58 m²
Green floor section D	Grass	716.43 m³	7164.58 m²
Green floor section D	Soil	1432.86 m³	7164.58 m²
curbstone layer pavement Section E	Earth	10524.86 m³	35082.86 m²
curbstone layer pavement Section E	Gravel	5262.43 m³	35082.86 m²
curbstone layer pavement Section E	Interlock	2805.57 m³	35082.86 m²
curbstone layer pavement Section E	Sand	1754.14 m³	35082.86 m²
Green floor section E	Earth	4300.11 m³	14333.65 m²
Green floor section E	Grass	1433.37 m³	14333.65 m²
Green floor section E	Soil	2866.74 m³	14333.65 m²
Bicycle path	Bicycle Path	262.00 m³	52399.74 m²

- حساب الجدولة الزمنية:

بعد وضوح الرؤية لتسلسل التنفيذ وكميات المواد اللازمة أصبح بإمكاننا وضع جداول زمنية للأعمال التنفيذية لكل قطاع من القطاعات (A,B,C,D,E) وتقدير وقت تنفيذ الأعمال وترتيب المراحل حسب الأولوية والتداخلات بين القطاعات.

- النماذج ثلاثية الأبعاد:

نماذج ثلاثية الأبعاد لشبكة الطرق توضح كيفية تفاعل العناصر المختلفة، مثل الطرق، الأرصفة، والممرات وكما يمكننا محاكاة التنفيذ الفعلي على الأرض لتقييم التصميم بشكل واقعي.

- تحليل التكلفة:

تقدير تكاليف المواد المطلوبة والأعمال التنفيذية لكل قطاع، مما يساعد في إعداد ميزانية دقيقة للمشروع وإجراء مقارنة بين التكاليف المتوقعة والميزانية المتاحة لضمان التنفيذ المستدام.

3.8. مرحلة إعداد الكلف والجداول الزمنية ودراسة مخاطر المشروع وإدخالها ببرنامج SYNCHRO:

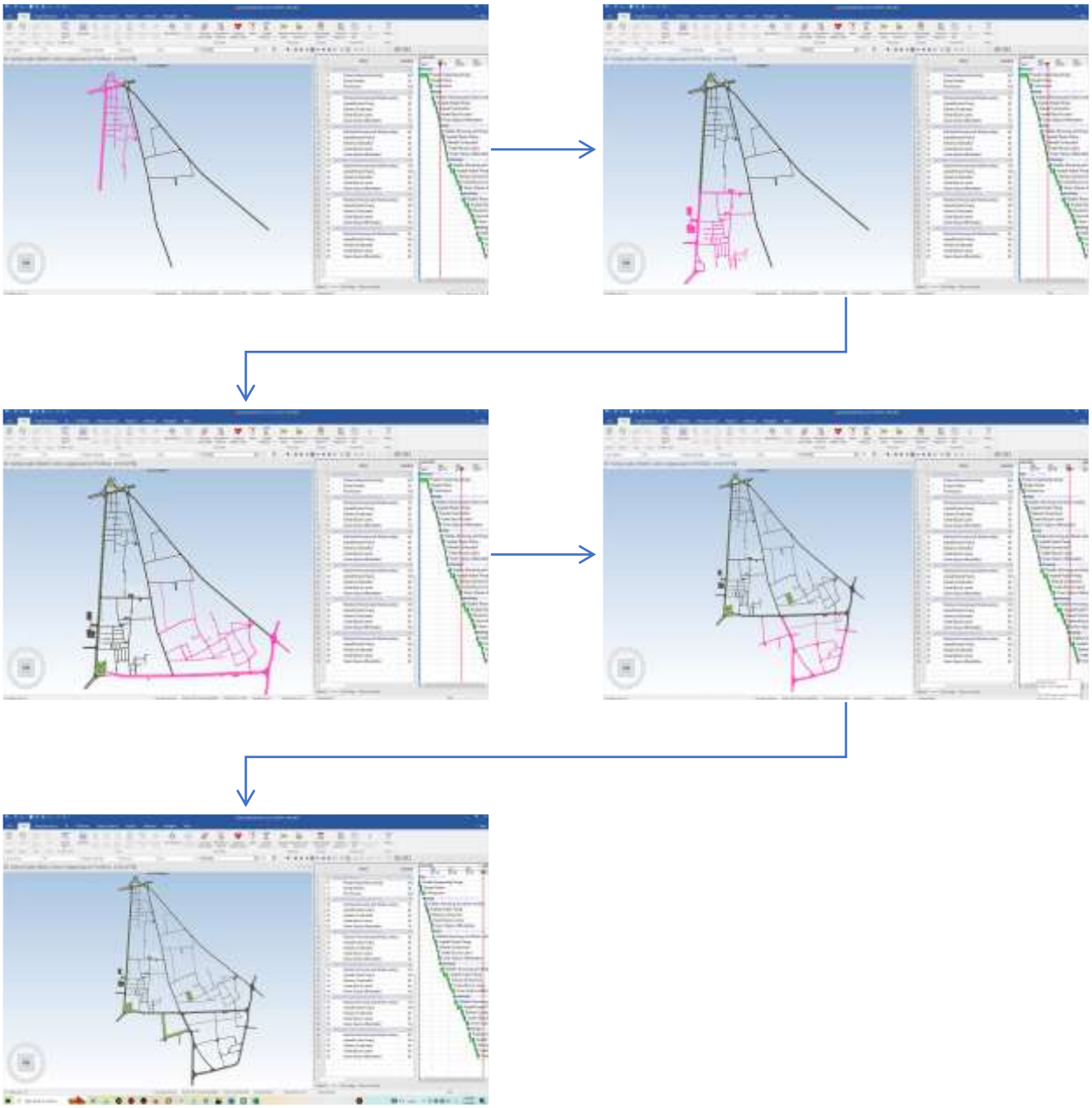
تعتبر دراسة مخاطر مشروع إعادة تأهيل شبكة طرق مخيم اليرموك خطوة حاسمة لضمان نجاح المشروع واستدامته. إن فهم المخاطر يساعد في تحديد التحديات المحتملة مثل تدهور البنية التحتية، الموارد المحدودة، والاضطرابات البيئية والاجتماعية، مما يتيح اتخاذ قرارات استراتيجية لتجنب التأخيرات وتجاوز التكاليف.
لبدء دراسة المخاطر، يجب إعداد جدول زمني للمهام يتضمن تحديد الموارد اللازمة وتقدير التكاليف المالية للمشروع بدقة كما في الجدول التالي:

الجدول10 : الجدول الزمني مع الكلف والموارد

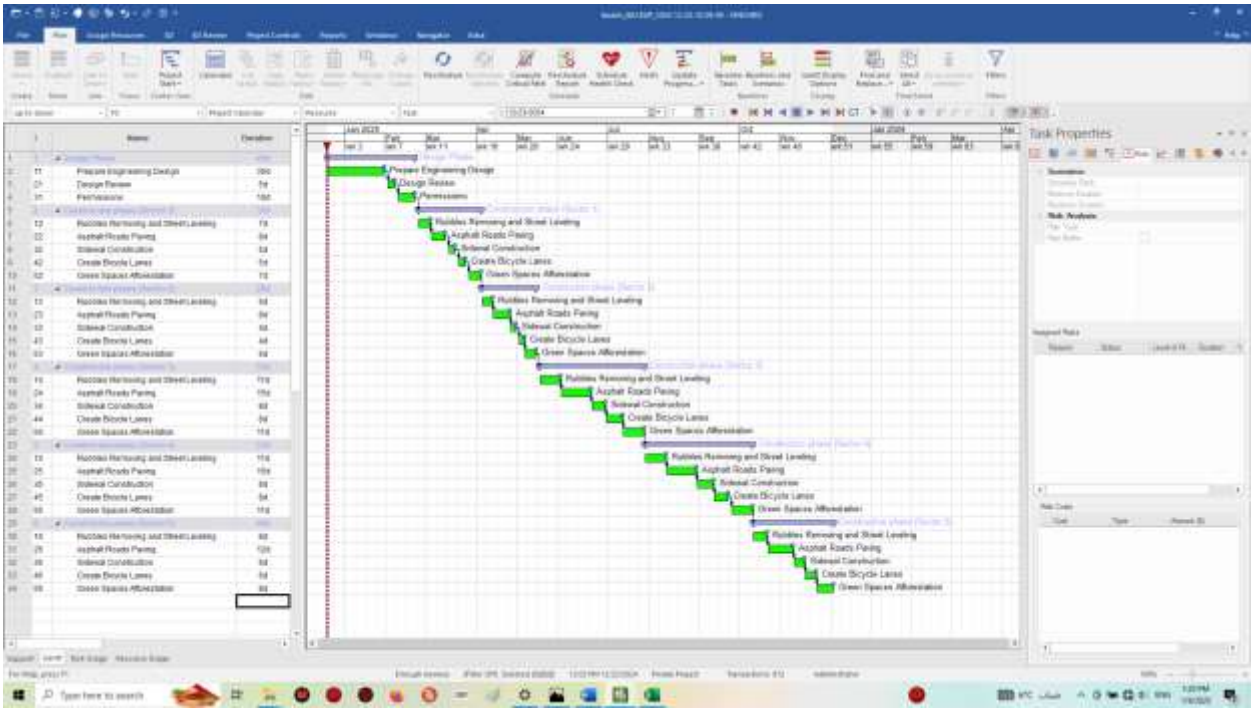
المرحلة	النشاط	القطاع	المدة الزمنية (أيام)	عدد العمال	الآليات المستخدمة	التكلفة المقدرة (دولار $)
مرحلة التصميم	إعداد التصميم الهندسي	جميع القطاعات	30	4مهندسين	برامج التصميم والحاسوب	30,000
	مراجعة التصميم والتصاريح	جميع القطاعات	15	2مهندسين	برامج التصميم والحاسوب	15,000

180,540	2جرافة، 1 شاحنة نقل	10عمال	7	القطاع 1	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	مرحلة التنفيذ (القطاع 1)
601,800	1مدحلة، 1 شاحنة نقل الإسفلت 1 فرادة	8عمال	10	القطاع 1	رصف الطرق الإسفلتية	
231,000	1خلاط إسمنت، 1 شاحنة مواد بناء	6عمال	5	القطاع 1	إنشاء الأرصفة	
14,466	1خلاط إسمنت	4عمال	5	القطاع 1	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	
6,240	1حفارة صغيرة	6عمال	7	القطاع 1	تشجير المساحات الخضراء	
146,646	2جرافة، 1 شاحنة نقل	10عمال	6	القطاع 2	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	مرحلة التنفيذ (القطاع 2)
488,820	1مدحلة، 1 شاحنة نقل الإسفلت1 فرادة	8عمال	8	القطاع 2	رصف الطرق الإسفلتية	
312,888	1خلاط إسمنت، 1 شاحنة مواد بناء	6عمال	4	القطاع 2	إنشاء الأرصفة	
15,417	1خلاط إسمنت	4عمال	4	القطاع 2	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	
19,344	1حفارة صغيرة	6عمال	6	القطاع 2	تشجير المساحات الخضراء	
280,581	2جرافة، 1 شاحنة نقل	10عمال	11	القطاع 3	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	مرحلة التنفيذ (القطاع 3)
935,270	1مدحلة، 1 شاحنة نقل الإسفلت 1 فرادة	8عمال	15	القطاع 3	رصف الطرق الإسفلتية	
536,232	1خلاط إسمنت، 1 شاحنة مواد بناء	6عمال	8	القطاع 3	إنشاء الأرصفة	
19,818	1خلاط إسمنت	4عمال	8	القطاع 3	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	
33,388	1حفارة صغيرة	6عمال	11	القطاع 3	تشجير المساحات الخضراء	
279,705	2جرافة، 1 شاحنة نقل	10عمال	11	القطاع 4	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	مرحلة التنفيذ (القطاع 4)
932,350	1مدحلة، 1 شاحنة نقل الإسفلت 1 فرادة	8عمال	15	القطاع 4	رصف الطرق الإسفلتية	
468,096	1خلاط إسمنت، 1 شاحنة مواد بناء	6عمال	8	القطاع 4	إنشاء الأرصفة	
27,567	1خلاط إسمنت	4عمال	8	القطاع 4	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	
28,708	1حفارة صغيرة	6عمال	11	القطاع 4	تشجير المساحات الخضراء	
213,819	2جرافة، 1 شاحنة نقل	10عمال	8	القطاع 5	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	مرحلة التنفيذ (القطاع 5)
712,730	1مدحلة، 1 شاحنة نقل الإسفلت 1 فرادة	8عمال	12	القطاع 5	رصف الطرق الإسفلتية	
420,996	1خلاط إسمنت، 1 شاحنة مواد بناء	6عمال	6	القطاع 5	إنشاء الأرصفة	
22,629	1خلاط إسمنت	4عمال	6	القطاع 5	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	
57,336	1حفارة صغيرة	6عمال	8	القطاع 5	تشجير المساحات الخضراء	

بعد إعداد الجدول الزمني تم إدخال ملف الريفيت وإعداد الجدول الزمني ببرنامج SYNCHRO وإضافة المهام وربطها بملف الريفيت:



الشكل 30 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح ربط المهام بملف الريفيت حسب القطاعات



الشكل 31 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع قبل إضافة المخاطر

تم تقدير الكلف والمدة الإجمالية للمشروع دون إدخال مخاطر المشروع كما يلي:

- **مرحلة التصميم** 45يوماً.
- **مرحلة التنفيذ لكل قطاع** 208 يوماً.
- **التكلفة الإجمالية للمشروع** تقدر بحوالي 7,031,386 $.

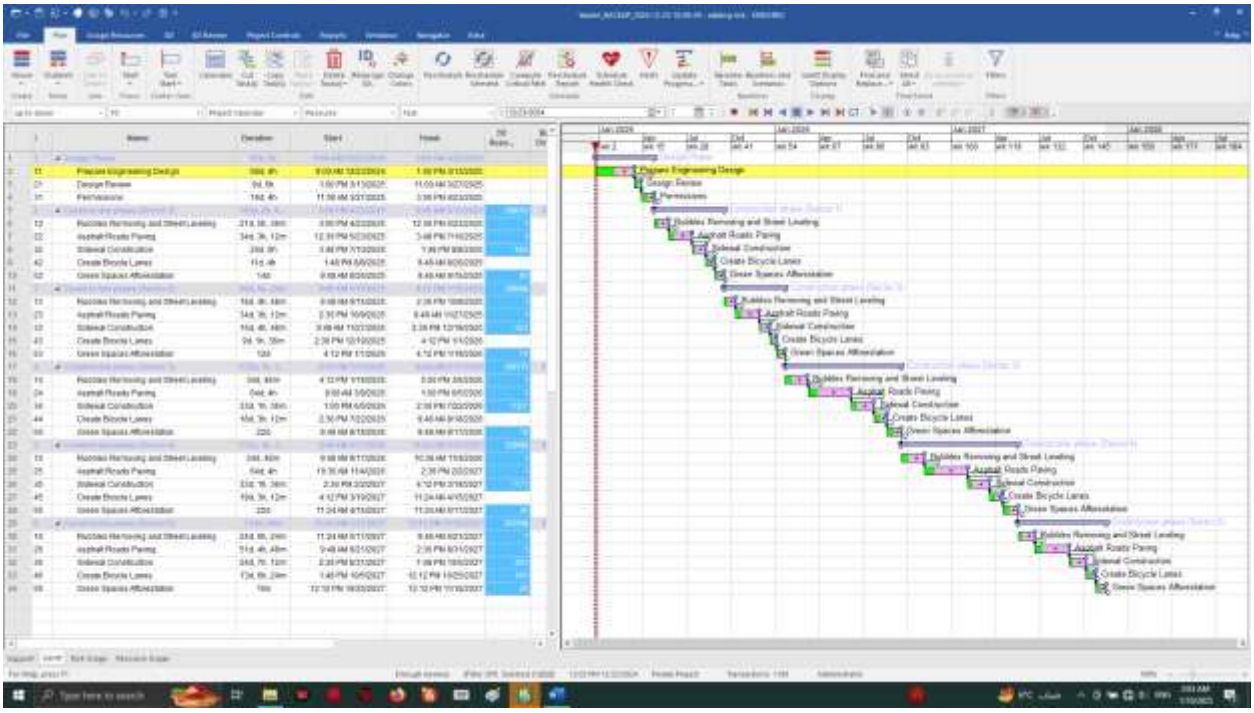
أهمية المرحلة الحالية في العمل على برنامج SYNCHRO تكمن أهميتها في تحقيق توازن شامل بين الجدول الزمني والكلف بعد إدراج إدارة المخاطر في المشروع. من خلال تحديد الإجراءات الإدارية المناسبة لكل نوع من المخاطر[26]، سواء كان التخفيف، التجنب، النقل، أو الاحتفاظ بالخطر، أتاحت هذه الخطوة القدرة على التحكم في المخاطر بشكل استباقي. هذه الخطوة ضرورية لضمان أن المخاطر المحتملة لا تؤدي إلى تعطيل سير العمل أو زيادة في التكاليف دون داعٍ. كما يساعد هذا النهج في تحقيق وضوح أكبر حول الجدول الزمني النهائي، مما يعزز القدرة على التنبؤ بالنتائج وإدارة الموارد بكفاءة، ويضمن أن المشروع سيظل في إطار الخطة المعتمدة بعد مراعاة جميع التحديات المحتملة.

الجدول 11 : جدول ترميز المخاطر مع تأثيرها على المهام والإجراء الإداري المناسب للمخاطر مع تأثيره على المهام

الخطر	Risk ID	نوع الخطر	المهام المرتبطة بالمخاطر	إجراء إدارة المخاطر	تأثير على التكلفة بدون تطبيق الإجراء (%)	تأثير على المدة بدون تطبيق الإجراء (%)	تأثير على التكلفة مع تطبيق الإجراء (%)	تأثير على المدة مع تطبيق الإجراء (%)
مخاطر التصميم	R.D01	أخطاء في التصميم	تخطيط المسارات،	التخفيف: مراجعة دورية للتصميم مع	15%	20%	5%	10%

			تصميم الأرصفة، تصميم ممرات الدراجات	فريق المشروع وتدقيق الرسومات				
	R.D02	تغييرات في متطلبات التصميم	تخطيط المسارات، تصميم المساحات الخضراء، تصميم الأرصفة	التخفيف: مراجعة التعديلات بشكل فوري وتحديث التصاميم بموافقة الجهات المعنية	10%	25%	5%	10%
مخاطر التنفيذ	R.I01	تأخيرات في التنفيذ	تمهيد الطرق، رصف الطرق الأسفلتية، إنشاء الأرصفة	التخفيف: إعداد جدول زمني مفصل، مراقبة تقدم العمل، وإدارة الوقت	20%	30%	10%	15%
	R.I02	سوء جودة العمل	تمهيد الطرق، رصف الطرق الأسفلتية، إنشاء الأرصفة	التخفيف: تطبيق إجراءات رقابة الجودة والتفتيش الدوري على العمل	15%	15%	7%	8%
	R.I03	حوادث في موقع العمل	تمهيد الطرق، رصف الطرق الأسفلتية، إنشاء ممرات الدراجات	التخفيف: تطبيق معايير السلامة المهنية وتدريب العاملين على السلامة	10%	20%	5%	10%
مخاطر المواد	R.M01	تأخر تسليم المواد	رصف الطرق، تركيب الأرصفة، إنشاء الأرصفة	التخفيف: وضع خطة لإدارة المخزون وتحديد الموردين البدلاء	25%	35%	10%	15%
	R.M02	ارتفاع تكلفة المواد	رصف الطرق، إنشاء الأرصفة، تركيب المناطق الخضراء	التخفيف: التفاوض مع الموردين وتأمين اتفاقيات طويلة الأجل	30%	10%	15%	5%
	R.M03	سوء جودة المواد	رصف الطرق، إنشاء الأرصفة، تركيب الأرصفة	التخفيف: فحص المواد قبل استلامها، التعاقد مع موردين موثوقين	20%	15%	10%	7%
مخاطر ظروف الموقع	R.S01	ظروف التربة غير المتوقعة	تمهيد الطرق، إنشاء الأرصفة	التخفيف: إجراء اختبارات تربة مسبقة وتوفير معدات معالجة التربة	25%	20%	10%	10%
	R.S02	ظروف الطقس القاسية	رصف الطرق، تركيب الأرصفة	التجنب: مراجعة التوقعات الجوية وجدولة العمل وفقاً لذلك	15%	30%	5%	10%
	R.S03	وجود مرافق مدفونة	تمهيد الطرق، رصف الطرق	التخفيف: إجراء مسح شامل للموقع قبل البدء وضمان التصاريح اللازمة	10%	20%	5%	10%

مخاطر التمويل	R.F01	تأخر الحصول على التمويل	رصف الطرق، إنشاء الأرصفة، تركيب الأرصفة	التخفيف: التواصل المستمر مع الجهات الممولة وتقديم تقارير دورية	30%	40%	15%	20%
	R.F02	تغير شروط التمويل	رصف الطرق، تركيب الأرصفة	الاحتفاظ: متابعة تطورات التمويل وتعديل الميزانية إذا لزم الأمر	20%	25%	10%	12%
	R.F03	عدم كفاية التمويل	كافة مراحل المشروع	التخفيف: إعادة توزيع الميزانية وتحديد الأولويات في التنفيذ	50%	45%	25%	22%
مخاطر الحصول على التصاريح	R.P01	تأخر الحصول على التصاريح	تمهيد الطرق، إنشاء الأرصفة	التخفيف: تقديم الطلبات مبكرًا والتنسيق مع الجهات المعنية	15%	20%	7%	10%
	R.P02	رفض طلبات التصاريح	تمهيد الطرق، رصف الطرق	التجنب: التفاوض مع الجهات المختصة وتعديل خطط التنفيذ لتلبية المتطلبات	20%	25%	10%	12%
مخاطر التغييرات في نطاق العمل	R.SC01	تغييرات في التصميم أو المواصفات بعد بدء التنفيذ	إنشاء الطرق، إنشاء ممرات الدراجات	التخفيف: إدارة التغييرات بفعالية وضبط نطاق المشروع بشكل دوري	30%	35%	15%	17%
مخاطر المسؤولية المدنية	R.C01	إصابة الأشخاص أو الممتلكات خلال تنفيذ المشروع	كافة مراحل المشروع	النقل: تأمين مسؤولية مدنية وتطبيق إجراءات صارمة للسلامة	20%	25%	10%	12%

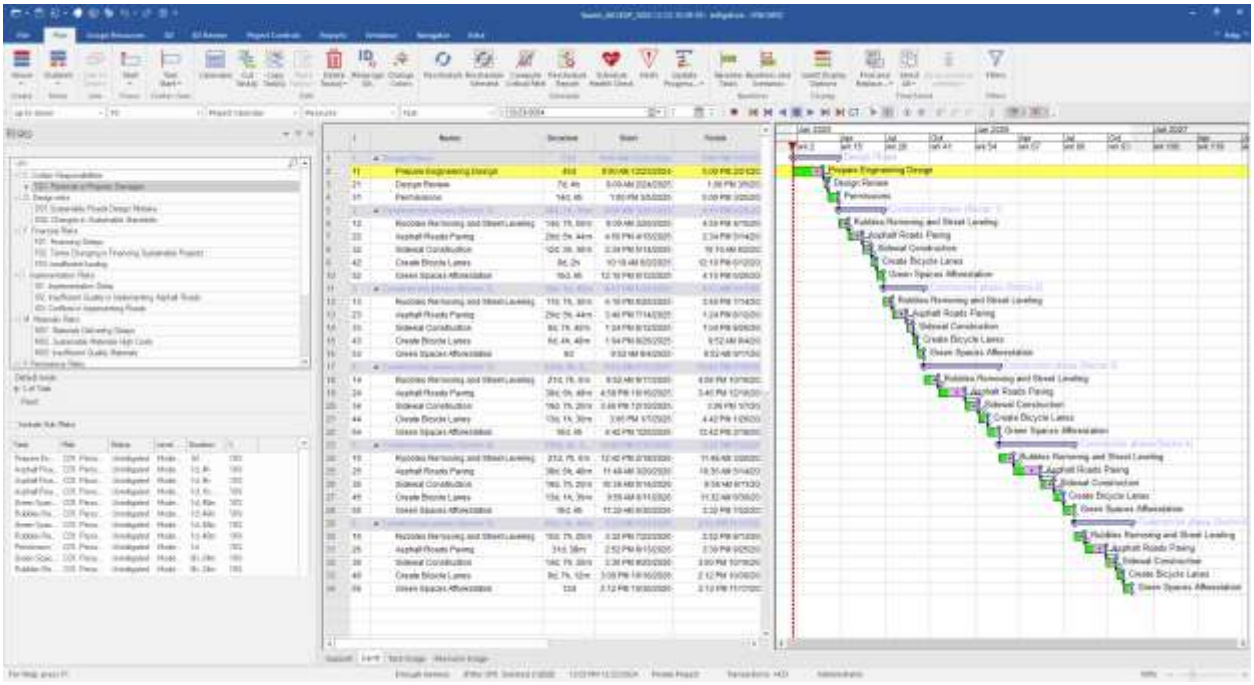


الشكل 32 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع بعد إضافة المخاطر

تم تقدير الكلف والمدة الإجمالية للمشروع بعد إدخال مخاطر المشروع كما يلي:

- **مرحلة التصميم**87 يوماً.
- **مرحلة التنفيذ لكل قطاع** 667 يوماً.
- **التكلفة الإجمالية للمشروع** تقدر بحوالي 10,179,109 $.

أما الخطوة الأخيرة للعمل على برنامج SYNCHRO تكمن في تمكين الإدارة الفعالة للمخاطر وتأثيرها على المشروع بشكل دقيق. من خلال ترميز المخاطر وتحديد تأثيرها على المهام كنسبة من مدة وتكلفة كل مهمة حيث تم إدخالها إلى البرنامج، حيث تم إعداد جدول زمني محدث يأخذ بعين الاعتبار التحديات المحتملة. هذا التحديث يتيح تحسين عملية التخطيط، حيث يمكن تحليل التغييرات التي تطرأ على الجداول الزمنية والتكاليف بشكل مرئي وتفاعلي. كما يُساعد في اتخاذ قرارات مدروسة حول كيفية التعامل مع المخاطر والتكيف مع التغيرات بسرعة، مما يعزز فرص نجاح المشروع ويسهم في تجنب التأخيرات غير المتوقعة أو التكاليف الإضافية التي قد تؤثر على سير العمل.



الشكل 33 : لقطة من برنامج SYNCHRO توضح المهام والجدول الزمني للمشروع مع تطبيق الإجراء الإداري للمخاطر

تم تقدير الكلف والمدة الإجمالية للمشروع مع تطبيق الإجراء الإداري لمخاطر المشروع كما يلي:

- **مرحلة التصميم** 67 يوماً.
- **مرحلة التنفيذ لكل قطاع** 362 يوماً.
- **التكلفة الإجمالية للمشروع** تقدر بحوالي 8,539,689 $.

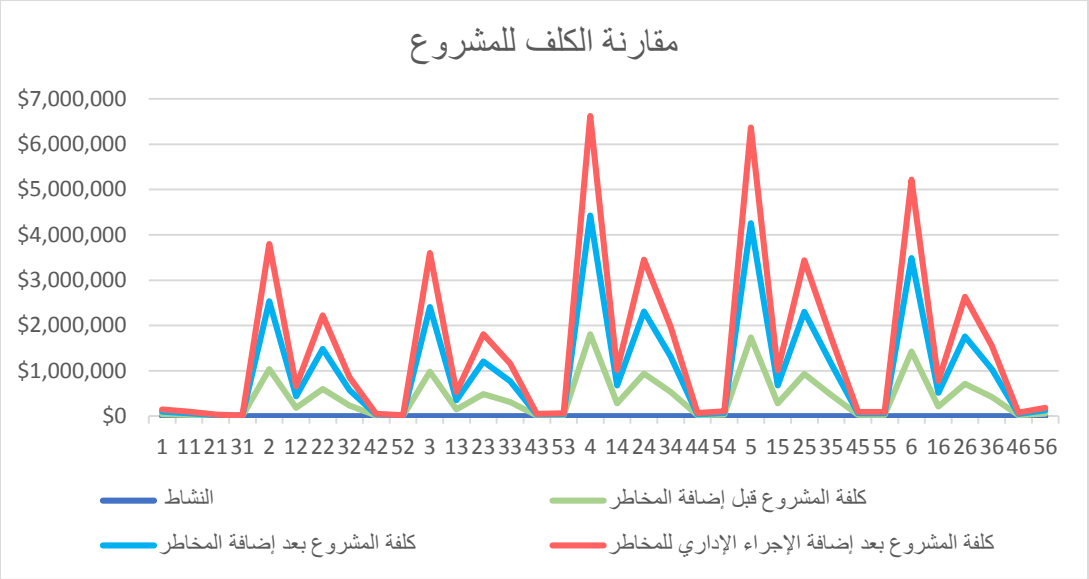
النتائج:

- **تحسين الجدول الزمني والتكاليف** :برنامج SYNCHRO ساهم في تحديث الجدول الزمني وتقدير التكاليف بعد إدراج المخاطر المحتملة، مما أتاح رؤية شاملة وأكثر دقة حول تأثير المخاطر على مدة المشروع وتكاليفه الإجمالية. تمثل هذه النتائج الأساس لتخطيط أكثر فعالية.

الجدول 12 : مقارنة بين الكلف للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر

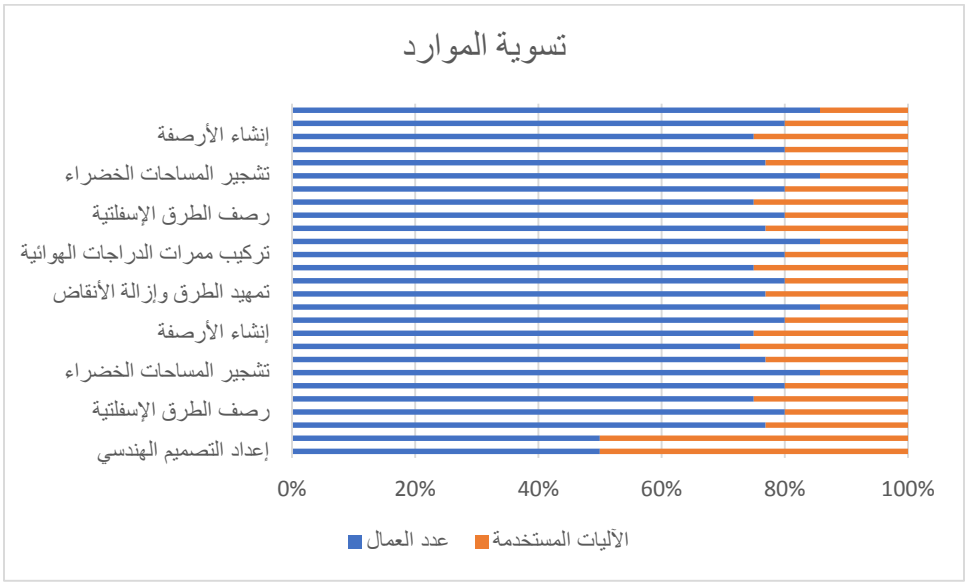
رمز النشاط	النشاط	كلفة المشروع قبل إضافة المخاطر	كلفة المشروع بعد إضافة المخاطر	كلفة المشروع بعد إضافة الإجراء الإداري للمخاطر
1	**مرحلة التصميم**	**$45,000**	**$51,750**	**$48,000**
11	إعداد التصميم الهندسي	$30,000	$34,500	$32,000
21	مراجعة التصميم	$10,000	$11,500	$10,667
31	التصاريح	$5,000	$5,750	$5,333
2	**مرحلة التنفيذ للقطاع A**	**$1,034,046**	**$1,502,809**	**$1,258,595**
12	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	$180,540	$255,765	$216,648
22	رصف الطرق الإسفلتية	$601,800	$882,640	$736,202
32	إنشاء الأرصفة	$231,000	$338,800	$282,590

42	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	$14,466	$18,324	$16,395
52	تشجير المساحات الخضراء	$6,240	$7,280	$6,760
3	**مرحلة التنفيذ للقطاع B**	**$983,115**	**$1,425,683**	**$1,195,160**
13	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	$146,646	$207,749	$175,975
23	رصف الطرق الإسفلتية	$488,820	$716,936	$597,990
33	إنشاء الأرصفة	$312,888	$458,902	$382,766
43	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	$15,417	$19,528	$17,473
53	تشجير المساحات الخضراء	$19,344	$22,568	$20,956
4	**مرحلة التنفيذ للقطاع C**	**$1,805,289**	**$2,619,748**	**$2,195,465**
14	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	$280,581	$397,490	$336,697
24	رصف الطرق الإسفلتية	$935,270	$1,371,729	$1,144,147
34	إنشاء الأرصفة	$536,232	$786,474	$655,990
44	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	$19,818	$25,103	$22,460
54	تشجير المساحات الخضراء	$33,388	$38,953	$36,170
5	**مرحلة التنفيذ للقطاع D**	**$1,736,426**	**$2,518,647**	**$2,111,201**
15	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	$279,705	$396,249	$335,646
25	رصف الطرق الإسفلتية	$932,350	$1,367,447	$1,140,575
35	إنشاء الأرصفة	$468,096	$686,541	$572,637
45	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	$27,567	$34,918	$31,243
55	تشجير المساحات الخضراء	$28,708	$33,493	$31,100
6	**مرحلة التنفيذ للقطاع E**	**$1,427,510**	**$2,061,264**	**$1,731,268**
16	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	$213,819	$302,910	$256,583
26	رصف الطرق الإسفلتية	$712,730	$1,045,337	$871,906
36	إنشاء الأرصفة	$420,996	$617,461	$515,018
46	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	$22,629	$28,663	$25,646
56	تشجير المساحات الخضراء	$57,336	$66,892	$62,114
الإجمالي		**$7,031,386**	**$10,179,901**	**$8,539,689**



الشكل 34 : مقارنة بين الكلف للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر

- **تسوية الموارد بشكل متوازن** :عبر البرنامج، تم تحسين استخدام الموارد البشرية والآلية، مما أسهم في تحقيق توازن يقلل من التأخير ويعزز كفاءة تنفيذ المشروع. تسوية الموارد تساعد في ضمان توفر الموارد المناسبة في الوقت المناسب، مع تجنب التكلفة الزائدة.



الشكل 35 : تمثيل بياني لتسوية الموارد بالمشروع

- **الإدارة الفعالة للمخاطر** :البرنامج مكن من تحليل المخاطر وتحديد الإجراءات المناسبة لكل خطر، سواء كان تخفيفه، تجنبه، نقله، أو الاحتفاظ به. هذه الاستراتيجية الاستباقية ساعدت في التحكم بالمخاطر بشكل يضمن عدم تعطل سير العمل أو تجاوز التكاليف المحددة.

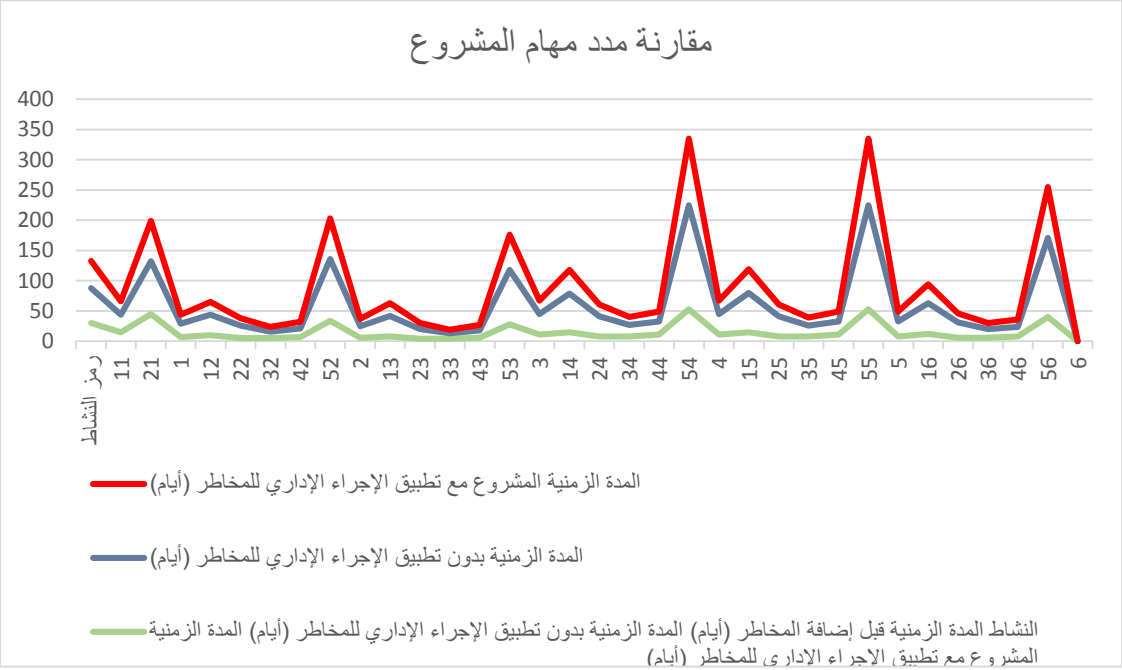
- **اتخاذ قرارات مستنيرة:** بفضل قدرات برنامجSYNCHRO ، أصبح من الممكن تحليل التغييرات المرئية والتفاعلية على الجداول الزمنية والتكاليف، مما ساعد في اتخاذ قرارات استراتيجية مستنيرة وسريعة حول كيفية التعامل مع التحديات المتوقعة خلال المشروع.
- **تحسين التواصل والتنسيق:** البرنامج ساهم في تعزيز التواصل بين الفرق المختلفة، حيث أن إدارة الموارد والمخاطر بفعالية ساعدت في الحفاظ على التعاون بين مختلف الأطراف، مما أدى إلى نجاح أفضل في إدارة المشروع.

- **تحقيق وضوح أكبر حول الجدول النهائي:** من خلال دمج إدارة المخاطر في الجدول الزمني ، تم تحقيق رؤية أوضح حول الجدول النهائي للمشروع، مما يعزز القدرة على التنبؤ الدقيق بالنتائج وإدارة المشروع بكفاءة أكبر في ظل التحديات.

الجدول 13: مقارنة بين المدة للمشروع قبل وبعد المخاطر وبعد الإجراء الإداري المناسب للمخاطر

رمز النشاط	النشاط	المدة الزمنية قبل إضافة المخاطر (أيام)	المدة الزمنية بعد إضافة المخاطر (أيام)	المدة الزمنية ب إضافة الإجراء الإداري للمخاطر (أيام)
11	**إعداد التصميم الهندسي**	30	58	45
21	**مراجعة التصميم والتصاريح**	15	29	22
1	**مرحلة التصميم**	45	87	67
12	**تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض**	7	22	15
22	**رصف الطرق الإسفلتية**	10	34	21
32	**إنشاء الأرصفة**	5	21	12
42	**تركيب ممرات الدراجات الهوائية**	5	11	8
52	**تشجير المساحات الخضراء**	7	14	11
2	**مرحلة التنفيذ للقطاع A**	34	102	67
13	**تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض**	6	19	12
23	**رصف الطرق الإسفلتية**	8	34	21
33	**إنشاء الأرصفة**	4	16	10
43	**تركيب ممرات الدراجات الهوائية**	4	9	6
53	**تشجير المساحات الخضراء**	6	12	9
3	**مرحلة التنفيذ للقطاع B**	28	90	58
14	**تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض**	11	34	22
24	**رصف الطرق الإسفلتية**	15	64	39
34	**إنشاء الأرصفة**	8	33	20
44	**تركيب ممرات الدراجات الهوائية**	8	19	13
54	**تشجير المساحات الخضراء**	11	22	16
4	**مرحلة التنفيذ للقطاع C**	53	172	110
15	**تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض**	11	34	22
25	**رصف الطرق الإسفلتية**	15	65	39

35	إنشاء الأرصفة	8	33	20
45	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	8	18	13
55	تشجير المساحات الخضراء	11	22	16
5	مرحلة التنفيذ للقطاع D	53	172	110
16	تمهيد الطرق وإزالة الأنقاض	8	25	16
26	رصف الطرق الإسفلتية	12	51	31
36	إنشاء الأرصفة	6	25	15
46	تركيب ممرات الدراجات الهوائية	6	14	10
56	تشجير المساحات الخضراء	8	16	12
6	مرحلة التنفيذ للقطاع E	40	131	84
الإجمالي	المرحلة النهائية وانتهاء الأعمال	253	754	496



36 الشكل: مقارنة مدد مهام المشروع

3.9. ملخص البحث

في هذا الفصل، تم استعراض المنهجية العملية التي اتبعتها في بحث إعادة تأهيل شبكة الطرق في مخيم اليرموك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) تم بناء قاعدة بيانات شبكية لأفضل البدائل المقترحة لطرق المخيم بناءً على مخطط تنظيمي حديث يواكب الواقع القائم قبل الحرب. بعد ذلك، تم حساب الزمن اللازم لقطع الطرق باستخدام سرعة وسطية قدرها 50 كم/ساعة، وتم تحليل الاتجاهات ومسافات الوصول من خلال الأدوات التحليلية في GIS

تم التركيز على إجراء تحليلات شبكية لتقييم البدائل واستخلاص الأنسب لتحقيق تغطية شاملة للمخيم بالخدمات الأساسية مثل الصحة والتعليم والخدمات العامة، مع مراعاة المعايير التخطيطية العمرانية. كما تم تقييم المخاطر التي قد تؤثر على المشروع وربطها بالمهام المختلفة لتحديد الجدول الزمني المناسب وتنظيم الموارد اللازمة لكل مرحلة من مراحل التنفيذ.

في النهاية، تم استخدام البرمجيات المتخصصة مثل Revit وSYNCHRO لتحليل البيانات وتنظيم العمل، بما يسمح بتنفيذ المشروع بكفاءة عالية ويعزز من نجاح إعادة تأهيل شبكة الطرق.

4. الفصل الرابع: مناقشة النتائج

4.1. المقدمة

يهدف هذا البحث إلى دراسة وإعادة تأهيل شبكة الطرق في مخيم اليرموك باستخدام أساليب مستدامة وتقنيات حديثة لتطبيقات إدارة المخاطر والتحليل الرقمي. من خلال تحليل النتائج المستخلصة باستخدام برامج مثل SYNCHRO و REVITوGIS، يمكن فهم الممارسات المستدامة الأكثر ملاءمة لمثل هذه المشاريع، واستعراض الآليات التي تدعم نمذجة وإدارة المخاطر بفعالية. كما يساعد البحث في تحديد أفضل البرمجيات المستخدمة في إعادة تأهيل شبكات الطرق المتضررة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

4.2. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الأول

تحديد الممارسات المستدامة الأكثر ملاءمة لمشاريع البنى التحتية للمناطق المتضررة.

المناطق المتضررة بفعل النزاعات والكوارث تحتاج إلى ممارسات مستدامة تضمن إعادة التأهيل والبناء بطريقة تدعم البيئة والبنية التحتية على المدى الطويل. الهدف من هذه المناقشة هو تحليل الممارسات المستدامة الأنسب لشبكات الطرق والبنى التحتية في المناطق المتضررة مثل مخيم اليرموك.

من خلال تحليل النتائج، نجد أن إدارة الموارد بشكل متوازن وتحقيق فعالية في استغلال المواد اللازمة يعد من أهم الممارسات المستدامة. برنامج SYNCHRO ساهم في تحديد توزيع الموارد البشرية والآلية بدقة، مما أدى إلى تقليل الفاقد الزمني والمادي. بالإضافة إلى ذلك، فإن استخدام برامج مثل REVIT وGIS لتعزيز التحليل الرقمي ونمذجة البنية التحتية قد ساهم في توفير بيانات دقيقة يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرارات.

إن إعادة تدوير الأنقاض تساهم في تقليل تكاليف الشراء والنقل، حيث يتم دفع تكلفة إنشاء خط الإنتاج لمرة واحدة، وهي تكلفة بسيطة مقارنة بالتكاليف المستمرة لعمليات الشراء والنقل. بالإضافة إلى ذلك، فإن توظيف العمالة من سكان المخيم يوفر الوقت ويعزز كفاءة العمل والإنتاجية، نظرًا لأن العمال يشعرون بأنهم يساهمون في إعادة إعمار منطقتهم. هذه العملية تُعد من الممارسات المستدامة المهمة التي تجمع بين الفائدة الاقتصادية والاجتماعية.

كما أن توزيع المنشآت الخدمية والتعليمية بشكل متساوٍ يقلل من الحاجة إلى التنقل المفرط، مما يسهم في تقليل انبعاثات الكربون[27]. هذا النهج يتماشى مع الأهداف المستدامة التي تركز على تقليل التأثير البيئي وضمان كفاءة الطاقة والموارد.

توضح هذه النتائج أن الممارسات المستدامة المثلى لمشاريع البنى التحتية في المناطق المتضررة تعتمد على التوازن في استخدام الموارد وتوزيع المنشآت بشكل مدروس. كما أن الاعتماد على تقنيات التحليل الرقمي يسهم في تحقيق أهداف الاستدامة بشكل أكثر كفاءة.

4.3. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الثاني

تحديد آليات نمذجة الممارسات المستدامة لإعادة تأهيل البنى التحتية في شبكات الطرق والنقل.

الاعتماد على تقنيات النمذجة الرقمية يعد جزءًا أساسيًا في تصميم مشاريع البنى التحتية المستدامة، خصوصًا في المناطق المتضررة. تهدف هذه المناقشة إلى تحليل آليات نمذجة الممارسات المستدامة في شبكات الطرق والنقل.

نمذجة الممارسات المستدامة تلعب دورًا حاسمًا في تحقيق فعالية إعادة تأهيل شبكات الطرق في المناطق المتضررة. من خلال نتائج البحث، تبين أن استخدام برامج النمذجة مثل Revit وGIS يسهم في تحقيق تخطيط دقيق وشامل للبنى التحتية، مع إمكانية توقع العقبات قبل تنفيذ المشروع. ويعتبر استخدام برنامج Revit لنمذجة شبكة الطرق أداة فعالة لتقسيم المشروع إلى قطاعات واضحة، ما يسهل إدارة العمليات بشكل متسلسل ومنظم.

هذه النماذج الرقمية توفر رؤية ثلاثية الأبعاد لشبكات الطرق والبنية التحتية المرتبطة بها، مما يسمح بمحاكاة التنفيذ الواقعي والتعرف على المشكلات المحتملة قبل بدء التنفيذ الفعلي. من خلال هذه النمذجة، يمكن تحسين توزيع المنشآت التعليمية والصحية والخدمية، بالإضافة إلى تخطيط المساحات الخضراء والممرات الخاصة بالدراجات، وذلك بما يتماشى مع المعايير المستدامة والتخطيط العمراني الحديث.

تحليل نتائج النمذجة أظهر أن هذه الآليات تساعد على تقدير الكميات بدقة، سواء كانت مواد مثل الأسفلت أو الخرسانة أو الأرصفة، كما أتاح تحديد كميات المواد اللازمة لكل مرحلة من مراحل التنفيذ مما يقلل من الهدر ويزيد من فعالية استخدام الموارد. كما يساعد تخطيط التكاليف باستخدام نماذج ثلاثية الأبعاد على تعزيز دقة تقدير الميزانية والتأكد من أن المشروع سيظل ضمن الحدود المالية المتاحة. نمذجة الممارسات المستدامة تعد خطوة ضرورية لضمان أن تكون البنى التحتية المحدثة قادرة على التكيف مع المتغيرات البيئية والمجتمعية[28]، وتخدم الأجيال القادمة بشكل مستدام بالإضافة إلى ذلك، مكنت التحليلات الشبكية باستخدام GIS من توزيع الموارد والخدمات بشكل عادل بين المناطق المختلفة، وهو عامل حاسم في تحقيق الاستدامة في مشاريع الطرق والنقل.

آليات نمذجة الممارسات المستدامة باستخدام أدوات مثل REVIT وGIS توفر رؤية شاملة وتحليلًا عميقًا يساعد في إعادة تأهيل شبكات الطرق بطرق مستدامة، مما يقلل من التأثير البيئي ويحسن كفاءة تنفيذ المشاريع.

4.4. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الثالث

تحديد آليات تطبيق إدارة المخاطر لمشروع إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة.

إدارة المخاطر تلعب دورًا حيويًا في نجاح مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية. تهدف هذه المناقشة إلى تحديد الآليات المناسبة لتطبيق إدارة المخاطر في مشروع إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة.

إدارة المخاطر تعد جزءًا لا يتجزأ من عملية إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة، حيث تمكن من التنبؤ بالمخاطر المحتملة ووضع استراتيجيات فعالة للتعامل معها. في هذا السياق، أظهرت نتائج البحث أهمية استخدام برنامج SYNCHRO كأداة لتحليل المخاطر وإدارة المشروع بشكل فعال. بفضل SYNCHRO، تم تحسين الجدول الزمني للمشروع وتقدير التكاليف بعد إدراج المخاطر المحتملة، مما أتاح رؤية دقيقة وشاملة لتأثير المخاطر على المشروع ككل.

تحليل النتائج أظهر أن تسوية الموارد وتحليل المخاطر يساعدان في ضمان تخصيص الموارد البشرية والآلية بشكل متوازن. من خلال هذا النهج، يمكن تقليل التأخير في تنفيذ المهام، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتجنب الإنفاق الزائد على المعدات أو العمالة الإضافية. كما أن تحديد الإجراءات المناسبة لكل نوع من المخاطر، سواء كان ذلك بالتخفيف أو التجنب أو الاحتفاظ أو النقل، يساعد في ضمان أن المخاطر المحتملة لا تؤثر بشكل كبير على سير العمل أو التكاليف.

تطبيق إدارة المخاطر بشكل استباقي يساعد أيضًا على تحقيق أهداف المشروع ضمن الجدول الزمني المحدد. من خلال هذه الآليات، يمكن تحسين مرونة المشروع واستجابته للتحديات غير المتوقعة، وهو ما يضمن استدامة تنفيذ المشروع ويعزز من فرص نجاحه في الظروف البيئية والاقتصادية المتغيرة.

إدارة المخاطر عبر برنامج SYNCHRO ساهمت في تعزيز فعالية تنفيذ المشروع من خلال تقديم آليات واضحة لتحليل وتخفيف المخاطر، مما يسهم في تحقيق استدامة المشروع وتجنب التكاليف غير المتوقعة[29].

4.5. مناقشة النتائج بحسب الهدف البحثي الرابع

توصية بأفضل البرمجيات التي تقوم بنمذجة إعادة تأهيل شبكة الطرق المستدامة.

اختيار البرمجيات المناسبة لنمذجة وإدارة مشاريع إعادة تأهيل الطرق المستدامة هو خطوة حاسمة لتحقيق الكفاءة والفعالية في التنفيذ. تهدف هذه المناقشة إلى تقديم توصيات حول أفضل البرمجيات المستخدمة في هذا المجال.

تعد البرمجيات المتخصصة مثل Revit وGIS وSYNCHRO من الأدوات الأكثر فعالية في إعادة تأهيل شبكات الطرق المستدامة، حيث تساهم في تحسين جميع مراحل المشروع بدءًا من التخطيط والتصميم إلى التنفيذ والإدارة. برنامج Revit، على سبيل المثال، يوفر نماذج تفصيلية ثلاثية الأبعاد تسهل عملية تصميم شبكة الطرق وتنظيم المنشآت المختلفة بدقة، مع إمكانية تحسين التوزيع الجغرافي للمنشآت الصحية والتعليمية والخدمية.

من جهة أخرى، برنامج GIS يستخدم لتحليل توزيع الخدمات والموارد على المناطق المختلفة، مما يساعد في تحديد المناطق غير المخدومة وتوجيه الاستثمارات بشكل يتناسب مع احتياجات كل منطقة. GIS يسهم أيضًا في تحليل مسافات وزمن الوصول إلى المنشآت المختلفة، مما يساعد على تحسين توزيع الموارد وضمان عدالة الوصول إلى الخدمات.

أما برنامج SYNCHRO، فيتمتع بقدرات إدارة المخاطر وتحليل الجداول الزمنية وتقدير التكاليف، مما يتيح اتخاذ قرارات استراتيجية مستنيرة طوال فترة تنفيذ المشروع. من خلال محاكاة سيناريوهات مختلفة، يمكن تحليل تأثير المخاطر المتوقعة وتحديد أفضل الاستراتيجيات للتعامل معها، وهو ما يعزز من قدرة المشروع على التكيف مع الظروف المتغيرة.

توفر برامج مثل REVIT وGIS وSYNCHRO الأدوات اللازمة لنمذجة مشاريع إعادة تأهيل الطرق بطرق مستدامة وفعالة. بناءً على نتائج البحث، يمكن التوصية بهذه البرمجيات كأدوات رئيسية في تحقيق الأهداف المستدامة في مشاريع البنية التحتية.

4.6. ملخص البحث

في الختام، يظهر أن تطبيق الممارسات المستدامة في مشاريع البنية التحتية للطرق يتطلب تضافر العديد من التقنيات المتطورة مثل نمذجة تساهم هذه الأدوات في تعزيز .SYNCHRO ، وإدارة المخاطر باستخدامGIS ، والتحليل الجغرافي عبرREVIT البيانات باستخدام استدامة المشاريع وتحقيق نتائج مرنة وفعالة في إعادة تأهيل شبكات الطرق في المناطق المتضررة.

من خلال تحقيق الأهداف البحثية، يمكن تأكيد أن الفهم الشامل لآليات النمذجة المستدامة وإدارة المخاطر يوفر الأساس لاتخاذ قرارات استراتيجية فعالة في مشاريع إعادة تأهيل الطرق. هذه الاستراتيجيات تجعل من الممكن التغلب على التحديات البيئية والاقتصادية التي قد تواجهها المناطق المتضررة، وتضمن تنفيذ مشاريع بنية تحتية تتسم بالكفاءة والاستدامة في المستقبل.

5. الفصل الخامس: الخاتمة والتوصيات

5.1. المقدمة

في هذا الفصل الأخير، سيتم تسليط الضوء على حدود البحث والتحديات التي واجهتها الدراسة في تحليل إعادة تأهيل البنى التحتية في المناطق المتضررة، وخاصة مخيم اليرموك. يتم تناول بعض القيود التي قد تؤثر على دقة النتائج وتقديم توصيات للتغلب عليها في المستقبل. بالإضافة إلى ذلك، سيتم مناقشة نتائج البحث بالتفصيل وعرض التوصيات المستخلصة بناءً على تحليل المخاطر، الاحتياجات المكانية، والخطط الزمنية والمالية. يعكس هذا الفصل التوجه العملي للمشروع ويهدف إلى تقديم خطوات فعالة لضمان تنفيذ مستدام لمشاريع إعادة التأهيل في المناطق المتضررة.

5.2. حدود البحث

- **حدود مكانية:** مكان الدراسة مخيم اليرموك، دمشق، سوريا.
- **حدود زمانية:** تمت الدراسة ما بين شهر آب 2024 إلى شهر كانون الثاني 2025.
- **الاعتماد على البيانات المتاحة قبل الحرب:**

يعتمد البحث بشكل أساسي على المخطط التنظيمي الصادر من بلدية اليرموك قبل الحرب، مما يعني أن بعض التغيرات أو الأضرار التي طرأت على الواقع بعد صدور المخطط التنظيمي والمنشآت بعد الحرب قد لا تكون مغطاة بالكامل في التحليل.

- **الدقة في التحليل المكاني (GIS)** :

على الرغم من استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، قد تكون هناك بعض التحديات في دقة البيانات المكانية بسبب محدودية أو نقص المعلومات المتوفرة حول الوضع الحالي للبنية التحتية في المخيم بعد الأضرار الناجمة عن النزاع.

- **التغيرات البيئية والاجتماعية غير المأخوذة بالحسبان:**

لا يشمل البحث التحليل المفصل للعوامل البيئية أو الاجتماعية التي قد تكون تغيرت نتيجة للنزاع، مثل التحولات في الكثافة السكانية أو العوائق البيئية الجديدة، مما قد يؤثر على استدامة التوصيات.

- **التقديرات الزمنية والمالية:**

تستند التقديرات الزمنية والمالية إلى نماذج نظرية وحسابات تعتمد على الظروف المثلى، إلا أن الواقع العملي قد يشهد تغيرات تؤثر على مدة التنفيذ وتكاليف المشروع بسبب ظروف غير متوقعة مثل النقص في المواد أو القوى العاملة.

- **إدارة المخاطر باستخدام SYNCHRO :**

على الرغم من أن برنامج SYNCHRO يوفر أدوات قوية لإدارة المخاطر وربطها بالجدول الزمني، إلا أن النموذج قد لا يغطي جميع المخاطر غير الملموسة أو المتغيرة، مثل التغيرات السياسية أو الأمنية التي قد تؤثر على المشروع.

5.3. مناقشة توصيات البحث بحسب النتائج:

- **زيادة عدد المنشآت التعليمية والصحية والخدمية :**

ينبغي زيادة عدد المنشآت التعليمية في القسم الجنوبي، والقسم الشمالي الغربي والشرقي، مع زيادة عدد المنشآت الصحية والخدمية لتغطي المنطقة الشمالية الشرقية والجنوبية من المخيم. هذا سيساعد في تحسين توافر الخدمات الأساسية لسكان تلك المناطق غير المخدومة بشكل كافٍ.

- **إعادة توزيع بعض المنشآت:**

من الضروري إعادة توزيع المنشآت التعليمية، الصحية، والخدمية لضمان تغطية شاملة لكامل المخيم. توزيع المنشآت بشكل متوازن يساعد في تقليل المسافات التي يضطر السكان لقطعها للوصول إلى هذه الخدمات.

- **زيادة الاستثمار في القطاع الصحي والتعليمي والخدمي:**

يجب تشجيع الاستثمار في هذه القطاعات لتغطية النقص في المناطق غير المخدومة في المخيم. يتطلب ذلك التخطيط الجيد لتحديد مواقع هذه المنشآت بناءً على احتياجات السكان وضمان توفر هذه الخدمات بشكل عادل في جميع أنحاء المخيم.

- **تنسيق تنفيذ مشاريع البنى التحتية:**

يُفضل عدم البدء في إعادة تأهيل شبكة الطرق إلا بعد الانتهاء من كافة أعمال شبكات البنية التحتية الأخرى مثل المياه، الصرف الصحي، الكهرباء، والاتصالات. ذلك لضمان عدم تداخل الأعمال وتحقيق تنسيق أفضل بين المشاريع.

- **مراعاة الأولويات الزمنية والتنفيذية:**

ينبغي وضع خطة تنفيذية شاملة تراعي الأولويات حسب الاحتياجات الأكثر إلحاحًا، بدءًا بالمناطق الأكثر تضررًا والتي تفتقر إلى البنية التحتية والخدمات الأساسية.

- **تحسين وسائل النقل العام:**

إلى جانب إعادة تأهيل شبكة الطرق، يجب تحسين وتوسيع وسائل النقل العام لتسهيل الوصول إلى المنشآت التعليمية والصحية والخدمية، خاصة في المناطق الغير مخدومة. مما يساهم في تعزيز الحركة اليومية للسكان وتخفيف الضغط على شبكة الطرق.

- **التوعية المجتمعية لأهمية الحفاظ على البنى التحتية:**

من الضروري إشراك المجتمع المحلي في عملية التخطيط وإعادة التأهيل يعتبر خطوة هامة لضمان نجاح المشروع. تنظيم حملات توعية تحفز السكان على الحفاظ على البنية التحتية الجديدة وتدعم استدامة المنشآت والخدمات سيسهم في تعزيز الوعي المجتمعي والمسؤولية المشتركة.

- **اعتماد تقنيات مستدامة في إعادة التأهيل:**

يجب استخدام تقنيات مستدامة في كل مراحل إعادة التأهيل، سواء في البنية التحتية للطرق أو المنشآت، لضمان تقليل الأثر البيئي وتحقيق فوائد طويلة الأمد للمجتمع. ويعزز من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية على المدى الطويل للمجتمع.

- **رصد ومتابعة تنفيذ المشاريع:**

من الضروري وضع آليات رقابة ومتابعة دورية لضمان تنفيذ المشروع وفقًا للجدول الزمني والخطة الموضوعة، والتأكد من أن الموارد تُستغل بكفاءة، مع المرونة في التعامل مع أي تحديات أو تغيرات مفاجئة.

- **إدماج التحليلات الجغرافية:**

الاعتماد المستمر على التحليلات الجغرافية (GIS) في تحديث وتطوير الخطط لضمان أن التوزيع المكاني للمنشآت والخدمات يظل متماشياً مع احتياجات السكان والمستجدات على الأرض. حيث أن هذا يساعد في تحسين تخصيص الموارد وضمان تلبية احتياجات المجتمع بشكل أكثر فعالية.

- **تعزيز إدارة المخاطر:**

ينبغي استخدام نتائج تحليل المخاطر لتحسين عمليات التخطيط والتنفيذ، مع وضع استراتيجيات استباقية لمواجهة المخاطر التي قد تؤثر على الجدول الزمني أو التكلفة. كما ينبغي وضع استراتيجيات استباقية لضمان استمرارية سير العمل دون التأثير الكبير على الجدول الزمني أو التكلفة.

- **الالتزام بالجدول الزمني المحدث:**

بناءً على النتائج التي قدمهاSYNCHRO ، يجب التأكد من أن المشروع ينفذ وفقًا للجدول الزمني المحدث الذي يأخذ المخاطر في الاعتبار لضمان تنفيذ المشروع في الوقت المحدد، والتقليل من أي تأخيرات قد تؤثر على سير العمل أو على تكلفة التنفيذ.

- **تسوية الموارد البشرية والآلية:**

ينبغي متابعة عملية توزيع الموارد البشرية والآلات بانتظام لضمان عدم تكدس أو نقص الموارد في أي مرحلة من مراحل التنفيذ. ويعزز كفاءة الأداء في جميع مراحل التنفيذ، مما يساهم في تسريع وتيرة المشروع وتحقيق النتائج المرجوة في الوقت المحدد.

- **تحسين التكلفة من خلال التحليل الديناميكي:**

من خلال التحليل الديناميكي للتكلفة، يمكن تحديد الفرص المتاحة لتحسين كفاءة استخدام المواد والموارد المتاحة. يعتمد ذلك على مراجعة دائمة لأداء المشروع وابتكار حلول تستهدف خفض النفقات، مع ضمان تحقيق الأهداف المحددة للمشروع. يمكن لهذا التحليل أن يساهم في إدارة الموارد بشكل أكثر فاعلية وتقليص التكاليف المرتبطة بتنفيذ المشروع.

- **تعزيز التواصل بين فرق العمل:**

تحسين التواصل بين فرق العمل يتطلب إنشاء آليات واضحة وفعالة لتبادل المعلومات، مع ضمان أن كل فريق لديه فهم دقيق لاحتياجات ومهام الفرق الأخرى. يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام تقنيات تواصل حديثة وتنظيم اجتماعات دورية لمتابعة التقدم ومناقشة التحديات. كما أن تعزيز التواصل يسهم في بناء بيئة عمل تنسيقية، مما يقلل من فرص حدوث الأخطاء والتأخير في تنفيذ المشروع.

- **الاعتماد على محاكاة المشروع لاتخاذ قرارات مستنيرة:**

يعد الاعتماد على محاكاة المشروع باستخدام تقنيات مثل SYNCHRO أداة قوية لاتخاذ قرارات مستنيرة، حيث توفر محاكاة دقيقة لتسلسل العمل والتحديات المحتملة. من خلال استخدام هذه الأداة، يمكن التنبؤ بالمشاكل قبل حدوثها، مما يتيح للفرق اتخاذ التدابير الوقائية والقرارات الاستراتيجية بناءً على تحليلات دقيقة. تسهم هذه المحاكاة في تحسين الكفاءة والحد من المخاطر، مما يعزز فرص نجاح المشروع ويضمن تنفيذ كل مرحلة وفقًا للخطة الزمنية والمالية.

- **تحسين استدامة المشروع:**

من خلال تعزيز استدامة المشروع، يمكن ضمان استمراريته ونجاحه على المدى الطويل. ويعتمد ذلك على ربط إدارة المخاطر بالتحليل الشامل للجدول الزمني والكلفة، مما يساعد على التعرف المبكر على التحديات والتقلبات المحتملة. هذا الربط يسمح باتخاذ قرارات مستنيرة لضمان تنفيذ المشروع بكفاءة، ويقلل من احتمالات التأخير أو التكاليف الزائدة، مما يسهم في تحقيق استدامة للمشروع على كافة الأصعدة.

- **استخدام النماذج ثلاثية الأبعاد بشكل موسع:**

زيادة الاعتماد على النماذج ثلاثية الأبعاد في مراحل التصميم يمكن أن يساهم بشكل كبير في تحسين عملية تقييم شبكة الطرق. من خلال استخدام هذه النماذج، يمكن تحليل تفاعل الشبكة مع العناصر المحيطة بشكل أكثر دقة، مما يساعد على تحسين التصميم النهائي. هذا النهج يعزز من القدرة على اكتشاف الأخطاء ومعالجتها بشكل مبكر أو المشاكل المحتملة قبل تنفيذ المشروع، ويزيد من فاعلية عملية اتخاذ القرار مما يساهم في تحقيق نتائج أفضل وأكثر دقة في المشروع.

- **تسلسل مراحل التنفيذ بشكل منطقي:**

تحديد تسلسل منطقي لمراحل التنفيذ يساهم بشكل كبير في تنظيم سير العمل. من خلال الاعتماد على نتائج التحليل لتحديد أولويات التنفيذ لكل قطاع، يتم ضمان استخدام الموارد بشكل أكثر فعالية وكفاءة. بالإضافة إلى ذلك، يساعد تحديد الكميات المطلوبة والمواد المتاحة في تجنب أي تأخير أو نقص في الموارد أثناء عملية التنفيذ، مما يعزز من فعالية سير العمل ويسهم في الحفاظ على الجدول الزمني للمشروع.

- **تحديث الرسومات التفصيلية بانتظام:**

من الضروري تحديث الرسومات التنفيذية التفصيلية بشكل دوري ومتواصل مع كل تعديل يطرأ على المشروع. هذا التحديث يضمن أن التصاميم تظل متوافقة مع الواقع واحتياجات التنفيذ الفعلية، مما يسهم في تفادي الأخطاء أو التناقضات بين المخططات والتنفيذ. الحفاظ على تحديث دقيق للرسومات يعزز من القدرة على اتخاذ قرارات بناءً على معلومات دقيقة ويساعد في ضمان سير المشروع وفقًا للخطة الموضوعة.

- **التحكم في تكاليف المواد والعمالة:**

متابعة تكاليف المواد والعمالة بشكل دوري أمر ضروري لضمان توافقها مع الميزانية المقررة. ينبغي الاستفادة من التحليلات التي يقدمها برنامج REVIT لإجراء أي تعديلات ضرورية على الميزانية، مما يساعد في تحسين الكفاءة المالية للمشروع والتعامل مع أي تغيرات أو تحديات قد تظهر أثناء التنفيذ. هذا النهج يساهم في السيطرة على التكاليف ويقلل من فرص تجاوز الميزانية.

- **تعزيز التعاون بين الأطراف المعنية في التصميم:**

تعزيز التعاون بين المهندسين والمعماريين والمخططين يعتبر عاملاً حاسماً لتحقيق تصميم متكامل ومستدام. يجب العمل على زيادة التعاون بين الأطراف المعنية من خلال استخدام النماذج الرقمية المشتركة، مما يتيح دمج جميع الجوانب الفنية، البيئية، والاجتماعية بشكل فعال. هذا النهج يسهم في تحسين جودة التصميم النهائي ويضمن تلبية احتياجات المشروع بطريقة شاملة ومتوازنة.

- **تحسين استخدام الأراضي والمساحات :**

تحسين استخدام الأراضي والمساحات يتطلب إعادة النظر في توزيع المنشآت وتخطيط المساحات بناءً على التحليل المكاني الدقيق. يساهم هذا النهج في ضمان استغلال الأراضي المتاحة بكفاءة أعلى، مع تحقيق التوازن بين المساحات الخضراء، المنشآت الخدمية، والبنية التحتية، مما يضمن تحسين جودة الحياة واستدامة المشروع على المدى الطويل.

- **التأكد من إدارة جودة المواد المستخدمة:**

التأكد من إدارة جودة المواد المستخدمة يتطلب مراقبة دقيقة لجميع المواد المستخدمة في البناء لضمان توافقها مع المواصفات الفنية المطلوبة. يساهم ذلك في تحسين أداء المنشآت على المدى الطويل ويقلل من احتمالات التدهور المبكر أو الحاجة إلى صيانة متكررة، مما يعزز استدامة المشروع وكفاءته.

- **إنشاء نقاط خدمات متنقلة:**

إنشاء نقاط خدمات متنقلة سيساهم في توفير الحلول المؤقتة للمناطق غير المخدومة بشكل كافٍ، حيث يمكن لهذه النقاط أن تغطي احتياجات السكان من الخدمات الأساسية مثل الرعاية الصحية والتعليم والخدمات العامة. يتيح ذلك للسكان الاستفادة من هذه الخدمات إلى حين الانتهاء من تأهيل البنية التحتية بشكل كامل، مما يقلل من تأثير غياب الخدمات في الفترة الانتقالية.

- **التوسع في استخدام نظم النقل البديلة:**

التوسع في استخدام نظم النقل البديلة يمكن أن يسهم بشكل كبير في تحسين الحركة المرورية وتقليل الازدحام، خاصة في المناطق ذات الكثافة العالية. من خلال إدخال المزيد من وسائل النقل مثل الدراجات والنقل الكهربائي، يمكن تقليل زمن الوصول إلى الوجهات المختلفة، وتحسين جودة الحياة من خلال تقليل التلوث وتعزيز التنقل المستدام.

- **تركيز الجهود على تحسين قطاع التعليم:**

إعطاء الأولوية لتطوير المنشآت التعليمية في المناطق التي تعاني من نقص في الخدمات التعليمية. نظرًا لأن هذا القطاع يعاني من تغطية أقل مقارنة بالقطاعات الأخرى، يجب توجيه الموارد لتوفير بيئة تعليمية ملائمة تلبي احتياجات السكان، بما يساهم في رفع مستوى التعليم وتحقيق التنمية المستدامة على المدى الطويل.

- **تعزيز التواصل مع المجتمع المحلي:**

الاستفادة من نتائج التحليلات لتعزيز الحوار المفتوح مع السكان المحليين. إشراك المجتمع في عملية صنع القرار يساهم في تحديد الأولويات والخدمات الأكثر أهمية، ويضمن أن التحسينات في المنشآت الخدمية تعكس احتياجات وتطلعات السكان بشكل مباشر.

- **مراقبة واستمرارية تحسين شبكة الطرق:**

تتطلب متابعة مستمرة لتقييم فعالية الشبكة من حيث الزمن وكفاءة الاستخدام. يجب العمل على تطوير وتحسين الشبكة بانتظام وفقًا للبيانات التي يتم جمعها، مع التركيز على ضمان استدامتها وقدرتها على تلبية احتياجات النقل في المستقبل.

- **تحقيق العدالة في توزيع الخدمات:**

يتطلب ضمان توزيع متوازن وعادل للمنشآت والخدمات الأساسية في جميع أنحاء المخيم، بحيث يتم تلبية احتياجات جميع السكان دون استثناء. ينبغي أن تركز التوصيات والقرارات على تحقيق المساواة في الوصول إلى هذه الخدمات، مما يساهم في تحسين جودة الحياة لجميع الأفراد في المجتمع.

- **الاهتمام بتحسين بيئة المعيشة العامة:**

الاهتمام بتحسين بيئة المعيشة العامة يجب أن يتم من خلال تبني نهج شامل يركز على تحسين التوزيع الجغرافي والزمني للمنشآت والخدمات. بناءً على نتائج التحليلات، يجب العمل على زيادة المساحات الخضراء، وتنظيم حركة المرور، وتقليل مستويات التلوث، مما يسهم في تحسين جودة الحياة وتوفير بيئة صحية وآمنة للسكان.

- **وضع خطة صيانة دورية وقائية:**

القيام بإعداد وتسليم خطة صيانة دورية وقائية تشمل جميع مكونات البنية التحتية للمشروع، بهدف ضمان استدامته وفعاليته على المدى الطويل. هذه الخطة يجب أن تتضمن جداول زمنية واضحة لأعمال الصيانة الوقائية والطارئة، إضافة إلى تخصيص الموارد اللازمة لضمان تنفيذها بشكل منتظم بعد الانتهاء من المشروع.

- **وضع خط انتاج لمواد معاد تدويرها واستعمالها في مشروع إعادة التأهيل**:

يوصى بإنشاء خط إنتاج صغير داخل المخيم أثناء تنفيذ المشروع لإعادة تدوير الأنقاض والمواد المحلية، بهدف تقليل التكاليف الباهظة لنقل المخلفات والأنقاض واستغلالها بشكل فعّال في إعادة التأهيل. يمكن استخدام المواد المعاد تدويرها في إنتاج الأطاريف، بلاط الأرصفة، وطبقات تحت الأسفلت، مما يقلل بشكل كبير من تكاليف استيراد المواد الجديدة ويعزز الاستدامة البيئية للمشروع.

- **وضع نسبة عمالة محددة من مخيم اليرموك في شروط العقد:**

يمكن تضمين شرط في العقد يحدد نسبة معينة من العمالة من مخيم اليرموك، بحيث لا يُسمح للطرف الثاني بتقليلها ولكن يمكن زيادتها. هذه الخطوة تساهم في تقليل الحاجة للتنقلات، وتعزز كفاءة استخدام الموارد، كما تحسن العمل والإنتاجية نتيجة شعور العمال بأنهم جزء من تحسين منطقتهم. بالإضافة إلى ذلك، ستعود الفوائد على الأسر والمجتمع المحلي، مما يجعل هذه الممارسة وسيلة مستدامة تربط بين الاستدامة البيئية والاجتماعية.

- **القيام بحملات توعوية مجتمعية**:

تنظيم حملات توعوية مجتمعية تهدف إلى توضيح أهمية مشاريع إعادة تأهيل البنى التحتية في إعادة إحياء المناطق المتضررة من الحروب. هذه الحملات يجب أن تسلط الضوء على الفوائد المتعددة لهذه المشاريع، مثل تحسين جودة الحياة وتوفير الخدمات الأساسية وتشجيع الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي. كما ينبغي أن تشمل توجيه الرسائل نحو تشجيع السكان على العودة إلى منازلهم والمشاركة في جهود إعادة البناء، مما يسهم في تعزيز الروح المجتمعية ودعم التنمية المستدامة في المنطقة.

- **التنسيق مع المؤسسات الحكومية والتنموية لتسهيل الحصول على الطاقة البديلة:**

يتطلب التعاون مع الجهات المعنية لتوفير القروض الميسرة أو حتى القروض بدون فائدة، مما يعزز قدرة السكان على التحول إلى الطاقة البديلة. ويجب نشر الوعي حول فوائد هذه الطاقة، بما في ذلك توفير التكاليف على المدى الطويل وتخفيف الضغط عن الشبكة العامة وتحسين البيئة، مما سيحفز السكان على اعتماد هذه الحلول المستدامة في حياتهم اليومية.

- **القيام بحملات توعوية مجتمعية لأهمية الزراعة المنزلية وللاهتمام بالمناطق العامة الخضراء**:

يعد خطوة أساسية لتحفيز السكان على الاستفادة من المساحات الصغيرة في المنازل لزراعة النباتات الغذائية، مما يساهم في تحسين الأمن الغذائي وتقليل تكاليف المعيشة. كما يجب أن تركز هذه الحملات على أهمية العناية بالمناطق العامة الخضراء، وزيادة الوعي حول فوائد هذه المناطق في تحسين جودة الهواء، وتعزيز صحة المجتمع، وتوفير أماكن للاسترخاء والترفيه.

- **تعزيز التعاون وتنسيق الشراكات مع المنظمات الانسانية**:

العمل على تعزيز التعاون وتنسيق الشراكات مع المنظمات الإنسانية المحلية والدولية لإطلاق مشروع متكامل يهدف إلى إعادة تأهيل منازل سكان المخيم بالتزامن مع إعادة تأهيل البنى التحتية. هذا التنسيق يمكن أن يسهم في تحقيق تكامل أكبر بين الجهود الإنسانية وجهود إعادة الإعمار، مما يسرع من عودة السكان إلى منازلهم ويعيد الحياة إلى المخيم. بالإضافة إلى ذلك، قد يساعد التعاون مع هذه المنظمات في توفير الموارد المالية والفنية اللازمة، مما يعزز فعالية المشروع ويسهم في استدامته على المدى الطويل.

- تسليم ملفات المشروع للجهات المعنية بعد انتهاء التنفيذ:

بعد إكمال كامل كافة التحديثات أثناء التنفيذ من الضروري تسليم ملفات وضع راهن بعد التنفيذ للجهات المختصة كالبلدية أو المحافظة لمتابعة أعمال التشغيل والصيانة الوقائية الدورية للمشروع.

هذه التوصيات تهدف إلى تعزيز فاعلية تنفيذ المشروع وتحسين جودة الحياة في مخيم اليرموك، وضمان توفير الخدمات لجميع السكان بشكل متساوٍ ومستدام.

5.4. الخاتمة

في الختام، يعتبر هذا الفصل خطوة هامة نحو تحسين مستقبل المخيمات والمناطق المتضررة من خلال تسليط الضوء على الحدود والتحديات التي قد تعيق تنفيذ مشاريع إعادة التأهيل. من خلال تحديد هذه الحدود، يُفتح المجال لتطوير استراتيجيات وحلول تتغلب على التحديات المحتملة. بالإضافة إلى ذلك، يُعتبر هذا الفصل تأكيدًا على أهمية التخطيط الشامل والاستدامة في تنفيذ المشاريع الكبرى، مثل مشروع إعادة تأهيل مخيم اليرموك. التوصيات المقدمة تمثل مجموعة من الحلول العملية التي، إذا نُفذت بشكل صحيح، ستؤدي إلى تحسين البنى التحتية وإعادة إحياء المناطق المتضررة، مما يُسهم في توفير بيئة معيشية مستدامة لسكان هذه المناطق.

المراجع

.1 Kumar, K., *The nature and focus of international assistance for rebuilding war-torn societies.* Rebuilding societies after civil war: Critical roles for international assistance, 1997: p. 1-38.

.2 Lebo, J. and D. Schelling, *Design and appraisal of rural transport infrastructure: ensuring basic access for rural communities*. Vol. 23. 2001: World Bank Publications.

.3 Ali, R., et al., *Infrastructure in conflict-prone and fragile environments: evidence from the Democratic Republic of Congo.* World Bank Policy Research Working Paper, 2015(7273).

.4 Chang, C.M. and A. Hossain, *A Climate Adaptation Asset Risk Management Approach for Resilient Roadway Infrastructure.* Infrastructures, 2024. **9**(12): p. 226.

.5 Junussova, T., et al., *Sustainable construction through resource planning systems incorporation into building information modelling.* Buildings, 2022. **12**(10): p. 1761.

.6 Hoeffler, A., *Challenges of Infrastructure Rehabilitation and Reconstruction In War-affected Economies.* 1998.

.7 Panah, R.S. and M. Kioumarsi, *Application of building information modelling (BIM) in the health monitoring and maintenance process: A systematic review.* Sensors, 2021. **21**(3): p. 837.

.8 Li, C.Z., et al., *Integrating RFID and BIM technologies for mitigating risks and improving schedule performance of prefabricated house construction.* Journal of cleaner production, 2017. **165**: p. 1048-1062.

.9 Helling, A.L., R.S. Berthet, and D. Warren, *Linking community empowerment, decentralized governance, and public service provision through a local development framework*. Vol. 535. 2005: Citeseer.

.10 McDaniels, T., et al., *Fostering resilience to extreme events within infrastructure systems: Characterizing decision contexts for mitigation and adaptation.* Global Environmental Change, 2008. **18**(2): p. 310-318.

.11 Fiksel, J., *Sustainability and resilience: toward a systems approach.* Sustainability: Science, Practice and Policy, 2006. **2**(2): p. 14-21.

.12 Chofreh, A.G., et al., *Development of guidelines for the implementation of sustainable enterprise resource planning systems.* Journal of Cleaner Production, 2020. **244**: p. 118655.

.13 Green, R.H., *Rehabilitation, sustainable peace and development: towards reconceptualisation.* Third World Quarterly, 1999. **20**(1): p. 189-206.

.14 Amaratunga, D. and R. Haigh, *Post-disaster reconstruction of the built environment: Rebuilding for resilience*. 2011: john Wiley & sons.

.15 Portney, K.E., *Sustainability*. 2015: MIT Press.

.16 Mebratu, D., *Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review.* Environmental impact assessment review, 1998. **18**(6): p. 493-520.

.17 Wasike, W.S., *Road infrastructure policies in Kenya: Historical trends and current challenges*. 2001: Kenya Institute for Public Policy Research and Analysis.

.18 Balaguera, A., et al. ,*Life cycle assessment of road construction alternative materials: A literature review.* Resources, Conservation and Recycling, 2018. **132**: p. 37-48.

.19 Shah, K.J., et al., *Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies.* Journal of Cleaner Production, 2021. **326**: p. 129392.

.20 de Oliveira, O.J., et al., *Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps and trends in literature: An essential instrument to support the development of scientific projects*, in *Scientometrics recent advances*. 2019, IntechOpen.

.21 Singh, R.K., et al., *An overview of sustainability assessment methodologies.* Ecological indicators, 2012. **15**(1): p. 281-299.
.22 Flannelly, L.T., K.J. Flannelly, and K.R. Jankowski, *Independent, dependent, and other variables in healthcare and chaplaincy research.* Journal of health care chaplaincy, 2014. **20**(4): p. 161-170.
.23 Zeng, W. and R.L. Church, *Finding shortest paths on real road networks: the case for A.* International journal of geographical information science, 2009. **23**(4): p. 531-543.
.24 Miller, H.J., *GIS and geometric representation in facility location problems.* International Journal of Geographical Information Systems, 1996. **10**(7): p. 791-816.
.25 O'Neill, W.A., R.D. Ramsey, and J. Chou, *Analysis of transit service areas using geographic information systems.* Transportation Research Record, 1992. **364**: p. 131.
.26 Pritchard, C.L. and P.-R. PMP, *Risk management: concepts and guidance*. 2014: Auerbach Publications.
.27 Shaheen, S.A. and T.E. Lipman, *Reducing greenhouse emissions and fuel consumption: Sustainable approaches for surface transportation.* IATSS research, 2007. **31**(1): p. 6-20.
.28 Chong, H.-Y., C.-Y. Lee, and X. Wang, *A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability.* Journal of cleaner production, 2017. **142**: p. 4114-4126.
.29 Giusti, R., et al., *Sustainable and de-stressed international supply-chains through the SYNCHRO-NET approach.* Sustainability :(4)11 .2019 ,p. 1083.