جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم الإدارة الهندسية والتشييد

تطوير إدارة موقع التشييد
في مشاريع المؤسسة العامة للإسكان

دراسة أعدت كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير في الهندسة المدنية
قسم الإدارة الهندسية والتشييد

إعـــداد:
المهندسة زينا علي نادر

إشراف:
الدكتور المهندس عبد السلام زيدان

2015

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل رب زدني علماً

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

في نهاية هذا العمل، أتقدم بالشكر الجزيل إلى من مدّ يد العون وقدم لي الكثير من وقته وجهده واهتمامه:

الدكتور المهندس عبد السلام زيدان

وأتوجه بكل الشكر والامتنان لكل من وقف بجانبي وشجعني وكل من أفادني بخبرته وعلمه.

وفائق الاحترام والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا، وإلى كل من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا ويذلل كل عائق أمامنا، إلى:

الأساتذة الكرام في كلية الهندسة المدنية.

فهرس المحتويات

Contents

فهرس المحتويات..... IV

فهرس الأشكال..... VII

فهرس الجداول..... IX

جدول المصطلحات..... X

الملخص..... XI

الفصل الأول: المقدمة..... 1

1-1 مقدمة..... 1

1-3 المشكلة البحثية..... 2

1-4 الهدف من البحث..... 2

1-5 منهجية البحث..... 2

1-6 حدود البحث..... 2

1-2 أهمية البحث..... 3

1-7 تنظيم الرسالة..... 4

الفصل الثاني: الدراسات السابقة..... 5

2-1 مقدمة..... 5

2-2 الدراسات السابقة لحل المشكلة..... 5

2-3 البرامج المستخدمة في إدارة موقع التشييد..... 8

2-3-1 نظام المعلومات الجغرافية GIS..... 8

2-3-2 برنامج نمذجة معلومات البناء BIM ودمج عمله مع GIS..... 10

الفصل الثالث: إدارة موقع التشييد..... 12

3-1 مقدمة..... 12

3-2 أهمية إدارة الموقع..... 13

3-3 أهمية إدارة الموقع في حل الخلافات على الفراغ المتوفر في موقع العمل..... 15

3-4 تخطيط موقع التشييد..... 17

3-5 صعوبات تخطيط موقع التشييد..... 19

3-6 مناهج حل مشكلة تخطيط الموقع..... 20

3-7 علاقة التخطيط بنوع الموقع..... 22
3-8 اعتبارات تخطيط الموقع..... 22
3-9 العوامل المؤثرة على تخطيط المرافق المؤقتة في موقع التشييد..... 23
3-10 عناصر إعداد مخطط الموقع..... 25
3-11 المرافق والخدمات المهمة في موقع التشييد..... 28
3-12 خصائص الوسائل المؤقتة..... 29
3-13 اختيار المرافق المؤقتة الملائمة لموقع المشروع..... 30
3-14 أهمية التركيز على إدارة المواد تخطيط موقع التشييد..... 31
3-15 أهمية إدارة توضع المعدات في تخطيط موقع التشييد..... 33
الفصل الرابع:..... 35
نتائج المقابلات الشخصية ودراسة الحالة..... 35
4-1 المقابلات الشخصية..... 35
4-2 النقاط التي تم التركيز عليها في المقابلات..... 36
4-3 دراسة الحالة..... 37
4-4 أسس التخطيط..... 43
الفصل الخامس..... 48
نموذج تقييم المخططات المقترحة..... 48
5-1 مقدمة..... 48
5-2 صياغة النموذج..... 48
5-2-1 مفاهيم أساسية..... 48
5-2-2 متغيرات القرار..... 48
5-2-3 تابع الهدف..... 49
5-2-4 القيود..... 53
5-2-5 الشكل النهائي للنموذج..... 53
5-3 آلية استخدام النموذج المقترح..... 54
5-4 المثال التطبيقي الأول..... 55
5-5 المثال التطبيقي الثاني..... 58
5-6 مقارنة النموذج بالنماذج الأخرى السابقة..... 63

الفصل السادس:..... 65
نتائج وتوصيات..... 65
6-1 تقييّم الإجراءات الحالية المُتبعة في القطاع العام لإدارة الموقع..... 65
6-2 النتائج..... 65
6-3 التوصيات والمقترحات..... 66
6-4 التوصيات للدراسات المستقبلية..... 68
المراجع..... 69
الملاحق..... 73

فهرس الأشكال

الشكل(1-1) أهمية تخطيط موقع التشييد..... 3

الشكل(3-1)التعريف بإدارة الموقع..... 12

الشكل(3-2) ترتيب لحاجة الفراغ في الموقع..... 16

الشكل (3-3) شكل توضيحي لتوضيح الخلافات على الفراغ في الموقع..... 16

الشكل (4-1) معلومات عن العمل الحالي للأشخاص الذين تمت مقابلات معهم... 35

الشكل (4-2) معلومات عن عدد سنوات الخبرة لمن تمت المقابلات معهم..... 36

الشكل (4-3): التوزيع الحالي لأعمال العقدين على موقع التشييد..... 39

الشكل (4-4) تعرض المداخن للتلف بسبب سوء المناولة في الموقع..... 41

الشكل (4-5) تخزين الحصويات في موقع التشييد..... 42

الشكل (4-6) تخزين حديد التسليح في موقع التشييد..... 43

الشكل (5-1) طرق قياس البعد بين المرافق المؤقتة..... 52

الشكل(5-2) قيود الحد والتداخل بين المرافق المؤقتة..... 53

الشكل(5-3)الإطار العام للنموذج المقترح..... 54

الشكل (5-4) كيفية العمل وفق النموذج المقترح..... 55

الشكل(5-5) إدخال البيانات ضمن الواجهة الرئيسية..... 56

الشكل(5-6) إدخال بيانات المرافق المؤقتة..... 56

الشكل(5-7) إدخال اوزان القرب ومعدل التجوال للمرحلة الأولى..... 57

الشكل (5-8) نتيجة النموذج للمرحلة الأولى..... 57

الشكل(5-9) إدخال بيانات المرحلة الثانية..... 58

الشكل (5-10) نتيجة النموذج بالنسبة للمرحلة الثانية..... 58

الشكل (5-11) أوزان القرب للمرافق المؤقتة للمثال الثاني..... 59

الشكل (5-12) الواجهة الرئيسة لإدخال البيانات للمثال الثاني..... 60

الشكل (5-13) إدخال المرافق الخاصة بالمشروع..... 60
الشكل (5-14) إدخال بيانات المرحلة الأولى من مراحل التخطيط..... 61
الشكل (5-15) إدخال بيانات المرحلة الثانية من مراحل التخطيط..... 61
الشكل (5-16) المخططات المقترحة من قبل Zouein and Tommelein (1999)..... 62
الشكل (5-17) المخطط المقترح وفق نموذج البرمجة الديناميكية التقريبية..... 62
الشكل (5-18) المخطط المقترح وفق نموذج الخوارزميات الوراثية..... 62

فهرس الجداول

الجدول (2-1) مقارنة بين خصائص وإمكانيات BIM و GIS..... 11

الجدول (3-1) علاقة تخطيط الموقع بنوع الموقع..... 22

الجدول (3-2) اختلاف العوامل المؤثرة على تخطيط الموقع في المواقع الواسعة والضيقة..... 24

الجدول(4-1) قوائم تدقيق مخطط الموقع..... 43

الجدول (4-2) قوائم تدقيق مخطط الموقع مع تفصيل المرافق المؤقتة..... 45

الجدول (4-3) قوائم تدقيق مخطط الموقع للروافع البرجية..... 47

الجدول(5-1) أوزان القرب للمرافق المؤقتة..... 51

الجدول(5-2) قيم أخرى لأوزان القرب للمرافق المؤقتة..... 51

الجدول (5-3) مرافق المشروع للمثال التطبيقي الثاني..... 59

الجدول (5-4) نتائج تقييم المخططات المقترحة..... 63

جدول المصطلحات

TFs	temporary facilities	المرافق المؤقتة
T.C	Transportation Cost	كلفة التجوال
R.C	Relocation Cost	كلفة الانتقال
FRCm	Fixed Relocation cost	كلفة الانتقال الثابتة
VRCm	Variable Relocation Cost	كلفة الانتقال المتغيرة
GIS	Geographic information systems	نظم المعلومات الجغرافية
GAs	Genetic Algorithms	الخوارزميات الجينية
BIM	Building Information Modeling	نمذجة معلومات المباني
DSLP	Dynamic Site Layout Planning	التخطيط الديناميكي لمخطط الموقع
ADP	Approximate Dynamic Programming	البرمجة الديناميكية التقريبية
PM	project management	إدارة المشروعِ
FM	Facilities management	إدارة المرافق
CAD	Computer Aided Design	التصميم بمساعدة الحاسوبِ
PTF	Primary Time Frames	إطار الوقت الأساسي
AI	Artificial Intelligence	الذكاء الصنعي
KBS	knowledge-based systems	نظم تعتمد على المعرفة

ملخص البحث:

تعد المساحات المتوافرة بمواقع التشييد أحد الموارد الهامة التي يتم تجاهلها كثيراً أثناء عمليات التخطيط المبدئي للمشاريع. وتصبح أحياناً المساحات الخالية في الموقع محدودة ومطلوبة مما يجعلها بنفس درجة أهمية الموارد التقليدية المستخدمة لعمليات التشييد. وتتم مهمّة تخطيطِ الموقعِ عملياً بالاعتماد على الحسّ العام وتبني مخططات سابقة للمشاريع الحالية.

الهدف من هذا البحث التعرف على إدارة الموقع في مشاريع التشييد من خلال مراجعة شاملة للدراسات السابقة والمقابلات التفصيلية ودراسة الحالة. وتسليط الضوء على معوقات تطبيق إدارة الموقع بالشكل الأمثل في مشاريع القطاع العام في سورية، لأن تخطيط موقع التشييد مهمل غالباً في سورية.

أظهرت نتائج البحث أن تخطيط الموقع الجيد مهم لتعزيز عمليات البناء الآمنة والفعالة وتقليل وقت التجوال ومناولة المواد وتجنب عرقلة حركة المواد والمعدات ضمن حدود الموقع. ومن الواضح أهمية التخطيط الحذر لمخططات موقع التشييد.

يوصي البحث بالتوجه نحو استخدام التخطيط الديناميكي لموقع التشييد في مشاريع القطاع العام في سورية. واقترح البحث أسس التخطيط لتوجيه المُخطِط أثناء وضع الخطط.

وقدم البحث أداة تقييم للمخططات المقترحة لمساعدة المُخطِط باتخاذ القرار واختيار المخطط الأفضل.

الكلمات المفتاحية: إدارة تخطيط موقع التشييد، المرافق المؤقتة، التخطيط الديناميكي، مشاريع التشييد.

إلى حامي الديار

إلى رمز العطاء الذي ترن كلماته في صميم أعماقنا

الى صاحب القلب الكبير والنفس الطيبة والروح العطرة

إلى قائد الوطن

سيادة الرئيس بشار الأسد

حماة الديار عليكم سلام.....

الى أرواح الشهداء الذين قدموا أرواحهم لنحيا بأمان

وفارقوا عائلاتهم واطفالهم ليجمعوا شملنا ويحافظوا على اطفالنا

الى كل جندي شريف يقف وراء سلاحه ليصون بدمه شرف وكرامة الوطن

إلى من لايمكن أن نوفيهم حقهم بأي كلام

إمي الحبيبة:

إلى التي سهرت الليالي وبذلت صحتها وعافيتها وسنين عمرها كي توصل أولادها إلى بر الأمان في طريق العلم.

إلى من لا يمكنني أن اعطيها حقها مهما فعلت، إلى الإنسانة التي حرقت نفسها لتضيء حياتنا.

إلى من تحملتني في كل حالاتي لترسم على وجهي ابتسامة رغم كل أحزانها.

إلى الروح التي تحرسني بكل لحظة بحنانها وعطفها وقوة إرادتها.

إلى أمي الحبيبة .... إلى رفيقة طفولتي وصباي ورفيقة الروح

أبي الغالي:

صديقي الذي أملأ حياته بهمي ويملأ حياتي بحبه وعطفه.

الأنسان الذي أعتدت أن أناقشه بكل شيء وأعتدت أن يتحملني مهما كنت مخطئة

الرجل الذي أستطيع أمامه أن أكون كما أنا وأن يستوعبني بكل أحوالي

الرجل الذي يشرفني ويرفع رأسي أنه أبي

الرجل الذي شقي كي نسعد وفنى عمره كي لاينقصنا شيء

الرجل الذي أتمنى بهذه اللحظة أن أقبل يده وجبهته وأقول له شكراً يا أبي

شريك عمري و حبيب روحي:

حبيبي الذي يشاركني العمر وصديقي الذي يقاسمني همومي

رفيق دربي الذي جعل الدرب أجمل بوجوده

والغالي الذي جعل لتاريخ 10 كانون الثاني معنى في حياتي

وشاركني حياتي وجعلني فخورة بأني شريكة دربه وأم أولاده.

والذي يساعدني بتشجيعه الدائم، ووقفته بجانبي دوماً

أخي محمد

إلى الأخ الذي يقف بجانبي حين أحتاجه دوماً

إلى الإنسان الذي يحمل طيبة الدنيا في قلبه رغم قسوة الدنيا عليه

إلى الإنسان الذي يُعطي ولاينتظر أن يأتيه شيء ..... إلى الصديق الوفي حتى لو غدر الآخرين

إلى الشخص الذي جعلته الحياة يكون بعيداً عني رغم أنه قريب جدا لقلبي

إلى أخي الذي أحترمه والذي أتمنى أن لاأخسره ماحييت

أخي حسن

إلى صديقي الصغير مهما كبر

إلى من جعلني أشعر بالأمومة منذ طفولتي عندما وجدّ في حياتي

إلى من أتمنى أن يكون افضل الناس كما تتمنى الأم لولدها

إلى من أتمنى أن لايبعد عني مهما حدث

إلى أخي وصديقي المشاغب

أختي شذى

إلى من قست الدنيا عليها لطيبتها

ومن كانت صديقة طفولتي وعمري

إلى الأخت التي أتمنى أن أكون بقربها كل العمر

أختي رشا

إلى الفتاة التي خلقت طيبة القلب وحنانه لتكون صفتها

والتي خلقت الأنوثة والرقة لتزينها

والتي لاتستحق سوى كل خير

والتي لن أرتاح حتى أراها سعيدة بحياتها

والتي شاركتني اصعب اللحظات وأحلاها

أختي ميساء

إلى من تحمل أجمل وأطهر وأطيب قلب في الدنيا

إلى من ترعاني بحبها وتجعل الحياة أجمل بوجودها، إلى من أعشق عينيها وطيبتها

إلى من تستطيع أن تكون السند القوي عندما أحتاج إليها ..... وتكون الأخت الصغيرة في أي وقت.

حبيب روحي أبني

إلى قطعة من روحي وجزء مني وأغلى ما أملك في الدنيا

إلى طفلي الحبيب الذي ذقت معه جمال الأمومة وشعرت معه بقدسية الحياة عندما أعيشها لأجل ضحكة على وجهه وأقصى ما أتمناه أن يكون بخير

إلى عائلتي الثانية

إلى عائلتي التي أحبها بكل صدق وأتمنى لها كل الخير

عمي الغالي أبو مازن الذي يحمل بقلبه كل الصدق و هو الأب الثاني الذي أحبه وأفتخر بهِ وبوجوده في حياتي.

خالتي الحنونة أم مازن التي أتمنى من كل قلبي أن يُعطيها الله الصبر والقوة لتبقى في حياتنا الأم الغالية التي لاتبخل علينا بحبها وعطفها الذي لايقدر بثمن.

وإلى أخوتي الغاليين: **ماهر وسحر وهديل.**

إلى أصدقائي

إلى كل من شاركني اللحظات المرة والحلوة ....وكانوا السند عندما احتاج لهم ....

وإلى كل من وقف بجانبي وساعدني للوصول إلى هنا.

الفصل الخامس
«نموذج تقييم المخططات المقترحة»

5-1 مقدمة:

يشرح هذا الفصل فكرة نموذج التقييم المقترح في بحثنا، الذي يساعد مُتخذ القرار في اختيار المخطط الأفضل للموقع من ضمن عدة مقترحات للتخطيط. وبالاعتماد على منهجية التخطيط الديناميكي لموقع التشييد تم تقسيم المشروع لعدة مراحل تخطيط متتالية، وتتمثل المرحلة بالفترة الزمنية التي لا يحدث فيها تغيير في تواجد أو توضع أو توجيه المرافق المؤقتة ضمن الموقع. وبذلك يساعد النموذج المُخطِط في اتخاذ قرار لتحديد المُخطَط المقترح الأفضل لكل مرحلة من مراحل التخطيط. ويعتبر هذا النموذج ملائم للمساعدة في تعديل الخطة عند أي تغيرات طارئة في موقع العمل. تم العمل في بيئة

5-2 صياغة النموذج:

تم توضيح كيفية صياغة النموذج من خلال عرض المفاهيم الأساسية ومتغيرات القرار وتابع الهدف الذي يحقق أقل قيمة لمجموع كلفة التجوال بين المرافق في المرحلة المدروسة وكلفة انتقال المرافق من مرحلة لأخرى. وتوضيح قيود التخطيط التي يجب التقيد بها عند تخطيط موقع التشييد.

5-2-1 المفاهيم الأساسية:

- **المرحلة:** هي الإطار الزمني الذي لا يحدث خلاله أي تغيير في توضع أو وجود المرافق ضمنه. وتدعى في أغلب المراجع السابقة PTF (إطار الوقت الأساسي Primary Time Frames)، وتم ترميزها في هذا البحث t.
- **مؤشر تقييم الحل الأفضل:** هو عبارة عن تابع يتضمن كلفة التجوال بين المرافق في نفس المرحلة Transportation Cost (TC)، وكلفة انتقال المرفق أو تغيير اتجاهه من مرحلة للمرحلة التالية Relocation Cost (RC) . سندعو المؤشر LayoutCost.

$$LayoutCost^{t} = Transportation\ Cost\ (TC) + Relocation\ Cost\ (RC)$$

- **الحل الأفضل:** هو الحل الذي يحقق أقل قيمة لمؤشر التقييم، ويلتزم بأسس التخطيط المقترحة الموضحة في الفصل السابق.

5-2-2 متغيرات القرار:

إن متغيرات القرار في النموذج المقترح هي توضع المرافق المؤقتة واتجاهها. حيث يتم تقسيم الموقع من قبل المُخطِط لشبكة من الخلايا لسهولة تعيين توضع المرافق ضمن الموقع، وتحديد أماكن الأبنية الدائمة والعقبات والمناطق غير القابلة للاستعمال من قبل المخطط على الشبكة.

5-2-3 تابع الهدف:

يتلخص تابع الهدف بالمعادلة (5-1) التالية:

معادلة (5-1) **LayoutCost = min (TC + RC)**

حيث أن مكونات تابع الهدف موضحة فيما يلي.

5-2-3-1 كلفة الانتقال (RC):

تحسب هذه الكلفة لكل المرافق المؤقتة القابلة للتحريك التي تحقق أحد الشرطين التاليين:

1- تغير اتجاهها $\theta_m^t \neq \theta_m^{t-1}$ ويبقى موقعها نفسه.

2- تغير مكان توضعها السابق بغض النظر عن اتجاهها الجديد.

يتألف مؤشر تقييم كلفة الانتقال من:

- الكلفة الثابتة FRCm (Fixed Relocation cost) يتم إدخالها من قبل المُخطِط. تُعبر هذه الكلفة عن كلفة فك وتركيب المرفق المؤقت، وقد تعبر عن كلفة تعطل العمل بانتظار الانتهاء من عملية تغيير مكان توضع المرفق على الموقع أو تغيير اتجاه المرفق.
- والكلفة المتغيرة VRCm (Variable Relocation Cost) تتغير بتغيير مسافة الانتقال.

وتعطى كلفة الانتقال بالعلاقة التالية:

المعادلة (5-2)

$$RC = \sum_{t=2}^{N} \sum_{m=1}^{Mt} RC_m^{t(t-1)}$$

حيث أن:

المعادلة (5-3)

$$RC_m^{t(t-1)} = E_m * (FRC_m + VRC_m * D_{mm})$$

حيث:

E_m معامل وجود المرافق المتحركة m

$E_m = 1$ إذا كان المرفق المؤقت القابل للحركة m موجوداً مسبقاً.

و $E_m = 0$ إذا كان المرفق المؤقت القابل للحركة m جديد في هذه المرحلة.

VRCm (Variable Relocation Cost): المكون المتغير لكلفة الانتقال واحدته (واحدة الكلفة / واحدة المسافة). ويتم حسابه بِجداء وزن الانتقال للمرفق المدروس (الذي يتم ادخاله من قبل المُخطِط) بمسافة انتقال المرفق من مكان توضعه في المرحلة السابقة لمكانه الجديد في المرحلة المدروسة.

FRCm (Fixed Relocation cost): المكون الثابت لكلفة الانتقال (واحدة كلفة).

Dmm: مسافة الانتقال.

Mt: عدد المرافق القابلة للحركة التي غيرت مكانها في المرحلة المدروسة.

N: عدد مراحل التخطيط.

وتكون قيمة كلفة الانتقال في المرحلة المدروسة معدومة $RC_m^{t(t-1)} = 0$ عندما:

1- تكون المرافق المؤقتة المتحركة جديدة في المرحلة المدروسة (لم تكن موجودة في المرحلة السابقة).

2- لم يتغير اتجاه المرافق ولم يتغير موقعها من المرحلة السابقة:

$$\theta_m^t = \theta_m^{t-1} \text{ and } D_{mm} = 0$$

5-2-3-2 كلفة التجوال TC:

المعادلة (4-5)

$$TC = \sum_{t=1}^{N} \sum_{i=1}^{Z-1} \sum_{j=i+1}^{Z} TC_{R_{ij}}^t$$

$$TC_{R_{ij}}^t = W_{ij}^t * D_{ij}^t * (T * dt)$$

حيث أن:

Z: عدد المرافق الكلي في المرحلة المدروسة.

D_{ij}^t: طول مسار الحركة بين المرفقين i,j (وحدة مسافة).

T: مدة المرحلة الحالية (اليوم).

dt : معدل التجوال بين المرافق خلال اليوم (مرة/ اليوم).

W_{ij}^t: وزن القرب، وهو يعبر عن علاقة القرب المطلوبة بين المرافق الموجودة على المخطط. ويتم إدخالها من قبل المخطط وبالإسلوب الذي يختاره واحدته (واحدة الكلفة/ واحدة المسافة).

مع العلم أن أوزان القرب أُعطيت خلال الدراسات السابقة وفق القيم التالية:

- إما بشكل نسبة من 100 يختارها المخطط وفقاً لأهمية القرب بين المرافق، حيث تزداد القيمة بزيادة أهمية القرب كما في (Zouein and Tommelein 1999).

- أو بما يتوافق مع القيم الموجودة في الجدول (5-1) التالي:

الجدول (5-1): أوزان القرب للمرافق المؤقتة

(Alagarsamy, 2012; Osman and Georgy, 2005; Osman *et al.*, 2003)

علاقة القرب المطلوبة بين المرافق	وزن القرب
Absolutely necessary (A) ضروري جدا	**81**
specially important (E) أهمية خاصة	**37**
Important (I) مهم	**9**
Ordinary closeness (O) قرب عادي	**3**
Unimportant (U) غير مهم	**1**
Undesirable (X) غير مرغوب	**0**

حيث يُعبَر عن العلاقة المطلوبة بين المرافق وفق الجدول بـ:

A: عندما يكون القرب ضروري جداً بين المرفقين المؤقتين، E: للقرب بين المرافق أهمية خاصة، I: القرب بين المرافق مهم، O: القرب عادي، U: القرب بين المرفقين غير مهم، X: القرب غير مرغوب.

❖ أو تُؤخذ قيم أوزان القرب كما يتوافق مع الجدول (5-2):

الجدول (5-2) قيم أوزان القرب (Patil & Joshi, 2013; Elbeltagi & Hegazy, 1999)

علاقة القرب المطلوبة بين المرافق	وزن القرب
Absolutely necessary (A) ضروري جدا	**6^5 = 7.776**
specially important (E) أهمية خاصة	**6^4 = 1.296**
Important (I) مهم	**6^3 = 216**
Ordinary closeness (O) قرب عادي	**6^2 = 36**
Unimportant (U) غير مهم	**6^1 = 6**
Undesirable (X) غير مرغوب	**6^0 = 1**

يُترك للمستخدم حرية إختيار الطريقة التي يراها مناسبة للتعبير عن قيم أوزان القرب بين المرافق في النموذج المقترح.

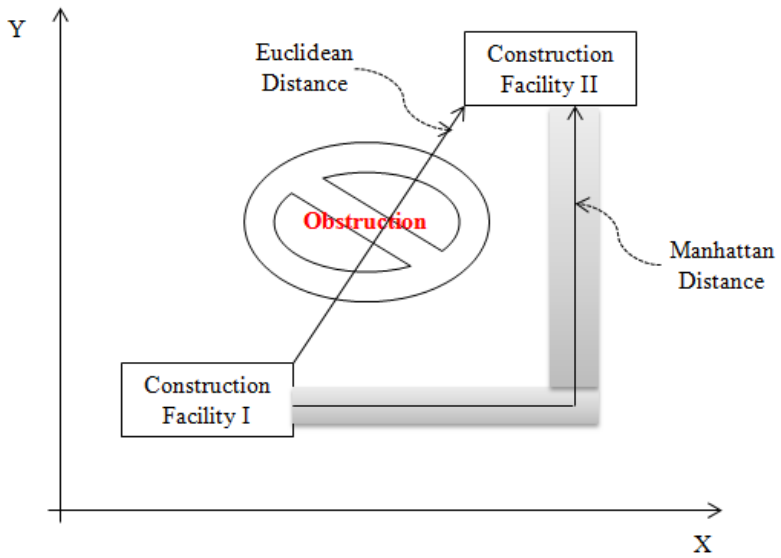
إن العوامل T و dt و W_{ij}^{t} بيانات يتم إدخالها من قبل المستخدم لمرة واحدة فقط لكل مرحلة من مراحل التخطيط. أما العامل D_{ij}^{t} يختلف بحسب المُخطَط المقترح من قبل المُخطِط، ويمكن أن يختار المُخطِط الطريقة التي يجدها مناسبة لحساب هذه المسافة بحيث تكون القيمة أقرب ما يمكن للواقع المدروس.

مع العلم أن الأبحاث السابقة التي بحثت في حل مشكلة تخطيط موقع التشييد، استخدمت غالباً إحدى طريقتي إيجاد المسافة بين نقطتين:

طريقة إقليدس Euclidean: التي تعتمد على نظرية فيثاغورث لحساب المسافة. وهي طريقة قد تكون غير عملية بسبب وجود العقبات أو المرافق الأخرى أو الأبنية الدائمة على الطريق المباشر بين المرفقين. يُمكن لمُستخدم النموذج اختيار هذه الطريقة لحساب المسافة بين المرفقين المؤقتين، عندما تكون الطريقة ملائمة وقريبة من واقع المسافة المدروسة.

طريقة مانهاتن Manhattan: حساب المسافة ين نقطين بحساب مجموع القيم المطلقة لفروق إحداثيي النقطتين، تُعتبر الطريقة أكثر واقعية في حساب المسافة بين مرفقين مؤقتين بينهما بعض العقبات التي تمنع استخدام طريقة إقليدس.

وفي الشكل (5-1) يظهر الفرق بين الطريقتين في قياس المسافة.



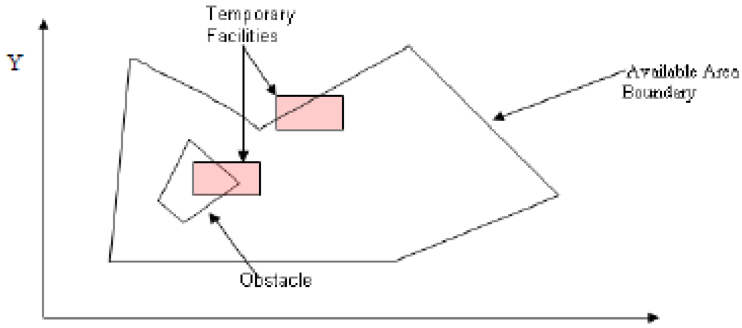
الشكل (5-1) طرق قياس البعد بين المرافق المؤقتة (Alagarsamy, 2012).

في نموذجنا يمكن استخدام أي طريقة، ويُفضل أن يقوم المُخطط بإدخال قيمة أقرب للواقع قدر الإمكان.

5-2-4 القيود:

يجب مراعاة قيود التخطيط التالية عند تخطيط موقع التشييد:

- **قيد التداخل:** عدم تداخل المرافق مع بعضها البعض ومع الأبنية أو العقبات.
- **قيد الحد:** يُفرض هذا القيد لضمان توضع كل المرافق ضمن حدود الموقع (Abdel-Fattah, 2013).



الشكل (5-2) قيود الحد والتداخل بين المرافق المؤقتة (Abdel-Fattah, 2013).

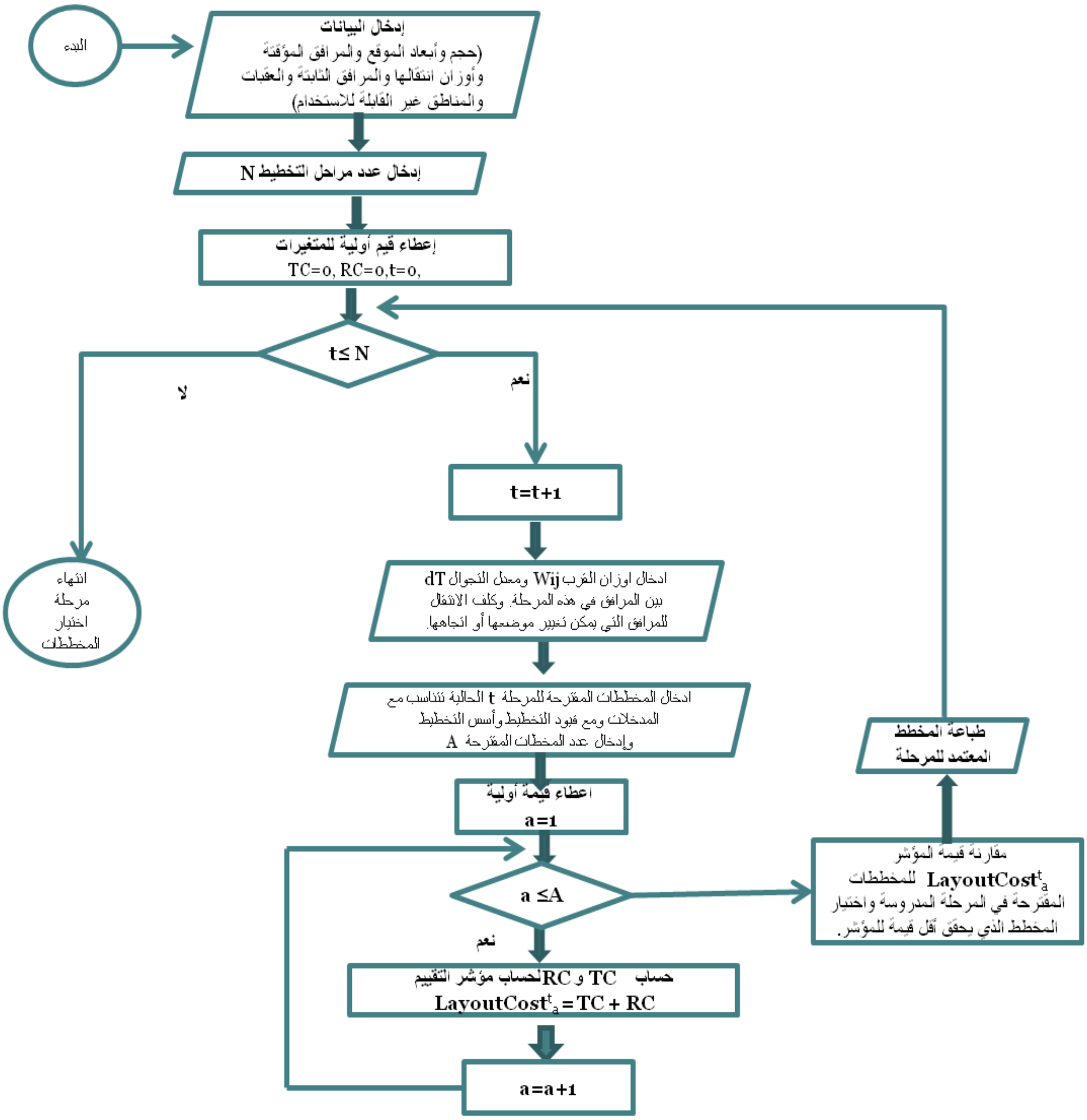
- **قيود الأمان:** مثل الالتزام بقيد المسافة الدنيا بين المبنى والموارد والمرافق أثناء التشييد لتقليل أخطار الأشياء المتساقطة. والالتزام بعدم وضع مكاتب الموقع بالقرب من مخازن المواد القابلة للاشتعال....الخ.

- **قيود تشغيلية:** قيود تخص قابلية التشغيل في الموقع مثل:

* قيد المسافة العظمى: مثل التعامل مع الرافعة البرجية، حيث يجب أن تكون الأعمال المطلوب تنفيذها والأحمال المطلوب رفعها في متناول ذراع الرافعة.
* قيد إمكانية التركيب: كما في حالة توضع الرافعة البرجية في موقع تتناسب تربته مع شروط التركيب الخاصة بالرافعة. مع مراعاة إمكانية فك الرافعة عند انتهاء عملها.
* قيود يفرضها واقع المشروع ويتفرد بها عن غيره: مثل وجود مواقع عمل متداخلة مع مقاول آخر قد يؤدي استخدامها إلى نزاعات مستقبلية.

5-2-5 الشكل النهائي للنموذج:

تم العمل باستخدام V.B.NET وتطبيقات الفيجوال بيزك ضمن مايكوسوفت إكسيل، ويبين الشكل (5-3) الإطار العام للنموذج المقترح.



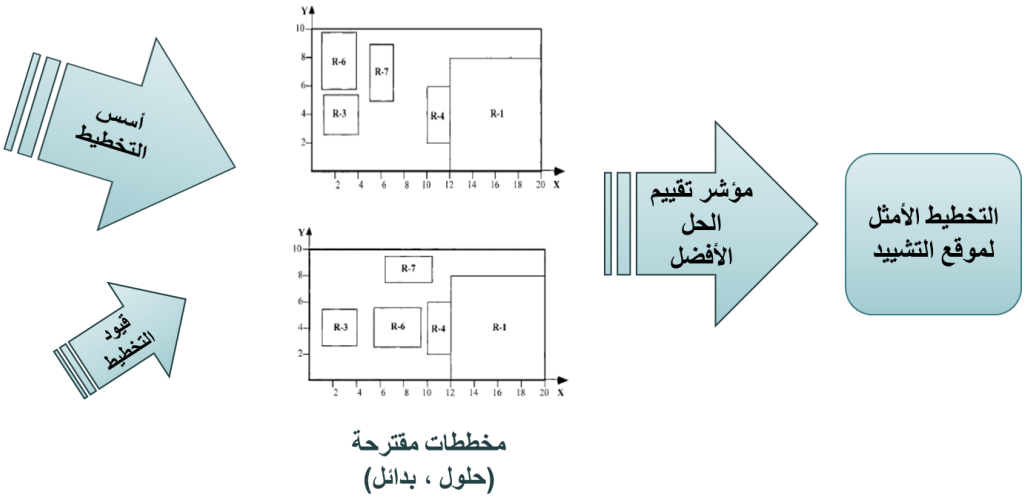
الشكل (5-3) الإطار العام للنموذج المقترح

5-3 آلية استخدام النموذج المقترح:

تم عرض أسس التخطيط في الفصل السابق، والتي لابدّ من الالتزام بها في مرحلة إيجاد الحلول للحصول على مخططات صحيحة ومقبولة. بعد اقتراح عدة مخططات مناسبة للموقع المقترح سيتم اعتماد أحد المخططات من خلال مؤشر تقييم لاختيار المخطط الأفضل، حيث أن المخطط الأمثل هو الذي يحقق أقل قيمة لمؤشر التقييم.

بالنسبة لقيود التخطيط يوجد قيود عامة متضمنة في أسس التخطيط وقيود تخطيط خاصة بكل موقع تفرضها ظروف الموقع والعمل لابدّ من الالتزام بها في مرحلة إيجاد الحلول.

يُبين الشكل (5-4) كيفية العمل وفق النموذج المقترح، من خلال اقتراح المخططات التي تحقق أسس التخطيط وقيود التخطيط. ومن ثم يتم تقييم المخططات المقترحة من خلال حساب قيمة مؤشر تقييم الحل الأفضل واختيار المخطط الأمثل الذي يُعطي أدنى قيمة للمؤشر.



الشكل (5-4) كيفية العمل وفق النموذج المقترح.

وسيتم توضيح طريقة استخدام نموذج التقييم من خلال مثالين. حيث المثال الأول يوضح بشكل مبسط كيفية تقييم مخططات كل مرحلة تم اقتراحها من قبل المخطط. وفي المثال الثاني تم تقييم حلول أعطتها الدراسات السابقة لأحد الأمثلة الافتراضية.

5-4 المثال التطبيقي (1):

تم وضع المثال الإفتراضي التالي لتوضيح كيفية استخدام البرنامج، والذي يتألف من 8 مرافق مؤقتة موضحة في الشكل (5-6). وفيما يلي توضيح لكيفية استخدام النموذج المقترح لتقييم الحلول المقترحة. في الشكل (5-5) الواجهة الرئيسية للبرنامج:

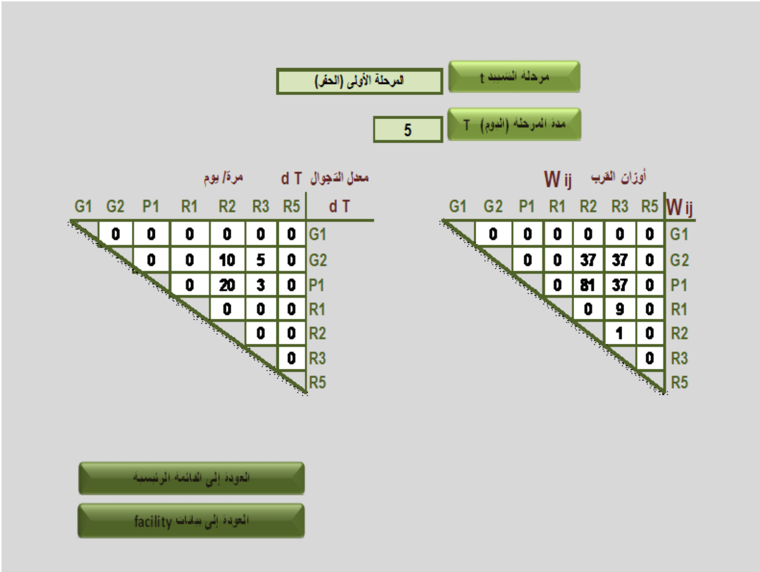
الشكل (5-5) إدخال البيانات ضمن الواجهة الرئيسية

facility	الوصف	النوع	الأبعاد (UNIT)		وزن الانتقال (وحدة كلفة/ واحدة الطول)	الموقع الثابت			مرحلة توضعه على الموقع		شروط خاصة بالتخطيط
			Lx	Ly		X	Y	θ	المرحلة الأولى (5 أيام)	المرحلة الثانية (شهر 30 يوم)	
G1	مدخل رئيسي	FIXED	0	1	0	0	7	90			
G2	مدخل فرعي للعربات	Stationary	0	2	0	10	5	90			
P1	ساحة العمل	Stationary	4	4	0	1	1	0			
R1	مكاتب الموقع	Stationary	1	2	0	1	6	0			
R2	ساحة تجميع الحفريات	moveable	4	1	50						
R3	ساحة التخزين	moveable	2	2	75						
R4	ساحة التصنيع	moveable	1	2	75						
R5	مخزن مواد خطرة (قابلة للاشتعال)	moveable	1	1	100						يبعد على الأقل 1UNIT عن كل المرافق. ويبعد على الأقل 5UNIT عن مكاتب الموقع.

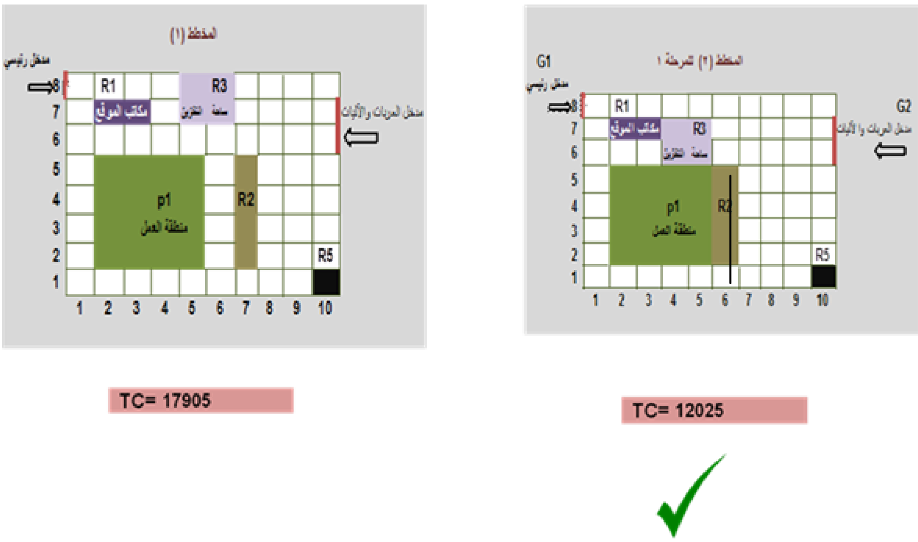
العودة إلى القائمة الرئيسية

الشكل (5-6) إدخال بيانات المرافق المؤقتة

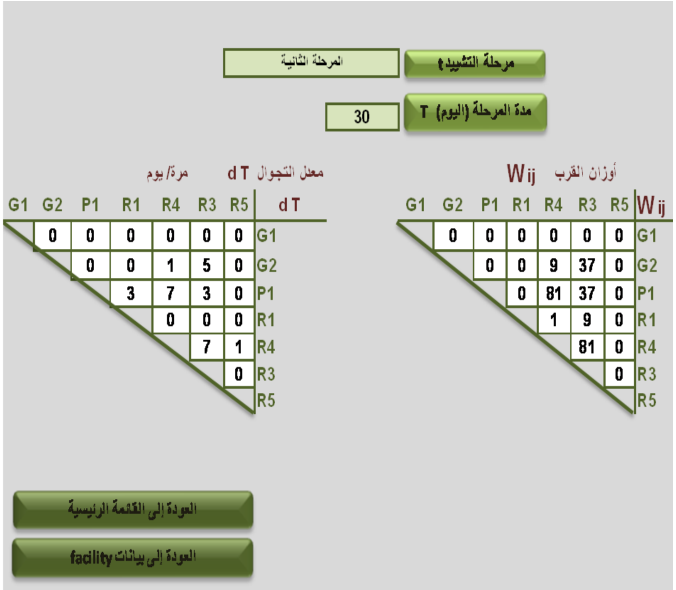
ثم يتم إدخال أوزان القرب ومعدل التجوال خلال المرحلة الأولى:



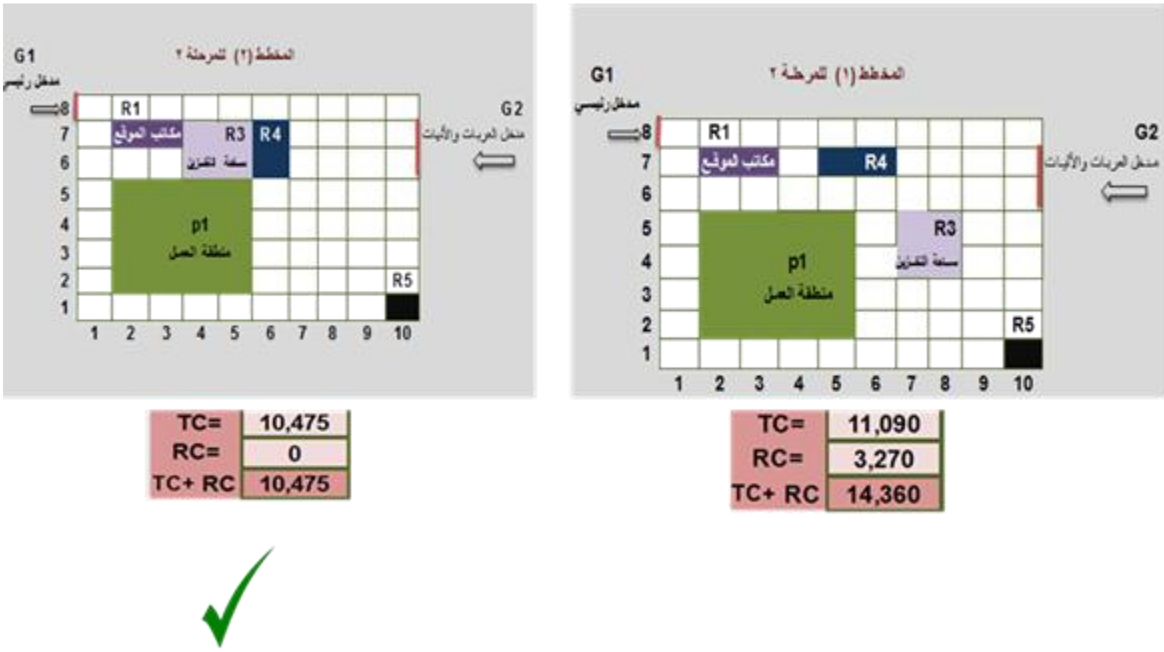
الشكل (5-7) إدخال أوزان القرب ومعدل التجوال للمرحلة الأولى



الشكل (5-8) نتيجة النموذج بالنسبة للمرحلة الأولى



الشكل (5-9) إدخال بيانات المرحلة الثانية.



الشكل (5-10) نتيجة النموذج بالنسبة للمرحلة الثانية.

5-5 المثال التطبيقي (2):

قُدمَ هذا المثال سابقاً من قبل Zouein and Tommelein (1999) لتحليل المخطط الديناميكي لموقع التشييد باستخدام طريقة حَلّ تزايديةِ هجينة، وتم اقتراح الحلول المبينة في الشكل (5-16). كما تم حَلّ المثال نفسه من قبل Said Hisham (2010) الذي قدم نموذجين لحل المثال بالاعتماد على التخطيط الديناميكي للموقع Dynamic Site Layout Planning (DSLP) وهما:

- نموذج الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms (DSLP-GA): نموذج تحقيق أمثليةُ أساسهُ تطوّريُ قادر على تَحسين تخطيط مخطط الموقعِ الديناميكي. هذا النموذج يستعمل تطبيق الخوارزمياتَ الوراثيةَ لتحقيق الأمثليةِ.
- نموذج البرمجة الديناميكية التقريبية Approximate Dynamic Programming (ADP): استعمل هذا النموذج البرمجة الديناميكية التقريبية لحل مشكلةَ تخطيط مخطط الموقع المتعددة الأبعاد، التي تَتطلّبُ تحقيق أمثلية قراراتِ تخطيطِ الموقعِ للمرافق المتعدّدةِ في المراحلِ المتعاقبةِ.

في كلا البحثين يتم حل المثال بتوليد مخططات للموقع، أما النموذج المقدم في هذا البحث يقوم بتقييم المخططات المقترحة من قبل المخطط. لذلك سيتم تقييم المخططات التي قدمها البحثين السابقين لاختيار المخطط الأمثل بينهم.

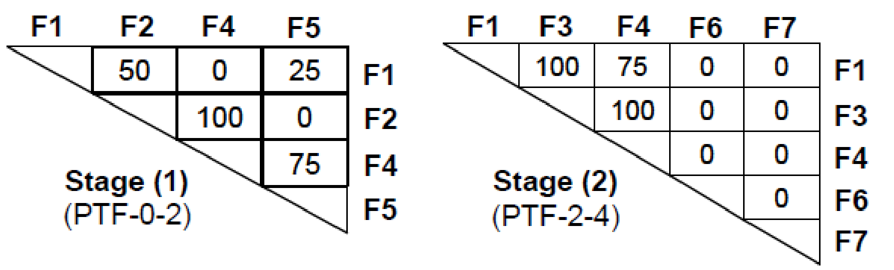
يتألف المثال من مشروع افتراضي مدته 4 أيام وحجم موقعه 20×10units، وقسمت مدة المشروع لمرحلتين أساسيتين. يبين الجدول (5-3) البيانات الخاصة بمرافق موقع المشروع.

الجدول (5-3) مرافق المشروع (Zouein & Tommelein, 1999)

Facility	Dimension *Lx* x *Ly*	Time on Site	Relocation Cost	Fixed Positions (x, y, orient)
F1*	8 x 8	0 → 4	75	-
F2	2 x 1	0 → 2	0	(16, 8.5, 0)
F3*	2.8 x 2.8	2 → 4	50	-
F4	4 x 2	0 → 4	75	-
F5	4 x 2	0 → 2	0	(11, 6, 90)
F6	4 x 3	2 → 4	75	-
F7	4 x 2	2 → 4	50	-

* There is a min distance constraint in the X-direction of 8 units between facilities F3 and F1

ويبين الشكل (5-11) أوزان القرب للمرافق المؤقتة في كل مرحلة كما في البحثين المذكورين سابقاً.



الشكل (5-11) أوزان القرب للمرافق المؤقتة (Zouein & Tommelein, 1999)

فيما يلي شرح لكيفية تقييم المخططات المقترحة في كل بحث بالاعتماد على النموذج المقترح:

يتم إدخال البيانات الأساسية في البداية كما موضح في الشكل (5-12).

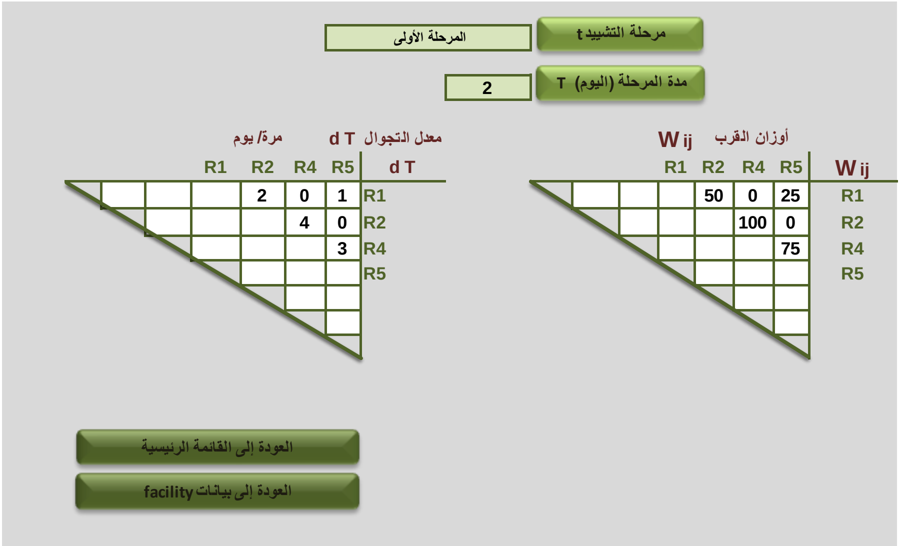
الشكل (5-12) الواجهة الرئيسة لإدخال البيانات.

يبين الشكل (5-13) كيفية إدخال بيانات المرافق المؤقتة وأي قيود تخطيط خاصة بالمشروع.

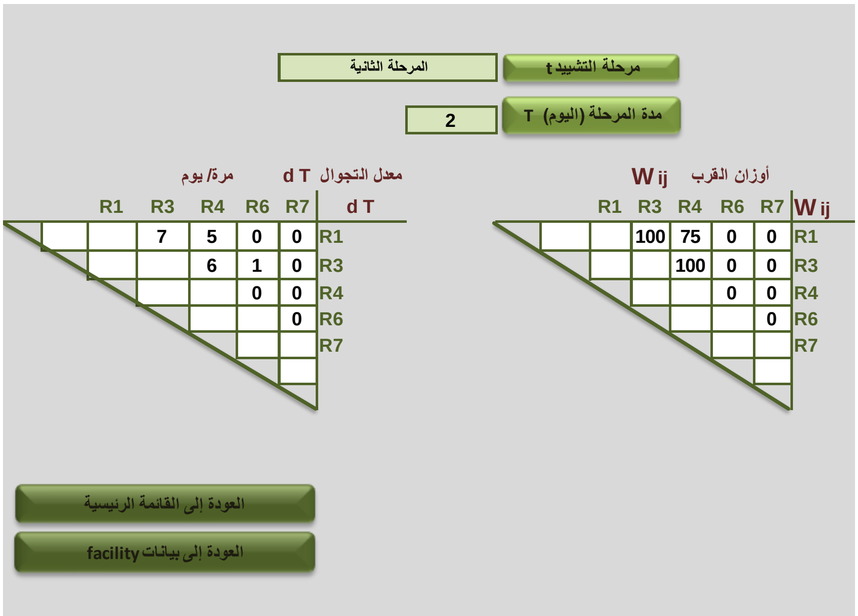
facility	النوع	الأبعاد (UNIT)		وزن الانتقال (وحدة كلفة/ واحدة الطول)	الموقع الثابت			مرحلة توضعه على الموقع		شروط خاصة بالتخطيط
		Lx	Ly		X	Y	θ	المرحلة الأولى (5 أيام)	المرحلة الثانية (شهر 30 يوم)	
R1	moveable	8	8	75						
R2	FIXED	2	1	0	16.0	8.5	0.0			
R3	moveable	2.8	2.8	50						R1, R3 لايقل البعد بين عن 8units باتجاه المحور x
R4	moveable	4	2	75						
R5	FIXED	4	2	0	11.0	6.0	90.0			
R6	moveable	4	3	75						
R7	moveable	4	2	50						

العودة إلى القائمة الرئيسية

الشكل (5-13) إدخال المرافق الخاصة بالمشروع.



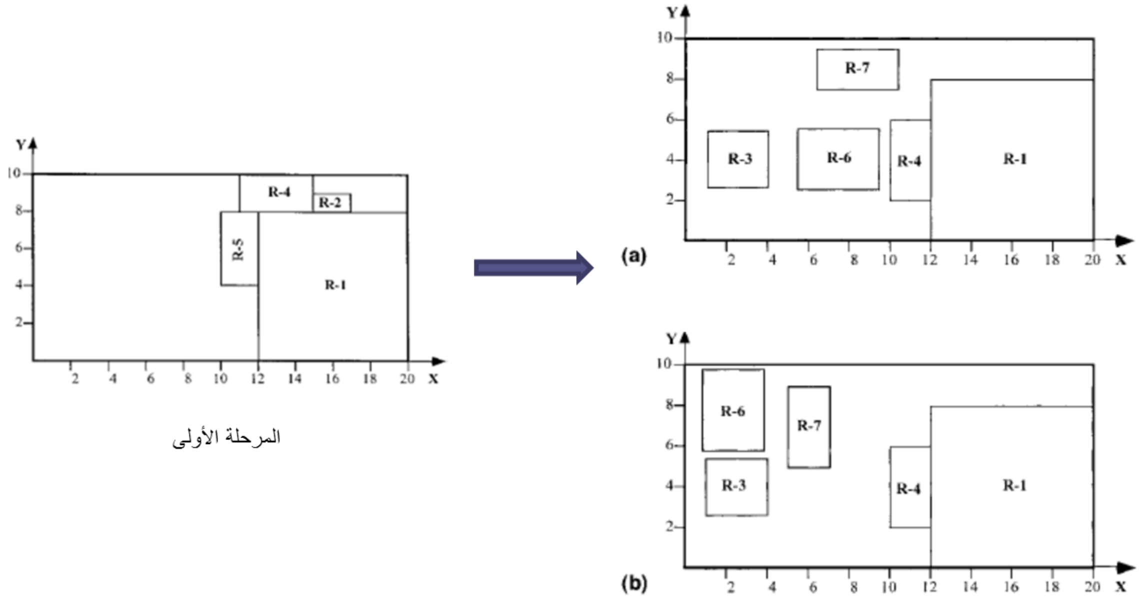
الشكل (5-14) إدخال بيانات المرحلة الأولى من مراحل التخطيط



الشكل (5-15) إدخال بيانات المرحلة الثانية من مراحل التخطيط

5-5-1- تقييم المخططات المقدمة من قبل Zouein and Tommelein (1999):

قدم هذا النموذج مخطط للمرحلة الأولى ومخططين للمرحلة الثانية وهما كما مبينان فيما يلي:

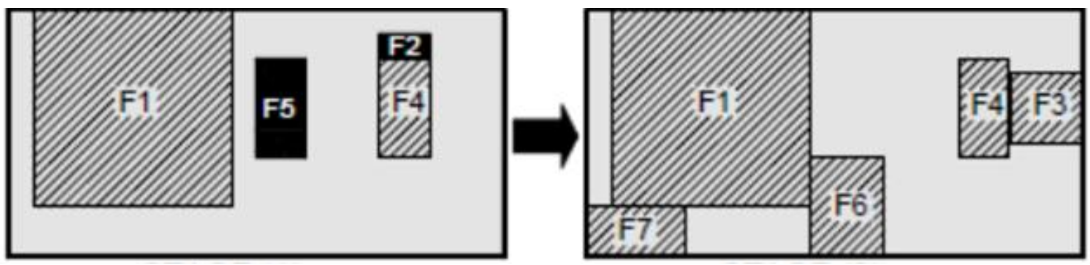


المرحلة الأولى

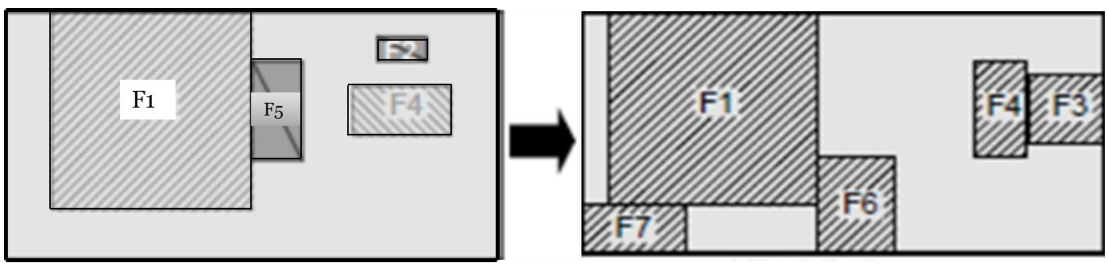
المرحلة الثانية

الشكل (5-16) المخططات المقترحة من قبل Zouein and Tommelein (1999)

5-5-2 **المخططات المقترحة من قبل Said Hisham (2010):**



الشكل (5-17) المخطط المقترح وفق نموذج البرمجة الديناميكية التقريبية (Hisham, 2010)



الشكل (5-18) المخطط المقترح وفق نموذج الخوارزميات الوراثية (Hisham, 2010)

5-5-3 نتائج أداة التقييم:

في الجدول (5-4) نوضح مقارنة بين نتائج تقييم المخططات المقترحة في الدراستين السابقتين.

الجدول (5-4) نتائج تقييم المخططات المقترحة

تاريخ المرجع (الطريقة)		مرحلة 1	مرحلة 2	المجموع
1999		6,250	33,995	40,245
2010	DSLP-ADP	6,935	29,840	36,775
	DSLP-GA	6,795	30,840	37,635

5-5-4 تحليل النتائج:

من خلال أداة التقييم المقترحة يمكن اختيار المخططات التي تعطينا قيمة المؤشر الأقل. وهي هنا مخططات DSLP-ADP.

إن قيمة المؤشر تختلف باختلاف عدد مراحل التخطيط، فمن خلال هذا المثال تبين أن مخططات DSLP-ADP هنا أعطت مخططات أكثر أمثلية من مخططات DSLP-GA. لكن هذا ضمن مرحلتي تخطيط فقط أي لو تم دراسة المخططات لكامل المشروع وكل المراحل قد تكون النتيجة مختلفة.

وهذا يظهر في الجدول السابق، حيث أن نتائج المرحلة الأولى للتخطيط غير كافية لتقييم المخططات لأن النتيجة تختلف في المراحل اللاحقة. ولذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار أن **تخطيط كل مرحلة يعتمد على المرحلة السابقة ويؤثر في المرحلة اللاحقة. ولذلك من المهم التخطيط لموقع التشييد وضرورة التخطيط المسبق ومتابعة تحديث الخطة بما يتناسب مع واقع العمل.**

5-6 مقارنة النموذج بالنماذج الأخرى السابقة

يختلف هذا النموذج عن النماذج المقدمة في الأبحاث المرجعية السابقة بمايلي:

- إن النماذج السابقة تعمل على توليد مخططات لتخطيط الموقع. أما النموذج المقترح في هذا البحث يُقيم مخططات موضوعة من قبل المُستخدم، ليساعد في اتخاذ قرار اختيار المخطط الأفضل. باعتبار أن هذه الطريقة تُخدم الوضع الحالي لمشاريع المؤسسة، حيث يوجد الكثير من الاقتراحات من قبل المقاول والمالك وفي أغلب الأحيان يوجد عدة مقاولين على نفس الموقع، مما يزيد من مقترحات التخطيط.

- إن فكرة معدل التجوال dt بين المرافق في حساب كلفة التجوال، فكرة جديدة مقترحة لجعل النموذج أكثر دقة وأقرب للواقع.
- تم حساب المسافة في الأبحاث السابقة من قبل النماذج المقدمة بطريقتين، إما باستخدام طريقة إقليدس أو طريقة مانهاتن. أما في النموذج المقترح يُمكن إدخال قيمة البعد بين المرافق بشكل أقرب للواقع من خلال اختيار المُخطط للطريقة الأنسب للقياس وإدخال القيمة بواقعية أكبر.
- إن تابع الهدف يشمل عدة أهداف ضمنية، وليس فقط الحصول على أقل كلفة للتخطيط. بل إنه يحقق كافة أسس التخطيط وقيود التخطيط، لأن المُخطَط لا يدخل مرحلة التقييم ما لم يحقق أسس التخطيط وقيود الأمن والسلامة والقيود الخاصة بكل مشروع. ويُمكن للمُخطِط من خلال إدخال البيانات إعطاء قيم تتلاءم مع أهداف يريد الحصول عليها ومن الصعب التعبير عنها بشكل قياسي في تابع الهدف.

الفصل الأول
« المقدمة »

1-1 مقدمة

لا بدّ من تطبيق الإدارة الفعّالة لمواردِ التشييد لنجاح أي مشروع هندسي. حيث يُعتبر الرأسمال والوقت والعمال والمواد والمعدات هي موارد البناء الرئيسية المعروفة، ويتم إهمال أحد أهم موارد البناءِ وهو الفراغ. الذي لابدّ من أخذه بالحسبان في مناحي إدارة المشروع الهندسي.

يصبح الفراغ مورداً نادرا في المواقعِ الضيقة والمُزدَحَمةِ جداً ومِنْ الضروري أَنْ يُخطط بدقةَ وأن يتم استغلال موقع التشييد بشكل جيد. ورغم توفر الفراغ في المواقعِ الكبيرةِ لكن لابدّ من إدارة الموقع بشكل صحيح لتحقيق التوضع الملائم لمرافق التشييد والعمل على تقليل الكلف الناتجة من نقل المواد وتضارب الأعمال مع بعضها وعوامل أخرى سيتم توضيحها في هذا البحث. بغض النظر عن أبعادِ الموقعِ فإن الإدارة الجيدة للموقع المتاح وتخصيص الموارد عليه تُحقق سهولة الوصول والوظيفة المطلوبة أثناء التشييد.

إن تحقيق الإدارة الجيدة لموقع التشييد لا يخلو من الصعوبات ومن ضمنها إدارة المواد والمعدات وتخطيط توضع المرافق المؤقتة في المكان الملائم الذي يُحقق أكبر فائدة مرجوة منها.

يتم تخطيطُ الموقع عادة في مشاريع القطاع العام من خلال الحسّ العام وبالاستفادة من الخبرات المتوفرة للمهندسين بدون وجود إجراءات محددة وبدون التقيد بمعايير ناظمة تحقق الأهداف المطلوبة من إدارة الموقع، حتى أن هذا المفهوم غائب عن واقع مشاريعنا الحالية ولا يوجد فكرة واضحة عنه. ومن خلال المقابلات الشخصية مع العاملين في قطاع التشييد العام تم ملاحظة الخلط بين مفهوم إدارة الموقع وبين إدارة تنفيذ التشييد في الموقع عند الأغلبية، وذلك بسبب غياب المفهوم الواضح لهذا الموضوع.

من هنا تم العمل في هذا البحث لتوضيح هذا المفهوم، ومحاولة تطبيقه في مشاريع القطاع العام بالشكل الصحيح، مما يسهم في رفع كفاءة العمل وتخطي أحد الأسباب الهامة لمشكلة تأخر المشاريع والمشاكل الأخرى الناتجة عن عدم وجود الإدارة الصحيحة للموقع في مشاريع التشييد.

1-2 المشكلة البحثية

تتلخص مشكلة البحث بعدم وجود منهجية معتمدة لإدارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام. حيث لايتم تطبيق التخطيط الصحيح لمواقع التشييد، وغياب المفهوم الواضح لإدارة الموقع وأهمية تطبيقها في مشاريع التشييد. ولايوجد تقييم صحيح للمُخطَط قبل اعتماده، مما يترتب عليه مشاكل لاحقة ضمن الموقع تؤثر على الإنتاجية وتؤدي لتأخر المشروع.

1-3 الهدف من البحث

يهدف هذا البحث إلى تطوير الوسائل والأدوات لإدارة موقع العمل بالشكل الصحيح لتدارك المشاكل الحاصلة ورفع كفاءة العمل في مرحلة التنفيذ.

وذلك من خلال وضع أسس التخطيط التي تُساعد المُخطِط في وضع الخطة، بالإضافة لاقتراح أداة مساعدة لاتخاذ القرار المناسب لتوضع المرافق المؤقتة.

1-4 منهجية البحث

تم في هذا البحث استخدام المنهج الوصفي التحليلي، حيث تم اعتماد أسلوب المقابلات الشخصية والملاحظة ودراسة الحالة، للبحث في المعوقات والعقبات التّي قد تحول دون تطبيق إدارة الموقع في مشاريع التشييد في القطاع العام بصورةٍ صحيحة. وبالاستفادة من نتائج المقابلات ودراسة الحالة تم التوصل إلى أسس التخطيط التي تساعد المخطط في وضع الخطة.

وتم اقتراح أداة تساعد المخطط في اتخاذ القرار، من خلال اختيار الخطة الأفضل بين عدة خطط مقترحة تحقق أسس التخطيط.

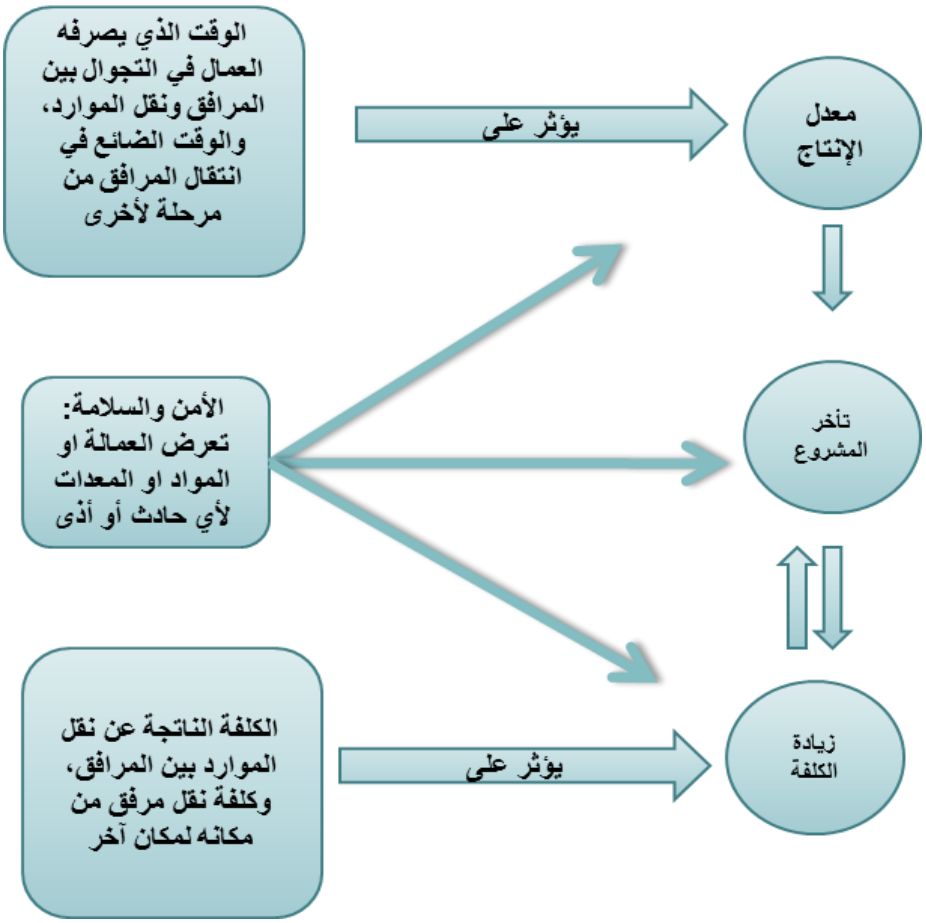
1-5 حدود البحث

تم اختيار مجال البحث مشاريع المؤسسة العامة للإسكان، وهي مشاريع كبيرة تشمل المشاريع السكنية (أبنية عادية وأبراج) وضواحي سكنية ومشاريع خدمية ...الخ. تم اختيار المؤسسة العامة للإسكان لأن مشاريعها واسعة وتمتد على مواقع واسعة ومتعددة في أكثر محافظات القطر، وتعتبر مشاريع استراتيجية هامة. ويعمل في الموقع عدد كبير من العمال والآليات وعدد مختلف من المقاولين، مما يخلق حاجة كبيرة للتخطيط وتنظيم وترتيب العمل على الموقع. بالإضافة لضرورة حل المشاكل التي تواجهها هذه المشاريع بسبب غياب التطبيق الصحيح لإدارة مواقع التشييد.

6-1 أهمية البحث

إدارة موقع التشييد ركن أساسي لإدارة المشروع، وخاصة في المشاريع الكبيرة التي يتطلب العمل بها تواجد العديد من المقاولين. حيث تحقق إدارة الموقع الناجحة التنسيق والتواصل اللازم في الموقع، وتخفف من أثر تضارب الأعمال والصراع على الفراغ في الموقع بين المقاولين المختلفين.

يختلف موقع التشييد من مشروع لآخر ولايمكن تطبيق خطة موحدة لمواقع مختلفة، بالإضافة إلى صعوبة التخطيط في بعض المواقع. لذلك لابدّ من تطوير أسلوب للتحقق من صحة التخطيط وتقييم الخطة. من خلال الشكل (1-1) تم عرض أهمية تخطيط موقع التشييد من خلال توضيح تأثير التخطيط على الوقت والكلفة وأمن وسلامة الموقع مما يؤثر على الكلفة والزمن ومعدل الإنتاج للمشروع.



الشكل (1-1) أهمية تخطيط موقع التشييد

1-7 تنظيم الرسالة:

تم ترتيب الاطروحة وفق 6 فصول مرتبة كالتالي:

الفصل الأول: يحتوي مقدمة عن العناصر الأساسية في هذا البحث، حيث يبدأ بمقدمة عن الموضوع، ثم توضيح لأهمية البحث وعرض للمشكلة البحثية وهدف البحث ومنهجية البحث وحدود البحث وعرض تنظيم الرسالة.

الفصل الثاني: تم فيه استعراض الدراسات المرجعية السابقة في مجال تخطيط موقع التشييد، والتركيز على بعض البرامج المستخدمة في حل هذه المشكلة.

الفصل الثالث: تم عرض الخلفية النظرية للبحث. حيث تم التعريف بإدارة موقع التشييد وبيان أهميتها، وعرض مناهج حل مشكلة تخطيط الموقع والصعوبات التي تواجه عملية التخطيط، وبين عناصر التخطيط وتعريف العوامل المؤثرة على تخطيط الموقع، واختلاف تأثير هذه العوامل بإختلاف نوع موقع البناء. بالإضافة لتوضيح خصائص المرافق المؤقتة وأهم المرافق المؤقتة المستخدمة في صناعة التشييد. والتعرف على أهمية التركيز على إدارة المواد والمعدات في تخطيط مواقع التشييد.

الفصل الرابع: تم عرض العمل ضمن المقابلات الشخصية ودراسة الحالة التي تم القيام بها، وتلخيص النتائج التي تم التوصل إليها. وعرض أسس التخطيط التي يجب التقيد بها عند إعداد المخططات المقترحة.

الفصل الخامس: تم توضيح كيفية تشكيل النموذج المقترح، من خلال عرض متغيرات القرار وتابع الهدف والقيود وكيفية اختيار المخطط الأفضل لكل مرحلة من مراحل التخطيط الديناميكي. ويتم إيضاحه من خلال مثال تطبيقي يوضح آلية إدخال البيانات ونتائج الحل. بالإضافة لعرض مثال تطبيقي تم تخطيطه سابقاً من قبل باحثين سابقين، وتم تقييم الحلول المقترحة من قبلهم بواسطة أداة التقييم المقترحة في هذا البحث.

الفصل السادس: تم تلخيص نتائج وتوصيات البحث التي تم التوصل إليها، واقتراح التوصيات للأبحاث المستقبلية.

الفصل الثاني:
«الدراسات المرجعية السابقة»

2-1 مقدمة:

أجريت بحوث واسعة في العديد من الجوانب المختلفة لإدارة موقع التشييد. بما في ذلك كيفية تحديد نوع وحجم وموقع المرافق المؤقتة وكيفية تحسين مواقعها.

يستعرض هذا الفصل أهم الدراسات السابقة التي تعرضت لموضوع إدارة موقع التشييد، بالإضافة لتسليط الضوء على بعض البرامج المستخدمة.

2-2 الدراسات السابقة:

عمل العديد من الباحثين منذ بداية 1970 على تطبيق تقنيات مختلفة لإيجاد منهجية ثابتة لحل مشكلة موقع التشييد بإيجاد حل أمثلي رياضي.

في أواخر التسعينات تم تقديم أساليب غير تقليدية لحل المشكلة مُعتمدة على الذكاء الصنعي، ولدت هذه النماذج مخططات ثابتة على كامل مدة المشروع. وكانت النماذج التي تتعامل مع التخطيط الديناميكي (الذي يُقدم عدة مخططات موقع مُتناسبة مع مراحل التخطيط المختلفة) محدودة.

قدم Cheng and O’Connor في عام 1996 نظام يُدعى ArcSite. وهو نظام مُتكامل يعتمد على قواعد المعرفة مع نظام Geographic information systems (GIS) لتحديد أماكن المرافق المؤقتة في موقع التشييد (Cheng & O’Connor, 1996).

عرض Tommelein and Choo في 1999 نموذج لجدولة الفراغ باستخدام تحليل التدفق يدعى WorkMovePlan لتخطيط موارد العمال والمعدات بالإضافة للفراغ كمورد أساسي. يسمح النموذج للمستخدم بتَحديد حاجاتِ فراغ الموقعِ على قاعدة يومية للعمال والأجهزة والمواد، ويُمكِّن المُستخِدم من تَعيين طريق التدفق الذي يجب إتباعه أثناء الحركة. وساعد ناتج المحاكاة المُخطِط لتقييم جدوى مسارات حركة النقل في الموقع وبالتالي يقيس جودة تسلسل العمل، مما يساعده في وضع خطط العمل النوعية وتعلّم إدراك أسباب الفشلِ (Tommelein and Choo, 1999).

اقترح Elbeltagi *et al.* في 2001 نموذج يستخدم مجموعة من أدوات الذكاء الصنعي وهي (قواعد المعرفة والمنطق الضبابي والخوارزميات الوراثية)، لخلق وتحسين وإعادة تنظيم خطة موقع التشييد خلال فترات مختلفة من المشروع. دمج النموذج تمثيل مرن لأشكال الموقع غير النظامية وعدة خيارات

لتوضع المرافق في الموقع. استند النموذج المقترح على نظام آلي متكامل كلياً ومتطور ببرامج جدولة مستخدمة على نطاق واسع (Elbeltagi *et al.*, 2001).

اقترح .Tam *et al* في 2002 نظام دعم قرار غير هيكلي ضبابي Nonstructural Fuzzy Decision Support System (NSFDSS). باعتبار تخطيط مخطط الموقعِ مشكلة نموذجية متعددة المواضيع، تم اقتراح النموذج لتَسهيل عملية إتّخاذ القراراتِ لهذه المشاكلِ. جمع هذا النظام حكم الخبراء و قرار الحاسوب مما جعله مناسباً لتقييمِ مشاكلِ البناءِ المعقّدةِ. استندت تقديرات النموذج على مقارنة البدائل لتقديم نتيجة تقييمِ موثوقة حتى تحت شرط المعلومات الدقيقة غير الكافية (Tam *et al.*, 2002) .

قدم .Osman *et al* في 2003 نظرة مبتكرة لإنْتاج المخططات المطلوبة، تُكاملُ هذه النظرة الإمكانيات التخطيطيةَ المتطوّرةَ لبرنامج التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) وقابلية تحقيق أمثلية الخوارزمياتِ الوراثية (Genetic Algorithms (Gas في أداء مهمّة توزيع المرافق المؤقتة، من خلال تطبيق هدف تحقيقَ الأمثلية تقليل مصاريفَ التجوال الكليّة بين المرافق. لكن هذا الهدف ليس كاف لإدارة موقع التشييد، لأن التخطيط الأمثل للموقع يجب أَنْ يُنْقصَ ازدحام الموقعِ ويُزوّد بالبيئة العاملة الآمنة. وضح النموذج صعوبة قياس بعض هذه الأهداف، وصعوبة صياغة نموذج رياضي شامل يَأْخذُ بالاعتبار كُلّ هذه الأهداف. وجاء في البحث أن النماذج الأخرى التي تَستعملُ تقنيات الذكاء الصنعي artificial intelligence (AI) (خصوصاً الأنظمة المعتمدة على قواعد المعرفة knowledge-based systems (KBS) يُمْكِنُ أَنْ تُطوّرَ في المستقبلِ لتأخذ بالحسبان سمات غير ملموسة كإجراءات ازدحام الموقع الوقائية وتعليمات الأمان (Osman *et al.*, 2003).

طبق .Zhang *et al* في 2005 نموذج رباعي الأبعاد 4D للإدارة والتخطيط الديناميكي لموقع التشييد. وهو نظامَ تخطيط متكامل، يُكاملُ الجدولة ونماذج 3D والموارد وفراغات الموقع سوية مَع تقنية (CAD (4D ليقدم إمكانية تخطيط الموقع بتصور رباعي الأبعاد (Zhang *et al.*, 2005).

قدم .Sebt *et al* في 2008 دراسة استخدمت نظام المعلومات الجغرافية Geographic information systems (GIS) لتخطيط موقعِ التشييد. أظهرت الدراسة إمكانية الاستفادة من تقنيات نظام GIS وتطبيقها في عمليات تخطيط موقع التشييد، لحل إحدى مشاكل النماذج السابقة لتخطيطِ موقعِ البناء ألا وهي عدم قابلية التخطيطِ لأشكال مختلفة للموقع والمرافق المؤقتة. وعُرِض في الدراسة مثال عن تطبيق GIS في إيجاد التوضع الأمثل للمجبل البيتوني. وبنفس المنهجية يمكن الاستفادة من البرنامج بتحديد أماكن المرافق المؤقتة الأخرى (Sebt *et al.*, 2008).

اقترح Gholizadeh *et al.* في 2010 نموذج يعتمد على خوارزمية بحث الانسجام Harmony Search Algorithm(HS) لحلِّ مشكلةَ تَخصيص مجموعة المرافق المحدّدة مسبقاً في مجموعة المواقعِ المُخَصَّصة ضمن موقع البناء. بين البحث فائدة إستعمال هذه الخوارزمية لحل مشكلة تخطيطِ موقع البناء. مبدأ خوارزمية (HS) هو تقليد العمليةَ الموسيقيةَ للبَحْث عن حالة الإنسجامِ المتقن. وهي خوارزمية بسيطة في المفهومِ وسهلة التطبيق. قارن البحث بين خوارزمية (HS) والخوارزميات الأخرى مثل الخوارزميات الوراثية GAs، وبين أنها يُمْكِنُ أَنْ تُعطي نفس النَتائِجِ لكن مَع جُهد حسابي أقل في المراحل المبكرة للخوارزمية. يُمكنُ أَنْ يَكُونَ هذا التقارب السريع في إيجاد الحل الأمثلي ثمينَ جداً في بعض المشاريع للتقليل من الوقت المصروف في التخطيط (Gholizadeh *et al*., 2010).

عرض Irizarry and Karan في 2012 نموذج يدمج بين امكانيات GIS و Building Information Modeling BIM لتحديد الأماكن المثلى لتوضع الرافعات البرجية على موقع التشييد، حيث تم الاستفادة من امكانيات GIS في تحليل كميات كبيرة من البيانات المكانية المستخدمة في عملية تحسين موقع الرافعات البرجية في موقع التشييد. بالإضافة لدمج نتائج التحليل من نظام المعلومات الجغرافية مع نماذج بصرية ثلاثية الأبعاد 3D تُمكن المستخدم من تصور الصراعات المحتملة مع الرافعات البرجية بقدر كبير من التفصيل. يحدد النموذج التوليفة المناسبة للرافعات البرجية لتحسين توضعها في الموقع. وتَلخَص مبدأ عمل النموذج بالربط بين مخرجات نموذج GIS وأداة BIM، حيث أن مخرجات نموذج GIS تتضمن واحداً أو أكثر من المناطق الممكنة لتغطية كافة مناطق التحميل ومناطق طلب المواد، التي يتم ربطها إلى أداة BIM لتوليد نماذج ثلاثية الأبعاد لتصور المواقع الأفضل للرافعات البرجية. ونتيجة لذلك يتم الكشف عن الصراعات المحتملة من خلال مشاهد 3D مختلفة لتحديد الأماكن المثلى لتوضع الرافعات البرجية (Irizarry and Karan, 2012).

وقدم Lin *et al.* في نفس العام 2012 نموذج للتخطيط الديناميكي لموقع التشييد. تم استخدام النموذج لتخطيط النقل ضمن موقع التشييد بشكل جيد يُخفض من مسافة وكلفة النقل ويضمن مستوىً عالٍ مِنْ الأمان. مايميز هذا النموذج إمكانية التغيير بالخطة أثناء عملية التشييد، حيث يمكن للمخطط أن يُغيّرُ موقعَ وشكل وحجم المرافق المؤقتة أثناء عمليةِ البناءَ. يَشْمل النظام المُقتَرَح أربع وحداتِ رئيسيةِ: تخطيط الطريقِ Path Planning باستخدام خوارزمية Rapidly-exploring Random Trees algorithm (RRT) ومحاكاة النقل Transportation Simulation والتصور Visualization والتداخل Interaction (Lin *et al*., 2012).

2-3 البرامج المستخدمة في إدارة موقع التشييد:

تم استخدام العديد من البرامج سابقاً لإدارة موقع التشييد، تم اختيار بعض هذه البرامج التي قد تساعد في رفع سوية أعمال القطاع العام في حال استخدامها. والتي تم عرضها فيما يلي:

2-3-1 نظام المعلومات الجغرافية Geographic Information System وتسمى اختصاراً GIS:

نظام معلومات جغرافية (GIS) أداة معتمدة على الحاسوب استعملت على نطاق واسع لحَلّ المشاكل الهندسية المُخْتَلِفةِ المتعلقة بالبياناتِ المكانيةِ. بالرغم من الانتشار الواسع لاستخدام نظام المعلومات الجغرافية لم يتم استثمار كافة إمكانياته في مجال التشييد (Bansal, 2007).

من التطبيقات العامة التي يشتهر بها GIS هي إيجاد موقع ما بحساب المسافة الأقصر التي تحقق أكبر فائدة مرجوة من الموضوع المدروس. سواء كانت فائدة مادية أو اجتماعية أو أي أهداف مرجوة أخرى. ولذلك يمكن الاستفادة من تطبيق GIS في تحديد الموقع المثالي للمجبل من خلال تحقيق المسافة الأقصر بينه وبين كافة نقاط الطلب ضمن موقع التشييد. وبنفس المنهجية يمكن تحديد توضع المرافق المؤقتة الأخرى (مكاتب، مواقف، مخازن، ساحات التصنيع والخ). كما أن العرض البصري الذي يقدمه البرنامج يُساعد المخطط في فهم الأخطاءِ في فرضياته أو في البيانات التطبيقية وإمكانية إجراء التغييراتِ على العلاقةِ المستخدمة.

يُمكن استخدام الطرق الكمّية أَو النوعية في نظام الـ GIS ، والتي تأخذ بالاعتبار كلفة النقل الفعليَ لكل وحدة زمنية أَو كميةِ الموادِ التي يتم تحريكها لكلّ وحدةِ زمنية بين مناطقِ الطلبَ والشحن في الموقعِ. أما الطرق النوعية فإنها تأخذ بالاعتبار وزن القربِ العدديِ الشخصيِ للتعبير عن رغبةِ وجود مرفقين مؤقتين قريبان من بعضهم البعض على مخطط الموقع (Sebt *et al*., 2008).

إن الميزة الأساسية لنظام GIS هو استخدامه المباشر للجوانب المكانية لموقع التشييد وعرض النتائج بشكل مناسب للمستخدم. وبالإضافة لإمكانية استخدام التقنيات البصرية لزيادة تعزيز وظائف وسلامة نماذج نظام GIS (Irizarry and Karan, 2012).

يُمكن الاستفادة من تقنيات نظام GIS وتطبيقها في عمليات إدارة موقع التشييد من خلال استخدامه في إيجاد التوضع الأمثل لوحدة توزيع الخرسانة على نقاط الطلب في موقع التشييد وإمكانية تحديد التوضع الأمثل للمرافق المؤقتة وموقع الرافعة البرجية الذي يُمكنها من تخديم أمثل للأعمال المرجوة منها مع تحقيق أمن وسلامة موقع التشييد (Bansal, 2007).

إن استخدام نظام GIS في تحديد موقع الروافع البرجية في موقع التشييد، وبمقارنةَ نتيجة GIS بنَتائِجِ النماذجِ السابقةِ في موضوع موقع التشييد، وبإضافة أنواعَ مختلفةً مِنْ الروافع والتخطيطِ المختلفِ أيضاً لنقاطِ التجهيزِ إلى نموذجِ GIS أدى إلى إزالة عيبِ النماذجِ السابقِ.

إن التشابهات بين GIS وأنظمة الحاسوب الأخرى مثل أنظمة التصميم (CAD) وأنظمة إدارة المشروعِ (PM) وأنظمة إدارة المرافق (FM) تُمْكِنُ من تطبّيق GIS في إعداد مخطط موقعِ البناء (Sebt *et al.*, 2008).

إن استخدام وظائف التحليل المكاني الذي يقدمه GIS مثل القرب وعملية تراكب مواقع الوظائف، يسهل تحليل كميات كبيرة من البيانات المكانية المستخدمة في عملية تحسين موقع المرافق والروافع في موقع التشييد (Irizarry and Karan, 2012).

وفيما يلي تم عرض بعض البرامج التي أساسها GIS التي استخدمت في إدارة موقع التشييد. وذلك لتوضيح بعض البرامج التي يمكن أن تُطبق أو تُطور مستقبلاً لإعداد مخطط موقع التشييد والمساعدة في اتخاذ القرار في مشاريع القطاع العام.

2-3-1-1 تخطيط موقعِ البناء باستخدام ArcSite:

تَتضمّن النظرة التقليدية لتخطيط المرافق المؤقتة (TFs) تصميم مخطط الموقع باستخدام مسودات ومطبوعات ونموذج عادي ثنائي البعد. مثل هذه الطلبات البصرية للمرافق المؤقتة لا تُعطي نَتائِجَ كافية ووصفية. كما أنه يجب أن يحدد مكان للمرافق المؤقتة قريب من النشاطات التي ستتعلق بها لتَخفيض وقتِ التجوال بينها، وهذا هو دور GIS. طور Cheng وO'Connor نظامَ آليِ يُدعى ArcSite لتخطيطِ موقعِ مرافق التشييد المؤقتة بإستعمال GIS. يُكاملُ ArcSite المعلومات المطلوبة لإيجاد موقعِ مناسبِ لـ TFs ويُؤدّي سلسلةَ العملياتِ المكانيةِ المعقّدةِ وتساؤلات قاعدةِ البيانات لتَحديد الموقعِ المثاليِ الذي من الصعبُ أدائه يدوياً (Bansal, 2007).

2-3-1-2 تخطيط أماكن خزن الموادِ في موقعِ البناء باستخدام برنامج MaterialPlan:

هي أداة أساسها نظام المعلومات الجغرافية لتخطيط مخططِ المواد. يَستعملُ النظامُ قواعدَ التخمين والتجربة لتَقْرير حجم وموقع منطقة خزن المواد. طُوِّرَ الـ MaterialPlan باستعمال بيئة GIS، حيث يُكاملُ التخمينات مع خطة متطلبات المواد خلال مراحل العمل في المشروع. ويستند على معلومات

بخصوص الكميات ومواقع المواد المطلوبة في المشروع لكي يُحدد الموقعَ المناسبَ لخَزْن موادِ البناءِ (Bansal, 2007).

2-3-2 برنامج نمذجة معلومات البناء BIM ودمج عمله مع GIS:

في حالة تخطيط التوضع الأمثل للرافعات البرجية في موقع التشييد يمكن لـ BIM دعم برنامج GIS من خلال إمكانيته البصرية لتوسيع التمثيل المرئي لرصد حركات الرافعة، لمنع تصادم الرافعات البرجية العاملة في منطقة العمل المشتركة.

تزداد العقبات مع التقدم بعملية التشييد حيث تزداد العناصر المثبتة في الموقع، ولابدّ من العمل على عدم اصطدام الرافعة البرجية بأي من هذه العناصر المثبتة خلال العمل، لذلك يجب العمل على إيجاد مسار خالي من العقبات الحالية والمستقبلية التي سيتم إنشائها مع تقدم البناء (Irizarry and Karan, 2012).

إن اللقطات التي يتم إنشائها بواسطة BIM قادرة على تمثيل البيئة المتغيرة للبناء بشكل مناسب. إن نموذج BIM يوفر القدرة على محاكاة وجهة نظر المشغل للكشف عن التصادم المحتمل بين الرافعات البرجية والكيانات في بيئة موقع العمل (Irizarry and Karan, 2012).

إن نظام BIM يُركز على تطوير الكيانات مع أقصى مستوى من التفصيل في الهندسة، بينما يتم تطبيق GIS لتحليل الكيانات الموجودة بطريقة أكثر تجرد. إن عدم وجود قدرات التحليل المكاني في BIM يؤكد الحاجة لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

استخدم Irizarry and Karan في عام 2012 نموذج BIM و GIS باستخدام معيار تقليل إمكانية الصراعات لتحسين موقع الرافعات البرجية. ومن الممكن أيضاً استخدام أي معايير أخرى لها قيمة من حيث التكلفة أو الوقت.

يتحقق التكامل الحقيقي لـ BIM و GIS باستخدام قوة BIM وبيئة GIS. يُوضح الجدول (2-1) مقارنة خصائص وإمكانيات BIM و GIS.

الجدول (2-1) مقارنة بين خصائص وإمكانيات BIM وGIS (Irizarry and Karan, 2012)

	GIS	BIM
بيئة النمذجة	يُركز أساساً على البيئة في الهواء الطلق.	يُركز على البيئة في الأماكن المغلقة. ويتوفر فيه نمذجة ثلاثية الأبعاد لمرافق الموقع ونمذجة التضاريس
نظام المرجعية Reference System	دائما البيانات الجغرافية هي بيانات جغرافية مكانية. يتم تعريف الكيانات في العالم المادي مع نظم الإحداثيات العالمي أو إسقاطات الخريطة.	كيانات BIM لها تنسيق محلي خاص بها إشارة إلى نظام إحداثيات عالمية، على سبيل المثال في الزاوية اليسرى من المبنى.
تفاصيل الصياغة	يستند على المعلومات الموجودة والكيانات. وهو يغطي مساحة كبيرة مع تفاصيل أقل و مقاييس أصغر.	تستخدم قدرات صياغة BIM لتطوير مقاييس أكبر مع مستوى أعلى من التفاصيل.
منطقة التطبيق	يركز على المناطق الحضرية أو المدن.	المبنى وخصائصه.
نمذجة ثلاثية الأبعاد	تقتصر قدرات نظم المعلومات الجغرافية على أشكال بسيطة 2D ومازال التجريب مع 3D في GIS في مرحلة مبكرة.	إن قدرات BIM فريدة من نوعها في التعامل مع بيئة 3D كاملة. ويحتوي على مجموعة غنية من السمات المكانية والخصائص.

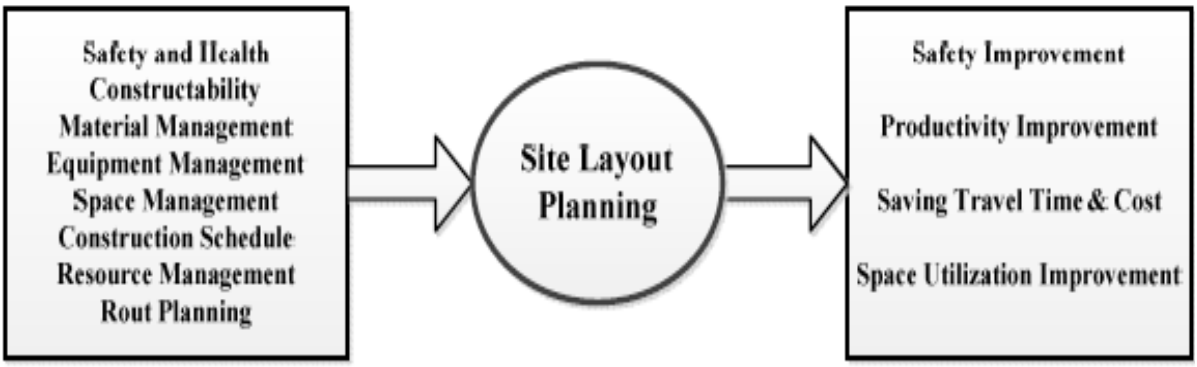
الفصل الثالث
«إدارة موقع التشييد»

3-1 مقدمة:

تتضمن إدارة الموقع في ثنايا عملها كل ما يخص الموقع، وهناك مواضيع كثيرة للبحث فيها في هذا الموضوع. فلابدّ لإدارة الموقع الفعلية والمثلى من تحقيق إدارة توضع المرافق المؤقتة في فراغ الموقع، وإدارة المواد والمعدات والعمالة ضمن موقع التشييد للحصول على كفاءة العمل في حل هذه المشكلة البحثية.

وتتضمن إدارة المواد في موقع التشييد على (إدارة المخزون، وتوزيع المواد والمناولة والنقل ضمن الموقع وضمان جودة المواد ضمن الموقع). وتشمل إدارة العمالة: العمل على (زيادة الإنتاجية وإدارة توزيع العمال على النشاطات، وضمان سلامة العمال ضمن موقع العمل ونقاط عدة يمكن البحث فيها).

في هذا البحث تم توضيح المفاهيم والعمل على الإلمام بالموضوع من حيث الأفكار، وبذلك يتاح الطريق أمام إيجاد حلول مستقبلية للمشاكل البحثية المتضمنة في هذا الموضوع. ويركز البحث على موضوع إعداد مخطط موقع التشييد Site layout Planning.



الشكل (3-1) التعريف بإدارة موقع التشييد (Razavialavi & AbouRizk, 2013)

2-3 أهمية إدارة الموقع:

تقود المنافسة السوقية شركاتِ البناء للعمل على التنظيم والإدارة الجيدة لمواقع التشييد لكي تَضْمنَ معدلَ إنتاج جيدَ وهوامشَ جديدةَ مِنْ الربح (Mangin & Alkriz, 2005).

تتضمّنُ إدارة الموقعِ عُموماً العديد مِنْ المهامِ، مثل التحقق من الموقع قَبْل البدء بعمليةَ البناءِ، وتسليم المواد وإدارة اقتناءها، والاستمرار بتَحسين أوضاع سجلاتِ الموقعِ، والإبقاء على اتصال موقع جيد وتدفق المعلومات بالمستوى المطلوب، ومراقبة الأداء بانتظام والتنسيق بين الأجزاء المختلفة، ويؤدي إلى إعداد مخطط موقعِ جيد (Elbeltagi, 2014).

إعترف الممارسون والباحثون في صناعة التشييد بتخطيط استخدام موقع البناء كعملية حيوية في تخطيط التشييد، التي يمكن تعريفها بتخطيط استعمال فراغ الموقع المتوفر بشكل جيد (Alagarsamy, 2012).

أكثر مواقع البناء التي واجهت مشاكل كانت لأسباب تَعلّقت بالعوامل الإدارية بدلاً مِنْ أن تكون بسبب المشاكل التقنية. يُمْكِنُ أَنْ تؤدي إدارة الموقع إلى تحسيناتَ هامّةَ في الكلفةِ وتوفيرِ الوقت أثناء عمليةِ البناء بدون أن تتطلب كتلة عملِ إضافيِ. إنّ دورَ مدراءِ الموقعِ السيطرة على الموقع والمحافظة على أداء العملِ والعمل على إصلاح حالات الأداء غير المرضية.

إن جدولة التشييد و ترتيب الموقع أساسي لإدارةِ المشروع، حيث يُؤثّر مباشرة على الأمنِ وتشغيل المعدات والانتشار المادي وتوزيع الطاقة الكهربائية بالإضافة إلى الكلفةِ وتقدم التشييد. هناك حاجة قوية للتخطيط الأكثرِ فعّالية وإدارةِ الفراغ والمرافق المؤقتة للموقعِ (Zhang *et al.*).

ويُمْكِنُ أَنْ يُؤثّرَ تخطيط الموقعِ على معدلِ الإنتاج وهو حاسمُ لنجاحِ المشروع (Tam *et al*., 2002). حيث أن عدم وجود إدارة صحيحة لتخطيطِ الموقعِ سيُؤدّي لخسارة معدل الإنتاج على شكل مصاريف تجوال متزايدِة وأمان مخفّض وزيادَة كلف الانتقال (Kumar & Singh, 2007).

إن إهْمال تخطيطِ الموقعِ أثناء مراحل التخطيط المبكّرة لمشاريعِ البناءِ يُمْكِن أَنْ يؤدّي إلى مخططاتِ غير مناسبةِ تَحتاجُ إلى تصحيحَ، وقد يُكلّفُ تَصحيح الخطأ أكثر مِن منعَه وتلافيه في البداية. لا تظهر مشاكل التخطيطِ غير المناسب أثناء المراحلِ المبكّرةِ للمشروع، بل تظهر غالباً أثناء المراحلِ المتأخّرةِ بسبب التغييراتِ الواسعةِ التي حَدثتْ، حيث قدّ يعجز التخطيط في إنْجاز متطلبات الموقع في ذَلِك الوَقت (Osman *et al*., 2002).

يُوضح تخطيطُ الموقعِ علاقةَ الموقعِ المُقتَرَحِ ببيئته المحيطةِ فيما يتعلق بالإتصالَ والمداخل والمرافق الموجودة مسبقاً. وتُساعدُ الإدارة الجيدة لتخطيط الموقع في تَقليل وقت التجوّال وكلف حركة الخرسانة

والعمال والمواد وتداخل النشاطات أثناء التشييد وحوادث الموقع، ويَضْمنُ عدم عرقلة العمل في مواقع البناء بالتخزين غير المناسب للمواد في هذه المواقع (Tam *et al*., 2002).

تكون ساحة العمل في العديد مِنْ مشاريعِ البناءِ في المناطق الحضرية هي الأكبر ولا تتوفر مساحة كافية لتوضع كُلّ المرافق المؤقتة المطلوبة لعملية التشييد. لذلك يَجِبُ أَنْ يَستَهدفَ التخطيط إسْتِعْمال الفراغات الأقل المتوفرة عملياً ضمن حدود الموقعَ لتَنفيذ نشاطاتِ البناءَ بشكل أمثل. في مشاريعِ البناء على المواقع الكبيرة، قد لا يهتم مدراء المشروع بتخطيط الموقعِ في بِداية مرحلةِ البناءِ بسبب توفر المساحات الكافية. في مثل هذه الحالاتِ، يُخطط توضع المرافق المؤقتة على قاعدة خاصّة بدون أي قلق حول كفاءة التخطيط وأمثليته، مما يؤدّي إلى كلف متزايدة ناتجة عن نقلِ الموادِ وحركة عمالية غير مناسبة. على سبيل المثال قد يتم اتخاذ قرار مكان خزن المواد بعد تسليمِ الموادِ إلى موقعِ المشروع. من الواضح أن التخطيط الحذر لتخطيطِ المرافق المؤقتةِ يُؤثّرُ على نجاحِ البناءِ سواء الموقعَ محصورُ بفراغ محدودِ أَو موقع كبير جداً، حيث يُمكنُ أن يكون التجوال بين المرافق المُخْتَلِفةِ يؤدي لاستهلاك الوقتِ وبطء الإنتاج (Alagarsamy, 2012).

يَتضمّنُ تشييد الأبنية عدة مقاولين ثانويين يعملون في مساحة مقيدة. كُلّ مقاول ثانوي يَتطلّبُ ساحة عملِ معيّنِ وفراغ للأجهزةِ ولتخزين المواد وطرق تنقل بالإضافة إلى المناطقِ الآمنة الملائمة لإكْمال مهمّته. أي أن مكان العمل المزدحم سبب رئيسي في نقصانِ معدلِ الإنتاج والتداخلِ أَو تأخيرِ البرنامج. تَكْشفُ خطةَ تخطيطِ الموقعِ المفصلة تَضارب الأعمال مُقدماً لأنها توضح المساحة المخصصة لكل مقاول ثانوي، وهكذا تُحسّنُ تدفقَ وكفاءةَ العملِ العامّةِ. على أية حال، بدون خطة إدارة الموقع، يُمْكِنُ أَنْ يُصبحَ موقع العمل مزدحم ويواجه مشاكل تصادم أعمال وعرقلة العمل وتأخيرات البرنامج، وشكاوى عديدة يُمْكِنُها أَنْ تُحطّمَ الروح المعنوية في المشروع (Guo, 2002).

يُعتمدُ في تخطيطِ الموقعِ بشكل رئيسي على تجربةِ المخطّطين والحسّ العامِ بالرغم من أنه معقّدُ ويَشْملُ تَشْكِيلة كبيرة مِنْ العواملِ مثل مكان الموقعِ وطبيعة المشروع ...الخ (Tam *et al*., 2002).

لا يتحسن العمل عند تخطيط الموقعِ مِن قِبل المهندسين استنادا فقط على تجربتِهم وحسّهم العامِ، وقَدْ يُؤدّي إلى الكلفِ الإضافيةِ والهدر في وقت العمل وفي المواد واستعمال غير ملائم للمصادر وإمكانيةِ تزايد الخلافات على الفراغ في مواقع التشييد (Tam *et al*., 2002).

يُحتمل أَنْ يكُون الموقع المخطط بشكل صحيح موقع آمن بشكل أفضل مع إمكانية أقل لحدوث الخلافات على الفراغ في الموقع وقدرة مناورة جيدة. تَعْني مثل هذه الشروطِ توفيرَ الوقت والكلفة وتحقيق جودة أعلى (Elbeltagi & Hegazy 2002).

يَجِبُ أَنْ يضم الموقع بشكل عام تَشْكِيلة المرافق المؤقتة والمواد والأجهزة في الأوقات المختلفة. ويجب العناية بشكل خاص بكل ما يمكن أن يؤدي إلى منع الوصول وتصادم النشاطاتِ في المراحل المختلفة للمشروع وتفاديه. ومن الضروري إدراج كل البنود ومناطق الخزن المطلوبة في الموقع لتحديد مكان توضعهم ضمن خطة الموقع.

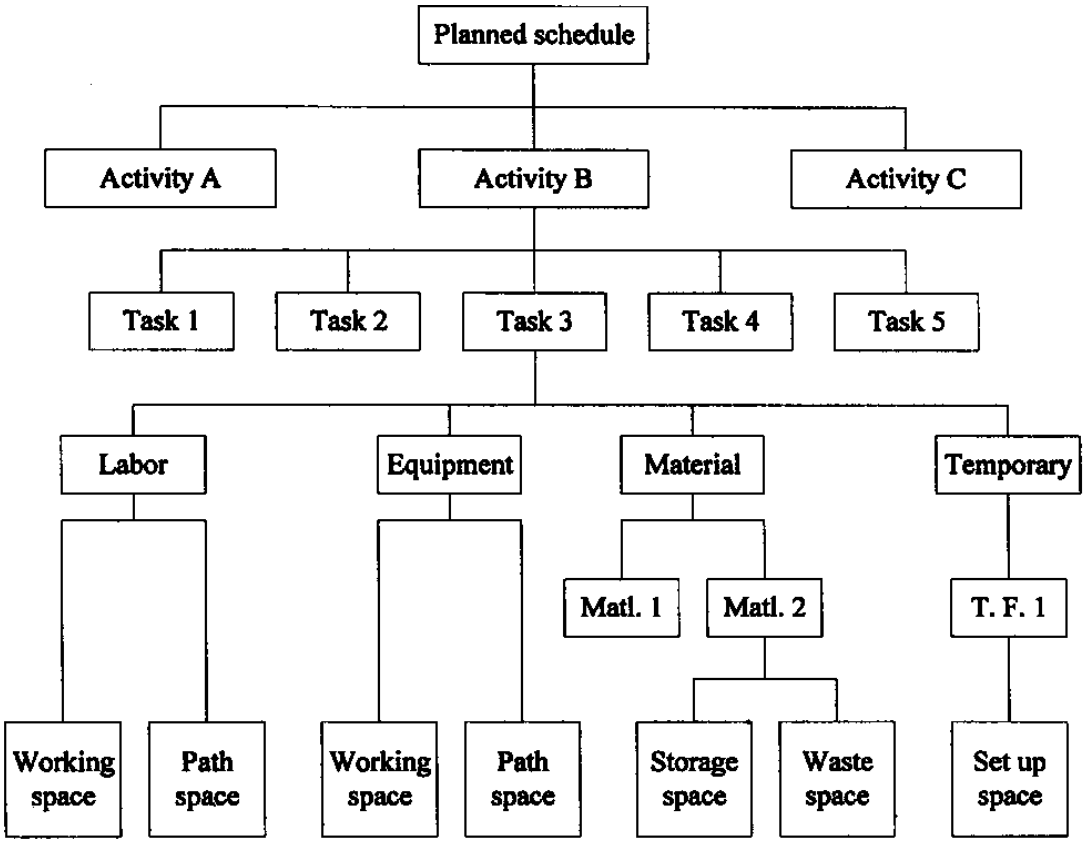
تزداد أهمية التخطيط الجيد عندما تكون المواد التي يمكن أن تُستعمل ثقيلة أَو كبيرة جداً. لن يكون عند مدير الموقعَ وموظّفو الموقعِ الآخرينِ ما يُوضّحُ توضع المخازنِ والمكاتبِ بدون خطة تخطيطِ موقعِ دقيقة، ويَجِبُ أَنْ يُحدّد مكان حاجات التصنيع ومناطقِ العملِ وأكوامِ الموادِ. من المطلوب وجود سلسلة من الخططِ للموقع المُقيد أَو المعقّد لتغطية التخطيطِ في كُلّ مرحلة من مراحل العمل (Elbeltagi, 2014).

الطبيعةِ المُتَغَيّرة باستمرار لمواقعِ البناء أدّتْ إلى ظهورِ ما يُعرف بإدارة التخطيطِ الديناميكي. تَخْلقُ هذه النظرة عدة مخططات تَغطّي مدّةَ المشروعَ ليجاهد كُل تخطيط لإنْجاز متطلباتِ الموقعَ أثناء فترةِ حياة التخطيطَ (Osman *et al*., 2002).

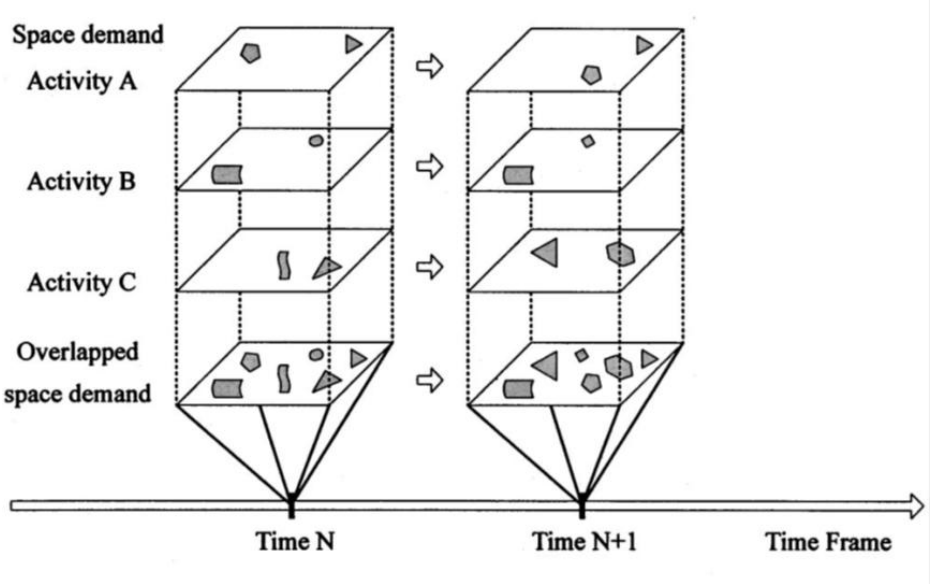
3-3 أهمية إدارة الموقع في حل الخلافات على الفراغ المتوفر في موقع العمل:

يرتب مهندس الموقع النشاطات اليومية في موقع العمل بشكل تقليدي وفقاً للجدولِ المُخَطَّط. لكن هذا يَتطلّبُ تخصيصَ فراغ للتعاملات المُخْتَلِفةِ للعُمّالِ خلال إطاراتِ زمنية معيّنةِ. تَحْدث الخلافات على الفراغ المتوفر في موقع التشييد بسبب قلة الإجراء الرسمي أَو عدم وجود منهجية محددة لتَمييز كُلّ مشاكل تداخلات الفراغ المحتملة. حتى أن مدير المشروع ذو الخبرة والتجربة قَدْ لا يَستطيع تحديد كل المشاكل المحتملة لذلك تقليدياً يتم التعامل مع المشاكل كما تنشأ (Guo, 2002).

قَدْ يَتضمّنُ النشاط عِدّة مهام ويَتطلّبُ فراغات مُخْتَلِفةً للعمل وطريقَ للعُمّال والمعدات وتخزين المواد المرتبطة بالنشاط، مما قد يزيد من مخاطر الخلافات على الفراغ في موقع التشييد بين النشاطات المختلفة خلال فترات معينة من زمن المشروع. حيث أن المشاكل قد لا تظهر في الفترة الأولى ولكن مع تقدم المشروع تتداخل النشاطات والأعمال في الموقع مما قد يسبب تأخير في انجاز احد النشاطات، وتزداد حدة الخلافات على الفراغ في الموقع في حال كانت الأعمال المتداخلة تعود لمقاولين مختلفين، وهذا ما يمكن ملاحظته في أعمال القطاع العام للتشييد بشكل كبير. يبين الشكل (3-2) الحاجة لإدارة فراغ الموقع ليلبي حاجة كل نشاط من نشاطات العمل المختلفة. وفي الشكل (3-3) يظهر كيفية تداخل أعمال النشاطات خلال تقدم العمل في المشروع.



الشكل (3–2) ترتيب الحاجة للفراغ في موقع التشييد (Guo, 2002)



الشكل (3–3) شكل توضيحي لتوضيح الخلافات على الفراغ في الموقع (Guo, 2002).

إن حدوث خلافات جدّية على الفراغ في الموقع، سيؤدي لتأخير برنامج العمل في أغلب الأحيان. لذلك إن العمل على إيجاد التخطيط الأمثل لموقع التشييد الذي يحاول حل مشاكل الفراغ والعمل على تلافيها مسبقاً، سيؤدي لتحسين معدل الإنتاج جوهرياً في موقع العمل لكُلّ المقاولين الثانويين.

ومن خلال المقابلات الشخصية مع مقاولي التشييد العاملين في قطاع التشييد العام، تبين أن الخلافات التي تحدث على الفراغ في الموقع بين عدة مقاولين يعملون في نفس الموقع وتضارب نشاطات العمل الخاص بكل منهم مع الآخر، هو من أحد أهم أسباب التأخر الحاصل في مشاريعهم. حيث أنه عند ظهور مشكلة تضارب الأعمال في الموقع فلا بدّ من إيجاد الحل، وغالباً يتم حل المشكلة من خلال المراسلات التي قدّ يتأخر الرد عليها غالباً في مشاريع القطاع العام مما سيؤخر العمل المتعلق بالمشكلة.

ومن خلال دراسة الحالة المطبقة في هذا البحث على مشاريع المؤسسة العامة للإسكان، تم الإطلاع على مشكلة تأخر المشاريع الناتجة عن الخلافات على الفراغ بين المقاولين الرئيسيين، والناجمة عن تضارب الأعمال وتوضع المرافق المؤقتة لأحد المقاولين بما يعرقل سير عمل المقاول الآخر. وذلك بسبب عدم تخطيط الموقع بالشكل المناسب وفي مراحل مبكرة قبل البدء بالتنفيذ، وضعف التنسيق والتواصل بين الأطراف المختلفة العاملة في موقع العمل والقطاع العام (بصفته المالك أو الإشراف أو كلاهما معاً).

3-4 تخطيط موقع التشييد:

من المهامِ المهمةِ لإدارةِ الموقعِ إعداد مخطط الموقع. ففي المشاريع الكبيرة (حيث يكون عدد العمال كبير والعديد من المقاولين الثانويين والكثير من المعدات والآليات المعقّدة) من الممكن أن تتعرض إلى خسارة الوقت وتجاوزات الكلفة إذا لم يكن هناك منهجية فعّالة ومنظّمة لتخطيط الموقع. التخطيط المفصل لمخطط الموقع وموقع المرافق المؤقتة يُمْكِنُ أَنْ يُمكّن الإدارةَ من تحقيق تحسينِ كبيرِ بتَقليل وقت التنقل ضمن الموقع وزمن الانتظار وزيادة روح العاملِ المعنوية من خلال بيئةِ العملِ الأفضل والأكثر أماناً (Elbeltagi, 2014).

الفراغ في الموقع هو مورد لا يقل أهمية عن غيره من الموارد (المال والوقت والمواد واليد العاملة والمعدات). إن تخطيط الموقعِ في أعمالِ البناء مشكلة تخطيط مهمةِ جداً. ويهدف تخطيط الموقع إلى الحصول على التوضع الجغرافي الصحيح للمرافق المؤقتةَ في الوقتِ الصحيحِ وبذلك يمكن أَنْ يُخْدَمَ عملية التشييد بشكل مرضي وبكلفِ أقل ما يمكنِ وتحسين الأمانِ والبيئةِ العاملة (Mawdesley & Al-Jibouri, 2003).

التخطيط المكاني لكُلّ النشاطات في مشروعِ البناءِ ضرورة أساسية للإكمالِ الناجحِ للمشروعِ. يَتضمّنُ تخطيطُ موقعِ البناء تَنسيق إستعمالِ فراغ الموقعِ المحدود لتوضع المرافق المؤقتةِ الضرورية لدَعْم عمليةِ البناء (Georgy & Basily, 2008).

تخطيط استخدام موقعِ البناء (الذي يَتعاملُ مع توضع مرافق البناءِ المؤقتةَ في الموقع التي تُستَعملُ لدَعْم عمليةِ البناءَ) سمة حيوية لتخطيط عمليةِ البناءِ التي تُساهمُ كثيراً في إنْجاز أهدافِ المشروعَ. تَتضمّنُ المرافق المؤقتة المثالية في المشروع مناطقَ تحميل وتنزيل المواد ومساحات الصناعةِ ومكان المجبل المركزي ومناطق خزنِ الأجهزةِ ومكاتب الموقعِ المؤقتةِ المستعملة من قبل مقاولين مُخْتَلِفينِ. أي تخطيط سيء لتوضع المرافق المؤقتةِ يُمْكِنُ أَنْ يؤدّي إلى تأخيراتِ العمل فعلاً وخزن مادي مؤقت سيتم تَحريكه فيما بعد ومعالجة متعدّدة للموادِ تُؤدّي إلى خفض معدلِ الإنتاج وتأخيراتِ وضياعِ الوقت والمالِ وشروط عَمَل خطرة (Alagarsamy, 2012).

مشكلة إدارة التخطيطِ في البناءِ يُمكنُ تصويرها كمشكلة متعددة موضوعية، حيث مَنْ الضَّرُوري أَنْ يُميّزَ التخطيط المثالي توَضْع المرافق المؤقتةِ الذي يدْمجُ المتطلباتَ وقيودَ المشروعَ ويقلل كلفةَ تدفقِ المواد ويحسن أمانَ البناءِ. إنّ تخطيط المرافق المؤقتة فريدُ في كُلّ مشروع بناءِ بسبب المتطلباتِ العمليةِ المتغيرةِ لأن ترتيباتِ وشروطَ الموقعِ مختلفةِ لكل مشروع (Alagarsamy, 2012).

وكما إن البناء متباينُ في طبيعة الشركة وتصاميم المشروعِ وقيود الوقتِ والتأثيرات البيئية...الخ، فإن كل تخطيط موقع يُخطّطُ لمشروع يُصبحُ فريداً عن غيره، متأثّراً بالعديد مِنْ المتغيّرات والاختلافات (Tam *et al*., 2002).

تَتطلّبُ أكثر موارد التشييد فراغاً في موقعِ التشييد. هذه الحالةُ للموادِالتنظيم والتحضيرَالدعمِ (مثل: المقطورات أَو أماكن الوقوف) ومناطق مُخَطَّطة (مثل: ساحة المواد، الطرق، أَو مكان العمل) وهناك أيضاً العقبات (مثل: الأشجار أَو البنايات القائمة). إن تخصيص فراغ الموقعِ للموارد حتى يكون من الممكن تحقيق سهولة الوصولَ والوظيفة المطلوبة منها أثناء التشييد هي المشكلة المعروفة بإدارة تخطيط الموقع. وإنشاء المخططاتِ التي تتغير مع الوقتَ خلال تقدم التشييد يسمى تخطيط المخطط الديناميكي (Osman *et al*.).

إن توضع الرافعاتِ والمرافق ضمن موقعِ البناء مرحلة مهمة جداً لشركاتِ البناءِ مع الرهانات الرئيسيةِ على الكلفةِ والمدّةِ لأيّ مشروع بناءِ. لذلك أصبحت المعالجة الكمّية لتَقْرير الأوضاع المثلى للرافعاتِ ومرافق التشييد مرغوبة جداً لتخطيط الموقعِ. تُنفذ هذه المهمّة يدوياً مِن قِبل المهندسين ذوي الخبرة أثناء

مراحلِ التنظيم والتحضيرَ للتشييد. هذه العمليةِ معقّدةُ وصعبةُ أَنْ تُنجزَ بسبب تعقيدِ المعرفةِ والكميةِ الكبيرةِ للمرافق المستعملة والتفاعلاتِ بينهم (Mangin & Alkriz, 2005).

إن الاستعمال الصحيح لفراغ الموقع ليلائم الموارد طوال مدة المشروع أساسيُ لنجاحِ أيّ مشروع يتم العمل بهِ، تُشكّلُ نماذج المحاكاةُ أداة قويَّة لتَصَوُّر ومُعَالَجَة الفراغ والنشاطاتِ التي تحدث على مواقعِ البناء. يُمْكِنُ أَنْ تُحسّن الخطة الفعّالة لتخطيطِ الموقعِ تخصيصَ واستعمال موارد المشروعِ، حيث تؤدّي إلى عمليات أكثر كفاءة وتُحسّن الجدولة وتؤدي لنتائجَ رابحة. لقد جَذبتْ هذه القضيةَ انتباه العديد مِنْ الباحثين، وطُوِّرتْ نماذج تخطيطِ موقعِ مُخْتَلِفةِ (Zhou *et al.* 2009).

وبذلك يمكن تلخيص فوائد التخطيط الصحيح لموقع التشييد بمايلي (Kumar & Singh, 2007)**:**

- ❖ تخفيض في تكلفةِ المشروعِ.
- ❖ التقليل من الوقتَ والجُهدِ المصروف على مناولة المواد.
- ❖ تحسين في جودة العملِ.
- ❖ زيادةِ معدل إنتاج.
- ❖ تحسين في أمانِ عمليات المشروعِ.
- ❖ نقصان وقتِ إكمالِ المشروعِ.
- ❖ تحقيق حدّ أدنى لمدَّةِ الرحلة وإالتخطيط التي غير الضروريةِ للموارد ومناولة المواد.

5-3 صعوبات تخطيط موقع التشييد:

إن تخطيط موقعِ البناء هي مهمّةِ التخطيط التي تلي مرحلة إكمالَ رسومِ التصميمِ للمشروع وقبل البدء بمرحلة التنفيذ. يَتضمّنُ إعداد مخططِ الموقعِ عموماً تحديد نوع وعدد وحجم ومكان توضع المرافق المؤقتة. لذلك يُمْكِنُ أَنْ تُصنّفَ الصعوبات التي تواجه عملية تخطيطِ الموقع إلى 4 أصناف:

1- عدد المرافق المؤقتةِ مجهول: إنّ الصعوبة هنا هي قلة المعلومات بخصوص كم عدد المرافق المؤقتةِ التي سَتَكُونُ مطلوبة مِن قِبل كُلّ مقاول ثانوي. إنّ صعوبة التخطيط ترتبط بالمواقعِ المُزدَحَمةِ وتكمن بتقييدِ الفراغ المتوفرِ، كأنْ لا يتوفر مكان لتوضع بعض المرافق المؤقتةِ.

2- دُخُول المرافق المؤقتة إلى الموقعِ: إن المشكلة تكمن هنا بتأخر أحد الأنشطة في الجدول الزمني للمشروع، وما سينجم عنه من تأخر في تخطيط الموقع الديناميكي. فلا يمكن أن تتوضع المرافق المؤقتة للنشاطات المستقبلية التي تتطلب إزالة مرافق النشاطات السابقة.

3- حجم المرافق المؤقتةِ: إنّ حجمَ المرافق سبب رئيسي للحيرةِ من ناحية امتلاك الفراغاتِ الكافيةِ في الموقعِ. ستكون الصعوبة هنا تماماً كما في الصنفِ الأولِ.

4- ظروف موقع التشييد: تَتغيّرُ المنطقةُ المتوفرة بالحجمِ والموقعِ خلال حياةِ المشروعَ، الصعوبة هنا تكمن بأنه من الممكن أن تكون المنطقة المتوفرة بالواقع غير كافية للمرافق المطلوبة. وهذه الصعوبات تنتج بسبب وجود عقبات غير معرّفةِ أَو مُعَرَّفة بشكل خاطئ ووجود مرافق ثابتةِ داخل المنطقة. يُمْكِنُ أَنْ تظهر مشكلة المنطقةِ المتوفرةِ غير الكافية بسبب الحيرة حول حجمِ المنطقة المتوفر (Abdel-Fattah, 2013).

3-6 مناهج حل مشكلة تخطيط الموقع:

طبق الباحثون في هندسة التشييد مناهج مختلفة للتعامل مع مشكلةِ إدارة التخطيطِ. هذه المناهج تَختلفُ من أحدهما للآخر بمستوى التفصيل ويُمْكِنُ أَنْ تُقسّمَ بشكل عام إلى 3 أصناف (Osman *et al*., 2002).

- التخطيط الساكنِ static layout planning.
- التخطيط الديناميكي dynamic layout planning.
- جدولة الفراغ space scheduling.

3-6-1 التخطيط الساكنِ:

أي تخطيط يُسمى "static" إذا وَضعَ الجُهدَ في إعداد مخطط واحد فقط للموقعِ، الذي سَيَمتدُّ عبر كامل مدّةِ المشروعِ. عادة يُصبح هذا التخطيطِ غير مناسب بعد أيّ تقدّم هام في المشروعِ، حيث تَتغيّرُ حاجات مواقعِ البناء إلى حدٍّ كبير مِنْ وقت لآخر في كافة المراحلِ المختلفةِ مِنْ التشييد (Osman *et al*., 2002).

لا يهتم التخطيط الساكن بالتغييراتَ التي تَحْدثُ في موقعِ البناء خلال الوقت، حيث يَفتَرض بأنّ كل الأشياء الموجودة في الموقعِ تبقى لكامل مدّةِ المشروعِ. تُبسِط هذه الفرضيةِ الطبيعة الديناميكية لمواقعِ البناء. يُمكنُ أَنْ تَكُونَ النماذج الساكنة عمليةَ عند حدوث تغييرات بسيطة في الموقع خلال مدة العمل، وعندما يكون الفراغ متوفراً بالشكل الملائم، كما في المشاريعِ قصيرة الأمدِ ببضْعَة أهداف وموقع بناء كبير. لكن إهمال إمكانيةَ استعمال الفراغ ثانية في مشاريعِ الأمد الطويل والفراغ المحدود، قد يؤدّي إلى مخططات تحوي الكثير من الخلافات على الفراغ في الموقع أَو مخططاتِ غير ملائمة (Sadeghpour & Andayesh, 2014).

3-6-2 التخطيط الديناميكي:

إن الاستعمال المناسب لفراغ الموقعِ لتوضع الموارد خلال مدّةِ مشروع التشييد مشكلة حرجة وتدعى مشكلة "التخطيط الديناميكي". حَل هذه المشكلة يَتضمّنُ خَلْق سلسلة المخططات التي تمتد على كامل مدّةِ المشروعِ، تتضمن الموارد التي تم الحصول عليها وتوقيت وصولهم إلى الموقعِ ومطلبهم المتغير للفراغ بمرور الوقت والقيود على موقعِهم وكلف انتقالهم. إنّ الهدفَ من التخطيطِ الديناميكي تأمين الفراغ في الموقعِ لكل الموارد بحيث لاتتداخل مواقعها والعمل على إبقاء تكلّفة الانتقال أقل ما يمكن (Tommelein & Zouein, 1999).

تتغير حاجات مواقع البناء إلى حد كبير من وقت لآخر في كافة أنحاء المراحل المختلفة من البناء .

1 – أثناء نمو المشروع تنشغل أكثر المساحة بالمرافق الدائمةِ لذلك تَتْركُ أقل فراغ لوَضْع المرافق المساندةِ.

2 – تتغير أنواع وكميات المواد الموزعة في الموقع إلى حدٍّ كبير في كافة أنحاء المشروعِ، لذلك تتغير مناطق خزنِها وفقاً لذلك التغير.

3 – تَتغيّرُ الحاجة للمعدات الثقيلةِ في الموقعِ خلال تقدم المشروع في أكثر المشاريعِ. هذا يُسبّبُ تغييراتَ هامّةَ مِنْ وقتِ لآخر في فراغ الموقعِ المطلوبِ لإحتواء هذه المرافق والموضع الافتراضي لكُلّ منها بالنسبة إلى الآخرين.

4 – قَدْ لا تَكُونُ الطرق المتوفرة أثناء إحدىْ مراحل التشييد متوفرة بالضرورة أثناء مرحلةِ أخرى (Osman *et al*., 2002).

3-6-3 جدولة الفراغ:

يمكن للتصميم الديناميكي فقط تعيين مجموعة من المرافق التي تحتل الموقع خلال فترة زمنية معينة في موقع منطقة محددة سلفاً. إذا كان خلال أية فترة زمنية لا يوجد حل ممكن، يجب تغيير المُخَطَط بإعادة النظر إلى جدول أعماله.

يَجِبُ أَنْ يُعدّلُ المُخطّط جدولَه أَو يُعيدُ النظر في المنطقةِ المخصّصَة للمرافق. تعتبر جدولة الفراغ المنهجية الأكثر عمومية التي تُخاطبُ مشاكلَ من هذا النوع (Osman *et al*., 2002).

3-7 علاقة التخطيط بنوع الموقع:

هناك نوعين للمواقعِ مِنْ وجهةِ نظر تخطيطِ الموقعَ. النوع الأول الموقع المُزدَحَم الديناميكي حيث يَتغيّرُ تخطيطَ الموقعَ أثناء حياةِ المشروعَ كالمشاريع في مركز مدينة. والنوع الثاني موقع كبير ساكنِ حيث من النادر أن يتغير تخطيطِ الموقعَ أثناء المشروعِ، كمحطة كهرباء خارج المدينة (Abdel-Fattah, 2013). ومن خلال الجدول (3-1) تم توضيح اختلاف تخطيط الموقع وفقاً لنوع الموقع.

الجدول (3-1) علاقة تخطيط الموقع بنوع الموقع (Abdel-Fattah, 2013)

نوع الموقع	المواقع المزدحمة	المواقع الكبيرة
الحالة	ديناميكي جداً. (سَيَتغيّرُ موقع المرافق المؤقتةِ كثيراً في كافة أنحاء حياةِ المشروعَ بسبب الفراغ المحدود)	ساكن إلى حدٍ كبير. (حيث أنَّ موقع المرافق المؤقتة ثابت عادة أثناء حياةِ المشروعِ)
الهدف الرئيسي	تحدّيد مكان المرافق بأقل ازدحام (الوقت الصحيح والمكان المناسب).	تخفّيضْ مسافةً وترددَ التجوال.

3-8 اعتبارات تخطيط موقع العمل:

يجب على المقاول السيطرة على العديد من العوامل عند النظر في موقع التشييد لدعم عمليات البناء والتشييد (AISC, 1999).

- الموقع وحجم البناء وتكوينه.
- مكان الطرق والمباني والمرافق المجاورة.
- ظروف التربة ومتطلبات الحفر.
- تتالي عمليات التشييد و الجدولة.
- موقع المرافق تحت الأرض.
- الاحتياجات من المعدات.

- كمية المواد وتخزينها و تسليمها.
- أماكن استراحة العمال.
- تخزين المعدات والأدوات.
- عمليات تشييد المرافق والمقطورات.
- المرافق الصحية.

3-9 العوامل المؤثرة على تخطيط توضع المرافق المؤقتة في موقع التشييد:

تتلخص العواملَ الأكثر أهميةً في تخطيطِ توضع المرافق المؤقتة في موقعِ البناء بالعوامل التالية (Abdel-Fattah, 2013):

- إمكانية الوصول: لايَجِبُ أَن تتوضع المرافق بالشكل الذي يمنع سهولة الوصول إلى الموقعِ.
- المسافة: في حالة النقل الثقيل للمواد أَو الأدواتِ بين مرفقين مؤقتين، يَجِبُ أَنْ تَكُونَ المسافة قصيرة بقدر الإمكان.
- الأمان: يُمكنُ أَنْ تَكُونَ مخاوف الأمانِ عامل مؤثر جداً لتوَضْع المرافق المؤقتةِ.
- الأمن: كَمَا هو الحَال مَعَ الأمانِ، للأسباب الأمنية، قَدْ يكون منِنْ الضروري أَنْ يكُونَ مرفق مؤقت مرئي مِنْ المرفق الآخر .
- البيئة: هذا العاملِ يجب أنْ يؤخذ بعين الإعتبار خصوصاً في الموقعِ المُزدَحَمِة.
- البيئة العاملة: كأن تتوضع ورشة الميكانيك التي تُنتجُ الكثير مِنْ الضوضاءِ بعيداً عن المكاتبَ.

تَتفاوتُ أهميةُ كُلّ عامل طبقاً لنوعِ الموقعِ؛ يبين الجدول (3-2) هذه الإختلافاتِ.

الجدول (3-2) اختلاف العوامل المؤثرة على تخطيط الموقع في المواقع الواسعة والضيقة (Abdel-Fattah, 2013)

العوامل المؤثرة	موقع مزدحم	موقع كبير
امكانية الوصول **The Access**	هذه منطقةُ الأولويةِ الأهم في تَصميم المواقعِ المُزدَحَمِة. يتم تحديد منطقة الوصولِ للمشروعِ أولاً وتعتبر منطقة غير متاحة لأي مرافق مؤقتة.	لا يؤخذ بالحسبان إلا نادراً.
المسافة **The distance**	أفضل طريقِ محتملِ بين المرافق لَيسَ دائماً المسافةَ الأقصرَ. أحياناً المسافة الأقصر لَيستْ ممكنة بسبب قضايا الأمانَ أَو وجود العقباتَ. لا يَستطيع العمال عادة إسْتِعْمال العرباتِ على المواقعِ المُزدَحَمةِ، ويُمْكِنُ أَنْ تُؤثّرَ المسافة الكبيرة بين المرافق على معدلِ إنتاجهم.	المسافة تُعتَبَرُ العاملَ الأكثر أهميةً. إنّ المسافةَ الأقصرَ بين المناطقِ هي الهدفُ الأساسيُ في تخطيط مواقعِ البناء لكي يُخفّضَ كلفةَ المعالجة الماديةِ.
السلامة **Safety**	بسبب طبيعةِ الموقعِ المُزدَحَمِ، يَأْخذُ هذا عاملِ الأولويةَ دائماً. على سبيل المثال، يجب أن يهتم المخطّطون بأيّ موضوع يتعلق بالأمان والذي يمكن أَنْ يَظْهرَ خلال إنتقال الموادِ الثقيلةِ مِنْ موقع خزنها المؤقتِ إلى منطقة العمل بها. بالإضافة إلى عدم السماح بخزن المواد الخطرة والمتفجّرة في الموقع.	من النادر أن يتعرض موقع المرافق المؤقتة في هذه الحالة لخطر أمان كبير مقارنة بالمواقع المزدحمة. وبكل الأحوال يجب تخزين المواد الخطرة والمتفجّرة بعيداً عن المكاتبِ المؤقتةِ.
الأمن **Security**	تتوضع المرافق المؤقتة عادةً في المدى المرئيِ مِنْ موظّفي أمن الموقع.	يعتبر عامل مهم. على سبيل المثال يَجِبُ أَنْ تَكُونَ منطقة خزن الأدوات الغاليةِ قُرْب باب الأمن.

البيئة Environment	تَتفاعل المواقع المُزدَحَمة بالبيئة المحيطة، ولذلك تؤثر البيئة في تخطيط الموقعِ المزدحم. على سبيل المثال، يَجِبُ أَنْ يَكُونَ موقع المولّد المؤقت بعيداً عن مدخل الهواء لأيّ بنايات قريبة.	يؤخذ بالاعتبار تأثير البيئة ككل على المشروع في هذا النوع مِنْ المواقع، لكن من النادر أن يؤخذ بالاعتبار التأثير الفردي للمرافق المؤقتة.
بيئة العمل Working environment	بسبب تقييدِ الفراغ المتوفرِ، لا يؤخذ بالحسبان هذا التقييدِ إلا نادراً.	إذا أخذ بالحسبان يُمْكِنُ أَنْ يُساعدَ على زيَاْدَة معدلِ الإنتاج. على سبيل المثال، يَجِبُ أَنْ تَكُونَ المرافق الصاخبة بعيدةَ عن المكاتبِ، بينما منطقة الاستراحة يَجِبُ أَنْ تَكُونَ قريبة منهم.

3-10 عناصر إعداد مخطط الموقع:

يتضمن الموقع المخطط بشكل جيد كُلّ الوسائل والمرافق المؤقتة بحيث يؤدي إلى (Elbeltagi, 2014):

1) زيادة معدل الإنتاج والأمان.

2) تقليص المساحة التي تحتاجها هذه المرافق المؤقتة.

3) تحقيق حدّ أقصى للاستفادة منها.

لذلك يجب أنْ تؤخذ بالاعتبار النقاط التالية لتخطيطِ الموقعِ الجيد:

1- الأمان:

- منع الحريق: تُعتبر مطافئ الحريق من المتطلبات الأساسية للأمان في موقع المشروع لمنع الحريق وأضراره، لأن الحرائق تُشكل ضرراً كبيراً على مواقع التشييد.

- خدمات طبية: يتوجب وجود عدّة إسعافات أولية في موقع المشروع. و من المهم وجود غرفة طبية مُجَهَّزة بشكل جيد مع وجود طبيب وممرض في المشاريعِ البعيدةِ عن مراكز المدن ولاتحوي أي منطقة طبية.

- لباس أمانِ البناءِ: يُجهّزُ الموقع بأساسيات الأمانُ التي يَجِبُ استعمالها من قبل العُمّال، مثل

الأحذية والقبعات والقفازات ونظارات الوقاية الآمنة.

2- الإجراءات الأمنية Security:

- المدخل: من الضروريُ وجود حارسِ لمدخل الموقعِ مزوّدَ بغرفة خاصة بهِ، ويقوم أيضاً بمُتَابَعَة كُلّ الزوّار إلى المشروعِ.
- الإضاءة: من الضروريُ أَنْ يَكُونَ في الموقع مولّد احتياط لإبْقاء إضاءة الموقعِ.
- تسييج الموقع: يَجِبُ أَنْ تُسيّجَ حدود الموقع مِنْ وجهة نظر الأمنِ.

3- إمكانية الوصول إلى الموقعِ: سَيَبقي الوصول السهل لموقع التشييد الروح المعنويةَ عالية لسائقي الأجهزةِ والعربات، ويُقلّلُ فرصةَ الحوادثِ ويُوفّرُ وقتاً في المُنَاوَرَة للوُصُول إلى المشروع أو الخروج منه. يتطلّبُ التخطيط الصحيح في حالة المشاريعِ الكبيرةِ إلى مخطط طرقَ يَقُودُ مِنْ الطريق السريعِ الأقربِ. ويشمل تخطيط الموقع الطرق الداخلية الضرورية للتدفقِ السهلِ للعمالِ، ويشمل التخطيط أيضاً أماكن وقوف مجهّزة للإداريين والموظفين والحرفيين العاملين ضمن المشروع.

4. لافتات المعلوماتِ:

- خريطة الموقع: يَجِبُ أَنْ تُحدّد تفاصيلَ المشروعِ، وتعرض في مكتبِ المديرِ أَو مديرِ موقع المشروع وتُعلق في بابِ مدخلَ المشروع.
- إشارات المرورِ التنظيميةِ: تُساعدُ الإشاراتَ التنظيميةَ في المشاريعِ الكبيرةِ في تَوجيه المرورِ على الموقعِ وتَتفادى الحوادثَ إلى حَدّ كبير.
- عرض سياسةِ علاقاتِ العمالِ وقواعدِ الأمانِ: هذه سَتُساعدُ في إزالة الخلافات بين العمال والإدارة.
- ممرات الطوارئ والخدمات تحت الأرض: من المُهمِ إظهار طرق الهروب الطارئة أثناء تقدم عملية البناء. ويَجِبُ أَنْ يُؤشّر على مواقع الخدمات تحت الأرض لمَنْع تضررها.

5. **المساكن:** من الضروريُ تَزويد مشاريعِ البناءِ الكبيرةِ بمعسكر سكن لكُلّ نوع من الموظّفين المشاركين في المشروعِ.

6. **المكاتب:** يَجِبُ أَنْ تَكُونَ المكاتب قَريبةَ من بعضها وقريبة من الموقعِ وفي منطقة آمنة. وتُزوّدُ المكاتبَ بأجهزةِ المكتبِ الملائمة. قَدْ تتضمّنُ المكاتب في الموقعِ مكتبَ العمل ومكتب المقاولِ العامِّ ومكاتب المستشارين والمقاولين الثانويين.

7. **إمداد المياه وتصريف المجاري:** من الضروري وجود مرافق المرحاضَ والمياه في مواقع ملائمة لحاجة القوة العاملة.

8. معالجة المواد (مناولة المواد) Material Handling: يُمْكِنُ أَنْ تُصنّفَ ثُلث عمليات البناءِ أَو أكثر كمعالجة مادية. إن استعمال الأجهزةِ الملائمة لمناولة المواد والتخطيط المتقدّمِ لتَقليل المناولة المتعدّدةِ، سَيؤدّي إلى توفير الكلفة المباشرةِ وتوفيرِ الوقت.

9. الخزن و تنظيف الموقع: من المرافق الضرورية لتَخطيط وخزن الموادِ لتجنب الحركة المتعدّدة للمواد (Elbeltagi, 2014):

- **مناطق** Laydown: تحجز هذه المساحات لخزنِ الموادِ والمعدات الكبيرةِ ويُمكنُ أَنْ يَكُونَ التخزين قصير الأمدَ أَو طويل المدى.

- **مخازن** Warehouses: إنها تحمي المواد حيث يتم خزن المواد فيها حتى يتم توزيعها على العملِ.

- **مناطق تدبير المواد** Material staging areas: تستعمل عندما تكون المواد المخزنة بالقرب من منطقة العمل ولفترة زمنية قصيرة.

- **تنظيف الموقعِ:** إن التنظيف ضروريُ في موقع العمل وخصوصاً عندما تكون كمية الحطام الناتجة كبيرة. الرمي المنتظم للحطامِ ضروريُ.

10. أماكن تخديم العمال:

تؤمن مكاناً محمياً للموظفين الحرفيين لتَغْيير وخَزْن الملابس والغَسل والإستراحة أثناء فترات الانتظار.

11. أماكن المجبل وساحات التصنيع Batch plant and Fabrication Shops:

إن إنْتاج الخرسانة في الموقعِ أكثر اقتصادية مِنْ شِراء الخرسانة الجاهزة، لذلك يُنصح بتجهيزها في الموقع إن أمكن. يُرافق المجبل أكوام الخزنِ الكليةِ ومستودعاتِ وإسمنتِ وعربات المزجِ في الموقعِ. تَستعملُ ساحات التصنيع حيث تُركب الموادَ والأجهزةَ في الموقعِ، وتتضمّنُ ساحات الميكانيكي والكهربائي والنجارة والطلاءِ، ويُستَعملُ أيضاً ساحات الاختبار والفحص لتوضع الأجهزةِ وموظفي الاختبار الضروريينِ للمشروع.

3-11 المرافق والخدمات المهمة في موقع التشييد:

فيما يلي عرض لأهم الخدمات والمرافق في الموقع (Elbeltagi & Hegazy, 2002)**:**

مداخل ومخارج الموقع: إن الوصول السهلِ إلى الموقعِ سيُبقي معنويات سائقي المعدات والعربات عالية ويُقلّلُ فرصةَ الحوادثِ، ويُوفّرُ الوقت في المُنَاوَرَة للدُخُول والخروج من المشروع. في المشاريع الكبيرة يجب تخطيط الطرق بالشكل الصحيح لتوجيه الطرق إلى الطريق السريعِ الأقرب والطرق الداخلية وأماكن الوقوف (إذا كان الفراغ المتوفر كافٍ).

مكاتب الموقع: يَجِبُ أَنْ يُزوّد الموقع بمكتبَ للعمل، وبمكاتب للمقاول العامِّ والمقاولين الثانويين والمستشارين. ويجب أَنْ تَكُونَ مكاتب الموقع قَريبة من بعضها البعض، قريبة من مكان التشييد وفي منطقة آمنة، وأَنْ يكون موقعها مزوداً برؤية جيدة مَع أقل تعرض للضوضاء الناتجة عن عمليات البناء.

المرافق الصحية الضرورية: يَجِبُ أَنْ تُزوّدَ مواقعِ البناء بالمرافق الصحية الضرورية الدنيا للامتثال إلى تعليماتِ الصحة والسلامةِ. والتي قَدْ تَتضمّنُ: المراحيض والمغاسل وأماكن تغيير الملابس وخزن شخصية ومناطق استراحة. يجِبُ أَنْ تَكُونَ هذه المرافق سهلة الوصولَ وتتوفر فيها التدفئة الكافية والإضاءة والتهوية.

الإسعافات الأولية: يجب أن تكون الإسعافات الأولية متوفرة للعنايةِ الطبية عند الحاجة لها.

أعمال تنظيف الموقع: يجب أن تُزال باستمرار أعمال القالب و ألواح الخشب مع المساميرِ البارزةِ وكُلّ الحطام الآخر مِنْ مناطقِ العملِ والممرَّات و الأدراج والبنايات أَو التراكيب الأخرى أثناء التشييد.

الورشات: تَستعملُ الورشات حيث تُصنع المواد وحيث المعدات في الموقعِ. هذا يَتضمّنُ ورشات الميكانيكي والكهربائي والنجارة ومحلات الطلاءِ أيضا ومحلات الفحص والاختبار التي تُستَعملُ لإقامة الاختبارات الضرورية للمعدات والأشخاص.

تخزين المواد ونقلها: من الضروري تخطيط وحفظ مخازن المواد لذلك يتم تجنّب الحركة المتعدّدة للمادّة. تُحدد عموما مناطق Laydown ومناطق staging areas والمخازن المستعملة لخزنِ المواد قريبة من موقع العملِ قدر الإمكان. سَيُؤدّي استعمال الأجهزةِ المناسبة لنقل المواد والتخطيط لتَقليل عملية النقل المتعدّد إلى توفير في الكلفةِ المباشرة والوقت.

3-12 خصائص المرافق المؤقتة:

من المُهمِ فَهْم خصائصِ المرافق المؤقتةِ قبل إعداد مخطط الموقعِ. وفيما يلي عرض لخصائص المرافق المؤقتة العامة (Elbeltagi, 2014):

1 . توافق البيئةُ وتعليماتُ الأمانِ: جميع المرافق المؤقتة يَجِبُ أَنْ تُرضي البيئة وتعليمات الأمانِ. يجب الانتباه بشكل خاصّ إلى المرافق المؤقتة مثل محطات توزيع الاسمنت التي لَها إمكانيةُ تلوثِ عاليةِ. يَجِبُ أَنْ يقوم المخطّطون بإجراء الترتيبات المناسبة للسَيْطَرَة على تلوث الهواءَ والماء والضجيج مِنْ مثل هذه المرافق.

2. توفر الحلولِ المتنوّعةِ لنفس المشكلةِ: هناك العديد مِنْ الترتيباتِ التي يمكن تقديمها لإنشاء مرفق مؤقت. على سبيل المثال، عند الحاجة لمستودع، فيمكن للمُخطِّط بناء مستودع في الموقعِ أو يَستعملُ المرافق الحاليةَ الموجودة في الموقعِ أو يمكنه استئجار مبنى قُريب من الموقعِ، أو التخطيط لمجرد التسليم في الوقت المحدد. ويمكن تقسيم كل حل إلى عدة بنود فرعية، كما في حال بناء مرفق مؤقت باستخدام مواد مختلفة من الخشب أوالطوب أو الهيكل المعدني.

3- العمر الافتراضي قصير نسبياً لموقع معيّن: يعتمدُ العمر الافتراضي لمنشأة مؤقتة على مدّةِ المشروعِ. لابدّ بشكل عام من إزالته بمجرد الانتهاء من المشروع.

4- إعادة استخدام المرافق المؤقتة مَع خسارة دنيا لنفس الوظيفة أَو تعديلها: يجب على المخططين الأخذ بالاعتبار إعادة استخدام المرافق المؤقتة وذلك نظراً لفترةِ الحياة القصيرة للمرافق المؤقتةِ في الموقعِ. هذا يُمْكِنُ أَنْ يُؤدّي إلى توفير في كلفةِ البناءِ. من خلال التعديلات الملائمة يُمْكِنُ استعمال أغلب المرافق المؤقتةِ لأغراضِ مختلفة أخرى. لذلك يُمْكِنُ أَنْ تزيد الصيانة الجيدة وتخزين مواد البناء بالشكل الصحيح من وتيرة إعادة الاستخدام و نقصانِ كلف البناء بشكل ملحوظ.

5- سهلة الجمع والتَفكيك والاستغلال: سهولة تفكيك وجمع هياكل المرافق المؤقتة سَيُخفّضُ كل من وقت الجمع والتفكيك. وبما أنه يجب إزالة المرافق المؤقتة في فترة قصيرة جداً عند انتهاء المشروع فمن الضروري أن تكون هياكل هذه المرافق سهلة الفك والتركيب دون إي ضرر على مكونات الهيكل.

6- توحيد مقياس التصميمِ: يُمكننا توحيد مقياس تصميمِ وبناءِ المرفق المؤقتِ من زيادة وتيرة إعادة استخدامها وتُخفّيضُ ساعاتَ العمل والكلفةَ اللازمة لبناءِ المرفق المؤقت. وهذه المنهجية تُسهل عملية

صيانةَ ونقل وخزن المرافق المؤقتة. أيضاً، هناك منافع مكتسبة بتَزويد قابليةِ تبادل قطعِ الغيار ويُخفّضُ من تَشْكِيلةَ قطعِ الغيار المخزنة في المستودع.

3-13 إختيار المرافق المؤقتة الملائمة لموقع المشروع:

يَصِف هذا القسم بعض الإعتبارات لاختيار المرافق المؤقتة المطلوبة في موقع مشروع معيّن (Elbeltagi, 2014):

- **نوع البناء:** يَتطلّبُ بناء منشأة صناعيةِ (مثل محطةِ توليد الكهرباء) المزيد من السعة التخزينية، ومنطقة صناعة للأعمال الميكانيكية والكهربائية أكثر من المشاريع الأخرى مثل مشروع طريق سريع.

- **نوع العقدِ:** يختلف اختيار المرافق وفق نوع العقد وعدد العقود ضمن الموقع المدروس. ففي حالة عقد تسليم المفتاح (turn-key) يُمْكِنُ أَنْ يَدْعمَ المقاول العمليات الإدارية وعمليات التشييد بإختيار مرافق تشييد أقل لكنها أضخم وأكثر كفاءة. أما في حال كان المشروع مُدَارُ تحت سلسلة عقود مختلفة، هذا سَيُترجمُ إلى عدد أعلى مِنْ المرافق المؤقتة الأصغر التي تَخْدمُ كُلّ مقاول فردي.

- **حجم أعمال المشروعِ:** يُمْكِنُ أَنْ يُدارَ المشروع البسيط نسبياً مِنْ مقطورة أَو تركيب نقّال. بينما يحتاج المشروع الذي مدته من 5 إلى 10 سنوات مرافق مؤقتةَ ذات طبيعة أكثر ديمومة.

- **موقع المشروع:** تَتطلّبُ المشاريع الواقعة في مناطق غيرِ مَسْكُونةِ أَو أماكن لايتوفر فيها العمالة الماهرة مرافق إضافيةَ للأكل والمعيشة. تَتطلّبُ المشاريع البعيدة عن المراكز الصناعية خدماتِ أكثر في الموقعِ، مثل مجبل بيتوني وأماكن صيانة الأجهزة ومنطقة خزنِ لوقت أطول ومراكز ترفيهية أخرى.

أيضاً، يَعتمدُ إختيارَ البعض مِنْ المرافق المؤقتة على بُعد مكان الإقامة الدائمة للعمال عن الموقع. يُمكن تقسيم العمالة وفق هذا البعد إلى ثلاثة أصنافِ:

- عمالة محليّةِ (يبعد مكان سكنها 5 كيلومترِ عن الموقعِ): لا تحتاج إلى النقل أَو السكن.
- عمالة قريبةِ (تبعد من 5 – 60 كيلومتر عن الموقعِ): لاتحتاج إلى سكن لكنها بحاجة إلى وسائل نقل.
- عمال أبعد من 60 كم عن الموقع: إنهم بحاجة لتأمين المسكن.

3-14 أهمية التركيز على إدارة المواد في تخطيط موقع التشييد.

بينت الدراسات أن المواد تشكل 60% من التكاليف الإجمالية للمشاريع وتتحكم في 80% من جدول المشروع (UL Asad, 2005). وبينت الدراسات السابقة التي أجراها معهد صناعة البناء (CII) أنها يمكن أن تُحسن الإنتاجية بنسبة 6 ٪ ويمكن أن تنتج 4-6 ٪ وفورات إضافية (Perdomo, 2004).

إدارة المواد هي عملية التخطيط والتَنفيذ والسَيْطَرَة على المواد في موقع البناء، تهدف لتوفير مواد البناء في نقطة استعمالها عند الحاجة لها. يُحقق نظام إدارةِ الموادَ الجودة الصحيحة والاختيار الملائم لكمية المواد وشراء واستلام ومناولة المواد في الموقع بطريقةٍ مناسبة وكلفة معقولة. إن إدارة المواد نظام للتخطيط والسَيْطَرَة على كُلّ الجُهودِ الضروريةِ لضمان الجودة الصحيحةِ وتحديد كمية المواد والأجهزة بشكل صحيح وبطريقة مناسبة، واكتسابها بكلفة معقولة، ومن المهم جداً توفرها للاستعمال عند طلبها (Vyas & Patel, 2011).

إن مهمة إدارة المواد ضمن موقع التشييد ليست بالسهلة على الإطلاق. فلا يمكن طَلْبُ الموادَ بكمياتِ كبيرةٍ في تاريخِ مبكرٍ خلال تنفيذ المشروع لأنها تُؤدّي إلى خسارات مالية بسبب كلفة الخزن وتأمين المكان الملائم بالإضافة للفراغ الذي ستشغله. والأسوأ من ذلك هو احتمالية تدهور جودة المواد أثناء تخزينها أَو تعرضها للسرقة. وبنفس الوقت ليس بالإمكان تأخير طَلْب المواد مما قدْ يسبّب تسليم متأخّر للمواد وبالتالي نقصانها عند الحاجة لها وتوقف العمل المرتبط بها، مما يؤدي إلى تأخيرات في المشروع وعرقلة سير العمل.

يتم تطبيق وظائف إدارة المواد في صناعة البناء والتشييد حالياً بالحد الأدنى من التواصل، وتكون مجزأة ولا تحدد بوضوح المسؤوليات بين الأطراف المعنية. هذه التجزئة تخلق فجوات في تدفق المعلومات، الأمر الذي يؤدي إلى التأخر في طلب وتلقي المواد وزيادة التكاليف والإفراط في مخزون بعض المواد والتأخير في المشروع (PERDOMO, 2004).

تضمن إدارة المواد جودة تخزين المواد ضمن الموقع، حيث أن تجهيز المواد الإنشائيةِ والمكوّناتِ في الموقع مشحون بالعقبات التي يُمكنُ أَنْ تُؤثر بشكل هام على مستويات معدلِ الإنتاج. تَتطلّب المواد الإنشائية غالباً قدرة خزن كبيرة نادرة التوفر في الموقع، وتكون مرافق الخزن عادة تراكيب أَو مركبات مؤقتة، وفي أغلب الأحيان تكون الشروط المحيطة بالمواد تؤدي للضرر بها مثل الطقس وحركة الناس والرافعات والأجهزة ما لم يتم مراقبة الجودة بشكل صارم (Notman *et al.*, 1998).

من خلال الإطلاع على واقع مشاريع المؤسسة العامة للإسكان، تبينَ إن التأخير في الحصول على المواد سيؤدي لتأخير في تنفيذ عمليات التشييد المرتبطة بوجود هذه المواد. وبالتالي سيحدث تغيير

بالجدول الزمني للمشروع وقد يتغير ترتيب بعض الأعمال بما يتوافق مع المواد المتوفرة، مما يؤدي لتغيير في تخطيط الموقع المقترح للمرحلة الحالية. وبالتالي لابدّ من العمل على تطبيق الإدارة الفعالة للمواد للوصول إلى إدارة جيدة لموقع التشييد والعمل على الحدّ من التغييرات الحاصلة على خطة العمل.

إدارة المواد نظام فعال لجلب العديد من الفوائد لمشاريع التشييد، ومن بين هذه الفوائد (Perdomo, 2004):

- الحد من التكاليف الإجمالية للمواد. حيث تحقق إدارة أفضل للتدفقات النقدية، وتحقيق وفورات في كلفة الشراء
- تحسين مناولة المواد في موقع التشييد.
- توفر المواد في الموقع عند الحاجة لها وبالكميات المطلوبة.
- إن شراء المواد في الوقت المناسب ينتج عنه انخفاض الاحتياجات الفعلية لمرافق المستودعات في موقع التشييد، والحد من تخزين المواد في الموقع.
- تحسينات في إنتاجية العمال. وتقليل جهد العمال.
- تحسينات في الجدول الزمني للمشروع.
- سيطرة ميدانية أفضل للمواد. ومراقبة الجودة بشكل أفضل.

3-14-1 تصنيف المواد حسب مكان توضعها بالنسبة لموقع التشييد:

يجب أن تكون المواد موجودة مسبقاً قبل البدء بأي عمل مُتعلق بها، وكذلك يجب أن تكون قريبة من موقع العمل لتأمين متطلبات مناولة المواد واختصار وقت نقلها من مكان خزنها إلى مكان استعمالها أقل ما يمكن. ويمكن تصنيف المواد حسب تواجدها في موقع التشييد إلى ما يأتي (عبد علي وآخرون، 2009):

أ. مواد في مخازن الموقع.

ب. مواد على شكل أكداس داخل الموقع.

ج. مواد في مخازن خارج الموقع.

3-14-2 العوامل المؤثرة التي تُزيد نسبة هدر وتلف المواد في الموقع:

يجب مراعاة العوامل التالية في عملية إدارة المواد للوصول إلى إدارة جيدة تقلل من نسبة الهدر والتلف بالمواد في مواقع التشييد، والتي تؤدي لزيادة التكاليف وعدم الحفاظ على المواد كمورد نادر وهام في موقع المشروع. وهذه العوامل هي (عكاب وآخرون، 2008):

- ❖ لا يؤخذ بالحسبان عند اختيار موقع المخازن عملية التفريغ والتحميل وملائمة هذا الموقع لمكان تنفيذ أعمال التشييد.
- ❖ الآليات المستخدمة في نقل المواد غير ملائمة لطبيعة المواد.
- ❖ الكادر المسؤول عن إدارة المخازن في موقع المشروع غير متخصص في إدارة المخازن.
- ❖ لا يكون اختيار الأيدي العاملة على أساس الخبرة. ولا يوجد لدى العمال الدراية الكافية بطبيعة مواصفات المواد المستخدمة.
- ❖ لا يتم تصنيف الأعمال وفق ما هو مخطط لها.

3-15 أهمية إدارة توضع المعدات في تخطيط موقع التشييد.

إن تطبيق معالجة كمّية لتَقْرير الأوضاع المثلى للرافعات ومرافق التشييد مهم جداً لتخطيط الموقع. في الواقع يتم تنفيذ هذه المهمّة يدوياً مِن قِبل المهندسين ذوي الخبرة أثناء مراحل التنظيم والتحضير للتشييد. هذه العملية معقّدة وصعبة أَن تُنجز بسبب الكمية الكبيرة للمرافق المستعملة والتفاعلات بينهم (Mangin & Alkriz, 2005).

تُعتبر الرافعات البرجية اليوم على موقع التشييد هي حجر الزاوية لرفع وإنتاج ونقل مجموعة متنوعة من الأحمال. أحياناً تعمل الرافعات البرجية على مناطق عمل متداخلة وغالباً تحت قيود الوقت والكلفة والعمال. إن تحديد العدد والمكان الأمثل للرافعات البرجية مسألة هامة، يمكنها أن تقلل من الصراعات بين المجموعات على الرافعات البرجية وتداخل مناطق العمل المحتملة بين الرافعات البرجية والمرافق الأخرى (Irizarry and Karan, 2012).

3-15-1 مساوئ عدم التخطيط الجيد لتوضع المعدات في موقع التشييد:

هناك خطر كبير أحياناً عند تطبيّق الإختياراتَ السيئة لتوضع المعدات في موقع التشييد، والتي تكون مكلفة لشركة البناء من حيث الوقتِ الضائعِ والخسارةِ الكبيرةِ في معدلِ الإنتاج وزيادة الكلفة المترتبة على ذلك (Mangin & Alkriz, 2005).

تعتبر الرافعات البرجية كمركز لمعدات البناء في مشاريع البناء. إنها تلعب دورا رئيسيا في نقل مجموعة متنوعة من المواد عمودياً وأفقياً. تعتمد كفاءة الرافعات البرجية إلى حد كبير على عددهم ونوعهم ومكان توضعهم في الموقع. قد يواجه المخططون صعوبات في اتخاذ قرار مناسب حول التخطيط الأمثل للرافعات البرجية بسبب زيادة عدد مهام العمل وزيادة الطلب على الرافعات البرجية.

إن القرار الضعيف له آثار سلبية كبيرة ستؤدي لتكاليف إضافية وتأخير في مشروع البناء، إن الاختيار المناسب للرافعة له تأثير كبير على الوقت والتكلفة وسلامة عمليات البناء (Irizarry and Karan, 2012).

3-15-2 عوامل مؤثرة في اختيار الآليات والمعدات على موقع التشييد:

من خلال التعرف على واقع العمل، والإطلاع على دراسات سابقة والاستفادة من خبرة العاملين في مشاريع التشييد. تبين أنه يجب مراعاة عدة نقاط أساسية عند اختيار الآليات والمعدات في موقع التشييد، وهي كما يلي:

1. توفر الآليات والمعدات وتوفر قطع الغيار لها ليتمكن فريق الصيانة من صيانتها عند الحاجة.
2. العمر الافتراضي للمعدات المستخدمة. وتأثير زمن الاستخدام على التكلفة النهائية لاستخدام الآلية في موقع التشييد.
3. ملائمة المعدات والآليات لحجم الموقع وظروف العمل. وإمكانية وجود مكان ملائم لتوضعها أثناء توقفها عن العمل، بما لايعيق العمل ويتناسب مع المساحات المتوفرة على الموقع.
4. تكاليف عملية الخزن المؤقت والدائم.
5. عمليات انتقال المعدات من موقع لموقع آخر.
6. تكاليف الصيانة المستمرة.
7. تكاليف التشغيل.

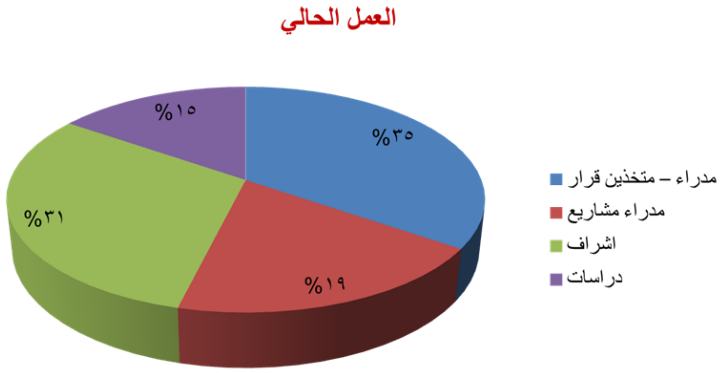
الفصل الرابع
المقابلات الشخصية ودراسة الحالة

يعرض هذا الفصل النتائج التي تم التوصل إليها من خلال المقابلات الشخصية ودراسة الحالة. والتي تم من خلالها العمل على تحديد أسس تخطيط موقع التشييد.

4-1 المقابلات الشخصية:

تم القيام بزيارات ميدانية لمواقع التشييد والاعتماد على الملاحظة والمناقشة للتعرف على واقع المشكلة. وإجراء (26) مقابلة شخصية مع ذوي الخبرة في مجال التشييد في مشاريع تابعة للقطاع العام. للتعرف على مدى فهم وتطبيق إدارة الموقع فيها، وإلقاء الضوء على بعض معوقات تطبيق إدارة الموقع في مشاريع القطاع العام في سورية.

يبين الشكل (4-1) العمل الحالي للأشخاص التي تمت المقابلات معهم، حيث كانت النسبة الأكبر للمدراء الذين يمكنهم اتخاذ القرار والعمل على تطوير واقع العمل. وتم الاستفادة من خبرتهم ومقترحاتهم للتوجه نحو وضع أسس تخطيط تُساعد في إعداد مخططات الموقع الملائمة بأقل خطأ ممكن. ويبين الشكل (4-2) عدد سنوات الخبرة لمن تمت المقابلات معهم وكانت النسبة الأكبر لمن تتراوح خبرتهم من 10 إلى 20 سنة من سنوات الخبرة بالعمل.



الشكل (4-1) معلومات عن العمل الحالي للأشخاص التي تمت المقابلات معهم.

الشكل (4-2) معلومات عن عدد سنوات الخبرة للأشخاص التي تمت المقابلات معهم

4-2 النقاط التي تم التركيز عليها في المقابلات:

تم التركيز في المقابلات على مايلي:

- آلية تخطيط الموقع المتبعة.
- عناصر خطة تخطيط الموقع.
- أسس التخطيط التي يجب التقيد بها عند إعداد مخطط الموقع.
- المسؤول عن متابعة الخطة وتحديثها.
- المعوقات التي تحول دون التطبيق الأمثل لإدارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام.
- تبعيات عدم التخطيط الكفء في المشاريع الهامة للمؤسسة.
- آلية حل المشاكل والإجراءات المتبعة.
- المقترحات لتخفيف مشاكل الموقع.

ومن خلال هذه المقابلات تم التعرف على واقع العمل، والتأكد من غياب التطبيق الصحيح لإدارة الموقع وعدم وجود منهجية ثابتة ومحددة لتخطيط موقع التشييد في مشاريع المؤسسة العامة للإسكان.

4-3 دراسة الحالة:

بعد القيام بزيارات ميدانية لموقع التشييد والتعرف على واقع المشكلة. تمت دراسة وملاحظة الإجراءات المُتبعة في معالجة مشاكل ناتجة عن سوء تخطيط الموقع أدت إلى تأخير المشروع وأثرت على إنتاجية العمل. وإظهار دور المؤسسة ودور المقاول في الوصول لهذه المشاكل.

- كمشكلة تضارب أعمال المتعهدين الناتجة عن سوء التخطيط وتنسيق موقع العمل. ودراسة كيفية تفعيل دور المؤسسة كقطاع عام في حل المشكلة.
- مشكلة عدم التخطيط الجيد للموقع، وما يترتب عليه لاحقاً من تعديلات مكلفة، وهدر وتلف المواد التي لاتخزن بالمكان والشكل الملائم ضمن الموقع.

4-3-1 تضارب الحاجة للفراغ بين المقاولين على موقع التشييد:

إن أي موقع تشييد غير مخطط بشكل صحيح وغياب الإدارة الناجحة له سيتعرض حتماً لمشاكل وتأخيرات في العمل. كمشكلة تضارب أعمال المقاولين في الموقع، والتي تم ملاحظتها ودراسة أسبابها واقتراح الحلول لها.

4-3-1-1 الحالة الأولى:

في هذه الحالة المدروسة يتم عرض مشكلة تداخل ساحات العمل بين مقاولين مختلفين، وكيفية تداخل الحاجة إلى الفراغ لنشاطات مختلفة تابعة لجهتي عمل مختلفتين. والبحث في أسباب المشكلة واقتراح حل مناسب.

يتضمن الموقع المدروس في هذه الحالة عقدين لمقاولين مختلفين:

العقد الأول:العقد رقم 64/24/5 تاريخ 4/7/2005، لتنفيذ أعمال الهيكل والإكساء للبرجين /70-57/ والعمارات ذوات الأرقام (66-67-73-74-75-76-77-78-79-80-81)، عدد الشقق الإجمالي 374 شقة.

العقد الثاني: العقد رقم 128/24/5، تاريخ العقد:2006/9/4، لتنفيذ أعمال الهيكل والإكساء للبرجين (72-82) والعمارات (58- 59- 60- 61- 62- 63- 68- 69- 71)، عدد الشقق الإجمالي 294 شقة. تتوزع الأبنية والأبراج كما هو موضح في الشكل (4-3).

استلم المقاول الأول الموقع وبدأ بأعماله، وخطط موقعه بما يتناسب مع خطة عمله ودون مراعاة لدخول مقاول آخر لاحقاً. حيث اختار المقاول الساحة المناسبة لمكاتبه ومخازنه في المنطقة A1

الموضحة في الشكل (4-3) في أعمال العقد الأول، وهي المنطقة الأكثر ملائمة لتوضع المرافق المؤقتة، حيث لن يتم العمل بها حتى انتهاء المشروع بشكل كامل.

ظهرت المشاكل على الفراغ عند دخول المقاول الثاني إلى موقع العمل، حيث ظهرت مشكلة تداخل منطقة العمل في أعمال البرجين التابعين للمقاول الأول (70-57) مع أعمال المقاول الثاني كما هو موضح في الشكل (4-3). بالإضافة إلى عدم وجود مكان ملائم لتوضع مرافق المقاول الثاني لأن المقاول الأول استغل الفراغ المتاح بما يتلائم مع مرافقه وبما يُخدم عمله.

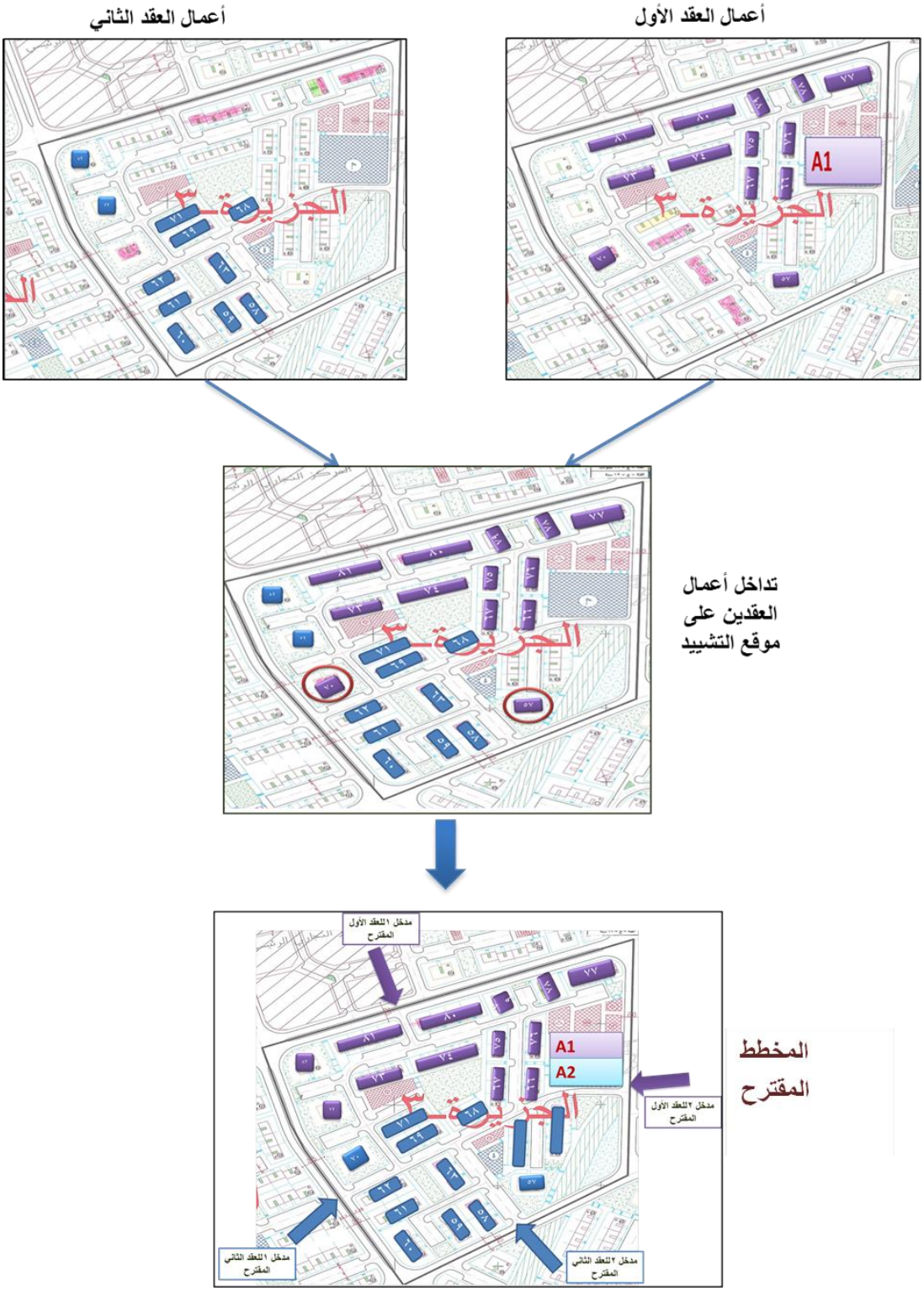
إن مشكلة كهذه ستؤدي لخلافات وعرقلة لسير العمل حتى يتم حل المشكلة. وهذا ماحدث حيث تأخر العمل حتى تم حل المشكلة وتوزيع الفراغ بما يتناسب مع أعمال المقاولين. طبعاً هناك خسارة في الوقت ناتجة عن عرقلة بعض الأعمال للمقاول الأول ريثما قام العمال بفك وتركيب المرافق التي تعيق أعمال المقاول الثاني. وتأخير في مباشرة المقاول الثاني لعمله ريثما توفر المكان الملائم لتوضع مرافقه. وهناك زيادة في الكلفة ترتبت عن تأخر العمل وعن كلفة فك وتركيب المرافق ونقلها.

الحل المقترح:

للحل المقترح سلسلة من الملاحظات منذ مرحلة التخطيط للإعلان وحتى مرحلة التنفيذ. حيث يجب على القطاع العام بشكل عام والمؤسسة العامة للإسكان بشكل خاص مراعاة توزيع المشاريع ضمن خطة الإعلان بما يُقلل من تداخل ساحات العمل بين المقاولين المختلفين لاحقاً، للعمل على الحدّ من النزاعات وعرقلة العمل لاحقاً.

بالإضافة لأهمية التواصل والتنسيق بين المؤسسة والمقاول لمنع حدوث المشاكل قبل حدوثها. ففي الحالة المدروسة يمكن منع المقاول الأول من استخدام المساحات المتوفرة في الموقع دون مراعاته لتوزيع الفراغ بشكل عادل بين المقاولين. يُمكن اقتراح عدة حلول لتخطيط الموقع ومنها المُخطط المقترح في بحثنا هذا لحل المشكلة المدروسة والموضح في الشكل (4-3)، حيث تم تقسيم المنطقة المناسبة لتوضع المرافق بما يُخدم المقاولين. بالإضافة لتوزيع الأبراج والأبنية في مرحلة التخطيط للإعلان بما يُساعد المقاولين لاحقاً لتخطيط الموقع بأقل إمكانية لحدوث النزاعات على الفراغ.

إن الشكل (4-3) يُبين أعمال عقدي المقاولين، ويُظهر مشكلة تداخل ساحات العمل. بالإضافة إلى عرض النموذج المقترح لحل المشكلة موضحاً فيه كيفية تعديل خطة الإعلان للحدّ من تداخل الأعمال للحدّ من النزاعات على ساحات العمل وعرقلة الأعمال لاحقاً. وكيفية توزيع الفراغ بشكل عادل على المقاولين، وتحديد مدخلين لكل مقاول أحدهما مدخل للعربات والآخر مدخل رئيسي للعمال والزوار. وبذلك يتم تخفيف أزمة الازدحام وعرقلة حركة الآليات والعربات من وإلى الموقع.



الشكل (4-3) التوزيع الحالي لأعمال العقدين على موقع التشييد والتخطيط المقترح لحل المشكلة

4-3-1-2 الحالة الثانية:

في هذه الحالة ندرس موقع مشروع تشييد 24 برج للسكن الشبابي في أحد فروع المؤسسة. حيث ظهرت مشكلة الخلافات على الفراغ في الموقع بين المقاولين على الموقع والنزاع على الفراغ المتوفر في الموقع وأدت المشكلة لعرقلة العمل.

توصيف الحالة: كان الموقع المدروس مخططاً بما يتناسب مع أعمال مقاول تشييد الأبراج، وتم استغلال الفراغ بشكل كامل. وخلال عمل مقاول بناء الأبراج تم مباشرة أعمال مقاول الموقع العام كمحاولة من المؤسسة لتسريع العمل قدر الإمكان وتسليم الشقق للمواطنين. لكن تبين أن مقاول الموقع العام لا يستطيع البدء بالعمل كما خُطط له بسبب معوقات يُسببها عمل المقاول الآخر على نفس الموقع. وتشمل هذه المعوقات مايلي:

- توضع مرافق وآليات ومعدات ومواد المقاول في الأماكن التي سيتم العمل عليها. حيث تتوضع المعدات في مكان الطريق ومكاتب المقاول في مكان الحديقة، ومخازن المواد والمجبل في مكان حديقة أخرى، وساحات الصناعة تتوضع في أماكن مراكز التحويل. وأماكن العمل بشكل عام متضاربة.
- عدم قيام المقاول الأول بترحيل نواتج حفرياته وأعماله خارج الموقع. مما أدى إلى تجمعها بشكل كبير يُعيق أعمال المقاول الثاني.

الإجراء الموصى بهِ:

- وجود خطة مسبقة لإدارة الموقع تؤمن توزيع فراغ عادل وتنظيم العمل على الموقع بشكل صحيح.
- يجب حل الأمور والمشاكل التي قد تعيق العمل مسبقاً قبل توقيع العقد مع المقاول الثاني وقبل المباشرة الفعلية للعمل. والعمل على وضع مخطط لترتيب العمل على الموقع.
- وجود إجراءات قانونية سريعة تسرع العمل وتحل المشاكل العالقة.

4-3-2 سوء خزن ومناولة المواد ضمن الموقع:

لقد وضحنا سابقاً أن إدارة الموقع بالشكل الصحيح تُحقق كافة متطلبات خزن ونقل ومناولة المواد ضمن موقع التشييد. وفيما يلي سنعرض بعض المشاكل التي تم رصدها ومتابعتها في مواقع مشاريع التشييد المدروسة في بحثنا.

4-3-2-1 الحالة الأولى:

تم ملاحظة عدة حالات لتلف وهدر بعض المواد نتيجة سوء التعامل معها في الموقع، ومن هذه الحالات لدينا المداخن الموضحة بالشكل (4-4) والتي تتصف بسهولة الكسر. تم تخزينها في غُرف عالية ضمن الأبراج التي تم تشييدها، مما أدى لتعرضها للكسر من قبل العمال أثناء تحميلها وتوضعها في أماكن خزنها. مما زاد من الكلفة المتعلقة بإعادة شراء المواد نفسها والتي يمكن أن ندعوها كلفة خسارة التلف.

الشكل (4-4) تعرض المداخن للتلف أثناء خزنها ومناولتها.

الإجراء الموصى بهَ:

- لابدّ من وجود من يتابع عملية مناولة المواد ونقلها للتحقق من توضعها بشكل صحيح وعدم تلفها، بالإضافة لمراقبتها بشكل دوري للتحقق من عدم تعرضها للتلف المتعمد أو غير المتعمد من العمال.
- يُوصى بأن يكون هناك متابعة جدية لموضوع إزالة نفاية المواد (بقاياها) من موقع التشييد لإبقاء الموقع بشكل نظيف ومرتب.

4-3-2-2 الحالة الثانية:

وتتلخص هذه الحالة بعدم الالتزام بشروط التخزين ضمن الموقع. سيتم عرض مشكلة تخزين الحصويات في أحد مشاريع المؤسسة في المناطق الساحلية بشكل غير مطابق لشروط الخزن، وتعرض الرمال لتغيير في رطوبتها بسبب الخزن غير الملائم لها في موقع التشييد. ونعرض أيضاً مشكلة تعرض حديد التسليح للصدأ والغبار بسبب خزنه بشكل خاطئ على أرض الموقع دون مراعاة لأهمية توضع المواد في أماكن خزن ملائمة في الموقع.

يُبين البند الخاص بتخزين الحصويات ضمن دفتر الشروط الخاص بالمشروع أهمية:

- ❖ توضع الحصويات على أرضيات صلبة بحيث تضمن عدم اختلاطها بمواد الطبقة السفلى ويحظر أن تتداخل أكوام الحصويات المختلفة القياسات بعضها مع بعض. ويجب الفصل بين المقاسات المختلفة بحواجز مناسبة.
- ❖ يجب الحفاظ على محتوى الرطوبة في الرمل في كافة مواضع التخزين ثابتاً ومراقبة محتوى الرطوبة باستعمال مقياس الرطوبة لتحديد التغير في رطوبة الرمل المستعمل (دفتر الشروط الخاصة بمشاريع السكن الشبابي).

توصيف الحالة:

يتم تخزين الحصويات والرمل في أماكن مكشوفة معرضة للرطوبة في مشروع السكن الشبابي في مدينة ساحلية، حيث تزداد نسبة الرطوبة بشكل كبير. ويتم حل المشكلة بتعديل الخلطة بما يتناسب مع زيادة الرطوبة. يوضح الشكل (4-5) كيفية توضع المواد على موقع العمل بشكل غير ملائم، لأنه يعرضها للتعرض للعوامل الجوية غير الملائمة وزيادة في الرطوبة.

الشكل (4-5) تخزين الحصويات في موقع التشييد

وكذلك الأمر بالنسبة لتخزين حديد التسليح، حيث جاء في دفتر الشروط الخاص بالمشروع:

«يُخزن فولاذ التسليح بحيث يمنع تأثره بالرطوبة إما داخل مستودعات أو تغليفهبأغطية مانعة للماء. يخزن بشكل يضمن عدم تعرضه للأوساخ والزيوت وغيرها. ويرفض الذي تعرض للأوساخ حتى ينظف».

يبقى حديد التسليح في الواقع أيام عديدة معرض للعوامل الجوية التي يتأثر بها ورغم ذلك يتم استخدامه. يوضح الشكل (4-6) الحالة المدروسة حيث يتم وضع حديد التسليح على الأرض ويتعرض للصدأ والغبار والتراب والرطوبة.

الشكل (4-6) تخزين حديد التسليح في موقع التشييد

عدم الإلتزام ببنود التخزين ضمن الموقع بالنسبة للمواد رغم أنها موجودة ضمن الاجراءات الموصة بها. لذلك يجب أن يكون هناك مراقبة شديدة لموضوع خزن المواد، وضبط جودتها والعمل على التأكيد على كل ماهو مطلوب ضمن دفاتر الشروط.

4-4 أسس التخطيط:

يُقدم البحث أسس التخطيط التي تم وضعها بالاعتماد على الدراسات المرجعية ونتائج المقابلات الشخصية والزيارات الميدانية لمواقع العمل والاستفادة من الدراسات السابقة لحل المشكلة. تم تنسيقها ضمن قوائم تدقيق لتخطيط الموقع للتحقق من الإلتزام بها عند وضع مخططات الموقع، وتساعد المُخطط في وضع التخطيط الملائم للموقع المدروس. وتساعد في متابعة ملائمة الخطة للواقع أثناء سير العمل. وتم توضيح أسس التخطيط بشكل مفصل ضمن الجدول (4-1) والجدول (4-2) والجدول (4-3) لقوائم تدقيق مخطط الموقع التالية:

الجدول (4-1) قوائم تدقيق مخطط الموقع

تدقيق المخطط	أسس التخطيط	تم العمل	لم يتم العمل	الملاحظات
هل يشمل المخطط البنود التالية	تحديد مسار دخول وخروج عربات نقل المواد الخام للموقع			
	تحديد مسار المعدات داخل الموقع			
	الرافعات والرافعات البرجية (عددها ونوعها وحجمها على الموقع)			

	تحديد الآليات المطلوبة (شاحنات ، قلاب، سيارات،...)			
	تحديد مواقف للآليات			
	تحديد مناطق المقاولين الثانويين			
	تحديد مكان التخلص من النفايات			
	تحديد أمن الموقع			
	تحديد مكاتب الإشراف			
	تحديد مكاتب المتعهد			
	تحديد مكان توضع ساحات أعمال ورش الحدادة، النجارة، بلاط....			
	تحديد مواقف للسيارات والمعدات			
	تحديد مكان خزانات المياه أو مكان المصدر المائي			
	تحديد مكان نوضع مخازن المواد و ساحات التخزين الرئيسية والفرعية			
	تحديد أماكن خدمة للعمال وأماكن سكن عند الضرورة			

تدقيق المخطط	أسس التخطيط	تم العمل	لم يتم العمل	الملاحظات
يجب أن يحقق المخطط مايلي:	لا يوجد تضارب بين أعمال المتعهدين على الموقع			
	يتناسب المخطط مع الجدول الزمني لتنفيذ المشروع			
	يتناسب المخطط مع خطة توزيع السكن في المؤسسة			
	تحقيق اقصى قدر ممكن من سهولة الاتصال بين وحدات المشروع المختلفة بهدف سهولة حركة الأفراد والخامات والمعدات			
	يحقق المخطط قيود التخطيط (قيود تشغيلية، وقيود افتراضية ، وقيود الأمن والسلامة)			

الجدول (4-2) قوائم تدقيق مخطط الموقع مع تفصيل المرافق المؤقتة

المرافق	أسس التخطيط	تم العمل	لم يتم العمل	الملاحظات
خزن المواد ونقلها	مكان خزن المواد قريب من منطقة العمل بها. أو في مكان طلبها حيث سيتم استخدامها.			
	تخزن المجموعات المتماثلة من المواد معاً لاستخدامها في عمل محدد.			
	تتوضع مقطورات خزن المواد في المكان الأقرب المحتمل أن يتم تخزين المواد بهِ. بحيث يقلل نقل مخازن المواد قدر الإمكان (لحمايتها من التلف والهدر وزيادة كلفة نقلها)			
ساحات التجميع Staging area	سهولة الوصول إليها من الرافعات وأدوات المناولة والنقل			
	يحدد مكان تنظيم النشاطات بالقرب من مكان خزن المواد وحيث سيتم تركيب المواد.			
	تحقق ساحات التخزين ومخازن الموقع للشروط المرفقة في دفتر الشروط الفنية			
مقطورات المكاتب	تتوضع المقطورات الرئيسية بالقرب من المداخل الرئيسية للمشروع، لتحديد وصول الزوار ومراقبة دخول وخروج العمال.			
	التحقق من وجود مرافق للإسعافات الأولية قريبة وسهل الوصول إليها.			
	عدم توضع المكاتب بالقرب من مستوى حركة خطاف الرافعة البرجية (إن وجدت) وبعيدة عن خطر حركة الآليات.			
	تحوي المكاتب كافة البنود المتفق عليها في دفتر الشروط الخاص بكل عقد.			
مرافق الخدمات للعمال ومناطق	وجود دورات المياه WC في مناطق سهل الوصول إليها وبعيداً عن أماكن تشغيل الآليات.			
	يحدد مكان وقوف العمال عند انتهاء عملهم بالقرب من			

وقوفهم	المدخل الرئيسي.			
المعدات والآليات	يحقق المخطط دخول آمن وغير معرقل للآليات إلى الموقع (لحمايتها من الحوادث والسرقات).			
	إزالة أي عقبات أو ممرات ضيقة قد تعيق حركة الآليات حول الموقع			
	يحدد مكان توقف المعدات بالقرب من مخازن المواد ومناطق الإنطلاق (ساحات المواد) . وبعيداً عن الأسلاك المعلقة.			
	تأمين ممرات آمنة ومناسبة لحركة الآليات والمعدات ضمن الموقع وحوله			
	تأمين منطقة إنعطاف لعربات شحن المواد			
	التحقق من سهولة وصول الرافعات للقيام بعملها			
الأمان والسلامة	يحدد مكان توضع المواد الخطرة في الموقع، لتجنب خطرها.			
	تحديد مكان توضع الإسعافات الأولية، وتوفر المعدات اللازمة للحفاظ على سلامة العاملين والعمل بشكل عام.			
أمن الموقع	وضع حواجز على مداخل المشروع			
	تسييج الموقع بسياج يمنع دخول الغرباء وللحماية من أي تخريب أو سرقة			

الجدول (4-3) قوائم تدقيق مخطط الموقع للروافع البرجية

الروافع البرجية	أسس التخطيط	تم العمل	لم يتم العمل	الملاحظات
مبادئ تخطيط موقع تركيب الروافع بشكل عام	توضع الرافعات بعيداً عن خطوط الكهرباء العالية والمرافق الأخرى			
	توضع الرافعات بعيداً عن أي أعمال حفر قائمة أو محتملة مستقبلاً.			
	عدم تداخل الروافع مع بعضها البعض (في حال وجود أكثر من رافعة لتخديم العمل).			
	أن تكون الأعمال المطلوب تنفيذها والأحمال المطلوب رفعها في متناول ذراع الرافعة حسب الأبعاد المحددة بالكتالوج الخاص الصادر من الشركة المصنعة.			
	أن يكون موقع العمل مرئياً بالكامل للقائم بتشغيل الرافعة بدون أي عوائق.			
	عند تحديد موقع تركيب الرافعة يجب دراسة إمكانية فك الرافعة بعد انتهاء العمل بها.			
عند تركيب الرافعة ثابتة	وجود ممرات كافية حول الرافعة تسمح لها بحرية الدوران بدون عوائق وكذلك ممرات لدخول وخروج المعدات بالموقع المقامة فيه الرافعة لإمكان فكها ونقلها بعد انتهاء الأعمال أو في حالة إجراء أعمال الصيانة إذا لزم الأمر.			
	توضع مكان التركيب قريب جداً من المنشأ وعلى مسافة تسمح بربطه بهِ مع مراعاة قدرة ذراع الرافعة على تغطية موقع العمل. وتخديم أكبر عدد ممكن من الأعمال المطلوبة منها.			
رافعة متحركة على قضبان	إستواء الأرض التي سوف تتحرك عليها الرافعة وخلوها من أي عوائق. وتساوي منسوبي قضيبي السكة.			

الفصل الخامس
«نموذج تقييم المخططات المقترحة»

5-1 مقدمة:

يشرح هذا الفصل فكرة نموذج التقييم المقترح في بحثنا، الذي يساعد مُتخذ القرار في اختيار المخطط الأفضل للموقع من ضمن عدة مقترحات للتخطيط. وبالاعتماد على منهجية التخطيط الديناميكي لموقع التشييد تم تقسيم المشروع لعدة مراحل تخطيط متتالية، وتتمثل المرحلة بالفترة الزمنية التي لا يحدث فيها تغيير في تواجد أو توضع أو توجيه المرافق المؤقتة ضمن الموقع. وبذلك يساعد النموذج المُخطِط في اتخاذ قرار لتحديد المُخطَط المقترح الأفضل لكل مرحلة من مراحل التخطيط. ويعتبر هذا النموذج ملائم للمساعدة في تعديل الخطة عند أي تغيرات طارئة في موقع العمل. تم العمل في بيئة

5-2 صياغة النموذج:

تم توضيح كيفية صياغة النموذج من خلال عرض المفاهيم الأساسية ومتغيرات القرار وتابع الهدف الذي يحقق أقل قيمة لمجموع كلفة التجوال بين المرافق في المرحلة المدروسة وكلفة انتقال المرافق من مرحلة لأخرى. وتوضيح قيود التخطيط التي يجب التقيد بها عند تخطيط موقع التشييد.

5-2-1 المفاهيم الأساسية:

- **المرحلة:** هي الإطار الزمني الذي لا يحدث خلاله أي تغيير في توضع أو وجود المرافق ضمنه. وتدعى في أغلب المراجع السابقة PTF (إطار الوقت الأساسي Primary Time Frames)، وتم ترميزها في هذا البحث t.
- **مؤشر تقييم الحل الأفضل:** هو عبارة عن تابع يتضمن كلفة التجوال بين المرافق في نفس المرحلة Transportation Cost (TC)، وكلفة انتقال المرفق أو تغيير اتجاهه من مرحلة للمرحلة التالية Relocation Cost (RC) . سندعو المؤشر LayoutCost.

$$\text{LayoutCost}^t = \text{Transportation Cost (TC)} + \text{Relocation Cost (RC)}$$

- **الحل الأفضل:** هو الحل الذي يحقق أقل قيمة لمؤشر التقييم، ويلتزم بأسس التخطيط المقترحة الموضحة في الفصل السابق.

5-2-2 متغيرات القرار:

إن متغيرات القرار في النموذج المقترح هي توضع المرافق المؤقتة واتجاهها. حيث يتم تقسيم الموقع من قبل المُخطِط لشبكة من الخلايا لسهولة تعيين توضع المرافق ضمن الموقع، وتحديد أماكن الأبنية الدائمة والعقبات والمناطق غير القابلة للاستعمال من قبل المخطط على الشبكة.

5-2-3 تابع الهدف:

يتلخص تابع الهدف بالمعادلة (5-1) التالية:

معادلة (5-1) **LayoutCost = min (TC + RC)**

حيث أن مكونات تابع الهدف موضحة فيما يلي.

5-2-3-1 كلفة الانتقال (RC):

تحسب هذه الكلفة لكل المرافق المؤقتة القابلة للتحريك التي تحقق أحد الشرطين التاليين:

1- تغير اتجاهها $\theta_m^t \neq \theta_m^{t-1}$ ويبقى موقعها نفسه.

2- تغير مكان توضعها السابق بغض النظر عن اتجاهها الجديد.

يتألف مؤشر تقييم كلفة الانتقال من:

- الكلفة الثابتة FRCm (Fixed Relocation cost) يتم إدخالها من قبل المُخطِط. تُعبر هذه الكلفة عن كلفة فك وتركيب المرفق المؤقت، وقد تعبر عن كلفة تعطل العمل بانتظار الانتهاء من عملية تغيير مكان توضع المرفق على الموقع أو تغيير اتجاه المرفق.
- والكلفة المتغيرة VRCm (Variable Relocation Cost) تتغير بتغيير مسافة الانتقال.

وتعطى كلفة الانتقال بالعلاقة التالية:

المعادلة (5-2)

$$RC = \sum_{t=2}^{N} \sum_{m=1}^{Mt} RC_m^{t(t-1)}$$

حيث أن:

المعادلة (5-3)

$$RC_m^{t(t-1)} = E_m * (FRC_m + VRC_m * D_{mm})$$

حيث:

E_m معامل وجود المرافق المتحركة m

$E_m = 1$ إذا كان المرفق المؤقت القابل للحركة m موجوداً مسبقاً.

و $E_m = 0$ إذا كان المرفق المؤقت القابل للحركة m جديد في هذه المرحلة.

VRCm (Variable Relocation Cost): المكون المتغير لكلفة الانتقال واحدته (واحدة الكلفة / واحدة المسافة). ويتم حسابه بِجداء وزن الانتقال للمرفق المدروس (الذي يتم ادخاله من قبل المُخطِط) بمسافة انتقال المرفق من مكان توضعه في المرحلة السابقة لمكانه الجديد في المرحلة المدروسة.

FRCm (Fixed Relocation cost): المكون الثابت لكلفة الانتقال (واحدة كلفة).

Dmm: مسافة الانتقال.

Mt: عدد المرافق القابلة للحركة التي غيرت مكانها في المرحلة المدروسة.

N: عدد مراحل التخطيط.

وتكون قيمة كلفة الانتقال في المرحلة المدروسة معدومة $RC_m^{t(t-1)} = 0$ عندما:

1- تكون المرافق المؤقتة المتحركة جديدة في المرحلة المدروسة (لم تكن موجودة في المرحلة السابقة).

2- لم يتغير اتجاه المرافق ولم يتغير موقعها من المرحلة السابقة:

$$\theta_m^t = \theta_m^{t-1} \text{ and } D_{mm} = 0$$

5-2-3-2 كلفة التجوال TC:

المعادلة (4-5)

$$TC = \sum_{t=1}^{N} \sum_{i=1}^{Z-1} \sum_{j=i+1}^{Z} TC_{R_{ij}}^t$$

$$TC_{R_{ij}}^t = W_{ij}^t * D_{ij}^t * (T * dt)$$

حيث أن:

Z: عدد المرافق الكلي في المرحلة المدروسة.

D_{ij}^t: طول مسار الحركة بين المرفقين i,j (وحدة مسافة).

T: مدة المرحلة الحالية (اليوم).

dt : معدل التجوال بين المرافق خلال اليوم (مرة/ اليوم).

W_{ij}^t: وزن القرب، وهو يعبر عن علاقة القرب المطلوبة بين المرافق الموجودة على المخطط. ويتم إدخالها من قبل المخطط وبالإسلوب الذي يختاره واحدته (واحدة الكلفة/ واحدة المسافة).

مع العلم أن أوزان القرب أُعطيت خلال الدراسات السابقة وفق القيم التالية:

- إما بشكل نسبة من 100 يختارها المخطط وفقاً لأهمية القرب بين المرافق، حيث تزداد القيمة بزيادة أهمية القرب كما في (Zouein and Tommelein 1999).
- أو بما يتوافق مع القيم الموجودة في الجدول (5-1) التالي:

الجدول (5−1): أوزان القرب للمرافق المؤقتة

(Alagarsamy, 2012; Osman and Georgy, 2005; Osman *et al.*, 2003)

علاقة القرب المطلوبة بين المرافق	وزن القرب
Absolutely necessary (A) ضروري جدا	**81**
specially important (E) أهمية خاصة	**37**
Important (I) مهم	**9**
Ordinary closeness (O) قرب عادي	**3**
Unimportant (U) غير مهم	**1**
Undesirable (X) غير مرغوب	**0**

حيث يُعبَر عن العلاقة المطلوبة بين المرافق وفق الجدول بـ:

A: عندما يكون القرب ضروري جداً بين المرفقين المؤقتين، E: للقرب بين المرافق أهمية خاصة، I: القرب بين المرافق مهم، O: القرب عادي، U: القرب بين المرفقين غير مهم، X: القرب غير مرغوب.

- ❖ أو تُؤخذ قيم أوزان القرب كما يتوافق مع الجدول (5−2):

الجدول (5−2) قيم أوزان القرب (Patil & Joshi, 2013; Elbeltagi & Hegazy, 1999)

علاقة القرب المطلوبة بين المرافق	وزن القرب
Absolutely necessary (A) ضروري جدا	$6^5 = 7.776$
specially important (E) أهمية خاصة	$6^4 = 1.296$
Important (I) مهم	$6^3 = 216$
Ordinary closeness (O) قرب عادي	$6^2 = 36$
Unimportant (U) غير مهم	$6^1 = 6$
Undesirable (X) غير مرغوب	$6^0 = 1$

يُترك للمستخدم حرية إختيار الطريقة التي يراها مناسبة للتعبير عن قيم أوزان القرب بين المرافق في النموذج المقترح.

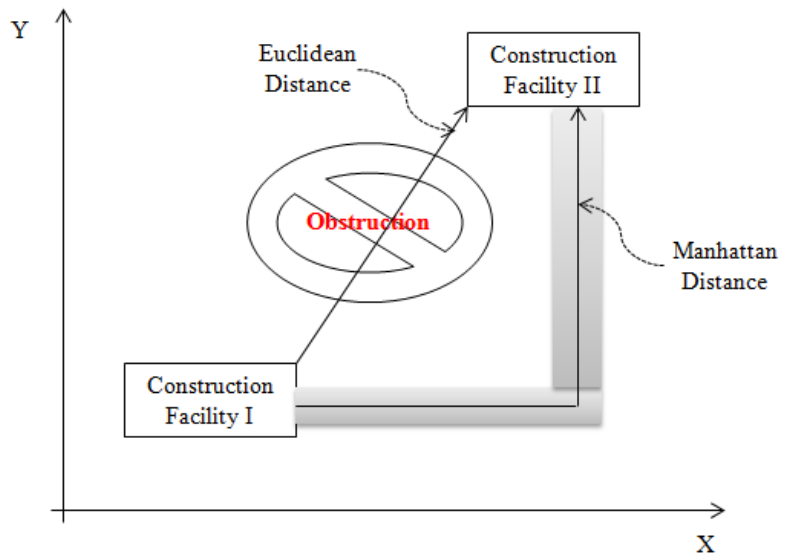
إن العوامل T و dt و W_{ij}^{t} بيانات يتم إدخالها من قبل المستخدم لمرة واحدة فقط لكل مرحلة من مراحل التخطيط. أما العامل D_{ij}^{t} يختلف بحسب المُخطَط المقترح من قبل المُخطِط، ويمكن أن يختار المُخطِط الطريقة التي يجدها مناسبة لحساب هذه المسافة بحيث تكون القيمة أقرب ما يمكن للواقع المدروس.

مع العلم أن الأبحاث السابقة التي بحثت في حل مشكلة تخطيط موقع التشييد، استخدمت غالباً إحدى طريقتي إيجاد المسافة بين نقطتين:

طريقة إقليدس Euclidean: التي تعتمد على نظرية فيثاغورث لحساب المسافة. وهي طريقة قد تكون غير عملية بسبب وجود العقبات أو المرافق الأخرى أو الأبنية الدائمة على الطريق المباشر بين المرفقين. يُمكن لمُستخدم النموذج اختيار هذه الطريقة لحساب المسافة بين المرفقين المؤقتين، عندما تكون الطريقة ملائمة وقريبة من واقع المسافة المدروسة.

طريقة مانهاتن Manhattan: حساب المسافة ين نقطين بحساب مجموع القيم المطلقة لفروق إحداثيي النقطتين، تُعتبر الطريقة أكثر واقعية في حساب المسافة بين مرفقين مؤقتين بينهما بعض العقبات التي تمنع استخدام طريقة إقليدس.

وفي الشكل (5-1) يظهر الفرق بين الطريقتين في قياس المسافة.



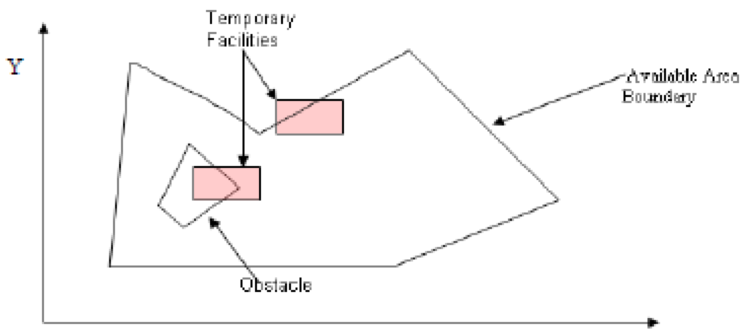
الشكل (5-1) طرق قياس البعد بين المرافق المؤقتة (Alagarsamy, 2012).

في نموذجنا يمكن استخدام أي طريقة، ويُفضل أن يقوم المُخطط بإدخال قيمة أقرب للواقع قدر الإمكان.

5-2-4 القيود:

يجب مراعاة قيود التخطيط التالية عند تخطيط موقع التشييد:

- **قيد التداخل:** عدم تداخل المرافق مع بعضها البعض ومع الأبنية أو العقبات.
- **قيد الحد:** يُفرض هذا القيد لضمان توضع كل المرافق ضمن حدود الموقع (Abdel-Fattah, 2013).



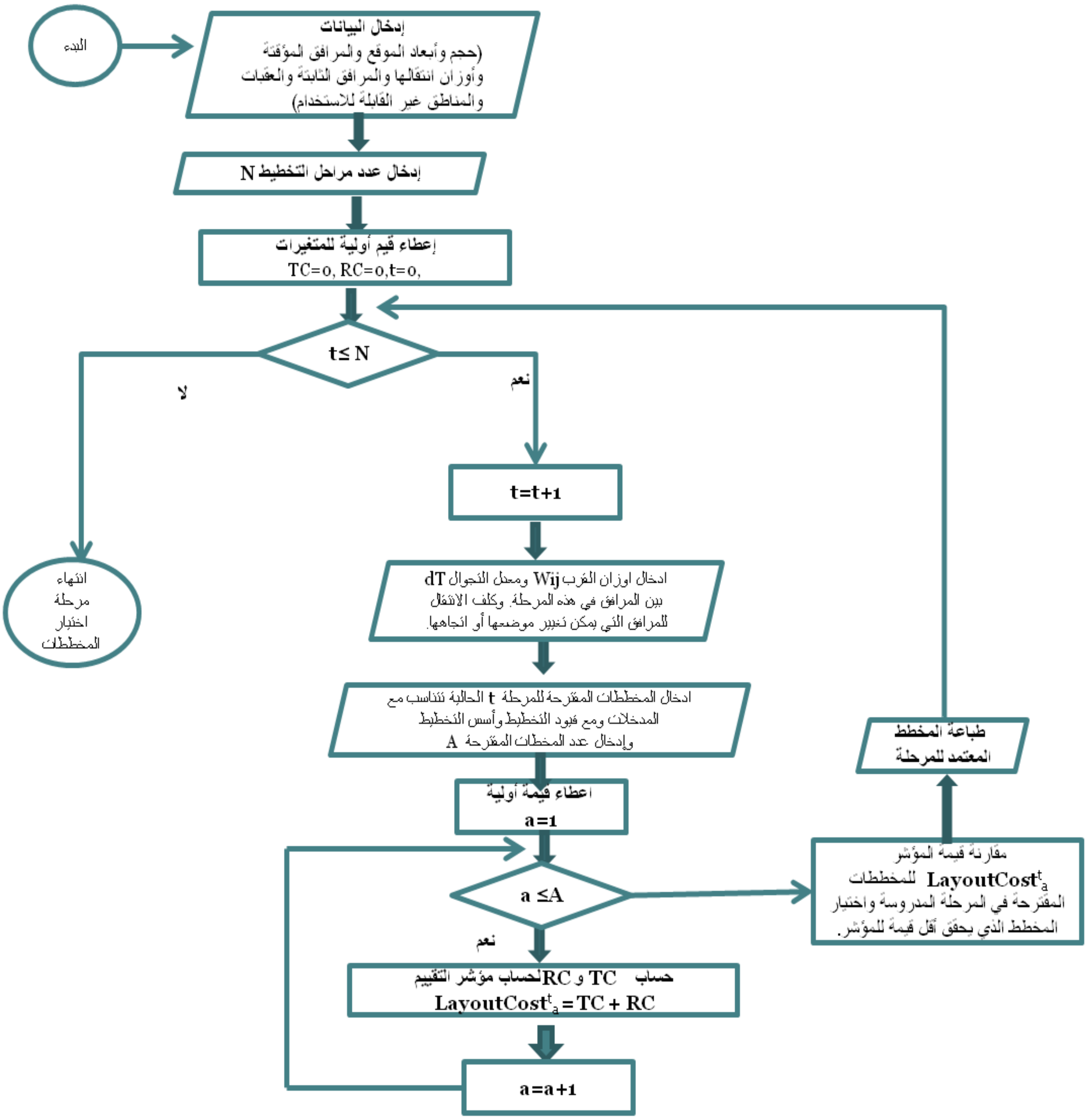
الشكل (5-2) قيود الحد والتداخل بين المرافق المؤقتة (Abdel-Fattah, 2013).

- **قيود الأمان:** مثل الالتزام بقيد المسافة الدنيا بين المبنى والموارد والمرافق أثناء التشييد لتقليل أخطار الأشياء المتساقطة. والالتزام بعدم وضع مكاتب الموقع بالقرب من مخازن المواد القابلة للاشتعال....الخ.
- **قيود تشغيلية:** قيود تخص قابلية التشغيل في الموقع مثل:

* قيد المسافة العظمى: مثل التعامل مع الرافعة البرجية، حيث يجب أن تكون الأعمال المطلوب تنفيذها والأحمال المطلوب رفعها في متناول ذراع الرافعة.
* قيد إمكانية التركيب: كما في حالة توضع الرافعة البرجية في موقع تتناسب تربته مع شروط التركيب الخاصة بالرافعة. مع مراعاة إمكانية فك الرافعة عند انتهاء عملها.
* قيود يفرضها واقع المشروع ويتفرد بها عن غيره: مثل وجود مواقع عمل متداخلة مع مقاول آخر قد يؤدي استخدامها إلى نزاعات مستقبلية.

5-2-5 الشكل النهائي للنموذج:

يبين الشكل (5-3) الإطار العام للنموذج المقترح.



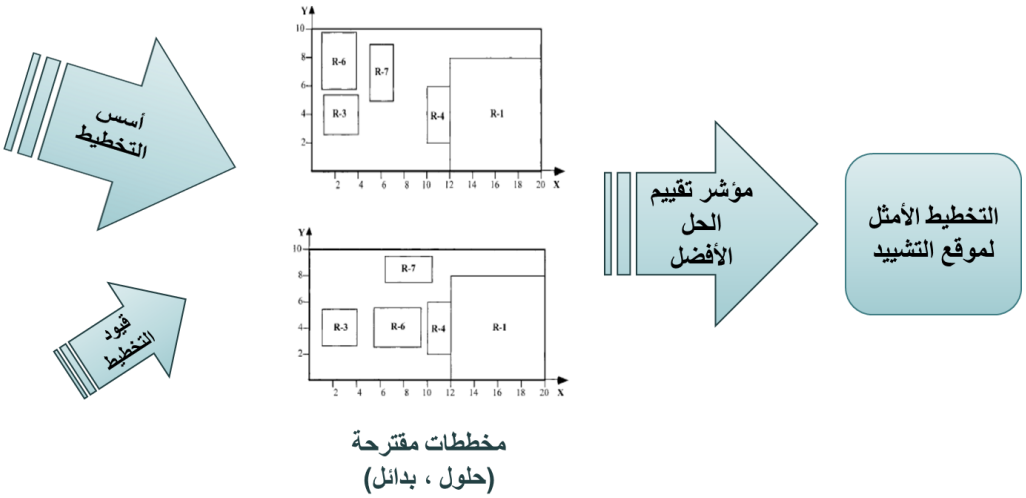
الشكل (5-3) الإطار العام للنموذج المقترح

5-3 آلية استخدام النموذج المقترح:

تم عرض أسس التخطيط في الفصل السابق، والتي لابدّ من الالتزام بها في مرحلة إيجاد الحلول للحصول على مخططات صحيحة ومقبولة. بعد اقتراح عدة مخططات مناسبة للموقع المقترح سيتم اعتماد أحد المخططات من خلال مؤشر تقييم لاختيار المخطط الأفضل، حيث أن المخطط الأمثل هو الذي يحقق أقل قيمة لمؤشر التقييم.

بالنسبة لقيود التخطيط يوجد قيود عامة متضمنة في أسس التخطيط وقيود تخطيط خاصة بكل موقع تفرضها ظروف الموقع والعمل لابدّ من الالتزام بها في مرحلة إيجاد الحلول.

يُبين الشكل (5-4) كيفية العمل وفق النموذج المقترح، من خلال اقتراح المخططات التي تحقق أسس التخطيط وقيود التخطيط. ومن ثم يتم تقييم المخططات المقترحة من خلال حساب قيمة مؤشر تقييم الحل الأفضل واختيار المخطط الأمثل الذي يُعطي أدنى قيمة للمؤشر.



الشكل (5-4) كيفية العمل وفق النموذج المقترح.

وسيتم توضيح طريقة استخدام نموذج التقييم من خلال مثالين. حيث المثال الأول يوضح بشكل مبسط كيفية تقييم مخططات كل مرحلة تم اقتراحها من قبل المخطط. وفي المثال الثاني تم تقييم حلول أعطتها الدراسات السابقة لأحد الأمثلة الافتراضية.

5-4 المثال التطبيقي (1):

تم وضع المثال الإفتراضي التالي لتوضيح كيفية استخدام البرنامج، والذي يتألف من 8 مرافق مؤقتة موضحة في الشكل (5-6). وفيما يلي توضيح لكيفية استخدام النموذج المقترح لتقييم الحلول المقترحة. في الشكل (5-5) الواجهة الرئيسية للبرنامج:

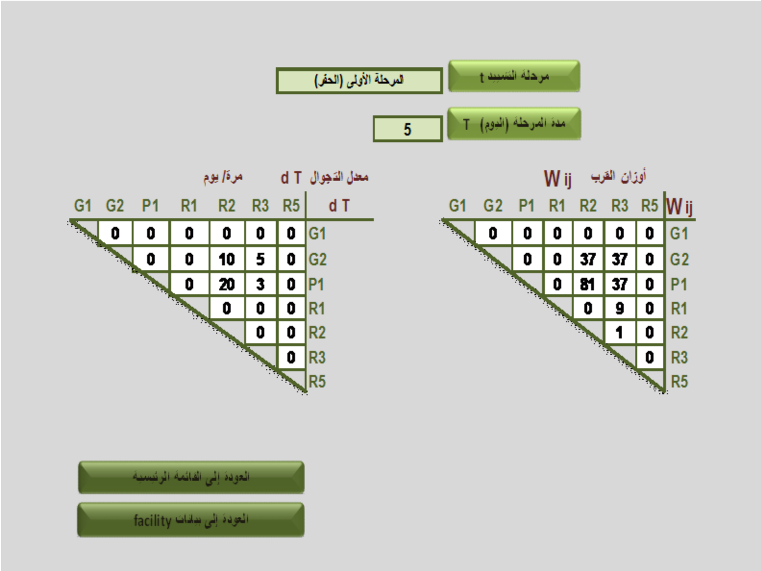
الشكل (5-5) إدخال البيانات ضمن الواجهة الرئيسية

facility	الوصف	النوع	الأبعاد (UNIT) Lx	Ly	وزن الانتقل (وحدة كلفة/ واحدة الطول)	الموقع الثابت X	Y	θ	مرحلة توضعه على الموقع: المرحلة الأولى (٥ أيام)	المرحلة الثانية (شهر ٣٠ يوم)	شروط خاصة بالتخطيط
G1	مدخل رئيسي	FIXED	0	1	0	0	7	90			
G2	مدخل فرعي للعربات	Stationary	0	2	0	10	5	90			
P1	ساحة العمل	Stationary	4	4	0	1	1	0			
R1	مكاتب الموقع	Stationary	1	2	0	1	6	0			
R2	ساحة تجميع الحفريات	moveable	4	1	50						
R3	ساحة التخزين	moveable	2	2	75						
R4	ساحة التصنيع	moveable	1	2	75						
R5	مخزن مواد خطرة (قابلة للاشتعال)	moveable	1	1	100						يبعد على الأقل ١UNIT عن كل المرافق. ويبعد على الأقل ٥UNIT عن مكاتب الموقع.

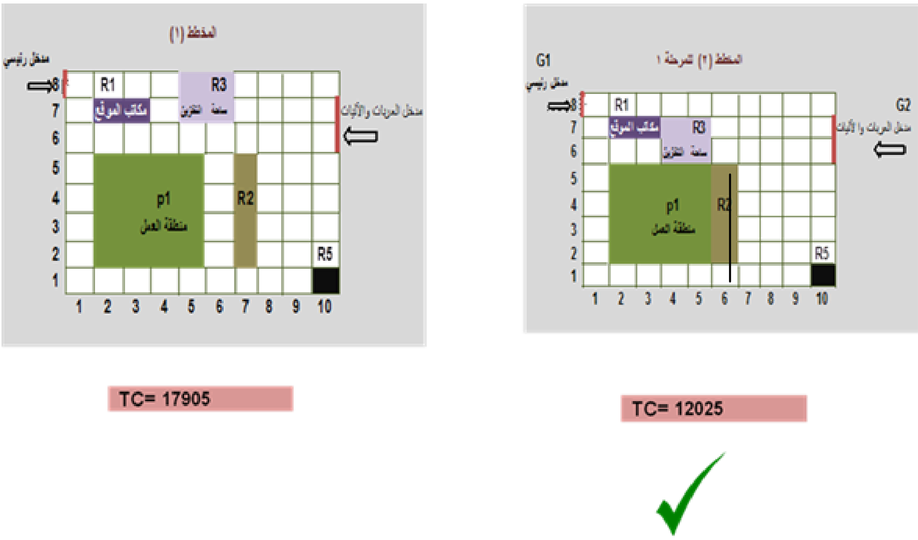
العودة إلى القائمة الرئيسية

الشكل (5-6) إدخال بيانات المرافق المؤقتة

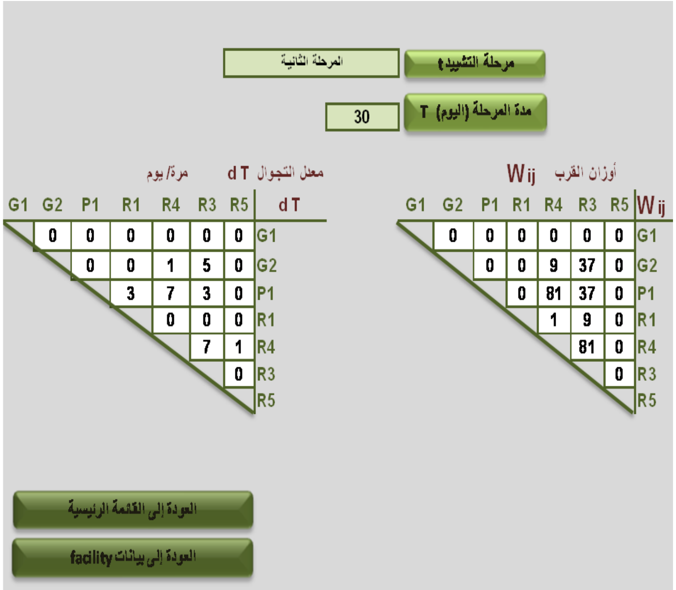
ثم يتم إدخال أوزان القرب ومعدل التجوال خلال المرحلة الأولى:



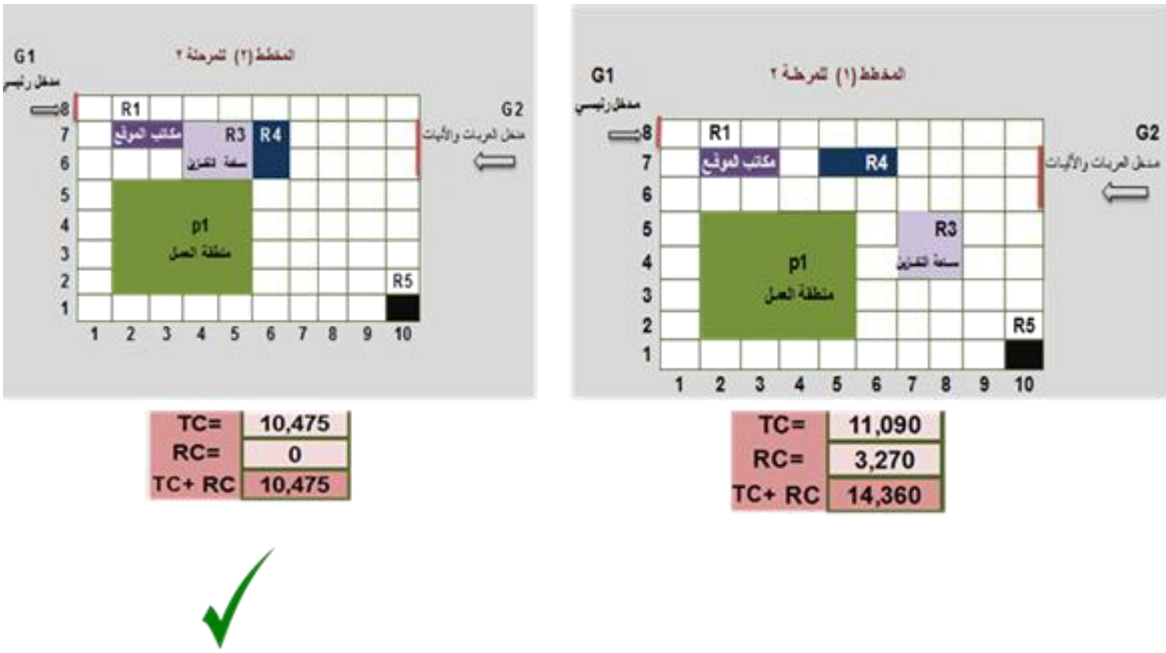
الشكل (5−7) إدخال أوزان القرب ومعدل التجوال للمرحلة الأولى



الشكل (5−8) نتيجة النموذج بالنسبة للمرحلة الأولى



الشكل (5–9) إدخال بيانات المرحلة الثانية.



الشكل (5–10) نتيجة النموذج بالنسبة للمرحلة الثانية.

5-5 المثال التطبيقي (2):

قُدمَ هذا المثال سابقاً من قبل Zouein and Tommelein (1999) لتحليل المخطط الديناميكي لموقع التشييد باستخدام طريقة حَلٍّ تزايديةٍ هجينة، وتم اقتراح الحلول المبينة في الشكل (5–16). كما تم حُلَ المثال نفسه من قبل Said Hisham (2010) الذي قدم نموذجين لحل المثال بالاعتماد على التخطيط الديناميكي للموقع Dynamic Site Layout Planning (DSLP) وهما:

- نموذج الخوارزميات الوراثية Genetic Algorithms (DSLP-GA): نموذج تحقيق أمثليةُ أساسهُ تطوّريُ قادر على تَحسين تخطيط مخطط الموقعِ الديناميكي. هذا النموذج يستعمل تطبيق الخوارزمياتَ الوراثيةَ لتحقيق الأمثليةِ.
- نموذج البرمجة الديناميكية التقريبية Approximate Dynamic Programming (ADP): استعمل هذا النموذج البرمجة الديناميكية التقريبية لحل مشكلةَ تخطيط مخطط الموقع المتعددة الأبعاد، التي تَتطلّبُ تحقيق أمثلية قراراتِ تخطيطِ الموقعِ للمرافق المتعدّدةِ في المراحلِ المتعاقبةِ.

في كلا البحثين يتم حل المثال بتوليد مخططات للموقع، أما النموذج المقدم في هذا البحث يقوم بتقييم المخططات المقترحة من قبل المخطط. لذلك سيتم تقييم المخططات التي قدمها البحثين السابقين لاختيار المخطط الأمثل بينهم.

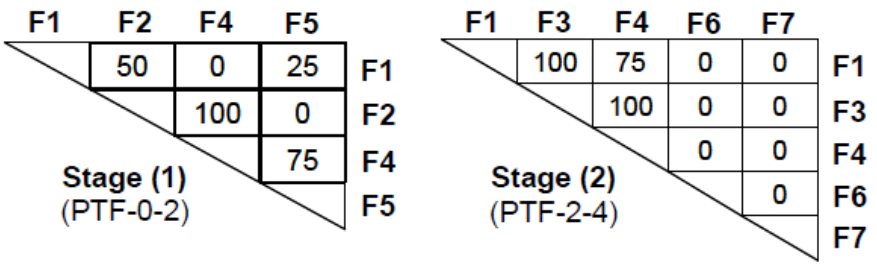
يتألف المثال من مشروع افتراضي مدته 4 أيام وحجم موقعه 20×10units، وقسمت مدة المشروع لمرحلتين أساسيتين. يبين الجدول (5-3) البيانات الخاصة بمرافق موقع المشروع.

الجدول (5-3) مرافق المشروع (Zouein & Tommelein, 1999)

Facility	Dimension Lx x Ly	Time on Site	Relocation Cost	Fixed Positions (x, y, orient)
F1*	8 x 8	0 → 4	75	-
F2	2 x 1	0 → 2	0	(16, 8.5, 0)
F3*	2.8 x 2.8	2 → 4	50	-
F4	4 x 2	0 → 4	75	-
F5	4 x 2	0 → 2	0	(11, 6, 90)
F6	4 x 3	2 → 4	75	-
F7	4 x 2	2 → 4	50	-

* There is a min distance constraint in the X-direction of 8 units between facilities F3 and F1

ويبين الشكل (5-11) أوزان القرب للمرافق المؤقتة في كل مرحلة كما في البحثين المذكورين سابقاً.



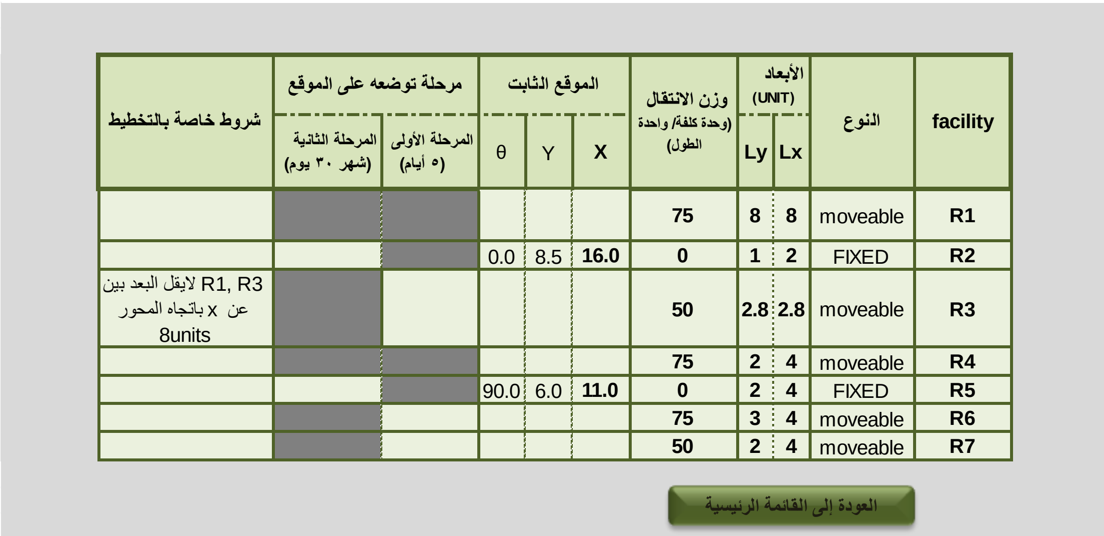
الشكل (5-11) أوزان القرب للمرافق المؤقتة (Zouein & Tommelein, 1999)

فيما يلي شرح لكيفية تقييم المخططات المقترحة في كل بحث بالاعتماد على النموذج المقترح:

يتم إدخال البيانات الأساسية في البداية كما موضح في الشكل (5-12).

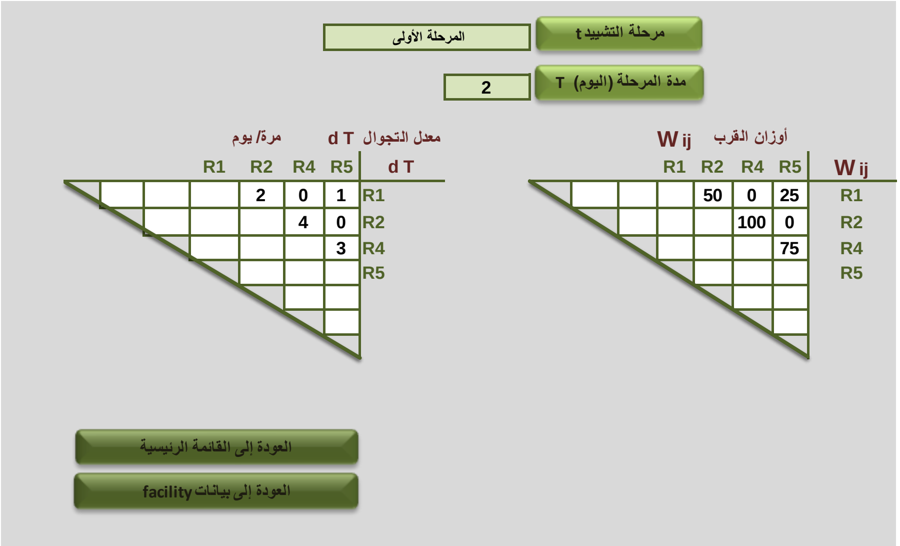
الشكل (5-12) الواجهة الرئيسة لإدخال البيانات.

يبين الشكل (5-13) كيفية إدخال بيانات المرافق المؤقتة وأي قيود تخطيط خاصة بالمشروع.

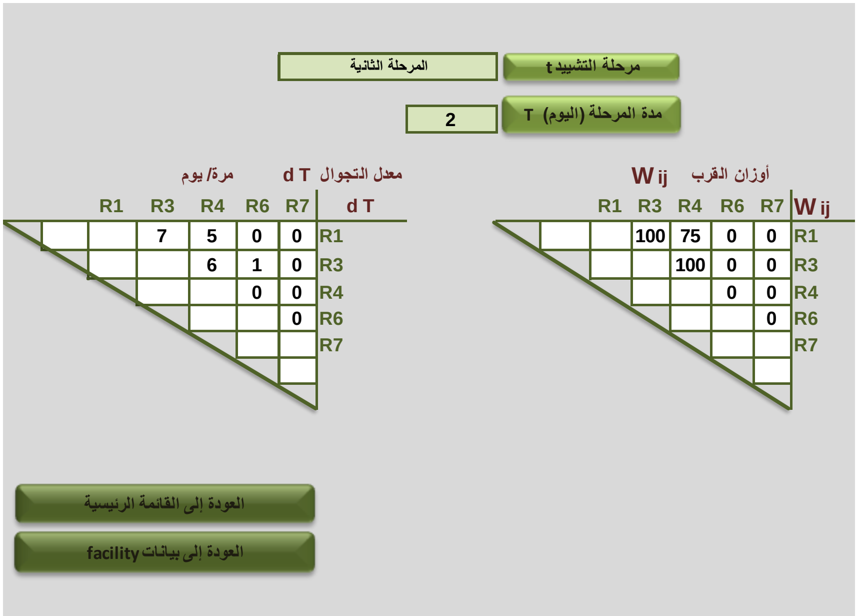


facility	النوع	الأبعاد (UNIT)		وزن الانتقال (وحدة كلفة/ واحدة الطول)	الموقع الثابت			مرحلة توضعه على الموقع		شروط خاصة بالتخطيط
		Lx	Ly		X	Y	θ	المرحلة الأولى (٥ أيام)	المرحلة الثانية (شهر ٣٠ يوم)	
R1	moveable	8	8	75						
R2	FIXED	2	1	0	16.0	8.5	0.0			
R3	moveable	2.8	2.8	50						R1, R3 لايقل البعد بين عن x باتجاه المحور 8units
R4	moveable	4	2	75						
R5	FIXED	4	2	0	11.0	6.0	90.0			
R6	moveable	4	3	75						
R7	moveable	4	2	50						

الشكل (5-13) إدخال المرافق الخاصة بالمشروع.



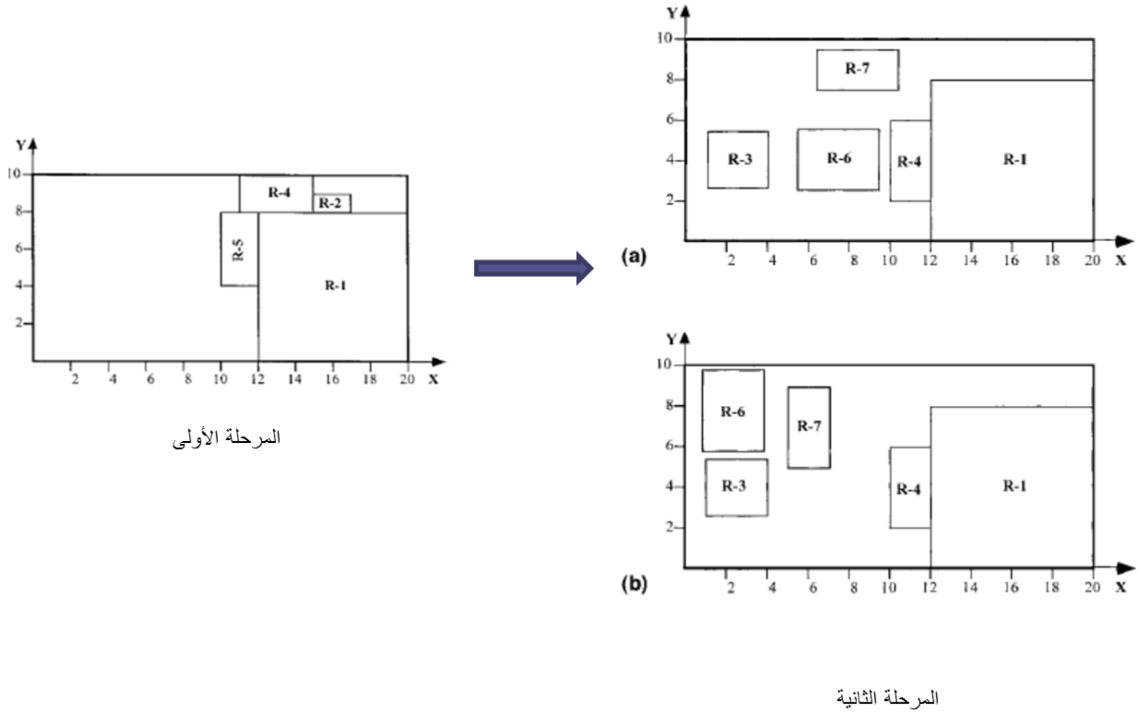
الشكل (5-14) إدخال بيانات المرحلة الأولى من مراحل التخطيط



الشكل (5-15) إدخال بيانات المرحلة الثانية من مراحل التخطيط

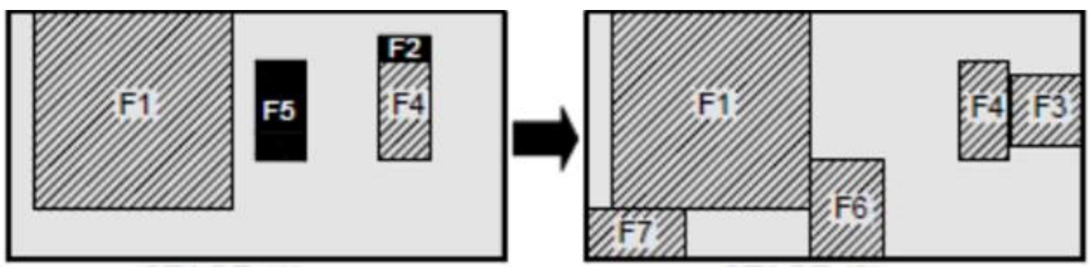
5-5-1- تقييم المخططات المقدمة من قبل Zouein and Tommelein (1999):

قدم هذا النموذج مخطط للمرحلة الأولى ومخططين للمرحلة الثانية وهما كما مبينان فيما يلي:

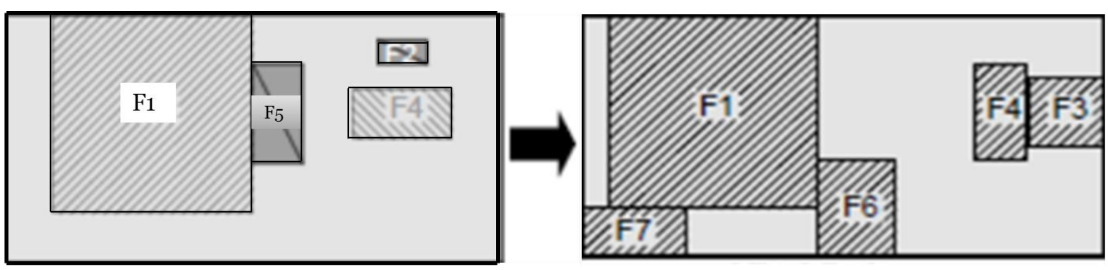


الشكل (5–16) المخططات المقترحة من قبل Zouein and Tommelein (1999)

5–5–2 **المخططات المقترحة من قبل (2010) Said Hisham:**



الشكل (5–17) المخطط المقترح وفق نموذج البرمجة الديناميكية التقريبية (Hisham, 2010)



الشكل (5–18) المخطط المقترح وفق نموذج الخوارزميات الوراثية (Hisham, 2010)

5–5–3 نتائج أداة التقييم:

في الجدول (5-4) نوضح مقارنة بين نتائج تقييم المخططات المقترحة في الدراستين السابقتين.

الجدول (5-4) نتائج تقييم المخططات المقترحة

تاريخ المرجع (الطريقة)		مرحلة 1	مرحلة 2	المجموع
1999		6,250	33,995	40,245
2010	DSLP-ADP	6,935	29,840	36,775
	DSLP-GA	6,795	30,840	37,635

5-5-4 تحليل النتائج:

من خلال أداة التقييم المقترحة يمكن اختيار المخططات التي تعطينا قيمة المؤشر الأقل. وهي هنا مخططات DSLP-ADP.

إن قيمة المؤشر تختلف باختلاف عدد مراحل التخطيط، فمن خلال هذا المثال تبين أن مخططات DSLP-ADP هنا أعطت مخططات أكثر أمثلية من مخططات DSLP-GA. لكن هذا ضمن مرحلتي تخطيط فقط أي لو تم دراسة المخططات لكامل المشروع وكل المراحل قد تكون النتيجة مختلفة.

وهذا يظهر في الجدول السابق، حيث أن نتائج المرحلة الأولى للتخطيط غير كافية لتقييم المخططات لأن النتيجة تختلف في المراحل اللاحقة. ولذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار أن **تخطيط كل مرحلة يعتمد على المرحلة السابقة ويؤثر في المرحلة اللاحقة. ولذلك من المهم التخطيط لموقع التشييد وضرورة التخطيط المسبق ومتابعة تحديث الخطة بما يتناسب مع واقع العمل.**

5-6 مقارنة النموذج بالنماذج الأخرى السابقة

يختلف هذا النموذج عن النماذج المقدمة في الأبحاث المرجعية السابقة بمايلي:

- إن النماذج السابقة تعمل على توليد مخططات لتخطيط الموقع. أما النموذج المقترح في هذا البحث يُقيم مخططات موضوعة من قبل المُستخدم، ليساعد في اتخاذ قرار اختيار المخطط الأفضل. باعتبار أن هذه الطريقة تُخدم الوضع الحالي لمشاريع المؤسسة، حيث يوجد الكثير من الاقتراحات من قبل المقاول والمالك وفي أغلب الأحيان يوجد عدة مقاولين على نفس الموقع، مما يزيد من مقترحات التخطيط.

- إن فكرة معدل التجوال dt بين المرافق في حساب كلفة التجوال، فكرة جديدة مقترحة لجعل النموذج أكثر دقة وأقرب للواقع.
- تم حساب المسافة في الأبحاث السابقة من قبل النماذج المقدمة بطريقتين، إما باستخدام طريقة إقليدس أو طريقة مانهاتن. أما في النموذج المقترح يُمكن إدخال قيمة البعد بين المرافق بشكل أقرب للواقع من خلال اختيار المُخطط للطريقة الأنسب للقياس وإدخال القيمة بواقعية أكبر.
- إن تابع الهدف يشمل عدة أهداف ضمنية، وليس فقط الحصول على أقل كلفة للتخطيط. بل إنه يحقق كافة أسس التخطيط وقيود التخطيط، لأن المُخطَط لا يدخل مرحلة التقييم ما لم يحقق أسس التخطيط وقيود الأمن والسلامة والقيود الخاصة بكل مشروع. ويُمكن للمُخطِط من خلال إدخال البيانات إعطاء قيم تتلاءم مع أهداف يريد الحصول عليها ومن الصعب التعبير عنها بشكل قياسي في تابع الهدف.

الفصل السادس
«نتائج وتوصيات»

6-1 تقييّم الإجراءات الحالية المُتبعة في القطاع العام لإدارة الموقع:

شخص هذا البحث واقع إدارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام في سورية بشكل عام ومشاريع المؤسسة العامة للإسكان بشكل خاص، عن طريق الإطلاع على واقع المشكلة ومعوقات عدم تطبيقها بالشكل الأمثل. حيث تبين أن:

- **خلال مرحلة المناقصة والتعاقد:**

لايوجد ما يُلزم المقاول بتقديم خطة لإدارة الموقع بشكل مثالي، ولايوجد ما يلزمه بتنفيذ الخطة والتقيد بها.

- **خلال مرحلة التنفيذ:**

إن عملية إدارة الموقع في المشروع عموماً لا تتم بشكل أمثل ومُطابق لما هو مُتفق عليه في أغلب الدراسات المرجعية وما هو موجود ضمن بعض بنود دفاتر الشروط. بالإضافة لوجود معوقات تمنع التطبيق الأمثل لها.

وتتلخص هذه المعوقات بمايلي:

- ضعف التواصل والتنسيق بين جهاز الإشراف والمقاول.
- عدم وجود الخطة الواضحة التي تسمح بتسيير العمل وتنسيقه بشكل صحيح على الموقع، والتي تساعد على تخفيف حدوث المشاكل والحدّ من تضارب مساحات العمل بين المقاولين المختلفين.
- قلة توفر الكادر المؤهل بشكل مثالي لتطبيق العمل الصحيح.

6-2 النتائج:

- يؤثر عدم تطبيق تخطيط الموقع بالشكل الصحيح على وقت وكلفة وأمن وسلامة الموقع، ممايترتب عليه حدوث تأخر في المشروع والتأثير على معدل الانتاج وزيادة الكلفة الكلية للمشروع.
- إن عدم وجود أسس التخطيط التي تضبط مرحلة إعداد الخطة من أحد مشاكل تخطيط الموقع، والتي تم حلها في هذا البحث.

- ❖ إن التخطيط الديناميكي لموقع التشييد أكثر ملائمة لمشاريع التشييد في القطاع العام بشكل عام وفي المؤسسة العامة للإسكان بشكل خاص. وإن كل تخطيط لمرحلة من مراحل التخطيط الديناميكي لموقع التشيد تؤثر على المراحل اللاحقة وتتأثر بالمراحل السابقة.
- ❖ باستخدام النموذج المقترح يمكن حل مشكلة وجود أكثر من مخطط مقترح من قبل المقاولين المختلفين والمالك، والمساعدة باتخاذ القرار واختيار المخطط الأفضل الذي يُحقق الفائدة المرجوة لكافة الأطراف.

6-3 التوصيات والمقترحات:

- ❖ إن إدارة خطة الموقع مشكلة صعبة الحل يدوياً أو بالاعتماد على الخبرة الشخصية فقط. لابدّ من إعطاء هذا الموضوع أهمية أكبر في مجال التعليم في الجامعات والتأهيل في العمل، بالإضافة لأهمية الاعتماد على النماذج الحاسوبية التي تساعد في اتخاذ القرار بشكل أسرع وأفضل.
- ❖ أهمية التوجه نحو تطبيق التخطيط الديناميكي لموقع التشييد في قطاعنا العام، والعمل على التخطيط المسبق لكافة مراحل العمل ضمن موقع التشييد قبل البدء بمرحلة التنفيذ.
- ❖ أن أي خطة في مجال صناعة التشييد تحتاج إلى متابعة وتدقيق أثناء سير العمل. لذلك لابدّ من متابعة كل الظروف الطارئة وتحديث الخطة بما يتوافق مع ظروف العمل. بالإضافة إلى أهمية توثيق أخطاء التخطيط التي تظهر أثناء سير العمل، وكيفية حلها لتجنبها لاحقاً أثناء عملية التخطيط لمواقع المشاريع المستقبلية.
- ❖ ضعف التعاون والتواصل بين شركات القطاع العام والمقاول هو أحد أهم أسباب تأخر كفاءة العمل وعدم تحقيق الإدارة الصحيحة لموقع التشييد والتأخر في مشاريع القطاع العام. فلابد من العمل كفريق واحد في اتخاذ قرار التخطيط وحل النزاعات والمشاكل في الموقع.
- ❖ أهمية العمل على تحديث القوانين بما يخدم التطور في مجالات التشييد. وتطوير أسلوب العمل في القطاع العام في سورية.

قدم البحث بعض المقترحات والتوصيات اللازمة لتحسين واقع العمل في إدارة موقع التشييد. وتتلخص بمايلي:

❖ **من وجهة نظر المالك:**

➢ **خلال مرحلة وضع خطة الإعلان:**

أثناء وضع خطة الإعلان يجب العمل على توزيع المباني والأبراج والأعمال ضمن مساحات تسمح للمقاول بوضع خطة ملائمة فيما بعد للعمل عليها وتجنب الخلافات على الفراغ مسبقاً بين المقاولين قدر الإمكان. لذلك يجب أن يكون هناك تصور مستقبلي للفراغ المطلوب لتلبية احتياجات العمل للمقاول.

➢ **مرحلة تأهيل المقاولين:**

يوصي البحث في مرحلة تأهيل المقاولين بتقييم أسلوب المقاول في تخطيط موقع التشييد المتبع في مشاريعه السابقة . وكيفية حله لمشاكل تخطيط الموقع أثناء العمل.

➢ **خلال مرحلة المناقصة:**

يوصى بإضافة مخطط إدارة الموقع للمخططات المطلوبة من المقاول في هذه المرحلة. وتقييم الخطة من قبل المالك باعتماد أسس التقييم. لإدخاله ضمن العلامة الفنية للعرض المقدم، وبنسبة يقترحها المالك وتُعتمد لكافة العروض .

➢ **خلال مرحلة التنفيذ:**

متابعة تنفيذ الخطة. ومشاركة المقاول حل المشاكل واتخاذ القرار في أي تعديل طارئ لتوضع المرافق في الموقع بما يعود بالفائدة على كافة أطراف المشروع.

❖ **من وجهة نظر المقاول:**

➢ **مرحلة التخطيط المسبق للمشروع:**

- الاتجاه نحو تخطيط موقع المشروع باستخدام التخطيط الديناميكي الذي يدرس توضع المنشآت المؤقتة خلال مدة المشروع. ووضع عدة مخططات تتناسب مع المراحل المختلفة لاستخدامات هذه المرافق وتغطي كامل المشروع.
- الاعتماد على النماذج والبرامج الجاهزة لتخطيط الموقع للمساعدة في اتخاذ القرار.

➢ **خلال مرحلة التنفيذ:**

متابعة سير الخطة، وتحديثها بما يتلاءم مع الظروف الطارئة أثناء العمل. وإدخال الأشراف في عملية حل المشاكل على الفراغ في الموقع مع المقاولين الآخرين على نفس الموقع.

6-4 التوصيات للدراسات المستقبلية:

يُوصى بإجراء أبحاث مستقبلية عن:

1- دراسة مماثلة لبناء نموذج باستخدام الخوارزميات الجينية وباعتماد أدوات التخطيط الهندسية مثل الـ BIM. حيث قدم هذا البحث نموذج لتقييم مخططات مقترحة من قبل المستخدم، ويمكن تطويره من خلال الخوارزميات الجينية لتوليد حلول أمثلية، وتقييمها بأسلوب مماثل للنموذج المقترح ضمن البحث.

2- دراسات مشابهة تختص بالمواقع الضيقة سواء في القطاع العام أو الخاص.

3- دراسة معمقة في أسلوب تسوية وإدارة النزاعات على الفراغ في مواقع التشييد بين مقاولي التشييد (رئيسيين وثانويين).

4- دراسة معمقة في إدارة خزن المواد في مواقع التشييد بدءاً من مرحلة التخطيط الأولي حتى انتهاء العمل في المشروع.

5- دراسة معمقة في إدارة نفايات مواقع التشييد في مشاريع القطاع العام. والعمل على إدارتها وإعادة استخدامها بما يتناسب مع الحاجة لها.

6- دراسة معمقة عن إدارة توزيع العمالة ضمن مواقع التشييد والمعوقات التي تواجه تطبيقها.

«المراجع»

- Abdel-Fattah, A. (2013). "Dynamic Site Layout Planning Model." A thesis submitted to the Faculty of Graduate studies in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, department of Civil Engineering, Calgary, Alberta.
- Alagarsamy, K. (2012). "Consiteplan– A Multi-Objective Construction Site Utilization Planning Tool." A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science, Auburn University, Alabama.
- AISC. (1999). *Construction Management of Steel Construction*. American Institute of Steel Construction, Chicago.
- Bansal, V. K. (2007). Potential of GIS to Find Solutions to Space Related Problems in Construction Industry, World Academy of Science, Engineering and Technology, 32, PP. 307-310.
- Cheng, M. Y., and O'Connor, J. T. (1996). "Arcsite - Enhanced GIS for construction site layout." *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 122, no.4, pp. 329-336.
- Elbeltagi, E., and Hegazy, T. (2002). "Incorporating safety into construction site management" First International Conference on Construction in the 21st Century (CITC2002) “Challenges and Opportunities in Management and Technology” 25-26 April, 2002, Miami, Florida, USA.
- Elbeltagi, E., Hegazy, T., Hosnym A., and Eldosouky, A. (2001). "Schedule-dependent evolution of site layout planning" *Construction Management and Economics*, 19, PP. 689–697.
- Elbeltagi, E. and Hegazy, T. (1999). "EvoSite: Evolution-based model for Site layout planning." *Journal of computing in civil engineering*, JULY 1999, 13, PP. 198-206.
- Elbeltagi, E. (2014). **Construction Site Layout Planning: Identifying, Sizing and Locating Temporary Facilities on Construction Sites**, LAP Lambert Academic Publishing, 196.
- Georgy, M., and Basily, S. (2008). "Using genetic algorithms in optimizing construction material delivery schedules" *Emerald*, Vol. 8 No. 1, pp. 23-45.
- Gholizadeh, R., Amiri, G. G., and Mohebi, B. (2010). "An alternative approach to a harmony search algorithm for a construction site layout problem." *NRC Research Press*, Vol. 37, PP. 1560–1571.
- Guo, M. (2002). "Identification and Resolution of Work Space Conflicts in Building Construction" *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128, No. 4, August 1, 2002. pp. 267-295.

- Irizarry, J. and Karan, E. (2012). "Optimizing location of tower cranes on construction sites through GIS and BIM integration" *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 17, pp. 351-366. http://www.itcon.org/2012/23.
- Jo, J. and Gero, J. S. (1998). "Space layout planning using an evolutionary approach." *Artificial Intelligence in Engineering*, 12(3): 149-162.
- Kumar, R.R., and Singh, A.K. (2007). "A CAD-Based Site Layout for Irregular Facilities Using ACO." 24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction (ISARC 2007) Construction Automation Group, I.I.T. Madras.
- Lin, J. J., Hung, W., Kang, SH., and Tsai, M. (2012). "An accessibility evaluation and planning system for dynamic construction site." **14**th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Moscow, Russia.
- Mawdesley, M., and Al-Jibouri, S. (2003). "Proposed genetic algorithms for construction site layout." *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 16 (2003) pp. 501–509.
- Mangin, J-C., and Alkriz, K. (2005). "A new model for optimizing the location of cranes and construction facilities using genetic algorithms" *In:* Khosrowshahi, F (Ed.), 21st Annual ARCOM Conference, 7-9 September 2005, SOAS, University of London. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2, 981-991.
- Notman, D., Agapiou, A., Clausen, L. and Flanagan, R. (1998). "The role of logistics in the materials flow control process." *Construction Management and Economics*, vol.16, pp. 131-137.
- Osman, H. M., and Georgy, M. E. (2005). "Layout planning of construction sites considering multiple objectives: A goal-programming approach." Construction Research Congress.
- Osman, H. M., Georgy, M. E., and Ibrahim, M. E. (2003). "An automated system for dynamic construction site layout planning " *Tenth International Colloquium on Structural and Geotechnical Engineering*, Ain Shams University, Cairo, Egypt, April 22-24.
- Osman, H. M., Georgy, M. E., and Ibrahim, M. E. (2003). "A hybrid CAD-based construction site layout planning system using genetic algorithms." Journal of Automation in Construction, vol. 12, No. 6, PP. 749-764.
- Osman, H. M., Georgy, M. E., and Ibrahim, M. E. (2002). "Integrated CAD-Based Model for Construction Site Layout Planning." *Al-Azhar Civil Engineering Magazin*, Al-Azhar University, Egypt, Vol. 24, No. 3, pp. 1035-1051.

- Patil, A. D. and Joshi, D. A. (2013). "A Review Paper on Construction Site Layout Planning" *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET)*, Vol. 3, No. 2, December 2013, pp. 233-236.
- Perdomo, J.L. (2004). "a Framework for a Decision Support Model for Supply Chain Management in the Construction Industry." A thesis submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Environmental Design and Planning.
- Razavialavi, S. and AbouRizk, S. (2013). "Simulation application in construction site layout planning" Hole School of Construction Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, Canada.
- Sadeghpour, F., and Andayesh, M. (2014). "The constructs of site layout modeling: an overview." *NRC Research Press*, Vol. 42, 2015, PP. 199–212.
- Said, H. (2010). "Optimizing Site Layout and Material Logistics Planning During the Construction of Critical Infrastructure Projects." A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Sebt, M. H., Parvaresh, E., and Delavar, M. R. (2008, December). "Potential Application of GIS to Layout of Construction Temporary Facilities" *International Journal of Civil Engineering*, Vol. 6, No. 4, pp.435-445. www.SDR.ir.
- Tam, C. M., Tong, T., Leung, A. and Chiu, G. (2002). "Site Layout Planning using Nonstructural Fuzzy Decision Support System" *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128, No. 3, June 1, 2002. PP.220-231.
- Tommelein, I.D. and Zouein, P.P. (1999, November). "Dynamic layout planning using a hybrid incremental solution method" *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 125, No. 6, November/December, 1999. pp. 400-408.
- Tommelein, I.D. and Choo, H.J. (1999). "Space Scheduling Using Flow Analysis." In: 7th Annual Conference of the International Group for lean construction. Berkeley, USA, 26-28 July 1999, pp. 299-312.
- ULasad, M. K. (2005). "Evaluation of Performance Measures for Materials Management Process in Industrial Construction Projects." A thesis submitted to the Faculty of Graduate studies in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Construction Engineering Management, Dhahran, Saudi Arabia.
- Vyas, C. M. and Patel, K. V. (2011). "Construction materials management on project sites." National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology, Gujarat, India.

- Zhang, J., Shen, Q., and Zhaoyang, M. (2005). "Application of 4D for dynamic site layout and management of construction projects." *Automation in Construction*, **14**, pp.369– 381. www.elsevier.com/locate/autcon.
- Zhou, F., AbouRizk, S.M., and AL-Battaineh, H. (2009). "Optimisation of construction site layout using a hybrid." *ScienceDirect*, Simulation Modelling Practice and Theory, 17, pp. 348–363. www.elsevier.com/locate/simpat.

- *http://www.sciencedirect.com/*

المراجع باللغة العربية:

- عبد علي، رائد؛ وإبراهيم، عبد الرحمن؛ وعمران، ساجد. (2009). "نمذجة عملية نقل المواد داخل الموقع الإنشائي باستخدام تقنية المحاكاة بالحاسوب." *المجلة العراقية للهندسة المدنية*، العراق، المجلد السادس، العدد الأول، حزيران، 38–63.
- عكاب، سعاد؛ واللامي، رائد؛ وعبد الوهاب، بيفيان. (2008). "السيطرة على العوامل المؤثرة في زيادة نسبة الهدر والتلف للمواد الإنشائية." *المجلة العراقية للهندسة المدنية*، العراق، العدد الثاني عشر، ايلول، 25–58.
- دفتر الشروط الخاص بمشروع السكن الشبابي، المؤسسة العامة للإسكان، سورية.

الملاحق:
اسئلة المقابلات الشخصية

- ✓ ما رأيك في موضوع إدارة الموقع (للتحقق من وضوح المفهوم لدى من تتم المقابلة معه)؟
- ✓ هل هو مطبق لديكم؟ وهل عملت فيه مسبقاً خلال سنوات خبرتك؟

– من الشخص الذي يقوم بعملية إدارة الموقع في مشاريع التشييد لديكم:

- مدير / نائب مدير
- مدير مشروع
- مهندس موقع
- قسم خاص بادارة الموقع ضمن الشركة
- قسم خاص بادارة الموقع من خارج الشركة
- غير ذلك

- ✓ ما المشاكل التي واجهتك في موقع التشييد؟ وكيف تم حلها؟
- ✓ ما المعوقات التي واجهتك في عملك تمنع تطبيق الإدارة الناجحة لموقع التشييد برأيك؟
- ✓ ما مقترحاتك لحل المشكلة؟
- ✓ في حال تضاربت الاعمال في الموقع بين المتعهدين ما الاجراءات المتبعة؟

في حال تم مراسلة المالك لحل مشكلة على الفراغ في الموقع بين مقاولين مختلفين، ماهي الفترة الزمنية المتوقعة التي يتم الرد بها على الكتاب وحل المشكلة؟

- ✓ هل يوجد برنامج مستخدم لادارة الموقع في الشركة :
- ❑ في حال وجوده ما هو هذا البرنامج؟
- ❑ في حال عدم وجود برنامج:

- هل هناك فهم لمنهجية واضحة في هذا الموضوع؟
- هل يتم الاعتماد على خبرة ذوي الخبرة في هذا المجال؟

- هل هناك مشاريع يمكن ان لا يتم ادارة موقع التشييد لها وترك الاعمال تتم بحسب تيسيرات العمل (بالعامية: على التيسير،) أي عندما تُخلق المشكلة يتم البحث عن حل لها دون التخطيط المسبق الذي يمنع المشكلة قبل حدوثها ودون تلافي المخاطر مسبقاً؟

✓ **ما هي معوقات تطبيق ادارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام؟**

✓ ماهو مدى تأثير المعوقات التالية على تطبيق ادارة موقع التشييد في مشاريع القطاع العام:

- عدم إدراك أهمية إدارة موقع التشييد.
- عدم فهم اساليب ادارة الموقع.
- عدم وجود أشخاص مؤهلين للقيام بهذا العمل.
- الخوف من زيادة التكلفة المرتبطة بتطبيق مفاهيم جديدة في العمل وإضاعة الوقت في التخطيط (عدم ادراك فائدة التوفير في الكلفة والوقت الذي سيتحقق من خلال الإدارة الكفء لموقع التشييد).

اسئلة للأشخاص الذين لديهم الخبرة الجيدة بتخطيط موقع التشييد:

✓ ماهي قيود التخطيط التي يجب التقيد بها عند إعداد مخطط الموقع.

✓ ماهي مقترحاتك حول أسس التخطيط التي يمكن العمل على وضعها وإلزام مُخطِط الموقع بالتقيد بها.

Abstract:

Site spaceis one of the important project resources that has been overlooked during the planning phases of most construction projects. In some projects, site space can be as crucial as any other construction resource. Site space is limited resource where all temporary facilities are to be provided within boundary of construction site. In practice, the task of site layout is usually performed through common sense and the adoption of past layouts to present projects.

The aim of this paper is to identify the comprehension of site management in construction projects through extensive literature review, detailed interviews and case study. In Syria, site layout planning is mostly a neglected aspect, so this research offers the hurdles of application of the site layout in the public sector in Syria.

Results of this search: good site layout is important to promote safe and efficient operations, minimize travel time, decrease material handling, and avoid obstructing material and equipment movements within the boundary of the site. Poor of planning and site control cause losses in labor productivity and overall delays that can indirectly increase total project costs. Effective management of worksite can reduce these costs and contribute significantly to the success of the project. The need for careful planning of construction site layouts is evident.

This research recommends using dynamic construction site layout planning in the public sector in Syria. The research suggested planning principles to help scheme to site layout in the best way. This research presented evaluation model to select the best layout, and assistance in the decision making.

Keywords: Construction site layout planning, temporary facilities, Dynamic layout planning, Construction projects.