Special Issue from: Visions for Future Cities: Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022

التقنيات الرقمية لإحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد
تحليل مبنى على المراجعات الأدبية للإتجاهات والتحديات

Digital Technologies to Enhance Construction Schedules Literature-based Analysis for Trends and Challenges

أحمـد عمر محمد سيد مصــطفى - محمـــــد ســليمان الجـــارالله

قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية

ahmedoms@ksu.edu.sa, 441100096@ksu.edu.sa

ملخص البحث:

على الرغم من الجهود الكبيرة التي تبذلها الجهات الحكومية السعودية لتجنب تأخير وتعثر مشاريع التشييد، الا ان أغلب الدراسات المعاصرة أظهرت أنه مازال هناك نسبة كبيرة من المشاريع متأخرة ومتعثرة نتيجة لعوامل متعددة منها ضعف إعداد الجدول الزمني للمشروع، وذلك على الرغم من توافر العديد من التقنيات الرقمية التي يمكنها دعم تطوير وإحكام هذه الجداول لتحقيق أهداف المشاريع، وهو ما يمثل الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة التي تستهدف دراسة الإتجاهات المعاصرة للتقنيات الرقمية ذات العلاقة بالجداول الزمنية لمشاريع التشييد، والتحديات التي تواجه تطبيقها، والوصول إلى إطار لتوظيفها في إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد. ولتحقيق هذه الأهداف تبنت الدراسة المنهج البحثي الوصفي التحليلي اعتماداً على المراجعات الأدبية للإتجاهات والتحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات. وناقشت الدراسة أربعة من الإتجاهات المعاصرة لإحكام الجداول الزمنية وثلاثة من أهم التحديات التي تواجهها وخلصت إلى إطار العمل المستهدف وعدد من النتائج والتوصيات المهمة لمعالجة إشكالية الدراسة ودعم جهود المملكة ورؤيتها تجاه التحول الرقمي واستخدام التقنيات الحديثة في جميع المجالات.

***Abstract*: Despite the great efforts made by Saudi government to avoid construction projects delays, most contemporary studies have shown that the phenomena of construction projects delays are spread with high percentage due to multiple factors, including poor project schedules. With the availability of many digital technologies that could enhance these schedules to achieve projects' objectives, this is considered the main problem of this research, aiming to study the contemporary trends of digital technologies related to construction schedules and the challenges facing their application to reach a framework to utilize its capabilities to enhance construction schedules. To achieve these goals, the study adopted the analytical descriptive method through an literature-based reviews of the related trends and challenges. The study discussed four of the contemporary trends to enhance schedules and three of the most important challenges they face during application, and concluded the target framework and a number of important results and recommendations to handle the research problem and support the Kingdom's efforts and vision towards digital transformation and the use of modern technologies in all fields.**

مصطلحات البحث:

الجداول الزمنية لمشاريع التشييد، تطبيقات إدارة المشاريع، البعد الرابع للجداول الزمنية، تقنيات التواصل الرقمي، الحوسبة السحابية.

مقدمة:

يعتبر قطاع البناء والتشييد في المملكة العربية السعودية ثاني أكبر القطاعات غير النفطية المساهمة في دفع عجلة التنمية الوطنية وتحريك النشاط الاقتصادي، وشهدت المملكة في العقود الماضية نمواً هائلاً في هذا القطاع مما أدى إلى تسارع وتيرة تنفيذ المشاريع وتسبب في إرباك منظومة العمل، وظهور العديد من المشاريع المتأخرة نتيجة ازدياد حجم المشاريع ونوعياتها ودرجة تعقيدها في المملكة العربية السعودية، وهو ما أدى إلى تأكيد أهمية التقنيات الرقمية المعاصرة في دعم القائمين عليها لإدارة ومعالجة هذه التعقيدات، وهذا بدوره يضع على كاهل المسؤولين عن تنفيذها مهمة تبني الأساليب والتقنيات المعاصرة التي تدعم إدارة المشروع عموماً وإحكام جدولة هذه المشاريع على وجه الخصوص لزيادة احتمالات تحقيق أهدافها وتجنب ظاهرة وإشكالية تأخر وتعثر المشاريع التي يعاني منها المختصين والخبراء في مجال إدارة المشروعات بجميع أنحاء العالم، وقد شهدت العديد من المنظمات سواء في القطاع العام او الخاص، عدداً كبير من التجاوزات في الميزانية وضعف كبير في إعداد الجداول الزمنية للمشاريع لعدم الإهتمام بإعدادها او تحديثها بصورة دورية خلال مراحل التشييد ([1]. ويؤدي ضعف الجدول الزمني إلى ضبابية وعدم تأكد لوقت انجاز وتسليم مشاريع التشييد مما ينتج عنه في اغلب الاحيان انحراف في الكلفة واوقات الانجاز المخطط لها [2].

وتمثل الجداول الزمنية للمشاريع أداة رئيسية لإدارة المشروع من خلال ضبط نشاطات المشروع وتنظيمها، كما تمثل إطاراً منسقاً ومهماً لتخطيط وتوجيه ومراقبة ومتابعة أنشطة المشروع وتنظيم التداخل بينها ضمن وحدات وحزم العمل والمهام في المشروع، وتحديد الأوقات التي يحتاج فيه المشروع إلى تواجد بعض الخبرات والمهارات الخاصة بحيث يتم متابعة تواجدها في المشروع عند الحاجة لها [3]. ووفقاً للإصدار السابع من الدليل المعرفي لإدارة المشاريع [4] يعتبر الجدول الزمني نموذج لتنفيذ أنشطة المشروع، ويحدد فيه المدد الزمنية لكل نشاط وارتباطه بالأنشطة الأخرى والموارد المطلوبة له ومعلومات معلومات التخطيط الأخرى، ويعتمد إعداده وتحديثه على المناهج التنبؤية أو التكيفية. تتضمن خطوات إعداد الجدول الزمني الأساسي للمشروع خمسة خطوات أساسية تشمل: تقسيم نطاق المشروع إلى أنشطة محددة، تحديد تسلسل الأنشطة المرتبطة ببعضها، تقدير الجهد والمدة والأشخاص والموارد المادية المطلوبة لإكمال كل نشاط من أنشطة المشروع، تخصيص الأشخاص والموارد لكل الأنشطة وفق المتوافر بجهة التشييد، وضبط التسلسل، والتقديرات، والموارد واعتماد الجدول الزمني الأساسي.

ومع تطور التقنيات المعاصرة ، ظهرت العديد من التطبيقات التي تساعد في دعم وتطوير وإحكام الجدول الزمني لمشاريع التشييد، والتي بدورها ساهمت بشكل كبير في معالجة ضعف هذه الجداول ودعمها وتطورها كما عززت سهولة التحكم والسيطرة على فعاليات وموارد المشروع المختلفة [5].

إن هذا التطور والإنتشار المتزايد والمتسارع للتقنيات الرقمية وتطبيقها في أغلب المجالات، لابد أن يتواكب معه جهود من العاملين بمجال إدارة المشروع للاستثمار المناسب لهذه التقنيات لتطوير وإحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد مما يسهم في القضاء على أو تقليل ظاهرة التأخر والتعثر في المشاريع وزيادة احتمالات تحقيقها لأهدافها من حيث الوقت والتكلفة والجودة ورضا الجهات ذات العلاقة بها.

الإشكالية البحثية: على الرغم من الجهود الكبيرة التي تبذلها الجهات الحكومية السعودية في دعم المشاريع ومعالجة أسباب تأخيرها تعثرها، الا ان الدراسات الأخيرة أظهرت أنه مازال هناك نسبة كبيرة من المشاريع متأخرة ومتعثرة نتيجة

لعوامل ومسببات متعددة تناولتها دراسات مختلفة أظهرت أن ضعف إعداد الجدول الزمني للمشروع أحد أهم هذه المسببات على الرغم من توافر العديد من التقنيات الرقمية التي يمكنها دعم مديري المشاريع ومعدى الجداول الزمنية لتطويره وإحكامه، وهو ما يمثل الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة.

الأهداف: تهدف هذه الدراسة الى بحث ودراسة الإتجاهات المعاصرة للتقنيات الرقمية ذات العلاقة بالجداول الزمنية لمشاريع التشييد واستكشاف دورها في دعم تطوير وإحكام الجدول الزمني لمشاريع التشييد، والتحديات التي تواجه تطبيقها، واستخلاص إطار عمل لتوظيف التقنيات الرقمية في إحكام الجداول الزمنية من خلال النتائج التي تم استخلاصها، إضافة إلى التوصيات التي يمكن أن تساهم في حل الإشكالية البحثية لهذه الدراسة.

المنهج البحثي: تبنى هذا البحث المنهج الوصفي التحليلي اعتماداً على مراجعة وتحليل الأدبيات ذات العلاقة بموضوع البحث وبحث ودراسة أهم هذه التقنيات واستعراض عدد من الحالات الدراسية التي تم فيها تطبيقها بنجاح. واعتمدت مراجع هذه الدراسة على اثنين من اوعية النشر هما: المكتبة الرقمية السعودية والباحث العلمي لجوجل، حيث تم اولاً البحث باستخدام الكلمات المفتاحية العامة للموضوع ونتج عدد (120 الف) مرجع، وبتضييق وتقليص نطاق البحث عن طريق إضافة كلمات مفتاحية أكثر تحديداً على مراحل تقلص العدد إلى (50) مرجع تم الإطلاع عليها وفلترتها بناء على قوة ارتباطها بموضوع البحث، وإضافة عدد من مواقع الإنترنت المتخصصة فبلغ العدد النهائي للمراجع (32) مرجع.

1. الاتجاهات المعاصرة للتقنيات الرقمية في مجال إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد:

سيتم في هذا الجزء استعراض نتيجة بحث وتحليل الأدبيات ذات العلاقة بالتقنيات الرقمية التي تدعم إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد. وأمكن من المراجعات الأدبية تصنيف أربعة من أهم هذه التقنيات وهي تقنيات التطبيقات المباشرة للجدولة الزمنية وتقنيات ربط الجداول الزمنية بالنموذج ثلاثي الأبعاد للمشروع وتقنيات المتابعة والتواصل حول الجداول الزمنية وتقنيات الحوسبة السحابية لتبادل ملفات الجداول الزمنية ويوضح شكل 1 هذه التقنيات والتي سيتم مراجعتها ودراستها في الجزء التالي من الدراسة.

شكل 1 أبرز التقنيات الرقمية لدعم إحكام الجداول الزمنية

أ. تقنيات التطبيقات المباشرة للجدولة الزمنية:

في ظل التطورات المتسارعة في جميع مجالات التقنيات الرقمية، ظهرت تقنيات وتطبيقات جديدة غيّرت الطريقة التي تعمل بها المنظمات والمجموعات والأفراد بصورة قد تكون شاملة، وقد شهدت الآونة الاخيرة تطوراً كبيراً في مجالات تقنيات وتطبيقات إعداد الجداول الزمنية لمشاريع التشييد التي يمكن الإستفادة منها في إحكام الجداول الزمنية وإنجاز المهام على وجه السرعة وبالدقة والجودة المطلوبة، ويتم توظيفها لتجاوز مختلف التعقيدات التي كان يواجهها المخطط عند إعداد الجداول الزمنية او تحديثها [6].

وعادة ما يتم تطوير التطبيقات الرقمية دورياً لأسباب متعددة منها حل إشكاليات خاصة بتشغيلها أو زيادة إمكانياتها وكفاءتها في معالجة المجال الذي تتخصص فيه. ولاتختلف في ذلك تطبيقات إدارة الجداول الزمنية، حيث اتضح من المسح العام الذي تم إجرائه حول التطبيقات المستخدمة في مجال إدارة الجداول الزمنية لمشاريع التشييد لاستكشاف أهم التطبيقات في هذا المجال، ومعرفة أبرز خصائصها ومميزاتها، من خلال عدد من المواقع المتخصصة المشار إليها في ملحق رقم (1)، واتضح المدى الكبير لإمكانيات وقدرات هذه التطبيقات في دعم مخططي الجداول الزمنية في إعداد ومتابعة وإحكام هذه الجداول من أهمها التالي:

- التخطيط التفصيلي للمشروعات واعداد الجداول الزمنية للمشاريع وحساب التكلفة والتحكم بها، وحساب مدة المشروع والموارد المطلوبة وتحديد الاستخدام الأمثل لها وتحديد المسار الحرج، ودعم تطوير المخطط العام لموقع التنفيذ ودراسات توقيع الأوناش، وتحديد منهجيات التنفيذ وأسس السلامة، ومعرفة النقاط المفصلية للمشروع
- متابعة الجدول الزمني للمشروع ومراقبة سير العمل بالمشروع سواء بالتقدم او بالتأخير، ومقارنة نسب الإنجاز مع الجدول الزمني الأساسي وإعداد خطط العمل اليومية والأسبوعية والشهرية في كل مرحلة من مراحل التنفيذ، ، وإدارة ميزانية المشروع وأوامر التنفيذ، وتحليل حجم العمل، وإدارة فريق العمل، وإدارة الموارد البشرية وإدارة المتطلبات، واستخراج التقارير بكافة أنواعها.
- بعض التطبيقات المتقدمة تنتهج المفهوم الحديث في إدارة المشروعات وتمكن المؤسسات من إدارة مشروعاتها من خلال قاعدة بيانات خاصة بالمؤسسة مع امكانية متابعة تطور المشروعات بشكل دقيق على كافة المستويات الادارية بالمؤسسة.

وبهدف توضيح أهم خصائص وإمكانيات هذه التطبيقات وتقييمها بصورة أولية قام الباحثان بدراسة موسعة لعدد (16) من أهم تطبيقات الجدولة التي حددتها المواقع المتخصصة المشار إليها في ملحق رقم (1)، وتم مراجعة خصائصها العامة، والمقالات والدراسات التي تناولتها، وأمكن تحديد أهم معايير تقييم هذه التطبيقات (موضح ملخص لبيانات هذه الدراسة في الملحق رقم1) ، ومن واقع ذلك تم ترشيح ثلاثة من أبرز هذه التطبيقات وإجراء مقارنة بينها بناء على المعايير التي تم التوصل إليها والإفتراضات الأولية لبيانات طبيعة المشروع وموقعه ومستخدميه، وحصل تطبيق "بريمافيرا" على اعلى تقييم كما يتضح من جدول (1) (مع مراعاة اختلاف معدلات التقييم في حال اختلاف متغيرات المشروع والمستخدمين والهدف من استخدام هذه التطبيقات).

جدول (1): مقارنة بين أبرز ثلاثة تطبيقات لإدارة وجدولة المشاريع

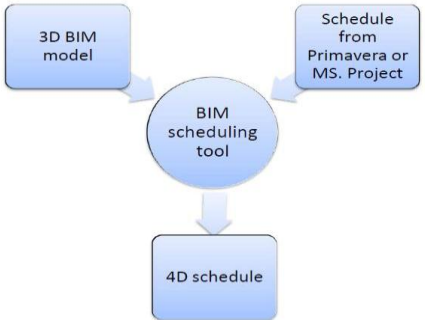
م	معايير التقييم	Primavera	Ms Project	Monday
1	وضوح وسهولة واجهة البرنامج	6	10	8
2	العمل على شبكة الانترنت	10	10	10
3	التكامل وإمكانية الاعتماد	10	8	6
4	قوة وإمكانية البرنامج	10	6	2
5	مستوى المهارة المطلوب للمستخدمين	6	10	10
6	انشاء الرسومات واصدار التقارير	10	8	8
7	امكانية تحويل البيانات بين التطبيقات	10	2	2
8	امكانية تقسيم الأنشطة	10	2	2
9	مقدار الجهد اليدوي للمستخدم	2	8	8
10	الجداول الأساسية للمشروع	10	6	4
11	إمكانية العمل على المشروع من قبل عدة مستخدمين	10	2	2
12	تتبع المشكلة ومخاطر المشروع	10	2	2
13	بيان علاقة الأنشطة المتعددة	10	2	2
14	إمكانية إنشاء موقع ويب يحتوي على تفاصيل المشروع	10	2	2
15	إمكانية إنشاء المشاريع المتعددة وتتبعها وعرضها	10	6	2
16	ميزة المعرف الفريد لكل نشاط	10	2	2
17	فرز انشطة المشروع وتصنيفها	10	10	6
18	إنشاء حساب المصروفات الاخرى للمشروع	10	2	2
19	انشاء اعمدة المعلومات للمشروع	10	6	8
20	إنشاء هيكل تفصيل العمل	10	8	8
	متوسط التقييم	9.2	5.6	4.8

ب. تقنيات ربط الجداول الزمنية بالنموذج ثلاثي الأبعاد للمشروع: البعد الرابع لنمذجة معلومات المباني 4D BIM:

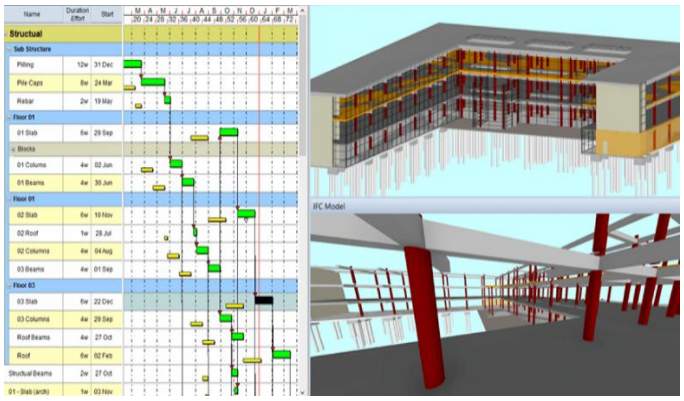
في ظل تطور تقنيات نمذجة معلومات المباني Building Information Management BIM والتطور الموازي لتقنيات التخطيط الزمني لمشاريع التشييد، ظهر مصطلح "البعد الرابع لنمذجة معلومات البناء 4D BIM" مشيراً إلى الارتباط الذكي بين مكونات العناصر الرقمية لنموذج لمشروع في البعد الثالث مع المعلومات المتعلقة بالوقت أو الجدولة الزمنية [7]، ولذلك تعتبر مشاريع التشييد من اهم المجالات التي تستخدم فيها هذه التكنولوجيا الجديدة لتكون أداة مفيدة للغاية في تبادل معلومات التصميم مع فريق التشييد [8]، وتمثل هذه التقنية أداة محاكاة فعالة تساعد على تصور وضع المشروع والتواصل الفعال لفريق العمل بما فيهم

المالك حول تسلسل مراحل البناء ومتطلبات الموقع بشكل مرئي على خط زمني يمكن من خلاله مراجعة متواليات البناء باستخدام البعد الرابع، وبالتالي يتيح للمشاركين من مختلف التخصصات من المهندسين المعماريين والمصممين والمقاولين والعملاء الحصول على تصور كامل لمدد الأحداث بالمشروع وعرض تقدم أنشطة البناء ضمن الخطة الكاملة لعمر مشروع التشييد، وفهم أفضل لمراحل المشروع وخطة البناء، كما يدعم تمثيل المسار الحرج وتنظيم أفضل لأنشطة ومكونات المشروع وموارده وتقديم حلول مباشرة لأي تضاربات بحركة الآليات والعمال وأماكن تخزين المواد والطرق المحيطة بالمشروع وذلك في الموقع وقبل البدء بعملية التنفيذ [9].

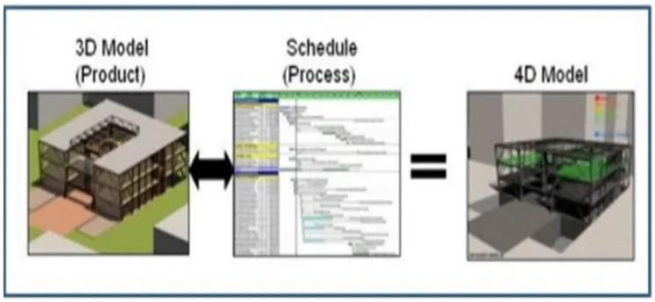
تقليدياً كان لكل من تطبيقات النموذج ثلاثي الأبعاد للمشروع وتطبيقات الجدولة قاعدتي بيانات منفصلتين، وأدى تطور استخدام تقنية نمذجة معلومات البناء إلى ظهور تقنية البعد الرابع التي يمكنها الربط بين النموذج ثلاثي الأبعاد بكل عناصره وبين الجدول الزمني للمشروع لينتج الجدول الزمني في البعد الرابع كما يتضح من شكل 2، وأصبحت هذه التقنية في الوقت الحالي واحدة من أدوات المحاكاة القادرة على عرض نموذج تفاعلي لعملية التشييد مرتبطاً بالجدول الزمني للمشروع ومقارنة كل مرحلة ونشاط مع المخطط الفعلي [10]، كما يوضح مكوناته شكل 3، ويضاف إلى ذلك إمكانيات دعم اتخاذ القرارات في حالة إجراء تغيير في المشروع والإحتياج إلى دراسة سيناريوهات "ماذا لو؟" واتخاذ قرار بشأنها كما يتضح من أنماط هذه الجداول رباعية الأبعاد في شكل 4.



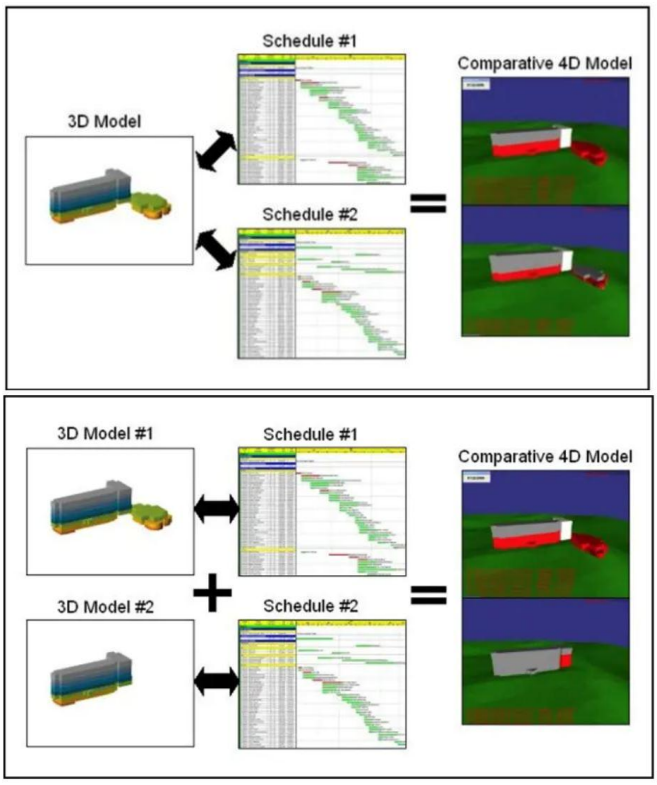
شكل 2: تكوين الجدول الزمني رباعي الأبعاد - المصدر: bimgraphix – 2014



شكل 3: ربط نشاطات الجدول الزمني مع العناصر المقابلة لها في نموذج معلومات المباني BIM- المصدر: [8]



ومن خلال هذه التقنيات يمكن دمج الموارد المادية والبشرية والمعدات بالنموذج ثلاثي الأبعاد لتخطيط زمني أفضل وتسعير أكثر جودة وتحكم أفضل بالمشتريات إضافة إلى مشاركة العميل من خلال القدرة على تمثيل العناصر مع الزمن والتجول بالنموذج الإفتراضي للمبنى الرقمي [11]، كما يمكن من خلال هذه التقنية زيادة الإنتاجية وتخفيض الهدر بأعمال الموقع والتواصل بين أطراف المشروع وفريق العمل بالموقع على حد سواء، من خلال تصوير كافة مهام مرحلة التنفيذ، وتوضيح آلية تنفيذ النشاطات المعقدة، وتلافي الأخطاء الممكن حدوثها بالمخطط الزمني. إضافة إلى ذلك يمكن لهذه التقنيات تتبع المخطط الزمني ومقارنته مع أنشطة التشييد الفعلية للمشروع من خلال ربط الجدول الزمني بالنموذج للحصول على المحاكاة الزمنية لعناصر البناء وتسلسل تنفيذها مع الزمن[9] .

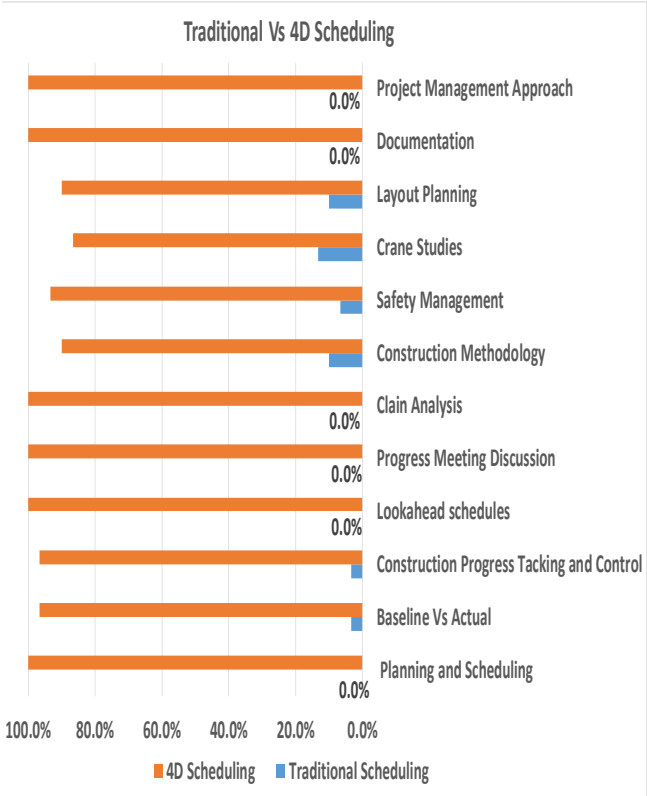


شكل 4: أنماط الجداول الزمنية رباعية الأبعاد ودورها في دراسة الموقف التنفيذي للمشروع (أعلى) أو مقارنة جدولين لتنفيذ المشروع (أوسط)، أو مقارنة سيناريوهات التنفيذ على أكثر من نموذج للمشروع (أسفل) - المصدر: (Ghorbani, 2021)

وقد تطورت تقنية البعد الرابع لنمذجة معلومات المباني ومحاكاة مشاريع التشييد وزادت إمكانياتها في دعم عمليات التخطيط والتواصل بين فريق المشروع، وأصبحت أحد الوسائل التي يتم بها كسب المشاريع الجديدة، ومن المتوقع أن تصبح المعيار الحقيقي لإدارة المشاريع في المستقبل القريب [6]، فعلى سبيل المثال يمكن من خلال مراجعة مشاهد فيديو محاكاة الجدول الزمني تحديد النوافذ الزمنية الخاملة التي يمكن من خلالها انجاز بعض الانشطة الاخرى المتعلقة بالمشروع والتي ساهمت تقنيات البعد الرابع في تحقيقها، كما يمكن تحديد الفترة الزمنية التي يراد توظيفها بشكل أمثل في دقائق معدودة وبسهولة كبيرة، الأمر الذي قد يتطلب عدة ايام من المبرمج الزمني او مهندس التخطيط بالطرق التقليدية عبر برامج جدولة المشاريع، كما يمكن توظيف هذا المقطع ومشاركته بشكل تفاعلي عبر الانترنت مع المعنيين بالمشروع وخاصة فريق العمل دون الحاجة الى وجودهم في نفس المكان الجغرافي، وتوافرت إمكانيات تصدير هذا الفيديو ومشاركته عبر وسائل التواصل الرقمية أو منصات المشاركة الخاصة بالمشروع بعد تعزيزه بالبيانات والمعلومات الخاصة بالعمل، وللمعنيين بالمشروع حرية الرجوع والاطلاع على هذا الجدول الزمني المصور في اي وقت لاحق، الامر الذي يسهل التواصل والتعاون بينهم، وإضافة إلى الخبرة العملية فإن تطبيق هذه التقنية تتطلب مستوى عال من المعرفة التقنية في مجالات مختلفة مثل بناء نموذج ثلاثي الأبعاد فعال، وتنسيق التخصصات المختلفة به، وضبط ترتيب الأنشطة وتخطيط تسلسل البناء لتيسير العمل بالموقع [12].

وإضافة إلى ما سبق يدعم النموذج رباعي الأبعاد عملية وأنشطة إدارة المخاطر المرتبطة بتنفيذ الجدول الزمني من خلال وضع تصور للموقع واكتشاف المخاطر المحتملة أثناء عملية التنفيذ وذلك بمرحلة ما قبل التنفيذ مما يساهم بتخطيط أفضل للمشروع ولآلية العمل تضمن تحقيق السلامة العامة في الموقع [6].

ومن المعلوم أن محاكاة الجدول الزمني للمشروع لا تهدف إلى إظهار المشروع في البعد الثالث فقط من واقع جدوله الزمني، ولكن دعم عمليات التحكم ومتابعة المشروع، ومناقشة ما يواجهه بصورة تعاونية من قبل الجهات المشاركة. وتم تأكيد ذلك في دراسة [13] التي تناولت إمكانيات وفوائد الجدولة الزمنية رباعية الأبعاد والمقارنة بينها وبين الجدولة التقليدية من منظور عشرة إمكانيات، يوضحها شكل 5 ، كما تم فيها إجراء مسح ميداني اتضح من نتائجه أن الجدولة رباعية الأبعاد تتفوق بنسبة 96% تقريباً على الجدولة التقليدية في الإمكانيات والفوائد المرتبطة بالجدولة الزمنية لمشاريع التشييد، وان 6 من إجمالي 12 معيار حصلت فيها الجدولة الزمنية على نسبة 100%.



شكل 5: مقارنة بين إمكانيات وفوائد الجدولة التقليدية والجدولة رباعية الأبعاد – إعداد الباحثين بناء على بيانات المصدر: [13]

ج. تقنيات المتابعة والتواصل حول الجداول الزمنية للمشاريع:

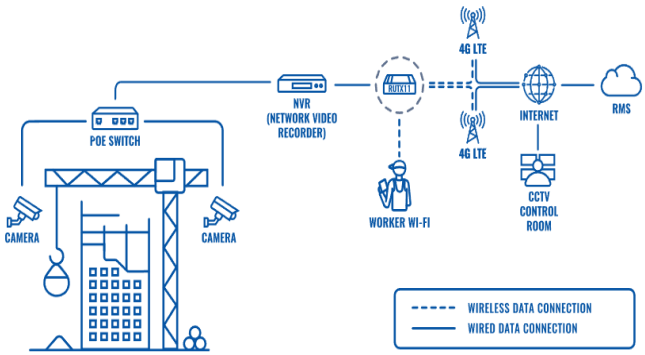
يحتاج المخطط ضمن مراحل المشروع الى التواصل مع مختلف الأطراف المعنية بالمشروع لجمع البيانات وترتيب اجزاءها وتحديثها، ولذلك تعتبر عملية الاتصال والتواصل وتبادل المعلومات في مراحل المشروع المختلفة من أهم الأمور التي يجب التركيز عليها والتنبه لها، وذلك لضمان سير المشروع بشكل جيد، وتقليل المخاطر التي يمكن أن يواجهها. وتتوافر العديد من التقنيات الرقمية التي تختصر وتسهل عملية الاتصال والتواصل وتبادل المعلومات في المشروع بصورة إيجابية وسهلة بين جميع المعنيين بهذا المشروع، مما يضمن سهولة ربط جميع المعنيين على مدار مراحل المشروع المختلفة. ومن أهمها تقنيات اجتماعات الفيديو الرقمي video conference التي توفر الوقت والمشقة وتتيح إدارة الحوار المرئي بين افراد المشروع الذي يصعب تجميعهم في وقت ومكان واحد، وتمكنهم من تبادل الملفات والوثائق بمختلف أنواعها اثناء الاجتماع دون الحاجة الى النسخ الورقية، ويمثل ذلك أحد أهم متغيرات تحقيق النجاح في إحكام الجداول الزمنية وخاصة إذا شارك فيها صانعي القرار لدراسة التفاصيل المطلوبة لإعداد الخطة بما يتناسب مع أهداف المؤسسة أو المنظمة مالكة المشروع من جهة وظروف المشروع واحتياجاته من جهة أخرى [14] و [15].

وفي نفس الوقت انتشرت وتطورت بصورة كبيرة تقنيات التواصل الرقمية المرتبطة بالهواتف المحمولة سهلة الإستخدام ولديها العديد من الإمكانيات والفوائد لمتابعة أنشطة ونسب إنجاز الأعمال مثل ما يوضحه شكل 6، وأصبحت من ابرز التقنيات المستخدمة في تسهيل التواصل بين المعنيين بالمشروع عموماً وبالمسؤولين عن إعداد وتحديث الجداول الزمنية على وجه الخصوص حيث وفرت إمكانيات متعددة للتواصل وانشاء قوائم لأعضاء الفريق في المشروع، والتواصل معهم فرادياً أو مجموعات في مختلف الاوقات، وعقد الاجتماعات الصوتية والمرئية عن بعد، ومشاركة الوثائق والمستندات في مختلف انواعها، ومتابعة التقدم في العمل في المشروع وإنشاء قوائم لتتبع الأنشطة، وتوفير لوحة الرسائل لنشر التصاريح والتحديثات، وغرفة دردشة للتواصل السريع مع الفريق وجدول لنشر المواعيد النهائية للمهام والإنجازات التي تمت، وتصدير التقارير للحصول على الصورة الكاملة عما يحدث عبر المشاريع، والتي بدورها تساعد في تحقيق مستويات التواصل المنشودة في المشاريع لجميع الاطراف وتوافر المعلومات التي تفيد في اتخاذ القرار لدى صناع القرار [16]، وظهرت تطبيقات متكاملة مجانية من خلال منصات عالمية تتيح للمستخدمين الإستفادة من هذه التقنيات في عقد مؤتمرات الفيديو الصوتية والمرئية [17].

شكل 6: تقنيات تطبيقات الهاتف المحمول التي تساهم في تسهيل التواصل بين افراد المشروع - الصورة - المصدر: sensing world – 2019، الشكل التوضيحي-المصدر [18]

وتعد نظم كاميرات المراقبة المعتمدة على بروتوكول الإنترنت والتي يتوافر بها نظام اتصال صوتي من أهم ادوات التواصل البصري لأعمال التنفيذ بالموقع ومراقبتها ومراجعة علاقتها بنسب التنفيذ لأنشطة الجداول الزمنية للمشاريع مثل النموذج الموضح في شكل 7، وتعتمد هذه التقنيات على الدوائر التلفزيونية المغلقة التي تقوم بإرسال إشارة مغلقة إلى جهاز الاستقبال؛ مما يسمح بمراقبة أعمال وأنشطة التشييد للمشاريع بدقة عبر الأجهزة المتصلة بالنظام، كما وتعتبر كاميرات المراقبة ذات قدرة واسعة على التصوير لنطاق واسع، وتضم أجهزة تسجيل ذات سعات تخزينية عالية تسمح بمراقبة المشروع وتوثيق الأنشطة اليومية التي تتم فيه لمدة طويلة [19]، ويمكن من خلال هذه الكاميرات مراقبة المشروع ومراحل تطوره على مدار الساعة سواء عن طريق أجهزة الكمبيوتر أو الأجهزة اللوحية الهواتف المحمولة وسواء من الموقع أو المكتب أو من أي مكان يمكن فيه الإتصال

بالإنترنت كما يتضح من الرسم التوضيحي في شكل 7، ويمكن اعتبارها كتقرير يوثق مرئياً أحداث الموقع ومشاهدة مراحل نمو وتطور المشروع، بالإضافة الى كون هذه التقنية أداة لحماية وتأمين مكان العمل [18] و [20].



شكل 7: الكاميرات الرقمية المعتمدة على بروتوكول الإنترنت IP لمراقبة ومتابعة مشاريع التشييد - الصورة المصدر: exec construction– 2018، الشكل التوضيحي المصدر: [21]

د. تقنيات الحوسبة السحابية لمشاركة وتبادل ملفات الجداول الزمنية Cloud Computing

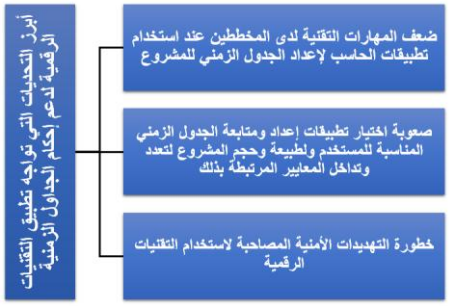
تعتمد الجدولة الزمنية لمشاريع التشييد بصورة كبيرة على التواصل مع جميع المشاركين فيها للحصول على المعلومات اللازمة لإحكام الجدول، ويحتاج مخططو الجداول الزمنية إلى مشاركة الملفات في أي وقت ومن أي مكان، ونظراً لاحتمالات زيادة حجم البيانات والوثائق بصورة كبيرة مع تقدم أعمال المشروع، تظهر أهمية تقنيات الحوسبة السحابية التي تمثل أحد أبرز التقنيات المعاصرة لمساعدة افراد المشروع في تسهيل مشاركة الملفات بمختلف انواعها وأحجامها عن طريق الانترنت. تعتمد هذه التقنية على وجود موارد رقمية على ثلاثة مستويات، يوضحها **شكل 8**: بنية تحتية، ومنصة تشغيل، وبرمجيات أو تطبيقات الخدمات، ويتم فيها تحويل هذه الموارد الرقمية الثلاثة إلى خدمات على شبكة الإنترنت، هذه الخدمات قد تكون خاصة أو عامة أو هجينة طبقاً لرغبة واحتياجات المستخدم. وتقدم هذه الخدمة غالباً من قبل طرف ثالث، وتقوم كبرى شركات الاستضافة التي تمتلك مراكز بيانات متقدمة، بتأجير مساحات تخزين سحابية لعملائها بما يتلاءم مع احتياجاتهم [22]، وقد أشار [23] إلى أن جدولة الوظائف عند استخدام الحوسبة السحابية يكون له دور كبير في تقليل وقت التنفيذ إلى الحد الأدنى وتحسين استخدام الموارد مما يؤدي إلى انخفاض تكلفة الموارد واستهلاك الطاقة.

وإضافة إلى رفع ومشاركة الملفات المطلوبة لإعداد الجدول الزمني أو لمتابعته سواء كانت كبيرة الحجم او بصيغ متعددة، فمن أهم المزايا التي يتم الحصول عليها بتطبيق تقنية التخزين السحابي في مجال إحكام وتطوير الجداول الزمنية هي المزايا المرتبطة بمزامنة الملفات وإمكانية الوصول إليها من أي جهاز كمبيوتر أو لوحي أو هاتف نقال، وبالتالي تسمح بالعمل المشترك من خلال قيام عدد من الأشخاص، طبقاً لصلاحيات محددة يمنحها المسؤول عن الملفات بمراجعتها ووضع ملاحظات أو تعديلات عليها من أي موقع تتوافر فيه خدمة الإنترنت [24]، كما ان هذه التقنيات تخفض من تكاليف الصيانة للأجهزة والبيانات وعملية النسخ الاحتياطي (التي لايكون المستخدم مسؤولاً عنها)، وبالمرونة في الوصول للبيانات والملفات من أي مكان وفي أي وقت، إضافة إلى مرونة الإختيار بين مقدمي هذه الخدمة طبقاً للمميزات التي يقدمها كل منهم [22].

2. التحديات التي تواجه تطبيق التقنيات الرقمية في مجال إحكام الجدول الزمني لمشاريع التشييد:

مع تنوع وانتشار الاتجاهات المعاصرة لتقنيات إحكام الجداول الزمنية، إلا أن تحليل ومراجعة الأدبيات أظهر وجود عدد من التحديات والعقبات التي تواجه تطبيق التقنيات الرقمية لدعم إعداد وتطوير إعداد الجداول الزمنية لمشاريع التشييد تم ترشيح ثلاثة من ابرز هذه التحديات وفق الموضح في شكل 9 والتي سيتم مناقشتها في الجزء التالي من الدراسة.

شكل 8: نماذج لمستويات وخدمات الحوسبة السحابية وأجهزة الوصول إليها - المصدر: [22]



شكل 9 أبرز التحديات التي تواجه تطبيق التقنيات الرقمية لدعم إحكام الجداول الزمنية

أ. ضعف المهارات التقنية لدى المخططين عند استخدام تطبيقات الحاسب لإعداد الجدول الزمني للمشروع:

من الصعوبات التي تواجه المخططين واطراف المشروع المختلفين، هي ضعف المهارات التقنية وعدم الالمام باستخدام التقنيات الرقمية وتطبيقات الحاسب الالي التي تساعد في تطوير الجدول الزمني للمشروع، وذلك بسبب زيادة التقنيات وإمكانيات الاجهزة والبرمجيات المستخدمة في مجالات مشاريع التشييد.

في العصر الحالي الذي انتشرت فيه التقنيات الرقمية وانعكست على كل مجالات الحياة الشّخصيّة والمهنية، ومن ضمنها مجالات البناء والتشييد، وساهمت بمضاعفة الإنتاجية ورقي المهنة وزيادة الدقة والجودة. ولكن في المقابل أدى ضعف المعرفة العلمية والعملية باستخدام هذه التقنيات من قبل المخططين إلى اعتبار ذلك هو المعوق الرئيسي الذي يحول بينهم وبين تطبيق هذه التقنيات والإستفادة من إمكانياتها، إضافة إلى عدم الالمام بالمهارات التي تمكنهم من توظيف هذه التقنيات والتطبيقات لتطوير وإحكام الجدول الزمني للمشروع [25]، ولاشك أن هذا يمثل تحدياً كبيراً في مجال تطبيق هذه التقنيات ولا يخدم العمل الاحترافي. ويرتبط هذا الموضوع بخطط التعليم والتدريب وتطوير القدرات الشخصة التي تضعها الشركات والمؤسسات لموظفيها، وهو ما لا يتحقق في عدد كبير من الشركات نظراً للتكلفة المرتبطة بهذه العمليات لاعتمادها على مفهوم المشاريع محددة المدة بما لا يعطي الانطباع في الاستقرار الوظيفي [26]، ولاشك أن ضعف الاهتمام بعمليات التعلم والتدريب التي قد يحتاج إليها المخطط تؤثر سلباً على مستوى خلفياته المعرفية ومهاراته وتقلل من فرص استثمار خبرات ومهارات هؤلاء المخططين من جهة واستثمار قدرات وإمكانيات التقنيات المعاصرة من جهة أخرى لتطوير وإحكام الجدول الزمني للمشروع وبالتالي فرص نجاح المشروع بالإضافة انها ايضاً تقلل من فرص العمل المتوفرة للمخطط [10].

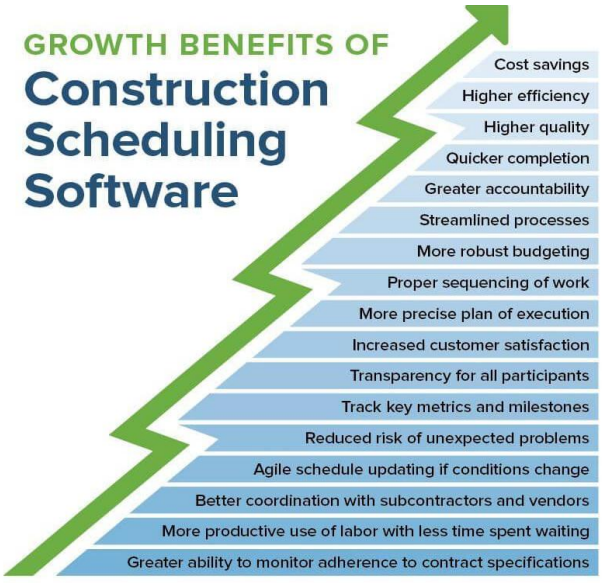
من المهم لجميع العاملين في مجال المشاريع وجدولتها ومن يراقب ويتابع تنفيذها، ان يكون ذو خبرة بهذه العمليات من جهة ومؤهلاً تأهيلاً عالياً لتطبيق وتوظيف التقنيات الرقمية المعاصرة في مجال التخصص من جهة أخرى. وبالنظر

إلى أهمية قطاع التشييد في مسيرة التنمية، والحاجة المستمرة للبناء والتعمير للوفاء بالمتطلبات المتزايدة من المشاريع متعددة المجالات، فإن الاهتمام بتأهيل العاملين في هذا المجال يجب ان يأخذ نصيباً اكبر من ميزانيات التأهيل والتدريب، واعتبارها بنداً أساسياً من بنود المشروع للتأهيل ورفع مستوى الوعي العام بأهمية العمل واستثمار المجالات المعاصرة في التقنيات الرقمية وتطبيقات الحاسب الالي، لتوفير ايدي عاملة ذات كفاءة عالية [26].

ب. **صعوبة اختيار تطبيقات إعداد ومتابعة الجدول الزمني المناسبة للمستخدم ولطبيعة وحجم المشروع لتعدد وتداخل المعايير المرتبطة بذلك:**

إن استمرار الاعتماد على الاساليب التقليدية في إعداد ومتابعة الجداول الزمنية لمشاريع التشييد وعدم استثمار المجالات المعاصرة وعدم الاهتمام بما يستجد من تقنيات تساعد المخططين في اعداد الجداول الزمنية للمشروع الى ظهور نتائج سلبية لهذا الجدول مثل عدم دقته بشكل كافي وظهور ضعف وتأخر في إنجاز المهام لهذا المشروع [10]. ومع انتشار التقنيات الرقمية التي يمكن من خلالها إحكام الجدول الزمني وتعدد تطبيقاتها وإمكانياتها ظهرت إشكالية الإختيار أفضل وأنسب التطبيقات لطبيعة المشاريع التي تقوم الشركة بتنفيذها، وذلك كنتيجة عدم تحديد الاهداف والمخرجات المرجوة من هذه التقنية والتطبيقات، بحيث لا تعرف هذه الشركات ماذا تريد ان يقوم التطبيق به، وتقوم بشراء تطبيقات أقل من إمكانياتها او بشراء تطبيق ذو إمكانيات عالية ولا يتم استخدمها، ويحاول أن يعمل عليها بنفس الطريقة القديمة التي كان يستخدمها من قبل [2]

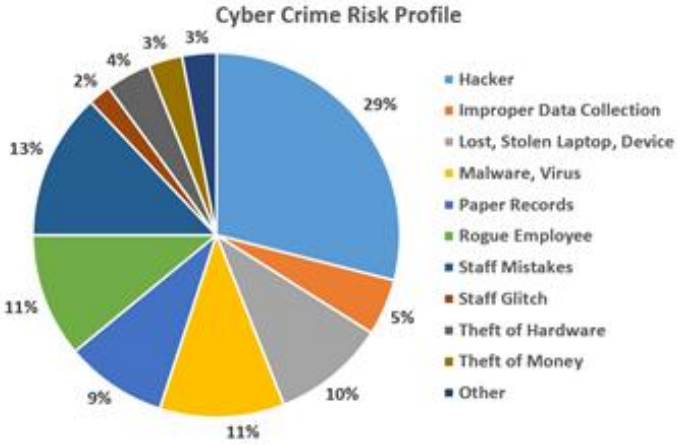
ان اختيار التقنية او التطبيق المناسب لإعداد وتطوير الجدول الزمني لمشاريع التشييد يعد في بعض الاحيان امراً محيراً لشركات التشييد، لذلك يجب على هذه الشركات ان تقوم بتحديد المعايير المناسبة والأسس التي من يتم خلالها اختيار التقنية او التطبيق المناسب لتطوير جدولها الزمني [9]، تتراوح هذه المعايير من معايير بسيطة وسطحية، مثل التي أشار إليها بالانس في مقالته عن كيفية اختيار تطبيق الجدولة المناسب [27]، إلى معايير معقدة ومتخصصة طبقاً مستوى الأعمال ونوعية المشاريع التي تقوم الشركة بتنفيذها كما يتضح من **شكل 10** [28]، وهي تبدأ غالباً بوضع الاهداف محددة والتي ينبغي ان يقوم البرنامج بتحقيقها، وتحديد الميزانية المخصصة لشراء هذه التطبيقات، ومدى قابلية البرنامج للتطوير في المستقبل لتجنب تغيير هذا البرنامج وشراء برنامج جديد يتطلب تكلفة إضافية لتغيير التطبيق وتدريب الموظفين على التطبيق الجديد إضافة إلى الوقت المهدر في تنفيذ كل ذلك.



شكل 10 تختلف معايير اختيار تطبيقات جدولة مشاريع التشييد بناء على المتوقع منها – المصدر [28]

ج. **خطورة التهديدات الأمنية المصاحبة لاستخدام التقنيات الرقمية:**

صاحب التطور الكبير في التقنيات الرقمية التي دخلت في جميع مناحي الحياة ظهور العديد من التحديات ارتبط أهمها بعدد من التهديات الأمنية للمعلومات الرقمية التي يتم تناولها ومعالجتها من خلال هذه التقنيات، وتم تصنيفها مؤخراً كجرائم معلوماتية أو جرائم ألكترونية، وأطلق عليها بعض الباحثين "العدوان غير المسلح غير المباشر" [29]، وهي الجرائم التي يقترفها بعض مستخدمي التكنولوجيا والتي تتصف بخطورتها وسهولة ارتكابها ومعضلة عبورها للحدود الجغرافية. ومع حداثة هذه الجرائم وحداثة التشريعات المرتبطة بها، فمن المهم الإسراع في توفير الأطر القانونية والمرجعيات الإجرائية اللازمة لمكافحة مثل هذه الجرائم [30]. أدت هذه التهديدات إلى تحديات مركبة ترتبط بالتخوف من استخدام التقنيات وما يمكن أن تؤديه من مساس وتهديد لأمن المعلومات الخاصة بالمشروع وخصوصية المستخدمين والعديد من المخاطر الأخرى التي يوضح شكل 11، أمثلة لها، ويمكن اعتبار هذا التحدي من أهم التحديات التي تواجه أغلب تطبيقات التقنيات المعاصرة المعتمدة على الإنترنت في مجال الجدولة الزمنية.



شكل 11: أسباب ومخاطر الجرائم الإلكترونية وأمن المعلومات – إعداد الباحثين بناء على بيانات المصدر [31]

وفي ظل تهديدات ومخاطر امن المعلومات تسعى الكثير من الجهات إلى إيجاد السبل والوسائل الوقائية الاحترازية التي تمكنها من مواجهة التهديدات الأمنية ليتزايد الاهتمام بنظم المعلومات سعيا لتقليل التكاليف ولضمان استمرارية العمل، حيث يمكن أن تؤدي هذه المخاطر الى إيقاف العمل او إبطاؤه، مما يؤدي إلى آثار سلبية وخسائر متعددة: قد تكون خسائر تشغيلية ناتجة عن تأثير مستوى التشغيل في المنظومة بسبب إصابة نظم المعلومات بالفيروسات أو الاختراق مما يؤدي الى توقف الخدمة المقدمة للعملاء، أو خسائر قانونية ناتجة عن العقوبات المفروضة بسبب افشاء المعلومات، أو خسائر مالية ناتجة عن الاخلال بالاتفاقيات وفقدان السرية والخصوصية، أو خسائر استراتيجية ناتجة عن فقدان العملاء أو الاخلال بحقوق الملكية الفكرية، إضافة إلى التأثير السلبي لسمعة المنشأة وفقدان الثقة بالتعامل معها نتيجة لذلك [32].

3. النتائـــــج:

من خلال ما سبق استعراضه حول التقنيات الرقمية ودورها في إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد والتحديات التي تواجه تطبيقها فقد تم التوصل إلى التالي:

- انتشرت التقنيات الرقمية ذات العلاقة بالتطبيقات المباشرة للجدولة الزمنية بصورة كبيرة وبإمكانيات متباينة يمكن من خلالها تجاوز مختلف التعقيدات التي كان يواجهها المخطط عند إعداد الجداول الزمنية او تحديثها بالطريقة التقليدية
- تطورت التقنيات الرقمية التي تربط نموذج المشروع ثلاثي الأبعاد والجدول الزمني للمشروع أو ما أطلق عليها تقنيات البعد الرابع لنمذجة معلومات المباني ومحاكاة الجداول الزمنية لمشاريع التشييد وزادت إمكانياتها في دعم عمليات التخطيط والتواصل بين فريق المشروع، وأصبحت أحد الوسائل التي يتم بها كسب المشاريع الجديدة، ومن المتوقع أن تصبح أحد أهم معايير الكفاءة في إدارة المشاريع في المستقبل القريب
- تتوافر العديد من تقنيات التواصل التي تدعم مدير المشروع ومخططي الجداول الزمنية للمشاريع خلال جميع مراحل إعداد ومتابعة ومراقبة تطبيق هذه الجداول وانتشرت تطبيقاتها من اجتماعات الفيديو الرقمي الصوتية والمرئية، ومن خلال الهواتف المحمولة أو الأجهزة اللوحية، أو

من خلال كاميرات المراقبة المعتمدة على بروتوكول الإنترنت والتي يتوافر بها نظام اتصال صوتي بمواقع التشييد لمتابعة الأنشطة ومعدلات الإنجاز ودعم عملية التواصل حول الجداول الزمنية بين جميع المعنيين بالمشروع في أي وقت ومن أي مكان وفي مختلف مراحل المشروع، ومشاركة أو تبادل الملفات.

- تمثل تقنية الحوسبة السحابية أحد التقنيات المعاصرة لإدارة وتخزين وتشارك وتبادل البيانات والمعلومات المختلفة، حيث يستطيع جميع المعنيين بإعداد ومتابعة الجداول الزمنية استخدامها في مشاركة الملفات ذات العلاقة من أي مكان وفي أي وقت ومن أي جهاز متصل بالإنترنت.

كما تم التوصل خلال الدراسة إلى ثلاثة من أبرز التحديات التي تواجه تطبيق الإتجاهات المعاصرة لإحكام الجداول الزمنية ومن أهمها التالي:

- ضعف المهارات الفنية ذات العلاقة بالتقنيات المعاصرة لدى أغلب مخططي الجداول الزمنية للمشاريع سواء على المستوى الشخصي أو على المستوى المؤسسي، وعدم الإهتمام بالدورات التدريبية لتطوير أو زيادة هذه المهارات أو تعلم مهارات التقنيات المعاصرة، مما يقلل من فرص نجاح وإحكام الجداول الزمنية في تحقيق أهداف المشاريع.
- صعوبة الإختيار المناسب للتقنيات والتطبيقات المناسبة للجداول الزمنية نظراً لارتباطها بالعديد من المعايير والأسس التي تناسب كل مستخدم وطبيعة وحجم المشروع الذي سيتم العمل عليه، واهداف المنظمة المالكة للمشروع عند اختيار التقنيات والتطبيقات المناسبة للجداول الزمنية للمشاريع، وبقابلية هذه التطبيقات للتطوير.
- خطورة التهديدات الأمنية المرتبطة باستخدام التقنيات الرقمية والتي تمثل هاجساً مقلقاً لجميع مستخدمي هذه التقنيات، ويمكن اعتبارها من أهم التحديات التي تواجه تطبيقات التقنيات الرقمية المعتمدة على الإنترنت في مجال الجدولة الزمنية للمشاريع.

وبذلك يمكن استنتاج نموذج جديد لاستخدام التقنيات الرقمية لإحكام الجدولة الزمانية لمشروعات التشييد من خلال ثلاثية التقنيات الرقمية التي تدعم تحقيق ذلك وثلاثية اعتبارات تنفيذ هذه التقنيات لمواجهة التحديات التي تواجه ذه التقنيات وصياغة ذلك في النموذج الموضح في شكل (12)

شكل 12: نموذج ثلاثية التقنيات الرقمية لإحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد واعتبارات تنفيذها

4. المناقشـــــــة:

استهدفت الدراسة استكشاف ودراسة وتحليل أهم الإتجاهات المعاصرة لتقنيات إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد والتحديات التي تواجه تطبيقها. ومن واقع ما تم استعراضه لهذه التقنيات ودورها في دعم تحقيق الإحكام للجداول الزمنية فقد تأكد ان ضعف الاعداد الجيد للجدول الزمني للمشروع يعتبر من أهم المسببات لتأخر وتعثر مشاريع التشييد، يرتبط بصورة كبيرة بعدم استثمار هذه التقنيات بالصورة المأمولة.

- ففي مجال تطبيق التقنيات الرقمية في إعداد ومتابعة الجداول الزمنية أكدت الدراسات أهمية وفوائد استخدام مثل هذه التطبيقات في مرحلة التخطيط والتنفيذ في مشروعات التشييد وذلك للدقة العالية التي تعطيها هذه البرامج في حساب وتقدير الزمن والتكلفة وقدرتها على التنبؤ بما سيحدث في المستقبل عند حدوث أي انحرافات في مسار المشروع.
- وفي مجال تطبيق التقنيات الرقمية في مجال محاكاة الجدول الزمني لمشاريع التشييد فقد أكدت الدراسات أن لها دور رئيسي ومؤثر في تطوير وإحكام الجدول الزمني وتزيد من فرص نجاح المشروع، كونها تقوم هذه التقنية باستخدام النموذج الثلاثي الأبعاد مع إضافة الزمن كبعد رابع للتحقق البصري من تسلسل مراحل البناء ومتطلبات الموقع العام، وان من ابرز مميزاتها الرئيسية في كونها أداة تصور قوية للمشروع وعناصره ومكوناته مما يدعم وييسر التواصل الفعال لفريق العمل بما فيهم المالك وتحقيق فهم أفضل لمراحل المشروع وخطة البناء، كما تدعم هذه التقنية أنشطة إدارة وقت وتكلفة ومخاطر وموارد ونشاطات المشروع بأفضل طريقة ممكنة، واكتشاف المخاطر المحتملة قبل وأثناء عملية التنفيذ وتدعم انشطة تحقيق السلامة العامة في مواقع التشييد وخاصة مع تكاملها مع الكاميرات المعتمدة على بروتوكول الإنترنت والمرتبطة بخصائص كشف وتحليل الحركة. واستعرضت الدراسة دور هذه التقنية في المقارنة بن عدة سيناريوهات مختلفة للبرنامج الزمني للمشروع، وتوضيح تأثير أي تغيير في أنشطة المشروع بالجدول الزمني على المتغيرات الأخرى وعلى وقت وتكلفة المشروع، وبذلك فهي أحد التقنيات المهمة التي من شأنها زيادة فرص نجاح المشروع وتحقيق أهدافه.
- وفي مجال تطبيق التقنيات الرقمية في مجال دعم التواصل بين المسؤولين عن الجداول الزمنية وباقي الجهات المعنية بالمشروع فقد أظهرت الدراسات السابقة تنوع أدواتها ودورها الفعال والمهم في المشروع، وتأثيرها في اختصار وتسهيل التواصل وتبادل المعلومات بين جميع المشاركين في المراحل المختلفة للمشروع.
- وفي مجال تطبيق تقنيات الحوسبة السحابية فقد أكدت الدراسات تنوع إمكانياتها وقدراتها في دعم أنشطة مراحل إعداد وتحديث وتخزين وتبادل البيانات الخاصة بالجدول الزمني ومناقشتها مع مختلف المشاركين في المشروع وهو ما يدعم تحقيق إحكام هذه الجداول في جميع مراحلها.

أهم التحديات التي تواجه تطبيق التقنيات الرقمية في مجال تطوير إعداد الجداول الزمنية لمشاريع التشييد:

- ضعف المهارات التقنية لدى المخططين في استخدام تطبيقات الحاسب الالي، وعدم استثمار المجالات المعاصرة لها وضعف المعرفة العلمية والعملية باستخدام تطبيقات الحاسب الالي المعاصرة والذي يستوجب بدوره تفعيل الدورات التدريبية من قبل شركات التشييد لموظفيها وتعليميهم على كيفية استخدام هذه البرنامج والمجالات المعاصرة وتوظيفها في تطوير مشاريعهم، والاهتمام بما يستجد من تقنيات تساعد المخططين في اعداد الجداول الزمنية، ووفقاً للباحث [26]، فإن التأهيل والتدريب الجيد لجميع العاملين في مجال إعداد ومتابعة الجداول الزمنية ورصد الميزانيات اللازمة لذلك لرفع مستوى الوعي العام بأهمية العمل واستثمار المجالات المعاصرة في التقنيات الرقمية وتطبيقات الحاسب الالي، أساس لتوفير ايدي عاملة ذو كفاءة عالية وتقليل التعثر في المشاريع العامة.
- واتضح من الدراسة المسحية لتطبيقات الجدولة الزمنية تنوع وتعدد وتداخل معايير تقييم التطبيقات مما يمثل صعوبة في اختيار التطبيق المناسب وارتباط ذلك بطبيعة وخصائص المستخدم وطبيعة وحجم المشروع والعديد من المتغيرات الأخرى التي يجب أخذها في الإعتبار ومن أهمها تحديد الاهداف من استخدام وتطبيق التقنيات الرقمية، والميزانية المخصصة لها، والقابلية للتطوير لتجنب التكاليف الإضافية المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن ذلك.
- يضاف إلى ذلك التحديات المرتبطة بالتخوف من استخدام التقنيات نتيجة التهديدات الأمنية على أمن المعلومات والخصوصية والنظم، وتعتبر من أهم التحديات التي تواجه أغلب تطبيقات التقنيات المعاصرة المعتمدة على الإنترنت في مجال الجدولة الزمنية. ولذلك من المهم تطوير القوانين

والتشريعات ذات العلاقة بمكافحة الجرائم المعلوماتية المرتبطة بهذه التهديدات لتحقيق مستقبل "آمن" لمثل هذه التقنيات.

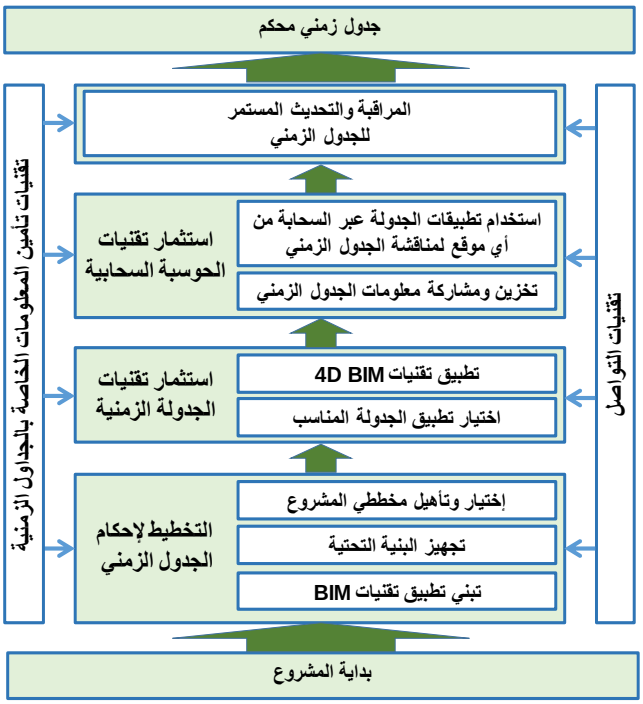
ومن خلال تجميع وترتيب نتائج ما تم استخلاصه خلال الدراسة أمكن إقتراح إطار العمل المستهدف في هذه الدراسة بنفصيل بيانات ثلاثية التقنيات الرقمية لإحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد وأهم الإعتبارات المرتبطة بتطبيقها، والموضح في شكل (13).

ويتضح من هذا الإطار أهمية التخطيط الجيد لإحكام الجداول الزمنية من جهة، ودور كل من تقنيات التواصل وتقنيات تأمين المعلومات الخاصة بالجداول الزمنية طوال مراحل تطبيق الإطار من جهة ثانية، واستثمار تقنيات الجدولة الزمنية وتقنيات الحوسبة السحابية من جهة ثالثة، ومن جهة رابعة أهمية المراقبة والتحديث المستمر للجدول الزمني باستخدام جميع هذه التقنيات.

5. التوصيات:

في نهاية هذه الدراسة ينبغي التأكيد على الدور الكبير للتقنيات الرقمية في تسهيل عملية إدارة الجداول الزمنية لمشاريع التشييد وإحكامها لزيادة فرص النجاح وتحقيق أهداف هذه المشاريع، لذلك توصي الدراسة بأهمية المتابعة المستمرة لهذه التقنيات ومواكبتها وتطبيقها في مشاريعنا الحالية والمستقبلية لضمان تميزها وتقليل فرص تأخرها وتعثرها، كما توجه الدراسة عدد من التوصيات لعدد من الجهات ذات العلاقة بمشاريع التشييد والجدولة الزمنية لها كالتالي:

- **توصية لمطوري النظم:** تحقيق التكامل بين تقنيات نمذجة معلومات المباني ومتطلبات ربطها بالجداول الزمنية للمشاريع بطرق أكثر سهولة للتوسع في تطبيقها وتحسين الأداء في متابعة الجداول الزمنية.



شكل 13: إطار عمل مقترح لتوظيف التقنيات الرقمية في إحكام الجداول الزمنية لمشاريع التشييد

- **توصيات لجهات متابعة المشاريع:**
  - تخصيص جزء من ميزانيات المشاريع لتطوير وتدريب وتأهيل العاملين في مجالات الإعداد او المتابعة للجداول الزمنية.
  - اتخاذ ما يلزم من إجراءات لتبني تطبيق نظم نمذجة معلومات البناء وإلزام المقاولين بتطبيقها.
  - إلزام المقاولين بإعداد الجداول الزمنية في البعد الرابع واستخدام وتوظيف تقنيات التواصل والمتابعة والمراقبة الرقمية لمشاريع التشييد عبر شبكة الإنترنت.
  - اتخاذ ما يلزم من إجراءات لزيادة وعي مستخدمي التقنيات الرقمية وتأكيد أهمية دورهم في مواجهة تحديات الأمن السيبراني.
- **توصية للجهات التشريعية:** مراجعة وتطوير قوانين أمن المعلومات والجرائم الألكترونية، والإستفادة من التجارب العالمية الناجحة في مواجهة التهديدات الأمنية، وتطبيق العقوبات المناسبة لمرتكبيها.

المراجع:

References

[1] J. A. AlSuliman, "Causes of delay in Saudi public construction projects," *Alexandria Engineering Journal, 58[2],* pp. 801-808, 2019.

[2] و. س. خ. و. ت. س. خضر، "جدولة المشروع باستعمال أسلوب برمجة الأهداف : بحث تطبيقي في مشروع القرية العصرية (محور الأبنية السكنية) في محافظة واسط "*مجلة العلوم الاقتصادية و الإدارية، 21 (85)*, pp. 169-201, 2015.

[3] م. أ. خيرالدين، إدارة المشاريع المعاصرة، الطبعة الأولى.، عمان: دار وائل لمنشر والتوزيع، 2012 .

[4] PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 7th Edition, Project Management Institute (PMI), 2021.

[5] آ. ح. ع. الجبار، "تخطيط و جدولة تنفيذ المشاريع الحكومية - بحث تطبيقي لمشاريع /مديرية االبنية المدرسية /دائرة المشاريع /مشروع الوزارة رقم (1)"*مجلة دراسات محاسبية ومالية (43)*, 2018. *13*

[6] ح. أ. ح. محمود، "مذجة معلومات البناء (BIM) و دورها في تطوير عملية التصميم المعماري و البناء "*مجلة قطاع الهندسة بجامعة الأزهر 13 (49)*, pp. 1573-1592, 2018.

[7] B. J. &. G. D. Gledson, "Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK," *Electronic Journal of Information Technology in Construction, 21, ISSN 1874-4753*, pp. 57-71, 2016.

[8] KarnoEnergy, "Karnno Energy," 2022. [Online]. Available: https://karnoenergy.com/4d-5d-6d-bim-modeling/.

[9] ل. خربوطلي، "استخدام انظمة نمذجة معلومات البناء BIM بمشاريع التشييد،" جامعة حلب، 2014.

[10] ع. سليم، "نمذجة معلومات البناء وإدارة المشروعات "*بيم أرابيا BIM Arabia*, pp. 29-34, 2017.

[11] A. a. E. K. Obaid, "Application of Building Information Modeling (3D and 4D) inConstruction Sector in Iraq," *Journal of Engineering, 10*, 2017.

[12] P. a. A. M. Ahmadi, "An Analysis of 4D-BIM Construction Planning: Advantages, Risks and Challenges," in *37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, Japan, 2020.

[13] Ghorbani, Shohreh, "4D Scheduling vs. Traditional Scheduling (Which one do you prefer?)," 28 10 2019. [Online]. Available: https://www.projectcontrolacademy.com/4d-scheduling-vs-traditional-scheduling/.

[14] ع. م. طلعت، "إعداد خطة تنفيذ المشروع بواسطة نمذجة معلومات البناء "*Journal of Al- Azhar University Engineering Sector, 14(53)*, pp. 1594-1605, 2019.

[15] K. L. Narayanaswamy, "Construction Technologies for Effective Project Schedule in High Rise Construction – A Review," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 5(11)*, 2016.

[16] ش. خ. ع. و. م. مصلح، "بناء برنامج حاسوبي سريع إدارة المشاريع "*مجلة جامعة بابل - العلوم الصرفة والتطبيقية، 1 (24)*, 2016.

[17] ا. ا. ل. التقنية، "البوابة العربية للأخبار التقنية،" 8 7 2022. [Online]. Available: https://aitnews.com/latest-it-news/software-and-programs-news/.

[18] A. &. H. K. Khelifi, "A Mobile Device Software to Improve Construction Sites Communications "MoSIC"," *(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications 7[11]*, 2016.

[19] ع. ع. الشوابكة، "دور إجراءات الأمن المعلوماتي في الحد من مخاطر أمن المعلومات في "*مجلة دراسات وأبحاث*,جامعة الطائف 2019.

[20] C. a. A. C. Tengan, "The Role of Monitoring and Evaluation in Construction Project Management," in *Intelligent Human Systems Integration Proceedings of the 1st International Conference on*

Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2018): Integrating People and Intelligent Systems, January 7-9, 2018, Dubai, United Arab Emirates, 2018.

[21] Teltonika, "CCTV CONSTRUCTION SITE MONITORING," 2019. [Online]. Available: https://teltonika-networks.com/industries/use-cases/cctv-construction-site-monitoring/.

[22] r. AlJahany, "Cloud Computing," 2019.

[23] S. e. a. Bello, "Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges," *Automation in Construction, 122*, 2021.

[24] G. Ellis, "Digital Builder," 10 11 2019. [Online]. Available: https://constructionblog.autodesk.com/cloud-based-construction-management/.

[25] Westlnad, "Westland," 20 7 2022. [Online]. Available: https://westlandconstruction.com/construction-management/.

[26] ف. ا. الشريف، "تعثر المشاريع العامة: وجهة نظر القطاع الخاص in "*ندوة إدارة المشاريع الحكومية*, الرياض، 2012 .

[27] M. Ballance, "Schedule," 6 10 2020. [Online]. Available: https://www.scheduleit.com/blog/10969/.

[28] D. Ramos, "Smart Sheet," 14 9 2017. [Online]. Available: https://www.smartsheet.com/construction-schedule-software.

[29] ج. العظامات، "جريمة العدوان في الهجمات الإلكترونية في نطاق القانون الدولي العام ", *المنارة 21(4ب)* , 2015.

[30] ع. ا. م. ربايعة، "الجرائم الألكترونية: التجريم والملاحقة والإثبات in "*المؤتمر الأول للجرائم الالكترونية في فلسطين*, نابلس، 2016 .

[31] E. a. S. T. Richey, "ENR: Engineering News Record," 2 3 2015. [Online]. Available: https://www.enr.com/articles/9023-know-your-enemy-construction-industry-needs-better-information-about-cyber-crime-risk.

[32] أ. م. ف. الدنف، "واقع إدارة أمن نظم المعلومات في الكليات التقنية بقطاع غزة وسبل تطويرها،" الجامعة الإسلامية، غزة، 2013.

ملحق رقم (1): ملخص لبيانات الدراسة المسحية لعدد (16) تطبيق من أهم تطبيقات الجدولة الزمنية

م	اسم ورمز ورابط الموقع الرسمي للتطبيق	أهم الخصائص العامة	روابط لفيديوهات حول التطبيق	روابط لمقالات ودراسات عن التطبيق
1	Oracle's Primavera www.oracle.com	اوراكل برامافيرا: هو تطبيق لإدارة الجدول الزمني للمشروع ويعتبر من أقوى الحلول وأكثرها قوة وسهولة في الاستخدام لتحديد الأولويات، والتخطيط، وإدارة ، وتنفيذ المشاريع والبرامج والمحافظ.	https://www.youtube.com/watch?v=XNlpxiwwLnE https://www.youtube.com/watch?v=J0QhfONjQhM	تخطيط وإدارة مشاريع التشييد بإستخدام برنامج Primavera / دراسة حالة تشييد مبنى كلية الأداب: http://repository.rsu.edu.sd/handle/123456789/2089 أهمية التحليل الشبكي في المفاضلة بين الوقت والتكلفة والجودة لإنجاز المشروع / دراسة حالة: عينة من المشاريع المنجزة: http://thesis.univ-biskra.dz/4336/1/%D9%86%D9%87%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9.pdf
2	Microsoft Project www.products.office.com	مايكروسوفت بروجكت: يساعد البرنامج على بدء المشروع بسرعة وتنفيذ المشاريع بسهولة. ويضم البرنامج القوالب المتعددة وأدوات الجدولة المألوفة كما يعمل على زيادة الإنتاجية لمديري المشاريع والفرق.	https://www.youtube.com/watch?v=iUqbhkJWt_4 https://www.youtube.com/watch?v=4i43PlFvLAM	جدوله وتخطيط ومتابعه مبني برج النزهة باستخدام برنامج MS Project: http://repository.sustech.edu/handle/123456789/13294 Accelerating Time to Scientific Discovery with a Grid-Enhanced Microsoft Project: http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1685&context=article
3	Workfront www.try.wrike.com	وورك فرونت: هي أداة لإدارة المشاريع على شبكة الإنترنت، بحيث تعمل على تعديل وتحديث مشكلات المشروع والجداول الزمني لها، ويمكنه العمل بشكل مشابه إلى حد ما لموقع الشبكات الاجتماعية.	https://www.youtube.com/watch?v=omNkNR8Mhls https://www.youtube.com/watch?v=gewyJTgT7_Q	6 Ways to Quit Wasting Time and Money in Your Review and Approval Process: http://www.matthallwritescopy.com/wp-content/uploads/2018/04/Workfront-6-ways.pdf projects out the door faster with digital review and approval: https://workfront.zendesk.com/hc/article_attachments/360029152833/Upload_Proofs.pdf
4	Clarity PPM www.broadcom.com	كلاريتي: يعمل البرنامج على حل إدارة محفظة المشاريع للمؤسسة. بدلاً من إدارة المشاريع التقليدية، يساعد في الانتقال إلى إدارة المنتجات الرقمية حيث يمكنه مواجهة اضطرابات السوق، وزيادة موارد المؤسسة إلى أقصى حد.	https://www.youtube.com/watch?v=x-1F1pUh2sU https://www.youtube.com/watch?v=MRnHheyfbVY	Introduction to CA Clarity PPM: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-7d90e908-a976-37f7-8529-2760c7f62ea4 Ca Clarity PPM Project Management User Guide: https://www.slideshare.net/piercens/ca-clarity-ppm-project-management-user-guide
5	Planview Enterprise One www.success.planview.com	بلان فيو: يعمل البرنامج على الجدول الزمني للمشروع من خلال دمج وتخطيط الأعمال والتكنولوجيا، وتحسين جميع الموارد، وتقديم منتجات وخدمات وخبرات العملاء لتحقيق أقصى أداء للأعمال.	https://www.youtube.com/watch?v=qZmUld3UF68 https://www.youtube.com/watch?v=UXgGAe0L7PA	Accelerate strategic execution enterprise-wide across all work and resources of Plainview : https://info.planview.com/rs/456-QCH-520/images/planview-enterprise-one-datasheet.pdf seamlessly integrate Microsoft project with Plainview : https://www.rccwriting.com/samples/DataSheets/Planview_ProjectConnectorDataSheet.pdf
6	Clarizen One www.clarizen.com	كلاريزن: يتيح البرنامج ربط الموظفين والشركاء ومزامنة المشاريع المخططة مع الأنشطة غير المخطط لها وإنشاء المستندات والتقارير وسير العمل. مما يساعد المستخدمين على العمل بشكل أكثر فعالية وتحقيق الأهداف وزيادة الإنتاجية.	https://www.youtube.com/watch?v=9CIT-yPW7IA https://www.youtube.com/watch?v=0uLcGr3e48c	Project Execution and Monitoring / Introduction to Managing and Tracking Active Projects in Clarizen: https://www.clarizen.com/wp-content/uploads/2016/09/Clarizen-Training-Project-Execution-and-Monitoring.pdf Collaborative Project Management: reasons doing it well will get you promoted: https://leanconstruction.org/media/learning_laboratory/Collaborative%20Strategy%20Conversation/clarizen-collaborative-project-management-white-paper.pdf
7	Celoxis www.celoxis.com	سيلوكسيس: هو برنامج PPM للمؤسسات وبرامج إدارة المشاريع وعمليات المشاريع المعقدة، ويتضمن بعض الميزات الرئيسية مثل إدارة المحفظة والجدولة والتكلفة والتنبؤ بالإيرادات وسعة الموارد وإدارة الاستخدام.	https://www.youtube.com/watch?v=y8rtgHsFcI4 https://www.youtube.com/watch?v=E5geyC7gSB8	Celoxis Onboarding Services The Essentials Package: https://www.celoxis.com/cassets/Celoxis-The-Essentials-Package.pdf Configuring Celoxis for single sign-on (SSO) enables administrators to manage users of Citrix ADC: https://docs.citrix.com/en-us/citrix-gateway-service/downloads/celoxis.pdf
8	Smartsheet www.smartsheet.com	سمارت شييت: هو أداة لإدارة المشاريع والتعاون عبر الإنترنت، يحتوي البرنامج على جدول بيانات في الواجهة، كما يحتوي على التنبيهات التلقائية والتحديث الفوري والمشاركة عبر أعضاء الفريق، وإدارة الموارد وتخصيص المهام، وعرض مخطط جانت، والإنتاج الجاهز للتقارير.	https://www.youtube.com/watch?v=6Po9Zuxmxzo https://www.youtube.com/watch?v=RToVjGXcqLA	Smartsheets Guide Step-by-Step Walkthrough: https://ciep.uni.edu/sites/default/files/u6/smartsheets_guide_-_grades.pdf USING SMARTSHEET FOR WORK MANAGEMENT: https://cws.auburn.edu/TechTalks/assets/media/project-mgt-with-smartsheet.pdf
9	Wrike 	فريك: عبارة عن نظام أساسي لإدارة العمل التعاوني، تم تصميم البرنامج لمساعدة المستخدمين على إنشاء هيكل يساعد على تسريع تأثير الأعمال. مع حلول وادوات مصممة خصيصًا لفرق إدارة المشروع.	https://www.youtube.com/watch?v=xoChYvFQF_Q https://www.youtube.com/watch?v=QmzpDfIioz0	Wrike Project Management & Time Tracking: https://conservationpartnership.org/downloads/gathering/2015/presentations/management/Time_Tracking_Tools-Wrike-Bunch.pdf The Most Practical Project Management Software Wrike:

https://d3tvpxjako9ywy.cloudfront.net/blog/content/uploads/2014/12/Get-Things-Done-with-Wrike-Ebook.pdf?av=10e47b7a624218106b414150bb6e0b8f			www.try.wrike.com	
Open Source and Proprietary Project Management Tools for SMEs - Journal of Information Systems: https://www.academia.edu/30262671/Open_Source_and_Proprietary_Project_Management_Tools_for_SMEs_-_Journal_of_Information_Systems_Engineering_and_Management_Vol_1_Issue_3 Using Online Software for Digital Team Management – Case Study Asana: https://www.researchgate.net/publication/318653655_Using_Online_Software_for_Digital_Team_Management_-_Case_Study_Asana	https://www.youtube.com/watch?v=HGxzd-eaLWs https://www.youtube.com/watch?v=IMAFWVLGFyw	اسانا: هو تطبيق لإدارة المشاريع، يساعد الفرق على إدارة وتنسيق عملهم من خلال توضيح الخطط والعمليات والمسؤوليات، وتمكينهم من تتبع كل شيء يعملون عليه. من خلال المهام والمشاريع والمحادثات ولوحات المعلومات، كما يقوم بعمل مخططات جانت وتتبع الوقت.	Asana www.asana.com	10
Cloudtech is a software application developer that builds solutions and integrates existing business systems with cloud technology: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/357601/Downloadable_Content/Success_Stories/Cloudtech-CaseStudy.pdf Mavenlink-Turning Projects Into Profits- Verticle: https://appexchange.salesforce.com/servlet/servlet.FileDownload?file=00P3A00000kG6eJUAS	https://www.youtube.com/watch?v=W2ubPC4XkzM https://www.youtube.com/watch?v=l7n8LKx_Y_Q	مافين لينك: هي اداة لإدارة المشاريع المتقدمة وتخطيط الموارد والتعاون والإدارة المالية، يعمل البرنامج على تخطيط المشروع وعمل الميزانيات والجداول الزمنية له.	Mavenlink www.mavenlink.com	11
Meisterplan is a software for project portfolio and resource planning: https://s32500.pcdn.co/wp-content/uploads/2018/09/meisterplan-product-description.pdf Work student/in Vertrieb Meisterplan: https://gsocampus.de/uploads/career_offer/file/8932/Werkstudent_Vertrieb_Meisterplan.pdf	https://www.youtube.com/watch?v=RtxvN2LoQfU https://www.youtube.com/watch?v=wd0qNBzXTEs	مستر بلان: يعمل البرنامج على محاكاة حقيبة المشاريع للمديرين التنفيذيين، ويعتبر البرنامج حل لإدارة محفظة المشروع مبني على ميزات مثل إدارة التمويل وإدارة الموارد وبناء الأهداف الاستراتيجية وتحليلات البيانات المرئية.	Meisterplan www.meisterplan.com	12
What Great Marketers Can Learn From Great Artists: https://www2.teamwork.com/rs/244-IXC-059/images/The%20Art%20of%20Marketing%20ebook.pdf practical workbook to help professional services teams stay focused on the bigger picture: https://www2.teamwork.com/rs/244-IXC-059/images/Big%20Picture%20Project%20Management%20101.pdf	https://www.youtube.com/watch?v=HVc3Ya84gUo https://www.youtube.com/watch?v=H8wKY1d6VbE	تيم ووركِ: هو تطبيق برمجيات سهل الاستخدام لإدارة المشاريع عبر الإنترنت يساعد المديرين والموظفين على العمل معًا بشكل أكثر إنتاجية معًا عبر الإنترنت، يعمل البرنامج على ادارة المشاريع المختلفة وادارة الجدول الزمني لها والمميزات الاخرى.	Teamwork www.teamwork.com	13
Deliver Consistent Business Outcomes Micro Focus Project and Portfolio Management: https://www.northwaysolutions.com/wp-content/uploads/2018/04/4aa0-9340.pdf Application Performance Engineering Take Control with an End-to-End Framework for Application Performance: https://help.sap.com/doc/ccb6a5666c1f47518e5e972ac28f51c5/12.60/en-US/Application%20Performance%20Engineering%20eBook.pdf	https://www.youtube.com/watch?v=_OX8HO5T_TQ https://www.youtube.com/watch?v=_CO6GSx55r0	ميكرو فوكس بروجيكت: يعمل البرنامج على قياس وادارة وتسجيل أنشطة المشروع والمحافظة عليها حتى يتمكن المستخدم من اتخاذ القرارات الصحيحة في الوقت المناسب.	Micro Focus Project www.microfocus.com	14
Project Management With monday.com: https://business.tutsplus.com/tutorials/project-management-with-mondaycom--cms-33586 Engineering Project Management Software monday com: http://leis.sorriso.mt.gov.br/Engineering-Project-Management-Software-monday-com.pdf	https://www.youtube.com/watch?v=IIvNKJsiLJ0 https://www.youtube.com/watch?v=0hmAiYGRhLc	مونداي: هو برنامج لإدارة المشاريع، ويحتوي على مميزات مثل ادارة الوقت، والإشعارات الآلية، ومشاهدات المخطط الزمني لمساعدة الفرق على تحقيق النتيجة التي يريدونها لكل معلم بارز في المشروع.	Monday www.monday.com	15
TargetProcess - Methods & Tools Software Development: https://www.methodsandtools.com/tools/targetprocess.php Planning Project Management Tools in Agile Embedded Systems Development: https://www.semanticscholar.org/paper/Project-Management-Tools-in-Agile-Embedded-Systems-Suomi/cf2c65a10b0d7c3f1a4061561c598480f1ed1b66	https://www.youtube.com/watch?v=Pg-81IRwAZQ https://www.youtube.com/watch?v=gIBslDyOlTg	تارقيت بروسيس: هو برنامج مصمم لإدارة المشاريع المرنية، بحيث يمكنه استضافة جميع افراد المشروع، يقدم البرنامج تقارير رسومية و لوحات بيانات التحليلات وأدوات PPM، بالإضافة الى امكانية اصدار تقارير ورسومات.	Targetprocess www.targetprocess.com	16