

مشروع تخرج بعنوان:

أثر تحليل البيانات الضخمة (Big Data) في اتخاذ القرارات داخل المشاريع الكبرى

قائمة المحتويات

1.1. المقدمة.....	2
1.2. مشكلة الدراسة.....	4
1.3. أهمية الدراسة.....	4
1.3.1. الأهمية النظرية.....	4
1.3.2. الأهمية العملية.....	5
1.4. أسئلة الدراسة.....	5
1.5. أهداف الدراسة.....	6
1.6. فرضيات الدراسة.....	6
1.7. نموذج الدراسة.....	6
1.8. منهجية البحث.....	7
1.8.1. تصميم البحث.....	7
1.8.2. أداة جمع البيانات.....	7
1.8.3. المجتمع المستهدف والعينة.....	7
1.8.5. الاعتبارات الأخلاقية.....	8
1.9. هيكل البحث.....	8
الفصل الثاني.....	10
2.1. مقدمة.....	10
2.2. مفهوم البيانات الضخمة (Big Data).....	10
2.3. خصائص البيانات الضخمة (The 5 Vs).....	11
2.4. أبعاد إضافية للبيانات الضخمة.....	13
2.5. أدوات وتقنيات تحليل البيانات الضخمة.....	14
2.7. مفهوم اتخاذ القرار في المشاريع الكبرى.....	16

17	2.7.1. تعريف اتخاذ القرار في السياق الإداري
17	2.7.2. خصائص القرارات في بيئات المشاريع الكبرى
17	2.7.3. الفرق بين القرارات التشغيلية والاستراتيجية
18	2.8. مراحل عملية اتخاذ القرار
18	2.8.1. . تحديد المشكلة أو الفرصة
19	2.8.2. جمع وتحليل المعلومات اللازمة
19	2.8.3. توليد البدائل المتاحة
20	2.8.4. . تقييم البدائل واختيار الأنسب
20	2.9. دور البيانات الضخمة في دعم اتخاذ القرار
21	2.9.1. تسريع القرارات من خلال التحليلات الفورية
22	2.9.3. التنبؤ بالمخاطر والفرص المستقبلية
23	2.9.4. اكتشاف فرص السوق والابتكار
24	2.10.1. التنبؤ بالجدول الزمني للمشروع والتكاليف
26	2.11. التحديات المرتبطة باستخدام البيانات الضخمة
27	2.11.1. صعوبات جمع البيانات من مصادر متعددة ومتنوعة
27	2.11.2. مشكلات جودة البيانات وعدم اكتمالها
29	2.11.4. الأمن السيبراني وحماية الخصوصية
30	2.11.5. نقص الكفاءات البشرية المتخصصة
31	2.12. ملخص
32	المراجع

1.1. المقدمة

في عصر تتسارع فيه التكنولوجيا بشكل غير مسبوق، وتنتج فيه كميات هائلة من البيانات في كل لحظة، باتت البيانات تُعد موردًا استراتيجيًا لا يقل أهمية عن الموارد المالية أو البشرية في المؤسسات الحديثة. وقد أسهمت الثورة الرقمية والتحول نحو الأنظمة الذكية والعمليات المؤتمتة في نشوء مفهوم "البيانات الضخمة (Big Data)"، الذي يُشير إلى تلك الكميات الهائلة من البيانات التي تتميز بالحجم الكبير، والتنوع في المصادر، والسرعة في التوليد، والتعقيد في

المعالجة. وأمام هذا الانفجار المعلوماتي، أصبحت المؤسسات، بما فيها الجهات المعنية بإدارة المشاريع الكبرى، بحاجة ماسة إلى استثمار هذه البيانات بشكل ذكي وفَعَال بهدف دعم قراراتها وتحسين أدائها العام (مصطفى وآخرون، 2024).

تُعد المشاريع الكبرى من أكثر الأنشطة تعقيدًا في بيئات الأعمال المعاصرة، نظرًا لما تتطلبه من تنسيق دقيق للموارد، وإدارة فعالة للمخاطر، وتخطيط طويل الأمد، ومتابعة مستمرة للتقدم. وتكمن خصوصية هذه المشاريع في أنها غالبًا ما تمتد على فترات زمنية طويلة، وتُدار عبر فرق متعددة التخصصات، وتُنفذ في بيئات ديناميكية تتسم بتغير المعطيات باستمرار. وفي هذا السياق، تبرز أهمية أدوات تحليل البيانات الضخمة التي تُوفّر للمُدرّاء والمُخطّطين رؤى آنية ومستقبلية قائمة على تحليل كمي ونوعي معمّق للبيانات، مما يُعزز قدرتهم على اتخاذ قرارات مدروسة ومرنة في الوقت المناسب (حسن، 2022).

إن دمج تقنيات تحليل البيانات الضخمة في إدارة المشاريع لا يقتصر فقط على تحسين عملية اتخاذ القرار، بل يتعدى ذلك ليشمل دعم جميع مراحل دورة حياة المشروع. ففي مرحلة التخطيط، يمكن استخدام البيانات التاريخية والنماذج التحليلية لتقدير التكاليف والجدول الزمني والموارد المطلوبة بدقة أعلى. وفي مرحلة التنفيذ، تتيح التحليلات التنبؤية والآنية تتبع الأداء، ورصد الانحرافات، واتخاذ إجراءات تصحيحية فورية. أما في مراحل التقييم والإغلاق، فيمكن استخدام أدوات البيانات الضخمة لتقييم النتائج مقابل الأهداف، وتوثيق الدروس المستفادة، وبناء قواعد معرفية تُفيد في المشاريع المستقبلية. وبالتالي، فإن البيانات الضخمة تُعد رافعة حقيقية لتحسين جودة وكفاءة إدارة المشاريع الكبرى من كافة الجوانب (سلامة، 2025).

ومع ذلك، فإن تطبيق تقنيات تحليل البيانات الضخمة في المشاريع لا يخلو من التحديات، بدءًا من صعوبات جمع البيانات من مصادر متعددة، ومرورًا بقضايا الجودة والدقة، ووصولًا إلى اعتبارات الأمن السيبراني وخصوصية البيانات. كما أن الاستفادة المثلى من هذه التقنيات تتطلب توفر كفاءات بشرية متخصصة قادرة على التعامل مع أدوات التحليل المتقدمة، بالإضافة إلى بنية تحتية تكنولوجية داعمة. وعليه، فإن المؤسسات التي تسعى إلى دمج تقنيات البيانات الضخمة في بيئة مشاريعها لا بد أن تنتهج استراتيجية متكاملة تُراعي هذه المتطلبات وتتجاوز التحديات المحتملة (سليمان وآخرون، 2022).

في ضوء ما سبق، يأتي هذا البحث ليتناول موضوعًا ذا أهمية استراتيجية في عالم إدارة المشاريع، وهو "أثر تحليل البيانات الضخمة على اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى". ويهدف البحث إلى استكشاف كيف تُسهم تحليلات البيانات الضخمة في تحسين كفاءة القرارات، وتقليل المخاطر، ورفع مستوى الأداء العام للمشاريع. كما يسلّط الضوء على أبرز النماذج والتطبيقات

المستخدمة، ويعرض التحديات التي تواجه المؤسسات في هذا المجال، إلى جانب تقديم توصيات عملية لتفعيل دور البيانات الضخمة كأداة داعمة للإدارة الذكية في بيئة المشاريع الكبرى.

1.2. مشكلة الدراسة

تُعد عملية اتخاذ القرار من أهم الأنشطة الإدارية في بيئة المشاريع، نظرًا لما يترتب عليها من نتائج تؤثر بشكل مباشر على مخرجات المشروع ونجاحه واستدامته. وتزداد أهمية هذه العملية في المشاريع الكبرى، التي تتميز بارتفاع حجم الموارد البشرية والمالية والتقنية، وتعدد الأطراف المعنية، وتشابك العلاقات بين مكوناتها، مما يجعل عملية اتخاذ القرار داخلها أكثر تعقيدًا وحساسية. في مثل هذه السياقات، لم تعد الأساليب التقليدية في جمع البيانات وتحليلها كافية لدعم القرارات الاستراتيجية، خاصة في ظل الحجم الهائل من المعلومات المتدفقة من مصادر متعددة مثل الحساسات الرقمية، تقارير الأداء، قواعد البيانات، نظم تخطيط موارد المؤسسة، وتفاعلات العملاء.

وقد أدى التطور التقني إلى بروز مفهوم "البيانات الضخمة" كأداة حيوية لدعم اتخاذ القرار، إذ تتيح هذه التقنية تحليل كميات كبيرة ومتنوعة من البيانات بسرعة وكفاءة، واستخلاص أنماط ومؤشرات تساعد في التنبؤ بالأحداث المستقبلية، وتقييم أداء المشروع، وتحديد مواطن القوة والضعف. ورغم الفوائد الكبيرة التي يمكن أن تحققها المؤسسات من خلال توظيف تحليلات البيانات الضخمة، إلا أن الاستخدام الفعلي لهذه التقنيات في مجال إدارة المشاريع الكبرى لا يزال محدودًا في كثير من البيئات المؤسسية، إما بسبب ضعف الوعي بإمكاناتها، أو بسبب تحديات البنية التحتية، أو بسبب نقص الكفاءات القادرة على تشغيلها وتفسير نتائجها.

ومن هنا تبرز مشكلة الدراسة في وجود فجوة بين الإمكانيات التقنية الكبيرة التي توفرها تحليلات البيانات الضخمة، وبين مدى توظيفها الفعلي في دعم اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى. فمع أن كثيرًا من المشاريع تعتمد على أنظمة تكنولوجية متقدمة، إلا أن القرارات ما تزال تُتخذ بناءً على الخبرة الشخصية أو البيانات الجزئية، دون الاستفادة الكاملة من التحليلات التنبؤية أو النماذج الرقمية المتقدمة. وهذا يطرح تساؤلات حول مدى تأثير استخدام تحليلات البيانات الضخمة على جودة وفعالية القرارات داخل هذه المشاريع، وما هي التحديات والمعوقات التي تحول دون تحقيق الاستفادة المثلى منها، وما مدى استعداد المؤسسات لتبني هذه الأدوات بصورة استراتيجية ومستمرة.

1.3. أهمية الدراسة

1.3.1. الأهمية النظرية

تتجلى الأهمية النظرية لهذه الدراسة في مساهمتها في إثراء الأدبيات العلمية المتعلقة بمجالي تحليل البيانات وإدارة المشاريع، من خلال تسليط الضوء على أحد الموضوعات المعاصرة وهو "تحليل البيانات الضخمة" ودوره في دعم عملية اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى. فبينما تركز معظم الدراسات التقليدية في إدارة المشاريع على الأدوات الكلاسيكية للتخطيط والتنفيذ، تقدم هذه الدراسة منظورًا حديثًا يعتمد على التكنولوجيا الرقمية المتقدمة في دعم العمليات الإدارية. كما تسهم الدراسة في الربط بين حقلين معرفيين متكاملين: علم البيانات وإدارة الأعمال، مما يوفر إطارًا نظريًا جديدًا يمكن أن يُبنى عليه في أبحاث لاحقة، ويفتح المجال أمام دراسات متعددة التخصصات. وتُعد هذه الدراسة من المحاولات القليلة في السياق العربي التي تستعرض العلاقة بين تحليل البيانات الضخمة وفعالية القرار الإداري في المشاريع، الأمر الذي يساهم في سد فجوة بحثية قائمة، ويعزز من الفهم الأكاديمي لدور البيانات كأداة استراتيجية في بيئة المشروعات المعقدة.

1.3.2. الأهمية العملية

أما من الناحية العملية، فتنتطق أهمية هذه الدراسة من الحاجة المتزايدة لدى المؤسسات الكبرى إلى أدوات فعالة تدعم عملية اتخاذ القرار في ظل التغيرات السريعة وكثرة المتغيرات المؤثرة في بيئة المشروع. وتوفر الدراسة إطارًا تطبيقيًا يمكن من خلاله فهم كيف يُمكن لتحليل البيانات الضخمة أن يساهم في تحسين كفاءة إدارة المشاريع، من خلال التنبؤ بالمخاطر، وتحسين تخصيص الموارد، وتسريع عمليات المتابعة والتقييم. كما تساعد نتائج الدراسة المديرين والمخططين وأصحاب القرار في فهم التحديات المرتبطة بتطبيق هذه التكنولوجيا، مثل تحديات جمع البيانات، وجودتها، وأمنها، وتمكّنهم من تصميم استراتيجيات مناسبة للتعامل معها. ولا تقف أهمية الدراسة عند الجانب الإداري فقط، بل تمتد لتشمل دعم الابتكار المؤسسي وتعزيز القدرة التنافسية للمؤسسات التي تسعى إلى استخدام أدوات تحليل البيانات في مواجهة التحديات المعقدة التي تفرضها إدارة المشاريع الكبرى في العصر الرقمي.

1.4. أسئلة الدراسة

سؤال البحث الرئيسي:

ما أثر تحليل البيانات الضخمة (Big Data) في تحسين عملية اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى؟

الأسئلة الفرعية:

1. إلى أي مدى تساهم أدوات تحليل البيانات الضخمة في تسريع اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى؟

2. ما دور البيانات الضخمة في رفع دقة وجودة القرارات الإدارية في المشاريع الكبرى؟

3. كيف تؤثر البيانات الضخمة في توقع المخاطر والفرص المستقبلية في بيئة المشاريع الكبرى؟

1.5. أهداف الدراسة

التعرف على أثر تحليل البيانات الضخمة (Big Data) في دعم وتحسين اتخاذ القرارات داخل المشاريع الكبرى.

الأهداف الفرعية:

1. تحليل مدى إسهام أدوات وتقنيات تحليل البيانات الضخمة في تسريع اتخاذ القرار.
2. قياس أثر استخدام البيانات الضخمة في تحسين دقة وجودة القرارات الإدارية.
3. استكشاف دور البيانات الضخمة في التنبؤ بالمخاطر والفرص المستقبلية ضمن سياق المشاريع الكبرى.

1.6. فرضيات الدراسة

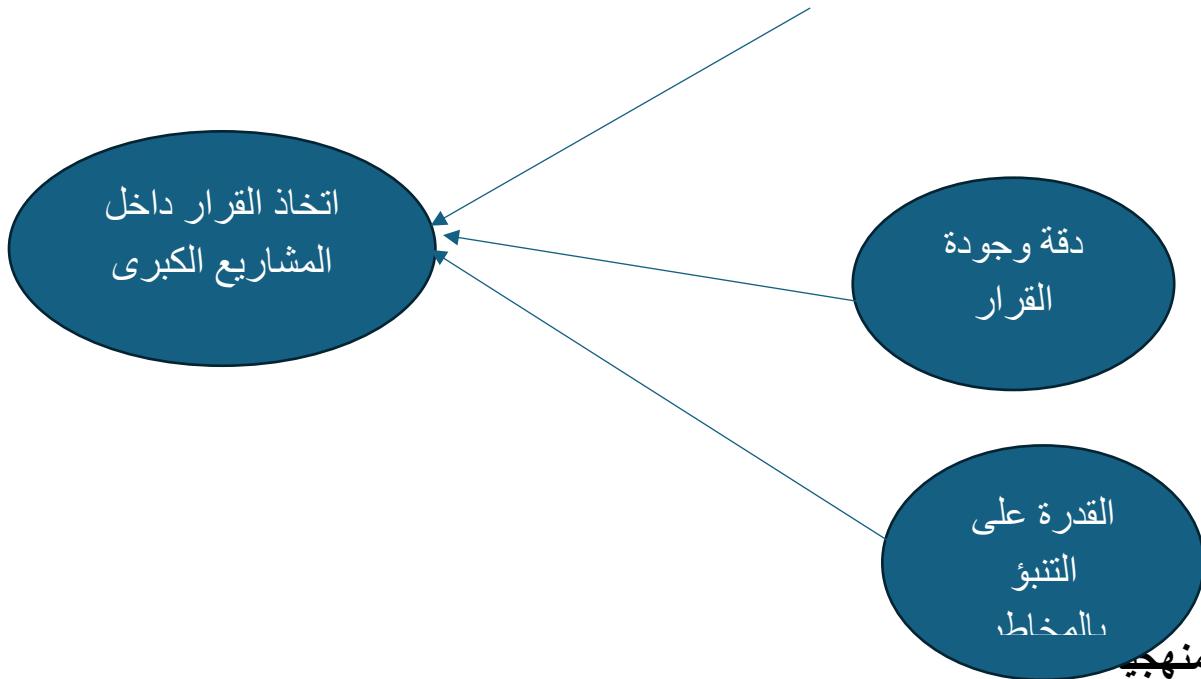
1. الفرضية الأولى: (H1) يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لتحليل البيانات الضخمة في تسريع عملية اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى.
2. الفرضية الثانية: (H2) يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لاستخدام أدوات البيانات الضخمة في تحسين دقة وجودة القرارات الإدارية داخل المشاريع الكبرى.
3. الفرضية الثالثة: (H3) يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لتحليل البيانات الضخمة في التنبؤ بالمخاطر والفرص المستقبلية داخل المشاريع الكبرى.

1.7. نموذج الدراسة

- المتغير المستقل : تحليل البيانات الضخمة وابعادها (سرعة اتخاذ القرار ، دقة وجودة القرار ، القدرة على التنبؤ بالمخاطر والفرص)
- المتغير التابع : اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى

○

سرعة اتخاذ
القرار



1.8. منهجية

تعتمد هذه الدراسة على منهجية كمية لاختبار الفرضيات المتعلقة بأثر تحليل البيانات الضخمة على عملية اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى. تهدف المنهجية إلى جمع البيانات من عينة مستهدفة وتحليلها باستخدام أدوات إحصائية مناسبة لاستخلاص العلاقات ذات الدلالة الإحصائية بين المتغيرات.

1.8.1. تصميم البحث

تعتمد الدراسة تصميمًا وصفيًا-تحليليًا (Descriptive-Analytical Design) ، حيث يتم وصف الظاهرة محل الدراسة (تحليل البيانات الضخمة) وتحليل تأثيرها على اتخاذ القرار داخل المشاريع الكبرى. هذا التصميم مناسب لفهم العلاقات بين المتغيرات وتفسير تأثير المتغير المستقل على التابع في بيئة واقعية.

1.8.2. أداة جمع البيانات

تم اعتماد الاستبانة الإلكترونية المغلقة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية، نظرًا لملاءمتها في الدراسات الكمية وسهولة توزيعها على العينة المستهدفة. تضمنت الاستبانة عدة محاور تغطي أبعاد تحليل البيانات الضخمة (مثل الأدوات، الجودة، السرعة، التنبؤ) وعناصر اتخاذ القرار (مثل السرعة، الدقة، التوقع).

1.8.3. المجتمع المستهدف والعينة

يتكون المجتمع المستهدف من مديري المشاريع وكبار الموظفين في المشاريع الكبرى داخل المملكة / المنطقة الجغرافية المحددة. تم اختيار عينة قسدية من أفراد هذا المجتمع الذين يمتلكون خبرة في التعامل مع تقنيات البيانات الضخمة واتخاذ القرارات الإدارية. ومن المتوقع أن يتراوح حجم العينة ما بين 100 إلى 200 مشارك لضمان تمثيل مناسب وتحليل إحصائي موثوق.

1.8.4. أساليب تحليل البيانات – صفحة 7

بعد جمع البيانات، سيتم استخدام برنامج SPSS أو SmartPLS لتحليلها إحصائيًا. وتتضمن الأساليب ما يلي:

- التحليل الوصفي (الوسط الحسابي، الانحراف المعياري)
- اختبار الصدق والثبات) مثل (Alpha Cronbach)
- تحليل الارتباط (Pearson Correlation)
- تحليل الانحدار أو نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) لاختبار الفرضيات.

1.8.5. الاعتبارات الأخلاقية

- تم الالتزام بجميع الجوانب الأخلاقية في هذه الدراسة، حيث تم:
- ضمان سرية وخصوصية البيانات المقدمة من المشاركين
 - استخدام البيانات لأغراض البحث فقط
 - مشاركة المشاركين كانت طوعية بالكامل
 - تم تزويد المشاركين بمعلومات كافية حول هدف الدراسة، مع إمكانية الانسحاب في أي وقت دون أي تبعات

1.9. هيكل البحث

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

يتناول هذا الفصل خلفية الدراسة، وأهميتها، ومشكلاتها، وأهدافها، وأسئلتها، وفرضياتها، ونموذجها المفاهيمي، إضافة إلى تحديد نطاقها، ومنهجيتها، وهيكلها العام.

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

يعرض هذا الفصل المفاهيم النظرية المرتبطة بالبيانات الضخمة، أدوات تحليلها، ومراحلها، وكذلك مفهوم اتخاذ القرار ومراحلها في بيئة المشاريع الكبرى. كما يستعرض أبرز الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث، ويقارن بينها وبين الدراسة الحالية من حيث الأهداف والمنهج والنتائج.

الفصل الثالث: منهجية البحث

يشرح هذا الفصل المنهجية المتبعة في الدراسة، وتصميم البحث، وأداة جمع البيانات، والمجتمع والعينة، وأساليب التحليل الإحصائي، إضافة إلى الإجراءات الأخلاقية التي تم الالتزام بها.

الفصل الرابع: تحليل البيانات ومناقشة النتائج

يتضمن هذا الفصل عرضاً للبيانات التي تم جمعها، وتحليلها باستخدام الأدوات الإحصائية، واختباراً للفرضيات، ومناقشة للنتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

يعرض هذا الفصل أبرز النتائج التي توصلت إليها الدراسة، ويقدم مجموعة من التوصيات العملية والإجرائية لأصحاب القرار في المشاريع الكبرى، بالإضافة إلى مقترحات لدراسات مستقبلية في نفس المجال.

الفصل الثاني

2.1. مقدمة

في ظل التحولات الرقمية المتسارعة التي يشهدها العالم المعاصر، برزت البيانات الضخمة كأحد أهم الأصول الاستراتيجية التي يمكن للمؤسسات استثمارها لتعزيز قدرتها التنافسية وتحقيق أهدافها بكفاءة أعلى. لم تعد البيانات تُنظر إليها على أنها مجرد مخرجات جانبية للعمليات التشغيلية، بل أصبحت وقودًا أساسيًا لاتخاذ القرارات الذكية، خاصة في بيئات المشاريع الكبرى التي تتسم بدرجة عالية من التعقيد، وتداخل المتغيرات، وحجم المخاطر والفرص. ويأتي هذا الفصل ليؤسس قاعدة معرفية متينة من خلال عرض الإطار النظري المرتبط بمفهوم البيانات الضخمة وخصائصها وأدواتها، وبيان كيفية توظيفها في دعم عمليات اتخاذ القرار في المشاريع الكبرى، إلى جانب تناول المراحل التي تمر بها عملية التحليل، ودورها في تسريع القرارات، ورفع جودتها، والتنبؤ بالمستقبل. كما يستعرض الفصل أبرز التحديات التي قد تعترض المؤسسات عند تبني هذه التقنيات، مما يمهد لفهم السياق الذي تستند إليه الدراسة الحالية.

2.2. مفهوم البيانات الضخمة (Big Data)

I. التعريف اللغوي والاصطلاحي للبيانات الضخمة

لغويًا، يتكون مصطلح "البيانات الضخمة (Big Data)" من كلمتين: "البيانات" وهي الحقائق والمعلومات الخام التي يمكن تخزينها وتحليلها، و"الضخمة" التي تصف حجمًا هائلًا يتجاوز حدود المعالجة التقليدية. أما اصطلاحًا، فهي مجموعات بيانات تتسم بالحجم الكبير، والتنوع في المصادر، والسرعة في التوليد والتدفق، بحيث يصعب التعامل معها باستخدام الأدوات أو الطرق التقليدية. ولا تقتصر البيانات الضخمة على الكم الهائل من المعلومات، بل تشمل أيضًا التعقيد البنيوي، وتعدد الأنماط، واحتياجها إلى أدوات تحليلية متقدمة مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي،

والتعلم الآلي، والتحليلات التنبؤية لاستخلاص قيمة عملية منها تدعم اتخاذ القرار (القحطاني وآخرون، 2021).

II. التطور التاريخي لمفهوم البيانات الضخمة

بدأ ظهور فكرة البيانات الضخمة مع التوسع الهائل في استخدام الإنترنت والأجهزة الرقمية مطلع الألفية الثالثة، حيث واجهت المؤسسات تحديات في معالجة الكميات المتزايدة من المعلومات الناتجة عن التفاعلات الرقمية، والمحتوى على الشبكات الاجتماعية، وبيانات أجهزة الاستشعار. وفي عام 2001، قدّم **Doug Laney** الإطار الشهير "3 Vs" الذي حدد ثلاثة أبعاد أساسية للبيانات الضخمة: **الحجم، التنوع، والسرعة**. لاحقًا، أضيفت أبعاد أخرى مثل الموثوقية والقيمة لتعزيز الفهم الشامل للمفهوم. ومع تقدم تقنيات الحوسبة السحابية والمعالجة الموزعة، أصبح تحليل البيانات الضخمة عنصرًا جوهريًا في مجالات الأعمال، والعلوم، والصحة، والطاقة، والمشاريع الكبرى (الهالي وآخرون، 2021).

III. الفرق بين البيانات التقليدية والبيانات الضخمة في الحجم والتنوع والمعالجة

تختلف البيانات التقليدية عن البيانات الضخمة في ثلاثة محاور أساسية:

- **الحجم:** البيانات التقليدية تُقاس عادةً بالجيجابايت أو التيرابايت، بينما البيانات الضخمة قد تصل إلى البيتابايت أو الإكسابايت، ما يتطلب إمكانات تخزين ومعالجة هائلة (علي وآخرون، 2023).
- **التنوع:** في حين أن البيانات التقليدية غالبًا ما تكون مهيكلة ضمن جداول وقواعد بيانات علائقية، تشمل البيانات الضخمة مزيجًا من البيانات المهيكلة، وغير المهيكلة، وشبه المهيكلة، مثل النصوص، والصور، والفيديوهات، وبيانات أجهزة الاستشعار.
- **المعالجة:** تعتمد البيانات التقليدية على أدوات تحليل بسيطة ونظم إدارة قواعد بيانات تقليدية، بينما البيانات الضخمة تحتاج إلى أطر عمل متطورة مثل **Hadoop** و**Apache Spark**، القادرة على المعالجة الموزعة وتحليل البيانات في الزمن الحقيقي أو القريب من الحقيقي.

2.3. خصائص البيانات الضخمة (The 5 Vs)

تُعرّف البيانات الضخمة من خلال مجموعة من الخصائص المميزة التي تُعرف في الأدبيات العلمية باسم "الأبعاد الخمسة (The 5 Vs)"، وهي: **الحجم، والتنوع، والسرعة، والموثوقية، والقيمة**. هذه الخصائص تشكل الإطار المفاهيمي لفهم طبيعة البيانات الضخمة والتعامل معها،

حيث تساعد في تحديد التحديات والفرص التي تقدمها هذه البيانات للمؤسسات، خاصة في بيئة المشاريع الكبرى التي تتطلب دقة وسرعة في اتخاذ القرار.

• الحجم (Volume)

يمثل الحجم (Volume) أول وأبرز خصائص البيانات الضخمة، ويشير إلى الكميات الهائلة من البيانات التي يتم توليدها يوميًا من مصادر متعددة مثل المعاملات التجارية، ومنصات التواصل الاجتماعي، وأجهزة الاستشعار، والتطبيقات الذكية. ففي ظل الثورة الرقمية، أصبح من المعتاد أن تنتج المؤسسات والشركات بيانات تتجاوز قدرات التخزين والمعالجة التقليدية، ما يستدعي استخدام تقنيات متقدمة كالحوسبة السحابية وبحيرات البيانات (Data Lakes) لاستيعاب هذه الأحجام الضخمة (الكعبي وآخرون، 2023).

• التنوع (Variety)

يشير التنوع (Variety) إلى تعدد أشكال وأنواع البيانات، حيث لم تعد المؤسسات تتعامل فقط مع البيانات المهيكلة (Structured Data) في جداول وقواعد بيانات، بل أصبحت تواجه مزيجًا معقدًا يشمل البيانات غير المهيكلة (Unstructured) مثل النصوص، والصور، والفيديوهات، بالإضافة إلى البيانات شبه المهيكلة (Semi-Structured) مثل ملفات XML و JSON. هذا التنوع يفرض تحديات في التكامل والتحليل، ولكنه يتيح أيضًا إمكانيات أوسع لاستخلاص رؤى معمقة وشاملة (الغامدي وآخرون، 2022).

• السرعة (Velocity)

تعبر السرعة (Velocity) عن المعدل الذي يتم به توليد البيانات ومعالجتها، حيث تتدفق البيانات في الزمن الحقيقي أو القريب من الحقيقي، مثل بيانات المعاملات المصرفية الفورية، أو إشارات أجهزة الاستشعار في المصانع، أو تحديثات شبكات التواصل الاجتماعي. هذه السرعة تتطلب أنظمة معالجة متطورة قادرة على استقبال البيانات وتحليلها فورًا لدعم القرارات السريعة والاستجابة للأحداث الطارئة في بيئات العمل الديناميكية.

• الموثوقية (Veracity)

الموثوقية (Veracity) هي مقياس لجودة ودقة البيانات وخلوها من الأخطاء أو التشويش، وهي من الخصائص الحاسمة التي تحدد مدى صلاحية البيانات للاستخدام في التحليل واتخاذ القرار.

ففي كثير من الحالات، تكون البيانات الضخمة عرضة للضوضاء أو التكرار أو عدم الاتساق، ما يستدعي عمليات تنظيف ومعالجة دقيقة لضمان موثوقيتها. ارتفاع الموثوقية يعزز من قدرة المؤسسة على استنتاج نتائج صحيحة واتخاذ قرارات مبنية على حقائق دقيقة (السلمي وآخرون، 2024).

• القيمة (Value)

تمثل القيمة (Value) الغاية النهائية من الاستثمار في تحليل البيانات الضخمة، فهي المعيار الذي يحدد مدى قدرة هذه البيانات على خلق ميزة تنافسية للمؤسسة. القيمة لا تتحقق بمجرد امتلاك البيانات، بل من خلال تحويلها إلى معرفة قابلة للتطبيق تساعد في تحسين الأداء، وتخفيض التكاليف، وزيادة الإيرادات، وابتكار منتجات أو خدمات جديدة. في سياق المشاريع الكبرى، قد تعني القيمة القدرة على إتمام المشروع ضمن الجدول الزمني والميزانية، أو تقليل المخاطر، أو اكتشاف فرص استثمارية مستقبلية.

2.4. أبعاد إضافية للبيانات الضخمة

رغم أن الخصائص الخمس المعروفة للبيانات الضخمة (الحجم، التنوع، السرعة، الموثوقية، القيمة) تشكل الأساس لفهم طبيعتها، إلا أن التطور السريع في تقنيات المعالجة وكثافة تدفقات المعلومات أفرز أبعادًا إضافية لا تقل أهمية في ضمان استثمار هذه البيانات بكفاءة، من أبرزها القابلية للتوسع، والتوقيتية، والقابلية للتكامل.

فالقابلية للتوسع (Scalability) تمثل قدرة أنظمة تخزين ومعالجة البيانات على التكيف مع النمو المستمر في حجم البيانات وتعقيدها دون التأثير على الأداء أو زمن الاستجابة. في بيئات المشاريع الكبرى، التي قد تولد ملايين السجلات يوميًا من أجهزة استشعار أو أنظمة متابعة، يصبح من الضروري أن تكون البنية التحتية قادرة على استيعاب الزيادات المفاجئة في حجم البيانات، سواء من خلال التوسع الرأسي بإضافة موارد أكثر قوة (مثل المعالجات والذاكرة)، أو التوسع الأفقي بإضافة خوادم ومعالجات موزعة، أو عبر حلول الحوسبة السحابية التي توفر قابلية توسع شبه غير محدودة (بدوي وآخرون، 2023).

أما التوقيتية (Timeliness) فهي عنصر حاسم في تحويل البيانات الضخمة إلى أداة فعالة لاتخاذ القرار، إذ أن قيمة البيانات ترتبط بمدى توفرها في اللحظة المناسبة. على سبيل المثال، في مشروع بنية تحتية ضخمة، قد يعني الحصول على بيانات أداء المعدات في الوقت

الفعلي القدرة على منع الأعطال قبل حدوثها، مما يوفر تكاليف الإصلاح ويمنع التأخير في الجدول الزمني. وعلى العكس، فإن البيانات التي تصل بعد انتهاء الحدث غالبًا ما تفقد معظم قيمتها الاستراتيجية، إذ تصبح أقرب إلى التوثيق منها إلى التوجيه (الحوسني وآخرون، 2024).

ويأتي بُعد القابلية للتكامل (Integration) ليعكس أهمية دمج البيانات من مصادر وأنظمة مختلفة في بيئة موحدة للتحليل. فالمؤسسات الكبرى غالبًا ما تستخدم أنظمة متعددة مثل تخطيط موارد المؤسسة (ERP)، وإدارة علاقات العملاء (CRM)، ومنصات إنترنت الأشياء (IoT)، وقواعد البيانات الخارجية. بدون تكامل فعال، تبقى هذه البيانات في "جزر معزولة" (Data Silos) تحد من القدرة على تكوين رؤية شاملة. أما عند تحقيق التكامل، فيمكن ربط بيانات المبيعات مع بيانات الإنتاج والمخزون، أو ربط بيانات الأداء التشغيلي مع مؤشرات السوق، مما يوفر أساسًا أكثر دقة وشمولية لصنع القرار (ياسين وآخرون، 2024). إن هذه الأبعاد الإضافية الثلاثة لا تمثل مجرد تفاصيل تقنية، بل هي ركائز استراتيجية تضمن أن تظل البيانات الضخمة أداة ديناميكية ومرنة، قادرة على دعم القرارات الذكية في المشاريع الكبرى مهما تغيرت الظروف أو تضاعفت التحديات.

2.5. أدوات وتقنيات تحليل البيانات الضخمة

يُعد تحليل البيانات الضخمة عملية معقدة تتطلب منظومة متكاملة من الأدوات والتقنيات القادرة على معالجة كميات هائلة من البيانات المتنوعة والمتدفقة بسرعة، واستخلاص أنماط ومعارف يمكن توظيفها في دعم القرارات الاستراتيجية، خاصة في بيئات المشاريع الكبرى. ومن أبرز هذه الأدوات والتقنيات أطر العمل المتخصصة، وتقنيات التنقيب عن البيانات، والتحليلات التنبؤية، وتقنيات التعلم الآلي، حيث تكمل هذه المكونات بعضها البعض لتشكيل سلسلة تحليلية متكاملة (الطيب وآخرون، 2023).

تأتي أطر العمل (Frameworks) في مقدمة أدوات تحليل البيانات الضخمة، وعلى رأسها Hadoop وApache Spark، واللذان يمثلان بيئات حوسبة موزعة (Distributed Computing) تسمح بتخزين ومعالجة البيانات عبر مئات أو آلاف الخوادم بالتوازي. يتيح Hadoop من خلال نظام الملفات الموزع (HDFS) وخوارزميات المعالجة مثل MapReduce، التعامل مع بيانات تفوق حدود المعالجة التقليدية. أما Apache Spark فيتميز بسرعه الفائقة وقدرته على المعالجة في الذاكرة (In-Memory Processing)، مما يجعله أكثر ملاءمة للتحليلات التفاعلية والتحليلات في الزمن الحقيقي.

أما تقنيات التنقيب عن البيانات (Data Mining) ، فهي تمثل الخطوة التي يتم فيها استكشاف البيانات لاكتشاف الأنماط الخفية والعلاقات بين المتغيرات. تستخدم هذه التقنيات في تحليل السلوكيات، وتصنيف البيانات، وتجزئة العملاء، والتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية. فعلى سبيل المثال، يمكن لمشروع لوجستي ضخم أن يستخدم تقنيات التنقيب لتحديد العوامل المؤثرة على تأخر الشحنات، أو لاكتشاف المسارات المثلى لتوزيع البضائع (المرزوقي وآخرون، 2022).

وتأتي التحليلات التنبؤية (Predictive Analytics) كأداة استراتيجية لاتخاذ قرارات استباقية، إذ تعتمد على النماذج الإحصائية وخوارزميات التعلم الآلي لتوقع الأحداث المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية والآنية. في المشاريع الكبرى، يمكن للتحليلات التنبؤية أن تساعد في التنبؤ بالمخاطر المحتملة، أو تقدير احتياجات الموارد، أو توقع فترات الذروة في الطلب، مما يتيح اتخاذ إجراءات وقائية قبل حدوث المشكلات.

أخيراً، تمثل تقنيات التعلم الآلي (Machine Learning) البعد الأكثر تقدماً في تحليل البيانات الضخمة، حيث تتيح للنظم التحليلية التعلم والتحسين تلقائياً من خلال الخبرة والبيانات دون الحاجة إلى برمجة صريحة. يمكن لهذه التقنيات تحسين النماذج التحليلية بمرور الوقت، وزيادة دقتها في التنبؤ أو التصنيف. على سبيل المثال، يمكن استخدامها في مشاريع البنية التحتية لتوقع أعطال المعدات بناءً على أنماط الاستهلاك السابقة، أو في مشاريع الطاقة لتحسين كفاءة توزيع الكهرباء وفق أنماط الطلب الفعلية (المرزوقي وآخرون، 2022).

إن الجمع بين هذه الأدوات والتقنيات يخلق بيئة تحليلية متكاملة قادرة على تحويل البيانات الضخمة من مجرد أرقام متفرقة إلى رؤى عملية تدعم القرارات الذكية وتدفع نحو الابتكار والتطوير المستدام في المشاريع الكبرى.

2.6. مراحل تحليل البيانات الضخمة

تمر عملية تحليل البيانات الضخمة بسلسلة مترابطة من المراحل التي تتكامل فيما بينها لتحويل البيانات الخام إلى رؤى استراتيجية قابلة للتطبيق، خاصة في بيئات المشاريع الكبرى التي تتطلب دقة عالية وسرعة في الاستجابة. تبدأ هذه العملية بمرحلة جمع البيانات من مصادر داخلية وخارجية، حيث يتم استقدام البيانات من أنظمة المؤسسة مثل أنظمة تخطيط الموارد (ERP) وإدارة علاقات العملاء (CRM) ، إضافة إلى قواعد بيانات التشغيل، وأجهزة الاستشعار، وملفات السجلات، فضلاً عن البيانات الخارجية مثل بيانات السوق، والمنافسين، والطقس، والخرائط

الجغرافية. ويُراعى في هذه المرحلة وضع معايير واضحة لجودة البيانات، وضمان اتساقها منذ لحظة جمعها، لتفادي إدخال أخطاء يصعب تصحيحها لاحقاً (عبد الحميد وآخرون، 2023).

بعد ذلك، تأتي مرحلة تنظيف البيانات ومعالجتها لضمان الجودة، وهي خطوة محورية تهدف إلى إزالة البيانات المكررة، وتصحيح الأخطاء، وتوحيد الصيغ، ومعالجة القيم المفقودة أو الشاذة. فالبيانات الخام غالباً ما تحتوي على تناقضات أو عناصر غير مكتملة، مما يستدعي عمليات فنية دقيقة تشمل التحقق من الاتساق، وتطبيق خوارزميات لاكتشاف القيم غير الطبيعية، وضمان أن تكون البيانات معدة بشكل سليم للتحليل.

ومع اكتمال المعالجة، تنتقل البيانات إلى مرحلة التخزين في مستودعات أو بحيرات بيانات، وهي خطوة تحدد فيها المؤسسة البنية التحتية المناسبة وفقاً لطبيعة استخدام البيانات. ففي حين تُستخدم مستودعات البيانات (Data Warehouses) لتخزين البيانات المهيكلة بغرض إعداد التقارير والتحليلات التقليدية، فإن بحيرات البيانات (Data Lakes) تستوعب البيانات المهيكلة وغير المهيكلة، مما يتيح مرونة أكبر للاستكشاف والتحليل العميق. ويُراعى في هذه المرحلة تنظيم البيانات في طبقات (خام، منظم، معتمد) لضمان سهولة الوصول إليها ومراقبة جودتها (عبد الحميد وآخرون، 2023).

بعد ذلك تبدأ مرحلة تحليل البيانات باستخدام أدوات إحصائية وخوارزميات متقدمة، حيث يتم تطبيق مجموعة متنوعة من الأساليب تبدأ بالتحليلات الوصفية لفهم ما حدث، مروراً بالتحليلات التشخيصية لمعرفة الأسباب، وصولاً إلى التحليلات التنبؤية والتوصيفية التي تساعد على استشراف المستقبل واقتراح الحلول المثلى. وتشمل هذه المرحلة استخدام برامج التحليل الإحصائي، وتقنيات التعلم الآلي، والنماذج التنبؤية، وربط النتائج بسياق المشروع واحتياجاته الفعلية (شرف وآخرون، 2022).

وأخيراً، تأتي مرحلة عرض النتائج وتفسيرها لدعم اتخاذ القرار، حيث يتم تحويل المخرجات التحليلية إلى تقارير ولوحات تحكم تفاعلية يسهل على صانعي القرار فهمها واستخدامها. ويشمل ذلك استخدام تقنيات عرض البيانات (Data Visualization) لإبراز المؤشرات الرئيسية، وربطها بالسيناريوهات العملية، وتوضيح أثر القرارات المقترحة على الجدول الزمني للمشروع، وتكلفتها، وجودة مخرجاته. وتُعد هذه المرحلة الجسر الذي يربط التحليل بالعمل التنفيذي، فهي التي تضمن أن تتحول البيانات إلى قرارات عملية تعزز نجاح المشروع.

2.7. مفهوم اتخاذ القرار في المشاريع الكبرى

2.7.1. تعريف اتخاذ القرار في السياق الإداري

اتخاذ القرار في السياق الإداري هو عملية منهجية يقوم من خلالها المدير أو فريق الإدارة باختيار أفضل البدائل المتاحة لحل مشكلة معينة أو اغتنام فرصة، اعتمادًا على المعلومات المتوفرة والتحليل الموضوعي للمعطيات. لا يقتصر اتخاذ القرار على اللحظة التي يتم فيها الاختيار، بل يشمل سلسلة من الخطوات تبدأ بتحديد المشكلة أو الهدف، مرورًا بجمع وتحليل البيانات، وانتهاءً باختيار البديل الأمثل وتنفيذه. وفي المشاريع الكبرى، يُنظر إلى القرار الإداري باعتباره عنصرًا حاسمًا في تحديد مسار المشروع، إذ يمكن لقرار واحد مدروس أن يعزز فرص النجاح، بينما قد يؤدي قرار غير مدروس إلى خسائر مالية وزمنية كبيرة (أحمد وآخرون، 2023).

2.7.2. خصائص القرارات في بيئات المشاريع الكبرى

تتميز القرارات في بيئات المشاريع الكبرى بعدد من الخصائص التي تجعلها أكثر تعقيدًا وحساسية مقارنة بالمشاريع الصغيرة أو المتوسطة. أولاً، هي قرارات عالية الأثر، نظرًا لضخامة الموارد المالية والبشرية والتقنية التي ترتبط بها. ثانيًا، هي قرارات متعددة الأبعاد، إذ تتأثر بعوامل فنية، وإدارية، وتشريعية، واقتصادية، وسوقية، مما يتطلب مشاركة فرق متعددة التخصصات في صنع القرار. ثالثًا، هذه القرارات غالبًا ما تكون ديناميكية، أي قابلة للتعديل أو المراجعة نتيجة تغير الظروف المحيطة بالمشروع، سواء كانت تغيرات في السوق، أو في التكنولوجيا، أو في البيئة التنظيمية والقانونية (العامري وآخرون، 2024).

2.7.3. الفرق بين القرارات التشغيلية والاستراتيجية

في المشاريع الكبرى، يمكن تصنيف القرارات إلى نوعين رئيسيين: القرارات التشغيلية والقرارات الاستراتيجية. القرارات التشغيلية تتعلق بإدارة العمليات اليومية للمشروع، مثل تعديل جدول العمل، أو إعادة توزيع الموارد بين الفرق، أو التعامل مع أعطال فنية أو تأخيرات غير متوقعة. هذه القرارات قصيرة المدى وتركز على ضمان استمرار سير العمل بكفاءة. أما القرارات الاستراتيجية فهي ذات تأثير طويل الأمد، وتشمل تحديد الرؤية والأهداف الكبرى للمشروع، واختيار التكنولوجيا أو منهجية التنفيذ المناسبة، وإبرام الشراكات أو التحالفات الرئيسية. نجاح المشروع يعتمد على التكامل بين هذين النوعين من القرارات، بحيث تدعم القرارات التشغيلية تنفيذ القرارات الاستراتيجية وتترجمها إلى إنجازات ملموسة.

2.8. مراحل عملية اتخاذ القرار

تُعد عملية اتخاذ القرار في المشاريع الكبرى سلسلة مترابطة من الخطوات المنهجية المتكاملة، التي تهدف إلى الانتقال من حالة الغموض أو التحدي إلى حالة الوضوح والعمل الفعّال. هذه المراحل لا تُنفذ بالضرورة وفق تسلسل خطي صارم، بل قد تتداخل أو تُعاد صياغتها أكثر من مرة تبعًا لطبيعة المشروع، وحجم التحديات، وسرعة تغير المعطيات في بيئة العمل. وفي سياق المشاريع الكبرى التي تتميز بكثرة الأطراف المعنية وتعقيد العمليات وتنوع الموارد، يصبح اتباع نهج منهجي لاتخاذ القرار أمرًا حتميًا لتقليل المخاطر وتعظيم فرص النجاح.

2.8.1. تحديد المشكلة أو الفرصة

تبدأ عملية اتخاذ القرار بالتشخيص العميق والدقيق للموقف أو الظرف الذي يستدعي التدخل، إذ إن فهم طبيعة الموقف بدقة يشكل الركيزة الأساسية لأي قرار لاحق. وقد يتجلى هذا الموقف في صورة مشكلة قائمة تتطلب الحل، مثل التأخر في إنجاز أحد المخرجات الحرجة للمشروع، أو تجاوز الميزانية المعتمدة، أو ظهور عقبات لوجستية أو تنظيمية. كما قد يتمثل في فرصة واعدة يمكن استغلالها لتعزيز العائد، مثل اكتشاف مورد جديد يقدم خامات بجودة أعلى وتكلفة أقل، أو توفر تقنية مبتكرة تقلل زمن التنفيذ بنسبة كبيرة، أو الانفتاح على سوق جديدة من شأنها توسيع قاعدة العملاء وتحقيق ميزة تنافسية.

في هذه المرحلة، يكون من الضروري صياغة المشكلة أو الفرصة صياغة واضحة ومحددة، مع تحديد نطاقها وحدود تأثيرها بدقة، سواء على الجدول الزمني للمشروع أو ميزانيته أو جودة مخرجاته أو مستوى رضا أصحاب المصلحة. إن الفهم السطحي أو المبتسر لطبيعة الموقف قد يقود إلى قرارات خاطئة أو غير فعّالة، وهو ما قد يزيد من حدة المشكلة بدلًا من حلها، أو يؤدي إلى تفويت فرصة ثمينة.

ولتحقيق مستوى عالٍ من الدقة في هذه المرحلة، ينصح باستخدام أدوات وتقنيات تحليلية متخصصة، مثل تحليل السبب الجذري (Root Cause Analysis) الذي يساعد على كشف الأسباب الكامنة وراء المشكلة وليس فقط أعراضها الظاهرة، أو مخطط عظم السمكة (Ishikawa Diagram) الذي يوفر تصورًا بصريًا للعوامل المؤثرة والعلاقات بينها. كما يمكن الاستعانة بأسلوب تحليل SWOT عند تقييم الفرص، لتحديد نقاط القوة والضعف الداخلية، والفرص والتهديدات الخارجية. هذه الأساليب تُمكن فرق العمل من اتخاذ قرارات مبنية على بيانات ومعطيات دقيقة، مما يعزز من جودة القرار وفعاليته (الحربي وآخرون، 2023).

2.8.2. جمع وتحليل المعلومات اللازمة

بعد تحديد المشكلة أو الفرصة بدقة، تأتي المرحلة التالية وهي جمع البيانات والمعلومات ذات الصلة من مصادر متعددة، سواء كانت داخلية مثل تقارير الأداء، وسجلات المشروع، ونتائج المتابعة الدورية، أو خارجية مثل تقارير السوق، والمعايير الصناعية، والدراسات البحثية ذات الصلة. ويجب أن يتم جمع المعلومات بطريقة منهجية تضمن شموليتها ودقتها وارتباطها المباشر بموضوع القرار.

إن الاعتماد على بيانات ناقصة أو غير موثوقة قد يؤدي إلى اتخاذ قرارات خاطئة أو غير فعّالة، لذا ينبغي التأكد من مصداقية المصادر ومحدثيتها. وفي سياق المشاريع الكبرى، يكون حجم المعلومات عادة ضخماً، وهو ما يتطلب استخدام أدوات تحليل البيانات المتقدمة مثل نظم دعم القرار (Decision Support Systems) أو تقنيات البيانات الضخمة (Big Data Analytics) التي تساعد على استخلاص الأنماط والاتجاهات الخفية (عبد الرحمن وآخرون، 2024).

كما ينبغي في هذه المرحلة إجراء التحليلات الكمية والنوعية معاً، حيث تتيح التحليلات الكمية تحديد المؤشرات الرقمية الدقيقة، بينما تقدم التحليلات النوعية فهماً أعمق للجوانب غير الملموسة مثل ديناميكيات فرق العمل أو رضا العملاء أو التوجهات المستقبلية في السوق. الجمع بين النوعين يعزز من القدرة على صياغة رؤية شاملة تساعد في اختيار القرار الأمثل.

2.8.3. توليد البدائل المتاحة

بعد فهم طبيعة الموقف وجمع المعلومات وتحليلها، تأتي مرحلة ابتكار وصياغة مجموعة من البدائل أو الحلول الممكنة لمعالجة المشكلة أو استثمار الفرصة. إن حصر القرار في خيار واحد منذ البداية قد يقيد إمكانيات النجاح، لذا يفضل إعداد قائمة موسعة بالخيارات المتاحة، حتى وإن بدت بعضها غير تقليدية أو مبتكرة. في المشاريع الكبرى، قد تشمل هذه البدائل خيارات متعددة على مستوى التخطيط، أو تخصيص الموارد، أو تغيير أسلوب التنفيذ، أو حتى إعادة هيكلة المشروع. ويمكن هنا تطبيق تقنيات الإبداع وحل المشكلات مثل العصف الذهني (Brainstorming)، أو خريطة العقل (Mind Mapping)، أو أسلوب SCAMPER الذي يهدف إلى تحفيز التفكير الابتكاري من خلال استبدال أو دمج أو تعديل عناصر الحلول المطروحة. من المهم أيضاً في هذه المرحلة مراعاة القيود الواقعية مثل الميزانية، والوقت،

والموارد المتاحة، بالإضافة إلى مراعاة الأبعاد القانونية والتنظيمية وأثر القرار على أصحاب المصلحة.

2.8.4. تقييم البدائل واختيار الأنسب

بعد توليد قائمة البدائل، تبدأ مرحلة التقييم الموضوعي لكل بديل وفق معايير محددة مثل التكلفة، الجدوى الفنية، المخاطر، الأثر على الجدول الزمني، والتوافق مع أهداف المشروع الإستراتيجية. وقد يتطلب ذلك استخدام أدوات تحليل القرار مثل مصفوفة القرار (Decision Matrix) التي تساعد في مقارنة البدائل بشكل كمي وموضوعي، أو تحليل التكلفة-المنفعة (Cost-Benefit Analysis) الذي يوازن بين التكاليف والمكاسب المتوقعة لكل خيار (الحربي وآخرون، 2023). في المشاريع الكبرى، قد يُستخدم أيضًا تحليل المخاطر (Risk Analysis) لتقدير درجة المخاطر المرتبطة بكل بديل، وتحديد مدى تقبل المنظمة لهذه المخاطر. ويتم في هذه المرحلة ترتيب البدائل وفقًا للأولوية، ثم اختيار البديل الذي يحقق التوازن الأمثل بين الفاعلية والكفاءة، مع مراعاة الظروف الداخلية والخارجية.

2.8.5. تنفيذ القرار ومتابعة نتائجه

بمجرد اختيار البديل الأمثل، تبدأ مرحلة التنفيذ، والتي تتطلب وضع خطة تفصيلية تشمل الأنشطة المطلوبة، والجدول الزمنية، والمسؤوليات، والموارد اللازمة. ويجب أن يتم التنفيذ وفق نهج منظم يضمن الالتزام بالخطة مع توفير المرونة اللازمة للتكيف مع أي مستجدات. لا تنتهي عملية اتخاذ القرار عند التنفيذ، بل تشمل أيضًا مرحلة متابعة النتائج وتقييمها مقارنة بالأهداف المحددة مسبقًا. فإذا أظهرت المؤشرات وجود فجوات أو مشاكل، يجب اتخاذ إجراءات تصحيحية في الوقت المناسب. هذه الحلقة من المراجعة المستمرة تضمن التحسين الدائم للعملية وتراكم الخبرات المؤسسية، مما يعزز من جودة القرارات المستقبلية.

2.9. دور البيانات الضخمة في دعم اتخاذ القرار

مع تسارع وتيرة التغيير في بيئات الأعمال والمشاريع الكبرى، أصبح اتخاذ القرار الفعّال يعتمد بشكل متزايد على توافر معلومات دقيقة، شاملة، وفي الوقت المناسب. لم تعد الخبرة الفردية أو البيانات التقليدية وحدها كافية لمواجهة التعقيدات والتحديات التي تفرضها المشاريع ذات النطاق الواسع، حيث تتداخل فيها عوامل فنية، واقتصادية، وتشغيلية، وتشريعية. هنا تبرز البيانات الضخمة كأداة إستراتيجية قادرة على تحويل الكم الهائل من البيانات المتدفقة من مصادر

متنوعة إلى رؤى قابلة للتنفيذ، تدعم القرارات المدروسة وتقلل من عنصر عدم اليقين. إن دور البيانات الضخمة في دعم اتخاذ القرار لا يقتصر على توفير المعلومات، بل يمتد ليشمل تمكين القرارات الأسرع عبر التحليلات الفورية، والأدق من خلال دمج مصادر بيانات متعددة، والأكثر استشرافًا للمستقبل عبر النماذج التنبؤية والتحليلات المتقدمة. وفي سياق المشاريع الكبرى، يعني ذلك القدرة على توقع المخاطر قبل وقوعها، واستغلال الفرص فور ظهورها، وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، بما ينعكس مباشرة على جودة المخرجات النهائية للمشروع ونجاحه الاستراتيجي.

2.9.1. تسريع القرارات من خلال التحليلات الفورية

إحدى أهم المزايا التي تقدمها البيانات الضخمة في بيئة اتخاذ القرار هي القدرة على تسريع العملية من خلال التحليلات الفورية (Real-Time Analytics) في المشاريع الكبرى، حيث قد يؤدي تأخر القرار إلى خسائر مالية ضخمة أو تعطيل في سير العمل، يصبح عامل الوقت حاسماً. تعتمد التحليلات الفورية على معالجة البيانات فور ورودها من المصادر المختلفة، مثل أجهزة الاستشعار، وأنظمة المراقبة، ومنصات إدارة العمليات، لتوليد مؤشرات وتنبيهات آنية تمكّن متخذي القرار من التدخل السريع قبل تفاقم المشكلات أو ضياع الفرص (عبد الرحمن وآخرون، 2024).

على سبيل المثال، في مشروع إنشائي ضخم، يمكن ربط أجهزة الاستشعار في المعدات الثقيلة بمنصات تحليل البيانات، بحيث يتم إرسال إشعارات فورية عند تجاوز حدود معينة في استهلاك الوقود أو الاهتزازات الميكانيكية، مما يسمح بإجراء الصيانة الوقائية فوراً وتجنب الأعطال المكلفة. وبالمثل، في مشاريع الطاقة، يمكن لتحليلات البيانات الفورية أن تكشف عن تغيرات غير طبيعية في معدلات الإنتاج أو استهلاك الموارد، مما يتيح تعديل العمليات التشغيلية في اللحظة المناسبة للحفاظ على الكفاءة وتقليل الهدر. إن تسريع القرارات عبر التحليلات الفورية لا يختصر فقط الزمن المستغرق في جمع وتحليل البيانات، بل يعزز أيضاً الاستجابة الاستباقية (Proactive Response)، حيث يتم التعامل مع التحديات والفرص في الوقت الذي تكون فيه أكثر تأثيراً. وبهذا، تتحول البيانات الضخمة من مجرد سجل تاريخي للأحداث إلى أداة ديناميكية تتحكم في مجريات العمل لحظة بلحظة.

2.9.2. تحسين دقة وجودة القرارات من خلال البيانات الشاملة

إلى جانب السرعة، تمثل الدقة والجودة في القرارات الإدارية ركيزة أساسية لنجاح المشاريع الكبرى. وتتيح البيانات الضخمة تحقيق ذلك من خلال دمج كم هائل من البيانات المهيكلية وغير المهيكلية من مصادر متعددة، وتحويلها إلى صورة متكاملة وشاملة للواقع. هذا التكامل يقلل من الاعتماد على الافتراضات الشخصية أو البيانات الجزئية، ويزيد من موثوقية القرارات المتخذة. في المشاريع الكبرى، عادةً ما تتوزع البيانات بين أنظمة متباينة، مثل أنظمة المشتريات، والتخطيط، والجودة، والموارد البشرية، بالإضافة إلى مصادر خارجية مثل بيانات السوق والمنافسين والتشريعات. من خلال تقنيات تكامل البيانات (Data Integration) وأدوات حوكمة البيانات (Data Governance)، يمكن توحيد هذه المصادر في بيئة تحليلية واحدة، مما يسمح برؤية شاملة ومتعددة الأبعاد للموقف (أبتك للاستشارات وآخرون، 2025).

على سبيل المثال، في مشروع تطوير بنية تحتية وطنية، يمكن دمج بيانات الجدول الزمني مع بيانات توريد المواد، ومؤشرات أداء الموردين، وتقارير الطقس، لتقدير احتمالية حدوث تأخيرات بدقة أكبر. كما يمكن في المشاريع الصناعية الكبرى دمج بيانات التشغيل مع بيانات الصيانة وسلاسل الإمداد، لتحديد النقاط الحرجة التي قد تؤثر على الإنتاج قبل أن تتحول إلى مشكلات كبيرة. إن الحصول على بيانات شاملة وموثوقة يرفع من مستوى الثقة في القرارات، ويقلل من المخاطر الناتجة عن القرارات الخاطئة أو المبنية على معلومات ناقصة. وبهذا، تتحول القرارات من ردود أفعال محدودة إلى خطوات استراتيجية مدروسة تعتمد على أدلة قوية وتحليل متكامل.

2.9.3. التنبؤ بالمخاطر والفرص المستقبلية

من أبرز الإسهامات الاستراتيجية للبيانات الضخمة في عملية اتخاذ القرار قدرتها على استشراف المستقبل من خلال التحليلات التنبؤية (Predictive Analytics) والنماذج الإحصائية المتقدمة. فبدلاً من الاكتفاء برد الفعل بعد وقوع الأحداث، تتيح هذه القدرات للمؤسسات التنبؤ بالمخاطر المحتملة واستغلال الفرص قبل أن تصبح متاحة بشكل واضح للمنافسين.

تعتمد هذه القدرة على تحليل كميات ضخمة من البيانات التاريخية والآنية، واكتشاف الأنماط والعلاقات الخفية التي قد تشير إلى أحداث مستقبلية. على سبيل المثال، في مشروع ضخ للطاقة المتجددة، يمكن استخدام البيانات المستقاة من أجهزة الاستشعار، ومحطات الطقس، وتقارير الصيانة، للتنبؤ بارتفاع معدلات العطل في التوربينات خلال فترات معينة من السنة، مما يسمح بإعداد خطط صيانة وقائية مسبقة. بالمثل، يمكن في المشاريع التجارية الكبرى استخدام بيانات السوق ووسائل التواصل الاجتماعي وتحليل سلوك المستهلكين لاكتشاف مؤشرات الطلب

المتزايد على منتج معين قبل أن يصبح اتجاهًا عامًا، مما يمنح المشروع ميزة تنافسية في الاستجابة المبكرة (ليزر ويب وآخرون، 2024).

لا يقتصر الأمر على المخاطر والفرص التقليدية، بل يمتد ليشمل المخاطر الناشئة مثل التغيرات التشريعية المفاجئة أو التحولات الجيوسياسية أو حتى اضطرابات سلاسل الإمداد العالمية. من خلال دمج البيانات من مصادر متنوعة (محلية ودولية)، وبناء نماذج تنبؤية مرنة، يمكن للمشاريع الكبرى تطوير خطط طوارئ وخطط بديلة (Contingency Plans) جاهزة للتنفيذ فور ظهور أي إشارة تحذيرية.

وبهذا، يتحول دور البيانات الضخمة من مجرد أداة لدعم القرارات الحالية، إلى منصة استخباراتية مستقبلية تمكن المؤسسات من قيادة التغيير بدلاً من الانجرار وراءه، ومن تحويل التحديات المحتملة إلى فرص حقيقية للنمو والابتكار.

2.9.4. اكتشاف فرص السوق والابتكار

تمنح البيانات الضخمة المؤسسات والمشاريع الكبرى قدرة غير مسبوقة على التنقيب في السوق والتعرف على الاتجاهات الناشئة والفرص غير المستغلة، مما يفتح الباب أمام الابتكار وتطوير منتجات وخدمات جديدة تلبي احتياجات العملاء بشكل أفضل. فبفضل الكم الهائل من البيانات المتدفقة من مصادر متعددة – مثل وسائل التواصل الاجتماعي، ومراجعات العملاء، وحملات التسويق الرقمي، وتحليلات المنافسين، وبيانات نقاط البيع – يمكن للمؤسسات رصد أنماط سلوك المستهلكين والتغيرات في تفضيلاتهم قبل أن تصبح واضحة في السوق.

على سبيل المثال، قد تكشف التحليلات المتقدمة لبيانات البحث عبر الإنترنت ومنصات التجارة الإلكترونية عن زيادة الاهتمام بفئة منتجات معينة أو خاصية مبتكرة في خدمة قائمة، مما يسمح للمشروع بالتحرك بسرعة لتطوير عرض تنافسي يلبي هذا الطلب الناشئ. كما يمكن دمج بيانات السوق مع بيانات التشغيل الداخلية لتحديد المجالات التي يمكن تحسينها أو إعادة تصميمها بما يحقق ميزة تنافسية، مثل ابتكار نموذج عمل جديد أو إدخال تقنيات إنتاج أكثر كفاءة.

الابتكار المدعوم بالبيانات الضخمة لا يقتصر على المنتجات فحسب، بل يشمل أيضًا الابتكار في العمليات (Process Innovation)، مثل تحسين سلاسل الإمداد عبر التنبؤ بالطلب، أو تصميم حملات تسويقية شخصية (Personalized Marketing) قائمة على تفضيلات

العملاء الفردية، أو حتى إعادة صياغة تجربة العميل بالكامل بناءً على تحليلات التفاعل وسلوك المستخدم (ليزر ويب وآخرون، 2024).

وبهذا، تتحول البيانات الضخمة من مجرد أداة لتحليل الماضي أو الحاضر، إلى بوصلة استراتيجية توجه المشاريع الكبرى نحو الفرص الواعدة في السوق، وتدفعها إلى الابتكار المستمر، بما يضمن لها الحفاظ على تنافسيتها في بيئة عمل متغيرة بوتيرة متسارعة.

2.10. تطبيقات البيانات الضخمة في إدارة المشاريع الكبرى

2.10.1. التنبؤ بالجدول الزمني للمشروع والتكاليف

في المشاريع الكبرى، يُعد ضبط الجدول الزمني والالتزام بالميزانية من أصعب التحديات وأكثرها تأثيرًا على نجاح المشروع واستدامته. غالبًا ما تتعرض هذه المشاريع لانحرافات زمنية ومالية نتيجة عوامل متشابكة، مثل تغير ظروف العمل، أو تأخر توريد المواد، أو انخفاض إنتاجية الفرق، أو حتى أحداث خارجية غير متوقعة. هنا تبرز البيانات الضخمة كأداة تحليلية متقدمة قادرة على رفع دقة التنبؤات الزمنية والمالية، عبر الاعتماد على بيانات تاريخية وآنية وتحليلها باستخدام تقنيات التحليلات التنبؤية (Predictive Analytics) والنماذج الإحصائية المعقدة (ماكيزي وشركاه وآخرون، 2024).

تعتمد هذه العملية على جمع كم هائل من البيانات من مصادر متعددة، تشمل سجلات المشاريع السابقة، وجدول تقدم الأعمال، وتقارير الموردين، وحالة المعدات، وبيانات الطقس، وحركة الأسواق. بعد ذلك، يتم دمج هذه البيانات في بيئة تحليلية موحدة، واستخدام خوارزميات التعلم الآلي (Machine Learning) لاستخلاص الأنماط التي تشير إلى احتمالية التأخير أو تجاوز التكاليف. على سبيل المثال، يمكن لنموذج تحليلي أن يتوقع تأخر تسليم مرحلة معينة من المشروع إذا لاحظ أن معدل إنجاز الأنشطة في الأسابيع الأخيرة أقل من المتوسط، مع اقتران ذلك بانخفاض توافر المواد أو زيادة معدلات الأعطال. إضافة إلى ذلك، يمكن للبيانات الضخمة المساعدة في بناء نماذج محاكاة سيناريوهات (Scenario Simulations)، حيث يتم اختبار تأثير القرارات المختلفة على الجدول الزمني والميزانية قبل تنفيذها فعليًا. هذا يتيح لصانعي القرار تحديد الخطة الأكثر كفاءة وتجنب المسارات التي قد تؤدي إلى انحرافات خطيرة.

وبهذا، لا يقتصر دور البيانات الضخمة على التنبؤ المستقبلي فقط، بل يمتد إلى تمكين الإدارة من التحكم الاستباقي في زمن التنفيذ وتكاليف المشروع، عبر رصد الانحرافات مبكرًا

واتخاذ إجراءات تصحيحية في الوقت المناسب، مما يعزز فرص إنجاز المشروع في الموعد المحدد وضمن الميزانية المخططة.

2.10.2. تحسين إدارة الموارد وتوزيعها

في المشاريع الكبرى، تمثل إدارة الموارد وتوزيعها بكفاءة عاملاً حاسماً في ضمان إنجاز الأعمال ضمن الجدول الزمني المحدد وضمن الميزانية المقررة. تشمل هذه الموارد عناصر متعددة مثل القوى العاملة، والمعدات، ومواد البناء، ورأس المال، والطاقة. وغالباً ما يؤدي سوء توزيع الموارد أو ضعف التخطيط لاستخدامها إلى إهدار الوقت والمال، بل وقد يتسبب في توقف المشروع أو تعثره. هنا يأتي دور البيانات الضخمة في إحداث تحول جذري في طريقة التخطيط للموارد وإدارتها، من خلال توفير رؤية شاملة ودقيقة للاحتياجات الحالية والمستقبلية، وتوقع الطلب عليها في مختلف مراحل المشروع.

تعتمد هذه القدرة على دمج وتحليل بيانات متنوعة، تشمل جداول العمل اليومية، ومستويات المخزون، وسجلات استخدام المعدات، ومعدلات إنتاجية الفرق، بالإضافة إلى بيانات السوق والموردين. باستخدام خوارزميات التحليل التنبئي (Predictive Analytics) وتقنيات التعلم الآلي، يمكن توقع فترات ذروة الطلب على الموارد، وتحديد أوقات الخمول أو الاستخدام غير الأمثل. على سبيل المثال، يمكن لنظام تحليل البيانات أن يقترح إعادة توزيع فرق العمل بين مواقع المشروع المختلفة، أو جدولة صيانة المعدات في فترات انخفاض الطلب عليها لتجنب تعطيل الإنتاج (منصور وآخرون، 2023).

إضافة إلى ذلك، تتيح البيانات الضخمة بناء نماذج تحسين (Optimization Models) قادرة على تحديد التوزيع الأمثل للموارد بما يقلل من التكلفة ويرفع الكفاءة في نفس الوقت. ويمكن لهذه النماذج أن تأخذ في الاعتبار قيوداً معقدة، مثل توفر الموارد في مواقع جغرافية مختلفة، أو المهل الزمنية لتوريد المواد، أو الأولويات الاستراتيجية للمشروع. وبهذا، تتحول إدارة الموارد من عملية تعتمد على التخمين والخبرة الشخصية إلى منظومة ذكية مبنية على بيانات موثوقة وتحليلات متقدمة، مما يعزز من القدرة على استغلال كل مورد بأقصى كفاءة، ويقلل الهدر، ويرفع من احتمالات نجاح المشروع.

2.10.3. مراقبة الأداء وتقديم تقارير آنية

تُعد مراقبة الأداء وتوفير تقارير آنية من الوظائف الأساسية التي تمنحها البيانات الضخمة لإدارة المشاريع الكبرى، إذ تتيح هذه القدرة لصانعي القرار متابعة سير العمل لحظة بلحظة، والتأكد من توافق الأنشطة مع الخطة المعتمدة من حيث الجدول الزمني، والتكلفة، والجودة. في المشاريع التقليدية، غالبًا ما كانت التقارير تُعد بشكل دوري (أسبوعي أو شهري)، مما يجعلها غير قادرة على كشف الانحرافات في الوقت المناسب. أما مع تطبيق تحليلات البيانات الضخمة، فيمكن جمع البيانات من أنظمة التشغيل، وأجهزة الاستشعار، ومنصات إدارة المهام، وتحليلها بشكل فوري لتوليد تقارير ديناميكية وتفاعلية تدعم اتخاذ القرار السريع (الجمعية العربية للبحث العلمي وآخرون، 2024).

تعتمد هذه الوظيفة على استخدام منصات لوحات القيادة التفاعلية (Interactive Dashboards) التي تتصل مباشرة بمصادر البيانات، وتقوم بتحديث المؤشرات الرئيسية للأداء (KPIs) بشكل تلقائي. يمكن لهذه اللوحات عرض بيانات مفصلة عن نسب إنجاز المهام، ومعدلات استخدام الموارد، ومؤشرات الجودة، ومعدلات الإنفاق، بالإضافة إلى تنبيهات فورية عند تجاوز أي من الحدود الحرجة. على سبيل المثال، إذا لاحظ النظام انخفاضًا مفاجئًا في إنتاجية فريق العمل في أحد المواقع، يمكن أن يرسل تنبيهًا إلى المدير المسؤول مع عرض بيانات تحليلية تفسر الأسباب المحتملة، مثل نقص المواد أو الأعطال في المعدات.

إضافة إلى ذلك، توفر البيانات الضخمة إمكانية التقارير التنبؤية (Predictive Reporting)، حيث لا تقتصر التقارير على وصف الوضع الحالي، بل تقدم أيضًا تقديرات مستقبلية للأداء بناءً على الاتجاهات الراهنة. وهذا يتيح للإدارة التحرك بشكل استباقي لمعالجة المشكلات قبل أن تتحول إلى أزمات، مثل إعادة توزيع الموارد أو تعديل خطة العمل. إن الجمع بين المراقبة اللحظية والتقارير التنبؤية يجعل من البيانات الضخمة أداة حيوية ليس فقط في متابعة الأداء، بل في تحسينه المستمر، وضمان التوافق الدائم بين أهداف المشروع وواقع تنفيذه، مما يرفع من كفاءة الإدارة ويعزز فرص نجاح المشروع.

2.11. التحديات المرتبطة باستخدام البيانات الضخمة

رغم ما توفره البيانات الضخمة من إمكانيات هائلة لدعم اتخاذ القرار في المشاريع الكبرى، فإن استثمارها بكفاءة يواجه مجموعة من التحديات الجوهرية. تشمل هذه التحديات صعوبات جمع البيانات من مصادر متعددة ومتنوعة، ومشكلات جودة البيانات وعدم اكتمالها، ومتطلبات البنية التحتية التكنولوجية المتقدمة، إضافة إلى قضايا الأمن السيبراني وحماية الخصوصية. كما يشكل نقص الكفاءات البشرية المتخصصة عائقًا أمام تطبيق استراتيجيات التحليل المتطورة. إن فهم هذه

التحديات والتعامل معها بطرق منهجية يعد شرطاً أساسياً لتحويل البيانات الضخمة من مورد خام إلى أداة استراتيجية فعّالة (ماتش وآخرون، 2024).

2.11.1. صعوبات جمع البيانات من مصادر متعددة ومتنوعة

يمثل جمع البيانات من مصادر متعددة ومتنوعة أحد أبرز التحديات التي تواجه المؤسسات عند تطبيق استراتيجيات البيانات الضخمة، خاصة في بيئات المشاريع الكبرى التي تعتمد على تدفقات بيانات معقدة ومتباينة. فهذه البيانات قد تأتي من أنظمة داخلية، مثل أنظمة تخطيط الموارد المؤسسية (ERP) وإدارة علاقات العملاء (CRM) ومنصات متابعة تقدم المشروع، أو من مصادر خارجية، مثل قواعد بيانات السوق، والتقارير الحكومية، ووسائل التواصل الاجتماعي، وأجهزة الاستشعار، ومصادر بيانات إنترنت الأشياء (IoT).

تكمّن الصعوبة في أن هذه المصادر غالباً ما تختلف في البنية (Structure)، حيث قد تكون البيانات مهيكلة (Structured) في جداول وقواعد بيانات علائقية، أو غير مهيكلة (Unstructured) في شكل نصوص، صور، مقاطع فيديو، أو شبه مهيكلة (Semi-Structured) مثل ملفات XML و JSON. هذا التنوع يتطلب وجود آليات متقدمة لاستخراج البيانات (Data Extraction)، وتحويلها إلى صيغ قابلة للدمج (Data Transformation)، وضمان اتساقها وجودتها قبل إدخالها في بيئة التحليل الموحدة (الحيدري وآخرون، 2024).

إضافة إلى ذلك، قد تواجه المؤسسات عوائق تقنية مثل عدم توافق أنظمة التشغيل بين المنصات المختلفة، أو قيود أمنية وتشريعية تمنع الوصول إلى بعض أنواع البيانات أو نقلها عبر الحدود. كما يمكن أن تمثل حواجز تنظيمية تحدياً، خصوصاً في المشاريع الكبرى التي تضم شركاء متعددين من جهات مختلفة لكل منهم سياساته الخاصة في مشاركة البيانات. وفي ظل هذه التحديات، يصبح جمع البيانات عملية ليست مجرد تجميع ميكانيكي للمعلومات، بل مشروعاً استراتيجياً قائماً بذاته يتطلب وضع إطار حوكمة بيانات (Data Governance Framework) يحدد معايير موحدة لجمع البيانات وتخزينها وتبادلها، ويضمن الامتثال لمعايير الجودة والخصوصية. وبدون معالجة هذه الصعوبات، فإن أي مبادرة لتحليل البيانات الضخمة قد تعاني من فجوات في البيانات أو من مخرجات تحليلية غير دقيقة، مما يقلل من فعاليتها في دعم اتخاذ القرار.

2.11.2. مشكلات جودة البيانات وعدم اكتمالها

تشكل جودة البيانات أحد الأعمدة الأساسية التي تحدد مدى نجاح أو فشل أي مبادرة لتحليل البيانات الضخمة، إذ إن القرارات الإدارية – مهما كانت قوة النماذج التحليلية – لا يمكن أن تكون أفضل من جودة البيانات التي تستند إليها. في بيئات المشاريع الكبرى، غالبًا ما تكون البيانات الواردة من مصادر مختلفة غير متسقة، أو ناقصة، أو حتى غير دقيقة، مما يؤدي إلى مخرجات تحليلية قد تكون مضللة أو بعيدة عن الواقع.

تظهر مشكلات الجودة في عدة صور، منها الأخطاء الإملائية أو التنسيقية في البيانات المدخلة يدويًا، أو القيم المفقودة نتيجة أعطال في أجهزة الاستشعار أو فشل في عمليات نقل البيانات، أو التكرار الذي يؤدي إلى تضخيم بعض المؤشرات. كما يمكن أن يكون هناك تضارب في القيم بين مصادر مختلفة، مثل وجود أرقام مختلفة لتكلفة نفس النشاط في أنظمة مالية متعددة (يورو ماتك وآخرون، 2024).

أما عدم اكتمال البيانات فينشأ عندما يتم فقدان أجزاء مهمة من المعلومات اللازمة للتحليل، إما بسبب قصور في عملية الجمع، أو لأن بعض الأطراف المشاركة في المشروع لا تشارك بياناتها كاملة لأسباب تتعلق بالخصوصية أو المنافسة. هذا النقص قد يحد من قدرة النماذج التحليلية على التعرف على الأنماط بدقة، أو قد يؤدي إلى تحيز في النتائج إذا كانت البيانات المفقودة مرتبطة بعوامل جوهرية. ولمعالجة هذه التحديات، يجب اعتماد إستراتيجية شاملة لإدارة جودة البيانات (Data Quality Management)، تشمل إجراءات التحقق الآلي من الاتساق، وأدوات كشف وتصحيح الأخطاء، وتقنيات الإكمال التلقائي للقيم المفقودة (Data Imputation)، إضافة إلى تطبيق سياسات صارمة لحوكمة البيانات تفرض معايير موحدة للإدخال والتخزين والمعالجة. فبدون جودة عالية واكمال في البيانات، تصبح تحليلات البيانات الضخمة مجرد تمارين تقنية بلا قيمة استراتيجية حقيقية.

2.11.3. متطلبات البنية التحتية التكنولوجية

تمثل البنية التحتية التكنولوجية العمود الفقري لأي مشروع يهدف إلى استثمار البيانات الضخمة، إذ لا يمكن جمع هذه البيانات ومعالجتها وتحليلها بكفاءة دون بيئة تقنية قوية ومرنة وقابلة للتوسع. في المشاريع الكبرى، يكون حجم البيانات وتنوعها وسرعة تدفقها أكبر بكثير من قدرة الأنظمة التقليدية، مما يتطلب استثمارات كبيرة في خوادم عالية الأداء (High-Performance Servers)، وأنظمة تخزين موزعة، وشبكات اتصالات سريعة وآمنة، بالإضافة إلى منصات متخصصة في معالجة البيانات الضخمة مثل Hadoop و Apache Spark.

التحدي يكمن في أن توفير هذه البنية التحتية ليس مجرد شراء أجهزة وبرمجيات، بل يتطلب تصميمًا متكاملًا يأخذ في الاعتبار القدرة على التوسع المستقبلي (Scalability)، وضمان التوافق بين مكونات النظام، والقدرة على العمل مع أنواع مختلفة من البيانات (مهيكلية، وغير مهيكلية، وشبه مهيكلية). كما أن تشغيل هذه البيئة بكفاءة يتطلب موارد بشرية مؤهلة، من مهندسي البيانات (Data Engineers) إلى علماء البيانات (Data Scientists) وخبراء أمن المعلومات، وهو ما يزيد من حجم الاستثمار المطلوب (الجهني وآخرون، 2023).

إضافة إلى ذلك، غالبًا ما تواجه المؤسسات قيودًا مالية تجعلها تتردد في الاستثمار في بنية تحتية داخلية متطورة، مما يدفعها إلى تبني حلول الحوسبة السحابية (Cloud Computing) للاستفادة من قدرات التخزين والمعالجة المرنة دون تكاليف رأسمالية عالية. ومع ذلك، فإن الاعتماد على السحابة يطرح بدوره تحديات جديدة، مثل ضمان أمان البيانات، والامتثال للتشريعات المحلية والدولية، وإدارة تكاليف الاستخدام المتغيرة. وبالتالي، فإن النجاح في استثمار البيانات الضخمة في المشاريع الكبرى يتطلب تخطيطًا استراتيجيًا للبنية التحتية، يوازن بين القدرات التقنية المطلوبة، والموارد المالية المتاحة، ومتطلبات الأمن والامتثال، مع ضمان المرونة الكافية للتكيف مع التطورات المستقبلية في حجم البيانات وتقنيات معالجتها.

2.11.4. الأمن السيبراني وحماية الخصوصية

مع تزايد حجم البيانات وتنوع مصادرها في المشاريع الكبرى، يصبح الأمن السيبراني وحماية الخصوصية من أولويات إدارة البيانات الضخمة، حيث تشكل الهجمات الإلكترونية، والتسريبات، والوصول غير المصرح به، تهديدات حقيقية يمكن أن تؤدي إلى خسائر مالية جسيمة، أو تضر بسمعة المؤسسة، أو تعرضها للمساءلة القانونية. فاليانات التي يتم جمعها وتحليلها قد تحتوي على معلومات حساسة، سواء كانت بيانات مالية، أو مخططات هندسية، أو معلومات شخصية عن العملاء والعاملين، مما يجعلها هدفًا مغريًا للمخترقين أو حتى للمنافسين.

تتمثل التحديات في هذا المجال في تأمين البيانات أثناء النقل والتخزين والمعالجة، وضمان أن الوصول إليها يتم فقط من قبل الأشخاص المخولين. يتطلب ذلك تطبيق بروتوكولات تشفير قوية، وآليات للتحقق متعدد العوامل (Multi-Factor Authentication)، وأنظمة مراقبة متقدمة للكشف المبكر عن محاولات الاختراق أو الأنشطة المشبوهة. كما ينبغي تنفيذ سياسات صارمة للتحكم في الصلاحيات (Access Control Policies)، تحدد بوضوح من يحق له الاطلاع على البيانات أو تعديلها أو مشاركتها. أما على صعيد حماية الخصوصية، فالتحدي يكمن في الامتثال للتشريعات المحلية والدولية، مثل اللائحة العامة لحماية البيانات الأوروبية

(GDPR) أو القوانين الوطنية لحماية البيانات، التي تفرض قيودًا واضحة على جمع البيانات، وطرق استخدامها، وفترات الاحتفاظ بها. وقد يتطلب ذلك إخفاء هوية البيانات (Data Anonymization) أو إعادة ترميزها (Data Masking) قبل استخدامها في التحليل، لضمان عدم إمكانية التعرف على الأفراد أو الكيانات من خلالها (الشريف وآخرون، 2023).

إضافة إلى ذلك، فإن التكامل بين شركاء متعددين في المشروع يخلق نقاط ضعف إضافية، إذ قد لا يتمتع جميع الشركاء بنفس مستوى الأمان أو الالتزام بمعايير الخصوصية، مما يستدعي وضع اتفاقيات تبادل بيانات (Data Sharing Agreements) واضحة وملزمة، تحدد مسؤوليات كل طرف تجاه حماية البيانات. وبالتالي، فإن إدارة الأمن السيبراني وحماية الخصوصية في سياق البيانات الضخمة ليست مجرد مسألة تقنية، بل هي إطار شامل يجمع بين التكنولوجيا والسياسات، والتدريب البشري، لضمان أن تبقى البيانات موردًا استراتيجيًا آمنًا يخدم أهداف المشروع دون أن يتحول إلى مصدر للمخاطر.

2.11.5. نقص الكفاءات البشرية المتخصصة

يمثل نقص الكفاءات البشرية المؤهلة أحد أبرز المعوقات أمام تبني وتنفيذ استراتيجيات فعالة لتحليل البيانات الضخمة في المشاريع الكبرى. فالبيانات الضخمة لا يمكن أن تحقق قيمتها الحقيقية إلا من خلال فرق عمل تمتلك مهارات متعددة تشمل هندسة البيانات (Data Engineering)، وتحليل البيانات (Data Analytics)، وعلم البيانات (Data Science)، وإدارة قواعد البيانات، والأمن السيبراني، إضافة إلى الإلمام العميق بمجال المشروع نفسه. في الواقع، الطلب على هذه المهارات في ازدياد متسارع عالميًا، بينما العرض من الكفاءات المؤهلة محدود، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التوظيف وصعوبة الاحتفاظ بالمواهب. كما أن المشاريع الكبرى غالبًا ما تتطلب دمج فرق عمل متعددة التخصصات من مجالات تقنية وإدارية وفنية، وهو ما يزيد من تعقيد إدارة الموارد البشرية ويستدعي توفير برامج تدريب وتأهيل مستمرة لمواكبة تطور التقنيات وأدوات التحليل (العرفج وآخرون، 2024).

إضافة إلى ذلك، لا يقتصر التحدي على نقص الخبرات التقنية البحتة، بل يشمل أيضًا غياب الوعي التحليلي (Analytical Mindset) لدى بعض الإدارات أو فرق العمل، مما يجعل من الصعب دمج مخرجات التحليل في عملية اتخاذ القرار اليومي. فحتى في حال توفر البيانات والنماذج التحليلية المتقدمة، قد تواجه فرق العمل صعوبة في تفسير النتائج أو في ترجمتها إلى إجراءات عملية قابلة للتنفيذ، ما يحد من الأثر الفعلي للاستثمار في البيانات الضخمة. لمعالجة هذا التحدي، تحتاج المؤسسات إلى تبني استراتيجية شاملة لتنمية رأس المال البشري، تشمل استقطاب

الخبرات النادرة، وبناء شراكات مع الجامعات ومراكز البحث لتأهيل كوادر جديدة، وتطوير برامج تدريب داخلية تستهدف رفع مستوى المعرفة التقنية والتحليلية لجميع المعنيين بإدارة المشروع. كما يمكن الاعتماد على الاستعانة بمصادر خارجية (Outsourcing) أو خدمات الحوسبة السحابية التي توفر فرق تحليل متخصصة، كحل مؤقت لحين بناء القدرات الداخلية (الشريف وآخرون، 2023).

وبذلك، فإن تجاوز تحدي نقص الكفاءات البشرية لا يقتصر على ملء شواغر وظيفية، بل هو استثمار استراتيجي طويل المدى في بناء ثقافة مؤسسية قائمة على البيانات، تضمن استدامة القدرة على استغلال إمكانيات البيانات الضخمة لتحقيق النجاح في المشاريع الكبرى.

2.12. ملخص

من خلال ما عُرض في هذا الفصل، يتضح أن البيانات الضخمة لم تعد مجرد ظاهرة تقنية، بل أصبحت ركيزة استراتيجية في إدارة المشاريع الكبرى، قادرة على إحداث تحول نوعي في أسلوب جمع المعلومات وتحليلها واستخدامها لدعم اتخاذ القرار. فقد تناولنا المفاهيم الأساسية للبيانات الضخمة وخصائصها وأبعادها الإضافية، واستعرضنا أبرز الأدوات والتقنيات المستخدمة في تحليلها، مروراً بمراحل المعالجة وصولاً إلى دورها المحوري في تسريع القرارات، وتحسين جودتها، واستشراف المخاطر والفرص، فضلاً عن تطبيقاتها العملية في التنبؤ بالجدول الزمني والتكاليف، وإدارة الموارد، ومراقبة الأداء، وإدارة المخاطر. كما تم التطرق إلى التحديات التي قد تحد من فاعلية استثمار هذه البيانات، بما في ذلك صعوبات الجمع، ومشكلات الجودة، ومتطلبات البنية التحتية، وقضايا الأمن السيبراني، ونقص الكفاءات المتخصصة (الزهراني وآخرون، 2023). ويؤكد هذا العرض أن القيمة الحقيقية للبيانات الضخمة لا تتحقق إلا بوجود رؤية مؤسسية واضحة، وبنية تحتية متكاملة، وفريق عمل يمتلك المهارات التقنية والتحليلية اللازمة، إلى جانب سياسات حوكمة فعالة تضمن جودة البيانات وأمنها. إن هذه العوامل مجتمعة تمثل الأساس الذي سيمكن المشاريع الكبرى من تحويل البيانات إلى ميزة تنافسية مستدامة.

وبذلك يمهد هذا الفصل الأساس النظري للانتقال في الفصل التالي إلى **منهجية البحث**، حيث سيتم عرض تصميم الدراسة، وأدوات جمع البيانات، وطرق التحليل الإحصائي، بما يربط بين الإطار النظري والتطبيق العملي للتحقق من فرضيات البحث.

المراجع

د. حسن محمود الشطناوي. (2022). أثر تحليل البيانات الضخمة في تحسين جودة التقارير المالية: الدور الوسيط لحوكمة تكنولوجيا المعلومات-(COBIT) أدلة من الأردن. *مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية*. 462-486, 3(7),

سلامة & ,هناك على عبدالله. (2025). قياس أثر تحليل البيانات الضخمة كمتغير معدل على العلاقة بين قابلية التقارير المالية السنوية للقراءة والقيمة السوقية للشركة: دراسة تطبيقية. *مجلة الدراسات المالية والتجارية*. 229-298, 35(1),

سليمان, أ. د/أسامة ربيع أمين, مصطفى كمال, إبراهيم & ,غيداء أبو بكر. (2022). أدوات تحليل البيانات الضخمة في ظل التحول الرقمي لتعزيز أهداف التنمية المستدامة. *المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية*-1514, 13(3), 1538.

م. م مصطفى حمزة حسين، م. سنان رحيم جاسم، أ. م. عادل حسين علي. (2024). اقتصاد البيانات وتحليل البيانات الضخمة: كيفية تأثير ذلك على عملية اتخاذ القرارات الإدارية والمحاسبية. *مجلة كلية المعارف الجامعة*.

الهلال، محمد محمود إبراهيم. (2021). التحول الرقمي في عصر البيانات الضخمة: مراجعة علمية. *المجلة العربية الدولية لتكنولوجيا المعلومات والبيانات*، 10(2)، 45-67.

علي، رشا محمود. (2023). المقارنة بين البيانات التقليدية والبيانات الضخمة: دراسة تحليلية. *مجلة نظم المعلومات الإدارية*، 10(2)، 65-88.

القحطاني، سلمان محمد. (2021). أثر تكامل البيانات الضخمة في تعزيز الكفاءة والابتكار. *المجلة القطرية للعلوم والتكنولوجيا*، 5(3)، 101-122.

الكعبي، أحمد سعيد. (2023). أهمية جودة البيانات في بيئة التحليلات الضخمة. *مجلة تكنولوجيا المعلومات*، 9(4)، 178-198.

السلمي، حاتم عبد الله. (2024). القابلية للتوسع في أنظمة البيانات الضخمة. مجلة علوم الحاسوب التطبيقية، 11(1)، 55-73.

الغامدي، فايز حمد. (2022). دور البيانات الضخمة في مراقبة الأداء التشغيلي. مجلة الإدارة الصناعية، 6(3)، 121-144.

بدوي، خالد محمد. (2023). أهمية التوقيتية في تحليلات البيانات لدعم القرارات السريعة. مجلة الإدارة الحديثة، 8(2)، 88-107.

ياسين، محمد سيد. (2024). تكامل البيانات الضخمة مع أنظمة المعلومات المؤسسية. مجلة الإدارة وتقنية المعلومات، 7(1)، 149-170.

الحوسني، زكريا علي. (2024). القيمة المضافة للبيانات الضخمة في تحقيق الميزة التنافسية. مجلة الاقتصاد الرقمي، 2(1)، 77-99.

الطيب، عبد الحليم حسن. (2023). التعلم الآلي كأداة لتحليل البيانات الضخمة في إدارة المشاريع. مجلة الذكاء الاصطناعي، 3(4)، 211-234.

المرزوقي، أحمد ناصر. (2022). استخدام التنقيب عن البيانات لاكتشاف الأنماط في المشاريع الكبرى. مجلة علوم البيانات، 5(3)، 133-152.

عبد الحميد، محمد سيد. (2023). أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات في بيئة البيانات الضخمة على فعالية المراجعة الداخلية: دراسة ميدانية. المجلة المصرية للمراجعة والمحاسبة.

جامعة قناة السويس. (2025). أثر معالجة وتحليل تقنية البيانات الضخمة على تحسين جودة المعلومات المحاسبية. المجلة العلمية للاقتصاد وإدارة الأعمال، 15(1)، 88-112.

شرف، أحمد عبد العزيز. (2022). التحليل التنبؤي كأداة لاتخاذ القرار في المشاريع الكبرى .
مجلة علوم الأعمال، 7(4)، 199-218.

أحمد، جمال بدر. (2023). استخدام الحوسبة السحابية لمعالجة البيانات الضخمة في المشاريع
الكبرى .مجلة الابتكار التقني، 4(2)، 101-124.

العامري، محمد أحمد. (2024). إدارة المشاريع الضخمة والعالمية: منظور معاصر .دار
الفكر الجامعي.

PMP Master. (2024). اتخاذ القرارات القائمة على البيانات لضمان نجاح المشاريع .
PMP Master.

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار. (2023). لأنظمة الذكاء الاصطناعي دور متزايد في
اتخاذ القرار. IDSC Publications .

الحربي، نواف جابر. (2023). دور البيانات الضخمة في تعزيز اتخاذ القرار الاستراتيجي
في المؤسسات الحكومية .مجلة الاقتصاد والإدارة، 14(2)، 33-58.

عبد الرحمن، سمية أحمد. (2024). إدارة المخاطر باستخدام تحليلات البيانات الضخمة في
المشاريع العملاقة .المجلة العربية لإدارة المشاريع، 8(1)، 87-109.

أبتك للاستشارات. (2025). أهمية تحليلات البيانات في صناعة البناء Aptic .
Consulting.

ليزر ويب. (2024). أهمية البيانات الضخمة في اتخاذ القرار. LezrWeb .

ماكنزي وشركاه. (2024). إعادة تقييم الذكاء الاصطناعي التوليدي: تحويل الإمكانيات إلى
قيمة. McKinsey & Company .

الجمعية العربية للبحث العلمي. (2024). البنية التحتية الرشيقة في المملكة العربية السعودية. *المجلة العربية للهندسة وإدارة المشاريع*، 9(1)، 59-84.

منصور، ياسر علي. (2023). تحديات الأمن السيبراني في بيئة البيانات الضخمة. *مجلة أمن المعلومات*، 5(3)، 145-166.

ClickUp. (2024). ClickUp تحليلات إدارة المشاريع: دليل تفصيلي لتحويل البيانات إلى قيمة. ClickUp Blog.

ماتش. (2024). أدوات ذكاء اصطناعي لإدارة مشاريع فعالة في الشرق الأوسط. Matsh.co.

الحيدري، علي كاظم. (2024). أثر تقنيات البيانات الضخمة على القرارات المالية الاستراتيجية. *جامعة كربلاء*.

يورو ماتك. (2024). تحليل البيانات الضخمة لتحسين اتخاذ القرارات الإدارية. Euromatech-ME.

الجهني، فهد سعود. (2023). إدارة المعرفة والبيانات الضخمة: مراجعة أدبيات. *المجلة العربية للعلوم الإدارية*، 12(4)، 225-246.

الانتقالي، أحمد. (2022). دور التنقيب عن البيانات في دعم اتخاذ القرار المؤسسي. *مجلة تقنية المعلومات والاتصالات العربية*، 5(2)، 45-67.

الشريف، مازن. (2023). تحليلات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها في بيئات الأعمال. *مجلة البحوث والتكنولوجيا*، 8(1)، 120-145.

العرفج، سارة. (2024). أدوات التعلم الآلي في تحليل البيانات الضخمة: منظور تطبيقي .
مجلة العلوم الإدارية والمعرفية، 7(3)، 110.88-

الزهراني، خالد. (2023). إطار عمل كامل لمراحل تحليل البيانات الضخمة في المؤسسات .
المجلة العربية لإدارة المعلومات، 10(2)، 79.55-

البلوشي، نورة. (2024). إدارة البيانات الضخمة: من التجميع إلى العرض مجلة دراسات
نظم المعلومات، 9(1)، 124.100-

التهامي، عائشة. (2022). التعرف على المراحل الأساسية لتحليل البيانات الضخمة: مراجعة
منهجية مجلة إدارة المشاريع والبيانات، 3(4)، 225.200-