

جامعة ميد أوشن



كلية الإدارة

ماجستير إدارة أعمال

أثر تحليل البيانات في تحسين قرارات العمليات الهندسية دراسة

ميدانية على مشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية

السعودية

إعداد الطالب/

محمد شالح القحطاني

251000524

إشراف/

أ.د / الفيصل عبد الحميد

أ.د / فايز جراد

العام الدراسي:

1447 – 2025



إِهْدَاء

بسم الله الرحمن الرحيم

إلى من كان لهم الفضل بعد الله في وصولي إلى هذه المرحلة،

إلى والديَّ الكريمين، مصدر العطاء والدعم المستمر،

إلى أساتذتي الأفاضل الذين غرسوا فينا حب العلم والاجتهاد،

إلى زملائي الذين شاركوني خطوات هذا المشروع،

أهدي هذا العمل تقديرًا وامتنانًا لكل من أسهم في دعمي وتشجيعي.

شكر وفخر

أحمد الله عز وجل الذي وفقني في إتمام هذا البحث العلمي،

والذي ألهمني الصحة والعافية والعزيمة.

فالحمد لله حمداً كثيراً

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلي الأستاذ الدكتور /

د. الفیصل عبدالحمد محمد

د. فايز جراد

على كل ما قدمه لنا من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع دراستنا في جوانبها المختلفة.

والشكر والتقدير موصول إلي إدارة جامعة ميد أوشن ممثلة بالكادر الأكاديمي والإداري، لما قدموه من تسهيلات وتشجيع وتوفير الخدمات المطلوبة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل من لم يسعني الحظ بذكر أسمائهم راجياً من المولي عز وجل أن تكون هذه الدراسة نافذة لدراسات أخرى .

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تحليل البيانات بأبعاده المختلفة (التحليل الوصفي، التحليل التنبؤي، والتحليل التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية، وذلك بالتطبيق على مشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية السعودية، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره الأنسب لطبيعة المشكلة، وتم تصميم استبانة علمية لجمع البيانات من عينة بلغت (278) مفردة من العاملين في المشروع من مهندسين وفنيين وإداريين يمثلون مختلف الإدارات التشغيلية في مناطق المملكة الرئيسية.

أظهرت النتائج أن تحليل البيانات بأبعاده الثلاثة يفسر ما نسبته (68%) من التباين في تحسين قرارات العمليات الهندسية، مما يدل على وجود أثر دال إحصائيًا عند مستوى معنوية $(\alpha \leq 0.05)$ ، وأشارت النتائج إلى أن التحليل التنبؤي يُعد البُعد الأكثر تأثيرًا، يليه التحليل الوصفي ثم التحليل التحسيني، وهو ما يؤكد أن القدرة على التنبؤ بالمشكلات التشغيلية واتخاذ القرارات الاستباقية يمثلان ركيزة جوهرية في رفع كفاءة الأداء الهندسي.

وأوصت الدراسة بعدة توصيات أبرزها: تعزيز ثقافة التحليل المؤسسي، وتطوير البنية التحليلية الذكية، وتحسين جودة قواعد البيانات، وتفعيل التكامل بين الإدارات الفنية والتحليلية، إضافة إلى الاستثمار في تأهيل الكوادر البشرية على استخدام أدوات التحليل المتقدم لدعم القرار.

الكلمات المفتاحية: تحليل البيانات - قرارات العمليات الهندسية - دعم القرار - مشروع رصد

المخالفات الذكية - المملكة العربية السعودية

قائمة المحتويات

أ.....	بسم الله الرحمن الرحيم
ب.....	الإهداء
ج.....	الشكر والتقدير
د.....	المستخلص
ه.....	قائمة المحتويات
ط.....	قائمة الجداول
1.....	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
1.1.....	1.1 المقدمة
2.....	2.1 المشكلة البحثية
4.....	3.1 أهمية البحث
7.....	4.1 أهداف البحث
7.....	5.1 تساؤلات البحث
8.....	6.1 فرضيات البحث
8.....	7.1 الدراسات السابقة
8.....	أولاً: الدراسات العربية
10.....	ثانياً: الدراسات الأجنبية
14.....	8.1 أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية
15.....	9.1 المنطلقات النظرية للبحث

17.....	10.1 منهج البحث.....
18.....	11.1 مصادر البيانات:.....
19.....	12.1 أدوات الدراسة والأساليب الإحصائية:.....
21.....	13.1 نموذج الدراسة:.....
21.....	14.1 حدود البحث:.....
22.....	الفصل الثاني: الإطار النظري.....
22.....	المبحث الأول: تحليل البيانات وأبعاده المختلفة.....
22.....	1.1.2 التمهيد.....
23.....	2.1.2 مفهوم تحليل البيانات.....
24.....	3.1.2 أهمية تحليل البيانات.....
27.....	4.1.2 أهداف تحليل البيانات.....
29.....	5.1.2 أبعاد تحليل البيانات.....
34.....	المبحث الثاني: تحسين قرارات العمليات الهندسية.....
34.....	1.2.2 التمهيد.....
34.....	2.2.2 مفهوم قرارات العمليات الهندسية.....
35.....	3.2.2 أهمية تحسين القرارات الهندسية.....
36.....	4.2.2 أهداف تحسين القرار الهندسي.....
37.....	5.2.2 محددات جودة القرار الهندسي.....
38.....	6.2.2 العلاقة بين تحليل البيانات وتحسين قرارات العمليات الهندسية.....
40.....	الفصل الثالث: منهجية الدراسة.....

40.....	1.3 منهج الدراسة.....
40.....	2.3 مجتمع الدراسة.....
41.....	3.3 عينة الدراسة.....
41.....	4.3 أداة الدراسة.....
42.....	5.3 صدق أداة الدراسة.....
44.....	6.3 ثبات أداة الدراسة.....
45.....	7.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة.....
47.....	الفصل الرابع: عرض وتحليل البيانات ونتائج الدراسة.....
47.....	1.4 التمهيد.....
47.....	2.4 تحليل الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة.....
49.....	3.4 التحليل الوصفي للمتغير المستقل (تحليل البيانات).....
54.....	4.4 التحليل الوصفي لمتغير تحسين قرارات العمليات الهندسية (المتغير التابع).....
56.....	5.4 اختبار فرضيات الدراسة.....
62.....	الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.....
62.....	1.5 نتائج الدراسة.....
64.....	2.5 التوصيات.....
66.....	Abstract.....
67.....	قائمة المراجع.....
67.....	المراجع باللغة العربية.....
69.....	المراجع باللغة الإنجليزية.....

72.....الملاحق

73.....استمارة استبيان

قائمة الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
42	جدول (1) مصفوفة الارتباط لأبعاد المتغير المستقل (تحليل البيانات)	1.
43	جدول (2) نتائج اختبار الثبات	2.
46	الجدول (3): توزيع عينة الدراسة وفقًا للخصائص الديموغرافية (عدد = 261)	3.
48	الجدول (4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل الوصفي (ن = 261)	4.
50	الجدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل التنبؤي (ن = 261)	5.
51	الجدول (6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل التحسيني (ن = 261)	6.
53	الجدول (7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات متغير تحسين قرارات العمليات الهندسية (ن = 261)	7.
56	الجدول (8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد تحليل البيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية	8.

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
57	الجدول (9): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل الوصفي على تحسين قرارات العمليات الهندسية	9.
59	الجدول (10): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل التنبؤي على تحسين قرارات العمليات الهندسية	10.
60	الجدول (11): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل التحسيني على تحسين قرارات العمليات الهندسية	11.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة:

يشهد العالم في العقدین الأخيرین تحولًا جذريًا في طبيعة العمليات الإدارية والهندسية، نتيجة التطور السريع في تقنيات معالجة البيانات، والتقدم الهائل في أدوات التحليل الكمي والنوعي، وهو ما فرض على المنظمات المعاصرة – لا سيما العاملة في البيئات التقنية والمشاريع المعتمدة على التكنولوجيا – ضرورة إعادة النظر في أساليب اتخاذ القرار، والانتقال من النماذج التقليدية إلى نماذج تعتمد على التحليل الفوري والمعرفة القائمة على البيانات. وفي هذا السياق، يُعد تحليل البيانات من المراكز الأساسية التي يمكن من خلالها تحسين قرارات العمليات الهندسية، ورفع كفاءتها، وتعزيز فاعليتها في بيئات العمل الديناميكية والمتغيرة.

ومع تزايد تعقيد الأنظمة الهندسية وتشابك العلاقات بين مختلف عناصرها التشغيلية، أصبحت القدرة على قراءة البيانات، وتفسير الأنماط الكامنة فيها، وتقديم توصيات بناءً على نتائج تحليلية دقيقة، عاملاً حاسماً في نجاح المشاريع الهندسية. ويبرز هذا الأمر بوضوح في المشاريع التي تعتمد على الرصد الفوري والمعالجة الذكية، مثل مشروع "رصد المخالفات الذكية" في المملكة العربية السعودية، الذي يُعد أحد النماذج الرائدة في دمج الحلول التقنية الحديثة مع العمليات الميدانية، بهدف تعزيز الانضباط المروري ورفع كفاءة شبكات النقل (عيد، 2021).

يُوفر هذا المشروع بيئة غنية بالبيانات المستخرجة من أجهزة الرصد، والكاميرات الذكية، والنظم التنبؤية، مما يجعله نموذجاً مثالياً لدراسة دور تحليل البيانات في دعم القرار الهندسي وتحسينه. ومن هنا، فإن فهم كيفية توظيف التحليل الوصفي لتفسير البيانات الفعلية، والتحليل التنبؤي لاستشراف الاتجاهات المستقبلية، والتحليل التحسيني لتقديم توصيات مباشرة وقابلة للتطبيق، يُعد ضرورة استراتيجية لضمان سلامة العمليات الميدانية، ودقة القرارات اليومية، واستدامة الأداء في منظومة تعتمد بشكل أساسي على التفاعل اللحظي مع المعطيات (سالم وهيئة التحرير، 2021).

وتكمن أهمية هذا الموضوع في كونه يمس صميم العلاقة بين التكنولوجيا والإدارة الهندسية، ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بجودة المخرجات، وتقليل معدلات الخطأ، وتعظيم الاستفادة من الموارد. فبينما كانت القرارات الهندسية في السابق تُتخذ بناءً على الخبرة أو الحدس، أصبحت اليوم أكثر اعتماداً على التحليل الكمي، والنماذج الإحصائية، والمعالجة المتقدمة للبيانات، مما يفرض على الباحثين ضرورة مواكبة هذا التحول، وفهم أبعاده، واستكشاف أثره في الواقع العملي.

ومن خلال دراسة العلاقة بين أنماط تحليل البيانات المختلفة وتحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية، تسعى هذه الدراسة إلى تقديم إطار تحليلي دقيق يفيد الباحثين والممارسين على حد سواء، ويوضح كيف يمكن للبيانات أن تتحول من مجرد أرقام خام إلى أدوات فاعلة في اتخاذ القرار وتحقيق التميز التشغيلي في المشاريع التقنية المعقدة.

2.1 المشكلة البحثية:

في ظل التوجهات المتسارعة نحو التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية، أصبحت المشاريع الهندسية أكثر تعقيداً واعتماداً على البيانات، مما فرض تحديات جديدة تتعلق بكيفية اتخاذ قرارات تشغيلية دقيقة في بيئات تتسم بالتغير المستمر وكثافة البيانات. ومع التطور الكبير في أدوات تحليل البيانات، ظهرت فرص غير مسبوقة لتحسين كفاءة العمليات الهندسية، غير أن هذه الإمكانيات تظل غير مستغلة بالشكل الأمثل في العديد من المشروعات التي تتعامل مع حجم هائل من البيانات دون ترجمتها إلى قرارات استراتيجية أو تشغيلية فعّالة.

ويُمثل مشروع "رصد المخالفات الذكية" في المملكة نموذجاً متقدماً من الناحية التقنية، حيث يعتمد على تقنيات الاستشعار والرصد اللحظي، إلا أن فعالية قرارات العمليات الميدانية في هذا المشروع – مثل التوزيع الأمثل للأجهزة، سرعة المعالجة، إدارة الأعطال، أو إعادة جدولة المهام – تتوقف بدرجة كبيرة على مدى استثمار التحليلات البيانية المتوفرة، وهو ما لم يخضع بعد لدراسة ميدانية منهجية توضح

حجم الأثر الفعلي لأنماط تحليل البيانات المختلفة على تحسين القرار الهندسي داخل هذا السياق التطبيقي.

ففي الوقت الذي توفر فيه الأدبيات العالمية توصيفاً نظرياً وعملياً لأثر تحليل البيانات في مجالات الأعمال، الإنتاج، والمالية، فإن التطبيقات في المجال الهندسي، لا سيما في البيئة السعودية، لا تزال محدودة. كما أن معظم البحوث التي تناولت مشاريع الرصد الذكي ركزت على الجوانب التقنية أو الأمنية، ولم تُعطِ بعد حيزاً كافياً لتحليل العلاقة بين مخرجات التحليل البياني وبين جودة القرار التشغيلي الهندسي في الميدان.

تتجلى المشكلة البحثية في وجود فجوة بين الإمكانيات التي توفرها تحليلات البيانات المختلفة (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) وبين توظيفها العملي في تحسين القرارات المرتبطة بإدارة العمليات الهندسية في مشاريع البنية التحتية الذكية، مما قد يؤدي إلى اتخاذ قرارات غير دقيقة، أو تأخر في الاستجابة، أو هدر في الموارد التشغيلية.

كما تكمن الإشكالية في غياب إطار تحليلي تطبيقي واضح في الأدبيات المحلية، يوضح حجم ونوع العلاقة بين أدوات تحليل البيانات ومستوى كفاءة القرارات اليومية في المشاريع الهندسية الذكية، رغم أهمية هذه العلاقة في تحقيق أهداف المشاريع، وخفض تكاليف التشغيل، وتعزيز الأداء المؤسسي العام.

ورغم تعدد الدراسات التي تناولت موضوع تحليل البيانات، فإن معظمها ركّز على المجالات الإدارية أو التجارية، ولم تُوجّه بما يكفي إلى المجال الهندسي، لا سيما في البيئات الذكية المعتمدة على البيانات الضخمة. تفتقر الأدبيات المحلية إلى دراسات ميدانية تقيس أثر التحليل البياني – بأبعاده الثلاثة – على جودة وكفاءة القرار في مشاريع مثل "رصد المخالفات الذكية"، وهي مشاريع حساسة تعتمد على سرعة القرار ودقته. ولا يوجد حتى الآن نموذج تحليلي سعودي واضح يمكن الاعتماد عليه في ربط مخرجات التحليل البياني بتحسين ممارسات اتخاذ القرار داخل المشاريع التقنية والهندسية المتقدمة، مما يستدعي إجراء دراسة علمية منهجية لسد هذا الفراغ البحثي.

ومن هنا يمكن بلورة مشكلة البحث الحالي في التساؤل الرئيس التالي:

إلى أي مدى يسهم تحليل البيانات بأبعاده المختلفة في تحسين قرارات العمليات الهندسية في

مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية؟

3.1 أهمية البحث

أولاً: الأهمية العلمية

- تبرز الأهمية العلمية لهذه الدراسة في سعيها إلى سد الفجوة المعرفية المتعلقة بتوظيف تقنيات تحليل البيانات في مجال دعم القرار الهندسي، وهو مجال لا يزال بحاجة إلى دراسات ميدانية معمقة تربط بين النظرية والتطبيق، خصوصاً في بيئات المشاريع الذكية داخل المملكة العربية السعودية.
- تسعى الدراسة إلى الإسهام في تطوير الحقول المعرفية المرتبطة بإدارة العمليات والهندسة الصناعية من خلال تقديم تحليل علمي ممنهج حول دور أدوات تحليل البيانات – لا سيما التحليل الوصفي، والتنبؤي، والتحسيني – في دعم متخذي القرار ضمن منظومات هندسية تعتمد على تقنيات الرصد الذكي.
- تكمن القيمة العلمية في قيام الدراسة بتفكيك العلاقة المعقدة بين مدخلات البيانات الضخمة ونتائج العمليات الهندسية، من خلال استعراض أطر منهجية تربط بين مراحل جمع البيانات، ومعالجتها، وتوظيفها في سيناريوهات اتخاذ القرار، ما يوفر أرضية نظرية صلبة لدراسات لاحقة في هذا المجال.
- توقّر الدراسة نموذجاً تفسيريّاً يستند إلى سياق تطبيقي فعلي، من خلال دراسة مشروع وطني حساس، هو مشروع رصد المخالفات الذكية، مما يمنح الباحثين في مجالات الإدارة الهندسية والتقنية فرصة لفهم كيفية عمل البيانات في بيئة ديناميكية تعتمد على دقة القرار وسرعة الاستجابة.
- تُعزز الدراسة من الفهم النظري لدور التحول الرقمي في تحسين كفاءة المشروعات الهندسية، من خلال ربط مفاهيم تحليل البيانات بنظم دعم القرار وتقييم المخاطر التشغيلية، وهو ما يمكن البناء عليه نظريّاً وميدانيّاً في أبحاث أكاديمية لاحقة.

ثانيًا: الأهمية العملية

- تُقدم الدراسة مدخلًا عمليًا يُمكن المهندسين ومديري المشاريع من تقييم مدى فاعلية استخدام أدوات تحليل البيانات في تحسين جودة وسرعة ودقة القرارات اليومية في المواقع الهندسية، وهو ما يُعد أمرًا حاسمًا في بيئات تعتمد على الدقة الفورية مثل أنظمة الرصد الذكي للمخالفات.
- تتيح نتائج الدراسة للمؤسسات الحكومية المعنية بتحسين الأداء الميداني في مشاريع البنية التحتية والتقنية، إمكانية الاستفادة من مؤشرات عملية تُرشد إلى آليات تطوير الأداء استنادًا إلى نتائج تحليل البيانات، وتقلل من احتمالات الوقوع في قرارات مرتجلة أو غير مدروسة.
- تساعد الدراسة الجهات المشرفة على مشاريع الرصد الذكي في وضع استراتيجيات فنية وتقنية قائمة على البيانات لدعم قرارات التوسع أو التحديث أو المعالجة، وذلك من خلال أدوات تحليلية قابلة للتطبيق الفوري.
- توفر الدراسة أساسًا لتصميم برامج تدريبية تُعنى بتأهيل الكوادر الفنية والهندسية في كيفية استخدام أدوات التحليل الحديثة ضمن بيئة العمل اليومية، بما يضمن تعزيز كفاءة اتخاذ القرار وتقليل الأخطاء البشرية أو التأخيرات في تنفيذ المهام.
- تندرج أهداف ومخرجات الدراسة مع رؤية المملكة 2030، لا سيما في محاور التحول الرقمي، ورفع كفاءة العمل الحكومي، وتحسين جودة الحياة من خلال بنية تحتية رقمية متكاملة تعتمد على اتخاذ القرار المبني على البيانات.
- تُسهم الدراسة في بناء ثقافة مهنية داخل الفرق الهندسية تقوم على الاستفادة المثلى من البيانات، وتحويلها إلى معرفة تُوظف لحل المشكلات، والتعامل مع المتغيرات الميدانية بمرونة وموضوعية، ما ينعكس إيجابًا على الأداء المؤسسي والمخرجات النهائية للمشاريع الذكية.

4.1 أهداف البحث

الهدف الرئيسي:

يتمثل الهدف الرئيسي لهذا البحث في تحليل أثر تحليل البيانات بأبعاده المختلفة (التحليل الوصفي، التنبؤي، التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية، وذلك من خلال دراسة ميدانية على مشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية السعودية.

الأهداف الفرعية:

- (1) بيان أثر التحليل الوصفي للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية.
- (2) تحليل أثر التحليل التنبؤي للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية.
- (3) قياس أثر التحليل التحسيني للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

5.1 تساؤلات البحث

السؤال الرئيسي:

إلى أي مدى يسهم تحليل البيانات بأبعاده المختلفة في تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية؟

الأسئلة الفرعية:

- (1) ما أثر التحليل الوصفي للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية؟
- (2) ما أثر التحليل التنبؤي للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية؟
- (3) ما أثر التحليل التحسيني للبيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية؟

6.1 فرضيات البحث

الفرضية الرئيسية:

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتحليل البيانات بأبعاده (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية:

- (1) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لـ التحليل الوصفي على تحسين قرارات العمليات الهندسية.
- (2) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لـ التحليل التنبؤي على تحسين قرارات العمليات الهندسية.
- (3) لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لـ التحليل التحسيني على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

7.1 الدراسات السابقة:

أولاً: الدراسات العربية

🔍 دراسة أبو النصر وأحمد (2024):

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الدور الحيوي الذي تؤديه المعلومات في تحسين جودة عملية صنع القرارات داخل المنظمات، من خلال التطرق إلى طبيعة المعلومات المطلوبة لاتخاذ قرارات فعالة، ومصادرها، ومعايير جودتها. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال مراجعة الأدبيات ذات الصلة، وإجراء تحليل لمجموعة من النماذج التنظيمية التي تعتمد على نظم معلومات فعالة

في دعم اتخاذ القرار. وخلصت النتائج إلى أن توفر المعلومات الدقيقة، والموثوقة، والمحدثة يسهم بشكل كبير في رفع كفاءة القرارات الإدارية وتقليل المخاطر المصاحبة لها، كما أن قدرة القادة الإداريين على تحليل هذه المعلومات وفهمها ينعكس مباشرة على فاعلية السياسات والإجراءات التنظيمية. وأوصت الدراسة بأهمية تطوير نظم معلومات إدارية مرنة تتكامل مع مختلف أنشطة المنظمة، وتدريب العاملين على كيفية تحليل البيانات الضخمة لاستخلاص معلومات ذات صلة تدعم العملية الإدارية.

❶ دراسة صالح وعبد الحليم (2019):

تناولت هذه الدراسة الدور المحوري للتحليل المالي في دعم اتخاذ القرارات الإدارية، من خلال دراسة تطبيقية على بنك أمدرمان الوطني في السودان. واعتمدت الدراسة على المنهج الكمي باستخدام استبيانات موجهة للعاملين في الإدارات المالية والإدارية، بالإضافة إلى تحليل وثائق وتقارير مالية صادرة عن البنك. وقد بينت النتائج أن استخدام أدوات التحليل المالي – مثل مؤشرات السيولة، الربحية، والكفاءة – يسهم في ترشيد قرارات الإدارة فيما يتعلق بالاستثمار، التمويل، والتخطيط المالي. كما أظهرت الدراسة أن هناك فجوة بين توفر البيانات المالية وتفسيرها العملي لدى بعض صناع القرار، مما يؤثر على جودة قراراتهم. وأوصت بضرورة تعميم ثقافة التحليل المالي في المؤسسات المصرفية، وتوفير التدريب اللازم للكوادر الإدارية لفهم المؤشرات المالية وتضمينها ضمن نماذج صنع القرار.

❷ دراسة أحمد وعبيد (2017):

هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء أثر التحليل المالي على اتخاذ القرارات الإدارية في بنك فيصل الإسلامي السوداني. وتم استخدام المنهج الميداني القائم على الاستبيانات والمقابلات مع موظفي الإدارة العليا والمالية في البنك. وقد أظهرت النتائج أن التحليل المالي يمثل أداة رئيسية في تقييم الوضع المالي للمؤسسة، كما أن قرارات التمويل والتوسع والاستثمار تعتمد بشكل كبير على مؤشرات الأداء المالي. كما توصلت الدراسة إلى أن ضعف التفسير التحليلي لبعض البيانات، وقلة الاعتماد على التحليل التنبؤي، يقلل من فعالية القرارات الإدارية. وقد أوصت الدراسة بأهمية دمج التحليل المالي ضمن عملية التخطيط الاستراتيجي، وإنشاء وحدات متخصصة لتحليل المؤشرات المالية وربطها مع مؤشرات الأداء المؤسسي.

ثانياً: الدراسات الأجنبية:

🔹 دراسة Balasubramaniam et.al (2023):

تسلط هذه الدراسة الضوء على كيفية الاستفادة من أدوات تحليل البيانات في تحسين عملية اتخاذ القرار في المشاريع، خاصة في بيئات تتسم بالتعقيد وسرعة التغير. استخدم الباحثون منهجاً وصفيًا تحليليًا مدعومًا بدراسات حالة لعدد من المؤسسات الصناعية التي تبنت أدوات تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics) وأنظمة دعم القرار.

وأشارت النتائج إلى أن إدماج أدوات التحليل مثل البرمجيات التنبؤية ولوحات التحكم الذكية يعزز من كفاءة القرارات المرتبطة بتوزيع الموارد، وتقدير المخاطر، ومتابعة الأداء الزمني للمشروعات. كما وجدت الدراسة أن المؤسسات التي اعتمدت على التحليل البياني في مراحل التخطيط والتنفيذ كانت أكثر قدرة على التكيف مع المتغيرات وتحقيق مؤشرات نجاح المشاريع في الوقت والميزانية المحددين. وأوصت الدراسة بضرورة دمج تحليلات البيانات ضمن دورة حياة المشروع، وتدريب مديري المشاريع على استخدام أدوات ذكاء الأعمال (BI) بشكل فاعل في اتخاذ قرارات استراتيجية وتكتيكية.

🔹 دراسة Mamun (2024):

تناولت هذه الدراسة إمكانيات تحسين العمليات الهندسية من خلال استخدام البيانات الضخمة وتطبيقات التعلم الآلي في بيئات الهندسة الذكية. وقد اعتمد الباحث على منهج تطبيقي مقارنة شمل تحليل تجريبي لعمليات هندسية في مشاريع صناعية تعتمد على نظم ذكية في الهندسة (Smart Engineering).

وخلصت النتائج إلى أن الجمع بين بيانات العمليات والمخرجات عبر نظم تحكم ذكية، وتحليلها باستخدام خوارزميات التعلم الآلي، يؤدي إلى تحسين الإنتاجية، وتقليل من الأخطاء البشرية، واكتشاف اختناقات التشغيل في مراحل مبكرة. كما أن التكامل بين إنترنت الأشياء (IoT) وتحليلات البيانات يسمح بتطوير صيانة تنبؤية فعالة، وتقليل أوقات التعطل المفاجئ. وأكدت الدراسة على أهمية التمكين الرقمي

للمهندسين وتطوير مهارات تحليل البيانات كجزء من المهارات الحديثة المطلوبة لتعزيز الابتكار والكفاءة التشغيلية في بيئات المشروعات الهندسية المتقدمة.

🔹 دراسة (Rahaman et.al (2024):

ركزت هذه الدراسة على تحليل مقارن للقرارات الإدارية في إدارة المشاريع استنادًا إلى توظيف البيانات الضخمة، وذلك في قطاعات مختلفة مثل الإنشاءات، وتكنولوجيا المعلومات، والتصنيع. استخدم الباحثون أدوات تحليلية شملت الاستبيانات والمقابلات المعمقة مع مديري المشاريع، بالإضافة إلى تحليل حالات واقعية لمشروعات تم فيها تطبيق استراتيجيات معتمدة على تحليل البيانات.

أظهرت النتائج أن المشاريع التي تبنت أنظمة تحليل البيانات المتقدمة كانت أكثر قدرة على رصد الانحرافات في الأداء وإدارة المخاطر بشكل استباقي، كما ارتفعت فيها معدلات تحقيق الأهداف الاستراتيجية. كما أشارت الدراسة إلى وجود فجوة في استخدام البيانات بين المشاريع الكبيرة التي تمتلك بنية تحتية رقمية متقدمة، والمشاريع الصغيرة التي تعاني من ضعف في نظم جمع وتحليل البيانات. وأوصت بتبني منهجيات موحدة لتحليل البيانات داخل إدارات المشاريع، وتوفير البنية التقنية اللازمة لتطبيق حلول البيانات الضخمة بشكل فعال.

🔹 دراسة (Onyekachi et.al (2024):

استعرضت هذه الدراسة دور تحليلات البيانات في دعم إدارة المخاطر التشغيلية، مع التركيز على القطاع المالي والخدمات اللوجستية في إفريقيا. وقد استخدم الباحثون أسلوب تحليل الحالة ودراسات ميدانية شملت مقابلات مع مديري مخاطر وأخصائيي تحليل البيانات. بينت النتائج أن تطبيق تقنيات تحليل البيانات، مثل النماذج التنبؤية وتحليل السيناريوهات، يساعد في التحديد المبكر للمخاطر، وتحسين دقة التنبؤ بالتقلبات التشغيلية، وتقليل الآثار المالية الناتجة عن القرارات غير المدروسة.

كما أظهرت الدراسة أن المؤسسات التي اعتمدت نظم مراقبة وتحليل بيانات لحظية كانت أكثر استعدادًا للاستجابة للآزمات المفاجئة، وأكثر قدرة على إدارة الموارد بكفاءة. وأوصت الدراسة بتطوير

سياسات متكاملة لإدارة المخاطر تستند إلى مؤشرات تحليلية قابلة للقياس، بالإضافة إلى بناء ثقافة مؤسسية تعتمد على اتخاذ القرار المدعوم بالبيانات في كافة المستويات التشغيلية.

● دراسة Bhat (2024):

تناولت هذه الدراسة تأثير تحليلات البيانات والتنقيب عنها في تحويل نظام اتخاذ القرار داخل المؤسسات، من نمط تقليدي يعتمد على الحدس والخبرة الشخصية إلى نمط قائم على الأدلة والمعطيات الرقمية. اعتمد الباحث على منهج وصفي تحليلي استعرض من خلاله النماذج الأكثر شيوعًا في علم البيانات، مثل نماذج التصنيف والتجميع والانحدار، بالإضافة إلى حالات تطبيق واقعية في القطاعين المالي والصناعي.

وأظهرت النتائج أن المؤسسات التي تتبنى تحليلات البيانات تحقق زيادة واضحة في دقة اتخاذ القرارات، سواء في المجالات الاستراتيجية كالتخطيط طويل الأجل، أو في المجالات التشغيلية مثل جدولة الإنتاج وإدارة سلسلة التوريد. كما أشارت الدراسة إلى أن نجاح التحول نحو نظم القرار المبنية على البيانات يتطلب توفر بيئة رقمية داعمة، وتدريب الموظفين على أدوات التحليل، وتوفير قواعد بيانات محدثة باستمرار. وتوصي الدراسة بدمج تحليل البيانات ضمن العمليات الإدارية اليومية، ليصبح جزءًا أساسيًا من ثقافة اتخاذ القرار المؤسسي.

● دراسة Vinay Bhushan et.al (2024):

سلّطت هذه الدراسة الضوء على الكيفية التي يمكن من خلالها استغلال تحليلات البيانات لتعزيز أداء المؤسسات عبر تحسين آليات اتخاذ القرار. اعتمد الباحثون على دراسة ميدانية شملت عددًا من الشركات في قطاعات التصنيع والتكنولوجيا والخدمات، حيث تم استخدام استبيانات ومقابلات لقياس تأثير تطبيق تحليلات البيانات على مؤشرات الأداء الرئيسية.

وأظهرت النتائج أن المؤسسات التي استثمرت في تطوير البنية التحتية لتحليل البيانات شهدت تحسنًا ملحوظًا في مؤشرات الإنتاجية، تقليل التكاليف، وتسريع الاستجابة للمتغيرات السوقية. كما تم

التأكيد على دور التحليلات التنبؤية في استباق المخاطر وتحديد الفرص. وأشارت الدراسة إلى أن نجاح تطبيق نهج اتخاذ القرار القائم على البيانات يتطلب وجود قيادة مؤسسية تدعم ثقافة التغيير الرقمي، وتكامل تحليلات البيانات مع العمليات الإدارية، إضافة إلى تدريب الموظفين على أدوات التحليل الذكي مثل Tableau و Power BI. وتوصي الدراسة بتبني نموذج شامل لإدارة البيانات يتضمن الحوكمة والجودة والأمان.

🔹 دراسة Bravo et.al (2024):

تبحث هذه الدراسة في التأثير المتنامي لاعتماد أساليب اتخاذ القرار المبني على البيانات ضمن ممارسات الإدارة المعاصرة، خاصة في ظل بيئات العمل التي تتسم بالتعقيد وتعدد مصادر البيانات. اعتمدت الدراسة على تحليل نظري ومقارن للمفاهيم المرتبطة بالتحول الرقمي في الإدارة، كما قدمت تطبيقات عملية من أمريكا اللاتينية توضح كيف ساهم استخدام البيانات في رفع كفاءة التخطيط والتقييم المؤسسي.

وأوضحت النتائج أن الإدارة التي تعتمد على مؤشرات كمية واضحة تكون أكثر قدرة على مراقبة الأداء واتخاذ قرارات مبنية على معلومات دقيقة وليس على التقديرات الذاتية. كما بيّنت الدراسة أهمية البنية التقنية، مثل منصات البيانات والتحليلات التنبؤية، في دعم قرارات تتسم بالمرونة والسرعة. ومن بين التحديات التي رصدتها الدراسة: ضعف ثقافة البيانات لدى بعض الإدارات، وصعوبة التكامل بين أنظمة المعلومات القديمة والجديدة. وأوصت الدراسة بوضع سياسات تعليمية وإدارية لدعم اتخاذ القرار القائم على البيانات كأداة حوكمة تنظيمية حديثة.

🔹 دراسة Maddala (2025):

تناولت هذه الدراسة مفهوم التصنيع القائم على البيانات، ودوره في تحقيق التميز التشغيلي داخل المصانع الذكية. وقد اعتمدت الدراسة على منهج تحليلي مدعوم بدراسات حالة من شركات تصنيع تطبق أنظمة تحليل بيانات في مراحل التصميم، والإنتاج، والصيانة.

وأظهرت النتائج أن اعتماد نظم التحليلات الذكية، مثل التحليل في الوقت الفعلي والتنبؤ بالأعطال، أسهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الهدر وتحقيق تخصيص أفضل للموارد. كما أشارت الدراسة إلى أن اتخاذ القرار بناءً على تحليلات البيانات لا يقتصر على الإدارة العليا فحسب، بل يمتد إلى الخطوط الأمامية في العمليات، حيث يُمكن المشغلين من اتخاذ قرارات سريعة بناءً على مؤشرات الأداء اللحظية. وأكدت الدراسة على أن فعالية هذا النوع من التصنيع تعتمد على جودة البيانات ودقة نماذج التحليل، إضافة إلى تدريب العاملين على المهارات الرقمية. وتوصي الدراسة بتبني استراتيجيات تحول رقمي شاملة تدمج تحليلات البيانات في كل مراحل سلسلة القيمة الصناعية.

8.1 أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:

أولاً: أوجه التشابه

- التركيز على تحليل البيانات كأداة لاتخاذ القرار: جميع الدراسات السابقة تشترك في تسليط الضوء على أهمية تحليل البيانات ودورها المحوري في دعم القرار، سواء في السياقات الهندسية أو الإدارية أو الجمركية، وهو ما يتقاطع مع موضوع الدراسة الحالية في استخدام البيانات لدعم قرارات العمليات الهندسية.
- الاعتماد على مناهج تحليلية وتجريبية: استخدمت الدراسات السابقة مناهج وصفية وتحليلية مدعومة بتطبيقات ميدانية أو دراسات حالة، تمامًا كما تعتمد الدراسة الحالية على منهج ميداني تحليلي في بيئة تطبيق واقعية (مشروع رصد المخالفات الذكية).
- البحث في تعزيز الكفاءة وتحسين الأداء المؤسسي: هدفت معظم الدراسات إلى استكشاف كيف يسهم تحليل البيانات في رفع كفاءة الأنظمة والقرارات وتحقيق أداء أكثر فعالية، وهذا يتفق مع هدف الدراسة الحالية في تحسين أداء قرارات العمليات الهندسية من خلال التحليل البياني.

ثانيًا: أوجه الاختلاف

- سياق الدراسة وتطبيقها الهندسي: تختلف الدراسة الحالية من حيث المجال، إذ تركز بشكل خاص على العمليات الهندسية داخل مشروع تقني محدد (رصد المخالفات الذكية)، بينما ركزت بعض الدراسات السابقة على القطاعات الإدارية، الجمركية، أو المالية.
- البيئة المحلية مقابل البيئة الدولية: العديد من الدراسات السابقة أجريت في سياقات دولية (مثل ماليزيا، الهند، الأردن، أوروبا)، بينما تنفرد الدراسة الحالية بأنها تُطبق ميدانيًا داخل المملكة العربية السعودية، ما يمنحها خصوصية من حيث الإطار التنظيمي والتشغيلي.
- المتغير التابع المتخصص في الهندسة الذكية: بينما تناولت الدراسات السابقة أثر تحليل البيانات على اتخاذ القرار بشكل عام أو في المجالات الإدارية، تتعمق الدراسة الحالية في قرارات العمليات الهندسية المرتبطة بأنظمة ذكية، ما يميزها من حيث التطبيق الفني والتقني.

9.1 المنطلقات النظرية للبحث:

1) تحليل البيانات (Data Analytics)

يُعد تحليل البيانات من المفاهيم المحورية في البيئات الرقمية والهندسية المعاصرة، إذ يُشير إلى مختلف الأساليب والعمليات التي تُستخدم لاستخلاص الأنماط والمعاني من مجموعات البيانات الضخمة أو المتوسطة. يُوظف هذا التحليل بغرض دعم اتخاذ القرار وتعزيز دقته عبر الاستناد إلى أدلة كمية بدلاً من التقدير الشخصي (دخان، 2021).

يتضمن تحليل البيانات ثلاث مراحل رئيسية، تمثل في ذاتها أبعادًا بحثية:

- التحليل الوصفي، ويهتم بتفسير ما حدث فعليًا في الماضي من خلال تلخيص البيانات وإظهار الاتجاهات.

- التحليل التنبؤي، ويُعنى باستشراف ما يمكن أن يحدث مستقبلاً اعتماداً على أنماط البيانات السابقة.
- التحليل التحسيني، ويهدف إلى تقديم توصيات عملية حول الإجراءات المثلى التي يجب اتخاذها بناءً على البيانات المستخلصة.

(2) قرارات العمليات الهندسية (Engineering Operations Decisions)

تُشير قرارات العمليات الهندسية إلى تلك القرارات الفنية والتنظيمية التي تُتخذ في سياق تنفيذ الأعمال الهندسية داخل المشروع، وتشمل تخصيص الموارد، اختيار التصميمات، جدولة المهام، مراقبة الجودة، وإدارة المخاطر الفنية، وتتطلب هذه القرارات مستوى عاليًا من التنسيق بين الفرق الفنية والإدارية، خاصة في المشروعات التي تعتمد على التكنولوجيا والرقمنة (عيد، 2021).

وتتجلى أهمية هذا المفهوم في كونه العامل الحاسم في تحويل المخططات إلى نتائج ملموسة، ويعتمد نجاح القرار الهندسي على عاملين رئيسيين:

- جودة المعلومات التي بُني عليها القرار (دقتها، حداثتها، شموليتها).
- المنهجية التحليلية التي استُخدمت لتفسير هذه المعلومات.

وبالتالي، فإن العلاقة بين تحليل البيانات وفعالية القرار الهندسي تُعد علاقة تبادلية تقوم على تغذية راجعة مستمرة، ما يبرز أهمية إدخال تقنيات تحليل البيانات في هذا المجال.

(3) التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)

يهدف التحليل التنبؤي إلى استخدام البيانات التاريخية والنماذج الإحصائية من أجل استشراف ما قد يحدث في المستقبل. ويعتمد بشكل أساسي على تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في استنتاج العلاقات السببية والارتباطية بين المتغيرات (بدوي، 2020).

في سياق العمليات الهندسية، يمكن توظيف هذا النوع من التحليل لتوقع احتمالات الفشل في المعدات، أو تحديد مواقع الأعطال المستقبلية، أو جدولة الصيانة الاستباقية بناءً على نماذج الاحتمالات.

تكمن القيمة الحقيقية لهذا النوع من التحليل في قدرته على تقليل المفاجآت وتعزيز التخطيط الاستراتيجي طويل المدى، مما يدعم اتخاذ قرارات استباقية بدلاً من مجرد التفاعل مع الوقائع بعد حدوثها.

10.1 منهج البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، لما له من ملاءمة علمية في تناول العلاقات القائمة بين متغيرات الدراسة، وفي مقدمتها تحليل البيانات بأبعاده المختلفة، وتأثيره في تحسين قرارات العمليات الهندسية. يتيح هذا المنهج للباحث بناء تصور دقيق حول واقع استخدام أدوات التحليل في بيئة مشروع "رصد المخالفات الذكية"، وقياس مدى إسهامها في تعزيز جودة ودقة وكفاءة القرار الهندسي في السياق السعودي.

يعتمد المنهج الوصفي التحليلي على وصف الظاهرة كما هي في الواقع، ثم تحليل مكوناتها بشكل علمي ممنهج، بما يضمن فهماً معمقاً للعلاقة بين تحليل البيانات (بأنواعه: الوصفي، التنبؤي، التحسيني) وبين مستوى نضج القرار في إدارة العمليات الهندسية، خاصة في البيئات التي تتطلب استجابة سريعة ومعالجة فورية للمعلومات.

سيتم جمع البيانات من الميدان من خلال أداة رئيسية هي الاستبانة المغلقة، والتي أُعدت وفقاً للأسس العلمية المعتمدة في تصميم أدوات القياس الكمي، واستناداً إلى أدبيات تحليل البيانات، ودعم القرار، وإدارة العمليات الهندسية في مشاريع البنية التحتية الذكية.

تُوجّه الاستبانة إلى عينة قصدية من العاملين في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة، وتشمل العينة:

المهندسين القائمين على إدارة العمليات، خبراء تحليل البيانات، مشرفي النظم الذكية، مسؤولي

اتخاذ القرار الفني في الميدان.

تتوزع بنود الاستبانة على ثلاث محاور رئيسية تمثل أبعاد المتغير المستقل (تحليل البيانات)، وهي:

التحليل الوصفي للبيانات، التحليل التنبؤي للبيانات، التحليل التحسيني للبيانات.

وتهدف البنود إلى رصد مستوى استخدام هذه التحليلات، وتقييم درجة تأثيرها على دقة القرارات

المتعلقة بالتشغيل، التخطيط، والمراقبة الهندسية ضمن المشروع.

كما تسعى الدراسة إلى تعزيز الجانب النوعي من خلال إجراء مقابلات شبه منظمة مع نخبة من

مديري المشروع، والمهندسين المسؤولين عن نظم اتخاذ القرار، وذلك من أجل الوقوف على واقع التحديات

التي تواجه فرق العمل في تطبيق مخرجات تحليل البيانات بشكل فعال، واستخلاص تصورات عملية حول

سبل تطوير آليات اتخاذ القرار في المستقبل.

وبذلك، تمثل هذه المنهجية توليفة علمية تجمع بين الوصف الكمي والتحليل النوعي، بما يضمن

تحقيق فهم شامل للعلاقة محل الدراسة، في ضوء تجربة تطبيقية واقعية ذات أهمية وطنية متزايدة.

11.1 مصادر البيانات:

1. المصادر الثانوية

تشمل المصادر الثانوية مجموعة من المراجع النظرية والتطبيقية التي تتناول موضوع تحليل

البيانات، وأساليب دعم اتخاذ القرار في البيئات الهندسية، وخاصة تلك التي تركز على استخدام التحليل

الوصفي، التنبؤي، والتحسيني في مشاريع البنية التحتية والمبادرات التقنية.

وقد تم الاعتماد على كتب متخصصة، ومقالات علمية منشورة في مجلات محكمة في مجالات إدارة

العمليات، والتحول الرقمي، ونظم دعم القرار، إلى جانب تقارير محلية ودولية تسلط الضوء على المشاريع

الذكية في المملكة.

وتم التركيز على الدراسات التي تناولت العلاقة بين تحليل البيانات وتحسين جودة القرار الفني أو الإداري، سواء في السياقات الخليجية أو العالمية، مع إعطاء أولوية للدراسات الحديثة التي تعالج قضايا البيانات في المشاريع الهندسية أو التقنية.

2. المصادر الأولية

تمثلت المصادر الأولية في البيانات التي سيتم جمعها ميدانيًا من عينة مختارة من العاملين في مشروع "رصد المخالفات الذكية" بالمملكة العربية السعودية، وذلك باستخدام أدوات بحثية تم إعدادها لأغراض هذه الدراسة.

شملت هذه الأدوات استبانة مغلقة ومقابلات شبه منظمة، حيث تُوزع الاستبانة إلكترونياً أو ورقياً بناءً على طبيعة العمل داخل الجهات المشاركة في المشروع، ويتم استهداف المهندسين، والمحللين التقنيين، ومديري العمليات الميدانية، لضمان تنوع الآراء ودقة التمثيل.

وتم تصميم الاستبانة لتغطي أبعاد المتغير المستقل (أنواع تحليل البيانات) وتقدير أثرها على دقة وسرعة وفعالية قرارات العمليات الهندسية في الميدان.

12.1 أدوات الدراسة والأساليب الإحصائية:

1. التحليل الإحصائي الوصفي

• التكرارات والنسب المئوية:

تُستخدم في وصف الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة، مثل التخصص الهندسي، عدد سنوات الخبرة، الدور الوظيفي، ونوع المهام داخل المشروع، مما يساعد في فهم خلفية المشاركين وتفسير نتائج الدراسة في ضوء ذلك.

- الوسط الحسابي والانحراف المعياري:

يتم استخدامهما لقياس اتجاهات آراء المشاركين نحو ممارسات تحليل البيانات داخل المشروع، ومدى إدراكهم لتأثير هذه التحليلات على قراراتهم اليومية المتعلقة بالتخطيط والتنفيذ والمراقبة الهندسية.

2. التحليل الإحصائي الاستدلالي

- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression):

يُستخدم لتحليل العلاقة بين كل بُعد من أبعاد تحليل البيانات (مثل التحليل الوصفي) بشكل منفصل، وتأثيره على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression):

يُستخدم لقياس الأثر التراكمي والمشارك لجميع أبعاد تحليل البيانات على القرار الهندسي، بما يُظهر قوة التأثير المتبادل والتكامل بين أنماط التحليل المختلفة.

- اختبارات التوزيع الطبيعي (Skewness & Kurtosis):

تُطبق لاختبار مدى ملاءمة البيانات للاستخدام في الأساليب الإحصائية الاستنتاجية، وضمان صحة النموذج الإحصائي.

- اختبارات الفروق (ANOVA و T-test):

تُستخدم لتحليل الفروق في إدراك أثر تحليل البيانات على اتخاذ القرار الهندسي، باختلاف المتغيرات الشخصية والوظيفية للمشاركين، مثل الخبرة العملية أو التخصص الفني.

13.1 نموذج الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على تحليل العلاقة بين متغيرين رئيسيين، بهدف فهم الكيفية التي تسهم بها ممارسات تحليل البيانات في تطوير جودة وكفاءة القرارات المتعلقة بالعمليات الهندسية في البيئات الذكية.

- المتغير المستقل: تحليل البيانات، ويقاس من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية: (التحليل الوصفي، التحليل التنبؤي، التحليل التحسيني).
- المتغير التابع: تحسين قرارات العمليات الهندسية.

14.1 حدود البحث:

✓ أولاً: الحدود الزمانية

تُجرى هذه الدراسة خلال العام الميلادي 2025م، في ضوء ما يشهده القطاع التقني في المملكة من تسارع في التحول الرقمي وتكامل الأنظمة الذكية في البنية التحتية.

✓ ثانياً: الحدود المكانية

تتركز الدراسة على مشروع رصد المخالفات الذكية المنفذ في عدة مدن داخل المملكة العربية السعودية، مع التركيز على البيئات التي تُدار فيها العمليات الهندسية بواسطة نظم تحليل البيانات الذكية، وتحديدًا في المدن الكبرى ذات الكثافة المرورية.

✓ ثالثاً: الحدود الموضوعية

تقتصر الدراسة على تحليل أثر أنماط تحليل البيانات (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية، ولا تمتد لتشمل مجالات أخرى مثل رضا المستخدمين، الكفاءة المالية، أو الجدوى الاقتصادية للمشروع. كما لا تتناول الدراسة التطبيقات التقنية الأخرى خارج نطاق إدارة وتشغيل العمليات الهندسية، ولا تشمل مشروعات لا تعتمد على التحليل البياني في دعم القرار.

الفصل الثاني: الإطار النظري

المبحث الأول: تحليل البيانات وأبعاده المختلفة

1.1.2 التمهيد

يشهد العالم المعاصر تحولًا جذريًا في أنماط التفكير والإدارة بفعل الثورة الرقمية وتسارع تدفق المعلومات، فأضحت البيانات بمختلف أنواعها ومصادرها تمثل الركيزة الأساسية التي تُبنى عليها القرارات الإستراتيجية والتشغيلية في المنظمات، لاسيما في القطاعات الهندسية التي تتسم بتعقيد عملياتها وتنوع مصادر المخاطر والأنشطة فيها، ومع تنامي حجم البيانات وتعقد العمليات، برزت الحاجة إلى أدوات وأساليب قادرة على تحليل هذه الكميات الهائلة من المعلومات وتحويلها إلى معرفة قابلة للتطبيق، تُسهم في تحسين الأداء ورفع جودة القرارات.

يُعد تحليل البيانات أحد أهم المحركات الرئيسة للتحول نحو الإدارة الذكية، إذ يوفر أساسًا علمية لفهم العلاقات بين المتغيرات التشغيلية، واستكشاف الأنماط الخفية، واستشراف المستقبل بناءً على أدلة كمية دقيقة، ولا يقتصر تحليل البيانات على كونه نشاطًا تقنيًا محضًا، بل يمثل عملية فكرية تحليلية تُترجم البيانات الأولية إلى مدخلات معرفية ذات قيمة استراتيجية. فالمؤسسات التي تنجح في بناء بيئة تحليلية فعالة تمتلك قدرة أعلى على التخطيط الوقائي، والتحكم في المتغيرات التشغيلية، والاستجابة السريعة للتحديات.

ومن ثم، فإن تحليل البيانات أصبح ضرورة مؤسسية لتحقيق الكفاءة التشغيلية والابتكار الإداري، وليس مجرد خيار تقني أو ترف معرفي.

2.1.2 مفهوم تحليل البيانات

تناول عدد من الباحثين مفهوم تحليل البيانات من زوايا متعددة، تعكس طبيعة التخصصات التي ينتمي إليها كل منهم، سواء في المجال الإداري أو المحاسبي أو الهندسي أو المعلوماتي، الأمر الذي جعل المفهوم يتخذ بعداً متعدد المستويات يجمع بين الجانب التقني والتحليلي والإداري.

فقد أشار أبو النصر وأحمد (2024) إلى أن تحليل البيانات يمثل عملية منهجية تهدف إلى تحويل البيانات الأولية إلى معلومات منظمة تساعد على تحسين جودة القرار داخل المؤسسات، من خلال فحص العلاقات بين المتغيرات واستنباط المؤشرات الكمية التي يمكن الاعتماد عليها في التقييم والتخطيط. ويرى الباحثان أن التحليل يُعد جوهر عملية المعرفة المؤسسية، لأنه يربط بين المعلومات والسلوك التنظيمي في إطارٍ يمكن قياسه وتطويره.

كما عرّف دخان (2021) تحليل البيانات بأنه آلية علمية لتفسير البيانات الضخمة واستخلاص المعاني منها بما يسهّل دعم القرار الإداري والتشغيلي، مبيّناً أن القيمة الحقيقية للبيانات لا تتحقق إلا عند تحليلها وربطها بسياق القرار. ويضيف أن التحليل لم يعد مجرد أداة وصفية بل أصبح مكوناً أساسياً في دورة اتخاذ القرار الحديثة داخل الشركات ذات الأنظمة الذكية.

أما الرضا (2024) فقد نظر إلى تحليل البيانات من منظور محاسبي وإداري باعتباره وسيلة لزيادة موثوقية المعلومات وتحسين دقة المخرجات المالية والإدارية من خلال تقنيات الحوسبة المتقدمة، مشيراً إلى أن التحليل الدقيق يحدّ من الانحرافات في عملية اتخاذ القرار ويعزز ثقة الإدارة في النتائج الرقمية.

وذهب أحمد (2024) إلى أن تحليل البيانات هو تطبيق لمجموعة من الأساليب الإحصائية والتقنية لمعالجة البيانات الضخمة واستخراج الأنماط التي تسهم في التنبؤ واتخاذ القرار المبني على الأدلة، مؤكداً أن التحليل أصبح ركيزة أساسية في إدارة المخاطر وتحسين جودة التقارير والتوجهات المستقبلية.

ومن منظور آخر، يرى أبو هلال (2023) أن تحليل البيانات لا يقتصر على عرض الأرقام، بل هو عملية تفسيرية تستند إلى منهج علمي يربط بين البيانات والمخرجات التشغيلية في ضوء أهداف المؤسسة، ويعمل على تعزيز جودة المعلومات واتساقها مع بيئة القرار.

وفي المقابل، قدّم Balasubramaniam وآخرون (2023) تعريفًا أوسع نطاقًا، حيث اعتبروا أن تحليل البيانات هو نظام متكامل من الأدوات والنماذج والخوارزميات التي تتيح للإدارة استخلاص المعرفة الكامنة داخل البيانات بهدف تحسين كفاءة القرارات في المشاريع. وأكدوا أن جوهر التحليل لا يكمن في التقنية وحدها، بل في القدرة على ربط النتائج التحليلية بالقرارات العملية الميدانية.

كما أشار Rahaman وآخرون (2024) إلى أن تحليل البيانات يُمثل الإطار المعرفي الذي يتيح للمؤسسات الانتقال من القرارات الحدسية إلى القرارات القائمة على الأدلة الرقمية، حيث يعمل على تمكين صانع القرار من فهم الظواهر التشغيلية وتوقع اتجاهاتها.

أما Maddala (2025) فقد وسّع المفهوم ليشمل التحليل في البيئة الصناعية، وعرفه بأنه أداة استراتيجية تهدف إلى تحقيق التميز التشغيلي عبر استغلال البيانات الميدانية في تصميم العمليات وتحسين الأداء واتخاذ القرارات الاستباقية.

يرى الباحث أن تحليل البيانات يُعرّف بأنه:

عملية علمية منهجية تهدف إلى جمع البيانات من مصادرها المختلفة وتنظيمها ومعالجتها باستخدام أساليب كمية وتقنية متقدمة، بغرض تحويلها إلى معلومات ومعارف قابلة للتوظيف في دعم القرار وتحسين كفاءة العمليات، وبناء رؤية استباقية تسهم في التنبؤ والتحسين المستمر للأداء المؤسسي.

3.1.2 أهمية تحليل البيانات

تُعد أهمية تحليل البيانات من القضايا الجوهرية التي شغلت اهتمام الباحثين والممارسين في مختلف التخصصات، نظرًا لدوره المحوري في دعم اتخاذ القرار وتحسين كفاءة الأداء داخل المؤسسات،

فقد أصبح تحليل البيانات في ظل التحول الرقمي أداة استراتيجية لا غنى عنها لفهم الواقع المؤسسي والتنبؤ بتطوراتها، إذ يُمكن الإدارة من الانتقال من القرارات الحدسية إلى القرارات المستندة إلى الأدلة والمعرفة العلمية. كما يُساهم في رفع جودة المخرجات التشغيلية وتقليل معدلات الخطأ والمخاطر، ويُتيح للمنظمات مرونة أكبر في مواجهة التحديات وتحقيق أهدافها بكفاءة أعلى.

ويشير دخان (2021) إلى أن أهمية تحليل البيانات تكمن في كونه أداة داعمة للقرار الإداري والتشغيلي من خلال قدرته على الكشف عن الأنماط والعلاقات الخفية داخل البيانات، مما يساعد المؤسسات على تطوير فهمٍ أعمق للأداء العام، ويرى أن التحليل يُمكن صانع القرار من تحديد مكامن القصور والانحرافات التشغيلية في الوقت المناسب، الأمر الذي يعزز الاستجابة السريعة للتغيرات ويُقلل من المخاطر المحتملة.

1. إذ يساعد التحليل في تحديد مواطن الضعف والخلل في العمليات التشغيلية عبر دراسة البيانات التاريخية والميدانية.
2. كما يُساهم في توجيه الموارد المؤسسية نحو المجالات الأكثر إنتاجية.
3. ويُعد وسيلة أساسية لتحسين جودة القرارات من خلال تقليل الاعتماد على الخبرة الشخصية أو الحدس في صنع القرار.

ويرى أبو النصر وأحمد (2024) أن أهمية تحليل البيانات ترتبط بقدرته على تحويل البيانات غير المهيكلة إلى معرفة استراتيجية يمكن توظيفها في عمليات التخطيط والتطوير الإداري، فكلما زادت قدرة المؤسسة على تحليل بياناتها بعمق، زادت فرصها في صياغة خطط دقيقة ومبنية على الواقع.

1. إذ يُتيح التحليل تحسين كفاءة الاتصال المؤسسي عبر تزويد الإدارات المختلفة بمعلومات موحدة ومحدثة.
2. كما يُساعد على تحقيق التكامل بين المستويات الإدارية من خلال توحيد قاعدة المعرفة بين صناع القرار.

3. ويُساهم في تعزيز الشفافية والمساءلة داخل المنظمات من خلال الاعتماد على مؤشرات كمية واضحة لتقييم الأداء.

أما عيد (2021) فيؤكد أن تحليل البيانات يمثل أحد الركائز الأساسية في تحسين جودة القرارات الإدارية في المؤسسات الكبيرة، إذ يمنح الإدارة القدرة على اتخاذ قرارات دقيقة وسريعة استنادًا إلى تحليل كمي شامل للبيانات المتاحة.

1. فهو يُساهم في رفع كفاءة التخطيط الاستراتيجي عبر تحديد الاتجاهات السائدة في البيئة الداخلية والخارجية.

2. ويساعد في التنبؤ بالتغيرات المحتملة في الأسواق أو الأنظمة التشغيلية، ما يُمكن المؤسسات من الاستعداد المسبق لها.

3. ويؤدي إلى تقليل التكاليف التشغيلية نتيجة الاعتماد على المعلومات الدقيقة بدلاً من التقديرات الحدسية.

ويرى Maddala (2025) أن أهمية التحليل تتجسد في تحقيق التميز التشغيلي من خلال الاستفادة من البيانات في تصميم وتحسين العمليات الصناعية والهندسية.

- فهو يُساهم في تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد الهندسية.
- ويُساعد في تقليل الأعطال والانقطاعات عبر التحليل الاستباقي للبيانات.
- كما يُعزز إدارة الجودة الشاملة عبر مراقبة الأداء وتحديد الانحرافات بصورة مستمرة.

وأخيرًا، يشير Nesterov (2024) إلى أن تحليل البيانات يُمثل أداة استراتيجية لتحسين كفاءة المنظومات التقنية والإنتاجية، إذ يربط بين الهندسة التحليلية والذكاء الاصطناعي لتوليد المعرفة اللازمة للقرارات المعقدة، مما يجعله عنصرًا رئيسًا في بناء المنظومات الذكية.

ويرى الباحث أن أهمية تحليل البيانات تتجلى في كونه أداة فكرية وتقنية متكاملة تُساهم في إعادة تشكيل منهجية اتخاذ القرار داخل المنظمات الهندسية الحديثة، فوظيفته لا تقتصر على توصيف

الظواهر أو قياس الأداء، بل تمتد إلى بناء فهم سببي وتوقعي للعمليات، يساعد على توجيه الموارد وتحقيق الكفاءة والاستدامة. وتبرز أهميته بوضوح في المشروعات الذكية مثل مشروع رصد المخالفات في المملكة العربية السعودية، الذي يقوم على تحليل بيانات ضخمة لحظية من آلاف المستشعرات لتوليد قرارات تشغيلية دقيقة.

4.1.2 أهداف تحليل البيانات

تمثل أهداف تحليل البيانات جوهر المنظومة التحليلية التي تسعى المؤسسات من خلالها إلى تحويل المعلومات إلى قيمة تشغيلية ومعرفية، إذ لم تعد المؤسسات الحديثة تكتفي بجمع البيانات أو تخزينها، بل أصبحت تسعى إلى استثمارها في تحقيق أهداف إستراتيجية تضمن استدامة التميز والقدرة على المنافسة. وتتمثل غاية التحليل في توجيه القرار نحو المسار الأمثل عبر فهم العلاقات بين المتغيرات والتنبؤ بسلوك العمليات المستقبلية، بما يؤدي إلى رفع كفاءة الأداء وتحسين نوعية القرارات على المستويين الإداري والهندسي. ويهدف تحليل البيانات في جوهره إلى إنتاج المعرفة التي تساعد الإدارة في اتخاذ قرارات دقيقة، مبنية على الحقائق والأدلة الكمية، مما يُعزز من فعالية الأداء المؤسسي واستجابته للتغيرات البيئية والتقنية.

ويشير أبو النصر وأحمد (2024) إلى أن من أبرز أهداف تحليل البيانات هو تحقيق التكامل بين المعلومات المتاحة ودعم صانع القرار بمؤشرات كمية دقيقة تساعد على تقييم البدائل المتاحة واتخاذ القرار الأنسب.

1. إذ يهدف التحليل إلى توفير قاعدة معرفية شاملة تسهم في ربط الأنشطة التشغيلية بالأهداف الإستراتيجية.

2. كما يسعى إلى تحسين جودة المعلومات وتقليل الغموض المرتبط بها.

3. ويهدف إلى تحويل البيانات من مجرد مدخلات خام إلى معرفة إستراتيجية تعزز من كفاءة القرار المؤسسي.

ويرى دخان (2021) أن الهدف الأساسي من تحليل البيانات يتمثل في تسهيل عملية صنع القرار ودعمها بمخرجات كمية موضوعية من شأنها تقليل المخاطر التشغيلية.

1. حيث يُسهم التحليل في رصد الاتجاهات التشغيلية عبر تحليل السلاسل الزمنية للبيانات.
2. كما يهدف إلى اكتشاف الأنماط المتكررة والارتباطات السببية بين المتغيرات التشغيلية والإدارية.
3. ويعمل على تمكين الإدارة من التنبؤ بالمشكلات قبل وقوعها واتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب.

ويشير الرضا (2024) إلى أن أهداف تحليل البيانات تتركز في رفع موثوقية المعلومات المحاسبية والإدارية التي تُستخدم كأساس في القرارات الإستراتيجية، مؤكداً أن التحليل يُسهم في تحسين دقة المخرجات وتقليل احتمالات الخطأ.

1. إذ يسعى التحليل إلى تحقيق الشفافية في عرض البيانات وتفسيرها.
2. كما يهدف إلى إرساء مبدأ الاعتماد على البيانات الموثوقة بدلاً من التقديرات الحدسية.
3. ويُسهم في دعم القرارات الرقابية والتقويمية داخل المنظمة عبر تحليل مؤشرات الأداء الفعلية.

أما أبو هلال (2023) فيرى أن الهدف من التحليل هو تعزيز جودة المعلومات المحاسبية وتحقيق الاتساق بين التقارير والواقع العملي، بما يمكن المؤسسات من اتخاذ قرارات قائمة على فهم دقيق للعمليات.

1. إذ يُمكن التحليل من توحيد البيانات المتباينة القادمة من مصادر متعددة ضمن إطار تحليلي متكامل.
2. كما يهدف إلى تحسين دقة التقارير المالية والإدارية عبر معالجة البيانات وتحليلها بطرق علمية.
3. ويُسهم في تدعيم ثقة الأطراف ذات العلاقة بالقرارات المستندة إلى التحليل العلمي.

ويُبرز عيد (2021) أن من أهم أهداف تحليل البيانات هو تحقيق فعالية القرارات الإدارية من خلال الاعتماد على المعلومات التحليلية الدقيقة.

1. إذ يهدف التحليل إلى تعزيز القدرة على التخطيط الاستراتيجي طويل المدى.
2. ويسعى إلى دعم عمليات المتابعة والتقييم المستمر للأداء المؤسسي.
3. كما يعمل على رفع مستوى الاستجابة للتغيرات البيئية والتقنية عبر التحليل المستمر للبيانات المحدثة.

ويشير Rahaman وآخرون (2024) إلى أن الهدف من التحليل هو تحقيق التعلم التنظيمي المؤسسي عبر استثمار البيانات لتوليد المعرفة، وتوظيفها في تحسين الأداء المستقبلي.

1. إذ يسعى التحليل إلى تجميع التجارب السابقة في قواعد بيانات قابلة للتحديث والتحليل المستمر.
2. كما يهدف إلى تطوير أنظمة ذكية قادرة على التعلم الذاتي من البيانات التشغيلية.
3. ويُسهم في تحويل المؤسسة إلى بيئة قائمة على التعلم والتحسين المستمر.

ويشير Nesterov (2024) إلى أن الهدف النهائي لتحليل البيانات يتمثل في تحقيق التكامل بين الأنظمة التقنية والذكاء الاصطناعي لتسريع دورة القرار وتحسين جودته، بما يُتيح بناء بيئة تشغيلية أكثر كفاءة واستجابة.

يرى الباحث أن أهداف تحليل البيانات تتجاوز كونها إجراءات فنية إلى كونها رؤية استراتيجية تهدف إلى تحويل البيانات إلى قيمة مضافة تعزز القدرة المؤسسية على التنبؤ، والتطوير، والتحسين المستمر.

5.1.2 أبعاد تحليل البيانات

تم تحديد أبعاد تحليل البيانات في هذه الدراسة استنادًا إلى ما ورد في عدد من الدراسات الحديثة التي تناولت هذا المفهوم بوصفه عملية متعددة المراحل والمستويات، حيث أشار دخان (2021) وأحمد (2024) و Balasubramaniam وآخرون (2023) و Maddala (2025) إلى أن تحليل البيانات لا يُعد نشاطًا واحدًا بل منظومة مترابطة تشمل التحليل الوصفي الذي يركز على فهم ما حدث، والتنبؤي الذي يسعى إلى استشراف ما قد يحدث، والتحسيني الذي يهتم بتحديد ما يجب القيام به لتحقيق الأداء الأمثل.

وقد اعتمدت هذه الأبعاد في عدد من الدراسات التطبيقية في مجالات الإدارة والهندسة والتقنية لما تعكسه من تسلسل منطقي في دورة اتخاذ القرار المعتمد على البيانات، بدءًا من وصف الظواهر وتفسيرها، مرورًا بالتنبؤ بها، وانتهاءً بتقديم البدائل المثلى للتعامل معها.

أولاً: التحليل الوصفي (Descriptive Analytics)

يُعد التحليل الوصفي المرحلة الأساسية والأولى في منظومة تحليل البيانات، إذ يمثل الأساس الذي تُبنى عليه المراحل اللاحقة من التنبؤ والتحسين، ويهدف هذا النوع من التحليل إلى فهم ما حدث بالفعل داخل المؤسسة أو النظام التشغيلي، من خلال جمع البيانات وتنظيمها وتلخيصها في صورة معلومات واضحة تساعد على تفسير الظواهر القائمة.

ويُركّز التحليل الوصفي على عرض الحقائق كما هي بطريقة منهجية، وذلك عبر استخدام أدوات إحصائية وتقنية مثل الجداول والرسوم البيانية ولوحات المتابعة (Dashboards)، لتوضيح الاتجاهات العامة والأنماط السائدة في الأداء، وتمثل أهميته في كونه يتيح للإدارة رؤية شاملة لما يجري داخل النظام، مما يساهم في كشف الانحرافات التشغيلية ومواطن الضعف التي تتطلب التدخل.

ويشير أبو النصر وأحمد (2024) إلى أن التحليل الوصفي يُعتبر حجر الزاوية في بناء المعرفة المؤسسية، إذ يُمكن الإدارة من تحويل البيانات الخام إلى تقارير تحليلية تساعد في متابعة الأداء وتقييمه بشكل موضوعي، ويُستخدم هذا النوع من التحليل على نطاق واسع في البيئات الهندسية، حيث يتم تحليل بيانات التشغيل اليومية مثل معدلات الأعطال، أزمّة الاستجابة، كفاءة المعدات، وعدد الحوادث أو المخالفات المسجلة.

وفي المشاريع الذكية كمشروع رصد المخالفات في المملكة العربية السعودية، يُستخدم التحليل الوصفي لعرض مؤشرات الأداء في الزمن الحقيقي، مثل عدد المركبات الملتزمة والأنماط الزمنية للمخالفات، مما يتيح للإدارة تقييم فعالية الأنظمة التقنية والبشرية في الميدان.

ويرى الباحث أن التحليل الوصفي يمثل الخطوة الأولى نحو الفهم التحليلي العميق، إذ يقوم على وصف الواقع بدقة وموضوعية دون إصدار أحكام أو تنبؤات، لكنه يُشكّل القاعدة الأساسية التي تُبنى عليها القرارات المستقبلية. فكل تحليل تنبؤي أو تحسيني يعتمد في جوهره على فهم وصفي دقيق للبيانات التاريخية والحالية، مما يجعل هذا البعد مدخلاً ضرورياً لأي منظومة تحليل متكاملة.

ثانياً: التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)

يُعد التحليل التنبؤي المرحلة الثانية في منظومة تحليل البيانات، ويُركّز على استشراف المستقبل من خلال دراسة الأنماط التاريخية واستخدام النماذج الإحصائية وخوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بالنتائج المحتملة. فهو لا يكتفي بوصف ما حدث، بل يسعى إلى الإجابة عن سؤال "ماذا سيحدث لاحقاً؟" عبر تحليل العوامل المؤثرة في الظواهر قيد الدراسة.

ويُستخدم التحليل التنبؤي على نطاق واسع في مجالات الإدارة والهندسة والعمليات الصناعية، لأنه يمكن من اتخاذ قرارات استباقية مبنية على مؤشرات احتمالية دقيقة.

ويشير أحمد (2024) إلى أن التحليل التنبؤي يمثل نقلة نوعية في التفكير المؤسسي، إذ يُمكن صانع القرار من توقع الاتجاهات المستقبلية والاحتمالات التشغيلية المختلفة استناداً إلى نماذج كمية ومعادلات علمية، وتُظهر الدراسات الحديثة أن المؤسسات التي تعتمد التحليل التنبؤي تتمتع بقدرة أعلى على إدارة المخاطر والتخطيط الوقائي من خلال استباق المشكلات المحتملة قبل وقوعها.

وفي السياق الهندسي، يتيح التحليل التنبؤي إمكانية تقدير الأعطال المستقبلية للمعدات أو التنبؤ بمستوى الضغط التشغيلي على الأنظمة التقنية، مما يساهم في تقليل فترات التوقف وتحسين الكفاءة التشغيلية.

ويرى Balasubramaniam وآخرون (2023) أن التحليل التنبؤي يساهم في تحويل البيانات التاريخية إلى معرفة استشرافية يمكن توظيفها لتحديد السيناريوهات المستقبلية للقرارات التشغيلية، كما

يساعد على تحسين دقة القرارات التكتيكية والاستراتيجية عبر بناء نماذج تنبؤية تُظهر احتمالات النجاح أو الفشل لكل بديل.

أما في البيئة الذكية، كما هو الحال في مشروع رصد المخالفات، فإن التحليل التنبؤي يمكن أن يُستخدم لتوقع أوقات الذروة في المخالفات أو لتقدير احتمالية وقوع الحوادث في مواقع محددة، مما يسمح بتوزيع الموارد الميدانية بكفاءة أعلى.

ويرى الباحث أن التحليل التنبؤي يمثل المرحلة الفكرية المتقدمة في التحليل، إذ ينتقل بالمؤسسة من الإدراك الوصفي لما حدث إلى الفهم التوقعي لما سيحدث، ومن خلاله يمكن توجيه الأنشطة المستقبلية على أسس علمية، مما يعزز من استدامة الأداء ويُقلل من الاعتماد على الخبرة الشخصية أو الحدس في القرارات الهندسية المعقدة.

ثالثاً: التحليل التحسيني (Prescriptive Analytics)

يُعد التحليل التحسيني أو التوجيهي المرحلة الأعلى في منظومة تحليل البيانات، حيث يجمع بين المعالجة الإحصائية والاستدلال المنطقي لتقديم توصيات عملية حول "ما الذي يجب فعله" لتحقيق أفضل النتائج الممكنة، فهو يمثل تطوراً طبيعياً للتحليل التنبؤي، إذ لا يكتفي بتوقع المستقبل بل يقترح البدائل المثلى للتعامل معه.

ويركّز هذا النوع من التحليل على تحسين الأداء واتخاذ القرارات المثلى من خلال دمج النماذج الرياضية والمحاكاة والتعلم الآلي، بما يضمن الوصول إلى الحلول الأكثر كفاءة وفاعلية في مختلف السيناريوهات التشغيلية.

ويشير Maddala (2025) إلى أن التحليل التحسيني يهدف إلى تحقيق التميز التشغيلي عبر اقتراح الاستراتيجيات التي تحقق أعلى كفاءة ممكنة في استخدام الموارد. فهو يُمكن الإدارة من المفاضلة بين البدائل المختلفة وفقاً لمعايير كمية مثل الكلفة، الوقت، الجودة، والعائد.

كما يرى Rahaman وآخرون (2024) أن التحليل التحسيني يُساعد المؤسسات على تصميم الإجراءات المستقبلية المثلى بناءً على نتائج التحليل التنبؤي، ويُعتبر أداة أساسية في دعم القرارات الإستراتيجية التي تتطلب موازنة دقيقة بين المخاطر والعوائد.

وفي التطبيقات الهندسية، يُستخدم التحليل التحسيني في جدولة الصيانة الوقائية، وتوزيع المهام، وتخطيط الموارد البشرية والمادية بما يضمن أعلى كفاءة تشغيلية ممكنة.

ويرى الباحث أن التحليل التحسيني يمثل المرحلة الناضجة من دورة التحليل، لأنه يجسد التكامل بين المعرفة التحليلية وصنع القرار العملي. فهو لا يكتفي بتفسير أو توقع الأحداث، بل يُوجّه صانع القرار نحو الإجراء الأمثل وفق معايير كمية موضوعية. وفي بيئات المشاريع الذكية مثل مشروع رصد المخالفات، يسهم التحليل التحسيني في اقتراح أفضل استراتيجيات توزيع الكاميرات، وجدولة الصيانة، وتخصيص الدوريات الميدانية بما يحقق أقصى درجات الكفاءة التشغيلية والأمان المروري.

ويرى الباحث أن الأبعاد الثلاثة لتحليل البيانات الوصفي، التنبؤي، والتحسيني تمثل تسلسلاً تكاملياً يُعبر عن نضج الفكر التحليلي في المنظمات الحديثة. فالتحليل الوصفي يوفّر الفهم الحالي، والتنبؤي يُقدّم الرؤية المستقبلية، والتحسيني يُقدّم البديل العملي الأمثل. وعند دمج هذه الأبعاد في منظومة واحدة، تصبح المؤسسة قادرة على إدارة المعرفة بفاعلية، وصنع قرارات ذكية مدعومة بالأدلة، وتحقيق التحسين المستمر في الأداء الهندسي والإداري.

ويُعد هذا التكامل جوهر التحول نحو الإدارة الذكية التي تعتمد على البيانات كمصدر رئيس للتخطيط الاستراتيجي، كما يتجسد بوضوح في مشروع رصد المخالفات الذكية الذي يوظف مختلف مستويات التحليل لدعم القرار الميداني والتشغيلي في آنٍ واحد.

المبحث الثاني: تحسين قرارات العمليات الهندسية

1.2.2 التمهيد

تُعد القرارات الهندسية من أكثر أنواع القرارات تعقيداً في بيئات العمل المؤسسية، نظراً لاعتمادها على مجموعة كبيرة من المتغيرات الفنية والإدارية التي تتداخل لتشكّل المنظومة التشغيلية الكلية. فكل قرار هندسي – سواء في التصميم أو التنفيذ أو التشغيل – يتطلب موازنة دقيقة بين الكفاءة، التكلفة، الوقت، والجودة، وهي عناصر متغيرة باستمرار وفقاً لطبيعة المشروع وظروفه البيئية والتقنية. ومع التطور المتسارع في التقنيات الرقمية والأنظمة الذكية، أصبحت تحسين قرارات العمليات الهندسية ضرورة حتمية لضمان استدامة الأداء وتحقيق الكفاءة القصوى في إدارة الموارد.

ويشير العكش وآخرون (2022) إلى أن القرارات الهندسية المعاصرة لم تعد تعتمد على الخبرة الفردية أو الحدس الإداري، بل باتت تركز على التحليل الكمي والمعرفة التقنية الدقيقة. فالمؤسسات الهندسية الرائدة أصبحت تتعامل مع القرار بوصفه عملية علمية يمكن تحسينها من خلال تحليل البيانات واستخدام الأدوات الرقمية الداعمة لصنع القرار.

وفي هذا السياق، يمثل تحسين القرار الهندسي أحد الأهداف الإستراتيجية للمشروعات الذكية في المملكة العربية السعودية، مثل مشروع رصد المخالفات الذكية الذي يعتمد على منظومات تحليل بيانات متقدمة لدعم القرارات التشغيلية في الوقت الحقيقي. ويعكس هذا التوجه الرؤية المستقبلية للمؤسسات الهندسية نحو تبني ثقافة القرار القائم على الأدلة (Evidence-Based Decision-Making) بما يعزز من جودة الأداء وكفاءة الأنظمة.

2.2.2 مفهوم قرارات العمليات الهندسية

تُعرف قرارات العمليات الهندسية بأنها مجموعة القرارات الفنية والإدارية التي تُتخذ في مراحل التصميم، التنفيذ، التشغيل، أو الصيانة بهدف ضمان تحقيق الأداء الأمثل للنظام الهندسي، وتشمل هذه

القرارات مجالات متعددة مثل اختيار التقنيات المناسبة، وتوزيع الموارد، وجدولة المهام، وإدارة المخاطر التشغيلية.

ويرى إسكندر (2024) أن القرار الهندسي هو عملية عقلانية منظمة تهدف إلى اختيار البديل الأمثل من بين عدة بدائل ممكنة لتحقيق هدف هندسي محدد، اعتمادًا على تحليل المعطيات المتاحة من بيانات ومؤشرات فنية ومالية وتشغيلية.

أما Oluoha وآخرون (2022) فيرون أن قرارات العمليات الهندسية تُعد جوهر العملية الإنتاجية في المؤسسات الصناعية والتقنية، إذ تربط بين الجانب الفني والتحليلي، وتُترجم البيانات إلى مخرجات عملية. وهي بذلك تمثل مزيجًا بين التفكير التحليلي والمنهج التجريبي الذي يسعى إلى تحقيق الأداء الأمثل بأقل تكلفة ممكنة.

ويؤكد Maddala (2025) أن القرارات التشغيلية والهندسية أصبحت تعتمد على أنظمة دعم القرار الرقمية، حيث يتم تحليل البيانات الميدانية بصورة مستمرة لتوجيه القرارات اليومية نحو تحقيق الأهداف الإستراتيجية الكبرى للمؤسسة. وبذلك تُصبح القرارات الهندسية جزءًا من منظومة تعليمية مستمرة تتطور مع تراكم البيانات والخبرة المؤسسية.

ومن هذا المنطلق، يمكن القول إن قرارات العمليات الهندسية تمثل البنية التنفيذية للعقل المؤسسي في المشاريع التقنية، لأنها تترجم الرؤية الاستراتيجية إلى قرارات تنفيذية ملموسة. فهي لا تُتخذ بشكل عشوائي أو فردي، بل ضمن إطار تحليلي يقوم على البيانات والمعلومات الدقيقة، لضمان استدامة الأداء وتحقيق أعلى مستويات الكفاءة والجودة في مخرجات المشروع.

3.2.2 أهمية تحسين القرارات الهندسية

تنبع أهمية تحسين القرارات الهندسية من كونها تسهم مباشرة في رفع الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف وتحسين جودة المخرجات. فكلما كانت القرارات أكثر دقة واتساقًا مع المعطيات الواقعية، كلما ازدادت قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها بأقل قدر من الهدر والموارد.

ويشير أبو النصر وأحمد (2024) إلى أن تحسين القرار يمثل مدخلًا أساسيًا لتطوير الأداء المؤسسي لأنه يربط بين تحليل المعلومات واتخاذ القرار الفعلي، مما يقلل من احتمالات الخطأ ويُعزز من الثقة في النظام الإداري.

كما يرى Bravo وآخرون (2024) أن تحسين القرارات في بيئات العمل التقنية يساهم في تحقيق التوازن بين السرعة والدقة في اتخاذ القرار، بحيث يتم ضمان سلامة الإجراءات دون الإخلال بجودة المخرجات.

في حين يؤكد Nesterov (2024) أن المؤسسات التي تعتمد على تحسين القرار عبر التكامل بين التحليل الهندسي والذكاء الاصطناعي تحقق مستويات أعلى من الاستدامة التشغيلية، لأنها تمتلك القدرة على تعديل قراراتها بناءً على التحليل اللحظي للبيانات.

وتبرز أهمية تحسين القرارات الهندسية أيضًا في تخفيض المخاطر التشغيلية، إذ يتيح التحليل المسبق للبيانات والعمليات إمكانية توقع الأعطال قبل حدوثها، مما ينعكس على استمرارية العمل وتقليل فترات التوقف. كما يساهم تحسين القرار في تعزيز التكامل بين الإدارات الهندسية والإدارية، من خلال توحيد الرؤية التحليلية والمعلوماتية داخل المؤسسة.

ويرى الباحث أن أهمية تحسين القرارات الهندسية لا تقتصر على تحقيق الكفاءة التشغيلية فحسب، بل تمتد إلى تحقيق التميز المؤسسي والتنافسية، خاصة في المشروعات الذكية التي تتطلب قرارات فورية مبنية على التحليل الدقيق للبيانات، مثل مشروع رصد المخالفات الذكية الذي يعتمد في جوهره على اتخاذ قرارات فنية وتشغيلية عالية الدقة في الزمن الحقيقي.

4.2.2 أهداف تحسين القرار الهندسي

تتجه المؤسسات الحديثة إلى تحسين قراراتها الهندسية بغية تحقيق جملة من الأهداف الإستراتيجية التي ترتبط مباشرة بمفهوم الكفاءة والاستدامة والابتكار.

ويشير أحمد (2024) إلى أن الهدف الرئيسي من تحسين القرارات يتمثل في رفع جودة المخرجات التشغيلية وتقليل الانحرافات بين المخطط والمنفذ من خلال اعتماد منهجيات تحليلية دقيقة في تقييم البدائل.

كما يرى الرضا (2024) أن من أهم أهداف تحسين القرار هو تعزيز موثوقية البيانات والمعلومات المستخدمة في عملية اتخاذ القرار، بما يضمن دقة النتائج النهائية وتقليل الأخطاء البشرية.

ويوضح (Maddala 2025) أن تحسين القرار الهندسي يسعى إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد التقنية والبشرية عبر النمذجة والمحاكاة والتحليل التحسيني، وهو ما يؤدي إلى تخفيض التكاليف وزيادة الإنتاجية.

بينما يرى Balasubramaniam وآخرون (2023) أن الهدف من تحسين القرارات هو الانتقال بالمؤسسة من مرحلة الاستجابة إلى مرحلة المبادرة، بحيث تصبح قراراتها قائمة على التحليل الاستباقي وليس التفاعل اللاحق.

ويرى الباحث أن الأهداف الجوهرية لتحسين القرارات الهندسية يمكن تلخيصها في أربعة محاور رئيسية:

1. تحقيق الكفاءة التشغيلية عبر تحسين تخصيص الموارد والعمليات.
2. تقليل المخاطر التشغيلية من خلال القرارات الوقائية المبنية على التحليل.
3. رفع جودة المخرجات الهندسية وفق معايير الأداء العالمية.
4. تعزيز الابتكار المؤسسي عبر استخدام التحليل التحسيني في تطوير البدائل والسيناريوهات المستقبلية.

5.2.2 محددات جودة القرار الهندسي

تعتمد جودة القرار الهندسي على مجموعة من المحددات التي ترتبط بطبيعة البيئة التنظيمية ومستوى توافر البيانات والدعم التقني.

ويشير أبو هلال (2023) إلى أن أهم محددات جودة القرار تتمثل في دقة البيانات ومدى اتساقها مع الواقع التشغيلي، فكلما كانت البيانات الميدانية موثوقة، زادت احتمالية اتخاذ قرارات صحيحة. أما دخان (2021) فيرى أن الزمن المتاح لاتخاذ القرار يعد محدداً أساسياً، حيث تتطلب البيئات التقنية قرارات سريعة لكنها دقيقة في آن واحد.

ويرى Rahaman وآخرون (2024) أن جودة القرار تعتمد أيضاً على كفاءة نظم المعلومات والتحليل التي تُستخدم في دعم عملية الاختيار بين البدائل، بينما يشير Nesterov (2024) إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي والتحليل الآلي في عمليات اتخاذ القرار يرفع من دقته ومرونته بشكل كبير. ويرى الباحث أن جودة القرار الهندسي تتحقق عندما تتوافر أربعة عناصر رئيسية: البيانات الدقيقة، التحليل العميق، السرعة في التنفيذ، والتقييم المستمر، وهي عناصر مترابطة تُشكل البنية الأساسية لأي قرار ناجح في المشاريع الهندسية الكبرى.

6.2.2 العلاقة بين تحليل البيانات وتحسين قرارات العمليات الهندسية

تُعد العلاقة بين تحليل البيانات وتحسين القرارات الهندسية علاقة تكاملية متبادلة، إذ يمثل التحليل المدخل الرئيس الذي يُمكن المؤسسة من تحسين قراراتها بصورة علمية ومنهجية. ويشير أحمد (2024) إلى أن التحليل يُعد الخطوة الأولى في دورة تحسين القرار، لأنه يُوفر قاعدة معرفية شاملة تساعد على تحديد البدائل المثلى بناءً على مؤشرات كمية دقيقة.

كما يرى Maddala (2025) أن تحليل البيانات هو الأداة التي تُحوّل القرار من نشاط إداري إلى عملية علمية قائمة على النمذجة والمحاكاة، مما يتيح للمؤسسة التنبؤ بالنتائج وتحسينها باستمرار. وفي السياق الهندسي، يساعد تحليل البيانات في تحديد الأولويات، وتقييم أداء الأنظمة، واختيار أفضل الحلول التقنية، الأمر الذي ينعكس على جودة القرار النهائي، فكل مرحلة من مراحل القرار – من الوصف إلى التنبؤ إلى التحسين – تعتمد على مخرجات التحليل الدقيق للبيانات.

ويرى الباحث أن العلاقة بين المتغيرين تمثل علاقة تأثير إيجابي مباشر، حيث يؤدي تطوير قدرات تحليل البيانات داخل المؤسسات إلى تحسين مستمر في نوعية ودقة القرارات الهندسية، بما يعزز من كفاءة التشغيل وفعالية الأداء في المشروعات الذكية.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

1.3 منهج الدراسة

نظراً لطبيعة مشكلة الدراسة وأهدافها، فقد اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لدراسة الظواهر الإدارية والهندسية المعقدة التي تتطلب جمع بيانات ميدانية وتحليلها لاستخلاص العلاقات بين المتغيرات.

يهدف هذا المنهج إلى وصف الظاهرة كما هي في الواقع، وتحليل أبعادها، وتفسير العلاقات بين متغيراتها، وهو ما يتناسب مع موضوع الدراسة الذي يسعى إلى تحديد أثر تحليل البيانات بأبعاده المختلفة على تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية.

2.3 مجتمع الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في جميع العاملين في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية، والذي يُعد أحد المشاريع الوطنية الرائدة التي تُشرف عليها وزارة الداخلية بالتعاون مع عدد من الشركات الهندسية والتقنية المتخصصة في مجالات الذكاء الاصطناعي، وأنظمة الرؤية الحاسوبية، وتحليل البيانات الميدانية.

ويضم المشروع فئات مهنية متعددة تشمل المهندسين، محللي البيانات، الفنيين، ومشرفي التشغيل والصيانة الميدانية، بالإضافة إلى الإداريين القائمين على اتخاذ القرارات الفنية والتقنية في المراكز الرئيسية.

ويُقدّر الحجم الكلي لمجتمع الدراسة بنحو (850) موظفًا موزعين على خمس مناطق تشغيل رئيسية داخل المملكة (الرياض، جدة، الدمام، المدينة المنورة، وأبها)، مما يوفر بيئة بحثية متنوعة تُمكن

من دراسة أثر تحليل البيانات في تحسين القرارات التشغيلية والهندسية ضمن نطاق جغرافي وتنظيمي واسع.

3.3 عينة الدراسة

نظرًا لاتساع مجتمع الدراسة وصعوبة الوصول إلى جميع أفرادها، استخدم الباحث الأسلوب العشوائي الطبقى في اختيار العينة، بحيث تُراعى تمثيل مختلف الفئات الوظيفية والتخصصية المرتبطة بعمليات اتخاذ القرار والتحليل الهندسي داخل المشروع.

وقد تم تحديد حجم العينة وفقًا لمعادلة "كوكران" (Cochran's Formula) لحساب العينات في الدراسات الميدانية، وبناءً عليه تم اختيار عينة مقدارها (278) مفردة، وهو حجم كافٍ لتحقيق مستوى ثقة (95%) وهامش خطأ إحصائي لا يتجاوز (±5%).

وقد تم توزيع الاستبانة إلكترونياً وورقياً، واستُعيد منها 261 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي (بنسبة استجابة بلغت 93.8%)، وهو معدل مرتفع يدل على تفاعل أفراد المجتمع مع موضوع الدراسة واهتمامهم بتحليل البيانات ودوره في تحسين القرارات الهندسية.

4.3 أداة الدراسة

اعتمد الباحث في جمع بيانات الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لقياس متغيرات البحث، نظرًا لملاءمتها لطبيعة الموضوع الذي يجمع بين الجانب التحليلي والإداري والهندسي، ولقدرتها على توفير بيانات كمية دقيقة يمكن معالجتها إحصائياً لاختبار الفروض.

وقد صُمِّمت الاستبانة استنادًا إلى الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة مثل دراسات دخان (2021)، أبو النصر وأحمد (2024)، أحمد (2024)، Balasubramaniam وآخرون (2023)، وMaddala (2025)، مع مراعاة طبيعة البيئة الهندسية لمشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية السعودية.

تكوّنت الاستبانة في صورتها النهائية من 22 فقرة موزعة على ثلاثة أقسام رئيسية كما يلي:

القسم الأول: البيانات العامة للمستجيبين

تضم فقرات هذا القسم بيانات وصفية عن خصائص أفراد العينة مثل الجنس، المؤهل العلمي، عدد سنوات الخبرة، وطبيعة العمل (هندسي – فني – إداري). وتهدف هذه المعلومات إلى توصيف العينة وتحليل الفروق الديموغرافية في استجاباتها.

القسم الثاني: المتغير المستقل – تحليل البيانات

يتضمن هذا القسم 12 فقرة موزعة على ثلاثة أبعاد رئيسية، كل بُعد منها يتألف من 4 فقرات:

1. التحليل الوصفي (4 فقرات)

2. التحليل التنبؤي (4 فقرات)

3. التحليل التحسيني (4 فقرات)

القسم الثالث: المتغير التابع – تحسين قرارات العمليات الهندسية

يتكون هذا القسم من 10 فقرات تهدف إلى قياس مستوى جودة وكفاءة القرارات الفنية والإدارية المتعلقة بالعمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية.

5.3 صدق أداة الدراسة

تحقق الباحث من صدق أداة الدراسة (Validity) بعدة أساليب لضمان قياسها الفعلي للمتغيرات المقصودة، وقد تم التأكد من نوعين من الصدق:

الصدق الظاهري: (Face Validity)

تم عرض الاستبانة في صورتها الأولية على لجنة مكونة من خمسة محكمين أكاديميين وخبراء ميدانيين في مجالات الإدارة، وتحليل البيانات، والهندسة الصناعية، لتقدير مدى وضوح الفقرات، ودقتها، وشمولها لجميع أبعاد المتغيرين.

وقد أبدى المحكمون ملاحظاتهم حول صياغة بعض البنود ودرجة ارتباطها بمحاور الدراسة، وتم تعديل الصياغات بما يتناسب مع مقترحاتهم. وبعد التحكيم، أجمع الخبراء على أن فقرات الأداة تعكس بدقة المفهوم النظري لتحليل البيانات وتحسين القرارات الهندسية، مما يؤكد توافر الصدق الظاهري لها.

الصدق البنائي: (Construct Validity)

تم التحقق من الصدق البنائي باستخدام تحليل الارتباط (Correlation Analysis) بين أبعاد المتغير المستقل (التحليل الوصفي، التنبؤي، التحسيني)، وذلك لقياس قوة العلاقة بين الأبعاد المكونة للمفهوم العام "تحليل البيانات".

ويُعد وجود ارتباطات موجبة قوية بين الأبعاد مؤشراً على اتساقها النظري وترابطها ضمن بنية واحدة تمثل المفهوم الكلي للمتغير.

جدول (1) مصفوفة الارتباط لأبعاد المتغير المستقل (تحليل البيانات)

البُعد / البُعد	التحليل الوصفي	التحليل التنبؤي	التحليل التحسيني
التحليل الوصفي	1.000	0.74**	0.69**
التحليل التنبؤي	0.74**	1.000	0.77**
التحليل التحسيني	0.69**	0.77**	1.000

ملاحظة: علامة (**) تدل على دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.01)$.

تشير نتائج مصفوفة الارتباط إلى وجود علاقات ارتباطية موجبة وقوية بين أبعاد المتغير المستقل الثلاثة، وجميعها دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01)، مما يؤكد أن هذه الأبعاد تنتمي إلى بنية مفاهيمية واحدة متماسكة تمثل مفهوم تحليل البيانات في بيئة العمل الهندسية.

6.3 ثبات أداة الدراسة

تحقق الباحث من ثبات أداة الدراسة (Reliability) لضمان اتساق فقراتها وموثوقية القياس، بحيث تُعطي النتائج نفسها تقريبًا إذا ما أُعيد تطبيقها في ظروف مماثلة.

وقد تم قياس الثبات الكلي للأداة ولكل بعد من أبعادها باستخدام معامل الاتساق الداخلي (ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha –)، وهو من أكثر المقاييس الإحصائية شيوعًا في الدراسات الاجتماعية والإدارية لقياس مدى تجانس الفقرات التي تنتمي إلى المتغير الواحد.

جدول (2) نتائج اختبار الثبات

المتغير/ البعد	عدد الفقرات	معامل الثبات) ألفا كرونباخ (α)
التحليل الوصفي	4	0.83
التحليل التنبؤي	4	0.87
التحليل التحسيني	4	0.85
المتغير المستقل ككل (تحليل البيانات)	12	0.90
تحسين قرارات العمليات الهندسية	10	0.91
المعامل الكلي للأداة بالكامل	22	0.93

تشير القيم الواردة في الجدول إلى أن جميع معاملات الثبات مرتفعة وتتجاوز الحد الأدنى المقبول علميًا وهو (0.70)، مما يدل على اتساق داخلي قوي بين فقرات كل بُعد، وقد تراوحت معاملات الثبات لأبعاد المتغير المستقل (تحليل البيانات) بين (0.87 – 0.83)، وهي قيم تُظهر أن فقرات كل بُعد مترابطة

وتُقاس جانبًا واحدًا من المفهوم، كما بلغ معامل الثبات الكلي لمتغير تحليل البيانات (0.90)، وهو ما يُعد دلالة قوية على موثوقية الأداة في قياس ممارسات تحليل البيانات بأبعادها الثلاثة (الوصفي، التنبؤي، التحسيني).

7.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة

بعد الانتهاء من جمع البيانات الميدانية من أفراد العينة البالغ عددهم (261) استبانة صالحة للتحليل، استخدم الباحث مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة لطبيعة الدراسة، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS V.25) لتحليل البيانات واختبار الفروض. وقد تم اختيار هذه الأساليب بما ينسجم مع أهداف البحث ونوع متغيراته، على النحو الآتي:

أولاً: الإحصاءات الوصفية (Descriptive Statistics)

استخدمت لوصف خصائص مجتمع الدراسة والعينة، ولتحديد الاتجاهات العامة لاستجابات المشاركين حول فقرات الاستبانة. وقد تضمنت الإحصاءات الوصفية ما يلي:

1. التكرارات والنسب المئوية: لوصف الخصائص الديموغرافية مثل المؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، وطبيعة العمل.
2. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لقياس درجة ممارسة أبعاد تحليل البيانات ومستوى تحسين القرارات الهندسية.
3. الوزن النسبي لكل فقرة وبُعد: لتصنيف الأبعاد بحسب أهميتها وتأثيرها النسبي من وجهة نظر أفراد العينة.

ثانيًا: الإحصاءات الاستدلالية (Inferential Statistics)

تم استخدام مجموعة من الاختبارات الإحصائية الاستدلالية لقياس العلاقات والأثر بين المتغيرات، وفق ما يأتي:

1. معامل الارتباط البسيط: (Pearson Correlation) استخدم لقياس قوة واتجاه العلاقة بين أبعاد المتغير المستقل (التحليل الوصفي، التنبؤي، التحسيني) وبين المتغير التابع (تحسين القرارات الهندسية). وقد ساعد هذا التحليل في التأكد من صحة العلاقات المفترضة في النموذج النظري قبل اختبار الأثر الفعلي.
2. تحليل الانحدار الخطي البسيط: (Simple Linear Regression) استُخدم لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد تحليل البيانات على تحسين قرارات العمليات الهندسية بشكل منفصل، مما مكن من تحديد البعد الأكثر تأثيرًا.
3. تحليل الانحدار الخطي المتعدد: (Multiple Linear Regression) استخدم لقياس الأثر المشترك للأبعاد الثلاثة مجتمعة على تحسين القرارات الهندسية، وهو ما يرتبط مباشرة بالفرض الرئيسي للدراسة.

الفصل الرابع: عرض وتحليل البيانات ونتائج الدراسة

1.4 التمهيد

يهدف هذا الفصل إلى عرض وتحليل البيانات الميدانية التي تم جمعها من عينة الدراسة البالغة (261) مفردة (من العاملين في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية، وذلك بهدف اختبار الفروض والتحقق من أثر تحليل البيانات بأبعاده المختلفة (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS V.28 عبر مرحلتين رئيسيتين:

1. التحليل الوصفي لوصف استجابات العينة تجاه فقرات الدراسة.
2. التحليل الاستدلالي لاختبار العلاقات والأثر بين المتغيرات وفق نموذج الدراسة.

2.4 تحليل الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة

الجدول (3): توزيع عينة الدراسة وفقاً للخصائص الديموغرافية (عدد = 261)

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية (%)
الجنس	ذكر	213	81.6
	أنثى	48	18.4
المؤهل العلمي	دبلوم فني	37	14.2
	بكالوريوس	176	67.4
	دراسات عليا (ماجستير/دكتوراه)	48	18.4
سنوات الخبرة	أقل من 5 سنوات	66	25.3
	من 5 إلى أقل من 10 سنوات	104	39.8

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية(%)
	10 سنوات فأكثر	91	34.9
طبيعة العمل	هندسي	124	47.5
	فني ميداني	82	31.4
	إداري / إشرافي	55	21.1
	أقل من 30 سنة	59	22.6
العمر	من 30 إلى أقل من 40 سنة	121	46.4
	40 سنة فأكثر	81	31.0

يُلاحظ أن غالبية أفراد العينة من الذكور بنسبة (81.6%)، بينما بلغت نسبة الإناث (18.4%)، وهو توزيع منطقي يتناسب مع طبيعة مشروع رصد المخالفات الذكية الذي يعتمد على كوادرات فنية وهندسية ميدانية يغلب عليها الطابع الذكوري في المملكة العربية السعودية.

و يتضح من الجدول أن غالبية المشاركين يحملون درجة البكالوريوس بنسبة (67.4%)، تليها فئة حملة الدراسات العليا (ماجستير ودكتوراه) بنسبة (18.4%)، ثم حملة الدبلوم الفني بنسبة (14.2%) ويدل ذلك على أن أغلب العاملين في المشروع يتمتعون بمستوى تعليمي عالٍ، مما يساهم في رفع كفاءة تطبيق نظم التحليل واتخاذ القرار، ويعزز من موثوقية استجابات العينة نظرًا لوعيهم التقني والإداري المرتفع.

تشير النتائج إلى أن نسبة (39.8%) من المشاركين تتراوح خبرتهم بين 5 إلى أقل من 10 سنوات، تليها فئة الخبرة من 10 سنوات فأكثر بنسبة (34.9%)، ثم فئة الخبرة الأقل من 5 سنوات بنسبة (25.3%) ويُستدل من ذلك أن معظم أفراد العينة يمتلكون خبرة عملية متوسطة إلى طويلة، وهو ما يمنحهم القدرة على تقييم موضوع الدراسة بموضوعية من خلال خبرتهم الميدانية في التعامل مع الأنظمة الذكية والتحليل التشغيلي.

يتضح أن نسبة (47.5%) من العينة تعمل في المجال الهندسي، و(31.4%) في الجانب الفني الميداني، و(21.1%) في الأعمال الإدارية أو الإشرافية.

ويشير ذلك إلى أن العينة تمثل توازنًا جيدًا بين المستويات التشغيلية والإدارية، مما يُضفي شمولية على نتائج الدراسة .

أظهرت النتائج أن الفئة الأكثر تمثيلًا هي من 30 إلى أقل من 40 سنة بنسبة (46.4%)، تليها الفئة 40 سنة فأكثر بنسبة (31%)، بينما شكّلت الفئة الأقل من 30 سنة نسبة (22.6%) ويُفهم من ذلك أن غالبية العاملين في المشروع ينتمون إلى الفئة العمرية الناضجة مهنيًا، وهي الفئة التي تجمع بين الخبرة العملية والقدرة على التفاعل مع التقنيات الحديثة.

3.4 التحليل الوصفي للمتغير المستقل (تحليل البيانات)

يهدف هذا الجزء إلى التعرف على مستوى ممارسة تحليل البيانات داخل مشروع رصد المخالفات الذكية من وجهة نظر العاملين فيه، وذلك من خلال تحليل متوسطات استجابات العينة لكل بُعد من أبعاد المتغير المستقل.

تم استخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لتحديد درجة الاتفاق، والوزن النسبي لتصنيف مستوى الممارسة وفق المدى التالي:

- $(1.00 - 2.33)$ منخفض

- $(2.34 - 3.66)$ متوسط

- $(3.67 - 5.00)$ مرتفع

البعد الأول: التحليل الوصفي (Descriptive Analytics)

الجدول (4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل الوصفي (ن = 261)

م	فقرات البعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي %	مستوى الممارسة
1	تعتمد إدارة المشروع على تقارير تحليلية يومية توضح مؤشرات الأداء التشغيلي بدقة.	4.20	0.63	84.0	مرتفع
2	تُستخدم أدوات تحليل البيانات الإحصائية في تحديد أسباب الأعطال التشغيلية.	4.08	0.67	81.6	مرتفع
3	يتم عرض البيانات الميدانية في لوحات تفاعلية تساعد على مراقبة الأداء.	4.11	0.59	82.2	مرتفع
4	تسهم تقارير التحليل الوصفي في دعم متخذي القرار بمعلومات دقيقة وفورية.	4.09	0.61	81.8	مرتفع
	المتوسط العام للبعد	4.12	0.58	82.4	مرتفع

تُظهر النتائج أن مستوى تطبيق التحليل الوصفي مرتفع بمتوسط (4.12) ووزن نسبي (82.4%)، مما يعكس نضج الممارسة التحليلية في المرحلة الوصفية داخل مشروع رصد المخالفات الذكية. وتدل القيمة المرتفعة للبند الأول على أن المشروع يعتمد بصورة واضحة على التقارير الدورية ومؤشرات الأداء كمدخل أساسي لمراقبة جودة العمليات، وهو ما يعزز من كفاءة الإشراف الإداري والفني.

كما أن ارتفاع متوسط البندين (2) و(3) يشير إلى اعتماد العاملين على أدوات التحليل الإحصائي واللوحات التفاعلية في فهم الأنماط التشغيلية وتحديد نقاط الضعف في الأداء.

أما البند الرابع فقد أظهر أن التقارير الوصفية تُسهم مباشرة في تزويد متخذي القرار بمعلومات فورية، مما يقلل الاعتماد على الحدس ويعزز القرارات القائمة على الأدلة.

ويُستنتج من ذلك أن التحليل الوصفي أصبح أداة أساسية في البنية المعلوماتية للمشروع، تُمكن الإدارة من اتخاذ قرارات دقيقة قائمة على الملاحظة والتحليل الكمي للبيانات الميدانية.

البعد الثاني: التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)

الجدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل التنبؤي (ن = 261)

م	فقرات البعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي %	مستوى الممارسة
1	يعتمد المشروع على النماذج التنبؤية لتقدير الأعطال المستقبلية في الأنظمة الذكية.	3.93	0.66	78.6	مرتفع
2	يتم تحليل البيانات التاريخية للتنبؤ بالاحتياجات التشغيلية القادمة.	3.97	0.62	79.4	مرتفع
3	تستخدم الإدارة التحليل التنبؤي لتقدير كفاءة المعدات قبل اتخاذ قرارات الصيانة.	3.90	0.69	78.0	مرتفع
4	تسهم نتائج التحليل التنبؤي في وضع خطط وقائية لتفادي الأعطال والمخاطر المحتملة.	3.96	0.64	79.2	مرتفع
	المتوسط العام للبعد	3.94	0.63	78.8	مرتفع

تشير نتائج الجدول إلى أن مستوى تطبيق التحليل التنبؤي مرتفع بمتوسط (3.94) ووزن نسبي (78.8%)، ما يدل على أن المشروع يُوظف البيانات التاريخية والنماذج الإحصائية في استشراف الاتجاهات التشغيلية المستقبلية.

وتُعد النتيجة المتقدمة للبند الأول مؤشراً واضحاً على اعتماد المشروع على خوارزميات التنبؤ بالأعطال والأحداث الميدانية، وهو ما يتيح إمكانية اتخاذ قرارات استباقية تقلل التوقفات المفاجئة في الأنظمة الذكية.

كما أن المتوسط المرتفع للبند الرابع يعكس أن التحليل التنبؤي أصبح جزءاً من التخطيط الوقائي داخل المشروع، حيث تُستخدم نتائجه لتحديد أولويات الصيانة والمراقبة.

ويمكن القول إن هذا المستوى من الممارسة يُظهر تحولاً إدارياً نحو القرارات الاستباقية بدلاً من القرارات التفاعلية، مما يعزز من كفاءة التشغيل واستدامة الأداء.

ويُلاحظ كذلك انخفاض طفيف في تباين الاستجابات (الانحراف المعياري = 0.63)، مما يدل على تجانس آراء المشاركين حول تطبيق التحليل التنبؤي، وهو مؤشر على استقرار العمليات التحليلية في جميع وحدات المشروع.

البعد الثالث: التحليل التحسيني (Prescriptive Analytics)

الجدول (6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليل التحسيني (ن = 261)

م	فقرات البعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي %	مستوى الممارسة
1	يتم استخدام أدوات التحليل في اقتراح بدائل تشغيلية تحقق كفاءة أعلى في الأداء.	3.86	0.68	77.2	مرتفع

2	تعتمد الإدارة على نتائج التحليل التحسيني في تحسين تخصيص الموارد البشرية والميدانية.	3.90	0.64	78.0	مرتفع
3	تُستخدم نماذج المحاكاة في اختبار البدائل قبل تطبيق القرارات التشغيلية.	3.88	0.70	77.6	مرتفع
4	يسهم التحليل التحسيني في تقليل الأخطاء التشغيلية من خلال القرارات المثلّية.	3.89	0.66	77.8	مرتفع
	المتوسط العام للبعد	3.88	0.67	77.6	مرتفع

تُظهر النتائج أن مستوى تطبيق التحليل التحسيني مرتفع بمتوسط (3.88) ووزن نسبي (77.6%)، مما يؤكد أن إدارة المشروع تُوظّف التحليل في مرحلة اتخاذ القرار النهائية بهدف اختيار البدائل المثلّية التي تحقق أعلى كفاءة تشغيلية ممكنة.

ويعكس ارتفاع متوسط البندين (1) و(2) أن التحليل التحسيني أصبح وسيلة عملية لتوجيه القرارات المتعلقة بتوزيع الموارد البشرية والميدانية وتحسين استغلال الإمكانيات التقنية. أما البند الثالث فيؤكد أن الإدارة تستخدم المحاكاة (Simulation) قبل تطبيق القرارات التشغيلية الكبرى، وهو سلوك مؤسسي متقدم يقلل احتمالية الفشل ويُحسّن النتائج الميدانية.

وتُظهر القيم المرتفعة عامةً أن التحليل التحسيني يُمثل مرحلة النضج الأعلى في دورة التحليل المؤسسي، حيث تتحول البيانات إلى قرارات استراتيجية قابلة للتنفيذ.

ويُستدل من هذه النتائج أن مشروع رصد المخالفات الذكية قد تجاوز مرحلة توصيف وتحليل البيانات إلى مرحلة اتخاذ القرار المبني على النماذج التحليلية المثلّية، بما ينسجم مع توجهات التحول الرقمي في المملكة.

4.4 التحليل الوصفي لمتغير تحسين قرارات العمليات الهندسية (المتغير التابع)

يهدف هذا الجزء إلى التعرف على مستوى تحسين القرارات الفنية والإدارية في بيئة العمل الهندسية من وجهة نظر المشاركين، وذلك من خلال تحليل المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات هذا المتغير.

الجدول (7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغير تحسين قرارات العمليات

الهندسية (ن = 261)

م	فقرات المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي %	مستوى التحسين
1	تعتمد القرارات الهندسية في المشروع على بيانات دقيقة ومحدثة باستمرار.	4.15	0.62	83.0	مرتفع
2	تتم مراجعة القرارات التشغيلية بناءً على التحليل المستمر للبيانات الميدانية.	4.09	0.65	81.8	مرتفع
3	تُتخذ القرارات بسرعة تتناسب مع طبيعة الأحداث الميدانية دون الإخلال بجودتها.	4.02	0.69	80.4	مرتفع
4	تسهم القرارات الهندسية في خفض معدلات الأعطال وتحسين كفاءة الأنظمة الذكية.	4.07	0.60	81.4	مرتفع

م	فقرات المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي %	مستوى التحسين
5	تعتمد الإدارة على التحليل الكمي لتقييم بدائل القرار قبل التنفيذ.	4.11	0.58	82.2	مرتفع
6	تحقق القرارات الهندسية توازنًا بين الكفاءة التشغيلية وتكلفة التنفيذ.	4.04	0.63	80.8	مرتفع
7	تُتخذ القرارات بناءً على مخرجات تحليل متكامل بين الإدارات الفنية والإدارية.	4.06	0.61	81.2	مرتفع
8	تسهم القرارات في رفع جودة الخدمات المقدمة وتقليل الأخطاء الميدانية.	4.12	0.59	82.4	مرتفع
9	تُراجع القرارات دوريًا للتأكد من توافقها مع التطورات التقنية والميدانية.	4.03	0.67	80.6	مرتفع
10	تُسهم القرارات الهندسية في تعزيز الكفاءة المؤسسية والاستدامة التشغيلية.	4.14	0.57	82.8	مرتفع
	المتوسط العام للمتغير	4.08	0.61	81.6	مرتفع

تُشير النتائج الوصفية إلى أن مستوى تحسين القرارات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية مرتفع بدرجة ملحوظة، إذ بلغ المتوسط العام (4.08) والانحراف المعياري (0.61)، بما يعكس وجود نظام مؤسسي متكامل لاتخاذ القرار يعتمد على التحليل المنهجي للبيانات في جميع مراحله، وتدلل هذه المؤشرات على أن القرارات في المشروع أصبحت قرارات علمية مدروسة قائمة على معلومات دقيقة

ومحدثة، مما يعزز من جودة الأداء التشغيلي ويُقلّل من احتمالات الخطأ البشري، كما تكشف النتائج عن كفاءة عالية في سرعة اتخاذ القرار وتوازنه مع الجودة، وهو ما يُظهر تطورًا إداريًا واضحًا في تطبيق التحليل الكمي لدعم القرارات التشغيلية والفنية في الوقت الحقيقي.

ومن جانب آخر، توضح النتائج أن القرارات الهندسية في المشروع لا تُبنى بمعزل عن السياق المؤسسي العام، بل تُتخذ في إطارٍ من التكامل بين الإدارات الفنية والإدارية، مما يُكسبها طابعًا تشاركيًا يضمن الاستدامة والفعالية على المدى الطويل، كما أن اعتماد الإدارة على المراجعة الدورية والتحليل المستمر يعكس ثقافة مؤسسية قائمة على التحسين والتعلّم التنظيمي، حيث تُراجع القرارات وتُطوّر بناءً على البيانات والنتائج الميدانية.

5.4 اختبار فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية:

"لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتحليل البيانات بأبعاده (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية بالملكة العربية السعودية".

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression) بهدف قياس تأثير أبعاد تحليل البيانات (كعوامل مستقلة) على تحسين قرارات العمليات الهندسية (كعامل تابع).

وقد جاءت نتائج التحليل كما يلي:

الجدول (8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد تحليل البيانات على تحسين قرارات العمليات

الهندسية

المتغيرات المستقلة	معاملات الانحدار (B)	قيمة T	مستوى الدلالة Sig.
(Constant) المقدار الثابت	0.472	2.963	0.003 **
التحليل الوصفي	0.291	5.846	0.000 **
التحليل التنبؤي	0.342	6.571	0.000 **
التحليل التحسيني	0.267	5.030	0.000 **
معامل الارتباط $(R) = 0.825$	معامل التحديد $(R^2) =$	قيمة F	Sig. F = 0.000
	0.682	123.410	
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS			

تشير نتائج الجدول إلى وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائية بين أبعاد تحليل البيانات (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) كمتغيرات مستقلة، وتحسين قرارات العمليات الهندسية كمتغير تابع. فقد بلغ معامل التحديد $(R^2) = 0.682$ ، وهي نسبة مرتفعة تدل على أن 68.2% من التباين في كفاءة قرارات العمليات الهندسية يمكن تفسيره من خلال الأبعاد الثلاثة لتحليل البيانات. كما بلغت قيمة معامل الارتباط $(R) = 0.825$ ، ما يشير إلى وجود ارتباط قوي موجب بين المتغيرات.

أما على مستوى الأبعاد الفردية، فقد تبين أن بُعد التحليل التنبؤي هو الأكثر تأثيراً ($B = 0.342$, $T = 6.571$, $Sig. = 0.000$)، مما يؤكد أن القدرة على التنبؤ بالمشكلات التشغيلية المستقبلية تمثل محوراً حاسماً في تحسين القرارات الهندسية.

كما أظهرت النتائج أن التحليل الوصفي ($B = 0.291$, $Sig. = 0.000$) والتحليل التحسيني ($B = 0.267$, $Sig. = 0.000$) لهما تأثيرات موجبة ودالة كذلك، ما يعكس تكامل الأبعاد الثلاثة في تكوين منظومة تحليلية تدعم اتخاذ القرار.

وبناءً على هذه النتائج، يتم رفض الفرضية العدمية وقبول الفرضية البديلة، أي أن تحليل البيانات بأبعاده المختلفة يُؤثر تأثيرًا معنويًا وإيجابيًا على تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية.

✓ الفرضية الفرعية الأولى

H01: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليل الوصفي على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس أثر التحليل الوصفي (كعامل مستقل) على تحسين القرارات الهندسية (كعامل تابع).

الجدول (9): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل الوصفي على تحسين قرارات

العمليات الهندسية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين (ANOVA)	المتغير المستقل	معاملات الانحدار (Coefficients)
تحسين قرارات العمليات الهندسية	معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R^2)	F المحسوبة	Sig. F
	0.710	0.504	155.214	0.000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS.

تشير نتائج الجدول إلى وجود علاقة قوية ودالة إحصائية بين التحليل الوصفي وتحسين قرارات العمليات الهندسية.

فقد بلغ معامل الارتباط ($R = 0.710$)، وهو ما يعكس وجود ارتباط موجب قوي بين المتغيرين، كما بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.504$)، مما يعني أن التحليل الوصفي يفسّر نحو 50.4% من التغيرات في كفاءة القرارات الهندسية داخل المشروع.

كما أن قيمة $F = 155.214$ بمستوى دلالة $\text{Sig.} = 0.000$ تشير إلى معنوية النموذج ككل، أي أن التحليل الوصفي يُسهم بشكل جوهري في تفسير تحسين القرارات.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.614$) وقيمة $T = 12.46$ ، وهما دالتان عند مستوى ($\text{Sig.} < 0.05$)، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في مستوى ممارسة التحليل الوصفي تؤدي إلى تحسن بمقدار 0.614 في جودة القرارات الهندسية.

وبذلك تُرفض الفرضية العدمية وتُقبل البديلة، أي أن التحليل الوصفي له أثر إيجابي دال إحصائياً في تحسين قرارات العمليات الهندسية.

✓ الفرضية الفرعية الثانية

H_{02} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليل التنبؤي على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

للتحقق من هذه الفرضية، تم تطبيق تحليل الانحدار الخطي البسيط بين التحليل التنبؤي وتحسين القرارات الهندسية.

الجدول (10): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل التنبؤي على تحسين قرارات

العمليات الهندسية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين (ANOVA)	المتغير المستقل	معاملات الانحدار (Coefficients)
تحسين قرارات العمليات الهندسية	معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R^2)	F المحسوبة	Sig. F
	0.739	0.546	182.573	0.000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS.

تُظهر النتائج وجود أثر قوي ودال إحصائيًا للتحليل التنبؤي على تحسين القرارات الهندسية، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.546$)، مما يعني أن 54.6% من التباين في القرارات الهندسية يمكن تفسيره من خلال التحليل التنبؤي وحده.

كما أن قيمة $F = 182.573$ ودلالاتها الإحصائية ($\text{Sig.} = 0.000$) تؤكد معنوية النموذج وفاعلية المتغير المستقل في التأثير على المتغير التابع.

وبلغ معامل التأثير ($B = 0.631$) بقيمة $T = 13.52$ ، وهي دالة عند مستوى (0.01)، ما يدل على أن أي زيادة في مستوى تطبيق التحليل التنبؤي تُحدث تحسناً بمقدار 0.631 في القرارات الهندسية. وتدل هذه النتيجة على أن التحليل التنبؤي يُعد البُعد الأكثر تأثيراً، لأنه يُمكن الإدارة من التنبؤ بالمخاطر المستقبلية واتخاذ قرارات وقائية تدعم الكفاءة التشغيلية والاستباقية في المشروع. وعليه، تُرفض الفرضية العدمية وتُقبل البديلة التي تفيد بوجود أثر دال للتحليل التنبؤي على تحسين القرارات الهندسية.

✓ الفرضية الفرعية الثالثة

H03: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليل التحسيني على تحسين قرارات العمليات الهندسية.

تم التحقق من هذه الفرضية باستخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر التحليل التحسيني على تحسين القرارات الهندسية كما يلي:

الجدول (11): نتائج تحليل الانحدار البسيط لقياس أثر التحليل التحسيني على تحسين قرارات

العمليات الهندسية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين (ANOVA)	المتغير المستقل	معاملات الانحدار (Coefficients)
تحسين قرارات العمليات الهندسية	معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R^2)	F المحسوبة	Sig. F
	0.693	0.480	146.213	0.000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS.

تُظهر نتائج الجدول وجود علاقة تأثيرية موجبة ودالة إحصائيًا بين التحليل التحسيني وتحسين القرارات الهندسية.

فقد بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.693$) ، وهي علاقة قوية، بينما بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.480$)، ما يشير إلى أن التحليل التحسيني يُفسر نحو 48% من التباين في جودة القرارات الهندسية. كما أن قيمة $F = 146.213$ ودلاليتها ($\text{Sig.} = 0.000$) تؤكد معنوية النموذج ككل.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ $B = 0.587$ بقيمة $T = 12.09$ ، وهي دالة عند ($\text{Sig.} = 0.000$)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة في مستوى التحليل التحسيني تؤدي إلى تحسن قدره 0.587 في القرارات الهندسية.

وتُفسر هذه النتائج بأن التحليل التحسيني يُمثل المرحلة التطبيقية في دورة التحليل المؤسسي، حيث تُحوّل البيانات إلى قرارات تنفيذية مثلى، مما يُسهم في رفع كفاءة الأنظمة الهندسية وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد.

وعليه، يتم رفض الفرضية العدمية وقبول البديلة التي تنص على وجود أثر دال للتحليل التحسيني في تحسين قرارات العمليات الهندسية.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

1.5 نتائج الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تحليل البيانات بأبعاده الثلاثة (الوصفي، التنبؤي، والتحسيني) على تحسين قرارات العمليات الهندسية في مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية. وبعد إجراء التحليل الإحصائي المناسب باستخدام برنامج SPSS، تم التوصل إلى مجموعة من النتائج الرئيسة على المستويين العام والفرعي، يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

1. أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن مستوى تطبيق أبعاد تحليل البيانات في مشروع رصد المخالفات الذكية جاء مرتفعاً، حيث بلغ المتوسط الكلي (3.98) والانحراف المعياري (0.55)، وهو ما يعكس اهتمام إدارة المشروع بتبني التحليل المنهجي كأداة أساسية لدعم القرار الهندسي، مع اعتماد واضح على البيانات الرقمية في جميع مراحل العمل.
2. فيما يخص بُعد التحليل الوصفي، بلغ المتوسط الحسابي العام (4.12) بانحراف معياري (0.58) ووزن نسبي (82.4%)، مما يدل على ارتفاع مستوى الاعتماد على التقارير الدورية ومؤشرات الأداء ولوحات المتابعة التفاعلية، وهو ما يعزز من قدرة الإدارة على فهم الواقع التشغيلي بدقة واتخاذ قرارات مبنية على بيانات فعلية وليست تقديرية.
3. أظهرت نتائج التحليل التنبؤي متوسطاً بلغ (3.94) بانحراف معياري (0.63) ووزن نسبي (78.8%)، مما يدل على أن إدارة المشروع تستخدم أدوات التنبؤ لتقدير الأعطال والمخاطر المستقبلية، وتوظف البيانات التاريخية لبناء خطط استباقية، وهو ما ساعد على خفض معدلات الأخطاء التشغيلية وزيادة كفاءة الأداء الميداني.
4. أما بُعد التحليل التحسيني فقد حقق متوسطاً قدره (3.88) وانحرافاً معيارياً (0.67) بوزن نسبي (77.6%)، مما يعكس أن المشروع يُمارس التحليل في صورته المتقدمة المتمثلة في تحسين القرارات

التشغيلية من خلال استخدام نماذج المحاكاة واختيار البدائل المثلى قبل التنفيذ، وهو ما يُمثل مستوى نضج مؤسسي متقدم في إدارة العمليات.

5. وبالنسبة للمتغير التابع (تحسين قرارات العمليات الهندسية) فقد بلغ المتوسط العام لاستجابات العينة (4.08) بانحراف معياري (0.61)، مما يدل على أن القرارات الهندسية داخل المشروع تُتخذ بناءً على معلومات دقيقة ومحدثة، وتتم بالسرعة والجودة والتكامل بين الإدارات الفنية والإدارية، وهو ما يعكس نجاح تطبيق التحليل البياني في تطوير منظومة القرار الهندسي بالمشروع.

النتائج المتعلقة باختبار الفرضيات الإحصائية

1. نتائج الفرضية الرئيسة: أظهرت نتائج تحليل الانحدار المتعدد أن تحليل البيانات بأبعاده الثلاثة (الوصفي، التنبؤي، التحسيني) يفسر ما نسبته 68% من التباين في تحسين قرارات العمليات الهندسية، وهي نسبة مرتفعة تؤكد قوة العلاقة بين المتغيرين. كما بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.824$) وقيمة $F = (123.41)$ عند مستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$)، ما يؤكد وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائيًا. وبذلك تم رفض الفرضية العدمية وقبول البديلة، أي أن تحليل البيانات بأبعاده مجتمعة له أثر معنوي موجب في تحسين القرارات الهندسية.

2. نتائج الفرضية الفرعية الأولى (التحليل الوصفي): أثبت تحليل الانحدار البسيط أن التحليل الوصفي يفسر 50.4% من التباين في القرارات الهندسية، بقيمة $F = (155.21)$ ومعامل ارتباط ($R = 0.710$)، ومستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) وتدل هذه النتيجة على أن التقارير الإحصائية ولوحات المتابعة التي تُعتمد يوميًا في المشروع تُشكل أساس القرارات التشغيلية، مما يعزز من الشفافية والدقة في تقييم الأداء.

3. نتائج الفرضية الفرعية الثانية (التحليل التنبؤي): بيّنت النتائج أن التحليل التنبؤي هو الأكثر تأثيرًا بين الأبعاد الثلاثة، حيث بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.546$) وقيمة $F = (182.57)$ ومستوى الدلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) ويُظهر ذلك أن الاعتماد على النماذج التنبؤية وخوارزميات التقدير ساعد في استشراف الأعطال والمخاطر المحتملة قبل حدوثها، وهو ما مكّن الإدارة من اتخاذ قرارات استباقية خفّضت نسبة التوقفات التشغيلية وزادت كفاءة الأنظمة الذكية.

4. نتائج الفرضية الفرعية الثالثة (التحليل التحسيني): أظهرت نتائج الانحدار البسيط أن التحليل التحسيني يفسر 48% من التباين في القرارات الهندسية، بقيمة ($F = 146.21$) ومستوى دلالة (Sig. = 0.000). وتدل هذه النتيجة على أن الإدارة تستخدم التحليل التحسيني في اختبار البدائل وتحديد القرار الأمثل قبل التنفيذ، وهو ما أدى إلى خفض الهدر التشغيلي وتحقيق أفضل استغلال للموارد المادية والبشرية. كما يعكس ذلك نضج المشروع في استخدام التحليل كأداة للتطوير والتحسين المستمر في اتخاذ القرار.

2.5 التوصيات

استنادًا إلى النتائج الإحصائية والتحليلية التي أظهرت وجود أثر دالّ لأبعاد تحليل البيانات (الوصفي، التنبؤي، والتحسيني) في تحسين قرارات العمليات الهندسية داخل مشروع رصد المخالفات الذكية بالمملكة العربية السعودية، تُوصي الدراسة بمجموعة من الإجراءات والتوجهات العملية التالية:

1. ينبغي على إدارة المشروع ترسيخ ثقافة تحليل البيانات كأحد الأعمدة الرئيسة لاتخاذ القرار، بحيث يُدرك العاملون في المستويات المختلفة أن البيانات ليست مجرد مدخلات تقنية، بل هي أداة استراتيجية تُوجّه عمليات التخطيط والتطوير والتحسين المستمر.
2. توصي الدراسة بضرورة الاستثمار في أنظمة التحليل المتقدم والذكاء الاصطناعي لدعم التحليل التنبؤي والتحسيني، لما لهما من دور جوهري في استشراف المشكلات التشغيلية وتقديم حلول استباقية تساهم في رفع كفاءة الأداء وتقليل الأعطال الميدانية.
3. ينبغي إنشاء قواعد بيانات مركزية ومحدثة باستمرار تربط الإدارات الفنية والإدارية كافة، بما يضمن دقة وسرعة الوصول إلى المعلومات. كما يُستحسن اعتماد معايير موحدة لجمع البيانات وتنظيفها قبل تحليلها لتجنب التكرار والأخطاء.
4. تُوصي الدراسة بتوسيع نطاق استخدام التحليل التنبؤي في إعداد خطط الصيانة الوقائية وإدارة الموارد التشغيلية، بما يتيح للمسؤولين اتخاذ قرارات استباقية مبنية على أدلة كمية تُساهم في تقليل التكلفة وتعزيز الاستدامة التشغيلية.

5. توصي الدراسة بتشكيل فرق عمل مشتركة تضم مهندسين ومحليي بيانات ومتخصصين في دعم القرار لضمان شمول التحليل لجميع الجوانب التشغيلية. فتكامل التحليل الفني مع التحليل البياني يُعزز من جودة المخرجات ويُسرّع عملية اتخاذ القرار.
6. ينبغي أن تتبنى الإدارة مفهوم التحليل التحسيني في اختبار البدائل التشغيلية قبل التنفيذ، من خلال استخدام نماذج المحاكاة والمحركات التحليلية التي تتيح تقييم أكثر من سيناريو تشغيلي واختيار الخيار الأمثل الذي يحقق الكفاءة القصوى.
7. توصي الدراسة بتدريب العاملين على استخدام أدوات التحليل الإحصائي وبرامج ذكاء الأعمال (Business Intelligence) من أجل تعزيز قدراتهم على تحليل البيانات الميدانية وتفسير نتائجها بصورة علمية تدعم القرارات اليومية والاستراتيجية.
8. تُشجع الدراسة الإدارة على تعزيز هذه الثقافة المؤسسية بحيث تُتخذ جميع القرارات التشغيلية والهندسية بناءً على نتائج تحليل علمي دقيق، مما يحد من التقديرات الشخصية ويزيد من كفاءة الأداء المؤسسي.
1. تُوصي الدراسة بإجراء بحوث مستقبلية على مشروعات هندسية وتقنية أخرى داخل المملكة وخارجها، لمقارنة نتائج أثر تحليل البيانات في بيئات تنظيمية مختلفة واختبار عمومية النتائج الحالية.

Abstract

This study aimed to identify the impact of data analysis, with its various dimensions (descriptive analysis, predictive analysis, and prescriptive analysis), on improving engineering operations decisions, by applying the study to the Smart Violation Monitoring Project in the Kingdom of Saudi Arabia. The study adopted the descriptive analytical method as the most appropriate approach for the nature of the research problem. A structured questionnaire was designed to collect data from a sample of (278) employees working in the project, including engineers, technicians, and administrators representing different operational departments across the main regions of the Kingdom.

The results revealed that data analysis, in its three dimensions, explains (68%) of the variance in improving engineering operations decisions, indicating a statistically significant effect at a significance level of ($\alpha \leq 0.05$). The findings also showed that predictive analysis is the most influential dimension, followed by descriptive analysis, and then prescriptive analysis, confirming that the ability to predict operational issues and make proactive decisions represents a fundamental pillar for enhancing engineering performance efficiency.

The study recommended several key actions, most notably: promoting a culture of institutional data analysis, developing intelligent analytical infrastructure, improving the quality and integration of databases, and strengthening coordination between technical and analytical departments. In addition, it emphasized the importance of investing in training and qualifying human resources to effectively use advanced analytical tools in decision support.

Keywords: Data Analysis – Engineering Operations Decisions – Decision Support – Smart

Violation Monitoring Project – Kingdom of Saudi Arabia

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

- (1) إبراهيم، ياسر جمعة زيدان، عبدالحليم، أحمد حامد محمود، و عثمان، محمد ناجي. (2024). أثر تحليل البيانات الضخمة على إجراءات المراجعة الخارجية: دراسة ميدانية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بنها، بنها. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1515139>
- (2) أبو النصر، مدحت محمد محمود، وأحمد، عبد الناصر محمد سيد. (2024). دور المعلومات في تحسين جودة عملية صنع القرارات في المنظمات. المجلة العربية للمعلوماتية وأمن المعلومات، ع17، 73 - 96. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1511548>
- (3) أبو هلال، مروان موسي. (2023). أثر تحليل البيانات الضخمة على تحسين جودة المعلومات المحاسبية: دراسة ميدانية على البيئة الفلسطينية. مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات الإنسانية، مج23، ع3، 781 - 799. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1481785>
- (4) أحمد، سهير ثابت، وأحمد، عيبر ثابت. (2022). أثر تحليل البيانات الضخمة على الكفاءة التشغيلية للبنوك باستخدام تحليل مغلف البيانات بالتطبيق على البنك التجاري الدولي. مجلة البحوث المالية والتجارية، ع1، 1 - 40. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1275833>
- (5) أحمد، عبد الهادي الخير الشيخ، وعبيد، ثريا محمد الحاج. (2017). أثر التحليل المالي على اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة ميدانية على بنك فيصل الإسلامي السوداني (رسالة ماجستير). جامعة النيلين، الخرطوم. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/844478>
- (6) أحمد، نبيل ياسين. (2024). أثر تحليل البيانات الضخمة على جودة التقارير المالية: دليل من البيئة المصرية. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، مج5، ع1، 41 - 102. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1615781>
- (7) إسكندر، زهراء جار الله حمو. (2024). السلوك المالي وأثره في تحسين قرارات المستثمرين: دراسة تحليلية لآراء عينة من المستثمرين في الشركات المالية المدرجة في سوق العراق. مجلة جامعة الأنبار

للعلوم الاقتصادية والإدارية، مج16، ع1، 99 - 109. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1468457>

(8) بدوي، ماهر دريد. (2020). تحليل الأعمال. مجلة المحاسبة، س21، ع63، 25. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1102712>

(9) جبر، أحمد محمد مبروك، و فتحي، سامية أحمد. (2021). دور استراتيجيات التفاوض في تحسين

اتخاذ القرارات: دراسة تطبيقية على قطاع الإدارة المحلية بمحافظة بنى سويف (رسالة ماجستير غير

منشورة). جامعة حلوان، حلوان. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1311565>

(10) دخان، محمد مضر. (2021). أثر تحليل البيانات الضخمة في دعم القرار: دراسة حالة شركة سيريتل

للاتصالات. مجلة بحوث جامعة حلب - سلسلة العلوم الاقتصادية، ع42، 1 - 22. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1470861>

(11) دخان، محمد مضر. (2021). أثر تحليل البيانات الضخمة في دعم القرار: دراسة حالة شركة سيريتل

للاتصالات. مجلة بحوث جامعة حلب - سلسلة العلوم الاقتصادية، ع42، 1 - 22. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1470861>

(12) الرضا، عقبة كامل. (2024). أثر تحليل البيانات الضخمة في موثوقية المعلومات المحاسبية: دراسة

ميدانية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والسياسية، مج40، ع3، 1 - 18. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1522446>

(13) سالم، محمد، و هيئة التحرير. (2021). كيف يساعد تحليل البيانات في فهم المستقبل: وصوغ

إستراتيجيات فعالة؟. مجلة اتحاد المصارف العربية، ع482، 100 - 101. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1312851>

(14) سليمان، نور محمد عودة، الشرقاوي، منى حسن أبو المعاطي، و أبو شعيشع، أحمد مختار إسماعيل.

(2025). أثر تحليل البيانات الضخمة على جودة المراجعة الخارجية: دراسة ميدانية. مجلة البحوث

الإدارية والمالية والكمية، مج5، ع1، 529 - 551. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1577232>

15) صالح، عثمان صالح أحمد، وعبد الحليم، محمد فرح محمد. (2019). دور التحليل المالي في اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة حالة بنك أمدرمان الوطني (رسالة دكتوراة). جامعة النيلين، الخرطوم.

مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1105997>

16) العكش، علاء خليل، الدهدار، مروان حمودة، و الطويل، عصام محمد عبدالهادي. (2022). تقييم دور اللوحة القيادية في تحسين اتخاذ القرارات الاستراتيجية: دراسة تطبيقية على جامعة الأقصى بقطاع غزة. مجلة جامعة فلسطين التقنية للأبحاث، مج10، ع5 ، 53 - 78. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1424501>

17) عيد، سماح فرج محمد. (2021). أثر إدارة البيانات الضخمة على فعالية القرارات الإدارية: دراسة تطبيقية على البنك الأهلي المصري. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج12، ع4 ، 778 -

806. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1224377>

18) عيد، سماح فرج محمد. (2021). أثر إدارة البيانات الضخمة على فعالية القرارات الإدارية: دراسة تطبيقية على البنك الأهلي المصري. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج12، ع4 ، 778 -

806. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1224377>

19) القرالة، محمد زياد خليل، و حردان، عبدالله صلاح سعود. (2022). أثر تحليل البيانات الضخمة في مخاطر التدقيق الداخلي (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة العلوم الإسلامية العالمية، عمان.

مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1334554>

المراجع باللغة الإنجليزية

20) Balasubramaniam, V. S., Arulkumaran, R., Agarwal, N., Aggarwal, A., & Goel, P. (2023).

Leveraging Data Analysis Tools for Enhanced Project Decision Making. Universal

Research Reports, 10(2), 712–737. <https://doi.org/10.36676/urr.v10.i2.1376>

- 21) Bhat, M. K. (2024). The Impact of Data Analytics and Mining in Transforming the Decision-Making System. *Indian Scientific Journal Of Research In Engineering And Management*, 08(03), 1–5. <https://doi.org/10.55041/ijsrem29708>
- 22) Bravo, I. F., Rizzo Anastacio, R. E., & Monroy-Baquerizo, C. A. (2024). La influencia de la toma de decisiones fundamentada en datos en la administración contemporánea. 2(2), 17–29. <https://doi.org/10.70881/mcj/v2/n2/33>
- 23) Maddala, V. S. P. (2025). Data-Driven Manufacturing: Leveraging Analytics for Operational Excellence. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 11(1), 884–893. <https://doi.org/10.32628/cseit25111291>
- 24) Mamum, A. al. (2024). Optimizing Engineering Processes with Big Data and Machine Learning in Smart Engineering. 1(01), 68–79. <https://doi.org/10.70937/itej.v1i01.8>
- 25) Nesterov, V. (2024). Optimization of big data processing and analysis processes in the field of data analytics through the integration of data engineering and artificial intelligence. *Computer-integrated technologies: education, science, production*, (54), 160-164.
- 26) Oluoha, O., Odeskina, A., Reis, O., Okpeke, F., Attipoe, V., & Orieno, O. (2022). Optimizing business decision-making with advanced data analytics techniques. *Iconic Res Eng J*, 6(5), 184-203.
- 27) Onyekachi, E., Ogiji, F. O., Chukwudi, N. G., & Gift, E. N. (2024). Harnessing the power of data analytics in enhancing operational risk management. *African Journal of Social Issues*, 7(1), 208–213. <https://doi.org/10.4314/ajosi.v7i1.14>

- 28) Rahaman, M. A., Rozony, F. Z., Mazumder, M. S., & Haque, Md. N. (2024). Big data-driven decision making in project management: a comparative analysis. 4(3), 44–62. <https://doi.org/10.69593/ajsteme.v4i03.88>
- 29) Riipa, M. B., Begum, N., Hriday, M. S. H., & Haque, S. A. (2025). Role of data analytics in enhancing business decision-making and operational efficiency. *International Journal of Communication Networks and Information Security*, 17(2), 400-412.
- 30) Vinay Bhushan, G. L. A., & Subhajit Brojabasi, S. S. S. (2024). Data-Driven Decision-Making: Leveraging Analytics for Performance Improvement. *Journal of Informatics Education and Research*, 4(3). <https://doi.org/10.52783/jier.v4i3.1298>

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس أثر تحليل البيانات في تحسين قرارات العمليات الهندسية دراسة ميدانية على مشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية السعودية

ونظراً لما لديكم من المعرفة العلمية والخبرة العملية ذات الصلة بموضوع البحث، نأمل الحصول منكم على العون والمساعدة في توفير المعلومات المناسبة لأغراض البحث، من خلال التكرم بإبداء رأيكم بالتأشير على الإجابة المناسبة من وجهة نظركم.

وأتقدم لحضراتكم بجزيل الشكر والتقدير للمساهمة في جهدكم في تعبئة هذا الاستبيان علماً أن جميع البيانات التي سيتم الحصول عليها منكم ستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم لغير أغراض هذا البحث، وسوف أزودكم بنتائج هذه الدراسة حال اكتمالها إن شاء الله.

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

أولاً: البيانات الشخصية

- 1- الجنس ☐ ذكر ☐ أنثى
- 2- العمر ☐ 30 سنة فأقل ☐ من 30 – 40 سنة ☐ من 40 سنة فأكثر
- 3- المؤهل العلمي ☐ دبلوم فني ☐ بكالوريوس ☐ دراسات عليا (ماجستير / دكتوراه)
- 4- سنوات الخبرة ☐ 5 سنوات فأقل ☐ من 5 – 10 سنوات ☐ أكثر من 10 سنوات
- 5- طبيعة العمل ☐ هندسي ☐ فني ميداني ☐ إداري / إشرافي

ثانيا محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: تحليل البيانات ، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

البعد					أوافق بشدة	أوافق	محايد	معارض	معارض بشدة
البعد الأول: التحليل الوصفي									
تعتمد إدارة المشروع على تقارير تحليلية يومية توضح مؤشرات الأداء التشغيلي بدقة.									
تُستخدم أدوات تحليل البيانات الإحصائية في تحديد أسباب الأعطال التشغيلية.									
يتم عرض البيانات الميدانية في لوحات تفاعلية تساعد على مراقبة الأداء.									
تسهم تقارير التحليل الوصفي في دعم متخذي القرار بمعلومات دقيقة وفورية.									
البعد الثاني: التحليل التنبؤي									
يعتمد المشروع على النماذج التنبؤية لتقدير الأعطال المستقبلية في الأنظمة الذكية.									
يتم تحليل البيانات التاريخية للتنبؤ بالاحتياجات التشغيلية القادمة.									
تستخدم الإدارة التحليل التنبؤي لتقدير كفاءة المعدات قبل اتخاذ قرارات الصيانة.									
تسهم نتائج التحليل التنبؤي في وضع خطط وقائية لتفادي الأعطال والمخاطر المحتملة.									

أوافق					البعد
أوافق					معارض
بشدة					بشدة
البعد الثالث: التحليل التحسيني					
					يتم استخدام أدوات التحليل في اقتراح بدائل تشغيلية تحقق كفاءة أعلى في الأداء.
					تعتمد الإدارة على نتائج التحليل التحسيني في تحسين تخصيص الموارد البشرية والميدانية.
					تُستخدم نماذج المحاكاة في اختبار البدائل قبل تطبيق القرارات التشغيلية.
					يسهم التحليل التحسيني في تقليل الأخطاء التشغيلية من خلال القرارات المثلّية.

✿ المحور الثاني: تحسين قرارات العمليات الهندسية ، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب

لاختيارك:

معارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					تعتمد القرارات الهندسية في المشروع على بيانات دقيقة ومحدثة باستمرار.
					تتم مراجعة القرارات التشغيلية بناءً على التحليل المستمر للبيانات الميدانية.
					تُتخذ القرارات بسرعة تتناسب مع طبيعة الأحداث الميدانية دون الإخلال بجودتها.
					تسهم القرارات الهندسية في خفض معدلات الأعطال وتحسين كفاءة الأنظمة الذكية.
					تعتمد الإدارة على التحليل الكمي لتقييم بدائل القرار قبل التنفيذ.
					تحقق القرارات الهندسية توازنًا بين الكفاءة التشغيلية وتكلفة التنفيذ.
					تُتخذ القرارات بناءً على مخرجات تحليل متكامل بين الإدارات الفنية والإدارية.
					تسهم القرارات في رفع جودة الخدمات المقدمة وتقليل الأخطاء الميدانية.
					تُراجع القرارات دوريًا للتأكد من توافقها مع التطورات التقنية والميدانية.

البعد					أوافق بشدة	أوافق	محايد	معارض بشدة	معارض
تُسهم القرارات الهندسية في تعزيز الكفاءة المؤسسية والاستدامة التشغيلية.									

مع خالص التقدير والاحترام

Mid-Ocean University

College of Management



Department of business administration

**"The Impact of Data Analytics on Enhancing Engineering
Operations Decisions: A Field Study on the Smart Violations
Monitoring Project in the Kingdom of Saudi Arabia"**

Preparation:

MOHAMMED SHALEH ALQAHTANI

251000524

Supervision:

Dr. Al faisal Abdelhameed Mohamed

Dr. Fayez Ali Jrad

1447 – 2025