

أثر تحليل البيانات في تحسين قرارات العمليات الهندسية دراسة ميدانية على
مشروع رصد المخالفات الذكية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

محمد القحطاني

251000524

أ.د. / الفيصل عبد الحميد

أ.د. / فايز جراد

العام الدراسي:

المقدمة:

يشهد العالم في العقدین الأخيرین تحولاً جذرياً 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 المرتكزات 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.

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 نموذجًا متقدمًا 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 توصيفًا نظريًا وعمليًا 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 حيزًا كافيًا 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. تفقر 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؟

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.

- توفر الدراسة نموذجًا تفسيريًا 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 نظريًا وميدانيًا 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.
- تتسجم 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.

أولاً: 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.

تساؤلات البحث

السؤال الرئيسي:

إلى أي مدى يساهم 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؟

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.

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.

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.

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.

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، والتقليل 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 مقارنة للقرارات الإدارية في إدارة المشاريع استناداً 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 الملائمة 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 للأزمات 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 والتتقيب 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 شيوعاً 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 جزءاً أساسياً من ثقافة اتخاذ القرار المؤسسي.

دراسة (2024) Vinay Bhushan et.al:

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 عدداً 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 تحسناً ملحوظاً 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 Power BI و Tableau. 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 بينت 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 تحوّل رقمي شاملة تدمج تحليلات البيانات في كل مراحل سلسلة القيمة الصناعية.

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، تماماً 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.

ثانياً: 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 ميدانياً 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.

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 أبعاداً بحثية:

- التحليل الوصفي، ويهتم بتفسير ما حدث فعلياً 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.

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 وفقًا للأسس العلمية المعتمدة في تصميم أدوات القياس الكمي، واستنادًا 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.

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 ميدانياً 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، والمحليين 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.

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 (T-test و ANOVA):

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

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.

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.

● ثانيًا: 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.

● ثالثًا: 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 المستفيدين، 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.

قائمة المراجع:

- 1) 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>
- 2) 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>
- 3) 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>
- 4) 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>
- 5) 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>
- 6) 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>

7) بدوي، ماهر دريد. (2020). تحليل: تحليل الأعمال. مجلة المحاسبة، س21، ع63، 25.

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

- 8) 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>
- 9) 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>
- 10) 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>
- 11) 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>
- 12) 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>

- 13) 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>
- 14) 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>
- 15) 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>

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