



جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص ادارة مشاريع

عنوان البحث

التحول الرقمي للمختبرات الصناعية باستخدام تقنيات الروبوتات وأثره على جودة العمليات في
المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/ **عبد الحميد عبدالله الحنوش**

الرقم الأكاديمي/252001664

إشراف/

الدكتور/فايز علي جراد

الدكتور / الفيصل عبد الحميد محمد

العام الدراسي:

2025

قائمة المحتويات:

2	قائمة المحتويات:
3	مقدمة:
4	مشكلة الدراسة:
6	أهمية الدراسة:
7	اهداف الدراسة:
7	تساؤلات الدراسة:
8	فرضيات الدراسة:
8	الدراسات السابقة:
14	المنطلقات النظرية للدراسة:
16	المنهجية وطرق البحث:
18	أدوات الدراسة:
19	حدود الدراسة:
20	المراجع:

مقدمة:

في السنوات الأخيرة، شهدت المملكة العربية السعودية موجةً واسعةً من التحول الرقمي بقيادة رؤية 2030، التي تُشدد على دمج التقنيات المتطورة لتعزيز الإنتاجية والإبداع والاستدامة في قطاعات متعددة. ومن بين هذه القطاعات، تحظى المختبرات الصناعية بمكانة حيوية، إذ تُمثل العمود الفقري لعمليات ضمان الجودة والاختبار والتحقق في الصناعات التحويلية، والبتروكيماوية، والدوائية، والغذائية. ومع ذلك، غالبًا ما تواجه عمليات المختبرات التقليدية مشكلاتٍ مثل أخطاء التعامل البشري، وعدم اتساق النتائج، ومخاطر السلامة، وعدم كفاءة استخدام الوقت والموارد. وقد دفعت هذه القيود الشركات إلى توظيف تكنولوجيا الروبوتات كعاملٍ أساسيٍّ في التحول الرقمي، مما يضمن الدقة والاتساق وتحسين جودة العمليات (Patel, 2025).

تستلزم تقنيات الروبوتات في المختبرات الصناعية استخدام أنظمة آلية مثل الأذرع الروبوتية، ومناولة العينات ذاتية التشغيل، ومعالجة البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي، وأجهزة الاستشعار الذكية التي يمكنها إجراء مهام متكررة أو عالية الخطورة بدقةٍ استثنائية. من خلال دمج الروبوتات، قد تنتقل المختبرات من الأنشطة اليدوية كثيفة العمالة إلى إعدادات عالية الأتمتة تتميز باتخاذ قرارات قائمة على البيانات وانخفاض معدل الخطأ البشري. لا يقتصر هذا التغيير على الأتمتة فحسب، بل يمتد ليشمل المراقبة الآنية، والصيانة التنبؤية، وتحليلات البيانات المتطورة، وكلها تساعد على تحسين أداء المختبرات وتعزيز جودة العمليات بشكل عام (Mishra, 2025).

في المملكة العربية السعودية، يتوافق نشر الروبوتات في المختبرات الصناعية مع أهداف الحكومة لتحديث الصناعات وبناء اقتصاد قائم على المعرفة. وقد بدأت المؤسسات الصناعية الكبرى، ولا سيما في قطاعات الطاقة والبتروكيماويات والأدوية، بالاستثمار في تكنولوجيا الروبوتات لتعزيز التميز التشغيلي ومواكبة المعايير العالمية للجودة والكفاءة. علاوة على ذلك، فإن

تركيز الحكومة على تنمية المواهب المحلية والبنية التحتية الرقمية يُكمل هذا التغيير التكنولوجي، مما يخلق ثقافة الابتكار والتحسين المستمر لإجراءات المختبرات (Khalifa، 2021).

على الرغم من هذه التطورات، هناك حاجة إلى دراسة دقيقة لتحديد مدى مساهمة تقنيات الروبوتات في جودة العمليات في المختبرات الصناعية. قد لا تزال العديد من الشركات تعاني من مشاكل تتعلق بتكاليف التنفيذ، وقدرة الموظفين على التكيف، والتكامل مع الأنظمة الرقمية الحالية. إضافةً إلى ذلك، لم تُدرس جدوى الروبوتات في تحسين مقاييس أداء المختبرات - مثل الدقة، وقابلية التكرار، ووقت التسليم، والامتثال - دراسةً شاملةً في البيئة الصناعية السعودية (Callari، 2025).

لذلك، يهدف هذا البحث إلى استكشاف تأثير التحول الرقمي عبر تكنولوجيا الروبوتات على جودة العمليات في المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية. من خلال دراسة كيفية تأثير الأتمتة على كفاءة المختبرات، وموثوقيتها، وقدرتها على الابتكار، سيقدم البحث رؤى حيويةً حول الدور الاستراتيجي للروبوتات في تحقيق التميز الصناعي المستدام. من المرجح أن تُسهم النتائج في كلٍ من المعرفة النظرية والتطبيق العملي، مما يُساعد صانعي السياسات، وقادة الصناعة، ومديري المختبرات على اتخاذ قرارات مدروسة بشأن دمج الروبوتات في أنظمة إدارة الجودة (Alharbi، 2024).

في نهاية المطاف، تعكس هذه الدراسة الهدف الوطني الأسمى المتمثل في تطوير المملكة العربية السعودية لتصبح قوةً إقليميةً رائدةً في الابتكار التقني والتصنيع المتطور. إن التحول الرقمي للمختبرات الصناعية من خلال الروبوتات لا يمثل خطوة نحو التحديث التشغيلي فحسب، بل يمثل أيضاً تحركاً استراتيجياً نحو تعزيز القدرة التنافسية، وضمان نتائج عالية الجودة، وضمان الاستدامة طويلة الأمد للقطاع الصناعي في المملكة.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من الزخم المتزايد لبرامج التحول الرقمي في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية، لا تزال العديد من المختبرات الصناعية تعاني من ضعف الكفاءة التشغيلية، وتفاوتات الجودة، والإجراءات المعتمدة على العنصر البشري، مما يعيق الإنتاجية والإبداع. وبينما أثبتت تقنيات الروبوتات قدرتها على تغيير عمليات المختبرات من خلال تعزيز الدقة، وتقليل الأخطاء،

وتحسين دقة البيانات، إلا أن استخدامها في المختبرات الصناعية السعودية لا يزال محدودًا ومشتتًا. وهذا يؤثر اعتبارات رئيسية تتعلق برغبة المختبرات في تبني هذه التقنية، وعقبات النشر، والتأثير الحقيقي للروبوتات على جودة العمليات (Zohra، 2024).

تعتمد المختبرات الصناعية في مجالات مثل البتروكيماويات والأدوية والتصنيع بشكل كبير على الاختبارات والتحليلات الموثوقة لضمان الامتثال للمعايير الدولية والحفاظ على سلامة المنتج. ومع ذلك، فإن استمرار الإجراءات اليدوية يؤدي أحيانًا إلى تباين في النتائج، وإطالة فترات الإنجاز، وزيادة المخاوف المتعلقة بسلامة موظفي المختبرات. علاوة على ذلك، يتطلب دمج أنظمة الروبوتات استثمارات كبيرة في البنية التحتية، والكفاءات الفنية، وإدارة التغيير - وهي عوامل قد تعيق القبول العام، لا سيما بين الشركات الصناعية الصغيرة والمتوسطة (Thakur، 2025).

على الرغم من أن العديد من المختبرات في المملكة قد بدأت بتجربة الحلول الآلية، إلا أن هناك ندرة في المعرفة التجريبية التي تتناول كيفية تأثير هذه التقنيات على الجوانب الحيوية لجودة العمليات، مثل الموثوقية، وقابلية التكرار، والكفاءة، والامتثال. تكمن الفجوة في الأبحاث السابقة في تحديد الصلة القابلة للقياس الكمي بين التحول الرقمي القائم على الروبوتات ونتائج أداء المختبرات في البيئة السعودية (Alhammad، 2023).

لذلك، يمثل الشاغل الرئيسي لهذا البحث في نقص التقييم التجريبي الشامل لكيفية تأثير التحول الرقمي عبر تكنولوجيا الروبوتات على جودة العمليات في المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية. تُقيد هذه الفجوة قدرة الحكومات وقادة الصناعة على تصميم استراتيجيات ناجحة لتطبيق الروبوتات بطرق تُحقق مزايا ملموسة في الجودة والإنتاجية والقدرة التنافسية (Alquraish، 2025).

يحاول البحث حل هذا التحدي من خلال دراسة درجة تكامل الروبوتات في المختبرات الصناعية السعودية، وتقييم تأثيرها على مقاييس جودة العمليات، وتحديد العقبات والعوامل المُيسِّرة للتبني الفعال. ومن خلال القيام بذلك، فإنها تهدف إلى تقديم صورة واضحة حول ما إذا كانت تكنولوجيا الروبوتات تعمل بالفعل كقوة تحويلية لتحسين الجودة أو مجرد تقدم تدريجي في أتمتة المختبرات.

أهمية الدراسة:

تُعدّ دراسة التحوّل الرقمي في المختبرات الصناعية باستخدام تقنيات الروبوتات أمرًا بالغ الأهمية لتحسين جودة العمليات وكفاءتها ودقتها. ويُوفّر فهم أثره رؤى نظرية وتوجيهًا عمليًا، مما يُساعد الجهات المعنية بالقطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية على تبني التقنيات المتقدمة، وتحسين العمليات، ومواءمة العمليات مع المعايير العالمية وأهداف رؤية 2030.

- الأهمية العلمية:

يُثري هذا العمل المعرفة الأكاديمية والمهنية حول كيفية تأثير تقنيات الروبوتات على جودة العمليات في المختبرات الصناعية. ومن خلال دراسة دقيقة لجهود التحول الرقمي، ستُقدم الدراسة بيانات تجريبية حول مكاسب الكفاءة والدقة والموثوقية الناتجة عن اعتماد الروبوتات. كما ستُوفّر مؤشرات كمية لتحسين جودة العمليات، مما يُوفّر أساسًا نظريًا يُمكن تطبيقه في الأبحاث المستقبلية. إضافةً إلى ذلك، تُسهم الدراسة في سد الفجوة المعرفية في المملكة العربية السعودية، حيث تُعتبر الأبحاث حول أتمتة المختبرات وتأثيرها المباشر على النتائج التشغيلية نادرة. وستُقدم النتائج رؤى قيّمة للأكاديميين والباحثين والمعلمين في قطاعات الهندسة الصناعية والأتمتة وإدارة الجودة (Bashar, 2024).

- الأهمية العملية:

من الناحية العملية، يُقدم البحث اقتراحات عملية لمختبرات الصناعة والمُشرّعين ومُوردي التكنولوجيا. وبالنسبة لمديري المختبرات وأصحاب المصلحة، يُوضح البحث مزايا دمج تقنيات الروبوتات، بما في ذلك زيادة كفاءة العمليات، وتقليل الأخطاء البشرية، وضمان جودة مُستمرة للمخرجات. يمكن لصانعي السياسات الاستفادة من البيانات لدعم الجهود الوطنية في إطار رؤية السعودية 2030، بما يعزز الابتكار التقني والقدرة التنافسية الصناعية. علاوة على ذلك، تكشف الدراسة عن مشاكل في التنفيذ - مثل نقص المهارات اليدوية، وارتفاع التكاليف، والتردد في التغيير - مما يسمح للشركات ببناء حلول ناجحة لتدريب القوى العاملة، وإدارة التكاليف، وقبول التغيير. في نهاية المطاف، يُمكن البحث من اتخاذ قرارات مدروسة والتخطيط الاستراتيجي للتحوّل الرقمي للمختبرات الصناعية، مما يُمكن من تحقيق مكاسب مستدامة في جودة العمليات (Licardo, 2024).

اهداف الدراسة:

- الهدف الرئيسي:

تحليل تأثير التحول الرقمي القائم على الروبوتات على جودة العمليات في المختبرات الصناعية بالمملكة العربية السعودية.

- الأهداف الفرعية:

1. دراسة المستوى الحالي لاستخدام تكنولوجيا الروبوتات في المختبرات الصناعية السعودية.
2. قياس التقدم في كفاءة العمليات ودقتها وجودتها بعد تطبيق تكنولوجيا الروبوتات.
3. تحديد المشكلات والعوائق التي تعيق نجاح التحول الرقمي في المختبرات.
4. تقديم أفكار ومقترحات عملية لتحسين إجراءات المختبرات من خلال دمج الروبوتات.
5. استكشاف دور مهارات القوى العاملة وتدريبها في تبني الروبوتات بفعالية.
6. المساهمة في أهداف التنمية الصناعية الوطنية من خلال مواءمة ممارسات المختبرات مع أنشطة رؤية 2030.

تساؤلات الدراسة:

- سؤال البحث الرئيسي:

كيف يؤثر تبني التحول الرقمي القائم على الروبوتات على جودة عمليات المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية؟

- أسئلة البحث الفرعية:

1. ما هو المستوى الحالي لاستخدام تكنولوجيا الروبوتات في المختبرات الصناعية السعودية؟
2. ما هي أنواع تكنولوجيا الروبوتات الأكثر استخدامًا، وفي أي عمليات مختبرية؟
3. كيف يؤثر دمج الروبوتات على سرعة وكفاءة عمليات المختبرات؟
4. ما هي الزيادات القابلة للقياس في أداء سير العمل التي تتحقق بعد دمج تكنولوجيا الروبوتات؟
5. إلى أي مدى تزيد تكنولوجيا الروبوتات من دقة الاختبارات والقياسات المخبرية؟

6. كيف يمكن لهذه التقنيات أن تساعد في تحقيق نتائج متسقة وموثوقة لجودة العمليات؟

فرضيات الدراسة:

- الفرضية الرئيسية:

يُحسن استخدام التحوّل الرقمي القائم على الروبوتات جودة العمليات في المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية بشكل كبير.

- الفرضيات الفرعية:

1. يرتبط ارتفاع مستويات استخدام الروبوتات بزيادة أكبر في كفاءة العمليات المختبرية.
2. يؤثر نوع ونطاق تقنيات الروبوتات المستخدمة بشكل مباشر على دقة العمليات وموثوقيتها.
3. يُقلّل دمج الروبوتات من وقت التشغيل ويُعزز كفاءة سير العمل في المختبرات الصناعية.
4. يُقلّل استخدام تكنولوجيا الروبوتات بشكل كبير من الأخطاء البشرية ويُعزز توحيد نتائج المختبرات.
5. تُؤثر تكاليف التنفيذ المرتفعة، ونقص المهارات التقنية للقوى العاملة، والتردد في التغيير بشكل كبير على جدوى التحوّل الرقمي القائم على الروبوتات.
6. يُعزز التدريب المناسب للقوى العاملة وتطبيق أفضل الممارسات فعالية دمج الروبوتات في تحسين جودة العمليات.

الدراسات السابقة:

تمشيا مع الاتجاه الملحوظ نحو الأتمتة في وظائف التدقيق الداخلي، وبالنظر إلى رؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي تعطي الأولوية للابتكار التكنولوجي، فإن الغرض من هذه الدراسة هو استكشاف اعتماد أتمتة العمليات الروبوتية (RPA) ضمن مختلف قطاعات التدقيق الداخلي في المملكة العربية السعودية، مع التركيز بشكل خاص على فهم التحديات وتقييم التأثير على كفاءة التدقيق. باستخدام استراتيجية بحث كمية، تستخدم هذه الدراسة تقنية التمهيد ونمذجة المعادلات

الهيكلية للمربعات الجزئية الصغرى (PLS-SEM) لفحص البيانات التي تم الحصول عليها من 138 مدققاً داخلياً معتمداً في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية بدقة. يوضح هذا البحث الروابط بين البيئة التنظيمية وأمن البيانات وسمعة البائع والطموح لتنفيذ أتمتة العمليات الروبوتية وكفاءة التدقيق الداخلي. الآثار العملية تقدم نتائج البحث معلومات مهمة للمراجعين والسياسيين وممارسي الصناعة المشاركين في برامج تنفيذ أتمتة العمليات الروبوتية. يمكن للشركات الاستفادة من هذه البيانات لوضع استراتيجيات متعلمة لإدارة العقبات وتعظيم مزايا اعتماد أتمتة العمليات الروبوتية في عمليات التدقيق الداخلي. يضيف هذا البحث إلى الأدبيات الحالية بشكل كبير من خلال التعمق في تنفيذ RPA، مع التركيز بشكل خاص على فهم العقبات وتحليل التأثير على كفاءة التدقيق، لا سيما في سياق KSA - وهي منطقة لم يتم فحصها بشكل جيد (Jaradat, 2025).

يُحدث دمج التكنولوجيا في العمل المخبري تحولاً جذرياً في البحث العلمي والتشخيصات الطبية، مُغيّراً بذلك آلية عمل المختبرات وتقديم النتائج. تناقش هذه المقالة التأثير متعدد الأبعاد للتكنولوجيا في تحديد مستقبل العمل المخبري، مُركزةً على الإنجازات المهمة مثل الأتمتة والذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات وحلول الصحة الرقمية. علاوةً على ذلك، تُمكن أدوات تحليل البيانات الباحثين من استخلاص رؤى قيّمة من كميات هائلة من المعلومات، مما يُعزز تحسينات التشخيص والعلاج المُخصص. تُسهّل تقنيات الصحة الرقمية، بما في ذلك التطبيب عن بُعد والسجلات الصحية الإلكترونية، التواصل بين المختبرات ومُقدمي الرعاية الصحية، مما يُحسّن تجربة المريض بشكل عام ويُسرّع إجراءات التشخيص. ومع ذلك، فإن الاستخدام السريع لهذه التقنيات يُثير أيضاً مشاكل أخلاقية رئيسية، بما في ذلك خصوصية البيانات، والتحيز الخوارزمي، واحتمالية نزوح العاملين في المختبرات. تُعد معالجة هذه الصعوبات أمراً بالغ الأهمية لضمان تطبيق التطورات التكنولوجية بشكل أخلاقي وعادل. كما تُؤكد المقالة على ضرورة التعاون والتثقيف متعدد التخصصات في إعداد العاملين في المختبرات لمستقبل قائم على التكنولوجيا. مع تزايد اعتماد المختبرات على التقنيات الحديثة، يُعدّ تعزيز التعاون بين العلماء والأطباء وأخصائيي التكنولوجيا أمراً بالغ الأهمية لإيجاد حلول مبتكرة تُعالج المشكلات الراهنة في العمل المخبري. وختاماً، فإن للتكنولوجيا تأثيرٌ كبير في تحديد مستقبل العمل المخبري، مما يُتيح آفاقاً لتحقيق كفاءة ودقة أكبر ورعاية صحية تُركّز على المريض. ومن خلال تبني هذه الابتكارات مع تذليل العقبات المرتبطة بها، يُمكن لقطاع المختبرات أن يُحسّن بشكل كبير مخرجات البحث وتقديم الرعاية الصحية، مما يُمهّد الطريق لبيئة علمية أكثر فعاليةً واستجابةً (Alshammari, 2024).

يُحدث دمج التكنولوجيا في العمل المخبري تحولاً جذرياً في البحث العلمي والتشخيصات الطبية، مُغيّراً بذلك آلية عمل المختبرات وتقديم النتائج. تُناقش هذه المقالة التأثير متعدد الأبعاد للتكنولوجيا في تحديد مستقبل العمل المخبري، مُركزةً على الإنجازات المهمة مثل الأتمتة، والذكاء الاصطناعي، وتحليلات البيانات، وحلول الصحة الرقمية. تُعزز الأتمتة الإنتاجية من خلال تبسيط الأنشطة المتكررة، وتقليل الأخطاء البشرية، وتحسين الإنتاجية، بينما يُمكن الذكاء الاصطناعي المختبرات من تحليل المعلومات المُعقدة وكشف الأنماط التي تُحرك عملية صنع القرار. علاوةً على ذلك، تُتيح أدوات تحليل البيانات للباحثين استخلاص رؤى قيّمة من كميات هائلة من المعلومات، مما يُعزز تحسينات التشخيص والعلاج المُخصص. تُسهّل تقنيات الصحة الرقمية، بما في ذلك التطبيب عن بُعد والسجلات الصحية الإلكترونية، التواصل بين المختبرات ومُقدمي الرعاية الصحية، مما يُحسّن تجربة المريض بشكل عام ويُسرّع إجراءات التشخيص. ومع ذلك، فإن الاستخدام السريع لهذه التقنيات يُثير أيضاً مشاكل أخلاقية رئيسية، بما في ذلك خصوصية البيانات، والتحيز الخوارزمي، واحتمالية نزوح العاملين في المختبرات. تُعد معالجة هذه الصعوبات أمراً بالغ الأهمية لضمان تطبيق التطورات التكنولوجية بشكل أخلاقي وعادل. تُشدد المقالة أيضاً على ضرورة التعاون والتثقيف متعدد التخصصات لإعداد كوادر المختبرات لمستقبل تكنولوجي. ومع تزايد اعتماد المختبرات على التقنيات الحديثة، يُعدّ تعزيز التعاون بين العلماء والأطباء وأخصائيي التكنولوجيا أمراً بالغ الأهمية لإيجاد حلول مبتكرة تُعالج المشكلات الراهنة في العمل المخبري. وختاماً، فإن للتكنولوجيا تأثير كبير في تحديد مستقبل العمل المخبري، مما يُتيح آفاقاً لتحقيق كفاءة ودقة أكبر ورعاية تُركّز على المريض. ومن خلال تبني هذه الابتكارات مع تذليل العقبات المرتبطة بها، يُمكن لقطاع المختبرات أن يُحسّن بشكل كبير مخرجات البحث وتقديم الرعاية الصحية، مما يُمهّد الطريق لبيئة علمية أكثر فعالية واستجابة (Alolayan, 2024).

يُعد توحيد إجراءات المختبر أحد أهداف علم الأمراض من أجل تحسين دقة وفعالية الاختبارات التشخيصية، مما سيؤدي في النهاية إلى تحسين رعاية المرضى ونتائجهم. وفي مجالات معالجة الأنسجة وتحليلها وإعداد التقارير، يُعد التوحيد أمراً ضرورياً. والغرض من هذا العمل هو شرح أحدث الأتمتة في مختبرات علم الأمراض وتحسين الاختبارات التشخيصية باستخدام التكنولوجيا الحديثة. يتم تطوير تقنيات جديدة واستخدامها مع التركيز على الذكاء الاصطناعي وعلم الأمراض الرقمي. ولكن لا تزال هناك صعوبات تحتاج إلى معالجة، مثل تدريب الخوارزميات وحماية البيانات. النتائج: يتطور الذكاء الاصطناعي وعلم الأمراض الرقمي بطريقة منهجية، مما يؤدي إلى تحسين الإجراءات المخبرية. وفي الختام، فإن الإجراءات المخبرية التقليدية

والتكنولوجيا المتطورة ضرورية لتطوير علم الأمراض وتحسين رعاية المرضى. والهدف هو إلهام الأدوات والإجراءات المبتكرة كمساعدة تحويلية إيجابية للمشغلين والمؤسسات والمرضى من خلال توقع متطلبات المختبر واحتياجاته. الغرض من هذا البحث هو دراسة كيفية تأثير قدرات الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (ML) على أداء الأعمال (BP) لشركات التكنولوجيا في المملكة العربية السعودية (KSA). يشير البحث إلى أن قدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي تؤثر على أداء الشركة، بناءً على أفكار معروفة مثل عرض الموارد (RBV) وإطار عمل بيئة منظمة التكنولوجيا (TOE). ومن المتوقع أن تخفف جودة البيانات (DQ) من آثارها وأن تتوسطها الجاهزية التكنولوجية (TR). وشمل هذا الاستطلاع 190 من المديرين التنفيذيين ومتخصصي تكنولوجيا المعلومات في المملكة العربية السعودية. وتم تحليل البيانات باستخدام Smart PLS 4. وأظهرت النتائج الآثار المفيدة لمهارات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي على أداء الشركة. وفي التفاعل بين قدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والأداء التجاري، كان الاستعداد التكنولوجي بمثابة وسيط. وارتفع تأثير قدرات الذكاء الاصطناعي على الأداء التجاري بشكل كبير مع جودة البيانات. إن تطوير مستويات عالية من الجاهزية الفنية وجودة البيانات، إلى جانب توافر قدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي الفعالة، من شأنه أن يحسن أداء أعمال شركات المملكة العربية السعودية (Alahmari، 2024).

بسبب ارتفاع نفقات العمالة ونقص الموارد البشرية، تستثمر الشركات الحديثة في الروبوتات، خاصةً لأنها لا تحتاج إلى زيادات ويمكنها العمل على مدار الساعة. يمكنها القيام بأشياء لا يستطيع البشر القيام بها، مثل العمل في بيئات صعبة وإنجاز المهام بدقة. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد المتغيرات التي تؤثر على الرغبة السلوكية للشركات التحويلية في المملكة العربية السعودية (KSA) في استخدام الروبوتات والأتمتة. الغرض من هذا التحديد هو توفير إطار مفاهيمي للاستخدام المقترح للأتمتة والروبوتات. استند الإطار المفاهيمي المقترح إلى نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) ونظرية التكنولوجيا والتنظيم والبيئة (TOE). تم إشراك الخبراء من خلال المقابلات، وتم تحديد العناصر من خلال مسح للأدبيات التي تضمنت تحليلاً نظرياً. توضح النتائج أن الإطار المفاهيمي المقترح كان شاملاً وضرورياً. تم تحديد كل حرف جر على أنه مهم ومفيد (Aldossari، 2019).

يهدف هذا الباحث (Alarefi، 2024) إلى تحليل آثار قدرات التعلم الآلي (ML) والذكاء الاصطناعي (AI) على أداء الأعمال (BP) لشركات التكنولوجيا في المملكة العربية السعودية (KSA). بناءً على النظريات المعروفة مثل عرض الموارد (RBV) وإطار عمل بيئة تنظيم التكنولوجيا (TOE)، تفترض الورقة أن قدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي تؤثر على أداء الأعمال. ومن المتوقع

أن تكون آثارها بوساطة الجاهزية التكنولوجية (TR) وتعديلها بجودة البيانات (DQ). شارك ما مجموعه 190 من المديرين التنفيذيين ومتخصصي تكنولوجيا المعلومات في المملكة العربية السعودية في هذا الاستطلاع. تم استخدام Smart PLS 4 لتقييم البيانات. أظهرت النتائج أن مهارات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي حسنت نجاح الشركات بشكل إيجابي. عمل الاستعداد التكنولوجي كوسيط في التفاعل بين قدرات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي وBP. عززت جودة البيانات بشكل كبير من تأثير قدرات الذكاء الاصطناعي على BP. سيتحسن أداء أعمال الشركات في المملكة العربية السعودية بوجود قدرات فعالة للذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي بالإضافة إلى إنشاء مستوى عالٍ من الجاهزية الفنية وجودة البيانات.

من خلال تعزيز التنمية المستدامة، وتحسين تقديم الرعاية الصحية، والحد من عدم المساواة، وتعزيز النمو الاقتصادي، تُحدث تكنولوجيا الروبوتات ثورة في مجموعة متنوعة من القطاعات. تعزز الروبوتات الكفاءة والشمول من خلال الابتكار والأتمتة، وتمكين الفئات المهمشة، ومعالجة القضايا العالمية وفقًا لأهداف التنمية المستدامة (SDGs) للأمم المتحدة. وقد دُرست آثار الروبوتات على أهداف التنمية المستدامة (SDGs) على نطاق واسع، ولكن لم يُولَ اهتمام كافٍ لكيفية تأثير هذه التقنيات على الرعاية الصحية والابتكار وعدم المساواة والنمو الاقتصادي، وخاصة في البلدان الفقيرة. ومن أجل تحسين المعرفة بالروبوتات كمحفز للتنمية المستدامة، يستخدم هذا البحث تقييمًا شاملاً للأدبيات. تشير النتائج إلى أن الجوانب الاقتصادية والرعاية الصحية لأهداف التنمية المستدامة مُبَحَّثَةٌ جيدًا، حيث تمثل 17٪ من الأدبيات، مع الهدف 8 للتنمية المستدامة بنسبة 3.8٪، والابتكار بنسبة 18.9٪، وعدم المساواة بنسبة 9.4٪. ويركز 34٪ من الدراسة على موضوعات أهداف التنمية المستدامة الأخرى. يسلط البحث الضوء على كيفية مساهمة الأتمتة والروبوتات في تحقيق أهداف التنمية المستدامة المرتبطة اقتصاديًا وبيئيًا، وخاصةً في مجال الرعاية الصحية المستدامة، حيث يمكن للروبوتات تحسين إدارة الوصفات الطبية في الرعاية المنزلية. ومع ذلك، لا يزال هناك الكثير من مجالات تطبيق الروبوتات غير المستكشفة، مما يشير إلى ضرورة إجراء المزيد من الدراسة لسد الفجوات الحالية. هناك إمكانات غير مستغلة لاستخدام التقنيات الجديدة لتسريع تحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية، وخاصةً لتعزيز وتوسيع المبادرات الجارية. لا يزال الهدف الثامن من أهداف التنمية المستدامة غير مدروس جيدًا. ومن أجل تعزيز تحقيق أهداف التنمية المستدامة، تقترح هذه الورقة إطارًا مفاهيميًا للتكنولوجيا المستدامة. تُظهر النتائج فجوات في دراسات النمو الاقتصادي وعدم المساواة، لكنها تؤكد أيضًا على الدور الحاسم الذي تلعبه الروبوتات في تعزيز أهداف التنمية المستدامة، وخاصةً في مجالي الابتكار والرعاية الصحية. ولتحقيق كامل إمكانات الروبوتات في التنمية

المستدامة، ينبغي أن تركز الأبحاث المستقبلية على توسيع نطاق تطبيقات الروبوتات، وخاصةً في المجالات التي لم تُدرس بشكل كافٍ مثل الهدف الثامن من أهداف التنمية المستدامة (Almuaythir، 2024).

أثارت إمكانية أن تؤدي الأتمتة الكاملة إلى تقليل الحاجة إلى موظفي المختبر على جميع المستويات مخاوف جديدة. وكان الهدف من هذا البحث هو التحقيق في آثار الأتمتة الكاملة للمختبرات على القوى العاملة في المختبرات السريرية. قدم قسمان للمختبرات الطبية بملفات تعريف متشابهة وإعدادات معدات مختلفة - أحدهما يستخدم نظام أتمتة كاملة والآخر يستخدم نظام تحليل منفصل - بيانات لمدة عام، بما في ذلك التركيبة السكانية للقوى العاملة في المختبر والإنتاجية الفنية للاختبارات العملية. تمت مقارنة الإنتاجية الفنية للمختبرين وفحصها إحصائيًا. لم يكن هناك فرق كبير في الناتج الفني لأقسام أمراض الدم في الموقعين لكل عامل مختبر واحد (متوسط الترددات الراديوية الفردية = 0.9، $p = 0.79$). ومع ذلك، في أقسام الكيمياء السريرية وعلم الأمصال، زاد متوسط عدد الاختبارات المكتملة لكل عامل إلى 1.4 و 3.7 مرة مع الأتمتة الكاملة، على التوالي ($p < 0.001$). في الختام، تزيد الأتمتة الكاملة للمختبر من إنتاجية المختبر، مما يؤدي إلى تقليل عدد موظفي المختبر. لولا الأتمتة، لما استطاع طاقم المختبر الحالي الحفاظ على مستوى الخدمة الحالي نظرًا للنمو المطرد في أنشطة المختبرات. تُقلل الأتمتة من العمل اليدوي المتكرر، مما يتيح إعادة تعريف مهام القوى العاملة في المختبر. بالنسبة للمختبرات التي تعاني من نقص في الكوادر أو التعامل مع كميات كبيرة من الاختبارات بعدد أقل من الموظفين، يُعدّ نظام TLA مثالًا (Naam، 2022).

ساهمت أجهزة المعالجة الآلية للعينات وغيرها من تقنيات معالجة العينات الآلية في تسريع عملية مناوئتها، لا سيما في حالات الطوارئ. إضافةً إلى ذلك، ساهمت أجهزة التحليل الآلية، من خلال تسهيل الفحص عالي الإنتاجية وتسريع توافر المعلومات، في تحسين كفاءة الاختبارات. تتناول هذه المقالة كيف حسّنت تقنية المختبرات الآلية من الدقة والكفاءة بشكل ملحوظ في البيئات الطبية. يوضح هذا التقييم كيف أثرت الأتمتة على النتائج من خلال دراسة تكامل الأنظمة الآلية لمعالجة العينات وإجراء الاختبارات. ومن المزايا الجديرة بالذكر تقليل أوقات الاستجابة، وتحسين العمليات، وتحسين دقة الاختبارات التشخيصية. ومن خلال تكامل البيانات والمراقبة الآنية، زاد استخدام أنظمة إدارة معلومات المختبرات (LIMS) من الإنتاجية. يجب أن تكون العمليات دقيقة، وأن تتبع الأنظمة الآلية الإجراءات المعمول بها بدقة لتوفير نتائج موثوقة باستمرار مع انخفاض معدلات الأخطاء. وقد تحسنت الدقة مع ظهور الذكاء الاصطناعي، لا سيما في معالجة الصور في مجالات الأشعة وعلم

الأمراض. ويُعد اختيار التكنولوجيا، وتخطيط التنفيذ، والمراقبة المستمرة، كلها أمور ضرورية للإدارة السريية لأتمتة المختبرات. كما أن الإدارة الفعالة للمخابر، والتدريب المستمر على الابتكارات، وقابلية التشغيل البيئي للأنظمة، كلها أمور أساسية للتبني الفعال. يُعدّ اعتماد أتمتة المختبرات أمرًا بالغ الأهمية لتبسيط العمليات وتوفير المعلومات في الوقت المناسب، على الرغم من العقبات التي قد تواجهها. وتؤكد الأبحاث باستمرار أن أتمتة المختبرات لها تأثيرٌ مُبرَّر على زيادة الدقة والكفاءة في مؤسسات الرعاية الصحية (Ainosah، 2023).

المنطلقات النظرية للدراسة:

1. نموذج قبول التكنولوجيا:

يوضح نموذج قبول التكنولوجيا كيفية تعلم الأفراد تقبّل التكنولوجيا الجديدة وتوظيفها. ووفقًا لهذا النموذج، فإنّ الفائدة المُدرَكة وسهولة الاستخدام المُدرَكة تؤثران على مدى تقبّل الأفراد للتطورات التقنية. في سياق المختبرات الصناعية، يؤثر تقييم موظفي المختبر لفائدة تقنيات الروبوتات في تعزيز الكفاءة والدقة تأثيرًا كبيرًا على رغبتهم في تبني التحول الرقمي. يُعدّ فهم سلوك القبول هذا أمرًا حيويًا لوضع برامج تدريبية فعّالة، واختيار التكنولوجيا المناسبة، وضمان نجاح نشر الأنظمة القائمة على الروبوتات (Marikyan، 2025).

2. مبادئ إدارة الجودة الشاملة:

تُركّز إدارة الجودة الشاملة على التحسين المستمر، وتوحيد معايير العمليات، ورضا العملاء من خلال أساليب إدارة منهجية. في المختبرات الصناعية، يُعزّز دمج تكنولوجيا الروبوتات إدارة الجودة الشاملة من خلال تقليل الأخطاء البشرية، وضمان تكرار العمليات، وتوفير مراقبة آنية لمقاييس الجودة. الافتراض النظري هنا هو أن التحول الرقمي يتوافق مع أهداف إدارة الجودة الشاملة، مما يُعزز موثوقية العمليات وتوافقها مع معايير الجودة الدولية. تساعد تكنولوجيا الروبوتات المختبرات على إنشاء سير عمل موحد، وقياسات موحدة، وتدابير للحد من الأخطاء، مما يؤدي مباشرةً إلى تحسين جودة العمليات بشكل عام (Kelly، 2025).

3. نظرية انتشار الابتكار:

تصف نظرية انتشار الابتكار التي ابتكرتها شركة روجرز، كيفية انتشار الابتكارات عبر الأنظمة الاجتماعية بمرور الوقت. يعتمد التنبؤ على الفوائد المُدرَكة، والتوافق مع الإجراءات الحالية، والتعقيد، وقابلية التجربة، والملاحظة. بالنسبة للمختبرات الصناعية السعودية، يتحكم في انتشار تكنولوجيا الروبوتات عدة معايير، تُحدد وتيرة ونطاق النشر. يساعد فهم آليات نشر الابتكار على التنبؤ باتجاهات التنبؤ، واكتشاف المقاومة المحتملة، ووضع استراتيجيات لتعزيز القبول خارج فرق المختبر (Malouf، 2025).

4. مفاهيم التصنيع والأتمتة الرشيق:

تُركز مفاهيم التصنيع الرشيق على تقليل الهدر، وتعزيز الكفاءة، وتحسين استخدام الموارد. تُعزز تقنيات الروبوتات والأتمتة أهداف التصنيع الرشيق من خلال تقليل التدخلات البشرية، وتسريع إجراءات المختبر، والحد من الأخطاء التي قد تُسبب في هدر المواد أو العمليات. يؤكد هذا الافتراض أن التحول الرقمي في المختبرات يزيد من كفاءة الإنتاج، مما يؤدي إلى تبسيط العمليات، وخفض تكاليف التشغيل، وزيادة استخدام الموارد، مما يعزز جودة العمليات بشكل عام.

5. نظرية النظم الاجتماعية-التقنية:

يُبرز هذا النهج العلاقة بين الأفراد والتكنولوجيا والهياكل التنظيمية. يتطلب التطبيق الناجح لتكنولوجيا الروبوتات مواءمة المهارات البشرية والقدرات التكنولوجية وأساليب الإدارة. في المختبرات الصناعية، يضمن التوافق الاجتماعي-التقني تكامل قدرات القوى العاملة والأنظمة الرقمية وعمليات العمليات، مما يُعزز مزايا التحول الرقمي. يُشدد هذا المفهوم على ضرورة التدريب وإدارة التغيير والإعداد التنظيمي لتحقيق أفضل نتائج جودة للعمليات.

6. إطار عمل الأنظمة السيبرانية-الفيزيائية:

يُمزج نظام CPS بين أساليب الحوسبة والشبكات والعمليات الفيزيائية. تعتمد المختبرات الصناعية التي تعتمد على الروبوتات على نظام CPS لربط أجهزة الاستشعار والأذرع الروبوتية وأنظمة الاختبار الآلية للمراقبة والتحكم في الوقت الفعلي. يدعي هذا

الافتراض أن نجاح تكنولوجيا الروبوتات في تحسين جودة العمليات يعتمد على التفاعل السلس بين المكونات السيبرانية (البرمجيات، وتحليلات البيانات) والمكونات المادية (الألات، والأجهزة)، مما يسمح بعمليات مختبرية دقيقة وموثوقة وسريعة.

المنهجية وطرق البحث:

1. تصميم البحث:

تعتمد الدراسة تصميمًا بحثيًا وصفيًا وتحليليًا. تدرس المنهجيات الوصفية المستوى الحالي لتبني الروبوتات، والتقنيات المستخدمة، وعمليات المختبرات. بينما تستكشف المنهجيات التحليلية العلاقة بين تكامل الروبوتات وجودة العمليات، بما في ذلك الكفاءة والدقة. يتيح هذا التصميم تحديد التحديات، وقياس الآثار، وتقديم توصيات قائمة على الأدلة لتحسين عمليات المختبرات.

2. مجتمع الدراسة والعينة:

يشمل مجتمع الدراسة المختبرات الصناعية في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية في قطاعات التصنيع والبحث وضمان الجودة. تضمن تقنية أخذ العينات العشوائية الطباقية تمثيلًا لمختلف أحجام المختبرات والقطاعات ومستويات تبني الروبوتات. تتكون العينة المستهدفة من 100 إلى 150 مشاركًا، بما في ذلك مديري المختبرات والفنيين والمهندسين، وهو عدد كافٍ للتحليل الإحصائي وتعميم النتائج بشكل موثوق.

3. طرق جمع البيانات:

سيتم جمع البيانات باستخدام استبيانات منظمة تتضمن عناصر بمقياس ليكرت، وأسئلة اختيار من متعدد، ومعلومات ديموغرافية. بالإضافة إلى ذلك، ستوفر المقابلات شبه المنظمة مع مديري المختبرات رؤى نوعية حول عوائق التبني، وأفضل

الممارسات، وجاهزية المؤسسة. يضمن الجمع بين المنهجين الكمي والنوعي فهمًا شاملاً لتبني الروبوتات وتأثيره على جودة العمليات في المختبرات الصناعية.

4. متغيرات الدراسة:

المتغير المستقل هو مستوى تبني الروبوتات، بما في ذلك النوع والمدى والتكامل. تشمل المتغيرات التابعة مقاييس جودة العمليات مثل الكفاءة، والدقة، والموثوقية، والاتساق. تشمل متغيرات الضبط حجم المختبر والقطاع ومهارات القوى العاملة والبنية التحتية التكنولوجية الحالية. يتيح هذا الهيكل تقييمًا دقيقًا لتأثيرات الروبوتات مع تقليل التأثيرات المربكة.

5. طرق تحليل البيانات:

سيتم تحليل البيانات باستخدام برامج إحصائية مثل SPSS أو R. سيلخص الإحصاء الوصفي مستويات التبني وجودة العمليات. ستدرس تحليلات الارتباط والانحدار العلاقات بين تكامل الروبوتات والكفاءة أو الدقة. سيحدد اختبار الفرضيات باستخدام اختبارات t أو تحليل التباين ANOVA الاختلافات المهمة بين المجموعات بناءً على تبني الروبوتات.

6. الصلاحية والموثوقية:

سيتم اختبار الاستبيانات مسبقًا لضمان الوضوح والصلاحية. سيقاس معامل ألفا كرونباخ الاتساق الداخلي للمقاييس. كما يُعزز تثليث البيانات، بمقارنة نتائج الاستبيانات بالمقابلات والبيانات الثانوية، من موثوقيتها. تضمن هذه الإجراءات دقة أدوات البحث في تحديد المتغيرات المقصودة، وتقديم نتائج موثوقة وقابلة للتكرار، قابلة للتطبيق في المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية.

7. الاعتبارات الأخلاقية:

سيتم إطلاع المشاركين على أهداف الدراسة ودورهم التطوعي. سيتم الحفاظ على السرية التامة وعدم الكشف عن هويتهم. ستُستخدم البيانات لأغراض البحث فقط. يضمن الامتثال الأخلاقي شعور المشاركين بالأمان، ويقلل من التحيز أو الضغط، مما يدعم الحصول على إجابات موثوقة. سيلتزم البحث بجميع المبادئ التوجيهية المؤسسية والوطنية للسلوك الأخلاقي في البحوث التي تُجرى على البشر.

أدوات الدراسة:

- الاستبيان:

سيكون الاستبيان المنظم الطريقة الرئيسية لجمع البيانات، ويتضمن عناصر بمقياس ليكرت، وأسئلة اختيار من متعدد، ومعلومات ديموغرافية. يحلل الاستبيان تبني الروبوتات، وكفاءة العمليات، ودقتها، والعقبات في المختبرات الصناعية. وقد طُوّر لضمان الوضوح والبساطة لضمان إجابات صحيحة من إدارة المختبرات والفنيين والمهندسين.

- دليل المقابلات:

ستُكمّل المقابلات شبه المنظمة الاستبيان بمقابلات مع كبار مديري المختبرات والمشرفين. يركز الدليل على عقبات التبني، وأفضل الممارسات، وتدريب العاملين، والإعداد التنظيمي. تُقدّم المقابلات رؤية نوعية حول الجوانب السياقية التي تؤثر على تكامل الروبوتات، وتساعد في تفسير البيانات الكمية، مما يزيد المعرفة العامة بآثار التحول الرقمي على جودة العمليات.

- قوائم تدقيق المراقبة:

سيتم استخدام قوائم تدقيق المراقبة خلال الزيارات الميدانية للمختبرات الصناعية. سيوثّق الباحثون وجود أنظمة الروبوتات، وأساليب سير العمل، ومقاييس جودة العمليات. تساعد هذه التقنية في تقييم إجابات الاستبيان، وتقديم دليلًا مباشرًا على استخدام التكنولوجيا، والكفاءة التشغيلية، والالتزام بمعايير الجودة داخل المختبرات. تحليل الوثائق: سيتم تقييم تقارير المختبرات، وأدلة التشغيل، وسجلات مراقبة الجودة الحالية. يوفر تحليل الوثائق بيانات تاريخية حول أداء المختبر، ومعدلات الأخطاء، وكفاءة العمليات. تساعد هذه البيانات الثانوية على التثليث مع نتائج الاستبيانات والمقابلات، مما يضمن الموثوقية ويقدم صورة كاملة عن تأثير تقنيات الروبوتات على جودة العمليات.

- الاختبار التجريبي:

ستخضع جميع الأدوات لاختبار تجريبي مع مجموعة محدودة من موظفي المختبر. يضمن الاختبار التجريبي وضوح الاستبيان ودليل المقابلة وملاءمتهما وموثوقيتهما. ستساهم التغذية الراجعة من الاختبار التجريبي في تطوير الأدوات، وتعزيز الفهم، وتقليل الغموض، مما يضمن أن الأدوات النهائية تقيس المتغيرات المطلوبة بشكل صحيح.

- الموثوقية ومقاييس الصلاحية:

سيقيّم معامل ألفا كرونباخ الاتساق الداخلي لمقاييس الاستبيان، مما يضمن الموثوقية. سيتم ضمان شرعية المحتوى من خلال فحص احترافي. يعزز التثليث من البيانات من عدة أدوات - الاستبيانات، والمقابلات، والملاحظات، والوثائق - الصلاحية العامة. تضمن هذه الإجراءات أن ينتج البحث بيانات موثوقة ومفيدة حول تبني الروبوتات وجودة العمليات. إجراءات تسجيل البيانات: تُرمز بيانات الاستبيانات وتُدرج في برنامج إحصائي لتحليلها. تُسجل إجابات المقابلات صوتيًا (بإذن) وتُنسخ للتحليل النوعي. تُسجل الملاحظات وتقييمات الوثائق بانتظام. تضمن هذه البروتوكولات دقة البيانات واتساقها وإمكانية تتبعها، مما يُسهّل إجراء تحليل دقيق وتفسير موثوق.

- إعداد تحليل البيانات:

قبل التحليل، تُنظف جميع البيانات المُحصّلة وتُرتّب. تُراجع البيانات الكمية بحثًا عن القيم المفقودة والقيم المتطرفة. تُصنّف البيانات النوعية من المقابلات والملاحظات وتُرمز. يضمن إعداد البيانات بهذه الطريقة المنهجية إجراء حسابات إحصائية دقيقة، وتفسيرًا مناسبًا، وتوافقًا مع أهداف الدراسة وفرضياتها.

حدود الدراسة:

- النطاق البشري:

تستهدف الدراسة العاملين في المختبرات الصناعية في المملكة العربية السعودية، بمن فيهم المديرون والمهندسون والفنيون. يشارك هؤلاء الأفراد بشكل مباشر في عمليات المختبرات، وتطبيق الروبوتات، وعمليات مراقبة الجودة. توفر رؤاهم وخبراتهم بيانات بالغة الأهمية حول تبني التكنولوجيا، والكفاءة التشغيلية، وتحسين جودة العمليات، مما يضمن أن تعكس الدراسة الحقائق العملية.

- النطاق المكاني:

يركز البحث على المختبرات الصناعية المنتشرة في المناطق الصناعية الرئيسية في المملكة العربية السعودية. ويشمل ذلك مختبرات في قطاعات مثل التصنيع والبحث وضمان الجودة. يضمن اختيار المختبرات تمثيل أحجام المختبرات المختلفة، ومستويات الأتمتة، واعتماد تقنيات الروبوتات، مما يُقدم رؤية شاملة للتحويل الرقمي في جميع أنحاء المملكة.

- النطاق الزمني:

تبحث الدراسة في تبني الروبوتات وتأثيره على جودة عمليات المختبرات خلال الفترة من 2023 إلى 2025. يعكس هذا الإطار الزمني التطورات التكنولوجية الحديثة، ويوفر بيانات حديثة وذات صلة بمبادرات التحويل الرقمي. كما سيتم تحليل بيانات أداء المختبرات التاريخية من هذه الفترة لتقييم الكفاءة وتحسين الجودة.

المراجع

- Ainosah, T. K. (2023). The impact of laboratory automation on efficiency and accuracy in healthcare settings. Retrieved from <https://www.ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/view/12126?utm>
- Alahmari, K. S. (2024). The Role of Automation and Robotics in Improving Laboratory Efficiency and Accuracy. Retrieved from https://ejchem.journals.ekb.eg/article_379077.html
- Alarefi. (2024). The Impact of Artificial Intelligence on Business Performance in Saudi Arabia: The Role of Technological Readiness and Data Quality. Retrieved from <https://etasr.com/index.php/ETASR/article/view/7871>

- Aldossari, M. (2019). A Conceptual Framework for Adopting Automation and Robotics Innovations in the Transformational Companies in the Kingdom of Saudi Arabia. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-33582-3_84
- Alhammad, L. A. (2023). The impact of laboratory automation on efficiency and accuracy in healthcare settings. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/376741744_The_impact_of_laboratory_automation_on_efficiency_and_accuracy_in_healthcare_settings
- Alharbi, S. S. (2024). Gear Up for Development: The Automation Advantage for Sustainability in Manufacturing in the Kingdom of Saudi Arabia. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/11/4386>
- Almuaythir, S. (2024). Robotics technology: catalyst for sustainable development—impact on innovation, healthcare, inequality, and economic growth. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-024-00744-y?utm>
- Alolayan, L. M. (2024). Retrieved from https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A3%3A10552547/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A182071040&crl=c&link_origin=scholar.google.com
- Alquraish, M. (2025). Digital Transformation, Supply Chain Resilience, and Sustainability: A Comprehensive Review with Implications for Saudi Arabian Manufacturing. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/391791034_Digital_Transformation_Supply_Chain_Resilience_and_Sustainability_A_Comprehensive_Review_with_Implications_for_Saudi_Arabian_Manufacturing
- Alshammari, M. M. (2024). The Role of Technology in Shaping the Future of Laboratory Work. Retrieved from <https://www.proquest.com/openview/74a9ebafd3c083672f42776e390d3f7a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=6480378>
- Bashar, M. A. (2024). THE IMPACT OF ADVANCED ROBOTICS AND AUTOMATION ON SUPPLY CHAIN EFFICIENCY IN INDUSTRIAL MANUFACTURING: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE US AND BANGLADESH. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/379539087_THE_IMPACT_OF_ADVANCED_ROBOTICS_AND_AUTOMATION_ON_SUPPLY_CHAIN_EFFICIENCY_IN_INDUSTRIAL_MANUFACTURING_A_COMPARATIVE_ANALYSIS_BETWEEN_THE_US_AND_BANGLADESH

- Callari, T. C. (2025). Realising human-robot collaboration in manufacturing? A journey towards industry 5.0 amid organisational paradoxical tensions. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016252500280X>
- Jaradat, Z. (2025). Innovative practices: assessing the impact of robotic process automation adoption on internal audit efficiency in KSA. Retrieved from <https://www.emerald.com/jstpm/article/doi/10.1108/JSTPM-06-2024-0230/1257636/Innovative-practices-assessing-the-impact-of>
- Kelly, R. C. (2025). What Is Total Quality Management (TQM), and Why Is It Important? Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/t/total-quality-management-tqm.asp>
- Khalifa, N. (2021). Exploratory research on digitalization transformation practices within supply chain management context in developing countries specifically Egypt in the MENA region. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/354166836_Exploratory_research_on_digitalization_transformation_practices_within_supply_chain_management_context_in_developing_countries_specifically_Egypt_in_the_MENA_region
- Licardo, J. T. (2024). Intelligent Robotics—A Systematic Review of Emerging Technologies and Trends. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/3/542>
- Malouf, N. E. (2025). Diffusion of Innovations (DOI). Retrieved from <https://open.ncl.ac.uk/theories/8/diffusion-of-innovations/>
- Marikyan, D. (2025). Technology Acceptance Model (TAM). Retrieved from <https://open.ncl.ac.uk/theories/1/technology-acceptance-model/>
- Mishra, D. (2025). Robotics and autonomous systems: Innovations, challenges, and future prospects. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389522378_Robotics_and_autonomous_systems_Innovations_challenges_and_future_prospects
- Naam, Y. A. (2022). The Impact of Total Automaton on the Clinical Laboratory Workforce: A Case Study. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35586661/>
- Patel, J. D. (2025). Integration of Robotic Automation in Manufacturing: Benefits and Challenges for Quality Assurance. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/390268821_Integration_of_Robotic_Automation_in_Manufacturing_Benefits_and_Challenges_for_Quality_Assurance#:~:text=Robots%20assist%20in%20activities%20like,for%20more%20effective%20quality%20assurance.

Thakur, M. (2025). Importance of In-Process Quality Control for Product Safety and Integrity in Pharmaceutical Packaging. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/394746012_Importance_of_In-Process_Quality_Control_for_Product_Safety_and_Integrity_in_Pharmaceutical_Packaging

Zohra, D. (2024). The Impact of Robotic Automation on Industrial and Productive Enterprises in Achieving Entrepreneurship. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/381430896_The_Impact_of_Robotic_Automation_on_Industrial_and_Productive_Enterprises_in_Achieving_Entrepreneurship

Med Ocean University

College of Management

Department/Major: Project Management



Research Title

**Digital Transformation of Industrial Laboratories Using Robotics Technologies and its
Impact on Process Quality in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

Supervised by:

Academic Year:

2025