

أثر تطبيق منهجية "ستة سيجما" (Six Sigma) في تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة: دراسة
تطبيقية على القطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية

اسم الطالب

الرقم الجامعي

مشروع تخرج - 2

كلية الإدارة - جامعة ميدأوشن

إشراف

د.

عضو هيئة التدريس - كلية الإدارة - جامعة ميدأوشن

2026م

جدول المحتويات

4.....	1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
5.....	1.1. المقدمة
5.....	1.2. مشكلة الدراسة
5.....	1.2.1. فجوات على المستوى النظري:
6.....	1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي:
6.....	1.3. أهمية الدراسة
6.....	1.3.1. على المستوى النظري:
6.....	1.3.2. على المستوى التطبيقي:
7.....	1.4. أسئلة الدراسة:
7.....	1.5. أهداف الدراسة:
7.....	1.6. فرضيات الدراسة:
8.....	1.7. نموذج الدراسة:
8.....	1.8. منهجية الدراسة
10.....	1.9. الدراسة الميدانية:
10.....	1.10. مخطط المشروع المقترح:
12.....	2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة
13.....	2.1. المقدمة:
14.....	2.2. المتغيرات المستقلة:
15.....	2.3. المتغير التابع:
16.....	2.4. العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع:
16.....	2.5. الخاتمة:
17.....	3. الفصل الثالث: منهجية الدراسة
18.....	3.1. المقدمة:

20.....	3.2. التعريفات الإجرائية لمتغيرات البحث:
20.....	3.3. تصميم البحث:
21.....	3.4. مجتمع البحث وطرق وتقنيات أخذ العينة:
22.....	3.5. طريقة جمع البيانات:
23.....	3.6. أنواع البيانات:
23.....	3.7. إجراءات التحليل الإحصائي:
25.....	3.8. الخاتمة:
27.....	ملحق الاستبانة
29.....	أدوات البحث:
30.....	المراجع:

1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1. المقدمة

تشهد البيئة الأعمال العالمية في القرن الحادي والعشرين منافسة شرسة، لم تعد تعتمد فقط على السعر، بل على الجودة والكفاءة التشغيلية. وتُعد إدارة الجودة الشاملة (TQM) ومنهجيات التحسين المستمر مثل "ستة سيجما (Six Sigma)" من أهم الأدوات الاستراتيجية التي تعتمد عليها المنظمات لتحقيق التميز التشغيلي. (Harry & Schroeder, 2000) نشأت منهجية ستة سيجما في شركة موتورولا الأمريكية في ثمانينيات القرن الماضي، وانتشرت عالمياً بفضل نجاح شركة جنرال إلكتريك في تطبيقها، حيث تركز على تقليل التباين (Variation) في العمليات للوصول إلى مستوى لا يتجاوز 3.4 عيب لكل مليون فرصة (Pande et al., 2000).

في المملكة العربية السعودية، يأتي الاهتمام بهذه المنهجيات متوافقاً مع مستهدفات "رؤية المملكة 2030"، التي تهدف إلى تنويع الاقتصاد وتعزيز القطاع الصناعي غير النفطي. إذ يُعد تقليل العيوب في خطوط الإنتاج عاملاً حاسماً في خفض التكاليف وزيادة القدرة التنافسية للمنتج السعودي في الأسواق العالمية (الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة، 2022). ومع ذلك، فإن تطبيق ستة سيجما لا يخلو من التحديات، خاصة في البيئات النامية التي قد تفتقر إلى الثقافة التنظيمية الداعمة أو الكوادر المدربة (Albliwi et al., 2014).

1.2. مشكلة الدراسة

على الرغم من الانتشار الواسع لمفاهيم الجودة في المملكة العربية السعودية، لا تزال العديد من المنشآت الصناعية تعاني من ارتفاع معدلات العيوب وإعادة التشغيل، مما ينعكس سلباً على التكاليف والسمعة. وتتمثل المشكلة الرئيسية للدراسة في التساؤل حول مدى فاعلية تطبيق منهجية ستة سيجما في تقليل هذه العيوب فعلياً ضمن البيئة الصناعية السعودية.

1.2.1. فجوات على المستوى النظري:

1. قلة الدراسات العربية التي تربط بشكل كمي بين مراحل منهجية (DMAIC) ومؤشرات تقليل العيوب (DPMO).
2. محدودية الأدبيات التي تناقش تأثير الثقافة التنظيمية السعودية كمتغير وسيط في نجاح تطبيقات ستة سيجما.

1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي:

1. صعوبة تعميم النماذج الغربية لتطبيق ستة سيجما دون تكييفها مع خصوصية السوق الصناعي السعودي.
2. نقص البيانات الميدانية الحديثة التي تقيس العائد على الاستثمار (ROI) من مشاريع ستة سيجما فيما يخص تقليل الهدر والعيوب في المصانع السعودية.

1.3. أهمية الدراسة

تنبع أهمية الدراسة من خلال بعدين:

1.3.1. على المستوى النظري:

إثراء المكتبة العربية بدراسة تجمع بين منهجية ستة سيجما ومقاييس العيوب في سياق دولة نامية، وتقديم نموذج مفاهيمي يربط المتغيرات.

1.3.2. على المستوى التطبيقي:

- مساعدة مديري الجودة في المصانع السعودية على اتخاذ قرارات مدروسة لتبني ستة سيجما.
- المساهمة في تحقيق مستهدفات الجودة الوطنية ضمن رؤية 2030.
- تقليل التكاليف الخفية الناتجة عن العيوب وإعادة التصنيع.

1.4. أسئلة الدراسة:

تسعى الدراسة للإجابة عن السؤال الرئيس التالي: ما هو أثر تطبيق منهجية ستة سيجما على تقليل معدلات العيوب في المنشآت الصناعية بالمملكة العربية السعودية؟ ويتفرع منه الأسئلة التالية:

1. ما هي العلاقة بين مراحل منهجية (DMAIC) وانخفاض معدلات العيوب؟
2. ما هي المعوقات التي تواجه تطبيق ستة سيجما في القطاع الصناعي السعودي؟
3. هل يوجد دور لالتزام الإدارة العليا في تعزيز أثر ستة سيجما على الجودة؟

1.5. أهداف الدراسة:

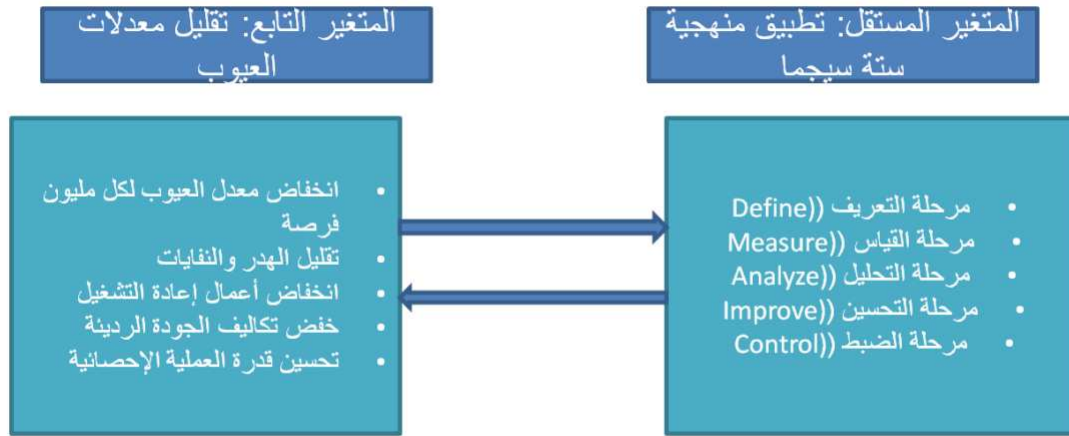
1. قياس الأثر الإحصائي لتطبيق ستة سيجما على تقليل العيوب في العينة المختارة.
2. تحديد العلاقة بين كل مرحلة من مراحل DMAIC وتحسين مؤشرات الجودة.
3. استكشاف التحديات البيئية والتنظيمية التي تعيق التطبيق الفعال في السعودية.
4. تقديم توصيات عملية لتعزيز ثقافة الجودة الخالية من العيوب.

1.6. فرضيات الدراسة:

بناءً على مشكلة الدراسة وأهدافها، تم صياغة الفرضيات التالية:

- الفرضية الرئيسية (H1): يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق منهجية ستة سيجما على تقليل معدلات العيوب في المنشآت الصناعية السعودية.
- الفرضية الأولى (H1.1): توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق مرحلة (التحليل) وتقليل العيوب.
- الفرضية الثانية (H1.2): توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق مرحلة (التحسين) وتقليل العيوب.
- الفرضية الثالثة (H2): يلعب التزام الإدارة العليا دوراً إيجابياً في تعزيز أثر ستة سيجما على تقليل العيوب.

1.7. نموذج الدراسة:



المصدر: إعداد الباحث

1.8. منهجية الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على منهجية علمية دقيقة تهدف إلى قياس أثر تطبيق أدوات وأساليب ستة سيجما في تحسين جودة الإنتاج وتقليل نسب العيوب داخل المنشآت الصناعية. وقد تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي باعتباره الأنسب لمثل هذه الدراسات التطبيقية، حيث يتيح هذا المنهج وصف الظاهرة محل الدراسة كما هي في الواقع، ثم تحليل العلاقات بين متغيراتها بهدف الوصول إلى نتائج علمية دقيقة يمكن الاعتماد عليها في التفسير والتعميم.

كما اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي في جمع البيانات وتحليلها، وذلك من خلال تحويل الظواهر المتعلقة بالجودة الصناعية ومعدلات العيوب إلى بيانات رقمية قابلة للقياس الإحصائي. ويساعد هذا المنهج في قياس مدى تطبيق أدوات ستة سيجما مثل DMAIC، وتحليل العمليات الإنتاجية، وضبط الجودة الإحصائية، بالإضافة إلى قياس أثرها المباشر على تقليل الأخطاء وتحسين كفاءة العمليات. ويتيح هذا الأسلوب اختبار الفرضيات المتعلقة بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق ستة سيجما وتحسين الجودة.

أما مجتمع الدراسة فيتكون من العاملين في القطاع الصناعي داخل المملكة العربية السعودية، وبشكل خاص العاملين في أقسام الجودة والإنتاج وضبط العمليات في المصانع التي تطبق أو تسعى لتطبيق منهجية ستة سيجما. وقد تم اختيار عينة الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية أو العينة القصدية وفقًا لطبيعة الوصول إلى المنشآت الصناعية، بما يضمن تمثيل الفئات ذات العلاقة المباشرة بعمليات الجودة وتحسين الأداء.

وقد اعتمدت الدراسة على الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات، حيث تم تصميم استبانة مغلقة وفق مقياس ليكرت الخماسي لقياس اتجاهات وآراء العاملين حول مدى تطبيق ستة سيجما وأثرها على جودة الإنتاج. ويُعد هذا المقياس من الأدوات الإحصائية المناسبة لقياس المتغيرات السلوكية والتنظيمية، حيث يسمح بتحديد درجة الموافقة أو عدم الموافقة على العبارات المتعلقة بفعالية منهجية ستة سيجما في تحسين العمليات وتقليل العيوب.

وتتضمن الاستبانة عدة محاور رئيسية، حيث يركز المحور الأول على مدى تطبيق مبادئ ستة سيجما داخل المنشآت الصناعية، مثل استخدام أدوات التحليل الإحصائي، وتحليل الأسباب الجذرية للمشكلات، وتطبيق منهجية التحسين المستمر (DMAIC). أما المحور الثاني فيتناول مستوى جودة العمليات الإنتاجية، من حيث تقليل نسبة العيوب، وتحسين كفاءة الإنتاج، وتقليل الهدر. بينما يركز المحور الثالث على الأداء العام للجودة في المؤسسة، مثل رضا العملاء، وتحسين الكفاءة التشغيلية، ورفع مستوى التنافسية.

كما تم استخدام أساليب التحليل الإحصائي المناسبة لاختبار فرضيات الدراسة، مثل تحليل الارتباط لقياس قوة العلاقة بين تطبيق ستة سيجما وتحسين الجودة، بالإضافة إلى تحليل الانحدار لقياس مدى تأثير تطبيق المنهجية على تقليل معدلات العيوب. وقد تم الاعتماد على برامج إحصائية متخصصة لمعالجة البيانات وضمان دقة النتائج وموضوعيتها.

إن منهجية الدراسة تجمع بين الدقة العلمية والواقعية التطبيقية، مما يتيح الوصول إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها في تقييم أثر تطبيق ستة سيجما على تحسين الجودة في القطاع الصناعي السعودي، وتقديم توصيات عملية تدعم تطوير نظم الجودة وتقليل الهدر وتحسين كفاءة الإنتاج.

1.9. الدراسة الميدانية:

ستعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وسيتم تطبيق الدراسة الميدانية على عينة من المصانع والشركات الصناعية المسجلة في وزارة الصناعة والثروة المعدنية في المملكة (في مدن الرياض، وجدة، والدمام).

- أداة الدراسة: استبانة إلكترونية موجهة لمديري الجودة ومهندسي العمليات الحاصلين على شهادات Six Sigma (Green/Black Belts).
- حجم العينة: تستهدف الدراسة جمع ما لا يقل عن 150 استبانة صالحة للتحليل.
- أسلوب التحليل: استخدام برنامج (SPSS) للتحليل الإحصائي (الانحدار المتعدد، والارتباط).

1.10. مخطط المشروع المقترح:

المرحلة	الأنشطة الرئيسية	الأهداف	المدة الزمنية	المخرجات المتوقعة
التحضير والتخطيط	مراجعة الأدبيات والمراجع العلمية	وضع خطة واضحة ومنهجية للدراسة	0.5 شهر	خطة بحثية مفصلة مع جدول زمني
	تحديد أدوات جمع البيانات	تصميم الاستبانة وأدوات القياس		أدوات جمع بيانات جاهزة للاستخدام
	التنسيق مع الجهات المشاركة	الحصول على الموافقات اللازمة		موافقات رسمية من المؤسسات المشاركة
جمع البيانات	توزيع الاستبانة على المشاركين	جمع بيانات ميدانية دقيقة وموثوقة	1 شهر	مجموعة بيانات مكتملة وصحيحة
	إجراء مقابلات مع خبراء مختارين	تعميق الفهم حول التحديات والفرص		ملاحظات ومعلومات نوعية داعمة
تحليل البيانات	تنظيف وترتيب البيانات	التأكد من جودة البيانات ودقتها	1 شهر	بيانات جاهزة للتحليل

نتائج إحصائية تدعم أو ترفض الفرضيات		اختبار الفرضيات وتحليل العلاقات بين المتغيرات	استخدام البرامج الإحصائية (SPSS) وغيرها	
جداول ورسوم بيانية وتفسيرية مفصلة		توضيح النتائج وتفسيرها	إعداد الرسوم البيانية والتقارير التحليلية	
تقرير نهائي متكامل يشمل كافة أجزاء الدراسة	1 شهر	تقديم بحث متكامل وموثق	صياغة نتائج الدراسة والتوصيات	إعداد التقرير النهائي
تقرير معد للنشر أو العرض		ضمان دقة وسلاسة المحتوى	مراجعة التقرير وتنقيحه	
عرض تقديمي شامل + ملاحظات وردود فعل من الجمهور	0.5 شهر	نشر المعرفة والاستفادة العملية	تقديم العرض في مؤتمرات أو ورش عمل	عرض النتائج
مخرجات نقاشية تعزز من جودة البحث وتطبيقه المستقبلي		الحصول على تقييمات وملاحظات لتحسين البحث	مناقشة نتائج الدراسة مع الجهات المعنية	

2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة

2.1. المقدمة:

يشكل استعراض الأدبيات والدراسات السابقة ركيزة أساسية في أي بحث علمي، حيث يوفر الإطار النظري اللازم لفهم المتغيرات محل الدراسة، ويكشف عن الجهود البحثية السابقة التي تناولت الموضوع. يهدف هذا الفصل إلى بناء قاعدة معرفية صلبة حول منهجية "ستة سيجما" (Six Sigma) كأحد أهم منهجيات تحسين الجودة، وعلاقتها بتقليل معدلات العيوب في العمليات الصناعية. سيتم من خلال هذا الفصل تناول المفاهيم الأساسية للمتغير المستقل (ستة سيجما) والمتغير التابع (تقليل العيوب)، ثم استعراض الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة، وصولاً إلى تحديد الفجوة البحثية التي تسعى هذه الدراسة لتغطيتها في السياق الصناعي السعودي (حسن، 2016).

2.2. المتغيرات المستقلة:

- منهجية ستة سيجما (Six Sigma Methodology)

مفهوم منهجية ستة سيجما

تُعرف منهجية ستة سيجما بأنها استراتيجية تحسين أعمال منظمة ومنهجية تركز على فهم احتياجات العملاء، واستخدام الحقائق والبيانات والإحصاءات لتحسين العمليات وتقليل التباين. نشأت المفهوم في شركة موتورولا عام 1986، ثم انتشر عالمياً عبر شركة جنرال إلكتريك. وتعرف بأنها مستوى من الأداء يهدف إلى تقليل العيوب إلى 3.4 عيب فقط لكل مليون فرصة (Harry & Schroeder, 2000). ويرى باوزير (2017) أن ستة سيجما ليست مجرد أداة إحصائية، بل هي فلسفة إدارية شاملة تهدف إلى الكمال التشغيلي من خلال القضاء على الأسباب الجذرية للأخطاء.

أبعاد منهجية ستة سيجما

تعتمد منهجية ستة سيجما في تطبيقها العملي على منهجية تحسين محددة تعرف باسم DMAIC، والتي تتكون من خمس مراحل رئيسية تمثل أبعاد التطبيق الفعلي للمنهجية. وتشمل هذه المراحل: التحديد، والقياس، والتحليل، والتحسين، والرقابة. وتُعد هذه المراحل الإطار الإجرائي الذي يوجه فرق العمل نحو حل المشكلات المعقدة (Pyzdek & Keller, 2014). ويؤكد خليفة (2015) أن نجاح المنهجية يعتمد على التكامل بين هذه الأبعاد، حيث لا يمكن تحقيق تحسين مستدام دون المرور بمحلة الرقابة لضمان استمرار المكاسب. كما يشير Breyfogle (2003) إلى أن البعد الإحصائي يمثل العمود الفقري لهذه الأبعاد، حيث يتم استخدام أدوات إحصائية متقدمة في كل مرحلة لاتخاذ قرارات مدروسة.

أهمية منهجية ستة سيجما

تكتسب منهجية ستة سيجما أهميتها من قدرتها على تحقيق عائد استثمار مرتفع للمنظمات من خلال خفض تكاليف الجودة الرديئة (COPQ). وتكمن أهميتها في تحسين رضا العملاء من خلال تقديم منتجات خالية من العيوب، وتعزيز الكفاءة التشغيلية عبر تقليل الهدر في الوقت والموارد (Antony, 2006). وفي السياق السعودي، تبرز أهمية المنهجية كأداة داعمة لمستهدفات رؤية 2030 التي تهدف لتعزيز القطاع الصناعي، حيث تساهم في رفع قدرة المنشآت المحلية على المنافسة العالمية.

(الغامدي، 2020). كما يشير (Snee 2004) إلى أن ستة سيجما تطورت لتصبح منهجية إدارة تغيير ثقافي داخل المنظمات، مما يعزز من أهمية تبنيتها كأسلوب حياة مؤسسي وليس مجرد مشروع مؤقت.

2.3. المتغير التابع:

- تقليل العيوب وتحسين الجودة

مفهوم تقليل العيوب

يُعرف العيب في السياق الصناعي بأنه أي عدم مطابقة للمواصفات المطلوبة من قبل العميل أو المعايير القياسية. أما تقليل العيوب، فهو العملية المنهجية الهادفة إلى خفض نسبة المنتجات أو الخدمات غير المطابقة إلى أدنى مستوى ممكن، وصولاً إلى مستوى "الصفير عيب" نظرياً. ويُقاس هذا المتغير عادةً بمؤشر (DPMO) أي عدد العيوب في كل مليون فرصة، حيث يعكس الانخفاض في هذا المؤشر تحسناً ملموساً في الجودة (Montgomery, 2019). ويرى علي (2017) أن تقليل العيوب لا يعني فقط فحص المنتج النهائي، بل يتعلق بمنع حدوث العيب من الأساس أثناء عملية التصنيع.

أنواع العيوب

تتنوع العيوب في العمليات الصناعية حسب خطورتها وتأثيرها على وظيفة المنتج، وتصنف عادةً إلى ثلاثة أنواع رئيسية: عيوب حرجية وعيوب كبرى وعيوب صغرى. العيوب الحرجية هي تلك التي تشكل خطراً على سلامة المستخدم أو تجعل المنتج غير صالح للاستخدام تماماً، بينما تؤثر العيوب الكبرى على الأداء الوظيفي دون أن تلغيه، أما الصغرى فتتعلق بالمظهر العام ولا تؤثر على الوظيفة (رشيد، 2018). ويؤكد القحطاني (2020) أن فهم أنواع العيوب بدقة يعد خطوة أولى ضرورية قبل الشروع في أي مشروع تحسين، حيث تختلف أولويات المعالجة حسب تصنيف العيب وتأثيره على تكلفة الجودة.

العوامل المؤثرة في الجودة

تتأثر جودة المنتجات ومعدلات العيوب بعدة عوامل متداخلة، تُعرف غالباً بعناصر العملية الستة (M6)، وهي: الإنسان، والآلة، والمادة والطريقة، والقياس، والبيئة. ويشير فاروق (2019) إلى أن التباين في أي من هذه العناصر يؤدي حتماً إلى ظهور

عيوب في المخرجات. كما تلعب الثقافة التنظيمية ودعم الإدارة العليا دوراً محورياً في تعزيز بيئة الجودة، حيث أن غياب الالتزام الإداري يعد من أبرز العوامل المؤثرة سلباً على استقرار العمليات وجودة المنتجات (المطيري، 2019).

2.4. العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع:

توجد علاقة طردية قوية بين تطبيق منهجية ستة سيجما وتقليل معدلات العيوب، حيث توفر المنهجية الأدوات الإحصائية والإجرائية اللازمة لتحديد مصادر التباين المسببة للعيوب ومعالجتها. ف من خلال مرحلة التحليل في منهجية DMAIC، يتم عزل الأسباب الجذرية للعيوب، وفي مرحلة التحسين يتم الحلول التي تمنع عودتها (George, 2002). وتؤكد الدراسات أن المنظمات التي تطبق ستة سيجما تشهد انخفاضاً ملحوظاً في تكاليف الفشل الداخلي والخارجي الناتج عن العيوب. كما وجد (Kumar et al. 2006) في دراستهم على المنشآت الصغيرة والمتوسطة أن التطبيق المنضبط للمنهجية أدى إلى تحسين مؤشرات الجودة بنسبة تجاوزت 30% خلال العام الأول من التطبيق، مما يعكس الأثر المباشر للمتغير المستقل على المتغير التابع.

2.5. الخاتمة:

خلص هذا الفصل إلى أن منهجية ستة سيجما تمثل أداة قوية وفعالة لإدارة الجودة وتقليل التباين في العمليات الصناعية. وقد أوضح الاستعراض النظري أن الأبعاد الإجرائية للمنهجية (DMAIC) ترتبط عضوياً بتحسين مؤشرات الجودة وخفض معدلات العيوب. كما كشفت الدراسات السابقة عن وجود فجوة بحثية تتعلق بقياس الأثر الكمي المحدد لهذه المنهجية في القطاع الصناعي السعودي حديثاً، مما يبرر الحاجة لإجراء هذه الدراسة الميدانية. وفي الفصل التالي، سيتم تناول منهجية البحث والإجراءات الميدانية لاختبار فرضيات الدراسة وتحقيق أهدافها.

3. الفصل الثالث: منهجية الدراسة

3.1. المقدمة:

يمثل هذا الفصل الأساس المنهجي الذي تقوم عليه الدراسة الحالية، إذ ينتقل بالبحث من الإطار النظري الذي تناول مفهوم منهجية "سته سيجما" وأبعادها وأهميتها في المؤسسات الصناعية، إلى الإطار التطبيقي الذي يوضح الكيفية العلمية التي سيتم من خلالها اختبار العلاقة بين تطبيق هذه المنهجية وتقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة في القطاع الصناعي بالمملكة العربية السعودية. وتكمن أهمية هذا الفصل في كونه يحدد المسار المنهجي الذي اتبعته الدراسة للوصول إلى نتائج علمية تتسم بالدقة والموضوعية، حيث إن جودة النتائج النهائية لا تعتمد فقط على قوة الإطار النظري، وإنما ترتبط بصورة وثيقة بسلامة الإجراءات المنهجية التي تم اتباعها في تنفيذ الدراسة الميدانية.

ويُعد الجانب المنهجي أحد أهم المقومات التي تمنح البحث العلمي مصداقيته وقيّمته الأكاديمية، إذ يوفر إطارًا منظمًا يضمن تنفيذ جميع مراحل الدراسة وفق أسس علمية واضحة، ويحد من احتمالات التحيز أو العشوائية في جمع البيانات وتحليلها. ومن هذا المنطلق، يركز هذا الفصل على بناء منظومة متكاملة للإجراءات البحثية التي تتيح قياس متغيرات الدراسة بصورة دقيقة، مع مراعاة أن تكون جميع المفاهيم المستخدمة قابلة للتطبيق والقياس في البيئة الصناعية السعودية، بما يعكس الواقع الفعلي للمؤسسات الصناعية ويُسهّم في تفسير الظواهر المدروسة تفسيرًا علميًا قائمًا على الأدلة والبيانات.

كما تنبع أهمية هذا الفصل من كونه يوضح الآليات التي اعتمدها الباحث لضمان تمثيل مجتمع الدراسة بصورة عادلة، واختيار المشاركين وفق أساليب علمية تحقق أعلى درجات الدقة والموضوعية، بالإضافة إلى توضيح الأساليب التي تم استخدامها للحصول على البيانات اللازمة للإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها. ويؤدي ذلك إلى تعزيز الثقة في النتائج التي سيتم التوصل إليها لاحقًا، ويجعلها أكثر قابلية للتعميم والاستفادة منها في تطوير الممارسات الإدارية والإنتاجية داخل المؤسسات الصناعية السعودية، خاصة في ظل توجه المملكة نحو تعزيز التنافسية الصناعية ورفع مستويات الجودة بما يتوافق مع مستهدفات رؤية المملكة 2030.

ويبرز هذا الفصل كذلك أهمية استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لمعالجة البيانات وتحليلها بطريقة تمكن من الكشف عن طبيعة العلاقة بين تطبيق منهجية "سته سيجما" ومستوى تقليل العيوب وتحسين الجودة، حيث إن اختيار الأسلوب الإحصائي الملائم يمثل خطوة جوهرية في ضمان صحة النتائج المستخلصة. كما أن تنظيم هذا الفصل وفق تسلسل علمي يبدأ

بتحديد الإطار الإجرائي للدراسة، ثم ينتقل إلى الجوانب التطبيقية المتعلقة بجمع البيانات وتحليلها، يسهم في توفير رؤية متكاملة حول منهجية البحث، ويجعل القارئ أكثر قدرة على فهم الإجراءات التي استندت إليها الدراسة في الوصول إلى استنتاجاتها النهائية، الأمر الذي يعزز من القيمة العلمية للدراسة ويؤكد سلامة بناءها المنهجي.

3.2. التعريفات الإجرائية لمتغيرات البحث:

أولاً: المتغير المستقل: تطبيق منهجية "ستة سيجما (Six Sigma)"

يقصد بتطبيق منهجية "ستة سيجما" في هذه الدراسة مدى تبني المنشآت الصناعية في المملكة العربية السعودية للمبادئ والأدوات الإدارية والإحصائية التي تقوم عليها هذه المنهجية بهدف تقليل الانحرافات في العمليات الإنتاجية، وخفض معدلات الأخطاء والعيوب، وتحقيق التحسين المستمر في الأداء التشغيلي. ويشمل ذلك استخدام منهجية DMAIC (التحديد، والقياس، والتحليل، والتحسين، والرقابة)، والاعتماد على البيانات في اتخاذ القرارات، وتشكيل فرق تحسين الجودة، وتوظيف الأدوات الإحصائية في متابعة العمليات الإنتاجية. ويُقاس هذا المتغير من خلال استجابات أفراد العينة على فقرات الاستبانة التي تعكس مستوى تطبيق ممارسات ستة سيجما داخل المنشآت الصناعية.

ثانياً: المتغير التابع: تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة

يقصد بتقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة في هذه الدراسة مدى نجاح المنشآت الصناعية في خفض نسبة المنتجات المعيبة وتقليل الأخطاء التشغيلية، وتحسين جودة المنتجات والعمليات الإنتاجية بما يحقق رضا العملاء ويرفع كفاءة الأداء الصناعي. ويُقاس هذا المتغير من خلال مؤشرات تتعلق بانخفاض معدلات العيوب، وتحسن جودة المنتجات، وتقليل الفاقد، وارتفاع كفاءة العمليات الإنتاجية، وزيادة رضا العملاء، وذلك وفق استجابات أفراد عينة الدراسة.

3.3. تصميم البحث:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره المنهج الأكثر ملاءمة لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها. ويُستخدم هذا المنهج في الدراسات التطبيقية التي تهدف إلى وصف الظواهر الإدارية كما هي في الواقع، ثم تحليل العلاقات القائمة بين متغيراتها بصورة علمية تعتمد على البيانات الميدانية. ويتميز هذا المنهج بقدرته على الجمع بين الوصف الدقيق لواقع تطبيق منهجية "ستة سيجما" داخل المنشآت الصناعية السعودية، وتحليل أثر هذا التطبيق في تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

ويستند تصميم الدراسة إلى البحث الكمي (Quantitative Research) ، حيث يتم جمع البيانات من خلال استبانة معدة خصيصاً لقياس متغيرات الدراسة، ثم إخضاع البيانات للتحليل الإحصائي بهدف تحديد طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع، وقياس حجم التأثير بصورة موضوعية. ويُعد هذا التصميم مناسباً للدراسات التي تسعى إلى اختبار الفرضيات العلمية وتقديم نتائج قابلة للتعميم ضمن حدود مجتمع الدراسة، خاصة في الدراسات المتعلقة بإدارة الجودة والإدارة الصناعية.

كما يحقق هذا التصميم درجة مرتفعة من الموضوعية والاتساق، إذ يسمح بجمع البيانات وفق إجراءات موحدة لجميع أفراد العينة، الأمر الذي يقلل من احتمالات التحيز الشخصي، ويزيد من موثوقية النتائج. كما يساعد في تقديم تفسير علمي للعلاقات القائمة بين تطبيق منهجية "سته سيجما" ومستوى تحسين الجودة، الأمر الذي يساهم في دعم صناع القرار داخل المؤسسات الصناعية السعودية بالمعلومات اللازمة لتطوير أنظمة الجودة وتحسين الأداء التشغيلي.

3.4. مجتمع البحث وطرق وتقنيات أخذ العينة:

يتكون مجتمع الدراسة من العاملين في المنشآت الصناعية بالمملكة العربية السعودية، ولاسيما العاملين في إدارات الجودة، والإنتاج، والتصنيع، والهندسة الصناعية، وإدارة العمليات، إضافة إلى القيادات الإدارية المشرفة على برامج تحسين الجودة، باعتبارهم الأكثر ارتباطاً بتطبيق منهجية "سته سيجما" داخل المؤسسات الصناعية، والأكثر قدرة على تقييم أثرها في تحسين جودة المنتجات وتقليل معدلات العيوب.

ونظراً لكبر حجم مجتمع الدراسة وتعدد المنشآت الصناعية وتوزعها الجغرافي، فقد أصبح من الصعب إجراء الدراسة على جميع أفراد المجتمع، الأمر الذي استوجب الاعتماد على عينة تمثل المجتمع الأصلي تمثيلاً علمياً صحيحاً. لذلك تم اختيار عينة الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية البسيطة، بما يضمن منح جميع أفراد المجتمع فرصاً متساوية للمشاركة في الدراسة، ويقلل من احتمالات التحيز في اختيار المشاركين، ويزيد من إمكانية تعميم النتائج على المجتمع الأصلي.

كما روعي عند اختيار العينة أن تشمل أفرادًا من مختلف المستويات الإدارية والتخصصات الوظيفية ذات العلاقة بإدارة الجودة والإنتاج، حتى تعكس النتائج الواقع الحقيقي لتطبيق منهجية "سته سيجما" داخل القطاع الصناعي السعودي. ويساعد هذا التنوع في الحصول على بيانات أكثر شمولاً، ويعزز من دقة التحليل الإحصائي، ويزيد من قدرة الدراسة على تفسير الاختلافات بين آراء المشاركين وفقاً لخبراتهم ومواقعهم الوظيفية.

3.5. طريقة جمع البيانات:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة باعتبارها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الأولية، لما تتميز به من سهولة التطبيق، وإمكانية الوصول إلى عدد كبير من المبحوثين خلال فترة زمنية مناسبة، فضلاً عن قدرتها على توفير بيانات كمية يمكن تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المختلفة. وقد صُممت الاستبانة بما يتوافق مع أهداف الدراسة ومتغيراتها، وتضمنت مجموعة من الفقرات التي تقيس مستوى تطبيق منهجية "سته سيجما" ومستوى تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة.

وقد تمت صياغة فقرات الاستبانة بالاعتماد على الأدبيات العلمية والدراسات السابقة ذات العلاقة بإدارة الجودة الشاملة ومنهجية "سته سيجما"، مع مراعاة وضوح العبارات وسهولة فهمها من قبل أفراد العينة. كما خضعت الأداة للتحكيم العلمي من قبل مجموعة من المختصين في الإدارة الصناعية وإدارة الجودة؛ للتحقق من صدق المحتوى ومدى ملاءمة الفقرات لأهداف الدراسة.

وبعد التأكد من صلاحية الأداة، تم توزيعها على أفراد العينة باستخدام الوسائل المناسبة، سواء بصورة إلكترونية أو ورقية بحسب ظروف المنشآت الصناعية، ثم جُمعت الاستبانات، وتمت مراجعتها واستبعاد الاستبانات غير المكتملة، قبل إدخال البيانات إلى البرنامج الإحصائي تمهيداً لتحليلها واستخلاص النتائج.

3.6. أنواع البيانات:

أولاً: البيانات الأولية

وهي البيانات التي تم الحصول عليها مباشرة من أفراد عينة الدراسة باستخدام الاستبانة، وتعد المصدر الأساسي للمعلومات المتعلقة بمتغيرات الدراسة، حيث تعكس آراء العاملين حول مستوى تطبيق منهجية "سته سيجما" ومدى إسهامها في تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة داخل المنشآت الصناعية.

ثانياً: البيانات الثانوية

وهي البيانات التي تم جمعها من الكتب العلمية، والدوريات المحكمة، والرسائل الجامعية، والدراسات السابقة، والتقارير الصادرة عن الجهات الحكومية والمنظمات المهنية، بالإضافة إلى المراجع العربية والأجنبية ذات العلاقة بمنهجية "سته سيجما" وإدارة الجودة والقطاع الصناعي، وقد استُخدمت هذه البيانات في إعداد الإطار النظري للدراسة ودعم تفسير النتائج.

3.7. إجراءات التحليل الإحصائي:

أولاً: التحليل الوصفي للبيانات

بعد الانتهاء من جمع الاستبانات والتأكد من سلامة البيانات، تم إدخالها إلى البرنامج الإحصائي SPSS لإجراء عمليات التحليل. وبدأت عملية التحليل باستخدام الإحصاءات الوصفية التي تهدف إلى تقديم وصف شامل لاستجابات أفراد العينة، من خلال استخراج التكرارات، والنسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، وترتيب الفقرات وفقاً لمستوى أهميتها. ويساعد هذا التحليل في التعرف على الاتجاهات العامة للمبحوثين نحو متغيرات الدراسة، كما يقدم صورة واضحة عن مستوى تطبيق منهجية "سته سيجما" ومستوى جودة العمليات الإنتاجية داخل المنشآت الصناعية.

ثانياً: اختبار صدق وثبات أداة الدراسة

لضمان جودة النتائج، تم التحقق من الخصائص السيكومترية لأداة الدراسة، وذلك من خلال قياس الصدق والثبات. وتم استخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس درجة الاتساق الداخلي لفقرات الاستبانة، حيث يعد هذا المؤشر من أكثر المؤشرات استخداماً في البحوث الإدارية، ويعكس مدى تجانس الفقرات في قياس المفهوم نفسه. وكلما ارتفعت قيمة معامل الثبات دل ذلك على تمتع الأداة بدرجة مرتفعة من الموثوقية.

ثالثاً: اختبار العلاقة بين متغيرات الدراسة

لتحليل العلاقة بين تطبيق منهجية "سته سيجما" وتقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة، تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation)، بهدف قياس قوة العلاقة واتجاهها بين المتغيرين. ويساعد هذا الاختبار في تحديد ما إذا كانت العلاقة إيجابية أو سلبية، ومدى قوتها، وهو ما يساهم في اختبار الفرضيات المتعلقة بوجود ارتباط ذي دلالة إحصائية بين متغيرات الدراسة.

رابعاً: اختبار أثر تطبيق منهجية "سته سيجما"

لقياس حجم تأثير تطبيق منهجية "سته سيجما" في تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)، والذي يُعد من أكثر الأساليب الإحصائية ملاءمة للدراسات التي تهدف إلى قياس تأثير متغير مستقل واحد في متغير تابع. ويساعد هذا التحليل في تحديد مقدار التغير المتوقع في جودة العمليات وتقليل العيوب الناتج عن تطبيق منهجية "سته سيجما"، كما يوضح نسبة مساهمة المتغير المستقل في تفسير التغيرات التي تطرأ على المتغير التابع، وهو ما يوفر أساساً علمياً دقيقاً لاختبار فرضيات الدراسة والوصول إلى استنتاجات موثوقة يمكن الاستفادة منها في تطوير ممارسات الجودة داخل القطاع الصناعي السعودي.

3.8. الخاتمة:

اختتم هذا الفصل بعرض المنهجية العلمية التي استندت إليها الدراسة في تنفيذ الجانب التطبيقي، حيث تم توضيح جميع الإجراءات التي شكلت الأساس الذي بُنيت عليه الدراسة الميدانية، بما يضمن تحقيق الاتساق بين مشكلة الدراسة وأهدافها وفرضياتها والنتائج المتوقعة الوصول إليها. وقد أسهم هذا الفصل في إرساء إطار منهجي متكامل يضمن سلامة تنفيذ البحث وفق معايير البحث العلمي، ويعزز من قدرة الدراسة على تقديم نتائج دقيقة تعكس واقع تطبيق منهجية "سته سيجما" في القطاع الصناعي بالمملكة العربية السعودية.

كما أظهر هذا الفصل أهمية التخطيط المنهجي في الدراسات التطبيقية، إذ إن نجاح البحث العلمي لا يرتبط فقط بصياغة المشكلة أو قوة الإطار النظري، وإنما يعتمد بدرجة كبيرة على جودة الإجراءات التي يتم اتباعها في تنفيذ الدراسة الميدانية. ولذلك فقد وفر هذا الفصل وصفاً متكاملًا للإطار الذي اعتمد عليه الباحث في تحويل المفاهيم النظرية إلى متغيرات قابلة للقياس، وفي تنظيم عملية الحصول على البيانات ومعالجتها وتحليلها بأساليب علمية دقيقة، الأمر الذي يعزز من مستوى الثقة في النتائج التي ستقدمها الدراسة في الفصل التالي.

وقد ساعدت الإجراءات المنهجية التي تضمنها هذا الفصل في توفير قاعدة علمية راسخة لاختبار فرضيات الدراسة بصورة موضوعية، كما أسهمت في ضمان تمثيل مجتمع الدراسة بشكل مناسب، والحصول على بيانات تتمتع بدرجة عالية من الدقة والموثوقية، وهو ما ينعكس بصورة مباشرة على جودة التحليلات والاستنتاجات. وتكتسب هذه الخطوات أهمية خاصة في الدراسات المرتبطة بالجودة الصناعية، نظرًا لما تتطلبه من دقة في القياس والتحليل، حتى يمكن تفسير أثر تطبيق منهجية "سته سيجما" على تقليل معدلات العيوب وتحسين الجودة بصورة واقعية تستند إلى أدلة إحصائية موثوقة.

وبذلك يكون هذا الفصل قد أدى دوره بوصفه الحلقة التي تربط بين الإطار النظري والإطار التطبيقي للدراسة، حيث هيأ جميع المتطلبات العلمية اللازمة للانتقال إلى مرحلة عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها. كما أن ما تضمنه من تنظيم للإجراءات المنهجية يُعد ضماناً علمية لسلامة النتائج التي سيتم عرضها لاحقاً، ويسهم في تعزيز القيمة الأكاديمية والعملية للدراسة، بما يدعم تقديم توصيات قابلة للتطبيق يمكن أن تستفيد منها المؤسسات الصناعية السعودية في تعزيز كفاءة تطبيق منهجية

"ستة سيجما"، وخفض معدلات العيوب، والارتقاء بمستويات الجودة والإنتاجية، بما ينسجم مع توجهات التنمية الصناعية المستدامة في المملكة.

ملحق الاستبانة

الإجابة					الأسئلة
					1- الأسئلة العامة
60+	60-50	50-40	40-30	30-20	العمر
			أنثى	ذكر	الجنس
دكتوراه	ماجستير	شهادة عليا	درجة البكالوريوس	شهادة الدراسة الثانوية	الدرجة العلمية
					2- أسئلة الإستبيان
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تطبق المنشأة منهجية ستة سيجما (Six Sigma) بشكل منهجي في عملياتها التشغيلية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تحرص الإدارة العليا على دعم برامج ستة سيجما وتحسين الجودة.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يتلقى العاملون التدريب اللازم على أدوات وأساليب ستة سيجما.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تعتمد المنشأة على البيانات والإحصاءات عند تحليل المشكلات التشغيلية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم منهجية ستة سيجما في تحسين فهم أسباب العيوب والأخطاء الإنتاجية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد منهجية ستة سيجما في تحديد مصادر العيوب في العمليات الإنتاجية بدقة.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم أدوات ستة سيجما في تقليل معدلات الأخطاء والعيوب في المنتجات.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد منهجية ستة سيجما في منع تكرار المشكلات التشغيلية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم منهجية ستة سيجما في تحسين استقرار العمليات الإنتاجية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد منهجية ستة سيجما في تقليل الفاقد والهدر في الإنتاج.

أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم منهجية ستة سيجما في تحسين جودة المنتجات النهائية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد منهجية ستة سيجما في رفع مستوى رضا العملاء عن المنتجات.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم منهجية ستة سيجما في تحسين كفاءة العمليات التشغيلية.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد منهجية ستة سيجما في تقليل تكاليف الجودة الناتجة عن الأخطاء والعيوب.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم منهجية ستة سيجما في تعزيز التحسين المستمر داخل المنشأة.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	حققت المنشأة انخفاضًا ملحوظًا في معدلات العيوب نتيجة تطبيق ستة سيجما.
أوافق بشدة	أوافق	لا أوافق ولا أرفض	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يسهم تطبيق منهجية ستة سيجما بشكل عام في تحسين الجودة وتقليل معدلات العيوب في المنشأة.

- <https://forms.gle/g3ZZh1Ztrhm7Dird9>

أدوات البحث:

م	أداة البحث	الهدف من استخدامها	عدد الفقرات	طريقة القياس
1	الاستبيان المغلق (مقياس ليكرت الخماسي)	قياس مستوى تطبيق منهجية ستة سيجما داخل المنشآت الصناعية (DMAIC)، التحسين المستمر، إدارة الجودة	5	ليكرت الخماسي
2	الاستبيان المغلق (مقياس ليكرت الخماسي)	قياس استخدام الأدوات الإحصائية في تحليل العمليات وتحديد أسباب العيوب	5	ليكرت الخماسي
3	الاستبيان المغلق (مقياس ليكرت الخماسي)	قياس كفاءة العمليات الإنتاجية وتقليل الهدر والأخطاء في الإنتاج	5	ليكرت الخماسي
4	الاستبيان المغلق (مقياس ليكرت الخماسي)	قياس معدل العيوب والجودة النهائية للمنتج بعد تطبيق ستة سيجما	5	ليكرت الخماسي
5	الاستبيان المغلق (مقياس ليكرت الخماسي)	قياس التحسن في رضا العملاء والأداء التنافسي للمؤسسات الصناعية	5	ليكرت الخماسي

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

1. الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة. (2022). تقرير حالة الجودة في المملكة العربية السعودية. الرياض: الهيئة.
2. الغامدي، محمد بن سعد. (2020). تطبيق إدارة الجودة الشاملة في المنشآت الصناعية السعودية. مجلة الإدارة العامة، 35(2)، 45-68.
3. السبيعي، خالد بن عبدالله. (2019). معوقات تطبيق منهجية ستة سيجما في القطاع الصناعي الخليجي. مجلة العلوم الإدارية، 28(4)، 112-130.
4. الزهراني، فهد بن ناصر. (2021). أثر تحسين العمليات على خفض التكاليف في المصانع الوطنية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود.
5. العتيبي، سعود. (2018). الجودة التنافسية ورؤية 2030. جدة: دار المنهج.
6. القحطاني، أحمد. (2020). إدارة العمليات والإنتاج. الرياض: دار المريخ.
7. المطيري، نورة. (2019). دور القيادة في نجاح مشاريع الجودة. مجلة جامعة أم القرى للعلوم الإدارية، 11(1)، 22-40.
8. باوزير، ياسر. (2017). مدخل إلى ستة سيجما. الإسكندرية: دار الوفاء.
9. حسن، إبراهيم. (2016). إدارة الجودة الشاملة: مفاهيم وتطبيقات. القاهرة: دار الفكر العربي.
10. خليفة، أحمد. (2015). التميز المؤسسي ومنهجية DMAIC. دبي: مركز دبي للجودة.
11. رشيد، محمود. (2018). قياس أداء العمليات الصناعية. عمان: دار صفاء.
12. عبد الرحمن، طارق. (2021). التحول الصناعي في المملكة. الرياض: مركز الملك عبدالله المالي.
13. علي، سمير. (2017). إحصاءات الجودة وضبط العمليات. بيروت: دار الكتب العلمية.
14. فاروق، محمد. (2019). استراتيجيات تقليل الهدر في التصنيع. القاهرة: دار النهضة العربية.
15. محمود، عادل. (2020). تطبيقات ستة سيجما في الخدمات والصناعة. الإسكندرية: المنشأة الجامعية.

1. Antony, J. (2006). Six Sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, 12(2), 234-248.
2. Albliwi, S., Antony, J., Arshed, N., & Ghadge, A. (2017). Implementation of Lean Six Sigma in Saudi Arabian organizations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(4), 508-529.
3. Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. Doubleday.
4. Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. McGraw-Hill.
5. Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma Handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
6. Snee, R. D. (2004). Six Sigma: The evolution of 100 years of business improvement methodology. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 1(1), 4-20.
7. George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill.
8. Kumar, M., Antony, J., Singh, R. K., Tiwari, M. K., & Perry, D. (2006). Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME. *Production Planning & Control*, 17(4), 407-423.
9. Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.). Wiley.
10. Breyfogle, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. Wiley.