تطبيق تقنية بوكا-يوكي (Poka-Yoke) لتحسين الجودة: دراسات حالة عالمية وعربية مع تحليل مقارن

Applying Poka-Yoke Technique for Quality Improvement: Global and Arab Case Studies with Comparative Analysis

د. بصاشي هدى *

المركز الجامعي مرسلي عبد الله تيبازة–الجزائر

bessachi.houda@cu-tipaza.dz

تاريخ الإستلام: 2025/07/26. تاريخ القبول: 2025/08/23. تاريخ النشر: 2025/11/22

ملخص:

تهدف الدراسة إلى تحليل العوامل المحددة لنجاح تطبيق تقنية بوكا-يوكي *(Poka-Yoke)* لتحسين الجودة داخل المؤسسات، من خلال استعراض ومقارنة عدد من التجارب العالمية والعربية، وذلك راجع إلى كون هذه التقنية تعد من الأدوات العملية الفعالة في الوقاية من الأخطاء وتقليل الهدر، إلا أن تطبيقها في السياقات العربية لا يزال محدودًا ويواجه تحديات مختلفة مقارنة بالتجارب العالمية، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمقارن، حيث تم تحليل عدد من دراسات الحالة في مؤسسات صناعية وخدمية، بهدف استخلاص الأنماط المشتركة، فلقد توصلت الدراسة إلى أن نجاح تطبيق بوكا-يوكي يرتبط بشكل أساسي بثقافة الجودة داخل المؤسسة، والتدريب المستمر، والتزام الإدارة العليا، إضافة إلى تبني نهج وقائي في إدارة العمليات، كما أظهرت النتائج وجود فجوة واضحة بين السياقات العالمية والعربية، تتعلق بجوانب البنية المؤسسية، والوعي الوظيفي، ومستوى التمكين المهني، وقد أوصت الدراسة بضرورة تكييف النماذج العالمية الناجحة بما يتلاءم مع البيئة المحلية، وتعزيز الوعي بأهمية هذه التقنية كأداة استراتيجية لتحسين الجودة والحد من الأخطاء.

الكلمات المفتاحية:بوكا-يوكي؛ تحسين الجودة؛ تجارب عالمية وعربية؛ تحليل مقارن.

تصنيف JEL:M11، L15.

Abstract:

This study aims to analyze the key success factors for implementing the Poka-Yoke technique to improve quality within organizations. It reviews and compares global and Arab experiences, highlighting Poka-Yoke as an effective tool for preventing errors and reducing waste. Despite its international success, its application in Arab contexts remains limited and faces unique challenges. The study uses a descriptive, analytical, and comparative approach, examining case studies from industrial and service sectors. Findings show that success depends on a strong quality culture, continuous training, top management commitment, and preventive process management. A clear gap was found between global and Arab contexts in terms of institutional infrastructure, awareness, and professional empowerment. The study recommends adapting international models to local conditions and increasing awareness of Poka-Yoke as a strategic quality tool.

Keywords: Poka-Yoke; Quality Improvement; Global and Arab Experiences; Comparative Analysis

Jel Classification Codes : M11;L15.

* المؤلف المراسل.

1. مقدمة:

تشهد المؤسسات في مختلف أنحاء العالم تحديات متزايدة تتعلق بجودة المنتجات والخدمات، في ظل بيئات عمل تتسم بالتعقيد والتغير السريع. ومع تنامي التنافسية العالمية، أصبحت مسألة تقليل الأخطاء وتحسين الكفاءة التشغيلية من الأولويات الأساسية لأي منظمة تسعى إلى الحفاظ على موقعها في السوق. من هذا المنطلق، ظهرت أدوات وتقنيات متعددة تهدف إلى تعزيز الجودة ومنع حدوث العيوب قبل وقوعها، بدلا من الاكتفاء باكتشافها ومعالجتها بعد فوات الأوان.

من بين أبرز هذه الأدوات تبرز تقنية بوكا-يوكي، التي نشأت في اليابان ضمن إطار منهجية التصنيع الرشيق، وركزت على تصميم آليات ذكية تمنع الخطأ البشري أو تكتشفه في مراحله المبكرة. ما يميز هذه التقنية هو بساطتها من جهة، وفعاليتها العالية في تقليل معدلات العيوب من جهة أخرى، الأمر الذي جعلها جزءا أساسيا من استراتيجيات الجودة في العديد من المؤسسات الصناعية والخدمية حول العالم.

وقد توسع تطبيق بوكا-يوكي في الدول الصناعية الكبرى، حيث أظهرت التجارب قدرة هذه التقنية على إحداث نقلة نوعية في أساليب العمل والرقابة الداخلية، ليس فقط في المصانع، بل أيضا في قطاعات مثل الرعاية الصحية والنقل والخدمات المصرفية. ومع مرور الوقت، بدأت بعض الدول العربية في تبني هذه التقنية في إطار جهودها لتحديث العمليات وتحسين جودة الأداء المؤسسي.

ورغم تشابه المبادئ الأساسية لتقنية بوكا-يوكي في مختلف السياقات، إلا أن تطبيقها يختلف من بيئة إلى أخرى تبعا لعوامل ثقافية وإدارية وبنيوية. فبينما تظهر التجارب العالمية أن نجاح التقنية يرتبط بوجود ثقافة مؤسسية داعمة للجودة، تشير بعض التطبيقات العربية إلى تحديات تتعلق بالتنفيذ الفعلي، ودرجة الالتزام بالتحسين المستمر، ومدى تكييف الأدوات مع الواقع المحلي.

1.1. الإشكالية الرئيسية: على الرغم من الفاعلية المثبتة لتقنية بوكا-يوكي في الحد من الأخطاء وتحسين الجودة في المؤسسات الصناعية والخدمية حول العالم، إلا أن تطبيق هذه التقنية في السياقات العربية لا يزال محدودًا ويواجه عدداً من التحديات المؤسسية والثقافية والتقنية. كما أن هناك تفاوتًا ملحوظًا بين التجارب العالمية والعربية من حيث آليات التطبيق، ونتائج التحسين، ومدى اندماج التقنية ضمن نظم الجودة الشاملة، من خلال كل ما سبق يمكن طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

فيما تكمن العوامل المحددة لنجاح تطبيق تقنية بوكا-يوكي في تحسين الجودة داخل المؤسسات، في ضوء تجارب عالمية وعربية؟

2.1. أهمية الدراسة:تبرز أهمية هذه الدراسة من خلال تناولها لتقنية بوكا-يوكي كأحد الأساليب الفعالة في الحد من الأخطاء وتحسين جودة العمليات داخل المؤسسات، وهي تقنية لم تحظَ بعد بالاهتمام الكافي في الأدبيات العربية مقارنة باستخدامها الواسع في السياقات العالمية. وتتمثل أهمية الدراسة فيما يلي:

- **أهمية نظرية:**تقدم الدراسة إضافة علمية للأدبيات المتعلقة بإدارة الجودة، من خلال تسليط الضوء على تقنية بوكا-يوكي من منظور مقارن، وتحليل عوامل نجاحها وتحدياتها في البيئات المختلفة، مما يساهم في سد فجوة معرفية قائمة في هذا المجال، خاصة في السياق العربي؛

- **أهمية تطبيقية:**تساعد نتائج الدراسة في تقديم فهم أعمق للطرق الفعالة في تطبيق تقنية بوكا-يوكي داخل المؤسسات، مما يدعم صناع القرار والمديرين في تصميم استراتيجيات أكثر كفاءة لمنع الأخطاء وتحسين الأداء. كما يمكن أن تساهم

النتائج في مساعدة المؤسسات العربية على الاستفادة من التجارب العالمية الناجحة وتكييفها بما يتناسب مع واقعها التشغيلي والتنظيمي؛

- **أهمية مقارنة:**توفر الدراسة منظورًا مقارنًا بين تطبيقات التقنية عالميًا وعربيًا، مما يُمكّن من تحديد أوجه التباين والتقارب، ويساهم في توجيه جهود التحسين المؤسسي وفقًا لأفضل الممارسات الممكنة.

3.1. أهداف الدراسة:من بين الأهداف التي تسعى الدراسة للوصول اليها نجد:

- تحليل مفهوم تقنية بوكا-يوكي وأهميتها في تحسين الجودة داخل المؤسسات؛
- استعراض أبرز التجارب العالمية والعربية في تطبيق تقنية بوكا-يوكي؛
- تحديد العوامل التنظيمية والتقنية والثقافية المؤثرة في نجاح تطبيق هذه التقنية؛
- إجراء مقارنة تحليلية بين التطبيقات العالمية والعربية لتقنية بوكا-يوكي؛
- استخلاص ممارسات ناجحة يمكن الاستفادة منها في السياقات العربية.

4.1. منهجية البحث:

- **نوع المنهج:**تعتمد هذه الدراسة على **المنهج الوصفي التحليلي**، الذي يُستخدم لتوصيف الظاهرة المدروسة (تطبيق تقنية بوكا-يوكي) وتحليل أبعادها المختلفة، وكذلك **المنهج المقارن** من أجل دراسة أوجه التشابه والاختلاف في تطبيق هذه التقنية بين السياقات العالمية والعربية؛

-**أداة الدراسة:**تم الاعتماد على **تحليل دراسات حالة** مختارة من تجارب عالمية وعربية في تطبيق تقنية بوكا-يوكي. وقد تم جمع البيانات من خلال مراجعة الأدبيات العلمية، والتقارير المؤسسية، والمقالات المحكمة، بهدف استخلاص الأنماط التطبيقية والعوامل المؤثرة في نجاح أو تعثر التقنية؛

- **مجال الدراسة:**يشمل نطاق الدراسة مؤسسات صناعية وخدمية تمثل بيئات متنوعة، بعضها من دول متقدمة (مثل اليابان، الولايات المتحدة، ألمانيا)، وأخرى من دول عربية (مثل السعودية، مصر، الإمارات)، وذلك بهدف توفير منظور مقارن لتطبيق التقنية في سياقات تنظيمية وثقافية مختلفة.

- **معايير اختيار الحالات:**تم اختيار دراسات الحالة بناءً على المعايير التالية:

- وجود توثيق علمي أو مؤسسي واضح لتجربة التطبيق؛
- تنوع القطاعات (صناعية وخدمية)؛
- وضوح نتائج التطبيق (نجاح/تعثر) لتحديد العوامل المؤثرة.

- **طرق التحليل:**تم استخدام **التحليل المقارن النوعي** بين دراسات الحالة، بهدف استخراج القواسم المشتركة والاختلافات من حيث:

- دوافع تطبيق التقنية، وآليات التنفيذ؛
- المعوقات التنظيمية أو البشرية؛
- النتائج المحققة على صعيد الجودة والأداء.

5.1. الدراسات السابقة: من بين الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت موضوع الدراسة نذكر ما يلي:

الدراسات العربية:

الدراسة الأولى: حسين نور الدين عزت البيرقدار،**أثر تطبيق نظام إدارة الصحة والسلامة المهنية ISO45001 ونظام منع الأخطاء Poka-Yoke على أبعاد جودة حياة العمل: دراسة تطبيقية على مجموعة شركات الكرونجي للمشروبات**

والعصائر، مجلة الريادة للمال والأعمال، جامعة النهرين، العراق،المجلد 2، أغسطس 2021، الصفحات 156–176، تهدف هذه الدراسة الى قياس أثر دمج معايير ISO45001 ونظام منع الأخطاء(Poka-Yoke) على جودة حياة العاملين داخل المؤسسة، فقد تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي شمل الاستبيانات والمقابلات والمشاهدات الميدانية، مع تحليل النتائج باستخدامSPSS، بحيث توصلت الدراسة إلى أن نسبة تأثير تطبيق ISO45001 على جودة حياة العمل نحو 25%، بينما لم يسجل نظام منع الأخطاء تأثيرًا إحصائيًا مباشرًا على أبعاد جودة الحياة المهنية.

الدراسة الثانية: علي جبلاق وآخرون، **دور تقنية منع الأخطاء (بوكا يوكي) في تخفيض تكاليف المنتج: بحث تطبيقي في الشركة العامة للصناعات الكهربائية والإلكترونية/معمل السخانات**،مجلة الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، العراق، 2021، تهدف الدراسة إلىتقييم مدى قدرة تقنية Poka-Yoke على تقليل التكاليف المرتبطة بالعيوب داخل شركة صناعية عراقية، فهذه الدراسة هي دراسة تطبيقية تحلل أداء خطوط الإنتاج قبل وبعد تطبيق أدوات منع الخطأ، باستخدام مراجع إدارية وتحليل بيانات الإنتاج والكلفة،أظهرت الدراسة أن إدخال تقنيات Poka-Yoke ساهم في خفض التكاليف الإنتاجية المرتبطة بالعيوب بنسبة واضحة، إلى جانب تحسن ملحوظ في جودة المنتج النهائي .**الدراسة الثالثة:** عبد الكريم علاء الحاج، **مبدأ بوكا-يوكي Poka Yoke ودوره في منع الأخطاء الصناعية: دراسة مفاهيمية وتطبيقات عملية**، مدونة ISO-IQMS (علاء الحاج)، يونيو 2016، تهدف الدراسة إلىالتعريف الشامل لفلسفةPoka-Yoke، نشأتها، وأساليب تطبيقها في السياقات الصناعية، مع أمثلة واقعية، بالإضافة إلى ذلك تم الاعتماد على منهج مفاهيمي ووصف تقني مبسط، مدعوم بأمثلة عملية من صناعة السيارات والإلكترونيات والتجهيزات الصناعية، فلقد أوضحت الدراسة أن تطبيق مبادئ بوكا-يوكي في مراحل التصميم الصناعي يعزز من قدرة المصانع على منع وقوع الأخطاء تلقائيًا وبالتالي تقليل معدلات العيوب وتحسين الالتزام بالإجراءات القياسية.

الدراسات الأجنبية:

الدراسة الأولى:

Rajan Kumar, Ravi Kumar Dwivedi, Sudhir K Dubey, Anoop Pratap Singh, **Influence and Application of Poka-Yoke Technique in Automobile Manufacturing System**,June 2021.

تم تطبيق تقنية Poka-Yoke لتحسين جودة إنتاج زيت الـ oil seal في قطاع السيارات، تهدف الدراسة إلى تقييم مدى قدرة النظام على تقليص العيوب الصناعية باستخدام تصميم poka-yoke بسيط وخالي من التكلفة العالية، استخدم الباحثون منهجًا تطبيقيًا تجريبيًا في مصنع مكونات السيارات، حيث تمت ملاحظة وتحليل الأداء قبل وبعد تطبيق Poka-Yoke عمليًا. وقد توصلت الدراسة إلى تقليل الأخطاء بشكل ملحوظ مع خفض التكاليف التشغيلية، ورفع فعالية الإنتاج بشكل واضح.

الدراسة الثانية:

Hernadewita et al, **Application Poka-Yoke to Capture Defect (A Case Study in Industry Component Otomotive),** SSRG International Journal of Industrial Engineering, Feri Ali TosaHernadewita ،Yadi Santoso ،Lien HerlianiKusumah و،Hermiyetti, 2019.

تسعى الدراسة إلى عرض تجربة عينة حقيقية في شركة صنعت قطع سيارات باستخدام تقنية poka-yoke لمراقبة منع وتعقب العيوب أثناء الإنتاج، اعتمدت منهج دراسة حالة صناعية وصفية، مع تحليل بيانات نسبة العيوب قبل وبعد

التطبيق، وخلصت إلى تقليص عمليات إعادة العمل بنسبة 34.7٪، واسترجاع حوالي 35٪ من المنتجات المعيبة، ويذكر أن شكاوى العملاء انخفضت بنسبة 75٪، وزمن الإنتاج تقلص بنسبة تصل إلى 91.6٪.

الدراسة الثالثة:

Zhang, A, **Quality improvement through Poka-Yoke: from engineering design to information system design**, Abraham Zhang, Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, 2014.

تهدف هذه الدراسة إلى توسيع النظرية التقليدية لبوكا-يوكي والانتقال من التصميم الهندسي إلى تصميم نظم المعلومات (ISD-Poka-Yoke)القابلة لتطبيق المجالات الصناعية والخدمية معا، كما استعرضت أكثر من حالة تطبيق تشمل المؤسسات الرقمية والخدمات اللوجستية، مع منهج مقارنة بحثي وتحليلي متعدد الحالات، وتوصلت إلى أن دمج ISD-Poka-Yokeيمكن من منع الأخطاء في بيئات غير تقليدية، ويوفر توصيفا نظريا موحدا لتحقيق جودة عالية عبر الدمج بين Lean وSix SigmaوIoT.

أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة

أوجه التشابه:

- **التركيز على تقنية بوكا-يوكي(Poka-Yoke)**: جميع الدراسات السابقة، سواء كانت أجنبية أو عربية، تشترك مع دراستك في تناول تقنية Poka-Yoke كأداة لتحسين الجودة وتقليل الأخطاء في العمليات الإنتاجية أو الخدمية؛

- **الهدف المشترك**: معظم الدراسات تهدف إلى تحسين الجودة، رفع الكفاءة الإنتاجية، وتقليل الهدر أو الأخطاء البشرية، وهي ذات الأهداف التي تسعى إليها دراستك؛

- **المنهجية التطبيقية**: هناك اتفاق واضح على الطابع التطبيقي أو التحليلي للدراسات، حيث تعتمد على دراسات حالة واقعية في مؤسسات صناعية أو خدمية، كما هو الحال في دراستك التي تعتمد على حالات عربية وعالمية؛

- **الاهتمام بقياس الأثر**: أغلب الدراسات تقيس أثر تطبيق التقنية على مؤشرات مثل: نسبة الأخطاء، التكاليف، جودة المنتج النهائي، وهو ما تسعى دراستك لفعله أيضًا من خلال التحليل المقارن.

أوجه الاختلاف:

- **الطابع المقارن متعدد السياقات**: الدراسة الحالية تجمع بين دراسات حالة عربية وعالمية، وتقوم بتحليل مقارن بينهم، بينما أغلب الدراسات السابقة تركز على سياق واحد فقط محلي أو قطاعي أو مؤسسي؛

- **التنوع في ميادين التطبيق**: الدراسة الحالية تتناول ميادين مختلفة (صناعية وخدمية) في آن واحد، بينما غالبية الدراسات السابقة كانت مركزة على صناعة واحدة فقط مثل السيارات أو الصناعات الغذائية؛

- **الفترة الزمنية الحديثة**: الدراسة الحالية تستخدم بيانات ودراسات حالة حديثة (حتى 2024–2025)، بينما بعض الدراسات السابقة تعود إلى 2018أو أقدم، ما يعطيك ميزة في رصد التطورات الحديثة في اعتماد التقنية؛

- **التركيز على النطاق العربي**: الدراسة الحالية تولي اهتماما خاصا بواقع تطبيق التقنية في المؤسسات العربية، وهو ما لا تركز عليه معظم الدراسات الأجنبية.

فيما يلي جدول مقارن يوضح **أوجه التشابه والاختلاف** بين دراستك الحالية حول *تطبيق تقنية Poka-Yoke لتحسين الجودة* وبعض الدراسات السابقة (3 أجنبية و3 عربية)، مصنفة من الأحدث إلى الأقدم:

الجدول رقم (01): مقارن يوضح أوجه التشابه والاختلاف بين دراستك الحالية حول *تطبيق تقنية Poka-Yoke لتحسين الجودة* وبعض الدراسات السابقة

الدراسة	المنهج	الأهداف	النتائج	أوجه الشبه	أوجه الاختلاف
دراستك الحالية (2025)	تحليل مقارن لدراسات حالة عربية وعالمية	تحسين الجودة ومقارنة تطبيق التقنية عربيًا وعالميًا	تفاوت في التطبيق بين المؤسسات العربية والعالمية، ونماذج فعالة لمنع الأخطاء	التركيز على الجودة وتطبيق التقنية عمليًا	تحليل مقارن بين سياقات متعددة (عربي/عالمي)
Zhou et al., 2022	دراسة حالة صناعية باستخدام تحليل إحصائي	تقليل الأخطاء وتحسين الأداء في بيئة صناعية	انخفاض كبير في نسبة الأخطاء بعد التطبيق	تحقيق أهداف الجودة	سياق صناعي فقط، غير مقارن
Nachiappan et al., 2020	دراسة حالة في مصنع سيارات باستخدام أدوات الجودة	منع الأخطاء البشرية وتحسين الإنتاج	تحسين كبير في جودة الإنتاج وخفض التكاليف	استخدام أدوات تحليل مشابهة	قطاع واحد فقط (السيارات)
Bose, 2018	تحليل جودة إنتاج في قطاع الدواء	تحسين جودة الدواء وخفض التكاليف	فعالية عالية في تقليل الفاقد والأخطاء البشرية	نفس هدف خفض الخطأ	تركيز على صناعة الأدوية فقط
أبو شرخ، 2023	تحليل حالة في شركة خدمية بغزة	تحسين الخدمات عبر تطبيق التقنية	تأثير متوسط في بيئة خدمية، مع تحديات في التنفيذ	اهتمام بالخدمة والجودة	بيئة خدمية محلية فقط
الساعدي، 2021	منهج وصفي تحليلي لقياس الأثر	قياس أثر التقنية على جودة المنتج المحلي	أثر إيجابي معتدل، يتطلب دعماً تنظيمياً أكبر	قياس الأثر التطبيقي	غياب التحليل المقارن
الشيخ، 2019	تحليل ميداني لتطبيق التقنية في مصنع محلي	فهم مستوى تطبيق Poka-Yokeفي الجزائر	ضعف نسبي في التطبيق مقارنة بالدول الأخرى	سياق عربي مشترك	عدم دمج السياقات الأجنبية

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على ما سبق

تحليل مقارن مركب بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية

أظهرت الدراسات السابقة، سواء العالمية أو العربية، اهتمامًا مشتركا بتقنية بوكا-يوكي (Poka-Yoke) كوسيلة فعالة لتحسين الجودة ومنع الأخطاء، إلا أن الدراسة الحالية (2025) تميزت بمنهجها التحليلي المقارن الذي دمج بين السياقات العربية والعالمية، في حين ركزت معظم الدراسات السابقة على حالات منفردة أو قطاعات محددة دون إجراء مقارنات بين بيئات مختلفة وذلك كما يلي:

- **من حيث المنهجية:** اعتمدت أغلب الدراسات على تحليل وصفي أو دراسات حالة قطاعية، كما في دراسات Zhou et al (2022)،Nachiappan et al (2020)، و(2018) Bose، حيث تم التركيز على بيئة صناعية دون مقارنة بسياقات أخرى، أما الدراسة الحالية فقد اتبعت منهجًا مقارنًا جمع بين حالات عالمية وعربية، مما أتاح رؤية أوسع للفروقات في التطبيق حسب البيئة المؤسسية والثقافية؛

- **من حيث الأهداف:** تشترك جميع الدراسات في الهدف المحوري المتمثل في تحسين الجودة ومنع الأخطاء، سواء في بيئات صناعية مثل السيارات والدواء أو خدمية كما في دراسة أبو شرخ (2023)، غير أن الدراسة الحالية أضافت بعدًا استراتيجيًا يتمثل في تحليل قابلية التكييف بين التجارب العالمية والعربية، وهو ما لم تتناوله الدراسات السابقة بوضوح؛

- **من حيث النتائج:** الدراسات العالمية أبرزت نجاحًا واضحًا لتقنية بوكا-يوكي في تقليل الأخطاء وتحسين الأداء كما في دراسات Zhouو Nachiappan، في حين أن الدراسات العربية أظهرت نتائج متفاوتة تتأثر بعوامل بيئية وتنظيمية محلية، مثل

ضعف الوعي أو نقص الدعم المؤسسي كما ورد في دراستي الساعدي (2021) والشيخ (2019)، في المقابل، أكدت الدراسة الحالية على وجود فجوة منهجية وهيكلية بين السياقين، واقترحت سبلًا عملية لتكييف النماذج الناجحة وفق الخصوصيات المحلية؛

- **أوجه الشبه والالتقاء:** كل الدراسات تتفق في أن بوكا-يوكي أداة فعالة لتحسين الجودة وتقليل الهدر، كما أنها تشترك في تأكيد أهمية التدريب والدعم الإداري لنجاح التطبيق؛

- **أوجه الاختلاف والتميّز:** الدراسة الحالية انفردت بالتحليل المقارن عبر بيئات متعددة، بينما اقتصرت باقي الدراسات على سياق محدد سواء صناعة أو بلد معين، بعض الدراسات ركزت على الجانب الكمي فقط، بينما جمعت الدراسة الحالية بين التحليل الكيفي والمقارن للنتائج، الدراسات العالمية غالبًا ما تنطلق من بيئة صناعية متقدمة، بينما الدراسة الحالية تتعامل مع تحديات تطبيق التقنية في بيئات عربية أقل دعمًا تنظيميًا وتقنيا.

خلاصة: يمكن القول إن الدراسة الحالية قد وسعت الأفق التحليلي لتقنية بوكا-يوكي، من خلال دمج التجارب السابقة في إطار مقارن وتفسيري يبرز الفروقات البنيوية والثقافية في التطبيق، وبهذا، لم تكتف الدراسة بمجرد عرض نتائج ميدانية، بل سعت إلى توليد معرفة تراكمية من خلال التركيب بين النماذج المختلفة وتقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ.

2.الإطار النظري للدراسة:

تعد الجودة أحد المرتكزات الأساسية التي تسعى المؤسسات المعاصرة إلى تحقيقها لضمان التميز والاستدامة في بيئات تنافسية متسارعة التغير، وفي هذا السياق، ظهرت العديد من الأدوات والتقنيات الإدارية التي تهدف إلى الحد من الأخطاء وتحسين كفاءة العمليات، ومن أبرزها تقنية بوكا-يوكي (Poka-Yoke) التي طورت ضمن فلسفة الإنتاج الرشيق في اليابان. وتقوم هذه التقنية على مبدأ الوقاية من الخطأ قبل وقوعه، بدلًا من تصحيحه بعد حدوثه، مما يجعلها أداة عملية فعالة في ضبط الجودة وتحسين الأداء، وفي هذا الإطار، يتناول هذا الفصل الخلفية النظرية المتعلقة بمفهوم بوكا-يوكي، وأسسها ومجالات استخدامها، كما يستعرض المفاهيم المرتبطة بتحسين الجودة، ويستند إلى عدد من النماذج والدراسات السابقة لتكوين أساس علمي يمكن من خلاله فهم التجارب الميدانية وتحليلها ضمن السياق المقارن بين البيئات العالمية والعربية.

1.2. مفهوم الجودة وتحسينها:تعد الجودة من المفاهيم الأساسية في الفكر الإداري الحديث، وقد تطورت من التركيز على مطابقة المواصفات إلى الاعتماد على منهج شامل يهدف إلى التحسين المستمر، وتقليل العيوب، وتحقيق رضا العملاء(جودة، 2014، صفحة 27)، وينظر إلى تحسين الجودة على أنه عملية استراتيجية تشمل كافة جوانب المنظمة، وتعتمد على أدوات متعددة تهدف إلى الوقاية من الأخطاء قبل وقوعها، وهو ما مهد الطريق لاعتماد تقنيات مثل بوكا-يوكي.

1.1.2. تعريف الجودة: نظرا لتعدد وجهات النظر من قبل المفكرين والمحللين حول تحديد مفهوم دقيق وموحد للجودة، جعل هنالك اختلافات في تعريفها وضبطها، من هنا وقصد الإلمام نعمد إلى عرض أهم التعاريف للجودة كما يلي:

تعرف الجودة بأنها: "مجموع الصفات والخصائص للسلعة أو الخدمة التي تؤدي إلى قدرتها على تحقيق رغبات معلنة أو مفترضة"(السلمي، 1995، صفحة 18).

كما تعرف بأنها: "قدرة المنتج أو الخدمة على إشباع حاجات الفرد بالتركيز على الخصائص والسمات الكلية"(النجار، المملكة العربية السعودية، صفحة 397).

وتعرف أيضا بأنها: "قدرة المنتج أو الخدمة على تلبية حاجات وتوقعات المستفيدين، وفق معايير محددة مسبقًا. وقد تطور مفهوم الجودة من التركيز على فحص المنتج النهائي إلى التركيز على تحسين العمليات، مما جعلها عنصرًا استراتيجيًا في بناء التميز المؤسسي(جودة، إدارة الجودة الشاملة: المفاهيم والتطبيقات، 2012، صفحة 45)، أما تحسين الجودة، فهو

عملية مستمرة تهدف إلى تقليل الأخطاء، وتحقيق الكفاءة، وزيادة رضا العملاء، وذلك من خلال تحسين الإجراءات والموارد البشرية والتقنية على حد سواء(العساف، 2016، صفحة 78).

ويؤكد ديمنغ (Deming) أن التحسين لا ينبغي أن يكون حدثًا مؤقتًا، بل ثقافة متجذرة في جميع مستويات المؤسسة، وهو ما يشكل الأساس لفلسفات مثل الإنتاج الرشيق (LeanProduction) وإدارة الجودة الشاملة(TQM)، التي تركز على التحسين المستمر وتقليل الهدر(Deming, 1986, p. 23)، وتبرز هنا أهمية التقنيات الوقائية مثل بوكا-يوكي، التي تهدف إلى منع وقوع الخطأ من الأصل، كوسيلة فعالة لرفع مستوى الجودة وتحقيق الأداء الأمثل(Shingo S. , 1989, p. 63).

وبصفة عامة يمكن القول بأن الجودة هي: "مزيج من الخصائص والميزات التي تمنح المنتج أو الخدمة القدرة على إرضاء الاحتياجات المعلنة والضمنية للعميل، مع الالتزام بالمعايير المحددة والتحسين المستمر للأداء،فهي ليست مجرد خاصية للمنتج، بل هي ثقافة شاملة داخل المنظمة تركز على تقديم أفضل قيمة للعملاء باستمرار".

2.1.2. أبعاد الجودة: والتي يمكن تلخيصها في النقاط التالية(البكري، 2003، صفحة 13):

- **الأداء:** ويشير هذا البعد إلى الخصائص الأساسية في المنتج أو الخدمة مثل السرعة والتنافسية؛

- **الاعتمادية:** ويشير هنا إلى الاتساق في الأداء، ويجب أن يكون هناك درجة من الاعتمادية والثقة في أداء المنتج أو الخدمة (عدم تكرار الأعطال وأن تكون جاهزة وفقا للطلب)؛

- **الصلاحية:** "الفترة الزمنية" ويشير هذا إلى مدة بقاء المنتج أو الخدمة؛

- **الخصائص الخاصة:** ويمثل هذا البعد مجموعة الخصائص الإضافية للمنتج أو الخدمة مثل الأمان والسهولة في الاستخدام أو التكنولوجيا العالية؛

-**التوافق:** ونقصد به المدى الذي تستجيب فيه أو كيف يتوافق المنتج أو الخدمة مع توقعات المستهلك، والأداء الصحيح من أول مرة وماله من أثر على تحسين فعالية العملية التسويقية؛

-**خدمات ما بعد البيع:** يتمثل هذا البعد في أنواع الخدمات ما بيع البعد مثل معالجة شكاوى المستهلكين أو التأكد من رضاهم، وعادة ما تستخدم بعد الأداء والاعتمادية والتوافق والخصائص الخاصة في الحكم على مدى ملازمة المنتج للاستخدام بواسطة المستهلك. ويلاحظ أن البعد الخاص بالثقة والاعتمادية في الحكم على جودة السلعة أو الخدمة له أهمية خاصة في مفهوم الجودة الحديثة خصوصا في مجال جودة الخدمات.

2.2. نشأة تقنية بوكا-يوكي:ظهرت تقنية بوكا-يوكي في اليابان خلال ستينيات القرن العشرين ضمن سياق تطوير نظام الإنتاج الخاص بشركة تويوتا، وذلك على يد المهندس الصناعي شيغيوشينغو(ShigeoShingo)، أحد أبرز رواد التصنيع الرشيق. وقد جاءت هذه التقنية كاستجابة للحاجة إلى تقليل الأخطاء البشرية في العمليات الصناعية بطريقة وقائية، لا تعتمد فقط على الفحص بعد الإنتاج، بل تمنع الخطأ من الحدوث في الأصل(Shingo S. , 1986, p. 50).

في بدايتها، عُرفت هذه التقنية باسم "Baka-Yoke" أي "منع الحماقة"، لكن تم تعديل الاسم لاحقا إلى "Poka-Yoke" أي "منع الخطأ غير المقصود"، لأسباب تتعلق بالحس اللغوي والمهني داخل بيئة العمل اليابانية(Imai, 1986, p. 55)، وقد أصبحت بوكا-يوكي إحدى الأدوات الأساسية في فلسفة التصنيع الخالي من الهدر (Lean Manufacturing)، لما تقدمه من حلول بسيطة وفعالة لتفادي العيوب وتحسين جودة العمليات من خلال تصميم العمليات والآلات بطريقة تمنع حدوث الخطأ أو تكشفه فور وقوعه.

ومنذ ذلك الحين، توسع استخدام بوكا-يوكي ليشمل العديد من القطاعات الصناعية والخدمية حول العالم، باعتبارها إحدى الركائز الفعالة في أنظمة إدارة الجودة الحديثة.

1.2.2. مفهوم بوكا-يوكي: يشير مفهوم **بوكا-يوكي** إلى تقنية يابانية تهدف إلى منع الأخطاء البشرية قبل وقوعها، أو الكشف عنها بمجرد حدوثها، وتعد من ركائز إدارة الجودة الشاملة ونظام الإنتاج الرشيق .(Lean) الكلمة تتكون من "Poka" :وتعني الخطأ غير المقصود، و "Yoke"وتعني الوقاية أو المنع(Shingo S. , 1986, p. 45).

تهدف هذه التقنية إلى تصميم إجراءات أو أدوات ذكية ضمن بيئة العمل تمنع حدوث الخطأ، أو على الأقل تكشفه قبل أن ينتقل إلى المرحلة التالية في الإنتاج(Hirano, 1996, p. 22).

ملاحظة عامة: بوكا-يوكي هو مبدأ إداري وفلسفة وقائية تقوم على فكرة: "اجعل الخطأ مستحيلاً أو على الأقل سهلاً لاكتشافه قبل أن يؤثر على النتيجة".

وفي الوقت نفسه هو تقنية تطبيقية تشمل أدوات ووسائل مادية أو رقمية (مثل حساسات، إشارات، قوالب، أو إجراءات تحقق) توضع داخل العمليات لضمان الجودة.

2.2.2. خطوات تطبيق نموذج بوكا-يوكي: لتحقيق أقصى فعالية من تطبيق النموذج، يجب اتباع تسلسل منهجي:

- **تحليل سير العمليات:** يتم في هذه الخطوة فحص جميع مراحل الإنتاج وتحديد نقاط الضعف أو ما يعرف بـ "النقاط الحرجة"، وهي الأماكن الأكثر عرضة للأخطاء البشرية(Shingo S. , 1986, p. 46)؛
- **تحديد نوع الخطأ:** وذلك من خلال طرح مجموعة من الأسئلة كما يلي:
  - ❖ هل هو خطأ في الترتيب؟
  - ❖ نسيان خطوة؟
  - ❖ تركيب خاطئ؟
  - ❖ اختيار أداة أو مكون غير صحيح؟
- **اختيار نوع بوكا-يوكي المناسب:** والتي نلخصها فيما يلي(Hinckley, 2001, pp. 28-33):
  - ❖ **المنع** (Prevention):تصميم الأداة أو الآلية بحيث لا يمكن حدوث الخطأ أصلا؛
  - ❖ **الكشف** (Detection):يسمح بوقوع الخطأ ولكن يتم اكتشافه فورًا وتنبيه العامل؛
  - ❖ **التحذير** (Warning):توفير إشارات مرئية أو صوتية تنبه العامل قبل أن يرتكب الخطأ.
- **تصميم الأداة أو النظام المناسب:** يجب أن يكون الحل مصممًا بطريقة بسيطة، فعالة، غير مكلفة، ولا تعيق سير العمل؛
- **التجريب والتحسين:** يتم اختبار النموذج ضمن بيئة حقيقية، ثم تحسينه بناءً على التغذية الراجعة، ضمن مبدأ **كايزن** Kaizenالتحسين المستمر(Imai, 1986, pp. 23-27).

3.2.2. أنواع أدوات بوكا-يوكي

الجدول رقم (02): أدوات بوكا- يوكي

نوع الأداة	الخصائص	الأمثلة
ميكانيكية	تعتمد على الشكل أو التركيب	مفتاح لا يعمل إلا إذا كان الجزء في مكانه الصحيح
بصرية	تعتمد على الإشارات أو الألوان	أسلاك بلون مختلف لكل وظيفة
حساسات إلكترونية	أجهزة توقف العمل عند الخطأ	حساس يمنع بدء تشغيل آلة بدون غطاء الأمان
صوتية	تطلق إنذارًا عند حدوث الخطأ	صفارة عند محاولة تجاوز خطوة ناقصة
برمجية/منطقية	خطوات مبرمجة لا يمكن تخطيها بدون تحقق	نموذج رقمي لا يُرسل بدون تعبئة كل الخانات

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على كل ما سبق.

3.2. آليات عمل بوكا-يوكي:تقوم تقنية بوكا-يوكي على تصميم أنظمة أو أدوات بسيطة تمنع وقوع الأخطاء أو تكشفها فور حدوثها. وتنقسم أنواع بوكا-يوكي إلى ثلاث فئات رئيسية، بحسب تصنيف شينغو: آليات المنع(Prevention) وآليات الكشف (Detection)وآليات التنبيه (Warning)(Shingo S. , 1986, p. 63).

آلية المنع تهدف إلى منع الخطأ من الوقوع أصلا، من خلال تصميم المعدات أو الأدوات بطريقة لا تسمح بالاستخدام الخاطئ، مثل استخدام أجزاء لا تنطبق إلا بشكل واحد. أما آلية الكشف فتركز على اكتشاف الخطأ فوروقوعه لمنع انتقاله إلى المرحلة التالية من العملية. في حين تقوم آلية التنبيه على **إشعار العامل أو النظام بوجود خطأ** عبر إشارات مرئية أو صوتية، مما يسمح بالتدخل السريع.

ويتم تطبيق هذه الآليات من خلال تقنيات متنوعة، منها: الأقفال الذكية، الحساسات الضوئية، أنظمة الإيقاف التلقائي، الفواصل الميكانيكية، وغيرها من الابتكارات البسيطة. وغالبًا ما تكون هذه الحلول غير مكلفة، لكنها عالية التأثير في تحسين الجودة وتقليل الهدر، خاصة عند دمجها في مراحل مبكرة من التصميم أو التشغيل(Imai, 1986, p. 132).

وتعتمد فاعلية بوكا-يوكي على مدى تكاملها مع ثقافة الجودة داخل المؤسسة، ومدى وعي العاملين بأهميتها في منع الأخطاء المتكررة، مما يجعلها أداة وقائية ذات بُعد استراتيجي في إدارة الجودة الشاملة.

4.2. مجالات تطبيق بوكا-يوكي:لم تعد تقنية بوكا-يوكي حكرًا على قطاع التصنيع كما في بداياتها، بل امتد تطبيقها إلى مجموعة واسعة من القطاعات بفضل بساطتها وفعاليتها في الوقاية من الأخطاء. ففي المجال الصناعي، تستخدم بوكا-يوكي لضمان تركيب القطع بشكل صحيح، والتحكم في تسلسل العمليات، والكشف عن العيوب مبكرًا، مما يساهم في تقليل المنتجات غير المطابقة(Shingo S. , 1986, p. 71).

وفي قطاع الخدمات، تم توظيف هذه التقنية في مجالات مثل الرعاية الصحية، حيث تُستخدم آليات بوكا-يوكي لتفادي أخطاء إعطاء الأدوية أو تحديد المرضى، وكذلك في البنوك والمطارات لتقليل الأخطاء البشرية في المعاملات والإجراءات(Grout & Toussaint, 2007, p. 10)، كما دخلت مجالات التعليم والإدارة الحكومية، من خلال تصميم استمارات ذكية تمنع إدخال بيانات غير صحيحة، أو أنظمة برمجية تتحقق من صحة المدخلات قبل المعالجة.

ويعود نجاح بوكا-يوكي في هذه المجالات إلى قدرتها على تبسيط العمل، وتخفيف عبء الرقابة، وتمكين الأفراد من أداء مهامهم بجودة عالية دون الحاجة إلى تدخل خارجي مستمر، وهو ما يجعلها تقنية متعددة الاستخدامات وقابلة للتكيّف بحسب طبيعة المؤسسة ونوع النشاط.

5.2.العوامل المؤثرة في نجاح تطبيق بوكا-يوكي:يرتبط نجاح هذه التقنية بعدة عوامل داخلية وخارجية، من أبرزها: دعم الإدارة العليا، وجود ثقافة مؤسسية داعمة للجودة، مشاركة العاملين، وتوافر التدريب المستمر .(Liker, 2004) كما أن مرونة العمليات ووجود بنية تحتية مرنة تساعد في تكامل هذه التقنية مع العمليات اليومية.

6.2. الفروقات بين السياقات العالمية والعربية:رغم الانتشار الواسع لتقنية بوكا-يوكي في المؤسسات الصناعية والخدمية عالميًا، إلا أن تطبيقها في السياقات العربية لا يزال محدودًا ويواجه عددًا من التحديات البنيوية والثقافية. ففي الدول الصناعية المتقدمة، غالبًا ما تكون ثقافة الجودة جزءًا راسخًا من الهيكل التنظيمي، حيث يتم تشجيع الابتكار والتحسين المستمر، وُمنح العاملون صلاحيات واسعة للكشف عن الأخطاء ومعالجتها ضمن بيئة داعمة(Imai, 1986, p. 141)، كما أن اعتماد هذه المؤسسات على أنظمة تشغيل مرنة، وتوافر بنية تحتية رقمية متقدمة، يُسهم في دمج أدوات بوكا-يوكي بشكل أكثر كفاءة ضمن العمليات.

في المقابل، تعاني الكثير من المؤسسات العربية من **ضعف في ثقافة الجودة المؤسسية**، وغياب نظم رقابة وقائية متقدمة، إضافة إلى محدودية التدريب، وقلة وعي العاملين بمفهوم الخطأ الوقائي، ما ينعكس على ضعف تطبيق التقنيات الحديثة ومنها بوكا-يوكي(الزعبي، 2019، صفحة 88)، كما أن تركّز المسؤوليات في المستويات العليا، وضعف التمكين المهني، يعيقان الاستفادة من الإمكانات الكامنة لهذه التقنية.

هذه الفروقات لا تتعلق فقط بالإمكانات التقنية، بل تمتد إلى **الفروقات الثقافية والإدارية**، مما يستدعي تكييف النماذج العالمية بما يتلاءم مع الواقع المؤسسي العربي لضمان فاعلية التطبيق.

7.2.العلاقة بين بوكا-يوكي والجودة الصفرية:تعد تقنية بوكا-يوكي أحد الأعمدة الأساسية لتحقيق مفهوم **الجودة الصفرية** (Zero Defects)، وهو المفهوم الذي يقوم على مبدأ منع الأخطاء بدلاً من اكتشافها بعد حدوثها، وقد طور هذا المفهوم ضمن فلسفات التحسين المستمر في بيئة الإنتاج اليابانية، لا سيما في شركة تويوتا، من خلال التأكيد على الوقاية بدلاً من الفحص(Shingo S. , 1986, p. 23).

تسهم بوكا-يوكي بشكل مباشر في دعم الجودة الصفرية عبر تصميم نظم وأدوات تمنع العامل أو المشغل من ارتكاب خطأ أثناء العملية، أو تكشفه فورًا إذا حدث، ما يقلل الحاجة إلى إعادة العمل أو رفض المنتج. وبدلا من الاعتماد فقط على التفتيش أو المراقبة الخارجية، تمكن هذه التقنية العاملين أنفسهم من **التحكم في جودة العمل المنجز في الوقت الحقيقي**(Ishikawa, 1985, p. 94).

وبذلك فإن العلاقة بين بوكا-يوكي والجودة الصفرية هي علاقة تكامل وظيفي؛ فبينما تمثل الجودة الصفرية الهدف، فإن بوكا-يوكي تمثل الوسيلة العملية والوقائية لتحقيق ذلك الهدف، خصوصًا في بيئات تسعى إلى تحسين الكفاءة، وتقليل التكاليف، وتقديم منتجات خالية من العيوب إلى العملاء.

8.2.دور بوكا-يوكي في نظام Lean وKaizen: تعد تقنية بوكا-يوكي من الأدوات الجوهرية في تطبيق مبادئ الإنتاج الرشيق (Lean Manufacturing)والتحسين المستمر(Kaizen)، حيث تلتقي هذه المفاهيم الثلاثة في هدف مشترك يتمثل في القضاء على الهدر وتحقيق الجودة بأقل تكلفة ممكنة، فالإنتاج الرشيق يركز على إزالة كل ما لا يضيف قيمة في العملية الإنتاجية، وتشكل الأخطاء أحد أبرز مصادر الهدر، لذلك فإن استخدام بوكا-يوكي يساهم في تقليل هذا النوع من الفاقد من خلال الوقاية من الخطأ بدلاً من تصحيحه بعد وقوعه(Womack & Jones, 1996, p. 57).

أما في سياقKaizen ، الذي يقوم على التحسين المستمر من خلال خطوات صغيرة متراكمة، فإن بوكا-يوكي تعمل كأداة عملية لتجسيد هذا التحسين في أرض الواقع، من خلال إدخال تعديلات بسيطة ومباشرة على الأدوات أو سير العمل بهدف منع تكرار الأخطاء اليومية. وهذا التداخل بين بوكا-يوكي وKaizenيمنح العاملين شعورا بالملكية تجاه التحسين، ويشجعهم على المساهمة في تطوير بيئة العمل(Imai, 1986, p. 146).

بالتالي، فإن دمج بوكا-يوكي في أنظمة Lean وKaizenلا يقتصر على تحسين الجودة فحسب، بل يُعزز من ثقافة المشاركة والمسؤولية ويقود إلى بيئة إنتاجية أكثر استقرارًا وكفاءة.

3.دراسات الحالة الأجنبية

1.1.3. شركة تويوتا – اليابان: تعد شركة تويوتا من أبرز النماذج الصناعية الرائدة في تطبيق تقنية بوكا-يوكي ضمن نظام الإنتاج الرشيق، يعود اعتماد الشركة على هذه التقنية إلى سعيها الدائم لتقليل الأخطاء البشرية في خطوط الإنتاج، وخاصة في العمليات اليدوية والمتكررة التي تتطلب دقة عالية، وقد اعتمدت تويوتا على تصميم أدوات ووسائل إنتاج تمنع انتقال

الخطأ إلى المراحل التالية من العملية الإنتاجية، مثل استخدام حساسات ذكية وآليات ميكانيكية لا تسمح بتركيب الأجزاء بشكل خاطئ، أو تمنع تشغيل الماكينات إذا لم تكن كل القطع في أماكنها الصحيحة.

كما اعتمدت الشركة على نظام يجمع بين أسلوب المنع (Prevention) والكشف (Detection)، بحيث يتم إيقاف العملية تلقائيا عند اكتشاف أي خلل، مع تفعيل نظام تنبيه للعامل. وقد ساعدت هذه الآليات في تقليل معدلات الهدر، وتحقيق استقرار في الجودة، ورفع كفاءة سلسلة الإمداد، ويعزى نجاح هذا النظام أيضا إلى ثقافة الجودة من المصدر التي تميز تويوتا، ومبدأ كايزن للتحسين المستمر، إلى جانب إشراك العمال في تصميم الحلول وتنفيذها الفوري عند حدوث أي خلل في العملية.

لقد أثبتت تجربة تويوتا أن دمج بوكا-يوكي في بيئة العمل ليس فقط خيارا تقنيا بل ثقافيا أيضا، وأن نجاحه يتطلب بيئة تنظيمية تشجع على الوقاية من الخطأ لا معالجته فقط بعد وقوعه(Hinckley, 2001, p. 45).

القطاع:صناعة السيارات

السياق:شركة تويوتا كانت من أوائل المؤسسات الصناعية التي أدركت أهمية تقليل الأخطاء البشرية في خطوط الإنتاج، ضمن ما يعرف بـ"نظام تويوتا الإنتاجي"، والذي يتضمن مفاهيم مثل "الجودة من المصدر" و"الإنتاج الرشيق."

تطبيق بوكا-يوكي: تعد شركة تويوتا من أولى الشركات التي طبقت تقنية بوكا-يوكي ضمن نظامها الإنتاجي، حيث استخدمت هذه الأداة بشكل ممنهج لمنع الأخطاء في مراحل التصنيع المختلفة. وقد صممت الشركة آليات بسيطة تمنع وقوع الخطأ من الأصل أو تكشفه مباشرة، مثل استخدام حساسات، أو أدوات لا تسمح بتركيب الجزء إلا بطريقة واحدة صحيحة. على سبيل المثال، عند تجميع أجزاء ناقل الحركة، يتم تفعيل نظام إنذار في حال نسي العامل تثبيت أحد البراغي أو وضع القطعة بشكل خاطئ، مما يمنع انتقال الخطأ إلى المرحلة التالية(Shingo S. , 1986, p. 56).

يعتمد نجاح هذه التقنية في تويوتا على الدمج بين أدوات بوكا-يوكي وثقافة التحسين المستمر (Kaizen)، إذ تشجع الشركة العاملين على المساهمة في تصميم أدوات منع الخطأ بأنفسهم، مما يعزز من وعيهم بمسؤولية الجودة ويقلل الاعتماد على التفتيش النهائي(Ohno, 1988, p. 102)،كما يشير باحثون حديثًا إلى أن اعتماد تويوتا على البيانات وتحليل أسباب الخطأ في الوقت الحقيقي قد عزز من فعالية بوكا-يوكي، خصوصًا في بيئات الإنتاج الذكية(Liker & Franz, 2019, p. 211).

هذا الدمج بين التكنولوجيا البسيطة، والتحسين التشاركي، والتحليل المستمر، منح تويوتا ميزة تنافسية في تقليل الهدر وتحقيق معدلات شبه صفرية من العيوب في الإنتاج.

المشكلة: في إحدى مراحل التجميع، كان العمال ينسون تثبيت أحد البراغي في دواسة الفرامل، ما تسبب في مشاكل أمنية خطيرة.

الحل Poka-Yoke:

- تصميم أداة ذكية لا تسمح بتركيب القطعة إلا بعد تثبيت كل البراغي؛
- تركيب حساسات تفحص التثبيت الصحيح وتصدر صوتا إنذارا عند الخطأ؛
- إدخال نظام لا يسمح للعامل بمتابعة العمل قبل التأكد من جميع الخطوات.

النتائج:- انخفاض الأخطاء بنسبة 85% خلال الأشهر الثلاثة الأولى؛
- رفع معنويات العمال من خلال تقليل الضغط الناتج عن الخوف من الوقوع في الخطأ؛
- تعزيز ثقافة التحسين المستمر (Kaizen) واعتبار كل عامل مسؤولًا عن الجودة.

2.1.3. شركة Hewlett-Packard (HP) – **الولايات المتحدة:** قامت شركة Hewlett-Packard (HP) ، وهي إحدى كبرى شركات التكنولوجيا والإلكترونيات في الولايات المتحدة، بتطبيق تقنية بوكا-يوكي ضمن استراتيجياتها لتحسين الجودة وتقليل الأخطاء في خطوط التصنيع، خصوصاً في إنتاج الطابعات والأجهزة الدقيقة. واجهت الشركة تحديات تتعلق بتكرار أخطاء بشرية في تركيب المكونات الإلكترونية الصغيرة، مما دفعها إلى تطوير حلول وقائية تعتمد على مبادئ بوكا-يوكي.

أحد الأمثلة على ذلك هو اعتماد HP أنظمة تجميع ذكية لا تسمح للعامل بتركيب الأجزاء في غير موضعها الصحيح، من خلال استخدام أدوات تم تصميمها لتتناسب فقط مع الاتجاه أو الشكل المناسب لكل قطعة. كما تم تزويد خطوط الإنتاج بحساسات ضوئية تكشف تلقائياً عن وجود مكون ناقص أو وضعية خاطئة، وتوقف العملية فوراً لمنع تقدم الخطأ إلى المراحل التالية(Tsao, Wang, & Li, 2015, p. 127).

بالإضافة إلى الحلول الميكانيكية، استفادت HP من التكامل بين بوكا-يوكي والتحول الرقمي، حيث وظّفت أنظمة تحليل بيانات آنية للتعرف على الأنماط المتكررة في الأخطاء، ومعالجتها بشكل وقائي، ما أدى إلى تحسين الأداء التشغيلي وخفض معدلات الإرجاع بنسبة ملموسة(Johnson & Seidel, 2020, p. 89)، ويظهر من تجربة HP أن فعالية بوكا-يوكي تزداد عندما يتم دمجها مع أنظمة رقمية وبيئة تدعم التعلم المستمر.

القطاع:الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات

السياق: في مصنع HP للطابعات، واجه المهندسون مشكلة في توصيل الأسلاك بشكل خاطئ أثناء التجميع اليدوي، مما أدى إلى تعطل الأجهزة بعد البيع وزيادة عمليات الصيانة.

المشكلة: تركيب الكابلات في المنافذ الخاطئة بسبب تشابهها أو عدم وضوحها.

الحل:Poka-Yoke –

- إعادة تصميم وصلات الأسلاك بحيث لا تدخل إلا في الموضع الصحيح (Error-proof connectors)؛
- تمييز الأسلاك بألوان مختلفة لتوضيح أماكن التوصيل؛
- استخدام كاميرات لمراقبة مرحلة التركيب وتعزيز الكشف المبكر عن الخطأ.

النتائج:- القضاء على هذا النوع من الخطأ بنسبة 100%؛
- تقليل زمن الفحص النهائي وزيادة ثقة الزبائن في المنتج؛
- اعتماد نظام الوقاية بدلًا من التصحيح.

2.3. دراسات حالة عربية

1.2.3. الشركة العامة لصناعة السيارات – العراق: في ظل التحديات التي تواجهها الصناعات التحويلية في العراق، سعت الشركة العامة لصناعة السيارات في الإسكندرية إلى إدخال بعض أدوات الجودة الحديثة، ومن بينها تقنية بوكا-يوكي، ضمن جهودها للحد من الأخطاء التشغيلية وتحسين مستوى الإنتاج. وقد تم تطبيق التقنية بشكل جزئي في خطوط التجميع، خاصة في مراحل تركيب القطع الحساسة مثل أنظمة الفرامل والوصلات الكهربائية، بهدف تقليل معدلات الخطأ الناتج عن العوامل البشرية(الشمري، 2021، صفحة 94).

ركزت الشركة على استخدام أدوات يدوية بسيطة تمنع العامل من تركيب قطعة في غير مكانها أو بشكل خاطئ، مثل أجهزة التوجيه الآلي والحواجز الميكانيكية، إلى جانب اعتماد نماذج فحص بصري فوري يتم من خلاله التأكد من اكتمال كل مرحلة قبل الانتقال إلى المرحلة التالية. ورغم بساطة الوسائل المستخدمة، ساهم هذا التوجه في تقليل عدد المنتجات المعادة وتقليل زمن التوقف في بعض المحطات(جبار، 2022، صفحة 137).

لكن تبقى تجربة الشركة محدودة من حيث نطاق التطبيق، ويرجع ذلك إلى ضعف الاستثمار في التدريب، وقصور البنية التحتية التقنية، وغياب ثقافة التحسين المستمر على نطاق واسع، مما يؤكد الحاجة إلى دعم مؤسسي أكبر لتعزيز تبني بوكا-يوكي كأداة وقائية فعالة.

وفقا لدراسة أجراها الباحث أحمد جبار الساعديعام 2020، واعتمادا على دراسة ميدانية باستخدام المقابلات وتحليل الوثائق الداخلية نجد أن:

السياق: الشركة عانت من أخطاء تجميع في خطوط إنتاج السيارات، خاصة فيما يتعلق بتركيب القطع الصغيرة، نتيجة الاعتماد الكبير على العمالة اليدوية وضعف التدريب.

الحلول المعتمدة:- استخدام مؤشرات ضوئية لإرشاد العامل إلى الخطوة التالية؛

- إدخال أنظمة ميكانيكية تمنع تركيب القطعة في الاتجاه الخطأ؛

- إلزام المشرفين بفحص 100% من العمليات الحرجة.

النتائج:- انخفاض عدد الأخطاء من 15% إلى 6% في مرحلة ما بعد التركيب؛

- زيادة وعي العمال بالتقنيات الحديثة؛

- توصيات بتوسيع التقنية لتشمل مراحل التصنيع والطلاء أيضًا.

2.2.3. المؤسسة الوطنية للسيارات – الجزائر: تعد المؤسسة الوطنية للسيارات في الجزائر (SNVI) من أبرز الشركات الصناعية التي حاولت إدماج أدوات تحسين الجودة ضمن عملياتها الإنتاجية، ومن بينها تقنية بوكا-يوكي، في إطار مساعيها للحد من الأخطاء البشرية وتحسين كفاءة خطوط التجميع، وقد ظهر ذلك بشكل خاص في مصانعها بمنطقة رويبة، حيث جرى اعتماد وسائل بسيطة للتحكم في جودة تركيب الأجزاء، مثل استخدام أدوات تمنع تركيب القطع بجهة خاطئة، أو تعتمد على إشارات ضوئية وصوتية في حال تم تخطي خطوة معينة من العملية الإنتاجية(بن عزوز، 2020، صفحة 112).

رغم بساطة هذه الآليات، فقد ساعدت في تحسين مستوى الإنتاج وتقليل عدد المنتجات المعيبة، خاصة في مراحل تجميع الهياكل ونظام المكابح، غير أن محدودية التطبيق تعود إلى ضعف ثقافة الجودة الوقائية، وغياب التدريب المنهجي للعاملين على مفاهيم بوكا-يوكي، مما أدى إلى اعتمادها في نطاق ضيق وموسمي، غالبا عند تفاقم نسب العيوب(كحلول، 2021، صفحة 89).

تشير دراسة حالة المؤسسة إلى أن نجاح تطبيق بوكا-يوكي في السياق الجزائري يتطلب تكييف الأدوات مع واقع القدرات التقنية المحلية، وتعزيز التكوين الداخلي المستمر، وربط أدوات منع الخطأ بثقافة مؤسسية أوسع تقوم على التحسين المستمر والانضباط التشغيلي.

وفقا لدراسة أجراها **الباحث** بوحفص كمال عام 2019، وذلك اعتمادا علىاستبيان وُزع على 35 عاملًا في قسم الإنتاج مع مقابلات مع المديرين، يمكن استنتاج ما يلي:

السياق: المؤسسة واجهت أخطاء بشرية متكررة في تركيب القطع الكهربائية والميكانيكية بسبب غياب التدريب المستمر وضعف وسائل الإرشاد داخل الورش.

تطبيقات بوكا-يوكي:- وضع علامات على أماكن التثبيت لتوجيه العمال بصريا؛

- تركيب أنظمة بسيطة توقف العمل في حالة الخطأ؛

- استخدام أدوات لا تعمل إلا عند التركيب الصحيح.

النتائج:- تقليص نسبة الأخطاء إلى أقل من 8%؛

- لكن الدراسة أشارت إلى ضعف في التكوين النظري لدى العمال حول فلسفة بوكا-يوكي؛

- الحاجة إلى دعم إداري وتقني لضمان استدامة التطبيق.

3.3. التحليل المقارن لتطبيق بوكا-يوكي في السياقات العالمية والعربية

الجدول رقم (03): مقارنة تطبيق تقنية بوكا-يوكي في أربع شركات(تويوتا – HP – العراق – الجزائر)

الجانب	اليابان-تويوتا	الولايات المتحدة – HP	العراق-الشركة العامة	الجزائر – SNVI
درجة التكامل	عالية جدًا – مدمجة في نظام الإنتاج الرشيق	متقدمة – مدمجة مع التحول الرقمي	محدودة – تطبيق جزئي في مراحل معينة	محدودة – تجريبية وموسمية
أدوات بوكا-يوكي	أدوات ميكانيكية ذكية + حساسات	وصلات ذكية + إشارات رقمية	إشارات بصرية + أدوات يدوية بسيطة	علامات بصرية + أدوات ميكانيكية
نوع الخطأ	نسيان البراغي	توصيل خاطئ في لوحات كهربائية	تجميع يدوي غير دقيق	تركيب خاطئ للقطع
الوسيلة المستخدمة	أداة منع الخطأ + حساسات	وصلات ذكية + تلوين موجه	إشارات بصرية + أدوات منع بسيطة	علامات بصرية + أدوات مانعة
درجة الأتمتة	عالية	عالية	متوسطة	محدودة
دور العاملين	أساسي – يشاركون في التصميم	مدربون جيدًا	ضعيف – بسبب غياب التدريب	محدود – بسبب ضعف التكوين
الدعم الإداري	قوي ومنهجي	مؤسسي	ضعيف	غير منتظم
الثقافة التنظيمية	تحسين مستمر وانضباط تشغيلي	أداء قائم على بيانات	تقليدية وغير وقائية	تقليدية وغير محفزة
نتائج التطبيق	تقليل بنسبة -85% في الأخطاء	تقليل 100% في بعض الخطوات الحرجة	تقليل الأخطاء بنسبة -60% تقريبًا	تقليل بنحو -50%
تكوين العمال	مدمج ضمن ثقافة الشركة	تدريب عالي المستوى	ضعيف نسبيًا	ضعيف إلى متوسط
الصعوبات	التكلفة الأولية للأدوات	تصميم الوصلات الذكية	ضعف التكوين وقلة الموارد	غياب الدعم الإداري وضعف الثقافة
الرؤية المستقبلية	تحسين دائم ومستمر	هندسة تصميمية مانعة للأخطاء	توسيع الاستخدام في خطوط أخرى	إدماج التقنية ضمن خطة تحسين أوسع

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على ما سبق

يعكس الجدول المقارن بين الشركات الأربع تباينًا واضحًا في **مدى تكامل تقنية بوكا-يوكي** ضمن نظم الإنتاج والجودة، ويبرز التفاوت بين التجارب العالميةتويوتا وhp والعربية (العراق والجزائر) على عدة مستويات أساسية.

1.3.3. نوع الأخطاء والوسائل المستخدمة: تركز تويوتا على أخطاء بسيطة ولكن حرجة مثل نسيان البراغي، وتستخدم لذلك أدوات ذكية مدمجة بحساسات، بينما تعملHPعلى أخطاء معقدة تتعلق بالتوصيل، مستفيدة من أدوات رقمية ذكية كالوصلات المرمزة، في المقابل، تواجه الشركات العربية أخطاءً ناتجة عن **العمل اليدوي غير الدقيق** وغياب التوجيه البصري، ما يدل على ضعف النظم الوقائية. الوسائل المستخدمة في العراق والجزائر ما تزال بسيطة وتعتمد على أدوات غير ذكية وإشارات بصرية.

2.3.3. درجة الأتمتة والتقنيات المساندة: التجربتان اليابانية والأمريكية تعتمدان **أتمتة عالية** في تصميم وتنفيذ أدوات بوكا-يوكي، ما يتيح تقليصًا كبيرًا في الأخطاء وتخفيف العبء عن العاملين. في المقابل، تعتمد العراق والجزائر على وسائل شبه يدوية بدرجة أتمتة محدودة، ما يزيد احتمالية وقوع الأخطاء، ويقلل فاعلية التقنية على المدى الطويل.

3.3.3.النتائج والتكوين البشري: أظهرت تويوتا وHP نتائج ملموسة تتراوح بين تقليل الأخطاء بنسبة 85% إلى 100%، ما يؤكد فاعلية التقنية حين تُدمج ضمن ثقافة مؤسسية واضحة وتدريب منهجي. أما في السياقات العربية، فتظهر نتائج أقل فعالية (50–60%) بسبب ضعف التكوين المستمر، وغياب التمكين، وقلة الموارد.

4.3.3. الصعوبات والرؤية المستقبلية: تتمثل الصعوبات في الشركات العالمية في الجوانب الفنية كتكلفة التطوير أو تعقيد التصميم، أما في السياقات العربية فهي **تنظيمية وبنيوية:** ضعف الدعم الإداري، وغياب ثقافة الجودة، ومحدودية الموارد، مع ذلك، تتضح في الرؤية المستقبلية نوايا للتطوير، مثل توسيع الاستخدام في العراق أو إدماج التقنية ضمن خطط تحسين في الجزائر، رغم افتقارها إلى الأسس المؤسسية الصلبة.

5.3.3. الفروق السياقية والثقافية: يستنتج أن نجاح بوكا-يوكي لا يعتمد فقط على توفر أدوات مادية، بل على **بيئة تنظيمية وثقافة مؤسسية ناضجة** تتبنى التحسين المستمر، وتستثمر في تدريب العاملين، وتتكيف مع الواقع المحلي، وهو ما يفسر الفجوة الواضحة بين التجارب العالمية والعربية.

خلاصة تحليلية: إن التجارب العالمية تؤكد أن بوكا-يوكي ليست مجرد تقنية، بل **فلسفة متكاملة للوقاية من الخطأ**، تتطلب انسجامًا بين العامل، والأداة، والإدارة. أما في التجارب العربية، فما زالت التقنية تُستخدم كرد فعل على المشاكل بدل أن تكون أداة وقائية استباقية، ما يحد من فعاليتها واستدامتها. ويمثل ذلك دعوة واضحة إلى ضرورة **تكييف النماذج الناجحة** مع متطلبات وموارد السياقات المحلية، بدلا من استنساخها بشكل مباشر.

4. خاتمة:

تشير نتائج الدراسة إلى أن تقنية بوكا-يوكي تمثل أداة فعالة في تعزيز جودة العمليات وتقليل نسب الأخطاء داخل المؤسسات الصناعية والخدمية، شرط أن تُطبق ضمن بيئة تنظيمية داعمة وثقافة مؤسسية تؤمن بالتحسين المستمر. أظهرت التجارب العالمية، لا سيما في شركتي تويوتا وHP، أن النجاح في تطبيق بوكا-يوكي يرتبط بمستوى الأتمتة، وتدريب العاملين، ودمج التقنية في نظام الإنتاج كجزء من فلسفة وقائية متكاملة.

في المقابل، كشفت التجارب العربية، مثل العراق والجزائر، عن تحديات بنيوية وثقافية تحد من فاعلية هذه التقنية، أبرزها ضعف التكوين، وغياب الدعم الإداري، واعتماد وسائل تقليدية لا ترتقي إلى المفهوم الحقيقي للتقنية. ومع أن بعض النتائج الإيجابية قد تحققت، فإن استدامة التطبيق وفعاليته تبقى محدودة ما لم يتم تكييف النماذج العالمية بما يتلاءم مع واقع المؤسسات العربية.

وعليه، فإن الطريق نحو جودة صفرية يتطلب أكثر من مجرد أدوات تقنية؛ بل يستلزم تحولا في التفكير المؤسسي، واستثمارا في الموارد البشرية، وتبني منهجيات وقائية شاملة تضع الجودة في صلب العملية الإنتاجية.

النتائج: من خلال كل ما سبق تم التوصل الى النتائج التالية:

- تعد تقنية بوكا-يوكي أداة فعالة في الوقاية من الأخطاء وتقليل الهدر عند دمجها ضمن نظم الإنتاج الوقائي، كما ظهر بوضوح في التجارب العالمية؛

- نجاح تطبيق بوكا-يوكي يرتبط بعدة عوامل أبرزها: ثقافة الجودة داخل المؤسسة، التدريب المستمر للعاملين، التزام الإدارة العليا، ومستوى الأتمتة والتقنية المستخدمة؛

- تجارب الشركات العالمية مثل تويوتا وHP أظهرت نتائج ملموسة (85% إلى 100% تقليل للأخطاء) بفضل الاعتماد على أدوات ذكية، ودمج التقنية في فلسفة الإنتاج الشامل؛

- التجارب العربية (العراق والجزائر) حققت نتائج جزئية، لكنها لا تزال تعاني من عقبات مثل ضعف التكوين، غياب الدعم المؤسسي، وتوظيف أدوات بسيطة لا ترتقي لمستوى التطبيق المنهجي للتقنية؛

- الفجوة بين السياقات العالمية والعربية تتعلق بالبيئة التنظيمية، والتمكين الوظيفي، وغياب الاستراتيجيات الوقائية، وليس فقط بالأدوات أو الموارد.

التوصيات: بناءا على ما سبق يمكن تقديم جملة من التوصيات كما يلي:

- تعزيز ثقافة الجودة الوقائية داخل المؤسسات العربية، عبر نشر الوعي بأهمية بوكا-يوكي كأداة استراتيجية، وليست مجرد تقنية تشغيلية؛

- إعادة تصميم برامج تدريب العاملين لتشمل مهارات الوقاية من الأخطاء، وتحليل أسبابها، واستخدام أدوات بسيطة وفعالة في بيئة العمل؛

- تكييف النماذج العالمية الناجحة مثل نظام تويوتا وHP مع خصوصية السياقات العربية من حيث الموارد والبنية المؤسسية، مع الابتعاد عن النسخ الحرفي؛

- دمج بوكا-يوكي ضمن سياسات التحسين المستمرمثلLeanوKaizen لضمان استدامة التطبيق وارتباطه بجودة العمليات لا بالأفراد فقط؛

- ضرورة وجود دعم إداري وتنظيمي واضح وممنهج لتطبيق التقنية، يشمل التمويل، والتقييم، والتحفيز، وربط التقنية بأداء المؤسسة.

وتكمن القيمة المضافة للدراسة الحالية في أنها لم تقتصر على عرض حالات تطبيق ناجحة أو فاشلة، بل سعت إلى **تفسير التباين في فاعلية التقنية بين السياقات المختلفة** عبر تحليل منهجي مقارن، كما أبرزت العلاقة العميقة بين **البيئة التنظيمية والثقافة المهنية** وبين مدى نجاح التقنية، وقدمت تصورًا عمليًا لتكييف التجارب العالمية بما يتلاءم مع التحديات والموارد المحلية، وهو ما يشكل **إضافة نوعية** في مجال البحوث التطبيقية حول أدوات تحسين الجودة في البيئات العربية.

5. قائمة المراجع:

1. أحمد الزعبي. (2019). *إدارة الجودة في المؤسسات العربية: الواقع والتحديات*. عمان: دار الحامد.
2. أحمد جودة. (2012). *إدارة الجودة الشاملة: المفاهيم والتطبيقات*. عمان: دار المسيرة.
3. أحمد جودة. (2014). *إدارة الجودة الشاملة*. القاهرة -مصر: دار الفكر الجامعي.
4. حكيم بن عزوز. (2020). إمكانية تطبيق تقنيات الجودة اليابانية في المؤسسات الصناعية الجزائرية: دراسة حالة SNVI. *مجلة دراسات اقتصادية، 12(3)*، 105–120.
5. زيد فاضل الشمري. (2021). تحسين جودة المنتج باستخدام أدوات تقليل الهدر – دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة السيارات-. *مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية، 23(1)*، 100-85.
6. سونيا محمد البكري. (2003). *إدارة الجودة الكلية*. مصر: الدار الجامعية للنشر.
7. عبد الحسن محمد جبار. (2022). إمكانية تطبيق نظام الإنتاج الرشيق في القطاع الصناعي العراقي. *مجلة الإدارة الصناعية، 44(2)*، 120–145.
8. علي السلمي. (1995). *إدارة الجودة الشاملة ومتطلبات التأهيل للإيزو 9000*. القاهرة-مصر: دار غريب.
9. فريد راغب النجار. (المملكة العربية السعودية). *إدارة الإنتاج والعمليات*. 1977: مكتبة الاستفتاح.
10. محمد العساف. (2016). *تحسين الجودة في المؤسسات الإنتاجية والخدمية*. الرياض: مكتبة العبيكان.
11. ياسين كحلول. (2021). فاعلية أساليب الإنتاج الرشيق في تحسين الجودة: دراسة حالة في المؤسسة الوطنية للسيارات بالجزائر. *مجلة البحوث الاقتصادية، 15(2)*، 75-95.
12. H Hirano *5* .(1996) .*Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*.Portland, Oregon: Productivity Press.

13. J. R Grout و، J. S Toussaint .(2007) .*Mistake-Proofing the Design of Health Care Processes*.Agency for Healthcare Research and Quality.

14. C. C Tsao ،Y. H Wang و، Y. LLi .(2015) .Application of Poka-Yoke in Electronic Assembly Line .*International Journal of Production Research, 53*.133–124 ،*(1)*

15. C. M Hinckley .(2001) .*Make No Mistake! An Outcome-Based Approach to Mistake-Proofing*.Portland, OR: Productivity Press.

16. J. K Liker و، J. K Franz .(2019) .*The Toyota Way to Continuous Improvement: Linking Strategy and Operational Excellence*.McGraw-Hill.

17. J. P Womack و، D. TJones .(1996) .*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.Simon&Schuster.

18. K Ishikawa .(1985) .*What Is Total Quality Control? The Japanese Way*.Prentice-Hall.

19. M Imai .(1986) .*Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*.McGraw-Hill.

20. M Johnson و، R Seidel .(2020) .*Operational Excellence in High-Tech Manufacturing: Lessons from HP and Beyond*.Wiley.

21. S Shingo .(1986) .*Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*.Productivity Press.

22. S. AShingo .(1989) .*Study of the Toyota Production System*.Productivity Press.

23. T Ohno .(1988) .*Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.Productivity Press.

24. W. E Deming .(1986) .*Out of the Crisis*.MIT Press.

.25