

عنوان المشروع
تأثير كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية على استمرارية العمل
وتقليل تكاليف التخزين في المختبرات التحليلية.

أسم الطالب
ضياف بن عبدالرحمن الضياف

مشروع تخرج- 1
كلية الإدارة - جامعة ميدأوشن

إشراف
د. عبدالرحيم نادر
عضو هيئة التدريس- كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

جدول المحتويات

3	1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
4	1.1. المقدمة:
5	1.2. مشكلة الدراسة
5	1.2.1. فجوات على المستوى النظري
5	1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي
6	1.3. أهمية الدراسة
6	1.3.1. على المستوى النظري:
7,6	1.3.2. على المستوى التطبيقي:
8	1.4. أسئلة الدراسة
8	1.5. أهداف الدراسة
9	1.6. فرضيات الدراسة
9	1.7. نموذج الدراسة
10	1.8. منهجية الدراسة
11	1.9. الدراسة الميدانية
11	1.10. مخطط المشروع المقترح
12	2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة
13	2.1. المقدمة:
13	2.2. المتغير المستقل
15	2.3. المتغير التابع
16	2.4. العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع
18	2.5. الخاتمة
19	قائمة المراجع

1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1. المقدمة:

تُعد إدارة سلسلة التوريد ركيزة أساسية لضمان استمرارية العمليات التشغيلية في المنظمات الحديثة، وتكتسب أهمية مضاعفة في البيئات شديدة الحساسية مثل المختبرات الكيميائية والتحليلية. في هذا السياق، لا تقتصر أهمية سلسلة التوريد على مجرد توفير المواد فحسب، بل تمتد لتشمل ضمان توفر الكواشف الكيميائية الحساسة والخطرة في الوقت المناسب وبالظروف المثلى. إن أي انقطاع في تدفق هذه المواد لا يعطل سير العمل فحسب، بل قد يؤدي إلى تلف العينات وفقدان الثقة في النتائج التحليلية، مما يجعل استمرارية العمل تحدياً إدارياً بالغ الأهمية يتطلب حلاً مبتكرة (Chopra & Meindl, 2016).

وقد تناولت الأدبيات الإدارية السابقة مفهوم إدارة سلسلة التوريد على نطاق واسع في قطاعات التصنيع والرعاية الصحية، حيث أثبتت الدراسات أن الكفاءة في المشتريات، وإدارة المخزون، واللوجستيات تلعب دوراً حاسماً في تقليل الهدر المالي وخفض تكاليف التخزين. كما ركزت الأبحاث على أهمية التوازن بين "توفر المواد" و"تقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون" كهدف استراتيجي لأي منظمة تسعى لتعزيز ميزتها التنافسية وتحقيق الكفاءة التشغيلية (Zsidisin & Ryan, 2018).

ومع ذلك، وعلى الرغم من وفرة الدراسات حول سلاسل التوريد، إلا أن هناك قصوراً واضحاً في الأدبيات عندما يتعلق الأمر بـ "المختبرات التحليلية" كبيئة عمل مصغرة ومعقدة. فالمختبر الكيميائي يواجه تحديات فريدة لا توجد في القطاعات الأخرى، مثل: الطبيعة الخطرة للكواشف، واشتراطات التخزين القاسية، وقصير عمر الصلاحية للعديد من المحاليل القياسية. إن عدم تكيف نظريات سلسلة التوريد التقليدية مع هذه البيئة المتخصصة يترك فجوة معرفية تحتاج إلى معالجة (Langford, 2018).

وتبرز أهمية هذه الدراسة لمديري المختبرات، وصناع القرار في سلسلة التوريد، ومديري الجودة. إن فهم كيف يمكن لممارسات سلسلة التوريد الفعالة أن تخفف من أعباء التكاليف الناتجة عن تلف الكواشف منتهية الصلاحية، أو تمنع توقف الأجهزة بسبب نفاد المواد الاستهلاكية، سيوفر لهم أدوات عملية لترشيد الميزانيات التشغيلية وضمان عدم انقطاع الخدمة التحليلية، مما ينعكس إيجاباً على جودة المخرجات العلمية.

وعليه، تهدف هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال التحقيق في تأثير كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية على تعزيز استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين داخل المختبرات التحليلية، لتقديم إطار عمل مخصص يخدم هذا القطاع الحيوي ويساهم في تطوير ممارسات إدارية أكثر كفاءة.

1.2. مشكلة الدراسة

تُعد المختبرات الكيميائية والتحليلية بيئة عمل شديدة الحساسية والتعقيد، حيث تعتمد عملياتها بشكل كلي على توفر الكواشف والمواد الكيميائية الدقيقة في الوقت المناسب وبالظروف المثلى. وتكمن جوهر مشكلة هذه الدراسة في التناقض التشغيلي والتحديات الإدارية التي تواجهها المختبرات في إدارة سلسلة توريد هذه المواد؛ فمن ناحية، يؤدي أي انقطاع في تدفق المواد الكيميائية الحرجة إلى توقف الأجهزة التحليلية، وتأخر إصدار التقارير، مما يهدد "استمرارية العمل" ويعرض جودة المخرجات للخطر. ومن ناحية أخرى، تؤدي الممارسات التقليدية في إدارة المخزون (مثل الشراء بكميات كبيرة لتجنب نفاد المخزون) إلى تراكم المواد الكيميائية التي تتسم بعمر صلاحية قصير واشتراطات تخزين قاسية ومكلفة (مثل التبريد، والعزل، والتهوية الخاصة)، مما ينتج عنه تلف المواد، وزيادة الهدر المالي، وارتفاع "تكاليف التخزين" بشكل كبير (Meindl, 2016 & Chopra).

إن عدم وجود توازن دقيق بين "ضمان استمرارية التوريد" و"الحد من تكاليف التخزين والهدر" يمثل تحدياً إدارياً حقيقياً. وعلى الرغم من الأهمية البالغة لهذا الموضوع، إلا أن هناك قصوراً واضحاً في الأدبيات الإدارية والميدانية، مما يستدعي الوقوف على المشكلة من خلال فئتين رئيسيتين:

1.2.1. فجوات على المستوى النظري

في حين أن نظريات إدارة سلسلة التوريد (مثل الإنتاج في الوقت المحدد JIT، وإدارة الموردين) تم تطويرها واختبارها في بيئات التصنيع واسعة النطاق، إلا أن هناك نقصاً في الفهم النظري حول كيفية تكييف هذه النماذج لتناسب "القيود الفريدة" للمختبرات الكيميائية. لا توجد أطر نظرية كافية تشرح كيفية موازنة "الامتثال للسلامة الكيميائية" مع "كفاءة التكلفة" في سلسلة توريد المختبر، مما يستدعي تطوير نماذج نظرية تدمج بين متطلبات السلامة وإدارة المخزون

1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي

هناك ندرة في الدراسات التجريبية التي تقيس كمياً العلاقة بين ممارسات سلسلة التوريد (مثل دقة التنبؤ بالطلب، وظروف النقل، وأنظمة التتبع) ومؤشرين حيويين في المختبرات هما: "استمرارية العمل" (تقليل حالات نفاد المواد الحرجة التي توقف التحاليل) و"تقليل تكاليف التخزين" (تقليل الهدر المالي الناتج عن انتهاء صلاحية الكواشف أو تلفها بسبب سوء التخزين).

1.3. أهمية الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من كونها تتناول موضوعاً حيوياً يلامس التحديات التشغيلية والمالية اليومية التي تواجه المختبرات الكيميائية والتحليلية. إن تحقيق التوازن بين ضمان توفر المواد الكيميائية الحرجة والحد من الهدر المالي الناتج عن تخزينها يُعد من أبرز معضلات الإدارة الحديثة في هذا القطاع. وتتجلى أهمية هذه الدراسة في شقين رئيسيين: النظري والتطبيقي.

1.3.1. على المستوى النظري:

تكمن الأهمية النظرية لهذه الدراسة في مساهمتها في إثراء الأدبيات الأكاديمية المتعلقة بإدارة سلسلة التوريد من خلال تكييف نظرياتها لتناسب مع بيئة شديدة الخصوصية وهي "المختبرات التحليلية".

في حين أن معظم النماذج النظرية لإدارة سلسلة التوريد (مثل الإنتاج في الوقت المحدد JIT، أو سلسلة التوريد الرشيق) تم تطويرها واختبارها في قطاعات التصنيع واسعة النطاق أو قطاع التجزئة (Meindl, 2016 & Chopra)، إلا أن هذه الدراسة تسد الفجوة المعرفية من خلال تقديم إطار مفاهيمي يربط بين كفاءة سلسلة التوريد ومتغيرين حيويين لم يتم دمجهما بشكل كافٍ في الدراسات السابقة في هذا السياق، وهما: "استمرارية العمل" و"تقليل تكاليف التخزين".

علاوة على ذلك، تساهم الدراسة في تطوير الفهم النظري لكيفية دمج "متطلبات السلامة الكيميائية الصارمة" و"قيود تواريخ انتهاء الصلاحية" ضمن نماذج إدارة المخزون، مما يفتح آفاقاً جديدة للباحثين المستقبليين لاستكشاف نظريات إدارة المخاطر في البيئات المختبرية المصغرة (Langford, 2018).

1.3.2. على المستوى التطبيقي:

على الصعيد العملي، تقدم هذه الدراسة نتائج قابلة للقياس والتطبيق المباشر لمديري المختبرات، ومسؤولي المشتريات، ومديري الجودة.

أولاً، ستساعد نتائج الدراسة صناع القرار في المختبرات على تبني ممارسات أكثر كفاءة في التنبؤ بالطلب وإدارة المخزون، مما يؤدي بشكل مباشر إلى تقليل الهدر المالي الناتج عن تلف الكواشف منتهية الصلاحية، وخفض تكاليف التخزين المرتبطة بظروف الحفظ الخاصة (مثل التبريد والعزل).

ثانياً، توفر الدراسة أدوات عملية لتعزيز "استمرارية العمل" من خلال تحديد الممارسات المثلى التي تمنع نفاد المواد الحرجة التي قد تتسبب في توقف الأجهزة التحليلية وتعطيل إصدار التقارير (Ryan, 2018 & Zsidisin).

أخيراً، يمكن أن تستند إدارات المختبرات إلى مخرجات هذه الدراسة لتبرير الاستثمار في أنظمة إدارة معلومات المختبرات (LIMS) وأنظمة التتبع الآلي للمخزون، مما ينعكس إيجاباً على الكفاءة التشغيلية والجودة الشاملة للمخرجات التحليلية.

1.4. أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي للبحث:

كيف تؤثر كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية على استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين في المختبرات التحليلية؟
الأسئلة الفرعية:

1. ما أثر كفاءة عمليات المشتريات وتقييم الموردين على استمرارية العمل وتجنب نفاد المواد الحرجة في المختبرات الكيميائية؟
2. كيف تؤثر ممارسات إدارة المخزون (مثل التنبؤ بالطلب وظروف التخزين) على تقليل تكاليف التخزين والهدر المالي الناتج عن انتهاء صلاحية الكواشف الكيميائية؟
3. ما العلاقة بين كفاءة أنظمة تتبع المخزون الآلية واستمرارية العمل في المختبرات التحليلية؟

1.5. أهداف الدراسة

الهدف العام:

قياس تأثير كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية على تعزيز استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين في المختبرات التحليلية.

الأهداف الخاصة:

تحديد أثر كفاءة عمليات المشتريات وتقييم الموردين على استمرارية العمل وتجنب نفاد المواد الحرجة في المختبرات الكيميائية

قياس تأثير ممارسات إدارة المخزون (مثل التنبؤ بالطلب وظروف التخزين) على تقليل تكاليف التخزين والهدر المالي الناتج عن انتهاء صلاحية الكواشف

تقييم العلاقة بين كفاءة أنظمة تتبع المخزون الآلية واستمرارية العمل في المختبرات التحليلية

تقديم توصيات عملية وإطار عمل لتحسين كفاءة سلسلة التوريد في المختبرات الكيميائية بناءً على نتائج الدراسة

1.6. فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية:

H1 توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية واستمرارية العمل في المختبرات التحليلية.

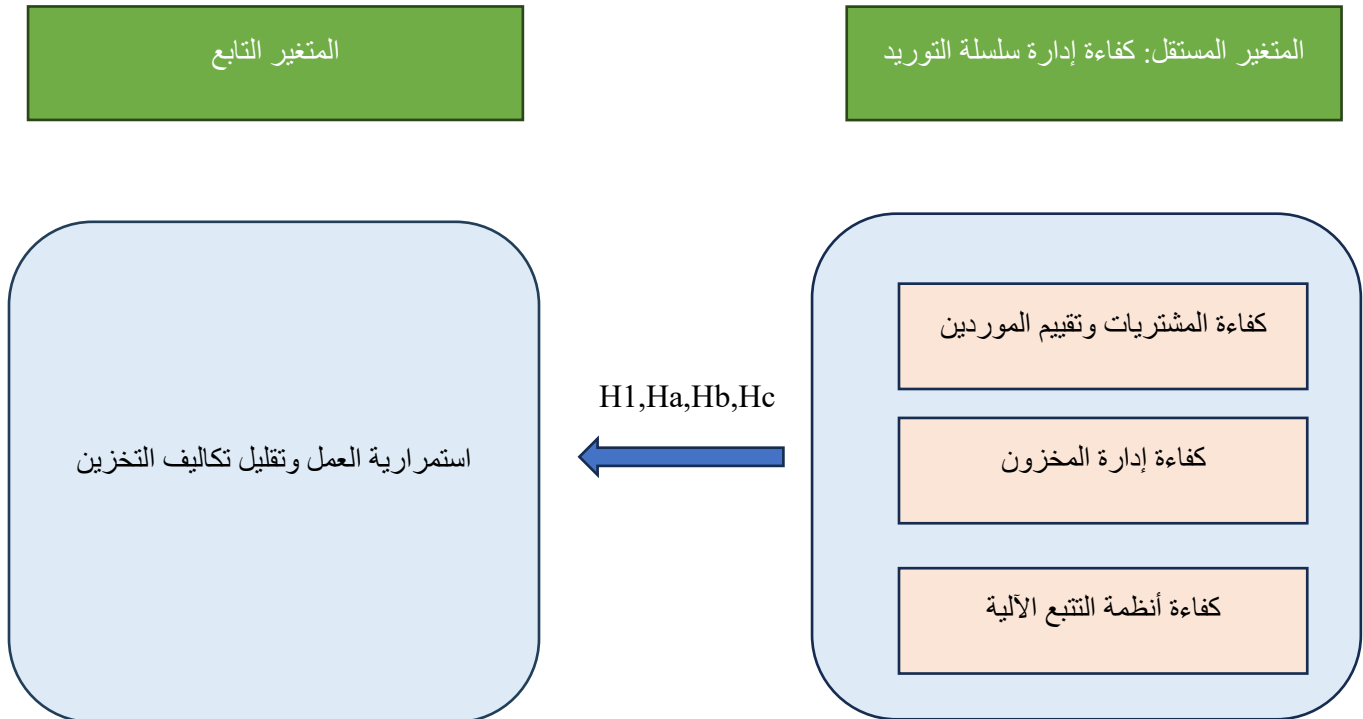
الفرضيات الفرعية:

Ha توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين كفاءة عمليات المشتريات وتقييم الموردين واستمرارية العمل في المختبر الكيميائية.

Hb توجد علاقة سلبية ذات دلالة إحصائية بين كفاءة إدارة المخزون وتكاليف التخزين في المختبرات التحليلية.

Hc توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين كفاءة أنظمة تتبع المخزون الآلية واستمرارية العمل في المختبرات التحليلية.

1.7. نموذج الدراسة



تم التصميم بواسطة الباحث: ضياف الضياف 2026

1.8. منهجية الدراسة

1. فلسفة البحث: (الوضعية) لأن البحث يهدف إلى قياس العلاقات بين المتغيرات بشكل موضوعي وكمي.
2. منهج البحث: (استنتاجي) حيث نبدأ من النظريات الموجودة حول إدارة سلسلة التوريد ونختبرها في سياق المختبرات الكيميائية.
3. استراتيجية البحث: (دراسة مسحية) باستخدام استبانة لجمع البيانات من عينة من العاملين في المختبرات.
4. خيار البحث: (كمي) لقياس العلاقات الإحصائية بين المتغيرات واختبار الفرضيات.
5. الأفق الزمني: (مقطعي) لجمع البيانات في نقطة زمنية واحدة.
6. تقنيات جمع وتحليل البيانات: جمع البيانات عبر استبانة إلكترونية مقسمة لمحاور المتغيرات، وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية (مثل معامل الارتباط والانحدار الخطي) عبر برنامج SPSS.



تم التصميم بواسطة الباحث: ضيف الضيف 2026

1.9. الدراسة الميدانية

- موقع الدراسة المقترح: المختبرات التحليلية والكيميائية في القطاع الأكاديمي أو الكيميائي في المملكة العربية السعودية (مثال: المختبرات المركزية في جامعة الملك عبد العزيز أو أحد شركات البتروكيماويات بالجبيل).
- مجتمع الدراسة: مديرو المختبرات، مسؤولو المشتريات والمخزون، والمحللون الكيميائيون.
- عينة الدراسة: سيتم اختيار عينة طبقية عشوائية من العاملين في هذه المختبرات، بحجم عينة يتراوح بين 50 إلى 100 مشاركاً لضمان تمثيلية النتائج وإمكانية تعميمها.

1.10. مخطط المشروع المقترح

- الفصل الأول: الإطار العام للدراسة (المقدمة، مشكلة الدراسة، أهمية الدراسة، الأسئلة، الأهداف، الفرضيات، النموذج، المنهجية، نطاق الدراسة، المخطط).
- الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة (المتغير المستقل: كفاءة سلسلة التوريد، المتغير التابع: استمرارية العمل وتكاليف التخزين، العلاقة بين المتغيرات، الدراسات السابقة، الخلاصة).
- الفصل الثالث: منهجية البحث (مجتمع الدراسة وعينتها، أداة جمع البيانات، صدق وثبات الأداة، الأساليب الإحصائية).
- الفصل الرابع: التحليل الإحصائي والنتائج (الخصائص الديموغرافية للعينة، التحليل الوصفي، اختبار الفرضيات، مناقشة النتائج).
- الفصل الخامس: الخلاصة والتوصيات (الخلاصة، التوصيات العملية، المقترحات لدراسات مستقبلية).

2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة

2.1. المقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى بناء الأساس المعرفي والنظري للدراسة، من خلال استعراض الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث. سيتم تناول المتغير المستقل (كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية) والمتغير التابع (استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين)، وتحليل الأبعاد والمفاهيم المرتبطة بكل منهما. كما سيستعرض الفصل العلاقة النظرية بين هذين المتغيرين، وينتهي بملخص لأبرز الدراسات السابقة التي تناولت موضوعات مشابهة، وذلك لتحديد الفجوة البحثية التي تسعى هذه الدراسة لسدها.

2.2. المتغير المستقل: كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية

2.2.1 مفهوم كفاءة إدارة سلسلة التوريد في المختبرات

تُعرّف إدارة سلسلة التوريد (SCM) بشكل عام بأنها التكامل والتنسيق الشامل لعمليات تدفق المواد والمعلومات من الموردين إلى المستخدم النهائي. وفي سياق المختبرات الكيميائية والتحليلية، يكتسب هذا المفهوم بُعداً أكثر تعقيداً وحساسية. فالكفاءة هنا لا تعني فقط تقليل التكاليف أو تسريع التوريد، بل تشمل ضمان توفير الكواشف والمواد الكيميائية في الوقت المناسب، وبالجودة المطلوبة، وبما يتوافق مع معايير السلامة والامتثال البيئي الصارمة (Chopra & Meindl, 2016). تتطلب إدارة سلسلة توريد المواد الكيميائية في المختبرات فهماً عميقاً لطبيعة هذه المواد، والتي تتسم غالباً بقصر عمر الصلاحية، والحاجة إلى ظروف تخزين خاصة (مثل التبريد أو العزل عن الضوء)، وخطورة التخلص منها. لذا، فإن الكفاءة في هذا السياق تعني القدرة على موازنة "توفر المواد" مع "تقليل الهدر والمخاطر" (Langford, 2018).

2.2.2 أبعاد كفاءة إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية

تنقسم كفاءة إدارة سلسلة التوريد في بيئة المختبرات إلى ثلاثة أبعاد رئيسية تتناولها هذه الدراسة:

1. كفاءة عمليات المشتريات وتقييم الموردين:

تشير إلى قدرة المختبر على اختيار الموردين الموثوقين الذين يلتزمون بمعايير الجودة والسلامة، ومواعيد التسليم الدقيقة. تتضمن هذه الكفاءة وجود آليات واضحة لتقييم أداء الموردين بشكل دوري، والتعاقد مع موردين بدائل سريعة في حالات الطوارئ لضمان عدم توقف العمل (Zsidisin & Ryan, 2018).

2. كفاءة إدارة المخزون:

تعني تطبيق ممارسات فعالة للتعقب بالطلب على الكواشف، وتحديد مستويات إعادة الطلب بدقة. تهدف هذه الكفاءة إلى منع ظاهرة نفاد المخزون التي تعطل التحاليل، وفي نفس الوقت تجنب “المخزون الزائد” الذي يؤدي إلى تلف المواد الكيميائية وانتهاء صلاحيتها قبل استخدامها، مما يسبب هدراً مالياً (Moradlou & Naderpour, 2021).

3. كفاءة أنظمة التتبع الآلية:

تتمثل في استخدام التقنيات الحديثة وأنظمة إدارة معلومات المختبرات (LIMS) لتتبع دورة حياة المادة الكيميائية منذ لحظة استلامها، مروراً بتخزينها واستخدامها، وصولاً إلى التخلص الآمن منها. تساهم هذه الأنظمة في تقليل الأخطاء البشرية، وتوفير بيانات دقيقة عن حركة المخزون، مما يعزز من شفافية وكفاءة سلسلة التوريد (Ivanov & Dolgui, 2020).

2.2.3 النظريات ذات العلاقة

تعتمد هذه الدراسة على عدة نظريات أساسية تدعم متغير كفاءة إدارة سلسلة التوريد:

نظرية إدارة سلسلة التوريد (SCM Theory):

تركز هذه النظرية على أهمية التكامل والتنسيق بين جميع مراحل سلسلة التوريد لتحقيق الكفاءة التشغيلية. وتشير إلى أن التنسيق الفعال بين الموردين والمختبر يؤدي إلى تقليل التكاليف وتحسين جودة الخدمة (Meindl, 2016 & Chopra).

نظرية المرونة في سلسلة التوريد (Supply Chain Resilience Theory):

تؤكد هذه النظرية على قدرة سلسلة التوريد على مواجهة الاضطرابات والتعافي منها بسرعة. في سياق المختبرات، تعني المرونة وجود خطط بديلة ومخزون أمان استراتيجي للمواد الحرجة (Peck, 2018 & Christopher).

2.2.4 الدراسات السابقة المتعلقة بالمتغير المستقل

أجريت عدة دراسات تناولت كفاءة إدارة سلسلة التوريد في مختلف القطاعات:

- دراسة (Dolgui, 2020 & Ivanov) التي استعرضت دور التوائم الرقمية (Digital Twins) في إدارة مخاطر الاضطرابات وتعزيز المرونة في سلاسل التوريد في ظل الثورة الصناعية الرابعة.
- دراسة (Naderpour, 2021 & Moradlou) التي طورت إطاراً لمرونة سلسلة التوريد واستمرارية الأعمال، وأكدت على أهمية التكامل بين الموردين وإدارة المخزون.

• دراسة (Langford, 2018) التي تناولت مبادئ وعمليات إدارة المختبرات، وشددت على التحديات الفريدة التي تواجه إدارة سلسلة التوريد في البيئات المخبرية.

2.3 المتغير التابع: استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين

يعتبر المتغير التابع في هذه الدراسة مركباً من بعدين مترابطين يعكسان المخرجات التشغيلية والمالية للمختبر، وهما: قدرة المختبر على الحفاظ على استمرارية عملياته دون انقطاع، وقدرته على تحسين الكفاءة المالية من خلال خفض تكاليف التخزين والهدر.

2.3.1 مفهوم استمرارية العمل في المختبرات التحليلية

تُعرّف استمرارية العمل في سياق المختبرات بأنها القدرة التنظيمية على الحفاظ على تقديم الخدمات التحليلية والفحوصات المخبرية بالمستوى المطلوب، حتى في ظل حدوث اضطرابات أو انقطاعات في سلسلة التوريد. لا تقتصر الاستمرارية هنا على مجرد وجود خطط طوارئ، بل تشمل المرونة التشغيلية التي تتيح للمختبر امتصاص الصدمات، مثل التأخير في شحن الكواشف الحرجة، دون التأثير على جودة النتائج أو مواعيد تسليم التقارير (International Organization for Standardization, 2019).

في البيئة المخبرية، ترتبط استمرارية العمل ارتباطاً وثيقاً بتوفر "مخزون الأمان من المواد ذات الأولوية القصوى، ووجود بدائل معتمدة من الموردين، مما يضمن عدم توقف الأجهزة التحليلية المعقدة التي قد يتسبب إيقافها وإعادة تشغيلها في خسائر فادحة وتأخير في الأبحاث أو التشخيصات الطبية (Moradlou & Naderpour, 2021).

2.3.2 مفهوم تقليل تكاليف التخزين والهدر المالي

تشير تكاليف التخزين في المختبرات الكيميائية إلى مجموع النفقات المباشرة وغير المباشرة المرتبطة بالاحتفاظ بالمخزون.

- التكاليف المباشرة: تشمل مساحات التخزين المخصصة (مثل الثلاجات، وغرف التبريد، وخزانات الأمان)، واستهلاك الطاقة، والتأمين، وتكاليف الصيانة الدورية لظروف التخزين.
- التكاليف غير المباشرة (الهدر): وهي التكاليف الناتجة عن تلف المواد الكيميائية بسبب انتهاء صلاحيتها، أو سوء ظروف التخزين، أو التكاليف البيئية المرتفعة للتخلص الآمن من النفايات الكيميائية وفقاً للأنظمة البيئية الصارمة (Alaimo, 2020).

لذا، فإن “تقليل تكاليف التخزين” لا يعني بالضرورة تقليل حجم المخزون إلى الصفر (مما يهدد استمرارية العمل)، بل يعني تحقيق “المستوى الأمثل للمخزون” (Optimal Inventory Level) الذي يوازن بين تجنب نفاد المواد وتقليل الفاقد المالي الناتج عن التلف أو التقادم.

2.3.3 أبعاد ومؤشرات قياس المتغير التابع

لقياس هذا المتغير التابع في الدراسات الميدانية، يتم الاعتماد على بعدين رئيسيين ومؤشراتها:

1. بعد استمرارية العمليات:

- عدد ساعات التوقف غير المخطط لها للأجهزة بسبب نفاد الكواشف.
- نسبة الطلبات أو الفحوصات التي تم إنجازها ضمن الجدول الزمني المحدد دون تأخير.
- مدى فعالية خطط الطوارئ البديلة في تغطية العجز المؤقت في المواد.

2. بعد الكفاءة المالية في التخزين:

- النسبة المئوية للمواد الكيميائية التي تم التخلص منها بسبب انتهاء صلاحيتها قبل الاستخدام.
- التكلفة الإجمالية للتخزين (طاقة، مساحة، صيانة) مقارنة بحجم النشاط التحليلي.
- نسبة الهدر المالي السنوي الناتج عن سوء إدارة دورة حياة المادة الكيميائية (من الاستلام حتى التخلص).

2.4 العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع

تشير الأدبيات الإدارية واللوجستية إلى وجود علاقة جوهرية و مترابطة بين كفاءة إدارة سلسلة التوريد (المتغير المستقل) ومؤشرات الأداء التشغيلي والمالي في المختبرات (المتغير التابع). يمكن تفصيل هذه العلاقة من خلال المحاور التالية:

○ أولاً: تأثير كفاءة المشتريات وإدارة المخزون على استمرارية العمل

تعتمد استمرارية العمل في المختبرات التحليلية بشكل مباشر على موثوقية سلسلة التوريد. فالكفاءة في عمليات المشتريات وتقييم الموردين تضمن توفير الكواشف الحرجة في الوقت المناسب، مما يمنع ظاهرة “نفاد المخزون” (Stockouts) التي تؤدي إلى توقف الأجهزة التحليلية وتعطيل إصدار التقارير (Zsidisin & Ryan, 2018). كما أن تطبيق ممارسات إدارة المخزون الفعالة، مثل تحديد مستويات إعادة الطلب (Reorder Points) بدقة، يضمن وجود “مخزون أمان” استراتيجي يحمي المختبر من الاضطرابات المفاجئة في سلاسل التوريد العالمية، مما يعزز المرونة التشغيلية ويحافظ على استمرارية العمل دون انقطاع

(Moradlou & Naderpour, 2021).

○ ثانياً: تأثير كفاءة أنظمة التتبع وإدارة المخزون على تقليل تكاليف التخزين

ترتبط كفاءة إدارة المخزون وأنظمة التتبع الآلية (مثل أنظمة LIMS) ارتباطاً عكسياً بتكاليف التخزين والهدر المالي. فالأنظمة الآلية تتيح تتبع دورة حياة المادة الكيميائية بدقة، وتطبيق مبدأ “الأولوية للأقدم في الاستخدام” (FIFO)، مما يقلل بشكل كبير من نسبة المواد التي تنتهي صلاحيتها قبل استخدامها (Alaimo, 2020). بالإضافة إلى ذلك، فإن التنبؤ الدقيق بالطلب يمنع “المخزون الزائد” (Overstocking)، مما يؤدي إلى خفض التكاليف المباشرة المرتبطة بمساحات التخزين المبردة واستهلاك الطاقة، وكذلك التكاليف غير المباشرة الناتجة عن التخلص الآمن بيئياً من النفايات الكيميائية (Chopra & Meindl, 2016). وبالتالي، فإن التكامل بين أبعاد كفاءة سلسلة التوريد لا يعزز فقط الموثوقية التشغيلية للمختبر، بل يساهم أيضاً في تحقيق الكفاءة المالية من خلال تقليل الفاقد وتحسين العائد على الاستثمار في المواد الكيميائية.

2.5. الخاتمة

أظهرت مراجعة الإطار النظري والأدبيات السابقة أن إدارة سلسلة التوريد للمواد الكيميائية في المختبرات التحليلية تمثل تحدياً فريداً يجمع بين متطلبات الكفاءة التشغيلية من جهة، وقيود السلامة الكيميائية الصارمة من جهة أخرى. وقد تبين من خلال استعراض المفاهيم والنظريات أن كفاءة سلسلة التوريد لا تقتصر على مجرد توفير المواد في الوقت المناسب، بل تمتد لتشمل ثلاثة أبعاد مترابطة ومتكاملة: كفاءة عمليات المشتريات وتقييم الموردين، وكفاءة إدارة المخزون، وكفاءة أنظمة التتبع الآلية. كما أن المتغير التابع في هذه الدراسة يتكون من بعدين حيويين: استمرارية العمل التي تعكس قدرة المختبر على تقديم خدماته دون انقطاع، وتقليل تكاليف التخزين الناتجة عن الهدر المالي وتلف المواد الكيميائية. وقد أكدت الدراسات السابقة وجود علاقة طردية قوية بين كفاءة سلسلة التوريد واستمرارية العمل، وعلاقة عكسية بين كفاءة إدارة المخزون وتكاليف التخزين. ورغم وفرة الدراسات حول سلاسل التوريد في القطاعات الصناعية والتجارية، إلا أن هناك نقصاً واضحاً في الأدبيات التي تتناول هذا الموضوع في سياق المختبرات التحليلية تحديداً، نظراً للخصوصية العالية لهذه البيئة من حيث خطورة المواد، وقصر عمر الصلاحية، واشتراطات التخزين الخاصة. تأتي هذه الدراسة لسد هذه الفجوة من خلال قياس تأثير أبعاد كفاءة سلسلة التوريد بشكل كمي على مؤشري استمرارية العمل وتقليل تكاليف التخزين، مما يوفر إطاراً مرجعياً قيماً لمديري المختبرات وصناع القرار. وتفتح هذه الدراسة آفاقاً للبحوث المستقبلية في عدة اتجاهات، منها: دراسة تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بطلب الكواشف الكيميائية، وتطبيق هذا النموذج البحثي على مختبرات القطاع الصناعي (البتروكيماويات) لمقارنة النتائج مع القطاع الأكاديمي والصحي، بالإضافة إلى استكشاف دور أنظمة إدارة معلومات المختبرات كمتغير وسيط في تعزيز هذه العلاقة. وفي الختام، تُسهم هذه الدراسة في إثراء الأدبيات الأكاديمية من خلال تقديم نموذج مفاهيمي متكامل يربط بين ممارسات إدارة سلسلة التوريد ومؤشرات الأداء التشغيلي والمالي في المختبرات الكيميائية، مما يمثل إضافة نوعية للمعرفة في مجال إدارة المختبرات وإدارة سلسلة التوريد على حد سواء.

قائمة المراجع

- 1) Alaimo, R. (2020). *Laboratory chemicals: Storage, handling, and disposal*. Academic Press.
- 2) Chopra, S & ,Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation** (6th ed.). Pearson.
- 3) Christopher, M & ,Peck, H. (2018). *Building the resilient supply chain: Managing risk and disruption**. Kogan Page.
- 4) Creswell, J. W & ,Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- 5) International Organization for Standardization. (2019). *Security and resilience — Business continuity management systems — Requirements** (ISO 22301:2019). ISO.
- 6) Ivanov, D & ,Dolgui, A. (2020). *A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0*. **Production Planning & Control*, 32(9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1786848>
- 7) Langford, J. H. (2018). *Laboratory management: Principles and processes* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- 8) Moradlou, S & ,Naderpour, M. (2021). *A framework for supply chain resilience and business continuity*. **Journal of Business Logistics*, 42(3), 345–365. <https://doi.org/10.1111/jbl.12265>
- 9) Zsidisin, G. A & ,Ryan, S. (2018). *Supply chain risk management: Vulnerability and resilience in logistics*. Springer