مجلة البحوث الإدارية والمالية والكمية
Journal of Managerial, Financial & Quantitative Research
جامعة السويس
كلية التجارة

ادارة تكاليف تدفق المواد في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد

(بحث مقبول للنشر كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في المحاسبة)

إعداد

مي أحمد حمزة محمد
مدرس مساعد بقسم المحاسبة والمراجعة – كلية التجارة – جامعة السويس

الأستاذ الدكتور
مختار اسماعيل أبو شعيشع (رحمه الله)
أستاذ المراجعة والضرائب المتفرغ
كلية التجارة – جامعة السويس

الأستاذ الدكتور
بهاء محمد حسين منصور
أستاذ متفرغ بقسم المحاسبة والمراجعة
كلية التجارة – جامعة السويس

مجلة البحوث الإدارية والمالية والكمية
كلية التجارة – جامعة السويس
المجلد الرابع – العدد الثالث
سبتمبر 2024

رابط المجلة: https://safq.journals.ekb.eg/

إدارة تكاليف تدفق المواد في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد

ملخص الدراسة:

هدفت الدراسة إلى عمل تحليل مرجعي لإدارة تكلفة تدفق المواد في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد من خلال عرض منافع تطبيق نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد Material Flow Cost Accounting (MFCA) كأداة للإدارة البيئية وتتبع تدفق المواد والفاقد وخفضه وإدارة تكلفته بتغيير تصميم المنتج أو عمليات الإنتاج، التطبيق المتزامن له مع خريطة تدفق القيمة Value Stream Mapping (VSM) والتركيز على عمليات التصنيع التي توفر القيمة للعملاء بتقديم المنتجات في الوقت المناسب والسعر والجودة المناسبة من خلال تحديد الأنشطة التي لا تضيف قيمة للعميل وتستهلك الموارد والوقت ومنافع التطبيق المتزامن بينهم. وأخيرا تم عرض خريطة تدفق القيمة المستدامة Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) المطورة بواسطة Faulkner & Badurdeen,2014 في عام ٢٠١٤ لتصور التفاعل بين كفاءة نظام التصنيع واستغلال الموارد والفاقد بشكل متزامن، مع توصية الباحث بضرورة ربط الخريطة بنظام محاسبة تكاليف تدفق المواد لتحديد تكلفة الفاقد وكيفية إدارته في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد.

الكلمات المفتاحية: محاسبة تكاليف تدفق المواد، خريطة تدفق القيمة المستدامة،إدارة تكلفة التدفق.

Abstract:

The study aimed to create a reference analysis for material flow cost Management in a lean manufacturing environment by presenting the benefits of applying the Material Flow Cost Accounting (MFCA) system as a tool for environmental management, tracking material flow and waste, reducing it, and managing its cost by changing the product design or production processes. Its simultaneous application with Value Stream Mapping (VSM) focuses on manufacturing processes that provide value to customers by providing products at the right time, price, and quality by identifying activities that do not add value to the customer and consume resources and time, and the benefits of simultaneous application between them. Finally, the Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) map developed by Faulkner & Badurdeen, 2014 was presented in 2014 to visualize the interaction between the efficiency of the manufacturing system and the exploitation of resources and waste simultaneously, with the researcher recommending the necessity of linking the map to the material flow cost accounting system to determine The cost of waste and how to manage it in a lean manufacturing environment.

Keywords: Material Flow Cost Accounting, Sustainable Value Stream Mapping, Flow Cost Management

أولا: مشكلة الدراسة:

يتضمن التصنيع المستدام الممارسات التي تقلل من التأثيرات البيئية السلبية وتحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية وذلك قد يتم من خلال عدد من الممارسات التي تساعد في تخفيض استخدام المواد وإعادة الاستخدام والتدوير والاسترداد للمخلفات وهو امتداد لطرق R٣ المستخدمة سابقًا (التخفيض، وإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير) التي انتشرت في التسعينيات والتي تهدف الى تحقيق أكبر قدر من استرداد القيمة من المنتجات المنتهية الصلاحية والمخلفات وإعادة توجيه ذلك إلى دورات الحياة اللاحقة لتدفق المواد شبه الدائم. وحاليا تم الاعتراف جيدًا بدور الابتكار في تعزيز الاستدامة وتنفيذ النهج القائم على R٦ لدفع الاستدامة والذي يتمثل في ابتكار عمليات التصنيع والمنتجات والأنظمة التي تجعل تدفق المواد ذات الحلقة المغلقة (Faulkner & Badurdeen, 2014, p.8). و في الوقت الحالي، يتزايد الضغط لتحقيق منتجات عالية الجودة بتكلفة إنتاج منخفضة وبأقل تأثير بيئي في الصناعة، مما يؤدي إلى الحاجة إلى تطوير أدوات تدعم قرارات الإدارة. حيث تميل الصناعات المرتبطة بتصنيع المكونات إلى البحث عن حلول بسيطة وفعالة تسمح لها بزيادة الإنتاجية مع الحفاظ على التكلفة المعنية أو تقليلها. ومع ذلك، خلال العقود الأخيرة، تزايد الوعي الاجتماعي حول المشاكل البيئية. وعندما واجهت الشركات هذا الواقع، شعرت بالحاجة إلى البحث عن حلول تمكنها من الحد من الأثر البيئي لأنشطتها إلى جانب التركيز على العنصر الاقتصادي بشكل رئيسي على التحكم وخفض التكاليف المرتبطة بها (Hartini et al., 2018). وقد ظهر نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد Material Flow Cost Accounting (MFCA) الذي يعمل على إدارة عملية تدفق المواد وحركة المخزون خلال عمليات الإنتاج وتحديد خسائر المواد وتدفقاتها التي قد تذهب بدون ادارة إلى التربة أو الماء أو الهواء والتي يمكن أن تساعد بشكل كبير في الضرر البيئي وتترجم في شكل تكلفة؛ والبحث عن طرق لتقليل استخدام المواد و / أو خسائر المواد والتي قد تشمل ١) إدارة عملية التصنيع (إعادة الهيكلة)، ٢) التحسين في أقسام الإنتاج (تصميم العملية او استبدال أدوات) و ٣) تطوير منتج جديد و اختيار احتمالية خفض خسارة المواد لكل بديل وتحديد أولويات التحسين ووضع خطة التحسين باختيار أفضل بديل بأقل تكلفة.

وقد لوحظ مؤخرا تغير طرق التفكير في إدارة الشركات التقليدية وظهور مفهوم التفكير الرشيد Lean Thinking الذي يعمل على التركيز على عمليات التصنيع التي توفر القيمة للعملاء بتقديم المنتجات في الوقت المناسب والسعر والجودة المناسبة من خلال تحديد الأنشطة التي لا تضيف قيمة للعميل وتستهلك الموارد والوقت مثل زيادة وقت الانتظار للمواد والمعلومات، تعطل الآلات، الحركات غير ضرورية وبالتالي يجب هنا تنظيم الأعمال حول الطريقة التي يتم بها إنشاء المنتجات أو الخدمات. ويتم هنا رسم خريطة تدفق القيمة التي تعمل على تتبع التدفق للمعلومات والمواد خلال عمليات الانتاج او سلسلة التوريد بالكامل وتحديد فرص التحسين المتاحة لترشيد نفايات العمليات وخفض الأنشطة الغير مضيفة للقيمة والمهلة الزمنية في النظام مع عدد من الأدوات

الأخرى المساعدة مثل الادارة البصرية والإنتاج في الوقت المناسب وغيرها. وقد اهتمت خريطة تدفق القيمة بدراسة اقتصاديات خط التصنيع، ومعظمها يتعلق بالوقت (مدة الدورة، المهلة الزمنية، وقت التغيير، وما إلى ذلك) ولم تؤخذ في الاعتبار الأداء البيئي وربطه بعمليات التصنيع. وبالتالي فان التقاط الأداء البيئي بصريًا سيزيد من فائدته كأداة يمكن استخدامها لتقييم عمليات التصنيع من منظور الاستدامة من خلال تمديد خريطة تدفق القيمة ليشمل معايير إضافية (Chiarini, 2012; Gracanin et al.,2014 ;Faulkner & Badurdeen, 2014; Michel, M.J., 2011). ومؤخرا قامت دراسة Badurdeen,. 2014 & Faulkner بتطوير منهجية (VSM) المستدامة Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) لتقييم أداء الاستدامة الاقتصادية والبيئية في التصنيع. ومن المقاييس الأساسية التي يتم تضمينها الكميات المستخدمة من المياه، المواد الخام، واستهلاك الطاقة وتحديد فاقد المواد والمياه المتخلف من عمليات الإنتاج (Chiarini, 2012; Gracanin et al, 2014; Faulkner & Badurdeen, 2014; Michel, M.J., 2011)..

وقد قام عدد قليل من الدراسات بتحديد منافع التطبيق المتزامن لنظام (MFCA) مع خريطة تدفق القيمة عند بيئة التصنيع الخالي من الفاقد. وقد تم عرض خريطة التدفق المستدامة المطورة بغرض دراسة التفاعل بين كفاءة نظام التصنيع والأثر البيئي والتي من ضمن مؤشراتها تتبع استهلاك المواد والفاقد وربطه بعمليات التصنيع، دون التطرق بصور مباشرة لمنافع تضمين نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد لإدارة تدفق المواد(Chattinnawat et al., 2018; Gonçalves, 2019) . ووفقا لما سبق سيتم تحديد أهمية نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد في دعم خريطة تدفق القيمة المستدامة لإدارة تكلفة الفاقد المتخلف من عمليات التصنيع

ثانياً: تقييم وعرض الدراسات السابقة:

سيقوم الباحث فيما يلي بعرض وتقييم الدراسات السابقة التي تناولت نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد ودوره في إدارة تكلفة الفاقد، تطبيقه في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد بشكل متزامن مع خريطة تدفق القيمة لتحديد الفاقد والأنشطة الغير مضيفة للقيمة، وأخيراً عرض الدراسات المرتبطة بخريطة تدفق القيمة المستدامة المطورة بتضمين جوانب الاستدامة الاقتصادية و البيئية والاجتماعية في الخريطة وذلك للتعرف على جوانب البحث التي عرضتها تلك الدراسات والنتائج التي توصلت إليها وتحديد الجوانب التي لم يتعرض لها البحث وتوجيه الدراسة إلى التكامل مع الدراسات السابقة.

١) الدراسات السابقة المرتبطة بنظام محاسبة تكاليف تدفق المواد (تتبع تدفق المواد والفاقد وإدارة تكلفة الفاقد):

الباحث	سنة النشر	هدف الدراسة/ جمع بيانات الدراسة	النتائج والتوصيات
Schmidt et al.,	٢٠١٩	**هدفت الدراسة الى؛** تحديد آثر تطبيق نظام (MFCA) في شركة Junker–Filter GmbH لانتاج الفلتر المنسوج	**توصلت الدراسة الى؛** أهمية نظام (MFCA) في تحسين فعالية استغلال الموارد وقياس فاقد المواد والطاقة للمنتجات التي بها تنوع في الأمر والطلب، استخدام معلومات النظام لتحديد القيمة المضافة من خفض الخسائر، بتحديد البصمة البيئية وانبعاثات الكربون وهكذا أصبح (MFCA) هو الجوهر الكمي لاستراتيجية الشركة الشاملة حيث يتم الاستمرار في تحديد احتمالات خفض التكلفة المختلفة، وبصمة الكربون.
نصير، عبد الناصر عبد اللطيف محمد	٢٠٢٠	**هدفت الدراسة الى؛** توسيع دور مدخل محاسبة تكاليف تدفق المواد في تحسين الأداء المالي والبيئي والإجتماعي وتحقيق الإستدامة في شركة مصر للأسمنت (قنا) وما لها من تأثير سلبي على البيئة. **ولتحقيق هدف الدراسة؛** قام الباحث باجراء دراسة تطبيقية للتحقق من قابلية نظام (MFCA) للتطبيق في البيئة المصرية وتوفير دليل ميداني حول قدرة هذا المدخل على تحقيق الاستدامة للشركات المصرية.	**وقد توصلت الدراسة الى؛** ان مدخل (MFCA) يوفر معلومات تفصيلية مالية وغير مالية يسهم في ترشيد القرارات الإدارية الاستراتيجية التي تحقق الاستدامة للشركة. **ويوصى الباحث؛** بانه اذا استطاعت الشركة اتخاذ التدابير المناسبة للتخلص من الفاقد قدر الامكان سوف تحقق أرباح وتحسن وضعها المالي وان خفض الفاقد سوف يسهم في خفض الاثار البيئية الضارة ويحسن صورة وسمعة الشركة أمام المجتمع.
Nishitani et al.,	٢٠٢٢	**هدفت الدراسة الى؛** تحديد مدى مساهمة محاسبة تكاليف تدفق المواد (MFCA) في الاقتصاد الدائري من خلال مساعدة الشركات على تحقيق	**توصلت الدراسة الى؛ أولا،** ان الشركات التي تنفذ (MFCA) هي أكثر عرضة من غيرها لتحسين أدائها البيئي من حيث استهلاك الطاقة،

		الأهداف البيئية والاقتصادية من خلال كفاءة استخدام الموارد. وقد قامت هذه الدراسة بتحليل العلاقة الثلاثية بين MFCA والأداء البيئي والأداء الاقتصادي؛ **ولتحقيق هدف الدراسة** تم إجراء استقصاء شمل ٢٢٥ شركة يابانية مدرجة في القسم الأول من بورصة طوكيو للأوراق المالية.	وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والنفايات المنتجة. **ثانيا:** يمكن ان يحسن (MFCA)، الإنتاجية بشكل غير مباشر (وبالتالي تقليل تكاليف الإنتاج) من خلال الكشف عن التكاليف غير المرئية التي تم التغاضي عنها وتحقيق الابتكار في الإنتاج
Kitada et al.,	٢٠٢٢	**هدفت الدراسة الى؛** التحقق من استمرارية استخدام (MFCA)، وتصميم أنظمة الحساب، واستخدام معلومات (MFCA) من قبل الإدارة. **ولتحقيق هدف الدراسة؛** تم إجراء استقصاء في ٢١٩ شركة يابانية، معظمها تلك التي قدمت (MFCA) بدعم من (METI) والهيئات الحكومية المحلية. لتوضيح مدى استمرارية استخدام النظام ، وقد تلقي الردود من ٢٧ شركة	**توصلت الدراسة الى؛** إن الشركات التي تستخدم (MFCA) على مدى فترة طويلة تعلق أهمية أكبر على تحسين صورة الشركة وتقديم التقارير إلى الإدارة واتخاذ القرارات الاستثمارية وأدركت فائدته لخفض التكاليف. اما الشركات التي توقفت عن استخدام (MFCA) بعد فترة قصيرة ركزت بشكل خاص على قياس تدفق المواد حيث كان نطاق الأنشطة يقتصر على تقليل التكلفة والنفايات. وقد اوصى الباحثين إن تبادل التفاهم والتعاون مع الإدارات الأخرى والتعاون مع الموردين من النقاط الاساسية للبحث في المستقبل

٢) الدراسات السابقة التي أظهرت فوائد التطبيق المتزامن لنظام محاسبة تكاليف تدفق القيمة مع خريطة تدفق القيمة في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد:

Cecílio, H.,	٢٠١٧	**هدفت الدراسة الى؛** تحليل تكامل تطبيق محاسبة تكاليف تدفق المواد مع أدوات إدارة الإنتاج للتخلص من النفايات، وخاصة أدوات (Lean) بالتعرف على أوجه القصور التي لا يملك (MFCA) وحده القدرة على تحديدها.	**توصلت الدراسة الى؛** – إن تطبيق تحليل (MFCA) ساعد الشركة على فهم حجم الموارد المستخدمة والتدفقات من حيث تكاليف المنتج والنفايات. – تعد أداة (MFCA) فعالة لتحديد استخدامات الموارد وتحويلها كمنتج أو خسارة من حيث الأداء النقدي. فهو يعرض تكلفة الإنتاج الحقيقية لنظام

			الإنتاج. علاوة على ذلك، يمكن أن تكون أداة مفيدة للتعرف على بعض أوجه القصور في الإنتاج خلال فترة التحليل وجمع البيانات فقط إذا كانت مدعومة بملاحظة دقيقة متزامنة. – يسمح تحليل (MFCA) بحساب جميع المواد والموارد المهدرة بناءً على البيانات الشاملة وتوصيف النظام ولكنه ليس مستعدًا للتعامل مع أوجه القصور من وجهة نظر نظام التصنيع – كأدوات (Lean). التى توفر تقييم السبب الجذري للمشكلة ويستخدم أدوات حل المشكلات لحل المشكلات الموجودة. – منهجية (MFCA-Lean) قادرة على تقديم الحالة الحقيقية لنظام الإنتاج في الوحدات النقدية لتشجيع المدير على إعادة تقييم استراتيجيتهم وتوفير الأدوات اللازمة للتعرف على الأسباب الجذرية ودعم وتحسين أنشطة الموظفين وتوجيه عملهم بكفاءة. وينبغي تنفيذ هذه المنهجية كدورة تحسين مستمرة حتى تقترب عملية الإنتاج من العملية المثالية المثالية.
Gonçalves,	٢٠١٩	**هدفت الدراسة الى؛** توصيف نظام الإنتاج الحالي، بناءً على تكامل طريقة (MFCA) مع أدوات ترشيد الفاقد. وقد تم عرض دراسة حالة في شركة صناعية تعمل في مجال تشغيل المعادن.	**توصلت الدراسة الى؛** يسمح تطبيق طريقة (qMFCA-Lean): – تحديد المشاكل الرئيسية المرتبطة بالإنتاج التي تمت ملاحظتها في حالة الدراسة. وترتبط هذه المشاكل بالكميات الكبيرة من مخلفات المواد ، وعدم الكفاءة العالية لبعض أنشطة مراقبة الجودة، وارتفاع تكاليف النظام في بعض عمليات مراقبة الجودة، والتأخير بين مراقبة الجودة. – الحصول على مجموعة من المؤشرات المفيدة التي تسمح لك ببدء عملية التغيير والتحسين، حتى بدون العمق والتفاصيل لفحص كامل.

٣) الدراسات السابقة المرتبطة بخريطة تدفق القيمة المستدامة (تطوير خريطة تدفق القيمة لتضمين جوانب الإستدامة):

Faulkner & Badurdeen,	٢٠١٤	**هدفت الدراسة الى؛** توسيع نطاق رسم خرائط تدفق القيمة، لتحديد التأثيرات / النفايات البيئية والمجتمعية من خلال تحديد المقاييس والأساليب المناسبة لعرضها بصريًا. وقد تم التحقق من صحة هذا النهج من خلال دراسة حالة تجريبية أجريت مع شركة تصنيع محلية لأطباق الأقمار الصناعية التلفزيونية.	**توصلت الدراسة الى؛** – يجب على الشركات الابتعاد عن استخدام التقنيات التقليدية التي ركزت فقط على تقليل التكاليف وتحسين الكفاءة إلى تلك التي تأخذ في الاعتبار أيضًا الآثار البيئية والمجتمعية للعمليات. – تعد (VSM) إحدى التقنيات الأكثر استخدامًا على نطاق واسع في التصنيع الخالي من الفافد لتحديد النفايات التي يتم التخلص منها من خلال التحسين المستمر. في حين ركزت بعض الجهود على توسيع (VSM) ليشمل، في المقام الأول، VSM الأخضر / البيئي.
Brown, et al.,	٢٠١٤	**هدفت الدراسة الى؛** اختبار تعدد استخدامات (Sus-VSM) المطورة بواسطة Faulkner & Badurdeen,2014 على سياقات أنظمة التصنيع المختلفة .	**توصلت الدراسة الى؛** – إن (VSM) التقليدي لا يأخذ بعين الاعتبار الأداء البيئي أو المجتمعي لخطوط الإنتاج بشكل مباشر. (VSM) المستدام (Sus-VSM) هو امتداد مقترح لـ VSM التقليدي الذي يتضمن مقاييس الاستدامة. إن القدرة على التقييم البصري لاستدامة التصنيع من خلال (VSM) تزيد من فائدتها كأداة لتحديد المجالات المحتملة للتحسين. – تكشف دراسات الحالة التي تم إجراؤها أنه يمكن اكتساب رؤى قيمة حول أداء الاستدامة لأنظمة التصنيع من خلال (Sus-VSM)، بغض النظر عن طبيعة تكوين النظام. فإن استخدام (Sus-) VSM يسمح بتقييم استهلاك الطاقة واستخدام المياه واستخدام المواد الخام بالإضافة إلى الجوانب المجتمعية مثل مستوى التعرض للمخاطر المتعلقة ببيئة العمل والعوامل البيئية. يمكن تقييم هذه المعايير في العملية الفردية وكذلك على أساس كل جزء لتحديد فرص تحسين الاستدامة داخل الشركة.

Le Hesran et al.,	٢٠٢٠	**هدفت الدراسة الى؛** الجمع بين مبادئ الإنتاج المستدام وتقييم التدفق البيئي والمواد لتعزيز منع الفاقد على المستوى التشغيلي للإنتاج، من خلال تحديد الأنشطة الرئيسية المولدة للفاقد التي يمكن تحسينها من خلال الجدولة.	**توصلت الدراسة الى؛** – الجدولة المناسبة تساعد في اكتشاف فرص تقليل الفاقد داخل أنظمة الإنتاج . وقد أظهرت النتائج ان تقييم التدفق والجدولة المناسبة يمكن ان يقلل توليد الفاقد الخطرة بنسبة ١٠% .

ثالثآ: **أهداف الدراسة**:

يهدف الباحث من خلال هذه الدراسة إلى عمل تحليل مرجعي لادارة تكلفة تدفق المواد في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد، ولتحقيق هدف الدراسة تم تقسيم الهدف الرئيسي الى الأهداف الفرعية التالية:

١) عرض دور نظام (MFCA) في تحسين كفاءة استخدام الموارد وخفض كمية وتكلفة الفاقد.
٢) الإشارة الى منافع التطبيق المتزامن لنظام (MFCA) لتحديد الفاقد والتكلفة المرتبطة مع خريطة تدفق القيمة (VSM) لتحديد الأنشطة الغير مضيفة للقيمة وتستهلك وقت وتكلفة خفضها .
٣) عرض خريطة تدفق القيمة المستدامة (Sus-VSM) المطورة في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد لتضمين مقاييس الاستدامة البيئية والتي تشمل استهلاك المواد الخام والطاقة والمياه لتصور التفاعل بين كفاءة نظام التصنيع والأثر البيئي بشكل متزامن، مع التطرق لدور بنظام (MFCA) الداعم لتحديد التكلفة الغير مباشرة الخاصة بالفاقد وكيفية ادارتها في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد.

رابعآ: **منهجية الدراسة**:

يعتمد الباحث على المنهج الاستقرائي ويتم على أساسه استقراء وتحليل كافة الدراسات والأبحاث التي تناولت أسلوب محاسبة تكاليف تدفق المواد و خريطة تدفق القيمة التقليدية والمستدامة وما يرتبط بهم من أبعاد مختلفة بهدف صياغة الإطار النظري لهذه الدراسة.

خامسآ: **الإطار النظري للدراسة**:

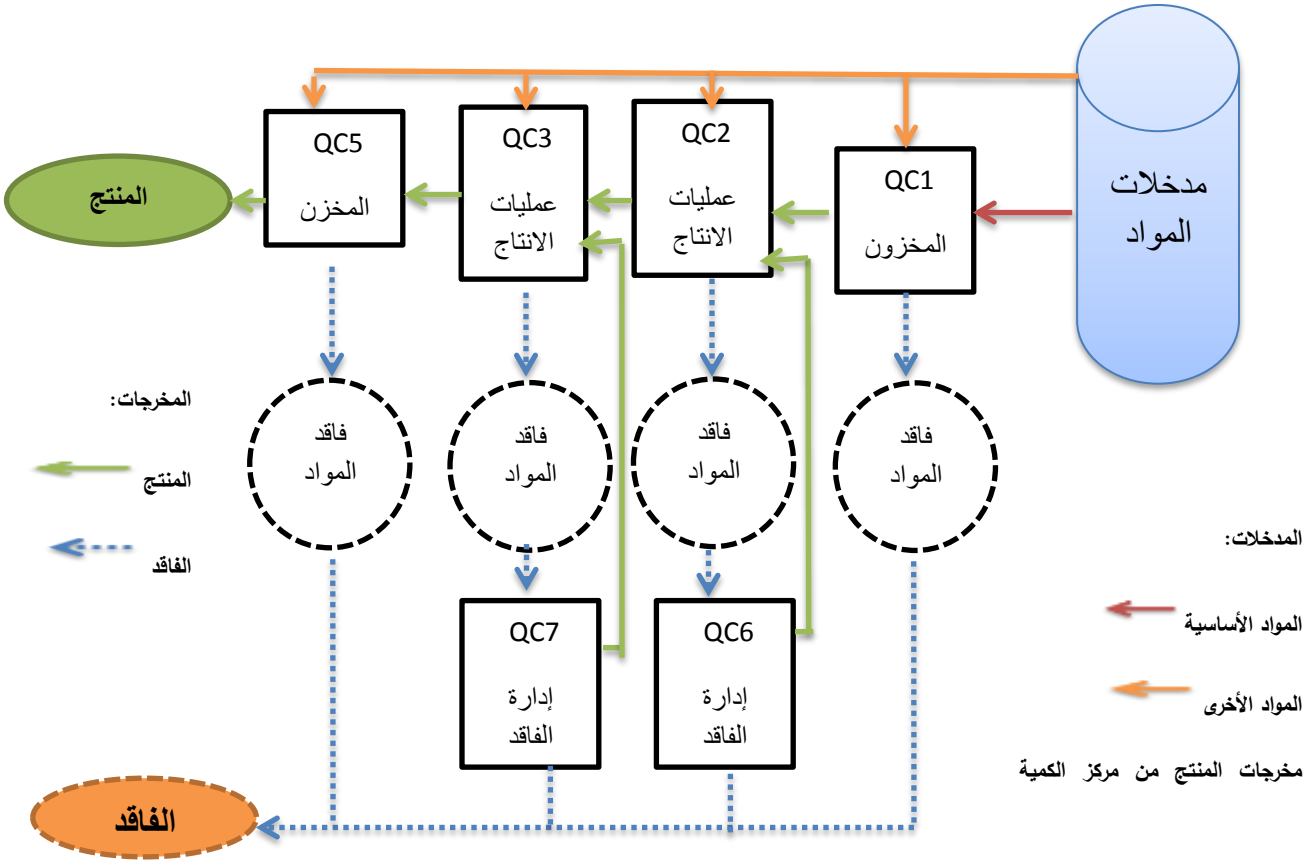
المحور الأول: **استخدام نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد (MFCA) في إدارة تكلفة الفاقد**:

ظهر نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد MFCA مع السياسات الحكومية الصارمة والضغوط المتزايدة من المجتمع مع تضاعف الاستهلاك العالمي للمواد الخام والطاقة بحلول عام ٢٠٦٠ بسبب التوسع في الاقتصاد العالمي وارتفاع مستويات المعيشة، وذلك بالإضافة الى تكثيف النفايات المتولدة أثناء تصنيع المنتجات كتقنية للإدارة البيئية تعمل على زيادة كفاءة استخدام الموارد، وتقليل كل من بصمتها البيئية وتكلفتها. وترجع بداية ظهور نظام MFCA الى اليابان والمانيا منذ عام ١٩٩٠ ومع نجاح عملية التطبيق في اليابان أصبحت محفز لمنظمة المعايير الدولية لإصدار معيار ISO 14051[١] في عام ٢٠١١ بعنوان Environmental Management- Material Flow Cost Accounting- General Framework لتوضيح إجراءات ومبادئ تطبيق النظام؛ الذي عرف بأنه ""أداة لقياس تدفقات ومخزون المواد خلال عمليات التشغيل أو خطوط الإنتاج في شكل وحدات مادية ونقدية. حيث يمثل (MFCA) أداة رئيسية لنهج الإدارة المشار إليه باسم إدارة التدفق، التي تهدف الى إدارة عمليات التصنيع فيما يتعلق بتدفقات المواد والطاقة بحيث يمكن لعملية التصنيع المضي قدمًا بكفاءة وبما يتوافق مع أي أهداف محددة وسيتم تلخيص الخطوات فيما يلي (Asako & Michiyasu, 2014,P.15-16; Christ et al, 2015, p.1380; Hyršlová et al., 2011,p.5-6; International Organization for Standardization ISO 14051, 2011, P.v,3,5; Jasch, 2011, p.259; Kasemset et al.,2015, p.1343; Nitto Denko Corporation, 2021, 47; Organization for Economic Co-operation and Development, 2019, p.10, 11, 17-18; Rieckhof et al., 2015, P.1263; Sahu et al.,2021,p1-2; Strobel & Redmann, 2002, p.74; Sygulla et al., 2011, p.3; Wagner, 2015, p. 1257 Tachikawa, H., 2014, P.3; Zhou & et al.,2017,p. 110) ؛

١) فهم تدفق المواد والطاقة:

يصور نظام MFCA عمليات الإنتاج في شكل تدفقات للمواد. فمن ناحية، يحتوي هذا النظام على تدفق المواد المتعلق بتوليد القيمة المضافة (من شراء مواد المدخلات مروراً بمراحل المعالجة حتى توزيع المنتجات على العملاء). ومن ناحية أخرى، يكون هناك جزء من التدفقات في شكل خسائر للمواد التي حدثت أثناء عمليات التشغيل والمعالجة والتي قد تتمثل في المنتجات المعيبة ذات الجودة المنخفضة، والخردة، والنفايات، والمنتجات التالفة، والمنتجات التي انتهت مدة استهلاكها، وما إلى ذلك) وهذا يعني أن المواد تترك الشركة على شكل بقايا غير مرغوب فيها من الناحيتين الاقتصادية والبيئية. انظر الشكل (١)

[١] الدول المشاركة في تطوير معيار ISO 14051 (اليابان، المانيا، البرازيل، المملكة المتحدة، فينلاندا، ماليزيا، المكسيك، جنوب افريقيا).



شكل (١) نموذج تدفق المواد (Cecílio, 2017,P.5)

٢) **القياس الكمي والنقدي لتدفق المواد والطاقة**: لتعامل مديرين الشركة ومديري الرقابة مع المعلومات الكمية والمالية يتم تقييم كمية وتكاليف تدفقات المواد، ومقارنة التكاليف المرتبطة بالمنتجات والفاقد وتقييم خسارة المواد كخسارة اقتصادية وفقا لما يلي، انظر الشكل (٢):

أ. **تقدير تكاليف التدفق**: يتم هنا تقدير تكاليف تدفق المواد لكل مركز كمية بالتفاصيل والتي تتمثل في (تكاليف المواد، تكاليف الطاقة، تكاليف النظام المتمثلة في تكلفة العمالة والإهلاك والنقل والصيانة)، وفي حال عدم القدرة على تحديد تكاليف الطاقة والنظام بصورة مباشرة لمركز الكمية يتم تحديد أساس تخصيص مناسب؛

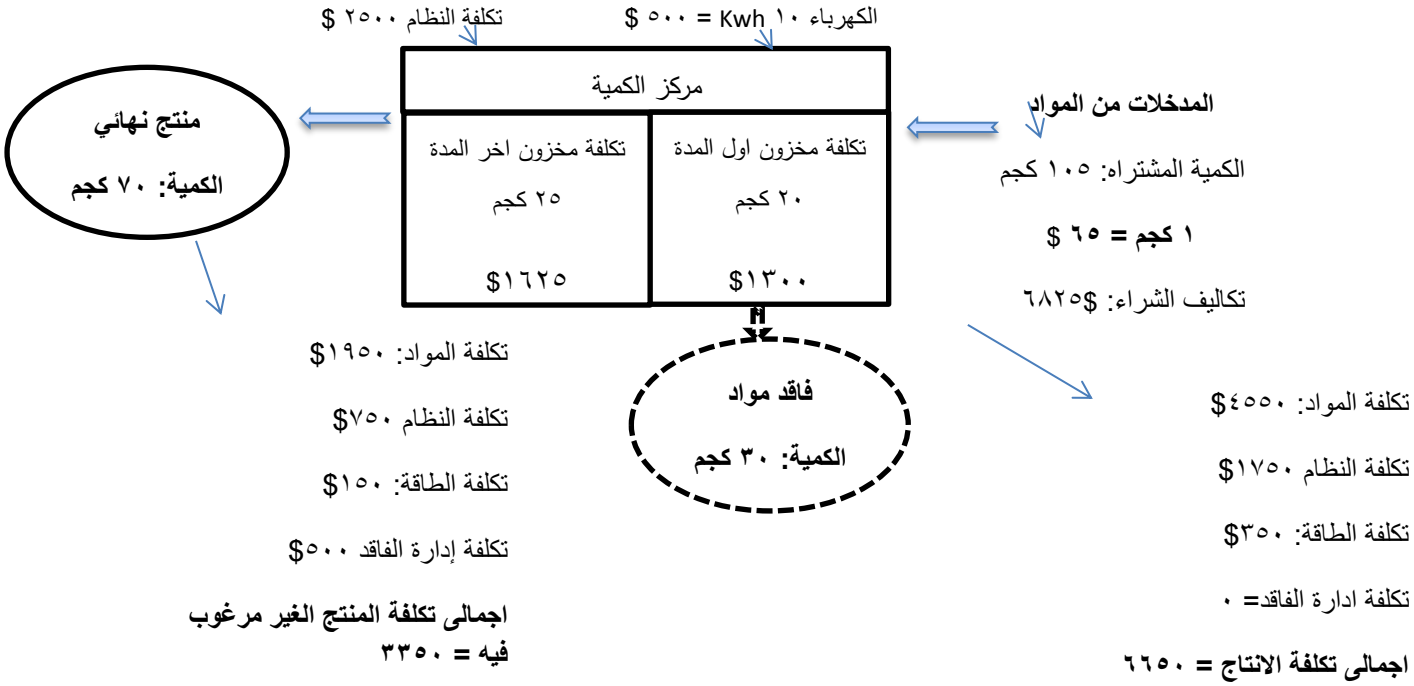
- **تكلفة المواد Material Cost (MC)**: يبدأ نظام محاسبة تكلفة تدفق المواد بجمع وتحديد كميات وقيمة المواد المشتراه الأساسية ومواد التشغيل والمساعدة التى تتدفق خلال مراكز الكمية، كما يتم تقييم تكاليف المواد في المخزون والمتدفقة داخل المنظمة. ويتم تحديد تكلفة المواد لكل تدفق للمواد بضرب كمية المواد المتدفقة في تكلفة الوحدة للمواد خلال فترة التحليل، في حال يكون

سعر المدخلات هو سعر الشراء الخارجي للمواد يتم وضع سعر ثابت للمدخلات لكل مادة مستخدمة، وقد يكون سعر معياري محدد من محاسبة التكاليف اول الفترة واخر الفترة كمتوسط السعر لتحديد قيمة المواد في جميع مراكز الكمية وذلك يطبق بغض النظر عن مراحل العمليات الفعلية او طبقا لظروف المواد.

- **تكلفة الطاقة Energy Cost (EC):** تكاليف الطاقة المستهلكة من الكهرباء، الوقود والبخار ،الحرارة . الإجراء الموصى به لحساب هذه التكلفة هو من خلال قياس الاستهلاك ، مباشرة من المعدات ثم ضربها في تكلفة استهلاك الساعة. ومع ذلك ، عندما يصعب قياس الطاقة المستهلكة في مركز الكمية، يجب حساب تكلفة الطاقة لعملية التصنيع بأكملها ومن ثم يجب اختيار معيار مناسب لتخصيص هذه القيمة لكل مركز كمية.
- **تكلفة النظام System Cost (SC):** جميع التكاليف التى تحدث بواسطة الشركة لضمان حركة المواد بالشكل المرغوب فيه وترتبط بعمليات التشغيل الداخلية ومناولة المواد المتدفقة والمتمثلة في تكاليف العمالة والصيانة والنقل والاهلاك. وعندما يتعذر تحديد تكلفة النظام بسهولة لكل مركز كمية ، ستحتاج كل منظمة وفقا لمعيار ISO 14051 إلى تحديد معيار التخصيص الأكثر ملائمة والتي تناسب احتياجاتها ونطاق المشروع. أي المعيار الذي ينقل أقرب ما يمكن إلى الواقع ، على كل حالة. افضل اساس قد يكون (ساعات الات، حجم الانتاج، عدد العاملين، ساعات عمل، عدد الوظائف المؤداه، مساحة ارض). وقد يتم التخصيص بالاعتماد على نظام محاسبة التكلفة على اساس النشاط.
- **تكلفة ادارة الفاقد Waste Management Cost (WMC):** جميع المصروفات التي تحدث لمعالجة خسائر المواد (النفايات) المولدة من مراكز الكمية وتتمثل في تكاليف ادارة الانبعاثات وفاقد ماء وصلب، تكلفة إعادة عمل المنتجات المفروضة ، اعادة تدوير، تتبع فاقد، تخزين، معالجة، تخلص. يُعزى هذا النوع المحدد من التكاليف بالكامل إلى ناتج نفايات المواد وكيفية ادارتها بواسطة الشركة طبقا لنوع الفاقد.

ب. تخصيص تكلفة التدفق على المنتج النهائي والفاقد: يتم تخصيص تكاليف المواد وتكاليف الطاقة وتكاليف النظام في كل مركز كمية الى مخرجات المواد من المنتج النهائي وخسائر المواد (الفاقد)

بناءً على نسبة مدخلات المواد التي تتدفق إلى المنتج وخسارة المواد، بينما توزع تكاليف ادارة الفاقد الى خسائر المواد. فإن ١٠٠٪ من تكاليف إدارة النفايات تُعزى إلى خسارة المواد ويجب الأخذ في الاعتبار في تلك المرحلة أن الناتج من أحد مراكز الكمية هو المدخلات لمركز الكمية التالي.



شكل (٢) تحديد تكلفة التدفق في مركز الكمية طبقا لنظام محاسبة تكلفة تدفق المواد يفترض ثبات سعر الوحدة

(Guenther & et al., 2017, p.7; Kokubu & Tachikawa, 2013, P.354)

٢. **تفسير النتائج وتحديد وتقييم فرص التحسين**: بعد اكتمال تحليل MFCA، يجب إبلاغ النتائج إلى جميع أصحاب المصلحة المعنيين. وهنا يتم تلخيص البيانات الكمية والتكلفة وتقييم وتفسير النتائج وإظهارها في نموذج التدفق أو عرضها باستخدام مصفوفة تكلفة تدفق المواد Material Flow Cost Matrix والتي توضح تخصيص التكاليف المختلفة على المنتجات وفاقد المواد في مستوى مركز الكمية او النظام المختبر بالكامل، أنظر الجدول (١). ويتم ايصال تلك البيانات والنتائج الى المديرين المهتمين والموظفين والعاملين الذين يتعاملون مع الأنشطة التي تستخدم المواد والطاقة ومراكز القيمة والتكلفة ومحاسبين التكاليف وبالتالي يتم إعطاء فرص للتحسين ويتم اتخاذ القرار الملائم للتطبيق وتحسين فعالية الموارد مستقبلا. وبالتالي يمكن إعتبار تلك المعلومات الناتجة بمثابة حافز للمديرين للبحث عن طرق لتقليل استخدام المواد و / أو خسائر المواد ، تحسين الاستخدامات الفعالة للمواد والطاقة، وتقليل الآثار البيئية السلبية والتكاليف المرتبطة بها.

جدول (١) مصفوفة تكلفة تدفق المواد لنظام كامل (Kokubu & Tachikawa, 2013, P.362)

تكلفة	مواد	طاقة	نظام	تخلص	إجمالي
منتج					
نسبة تكلفة المنتج النهائي	%٦٨,٢٩	%٦٨,٢٩	%٦٨,٢٩	—	%٦٧,١٧
التكلفة	٢٤٩٩٩٤٤	٥٧٣٥٤	٤٨٠٢٠٠	—	٣٠٣٧٤٩٨
فاقد مواد					
نسبة تكلفة فاقد المواد	%٣١,٧١	%٣١,٧١	%٣١,٧١	%١٠٠	%٣٢,٨٣
التكلفة	١١٦٠٨٣٠	٢٦٦٣٢	٢٢٢٩٧٨	٧٤٠٣٠	١٤٨٤٤٧٠
إجمالي					
نسبة تكلفة فاقد المواد	%١٠٠	%١٠٠	%١٠٠	%١٠٠	%١٠٠
التكلفة	٣٦٦٠٧٧٤	٨٣٩٨٦	٧٠٣١٧٨	٧٤٠٣٠	٤٥٢١٩٦٨

المحور الثاني: بيئة التصنيع الخالي من الفاقد- مقدمة عن خريطة تدفق القيمة Value Stream Mapping VSM:

تدور فلسفة التصنيع الخالي من الفاقد Lean Manufacturing حول مفاهيم "القيمة" و"النفايات" المعاكسة لها أو "muda" المصطلح الياباني الأصلي والتي يمكن تفسيرها على أنها أي مدخلات نظام لا تتوافق مع أي مخرجات نظام ذات قيمة من وجهة نظر العميل، تعرف القيمة بأنها القدرة المقدمة للعميل بتقديم المنتج في الوقت المناسب وبالسعر والجودة المناسبة. ويقوم نظام LEAN على أداة هامة وهي خريطة تدفق القيمة Value Stream Mapping VSM وهي أداة تعمل على مراقبة جميع الأنشطة والعمليات التي يجب أن تمر بها المواد لتكوين المنتج النهائي وتحدد الأنشطة التي لا تضيف قيمة للعميل وتستهلك الموارد وتزيد من تكاليف المنتج والوقت اللازم للعملية ويطلق عليها مصطلح النفايات Wastes وبالتالي يجب استبعاد تلك الأنشطة التي تزيد من النفايات الخاصة بزيادة الوقت والتكلفة (Braglia & et al, 2021,p.565; Chiarini ,2012, P.682; Gracanin et

al., 2014, p. 1226–1227; Michel, M.J., 2011, p.11,14–16). وقد وصف مهندس إنتاج تويوتا سبعة مصادر للنفايات التي توجد عادة في الصناعة (Michel, M.J., 2011,p.11–14[٢]) :

١) **النفايات الناتجة عن الإفراط في الإنتاج Wastes due to Overproduction**: قد تحدث النفايات بإنتاج المزيد عن ما تتطلبه عمليات الانتاج اللاحقة او الإنتاج طبقا للتوقعات وليس بناءً على طلبات العملاء ومن تلك النفايات زيادة المخزون وتكلفة ادارته. وبالتالي وفقًا لفلسفة (LEAN) ، يجب أن يكون الإنسان والآلة مشغولين فقط عندما تكون هناك مهمة مفيدة لإنجازها؛

٢) **النفايات الناتجة عن عيوب نقص الجودة Wastes from defects** : عندما يتبين وجود عيب في منتج أو جزء ما سيكون له تأثير سلبي على ذهن العميل بالاضافة الى ضرورة إعادة بنائه. وهذا يعني استخدام الموارد، وتكاليف أكبر؛ وبالتالي من الضروري تحديد السبب الجذري لمشكلة الجودة وتصحيح المشكلة من مصدرها؛

٣) **النفايات الناتجة عن المخزون غير الضروري Wastes from Defects** : يوجد نوعان من المخزون: المخزون تحت التشغيل (Work in Process WIP) وتخزين الأجزاء. المخزون تحت التشغيل هى الأجزاء التي يتم تخزينها والانتظار بين العمليات بينما تخزين الأجزاء هو المواد الخام التي يتم إحضارها من المستودع الرئيسي إلى طابق الإنتاج لتتم معالجته. يمكن أن يتم تخفيض المخزون عن طريق تقليل مستويات المخزون المؤقت عن طريق تقليل حجم الدفعات المنتجة والمشتراه. وما يترتب عليه من تقليل رأس المال المرتبط بالمخزون، تدفق الإنتاج بسلاسة، تقليل مخاطر التقادم ، إيجار مساحة أقل؛

٤) **النفايات الناتجة عن عمليات التشغيل غير الضرورية Wastes due to Unnecessary Processing** : إن عملية الإنتاج التي لم يتم تصميمها بشكل صحيح يمكن أن تكون أيضًا مصدرًا للنفايات. وان تغيير تصميم الأجزاء والحد من التفاوتات الوظيفية غير الضرورية وإعادة التفكير في خطط العملية يمكن أن يؤدي في كثير من الأحيان إلى إلغاء وتبسيط العمليات في أنشطة التصنيع؛

٥) **النفايات الناتجة عن النقل غير المرغوب فيه بين مواقع العمل Waste due to Unnecessary Transportation between Work Sites**: نفايات النقل هي جميع الحركات غير المرغوب فيها والمواد والعمل في العملية والمكونات التي لا تضيف أي قيمة للمنتج وترجع عمليات النقل والحركة غير الضرورية داخل المصنع بشكل أساسي إلى التصميم غير المناسب للمصنع؛

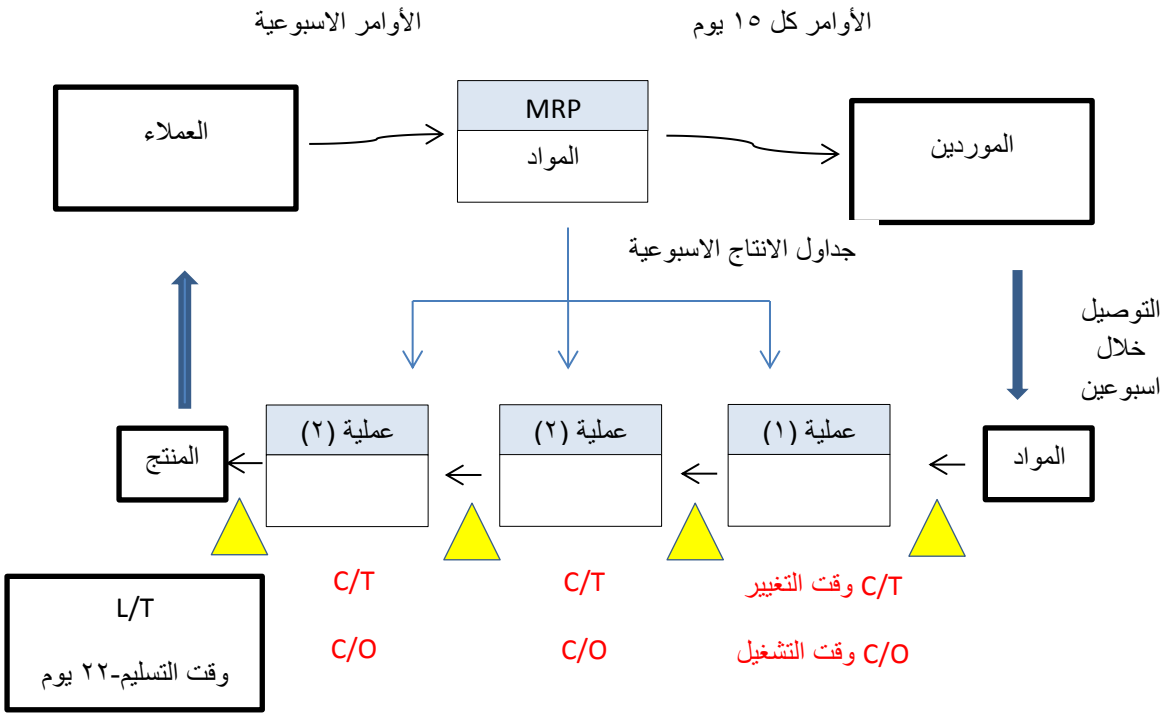
[2]Retrived from, Askin R.G and Goldenberg J.B, "Design and analysis of lean production systems", Johan Wiley and Sons, New York, NY, USA, 2002.

٦) **النفايات الناتجة عن الإنتظار Wastes due to waiting** : إنتظار المعلومات الصحيحة، المنتجات التي تنتظر المعالجة، الآلات التي تنتظر مشغليها، الآلات التي تنتظر وصول المواد وكذلك المواد التي تنتظر في المخزون. وتعد خريطة تدفق القيمة أداة هامة لتحليل تدفق المنتج خلال عملية الإنتاج والمصنع. وتحديد وقت العملية وأوقات الإعداد ومستويات المخزون وما إلى ذلك؛

٧) **النفايات الناتجة عن الحركة غير الضرورية في مكان العمل Wastes due to unnecessary motion in the workplace:** أي حركة تؤدي إلى استهلاك الطاقة والوقت ويجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم أماكن العمل والإجراءات والعمليات .

ويتمثل الهدف الاساسي من رسم خريطة تدفق القيمة وتتبع تدفق المواد خلال عمليات الانتاج او سلسلة التوريد بالكامل الى تحديد فرص التحسين المتاحة لترشيد نفايات العمليات وخفض الأنشطة الغير مضيفة للقيمة والمهلة الزمنية في النظام وبالتالي توصيل المنتجات بالجودة والسعر والوقت المناسب. وتكمن الفائدة في القدرة على تحسين اداء خط الإنتاج أو أي نظام آخر تمت دراسته بشكل مرئي، انظر الشكل (٣).

ومن أمثلة التحسين في العمليات قام Chattinnawat et al., 2018 برسم خريطة لتدفق القيمة للكشف عن الأنشطة الغير مضيفة للقيمة (النفايات السبعة) في عمليات انتاج الملابس وتوصل الى وجود كميات كبيرة من المخزون في الانتظار في عملية الخياطة والتي تزيد من فرص الخطأ والعيوب؛ بالإضافة الى إلى زيادة وقت معالجة كل دفعة في عملية الخياطة وما ترتب عليه من زيادة في تكلفة النظام وكل ما سبق كان له سبب رئيسي لتأخر تسليم المنتج للعميل، وقد تم إجراء تحليـل مفصل لعمليـة الخياطة، ووقت الدورة في كل خطوة خياطة وزيادة مهلة الإنتاج بسبب العديد من الأنشطة المخفية التي لا تضيف قيمة. وقد توصل الباحثين لأسباب زيادة المخزون والانتظار ومنها حركة حجم القطعة غير المناسبة. وكان حل LEAN هو تحسين وإعادة ترتيب تسلسل عمليات الخياطة، من أجل القضاء على عملية الاختناق التي تمثل وقت الدورة الطويل وتم عمل محاكاة للعمليات لمقارنة النتائج قبل وبعد التحسين. وقد ساعد التحسين في خفض مهلة الإنتاج للدفعة الواحدة (Chattinnawat et al., 2018, P.224-225,228-229) . ومن إحدى المزايا الرئيسية الأخرى في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد تزويد الممارسين بإستراتيجية تطبيق ومجموعة من الأدوات الإدارية والتقنية التي من شأنها أن تقود الشركة إلى نتائج ممتازة وتتمثل في (Braglia & et al, 2021,p.565; Michel, M.J., 2011,p.11,14-16)



شكل (٣) خريطة تدفق القيمة Value Stream Mapping (VSM)

ملحوظة: يستخدم VSM أيقونات ، مثل مربع العملية/النشاط، يتم إدخال البيانات المهمة المتعلقة بوقت الإعداد او التغيير (change over C/O)، وقت التشغيل (cycle time C/T) ، وقت التسليم (lead time L/T) بالإضافة إلى المثلثات الصفراء التي ترمز إلى العمل قيد التنفيذ (Work in Process WIP). والمخزون بين العمليات (Chiarini, 2014, p.134)، Manufacturing Resource Planning MRP تخطيط موارد التصنيع لدعم التكامل السلس لجميع المعلومات المتدفقة عبر الشركة، مثل المعلومات المالية والمحاسبية والموارد البشرية وسلسلة التوريد بالإضافة إلى معلومات العملاء .

- **الإدارة البصرية Visual Management** : رؤية أنشطة العمل والأنشطة المتعلقة بالصيانة وكذلك عمليات حل المشكلات؛
- **إجمالي الصيانة الإنتاجية Total Productive Maintenance (TPM)** : نوع من الصيانة التي يتم إجراؤها للآلات والمعدات بطريقة استباقية لضمان استمرار تشغيل الأجهزة؛
- **الإنتاج في الوقت المناسب Just in Time (JIT)** : تفكير إداري يركز على التخلص من النفايات من خلال إنتاج المنتج المناسب فقط في المكان المناسب في الوقت المناسب وبالكمية والجودة المناسبة؛
- **نظام كانبان Kanban System** : يسمح نظام كانبان بسحب المنتج من حالة إلى أخرى باستخدام بطاقة تشير إلى الكمية المطلوب إنتاجها، تنقسم الى،
  - كانبان الإنتاج Production Kanban : يشير إلى عدد المنتجات أو الأجزاء المطلوب تصنيعها؛
  - سحب كانبان Withdrawal Kanban : يشير إلى عدد الأجزاء أو المنتجات التي يمكن إزالتها؛

- إشارة كانبان Signal Kanban : تشير إلى عدد المنتجات التي يجب إنتاجها دفعة واحدة.

- **ستة سيجما Six Sigma** : مقياس الجودة الذي يستخدم بيانات المنتج والتحليل الإحصائي لقياس وتحسين الأداء والممارسات والأنظمة التشغيلية. حيث تهدف ستة سيجما إلى تقليل العيوب في العمليات والمنتجات؛
- **تدقيق الأخطاء Mistake Proofing ("Poke Yoke")**: آلية يتجنب فيها المشغل الأخطاء عن طريق الوقاية أو التصحيح أو لفت الانتباه إليها المشغل أو العامل. هذه الأداة غير مكلفة ولكنها مفيدة جدًا في تقليل العيوب والنفايات والتكلفة؛
- **كايزن Kaizen** : تعتبر كايزن أداة للتحسين المستمر في المنظمة. وتهدف إلى إشراك كل فرد في المنظمة للمشاركة في إيجاد الحلول واقتراح تحسينات على المشكلة أو القيود داخل العمل، دون استثمار الأموال.

وبالاضافة الى ما سبق توضيحه؛ تعد سرعة تدفق المنتج في تدفق القيمة بأكمله محرك مهم جدا للتكلفة، لذا فإن مراقبة تراكم التكاليف بمرور الوقت في تدفق القيمة يمكن أن يكون قوة دافعة للتحسين، مما أدى لأهمية ظهور محاسبة تكلفة التدفق Value Stream Accounting (VSC) لتحديد تكلفة تدفق القيمة قبل وبعد عمليات التحسين لعدم قدرة النظم المحاسبية التقليدية على توفير المعلومات المناسبة لاغراض اتخاذ القرارات المناسبة مما يؤثر على القدرة التنافسية والربحية. وهنا تبدأ العملية بخريطة تدفق القيمة وتحديد عملية تدفق المواد وكيفية استخدام الأشخاص والآلات والمساحة من خلال تدفق القيمة والمدة الزمنية، ويشترط لتحديد تكلفة تدفق القيمة اعتماد جميع العمليات على تدفقات قيمة محددة بدءًا من الهندسة وحتى الشحن ، حيث تصبح جميع التكاليف مباشرة فيما يتعلق بـ (VSA) ويتم تقدير التكلفة المباشرة الخاصة بالمواد المستخدمة والنظام قبل وبعد عمليات التحسين، وبالنسبة للتكلفة الغير مباشرة تكون تلك الناتجة عن مصادر النفايات السبعة على سبيل المثال قد تؤدي زيادة وقت الانتظار في عمليات التشغيل وتراكم المخزون الى ارتفاع تكاليف التخزين وتكلفة أيام تأخير تسليم المنتج للعميل وإنه بالعمل على خفضها بإعادة هندسة العمليات ستخفض تكلفة التخزين وسيتم توصيل المنتج في وقت مبكر وإرجاع الأموال بشكل أسرع، أنظر الجدول (٢). اما بالنسبة للنفقات العامة (مثل كاتب الرواتب) التى يتم تحميله على المنشأة ككل لا يتم تخصيصها بين تكلفة تدفقات القيمة (Chiarini, 2014, p.134,140; Gracanin et al., 2014, p. 1227,1230; Faulkner & Badurdeen, 2014, p. 10–11) .

جدول (٢) تكلفة تدفق القيمة المباشرة وغير المباشرة في عمليات تصنيع قطع أجزاء الألومنيوم (**Chiarini, 2014, p.138**)

التصنيف	تكلفة تدفق القيمة المباشرة	النفايات الداخلية	تكلفة تدفق القيمة غير المباشرة
١ . عمليات تحت التشغيل (قبل آلة النشر)		√	
٢. عمليات تحت التشغيل (تحركات المواد)		√	√
٣ . **النشر –عمليات الانتاج**	√		
٤ . عمليات تحت التشغيل (بعد النشر)		√	
٥ . عمليات تحت التشغيل (تحركات المواد بعد النشر)		√	
٦ . إعداد العمل لمرحلة الضغط		√	√
٧ . **الضغط – عمليات الانتاج**	√		
٨ . عمليات تحت التشغيل (تحركات المواد بعد الضغط)			
٩. نقل المنتج إلى التجميع		√	
١٠ . **التجميع– عمليات الانتاج**		√	√
١٣ **الضغط الخفيف–عمليات الانتاج**	√		
١٤ عمليات تحت التشغيل (بعد الضغط الخفيف)	√		
١٥ عمليات تحت التشغيل (تحركات المواد بعد الضغط)		√	
١٦ النقل إلى الشحن		√	
١٧ **التعبئة والتغليف والشحن للعملاء–عمليات الانتاج**	√	√	√

المحور الثالث: المنافع المتبادلة من إعداد نموذج تدفق المواد مع خريطة تدفق القيمة في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد:

أظهر عدد من الدراسات أهمية استخدام نظام (LEAN) ورسم خريطة تدفق القيمة مع نموذج تدفق المواد بطريقة مباشرة وغير مباشرة وسيتم توضيح تلك الأهمية في النقاط التالية (Chattinnawat et al., 2018, P.224,228-229,230; Gonçalves, 2019,P.7-10):

١) **التحقيق المتزامن لأهداف نظام (MFCA) في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد:** وذلك من خلال تحديد وتمييز كميات المواد المستخدمة في إنتاج فاقد المواد، وربطها بالتكاليف المرتبطة بالإنتاج مع تحسين وإعادة ترتيب تسلسل عمليات الانتاج، من أجل القضاء على عمليات الاختناق التي تؤدي الى زيادة وقت التشغيل.

٢) **دعم خريطة تدفق القيمة لنظام (MFCA) في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد من خلال:**

- الإستخدام المباشر للمعلومات الواردة من خريطة تدفق القيمة لتحليل (MFCA) لرسم نموذج تدفق المواد لتصور حدود النظام وتقديم نظرة عامة على عملية الإنتاج بأكملها لتحديد النقاط التي قد تحدث فيها خسائر المواد.
- استخدام وقت المعالجة المشار إليه في خريطة تدفق القيمة لحساب تكلفة النظام والطاقة جنبا إلى جنب مع المعلومات التي يتم إنشاؤها في (MFCA) ، نظرًا لأن كمية الطاقة المستهلكة تتناسب طرديًا مع وقت دورة التشغيل . وبالتالي، تساعد (LEAN) في توفير الهيكل الأساسي لـ (MFCA).
- يساعد تحديد وتقليل والأنشطة التي لا تضيف قيمة في زيادة إنتاجية العمليات، وتقليل تكلفة النظام لكل وحدة من المنتج وقد يؤدي تحليل التحسين إلى ظهور برامج لتقليل خسائر المواد، والتي اعتبرت تحسينًا بيئيًا فيما يتعلق بالعملية بأكملها لان حدوث عيوب في عملية الانتاج وخفض القيمة للمنتج قد تكون احدى المصادر الرئيسية للفاقد والمنتجات السلبية مثل الأعطال في احدى الالات قد تكون سبب أساسي لحدوث فاقد للمواد.

المحور الرابع: خريطة تدفق القيمة المستدامة Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM):

قدم Faulkner & Badurdeen, 2014 جهدًا شاملاً لتطوير منهجية خريطة التدفق المستدامة Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) لتقييم أداء الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية في التصنيع. وقد قام الباحثين بدمج المقاييس البيئة لتقييم الأداء البيئي للتصنيع في خريطة تدفق القيمة وتحديد مدى الاستخدام الحكيم للموارد الطبيعية وغير المتجددة لضمان الاستدامة ومراقبة استخدام المعادن وسوائل التصنيع والمياه والطاقة من أجل الإنتاج المستدام، انظر الشكل (٤). ومن المقاييس الأساسية

التي تم تضمينها استهلاك المياه المعالجة، واستخدام المواد الخام، واستهلاك الطاقة،انظر الجدول (٣) (Faulkner & Badurdeen, 2014, p. 9,11–13):

١) **قياس استهلاك المياه:** يقوم مقياس استهلاك المياه بتقييم كمية المياه المستخدمة أثناء عملية التصنيع ومن ثم يتم إدراجه كمقياس في (Sus-VSM). حيث يتم تسجيل كمية المياه المطلوبة (حسب المواصفات)، المستخدمة (الفعلية)، والصافي (الفاقد) لكل خطوة من خطوات العملية التي لم يتم إعادة استخدامها من خلال عملية أخرى في الخط أو إعادة تدويرها داخل المحطة والمفقودة بشكل أساسي في الممرات المائية المحيطة. اما إذا كان خط معالجة معين يحتوي على محطة معالجة مياه الصرف الصحي الداخلية ويقوم بإعادة تدوير المياه داخل المحطة أو من عملية إلى أخرى، فلن يتم تضمين هذه المياه في مقياس صافي المياه في (Sus-VSM).

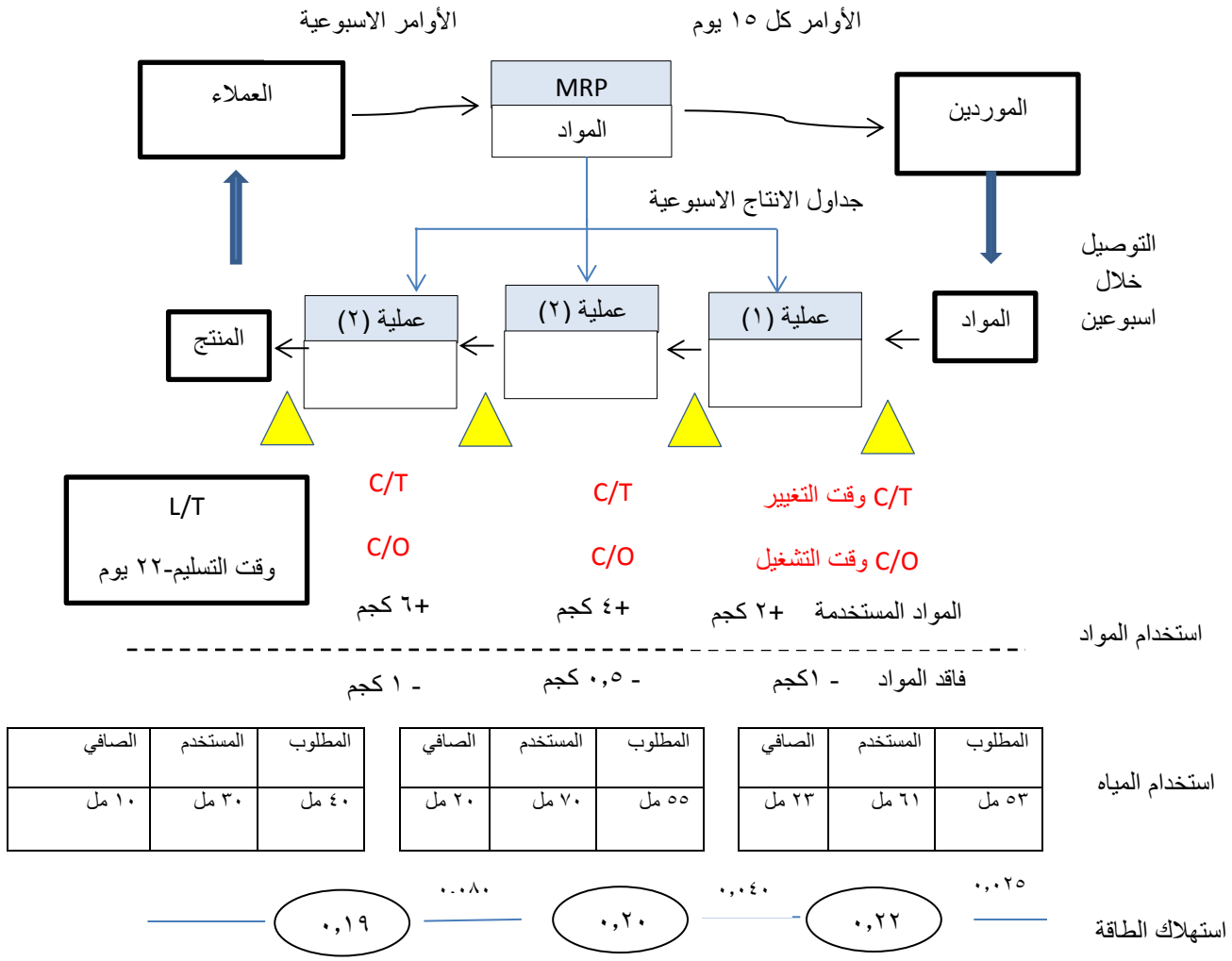
٢) **قياس استخدام المواد الخام:** يمثل استهلاك الطاقة واستخدام المواد الخام لإنتاج المنتج ما يقرب من ٥٠% من التكاليف في كثير من الأحيان وتتعلق أكبر نفايات المواد في التصنيع بالكميات المفقودة خلال عمليات الإزالة التي تؤدي إلى زيادة المواد الخردة. في حين أن البديل الأكثر استدامة هو إعادة تدوير الخردة، فإن أي شكل من أشكال المعالجة يتطلب أيضًا طاقة إضافية وموارد أخرى يمكن اعتبارها أيضًا نفايات. ولذلك، فإن التقاط فعالية استخدام المواد الخام في Sus-VSM مهم من وجهة نظر بيئية واقتصادية. هنا يتم تقسيم خطوات التصنيع المنفصلة إلى نوعين كإضافة وطرح. يشمل التصنيع الطرحي أي عمليات تنطوي على إزالة المواد ؛ اما التصنيع الإضافي هو زيادة محتوى المادة من خلال اللحام أو التجميع. ومن ثم، فمن المفيد التقاط المادة المضافة والمزالة في كل عملية باستخدام Sus-VSM و قد لا تظهر النفايات الوسيطة. ولذلك، فإن الهدف من مراقبة استخدام المواد الخام لا ينبغي أن يكون فقط فحص كمية المواد الخام الأولية المستخدمة ولكن أيضًا كمية المواد المضافة أو المُزالة في كل خطوة من خطوات العملية. عندما يتطلب المنتج/المكون أكثر من مادة خام واحدة (وهذا هو الحال غالبًا)، يجب تحديد المادة (المواد) الأكثر أهمية إما من منظور التكلفة أو أي معايير أخرى ذات صلة ليتم تضمينها في (Sus–VSM). ومع ذلك، فإن تضمين تمثيل مواد مختلفة في (Sus–VSM) سيقلل من وضوح الرؤية ويجب أن يتم ذلك فقط عند الضرورة القصوى.

٣) **مقياس استهلاك الطاقة:** لاستهلاك الطاقة علاقة مباشرة بالاستدامة البيئية بسبب استخدام الموارد غير المتجددة وانبعاثات الغازات الدفيئة. ولذلك، يعد استهلاك الطاقة مقياسًا مهمًا يجب تضمينه في (Sus-VSM). سيحدد مقياس استهلاك الطاقة كمية الطاقة التي تستهلكها كل عملية بالإضافة إلى الطاقة المستهلكة بين عمليات النقل و/أو التخزين المتخصص. لن يتم أخذ خسائر طاقة الماكينة (بسبب الحرارة/عدم الكفاءة) في الاعتبار لتجنب إضافة تعقيد إلى (Sus-VSM).

الجدول (٣) العرض المرئي للمقاييس البيئية في خريطة تدفق القيمة المستدامة (Brown et al., 2014, p.167)

المقاييس	طريقة العرض في خريطة تدفق القيمة في كل عملية إنتاج
استخدام المواد الخام: الكمية المستخدمة من المواد الخام لكل وحدة انتاج، والفاقد المتخلف في كل عملية	+ ٣ كجم ---------- - ١,٥ كجم المواد الداخلة في الانتاج ٤,٥ المنتج النهائي المحول ٣ كجم
استهلاك الطاقة: كمية الطاقة المستخدمة لكل وحدة وبين العمليات	kWh ٠,٠٢٥ kWh ٠,٠٨١ kWh ٠,٠٢٢
استهلاك المياة المستخدمة في التشغيل: كمية المياه المطلوبة والمستخدمة لكل عملية انتاج وفاقد المياه المتخلف من العمليات (الصافي)	المطلوب: ٥٣ مل المستخدم: ٦١ مل الصافي: ٢٣ مل

ويتضح مما سبق امكانية تقييم أداء الاستدامة البيئية لعمليات التصنيع وتضمينها في خريطة تدفق القيمة والتي من ضمنها كمية المواد المستخدمة وخسائر المواد المتخلفة من عمليات الانتاج وتحديد وضع خفضها من خلال أدوات (LEAN) او بتطبيق برامج خفض الفاقد من المواد. وسيساعد تطبيق نظام (MFCA) هنا في تتبع تدفق المواد وتحديد الفاقد وربطه بعمليات التصنيع كميا وتكاليفيا ووضع بدائل التحسين المختلفة في الإنتاج طبقا لأدوات واستراتيجيات ترشيد الفاقد واختيار البديل الأقل تكلفة وأقل آثر بيئي.



شكل (٤) خريطة تدفق القيمة المستدامة (تقييم الاداء الاقتصادي والبيئي لعمليات التصنيع) (Harini et al., 2018)

المحور الخامس:استخدام نظام (MFCA) لإدارة تكلفة الفاقد في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد:

إن دمج المعلومات الناتجة من تطبيق نموذج تدفق المواد مع خريطة تدفق القيمة يولد نموذجً يمكن استخدامه لدراسة التفاعل بين كفاءة نظام التصنيع والأثر البيئي والتكلفة المرتبطة. وقد أظهرت خريطة تدفق القيمة المستدامة Sus-VSM التي طورها Faulkner & Badurdeen, 2014 الذي دمج المقاييس البيئية في خريطة تدفق القيمة لعمليات انتاج طبق استقبال الأقمار الصناعية ووجد أنشطة كبيرة لا تضيف قيمة وزيادة وقت العمليات في خط انتاج محدد كما قدر خسارة المياه بـ ٦٤ جالونًا من الماء لكل طبق في نفس الخط مما استدعى أهمية البحث عن فرصة لتحسين الاستدامة البيئية لهذا الخط (Chattinnawat et al., 2018, P.228; Faulkner & Badurdeen,. 2014, p. 15-16) . كما تم إجراء دراسة حالة في شركة PT X للأثاث في سيمارانج، إندونيسيا واستخدمت الخريطة المطورة بواسطة Faulkner & Badurdeen, 2014 لدمج المقاييس البيئية في

الخريطة وقامت بحساب استهلاك المواد وإنتاج نفايات الخشب عن طريق طرح مدخلات المواد من مخرجاتها وقد شملت أنواع النفايات من الناحية البيئية الكمية الكبيرة من النفايات الخشبية، وخاصة في عملية نشر الخشب وحرقها وبالتالي زيادة تكلفة الإنتاج والانبعاثات الضارة وتقليل الربح. وقد شملت أنواع الأنشطة الغير مضيفة للقيمة زيادة وقت الإعداد والمعالجة، والعديد من العيوب والعمل قيد التشغيل، وفشل الآلات القديمة وزيادة الاعطال مما ادى الى ظهور مشاكل في الإنتاج وانتاج منتجات نهائية غير مطابقة للمواصفات وما نتج عنه من إهدار المواد والقوى العاملة والطاقة وبالتالي يمكن الحد منها عن طريق تحسين نظام العمل (Hartini et al., 2018).

وقد أضاف Le Hesran et al., 2020 خطوات لتتبع تدفقات المواد داخل نظام الإنتاج وكيفية استهلاكها على المستوى التشغيلي لتسهيل التحديد السريع وتقييم وتحسين القضايا المتعلقة بالفاقد والتكلفة في جدولة عمليات التصنيع:

١) **تعريف نظام المنتج:** مجموعة من عمليات الوحدة ذات التدفقات الأولية وتدفقات المنتج، التي تؤدي واحدة أو أكثر من الوظائف المحددة، والتي تمثل دورة حياة المنتج. يمكن أن يكون مصنعًا كاملاً أو جزءًا فرعيًا من النظام. تؤدي كل عملية من عمليات الوحدة هذه وظيفة واحدة أو عدة وظائف وينبغي تحديد هذه الوظيفة من حيث الأهداف، مثل تصنيع منتجات معينة، وتحديد ما إذا كانت هناك أي خصائص أخرى مطلوبة للإنتاج. يمكن أن تكون هذه الخصائص على سبيل المثال. الحد الأدنى لمعدل الإنتاج أو نطاق جودة معين للمنتج. بمجرد تحديد نظام المنتج ووظيفته، يمكن تحديد حدوده. تشمل الحدود المكانية جميع عمليات الوحدة التي تفي بجزء من وظيفة النظام بالإضافة إلى العمليات المساعدة (أي العمليات التي تساهم في تحقيق الأهداف العامة دون المشاركة بشكل مباشر في تصنيع المنتج) مثل محطات معالجة مياه الصرف الصحي أو وحدات تجديد المنتجات الثانوية. وتسمى تدفقات المدخلات والمخرجات التي تدخل أو تخرج من حدود النظام بالتدفقات الأولية .

٢) **تحليل نظام المنتج:** تحديد مراكز الكمية المختلفة ، وفقًا لمعيار ISO 14051, 2011 بشأن (MFCA)، فإن مركز الكمية هو جزء أو أجزاء مختارة من عملية يتم من خلالها تحديد المدخلات والمخرجات بوحدات مادية ونقدية. وفيما يتعلق بالمعلومات المتعلقة بالتشغيل ، ينبغي جمع البيانات المتاحة بالفعل باستخدام الوثائق الفنية للآلات والعمليات أو المعرفة من الخبراء ومشغلي الآلات. (VSM)، فإن هذه التدفقات تشمل البيانات المتعلقة بالمعلومات المتعلقة بالوقت (تواريخ الاستحقاق، تحديثات الجدول الزمني ...)، أو الطلبات أو مستويات المخزون. من المهم أيضًا مراعاة التفاعلات بين جميع مراكز الكمية داخل الشركة. من الضروري تحديد كيفية ارتباط مراكز الكمية ببعضها البعض والتدفقات التي تتبادلها.

٤) **جرد التدفق:** بعد وصف مراكز الكمية المختلفة التي يتكون منها نظام المنتج، تهدف خطوة جرد تدفق المواد إلى رسم خرائط وقياس حجم تداول التدفقات داخل النظام يمكن أن تكون هذه مواد خام للإنتاج، أو مكونات فرعية، أو مواد مساعدة (المواد المستخدمة في عملية ما ولكنها لا تستخدم بشكل مباشر للمنتج، مثل مياه التنظيف). ويجب تحديد خصائص هذه التدفقات بدقة (الكمية والتركيب والحجم) وفقًا لمعيار ISO 14051 2011 بشأن (MFCA). وتحديد مخرجات مراكز الكمية والتي تمثل في منتجات نهائية وفاقد الإنتاج والتكلفة المرتبطة.

٥) **تحديد مشكلة الجدولة:** الهدف من هذه الخطوة هو تلخيص جميع المعلومات (التشغيلية والبيئية والاقتصادية) التي تم جمعها خلال الخطوات السابقة من أجل تحديد مشكلة الجدولة والمساعدة في تصميمها. وقد طور Braglia & et al, 2021 منهجية نشر تكاليف المواد The Materials Cost deployment (MaCD)[٣] في اتخاذ القرارات المناسبة للتحسين وذلك بإستخدام خمس مصفوفات، يتم بناؤها بالتسلسل بدءًا من تصنيف الخسائر وتحديد أماكن وقوعها، تحديد وتصنيف واكتشاف العلاقات بين مكونات خسائر المواد، قياس هذه الخسائر كميا وتكاليفيا، وتحديد أولويات بدائل التحسين بشأن الخسائر السببية وفقًا لاعتبارات التكلفة والعائد. ويتكون تنفيذ MaCD من خمس خطوات رئيسية تتطلب كل منها من ملء مصفوفة مصممة بشكل صحيح من أجل قيادة عملية اتخاذ القرار، انظر الشكل (٥) (Braglia & et al, 2021,p. 566-574).

أ. **المصفوفة A- تشخيص خسائر المواد في عملية الإنتاج:** تهدف الخطوة الأولى إلى الحصول على نظرة أولية وشاملة لفئات خسارة المواد إذا كانت تحدث بسبب ١) عوامل خارجية ناتجة عن أحداث استثنائية أوعادية أكثر قابلية للتحكم مثل مشاكل الشحن، أو جودة المادة الموردة ٢) المسائل التنظيمية والفنية -خصائص المنتج، التخطيط للانتاج وتحديد الموارد والعمالة المطلوبة، طرق النقل والتخزين، ٣) عملية الإنتاج نفسها - الفشل في إعداد نظام الإنتاج، عدم توافر الصيانة للآلات او إختبارات الانتاج، وفي أي موقع تحدث الخسارة داخل المصنع مع تحديد أولويات الخسائر بترتيب تنازلي من حيث الأهمية والتمييز بالألوان الاخضر فاقد قليل، الاصفر فاقد هام،

[٣] استعان Braglia & et al, 2021 بهيكل أداة نشر تكاليف التصنيع Manufacturing Cost Deployment (MCD) المبتكرة بواسطة Yamashina and Kubo في ٢٠٠٢، و يتمثل هدفها الأساسي في إنشاء برنامج منهجي لخفض التكاليف في بيئة التصنيع الخالى من الفاقد بشأن الأسباب الجذرية لنفايات القيمة والتي يمكن تفسيرها على أنها أي مدخلات نظام لا تتوافق مع أي مخرجات نظام ذات قيمة من وجهة نظر العميل، ولا تزيد من الكفاءة ولا تلبي متطلبات العملاء.

الاحمر فاقد هام جدا ، وبالتالي من المتطلبات الأساسية لهذه الخطوة وجود سجل شامل لا لبس فيه لفئات الخسارة وعمليات الإنتاج للمنشأة قيد التحليل. ويسمح هذا التقييم الأولي والنوعي لفريق التحليل بالتركيز على المجالات التي يجب معالجة أنشطة التحسين فيها أولاً.

ب. **المصفوفة B- إنشاء علاقات السبب والنتيجة:** لا يمكن اعتبار الخسائر مستقلة عن بعضها البعض لأنه من المحتمل أن أي خسارة تحدث في نقطة معينة من عملية الإنتاج، يمكن أن تسبب أو تكون ناجمة عن خسائر أخرى موجودة في مكان آخر من العملية. ومن ثم، فإن الخسائر داخل المصنع تسمى "ناتجة" إذا تبين أنها نتيجة لخسارة أخرى على الأقل في عملية الإنتاج، و"سببية" خلاف ذلك. وهنا تقوم الخطوة بالتمييز بين الخسائر السببية والخسائر الناتجة وربطها وفقًا لعلاقاتها المتبادلة.

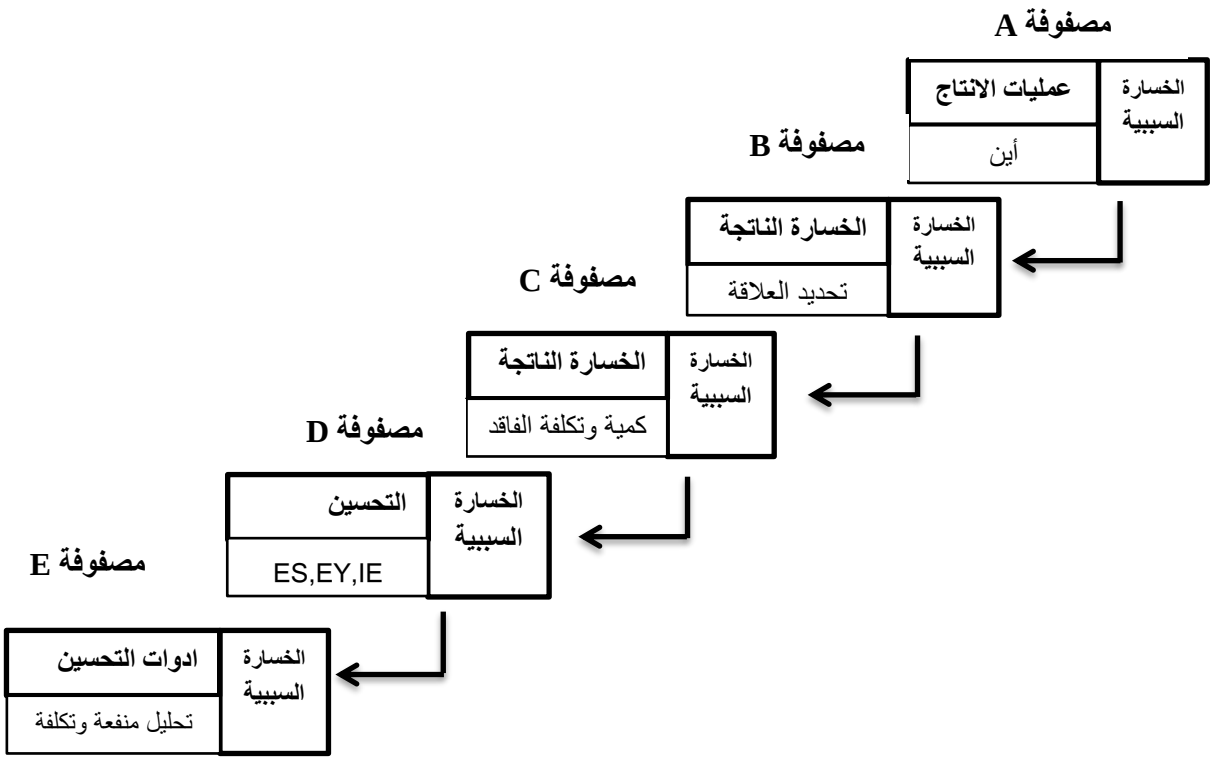
ج. **المصفوفة C- حساب وتخصيص التكاليف للخسائر المادية:** تلخص مصفوفة C كمية وتكلفة فاقد المواد نتيجة للخسائر السببية المختلفة. بالنسبة لكل خسارة سببية، تساعد مصفوفة C في تحديد ١) الخسائر المباشرة التي تتمثل في الاحتفاظ بكمية المواد المفقودة في الموقع الذي تحدث فيه الخسارة و بسبب الخسارة نفسها و ٢) الخسائر غير المباشرة وهي المبلغ الإجمالية لنفس النوع من المواد المفقودة كنتيجة غير مباشرة للخسارة السببية (أي الخسائر الناتجة). ومن أجل ملء مصفوفة C، يجب على فريق التحسين إجراء تحليل دقيق لوحدات التشغيل المختلفة التي تم فيها تحليل عملية الإنتاج وتحديد كمية المواد المفقودة بسبب نوع خسارة معين والخسارة السببية المقابلة. وفي هذا الصدد، قد تساعد الإجراءات الموحدة لتسجيل خسائر المواد واحتسابها بشكل صحيح في عملية التحليل هذه.

د. **المصفوفة D- تحديد تقنيات وأساليب التحسين:** تهدف هذه الخطوة من MaCD إلى تحديد تدابير التحسين المناسبة التي سيتم وضعها لمعالجة تلك الخسائر السببية . تعرض المصفوفة "موقع الخسارة السببية" على الصفوف وتقنيات التحسين المختلفة على الأعمدة. وتميز هنا بين الأنشطة التي تتطلب تعديلات بسيطة على المصانع أو الآلات/المعدات أو المنتجات وأدوات ترشيد الفاقد، حيث تتميز الممارسات الخالية من الفاقد بالمرونة الكافية لتكييفها مع مجموعة كبيرة ومتنوعة من السياقات الصناعية. بالإضافة إلى تسليط الضوء على الأدوات ذات الصلة، تقدم D-

Matrix أيضًا اقتراحًا واضحًا للفريق حول مجموعة فرعية من التقنيات لإجراء مزيد من التحقيق في الخطوة التالية من خلال مقارنة البدائل الحالية على أساس المعايير الثلاثة التالية:

- الفعالية (ES): في كثير من الأحيان، يكون لأدوات وتقنيات التحسين المختلفة فعالية مختلفة في تقليل/إزالة الخسارة.
- الكفاءة (EY): لا تستهلك جميع أنشطة التحسين الموارد بنفس الطريقة، فقد يكون بعضها أكثر كفاءة من البعض الآخر
- سهولة التنفيذ (IE): بعض التعديلات التي يتم إدخالها تكون أسهل في التنفيذ من غيرها من حيث الوقت والمهارات والموارد الاقتصادية وما إلى ذلك لذلك، يتعين على فريق التحليل تعيين درجة على مقياس من ١ إلى ٥ لدرجة استيفاء المعايير المذكورة أعلاه (أي ES وEY وIE) لكل تقنية ذات صلة بخسارة سببية معين.

هـ. **المصفوفة E– اختيار مشاريع التحسين المناسبة:** تقوم هذه الخطوة بإجراء تحليل كمي للتكلفة/الفائدة والذي ينبغي أن يكون عليه المسار المستقبلي لمشاريع التحسين، ومخرجاته. وقد يتم الاعتماد هنا على صافي القيمة الحالية (NPV) كمقياس للكفاءة الاقتصادية لتصنيف تقنيات التحسين المختلفة.



شكل (٥) خطوات تطبيق منهجية نشر تكلفة المواد (Nesterak, et al, 2021, p.233)

سادساً:نتائج الدراسة:

توصل الباحث من خلال الدراسة الى النتائج التالية:

١) يتتبع نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد (MFCA) تدفقات المواد الخام والمواد المساعدة المشتراه ومخزون المواد داخل المنظمة وخلال عمليات الانتاج المختلفة وتحديد كمية وتكلفة المواد المستخدمة والمحولة الى منتجات و/أو فاقد، يساعد تطبيق النظام هنا على خفض التكاليف من خلال تقليل كمية المواد التشغيلية المشتراة، خفض الفاقد، تقليل عمليات التشغيل.

٢) تعمل خريطة تدفق القيمة (VSM) على تحديد الأنشطة التي لا تضيف قيمة للعميل وتستهلك الموارد وتزيد من تكاليف المنتج والوقت اللازم للعملية ويطلق عليها مصطلح النفايات. وقد وصف مهندس إنتاج تويوتا سبعة مصادر للنفايات التي توجد عادة في الصناعة النفايات الناتجة عن الإفراط في الإنتاج النفايات، عيوب نقص الجودة ، المخزون غير الضروري ، عمليات التشغيل غير الضرورية، النقل غير المرغوب فيه بين مواقع العمل. وتهدف خريطة تدفق القيمة الى تحديد فرص التحسين المتاحة لترشيد نفايات العمليات وخفض الأنشطة الغير مضيفة للقيمة والمهلة الزمنية في النظام وتوصيل المنتجات بالجودة والسعر والوقت المناسب.

٣) تساعد تطبيق نظام محاسبة تكاليف تدفق المواد ورسم خريطة تدفق القيمة في وقت متزامن في بيئة التصنيع الخالي من الفاقد لعمل نموذج التدفق وتقدير تكلفة النظام والطاقة وتحديد الأنشطة الغير مضيفة في وقت واحد.

٤) تساعد خريطة التدفق المستدامة Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) في تقييم أداء الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية في التصنيع ومن المقاييس الأساسية التي تم تضمينها استهلاك المياه المعالجة، واستخدام المواد الخام اثناء عمليات التشغيل والفاقد المتخلف من العمليات.

١) تساعد تطبيق (MFCA) مع (Sus-VSM) في تقديم الحالة الحقيقية لنظام الإنتاج والاداء البيئي في شكل وحدات نقدية لتشجيع المدير على إعادة تقييم استراتيجيتهم وتوفير الأدوات اللازمة للتعرف على الأسباب الجذرية ودعم وتحسين أنشطة الموظفين وتوجيه عملهم بكفاءة. وينبغي تنفيذ هذه المنهجية كدورة تحسين مستمرة حتى تقترب عملية الإنتاج من العملية المثالية.

قائمة المراجع

أولا: الدوريات العلمية:

الدوريات العربية:

١) نصير، عبد الناصر عبد اللطيف محمد، ٢٠٢٠. **دور مدخل محاسبة تكاليف تدفق المواد في تحقيق الاستدامة للشركات المصرية: دراسة حالة في شركة مصر للأسمنت (قنا).** مجلة البحوث المالية والتجارية، (٤)، ص ص ٢٠٣-٢٦٤.

الدوريات الأجنبية:

1) Asako, K., & Michiyasu, N. (2014). The Potential for MFCA Spread in Supply Chains Through Information Sharing. ***Kansai University Review of Business and Commerce***, 15–35.
2) Braglia, M., Gallo, M., & Marrazzini, L. (2021). A lean approach to address material losses: materials cost deployment (MaCD). ***The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,*** *113*(1-2), 565-584.
3) Brown, A., Amundson, J., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies. ***Journal of Cleaner Production***, *85*, 164-179
4) Chattinnawat, W., Suriya, W., & Jindapanpisan, P. (2018). Application of MFCA with LEAN to improve pajama production process: A case study of Confederate International Co., Ltd. ***Accounting for Sustainability: Asia Pacific Perspectives***, 209-235.
5) Chiarini, A. (2012). Lean production: mistakes and limitations of accounting systems inside the SME sector. ***Journal of Manufacturing Technology Management***, *23*(5), 681-700.
6) Chiarini, A. (2014). A comparison between time-driven activity-based costing and value stream accounting in a lean Six Sigma manufacturing case study. ***International Journal of Productivity and Quality Management***, *14*(2), 131-148.
7) Christ, K. L., & Burritt, R. L. (2015). Material flow cost accounting: a review and agenda for future research. ***Journal of Cleaner Production***, *108*, 1378-1389.
8) Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. ***Journal of cleaner production***, *85*, 8-18.
9) Gracanin, D., Buchmeister, B., & Lalic, B. (2014). Using cost-time profile for value stream optimization. ***Procedia Engineering***, *69*, 1225-1231.

10) Guenther, E., Rieckhof, R., Walz, M., Schrack, D. (2017). Material Flow Cost Accounting in the Light of the Traditional Cost Accounting. ***Sustainability Management Forum***, 25, 5-14.

11) Hartini, S., Ciptomulyono, U., Anityasari, M., & Pudjotomo, D. (2018). Sustainable-value stream mapping to evaluate sustainability performance: case study in an Indonesian furniture company. *In* ***MATEC Web of Conferences*** , 154, p. 01055.

12) Hyršlová, J., Vágner, M., & Palásek, J. (2011). Material flow cost accounting (Mfca)–tool for the optimization of corporate production processes. *Business, **Management and Economics Engineering***, *9*(1), 5-18.

13) Jasch, C. (2011). Environmental Management Accounting: Comparing and Linking Requirements at Micro and Macro Levels e a Practitioner's View. In: Burritt, R.L., Schaltegger, S., Bennett, M., Pohjola, T., Csutora, M. (Eds.), ***Environmental Management Accounting and Supply Chain Management.*** Springer, 255-277.

14) Kasemset, C., Chernsupornchai, J., & Pala-ud, W. (2015). Application of MFCA in waste reduction: case study on a small textile factory in Thailand. ***Journal of Cleaner Production***, *108*, 1342-1351.

15) Kitada, H., Tennojiya, T., Kim, J. and Higashida, A. (2022). Management practice of material flow cost accounting and its discontinuance. ***Cleaner Environmental Systems***, *6*, p.100089.

16) Kokubu, K., Tachikawa, H. (2013). Material Flow Cost Accounting: Significance and Practical Approach. In: Kauffman, J., Lee, K.-M. (Eds.), ***Handbook of Sustainable Engineering***. Springer, Netherlands, 351-369 .

17) Le Hesran, C., Ladier, A. L., Botta-Genoulaz, V., & Laforest, V. (2020). A methodology for the identification of waste-minimizing scheduling problems. ***Journal of Cleaner Production***, *246*, 119023.

18) Maskell, B. H., & Kennedy, F. A. (2007). Why do we need lean accounting and how does it work?. ***Journal of Corporate Accounting & Finance***, *18*(3), 59-73.

19) Nesterak, J., Wodecka-Hyjek, A., Bachor, E., 2021. The Cost Deployment concept - a Methological outline In ***Knowledge-Economy-Society Business Development and COVID-19 Crisis***, Institute of Economic Polish Academy of Science, pp223-236.

20) Nishitani, K., Kokubu, K., Wu, Q., Kitada, H., Guenther, E. and Guenther, T. (2022). Material flow cost accounting (MFCA) for the circular economy: An empirical study of the triadic relationship between MFCA, environmental performance, and the economic performance of Japanese companies. ***Journal of Environmental Management***, *303*, p.114219.

21) Rieckhof, R., Bergmann, A., & Guenther, E. (2015). Interrelating material flow cost accounting with management control systems to introduce resource efficiency into strategy. ***Journal of cleaner production,*** *108*, 1262-1278.

22) Sahu, A. K., Padhy, R. K., Das, D., & Gautam, A. (2021). Improving financial and environmental performance through MFCA: A SME case study. ***Journal of cleaner production***, *279*, 123751.

23) Schmidt, M., Spieth, H., Haubach, C., Kühne, C. (2019). Material flow cost accounting in variant production. ***100 Pioneers in Efficient Resource Management: Best practice cases from producing companies***, pp.126-129.

24) Strobel, M., Redmann, C. (2002). Flow Cost Accounting, an Accounting Approach Based on the Actual Flows of Materials. In: Bennett, M., Bouma, J.J., Walters, T. (Eds.), ***Environmental Management Accounting: Informational and Institutional Developments.*** Kluwer, Dordrecht, 67-82.

25) Wagner, B. (2015). A report on the origins of Material Flow Cost Accounting (MFCA) research activities. ***Journal of Cleaner Production***, *108*, 1255-1261.

26) Zhou, Z., Zhao, W., Chen, X., & Zeng, H. (2017). MFCA extension from a circular economy perspective: Model modifications and case study. ***Journal of Cleaner Production***, *149*, 110-125.

ثانياً: الرسائل العلمية:

الرسائل الأجنبية:

1. Cecílio, H. (2017). **Material Flow Cost Accounting application and its Integration with Lean Tools.** *partial fulfillment of the requirements for the degree of Master Mechanical Engineering*. Tecnico Lisboa.

2. Michel, M.J. (2011). ***Optimization of Production Flow at Eco Supplies Solar AB,*** the Master of Science Degree in Production Engineering Department, School of Industrial Engineering and Management (ITM)**.**

ثالثاً: المؤتمرات:

المؤتمرات الأجنبية:

1. Sygulla, R., Bierer, A., Gotze, U. (2011). ***Material Flow Cost Accounting- Proposal for Improving the Evaluation of Monetary Effects of Resource Saving Process Designs***. In Proceeding of the 44th CIRP Conference on Manufacturing Systems, 1-3 June 2011, Madison, Wisconsin, USA.

رابعاً: المعايير والتقارير والقوانين :

1) International Organization for Standardization. (2011). ***Environmental Management-Material Flow Cost Accounting-General Framework***. ISO 14051.
2) Nitto Denko Corporation. (2021). ***Nitto Group Integrated Report 2021***. Nitto Denko Corporation, Taiwan .
3) Organization for Economic Co-operation and Development. (2019). ***Global Material Resources Outlook to 2060 Economic Drivers and Environmental Consequences***. OECD publishing.
4) Tachikawa, H. (2014). ***Manual on Material Flow Cost Accounting: ISO 14051***. Tokyo: Asian Productivity Organization.

خامساً: أخرى :

1. Gonçalves, J.V.M.C. (2019). MFCA and Lean Tools Application in a Production System – Proposal for a Simplified Approach, Retrieved from, file:///C:/Users/smile/Downloads/68722_Extended%20abstract.pdf