تصميم خرائط تدفق قيمة كفوءة من الناحية الاقتصادية والبيئية: دراسة حالة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية

أ.م.د. عبدالسلام إبراهيم عبيد

الجامعة التقنية الجنوبية/ قسم تقنيات ادارة الاعمال

الباحثة: مروة موسى عطوان

الجامعة التقنية الجنوبية/ قسم تقنيات ادارة الاعمال

Designing Eco-efficient Value Stream Mapping:A case study in AL-Najibiya Power Plant

Assist. Prof. Dr. Abdulsalam Abrahem Obied
Researcher: Marwa Mousa Attwan

Abstract

Achieving sustainability in manufacturing requires a comprehensive vision covering product design, manufacturing processes, manufacturing systems and even the entire supply chain to ensure that environmental, economic and social objectives are achieved. This study aims to achieve sustainability in the manufacturing system by employing an economically and environmentally efficient value steam map. However, the traditional value-flow map does not directly look at environmental and economic performance. Economic and environmental.

The problem of the study was represented by several fundamental questions, the most important one was how to design a flow map of an economically and environmentally efficient value (Eco-VSM) to achieve sustainability in the production system of Al-Najibiyah Thermal Power Plant?

The researchers used the entrance of the case study as an approach to test the hypothesis study plan and the selection of Najibiyah thermal power station in Basra field of the hypothesis study plan and its assumptions after verification of the results of the initial survey in the station, which confirmed the existence of real challenges for the management of the plant in the area of achieving sustainability in the system of electric power production as well as Accelerated indicators of surplus and environmental pollution of all kinds and the decline of indicators of economic and environmental sustainability.

The researchers used the simulation program to analyze current and future value flow scenarios. The study reached several conclusions, the most important of which is that the use of simulation contributed to reduce costs and improve the indicators of energy, water and materials used and reduce the production cycle time across several scenarios and the possibility of designing a flow map of the value of environmentally and economically efficient through the use of simulation to achieve sustainability in the plant production system.

تصميم خرائط تدفق قيمة كفوءة من الناحية الاقتصادية والبيئية: دراسة حالة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية

• المجلد الثالث عشر
• العدد السابع والعشرون
• كانون الاول 2020
• استلام البحث: 2019/5/12
• قبول النشر: 2019/8/25

أ.م.د. عبد السلام إبراهيم عبيد
الباحثة: مروة موسى عطوان

المستخلص

يتطلب تحقيق الاستدامة في التصنيع رؤية شاملة تغطي تصميم المنتج، عمليات التصنيع، وانظمة التصنيع وحتى سلاسل التوريد بأكلمها وذلك لضمان تحقيق الاهداف البيئية والاقتصادية والاجتماعية. اذ تتطلع هذه الدراسة الى تحقيق الاستدامة في نظام التصنيع عن طريق توظيف خريطة تدفق قيمة كفوءة من الناحية الاقتصادية والبيئية (Eco-efficient VSM)، ومع ذلك فان خريطة تدفق القيمة التقليدية لا تنظر بشكل مباشر في الاداء البيئي والاقتصادي لذا فان (Eco-VSM) هي امتداد مقترح لخريطة تدفق القيمة التقليدية لتشمل على مقاييس الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

اذ تمثلت مشكلة الدراسة بتساؤلات جوهرية عدة أهمها كيف يمكن تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة اقتصاديا وبيئيا (Eco-VSM) لتحقيق الاستدامة في نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية ؟

فقد وظف الباحثين مدخل دراسة الحالة لإختبار مخطط الدراسة الفرضي وأختيار محطة كهرباء النجيبية الحرارية في البصرة ميدانا لمخطط الدراسة الفرضي وإفتراضاتها بعد التحقق من نتائج الدراسة المسحية الاولية في المحطة التي اكدت وجود تحديات حقيقية امام ادارة المحطة في مجال تحقيق الاستدامة في منظومة انتاج الطاقة الكهربائية فضلا عن تسارع مؤشرات الفائض والتلوث البيئي بانواعه المختلفة وتراجع مؤشرات الاستدامة الاقتصادية والبيئية. واستخدم الباحثين برنامج المحاكاة (Simulation) لتحليل سيناريوهات خريطتي تدفق القيمة الحالية والمستقبلية. وتوصلت الدراسة الى إستنتاجات عدة أهمها ان توظيف المحاكاة أسهم في خفض الكلف وتحسين مؤشرات الطاقة والمياه والمواد المستخدمة وتخفيض وقت الدورة الانتاجية عبر سيناريوهات عدة و امكانية تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة بيئيا واقتصاديا من خلال استخدام المحاكاة لتحقيق الاستدامة في نظام انتاج المحطة.

الكلمات المفتاحية: خريطة تدفق القيمة، مؤشرات الكفاءة البيئية والاقتصادية، المحاكاة.

المقدمـــة

واجهت بيئة التصنيع المعاصرة تحديات كثيرة منها اشتداد المنافسة والتطورات التكنولوجية والتغيرات المتسارعة التي لا زالت تعاني منها المنظمات، لذلك توجب على المنظمات انتهاج افضل الاساليب والنظم التي تفي بغاياتها واهدافها والتي يمكن استثمارها من اجل تعظيم الانشطة التي تضيف قيمة مع الاخذ بنظر الاعتبار تحقيق الاهداف الاقتصادية والبيئية، مما اوجب عليها التوجه نحو التحسين المستمر من خلال تحقيق مزايا الاداء المستدام الذي يسهم في تحسين أداء المنظمات الصناعية وتنافسيتها في بيئة الاعمال المعاصرة.

يكتسب موضوع خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا واقتصاديا يوما بعد يوم اهمية متزايدة بوصفها احد اهم تقنيات التصنيع المستدام اذ تعد اداة حاسمة تستخدم لتوثيق العمليات وتحديد مواطن الضياعات والهدر مع الاخذ بنظر الاعتبار تحقيق مؤشرات الاستدامة البيئية والاقتصادية.

فقد اعتمدت الدراسة المنهج الكمي في التعامل مع المعلومات ذات الصلة المستخدمة في نظام المحاكاة لخرائط تدفق القيمة الكفوءة بيئيا و اقتصاديا، اذ تم جمع بياناتها من وثائق الشركة والمقابلات الشخصية شبه المهيكلة التي اجراها الباحثين مع مدير المحطة ورؤساء الاقسام والمهندسين والفنيين في محطة كهرباء النجيبية الحرارية.

تمثل هدف الدراسة في محاولة تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة من الناحية الاقتصادية والبيئية عبر توظيف تقنية المحاكاة المتقطعة الهدف بأعتماد مجموعة مؤشرات الاستدامة البيئية والاقتصادية (استهلاك الطاقة و استهلاك المياه و استهلاك المواد والكلف التصنيعية).

و تناول المبحث الاول منهجية الدراسة ودراسات سابقة، وخصص المبحث الثاني للأطار النظري المفاهيمي، أما المبحث الثالث يتناول أختبار أنموذج الدراسة، وأخيرا المبحث الرابع الذي أشتمل على أهم الاستنتاجات والتوصيات.

II. المبحث الاول: منهجية الدراسة

1-1 مشكلة الدراسة

تعد محطات انتاج الطاقة الكهربائية من أهم المنظمات الخدمية المؤثرة في اقتصاد البلد والمجتمع والبيئة، فلابد لمحطات انتاج الطاقة الكهربائية من ايجاد اداة فاعلة من أجل تحقيق الاستدامة في نظام الانتاج على المستويات (الاقتصادية، البيئية) وذلك لغرض تحسين كفاءة الخدمة وتحقيق الاستدامة في انتاج الكهرباء و من اجل الارتقاء بواقع خدمة انتاج الطاقة الكهربائية.

ومن خلال الزيارات الميدانية والمقابلات التي أجراها الباحثين في محطة كهرباء النجيبية الحرارية في البصرة إتضح وجود مشكلات جوهرية في تنفيذ متطلبات

إستدامة العمليات في المنظمة قيد الدراسة، وبناءً على ما تقدم فان مشكلة الدراسة تتلخص بالتساؤلات الجوهرية الآتية:

1. هل هناك امكانية تطبيق خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا (*Eco-VSM*) واقتصاديا على محطة كهرباء النجيبية الحرارية للوصول بها الى منظمة ذات عمليات مستدامة؟
2. هل ان استعمال المحاكاة لتصميم خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا واقتصاديا (*Eco-VSM*) يسهم في تحقيق الاستدامة على المستويين البيئي والاقتصادي لمنظمة قيد الدراسة، وما هي النتائج التي يمكن تحقيقها جراء تطبيقها ؟

2-1 أهداف الدراسة

تتلخص أهداف الدراسة بالنقاط الآتية :

1. تقديم رؤية فكرية وفلسفية لهذه الاداة الحديثة وآثار استعمالها في تحقيق الاستدامة على المستويين الاقتصادي والبيئي في العمليات في محطة كهرباء النجيبية الحرارية، والاهتمام برسم التصورات المستقبلية لتحسين هذه العمليات.
2. تشخيص واقع معايير الاستدامة البيئية والاقتصادية في المنظمة قيد الدراسة وكذلك ايضاح كيفية إستعمال خرائط تدفق القيمة المستدامة و الارتقاء بمعايير ومؤشرات استدامة نظام التصنيع فيها.
3. محاولة اثارة اهتمام المنظمة قيد الدراسة باستثمار التكنولوجيا الحديثة والمحاكاة وتسخيرها لتقديم افضل خدمة للمجتمع.

3-1 أهمية الدراسة

تتلخص أهمية الدراسة بالنقاط الآتية :

1. تعنى هذه الدراسة بدراسة خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا واقتصاديا اذ يعد هذا المتغير من المتغيرات الاكثر حداثة في حقل الانتاج والعمليات وهذا بدوره سوف يشكل اغناءا عمليا للمكتبة العراقية في هذا المجال.
2. تكتسب هذه الدراسة اهمية من خلال التركيز على مقاييس خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا واقتصاديا ومدى مساهمتها في تحقيق الاستدامة لعمليات المنظمة قيد الدراسة.
3. تبرز اهمية هذه الدراسة في التعرف على العوائق التي تحول دون تطبيق هذه الاساليب الحديثة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية.

4-1 مسوغات الدراسة

تتلخص مسوغات الدراسة بالنقاط الاتية :

1. مسوغات معرفية: تعد خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا واقتصاديا من الموضوعات المعاصرة في حقل ادارة الانتاج والعمليات اذ لا يزال تنفيذ الإستدامة في التصنيع بحاجة الى عدد من الدراسات والبحوث على المستويين المعرفي والتجريبي.
2. مسوغات تجريبية: وتمثل المحاولة في تقديم بعض الحلول لمشكلات الإستدامة في محطة كهرباء النجيبية الحرارية.

1-5 حدود الدراسة

تتمثل حدود الدراسة بالآتي:

1. معرفيا: الدراسة تقع في الاسهامات البحثية المعاصرة في حقل ادارة الانتاج والعمليات.
2. مكانيا: في حدود المحطة قيد الدراسة (محطة كهرباء النجيبية الحرارية - البصرة).
3. زمانيا: تتمثل حدود الدراسة الزمنية ابتداء من (2018/8/20) ولغاية (2018/10/4).

1-6 مدخل الدراسة

وظف الباحثين المدخل الكمي (*Quantitative Approach*) باعتماد أسلوب دراسة الحالة (*Case Study*) الذي يعد من الاساليب التي تسهم في مساعدة الباحثين لدراسة المشكلة قيد البحث بعمق وشمول (*Spark ,2014 :12*).

***1-7* اسلوب جمع البيانات**

عملية جمع البيانات تمثلت بجانبين هما الجانب النظري والجانب التطبيقي :

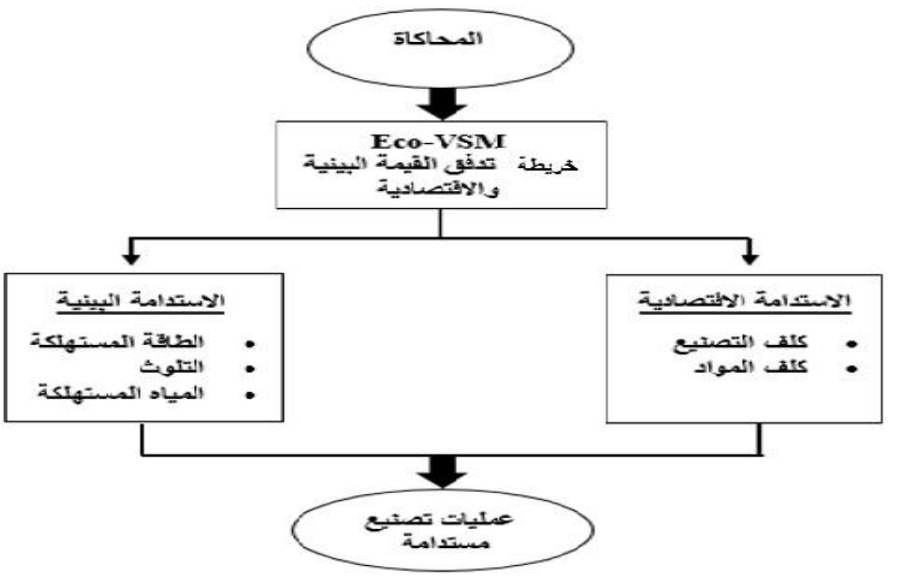
1- الجانب النظري: تم فيه الاعتماد على المصادر المتوافرة في مكتبات الجامعة العراقية وكذلك شبكة الانترنت في جمع البيانات والمعلومات.

2- الجانب التطبيقي: اعتمد الباحثين المصادر الآتية في جمع البيانات الخاصة بالجانب التطبيقي، وهي:

- المقابلات الشخصية شبه المهيكلة مع العاملين في محطة كهرباء النجيبية الحرارية ابتداءً من مدير المحطة ومروراً بالمهندسين والفنيين في المحطة.
- السجلات و التقارير الشهرية والسنوية لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية.

1-8 مخطط الدراسة الفرضي

يوضح الشكل (1) مخطط الدراسة الفرضي نموذج محاكاة خريطة تدفق القيمة الكفوءة بيئيا و اقتصاديا. ويضم المخطط الفرضي للدراسة مؤشرين اساسيين لخريطة تدفق القيمة وهما (مؤشرات الاستدامة الاقتصادية والبيئية) وكل واحد من هذين المؤشرين يتضمن عدداً من المقاييس الفرعية.



1-9 تساؤلات الدراسة

تم تطوير تساؤلات الدراسة على وفق ما جاء في مشكلة الدراسة ومخططها الفرضي وهي:

- هل بالامكان تحقيق الاستدامة في العمليات من خلال تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة بيئيا واقتصاديا؟

1. هل بالامكان تحقيق مؤشرات الإستدامة البيئية من خلال تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة بيئيا واقتصاديا؟
2. هل بالامكان اختبار أمثلية مؤشرات الإستدامة الاقتصادية من خلال تصميم خريطة تدفق قيمة كفوءة بيئيا واقتصاديا؟

III. المبحث الثاني: المرتكزات الاساسية لخريطة تدفق القيمة

1-2 مفهوم تدفق القيمة

انطلقت الادبيات في تناولها لمفهوم خرائط تدفق القيمة (*VSM*) من اسهامات *Shigeo Shingo)* مع *(Taiichi Ohno)* بتطوير نظام إنتاج تويوتا (*TPS*) ، اذ أكد (*Shingo*) بشكل مستمر على أهمية فهم الفرق بين المعالجة (*Process*) والعمليات (*Operation*). فالمعالجة تشير إلى تحويل المواد الخام إلى منتجات نهائية وهي ما تشير إلى تدفق القيمة الداخلي، إما العملية فهي تفاعل المشغل و المكائن و والمواد مع بعضها البعض. وكانت فكرة *(Shingo)* انه يمكن الحصول على الكثير من الفوائد عندما يتم تحسين المعالجة بدلا من تحسين العمليات الفردية . واشار إلى مثال مهم وهو انه من الافضل تقليل حركة نقل المواد بدلا من ايجاد سبل لتسريع حركة نقل المواد.

وان هذه التحسينات جميعها تجري على المعالجة ويجب ان تتناسب مع الخطة الشاملة للإنتاج (*Nielsen,2008:1*).

عرف (*Womack & Jones 1996 cited in Motavallian,2013:11*) القيمة (*Value*) بانها "قدرة مقدمة للزبون في الوقت المناسب وبسعر مناسب ، وهي تختلف من زبون لآخر"، وعلى وفق هذا التعريف يتم وصف القيمة (*Value*) من خلال ثلاث سمات رئيسة هي الجودة (*Quality*) ، تكلفة الملكية (*Cost of Ownership*)، الوقت (*Time*).

وبناءً على تعريف القيمة (*Value*) يعرف (*Stam & Neitert ,2008:2*) و (*Singh et al ,2011 :1*) تدفق القيمة (*Value Stream*) بانه" كل الانشطة سواء كانت مضيفة للقيمة أم غير مضيفة للقيمة والتي تكون مطلوبة لوضع كل المنتجات على التدفق الرئيس للإنتاج و تتضمن:

أ- تدفق الإنتاج من المواد الأولية الى يد الزبون النهائي.

ب- تصميم التدفق من المفهوم إلى الاطلاق .

و يعرف (*Motavallian,2013:12*) تدفق القيمة بانه "كل الانشطة المطلوبة لإنتاج منتج أو خدمة على حد سواء من خلال مهمة حل المشكلات (من مفهوم اطلاق الإنتاج و مهمة إدارة المعلومات (وصول الطلب إلى التسليم) و مهمة النقل المادي (من المواد الأولية الخام إلى المنتج النهائي)."

واخيراً يعرف (*Mata & Rahr , 2015 : 10*) تدفق القيمة (*Value Stream*) بانها "كل العمليات الضرورية لبناء وتسليم المنتج إلى الزبون النهائي اذ ان هذه العمليات تتضمن عمليات ذات قيمة مضافة (*Value- Added*) وعمليات ذات قيمة غير مضافة (*Non- Value Added*) وتنفذ هذه العلميات من معالجة المواد الأولية لحين وصول المنتج النهائي إلى الزبون."

وبناءً على التعاريف التي ذكرت آنفا لتدفق القيمة يمكن القول ان تدفق القيمة "عبارة عن كل الانشطة المطلوبة سواء كانت مضيفة للقيمة (*VA*) أم غير مضيفة للقيمة (*NVA*) لوضع منتوج أو مجموعة من المنتجات التي تستخدم الموارد نفسها على التدفق الرئيس للإنتاج اي من مرحلة الحصول على المواد الأولية لحين وصول المنتج إلى يد الزبون النهائي."

وبناءً على المعطيات الفكرية لمفهوم تدفق القيمة يرى (*Spark ,2014:7*) و(*Haque et al ,2014 :2*) ان خريطة تدفق القيمة (*VSM*) "بانها اداة تم تطويرها ضمن اطار نظام إنتاج تويوتا (*TPS*) وهذه الخرائط تشمل تدفق الإنتاج من الباب - إلى - الباب في المصنع، اي من مرحلة تسليم الاجزاء والمواد الأولية الضرورية للإنتاج لحين شحن المنتج النهائي للزبائن، اذ إستعملت لأول مرة لتحديد مصادر الضياعات في تدفق القيمة ومن ثم يلي ذلك تطوير خريطة تتضمن التحسينات التي تم تنفيذها."

إما (*Schonmann et al*);(*Kivilä ,2015 :7*);(*Norton & Fearn,2009: 6 1: 2015*,) يعرفون خريطة تدفق القيمة بانها" تقنية تشخيصية نشأت من مبادئ التصنيع الرشيق، الغرض منها هو تحديد الانشطة المضيفة للقيمة وغير المضيفة للقيمة، وفي اطار تدفق القيمة يمكن القضاء على الانشطة التي تسبب الضياعات."

ويعرف (*Lian & Landeghem,2007:5*) خريطة تدفق القيمة بأنها "خريطة تصف المعالجة وهي تاخذ بنظر الاعتبار الاتصالات الداخلية و تدفق المعلومات و تدفق المواد. اذ انه يتم تطوير هذه الخرائط لسد الفجوات (الثغرات) بين الوضع الحالي والوضع المستقبلي". (*www.leanbusiness.ie*)

ويرى كل من (*Stamm & Neitzer ,2008 :2*) و (*Lian & Landeghem 2002:2*,) (*Motavallian,2013:21*) و(*Erikshammar et al ,2014 :10*) ان خرائط تدفق القيمة هي "خرائط ترسم بالقلم والورقة وهي بالاصل تسمى (بخرائط تدفق المواد والمعلومات) فضلاً عن إنها رسم بياني يصور العملية المستعملة في إنتاج المنتج."

أو هي "منهجية لتحديد الضياعات في عملية التصنيع ، وفي الأونة الاخيرة اصبحت تستعمل في اعادة هندسة الاعمال لانها تساعد في تحديد المواد والجهود التي لا لزوم لها وذلك لتبسيط وترشيد عمليات التشغيل." (*Bocken et al* (*veliability.com www.lifetime-*);(*,2014:3*)

وعلى وفق ما جاء به (*Paju et al ,2010:3*) فان خريطة تدفق القيمة هي "احد ادوات التصنيع الرشيق تستخدم لترميز المعالجة وهي بسيطة الإستعمال اذ تعمل على تحديد الانشطة ، وقت الدورة ،العطلات ، التاخير، وكذلك تقوم بتحديد الاختناقات وتعمل على التخلص من الانشطة غير المضيفة للقيمة" (*Abdulmalek & Rajgopal,2007:225*).

وفي ختام هذا العرض المركز لتعريفات خريطة تدفق القيمة يمكن الاستنتاج بانها اداة توضيحية لمسارات تدفق الإنتاج التي تستعمل عدداً من الرموز لمراقبة تدفق المعلومات بصورة مباشرة والمواد المستعملة في الإنتاج وحفظها بشكل صوري، وهي تقنية التصنيع الرشيق والتي يسترشد بها كل من المدير ومهندس الإنتاج ومدير المعمل وواضعي الجدأول الزمنية للعمليات والمجهزين وذلك من خلال مراقبة ما يسمى بالضياعات *(Waste)* وكذلك تحديد الانشطة، ووقت الدورة (*Cycle Time*)، العطلات، والاختناقات لغرض التخلص من الانشطة غير المضيفة للقيمة (*NAV*). وتتضمن ايضا مراقبة الحالة الراهنة *(Current State)* للإنتاج ومقارنتها بالحالة المستقبلية*(Future State)* لغرض تحقيق الهدف الذي تصبو إليه المنظمة الصناعية.

2-2 خطوات بناء خريطة تدفق القيمة

أشير في كتاب (*Learning to See*) للمؤلفين (*Rother & Shook*) ان خرائط تدفق القيمة تعد منهجية تعمل بالورقة والقلم والتي تساعد في رؤية وفهم تدفق المعلومات عبر خلق القيمة للمنتوج، فهي تسهل تحديد القيمة (*Value*) ومصادر

الضياعات (*Wastes*)، وهي مخطط لتنفيذ نظام التصنيع (*Rother and Shook, 2009 : 2*).

والغرض الاساسي من إستعمال خريطة تدفق القيمة هوالانتقال من وجهة النظر التي تركز بشكل ضيق على التحسينات في العمليات الفردية إلى وجهة نظر أوسع وهي عرض نظام الإنتاج بأكمله (*Rother and Shook, 2009, p.10*)، ويوضح الشكل (2) خطوات بناء خريطة تدفق القيمة.

الشكل (2) خطوات بناء خريطة تدفق القيمة

المصدر : اعداد الباحثين بالاعتماد على

Y.Jaghbeer, & Y.Motyka , (2016) "Roadmap towards a Lean and Sustainable Production for Medium Sized Manufacturers: A Case Study",p:18

ويحدد الشكل السابق ان خريطة تدفق القيمة (*VSM*) تتالف من اربع خطوات رئيسة هي :

1-تحديد عائلة المنتج

لأجل بناء خريطة تدفق القيمة (*VSM*) يجب أولا تقسيم عملية إنتاج منتج محدد إلى عدد من المستويات المختلفة. ولغرض القيام بذلك يجب البدء بأبعد أو أول نقطة وهي (*downstream*) اي مرحلة استخراج المواد الأولية وبعد هذه النقطة يتم تحديد عائلة المنتجات (*Jaghbeer &Yvonne ,2016 :18*) .

خريطة تدفق القيمة يتم انشاؤها لمنتج واحد أو لعائلة من المنتجات . الإنتاج (*Womack and Jones, 2003:10*).

وبذلك يمكن ان نفهم ان هناك مواردا يتم تقاسمها في الخطوات المختلفة لخريطة تدفق القيمة ، لغرض تخطيط تدفق الإنتاج فانه يجب الاخذ بنظر الاعتبار اختيار عائلة منتج محدد. اذ انه سيكون هناك عدد من المنتجات تمتلك قائمة مواد ذات مستويات متعددة (*BOM-Bills of Material*) مع نموذج ذي خيارات ومزايا متعددة تقود تقود إلى اجزاء متعددة الارقام . فعند تحديد عائلة المنتج بشكل مناسب فانه من الضروري الاخذ بنظر الاعتبار المسار الرئيس اذ انه قد يكون هناك هيكل مشترك أو جزء رئيس الذي يربط بقية الاجزاء فيه، أو قد تكون هناك سلسلة من العمليات الطويلة التي تقود في نهاية المطاف إلى المنتج النهائي (*Nielsen,2008 :4*).

2-بناء خريطة الحالة القائمة

تأتي مرحلة بناء خريطة الحالة القائمة بعد تعيين عائلة المنتجات. اذ تبدأ عملية رسم خريطة تدفق القيمة على طول تدفق الإنتاج لفهم التدفق، مع رسم المعالجة، وتحديد مستويات المخزون. وبمجرد فهم التدفق بشكل كاف تبدأ عملية التوثيق (*Documentation process*)، وهناك نوعان من التدفقات في خريطة تدفق القيمة هما تدفق المواد وتدفق المعلومات .يتم وضع تدفق المواد من اليسار إلى اليمين في اسفل الخريطة، إما تدفق المعلومات يكون في الجزء العلوي للخريطة ويبدأ من اليمين إلى اليسار (*Jaghbeer & Yvonne ,2016 :18*).

خريطة تدفق القيمة للحالة القائمة هي مجموعة من العمليات المتصلة وصفوف الإنتاج بدءا من المجهز وانتهاءا بالزبون. من اكثر الخطوط التوجيهة التي يجب اتباعها عند رسم الخريطة إذ يجب ان ينفذها فريق خريطة تدفق القيمة في الورشة. عندما يشارك الفريق في رسم الخريطة ومناقشة الاسئلة المطروحة فيما يتعلق "بماذا يحدث حقا" فهذا يؤدي إلى مزيد من التبصر بعد ان كان المشروع ينفذ من قبل شخص واحد أو شخصين. على فريق خريطة تدفق القيمة تجاهل مخططات تدفق العمل الموجودة مسبقا وان يعتمد على البيانات التي قام بجمعها خلال العملية. واذا تم إستعمال المحاكاة في خريطة تدفق القيمة فعلى جميع اعضاء فريق خريطة تدفق القيمة التدرب على إستعمال المحاكاة وايضا تهيئة حاسوب متصل باداة للعرض، بعدها رسم الخريطة بناءً على اقتراحات اعضاء الفريق. بمجرد ادخال البيانات يجب تشغيل تدفق القيمة واستعراض النتائج (*Nielsen ,2008:8*).

الخطوة الآتية يتم خلالها جمع الحقائق التفصيلية عن كل عملية مثل وقت الإنتاج (*Lead Time*) و وقت الدورة (*Cycle Time*) و وقت التحويل (*Changeover Time*) و معدل التلف (*Scrap Rate*) و عدد الموظفين (*Number of Employees*) وغيرها من المعلومات ذات الصلة (*Norton & Fearn,2009: 8*).

اذ ان تدفق القيمة يتم تلخيصه بجدول زمني يشير إلى وقت الإنتاج الاجمالي للإنتاج (*Total Production Lead Time*)، مع وقت الانشطة المضيفة للقيمة (*Value*

Added) وغير المضيفة للقيمة (*Non-Value Added*) التي تم جمعها ومقارنتها مع وقت الإنتاج (*Lead Time*) (*Rother & Shook, 2009 2:28*).

وبعد رسم خريطة تدفق القيمة للمواد يتم عرض تدفق المعلومات على الخريطة والتي تتضمن تكرار الطلب سواء كان يوميا أم اسبوعيا أم شهريا . وكذلك كيفية نقل هذه المعلومات داخل المنظمة وبين المنظمة و المجهزين و الزبائن (*Rother and Shook, 2009 : 20*).

3- بناء خريطة للوضع المستقبلي

خريطة تدفق القيمة المستقبلية هي مرحلة انتقالية بين خريطة الحالة القائمة والخريطة المستقبلية المثالية. فالخريطة المستقبيلة المثالية هي الهدف من إستعمال خريطة تدفق القيمة *http://leanmanufacturingtools.org*. اذ تشمل تحليل خريطة تدفق القيمة الحالية على اساس مبادئ التصنيع الرشيق (*The Lean Principles*)، ومن خلال تحليل خريطة تدفق القيمة للحالة القائمة يتم تحديد الضائعات (*waste*) ويتم اقتراح التحسينات الممكنة (*Jaghbeer & Yvonne ,2016 :20*) .

ان خريطة تدفق القيمة المستقبلية سهلة التطوير لكنها تتطلب تصميما وثباتا في التنفيذ، اذ ان تطوير خريطة تدفق القيمة المستقبلية امر بالغ الاهمية وحساس جدا لانها سوف تحقق إنتاجا رشيقا بالكامل خاليا من الضياعات (*Lovelle ,2001 : 6*).

4- بناء خريطة تدفق قيمة مستقبلية مثالية

بعد رسم خريطة تدفق القيمة المستقبلية يجب التحرك نحو مهمة اكثر صعوبة وهي رسم خريطة تدفق قيمة مستقبلية مثالية . وخريطة تدفق القيمة المثالية المستقبلية تعني هي الهدف النهائي المطلق للعمليات الخاصة بالمصنع ، وهي رؤية مشتركة لما يحأول فريق خريطة تدفق القيمة تحقيقه ، ويجب انشاء هذه الخريطة من قبل الفريق باشراف الإدارة العليا. فخريطة تدفق القيمة المثالية تحتاج إلى توجيه شخص تكون مبادئ التصنيع الرشيق لديه مالوفة . اذ انه يجب تركيز العمليات على القيمة التي يعرفها الزبون، ويجب ازالة الخطوات غير المفيدة أو التقليل منها قدر الامكان .اذ يجب تحديد كيفية تدفق القيمة من خلال تيار القيمة وهذا يتطلب رسم الخرائط بشكل اكثر تفصيلا ومن ثم يجب التأكد من سير التدفق دون عقبات أو تأخير . من خلال هذه النقطة يجب الانتقال إلى المهام الفردية التي توضع بعضها بجانب بعض دون وجود اكوام ضخمة من المخزون بينها . ثم بعد ذلك يتم تنفيذ بطاقة كانبان بناءً على طلب الزبون بإستعمال نظام كانبان *http://leanmanufacturingtools.org* .

3-2 خريطة تدفق القيمة المستدامة

خريطة تدفق القيمة (*VSM*) هي اداة تم تطويرها في اطار نظام إنتاج تويوتا (*TPS*) (*Edtmayr et .al.2016:290*)، وهي تعمل على مراقبة تدفق الإنتاج من الباب - إلى - الباب (*Door - to - Door*) في المصنع، اي من مرحلة استخراج المواد الأولية الضرورية للإنتاج إلى شحن المنتج النهائي للزبائن. اذ إستعملت خريطة تدفق القيمة (*VSM*) لأول مرة لتحديد مصادر الضياعات (*Wastes*) في تدفق القيمة ومن

ثم يلي ذلك تطوير خريطة تدفق قيمة مستقبلية تتضمن التحسينات التي تم تنفيذها (*Norton & Fearne ,2009:6*) ; (*Spark ,2014 :7*).

وبالرغم من ذلك فان خريطة تدفق القيمة لا تخبرنا عن كل شئ بالتفصيل فهناك شيء مفقود فيها، فكل خرائط تدفق القيمة التقليدية سواء كانت مرسومة باليد أو بمجموعة من البرامجيات المتخصصة تفتقر إلى عنصر هام اذ ان هذه الخرائط تقدم "لقطة" من سلسلة من خطوات الإنتاج (*Rahr & Mata ,2015:7*)، والعنصر الذي تفتقر اليه هو الوقت، اذ ان الوقت ضروريٌ لفهم الكيفية التي تؤثر بها كل عملية على الاخرى، وكيف يمكن للموارد ان تؤثر في المعالجة وكيف يمكن للطوابير ان تتغير بمرور الوقت (*Nielsen ,2008 :1*).

وإلى جانب افتقار خرائط تدفق القيمة التقليدية لعنصر الوقت فهناك عيب رئيس فيها هو عدم وجود مقاييس لتقييم الجوانب الاقتصادية و الاجتماعية و البيئية لأداء الإستدامة (*Spark ,2014 :7*).

ونتيجة لذلك ظهرت بعض الجهود الرامية لبناء وتحسين خرائط تدفق القيمة التقليدية (*VSM*) وغيرها من التقنيات الرشيقة. اذ انه يجب النظر فيما يتعدى الجوانب الاقتصادية، اذ بذلت وكالة حماية البيئة الامريكية *Environmental Protection (EPA -Agency)* الكثير من الجهود لأجل توسيع مفهوم خريطة تدفق القيمة التقليدية (*VSM*) وقد قدمت مجموعتين من الادوات التي تمثل مراحل تطور خريطة تدفق القيمة التقليدية لتصبح خريطة تدفق قيمة مستدامة، وأوضحها بالآتي (*Faulkner & Badurdeen ,2014:10*):

- مجموعة الادوات البيئية الرشيقة (*Lean Environmental Toolkit*)
- مجموعة ادوات الطاقة (*Energy Toolkit*)

1- المجموعة الأولى - مجموعة الادوات البيئية الرشيقة (*Lean Environmental Toolkit*):

تسعى هذه المجموعة من الادوات إلى عرض امكانية معالجة المخلفات البيئية (*Environmental Wastes*) التي تعرف على انها "المواد غير الضرورية في الإنتاج التي يتم طرحها في الهواء أو الماء أو الارض والتي لها تأثير كبير يضر بصحة الانسان والبيئة" (*Faulkner & Badurdeen ,2014:9*); (*Kidwell ,2006:15*).

اذ ان هذه المجموعة من الادوات تمكن المنظمات على تحديد وتقليل المخلفات البيئية (*Environmental Wastes*) من خلال تتبع وتصور المقاييس البيئية (والتي هي المياه والمواد المستعملة بالإنتاج) جنبا إلى جنب مقاييس خريطة تدفق القيمة التقليدية (*Faulkner & Badurdeen ,2014:10*).

وبعد تحديد هذه المقاييس لقياس المخلفات البيئية تقترح هذه الاداة تسجيل واحد أو اثنين من هذه المقاييس على خريطة تدفق القيمة التقليدية لغرض تحقيق (البيئة و الصحة و

السلامة) (*EHS - Environment , Health , Safty*) لاستهداف التحسينات في مجالات اكثر فائدة (*Spark ,2014 :7*).

2- المجموعة الثانية - مجموعة ادوات الطاقة (*Energy toolkit*):

عملت وكالة حماية البيئة الامريكية (*EPA- Environmental Protection Agency*) مجموعة ادوات جديدة وهي مجموعة ادوات الطاقة والتي تسعى إلى مراقبة استهلاك الطاقة لكل عملية في نظام التصنيع. اذ يتم جمع البيانات لكل عملية ويتم وضع تصور لاستهلاك الطاقة بإستعمال لوحة عدادات (*Dashbord*) لقياس الطاقة. لوحة عدادات قياس الطاقة تستعمل لتقييم كفاءة إستعمال الطاقة في العمليات، مما يسمح بامكانية اجراء التحسينات في مجالات اخرى. ومع ذلك تقدم لوحة عدادات قياس الطاقة معلومات مفيدة، وهي تحتل مساحة كبيرة على خرائط تدفق القيمة بسبب ان خريطة تدفق القيمة مشوشة ويصعب قراءتها. واخيرا فان وكالة حماية البيئة (*EPA*) لم تتنأول الجوانب الاجتماعية للإستدامة باي شكل من الاشكال فضلاً عن إنها لا تعبر عن استهلاك المياه في اي اداة من ادواتها (*Spark ,2014 : 8*) ; (*Faulkner & Badurdeen ,2014:10*).

ونتيجة لذلك طور (*Torres & Gatti ,2009 cited in spark, 2014 : 9*) أداة جديدة تدعى بخريطة تدفق القيمة البيئية (*Eco-VSM*) لمراقبة استهلاك المياه بإستعمال بيانات المعالجة التي تم تحليلها وتقسيمها لعدد من الفئات ، هذه الفئات تتضمن (المياه المستعملة بالانتاج و المياه المضافة إلى المنتج و الخسارة الكامنة و الخسارة الفعلية و الخسارة الجوهرية) (*Faulkner & Badurdeen ,2014:10*).

هذا المستوى من التفصيل يوفر كمية كبيرة من المعلومات التي تستهدف مجالات اخرى للتحسين، وان هذا المستوى من التفصيل في خرائط تدفق القيمة يتطلب رموزاً بصرية والتي هي غير متوافقة تماما مع معيار خرائط تدفق القيمة فضلا عن انها تؤدي إلى الارتباك (*Spark ,2014 :9*).

ونتيجة للنواقص الموجودة في خرائط تدفق القيمة البيئية (*E-VSM*) دعت الحاجة إلى تطوير خرائط جديدة وقد تم ذلك من قبل (*Simon & Manson 2002 cited in spark 2014 : 9*) ويطلق على هذه الخرائط بخرائط تدفق القيمة المستدامة (*S-VSM*) تتضمن هذه الخرائط انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون (*CO2*)، وغاز التدفئة (*GHG*) وقد استعملت هذه الخرائط لتقييم وتعزيز الإستدامة، اذ ان هذه الخرائط تتضمن المقاييس البيئية والاقتصادية لكن لا تتضمن المقاييس الاجتماعية، فبدلا من ذلك هي تفترض ان المقاييس الاجتماعية سوف تتحسن بتحسن المقاييس الاقتصادية والبيئية.

وبناءً على ذلك قام (*Norton 2007 cited in spark 2014 :9*) بتطوير اداة تدعى بخريطة تدفق القيمة المستدامة (*Sus-VSM*) اذ ان هذه الاداة تجمع بين خريطة تدفق القيمة والإستدامة وهي تتضمن قياس استهلاك الطاقة والمياه معا ، ولكن نظرا لصعوبة قياس هذه المقاييس لكل نشاط فقد تم إستعمال التخصيص الاقتصادي من تقييم

دورة الحياة (*LCA*) والتحسينات الجوهرية على افتراض انها تشابه افتراض (*Simon & Manson*) اي ان المقاييس الاجتماعية سوف تتحسن بتحسن المقاييس الاقتصادية والبيئية.

وأخيراً قام (*Faulkner & Badurdeen, 2014:10*) بتقديم منهجية لقياس الإستدامة في خط التصنيع تدعى بخريطة تدفق القيمة المستدامة (*Sus - VSM*). اذ إنها خريطة تدفق القيمة التقليدية نفسها مضافاً اليها مقاييس الإستدامة التي تتضمن الإستدامة الاجتماعية و الإستدامة الاقتصادية و الإستدامة البيئية.

فخريطة تدفق القيمة توفر تصور عن تدفق المواد والمعلومات في الشركة وحتى في سلسلة التجهيز و هذا سوف يساعد على تحسين عملية اتخاذ القرار لتحسين القيمة المضافة (*VA*). فهي تعمل على توظيف ادوات التصنيع الرشيق (*Singh et.al,2011:1*)، بينما خريطة تدفق القيمة المستدامة تعمل على اساس خط القاعدة الثلاثي (*Triple bottom line*) اذ يتم قياس الجوانب البيئية و الاقتصادية و الاجتماعية (*Yusof et al ,2015:55*).

4-2 النطاق المستدام لخريطة تدفق القيمة

يستند الاطار المفاهيمي لنطاق الإستدامة لخريطة تدفق القيمة (*SdVSM-Sustainable Domain Value Stream Mapping*) على خلق التكامل بين التصنيع الرشيق (*Lean manufacturing*) وخريطة تدفق القيمة مع منهجية الراءات الست (*R6*) وهي منهجية مبتكرة في التصنيع المستدام . جزء من هذا الاطار يتكون من مؤشرات الإستدامة وهو يتكون من بعدين (*Yusof et al ,2015:57*) (*Kasava et al. 2015:420*) وهما:

1- بعد التصنيع الرشيق :

في هذا البعد يتم إستعمال خريطة تدفق القيمة المعدلة لتحديد الضائعات في نظام التصنيع. في خريطة تدفق القيمة هناك سبعة انواع من الادوات وفي هذه الدراسة تعتبر اداة خرائط نشاط المعالجة (*The Process Activity Mapping*) هي اهم اداة وابسط اداة تستعمل لتعيين انشطة العمليات. ويتم تطبيق هذه الاداة بسهولة على العملية أو المصنع أو المنتج *(Braglia et al ,2006); (Kasava et al,2015 :55 :3)*، والجدول (*1*) يوضح الادوات السبعة لخريطة تدفق القيمة.

الجدول (*1*) الادوات السبعة لخريطة تدفق القيمة

الادوات السبعة لخارطة تدفق القيمة	ارتباط عالي وفائدة من الضياعات (Ohno)
خرائط نشاط المعالجة (Process Activity Mapping)	الانتظار و النقل و المعالجة غير الملائمة و الحركة غير الضرورية
مصفوفة الاستجابة لسلسلة التجهيز (Supply Chain Response Matrix)	الانتظار و المخزون غير الضروري
تصفية تنوع الإنتاج (Production Variety Funnel)	المعالجة غيرالملائمة و الحركة غير الضرورية
خرائط تصفية الجودة (Quality Filter Mapping)	الإنتاج المعيب
خرائط تضخم الطلب (Demand Amplification Mapping)	مخزون لا لزوم له و الهيكل العام
تحليل نقطة القرار (Decision Point Analysis)	الافراط في الإنتاج
الهيكل المادي (أ) حجم، (ب) قيمة Physical Structure (a) volume,) ((b) value	الافراط في الهيكلة

Source: N.Yusof et al, (2015) "2.1 A conceptual sustainable domain value stream mapping framework for manufacturing, p:55

2- بعد التصنيع المستدام:

في هذا البعد يتم إستعمال منهجية الراءات الستة (6R) كأداة والتي تتضمن التخفيض و اعادة الإستعمال و اعادة التدوير و الاستعادة و اعادة التصميم و واعادة التصنيع) (Jawahir et al ,2006:4) ; (Yusof et al,2015:55. اذ وضحت منهجية الراءات الست (R6) في المبحث السابق بالتفصيل.

اذ قام (Yusof et al ,2015:55-57) بتطوير اطار مفاهيمي لمصفوفة نطاق الإستدامة لخريطة تدفق القيمة (SdVSM - Sustainable Domain Value Stream Mapping) ، وهو موضح في الجدول (2) ، هذا الاطار المفاهيمي يتألف من مكونين احدهما مكون ملموس والاخر مكون غير ملموس (Kasava et al, 2015:420).

الجدول (2) الاطار المفاهيمي لمصفوفة نطاق الإستدامة لخريطة تدفق القيمة (SdVSM)

منهجية (SMMIAI)	ركائز الإستدامة		
	الإقتصادية	البيئية	الإجتماعية
الاختيار (Slect)	حدد نطاق الدراسة على مستوى المصنع أو مستوى الإدارة		
الخريطة (Map)	وضع خريطة للانشطة بإستعمال النطاق المستدام لخارطة تدفق القيمة (SdVSM) . في هذه المرحلة يتم تحديد الانشطة المضيفة وغير المضيفة للقيمة.		
القياس(Measure)	قياس المؤشرات المرتبطة بالانشطة وحساب درجة الإستدامة . درجة الإستدامة ستحدد الانشطة المضيفة وغير المضيفة للقيمة		
التحسين(Improve)	تحسين مكان المشكلة . تحديد الانشطة ذات درجة الإستدامة المنخفضة اي الانشطة غير المضيفة للقيمة		
التحليل (Analyze)	تحليل الانشطة قبل وبعد الإستدامة عن طريق إستعمال منهجية (R6)		
المؤثر (Indicte)	تأشير التحسين قبل وبعد الإستدامة وكذلك الانشطة المضيفة وغير المضيفة للقيمة		

Source: N.K.Kasava et al. (2015) "Sustainable domain value stream mapping (SdVSM) framework application in aircraft maintenance: a case study." Procedia CIRP 26,p:420

- **المكون غير الملموس:** يمثل ايديولوجية هيكلية الاطار اذ يتم فيه توجيه المستخدم خلال سلاسل تدفق بيانية لاجل التنفيذ.
- **المكون الملموس**: يتألف من مؤشرات الإستدامة البصرية هذه المؤشرات هي التصور التخطيطي والذي يجمع معلمات الإستدامة للقيمة المضافة (VA) والقيمة غير المضافة (NVA).

اذ ان المكونين وهما الايديولجية والمخطط البصري تدفعهما منهجية (SMMIAI-Slect,Map,Measure,Improve,Analyze,Indicate) والتي تعني (الاختيار و الخريطة و القياس، التحسين و التحليل و الاشارة) وهي تتألف من سبعة خطوات كل خطوة لها وظيفة تعريف خاصة بها والتي تتطلب أساليب ومهارات مختلفة. يوضح الشكل (3) خطوات تدفق منهجية (SMMIAI) لنطاق خريطة تدفق القيمة المستدامة بشكل مبسط، ففي اطار تدفق القيمة التقليدي يعد الوقت هو مجال القياس والأداء بينما

في اطار التصنيع الرشيق ستكون الانشطة المضيفة للقيمة *(VA) وغير المضيفة للقيمة* (NVA) ضمن تدفق القيمة.
سيقوم هذا الاطار بتقييم وقياس الإستدامة للانشطة المضيفة للقيمة وغير المضيفة للقيمة في نظام التصنيع وفي سلاسل التجهيز. ستعتبر الانشطة غير المضيفة للقيمة مضيعات (wastes) النظام وسيتم اجراء التغييرات والتحسينات على هذه المضيعات بإستعمال منهجية الراءات الستة (6R)، ثم يتم تقسيم المضيعات بإستعمال خط القاعدة الثلاثي للإستدامة (TBL-Triple Bottom Line) والذي يتألف من الإستدامة الاقتصادية، الإستدامة الاجتماعية، الإستدامة البيئية.

الشكل (3) خطوات تدفق منهجية (*SMMIAI*) لنطاق خريطة تدفق القيمة المستدامة
Source: N.Yusof, Noordin Mohd et.al (2015) "2.1 A conceptual sustainable domain value stream mapping framework for manufacturing",p:55

IV. الجانب العملي

تعد محطة كهرباء النجيبية الحرارية من المحطات الرائدة في إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة البصرة، وقد شيدت المحطة على يد الشركة الانكليزية (باب كوك) بثلاث وحدات تشغيلية (الوحدة الاولى – الوحدة الثانية – الوحدة الثالثة) سعة الواحدة منها (15 ميكاواط) كل وحدة مع مرجل بخاري، وقد تم تشغيلها عام (1959م)، وتم ترقين عملها في عام (1987م) وذلك لكثرة العطلات ونتيجة لذلك اصبحت الجدوى الاقتصادية فيها غير مجدية باذ كانت تكلفة الصيانة اكثر من مردودات الإنتاج وبذلك صدر قرار وزاري بايقافها وتم بيع الكثير من موادها في وقتها في فترة التسعينيات واعطيت الاجهزة إلى معامل التصنيع العسكري والمحطات الاخرى.

بعدها جاءت الشركة الروسية (تكنوبروم اكسبورت) واصبحت المسؤولة عن نصب وتشييد الوحدات الرابعة والخامسة والتي تم تشغيلها في عام (1975م) وان الطاقة الإنتاجية لكل واحدة تبلغ (100 ميكاواط)، بأربعة مراجل، وتوربينين.
وفي عام (2001م) تم التعاقد مع الشركة الروسية (موس انركو مونتاج MEM) والتي اصبحت الشركة المسؤولة عن اعادة تأهيل المحطة، اذ قامت الشركة بنصب اربعة مراجل بالكامل ماعدا الهيكل الحديدي وتبديل الاجهزة المساعدة للتوربينات وهي مضخات ومبادلات وصمامات وانابيب. ازدادت الطاقة الإنتاجية من (90 ميكاواط للوحدة الرابعة والخامسة) إلى (100 ميكاواط للوحدة الرابعة والخامسة) ولكن لعدم اكتمال الاعمال ولاسيما اعمال السيطرة والحاسبات وهي منظومات حديثة نصبتها الشركة الروسية المذكورة في انفا مما ادى إلى تحديد العمل إلى (80 ميكاواط للوحدة الرابعة والخامسة) لعدم رجوع الشركة وتكملة اعمال السيطرة والحاسبات للظروف الامنية ولا تزال الحال مستمرة بالرغم من المراسلات الكثيرة التي أرسلتها المحطة إلى مديرية إنتاج الطاقة في البصرة والوزارة.

ثانيا :مؤشرات قياس خريطة تدفق القيمة المستدامة

تعتبر خرائط تدفق القيمة التقليدية (VSM) طريقة سريعة لتحديد الفرص المتاحة للتحسين المستمر (Kaizen)، إما خرائط تدفق القيمة المستدامة (SUS-VSM) فتتضمن تصور أداء الإستدامة وتحديد فرص التحسين، ولتحليل العملية بإستعمال خرائط تدفق القيمة المستدامة لابد من تحديد مجموعة موجزة من مقاييس الإستدامة لكل جانب من جوانب الإستدامة (البيئية و الاقتصادية و الاجتماعية) (Fulkner et al ,2012 : 816).
اذ قام فريق في جامعة كنتاكي مع فريق المعهد الوطني للمعايير والتكنلوجيا (NIST- National Institute of Standards and Technology) بتطوير مقاييس لإستدامة نظام التصنيع. وحاليا الفريق يعمل على قائمة شاملة تتضمن اكثر من (50) من المقاييس التي يتم إستعمالها لتحديد إستدامة عملية التصنيع ، والمنتج. واستنادا إلى المقاييس التي قدمها مشروع فريق المعهد الوطني للمعايير والتكنلوجيا (NIST) فانه تم ادراج عدد من هذه المقاييس في خريطة تدفق القيمة المستدامة (SUS-VSM) (Yusof et al. 2015:58). وهي تشمل المقاييس الآتية:

1- استهلاك المياه

عملية قياس كمية المياه المستهلكة يتم من خلالها تقييم كمية المياه المستعملة خلال عملية التصنيع، ومن الضروري احتساب كمية المياه المستهلكة في التصنيع لانها تمثل جانبا مهماً يجب تقييمه لاجل تحسين جانب الإستدامة البيئي (Faulkner & Badurdeen ,2014 :12). السبب في اضافة هذا المقياس إلى خريطة تدفق القيمة المستدامة (SUS-VSM) هو للتمثيل المرئي لمعرفة كمية المياه اللازمة والمستعملة في الإنتاج لغرض ادخال التحسينات المحتملة على نظام التصنيع (Fulkner et al ,2012 : 817).

ففي خريطة تدفق القيمة المستدامة (SUS-VSM) يتم تقييم كمية المياه المستهلكة عن طريق قياس كمية المياه المستعملة في الإنتاج (الفعلية) (Actual) وقياس كمية المياه المفقودة (الصافي) (Net) لكل خطوة من خطوات الإنتاج (Faulkner & Badurdeen ,2014 :12). اذ ان كمية المياه المفقودة تمثل كمية المياه التي لم يتم إستعمالها في اي خطوة من خطوات إنتاج المنتج، وهي تمثل كمية المياه التي لا يمكن اعادة إستعمالها لانها تم صرفها في وحدة مياه الصرف الصحي للمصنع ، إما اذا امتلك المصنع وحدة لمعالجة مياه الصرف واعادة تدويرها وإستعمالها عندها لا يتم ادراج هذه المياه ضمن فئة المياه المفقودة (Fulkner et al ,2012 : 817); (Faulkner & Badurdeen ,2014 :12).

إما الوقود والمواد الكيميائية والتي ايضا لها تأثير سلبي على البيئة يمكن تقييم استهلاكها بالطريقة نفسها في تقييم كمية المياه عن طريق حساب الفرق بين الكمية الفعلية المستخدمة في الإنتاج وصافي الكمية المتوفرة لكل خطوة من خطوات الإنتاج (SUS-VSM) (Faulkner & Badurdeen ,2014 :12).

2- استهلاك المواد الأولية:

ان الطاقة المستهلكة والمواد المستهلكة في الإنتاج تكلف المنظمة مايقارب (50%) من كلف التصنيع (Sygulla et al ,2011 :1).

يرى (Faulkner & Badurdeen ,2014 :13) ان كمية الضائعات (Wastes) الكبيرة التي تحصل اثناء التصنيع ترتبط بكمية المواد التي يتم إستعمالها بشكل خاطئ وبالتالي ستقود إلى كميات كبيرة من الخردة (Scrap) ، وان عملية اعادة تدوير هذه الخردة سوف تتطلب طاقة وموارد اضافية والتي يمكن بسبب خطأ معين ان تتحول إلى ضياعات وخردة مرة اخرى.

وان الهدف من اعتماد استهلاك المواد مقياس في خريطة تدفق القيمة المستدامة هو مراقبة كمية المواد الأولية التي تم إستعمالها في الإنتاج مع كمية المنتجات النهائية لانها لها تأثير كبير في الجانب البيئي والاقتصادي (Fulkner et al ,2012 : 817).

3- استهلاك الطاقة:

استهلاك الطاقة له علاقة مباشرة بالإستدامة البيئية بسبب إستعمال المواد غير المتجددة (Non-renewable) فضلا عن انبعاثات الغازات (Yusof et al. 2015:58). فاستهلاك الطاقة مقياس مهماً يجب ان يكون ضمن خرائط تدفق القيمة المستدامة فهو يحدد كمية الطاقة المستعملة في الإنتاج ومقدار الطاقة المتبددة خلال الإنتاج (Brown et al. 2014 :167). عندما يتم قياس استهلاك الطاقة لكل عملية فان خرائط تدفق القيمة المستدامة تكون بمثابة خريطة لتحديد اي عملية فيها زيادة في استهلاك الطاقة ولاجراء تحقيقات اكثر تفصيلا لتحديد أوجه القصور والخسائر في الطاقة (Faulkner & Badurdeen ,2014 :13).

فضلاً عن قياس الطاقة المستهلكة من المهم الاخذ بنظر الاعتبار قياس الطاقة المصاحبة للانشطة بين المعالجة مثل النقل و التخزين . طاقة النقل التي تتضمن طاقة

النقل داخل المصنع وكذلك عمليات النقل خارج المصنع ، فضلاً عن طاقة تبريد وتدفئة المخازن للحفاظ على المواد في درجة حرارة معينة لكي تستخدم في مراحل الإنتاج القادمة . ومع ذلك هناك الطاقة المستهلكة غير المباشرة التي تتضمن الاضاءة و التدفئة و التبريد أو اي طاقة مستهلكة لا تعتمد على كمية المنتجات التي يتم إنتاجها وهذه الطاقة من الصعب قياسها ضمن خريطة تدفق القيمة المستدامة (Fulkner et al ,2012 : 818).

ثالثا : اختبـــار أنـــموذج الدراســـة

1- صياغة نموذج محاكاة الدراسة

تم صياغة نموذج المحاكاة على الحاسوب بإستعمال برنامج الماتلاب (Matlab) اذ تمت كتابة برنامج محاكاة نظام انتاج الكهرباء في محطة كهرباء النجيبية الحرارية ضمن ظروف برمجية تشابه الوضع الحالي لمحطة الكهرباء، وقد تم اتباع ثلاث خطوات رئيسة للتوصل إلى افضل النتائج وهذه الخطوات تشمل التالي:

- بناء نموذج المحاكاة المنطقي.
- بناء نموذج الحاسوب والتاكد من صحته.

1-بناء نموذج الحاسوب والتاكد من صحته:

بناء نموذج المحاكاة يعد فنا فضلا على انه علم وذلك لانه ليس من الممكن اعطاء مجموعة من التعليمات والتي ستقود بالضرورة إلى بناء نموذج في كل حالة ولكن هناك خطوطاً رئيسة يمكن الاهتداء بها، فمن خلال المحاكاة تم تجريد الخواص الاساسية للمشكلة وتم بعدها بناء نموذج بسيط مختصر لنظام الانتاج لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية وبعد ذلك تم اغناء وتعزيز وزيادة تفاصيل النموذج حتى اصبح مشابهاً لنظام الانتاج الحالي لمحطة كهرباء النجيبية.

مرحلة التنفيذ تمثل المرحلة الاخيرة في صياغة نموذج المحاكاة فبعد تشغيل برنامج المحاكاة لنظام الانتاج الحالي لابد من التحقق من ان برنامج المحاكاة المترجم يقوم فعلا بالاداء المطلوب، فيعتبر برنامج نظام انتاج المحطة من البرامج المعقدة وذلك بسبب تشابك وتعقيد العمليات والانشطة الانتاجية فضلا عن استحالة ترجمة النموذج بشكل كامل بنجاح فقد تطلب هذا البرنامج الكثير من الجهد والتصحيح والتجريب من قبل الباحثين حتى تم مطابقة نتائج البرنامج بنظام انتاج محطة الكهرباء وذلك لتحقيق شرط الصدق في بناء البرنامج. اذ يوضح الجدول (3) مقارنة بين مخرجات نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية لوحدة معالجة المياه ومخرجات (نتائج) تشغيل برنامج المحاكاة، والجدول (4) يوضح مقارنة بين مخرجات نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية (للمرجل-التوربين-المولدة) ومخرجات (نتائج) تشغيل برنامج المحاكاة. ومن خلال النظر في مخرجات النظامين يمكن بسهولة معرفة ان برنامج المحاكاة مطابق ومتحقق الصلاحية.

ومن خلال هذين الجدولين يمكن استنتاج ان نموذج المحاكاة يمثل النظام الحالي (الواقعي) لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية بشكل دقيق وهنا يتحقق شرط التصديق .

جدول (3) مقارنة بين مخرجات نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية لوحدة معالجة المياه ومخرجات (نتائج) تشغيل برنامج المحاكاة.

ت	نظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات	ت	نموذج المحاكاة لنظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات
1	كمية المياه المستهلكة	31361 مترمكعب/شهر	1	كمية المياه المستهلكة	31361 مترمكعب/شهر
2	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة	2.4 ميكأواط / ساعة	2	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة	2.4 ميكأواط / ساعة
3	كمية المياه المنتجة	31512 مترمكعب/شهر	3	كمية المياه المنتجة	31512 مترمكعب/شهر

المصدر:من اعداد الباحثين

جدول (4) يوضح مقارنة بين مخرجات نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية (للمرجل-التوربين-المولدة) ومخرجات (نتائج) تشغيل برنامج المحاكاة.

ت	نظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات	ت	نموذج المحاكاة لنظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات
1	كمية المياه المستهلكة لتبريد المرجل	300 مترمكعب/ساعة	1	كمية المياه المستهلكة لتبريد المرجل	300 مترمكعب/ساعة
2	الطاقة الكهربائية المستهلكة	5.458 ميكاواط / ساعة	2	الطاقة الكهربائية المستهلكة	5.458 ميكاواط / ساعة
3	كمية الوقود المستهلك	36453268 لترمكعب/شهر	3	كمية الوقود المستهلك	36453268 لترمكعب/شهر
4	الطاقة الكهربائية المنتجة	82800 ميكاواط/ساعة	4	الطاقة الكهربائية المنتجة	82800 ميكاواط/ساعة

المصدر: اعداد الباحثين

بناء خريطة تدفق القيمة الحالية (Current Sate)

بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها من تنفيذ برنامج المحاكاة لنظام انتاج الكهرباء لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية تم التوصل إلى ان صرفيات الوقود الخام المستهلك عالية جدا، وان هناك كميات كبيرة من المياه الضائعة نتيجة لخلل في المعدات والانابيب والخزانات وتبخر كميات كبيره منه، وقت الدورة للعمليات مرتفع مما يسبب ارتفاع نسب استهلاك الطاقة الكهربائية لتشغيل المعدات.

ولحل مشكلة الضياعات الحاصلة في نظام انتاج محطة كهرباء النجيبية الحرارية لجأت الباحثة إلى إستعمال خريطة تدفق القيمة المستدامة لغرض تخفيض الضياعات وتحقيق الاستدامة في اداء نظام التصنيع في الوقت نفسه.

اذ ان خريطة تدفق القيمة هي اداة توضيحية لمسارات تدفق الانتاج تستعمل عدداً من الرموز لمراقبة تدفق المعلومات بصورة مباشرة والمواد المستعملة في الانتاج وحفظهم بشكل صوري، وهي تقنية يسترشد بها كل من المدير ومهندس الإنتاج ومدير المعمل وواضعي الجدأول الزمنية للعمليات والمجهزين وذلك من خلال مراقبة ما يسمى بالضياعات (Waste) وكذلك تحديد الانشطة، ووقت الدورة (Cycle Time)، العطلات، والاختناقات لغرض التخلص من الانشطة غير المضيفة للقيمة (NAV).وتتضمن ايضا مراقبة الحالة الراهنة (Current State) للإنتاج ومقارنتها بالحالة المستقبلية (Future State) لغرض تحقيق الهدف الذي ترسم اليه المنظمة الصناعية، والشكل في الملحق (1) يوضح خريطة تدفق القيمة الحالية لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية.

2- بناء خريطة تدفق القيمة مستقبلية (Future Sate)

تعتبر خريطة تدفق القيمة المستقبيلة هي مرحلة انتقالية من خريطة تدفق القيمة الحالية إلى خريطة تدفق القيمة المستقبلية المثالية ويجب تحقيقها لانها تضمن تحقيق انتاج افضل دون ان تخلف اي ضياعات في نظام التصنيع من اذ الوقت، الطاقة، المياه، المواد مع الاستدامة في نظام التصنيع المستدام. ومن خلال مراقبة خريطة تدفق القيمة الحالية يمكن الوقوف على مناطق الخطا لتتم معالجته، لذا فالتحسينات سيتم اقتراحها على شكل سيناريوهات كالآتي:

السيناريو الأول:

من خلال مراقبة تدفق الانتاج في محطة كهرباء النجيبية الحرارية بإستعمال خريطة تدفق القيمة المستدامة يمكن معرفة ان العملية الأولى (وحدة معالجة المياه) تعاني من استهلاك كميات كبيرة من الماء فضلا عن إلى ان وقت الدورة مرتفع جدا لذا من الضروري تطبيق عدد من التحسينات للسيطرة على كميات المياه المستهلكة وتخفيض وقت الدورة. لذا اقترحت الباحثة عدداً من التحسينات بمساعدة المهندسين في المحطة للسيطرة على الضياعات ولتحقيق الاستدامة في الوقت نفسه، وهذه التحسينات تمثلت بالآتي:

- استبدال مضخات الماء المتهالكة بمضخات جديدة مع وضع مضخات في وضع الاستعداد في حالة توقف واحدة حتى لا تسبب توقف في الانتاج ومن ثم ضياع في الوقت.
- صيانة الانابيب والخزانات للتخلص من اي هدر في الماء.
- اضافة خزان ثاني للتصفية يكون في وضع الاستعداد في حال توقف الأول وذلك لتخفيض الضياعات في الوقت.

السيناريو الثاني:

تم في السيناريو الثاني اجراء عدد من التعديلات على برنامج المحاكاة للوضح الواقعي لنظام انتاج الكهرباء في محطة كهرباء النجيبية، اذ تم التخلص من الضياعات في الوقت عن طريق اقتراح صيانة المعدات الرئيسة والمعدات المساعدة للوحدتين (الرابعة والخامسة) مما ادى بدورة إلى تخفيض كمية الوقود المستهلك ونتيجة لانخفاض كمية الوقود المستهلك ادى ذلك إلى تخفيض الانبعاثات الناتجة من احتراق الوقود والتي تؤثر على البيئة بشكل كبير وإلى رفع نسبة انتاج الطاقة الكهربائية من (82800 ميكأواط /ساعة) إلى (91000ميكأواط /ساعة) كما في الجدول (5) الذي يوضح مقارنة بين النظام الحالي والنظام الجديد لوحدات انتاج الكهرباء. والشكل في الملحق (2) يوضح خريطة تدفق القيمة المستقبيلة.

جدول (5) مقارنة بين الوضع الحالي والسيناريو الثاني

ت	نظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات	ت	السناريو الثاني	المخرجات
1	الطاقة المنتجة	82800 ميكأواط /ساعة	1	الطاقة المنتجة	91000 ميكأواط /ساعة
2	الوقود المستهلك	36453268 لترمكعب/شهر	2	الوقود المستهلك	33189000 لترمكعب/شهر
3	وقت الدورة الواحدة	12ساعة	3	وقت الدورة الواحدة	10ساعة

المصدر: من اعداد الباحثين

السيناريو الثالث:

اما في السيناريو الثالث فيقترح الباحثين بناء محطة كهرباء جديدة مؤتمتة تستخدم تكنلوجيا متقدمة جدا ومعداتها حديثة مع مراقبة عمل كل معدة لمعرفة مستوى الجودة فيها ليتم اجراء الصيانة عليها أو استتبدالها بشكل سريع حتى لا تسبب اية ضياعات في الوقت، الطاقة، المياه، والمواد، في هذا السيناريو تعمل محطة انتاج الكهرباء بنسبة

مقاربة لطاقتها التصميمية على افتراض الظروف المثالية أو القريبة من المثالية، وكانت نتائج هذا السيناريو أفضل بالمقارنة مع نتائج السيناريوهات السابقة والجدول (6) يوضح مقارنة بين نتائج السيناريو الثاني والثالث.

السيناريو الثالث :

اما في السيناريو الثالث فيقترح الباحثين بناء محطة كهرباء جديدة مؤتمتة تستخدم تكنلوجيا متقدمة جدا ومعداتها حديثة مع مراقبة عمل كل معدة لمعرفة مستوى الجودة فيها ليتم اجراء الصيانة عليها أو استتبدالها بشكل سريع حتى لا تسبب اية ضياعات في الوقت، الطاقة، المياه، والمواد، في هذا السيناريو تعمل محطة انتاج الكهرباء بنسبة مقاربة لطاقتها التصميمية على افتراض الظروف المثالية أو القريبة من المثالية، وكانت نتائج هذا السيناريو أفضل بالمقارنة مع نتائج السيناريوهات السابقة والجدول (6) يوضح مقارنة بين نتائج السيناريو الثاني والثالث.

الجدول (6) مقارنة بين نتائج السيناريو الثاني والثالث

ت	نظام انتاج المحطة الحالي	المخرجات	ت	السناريو الثاني	المخرجات
1	الطاقة المنتجة	82800 ميكاواط /ساعة	1	الطاقة المنتجة	125000 ميكاواط /ساعة
2	الوقود المستهلك	36453268 لترمكعب/شهر	2	الوقود المستهلك	19784600 لترمكعب/شهر
3	وقت الدورة الواحدة	12ساعة	3	وقت الدورة الواحدة	8ساعة

المصدر: من اعداد الباحثين

وبعد معرفة مواقع الخطا في خريطة تدفق القيمة الحالية ومعالجتها من خلال تنفيذ التحسينات عليها تأتي المرحلة الثانية في تنفيذ خريطة تدفق القيمة وهي بناء خريطة تدفق قيمة مستقبلية كما في الشكل في الملحق رقم (3).

V. الاستنتاجات والتوصيات

اولا : الاستنتاجات

يتناول هذا الجزء الاستنتاجات التي تم التوصل اليها من كل ما تقدم ابتداءً من جمع البيانات في محطة كهرباء النجيبية، وبرمجة وتنفيذ برنامج المحاكاة وصولا الى مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها وتوظيف المعارف في الجانب النظري لصياغة الاستنتاجات:

1- هناك قدر كبير من الاتفاق بين آراء معظم الكتاب والباحثين في مجالي ادارة العمليات على ان موضوعة نظم التصنيع المستدامة تعد تحولا فكريا ومفاهيميا معاصرا وهي لا زالت قيد التشكيل والتاطير النظري.
2- من خلال هذه الدراسة يمكن ان نستنتج ان محطة كهرباء النجيبية الحرارية لديها نظام انتاج ليس بالمستوى المطلوب، اذ تم ادخال التحسينات على نظام انتاج المحطة مما ادى الى خفض كميات استهلاك الوقود والطاقة والمياه ورفع مستوى انتاجية المحطة من الكهرباء.
3- من خلال بناء نموذج المحاكاة لنظام انتاج الكهرباء في محطة كهرباء النجيبية الحرارية تم التوصل الى ان اداء عدد من المعدات ليس بالمستوى المطلوب باذ ينبغي على المحطة ان تعمل جاهدة من اجل تعزيز اداء هذه المعدات لعام 2018 لرفع مستوى ادائها ومن ثم سينعكس على مستوى انتاجيتها واستهلاكها للوقت والمواد والطاقة والمياه بسبب تقادمها.
4- تتوافر لدى محطة كهرباء النجيبية الحرارية البيانات الكافية لبناء نموذج محاكاة لخريطة تدفق القيمة المستدامة الا انها لم تعتمدها اذ من الممكن ان توفر هذه البيانات للمحطة مؤشرات واضحة على مستوى استدامة ونظام الانتاج الحالي وذلك سيسهم بشكل مباشر في اثارة انتباه ادارة المحطة في تحسين اداء نظام انتاج الكهرباء لتصبح محطة مستدامة.
5- نتيجة لادخال التحسينات على برنامج محاكاة نظام انتاج المحطة الحالي انعكس ذلك بدوره على تخفيض استهلاك كميات المياه والطاقة والمواد وتخفيض وقت دورة الانتاج مما اثر بشكل مباشر على استدامة الاداء البيئي والاقتصادي وبالتالي يمكن القول انه تم تحقيق الاستدامة في نظام الانتاج لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية.

ثانيا : التوصيات

يتناول هذا الجانب التوصيات المقترحة للمحطة كهرباء النجيبية الحرارية والتي سيتم تقديمها في ضوء الاستنتاجات التي تم التوصل اليها كاتالي :

1- ضرورة قيام المحطة باستخدامها لبرامج المحاكاة لمحاكاة تدفق نظام انتاج الكهرباء فيها لدورها الفعال في الكشف عن الخطا والضياعات في الطاقة والمواد والمياه فضلا عن الضياعات في اوقات الانتاج والتشغيل ،فبالتالي يمكن الكشف عن مناطق الخلل التي تسبب الضياعات.
2- ضرورة تنفيذ الصيانة الوقائية على اجهزة ومعدات المحطة لان بانخفاض مستوى جودة المعدات الرئيسة ينعكس ذلك مباشرة على مستوى الانتاج وكذلك يسبب استهلاك كميات كبيرة من الوقود والمياه والطاقة وبالتالي التأثير على استدامة نظام التصنيع.
3- بناء محطة كهرباء مؤتمتة تدعم نظام التصنيع المستدام بشكل يمكن فيه السيطرة على وقت دورة عمليات الانتاج وكميات الوقود والمياه والمواد المستهلكة.

4-ضرورة ان تكون محطات الكهرباء الحرارية بعيدة عن التجمعات السكانية بسبب الانبعاثات التي تخلفها احتراقات الوقود وانبعاثات المواد الكيميائية في البيئة.
5-تكثيف التركيز على منهجيات نظام التصنيع المستدام من الناحية المفاهيمية والتطبيقية وتكثيف الدورات التطويرية للعاملين والعمل على تطوير نظام انتاج المحطة.

قائمة المصادر :

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of production economics, 107(1), 223-236.

Bocken, N., Short, S., Rana, P., & Evans, S. (2013). A value mapping tool for sustainable business modelling. Corporate Governance, 13(5), 482-497.

Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. International journal of production research, 44(18-19), 3929-3952.

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.

Carter, C. R., & Liane Easton, P. (2011). Sustainable supply chain management: evolution and future directions. International journal of physical distribution & logistics management, 41(1), 46-62.

Edtmayr, T., Sunk, A., & Sihn, W. (2016). An approach to integrate parameters and indicators of sustainability management into value stream mapping. Procedia Cirp, 41, 289-294.

Erikshammar, J., Bildsten, L., & Haller, M. (2014). Value Stream Mapping: a case study of an inner wall manufacturer.

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.

Faulkner, W., Templeton, W., Gullett, D., & Badurdeen, F. (2012, July). Visualizing sustainability performance of manufacturing

systems using sustainable value stream mapping (Sus-VSM). In Proceedings of the 2012 international conference on industrial engineering and operations management. Istanbul, Turkey (pp. 815-824).

Haque, K. M. A., Chakrabortty, R. K., & Mosharraf, M. (2012). Implementation of Lean Tools in RMG Sector Trough Value Stream Mapping (Vsm) for Increasing Value-Added Activities. World, 2.(5)

Jaghbeer, Y., & Motyka, Y. (2016). Roadmap towards a Lean and Sustainable Production for Medium Sized Manufacturers: A Case Study

Jawahir, I. S., Dillon, O. W., Rouch, K. E., Joshi, K. J., Venkatachalam, A., & Jaafar, I. H. (2006, September). Total life-cycle considerations in product design for sustainability: A framework for comprehensive evaluation. In Proceedings of the 10th International Research/Expert Conference, Barcelona, Spain (pp. 1-10).

Kidd, Paul T. "Agile manufacturing: a strategy for the 21st century." (1996): 1-1.

Kivilä, J. J. (2015). Formation of Sustainable Value in Industrial Processes.

Lindhe-Rahr, R., & Sáez Mata, A. (2015). Revisiting the Concept of Value Stream Mapping.

Lovelle, J. (2001). Mapping the value stream. IIE solutions, 33(2), 26-33.

Motavallian ,M, Seyed "Application of Value Stream Mapping in Product Development, Master of Science Thesis in the Quality and Operations Management Programme

Nielsen, A. (2008). Getting started with value stream mapping. Gardiner Nielsen Associated Inc., Salt Spring Island

Nielsen, A. (2008). Getting started with value stream mapping. Gardiner Nielsen Associated Inc., Salt Spring Island.

Norton, A., & Fearne, A. (2009). Sustainable Value Stream Mapping: A Practical Aid to Sustainable Production. Retrieved on March, 22, 2015.

Norton, A., & Fearne, A. (2009). Sustainable Value Stream Mapping: A Practical Aid to Sustainable Production. Retrieved on March, 22, 2015

Paju, M., Heilala, J., Hentula, M., Heikkilä, A., Johansson, B., Leong, S., & Lyons, K. (2010, December). Framework and indicators for a sustainable manufacturing mapping methodology. In Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2010 Winter (pp. 3411-3422). IEEE.

Schroeder R.G., (2007) " Operations management contemporary concepts and cases ", 3rd Ed, University of Minnesota, Carlson school of management, McGraw- hall/ Irwin.

Shook, J., & Rother, M. (2009). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. lean Enterprise Institute. ISBN: 0966784308

Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 53(5), 799-809.

Sparks, D., & Badurdeen, F. (2014, January). Combining sustainable value stream mapping and simulation to assess supply chain performance. In IIE Annual Conference. Proceedings (p. 1847). Institute of In

Sparks, D., & Badurdeen, F. (2014, January). Combining sustainable value stream mapping and simulation to assess supply chain performance. In IIE Annual Conference. Proceedings (p. 1847). Institute of In

Stamm, M., & Neitzert, T. (2008). Value stream mapping (VSM) in a manufacture-to-order small and medium enterprise.

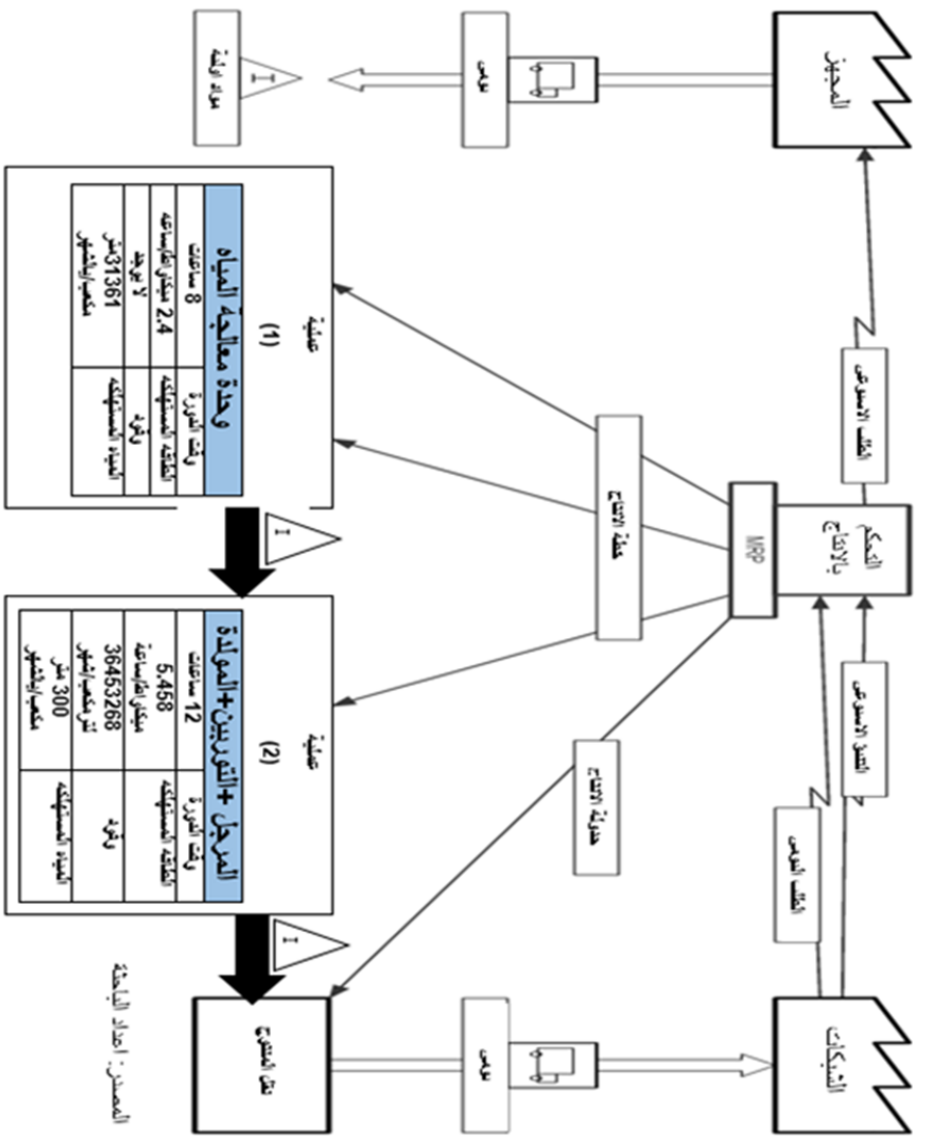
Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990). The machine that changed the world, Rawson Associates, New York, USA, ISBN 0892563508

Womack, J.P.; Jones, D. T. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Free Press, ISBN 9780684810355

Womack, Jones P. & Jones, Daniel T. (2003). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Rev. and updated [ed.] London: Free Press Business, ISBN: 0-7432-3164-3.
Yusof, N. M., Saman, M. Z. M., & Kasava, N. K. (2015). 2.1 A conceptual sustainable domain value stream mapping framework for manufacturing

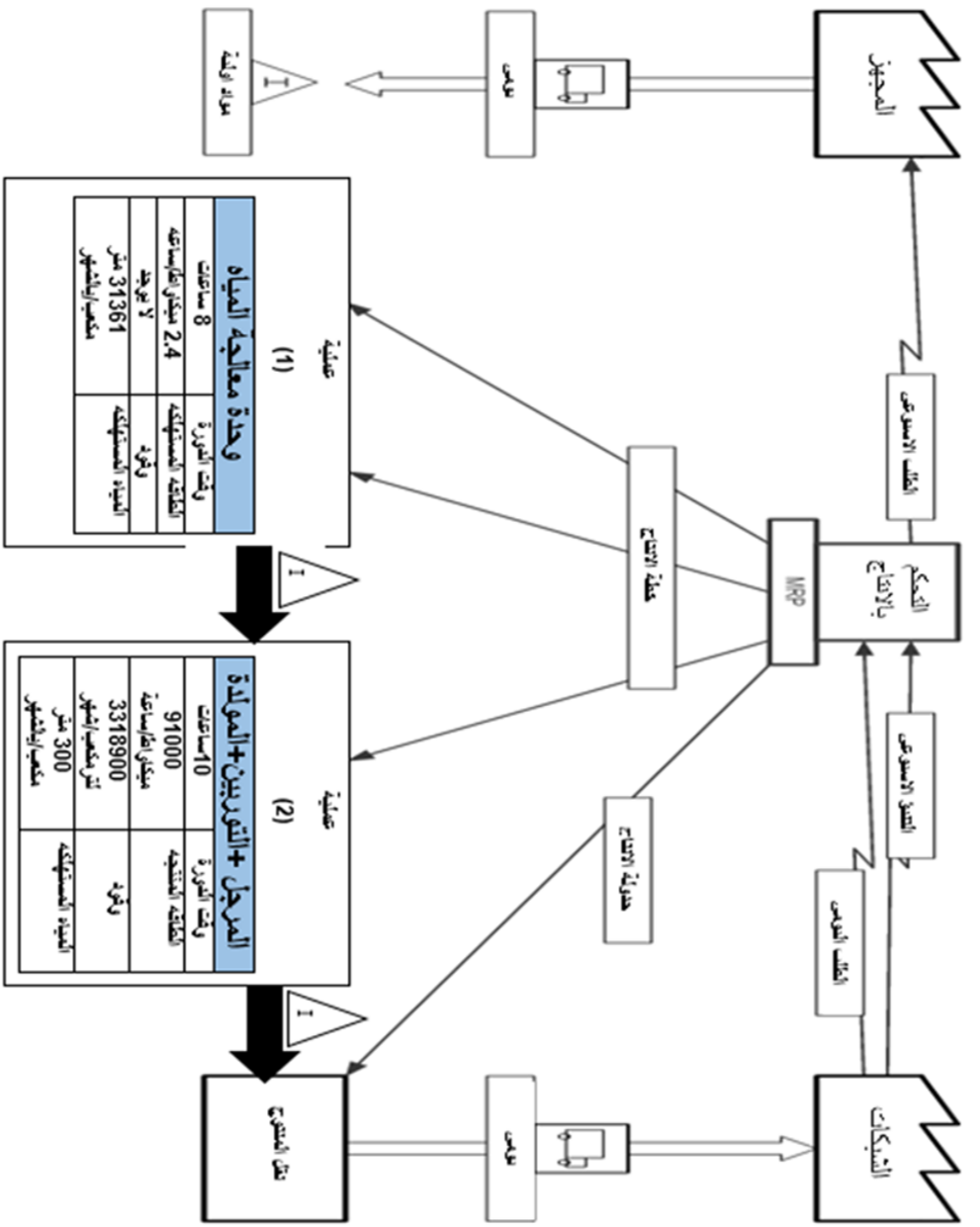
http://leanmanufacturingtools.org
http://leanmanufacturingtools.org

ملحق (1)



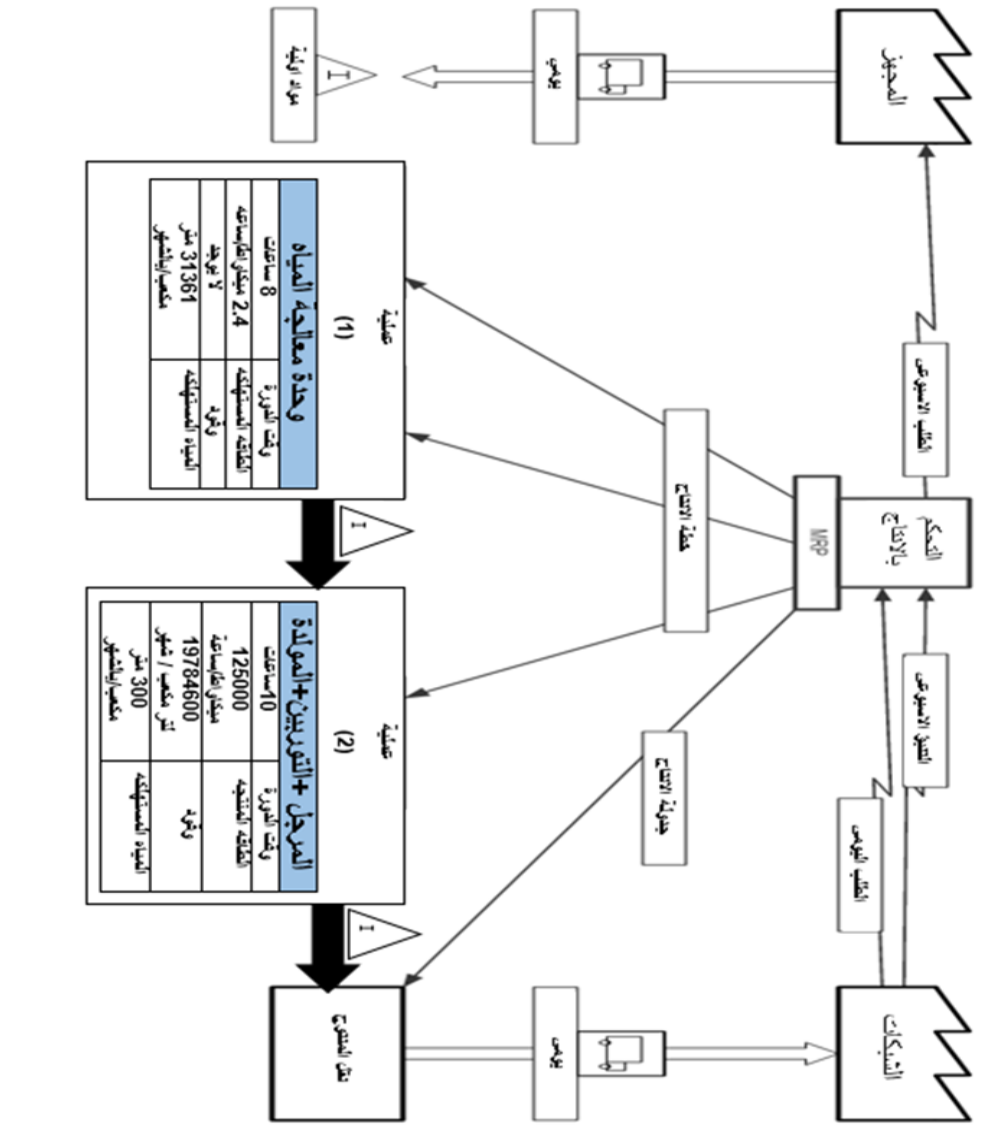
الشكل (1) يوضح خريطة تدفق القيمة الحالية لمحطة كهرباء النجيبية الحرارية
المصدر: من اعداد الباحثين

ملحق (2)



الشكل (2) يوضح خريطة تدفق القيمة المستقبلية
المصدر : من اعداد الباحثين

الملحق (3)



الشكل (3) خريطة تدفق القيمة المستقبيلة المثالية
المصدر: من اعداد الباحثين