جمهورية العرق
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة القادسية
كلية الادارة و الاقتصاد
قسم ادارة الاعمال

تقييم أداء نظام التصنيع المستدام بأستعمال خرائط مجرى القيمة المستدامة (Sus-Vsm) وتقنية الـ (6R)

دراسة حالة في محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية الادارة و الاقتصاد في جامعة القادسية

و هي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم ادارة الاعمال

من قبل الطالب

علي هادي جعفر

بإشراف الاستاذ الدكتور

اسيل علي مزهر

1443 هـ

2021 م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿خَلَقَ الإِنسَانَ مِنْ عَلَقٍ * اقْرَأْ وَرَبُّكَ الأَكْرَمُ * الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ * عَلَّمَ الإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة العلق، الآيات 1 – 5

الاهداء

- الى من مهّدا لي طريق العلم بعد الله...
- الى من ذلّلا لي الصعاب بدعواتهما الصالحة~~~
- الى من وقفا بجانبي وكان لهما الفضل بعد الله فيما وصلت إليه...
- الى والديّ ، أمدَّ الله في عمرهما، ورزقني برهما ورضاهما...
- الى أخواني وأخواتي وفقهم الله...
- الى رفيقة دربي وعديلة روحي
- زوجتي وفّقها الله..
- الى من أرى في عيونهم جمال الحاضر وروعة المستقبل...
- أبنائي قرة عيني (شهد، حسين، وعسل)

- أهدي لكم غرساً من يدي، ونتاجاً من فكري؛ تقديراً وعرفاناً.

الباحث

شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين محمد صلى الله عليه وسلّم وعلى آله وصحبه الطيبين الطاهرين ، فالحمد لله والشكر له كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه وكما ينبغي لجزيل فضله وعظيم أحسانه على ما أنعم به عليّ من إتمام هذا البحث المتواضع.

ومن واجب العرفان والإقرار بالجميل يلزمني أن أتوج شكري وتقديري وامتناني إلى الأستاذ المشرف (**الأستاذ الدكتورة اسيل علي مزهر**) لقبولها الإشراف على رسالتي ووقوفها إلى جانبي والمتابعة ولم تبخل عليَ بعلمها ووقتها.

وأتقدم بخالص شكري وامتناني إلى السيد عميد كلية الادارة والاقتصاد كما إن واجب العرفان يملي علي إن اتقدم بشكري وامتناني للسادة رئيس واعضاء لجنة المناقشة المحترمين جزاهم الله عني خير الجزاء. كما اتقدم بالشكر الجزيل والامتنان لأساتذتي الافاضل في الدراسات العليا في كلية الادارة والاقتصاد قسم ادارة الاعمال لما ابدوه من جهد سخي خلال المرحلة التحضيرية في دراسة الماجستير. كما اتقدم بالشكر والتقدير الى الأستاذ عباس فاضل سلطان لما قدمهُ لي من مساعده طيلة كتابة الرسالة. كما اتقدم بالشكر والتقدير الى زملاء رحلة الدراسة لتعاونهم ومواقفهم النبيلة. والشكر موصول الى كل من مد لي يد العون والمساعدة في انجاز هذه الرسالة كما واشكر كل من شجعني وتمنى لي النجاح والتوفيق.
وفي الختام اشكر عائلتي التي ساندتني فلولا مؤازرتهم لي لما تحقق هذا الجهد.

الباحث

المستخلص

سعت الدراسة الحالية إلى إثبات إمكانية تقييم نظام التصنيع المستدام في محطة ديزلات شمال الديوانية باستخدام خارطة مجرى القيمة المستدامة وتقنية (6R) ،وكيف يمكن إن يسهم في تحسين اداء المحطة حالة الدراسة وتقليل التلوث في عملياتها، فمن خلال فهم نظام التصنيع المستدام من حيث الأساليب والممارسات المستخدمة في تطبيقه باعتباره مدخل اداري حديث ومعاصر، وما يعكسه هذا النظام من جوانب هامة متمثلة بتقليل عمليات التلوث الحاصل في أنشطة المحطة حالة الدراسة وتحسين اداء عملياتها وبما يسهم في القضاء على المخلفات البيئية الضارة ، ومن خلال تسليط الضوء على خارطة مجرى القيمة المستدامة وتقنية (6R) في المحطة حالة الدراسة.

بالنظر إلى تأثير الاحتباس الحراري ، والإرهاب ، والزلازل ، والأعاصير ، والتوعية ببصمة الكربون تكشف أن امتلاك عمل تجاري ناجح ليس كافيًا. في الواقع ، إن التركيز على القضية البيئية ومحاولة حماية البيئة أمر بالغ الأهمية ، وبالتالي ، أصبحت الاستدامة مفاهيم جذابة في الصناعة ونظام التصنيع خلال هذه السنوات. في السنوات الأخيرة ، تطور مفهوم الاستدامة تدريجياً وبدأ يحظى باهتمام دولي. يساعد المنتج الصديق للبيئة وسلسلة التوريد ونظام التصنيع المستدامان تمامًا المنظمة على تقليل استخدام المواد ، وتعزيز القدرة التنافسية للأعمال. بمعنى آخر ، الاستدامة هي سلاح يستخدم لمساعدة المنظمات على الأداء الجيد ، ليس فقط من الناحية البيئية ، ولكن أيضًا على الصعيد الاجتماعي والاقتصادي، لقد ألقى هذا البحث نظرة واسعة على الاستدامة في نظام التصنيع، وتمثل مشكلة الدراسة بتراجع أداء المحطة موقع الدراسة العملياتي مؤخراً بشكل كبير الأمر الذي ادى الى تراجع انتاجها من الطاقة الكهربائية، وذلك بسبب عدم أتباع المحطة الأساليب الحديثة في أدارة عملياتها التوليدية ما تسبب في خفض المستوى الإنتاجي ، وزيادة المخلفات البيئية، وتم استخدام اسلوب محاكاة مونت كارلو للحدث المستمر لنمذجة عمليات التصنيع المستدام في المحطة، وتوصلت الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات كان من أهمها هناك ضعف في المحطة حالة الدراسة في تطبيق نظام التصنيع المستدام، وهو نظام حديث التطبيق في بيئتنا المحلية ، كونها تفتقر الى تخصص الكثير من الأموال من أجل تطوير ،وتدريب مواردها البشرية والمسؤولة عن عمليات الاستدامة ومواكبة التطورات الحاصلة في مجال الامن البيئي ، وعلى ضوء ذلك تم تقديم مجموعة من التوصيات كان أبرزها ضرورة ان تمتلك ادارة المحطة حالة الدراسة الوعي المناسب تجاه دورها في حماية البيئة، وعدم الحاق الضرر بها وأن يكون لديها برامج فعالة لتحقيق التصنيع المستدام تقوم بتطبيقها وبما يعود على المحطة والبيئة من منافع انطلاقاً من مسؤولياتها الأخلاقية والقانونية .

الكلمات الرئيسة: التصنيع المستدام – خارطة مجرى القيمة المستدامة - تقنية (6R)

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
شكر وعرفان	ت
المستخلص	ث
قائمة المحتويات	ج
قائمة الجداول	ح- خ
قائمة الاشكال	خ- د
قائمة الأختصارات	ذ
المقدمة	2-1
الفصل الاول: منهجية الدراسة والدراسات سابقة	
المبحث الاول: : منهجية الدراسة	16-4
المبحث الثاني: دراسات سابقة	30-17
الفصل الثاني: الجانب النظري لمتغيرات الدراسة	
المبحث الاول: التصنيع المستدام	69-31
المبحث الثاني: خارطة مجرى القيمة المستدامة	83-70
المبحث الثالث: تقنية 6R	90-84
المبحث الرابع: العلاقة بين متغيرات الدراسة	94-91
الفصل الثالث: الجانب التطبيقي للدراسة	
المبحث الاول: وصف محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية حالة الدراسة	101-95
المبحث الثاني: وصف العمليات الرئيسة لإنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة حالة الدراسة	107-102
المبحث الثالث: استخدام برنامج المحاكاة	132-108
الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات	138-134
المصادر	159-139
الملاحق	

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
1	آراء ووجهات نظر عدد من الباحثين حول مفهوم التصنيع المستدام	41-39
2	مبادئ التصنيع المستدام	62
3	ممارسات التصنيع المستدام	63
4	ابعاد الأستدامة	65
5	تصنيف مخاطر بيئة العمل من وجهة نظر Faulkner *et al.*,2012	76
6	مفهوم مكونات 6R بحسب وجهة نظر Hoshyar & Sulaiman,2014	89
7	المعلومات الخاصة بالطاقة الانتاجية والتصميمية للمحطة	96
8	توزيع العاملين حسب التخصص والعمل الذي يمارسهُ	100
9	فحص الماء المعالج قبل دخوله للمحرك	102
10	فحص الزيوت	102
11	الارقام العشوائية المولدة	109
12	اختبار عشوائية الارقام المولدة	110
13	معدل الانتاج والأستهلاك اليومي حسب الأشهر	111
14	اسلوب مونتي كارلو لتحديد التوليد اليومي	112
15	اسلوب مونتي كارلو لتحديد النفط اليومي المستهلك للمحطة	112
16	اسلوب مونتي كارلو لتحديد الكاز اليومي المستهلك للمحطة	113
17	اسلوب مونتي كارلو لتحديد الماء اليومي المستهلك للمحطة	113
18	اسلوب مونتي كارلو لتحديد الزيت اليومي المستهلك للمحطة	114
19	نتائج تشغيل النموذج بمكونات المحطة الحالية لمعرفة مدى تطابق نتائج النموذج مع واقع حال الاداء الخاص بالمحطة	115
20	نتائج تشغيل السيناريو الاول	121

21	نتائج تشغيل السيناريو الثاني	124
22	مقارنة أداء المحطة الحالية ونتائج السيناريو الاول	127
23	مقارنة أداء المحطة الحالية ونتائج السيناريو الثاني	128
24	المعدل اليومي للأستهلاك	130
25	نتائج تشغيل السيناريو الاول وفق تقنية 6R في الاستدامة	130
26	نتائج تشغيل السيناريو الثاني وفق تقنية 6R في الاستدامة	131

قائمة الاشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	الصفحة
1	المخطط الفرضي للدراسة	7
2	المخطط الأنسيابي لنموذج المحاكاة المنطقي للدراسة	8
3	المخطط الانسيابي لكل مرحلة من مراحل توليد الطاقة الكهربائية	13-9
4	أجزاء ومكونات الاستدامة	36
5	العلاقة المتبادلة بين المنتجات والأنظمة والعمليات ومدى تأثيرها على التصنيع المستدام	38
6	مراحل تقييم دورة الحياة من وجهة نظرGillani,2013	53
7	نهج PDCA لتنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة حسب وجهة نظر Garza-Reyes *et al.*,2018	83
8	مكونات 6R الموجه نحو الاستدامة بحسب وجهة نظر (Houshyar *et al.*,2014)	85
9	المقاييس والمنهجيات التي تقود تقييم خلق القيمة المستدامة من وجهة نظر Jawahir & Bradley,2016	90
10	الهيكل التنظيمي لمحطة ديزلات شمال الديوانية	101
11	مرحلة المعالجة	103

12	مرحلة الفحص	104
13	مرحلة التشغيل	105
14	مرحلة النقل	107
15	خارطة مجرى القيمة المستدامة الحالية	116
16	خارطة السيطرة لمعدل التوليد اليومي للكهرباء	118
17	خارطة السيطرة لمعدل الاستهلاك اليومي للكاز	119
18	خارطة السيطرة لمعدل استهلاك النفط الاسود	120
19	خارطة مجرى القيمة المستدامة بعد السيناريو الاول	123
20	خارطة مجرى القيمة المستدامة بعد السيناريو الثاني	125
21	التغيير بعد تطبيق السيناريو الأول	127
22	التغيير بع تطبيق السيناريو الثاني	128

قائمة الاختصارات

ت	المختصر	المفتاح بالأنكليزية	المفتاح بالعربية
1	SM	Sustainable manufacturing	التصنيع المستدام
2	Sus-Vsm	sustainable value stream map	خارطة مجرى القيمة المستدامة
3	6R	Reduce ,Reuse, Recovery, Redesign, Remanufcture, Recycle	التخفيض، اعادة الاستخدام ، الاسترداد، اعادة التصميم ، اعادة التصنيع، اعادة التدوير
4	PDCA	Plan, Do, Check, Act	خطط، افعل، فحص ، نفذ
5	LCA,SEA	Life Cycle Assessment and Strategic Environmental Assessment	تقييم دورة الحياة والتقييم البيئي الاستراتيجي
6	EIA,ERA	Environmental Impact Assessment and Environmental Risk Assessment	تقييم الاثر البيئي وتقييم المخاطر البيئية
7	TCA,MFA	Total cost analysis and material flow analysis	تحليل التكلفة الكلية وتحليل تدفق المواد
8	PLI	physical load index	مؤشر الحمل المادي
9	E-VSM	Environmental Value Stream Map	خارطة مجرى القيمة البيئية
10	EHPS	electrical systems, Hazardous chemicals, Pressurized System, And High- Speed Components	الأنظمة الكهربائية، الكيمياويات الخطرة، الأنظمة المضغوطة ، المكونات عالية السرعة

المقدمة

المقدمة

بدأ الباحثين في السنوات الأخيرة في التركيز بجدية على التصنيع المستدام ، اذ أصبح مصطلح التصنيع المستدام في الوقت الحاضر أكثر تميزاً في المجال الأكاديمي. نظرًا لأن التصنيع المستدام يأخذ في الاعتبار العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية ، فقد ركز الكثير من الباحثين على هذه القضايا خلال هذه السنوات، علاوة على ذلك ، نظرًا لتناقص الموارد غير المتجددة ، فإن اللوائح الأكثر صرامة المتعلقة بالبيئة والسلامة / الصحة المهنية ، وزيادة تفضيلات الزبائن للمنتجات الصديقة للبيئة ، وما إلى ذلك ، أصبحت مسألة الاستدامة ، في الأنشطة الصناعية ، أمرًا بالغ الأهمية. علاوة على ذلك ، أصبح امتلاك منتج "صديق للبيئة" من المطالب الرئيسة للمجتمع في هذه العقود. ومن أجل الحصول على نظام التصنيع المستدام ، من الضروري مراعاة المستويات ذات الصلة التي تتمثل في المنتج والعملية والنظام، اذ تعمل خارطة مجرى القيمة المستدامة على توسيع نطاق خارطة مجرى القيمة التقليدية من خلال دمج ثلاثة مقاييس لتقييم الاستدامة البيئية ومقياسين لتقييم الاستدامة الاجتماعية على مستوى خط الانتاج . في مستوى المنتج ، من الضروري التركيز على مفاهيم 3R التقليدية. أذ يتضمن مفهوم (3R) التقنيات الخضراء التي تعمل على تقليل وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير. ففي السنوات الأخيرة تطورت وشكلت مفهوم (6R) كونها أوسع قائمة على الابتكار للمنتجات على مدى دورات حياة متعددة . ويتضمن هذا المفهوم الجديد تقليل التقنيات وإعادة استخدامها واستعادتها وإعادة تصميمها وإعادة تصنيعها وإعادة تدويرها. تخطيط العملية لتقليل استهلاك الطاقة والموارد ، والنفايات السامة والمخاطر المهنية هي العوامل التي يجب مراعاتها في مستوى العملية من أجل الحصول على نظام تصنيع مستدام، وتبرز أهمية الدراسة في محاولة زيادة وعي المنظمات الصناعية منها والخدمية بأهمية التصنيع كأسلوب اداري حديث يساهم في

تحسين جودة الاداء البيئي بما يتلاءم مع التطورات الحاصلة والتي شملت جميع نواحي الحياة ، كذلك الأهمية والدور الكبير للمنظمات الصناعية في أي مجتمع ، ما يستدعي التعرف على مختلف الأساليب العلمية المتبعة في هذه المنظمات ، والعمل على تحسين أتخاذ القرارات باستخدام مختلف أساليب الانتاج الحديثة، ما يسهم في الحد من مخاطر التلوث البيئي.

وتضمنت الدراسة الحالية أربعة فصول، أذ جاء الفصل الاول بمحثين كان المبحث الاول منها لمنهجية الدراسة اما المبحث الثاني فتضمن عرض بعض الدراسات السابقة العربية والأجنبية، اما الفصل الثاني فتضمن عرضاً للجانب النظري للدراسة من خلال ثلاثة مباحث خصص المبحث الاول لنظام التصنيع المستدام في حين تضمن المبحث الثاني من الجانب النظري عرضاً لخارطة مجرى القيمة المستدامة ، كما تضمن المبحث الثالث تقنية (6R) ، اما الفصل الثالث فخصص للجانب العملي، اما الفصل الرابع فتضمن الاستنتاجات والتوصيات التي توصلت اليها الدراسة.

الفصل الأول

منهجية الدراسة وبعض الدراسات السابقة

المبحث الاول: منهجية الدراسة

المبحث الثاني: بعض الدراسات السابقة

الفصل الاول

المبحث الأول: منهجية الدراسة

يتناول هذا المبحث مشكلة واهمية واهداف الدراسة والمخطط الفرضي الخاص بها ومنهج الدراسة وعينتها بالإضافة الى عرض خصائص الدراسة وحدودها وادوات جمع البيانات والاساليب الاحصائية والبرامج الحاسوبية المستخدمة لتحليل البيانات والتوصل الى النتائج.

أولاً : مشكلة الدراسة :-

لقد إدت الزيادة الحاصلة في التلوث البيئي نتيجة لانبعاث الغازات السامة ، واستخدام المواد الخطرة في العمليات الإنتاجية، وما يتسبب عنها من مخلفات ضارة الى اهتمام الحكومات ومنظمات المجتمع المدني بالمحافظة على البيئة، وانعكس ذلك في زيادة الضغوط على المنظمات للحد من التلوث الناجم عن اعمالها والمنتجات التي تُقدمها، ما يفرض عليها العمل على تقديم منتجات غير ضارة للبيئة باستخدام مواد اولية خضراء وبعمليات انتاجية اقل استهلاك للطاقة، وفي الآونة الاخيرة مارست الحكومات ومنظمات المجتمع المدني ضغوطاً لتطبيق المتطلبات التي تستوجب الالتزامات البيئية للحد من التلوث ، والحصول على المواد الأقل ضرراً واقل استهلاك للطاقة فضلاً عن امكانية اعادة استخدام المنتجات بعد انتهاء دورة حياتها، وقد جاءت هذه الدراسة لمعالجة مشكلة تعاني منها المنظمات العراقية عموما والمنظمة المبحوثة خصوصا متمثلة بإنخفاض مستوى ادراك المنظمة لموضوع التصنيع المستدام والدور الذي تحتله في تعزيز الامن البيئي من خلال العمليات الانتاجية التي تمارسها ، والمنتجات التي تُقدمها ، وما يرافق ذلك من نقل وتوزيع واعادة استخدام، اذ ان رغبة اصحاب المصالح في تقديم منتجات تتماشى مع احتياجات المجتمع وبما يؤمنمصالحهم يمكن ان يسهم ذلك في الاهتمام بتبني موضوع التصنيع المستدام في محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية وبالشكل الذي يسهم في تقليل الاثار السلبية لمنتجات المحطة المبحوثة بدءاً من الحصول على المواد الأولية مروراً بعمليات الانتاج ووصولا الى تقديم منتجات نهائية اقل ضرراً بيئياً وانتهاء بإعادة تدويرها او اعادة ايجاد طرائق اخرى لاستخدامها.

ومن خلال المعايشة الميدانية للمحطة حالة الدراسة تم الوقوف على عدة مشاكل منها :-

1- تراجع أداء المحطة العملياتي مؤخراً بشكل كبير الامر الذي أدى الى تراجع انتاجها من الطاقة الكهربائية، وذلك بسبب عدم أتباع المحطة الأساليب الحديثة في إدارة عملياتها التوليدية ما تسبب في خفض المستوى الإنتاجي، وزيادة المخلفات البيئية.

2- ارتفاع تكلفة الإنتاج ، وعدم اتخاذ الادارة أي اجراءات تجاه الهدر، والتلوث ما ادى الى انخفاض مستوى الأرباح المتحققة.

3- زيادة العطلات التي تحدث في محركات التوليد وتوقف العمل أكثر من مرة في اليوم.

4- ارتفاع مستويات التلف فضلاً عن زيادة التلوث بشكل ملحوظ.

بناءاً على ما سبق يمكن طرح الاشكالية الآتية: **هل تتوفر امكانية تطبيق لتقييم امكانية تطبيق نظام التصنيع المستدام من خلال خرائط مجرى القيمة المستدامة وتقنية الـ (6 R).**

وانطلاقاً من هذه الاشكالية يمكن طرح التساؤلات الآتية:-

1- ما مدى امكانية تطبيق التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة، وما الآثار المترتبة على ذلك ؟

2- هل يحقق تطبيق خارطة مجرى القيمة المستدامة بمعاييرها الكمية والوصفية تعزيزاً في نجاح الأداء الصناعي في المحطة حالة الدراسة؟

3- ما مدى اسهام خرائط مجرى القيمة المستدامة في تقييم التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة ؟

4- ما مدى اسهام تقنية الـ (6 R)في تقييم التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة ؟

5- ما طبيعة التحسين المطلوب في الإنتاجية من اختيار تقنية(6R) ؟ و ما مدى نجاح هذه التقنية في رفع إنتاجية المحطة بتحسين عملياتها الإنتاجية المتصلة بالجوانب التشغيلية ؟

6- هل هناك انعكاسات تجاه حماية البيئة من خلال الحد من توليد الملوثات واستهلاك الموارد كنتائج لاستخدام تقنية (6 R)؟

ثانياً:- أهمية الدراسة :-

يمكن ابراز أهمية الدراسة من خلال النقاط الآتية :-

1- الأهمية والدور الكبير للمنظمات الصناعية في أي مجتمع، ما يستدعي التعرف على مختلف الأساليب العلمية المتبعة في هذه المنظمات، والعمل على تحسين اتخاذ القرارات باستخدام مختلف أساليب الانتاج الحديثة ، ما يسهم في الحد من مخاطر التلوث البيئي.
2- فهم الدور الكبير لنظام التصنيع المستدام في تحسين اداء المحطة حالة الدراسة.
3- تقييم نظام التصنيع المستدام من خلال خرائط مجرى القيمة المستدامة وتقنية الـ (6R).
4- الحاجة الملحة للمنظمات العاملة في مجال التصنيع لمثل هذه الدراسات التي تسهم في تطوير وتحسين أدائها.
5- تحديد مستوى تحقيق التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة.
6- محاولة زيادة وعي المنظمات الصناعية منها والخدمية بأهمية التصنيع المستدام كأسلوب إداري حديث يساهم في تحسين جودة الاداء البيئي بما يتلاءم مع تطورات الحاصلة والتي شملت جميع نواحي الحياة.

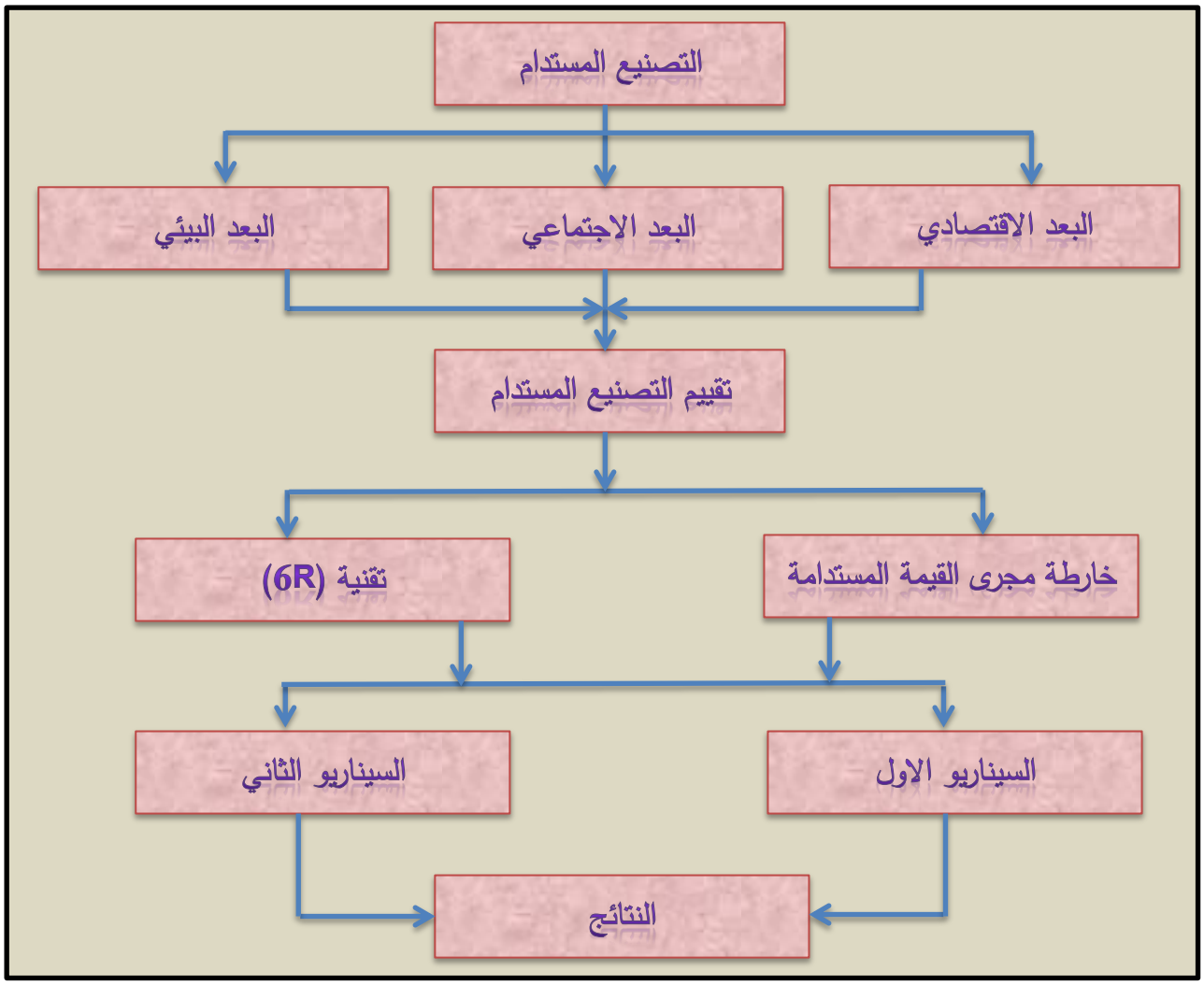
ثالثاً:- أهداف الدراسة :-

يتحدد الهدف الرئيسي للدراسة في ضوء مشكلتها والمتمثل مدى الإمكانية المتوفرة لتقييم نظام التصنيع المستدام باستخدام خارطة مجرى القيمة المستدامة وتقنية (6R) ، ومن هذا الهدف يمكن تأشير عدد من الأهداف الفرعية التي تسعى لتحقيقها وكما يأتي:

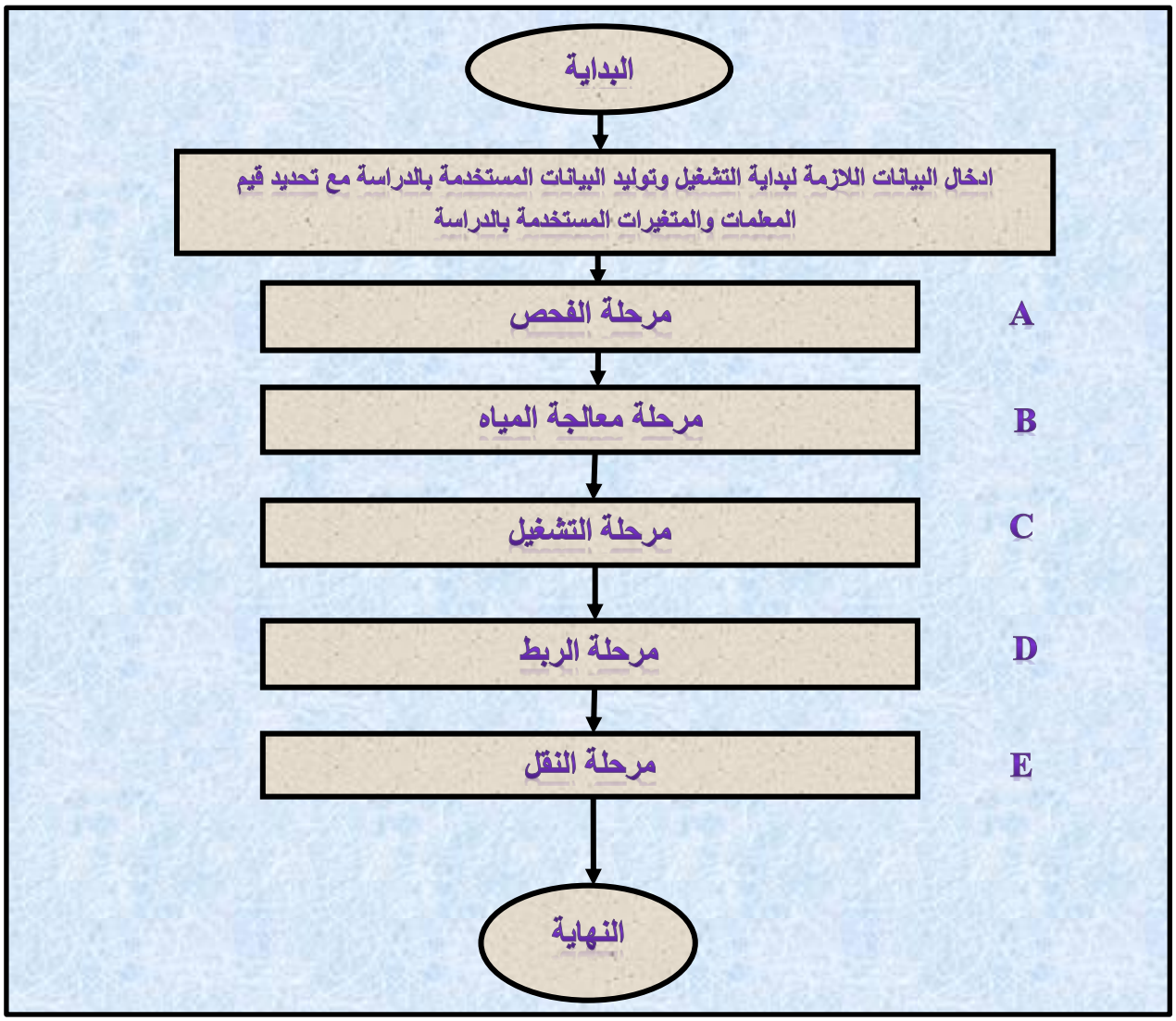
1- تقييم واقع محطة ديزلات شمال الديوانية لتحديد مدى الالتزام بمبادئ التصنيع المستدام و حماية البيئة، ، كخطوة بإتجاه تعزيز نجاح أداء المحطة والارتقاء بها نحو الأفضل.
2- الوقوف على الامكانية التي توفرها خرائط مجرى القيمة المستدامة في تقييم نظام التصنيع المستدام.
3- تحديد مستوى تقييم نظام التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة باستخدام تقنية الـ(6R).
4- تشخيص اهم المعوقات التي تحول دون تطبيق هذه التقنيات في المحطة ووضع الحلول اللازمة لها.
5- التعرف على مستوى توافر امكانية تطبيق نظام التصنيع المستدام في المحطة حالة الدراسة.
6- مقارنة أداء المحطة عند تطبيق نظام التصنيع المستدام مع الواقع الحالي للمحطة والوقوف على أهم النتائج المستحصلة.

رابعاً:- المخطط الفرضي للدراسة :-

ان الغـرض مـن هـذه الفقـرة هـو وضـع مخطـط تفصـيلي تسـير عليـه الدراسـة مـن أجـل انجـاز الأهداف التي تصبوا اليها انظر الشكل (1) وكالآتي:-

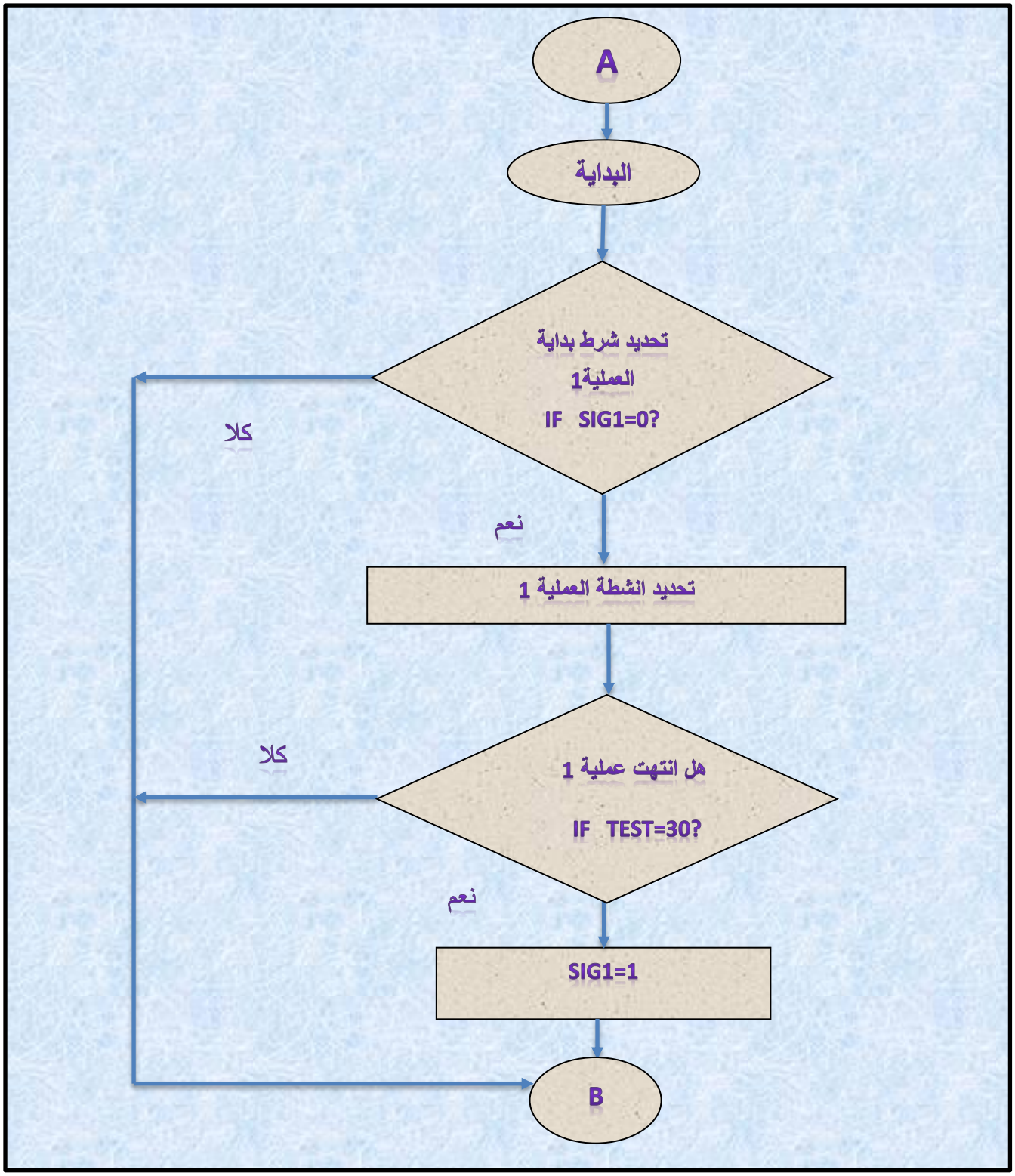


الشكل (1) المخطط الفرضي للدراسة

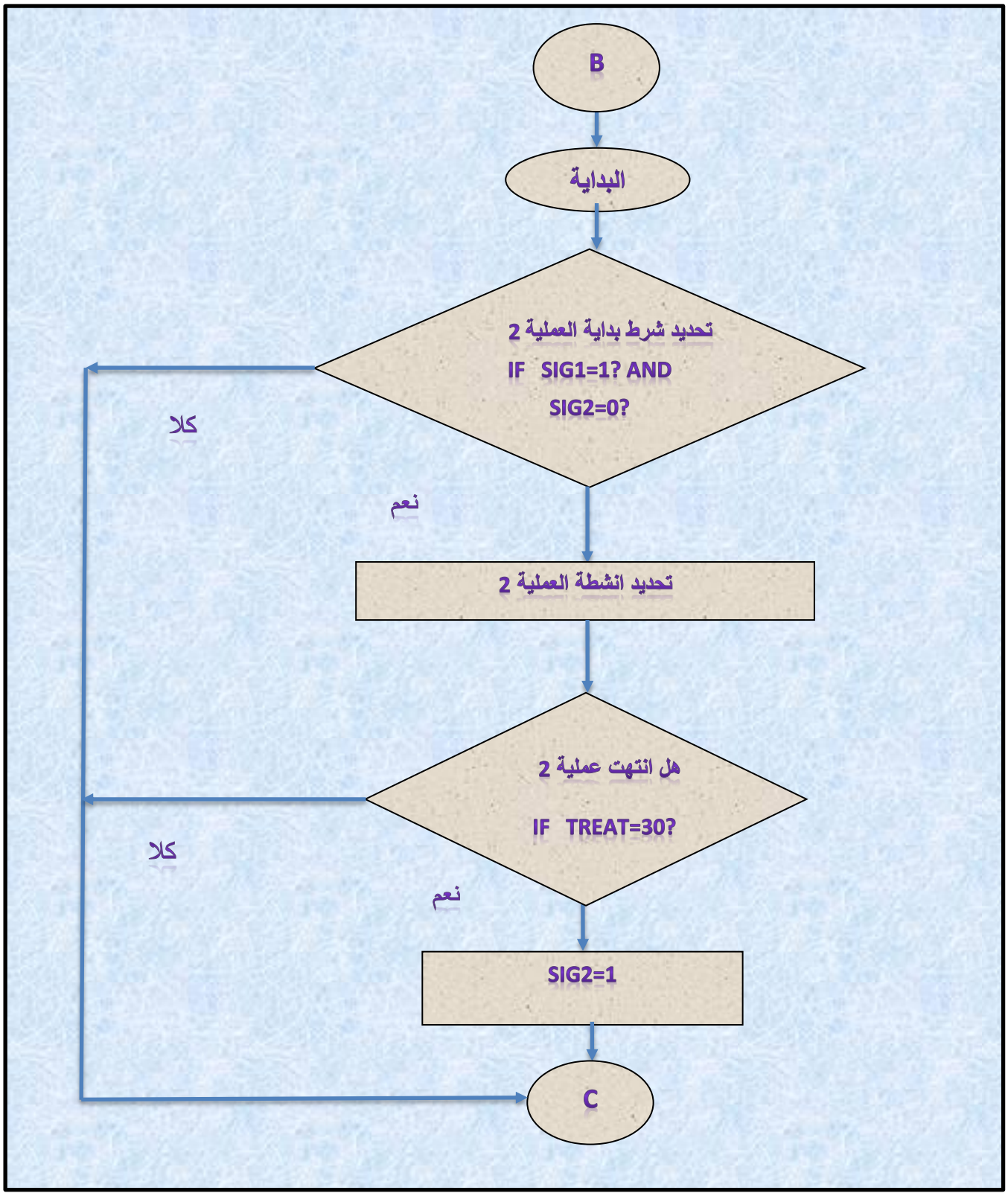


الشكل(2) المخطط الانسيابي لنموذج المحاكاة المنطقي للدراسة

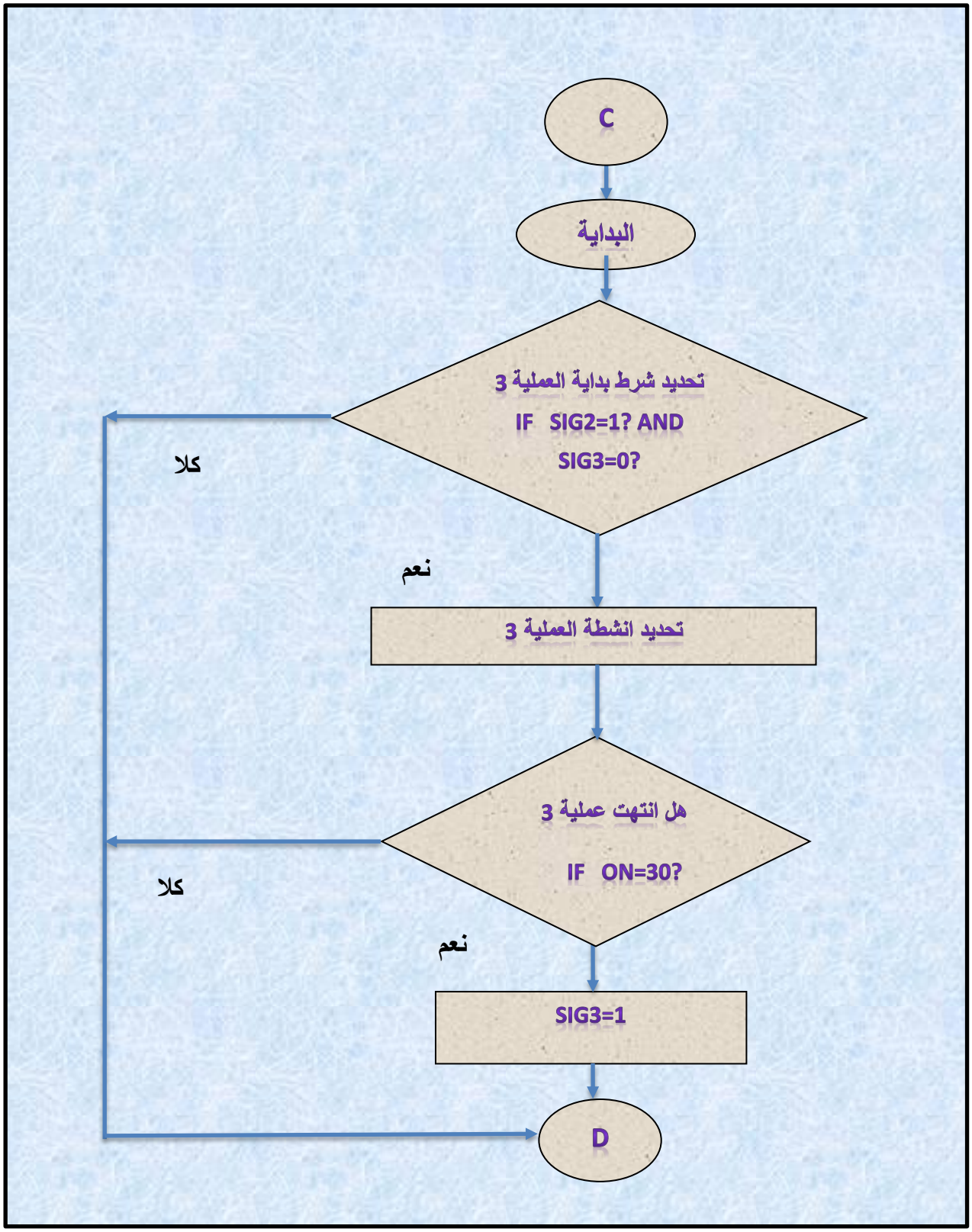
آما الأشكال من (3) الى (7) فتوضح المخططات الأنسيابية لكل مرحلة من مراحل توليد الطاقة الكهربائية



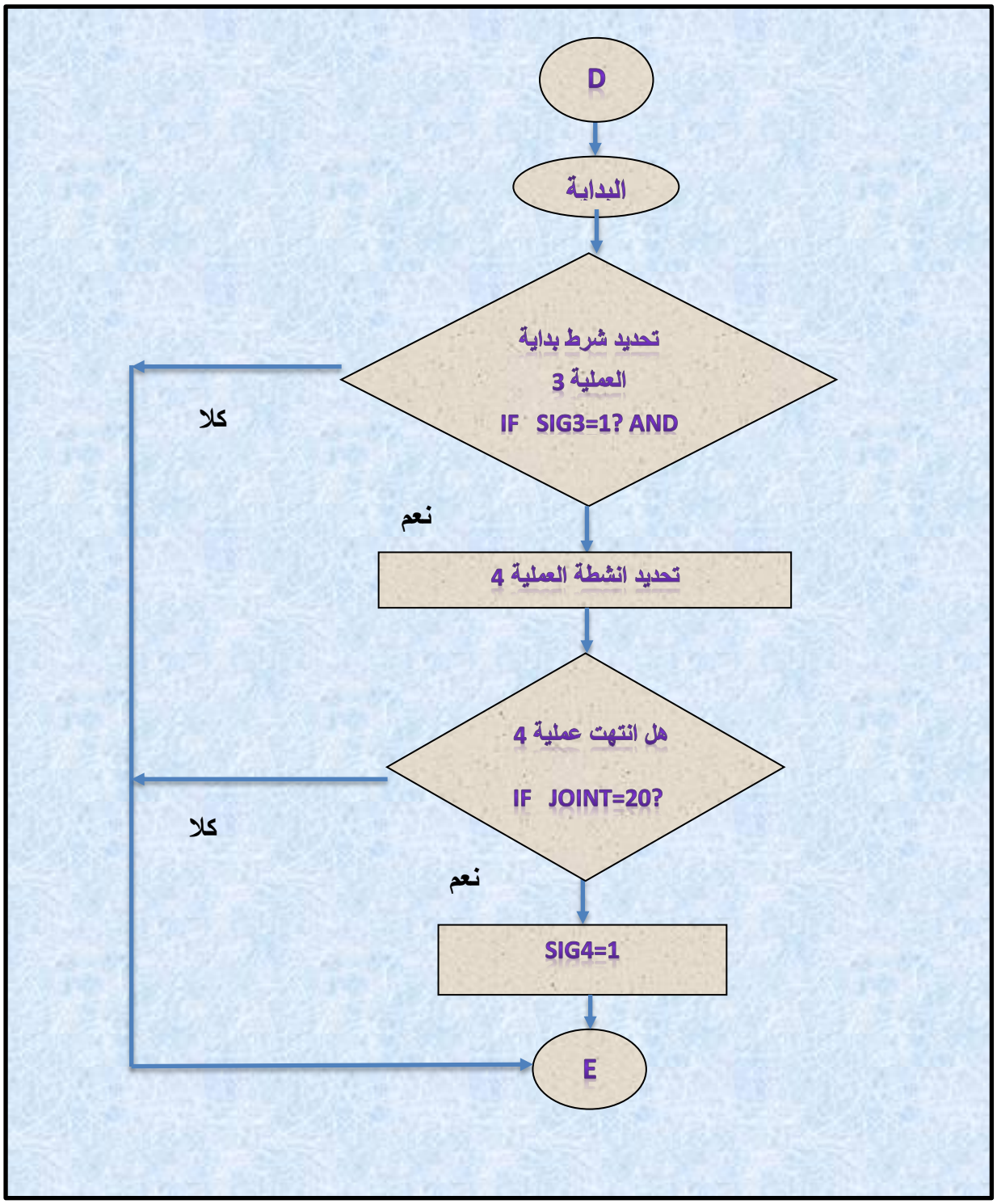
الشكل (3) المخطط الانسيابي(A) الخاص بمرحلة الفحص



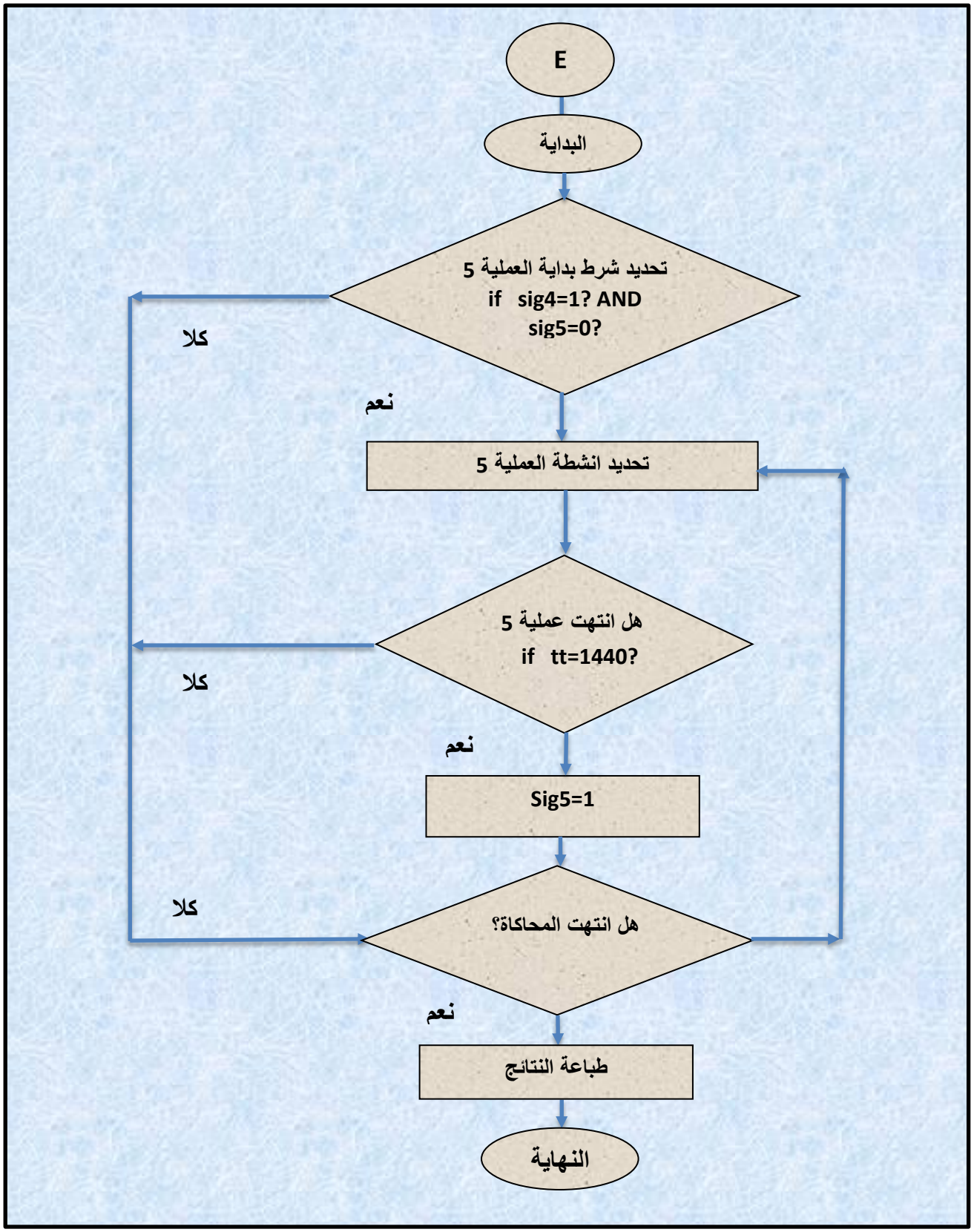
الشكل(4) المخطط الانسيابي(B) الخاص بمرحلة المعالجة



الشكل(5) المخطط الانسيابي(C) الخاص بمرحلة التشغيل



الشكل(6) المخطط الانسيابي (D) الخاص بمرحلة الربط



الشكل(7)المخطط الانسيابي(E) الخاص بمرحلة النقل

سادساً:- مصادر جمع البيانات :-

لغرض استكمال متطلبات انجاز الدراسة من الجانب النظري فقد أعتمدت على المصادر الآتية:-

- الكتب العربية والأجنبية.

- الرسائل والاطاريح الجامعية.

- البحوث والدوريات العربية والأجنبية .

- شبكة الانترنيت.

وفيما يتعلق بالجانب العملي فقد اعتمدت الدراسة على المصادر الاتية:-

- السجلات والتقارير الخاصة بالمحطة حالة الدراسة.

- المقابلات الشخصية مع بعض مدراء الاقسام في المحطة حالة الدراسة.

سابعاً:-الأساليب الاحصائية والبرامج الحاسوبية المستخدمة في الدراسة :-

1- اعتمدت الدراسة منهج دراسة الحالة (Case Study) لما له من دور كبير في توفير المعلومات التفصيلية والشاملة وتشخيص المشكلات التي تعاني منها المحطة حالة الدراسة فضلاً عن مدى ملاءمة هذا المنهج لموضوع الدراسة وذلك من خلال الزيارات الميدانية وتسجيل الملاحظات وجمع البيانات والمعلومات ، وإجراء المقابلات الشخصية مع المسؤولين من ذوي العلاقة فضلاً عن الاطلاع على سير العمليات الإنتاجية بكافة تفاصيلها والمشكلات التي ترافقها، ومعرفة أراء العاملين حول عملية الإنتاج، ومن ثم الانتقال إلى الجانب العملي وتطبيق نظام التصنيع المستدام.

2-اسلوب محاكاة مونت كارلو للحدث المتقطع لنمذجة عمليات التصنيع المستدام في المحطة ، لكونه اسلوب يستخدم الحاسوب ليُقلد عمليات أنواع متعددة من نظم العالم الحقيقي ويستخدم العلاقات الرياضية أو المنطقية للوصول الى حل مشكلات معقدة لا يُمكن حلها بالطرق التحليلية

التقليدية ، بالتالي فقد تم الاعتماد على هذا الأسلوب في بناء النظام الحقيقي لنظام التصنيع المستدام المتبع من قبل المحطة والسيناريوهات المقترحة .

3-البرامج الحاسوبية المستخدمة :-

أ- MATLAB : تم استخدام هذا البرنامج في بناء البرنامج التنفيذي الرئيس والبرامج الفرعية لأنموذج محاكاة الدراسة ، كذلك في رسم الخرائط الأحصائية الخاصة بمصداقية الأنموذج .

ب - Excel : تم ربط هذا البرنامج مع البرنامج التنفيذي لأنموذج المحاكاة بهدف خزن المدخلات والمخرجات فيه .

ثامناً :- مجتمع الدراسة وعينتها :-

اختيرت محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية ميداناً كونها المنظمة المهمة في منطقة الفرات الاوسط ، والتي تواجه مشكلات خطيرة في مجال الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، كما انها من المحطات التي تستخدم الوقود الثقيل (زيت الغاز والنفط الاسود) لتوليد التيار الكهربائي.

تاسعاً:- حدود الدراسة :-

الحدود المكانية :- اعتمدت الدراسة محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية بوصفها مكاناً لأجراء الدراسة.

الحدود الزمانية :- امتدت الدراسة من تشرين الثاني 2020 ولغاية تموز 2021 تم خلالها جمع اكبر قدر ممكن من البيانات عن طبيعة الاقسام الانتاجية وطبيعة المشاكل والمعوقات التي تواجه المصنع ومتابعة سير العمل في هذه الاقسام ابتداءً من دخول المواد الاولية ووصولاً الى المنتج النهائي وربطه مع الشبكة الوطنية الناقلة للتيار الكهربائي .

الحـــدود المفاهيميـــة :- تعتمـد المعالجـات الفكريـة لموضـوع الدراسـة لحقـل ادارة الانتـاج والعمليـات فـي مجـالات التصـنيع المسـتدام وخارطـة القيمـة المسـتدامة وتقنيـة(6R)، بوصـفها مـن الموضـوعات المستجدة ، والتي حظيت باهتمام كبير من قبل الباحثين والممارسين في الادبيات المعاصرة.

عاشراً :- **التعريفات الأجرائية لمتغيرات الدراسة**

التعريفـات الاجرائيـة الـى المفـاهيم التـي اسـتنتجها واسـتنبطها الباحـث فـي ضـوء المفـاهيم والتعـاريف التـي تناولـت موضـوعات الدراسـة (التصـنيع المسـتدام ، خارطـة مجـرى القيمـة المسـتدامة ، تقنيـة (6R)) وهي كما يلي :-

1- **التصـــنيع المســـتدام:-** هـو القـدرة علـى اسـتعمال المـوارد الطبيعيـة بـذكاء مـن خـلال صـنع المنتجـات وأيجـاد الحلـول القـادرة علـى تحقـق الأهـداف الاقتصـادية والبيئيـة والأجتماعيـة مـن خـلال أسـتعمال تكنولوجيـا جديـدة فضـلاً عـن التـدابير التنظيميـة والسـلوكيات الاجتماعيـة المتسـقة وبالتـــالي الحفـــاظ علـــى البيئـــة مـــع أســـتمرار تحســـين نوعيـــة الحيـــاة البشـــرية .(Garetti&Taisch,2012:85)

2- **خارطـة مجـرى القيمـة المسـتدامة:-** اداة تحليـل قـادرة علـى قيـاس المقـاييس الاقتصـادية والبيئيـة والاجتماعية لخط الانتاج (Hartini *et al.*,2018:3).

3- **تقنيـــة (6R):-** هـو احـد ادوات التصـنيع المسـتدام واكثـر شـمول واوسـع مـن التصـنيع الاخضـر كونهـا قائمـة علـى الابتكـار للمنتجـات ويشـار اليهـا فـي العـادة باسـتراتيجية معالجـة المنـتج فـي نهايـة دورة الحيـاة وتتضـمن تقنيـة (6R) (التخفـيض ، أعـادة الاسـتخدام ، الأسـترداد، أعـادة التصميم ، أعادة التصنيع ، أعادة التدوير) (Housthyar *et al.*,2014:8).

الفصل الاول

المبحث الثاني : بعض الدراسات السابقة

تشكل الدراسات السابقة مصدراً مهماً وغنياً لجميع الباحثين ، والتي تعطي شرطاً رئيساً للدراسات التطبيقية وذلك من خلال اسهامها في تكوين فهم علمي ودقيق لمفاهيم او متغيرات الدراسة ،اذ لا يمكن للبحث العلمي ان يكون بحثاً علمياً صحيحاً ومتكاملاً ما لم يحتوي على دراسات سابقة ، والتي تعد نقطة انطلاق للباحث .

اولاً: بعض من الدراسات ذات العلاقة بالتصنيع المستدام

أ- بعض من الدراسات في البيئة العربية

1- دراسة (الحمداني والسراي ،2017)

عنوان الدراسة	معالجة الفشل العملياتي في إطار استخدام فلسفة التصنيع المستدام
هدف الدراسة	معرفة الانعكاسات التي يحدثها نظام التصنيع المستدام في معالجة الفشل العملياتي، وكذلك تحديد المفهوم وابعاد التصنيع المستدام ومستوى التداخل بينه وبين ابعاد الفشل العملياتي في المنظمة المبحوثه
منهج الدراسة	دراسة تحليلية
البلد	العراق
مجتمع وعينة الدراسة	معمل اسمنت كركوك ، وتمثلت العينة بـ(72) من العاملين
أهم الاستنتاجات	الشركة تعمل وبمستويات ضعيفة على تبني مفاهيم حماية البيئة عن طريق استخدام أنظمة تصنيع واعية تجاه البيئة وباعتماد أساليب الإنتاج النظيف والاستراتيجيات البيئية الوقائية المتكاملة على العمليات والمنتجات لتقليل المخاطر أمام الأنسان والبيئة وذلك للمحافظة على المواد الخام وازالة الضارة منها وتقليل المواد السامة، وكما تبين أن هناك مستويات معنوية عالية من الارتباط الإيجابي بين التصنيع المستدام والفشل العملياتي لدى الشركة المبحوثه، وأنه كلما زاد تركيز الشركة المبحوثه على التصنيع المستدام كلما أدى ذلك إلى زيادة قدرتها ونجاحها في الحد من الأنشطة التي تقود إلى الفشل العملياتي

مجالات الافادة	التعرف على الطريقة التي يمكن من خلالها معالجة الفشل العملياتي او الانحرافات عن النتائج المتوقعة باستخدام التصنيع المستدام.

2- دراسة (اسماعيل والنور، 2018)

عنوان الدراسة	**تأثير اللوجستيات العكسية في التصنيع المستدام : دراسة أستطلاعية لأراء العاملين في شركة لوك اويل LUKOIL في محافظة البصرة**
هدف الدراسة	أختبار العلاقة بين اللوجستيات العكسية والتصنيع المستدام في شركة لوك اويل النفطية (LUKOIL) وكذلك التعرف على مقدار استخدام الشركة لهذه اللوجستيات ومدى تأثيرها في التصنيع المستدام
منهج الدراسة	دراسة أستطلاعية
البلد	العراق
مجتمع وعينة الدراسة	شركة لوك اويل النفطية في البصرة وتمثلت عينة الدراسة بـ (45) عاملاً في الشركة
أهم الاستنتاجات	يوجد تأثير مباشر للوجستيات العكسية في التصنيع المستدام وبالتالي فأن أعادة التدوير وأعادة الاستخدام يساعد في استدامة البيئة من خلال الحد من النفايات ، وتشجيع الأعمال التطوعية التي تحافظ على البيئة من خلال اعادة تدوير النفايات والتعامل مع منتجات صديقة للبيئة، وكذلك هناك تأثير ايجابي بين هذه اللوجستيات والأداء الاقتصادي والاجتماعي مما يؤدي الى خلق فرص عمل تؤدي الى زيادة العائد على الأستثمار ، فضلاً عن تعزيز الشركة لصحة وسلامة العاملين والمجتمع.
مجالات الافادة	التعرف على مدى وأهمية تأثير اللوجستيات العكسية لتحقيق التصنيع المستدام والتخلص من النفايات لمواكبة التوجهات المعاصرة والتغيرات المعاصرة

3- دراسة (رؤوف والشهواني ،2020)

عنوان الدراسة	**تحقيق التفوق التنافسي في إطار اعتماد بعض استراتيجيات التصنيع المستدام**
هدف الدراسة	تقديم اطار نظري يتمحور حول استراتيجيات التصنيع المستدام والتفوق التنافسي واختبار علاقة الارتباط والتأثير المعنوي بين متغيرات الدراسة ، وكذلك تحليل واقع استراتيجيات التصنيع المستدام التي يتم تبنيها في الشركة المبحوثة والتعرف على طبيعة تأثير استراتيجيات التصنيع المستدام في تحقيق التفوق التنافسي.
منهج الدراسة	دراسة استطلاعية
البلد	العراق/بغداد
مجتمع وعينة الدراسة	الشركة العامة لصناعة النسيج والجلود، وتكونت العينة من (51) من العاملين في الشركة
أهم الاستنتاجات	توصلت الدراسة الى وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين استراتيجيات التصنيع المستدام مجتمعة وابعاد التفوق التنافسي مجتمعة في الشركة المبحوثه، وهذا يشير الى ان زيادة اهتمام ادارة الشركة باستراتيجيات التصنيع المستدام سيسهم في تحقيق التفوق التنافسي لها، مما يستدل من خلال النتائج المتحققة ان الشركة المبحوثه تتبنى بعضاً من استراتيجيات التصنيع المستدام بشكل متفاوت في تحقيق التفوق التنافسي
مجالات الافادة	التعرف على الطريقة التي يمكن من خلالها تحقيق التفوق التنافسي باستخدام التصنيع المستدام.

4- دراسة (عبيد وعطوان ،2020)

عنوان الدراسة	**تأثير ممارسات التصنيع المستدام على أداء الاستدامة**
هدف الدراسة	تحليل واستكشاف تأثير وممارسات التصنيع المستدام على اداء الاستدامة في محطة كهرباء النجيبية ، ودوره في تحسين ابعاد خط القاعدة الثلاثي (TBL) البيئية والاقتصادية والاجتماعية .
منهج الدراسة	دراسة تحليلية

البلد	العراق/ كربلاء
مجتمع وعينة الدراسة	محطة توليد كهرباء النجيبية الحرارية وتمثلت عينة الدراسة بـ(31) مهندساً
اهم الاستنتاجات	ان النظرية المستندة للموارد ونظرية المستفيدين اتفقت على أهمية ممارسات التصنيع المستدام لتحسين الأداء المستدام للمنظمات الصناعية ، وكذلك اثبتت نتائج البحث الى وجود تأثير ايجابي ومعنوي لممارسات التصنيع المستدام الداخلية وأداء الاستدامة بأبعاده (الاقتصادي، والاجتماعي، والبيئي) في منظمة البحث ، واكدت ايضاً نتائج البحث بأن لممارسات التصنيع المستدام الخارجية تأثير ايجابي ذو دلالة احصائية على اداء الاستدامة في المنظمة المبحوثة.
مجالات الافادة	التعرف على أهمية ممارسات التصنيع المستدام لتحسين الأداء المستدام للمنظمات الصناعية

5- بعض من الدراسات في البيئة الاجنبية

1 - دراسة (Zhang,2014)

عنوان الدراسة	**Using Six Sigma to Achieve Sustainable Manufacturing: A Case Study in Aviation Company** **استخدام الـ(Six Sigma) لتحقيق التصنيع المستدام: دراسة حالة في شركة الطيران**
هدف الدراسة	مساعدة المنظمات على تحقيق بيئة تصنيع مستدامة ، وتم استخدام (Six Sigma) كأداة لحل المشكلات المتعلقة بالقطاعات المختلفة لتحقيق أداء أعلى في المنظمات ويوفر إطارًا شاملاً لحل أي مشاكل حرجة ، خاصة أن هناك الكثير من الأدوات التي يمكن استخدامها ، ومن خلال الدمج بين Six Sigma والتصنيع المستدام تمكنها من منح أي منظمة إطارا منهجيا بأدوات وفيرة لإجراء تغييرات على بيئة التصنيع الحالية من أجل تحقيق أهداف الاستدامة وهناك بعض المنظمات بحاجة الى طريقة منهجية لمساعدتها على تنفيذ التصنيع المستدام من الفهم إلى التنفيذ الحقيقي ، وكذلك تهدف الرسالة الى معرفة كيف تدرك المنظمات الاستدامة ، وما هي المقاييس المناسبة للتصنيع المستدام وكيف يمكن للمنظمات تحليل مشاكل الاستدامة وتحقيق الريادة.
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	كندا

مجتمع وعينة الدراسة	قطاع الطيران في كندا ، احدى منظمات الطيران
أهم الأستنتاجات	ان التحسين المستمر والتعاون الواسع داخليا وخارجيا من أجل تحقيق الريادة في السوق ، كما إن التغيير السريع في بيئة سلسلة التوريد العالمية يمكن أن يعيق تطبيق هذه الطريقة بسبب تعقيد سلسلة التوريد العالمية بالإضافة الى ذلك ، تتغير متطلبات الاستدامة أيضا ، مما قد يؤدي إلى ظهور المزيد من التحديات للمؤسسات التي ترغب في ذلك باستمرار لتحسين أداء الاستدامة.
مجالات الافادة	تحقيق التصنيع المستدام من خلال دمج ادوات سيجما (التحديد ، القياس، التحليل ، التحسين ، الرقابة) والتركيز على مقاييس التصنيع المستدام لحل المشكلات لتحقيق الريادة في السوق.

2 - دراسة **(Hami *et al.*, 2015)**

عنوان الدراسة	**The Impact of Sustainable Manufacturing Practices and Innovation Performance on Economic Sustainability** **تأثير ممارسات التصنيع المستدام والاداء الابداعي على الاستدامة الاقتصادية**
هدف الدراسة	تحليل تأثير ممارسات التصنيع المستدام على الاستدامة الاقتصادية والتأثير الوسيط لممارسات التصنيع المستدام على الاستدامة الاقتصادية من خلال الاداء الابداعي
منهج الدراسة	دراسة تحليلية
البلد	ماليزيا
مجتمع وعينة الدراسة	مجموعة من المصانع في ماليزيا وتمثلت عينة البحث بـ(150) مصنعاً
أهم الاستنتاجات	ان ممارسات التصنيع المستدام الداخلية ترتبط بشكل ايجابي بالاستدامة الاقتصادية ، بينما كانت العلاقة غير معنوية بين ممارسات التصنيع المستدام الخارجية والاستدامة الاقتصادية لكن مع أدخال الاداء الابداعي كمتغير وسيط فأنه غير من اهمية العلاقة وجعلها علاقة معنوية ، وكذلك تم العثور على نتائج مفيدة للاهتمام في العلاقات المتبادلة بين متغيرات الدراسة وقد يؤدي تقسيم التأثيرات الكلية غير المهمة إلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة ، والسعي وراء المزيد من المنتجات والعمليات التجارية الصديقة للبيئة ،

	واوصى البحث بأن لا تكون هناك استجابة لضغوط خارجية بل يجب على المنظمات ان تحدد منتجات جديدة في الاسواق وتحسين عمليات الانتاج من أجل تحسين الاداء الاقتصادي لتكتسب الفرص الاقتصادية في البيئة التنافسية
مجالات الافادة	التعرف على ارتباط ممارسات التصنيع المستدام الداخلية بشكل ايجابي بالاستدامة الاقتصادية

3 - دراسة (Latorre-Noguera, 2015)

عنوان الدراسة	**Environmental And Economic Assessment Of Sustainable Manufacturing Processes For Metal Products** **التقييم البيئي والاقتصادي لعمليات التصنيع المستدامة للمنتجات المعدنية**
هدف الدراسة	معرفة مفاهيم عمليات التصنيع الجديدة لمنتجات الألمنيوم التي من المحتمل أن تلبي الاستدامة الاقتصادية والبيئية للمستقبل ، وما مدى تأثير هذه المفاهيم الجديدة على العمليات الأخرى خارج التصنيع ، مثل التأثير على إنتاج المواد الخام
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	كولومبيا
مجتمع وعينة الدراسة	شركة تصنيع الالمنيوم في انتيوكيا
أهم الاستنتاجات	أن التصنيع المستدام مرتبط بعملية إنشاء منتجات لتلبية احتياجات السكان مع خفض التأثيرات السلبية البيئية الى ادنى حد ممكن للأجيال القادمة ، بالإضافة إلى ذلك تم تحديد مقاييس الاستدامة المختلفة لتحديد الأداء البيئي والاقتصادي مثل: انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون وأكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين وصافي القيمة الحالية .
مجالات الافادة	التعرف على ان ممارسات التصنيع المستدام تسهم في تخفيض التأثيرات السلبية البيئية

4 - دراسة (Gupta *et al.*,2016)

عنوان الدراسة	**KEY DETERMINANTS OF SUSTAINABLE PRODUCT DESIGN AND MANUFACTURING** **المحددات الرئيسية لتصميم وتصنيع المنتجات المستدامة**
هدف الدراسة	جعل جميع المنتجات الصناعية مستدامة للحد من التأثير البيئي في الإنتاج والاستهلاك ومعرفة محددات التصنيع المستدامة في المؤسسات الصناعية الهندية والتركيز على دورة حياة المنتج وتقنية (6R) لأنشاء منتجات مستدامة
منهج الدراسة	دراسة تحليلية
البلد	الهند
مجتمع وعينة الدراسة	مجموعة من منظمات تصنيع المنتجات الكهربائية والألكترونية في الهند / تمثلت عينة البحث بـ (108) مصنعاً
أهم الاستنتاجات	يعد التصميم والتصنيع المستدام للمنتج من الاهتمامات الهامة لكل منظمة وله أهميته الخاصة في التنمية المستدامة، وان المحددات الرئيسية طبقت على أساس ثلاثة عوامل للأستدامة (الاقتصادية ، البيئية ، الأجتماعية) والإسكان والبنية التحتية للخدمات وعلى أساس هذه المحددات الرئيسية ، يجب على المنظمة أن تقرر مسار تصميم المنتجات المستدامة وتصنيعها.
مجالات الافادة	معرفة ما مدى أهمية محددات التصنيع المستدام ودور تقنية (6R) بأدخالها في المنظمات التصنيعية وكيفية اسهامها في تخفيض التأثيرات السلبية البيئية.

ثانيـــاً: بعـــض مـــن الدراســـات ذات العلاقـــة بخارطـــة مجـــرى القيمـــة المســـتدامة فـــي البيئـــة الأجنبية

1 – دراسة (Sparks,2014)

عنوان الدراسة	**Combining Sustainable Value Stream Mapping And Simulation To Assess Manufacturing Supply Chain Network Performance** **الجمع بين خارطة مجرى القيمة المستدامة والمحاكاة لتقييم أداء شبكة سلسلة التجهيز**
هدف الدراسة	تطوير مدخل عام لتحسين استدامة سلسلة التجهيز ، ودراسة فوائد تنفيذ المحاكاة وتصميم التجارب والتي تُستخدم لتحديد المواقع لتحسين الاستدامة.
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	الولايات المتحدة الامريكية
مجتمـــع وعينـــة الدراسة	عدد من منظمات المنتجات الغذائية/ ليكسينغتون ، كنتاكي
أهـــــــــــم الاستنتاجات	أن خارطة مجرى القيمة المستدامة لسلاسل التجهيز تلبي الأهداف المرجوة ، كما أن انشطة سلسلة التجهز تركز أولاً على التحسينات الاقتصادية ، تليها التحسينات المجتمعية ثم البيئية لتحقيق أكبر استدامة لسلاسل التجهيز.
مجالات الافادة	التعرف على دور خارطة مجرى القيمة المستدامة في تحسين استجابة سلاسل التجهيز.

2 – دراسة (Hartini,2018)

عنوان الدراسة	**Sustainable–value stream mapping to evaluate sustainability performance: case study in an Indonesian furniture company** **رسم خرائط مجرى القيمة المستدامة لتقييم أداء الاستدامة: دراسة حالة في شركة أثاث إندونيسية**
هدف الدراسة	تطـوير طريقـة مجـرى القيمـة المسـتدامة مدمجـة مـع مقيـاس البيئـة والمقـاييس الاجتماعيـة لضـمان التصـنيع المسـتدام، ومـاهي أدوات التصـنيع الرشـيق فـي الاعتبـار الفوائد البيئية والمجتمعية.

منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	اندونيسيا
مجتمع وعينة الدراسة	قطاع صناعة الأثاث/ شركة أثاث إندونيسية
أهم الاستنتاجات	ان منهجية رسم خرائط القيمة التقليدية تقوم بفحص اقتصاديات خط التصنيع ، ومعظمها يتعلق بالوقت (وقت الدورة ، والمدة الزمنية ، ووقت التغيير ، وما إلى ذلك)، وبالتالي فإن دمج خارطة مجرى القيمة على التقاط الأداء البيئي والمجتمعي بصريا من خلال مجرى القيمة المستدامة سيزيد من فائدتها كأداة يمكن استخدامها لتقييم عمليات التصنيع من منظور الاستدامة.
مجالات الافادة	التعرف على دور خارطة مجرى القيمة المستدامة في تحسين الأداء البيئي والمجتمعي

3 - دراسة (Djatna & Prasetyo, 2019)

عنوان الدراسة	**Integration of Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) and Life-Cycle Assessment (LCA) to Improve Sustainability Performance** **تكامل خارطة مجرى القيمة المستدامة (Sus. VSM) وتقييم دورة الحياة (LCA) لتحسين أداء الاستدامة**
هدف الدراسة	تقديم مخطط مجرى القيمة المستدامة باعتباره نموذجا تقليديا موسعا لمخطط تدفق القيمة وهو يعتبر التكامل مع تقييم دورة الحياة (LCA) لتقييم الحالة الحالية بالإضافة إلى تحليل تحسين الاستدامة المستقبلي في التصنيع القائم على الغذاء.
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	اندونيسيا
مجتمع وعينة الدراسة	قطاع صناعة المنتجات الغذائية /عينة من منظمات صناعة الاغذية / إندونيسيا

أهم الاستنتاجات	يساعد تبني مفهوم التصنيع المستدام من قبل العديد من أصحاب المصلحة لإطاره ، فيما يتعلق بالجانب البيئي والاجتماعي والاقتصادي ، الذي يُطلق عليه اسم المحصلة الثلاثية والذي يتعلق الأمر بمستقبل مراجعة التصنيع حول الاستدامة ويتطلب تقييما أعمق بالجانب البيئي والاجتماعي والاقتصادي ودورة حياة المنتج بالإضافة إلى رؤية التأثير البيئي في مرحلة العملية.
مجالات الافادة	التعرف على أهمية مجرى القيمة المستدامة باعتباره نموذجا تقليديا موسعا لمخطط تدفق القيمة وهو يعتبر التكامل مع تقييم دورة الحياة.

ثالثاً: بعض من الدراسات ذات العلاقة بتقنية(6R)

1– دراسة (Rosenthal et al.,2016)

عنوان الدراسة	**Application of 6R principles in sustainable supply chain design of Western Australian white goods** **تطبيق مبادئ 6R في تصميم سلسلة التجهيز المستدامة للسلع البيضاء في غرب أستراليا**
هدف الدراسة	هدفت الدراسة الى التحقق من قابلية تقنية (6R) من توفير الطاقة في عملية الإنتاج ، والتحقق من التحسينات الممكنة في الوضع الحالي للشركة باستخدام استراتيجيات (6R)
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	استراليا
مجتمع وعينة الدراسة	قطاع الصناعات الكهربائية وتمثلت العينة بمجموعة من زبائن شركة غرب استراليا لصناعة المنتجات الكهربائية
أهم الاستنتاجات	اشارت الدراسة ومن خلال تطبيق معدلات جديدة لإعادة التصنيع و / أو إعادة التدوير إلى المراحل النهائية من عمر السلع ، يمكن تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل كبير ، والحفاظ على كمية محدودة من المواد على الأرض وتقليل استخدام الأراضي لخزن النفايات ، حيث ارتفاع معدلات إعادة التصنيع يقلل بشكل كبير من الآثار البيئية للسلع وهذا التنفيذ يصاحبه تحديات عديدة ومنها التقدم التكنولوجي، لذلك تم تطبيق إعادة التدوير للسلع وهو الخيار الأفضل من حيث التأثير البيئي

مجالات الافادة	التعرف على اليه تطبيق تقنية (6R) في الشركة والاطلاع على مدى انعكاسات تلك التقنية على منتجاتها كمدخلات اولية واثناء التصنيع وبعد التصنيع كمخرجات ومدى فائدتها للزبون.

2- دراسة **(Jawahir et al.,2016)**

عنوان الدراسة	**Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R –Based Closed–loop Material Flow in Sustainable Manufacturing** **العناصر التكنولوجية للاقتصاد الدائري ومبادئ تدفق المواد ذات الحلقة المغلقة المستندة إلى (6R) في التصنيع المستدام**
هدف الدراسة	هدفت الدراسة الى التحقق قابلية تقنية (6R) ومبادئ التصنيع المستدام لتكون بمثابة الأساس ولتوفير العناصر التكنولوجية لضمان إنشاء اقتصاد قائم على الامن البيئي، و تحديد العناصر التكنولوجية القائمة على 6R وإظهارها كمكونات أساسية لتحقيق النمو الاقتصادي وحماية البيئة والفوائد المجتمعية
منهج الدراسة	دراسة حالة
البلد	الولايات المتحدة الامريكية
مجتمع وعينة الدراسة	قطاع الصناعات الانشائية /عينة من منظمات صناعة المواد الانشائية
أهم الاستنتاجات	اشارت نتائج الدراسة الى انه وفي ظل معدل النمو الحالي المثير للقلق للاستهلاك العالمي ، فإن نموذج الاقتصاد الخطي لإنتاج المنتجات ، واستخدام هذه المنتجات ، ثم التخلص منها ، دون اعتبار للتأثيرات والعواقب البيئية والاجتماعية والاقتصادية ، لذلك من الضروري في المستقبل استرداد جميع المنتجات في نهاية استخدامها الأساسي وإعادة استخدامها أو إعادة تصنيعها أو إعادة تدويرها لعدة أجيال.

مجالات الافادة	التعرف على أهمية تقنية (6R) في الشركة والاطلاع على مدى انعكاسات تلك التقنية على الامن البيئي والتخلص من المنتجات الظارة للبيئة واعادة تدويرها.

3- دراسة **(Hartini et al.,2021)**

عنوان الدراسة	**Integration lean manufacturing and 6R to reduce wood waste in furniture company toward circular economy** **تكامل التصنيع الرشيق و6R لتقليل هدر الخشب في شركة الأثاث نحو الاقتصاد الدائري**
هدف الدراسة	هدفت الدراسة الى استخدام مخطط مجرى القيمة كأداة لتحليل التصنيع الرشيق لتحديد نفايات شركة الأثاث من خلال تطوير خرائط مجرى القيمة من خلال دمج مؤشرات التصنيع الخضراء مثل استهلاك المواد وإدارة النفايات عبر تقنية 6R
منهج الدراسة	دراسة تحليلية
البلد	الولايات المتحدة الامريكية
مجتمع وعينة الدراسة	قطاع صناعة الأثاث / عينة من منظمات صناعة الاثاث
أهم الاستنتاجات	اشارت نتائج الدراسة الى يمكن لشركة الأثاث اكتشاف خريطة نفايات الإنتاج بحيث يمكنها الاستفادة من النفايات كمواد خام للمنتجات المشتقة كمحاولة لتقليل قطع الأشجار من خلال تنفيذ استراتيجية 6R في منظمات الأثاث، كما يمكن أن تؤدي إعادة استخدام نفايات الخشب كمواد خام لمجموعة متنوعة من منتجات المائدة إلى تقليل كمية نفايات الخشب مع تقليل موارد جذوع الأشجار، اذ تعد إحدى الاستراتيجيات التي يمكن استخدامها لدعم الاقتصاد الدائري هي تنفيذ 6R ، وبالتالي سيكون تطبيق 6R في منظور اقتصادي دائري على صناعة الأثاث أمرًا ضروري.

مجالات الافادة	التعرف على مدى الاستفادة من النفايات كمواد خام للمنتجات المشتقة من خلال تقنية 6R في المنظمات المبحوثة والاطلاع على مدى انعكاسات تلك التقنية على دعم الاقتصاد الدائري

رابعاً:- ما تميزت به الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة :-

من خلال الإطلاع على ما تيسر الحصول عليه من دراسات سابقة لهذه الدراسة فأن هنالك العديد من الميزات التي تجعل منها دراسة هامة تساهم في إثراء البحث العلمي على الصعيد المحلي ، فأحد ميزات الدراسة الحالية أنها أُجريت في البيئة المحلية ، والتي تعد فتية في دراسة نظام التصنيع المستدام بالإضافة الى حداثة متغيرات الدراسة مجرى القيمة المستدامة وتقنية 6R ، والتي تُمكّن المنظمات من تعظيم القيمة المضافة والتفوق على منافسيها ، يُضاف الى ذلك ان الدراسة الحالية أجريت في مجال صناعة وتوليد الطاقة الكهربائية والتي تعد من اهم الصناعات في بلدنا، ولا سيما حجم المشاكل التي تعاني منها هذه الصناعات والتحديات التي تواجهها كما أنها تعد الدراسة الأولى على حد علم الباحث التي تناولت المتغيرات الثلاثة (التصنيع المستدام) و(خارطة مجرى القيمة المستدامة) و (تقنية 6R) في محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية في العراق.

وعلى المستوى التطبيقي فان الشركة مجتمع الدراسة ستستفيد من هذه الدراسة، اذ ستتعرف على تقييم اداء نظام التصنيع المستدام من خلال خرائط مجرى القيمة المستدامة، ما يدعوها الى زيادة الاهتمام والألتزام بأبعاد الاستدامة في التصنيع، كما تُعد الدراسة الأولى التي ناقشت موضوع خرائط مجرى القيمة المستدامة وتقنية (6R) .

وكما سبق ذكرهُ فإن الدراسة الحالية تركز على (تقييم اداء نظام التصنيع المستدام من خلال خرائط مجرى القيمة المستدامة وتقنية 6R دراسة حالة في محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية في العراق، بينما طُبقت اغلب الدراسات السابقة لمعرفة اثر نظام التصنيع المستدام على عوامل اخرى كـ(الفشل العملياتي، التفوق التنافسي)، يُضاف الى ذلك ان اغلب الدراسات السابقة تناولت متغير خارطة مجرى القيمة المستدامة مع عوامل اخرى و كتقييم دورة الحياة والاداء المستدام، بالإضافة الى ذلك تناولت ارتباط تقنية (6R) بعوامل اخرى كالتصنيع الرشيق وسلسة التجهيز المستدامة ، ولا توجد دراسة على حد علم الباحث تناولت متغيرات دراستنا الحالية مجتمعة.

الفصل الثاني

المبحث الاول: التصنيع المستدام

المبحث الثاني: خارطة مجرى القيمة المستدامة

المبحث الثالث: تقنية (6R)

المبحث الرابع: العلاقة بين متغيرات الدراسة

الفصل الثاني

المبحث الأول : التصنيع المستدام

تمهيد

أصبح توجه المنظمات الصناعية المعاصرة صوب الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها من التأثيرات السلبية والتي تشكل مخلفات العمليات الصناعية اهم تلك التهديدات، وقد اسهم التطور الكبير في اساليب و نظم التصنيع ومنها ما يتصل باستراتيجيات التصنيع المستدام في بلورة ذلك التوجه ووضعه موضع التطبيق وذلك عبر إعادة التدوير او إعادة التصنيع او إعادة استخدام المخلفات وجعلها اما مواد أولية تستخدم في انتاج منتجات جديدة او يتم تصليحها ومن ثم يعاد استخدامها ولعل مرد ذلك الاهتمام انما تعكسه الرغبة في تحقيق التفوق التنافسي على المنافسين والتميز في السوق المستهدف، وسيتم في هذا المبحث التركيز على الفقرات الآتية :

اولاً: مفهوم التصنيع المستدام :-

ثانياً: أهمية التصنيع المستدام :-

ثالثاً: أهداف التصنيع المستدام:-

رابعاً: فوائد التصنيع المستدام:-

خامساً: ادوات التصنيع المستدام :-

سادساً: مقومات التصنيع المستدام وأستراتيجياته :-

سابعاً: مبادئ التصنيع المستدام وممارساته :-

ثامناً:- أبعاد التصنيع المستدام:-

اولاً: مفهوم التصنيع المستدام:-

1- مفهوم التصنيع

على الرغم من أن نشأة التصنيع يمكن ان تعود إلى(5000-4000) قبل الميلاد ، إلا أن كلمة تصنيع لم تظهر حتى عام(1567م) ، اذ يركز التصنيع بهذا المعنى بشكل كبير على صنع الأشياء (المنتجات الملموسة)(Hitomi,1990:2). ويشير مفهوم التصنيع بأنه عملية صنع المنتجات من المواد الخام باستخدام مختلف العمليات والمعدات والقوى العاملة وفقًا لخطة مفصلة فعالة من حيث التكلفة وتحقيق الارباح من خلال المبيعات (Kalpakjian,1995:2)

وقد استمرت عملية التصنيع والتجارة العالمية في التطور حتى وصلت الى ما هو عليه الآن، وتواجه معظم المنظمات حاجة متزايدة للتكيف بسرعة مع التغييرات الحاصلة كطلب السوق، وتصميم المنتجات ، ودورات حياة المنتج، والتغيرات في تقنيات الإنتاج والتصنيع. (Schonberger,2003:4) . في حين يرى(Krajewski *et al.*,2010:26) بأن عمليات التصنيع تحول المواد إلى سلع لها شكل مادي تسمى المنتجات، فعلى سبيل المثال ، ينتج خط التجميع سيارة رياضية Z370 ، وينتج الخياط زياً لرف متجر ملابس راقٍ تقوم عمليات التحويل بتغيير المواد على واحد أو أكثر من الأبعاد التالية (الخصائص الفيزيائية، الشكل، الحجم مثلاً، الطول والعرض والارتفاع لكتلة خشبية مستطيلة الشكل، صقل الأسطح، ربط الأجزاء والمواد).

بالتالي فقد مرت منظمات التصنيع بثلاث مراحل رئيسة يشار إليها بالثورات الصناعية، الأولى كانت تسمى الثورة الصناعية الأولى أو الصناعة (1.0)، بينما الثورتان الصناعيتان الثانية والثالثة تعرفان بالصناعة (2.0) و (3.0) على التوالي ، وبدأت الصناعة (1.0) في المملكة المتحدة قبل عام 1800م واستمرت حتى عام 1913م ، وهي فترة تميزت باستخدام البخار في المكائن والآلات الصناعية المستخدمة في التصنيع .وهذه المصانع لم تتبع أي منهجية علمية ، ولم تكن استثنائية لتوزيع الطاقة بين المعدات على أساس المحركات الرئيسة الميكانيكية ولهذا السبب، تم إنشاء منظمات تصنيع لإنتاج منتجات متنوعة لمختلف الزبائن، ومع ذلك فأنه من النادر ما تركز هذه المنظمات على معدلات الإنتاج أو الإنتاجية. يضاف الى ذلك ان عمل هذا النوع من منظمات التصنيع حتى عام (1913) م وكان يستخدم من حين لآخر في بعض منها او جميعها او تستخدم من قبل الكليات الهندسية ، والتقنية لتدريب الطلاب ، وإقامة الدورات التعليمية.

وفي بداية عام(1913) طور هنري فورد تصميم نظام جديد لإنتاج منتجات محددة مثل السيارات والحافلات والطائرات ، وقد تم بناء أنظمة التصنيع هذه في تحديد عمليات التصنيع حسب تسلسل (تتابع) العمليات ومعالجة الإنتاج من أجل زيادة الإنتاجية الإجمالية لخطوط الإنتاج حسب طلب الزبون في ذلك الوقت ، وقد تشكل هذا التغيير في الإنتاج ثورة كبيرة بالتالي أطلق المهندسون والصناعيون على هذا التغيير اسم الثورة الصناعية الثانية أو الصناعة 2.0 والتي كانت تعتمد في البداية على محركات الاحتراق الداخلي والأجهزة الكهربائية لتصنيع المنتجات لتلبية متطلبات الزبائن. استمرت صناعة 2.0 حتى عام 1970م وظهور مفهوم

الإنتاج الواسع الذي يعتمد على معدلات إنتاج عالية مع انخفاض المرونة والتنوع. وقاد الإنتاج الضخم الصناعيين والأكاديميين إلى إنشاء تكوين جديد لمنظمات التصنيع للاستجابة لعيوب الصناعة 2.0 والصناعة 1.0 ، فظهور التصنيع الخلوي وأجهزة الكمبيوتر وتطبيقاتها في الصناعة والتي أدت الى بروز الثورة الصناعية الثالثة أو الصناعة 3.0 التي خلفت العديد من القضايا في الاستجابة لاستخدام أجهزة الكمبيوتر على سبيل المثال ، زاد مستوى الأتمتة خلال هذه الفترة أكثر من السابق بسبب التحسينات التي تم تسهيلها من خلال استخدام الكمبيوتر وتغيرت الفلسفة الصناعية من الإنتاج الضخم الواسع الى الايصاء الواسع . بشكل عام ، لا يؤدي استخدام أجهزة الكمبيوتر في الصناعة إلى زيادة كفاءة وفعالية منظمات التصنيع فقط من خلال البرمجة والتخطيط والسيطرة ولكن أيضًا جميع جوانب أنشطة التصنيع. عانت الصناعة 3.0الكثير حتى عام 2010 اذ حصل تحسناً ملحوظا في مستوى جودة جميع التطبيقات واستراتيجيات التصنيع والفلسفات على صناعة 3.0 (Garbie,2016:1).

ومنذ عام 2000 حتى عام 2011 ، 4.0 تم نشر الأفكار الرئيسية لصناعة 4.0 لأول مرة بواسطة Kagermann وتم تحديد نموذج الصناعة 4.0 بشكل أساسي بواسطة ثلاثة أبعاد (1) التكامل الأفقي عبر شبكة خلق القيمة بأكملها ، (2) هندسة شاملة عبر دورة حياة المنتج بأكملها ، بالإضافة إلى (3) التكامل العمودي وأنظمة تصنيع متصلة بالشبكة والتي سلطت الضوء على الاستدامة في الصناعة. وتشمل المزايا الرئيسية للصناعة 4.0 أهم خصائص الصناعات الثلاثة السابقة، وكذلك دمج مفاهيم كيفية جعل خصائص الثورات الصناعية السابقة أكثر استدامة، بالإضافة إلى ذلك ، تم دمج المزيد من الموضوعات في الصناعة 4.0 مثل العولمة والقضايا الدولية ، القضايا الناشئة ، قضايا المجتمع ، قضايا الرفاهية الاجتماعية ، والآثار البيئية المتدنية على العمليات الصناعية، وتعد الصناعة 4.0 ثورة صناعية شاملة كونها تغطي جميع القضايا في حياتنا بدءاً من القضايا الاقتصادية ودمج القضايا الاجتماعية والبيئية (Stock & Seliger,2016:536-537). ويعرفه آخرون بأنه سلسلة من الأنشطة والعمليات المترابطة التي تتضمن التصميم واختيار المواد والتخطيط والإنتاج وضمان الجودة وإدارة وتسويق المنتج ، والسيطرة على كافة العمليات التصنيعية (Moon&Wu,2016:1) . في حين اشار (Yang,2016:2) الى انه عمليات الإنتاج الصناعي التي يتم من خلالها تحويل المواد الخام

إلى منتجات نهائية ليتم بيعها في السوق. ويضيف (Aho,2018:1) بأنه يمكن اعتبار التصنيع كمجموعة من العمليات لتحويل الموارد والطاقة إلى منتجات صناعية وسلع للزبائن.

ويؤكد (Lin,2018:221) بأن التصنيع هو عملية تصنيع أو تجميع المكونات في منتجات نهائية على نطاق واسع إلى حد ما. اما (Duda&Habel,2018:215) فيرى بأنه تغيير المواد الخام أو الأجزاء إلى منتجات مكتملة تلبي رغبات الزبون.

كما تغيرت بيئة التصنيع بشكل جذري على مدى العقود الماضية اذ سعت منظمات التصنيع جاهدة لتحسين أدائها في بيئة السوق التنافسية والمترابطة والمتقلبة(Hauge&O'Sullivan,2019:2).

في حين يوضح(Barata *et al.*,2019:2) بأنه عملية تحويل السلع مادياً، ويتضمن هذا التحول المادي ما يمكن اعتباره أنشطة تصنيع تقليدية مثل القولبة والقطع والتجميع، وتواجه منظمات التصنيع في القرن الحادي والعشرين تغيرات سوقية متكررة وغير متوقعة بشكل متزايد مدفوعة بالمنافسة العالمية ، بما في ذلك التقديم السريع للمنتجات الجديدة والطلب المتغير باستمرار على المنتجات(Kumbara,2020:430).

مما تقدم اعلاه يمكن تعريف التصنيع :- بأنه سلسلة من العمليات التي يتم من خلالها تحويل المواد الخام إلى منتجات مكررة وذات قيمة أعلى من المواد الأصلية ،و هو أكثر جزء ملموس من دورة حياة المنتج لأنه ينتج عنه نتيجة واضحة.

2- مفهوم الاستدامة :-

ظهر مفهوم الاستدامة في الخمسينيات من القرن الماضي في ظل زيادة الوعي البيئي، وقد تم تسليط الضوء على الاستدامة باعتبارها جانب حاسم للبيئة والتنمية في عام(1982م) تقرير اللجنة العالمية اذ تم توضيح مفهوم التنمية المستدامة بشكل واضح ومفصل (الامم المتحدة) (Despeisse,*etal*,2012:1) . ويرى(Ciegis *et al.*,2009:29) بانها حماية الموارد الطبيعية وتمكين الأفراد والمجتمعات في جميع أنحاء العالم لتشجيع التقدم". ويعني تحقيق التوازن بين العوامل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية مع التصدي للتحديات العالمية وتحسين نوعية الحياة. ويصف (Rosen & Kishawy,2012:155) الاستدامة بأنها ببساطة القدرة على التحمل أو البقاء على قيد الحياة ، وهو ما له تداعيات كبيرة، فعلى سبيل المثال تصف الاستدامة إنتاجية النظم البيولوجية وتنوعها بمرور الوقت من منظور إيكولوجي وإمكانية تحقيق

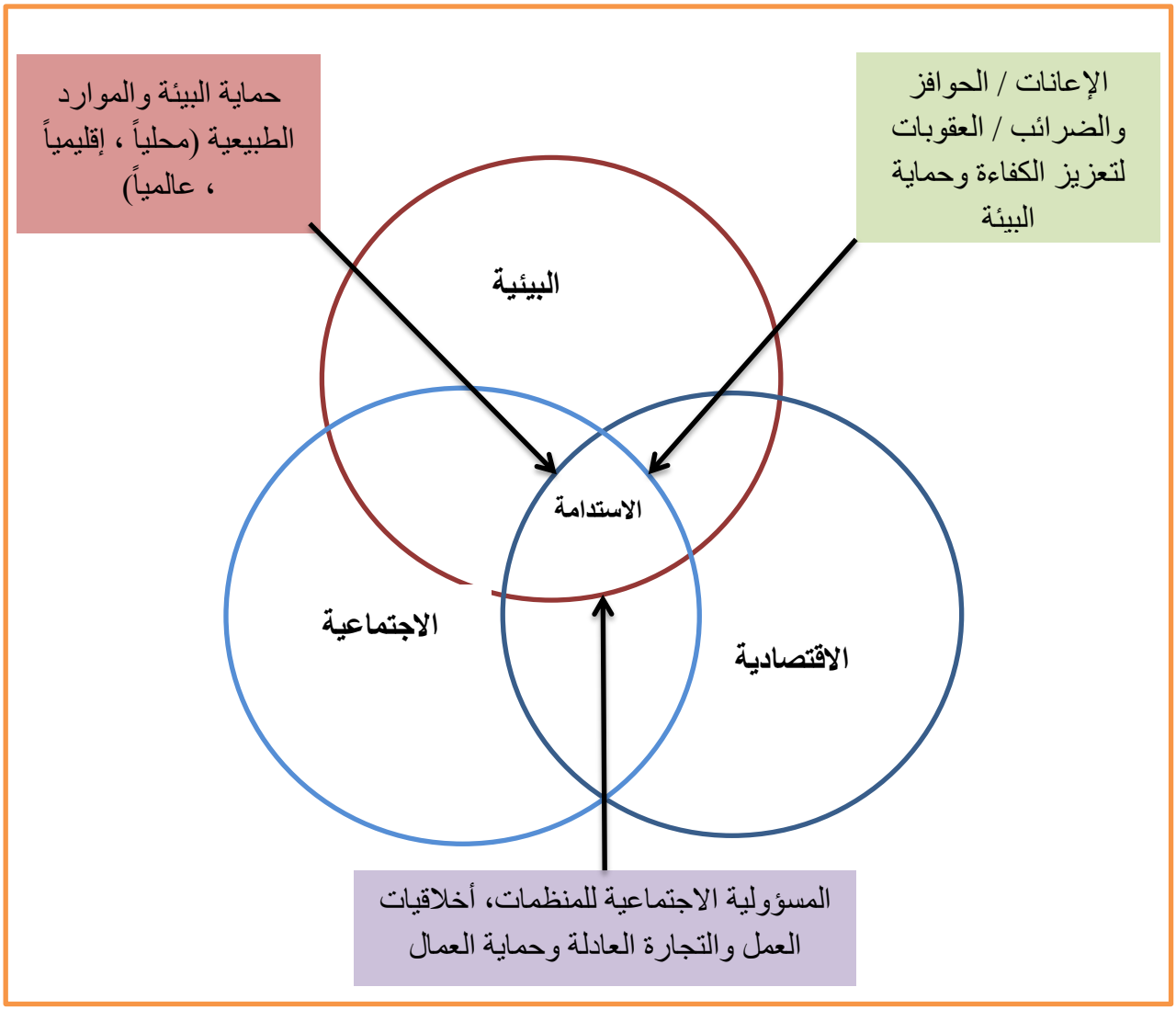
الرفاهية على المدى الطويل من منظور إنساني ، ويعتمد هذا الأخير على رفاهية العالم الطبيعي بما في ذلك الاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية والتخلص من النفايات.

ويركز (Raatsch,2012:367) على عنصر آخر من خلال اختيار تعريف الاستدامة المقدم من قبل لجنة Brundtland ، والذي يفسر الاستدامة على أنها عملية تطوير (أو نشاط تجاري) تلبي احتياجات الحاضر دون تقييد أو إعاقة احتياجات الأجيال القادمة (المستقبلية). كما هو مطبق على الأنشطة التجارية والتنظيمية ، فمن المتوقع أن تستخدم المنظمات ندرة الموارد لتلبية احتياجاتهم بطرق تمكّن الأجيال القادمة من تلبية هذه الاحتياجات دون صعوبة أكبر من تلك المفروضة على الجيل الحالي (Bateh *etal.*,2013:2). حيث يرى بأن الاستدامة تعتبر جزءًا من تعظيم الكفاءة الكلية للمؤسسات والمنتجات والعمليات والمتمثلة بالتكاليف والطاقة والمواد.

وتعرف الاستدامة ايضاً من قبل(Zhang,2014:15) على أنها "تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم الخاصة وترتبط مفهوم الاستدامة بمفاهيم المتانة والديمومة أشارة إلى موارد البيئة والطاقة ، مما يسمح باستمرار الظروف المعيشية على الأرض ، والتي يترتب على تدهورها انعكاسات كبيرة على التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

وتعرف الاستدامة من قبل (Bertotto,2014:2) بأنها نظام من التفكير تنطوي تحت ثلاث ركائز هي: البساطة والاستقرار والموضوعية. وهو نوع من التكوين المجتمعي الذي يزيد من إمكانات الإنتاج وكفاءته مع تقليل الآثار السلبية على النظام البيئي المحيط إلى الحد الأدنى والاستدامة تتجاوز مجرد التصميم، وترتبط بالتكامل الاجتماعي، والجوانب الاقتصادية والبيئية التي توفر الفرص للأشخاص المعنيين، والتعبير عن هويتهم الخاصة كما انها تحقق فوائد مثل الأداء المالي الأفضل، وسمعة المنظمات الإيجابية، والمنظمات، فضلا عن العلاقات الإنسانية الجيدة وزيادة القدرة التنافسية. ويمكن النظر الى مصطلح الاستدامة على أنها ذات ثلاثة أجزاء (البيئية والاجتماعية والاقتصادية) وكما موضح في الشكل (4)

ويُنظر(Chonde *et al.*,2020:1174) إلى الاستدامة على أنها تحسين لثلاثة أهداف تسمى الركائز: رأس المال الاقتصادي والبيئي والاجتماعي، وما هي السياسات المطلوبة لتحقيق الاستدامة.



شكل (4)

أجزاء ومكونات الاستدامة من وجهة نظر (Rosen & Kishawy,2012)

Source: Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. (2012). "Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs Sustainability", 4(2), p,156.. https://doi.org/10.3390/su4020154.

3- مفهوم التصنيع المستدام :-

يعد التصنيع بشكل خاص أحد المحركات الرئيسة للصناعة المستدامة وأن التصنيع المستدام هو مجال سريع التطور ومن المتوقع أن يكون هناك مجموعة متزايدة من المعرفة ، وتظهر الأدبيات دليلاً على العمل المستدام في مجالات توريد تصميم المنتج وسلسلة تكنولوجيا الإنتاج وأنشطة تجنب النفايات، وينشر المصنعون المقاييس التي تظهر تحسينات كبيرة في الأداء البيئي على مستوى عالي (Despeisse,*et al*,2012:1).

ويوضح (Kalus,2012:3) بأن التصنيع المستدام هو استخدام التكنولوجيا الحالية أو تطوير تكنولوجيا جديدة لإنتاج منتجات آمنة بيئياً وبشكل نظيف مع تقليل الانبعاثات ، ولأن نوعية الحياة قد زادت وازداد عدد السكان وبالتالي هذا يؤدي إلى نمو في التصنيع كما أن الآثار الإيجابية لصناعة النمو وخلق فرص العمل تؤدي أيضا إلى الأعباء الثقيلة الواقعة على البيئة ،تقريبا ان كل تكنولوجيا التصنيع الحالية تنبعث منها أو تنتج بعض المواد غير القابلة لإعادة التدوير أو المنتج الثانوي وتشمل المنتجات الثانوية السوائل والغازات أو المواد الزائدة وعندما لا تستطيع البيئة تحويل هذه النفايات إلى نفس مستوى إنتاج المجتمع لها، فإن هذا يعتبر غير مستدام ومن هناك، يمكن وضع ستة عناصر من عمليات التصنيع المستدامة موضع التنفيذ من أجل التقييم وهي الأثر البيئي، وتكلفة التصنيع، واستهلاك الطاقة، وإدارة النفايات، والسلامة التشغيلية، وصحة العاملين.

في حين أشار (Roni *et al.*,2014: 1460) على أنه توفير السلع والخدمات لتلبية متطلبات الزبائن في المجتمع مع تسريع النمو الاقتصادي وإبطاء الضرر البيئي.

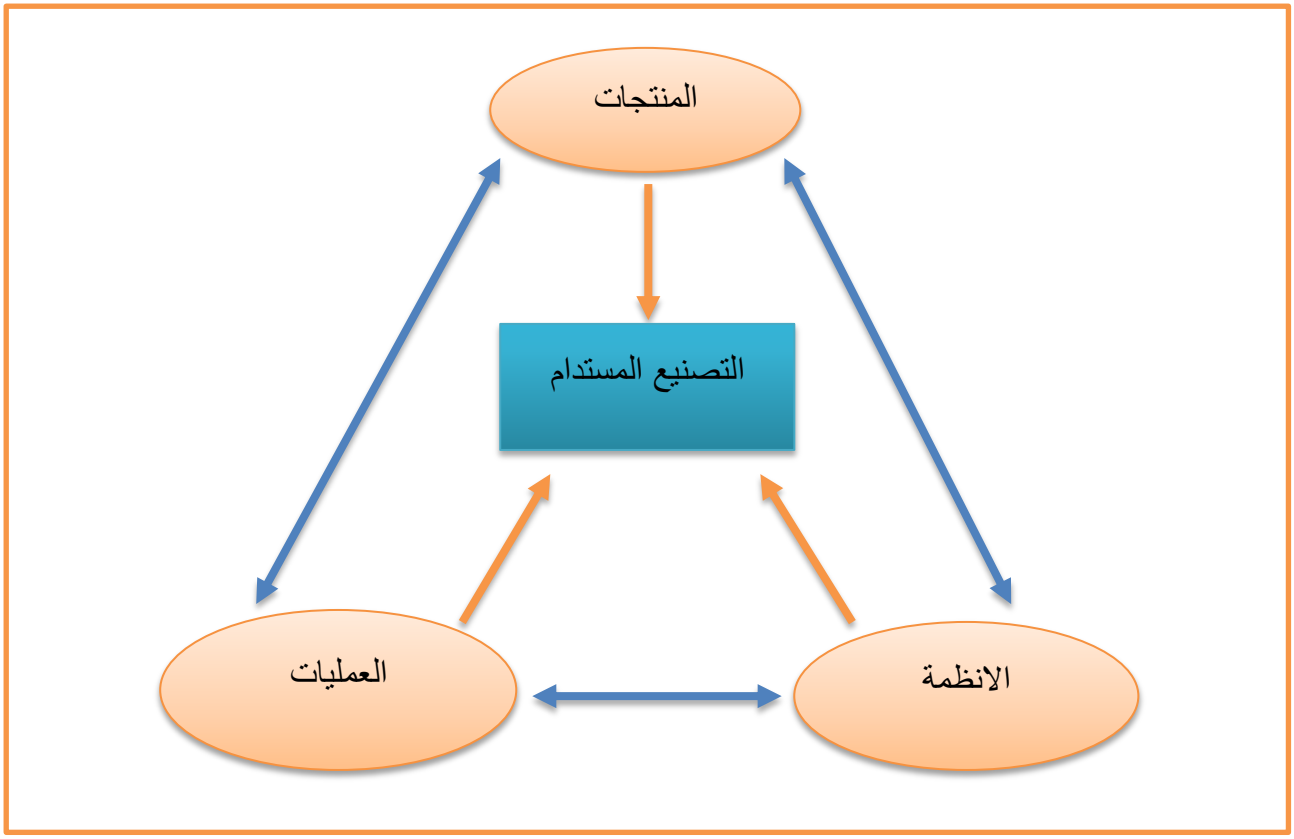
ويرى (Jawahir *et al* 2015:10) بأن التصنيع المستدام يتعامل مع ثلاثة عناصر متكاملة: المنتجات والعمليات والأنظمة، لتحقيق الإنتاج المستدام ، ومن المتوقع أن يكون كل عنصر من هذه العناصر المتكاملة الثلاثة لتوضيح (تقليل التأثير البيئي السلبي ، وتقديم كفاءة أفضل في استخدام الطاقة والموارد، وتوليد الحد الأدنى من كمية النفايات ،وتوفير السلامة التشغيلية ، وتحسين الصحة الشخصية) مع الحفاظ او تحسين جودة المنتج والعملية.

ويضيف (Moldavska,2016:413) بأن التصنيع المستدام هو عملية يحول شركة التصنيع إلى شركة مستدامة من خلال عملية تحسين مستمرة تتكون من تقييم أداء الاستدامة الحالي ، وتحديد مجالات التحسين، واقتراح اجراءات محددة عبر الشركة ، وتنفيذ هذه الإجراءات.

ويوضح (Campana *et al.*,2017:25) بأن التصنيع المستدام يعمل على مفاهيم التصنيع الخالي من الهدر والتصنيع الاخضر ويوفر طريقة جديدة لتصميم منتجات مبتكرة ونشر عمليات التصنيع باستخدام منهجيات تقلل من الآثار البيئية الضارة، وتحسين كفاءة الطاقة والموارد، وتوليد الحد الأدنى من كمية النفايات، وتحسين التشغيل والحفاظ على صحة العاملين، مع الحفاظ على و/أو تحسين جودة العملية والمنتج مع الاستفادة من تكاليف دورة الحياة الإجمالية.

كما يعرف(Moldavska & Welo,2017:747) بأن التصنيع المستدام (SM) استراتيجية أو نهج ، اونموذج أو نظام او إبداع أو إنتاج للسلع والخدمات. ويوضح (Huang,2017:5-6) بأنه من أجل تعزيز التصنيع المستدام، يجب النظر في أداء المنتجات والعمليات والأنظمة المستدامة في آن واحد، مع آخذ الاعتبار تأثير أحد الجوانب على الجانب الآخر ،كما هو مبين في الشكل (5) هناك علاقات متبادلة معقدة بين المنتجات وعمليات التصنيع والأنظمة المستخدمة ؛ كل واحد منهم يؤثر على الاثنين الآخرين على سبيل المثال ، يعتمد جانب واحد من أداء الأنظمة للمنظمة بشكل أساسي على ما إذا كانت المنتجات يمكن أن تلبي متطلبات الزبون .

واعتبر (Yamin *et al.*,2020:211) على أنها اساليب الأنتاج أو التقنيات التي تركز على حماية البيئة مع السعي لتحقيق التنمية الاقتصادية.



شكل (5)

العلاقة المتبادلة بين المنتجات والأنظمة والعمليات ومدى تأثيرها علـــى التصنيع المستدام

Huang, A. (2017). "A framework and metrics for sustainable manufacturing performance evaluation at the production line", plant and enterprise levels' 6. https://uknowledge.uky.edu/me_etds/97.

حيث أصبح تحقيق التصنيع المستدام أو التصنيع الأخضر الجزء الرئيسي والمهم في رؤية العديد من المنظمات ، وإن الفوائد الاقتصادية والبيئية التي تم الحصول عليها نتيجة للعمليات والمنتجات المستدامة قد وضعت هذه القضية في الاعتبار مركز الاهتمام خلال السنوات الأخيرة ،وكانت هناك العديد من الاستراتيجيات لتحقيق هذا الهدف والعديد من الجهود لزيادة استدامة المنتجات والعمليات (Nordin *et al.*,2014:12). والجدول (1) يبين آراء ووجهات نظر بعض الباحثين حول التعريف التصنيع المستدام.

جدول (1)

آراء ووجهات نظر بعض الباحثين حول تعريف التصنيع المستدام

ت	الباحث والسنة	التعريف
1	(Veleva,&Ellenbecker , 2001:3)	تكامل العمليات والأنظمة القادرة على انتاج المنتجات والخدمات بجودة عالية وموارد أقل وأكثر استدامة (الطاقة والمواد) وتكون أكثر أمانًا للعاملين والزبائن والمجتمعات المحيطة، وكذلك القدرة على تخفيف الآثار البيئية والاجتماعية طوال دورة الحياة الكاملة
2	(Allwood,2005:3)	تطوير تقنيات قادرة على تحويل المواد دون انبعاثات غازية تتسبب في تلوث البيئة واستخدام مواد غير متجددة أو سامة أو توليد النفايات.
3	(ITA, 2007:2)	انشاء منتجات مصنعة باستخدام عمليات تقلل من التلوث البيئي والحفاظ على الطاقة والموارد الطبيعية بصورة آمنة لمجتمعات العاملين والزبائن وتكون سليمة اقتصادياً
4	(Jowahir,2008:37)	تصميم وتصنيع منتجات عالية الجودة والأداء مع تحسين وتعزيز وظائفها باستخدام تقانات وطرق تصنيع كفؤة في استخدام الطاقة خالية من المواد السامة وغير خطرة على نحو امثل بإنتاج اقل ما يمكن من المواد والانبعاثات واسترجاع واعادة تدوير واعادة استخدام واعادة تصنيع تهدف جميعها الى تعزيز المنافع الاجتماعية والأثر الاقتصادي
5	(Leahu	تصنيع جميع المنتجات والطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة والمباني

	Aluas,2010:4)	الخضراء والمنتجات الخضراء مع مراعاة دورة الحياة الكلية في تلك المنتجات ، والقرارات في البيئات الاجتماعية والطبيعية التي تعمل بها والتقليل أو القضاء على أي تأثير سلبي بيئي مع السعي إلى المستوى المطلوب من الأداء التكنولوجي والاقتصادي.
6	(Garetti&Taisch,2012 :85)	القدرة على استعمال الموارد الطبيعية بذكاء من خلال صنع المنتجات وإيجاد الحلول القادرة على تحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية والاجتماعية بفضل استعمال تكنولوجيا جديدة بالإضافة الى التدابير التنظيمية والسلوكيات الاجتماعية المتسقة وبالتالي الحفاظ على البيئة مع استمرار تحسين نوعية الحياة البشرية.
7	(Gunasekaran& Spalanzani,2012:1,2)	جميع الأنشطة الصناعية من المصنع إلى الزبون بما في ذلك جميع الموارد والخدمات المتصلة بـ(سلسلة التصنيع) ، وفي المجتمع الحديث يرتبط التصنيع بجميع الأنشطة البشرية ، وهو هو مصدر للمنتجات والخدمات الضرورية لصحة الإنسان وسلامته ورفاهيته باعتبار أن عمليات التصنيع هي المسؤولة عن إنتاج المنتجات الأساسية لتحسين نوعية الحياة البشرية والاقتصاد العالمي .
8	(Garetti *et al*.,2012:2)	مجموعة من الحلول التقنية والتنظيمية المساهمة في تطوير وتنفيذ الأساليب الممارسات والتقنيات في مجال التصنيع لمعالجة الموارد في جميع أنحاء العالم للتخفيف من التالف ولتمكين دورة حياة غير ضارة بالبيئة والمنتجات
9	(Rao,2013:2)	بأنه نظام يدمج بين مسائل تصميم العمليات والمنتجات مع قضايا التصنيع والتخطيط والمراقبة بطريقة تحدد كمية وتقييم وإدارة تدفق النفايات البيئية بهدف الحد من الأثر البيئي والمساهمة في تمكين الأرض من رفع قدرتها على الاستعادة الذاتية والتي يمكن أن تتعامل معها مع محاولة زيادة كفاءة الموارد إلى أقصى حد.
10	(Ismail ,2013:3)	توفير السلع والخدمات لإرضاء حاجات الزبون في المجتمع مع تعجيل النمو الاقتصادي وكبح الضرر البيئي من خلال التقانات التي تطبق من قبل افراد ذوي مستوى عالي من التعميم ووفق

		قوانين اخلاقية صارمة
11	(Center,2015:1)	اسلوب يعالج المنتجات والأنظمة التي تتسبب في احداث التأثير البيئي السلبي المنخفض وتحسين كفاءة الطاقة والموارد وتوليد الحد الأدنى من كمية النفايات، وتوفير السلامة التشغيلية وتحسين صحة العاملين
12	(Deilami,2015:6)	تطوير التقنيات السليمة اجتماعيًا وبيئيًا لتحويل المواد إلى سلع ذات قيمة اقتصادية
13	(Latorre,2015:18)	جوهر الاستراتيجيات لتحويل الموارد دون التسبب في آثار سلبية على البيئة
14	(Pathak&Singh,2017: 1)	مصطلح يستخدم لوصف ممارسات التصنيع التي لا تضر بالبيئة عند أداء وتنفيذ أي جزء من عملية التصنيع، وإنه يؤكد على استخدام العمليات التي لا تلوث البيئة أو تضر الزبائن أو العاملين أو غيرهم من أفراد المجتمع ، ويشمل إعادة التدوير والحفظ وإدارة النفايات وإمدادات المياه وحماية البيئة والامتثال التنظيمي ومكافحة التلوث ومجموعة متنوعة من القضايا الأخرى ذات الصلة ، ويُعرف التصنيع المستدام أيضًا بأسماء مختلفة مثل التصنيع الواعي بيئيًا والتصنيع الحميد بيئيًا والتصنيع المسؤول بيئيًا والتصنيع الأخضر.
15	(Moldavska&Martinsen,2018:95)	نمط من أنماط السلوك المعقد يجب أن تنتهجه كل منظمات التصنيع، ويتم هذا النمط السلوكي من خلال معايير Sustainable Manufacturing (SM) مثل تحسين الفعالية التشغيلية، وتحسين المعرفة المهنية والكفاءة لدى العاملين، وزيادة ثروة المجتمع، والحد من التمييز.

المصدر:- اعداد الباحث بالاعتماد على المصادر اعلاه

من خلال استعراض المفاهيم اعلاه وبالاعتماد على وجهة نظر بعض الباحثين امثال (Garetti & Taisch,2012) ، (Center,2015) ، (Abubakr et al.,2020) يمكن تعريف التصنيع المستدام على انه : مجموعة من الأنشطة والتقنيات المستخدمة لتحسين المنتجات المصنعة والطاقة والموارد والتقليل من النفايات وازالتها عن طريق تقنيات خاصة بها وأخذ بنظر الاعتبار الأثار البيئية نتيجة التصنيع والتقليل من تأثيرهُ السلبي على المجتمع مما يتلاءم مع سلامة الانسان ورفاهيتهُ.

ثانياً:- أهمية التصنيع المستدام

تكمن أهمية اعتماد تدابير واستراتيجيات التصنيع المستدام من قبل المنظمات في قدرته على معالجة المشاكل ، بالتالي فأن التغير في المناخ يعد من المشاكل التي تواجه المنظمات الصناعية وتكون لها عواقب وخيمة للغاية (Gunasekaran & Spalanzani 2012:17).ويُنظر الآن إلى الموارد (مثل الطاقة والمواد والمياه) على أنها خاضعة للندرة في كثير من الأحيان وغير قابلة للتجديد ويمكن أن تؤثر على العمليات أيضاً وقد أثارت الأزمة الاقتصادية العالمية في السنوات العديدة الماضية تساؤلات حول جدوى واستدامة ممارسات الأعمال الحالية التي تهدف الى النمو الاقتصادي ، بالمقابل نجد ان الكثير من المنظمات لا تولي اهتمام كبير للتخفيف من الآثار السلبية التي تقع خارج نشاطاتها ونتيجة لذلك ، ازدادت الضغوطات من أجل استخدام الاستدامة في التصنيع من قبل العديد من أصحاب المصلحة والعاملين والمستثمرين والموردين والزبائن والمنافسين والمجتمعات والحكومات والهيئات التنظيمية. (Rosen& Kishawy,2012:164). ويمكن أن يصبح التصنيع المستدام المبتكر محركًا للنمو المستدام ليس فقط من خلال تعزيز النمو الاقتصادي ، ولكن أيضاً من خلال تمكين الرفاه الاجتماعي والممارسات الواعية بيئياً ، وسيتطلب إنشاء القيمة من خلال التصنيع المستدام على مستويات المنتج والعملية والأنظمة عبر دورة الحياة الإجمالية ومن خلال دورات حياة متعددة (Jawahir *etal.*,2013:15).

فالتصنيع المستدام اخذ اهتمام العديد من المتخصصين والباحثين في مجال الأعمال وانجزت العديد من الدراسات والبحوث في هذا المجال حتى أصبحت ممارسات التصنيع المستدامة من القضايا المهمة بل ان العديد من المنظمات قد تناولت تطبيق الممارسات المستدامة في العديد من المجالات كتحديد الموقع التنافسي والعلاقات مع الزبون وجودة المنتج وادارة سلسلة التجهيز واختيار المواد والنمو ويخلق قيمة تتسق مع الحفاظ على المدى الطويل والحفاظ عليه وكذلك تعزيز المحصلة النهائية الثلاثية ويركز على تقليل المخاطر والتكلفة والنفايات وكفاءة المواد والطاقة والمنتجات والخدمات الصديقة للبيئة مع مراعاة واستخدام المواد الخام بشكل فعال ، من خلال إنشاء منتج جديد من خلال التكنولوجيا الحالية والتنظيمية جميع هذه المنافع لها تأثير مباشر باستدامة المنظمات وزيادة فاعليتها وكفاءتها لإيجاد موقع تنافسي عالمي في ممارسات التصنيع (Habidin *et al.*,2015:3). ويشير (Garetti & Taisch,2012) الى ان هناك ثلاثة عناصر مهمة لاستراتيجية التصنيع المستدام هي:-

1-اختيار وتطبيق المقاييس المناسبة لقياس استدامة التصنيع.

2-اكمال تقييمات دورة الحياة الشاملة والشفافة والقابلة للتكرار.

3-تعديل وتحسين النظام لتقليل التأثيرات البيئية والتكلفة بناءً على المقاييس المختارة.

ثالثاً:-اهداف التصنيع المستدام

ان أحد أهم أهداف التصنيع المستدام هو تطوير عمليات وانظمة تصنيع المواد الهندسية والمبتكرة والقابلة للتطبيق لتوفير دورة حياة متعددة للمنتجات (Dassisti *et al.*,2019:154). ويعتبر التصنيع المستدام فكرة أساسية في الحفاظ على جودة عالية للحياة للأجيال الحالية والمستقبلية مع إدارة القضايا البيئية والاقتصادية والاجتماعية في تطوير أساليب التقييم للتصنيع المستدام (Sarkar *et al.*,2011:7).

ووفقاً لـ(Joung *et al.*, 2013; Amoako *et al.*, 2017) توصل الباحثون والمصنعون إلى الهدف من التصنيع المستدام هو تقليل التأثير البيئي والحفاظ على المصالح الاجتماعية والاقتصادية وقد تدربت الصناعات التحويلية لتحقيق أهداف أبعد بما في ذلك استدامة المنظورات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، وتحسين أنظمة التصنيع ، وتنفيذ إجراءات ومشاريع التحسين المخطط لها، ويتم إجراء التطوير على عمليات الانتاج والأنظمة من أجل تحقيق مستويات أعلى من أداء الاستدامة (Koho *etal.*,2015:6). وهناك من يرى بأن اهداف التصنيع المستدام(Badurdeen *et al.*,2017:20 ; Campana *et al.*,2017:26) تتمثل بالاتي:-

أ- تقليل استهلاك الطاقة.

ب-تقليل الهدر (التالف).

ت-تخفيض استخدام المواد.

ث-تعزيز متانة المنتج.

ج-زيادة السلامة التشغيلية.

ح-الحد من المواد السامة اثناء التصنيع.

خ-تحسين الظروف الصحية.

د- تحسين جودة التصنيع باستمرار.

ذ- تحسين إعادة التدوير وإعادة الاستخدام وإعادة التصنيع وتعظيم استخدام مصادر الطاقة المتجددة المستدامة.

بالتالي فإن التصنيع المستدام يُمكّن من تحقيق نتائج وعمليات مبتكرة فعالة من حيث التكلفة، وحماية البيئة ويحقق فوائد مجتمعية كثيرة ، وذلك كأساس لتحقيق القيمة المستدامة في مجال التصنيع(Garetti & Taisch,2012).

رابعاً:-فوائد التصنيع المستدام :-

أن التصنيع المستدام يخلق فوائد ملموسة وغير ملموسة للشركة ولديه القدرة على زيادة الأداء المالي وكذلك القيمة السوقية للشركة، ومع ذلك ، فإن قيمة الاستدامة تزداد مع حجم المنظمة وكذلك جهود التسويق للمنظمة (Gunasekaran & Spalanzani, 2012:17). ولا ينظر دائما إلى الفوائد الغير الملموسة على أنها شيء من الأهمية للمنظمة ، فمعظم المنظمات التي تهتم بسمعتها أو أسهم العلامة التجارية تشكل استراتيجيات المسؤولية الاجتماعية للمنظمات معتقدة أنها سوف تخلق حسن النية مع أصحاب المصلحة ، وتوفر الاستراتيجية المستدامة للشركة مرونة في تلبية احتياجات الأجيال القادمة من خلال الابتكار وإعادة التنظيم والتخطيط الاستراتيجي الاستباقي ، ويمكن أن يزداد الاهتمام بالمنافع غير الملموسة إذا وجدت طريقة أو أداة لقياس هذه الفوائد، مما يجعلها قابلة للقياس (Karlsson,2011:91).

ويحقق التصنيع المستدام فوائد عديدة ومنها:-

أ- المكاسب الاقتصادية أذ يوفر التصنيع المستدام أموالاً للمنظمات ويصبح مصدر دخل إضافي باستخدام مدخلات أقل ومساحة أقل ومعدات أقل، وتؤكد بعض المنظمات على أهمية التصنيع الخالي من الهدر (Jayal *et al*,2010:144).

ب-الوفورات الإجمالية أذ أصبحت بعض المنظمات تحاول التخفيض وتقليل التدفئة والتبريد في مصانعها، ما يقلل بدوره من تكاليف الطاقة ، وكذلك الاحتياجات الغير ضرورية ، ويزيد من الكفاءة التشغيلية(Carley *et al*.,2014:6).

ت-التوفير في المياه فقد أفادت إحدى المنظمات أنها لا تفرغ أي سائل في أحد منشآتها ، وتستخدم 90٪ من المياه وتفقد 10٪ فقط المتبقية بسبب التبخر، كونهم يستخدمون المياه بكفاءة أكبر ويتجنبون هدرها وتصريفها في البيئة بدون فائدة كونها تحقق وفورات كبيرة في التكاليف ، وكذلك تخفض وتزيل النفايات(Veleva & Ellenbecker 2001:14) .

ث-الالتزام الاجتماعي تجاه المجتمع وأصحاب المصالح أذ يهتم المديرون بالجوانب الاجتماعية للتصنيع المستدام ، وتحديداً تأثير منظماتهم والممارسات المرتبطة بها على المجتمعات المحلية ، فالمجتمعات هي الأكثر أهمية كونها توفر البنية التحتية وتستخدم المنتجات في مشاريع مختلفة فاذا وجدت منظمة مستدامة ، فعلينا التأكد من أننا نقوم بتحسين جودة مجتمعاتنا ونحافظ عليها(Seliger, 2017:2).

ج- الوفاء بالمتطلبات التنظيمية واستخدام موارد أقل وخطورة كيميائية اقل فبالنظر لزيادة التدقيق التنظيمي في التسعينيات والمتعلق بالانبعاثات والمواد الكيميائية وجودة المياه ، أدركت بعض المنظمات كيف أثرت انبعاثاتها واستخدام الموارد سلبًا على البيئة والمجتمعات القريبة من مصنعها بالإضافة إلى النتيجة النهائية للشركة ، عليه طورت العديد من المنظمات مستوى معين من التخطيط البيئي((Machado *et al* .,2020:4).

ح- تلبية توقعات الزبون أذ تسعى العديد من المنظمات إلى التصنيع المستدام لأن زبائنها يطلبون ويتوقعون منها فمن المعروف ان الزبائن يطلبون باستمرار المزيد من المنتجات المبتكرة والجديدة (Jayal *et al*,2010:144).

خ- الاهتمام بالمبادرات الإعلامية والجوائز أذ تساعد هذه الجوائز الإعلامية والتنمية المستدامة في بناء ثقة المستهلك وولاء العلامة التجارية بالإضافة إلى الإبلاغ الذاتي عن إنجازات الاستدامة ، بالتالي فإن الاعتراف من قبل وسائل الإعلام أو مجموعات الصناعة أو الزبائن يرسل إشارة أخرى إلى السوق بأن الشركة بالفعل هي شركة تسعى جاهدة لتحسين البيئة والمجتمع(Gunasekaran & Spalanzani 2012:17).

خامساً:- مفهوم ادوات التصنيع المستدام

يتطلب الأنتقال نحو التصنيع المستدام تحولات كبيرة في تصميم وتصنيع واستخدام السلع والخدمات، اذ ان المبادرات حتى الآن حول الكفاءة البيئية ، والابتكار البيئي ، وإدارة الهدر ، والمسؤولية الاجتماعية مفيدة ، ولكنها تدريجية ومحدودة في قدرتها على إحداث تغييرات على مستوى النظام(Kishawy,2012:154 &Rosen).

ويتعين على المنظمات تصميم المنتجات لإطالة عمرها ، وسهولة الاسترداد في نهاية العمر الافتراضي ، عليه يجب أن تأخذ في الاعتبار الإمكانات التجارية لمعالجة المنتجات المستخدمة من أجل تسخير القيمة المتبقية في مكوناتها(Uusitalo *et al*., 2015 :74).

واشار(Haapala,2013:2) الى انه يجب على المنظمات ان تتبنى استراتيجيات وحلول جديدة للحصول على أداء عام أفضل لأصول التصنيع والهندسة عالية التقنية، والذي من شأنه أن يتيح دورات حياة أطول للمعدات وأداء أعلى فيما يتعلق باستهلاك الموارد والطاقة ، وجودة المنتج وتوافر المعدات ، "من خلال الصيانة الفعالة ، ما يجعل وظيفة المنظمة هذه مسألة مهمة للاستدامة.

ومن أجل استمرار النجاح في بيئة الأعمال المتغيرة يجب أن يكون المصنعون استباقيين ومبتكرين وكذلك فاعلين من الناحية التشغيلية(Xiong *et al.*,2016:1237). اذ تواجه مطالب كبيرة وملحة للنظر وايلاء الاهتمام بالجوانب البيئية والاجتماعية الى جانب النتائج المالية(Dornfeld,2014:64). اما بالنسبة للقدرة التنافسية لمنظمات التصنيع ، يمكن أن يحقق التطوير نحو الاستدامة طرق جديدة للتمايز ، والعمليات والنمو تكون ذات علاقة بالمزايا وفرص الأعمال الجديدة(Stoycheva *et al.*,2018:257).

لذا هناك حاجة إلى أدوات التصميم واتخاذ القرار للتصنيع المستدام ، وكذلك البيانات لدعم هذه الأدوات، بالإضافة الى ان هناك حاجة إلى مثل هذه الأدوات لمساعدة المنظمات في التعرف على الفرص المرتبطة بالتصنيع المستدام لتحسين الكفاءة وتقليل الهدر (Badurdeen *et al.*,2017:21).

أن تقييم الاستدامة هو أحد الأجزاء الأساسية للتنمية المستدامة ،فإذا لم تتمكن المنظمات من قياس مستوى الاستدامة على المستوى الكلي ، فإنها لا تعرف ما إذا كانت تفعل الأشياء الصحيحة، وتتجه في الاتجاه الصحيح مع مبادرات التحسين الخاصة بها، لذا ينبغي على المنظمات تقييم حالة الاستدامة الحالية وكذلك معرفة الحل الذي يكون اكثر استدامة ، والكيفية التي تمكنها من تحديد وحل المشكلات ووضعها على طريق الاستدامة، فضلاً عن كيفية تحديد الحلول المحتملة، لذا فأن الإجابة على هذه الأسئلة تكون من خلال تطوير منهجيات وأساليب وأدوات تقييم الاستدامة (Moldavska&Welo,2015:621; Pang& Zhang,2019:84).

ويضيف(Rana *et al.*,2017:2) الى إن عملية التصنيع المستدام تحتاج الى مجموعة من الأدوات التي تدمج الاستدامة والمبادرات البيئية في مهمة الأعمال وأنشطة المنظمة ، ودمج وجهة نظر أوسع من أصحاب المصلحة حول توليد القيمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية ، وتحديد وتطوير التعاون بين أصحاب المصلحة للقضاء على الآثار البيئية والاجتماعية السلبية ، وتكون مناسبة للاستخدام من قبل المنظمات والممارسين وبشكل أكثر تحديدا تتناول التأثير على البيئة والمجتمع (توافر الموارد ، وتغير المناخ ، والنفايات وبيئة مكان العمل).

وصرح(sengül *et al.*,2008:329) الى ان كل خطوة من خطوات عملية التصنيع المستدام يجب ان تكون مصحوبة باختيار الأدوات التي ستساعد المنظمات في فهم الاستدامة وتقديمها. ويعتمد اختيار الأدوات في كل خطوة من خطوات عملية التصنيع المستدام على نوع المنظمة ونطاق العمليات وتوافر الموارد (البشرية والمالية) والحجم والموقف من الاستدامة(Kim,2013:2). ويمكن استخدام كل أداة بشكل منفرد اعتمادا على الهدف من الاستخدام، ومع ذلك فهي أكثر فاعلية في تحقيق نتائج تقديم الاستدامة،

إذا تم استخدامها معاً(Deng *et al.*,2020:2). وتتكون ادوات التصنيع المستدام من (**تقنية تقييم دورة الحياة الكلية للمنتج و وخارطة مجرى القيمة)**

اولاً- تقنية تقييم دورة الحياة الكلية للمنتج :-

أ- مراحل تطور تقنية تقييم دورة الحياة :-

عملت شركة (Coca-Cola)على تمويل أول دراسة لتقييم دورة حياة معروفة في عام (1969) ،وكان الغرض منها مقارنة استهلاك الموارد والانبعاثات المرتبطة بحاويات المشروبات(Gillani,2013:41). وقبل عام(1990)، تعاملت دراسات تقييم دورة الحياة بشكل أساسي مع الانبعاثات واستخدام الموارد وكانت تقتصر على الأنظمة التقنية ، ومع بداية التسعينيات من القرن المنصرم تم تطوير عدة طرق لتفسير نتائج دراسات تقييم دورة الحياة من حيث التأثيرات البيئية، اذ تم تطوير بعض الطرق أيضًا لموازنة التأثيرات المختلفة ضد بعضها البعض(Gu *et al.*,2017:1193). وفي أوائل التسعينيات زاد عدد الممارسين من خبراء تقييم دورة الحياة بشكل كبير ،وكان أحد أسباب هذا التوسع هو الزيادة في برامج الكمبيوتر القادرة على التعامل مع كميات كبيرة من بيانات تقييم دورة الحياة، وهناك سبب آخر هو الإشارة الواضحة من الحكومات للتركيز على المنتجات والشروع في التنمية المستدامة(Zamani,2017:1368).

ومنذ ذلك الوقت بذلت جهود كبيرة لتطوير منهجية تقييم دورة الحياة وتوحيدها بتنسيق من جمعية علم السموم البيئية والكيمياء (SETAC) Society of Environmental Toxicology and Chemistry، ففي عام (1993) نشرت هذه الجمعية "مدونة الممارسات، والتي تقدم مبادئ عامة وإطار عمل لسلوك ومراجعة وعرض واستخدام نتائج تقييم دورة الحياة (Muteri,2020:252). كما ظهر مؤخراً معيار دولي لتقييم دورة الحياة وضعته منظمة التقييس الدولية (ISO) International Standardization Organization ويخضع للتقييم والمراجعة بشكل مستمر، اذ قام (Azapagic, 1999) بمراجعة جوانب معايير (ISO) ومقارنتها بمنهجية جمعية علم السموم البيئية والكيمياء، ويتشابه إطار منهجية (ISO) مع إطار (SETAC) مع وجود بعض الاختلافات لمرحلة التفسير ، اذ تضمنت ISO مزيدا من دراسات التحليل والحساسية(Khandelwal *et al.*,2019:630).

ب- مفهوم تقنية تقييم دورة الحياة :-

ادى التركيز المتزايد في جميع انحاء العالم على التنمية المستدامة الى قيام المنظمات والحكومات وحتى الافراد بالبحث عن فرص لتقليل استهلاك الموارد الطبيعية وتحسين كفاءة الطاقة وتقليل الهدر (Finnveden *et al.*,2009:2). اذ أصبح تغير المناخ والتهديدات البيئية الأخرى موضع تركيز كبير خلال السنوات الماضية، ومن أجل مواجهة هذه التحديات ، يجب دمج الاعتبارات البيئية في عدد من الأنواع المختلفة من القرارات التي تتخذها كل من المنظمات والأفراد والإدارات العامة وصانعي السياسات، وبالتالي هناك حاجة إلى معلومات عن الجوانب البيئية للأنظمة المختلفة (Van der Werf *et al.*,2020:419).وقد تم تطوير العديد من الأدوات والمؤشرات لتقييم وقياس التأثيرات البيئية للأنظمة المختلفة، ومن هذه المؤشرات تقييم دورة الحياة Life Cycle Assessment(LCA) والتقييم البيئي الاستراتيجي Strategic Environmental Assessment(SEA) وتقييم الأثر البيئي Environmental Impact Assessment(EIA) وتقييم المخاطر البيئية Environmental Risk Assessment(ERA) ، وتحليل التكلفة الكلية Complete Cost Analysis(CBA) ، وتحليل تدفق المواد Material Flow Analysis(MFA) ، والبصمة البيئية Ecological Footprint، وسنركز في هذه الفقرة على تقييم دورة الحياة (Bahramian& Yetilmezsoy,2020:2).

يعد تقييم دورة الحياة أحد الأدوات المستخدمة لتقييم التأثيرات البيئية المحتملة والموارد المستخدمة طوال دورة حياة المنتج ، أي من الحصول على المواد الاولية ، عبر مراحل الإنتاج والاستخدام إلى إدارة الهدر، وتتضمن مرحلة إدارة الهدر التخلص منها وكذلك إعادة التدوير (Guinee *et al.*,2011:13).

كما أن تقييم دورة الحياة هو تقييم شامل ويأخذ في الاعتبار جميع خصائص أو جوانب البيئة الطبيعية وصحة الإنسان والموارد (Khandelwal *etal.*,2019:630). وان الميزة الفريدة لنموذج تقييم دورة الحياة هي التركيز على المنتجات من منظور دورة الحياة (Ludin *etal.*,2018:12). اذ يعد النطاق الشامل لتقييم دورة الحياة مفيدا لتجنب تحول المشكلة من مرحلة واحدة من دورة الحياة إلى أخرى أو من منطقة إلى أخرى أو من مشكلة بيئية إلى أخرى(Artz *et al.*,2018:434).

وتتضمن دورة الحياة بالمعنى الواسع عدة خطوات (تصميم المنتج ، واستخراج الموارد ، والإنتاج ، والاستخدام النهائي ، وإعادة الاستخدام) وتتضمن تدفقات متعددة ، والتي يمكن أن تكون من نوعين(Gillani,2013:39):-

1- التدفق الأولي الذي يتكون من تبادل التدفق مع الغلاف البيئي ، أي عمليات نقل الموارد الأولية (الوقود الأحفوري والمعادن) وانبعاثات الملوثات (النفايات الصلبة أو انبعاثات الغاز)

2- التدفق الوسيط هو تدفق للطاقة والمواد بين مراحل مختلفة من دورة الحياة.

ان تقنية تقييم دورة الحياة هي أداة لتحليل الأنظمة كونها توفر معلومات عن الآثار البيئية للمنتج من المهد (الحصول على المواد الخام) إلى اللحد (إدارة الهدر) (Jørgensen,2009:97).واشار (Hellweg&Canals,2014:1109) الى انها تقنية تقوم بجمع معلومات حول جميع المدخلات والمخرجات من وإلى نظام المنتج ، وتقيم الآثار البيئية المحتملة المرتبطة بهذه المدخلات والمخرجات.

وتساعد تقنية تقييم دورة الحياة في تقديم صورة دقيقة للمفاضلات البيئية بين خيارات أو تقنيات مختلفة للمنتج(Pehl *et al.*,2017:939).

وأكد(Sala & Castellani,2019:214) الى انها تقنية لدراسة المؤثرات البيئية المرافقة لدورة حياة المنتج ، ودراسة استهلاك الموارد ، والصحة البشرية ، والنتائج الايكولوجية، ويهتم بتقدير الجوانب البيئية وتأثيراتها المحتملة من الحصول على المواد الاولية مروراً بالإنتاج ، ووصولا الى الاستعمال النهائي للمنتج ومرحلة ما بعد الاستعمال.

وصرح(Shahmansouri *et al.*,2021:2) الى أنها عملية موضوعية لتقييم الأعباء البيئية المرتبطة بالمنتوج أو العملية أو النشاط من خلال تحديد وقياس الطاقة والمواد المستعملة والنفايات التي تم اطلاقها في البيئة، وتقييم وتنفيذ الفرص لإجراء تحسينات بيئية، ويرى(Gillani,2013:40) بأنها الأنشطة الرئيسية في مسار عمر المنتج بدءاً من تصنيعه واستخدامه وصيانته وحتى التخلص النهائي منه ، بما في ذلك الحصول على المواد الاولية اللازمة لتصنيع المنتج.

مما تقدم يمكن تعريف تقنية تقييم دورة الحياة على انها:- تقنية لتقييم الجوانب البيئية والتأثيرات المحتملة المرتبطة بمنتج أو عملية أو خدمة من خلال التأثيرات البيئية المحتملة المرتبطة بالمدخلات والمخرجات المحددة ،وتفسير النتائج لمساعدة صناع القرار على اتخاذ قرار أكثر وضوحاً وموضوعية.

ج- اهمية تقنية تقييم دورة الحياة :-

تعمل هذه التقنية على دعم القرارات في المنظمات وتساعد على ضمان بقاء المنظمة سليمة بيئياً سواء اكانت في مراحل التصميم او التصنيع او استخدام المنتجات (Pizzol *et al.*,2017:853) . وفي ما يتعلق بالجانب المالي اظهرت التجارب ان المنظمات التي تستعمل تقنية تقييم دورة الحياة يمكنها ان تتوصل الى تحسينات مهمة في منتجاتها او الحصول على مدخل جديد لتحسين عملياتها او طرق جديدة كليا لتحسين تلبية احتياجاتها (Vilches *et al.*,2017:287).

فمن خلال تضمين التأثيرات طوال دورة حياة المنتج بأكملها ، يوفر أستعمال تقنية تقييم دورة الحياة رؤية شاملة للجوانب البيئية للمنتج أو العملية وصورة أكثر دقة للمفاضلات البيئية الحقيقية في اختيار المنتج والعملية المرتبطة به(Gillani,2013:39).ويبين(Williams , 2009 : 2) الى ان تقنية تقييم دورة الحياة تحقق مجموعة من الفوائد تساعد متخذ القرار في تحديد المنتج أو العملية أو النشاط الذي ينتج عنه أقل تأثير بيئي ، فضلا عن الاعتماد على عوامل أخرى مثل بيانات التكاليف والأداء، والتي تجعل منها أداة فاعلة في مجال تحديد التأثيرات البيئية لتحقيق الآتي:-

١ -حساب التأثير البيئي للمنتوج او العملية.

٢ -تحديد التأثير البيئي للمنتوج او العملية.

٣ .ايجاد فرص التحسين في المنتوج او العملية .

٤ -مقارنة وتحليل العديد من العمليات على أساس تأثيراتها البيئية.

٥ -التبرير الكمي للتغيير في المنتوج او العملية.

ووفقاً لما جاء في المواصفة (ISO 14040) فان اهمية تقييم دورة الحياة تكمن في الاتي(Lam *et al.*,2020:2) :-

١ -تحديد فرص تحسين الجوانب البيئية للمنتوجات في فترات مختلفة ضمن دورة حياتها.

٢ -اتخاذ القرارات في مجالات التخطيط الاستراتيجي وتحديد الاسبقيات وتصميم او اعادة تصميم المنتوج او العملية .

٣ -اختيار مؤشرات الاداء البيئي ذات العلاقة بما فيها اساليب القياس .

٤ -التسويق (تحديد العلامة البيئية ، الاعلان البيئي للمنتوج) .

ت- مراحل تقنية تقييم دورة الحياة :-

تشكل المراحل التي ينبغي اعتمادها في تحليل دورة حياة المنتج وتقييم التأثيرات البيئية منهجية لتقييم دورة الحياة من خلال اربع مراحل رئيسة مترابطة متمثلة بتحديد الهدف والمجال ، وتحليل البيانات ، وتقييم تأثير دورة الحياة وأخيراً التفسير وسيتم شرح كل مرحلة من هذه المراحل:

1- مرحلة تحديد الهدف والمجال

وهي الخطوة الاولى التي ينبغي تحديدها عند اجراء تقييم دورة الحياة والمتمثلة في تحديد الهدف والمجال ، إذ يحدد هدف الدراسة اسباب اجراء الدراسة والجمهور المستهدف ،ويحدد مجال العمليات التي يجري تحليلها والوحدة الوظيفية المختارة وفئات التأثير والقيود (Gillani,2013:88). كما يساعد تعريف المجال على ذكر وظائف وحدود النظام الذي تم من أجله إجراء تقييم دورة الحياة، اضافة الى ذلك ، تصف هذه الخطوة النظام قيد التحقيق ووظائفه وحدوده (Vilches *et al.*,2017:287).

2- مرحلة تحليل البيانات

يتضمن تحليل البيانات عن جميع الموارد اللازمة وجميع الانبعاثات الصادرة عن النظام المحدد قيد التحقيق، ويربطها بالوحدة الوظيفية المحددة، اذ تحدد خطوة تحليل البيانات في تقييم تأثير دورة الحياة المدخلات والمخرجات (المنتجات والإطلاقات في الهواء والماء والأرض) لجميع خطوات المعالجة المدرجة في حدود النظام(Gillani,2013:89). كما ان هذه المرحلة حاسمة لأنها يجب أن تضمن توافر وجودة البيانات الاولية، اذ يعد جمع البيانات نقطة استراتيجية لإجراء تحليل صحيح ومن ثم الحصول على قرارات عالية الجودة (Vilches *et al.*,2017:287).

3- مرحلة تقييم تأثير دورة الحياة

الغرض من تقييم تأثير دورة الحياة هو توفير معلومات إضافية للمساعدة وتقييم النتائج من تحليل المخزون ، وذلك لفهم أهميتها البيئية بشكل أفضل (Gillani,2013:89). ويتضمن تقييم التأثيرات البيئية الناجمة عن المنتوج أو العملية المحددة بالاعتماد على ترجمة البيانات الى عمليات كمية وتقنية وواقعية ، وتجمع التأثيرات على شكل فئات أو مجاميع لتحديد درجة اهميتها، وتختلف نتائج تقديرات قيم التأثيرات البيئية باختلاف الأدوات المستخدمة في تقييم دورة الحياة أي إنه ليس هناك إطار ثابت لهذه التأثيرات(Zhang *et al.*,2020:121) وتُعرَّف مرحلة تقييم تأثير دورة الحياة بأنها عملية كمية و / أو نوعية لتحديد وتوصيف ، وتقييم الآثار المحتملة

للتدخلات البيئية المحددة ،ويتكون تقييم التأثير من ثلاث خطوات متميزة: هي التصنيف والتوصيف والتقييم (Lam *et al.*,2020:2).

4-مرحلة التفسير

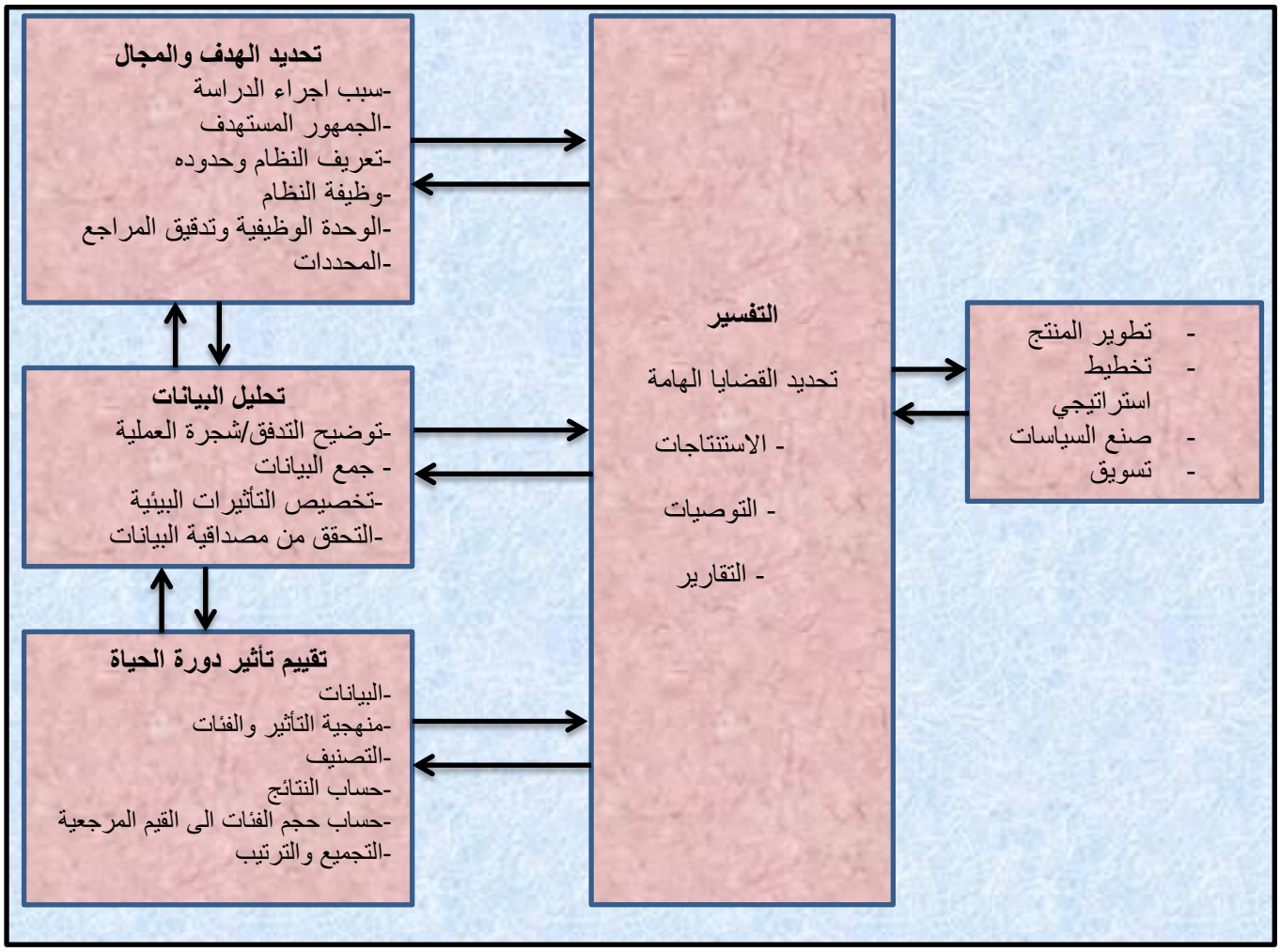
الغرض من تقييم تأثير دورة الحياة هو استخلاص استنتاجات يمكن أن تدعم القرار أو يمكن أن توفر نتيجة سهلة الفهم لتقييم تأثير دورة الحياة، وقد يشمل هذا التقييم كلاً من المقاييس الكمية والنوعية للتحسين ، مثل التغييرات في تصميم المنتج والعملية والنشاط واستخدام المواد الاولية والمعالجة الصناعية واستخدام المستهلك وإدارة الهدر (Gillani,2013:92). والتفسير هو مرحلة تقييم دورة الحياة، اذ يتم تفسير نتائج المراحل الأخرى وفقاً لهدف الدراسة باستخدام تحليل الحساسية وعدم التأكد (Miah *et al.*,2017:846). ويمثل التفسير الخطوة الأخيرة في تقييم دورة الحياة ، ويشمل استخلاص النتائج ، وتقديم توصيات ضمن ثلاث عناصر رئيسة هي (Molina-Besch *et al.*,2019:38):-

أ- تعريف وتحديد القضايا المهمة من مرحلة تحليل البيانات وتقييم التأثير.

ب- التقييم او التحقق من القضايا البيئية الرئيسة التي تتضمن :

- التناسق: أي التحقق من ان الاساليب والافتراضات والبيانات المستخدمة متوافقة مع اهداف الدراسة.
- الشمولية: اي التحقق من انه قد تم استيفاء جميع البيانات والمعلومات.

الحساسية : أي اجراء تحليل الحساسية، والشكل (6) يوضح مراحل تقييم دورة الحياة :



شكل (6)

مراحل تقييم دورة حياة

Source:- Gillani, S. T. (2013). A life cycle assessment and process system engineering integrated approach for sustainability: application to environmental evaluation of biofuel production (Doctoral dissertation).p.40 . www.oatao.univ-toulouse.fr/10707/1/gillani.

ثانياً:- خارطة مجرى القيمة:-

أ- مفهوم القيمة:-

هناك نقطة حاسمة في التصنيع الرشيق هي التركيز على القيمة، اذ تتكون القيمة إذا تم تقليل الهدر الداخلي، إذ يتم تقليل الأنشطة التي لا تضيف قيمة والكلف المرتبطة بها، مما يزيد من القيمة الإجمالية للزبون. كما يتم زيادة القيمة، عن طريق تقديم ميزات أو خدمات إضافية، والتي يتم تقييمها من قبل الزبون ، قد يتبع ذلك دورة تسليم أقصر ، والتي قد لا تضيف كلفة إضافية، ولكنها تضيف قيمة للزبائن(Hines et al.,2004:998).

ويعرف(Womack & Jones, 2003:16) القيمة بانها مقدرة تقدم للزبون في الوقت المناسب بسعر مناسب، كما هو محدد من قبل الزبون، كذلك أن القيمة هي نقطة البداية الحرجة للتصنيع الرشيق، يتم تحديدها فقط من قبل الزبون النهائي.

وأشار (Vippianto, 2017:13) بأن القيمة هي أهمية المنظمة، ما يستحقه الزبون، ما هو مفيد، ما هو مرغوب، وما هو مطلوب من سلعة أو خدمة من وجهة نظر الزبائن ، اما مجرى القيمة فهو عبارة عن مجموعة من الإجراءات (ذات القيمة المضافة وغير المضافة) المطلوبة لتقديم منتج (أو مجموعة من المنتجات التي تستعمل الموارد نفسها) عن طريق التدفقات الرئيسة، بدءاً بالمواد الخام وانتهاءً بالزبون. وصرح (Hartini *et al.*,2021:2) بأن مجرى القيمة يتضمن جميع الأنشطة التي تضيف قيمة، والتي لا تضيف قيمة وأنشطة الحفاظ على القيمة (الداعمة) المطلوبة لإنتاج منتج (أو لتقديم خدمة) للزبون. ويشمل ذلك العمليات التشغيلية، وتدفق المواد بين العمليات وجميع أنشطة الرقابة والتوجيه وكذلك تدفق المعلومات.

ب- مفهوم خارطة مجرى القيمة:-

أصبحت خارطة مجرى القيمة أمراً شائعاً منذ نشر كتاب (التعلم بالرؤية) من قبل (Rother & Shook,1998)اذ يوفر هذا الكتاب خطوة بخطوة المبادئ التوجيهية لتطبيق خارطة مجرى القيمة في بيئة التصنيع، وقد تم تطويره بشكل أساسي لجمع واستخدام مجموعة الأدوات لمساعدة الباحثين على تحديد الهدر في تدفقات القيمة ، وبالتالي إيجاد طريق مناسب لإزالتها(Atieh *et al.*,2016:1574). ويعرفها (Stevenson *et al.*,2014:629) بأنها أداة بصرية لفحص تدفق المواد والمعلومات بشكل منهجي والمتضمنة إحضار منتج أو خدمة إلى الزبون ، ونشأت هذه التقنية في شركة تويوتا ، حيث يشار إليها باسم (خرائط تدفق المواد والمعلومات). ويرى (Chase,2016:402) بأن خارطة مجرى القيمة هي نوع خاص من أدوات التخطيط الانسيابي التي لا تقدر بثمن لتطوير العمليات الخالية من الهدر وتستخدم هذه التقنية لتصور تدفقات المنتج من خلال خطوات معالجة مختلفة ، وتوضح الأداة أيضًا تدفق المعلومات الناتجة عن العملية ، بالإضافة إلى المعلومات المستخدمة للتحكم في التدفق خلال العملية. ويعرفها ايضاً (Seth *et al.*,2017:398) بأنها أسلوب لعرض خارطة مصورة لسير عملية الإنتاج (مواد وعمليات ومعلومات) ابتداء من المواد الأولية اللازمة لعملية الإنتاج وصولا إلى السلع أو الخدمات المنتجة في يد المستهلك النهائي. وتخطيط مجرى القيمة هو نوع خاص

من تخطيط العملية الذي يسلط الضوء على الأنشطة ذات القيمة المضافة والأنشطة غير ذات القيمة المضافة (Meudt *et al.*,2017:414). واشار (Marin-Garcia *et al.*,2017:951) الى انه أسلوب يسترشد به كل من المدير ومهندسي الإنتاج ومدير المعمل وواضعي الجداول الزمنية للعمليات والمجهزين وأخيرا مجهزي السلع إلى المستهلك وذلك من خلال رصد الهدر (Waste) والأسباب التي تقف وراءها وتتضمن عمليات هذا الأسلوب رصد الحالة الراهنة (Current State)للإنتاج ومقارنتها بالحالة المستقبلية (Future State) بالضياعات التي تضع المشروع وفق الصورة التي تطمح المؤسسة الوصول إليها.

وتعد خارطة مجرى القيمة أداة ممتازة لأي منظمة لتصبح رشيقة، اذ توفر طريقة لتحليل وتصميم عمليات الإنتاج التي ستعالج هذه التغيرات السريعة ،ويمكن أن تكون بمثابة دليل لتوحيد العمليات، ومن خلال تصور تدفق المواد والمعلومات ، فإنها تزود المنظمات بمخطط للتخطيط الاستراتيجي لتسهيل تحول المنظمات إلى منظمات صغيرة الحجم (Garza-Reyes *et al.*,2018:355). ويعرف (Sampaio *et al.*,2016:520) خارطة مجرى القيمة على انها أداة تعرض العناصر الرئيسية لنظام الإنتاج بناءً على مفاهيم التصنيع الرشيق وتشير إلى كيفية تفاعل كل منها مع الآخر، من خلال مراقبة كيفية ارتباط تدفقات المعلومات والمواد ، بالتالي فهي تساعد على تصور كيفية عمل نظام الإنتاج من وقت استلام طلب الزبون وصولاً الى تسليمه المنتج النهائي. كما أنها تمثيل لجميع الأنشطة التي تحدث ضمن مجرى القيمة لمنتج أو مجموعة من المنتجات(Siasos,2017:15). واشار (Meudt,2017:413) الى انها وسيلة رئيسة وعملية لتصميم وإنشاء بيئات إنتاجية فاعلة ومرنة.

ويشير (Schroeder & Goldstein,2018:354) الى انها اداة تخلق تمثيل مرئي لتدفق القيمة لعملية ما، وتتطلب مراقبة مباشرة للعمل وتدفق العمل ضمن العملية ما يُمكن المنظمة من تحديد فرص التحسين. ويضيف (Yüksel *et al.*,2019:202; Marin-Garcia *et al.*,2021:951) أنها عملية بسيطة تتمثل في المراقبة المباشرة لتدفقات المعلومات والمواد كما تحدث حاليا ، وتلخيصها بصريا ثم تصور حالة مستقبلية ذات أداء أفضل بكثير. وهو يشير إلى جميع الأنشطة التي تدخل في تصميم وإنتاج وتقديم السلع والخدمات للزبائن(Lugert,2018:2). تخطيط مجرى القيمة يمكن من قياس أثر الأنشطة ذات القيمة المضافة وغير ذات القيمة المضافة على الزمن الكلي للعملية، ومقارنة ذلك مع وقت الدورة (Wesana *et al.*,2018:2).

ويذهب باحثين اخرين الى تعريفها بأنها طريقة للتصنيع الرشيق تستخدم الرموز والمقاييس والأسهم لإظهار وتحسين تدفق المواد والمعلومات المطلوبة لإنتاج منتج أو خدمة يتم تسليمها للزبون(Chaple,2019:56). كما انها تمثيل مرئي يمكّن المرء من تحديد مكان حدوث النفايات (Camgoz-Akdag *et al.*,2018:414).

من خلال ما تقدم وبناءاً على وجهة نظر (Schroeder & Goldstein,2018) يمكن تعريف خارطة مجرى القيمة على انها:- أداة تساعد على تصور وفهم تدفق المواد والمعلومات عن طريق سلسلة القيمة بهدف توفير رؤية للأنشطة المشاركة في عملية الإنتاج ومن ثم تحديد مصادر الهدر ، وخفض تكاليف الإنتاج ، وسرعة الاستجابة للزبائن وتحقيق الجودة العالية للمنتجات.

ج- **اهمية خارطة مجرى القيمة :-**

أثبتت خارطة مجرى القيمة فعاليتها في تحديد الهدر والقضاء عليه، اضافة الى ذلك يمكن أن تقلل من المخزون ، وتؤدي إلى تقليل وقت الإنتاج، ويمكن تطبيق خارطة مجرى القيمة عملياً في أي نشاط تجاري والتوسع في المصدر أو التوزيع(Shou *etal.*,2017:3906). نظراً للسرعة التي يمكن بها لخارطة مجرى القيمة تحديد الهدر ، في عملية ما ، فتعد خطوة أولى مهمة نحو تحقيق عملية رشيقة ،كما انها تساعد على تصور تدفق الموارد والمعلومات وبشكل شامل بدلاً من عملية واحدة أو معزولة ، بالأضافة الى توضيح الكيفية التي تتواصل فيها العمليات مع نظام السيطرة في الإنتاج ومع بعضها البعض ومناطق المشكلات ومصادر الهدر وتحديد موقع المخزون أثناء العملية وتوفير لغة مشتركة لجميع العاملين في التصنيع (Yuvamitra *et al.*,2017:2). واشار(Meudt *et al.*,2017:413) الى ان أهمية خارطة مجرى القيمة تتمثل بالاتي:-

1-تصور خارطة مجرى القيمة عمليات متعددة بما في ذلك التدفق الشامل.

2- تعمل على تحديد الهدر ومصدر الهدر.

3- تعد خارطة مجرى القيمة بمثابة مخطط لتنفيذ الرشيق.

4-تظهر خارطة مجرى القيمة الارتباط بين تدفق المعلومات وتدفق المواد.

5-تربط خارطة مجرى القيمة المفاهيم والتقنيات الرشيقة معاً.

6-تعمل خارطة مجرى القيمة كأدوات كمية وأدوات نوعية.

وتكمن الاهمية الأساس من خارطة مجرى القيمة في تحديد جميع أنواع الهدر في مجرى القيمة وأتخاذ إجراءات للتخلص منه ، ونظرا لقدرتها على تقديم الحالة كما هي للعملية بشفافية ومحاكاة تأثير التحسينات المحتملة ، فقد تم اعتمادها على نطاق واسع كأحد الأدوات الرئيسة في منهجية الإنتاج الرشيق(Gunduz *et al.*,2017:2184). وتحلل خرائط مجرى القيمة المواد الحالية وتدفق المعلومات من أجل الوصول إلى الحالة المستقبلية لتدفق المواد والمعلومات إذ يتم تقييد أو حذف الأنشطة التي لا تخلق القيمة بحيث يكون من الممكن صنع المنتج بوتيرة أسرع وتمرير وتعود بالفائدة على الزبائن من خلال خدمتهم بشكل أفضل(Yüksel *et al.*,2019:202).

وتوفر خارطة تدفق القيمة فهمًا للعمليات التي تخلق قيمة للزبون ، وصورة متكاملة للعملية ، مما يحسن فهم التفاعلات بين مختلف الخطوات، وايضاً يوفر نموذجًا لتصميم حالة مستقبلية محسنة ، وتحسينات أداء البيانات الكمية (King & King,2017:2).

ويوضح (Chaple & Narkhede,2017:56) بعض فوائد خارطة مجرى القيمة وهي :-

1- تسمح برؤية واسعة للتدفق بأكمله.

2- تساعد في تحديد النفايات.

3- توفر طريقة بسيطة وموحدة لعلاج الإجراءات.

4- تجعل القرارات أكثر "وضوحًا" ، مما يسمح بالمناقشة السابقة للتغييرات والتحسينات المحتملة .

ويضيف (Silva,2012:41) بعضاً من الفوائد

1- تساعد على رؤية سلسلة العمليات المترابطة وتصور تدفقات القيمة الرشيقة المستقبلية.

2- توفر لغة وفهمًا مشتركًا بحيث يكون لكل شخص نفس الرؤية.

3- تدمج تدفق المواد والمعلومات.

وتسمح خارطة مجرى القيمة بعرض الأنشطة التي تحدث خلال عملية الإنتاج ، والوقت الذي يستغرقه كل منها ، سواء تلك التي تضيف قيمة بالإضافة إلى تلك التي لا تضيف أي قيمة للزبون ولكنها ضرورية من منظور المنظمة، وبالتالي فإنها تسمح بتحديد الأسباب المحتملة للهدر وكذلك تحسينات العملية ، مع الاعتراف بأنه لا يمكن استبعاد جميع العمليات المحددة التي لا تضيف أي قيمة من العمليات(Behnam

et al.,2018:64). وتكمن أهمية خارطة مجرى القيمة في حقيقة أنه يصبح مرجعا لإنشاء العمليات التجارية أو إعادة تصميمها أو تحسينها للمنظمة بأكملها، وهذا يتطلب تكامل رسم خرائط العملية لسلسلة القيمة مع طرق وأدوات التحسين الأخرى ، وعلى المستوى الأساسي ، تكامل التفكير الرشيق للتخلص من الهدر والتحليل الأساسي لـ(six sigma) لحل المشكلات(Sampaio *et al.*,2016:520). وتوفر خارطة مجرى القيمة طرقا فعالة لإنشاء اتجاهات استراتيجية لاتخاذ قرارات أفضل وتصميم العمل، وبالتالي فإنها تحظى باهتمام كبير عندما يتعلق الأمر بتحسين المنظمات(Seth *et al.*,2017:399).

سادساً:- مقومات التصنيع المستدام واستراتيجياته :-

أ-المقومات :-

هناك عدة مقومات لزيادة وتعزيز استدامة التصنيع تتمثل بالاتي: -

1-المدخل: - هناك حاجة إلى نهج أكثر شمولية ومتكامل لتحقيق الاستدامة التي تشمل الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية وغيرها من الاعتبارات ، وان هذا النهج يمكن ان يجعل المنظمة الصناعية أكثر استدامة(Rosen *et al.*,2012:163).

2-الأساليب والأدوات:- هناك حاجة إلى أساليب ، وأدوات تصنيع محسنة لتعزيز ، ودعم الاستدامة(Azim *et al.*,2020:1304).

3-البيانات:- هناك حاجة إلى بيانات ومعلومات أكثر تفصيلاً وشمولية وقوة لدعم تقييم الأثر البيئي والاستدامة والتدابير عبر دورة حياة المنتج الإجمالية(Raoufi *et al.*,2017:1098).

4-ممارسات منظمات التصنيع:- يجب أن تدمج منظمات التصنيع الاستدامة في ممارساتهم بشكل كلي ، وتشمل الممارسات قياس ومراقبة مؤشرات الاستدامة من خلال سياسة المنظمات وحوكمتها التي تركز على الاستدامة، وتحسين الجهود للتحكم في التأثير البيئي للمنظمة ، وترسيخ ثقافة الشركة الداعمة للاستدامة وظروف العمل وتعزيزها الوعي بالاستدامة بين الموردين والزبائن، والاستجابة لمتطلباتهم وحاجاتهم، وإشراك المجتمع لتعزيز الاستدامة(Venkatesan *et al.*,2020:4).

5-السياسات الحكومية:- يجب على الحكومات والوكالات ذات الصلة أن تدمج في السياسات والبرامج والعمليات اعتبارات أقوى للاستدامة ، والعوامل البيئية والعمليات ، وهذا يتطلب التعاون بين الشريك الداخلي والخارجي(Haanstra *et al.*,2017:49).

6-البحوث:- هناك حاجة إلى أبحاث تعاونية كبيرة في الصناعة والأوساط الأكاديمية في مجالات الاستدامة والتصنيع والتصميم والأثر البيئي(Kasava *et al.*,2020:36).

ب-الاستراتيجيات :-

عرف (Ocampo *et al.*, 2015:126) استراتيجية التصنيع المستدام بأنها نمطًا من القرارات المنسقة والمتسقة في مساحة ضيقة نسبيًا ثانيًا وتحدد قدرات وظيفة التصنيع وتوفر ميزتها التنافسية، وتتطلب استراتيجيات التصنيع المستدامة من المنظمات إجراء تغييرات فيها يمكن أن تكون هذه التغييرات في شكل تعديلات في عمليات الإنتاج أو مدخلات المنتجات أو تقنيات تقليل النفايات أو إعادة استخدام المنتجات الثانوية أو سياسات تنظيمية جديدة مثل إدخال ممارسات عمل جديدة أو عمليات تدقيق بيئية أو شهادة بيئية مثل (ISO 14001)وما إلى ذلك (Singh *et al.*, 2016:2).

وفقًا لأولسن كانت استراتيجيات الاستدامة في (1980) هي مجرد رد الفعل بهدف معالجة الآثار بدلاً من الأسباب ، مع الاهتمام الوحيد بالامتثال للوائح وتقليل الالتزامات ، وتحقيق الحد من التأثير المحدود المرتبط في الغالب بالامتثال ، واستفادت المنظمات من الاستراتيجيات التالية تجاه الاستدامة والنظر إلى السبب الجذري للجوانب غير المستدامة والآثار المنسوبة الى دورة حياة المنتج بأكملها ويوضح (Veshagh *et al.*,2012:12) وهذه الاستراتيجيات كالاتي:-

1-تعزيز الشفافية والأخلاق: تنفيذ سياسة الشفافية والأخلاقيات المحددة جيدًا للتعامل مع أصحاب المصلحة على أساس العدالة والمساواة يجب على المنظمات بشكل واضح احترام حقوق الإنسان والتنوع والالتزام بالتجارة والصحة والسلامة وقوانين العمل ، وكذلك الاعتراف بالمساءلة بشأن البيئة والقضايا الصحية والاجتماعية وإفشاء المعلومات للجمهور حول الأداء الماضي والحاضر والمستقبلي لأصحاب المصلحة(Bhanot *et al.*,2020:1518).

2-الامتثال للوائح وتقليل المخاطر: يمكن أن يترجم عدم الامتثال للضوابط التنظيمية المتعلقة بالأداء البيئي والاجتماعي إلى مخاطر تشغيلية ومالية، مثل العقوبات والتكاليف القانونية، والجهات التنظيمية التي توقف عمليات المنظمات، وفقدان الإنتاجية بسبب عمليات التفتيش الإضافية وتنفيذ تدابير خاصة ويمكن أيضاً اعتبار ضعف أداء الاستدامة عامل خطر من جانب المستثمرين الذين يترجمون إلى زيادة في تكاليف التأمين والصعوبات في الحصول على الدعم المالي وان عدم الالتزام بالمعايير البيئية واللوائح الاجتماعية يمكن أن تمنع من ممارسة الأعمال التجارية في بعض الأسواق أو العقود الفائزة(Shukla *et al.*,2017:44).

3-المرونة في مواجهة الضغوط الخارجية: اتباع استراتيجيات الاستدامة يمكن أن يحسن من مرونة المنظمات في مواجهة الضغوط الخارجية مثل التغيرات في أسعار الوقود الأحفوري والمواد الخام(Severengiz *et al.*,2018:430).

4-تحسين الأداء المالي: وبما أن استراتيجيات الاستدامة تعزز استخدام الموارد بكفاءة أكبر، فإنها تشجع على خفض التكاليف مع الحد من المخاطر التشغيلية والمالية كما أن استراتيجيات الاستدامة تشجع الابتكار ، والتفاضل الذي يمكن أن يترجم أيضاً إلى تحسن في آفاق السوق(Hami *et al.*,2019:223).

5-تحسين العلاقة بين سمعة المنظمة وأصحاب المصلحة: ان تحسين سمعة المنظمة ستعزز ولاء الزبون وثقافة الشركة الصحية، وتعزيز تحفيز العاملين والالتزام بالمنظمة ، وكما أنها تساهم في جذب أفضل المواهب ، وتقليل مخاطر صرعات العمل (De Campos,2019:1908).

6-فرص السوق والميزة التنافسية: يساعد بناء العلاقات مع المجتمعات على تحديد احتياجاتهم وإيجاد فرص تجارية مربحة من المنتجات الجديدة والخدمات ذات الصلة، وتشجيع إعادة التفكير، وإعادة الهندسة، والتحسين المستمر، والابتكار، والميزة التنافسية، ويمكن للمنظمات أن تسعى إلى استغلال ميزة "المُحرك الأول" لتحسين وضعها للمنافسة في المستقبل(Jamwal,2020:158).

ويشير (Spiegel *et al.*,2015:6) بأنه يمكن تقييم ما إذا كانت المنظمات تعمل بشكل مستدام من خلال دراسة استراتيجياتها كما هو مذكور في تقارير المنظمات لتشاندلر (1997) يمكن تعريف الاستراتيجية على أنها تحديد الأهداف الأساسية طويلة المدى وأهداف المؤسسة واعتماد مسار العمل وتخصيص الموارد اللازمة لتنفيذ تلك الأهداف علاوة على ذلك ، يمكن تعريف هذا المصطلح الواسع وفقًا لتسلسله الهرمي مستوى المنظمات والأعمال والتشغيل فتركز استراتيجية المنظمات على المهمة العامة ونطاق العمل مع إرضاء مصالح أصحاب المصلحة التي تقدمها المبادئ التوجيهية لاتخاذ قرارات عالية المستوى استراتيجيًا. وعندما يتم اعتبار سوق معين أو خط إنتاج معين هو استراتيجية الاعمال فيجب الوفاء بها من أجل الامتثال للقرارات الاستراتيجية لتوجيه المنظمة بشأن اختيار المنتجات التنافسية ، ومزايا رضا الزبائن والتطورات الجديدة التي يجب إجراؤها وبالتالي تركز الاستراتيجية التشغيلية على توجيه هيكل الموارد والعمليات والأشخاص لتحقيق الاتجاه الاستراتيجي على مستوى المنظمات والأعمال. ويصرح (Veshagh *et al.*,2012:7) بأن استراتيجية الاستدامة هي خارطة طريق لمتابعة كل أهداف الاستدامة بشكل متزامن وبطريقة متماسكة ويمكن وصفها أيضا بأنها مشكلة تحسين مع عدد كبير من العلاقات المتبادلة .

سابعاً:- مبادئ التصنيع المستدام وممارساته :-

أ- مبادئ التصنيع المستدام :-

ارتبطت مبادئ الاستدامة بنقل المنظمات إلى حالة إنتاج مستدامة من خلال معالجة جوانب مثل استخدام الموارد، وممارسة الطاقة، وإدارة المنتجات والنفايات، وبالتالي جعل المنظمات أكثر استجابةً للقيم الأساسية التي توجه الممارسات التنظيمية المتعلقة بالأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية للاستدامة، بهدف تحقيق استدامة عمليات التصنيع ومن منظور تنظيمي(Shrivastava & Berger,2010:247).

ويمكن تعريف مبادئ الاستدامة على أنها مجموعة من المعايير الأساسية التي تهدف إلى التخفيف من تأثير العمليات ، بالتالي فإن مبادئ الاستدامة تتعامل مع المنظمات التي تتحرك إلى الحرب المستدامة من خلال تغيير رؤيتها / رسالتها، واستخدامها للموارد الطبيعية والبشرية، وممارساتها في مجال الإنتاج والطاقة، ومنتجاتها وإدارة النفايات، والعدالة الاجتماعية والتنمية المجتمعية والأداء الاقتصادي والعمال والمنتجات والتقليل من الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة والتقليل من استخدام المواد الخطرة والمواد الكيميائية (Hussain & Jahanzaib,2018:240). كما تُعرَّف ايضاً مبادئ التصنيع المستدام بأنها مجموعة من المعايير أو المبادئ التوجيهية التي يتعين على منظمات التصنيع اتباعها من أجل ترجمة سياسة التنمية المستدامة إلى العمليات المطلوبة في عمليات التحول بهدف تحسين الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي للمنظمة (Alayon,2016:14). ويذهب آخرون الى ضرورة ان تنتهج المنظمات نهج الإنتاج النظيف حتى تكون قادرة على تنفيذ منهجية التصنيع المستدام الذي يمكن ان تحدد مبادئه بالآتي (Al-Yousfi,2004:266):-

أ- تقليل استخدام الموارد الغير متجددة الى ادنى حد.

ب- إدارة الموارد المتجددة لضمان الاستدامة.

ت- التقليل مع الهدف النهائي المتمثل في القضاء على المواد الخطرة والانبعاثات والنفايات السامة والضارة في البيئة .

ث- تحقيق هذه الأهداف بأكثر الطرق فعالية من حيث التكلفة مع التركيز على التنمية المستدامة.

وأشار (Veleva & Ellenbecker,2001:521) ان مبادئ التصنيع المستدام هي التي تعالج الجوانب الرئيسية للتصنيع المستدام ، والتي تشمل الطاقة واستخدام المواد، والبيئة الطبيعية، والعدالة الاجتماعية والتنمية المجتمعية، والأداء الاقتصادي، والعمال والمنتجات لمعالجة تعقيدات الاستدامة ودورة حياة المنتج، ويوضح الجدول(2) مبادئ التصنيع المستدام.

جدول (2)

مبادئ التصنيع المستدام من وجهة نظر (Veleva & Ellenbecker, 2001:522)

1	تصميم المنتجات والتعبئة والتغليف لتكون آمنة وسليمة بيئيا طوال دورات حياتها، فضلاً عن تصميم الخدمات لتكون آمنة وسليمة بيئيا ايضاً.
2	الاستمرار بتقليل النفايات والمنتجات الثانوية غير المتوافقة بيئياً أو التخلص منها أو إعادة تدويرها.
3	الحفاظ على الطاقة والمواد ويجب ان تكون أشكال الطاقة والمواد المستخدمة هي الأكثر ملاءمة للأهداف المرغوبة.
4	تخفيض او القضاء على المواد الكيميائية والعوامل الفيزيائية والتكنولوجيات وممارسات العمل التي تشكل مخاطر على صحة الإنسان والبيئة وبشكل مستمر.
5	تصميم أماكن العمل لتكون قادرة على تقليل وإزالة المخاطر الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.
6	التزام الإدارة بعملية مفتوحة وتشاركية للتقييم والتحسين المستمر مع التركيز على الأداء الاقتصادي طويل الأجل للشركة.
7	تنظيم العمل للحفاظ على كفاءة وإبداع العاملين والعمل على تعزيزها.
8	يعد أمن ورفاهية جميع العاملين من الأولويات وكذلك العمل على التطوير المستمر لمواهبهم وقدراتهم.
9	احترام المجتمعات المحيطة بأماكن العمل وتعزيزها اقتصاديًا على المستوى الاجتماعي والثقافي والمادي وتعزيز الإنصاف بينهم.

Source:-Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: framework and methodology. Journal of cleaner production, 9(6), 519-549. https://doi.org/10.1016/.

ب- ممارسات التصنيع المستدام :-

ان التكيف مع الظروف المتغيرة على مر السنين أدى الى تطور مفاهيم الاستدامة والتصنيع المستدام مما أدت الى ظهور سلسلة من الممارسات ذات العلاقة مع التصنيع المستدام وقد تحولت الجهود المبذولة في الصناعات التحويلية من تطبيق التكنولوجيا لمكافحة التلوث ومعالجته إلى نظم إنتاج أكثر تكاملاً تدعم التعاون عبر المجالات الوظيفية لأعضاء المنظمة الواحدة وكذلك بين المنظمات (Oecd,2010:36). وتهدف ممارسات التصنيع المستدام إلى تقليل كل من الطاقة والمياه والنفايات والانبعاثات وتحسين جودة المنتج ، وتعزيز صورة الشركة والقدرة التنافسية في السوق ، وتحسين الوصول إلى الأسواق الجديدة ، وخفض التكاليف ، وزيادة الأرباح وتتراوح الممارسات من تحسينات عملية بسيطة إلى تصميم منتجات مبتكرة (Hussain & Jahanzaib,2018:240). ويمكن رؤية تطور ممارسات التصنيع المستدام في ثلاثة مستويات وهي(المنتج والعملية والنظام) ، على مستوى المنتج، تم توسيع مفهوم 3R التقليدي (التخفيض وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير) إلى نهج 6R الأكثر استدامة ((التخفيض وإعادة الاستعمال وإعادة التدوير والاستعادة وإعادة التصميم وإعادة التصنيع) في مستوى المنتج، وتغيير النموذج من دورة حياة واحدة إلى دورات حياة متعددة. وعلى مستوى العملية، بذلت جهود مختلفة في سبيل تحقيق التحسينات

التكنولوجية وتخطيط العمليات على النحو الأمثل من أجل الحد من استهلاك الموارد، وتوليد النفايات، والمخاطر المهنية، وما إلى ذلك. اما على مستوى النظام فقد تحول من مجرد التركيز على عمليات التصنيع والتعاون بين ادارات التفكير المستدام التي تم توسيعها إلى مرحلة ما بعد المستوى التنظيمي لتشمل دورة حياة المنتج والعلاقات الصناعية (Hassan, *et al*,2015:3).

وتعرف ممارسات التصنيع المستدامة من قبل (Muhardi *et al.*,2020:1042) على أنها التقنيات والسياسات والإجراءات التي يمكن للمنظمات تطبيقها لإنتاج منتجاتها المصنعة عن طريق تقليل الآثار السلبية على البيئة ، وإعطاء المزيد من الاهتمام لسلامة العاملين والمجتمعات والزبائن.

وتركز ممارسات التصنيع المستدامة التي يعتمدها المصنعون عادة على تصنيع مواد المدخلات وعمليات التصنيع والتعبئة والتخلص من النفايات، ضمن أمور أخرى. ويمكن أيضاً أن تمتد الممارسات لتشمل سلسلة الإمداد، وكذلك إجراءات المسؤولية الاجتماعية والبيئية والاقتصادية ، وان أكثر ممارسات التصنيع المستدام شيوعاً، والتي يجري اعتمادها حالياً هي استخدام المواد المعاد تدويرها واستخدام المواد التي تنتج نفايات خطرة قليلة أو معدومة (Millar & Russell،2011:518).

ويوفر مفهوم ممارسات التصنيع المستدام هيكل برنامج تحسين مستمر يركز على تحسين مخاطر الأعمال وتوليد النفايات وكفاءة المواد والطاقة ، وإنشاء منتجات وخدمات صديقة للبيئة ومن منظور الاستدامة البيئية ، ينبغي ان تؤدي ممارسات التصنيع الى الحد الأدنى من النفايات واستخدام الطاقة (Jayal *et al.*,2010:144). وأشار (Hami *et al.*,2016:141) الى ان ممارسات التصنيع المستدام تتمثل بالجدول الآتي (3):-

جدول (3) **ممارسات التصنيع المستدام**

الممارسات	التعريف
ممارسات داخلية	
الإنتاج النظيف	منع التلوث في المصدر (في المنتج وعمليات التصنيع) بدلاً من إزالته بعد إنشائه
الكفاءة الاقتصادية	إنتاج المزيد من المنتجات مع تقليل كثافة الموارد في نفس الوقت وتقليل التأثير البيئي
علاقة الموظف	تنفيذ مجموعة من الخطط والبرامج لتحسين رفاهية العاملين
ممارسات خارجية	
علاقة الموردين	مراقبة الموردين والتعاون معهم لتحسين أداء المجهزين
علاقة الزبون	أدارة الزبائن لتحسين رفاهيتهم
علاقة المجتمع	تنفيذ مجموعة من الخطط/ البرامج لتحسين الأداء المجتمعي
انتاج الحلقة المغلقة	إغلاق دورة المواد من أجل تحقيق المزيد من الاستدامة في إدارة سلسلة التجهيز
العلاقة الصناعية	التعاون مع المنظمات لتحسين الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي

Source : Hami, N., Muhamad, M. R., & Ebrahim, Z. (2016). The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability. Jurnal Teknologi,vol.(78),No.(1).p 141. https://doi.org/10.11113/jt.v78.3090

ثامناً:-ابعاد التصنيع المستدام

اصبح ضروري على المنظمات ان تتحرك تجاه عمليات صديقة للبيئة ومستدامة تمكنها من استرجاع كلفها بسرعة وتبني طريقة جديدة لتطوير المنتج تستند الى التكامل بين المتطلبات البيئية في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج باعتبار ان تقليل استخدام الموارد وتقليل الهدر المتولد والانبعاثات فضلاً عن قياس وادارة الموازنة البيئية سوف يساعد في صنع نظام مستدام يرتكز على ثلاث ركائز، وهي الأرياح والأرض، والناس والتي تمثل الابعاد الثلاثة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، والتي اتفق حولها العديد من الباحثين باعتبارها الابعاد الأساسية للتصنيع المستدام والتي يجب اعتمادها وتفعيلها لتحقيق الأهداف (Raouf & Hawass,2019:8).

وقد قسم (Bhanot *et al*.,2015:59-60) ابعاد التصنيع المستدام إلى ثلاثة أجزاء، الأول هو البعد الاقتصادي الذي يتكون من أربعة معلمات: تكلفة الإنتاج ، جودة القطع، معدل الإنتاج، وإدارة العمليات، والثاني هو البعد الاجتماعي الذي يتكون من أربعة معايير: صحة العامل، سلامة العمال، علاقات العمل، والتدريب والتعليم، آما البعد الثالث والأخير البعد البيئي مقسماً الى خمسة معايير: كثافة المياه، كثافة الطاقة، المواد، إدارة المخلفات، والقضايا البيئية. والاستدامة هي جزء من تحسين الكفاءة الشاملة للمنظمات والمنتجات والعمليات. بالتالي فأن الاستدامة تقليدياً لها ثلاثة أبعاد: البعد الاقتصادي والبيئي والاجتماعي وتؤثر تكاليف الطاقة أو المواد على الفعالية الاقتصادية، كما يعد تخفيض الموارد مساهمة في الفعالية الاقتصادية والإيكولوجية. أما البعد الاجتماعي فيوضح ظروف العمل، وشروط التعليم، والمهارات وغيرها (Rauch *et al*.,2015:547).

ويمكن تعريف الشركة المستدامة (Labuschagne *et al*.,2005:2) بأنها اعتماد استراتيجيات وأنشطة الأعمال التي تلبي احتياجات المنظمة وأصحاب المصلحة مع الحفاظ على الموارد البشرية والطبيعية التي ستكون مطلوبة في المستقبل، والجدول (4) يعرض أبعاد الاستدامة.

جدول (4)

ابعاد الاستدامة من وجهة نظر(Garetti & Taisch,2012:15)

ابعاد الاستدامة		
البعد الاقتصادي	البعد الاجتماعي	البعد البيئي
الاداء الاقتصادي **وجودها في السوق** **التأثيرات الاقتصادية الغير مباشرة**	**ممارسات العمل وظروف العمل الكافية** **التنوع وتكافؤ الفرص** **العلاقات مع المجتمع** **الامتثال لسياسة المجتمع** **صحة المستهلك وسلامته** **حقوق الانسان**	**المواد** **الطاقة** **الماء** **التنوع البيولوجي** **الانبعاثات** **المخلفات** **المنتجات والخدمات**

Source:. Garetti, M., & Taisch, M. (2012). Sustainable manufacturing: trends and research challenges. Production planning & control, 23(2-3),p.19. https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591619.

أ-البعد الاقتصادي :-

يشير إلى استخدام مؤشرات الربحية والتكلفة واستثمارات المنظمات التي تدعم الأداء الاقتصادي من خلال البناء المستدام وخلق فرص عمل مستدامة بالإضافة إلى إقامة أنشطة اجتماعية مربحة (Alnoor *et al.*,2018:73). وتساعد الميزة الاقتصادية منظمات التصنيع على قياس الجانب الاقتصادي لأداء الاستدامة في التصنيع والمنتجات على عكس المراجع البيئية ، تم التعامل مع البعد الاقتصادي من خلال عناصر إلكترونية متنوعة وكان مفهوماً وفي أي مستوى تم تقييمه وتم النظر في قياسات مثل الاستثمار وجودة المنتج والربحية والابتكار والنقل والبحث والتطوير بينما على مستوى النظام المباشر وغير المباشر كانت التكلفة والربح وصافي التدفق النقدي والتنمية الاقتصادية وتكاليف الغرامات هي مخاوف رئيسية .(Eslami *et al.*,2019:5200)

ومع ذلك بناءً على المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا يمكن تقسيم مجالات دراسة الاستدامة من وجهة نظر اقتصادية في التصنيع إلى ثلاث مجموعات رئيسية: الربح وتكاليف التصنيع والاستثمار، يهدف الربح الى قياس الإيرادات والارباح العائدة لتصنيع المنتجات، وتشمل تكاليف التصنيع (تكاليف المواد والعمالة والأدوات واستهلاك المعدات واستهلاك الطاقة واستهلاك المياه والتعبئة والتسليم وحماية البيئة وإدارة النفايات الصلبة ومعالجة المياه وإعادة التدوير)، آما المجموعة الثالثة هو الاستثمار الذي يقيس أداء الاستثمار في شركة التصنيع (Akbar & Irohara,2018:5).

ويعتبر النمو الاقتصادي هو تحسين في الدخل القومي للفرد على نطاق أوسع بمعنى أن هذا ينطوي على ارتفاع الدخل القومي، الناتج القومي الإجمالي والناتج المحلي الإجمالي وبالتالي فإن هذا النمو هو التأثير المشترك للتغيرات الهيكلية في الاقتصاد مما يؤدي إلى زيادة في ثروة الدولة ، وبالتالي فإن النمو الاقتصادي يشير إلى عملية تعزيز قدرة المؤشرات الاقتصادية الكلية واقتصادات الدولة مع التركيز على الناتج المحلي الإجمالي للفرد. قد لا يكون الحجم الملاحظ دائمًا خطيًا ولكن له تأثيرات إيجابية على الجزء الاقتصادي والاجتماعي بينما تشير التنمية إلى كيفية تأثير النمو على مستوى الحياة داخل المجتمع (Latorre,2015:6). وتعد قضايا / جوانب الاستدامة الاقتصادية من المكونات العاجلة لتقييم الاستدامة لمنظمات التصنيع وهذه الجوانب او القضايا هي : قضايا العولمة، وقضايا الناشئة، وتصميم المنتجات المبتكرة، منظمات التصنيع القابلة لإعادة التشكيل، استراتيجيات التصنيع التنافسية، تقييم الأداء، وإدارة منظمة مرنة (Garbie,2016:92). وان المفهوم الاقتصادي وفقاً لـ(Potts *et al.*,2013) ضمن اطار التنمية المستدامة لا ينطلق لكيفية توليد الإيرادات والارباح فقط وإنما كيفية استخدام الموارد المتاحة بشكل كفوء والمحافظة على الموارد من الهدر والضياع فضلاً عن تشجيع المشاريع الفردية والمشتركة التي تقدم المصلحة العامة للمجتمع الإنساني. فضلاً عن تطوير المهارات والقدرات بصورة هادفة تؤدي الى استخدام الموارد بشكل كفؤ ورشيد، وان يكون النظام الاقتصادي قادراً على تلبية الاحتياجات الفردية والاجتماعية بشكل عادي ومتوازن ولا يمكن احداث تأثير اجتماعي وبيئي دون وجود منظور اقتصادي في اطار الاستدامة (الغالبي ، المالك ، 12:2016).

ب-البعد الاجتماعي :-

تخلق الاستدامة الاجتماعية قيمة نحو مجتمع مستدام من خلال وجهات النظر الفلسفية والأخلاقية والاقتصادية والنفسية والتكنولوجية ، وتعتمد الاستدامة الاجتماعية على الموارد البشرية الداخلية، والسكان الخارجيين، والأداء الاجتماعي. ويستخدم العمال والمجتمعات المحلية أساساً لتحديد مسارات الاستدامة الاجتماعية وتعد قضايا/جوانب الاستدامة الاجتماعية من الركائز الرئيسة للاستدامة الاجتماعية في مؤسسات التصنيع ، وهذه القضايا/الجوانب هي إدارة العمل، وحقوق الإنسان، والالتزام المجتمعي، وقضايا الزبائن، والممارسات التجارية (Garbie,2016:103). ويشير (Catlin *et al.*,2017:270) بأن البعد الاجتماعي ينظر إلى القضايا التي تؤثر على العمال (ضمان الأجور العادلة والمعاملة العادلة للأشخاص الذين يوفرون المواد الخام والمنتجات) وتلك التي تؤثر على الزبائن بمعنى آخر(التأكد من أن المنتجات تقدم

قيمة حقيقية ولا تضر بالزبائن) وعلى المجتمعات (ضمان تطوير مجتمعات صحية ومنتجة ومجزية). ويرى(Vezzoli & Manzini,2008:220) بأن البعد الاجتماعي يعني الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية اذ لا يكون لهما أي معنى إلا عندما يتم توليد المنتجات بقواعد متجددة يمكن أن تحقق الاستفادة القصوى لمختلف شرائح المجتمع، ويوضح (Roadmap,2010:18) ان الهدف الرئيسي لهذا البعد هو تطوير أشكال جديدة من التفاعل بين العملية والآلات والبشر بطريقة يمكن من خلالها تشغيل المصانع المستقبلية بشكل مربح وفي الوقت نفسه توفير بيئة محفزة للعاملين، والاستفادة القصوى من مهاراتهم ومعارفهم من خلال التعلم والتدريب مدى الحياة ، وان الخلفيات الثقافية للأفراد العاملين في المصنع هي أيضا عامل حاسم لنجاحه.

ويؤكد (Galdeano *et al.*,2013:126-127) على ان البعد الاجتماعي يهتم برفاه المجتمعات والمنظمات والأشخاص. وإيجاد توازن بين الاحتياجات المجتمعية والبشرية وقدرة الطبيعة ورفاهها الاقتصادي ويرتبط البعد الاجتماعي بالإنتاجية الاقتصادية للمنظمات والقدرة التنافسية، واحترام البيئة، والعمليات الاجتماعية والاقتصادية مع الاهتمام بتنمية رأس المال البشري، وخلق فرص العمل، وتطوير قضايا الصحة والسلامة.

ويصرح (Seliger & Jawahir,2011:31) الاستدامة الاجتماعية في تنمية المجتمع وسيلة لضمان مشاركة جميع أعضاء المجتمع ، وهذا ينطوي على خلق توازن بين القوى الاجتماعية بهدف تحقيق مجتمع صالح للعيش ومستدام على المدى الطويل.

ويرى (Jacobs & Chase,2012:26) بأن المسؤولية الاجتماعية تتعلق بالممارسات التجارية العادلة والمفيدة تجاه العمالة والمجتمع التي تمارس فيها الشركة أعمالها اذ تسعى المنظمة الى إفادة موظفيها والمجتمع والعلاقات الاجتماعية الأخرى ، ويجب ان لا تستخدم عمالة أطفال، وان تدفع رواتب عادلة وتحافظ على بيئة عمل آمنة مع ساعات عمل مقبولة ،وأضاف (Zhang,2014:47) بأن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي تصف المسؤولية الاجتماعية للمنظمات بأنها "نهج متوازن للمنظمات لمعالجة القضايا الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بطريقة تهدف إلى إفادة الناس والمجتمعات والمجتمع ، وكما أوضحت وزارة الصناعة الكندية بأنه يمكن للمسؤولية الاجتماعية للمنظمات أن تجعل المنظمات أكثر ابتكارًا وإنتاجية وقدرة على المنافسة وتساعد في جعل الأعمال التجارية الكندية أكثر تنافسية من خلال دعم مكاسب الكفاءة التشغيلية ، وتحسين إدارة المخاطر، وتعزيز علاقة العاملين مع المجتمعات.

ت-البعد البيئي :-

يمكن تحقيق الاستدامة البيئية من خلال كفاءة الموارد (الماء والهواء والطاقة والمواد) وخفض انبعاثات الهواء والحفاظ على الأرض(Holgado,2014:89). وتشكل البيئة عنصراً رئيساً من عناصر الاستدامة ، وأنها تعود الى الاهتمام بظواهر تغيير المناخ ، الاحتباس الحراري ، ارتفاع اسعار الطاقة ، التلوث ، واستيعاب المخلفات الصناعية في البيئة ، وان كلمة بيئي غالبًا ما تكون مرتبطة بنوع ما من تأثير الإنسان على النظم الطبيعية ، وبهذا السياق يميزها عن كلمة إيكولوجي ، والتي يمكن وصفها بأنها مفهوم الترابط او الاعتماد المتبادل بين العناصر داخل نظام (Morelli, 2011:3-4).

ويوضح (Aschner,2004:30)بأن مفهوم الكفاءة البيئية يجمع بين الأهداف البيئية والاقتصادية في التصنيع ويتضمن ذلك تحسين إنتاجية الطاقة، والمواد من أجل تقليل استهلاك الموارد وخفض التلوث لكل وحدة من المخرجات الذي يعود بالفائدة على البيئة، يساعد البعد البيئي المنظمات على قياس الجانب البيئي لأداء الاستدامة في التصنيع والمنتجات ويعتقد (Morelli,2013) أنه بدون وجود بيئة مستدامة، من الصعب، النظر في مجتمع أو اقتصاد مستدام. كما قرر أن الاستدامة البيئية هي شرط من شروط التوازن والمرونة والترابط الذي يسمح للمجتمع البشري بتلبية احتياجاته في حين لا تتجاوز قدرة النظم الإيكولوجية الداعمة له على مواصلة تجديد الخدمات اللازمة لتلبية تلك الاحتياجات (Hajirasouli & Kumarasuriyar,2016:27).

وينظر (Yuan *et al.*,2012:39) للتصنيع المستدام من منظور بيئي يحتاج إلى النظر في مكونات التصنيع بطريقة شاملة كما الاستراتيجية الأكثر فعالية واقتصادية للسيطرة على الأثر البيئي هو منع التلوث ، وينبغي أن يركز نهج النظام المثالي للتصنيع المستدام بيئيا على منع التلوث في التصنيع ، وفي مجال التصنيع تتولد الانبعاثات والنفايات البيئية من المواد والطاقة المستهلكة إما بصورة مباشرة أو غير مباشرة في مختلف عمليات التصنيع ، فإن فرص منع التلوث للتصنيع المستدام بيئياً معترف بها من خلال هذه المكونات الثلاثة للتصنيع: التكنولوجيا والطاقة والمواد.

ويصرح (Kaebernick & Kara,2006:19) أن متطلبات عمليات التصنيع نحو الاستدامة البيئية أصبحت أكثر صرامة كل عام ومن المعروف أيضا أن المصنعين في جميع أنحاء العالم قد اتخذوا نهجاً مختلفاً جدا لتلبية هذه المتطلبات، مما أدى إلى ممارسات مختلفة جدا في مختلف البلدان أسباب هذا النهج المختلفة هي التي تعطى من قبل الظروف المحلية التي تعمل الشركة في ظلها، مثل التشريعات، والموقع

الجغرافي، والموارد، أو الوعي البيئي للمجتمع ويمكن القول إن غالبية المنظمات تعترف بأهمية المتطلبات البيئية ولكنها تتبع مسارات مختلفة للتنفيذ ذات أولويات مختلفة. ويرى (Song,2018:11) بأن الاستدامة البيئية للتصنيع تقدم خمسة فوائد وهي : توفير المواد ، توفير الطاقة ، تقليل النفايات ، تقليل الانبعاثات ، توفير استخدام الأراضي.

ويجب أن ننظر إلى الكفاءة البيئية ، وكذلك كفاءة الطاقة لتحقيق أقصى إنتاج مطلوب مع الأخذ في الاعتبار أنه يجب علينا تقليل الضرر البيئي لتحقيق مكاسب اقتصادية، ومن الناحية العملية ، من المستحيل تخيل عالم الآن حيث يمكننا العيش بدون وسائل الراحة العالم الحديث الذي أصبح ممكنًا بفضل التطورات التكنولوجية ، والأشياء المنتجة (Sengupta *et al.*,2019:106).

الفصل الثاني

المبحث الثاني : خارطة مجرى القيمـــة المستدامة

تمهيد :-

فـي ضـوء اشـتداد المنافسـة والتغيـرات السـريعة التـي تواجـهُ المنظمـات فإنهـا تتطلـب انتهـاج افضـل السـبل والممارسـات التـي تَفـي بغاياتهـا ، والتـي يُمكـن مـن خلالهـا العمـل علـى تعظـيم الاسـتغلال الكلـي للأنشـطة التـي تضـيف قيمـة مـن وجهـة نظـر الزبـون، ممـا دفـع تلـك المنظمـات للقيـام بعمليـة التحسـين المسـتمر والسـعي لتحقيـق الجـودة العاليـة والكلفـة المنخفضـة والاسـتجابة السـريعة لتلبيـة احتياجـات الزبـون ومتطلباتـه ، والتركيـز علـى الأنشـطة التـي يمكـن مـن خلالهـا خلـق قيمـة مسـتدامة وسيتم التركيز في هذا المبحث على الفقرات الآتية:

اولاً: مفهوم خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

ثانياً: مقاييس خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

ثالثاً: خارطة مجرى القيمة المستدامة لتحسين اداء الاستدامة :-

رابعاً: النهج القائم على PDCA المقترح لتنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

أولاً:- مفهوم خارطة مجرى القيمة المستدامـــة :-

يعد تخطيط تدفق القيمة (VSM) أسلوباً تشخيصياً نشأ من مبادئ التصنيع الرشيق، والغرض منه هو تحديد الأنشطة ذات القيمة المضافة ، وغير ذات القيمة المضافة في مجرى القيمة بحيث يمكن التخلص من الأنشطة المهدرة ، وتوافق الإنتاج مع الطلب(Norton,2009:7).

حيث يفتقر استخدام أداة تخطيط تدفق القيمة في تقييم أداء المنظمة من جوانب الاستدامة البيئية والاجتماعية ، أذ عمل (Torres and Gatti) عام 2009 على تطوير خرائط مجرى القيمة بأداة تسمى خارطة مجرى القيمة البيئية ((E-VSM) (Vippianto, 2017:13). اذ يعد

مخطط تدفق القيمة تقنية تشخيصية نشأت من مبادئ التصنيع الرشيق ، الغرض منه تحديد الأنشطة ذات القيمة المضافة وغير المضافة في مجرى القيمة بحيث يمكن القضاء على الهدر وموائمة الإنتاج مع الطلب. ولأن قطاع التصنيع هو مساهم رئيسي في الاقتصاد وللأسف، هناك العديد من الصناعات التحويلية لها تأثير سلبي على البيئة والمجتمع ومع ذلك ، فإن عملية التصنيع تستهلك موارد كبيرة بشكل مفرط وتنتج نفايات وانبعاثات خطرة لذلك بُذلت العديد من الجهود لتقييم الاستدامة في قطاع التصنيع لذلك اقترح (Simons & Mason, 2002) طريقة تسمى خرائط تدفق القيمة المستدامة(Sustainable Value Stream Mappin) (SVSM) كوسيلة لتعزيز الاستدامة في تصنيع المنتجات من خلال تحليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ، وثاني أكسيد الكربون ، بالإضافة إلى أوقات إضافة القيمة طوال تدفقها .(Hartini *et al.*,2021:2)

ومن الواضح أن مخطط مجرى القيمة (Value Stream Mapping) القياسي لا يأخذ في الاعتبار الأداء البيئي بشكل صريح ، والذي قد يتم تحسينه أو لا من خلال التنفيذ الرشيق ، كما ان الغرض من خرائط مجرى القيمة المستدامة هو استدامة شراء المنتجات وتوزيعها، أذ تهدف الى زيادة نسبة وقت القيمة المضافة ، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عبر سلسلة التجهيز ككل (Norton & Fearne,2007:10).

ويوضح (Lindström & Ingesson, 2016:4) بأن قياسات خارطة مجرى القيمة (VSM) التقليدية هي في الأساس المقاييس الاقتصادية ، وهي الوقت والمخزون (الكمية) ، بينما خرائط مجرى القيمة المستدامة هي خارطة مجرى القيمة التقليدية بالإضافة إلى المدة الزمنية ، فتشمل المقاييس البيئية والاجتماعية: وتتكون المقاييس البيئية من استهلاك الطاقة ، واستخدام المواد الخام ومعالجة المياه، بينما

تتكون المقاييس الاجتماعية من مقاييس بيئة العمل مثل مخاطر الضوضاء للأنظمة الكهربائية والمواد الكيميائية / المواد الخطرة المستخدمة والأنظمة المضغوطة والمكونات عالية السرعة.

ويعرفها (Hartini *et al.*,2018:3) بأنها اداة تحليل قادرة على قياس المقاييس الاقتصادية والبيئية والاجتماعية لخط الانتاج . ويؤكد (Sparks,2014:27-29) بأنها تعمل على توسيع نطاق خارطة مجرى القيمة التقليدية من خلال دمج ثلاثة مقاييس لتقييم الاستدامة البيئية ومقياسين لتقييم الاستدامة الاجتماعية على مستوى خط الإنتاج ، وتسمح إضافة هذه المقاييس بتقييم الجوانب الثلاثة للاستدامة والخاصة بخط الإنتاج ، وتحديد التحسينات المحتملة لأداء الاستدامة ، كما تم اقتراح اضافة ثلاثة جوانب من استخدام المياه للمساعدة في التقييم البيئي : وهي حاجة المياه ، والمياه المستخدمة ، والمياه المفقودة. ويتم تعريف المياه المفقودة على أنها المياه التي لا يتم استخدامها لعملية أخرى أو إعادة تدويرها داخل المصنع ،لذلك يتم معالجة هذه المياه وتخرج من المصنع بعد العملية، كما يتم تضمين المياه المنسكبه والمياه المفقودة بسبب التبخر في كمية المياه المفقودة. ويضيف (Faulkner *et al.*, 2012) مقياس بيئي آخر، هو استخدام المواد الخام الذي يمثل جزءًا كبيرًا من تكاليف التصنيع ويؤثر بشكل مباشر على وقت المعالجة ، ما يجعل من الضروري تحسين كمية المواد المستخدمة، ويعتمد هذا المقياس كلاً من المواد الأصلية والنهائية لخط العملية بالإضافة إلى كمية المواد الخام المضافة أو المطروحة في كل عملية في الخط الانتاجي ، أما المقياس البيئي الثالث المضاف هو استهلاك الطاقة ، ويُعرف بالطاقة التي تستهلكها العملية، وليس الطاقة المفقودة بسبب الحرارة أو بسبب عدم كفاءة الآلة.

وتركز مقاييس الاستدامة الاجتماعية على صحة العاملين وسلامتهم وتشمل مقياس العمل المادي ومقاييس بيئة العمل ،ويستخدم مقياس العمل البدني مؤشر الحمل المادي (Physical Load Index) (PLI) الذي قدمه (Hollman et al., 1999) الذي يحتوي على درجة من (0-56) يحددها الاستبيان والذي يقيم عوامل مثل أوضاع الجسم المختلفة ، بما في ذلك الذراعين والساقين والجذع ،وتركز مقاييس بيئة

العمل على مختلف المخاطر في البيئة مثل المواد الكيميائية الخطرة / المواد المستخدمة (Hazardous Chemicals) والأنظمة الكهربائية (Electrical Systems)، والأنظمة المضغوطة (Pressurized Systems)، والمكونات عالية السرعة (and High-Speed Components) Djatna & (Prasetyo,2019:1339).

واشار (Brown *et al.*,2014:166) الى انها أداة تحليل قادرة على قياس المقياس الاقتصادي والمقاييس البيئية والمقاييس الاجتماعية، مع القيم المقاسة من الجوانب الثلاثة للاستدامة، يحتوي نظام مجرى القيمة المستدامة المقترح على خط تحليل متعدد الطبقات ، بما في ذلك خط تحليل الوقت للتحليل حول نسبة القيمة المضافة ، وخط تحليل المواد للتحليل حول كفاءة المواد ، وخط تحليل الطاقة للتحليل حول كفاءة الطاقة ، وخط تحليل الخلل للتحليل حول كفاءة الجودة ، وخط تحليل التكلفة لتحليل كفاءة التكلفة وخط تحليل السلامة الصحية لتحليل كفاءة العمل(Faulkner *et al.*,2012:816).

وسيلة لتعزيز الاستدامة في تصنيع المنتجات من خلال تحليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى وقت إضافة القيمة وطوال تدفق القيمة (Sunk *et al.*,2017:3733). وصرح(Soltani *et al.*,2019:2) بأنها طريقة بسيطة افعلها بنفسك لإثبات الحقائق ، وتحديد استدامة شراء ، وتوزيع المنتجات ، وزيادة نسبة وقت القيمة المضافة إلى الحد الأقصى وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عبر سلسلة التجهيز ككل.

من خلال ما تقدم وبناءاً على وجهة نظر (Faulkner et al.,2012) ، (Soltani et al.,2019) يمكن تعريف خارطة مجرى القيمة المستدامة على أنها:- اداة تحليل لقياس جوانب الأستدامة الثلاثة (الاقتصادية ، البيئية ، الاجتماعية) من خلال تدفق المواد والمعلومات معاً لتحديد استدامة المنتجات وتحديد مصادر الهدر وتقليل التكاليف وتقديم منتجات ذات جودة عالية للزبائن مع الأخذ بالأعتبار سلامة ورفاهية العاملين والمجتمع بيئياً .

ثانياً:- مقاييس خارطة مجرى القيمة المستدامـــة

تتضمن خارطة مجرى القيمة المستدامة ثلاثة مقاييس لأداء الاستدامة ، وتحديد فرص التحسين على مستوى خط التصنيع وهي (Sparks,2014:41):-

1-المقاييس الاقتصادية :-

تشمل الإيرادات والربح التشغيلي وصافي الربح ومدفوعات الضرائب والتكاليف التشغيلية ومقارنة الأجور بالقيمة التي يحددها السوق والموردين المحليين(Lee *et al.*,2021:4). واشار(Hartini *et al.*,2020:2) الى انها تمثل الوقت والعمل في العملية والتكلفة والعيب.

2-المقاييس البيئية :-

تستخدم لمعالجة المخلفات البيئية (استهلاك المياه ، واستهلاك المواد، واستهلاك الطاقة) وانبعاثات الغازات لتحسين الاستدامة، ويضيف (Faulkner & Badurdeen , 2014 :10) بأنها خرائط ادوات الطاقة لمراقبة استهلاك الطاقة لكل عملية في نظام التصنيع وتعد مقاييس استهلاك الطاقة مهمة في الاستدامة البيئية بسبب استخدام الموارد غير المتجددة وانبعاثات الغازات وكذلك الطاقة المستهلكة بين العمليات من اجل النقل والتخزين او بسبب عدم كفاءة الآلة، وقد عمل(Wills,2009) على توسيع مفهوم تدفق القيمة الى خرائط مجرى القيمة البيئية (E-VSM)، كما طور (Torres & Gati,2009) منهجية (E-VSM) الى خرائط مجرى القيمة البيئية الرشيقة (lean environmental toolk) لمراقبة أستهلاك المياه (المياه المستخدمة ، والمياه المضافة الى المنتج والخسارة الكامنة والخسارة الفعلية والخسارة الجوهرية وغيرها). وتستخدم خرائط مجرى القيمة المستدامة في مراقبة انبعاثات غاز (Co2) وغاز التدفئة (GHG) وقد أستعملت هذه الخرائط لتقييم وتعزيز الاستدامة (Garza-Reye, 2018:4).

3-المقاييس الاجتماعية :

يُعرّف النمو المستدام بأنه النمو الاقتصادي الذي يمكن أن تدعمه البيئة المادية والاجتماعية في المستقبل المنظور لذلك ، تتطلب الاستدامة دراسة التأثير على البيئة الاجتماعية من خلال مراعاة جميع أصحاب المصلحة مثل العاملين والمخاطر التي يتعرض لها الموظف ويتم تقييم هذا الجانب من خلال قياس ومراقبة مخاطر صحة الموظف وسلامته على أساس مستمر سواء كانت هذه المخاطر هي المخاطر اليومية التي يتعرض لها العامل أو المخاطر المحتملة التي تطرأ عليه في عملية معينة، وقد تم تصنيف المقاييس الاجتماعية الى فئتين

(العمل البدني ، وبيئة العمل) (Faulkner *et al.*, 2012:5):-

أ-**العمل البدني** : يعرض هذا المقياس بيئة العمل المادية في مكان العمل ، ويقيس المخاطر المادية التي قد تؤثر على العاملين. أذ يتم تقديم العديد من تقنيات المراقبة المتعلقة ببيئة العمل لتقييم مختلف جوانب العمل البدني والتي تشمل الاتي (Gholami *et al.*,2019:4) :-

1-تقييم السرعة الكلية للجسم :تستلزم هذه التقنية نظام تحليل الوضعية لتقييم مخاطر العضلات والعظام في مجموعة متنوعة من المهام ، ودرجة التحمل ومجهود القوة البدنية وأوضاع العمل السائدة في الصناعات الخدمية بما في ذلك الرعاية الصحية .

2-تقييم سرعة الطرف العلوي توفر هذه التقنية تقييماً سريعاً لتحمل الجهاز العضلي الهيكلي .

3-نظام تحليل وضعية العمل :كانت هذه التقنية من أفكار (Ovako Karhu *et al.*,1977) وتم اعتمادها في شركة فولاذ في فنلندا .

4-مؤشر الحمل المادي :يتم اشتقاق المقياس الأساسي البسيط لهذه التقنية من الردود على الاستبيان الذي يؤكد التكرار(من أبدأ إلى في كثير من الأحيان) للعديد من أوضاع الجسم وإدارة الأحمال المختلفة.

ب-**بيئة العمل:** هي المقياس الاجتماعي الثاني الذي يتم إدراجه في خارطة مجرى القيمة الاجتماعية Socio-VSM والذي يقيس العمل المحتمل والمخاطر المتعلقة بالبيئة على العاملين في بيئة التصنيع ومنها (Sparks,2014:43):-

1-مستوى الضوضاء داخل المصنع :يتعرض مشغلو المصانع لخطر مستمر من مستويات الضوضاء المرتبطة بالمصنع، وأن أي ضوضاء عند مستوى أعلى من (80) تشكل مخاطر على المشغلين .

2-دائرة EHPS: تتضمن هذه الدائرة أربع فئات للمخاطر وهي المخاطر التي تسببها الأنظمة الكهربائية(Electrical Systems)(E) ، الكيمياويات الخطرة / المواد المستخدمة (Hazardous Chemicals/Materials Used) (H) ، والانظمة المضغوطة (Pressurized Systems) (P) ، والمكونات عالية السرعة (and High-Speed Components) (S)، ويتم تعيين كل فئة لعملية معينة بنظام تصنيف من (1 – 5) وفقا لاحتمال الحدوث وتأثير المخاطر المرتبطة ، لضمان سلامة العاملين ، كما يجب تحديد هذه المخاطر في كل عملية بالنظر إلى دائرة EHPS ويمكن أن تقيّم المخاطر المتعلقة ببيئة العمل بشكل معقول، ويصنف (Faulkner *et al.*, 2012:6) مخاطر بيئة العمل كما يعرضها الجدول (5) .

جدول (5) تصنيف مخاطر بيئة العمل

مخاطر المشغل المحتملة	الوصف
	المخاطر المحتملة غير موجودة (DNE)
1	الخطر موجود ولكن تأثيره منخفض ومن المحتمل حدوثه
2	الخطر موجود ولكن له تأثير منخفض واحتمال حدوثه كبير أو له تأثير كبير واحتمال حدوثه ضئيل
3	الخطر موجود ولكن تأثيره متوسط واحتمال حدوثه متوسط
4	الخطر موجود ولكن له تأثير متوسط واحتمال حدوثه مرتفع أو له تأثير كبير واحتمال حدوثه متوسط
5	الخطر موجود ولكن له تأثير كبير واحتمال حدوثه كبير

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).

ثالثاً:- خارطة مجرى القيمة المستدامة لتحسين أداء الاستدامة :-

تم إدخال أطر ومخططات القياس لقياس أداء التصنيع المستدام والتي تختلف في نطاق ومستوى التفاصيل للحصول على اتجاه عملي للتحسين ، اذ طور العديد من الباحثين أداء الاستدامة على مستوى المصنع ، وتم تنفيذ تكامل الاستدامة في أداء المنظمات بناء على الأدلة التجريبية من قبل العديد من الباحثين(Putri,2021:2). اقترح بعض الباحثين تكامل المفاهيم الخضراء لتقييم أداء الاستدامة ، اذ ان خارطة مجرى القيمة المستدامة ليس فقط قادرا على تحليل الأنشطة غير ذات القيمة المضافة في الجوانب الاقتصادية ولكن أيضا الجوانب البيئية(Lindström,2016:893).

تعتبر الأنشطة ذات المستوى المنخفض من الكفاءة بمثابة إشارات للإدارة لتحسين أداء الشركة، وتتمثل ميزة استخدام خارطة مجرى القيمة المستدامة في أنه يمكن للإدارة تحديد مستوى عدم الكفاءة بناءً على النشاط في كل عملية(Sunk,2017:374).

تتكون المقاييس في خارطة مجرى القيمة المستدامة من مؤشرات اقتصادية وبيئية واجتماعية، وهناك نوعان من المعايير التي يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار المقاييس التي سيتم تطبيقها في خارطة مجرى القيمة المستدامة ،الأول هو فائدة المقياس والثاني هو الوضوح كأداة مرئية(Hedlund *et al.*,2020:2).

رابعاً:- النهج القائم على PDCA المقترح لتنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

يجب اعتبار خارطة مجرى القيمة المستدامة ، مثل خارطة مجرى القيمة التقليدية ، عملية تحسين مستمرة ، اذ بناء على إنشاء خريطة الحالة الحالية وبعد تحقيق خريطة الحالة المستقبلية المقترحة ، يمكن رسم خرائط الحالة المستقبلية اللاحقة لتمكين دورة التحسين

المستمر (Garza-Reyes *et al.*,2018:349). تتضمن خارطة مجرى القيمة خطط تنفيذ مستمرة للتحسين المستمر على مستوى تدفق القيمة، وهكذا ومن أجل تقليل / التخلص من الهدر باستمرار حيث قام (Chiarini,2013) بمواءمة نهج خارطة مجرى القيمة مع دورة PDCA(Benhida *et al.*,2016:19).

بناءً على هذا الأساس المنطقي تم اقتراح النهج القائم على PDCA لتنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة المعروض في الشكل(7) لتوفير طريقة فعالة لتمكين تنفيذ دراسات خارطة مجرى القيمة المستدامة في دورة منهجية قابلة للتكرار ومستمرة من التحسين (Garza-Reyes *et al.*,2015:21). اذ تم تطوير النهج على أساس ثلاث مراحل تصميم، تضمنت المرحلة الأولى دراسة الميزات وسبب التكيف وإمكانية تطبيق خارطة مجرى القيمة لتحسين الأداء البيئي / المستدام، وكفل ذلك دمج المعارف النظرية الأكثر علاقة والحالية في الإطار المقترح، بينما تتألف المرحلة الثانية من استخدام الخبرة النظرية والصناعية للمشرفين كمستشارين وممارسين وأكاديميين وباحثين للمساعدة في تطوير النهج المقترح ، وتضمنت المرحلة الثالثة النظر في المدخلات ذات العلاقة في المنظمة من حيث تم تطبيق النهج(Cherrafi *et al.*,2017:831).

1-مرحلة التخطيط وتتمثل وبالاتي:-

أ-تحديد الأهداف الاستراتيجية :-

اذ توفر الأهداف الواضحة مسارا للمنظمات لتصبح رشيقة لذلك ، في مرحلة الخطة تعد صياغة الأهداف مهمة لإعطاء تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة نقطة محورية ،و بهذا المعنى كان الهدف الاستراتيجي لتطبيق خارطة مجرى القيمة المستدامة هو تحديد

وقياس النفايات البيئية بشكل فعال في تدفق القيمة للعملية الحالية (Garza-Reyes *et al.*,2018:349).

ب- إبلاغ العاملين بنية وأهمية تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

بعد ذلك ضمن مرحلة الخطة ، ومن المهم أيضا إبلاغ العاملين بأهداف تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة ، اذ يعد التزام الموظف بالمشروع أمراً ضروريا لأن مشاركته وتعليقاته ستوفر رابطا نحو التحسين المستمر وإنشاء خرائط الحالة الحالية والمستقبلية وتحقيقها، بالإضافة إلى ذلك لن يتم تنفيذ الممارسات البيئية بنجاح إلا إذا كانت مصحوبة بتعزيز معرفة الموظف وكفاءته فيما يتعلق بالقضايا البيئية، وفي هذه الحالة تم تنفيذ نية وأهمية تنفيذ نظام خارطة مجرى القيمة المستدامة من خلال حملة اتصال تضمنت اجتماعات الإدارات ، وإحاطات للعاملين ، والتدريب على الاستدامة و خارطة مجرى القيمة المستدامة (Abdulmalek *et al.*,2007:224).

ت- تحديد منهجية جمع البيانات

يجب تحديد منهجية جمع البيانات من أجل اكتشاف مصادر الهدر وإيجاد طرق للقضاء عليها ، تكونت استراتيجية جمع البيانات في صياغة واتباع خطة جمع البيانات المحددة مسبقا والتي تضمنت جمع البيانات المتعلقة بالخصائص المختلفة لمجرى القيمة للعملية المدروسة، وقد تتضمن البيانات التي يتم جمعها خصائص مثل (1) استهلاك الطاقة والمياه (2) معدل استخدام الأجهزة / المعدات التي تعمل في كل خطوة عملية لمجرى القيمة (3) مستوى نقاء المياه ودرجة شوائبها (4) درجة قابلية إعادة التدوير والتحلل البيولوجي للمواد والمواد المستخدمة في العملية لفهم مدى إمكانية إعادة استخدامها ومدى ضررها (5) كمية ومصادر إجمالي الانبعاثات الناتجة عن العملية(Chiarini,2012:2).

2-مرحلة التنفيذ وتتمثل بالاتي:-

أ- تشكيل الفريق وتعيين بطل خارطة مجرى القيمة المستدامة

تتمثل هذه الخطوة في تشكيل الفريق الذي سينفذ تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة وتعيين البطل الذي سيضمن تقديم الدعم الكافي للفريق ، وأن أي حواجز قد تنشأ أثناء تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة، اذ يتوجب في مشاريع التحسين اختيار أعضاء الفريق من الذين لديهم معرفة وخلفية كافية عن العملية(Chiarini,2014:229).

ب- اختيار عائلة المنتج وتحديد مراحل عملية مجرى القيمة :-

من الضروري تحديد عائلة منتج قبل البدء في دراسة خارطة مجرى القيمة المستدامة ، وبالتالي بعد تشكيل الفريق ، وتعيين البطل فإن الخطوة التالية في النهج المقترح المستند إلى DMAIC لخارطة مجرى القيمة المستدامة هي تحديد عائلة المنتج(Gutierrez *et al.*,2015:163).

ت- تحديد وقياس النفايات في جدول القيمة :-

يبدأ الإجراء الخاص ببناء خارطة مجرى القيمة المستدامة الحالية بتحديد ، وقياس النفايات بيئية وهي الطاقة والمياه والمواد والاوساخ والنقل والانبعاثات والتنوع البيولوجي، اذ تظهر نفايات الطاقة عند استهلاك طاقة أكثر مما هو مطلوب ، والذي بدوره يولد تأثيرا بيئيا سلبيا أكثر عندما يكون مصدر الطاقة من الوقود الأحفوري، بينما يظهر هدر المياه عند استخدام كمية أكبر من المياه مما هو مطلوب وبالتالي يتعين عليك دفع ثمنها ، في حين ان نفايات المواد تتمثل بالمواد المستخدمة في بناء منتج لا يمكن إعادة استخدامه بعد الانتهاء من دورة حياة المنتج وينتهي به الأمر في مكب النفايات، اما نفايات والاوساخ هي عندما لا يمكن إعادة استخدام والاوساخ المتولدة ، فإنها تولد تأثيرا بيئيا سلبيا ، ويتعين على المنظمات أن تدفع مقابل التخلص منها، وتأتي نفايات النقل من الرحلات غير الضرورية في عملية مجرى القيمة ، والتي بدورها تولد

تـأثيرا بيئيـا أكثـر سـلبية عنـدما يعنـي النقـل حـرق الوقـود الأحفـوري ،وتشـير نفايـات الانبعاثـات إلـى النفايـات المنبعثـة مـن تكـوين وتفريـغ الملوثـات فـي الغـلاف الجـوي، امـا نفايـات التنـوع البيولـوجي تـرتبط بتـدمير النباتـات والحيوانـات والكائنـات الحيـة ؛ وكـذلك اسـتهلاك المـوارد الطبيعيـة الزائـدة، وفيمـا يتعلـق بنـوع وكميـة التنـوع البيولـوجي الـذي كـان موجـودًا قبـل إنشـاء منشـآتها / عملياتهـا ، والتي لم تتوافر بيانات عنها(Garza-Reyes *et al.*,2018:340).

3- **مرحلة المراجعة وتتمثل بالاتي:-**

أ- تحليل وإزالة / التقليل من النفايات :-

إن خريطـة خارطـة مجـرى القيمـة المسـتدامة تتـيح تقيـيم العمليـات، اذ يعـد التحديـد الواضـح للنفايـات ، سـواء فـي شـكل مـواد أو تـدفق معلومـات أو نفايـات خضـراء فـي خارطـة مجـرى القيمـة المسـتدامة أمـرا ضـروريا لتحديـد فـرص تحسـين الأداء فـي خريطـة الحالـة المسـتقبلية، وبالتـالي تحليـل وتفسـير واقتـراح اسـتراتيجيات للـتخلص مـن / تقليـل النفايـات المحـددة فـي مجـرى القيمـة للعمليـة المدروسة(Garza-Reyes *et al.*,2014:72).

ب- إنشاء الحالة المستقبلية خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

توفر خريطة الحالة الحالية لقطة للعمليات الفعلية والأداء ، وهذا يساعد في تحديد النفايات، وبالتالي تحديد أولويات جهود وموارد التحسين وتوجيهها بشكل أكثر كفاءة، ومع ذلك فإن فاعلية دراسة خارطة مجرى القيمة المستدامة لا تكمن فقط في هذه الخاصية ، ولكن أيضا في قدرتها على توفير رؤية وتطوير تدفق قيم يصور الحالة المثالية للعملية، وفي هذا السياق تمكن خريطة الحالة المستقبلية المنظمات من النظر إلى المستقبل من خلال تحديد نهج وأداء مثاليين لتشغيل مجرى قيمة العملية(Gutierrez *et al.*,2015:163).

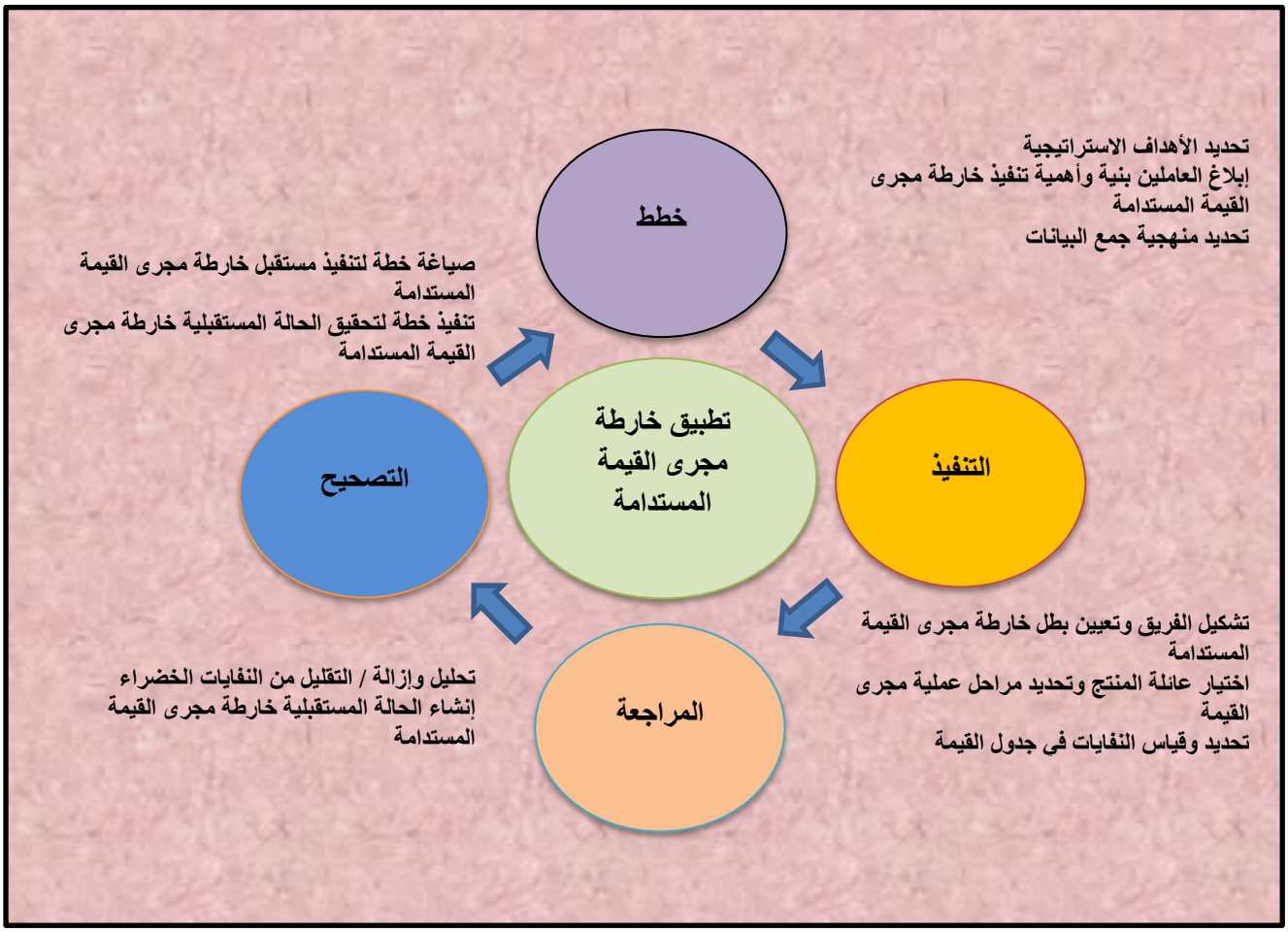
4- مرحلة التصحيح وتتمثل بالاتي:-

أ- صياغة خطة لتنفيذ مستقبل خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

بمجرد إنشاء خريطة الحالة المستقبلية ، تتمثل الخطوة التالية في الطريقة المقترحة لخارطة مجرى القيمة المستدامة في إنشاء خطة لتنفيذ الاستراتيجيات المصممة مسبقاً لإزالة / تقليل النفايات ، وفي هذا السياق يشكل تحديد الأهداف والغايات أساس الخطة لأنها توفر الأساس المنطقي للمضي قدما، وتوجيها واضحا لما يجب القيام به وتحقيقه، اذ ستعمل الأهداف والأهداف أيضاً كأساس لرصد ، ومراقبة التقدم والنجاح في تنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة، وهذا الجانب هو عنصر أساسي في نشر الممارسات الرشيقة (Garza-Reyes *et al.*,2018:340).

ب- تنفيذ خطة لتحقيق الحالة المستقبلية خارطة مجرى القيمة المستدامة :-

تتوافق هذه الخطوة مع مرحلة التنفيذ التي ستوفر ، وتمكّن التحول إلى الحالة المستقبلية لخارطة مجرى القيمة المستدامة، ففي الممارسة العملية قد تجعل القيود المفروضة على الموارد مثل الاستثمار والوقت والعاملين ، وما إلى ذلك تنفيذ جميع الاستراتيجيات الموضوعة للقضاء على النفايات مستحيلة النشر في نفس الوقت، هذا لأنه يمكن للمنظمات فقط تخصيص موارد محدودة لتحسين عملياتها و / أو خدماتها و / أو منتجاتها، لهذا السبب قد يكون من الضروري إعطاء الأولوية لتنفيذ تلك الاستراتيجيات على أساس تلك التي ستوفر الحلول المثلى ذات الفوائد العالية وتكاليف التنفيذ المنخفضة نسبيا(Garza-Reyes *et al.*,2018:340).



شكل (7)

نهج PDCA لتنفيذ خارطة مجرى القيمة المستدامة

Garza-Reyes, J. A., Romero, J. T., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to environmental value stream mapping (E-VSM). Journal of Cleaner Production, 180,p 340.

الفصل الثاني

المبحث الثالث : تقنية (6R)

تمهيد

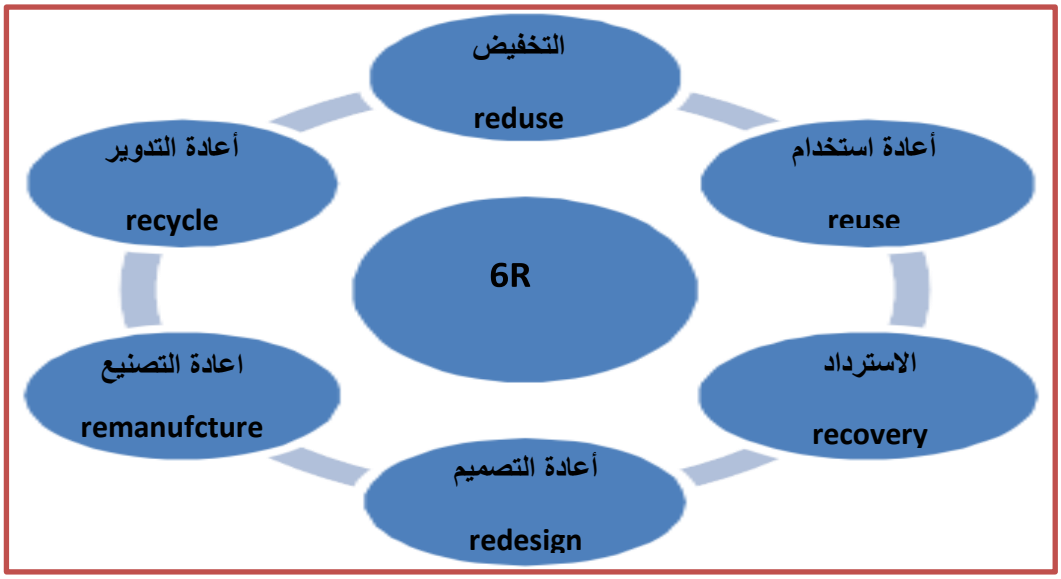
أضحى اهتمام المنظمات الصناعية المعاصرة صوب البيئة ، والمحافظة عليها من التأثيرات السلبية لمخلفات العمليات الصناعية ، والتي تشكل تهديد كبير لها، وقد اسهم التطور الكبير في اساليب و نظم التصنيع ومنها ما يتعلق بالتصنيع المستدام في بلورة ذلك الأهتمام ووضعه موضع التطبيق وذلك عبر إعادة التدوير او إعادة التصنيع او إعادة استخدام المخلفات وجعلها اما مواد أولية تستخدم في انتاج منتجات جديدة او يتم تصليحها ومن ثم يعاد استخدامها، ولعل سبب ذلك الاهتمام انما تعكسه الرغبة في تحقيق التفوق التنافسي على المنافسين والتميز في السوق المستهدف، وتشير الاتجاهات العالمية إلى أن استهلاك الطاقة في أتمتة التصنيع هو جانب مهم لدعم الجيل القادم من المصانع البيئية المستدامة، اذ تستهلك بعض عمليات التصنيع كميات كبيرة من الطاقة لتصبح مؤتمتة بالكامل، اضافة الى التحدي الكبير الذي يواجه المنظمات في توليد الطاقة في السنوات القادمة لتلبية الطلب، عليه ظهرت الحاجة لاستكشاف طرق جديدة لتقليل الاستهلاك وأتمتة التصنيع، ويركز هذا المبحث على تقنية (6R) التي تعتبر واحدة من أهم ادوات التصنيع المستدام اذ أن فهم الأساليب المختلفة واستكشاف أدوات جديدة للتصنيع المستدام يعد من العوامل المهمة لدعم المطالب البيئية، وسيتم التركيز في هذا المبحث على مفهوم تقنية (6R) واهميتهُ :-

اولاً:- – تقنية (6R) المفهوم والاهمية :-

أ- مفهوم تقنية(6R) :-

يركز مدخل التصنيع المستدام على تقنية (6R) كونها أوسع قائمة على الابتكار للمنتجات على مدى دورات حياة متعددة. اذ تقدم تقنية (6R)على نظام دورة حياة المنتج كأساس للتصنيع المستدام(Kuik *et al.*,2011:2).

يتضمن هذا المفهوم الجديد تقليل النفايات وإعادة استخدامها واستعادتها وإعادة تصميمها وإعادة تصنيعها وإعادة تدويرها ، بدأً من تخطيط العملية لتقليل استهلاك الطاقة والموارد ، والنفايات السامة والمخاطر المهنية وهي العوامل التي يجب مراعاتها في مستوى العملية من أجل الحصول على نظام تصنيع مستدام(Jawahir,2016:104).اما المستوى الأخير المهم للحصول على تصنيع مستدام هو النظام، اذ يجب أن تدخل سلسلة التجهيز بأكملها، والتي يعد نظام التصنيع جزءاً منها في الحساب مثل مراحل دورة الحياة ، وما قبل التصنيع والتصنيع والاستخدام وبعد الاستخدام وعلى مدار دورة حياة المنتج(Housthyar *et al.*,2014:8).



شكل(8)

مكونات 6R الموجه نحو الاستدامة بحسب وجهة نظر (Houshyar *et al.*,2014)

Source:-Houshyar, A., Hoshyar, A., & Sulaiman, R. B. (2014). Review paper on sustainability in manufacturing system. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 4(4), P.7. www.textroad.com

يشير التصنيع المستدام الى انتاج وتصنيع المنتجات التي تستخدم العملية لتقليل الآثار البيئية السلبية ، والحفاظ على الطاقة والموارد الطبيعية ، كونها آمنة للعاملين والمجتمعات والزبائن وتكون سليمة اقتصاديا(Jawahir,2016:104). وتتيح الاستدامة للمنظمة تقليل المخاطر ، وتجنب توليد النفايات ، وزيادة كفاءة المواد والطاقة ، والابتكار من خلال انتاج سلع أو خدمات جديدة وصديقة للبيئة (Vinodh *et al.*,2014:164). وقد حدد (Dyllick & Hockerts) ثلاثة أبعاد للاستدامة وهي دراسة الجدوى (اقتصادية) ، الحالة الطبيعية (البيئية) ، والحالة المجتمعية (الاجتماعية)، اضافة الى ذلك فإن حماية الموارد الطبيعية من الاستغلال ، باسم الإنتاجية والقدرة التنافسية ، من قبل منظمات التصنيع والخدمات تعد من العوامل الرئيسة في قضية الاستدامة (Jawahir *et al.*,2006:2).

أن نظام التصنيع هو العنصر الرئيسي في سلسلة التجهيز المستدامة، لذلك من الضروري التركيز على الجوهر الرئيسي لتلك السلسلة ، وهو نظام التصنيع ، ويجب محاولة تنفيذ منهجية (6R)(Housthyar *et al.*,2014:8).

1- **التخفيض (Reduce)** من خلال التركيز على جميع مراحل دورة حياة المنتج ،اذ يهدف نشاط التخفيض إلى تخفيض استخدام أنواع مختلفة من المواد، والموارد وتخفيض توليد النفايات والانبعاثات(Jawahir,2016:104). في منهجية(6R) يركز التخفيض بشكل أساسي على المراحل الثلاث الأولى من دورة حياة المنتج (Jawahir,2016:104). ويشير إلى تخفيض استخدام الموارد في مرحلة ما قبل التصنيع ، وتخفيض استخدام الطاقة والمواد والموارد الأخرى أثناء التصنيع ، وتخفيض وتقليل الانبعاثات والنفايات أثناء مرحلة الاستخدام(Kuik *et al.*,2011:2).

2- **اعادة الاستخدام (Reuse)** اعادة استخدام المنتجات أو المكونات بدلاً من المواد الجديدة في المنتجات الجديدة، اذ يمكن إعادة استخدام المكون الوظيفي عن طريق استخدامه في منتج

جديد أو كمكون لصنع نفس المنتجات الجديدة أو مجموعات منتجات مختلفة بعد تفكيك هذا المكون القابل للاستخدام من منتجه القديم(Zhang *et al.*,2013:2). كما انها تشير إلى إعادة استخدام المنتج ككل ، أو مكوناته بعد دورة حياته الأولى لدورات الحياة اللاحقة ، لتخفيض استخدام المواد المستخدمة لإنتاج منتجات ومكونات جديدة (Hernández *et al.*,2019:547).

3-**الاسترداد (Recovery)** يشمل استرداد المنتجات من خلال عمليات التفكيك واستعادة المواد، يشار إلى عملية جمع المنتجات في نهاية مرحلة الاستخدام، والتفكيك والفرز والتنظيف للاستخدام في دورات الحياة اللاحقة للمنتج باسم الاسترداد (Hernández *et al.*,2019:547).

4- **إعادة التصميم(Redesign)** تتضمن عملية اعادة تصميم المنتجات أو المكونات استخدام المواد والموارد المسترده والمعرفة والمعلومات لتبسيط تصميم المنتج الجديد(Jawahir,2016:104). ويتضمن نشاط إعادة التصميم عملية إعادة تصميم منتجات الجديدة ، والتي ستستخدم المكونات والمواد والموارد المستردة من دورة حياة المنتجات السابقة أو الجيل السابق من المنتجات(Zhang *et al.*,2013:2).يمكن إجراء إعادة التصميم لغرض زيادة استخدام المواد أو المكونات المسترده من المنتجات السابقة لإنتاج منتجات محسنة جديدة ، إما نفس المنتجات أو منتجات مختلفة تماماً(Hernández *et al.*,2019:547).

5- **إعادة التصنيع(Remanufacture)** تتضمن عملية اعادة تصنيع المنتجات أو المكونات التجديد والإصلاح والتصنيع اللاحق لمنتجات مماثلة أو مختلفة لإعادة استخدامها(Jawahir,2016:104). بينما تتضمن إعادة التصنيع إعادة معالجة المنتجات المستخدمة بالفعل لاستعادتها إلى الحالة الأصلية أو شكل جديد مماثل من خلال إعادة استخدام

أكبر عدد ممكن من الأجزاء دون فقدان الوظيفة(Zhang *et al.*,2013:2). إذ سيصبح المنتج المعاد تصنيعه وحدة وظيفية تحافظ على ميزات مكافئة ، وأحيانًا متفوقة من حيث الجودة والوظائف والموثوقية والأداء والعمر والمظهر، ويجب أيضا أن يتحمل على الأقل دورة حياة كاملة أخرى(Hernández *et al.*,2019:547).

6- **إعادة التدوير (Recycle)** ويشمل إعادة تدوير المنتجات أو المكونات التي تعد خلافاً لذلك نفايات يمكن أن تقلل من استخدام المواد الجديدة ، كما تتضمن إعادة التدوير عملية تحويل المواد التي يمكن اعتبارها نفايات إلى مواد أو منتجات جديدة (Hernández *et al.*,2019:547). ويمكن تحويل المنتجات المصنوعة من مواد قابلة لإعادة التدوير إلى مواد جديدة من خلال عمليات إعادة التدوير خلاف ذلك سيتم التخلص من المواد غير القابلة لإعادة التدوير(Zhang *et al.*,2013:2). ويمكن استخدام المواد المعاد تدويرها لاحقاً في شكل مواد خام لصنع المنتجات الجديدة أو إنتاج نفس المنتجات، ويمكن أيضاً تطبيق إعادة التدوير لاستعادة الطاقة من منتجات سابقة في بعض الحالات، ومن منظور الوظيفة يجب أن تُظهر المنتجات المعاد تصميمها حديثًا ميزات وأداءً فائقا مقارنة بالمنتجات القديمة(Hernández *et al.*,2019:547). ويوضح الجدول (6) مفهوم مكونات تقنية (6R)

جدول (6)

مفهوم مكونات تقنية (6R)

المكون	المفهوم
التخفيض	• تخفيض استخدام الموارد في مرحلة ما قبل التصنيع. • تخفيض استخدام الطاقة والمواد في التصنيع. • تخفيض الهدر أثناء مرحلة الاستخدام.
إعادة الاستخدام	• إعادة استخدام المنتج أو أحد مكوناته لاستخدامه كمادة أولية لإنتاج منتج جديد.
الاسترداد	• التجميع والتفكيك والفرز والتنظيف في نهاية مرحلة استخدام المنتج.
إعادة التصميم	• تبسيط عمليات ما بعد الاستخدام المستقبلية.
إعادة التصنيع	• إعادة معالجة المنتج المستخدم بالفعل.
إعادة التدوير	• تحويل النفايات أو المنتج إلى مادة ومنتجات جديدة.

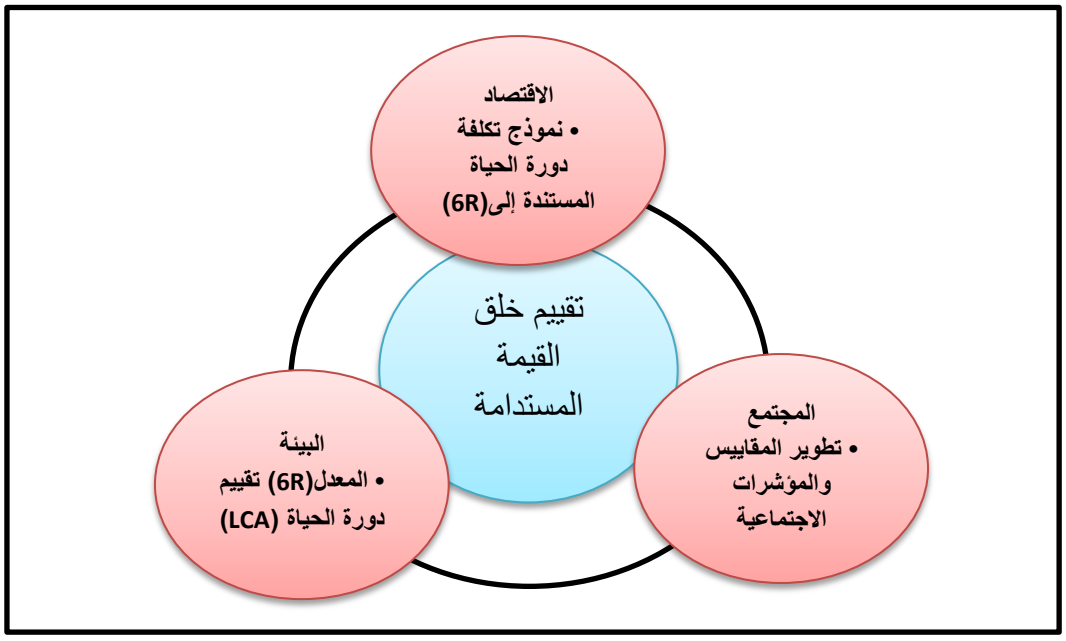
Source:-Houshyar, A., Hoshyar, A., & Sulaiman, R. B. (2014). Review paper on sustainability in manufacturing system. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 4(4), p.8. www.textroad.com

ب-اهمية استخدام تقنية(6R) :-

إن الفهم الشامل لتدفق المواد القائم على منهجية(6R) وتأثيره على خلق القيمة أمر ضروري لتحقيق الفوائد الاقتصادية والمجتمعية مع تقليل التأثير البيئي الضار (Zhang *et al.*,2013:2). وتتضمن منهجية (6R) تعزيز الاستدامة في عمليات التصنيع من خلال تقليل استخدام المواد والطاقة والمياه والموارد الأخرى وإعادة استخدام المنتجات / المكونات واستعادة وإعادة تدوير المواد / المكونات وإعادة تصنيع المنتجات وإعادة تصميم المنتجات للاستفادة من المواد / الموارد المسترجعة(Hernández *et al.*,2019:547).

يعرض الشكل (8) المقاييس والمنهجيات الممكنة التي تقود عملية تقييم خلق القيمة المستدامة على مستويات المنتج والعملية والنظام ، مقسمة إلى الركائز الثلاث للاستدامة. فبالنسبة للاقتصاد يمكن استخدام نموذج التكلفة الذي يتضمن عناصر(6R) لتقييم الأداء الاقتصادي من

منظـور دورة الحيـاة الإجماليـة، امـا بالنسـبة للبيئـة فـيمكن توسـيع المنهجيـات الحاليـة مثـل تقيـيم دورة الحيـاة Asserment Cycle Life(LCA) لتضـمين عناصـر (6R)ويمكـن اسـتخدامها لتحديـد التـأثير / العـبء البيئـي، امـا فيمـا يخـص المجتمـع فهنـاك حاجـة لتطـوير المزيـد مـن المقـاييس والمؤشـرات الاجتماعيـة الكميـة والعلميـة التـي يمكـن اسـتخدامها لتقيـيم الرفـاه المجتمعـي. يمكـن بعـد ذلـك إعـادة هـذه التقييمـات فـي مراحـل التصـميم والتطـوير مـن أجـل تحسـين القيمـة المسـتدامة .(Jawahir& Bradley,2016:107)



شكل(9)

المقاييس والمنهجيات التي تقود تقييم خلق القيمة المستدامة من وجهة نظر (Jawahir & Bradley,2016)

Source:-Jawahir, I. S., & Bradley, R. (2016). Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. Procedia Cirp, (40), p.107

الفصل الثاني

المبحث الرابع: العلاقة بين متغيرات الدراسة

يتضمن هذا المبحث العلاقة النظرية التي تربط متغيرات الدراسة مع بعضها ويمكن توضيها بالأتي:

اولاً :- العلاقة بين التصنيع الرشيق وخارطة مجرى القيمة وتقنية 6R

بحلول نهاية الحرب العالمية الثانية ، تم تطوير نظام أنتاج تويوتا في صناعة السيارات من قبل (Taiichi Ohno)الرئيس التنفيذي لشركة تويوتا، وركز هذا النظام بشكل أساسي على جودة المنتجات وتنوعها، وقد تم استخدام تقنيات مثل الانتاج في الوقت المحدد والإنتاج بالدفعات الصغيرة والتغيير السريع لتقليل تكاليف الإنتاج، وقد أصبحت نظام أنتاج تويوتا أساس فلسفة التصنيع الرشيق ، والذي يتمثل هدفه الأساسي في تعظيم القيمة للزبون من خلال التخلص من نفايات الإنتاج والهدر اثناء وبعد عملية الانتاج ، يمكن تعريف القيمة بأنها القدرة على تقديم المنتجات أو الخدمات في الوقت المناسب وبالسعر المناسب من أجل تلبية احتياجات الزبون، ولأن التصنيع الرشيق تم تطبيقه في العديد من المنظمات التي تهدف الى تحقيق الميزة التنافسية واستدامة الاعمال تم التوجه الى دمج وتطبيق اداة خارطة مجرى القيمة التي تهدف الى تقليل النفايات وتعظيم الربحية ، وتقديم منتجات ذات جودة عالية ، وذات قيمة للزبائن، وبعملية انتاج كفؤة (Lacerda *et al.*,2016:1-2).

ويُعرّف (Womack, Jones, & Roos) التصنيع الرشيق بأنه القضاء على (muda) الانواع السبعة للهدر في كتاب "الآلة التي غيرت العالم" عام (1990) (Lian & Landeghem,2007:4).

وبالتالي يمكن اعتبار التصنيع الرشيق شرطًا مسبقا للتوجه نحو التصنيع المستدام، ولذلك من المهم دراسة كيفية توسيع الأدوات المستخدمة في التصنيع الرشيق والتي من أهم ادواتها خرائط تدفق القيمة

المستدامة ،التي نشأت في نظام إنتاج تويوتا، وتم تطويرها الى خارطة مجرى القيمة المستدامة وتعد تقنية مهمة تستخدم في التصنيع الرشيق كوسيلة لتعزيز الاستدامة في تصنيع منتجات من خلال تحليل انبعاثات الغازات الدفيئة وثاني أوكسيد الكربون ، وتضمين المقاييس الاجتماعية لها، أي ان الفوائد البيئية سوف تكون مصحوبة بفوائد اجتماعية ، وبالتالي يتم دمجها مع مفهوم التصنيع المستدام (Faulkner *etal.*,2012:815). وبما انه بدأت الثورات الصناعية بالتطور من التصنيع التقليدي الى التصنيع الرشيق الذي كان هدفه ازالة الهدر (تقليل النفايات) ويليه التصنيع الأخضر الذي اهتم بالبيئة ومن ثم تقديم مفهوم (3R) (**reduce, reuse, recycle**) (التخفيض ، اعادة الاستعمال، اعادة التدوير) وحيث ان المنظمات اعتمدت التوجه نحو التصنيع المستدام الذي يقدم قيمة أفضل لأصحاب المصلحة ، والذي ظهر فيه مفهوم تقنية (6R) (التخفيض، اعادة الاستعمال، أعادة التدوير، الاسترداد ، اعادة التصميم، اعادة التصنيع) ولأن كل المفاهيم التي ذكرت تهدف الى الحصول على منتجات مصنعة تستخدم عمليات تقلل من الآثار البيئية وتحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية وتكون سليمة اقتصادياً ولتكامل مقاييس الاستدامة مع تقنية (6R) مع تركيز الأغلبية على مقاييس الطاقة (Torres&Gati, 2009). وركز آخرون على الاداء البيئي لذلك تم الاهتمام بخارطة القيمة المستدامة لأهميتها وعلاقتها بأدوات التصنيع المستدام .(Dadashzadeh & Wharton, 2012)&(Kuriger & Chen, 2010)

ثانياً:-العلاقة بين التصنيع المستدام وخارطة مجرى القيمة المستدامة :-

أن اهم هدف للتصنيع المستدام هو تقليل التأثير البيئي للمنتجات والاستجابة لطلبات الزبائن عن طريق إنتاج منتجات عالية الجودة بأكثر الطرائق كفاءة واقتصادا عن طريق تقليل الهدر في الجهد البشري والخزين والوقت اللازم للتسويق والمساحة، إذ يركز هذا النهج على التخلص من جميع أنواع الهدر التي تأخذ أشكالًا متعددة ويمكن إيجادها في أي وقت وفي أي مكان.

في الواقع إن خرائط مجرى القيمة المستدامة هي أداة أساسية للتصنيع المستدام التي تُمكن وتسهل إدارة مجرى القيمة وهي احد أدوات الإدارة الرئيسة لمواصلة تنفيذ وإدارة تدفقات القيمة الجديدة، إذ يُعد هذا السبب الرئيسي وراء عدّ خارطة مجرى القيمة المستدامة أداة مهمة لتحديد اتجاه التحول نحو التصنيع المستدام ، إذ تساعد على تهيئة الطريق لتنفيذ التحول نحو التصنيع المستدام في جميع أنحاء المنظمة بأكملها، وتحافظ على المنظمة من العودة مرة اخرى إلى الطرائق التقليدية القديمة مما يساعد في تحسين الكفاءة على مستوى الإدارات (Lacerda *et al.*, 2016:7). ويمكن إن تكون خارطة مجرى القيمة بمثابة دليل لتوحيد العمليات ، عن طريق تصوير تدفق المواد والمعلومات، فإنها توفر خطة استراتيجية للمنظمات لتسهيل التحول نحو التصنيع المستدام (Atieh *et al.*, 2016:1575).

وبذلك يمكن القول أن خارطة مجرى القيمة المستدامة هي أداة مهمة للتصنيع المستدام ، وإن كلاً منهما لديه نفس الهدف ، وهو ايجاد الهدر بأشكاله كافة ، والتخلص منه او تقليله قدر الامكان، كما أنه يمكن تحديد جميع أنواع الهدر في المنظمة بمساعدة خارطة مجرى القيمة ،مما يُمكن المنظمات من الحفاظ على قدرتها التنافسية عن طريق تحسين إنتاجية نظام التصنيع وتحسين جودة المنتج. وقد اشار (Seth *et al.*, 2017:400) إلى أن هناك ميزات معينة تجعل خارطة مجرى القيمة أداة مهمة وفريدة من نوعها للتصنيع المستدام: -

1- تساعد خارطة تدفق القيمة في توثيق العلاقات بين العمليات والرقابة، على سبيل المثال ، العلاقات بين عمليات التصنيع وعناصر الرقابة مثل جدولة الإنتاج وإطلاق الخزين ومعدل الإنتاج، إذ تحدد تدفق المنتج وتربطه بتدفق المعلومات .

2-مرونتها وقدرتها على التكيف مع مجالات التطبيقات المختلفة. إذ يمكن تطبيق خارطة مجرى القيمة المستدام في اي مجال ، سواء أكان ذلك في التصنيع أم البناء أم الخدمات وغيرها.

3- تقدم خارطة مجرى القيمة لغة بسيطة وسهلة الفهم وموحدة للتطبيق من أجل مناقشة عمليات التجميع / التصنيع / التحويل وربطها بالهدر ومعدل الإنتاج و والاختناقات وإعادة العمل ووقت الدورة ومصادر الهدر.

4-تربط خارطة مجرى القيمة المستدامة بين مختلف أدوات الهندسية الصناعية لتحليل تدفق العملية مع مفاهيم التصنيع المستدام.

5- تستعمل خارطة مجرى القيمة المستدامة الأدوات التحليلية النوعية والكمية للتأكد من أن القرارات التي يتم اتخاذها تستند إلى تحليل موضوعي وعلمي للبيانات. ومن ثم ، فهي تساعد في إعادة تعريف وإعادة تصميم التحسينات الاستراتيجية .

الفصل الثالث

المبحث الاول: وصف محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية

المبحث الثاني: وصف العمليات الرئيسة لأنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة حالة الدراسة

البمحث الثالث: أستخدام برنامج المحاكاة

الفصل الثالث : المبحث الاول

وصف محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية حالة الدراسة

يسعى هذا المبحث الى وصف المحطة حالة الدراسة (محطة ديزلات شمال الديوانية) من خلال الفقرات الاتية :-

اولاً:-نبذة تاريخية عن محطة ديزلات شمال الديوانية :-

ثانياً:-الاقسام الانتاجية في محطة ديزلات شمال الديوانية :-

ثالثاً:-اهداف المحطة :-

رابعاً:- الموارد البشرية في محطة ديزلات شمال الديوانية :-

خامساً:- الهيكل التنظيمي للمحطة :-

أولاً:- نبذة تاريخية عن محطة ديزلات شمال الديوانية :-

تعد محطة ديزلات شمال الديوانية لإنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الطوارئ التي تم انشائها عام (2011) وكان التشغيل الأولي عام (2012) اذ تبلغ طاقتها التصميمية (200 ميكا واط) وبإنتاج فعلي (105) وتتكون المحطة من (8) بلوكات ولكل بلوك (6) محركات ويبلغ عدد المحركات في المحطة (48) محرك ،وفي كل بلوك مولد طوارئ واحد حيث تقع المحطة في شمال محافظة الديوانية وتبعد عن مركز الديوانية حوالي (2) كيلو متر ،كما تبعد عن الطريق السريع (بغداد- ديوانية) حوالي (30) كيلو متر، وتعتبر هذه المحطة من محطات الطوارئ التي نستفاد منها في أوقات الضرورة (أوقات الذروة). كما تعمل المحطة على وقود (النفط الأسود) Heavy Fuel Oil (HFO)، لإنتاج الطاقة الكهربائية وزيت الغاز Diesel Oil (DO) ،اذ يتم تشغيل المحرك ابتداءاً بزيت الغاز (الكاز) لمدة (10) دقائق للحفاظ على المحرك وسرعة الاستجابة للاحتراق وعند استقرار المحرك يتم الانتقال الى الوقود الثقيل (HFO)

عن طريق (Change Over) او أي وسيلة تلقائية وعند الإطفاء يتم التحويل ايضاً الى الكاز لتنظيف اسطوانات المحرك والمعدات والأجزاء داخل المحركات . والجدول (7) يوضح المعلومات الخاصة بالطاقة الإنتاجية والتصميمية للمحطة بالإضافة الى المخلفات الناتجة من العمليات الإنتاجية .

جدول (7)

المعلومات الخاصة بالطاقة الانتاجية والتصميمية للمحطة

الفقرات	التفاصيل
الطاقة التصميمية للمحطة	200 MW
الطاقة الانتاجية الفعلية	105 MW
نوع الأنبعاثات الغازية	H_2O , CO_2 , CO , N_2 , SO_2
المواد الخطرة والسامة	تستخدم بعض المواد الزراعية لعلاج الأرضة وحماية المخازن من تلف المواد
المخلفات السائلة	الزيوت حوالي 64 الف لتر في الشهر

المصدر: اعداد الباحث بالأعتماد على وثائق المحطة

ثانياً:-الاقسام الانتاجية في محطة ديزلات شمال الديوانية

1-قسم المعالجة

يتكون هذا القسم من شعبتين (شعبة معالجة المياه ، شعبة معالجة الوقود) حيث يقوم هذا القسم بتشغيل وحدات تصفية المياه وعمل الفحوصات المطلوبة للماء والأشراف على تحضير المواد الكيميائية المستخدمة في الفحص وضمن النسب المسموح بها.

2- قسم الفحص

يتولى هذا القسم مسؤولية التأكد من مفاتيح الاغلاق والتشغيل ، وفحص الصمامات ، وفحص نظام (L.O)زيت المحرك والمولد ، وايضاً نظام (L.T) الخاص بتبريد الزيت والأجزاء الملحقة بالمحرك، وفحص نظام(H.T) الخاص بماء المحرك لتبريدهُ ، وهذه العملية تستغرق حوالي (30) دقيقة.

3- قسم التشغيل

يقوم هذا القسم بالأشراف والمتابعة على أعمال تشغيل الوحدات التوليدية في المحطة ويتابع تشغيل الوحدات العاملة او الوحدات التي تحت الصيانة ويحدد مقدار الحمل المطلوب وتوقيته ويتابع سجلات درجات الحرارة والضغط والزيت والحمل والسرعة .

4- قسم الربط

يضطلع هذا القسم في مسؤولية مراقبة الاحمال (الطاقة الكهربائية) التي يتم رفعها الى الشبكة الوطنية اي الربط بأسلاك الضغط العالي.

5- قسم الكهرباء.

يتكون هذا القسم من ثلاثة شعب (شعبة المحافظة الكهربائية ، شعبة الصيانة ، شعبة الشبكات) وتكون مسؤولية القسم الأشراف على عمليات تشغيل وصيانة الأجهزة والمعدات الكهربائية في الوحدات التوليدية وفحصها وصيانتها وتوثيق المشاكل الفنية ومتابعة أعمال صيانة المولدات التوربينية والأجزاء الملحقة بها كمنظومة التبريد وصيانة معدات الشبكة الكهربائية وقواطع الدورة والفواصل الكهربائية ومحولات الفولتية ومحولات التيار ومانعات الصواعق والعمل على تطوير المنظومات وإيجاد الحلول وأسباب الأعطال.

6- قسم الميكانيك

يشرف هذا القسم على أعمال صيانة المحركات والمضخات والأجهزة المساعدة وشعبة الصيانة وتحليل وأزاله المشاكل والعطلات التي تظهر على المحركات ويشرف على تأمين توفر المواد الاحتياطية الخاصة بالمحركات والشواحن التوربينية والمضخات والأجهزة المساعدة سواء كانت محلية أو خارجية وكذلك أعمال الصيانة الدورية والسنوية ويتكون هذا القسم من أربعة شعب:-

أ-شعبة المحركات:- تعمل هذه الشعبة على مراقبة أعمال الصيانة الميكانيكية على محركات الديزلات ويتابع اعمال الصيانة اليومية والطارئة على محركات الديزلات والمضخات ويقوم بتنظيم طلبات الشراء وتأمين المواد اللازمة لأعمال الصيانة وفق المواصفات الفنية المطلوبة.

ب-شعبة الأجهزة المساعدة:- تعمل هذه الشعبة على صيانة الأجهزة المساعدة والمضخات المرتبطة بالوحدة وديمومة عملها ومراقبتها بصورة دورية وأعداد التقارير الفنية لمشاكل الوحدات المتعلقة بالأجهزة المساعدة.

ت -شعبة المراجل:- تعمل هذه الشعبة على متابعة أعمال تشغيل وصيانة المراجل ويقوم بتأمين توفر المواد الاحتياطية الخاصة بالمراجل والمضخات والأجهزة المساعدة سواء كانت محلية او خارجية.

ث-شعبة المرشحات والزيوت :- تعمل هذه الشعبة على متابعة تزييت وتشحيم جميع الآليات والمضخات في المحطة وايضاً يقوم بمتابعة تجهيز الزيوت والشحوم.

7-قسم الأسناد الفني

يقوم هذا القسم بإدارة أعمال الهندسة المدنية والتكييف ، ويشرف على عمل الورشة المركزية لصيانة الوحدات العاملة ، ومتابعة أعمال شعبة التكييف وورشة صيانة الأليات،

والمعدات العاملة ومتابعة أعمال شعبة النقليات وتأمين الأليات خلال الصيانة وصيانة المباني ويتكون هذا القسم من اربعة شعب:-

أ-شعبة الهندسة المدنية:- تعمل هذه الشعبة على متابعة اعمال صيانة ابنية المحطة وأعداد تصاميم الابنية والمشاريع الجديدة ويتابع تأهيل شبكات الأسالة الرئيسية والفرعية للأبنية والقيام بتأهيل الأثاث والأجهزة والمعدات والأبنية التشغيلية الخدمية.

ب-شعبة التكييف:- تعمل هذه الشعبة على متابعة الاشراف على نصب أجهزة التكييف بمختلف انواعها وصيانتها وتصليحها والمتابعة المستمرة لعملها والأشراف على موظفي الشعبة.

ت-شعبة النقليات :- تقوم هذه الشعبة بمتابعة توفير الأليات والمعدات المطلوبة لإنجاز الاعمال المختلفة في المحطة وأدامتها وينظم ويحدد مسار وحركة النقليات والأليات ومناطق العمل داخل وخارج المحطة.

ث-شعبة الورشة :- تقوم هذه الشعبة بمتابعة تصنيع جميع الأجزاء التي تخص صيانة الأقسام العاملة في المحطة وتهيئة المواد الخام المطلوبة.

8-قسم السلامة والبيئة

يقوم هذا القسم بالأشراف على أعمال قسم السلامة والإطفاء ويتابع تطبيق تعليمات السلامة الصناعية ومعالجة المشاكل البيئية وتحسينها ، ويقوم ايضاً بمتابعة أعمال الصيانة الاعتيادية والطارئة والمبرمجة ويشرف على عمل سيارات ومنظومات الإطفاء وأعمال الصيانة الدورية لضمان تشغيلها في الحالات الطارئة ونشر الوعي للسلامة عن طريق وضع صور وملصقات تتضمن تعليمات السلامة الصناعية والنشرات البيئية لزيادة التوعية البيئية واتباع الاساليب المعتمدة حسب المحددات للحد من التلوث البيئي.

9- قسم السيطرة الذاتية

يقوم هذا القسم بالأشراف والمتابعة على أجهزة ومعدات السيطرة والأجهزة الكهربائية الخاصة بالمحطة ويقوم بتوفير الأدوات الاحتياطية ويقوم بأعداد المواصفات الفنية الخاصة بطلبات الشراء الخاصة بمنظومات السيطرة ويتكون هذا القسم من ثلاثة شعب هي(شعبة السيطرة والنظم، شعبة الأجهزة والآلات الدقيقة، قسم الاتصالات والحاسبات).

ثالثاً:- اهداف محطة ديزلات شمال الديوانية

مشروع تصميم وانشاء وتنفيذ محطة كهرباء ديزلات شمال الديوانية نفذته الشركة الكورية لصالح وزارة الكهرباء العراقية ليساهم في حل مشكلة الطاقة بجمهورية العراق ولخدمة الشعب العراقي، المحطة بطاقة 200 ميكا واط وتم ربطها بالشبكة الوطنية، و تتكون من أربع وحدات توليد طاقة كل واحدة 50 ميكا واط وقد تولت الشركة الكورية تنفيذ الاعمال المدنية للمحطة بالكامل .

رابعاً:- الموارد البشرية في محطة ديزلات شمال الديوانية

يبلغ عدد العاملين الكلي في محطة ديزلات شمال الديوانية (500) منتسباً ويبين الجدول (8) توزيع العاملين بحسب التخصص والعمل الذي يمارسه.

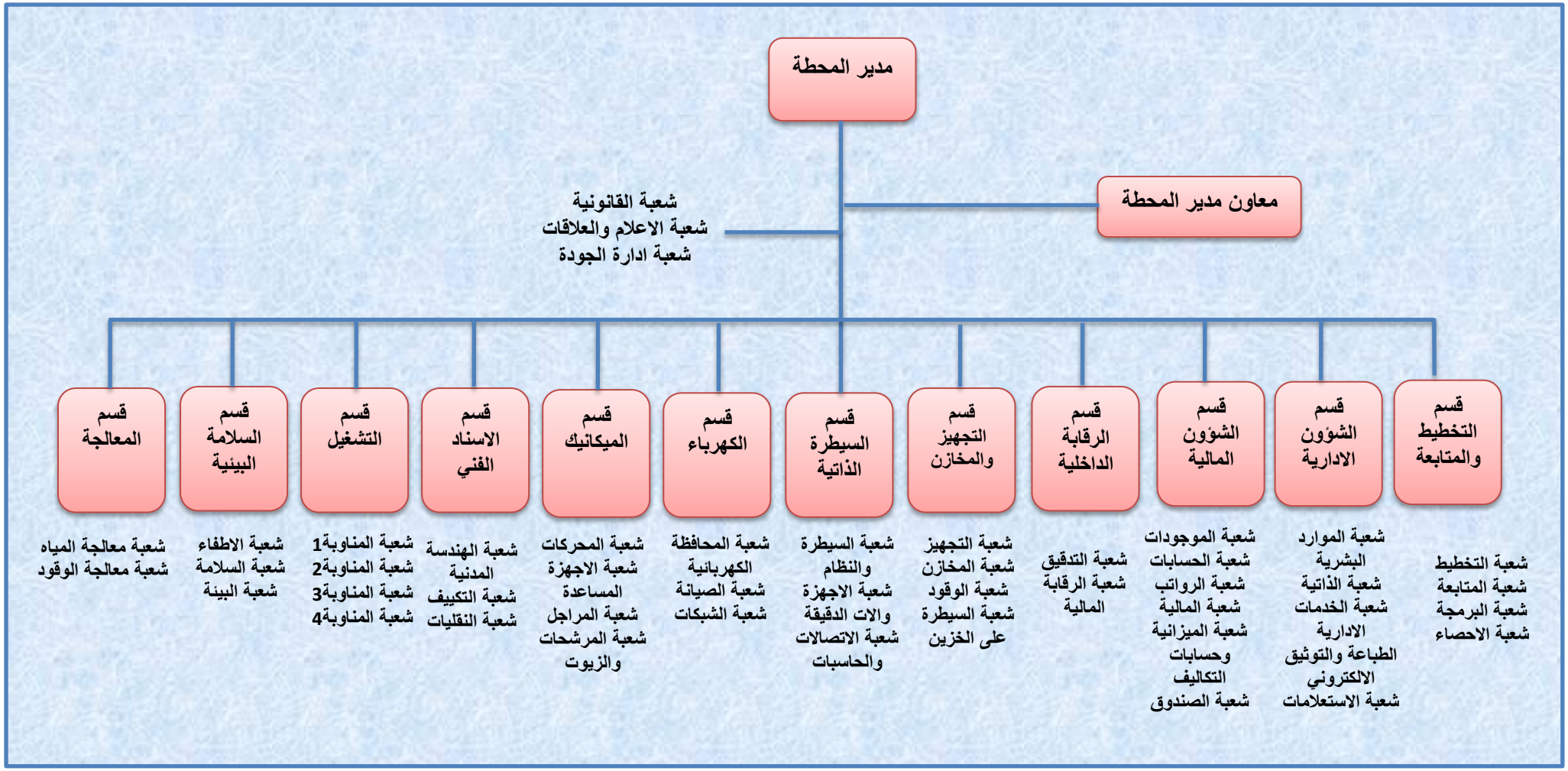
جدول (8)

توزيع العاملين حسب التخصص والعمل الذي يمارسهُ

العنوان الوظيفي	مدير	معاون	رؤساء الأقسام	مسؤولي الشعب	الخبراء	المهندسين	أداريون	فنيون	عمال	الاجمالي
العدد	1	1	10	40	6	47	96	155	144	500

المصدر: اعداد الباحث بالأعتماد على وثائق المحطة

خامساً:- الهيكل التنظيمي للمحطة



الشكل(10) الهيكل التنظيمي لمحطة ديزلات شمال الديوانية

المصدر : من اعداد الباحث بالاعتماد على وثائق المحطة

المبحث الثاني

اولاً:- وصف العمليات الرئيسة لإنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة حالة الدراسة

1-مرحلة المعالجة

في هذه المرحلة يتم فحص ومعالجة المياه والوقود حيث يكون في كل بلوك خزانين ماء سعة (1000 لتر) اذ يخصص الخزان الأول للماء غير المصفى ، آما الخزان الثاني فيخصص للماء الذي يتم تصفيتهُ ، ويتم نقل الماء الى الخزانات عن طريق السيارات الحوضية او عن طريق الانبوب الرئيس الناقل للمياه ومن ثم يمر عبر عدة مراحل (فلاتر تصفية) ليتم تصفيته ابتداءاً من فلتر الترسيب (Depth Filter) ، ثم فلتر الكاربون (Carbon Filter)، مروراً بفلتر المايكرو (Micro Filter) وبالنسب المسموح والجدول (10-9) يوضح فحوصات المياه والزيوت.

جدول (9)

فحص الماء المعالج قبل دخوله للمحرك

ت	انواع الفحوصات	النسب المسموح بها
1	فحص Ph الحامضية	من (6-8.5) الحد الأعلى 10 حامضية
2	كلوريد الأيون	الحد الأعلى 100 ppm
3	كبريتات	الحد الأعلى 150 ppm
4	الكلور	الحد الاعلى 10 ppm
5	درجة الايصالية الكهربائية	الحد الأعلى 400 مايكرو لكل سينتمتر

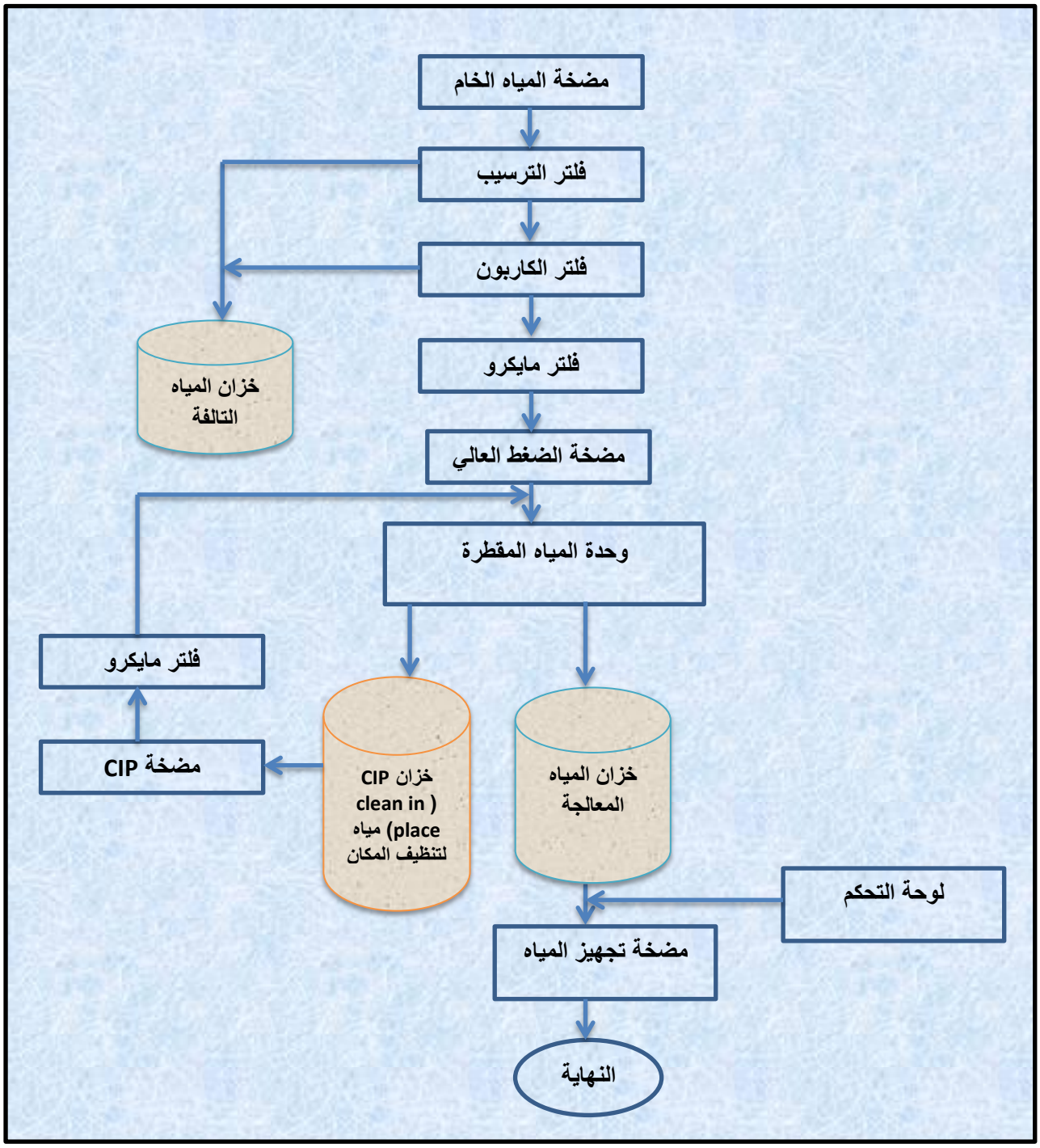
المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات قسم المعالجة في المحطة

آما الجدول (10) يوضح فحوصات الزيوت والنسب المسموح بها والوقت المستغرق بالفحص

جدول (10)

ت	نوع الفحص	النسب المسموح بها	الوقت
1	فحص اللزوجة	النسبة المسموح بها من 220-110 ليعتبر زيت صالح	هذه العملية تستغرق حوالي من 10-7 دقائق
2	المحتوى المائي	عدم وجود الزيت مع الماء	تستغرق هذه العملية 5 دقائق
3	فحص القاعدة	نسبة القاعدية في الزيت مادة هيدروكسيد البوتاسيوم والنسبة المسموح بها 20 ملغم لكل لتر من الزيت	10 دقائق

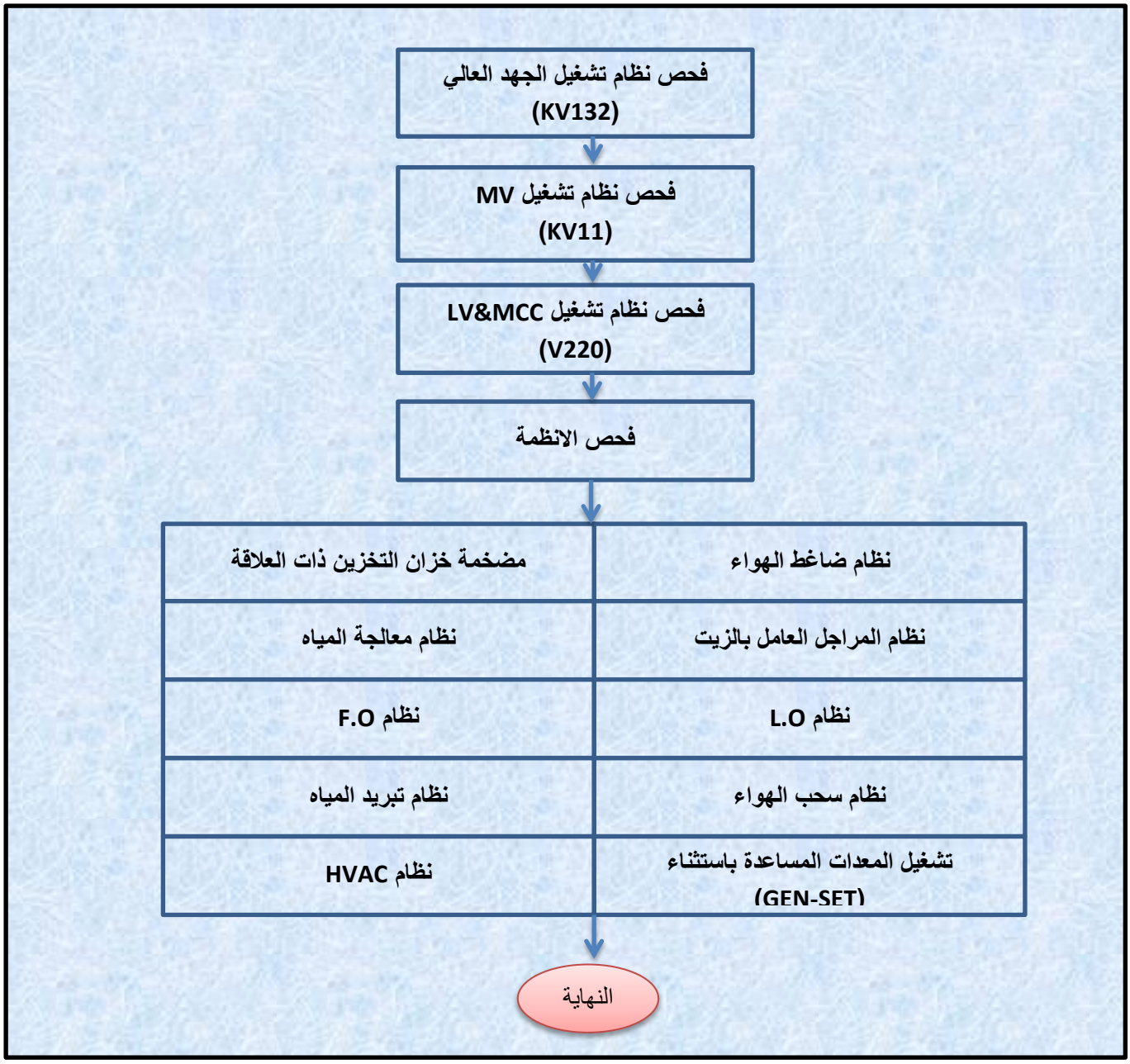
والشكل (11) أدناه يوضح هذه المرحلة



شكل (11) مرحلة المعالجة

2-مرحلة الفحص

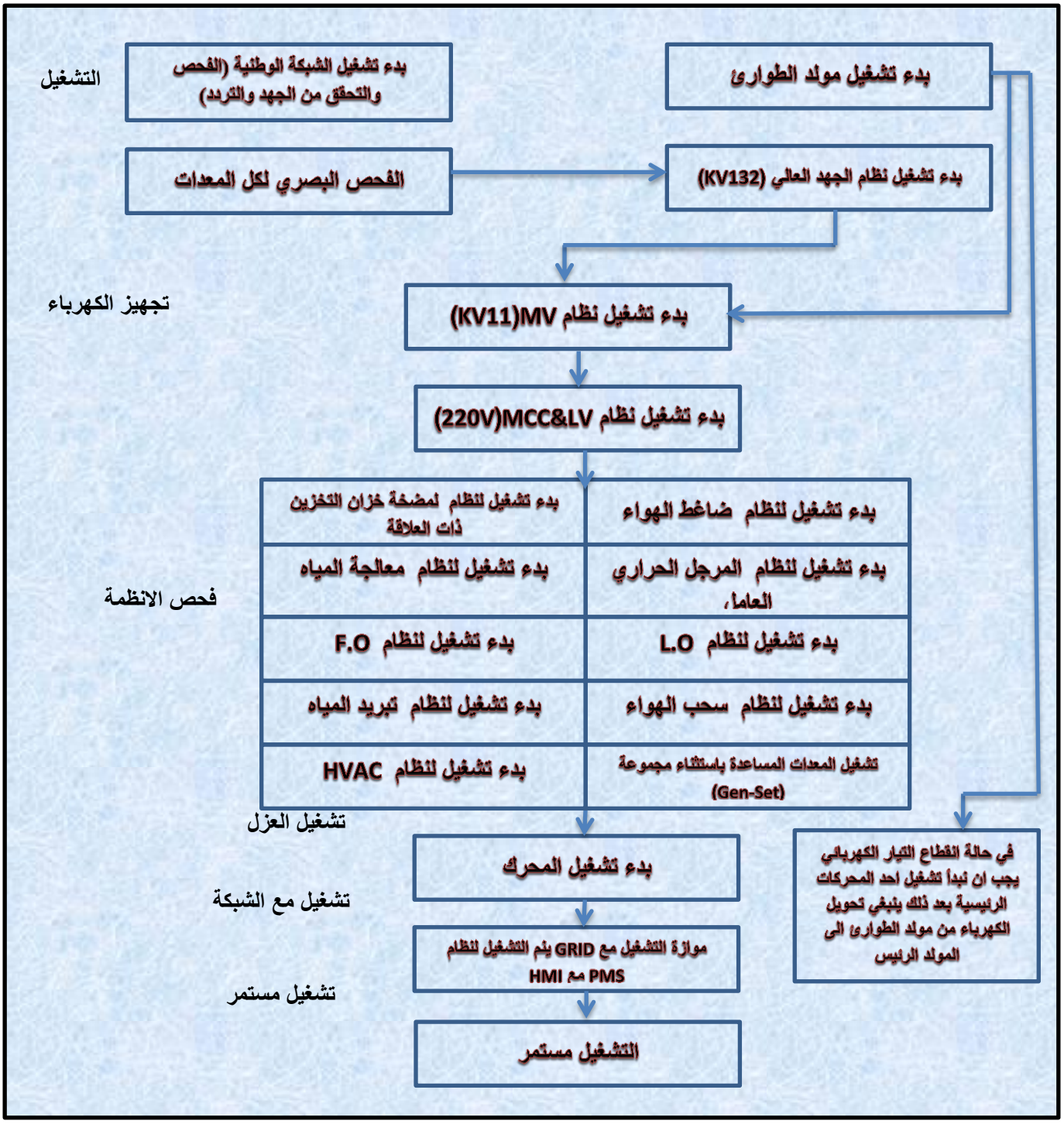
في هذه المرحلة تتم عملية الفحص المرئي (البصري) عن طريق أجهزة الفحص عن بُعد ويتم في هذه العملية فحص جميع الأجزاء المتعلقة بالمحرك وفحص الصمامات والزيوت وماء المحرك وتستغرق هذه العملية حوالي (30 دقيقة) والشكل(12) ادناه يوضح هذه المرحلة.



الشكل(12) مرحلة الفحص

3-مرحلة التشغيل

في هذه المرحلة يتم تشغيل مضخة التزييت الابتدائية ، ومراوح تهوية المحرك ، والتأكد من تشغيل مضخات الوقود الثقيل وزيت الغاز ومضخات الماء في وحدة المعالجة حتى يتم تشغيل المحرك ، وتستغرق هذه العملية حوالي (30 دقيقة) والشكل ادناه يوضح هذه المرحلة.



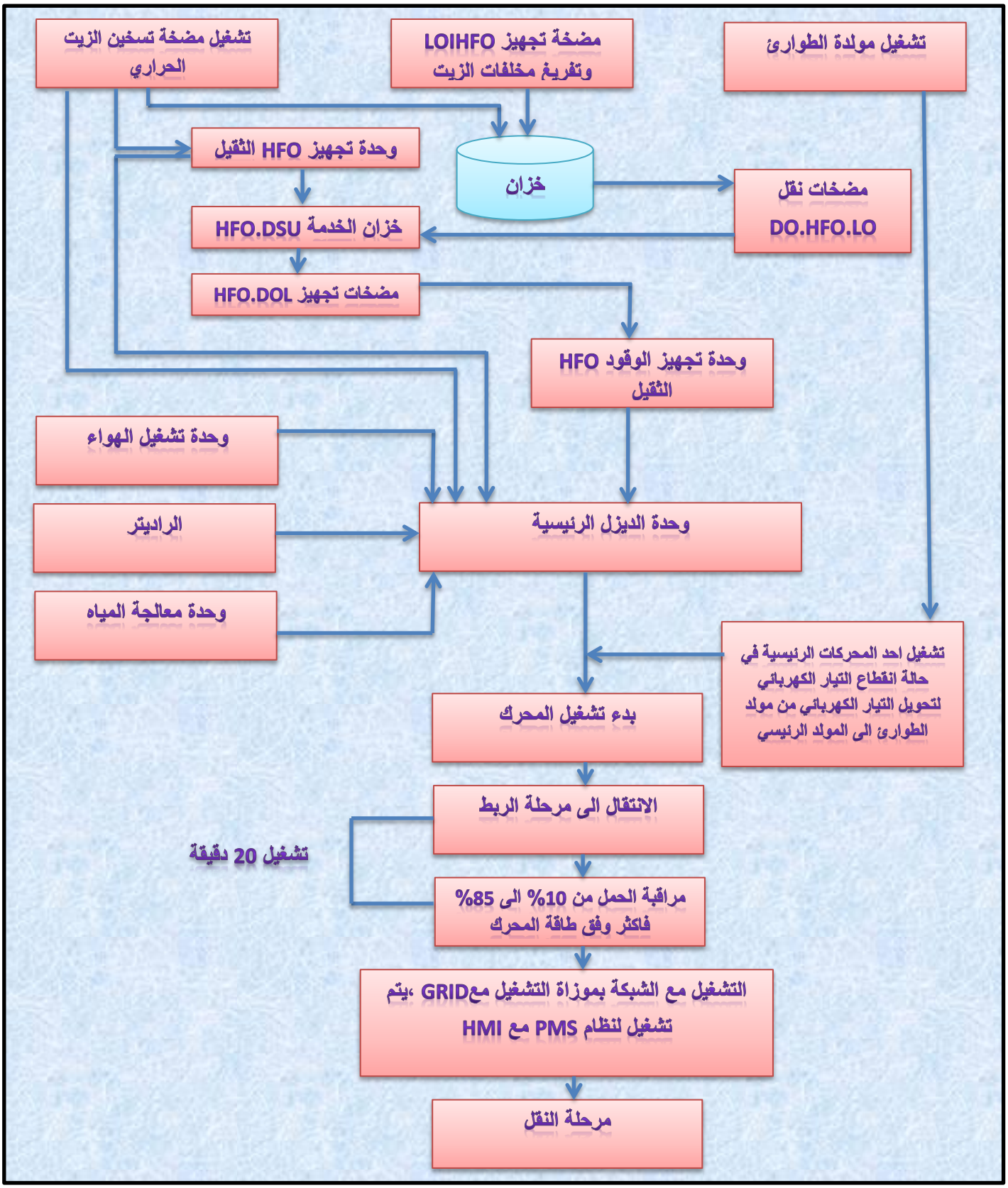
الشكل(13) مرحلة التشغيل

4-مرحلة الربط

عند تشغيل المحرك واستقراره يتم مراقبة الحمل من 10% الى 85% وفق طاقة المحرك ليتم الربط مباشرة مع الشبكة الرئيسية لنقل الكهرباء الى محطات أخرى تسمى محطات النقل.

5-مرحلة النقل

في هذه المرحلة يتم دخول ما يتم انتاجه من محطة ديزلات شمال الديوانية الى محطات النقل ، وهذه المحطة مرتبطة بالشبكة الوطنية للكهرباء لمنطقة الفرات الأوسط ومتكونة من ثلاثة محولات بسعة (132,33,11) ويتم توزيعها حسب الكثافة السكانية والدوائر ، والأقضية والنواحي ، ووفق برنامج معين لاستهلاك الكهرباء ، والشكل (14) يوضح مرحلة النقل.



الشكل(14) مرحلة النقل

الفصل الثالث

المبحث الثالث

استخدام برنامج المحاكاة

سيتم التطرق في هذا المبحث الى ست فقرات رئيسة هي :-

اولاً:- اختبار استقلالية الأرقام العشوائية وحسن المطابقة :-

ثانيا:- نمذجة عمليات المحاكاة:-

ثالثا:- تشغيل النموذج لتحديد العوامل المؤثرة في تحسين أداء المحطة :-

رابعا:- تشغيل النموذج للتأكد من مطابقة النتائج مع واقع حال اداء المحطة :-

خامسا:- التنفيذ واختبار مصداقية النموذج :-

سادساً:-تشغيل النموذج مع تطبيق السيناريوهات من أجل تحسين أداء المحطة :-

اولاً:- اختبار استقلالية الأرقام العشوائية وحسن المطابقة :-

تم اختبار عشوائية الارقام المولدة حسب الفرضية التالية:-

فرضية العدم (H_0): الارقام العشوائية المولدة عشوائية

الفرضية البديلة (H_1): الارقام العشوائية المولدة غير عشوائية

اذ تم توليد 100 رقم عشوائي باستخدام لغة ماتلاب وحسب البرنامج التالي:

```
clc clear
For i=1 : 100
R= rand; end R
```

وكانت نتيجة توليد 100 رقم عشوائي موضحة في الجدول (11) ، كما تم تبويب هذه الأرقام لغرض إجراء حسن المطابقة وتم استخدام برنامج المحاكاة وفق النماذج المسترة لمدة (214) يوماً كما موضح في الجدول (11).

الجدول (11) الارقام العشوائية المولدة

0.9454	0.5211	0.2433	0.7803	0.4231	0.8332	0.8223	0.2105	0.4663	0.6611
0.1544	0.2782	0.3123	0.3654	0.1545	0.6555	0.9970	0.9769	0.0539	0.7977
0.4182	0.7744	0.8212	0.2545	0.9222	0.3454	0.9005	0.0046	0.2356	0.5444
0.4210	0.7223	0.0124	0.4909	0.1654	0.5003	0.2567	0.7749	0.9101	0.3221
0.4011	0.6776	0.0432	0.6085	0.4706	0.4532	0.1562	0.8173	0.1832	0.1756
0.3102	0.1744	0.1543	0.1433	0.4765	0.0760	0.1466	0.8687	0.8655	0.6013
0.5010	0.3112	0.6112	0.9533	0.3766	0.2654	0.8666	0.0844	0.5421	0.2451
0.5499	0.6763	0.7331	0.9899	0.6765	0.1323	0.5676	0.9562	0.3454	0.6122
0.8122	0.7031	0.9887	0.5643	0.3456	0.1928	0.5947	0.2344	0.0572	0.6111
0.7348	0.0554	0.4651	0.0698	0.1211	0.2543	0.1610	0.8104	0.4239	0.7108

المصدر: اعداد الباحث بالأعتماد على برنامج ماتلاب

ومن أجل وضع الأرقام العشوائية ضمن فئات متساوية فقد تم تقسيمها ضمن (10) فئات طول كل فئة (10) وتنظيمها ضمن جدول خاص بها مع تثبيت العدد المتوقع للمشاهدات وهو (10) مشاهدات تم حسابها كالآتي: –

العدد المتوقع للمشاهدات = العدد الكلي للمشاهدات ÷ عدد فئات تقسيم المشاهدات

= 100÷10=10

الجدول(12) اختبار عشوائية الارقام المولدة

التسلسل	الفئات	التكرار الحقيقي(Oi)	التكرار المتوقع(Ei)	X^2=(Oi-Ei)2/Ei
1	0-0.1	9	10	0.1
2	0.1-0.2	14	10	1.6
3	0.2-0.3	10	10	0.0
4	0.3-0.4	9	10	0.1
5	0.4-0.5	11	10	0.1
6	0.5-0.6	9	10	0.1
7	0.6-0.7	10	10	0.0
8	0.7-0.8	9	10	0.1
9	0.8-0.9	9	10	0.1
10	0.9-1	10	10	0
				X^2 = 2.2

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج ماتلاب

من الجدول اعلاه نلاحظ ان قيمة مربع كاي (X^2) المحسوبة والتي تساوي (2.2) هي أصغر من قيمة (X^2) الجدولية عند مستوى معنوية (0.05) ودرجة حرية (9) التي تساوي (16.919) ، وهذا يدل على قبول فرضية العدم التي مفادها استقلالية الأرقام العشوائية التي تم توليدها.

ثانياً: نمذجة عمليات المحاكاة

يعرض الجدول (13) معدلات الانتاج اليومي من الكهرباء والاستهلاك اليومي من مادة الكاز والنفط الاسود ، بالإضافة الى الاستهلاك من مادة الزيت والماء للفترة من ايار/2020 ولغاية تشرين الثاني/ 2020.

الجدول (13) معدل الانتاج والاستهلاك اليومي حسب الاشهر

الشهر	المعدل اليومي لإنتاج الكهرباء / الميكا واط	المعدل اليومي لاستهلاك للكاز/لتر	المعدل اليومي لاستهلاك للنفط الاسود/ لتر	المعدل اليومي لاستهلاك الماء/لتر	المعدل اليومي لاستهلاك الزيت/ لتر
5	1969695	13478484	5063749356	12950	809
6	1597595	29090533	408032333	10504	657
7	2470645	13723581	466948387	16244	1015
8	3371613	15219355	649503807	22168	1386
9	3522000	11946733	664741567	23157	1447
10	2495016	24486193	606782452	16404	1025
11	1608064	10585333	392946333	10573	661
المعدل	2433518	16932888	527904259	112018	7000

المصدر : من اعداد الباحث بالأعتماد على سجلات المحطة

1- تحديد التوليد اليومي للكهرباء باستخدام محاكاة اسلوب مونتي كارلو

الجدول(14) اسلوب محاكاة مونتي كارلو لتحديد التوليد اليومي للمحطة

التوليد اليومي/ميكا	التكرار المشاهد	f(x)	F(X)	المدى
1969695	1	0.14	0.14	0-0.14
1597595	1	0.14	0.28	0.15-0.28
2470645	1	0.14	0.42	0. 29-0.42
3371613	1	0.14	0.56	0.43-0.56
3522000	1	0.14	0.70	0.57-0.70
2495016	1	0.14	0.84	0.71-0.84
1608064	1	0.14	0.98	0.85-1

المصدر : اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول (14) الى انه اذا ما تم انتقاء رقم عشوائي حسب اسلوب مونتي كارلو للتوزيع العام وكان الرقم هو(0.49) مثلاً، فان التوليد هو (3371613) ميكا.

2- تحديد الاستهلاك اليومي للنفط الاسود باستخدام اسلوب مونتي كارلو

الجدول(15) اسلوب مونتي كارلو لتحديد النفط اليومي المستهلك للمحطة

الاستهلاك اليومي/لتر	التكرار المشاهد	f(x)	F(X)	المدى
506374935	1	0.14	0.14	0-0.14
408032333	1	0.14	0.28	0.15-0.28
466948387	1	0.14	0.42	0. 29-0.42
649503807	1	0.14	0.56	0.43-0.56
664741567	1	0.14	0.70	0.57-0.70
606782452	1	0.14	0.84	0.71-0.84
392946333	1	0.14	0.98	0.85-1

المصدر : اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول (15) الى انه اذا ما تم انتقاء رقم عشوائي حسب اسلوب مونتي كارلو للتوزيع العام وكان الرقم هو (0.34) مثلاً فأن الاستهلاك هو(466948387) لتر.

3- تحديد الاستهلاك اليومي للكاز باستخدام اسلوب مونتي كارلو

الجدول(16) اسلوب مونتي كارلو لتحديد الكاز اليومي المستهلك للمحطة

الاستهلاك اليومي/لتر	التكرار المشاهد	f(x) الدالة الاحتمالية	F(X) الدالة التراكمية	المدى
13478484	1	0.14	0.14	0-0.14
29090533	1	0.14	0.28	0.15-0.28
13723581	1	0.14	0.42	0. 29-0.42
15219355	1	0.14	0.56	0.43-0.56
11946733	1	0.14	0.70	0.57-0.70
24486193	1	0.14	0.84	0.71-0.84
10585333	1	0.14	0.98	0.85-1

المصدر : من اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول (16) الى انه اذا ما تم انتقاء رقم عشوائي حسب اسلوب مونتي كارلو للتوزيع العام وكان الرقم هو (0.66) مثلاً فأن الاستهلاك هو(11946733) لتر.

4- تحديد الاستهلاك اليومي للماء باستخدام اسلوب مونتي كارلو

الجدول(17) اسلوب مونتي كارلو لتحديد الماء اليومي المستهلك للمحطة

الاستهلاك اليومي/لتر	التكرار المشاهد	f(x)	F(X)	المدى
12950	1	0.14	0.14	0-0.14
10504	1	0.14	0.28	0.15-0.28
16244	1	0.14	0.42	0. 29-0.42
22168	1	0.14	0.56	0.43-0.56
23157	1	0.14	0.70	0.57-0.70
16404	1	0.14	0.84	0.71-0.84
10573	1	0.14	0.98	0.85-1

المصدر : من اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول (17) الى انه اذا ما تم انتقاء رقم عشوائي حسب اسلوب مونتي كارلو للتوزيع العام وكان الرقم هو(0.26) مثلاً، فان الاستهلاك هو(10504) لتر.

5- تحديد الاستهلاك اليومي من الزيت باستخدام اسلوب مونتي كارلو

الجدول(18) اسلوب مونتي كارلو لتحديد الزيت اليومي المستهلك للمحطة

الاستهلاك اليومي/لتر	التكرار المشاهد	f(x)	F(X)	المدى
809	1	0.14	0.14	0-0.14
657	1	0.14	0.28	0.15-0.28
1015	1	0.14	0.42	0. 29-0.42
1386	1	0.14	0.56	0.43-0.56
1447	1	0.14	0.70	0.57-0.70
1025	1	0.14	0.84	0.71-0.84
661	1	0.14	0.98	0.85-1

المصدر : اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول (18) الى انه اذا ما تم انتقاء رقم عشوائي حسب اسلوب مونتي كارلو للتوزيع العام وكان الرقم هو (0.87) مثلاً، فان الاستهلاك هو(661) لتر.

ثالثا : تشغيل نموذج المحاكاة لتحديد العوامل المؤثرة في تحسين أداء المحطة :-

بعد التأكد من تطابق النموذج مع الواقع الفعلي للمحطة تم تكرار تشغيل النموذج وحسب بيانات الإدخال المستعملة من اجل تحديد العوامل المؤثرة في تحسين توليد المحطة وتقليل الصرف بالكاز والنفط الاسود والزيت والماء وكذلك تقليل التلوث المنبعث من المحطة ومن خلال ذلك فقد لوحظ بان معدلات التوليد في المحطة لم تصل الى مستوى الطموح الذي من أجلهُ وجدت

المحطة وذلك بسبب تقادم المحطة وادخال بعض الوحدات الى الصيانة، وعليه لوحظ بان اجراء الصيانة ادى الى زيادة التوليد وتقليل استهلاك الكاز والنفط الاسود والزيت والماء والتلوث.

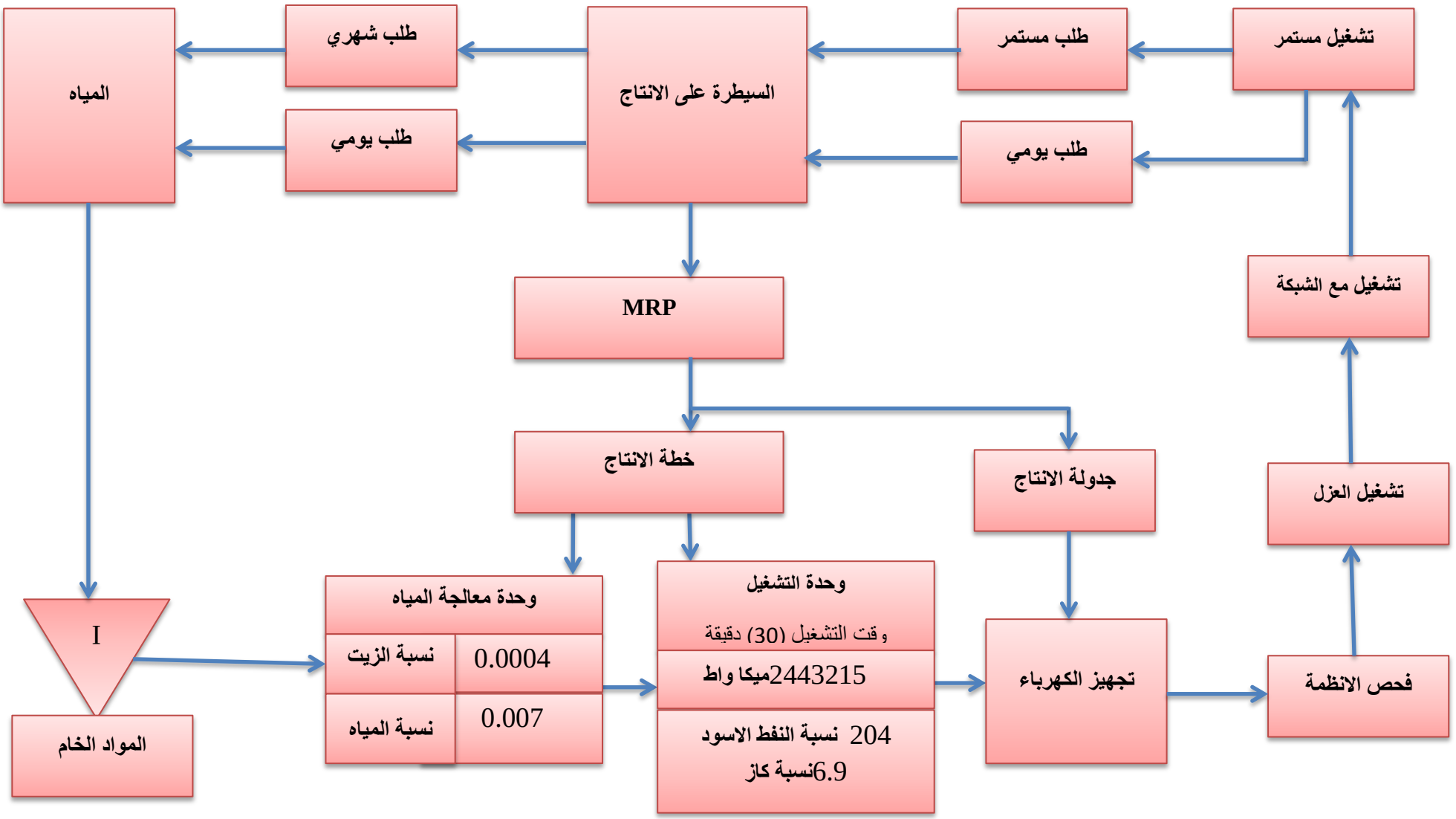
رابعا: تشغيل نموذج المحاكاة لمعرفة مدى تطابقه مع واقع حال أداء المحطة حالة الدراسة :-

تم تشغيل النموذج من أجل معرفة مدى تطابقه مع واقع حال أداء المحطة الحالية وبأستخدام مكونات المحطة المادية والبشرية نفسها حيث كرر التشغيل (1000) مره ولمدة 214 يوم وتم التوصل إلى النتائج الموضحة بالجدول(19).

جدول (19) نتائج تشغيل النموذج بمكونات المحطة الحالية لمعرفة مدى تطابق نتائج النموذج مع واقع حال الاداء الخاص بالمحطة

المعدل اليومي للتوليد	نسبة الكاز	نسبة النفط الاسود الى التوليد	نسبة الماء	نسبة الزيت
2433518	6.9	204	0.007	0.0004
نسبة التلوث				
H2O	CO2	CO	N2	SO2
18.05	33.38	20.06	54.22	75.04
حوادث العمل والحرائق	عدد الاصابات			عدد الحرائق		
	خطيرة	متوسطة	خفيفة	A	B	C
	32	48	93	28	16	9

المصدر : من اعداد الباحث



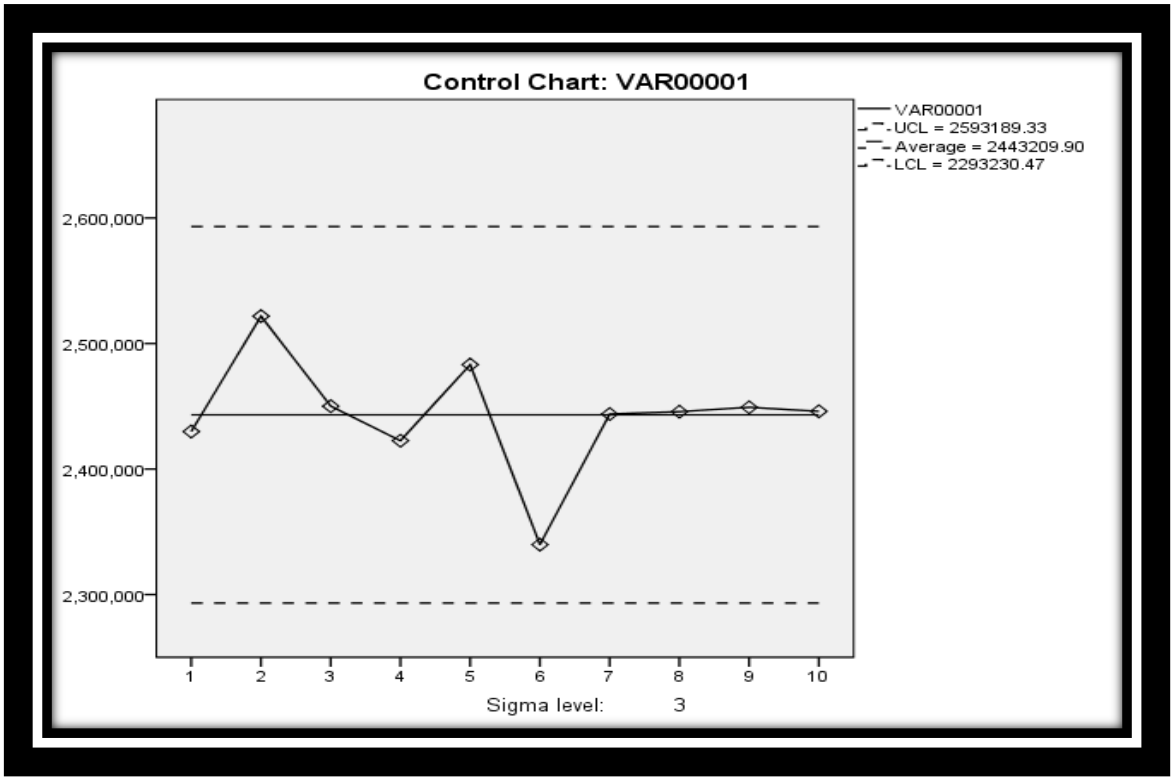
الشكل(15) خارطة مجرى القيمة المستدامة الحالية

خامساً:- التنفيذ واختبار مصداقية النموذج :-

من اجل اختبار مصداقية نموذج المحاكاة سوف يتم تنفيذ النموذج باستخدام برنامج ماتلاب لمدة معينة من الزمن، وقد تم ذلك باعتماد اسلوب تكرار المحاولات ولعشر محاولات (تم اختيار عدد المحاولات حسب التباعد والتقارب بين المعلمة الحقيقية والمعلمة المستخرجة من نموج المحاكاة) يتم استخراج المتوسط في كل محاولة، بعد ذلك يتم الاعتماد عليها في تقييم اداء المعالجة او تحسينها لذا تم اجراء اختبار خرائط السيطرة ولمعلمات مختلفة للتحقق من مصداقية النموذج.

1- معدل التوليد اليومي للكهرباء:-

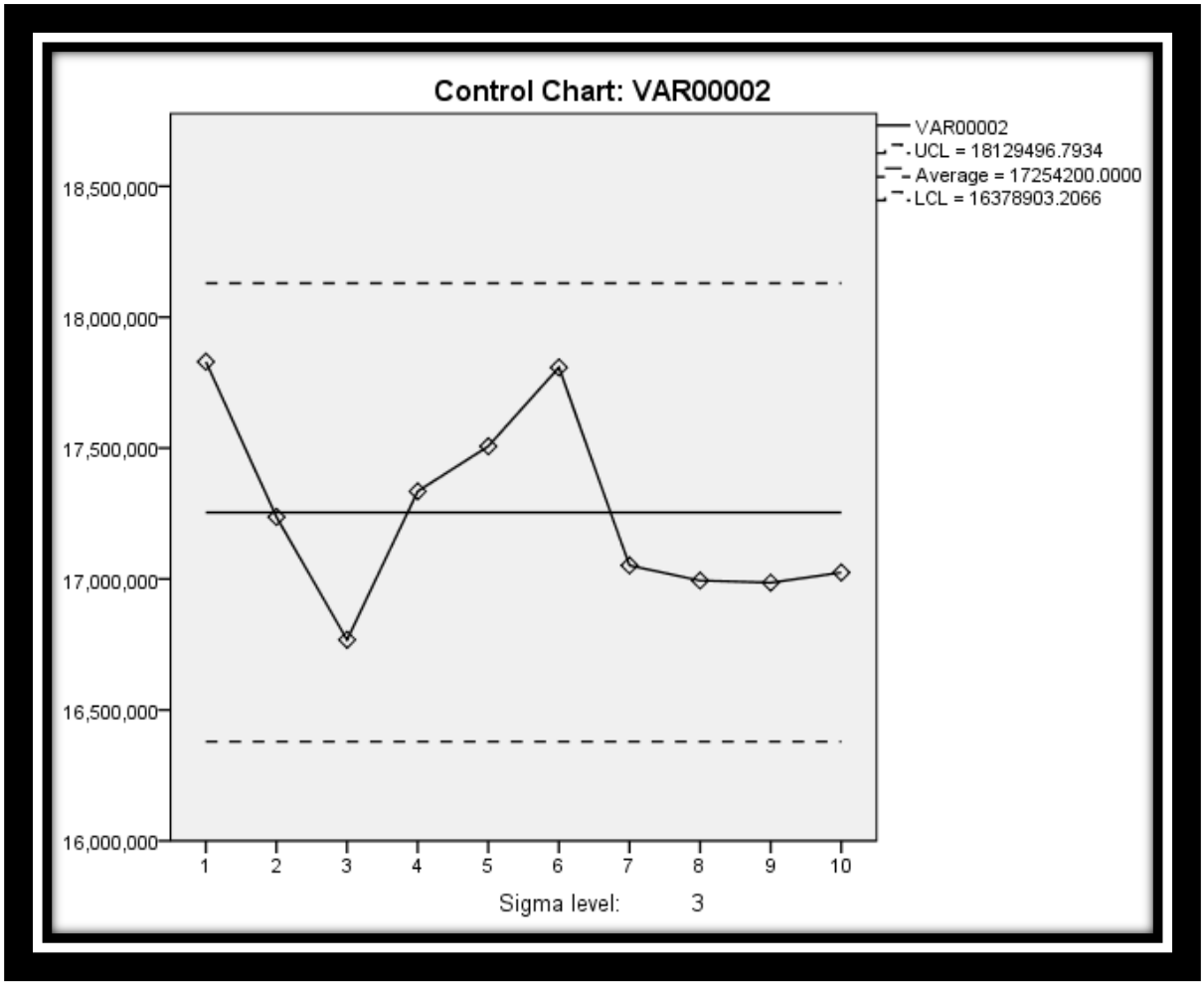
تم تنفيذ نموذج المحاكاة لمدة 214 يوما (10) مرات وفي كل مرة كررت العملية 1000 مرة اذ يتم حساب الوسط الحسابي في كل مرة وتم الحصول على معدل وصول يومي مقداره(2443209) ميكا باليوم وهو مقبول بدرجة كبيرة مقارنة مع معدل التوليد الحقيقي اليومي البالغ(2433215) كما هو في جدول(13) والذي يقع ضمن حدود خارطة السيطرة ولثلاثة انحرافات معيارية وكما موضح بالشكل (16).



الشكل(16) خارطة السيطرة لمعدل التوليد اليومي للكهرباء

2- معدل الاستهلاك اليومي للكاز في المحطة

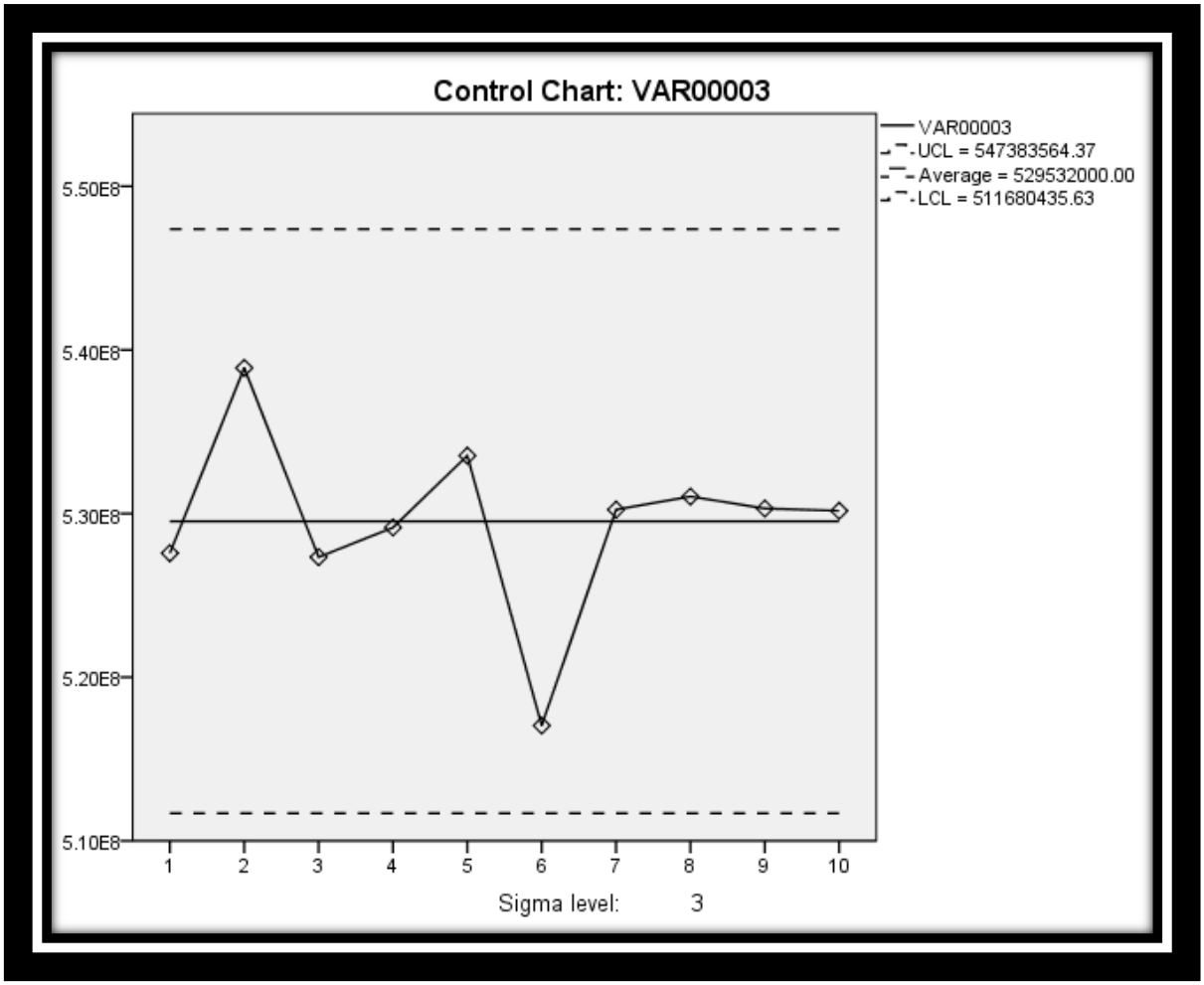
تم تنفيذ نموذج المحاكاة لمدة 214 يوما (10) مرات وفي كل مرة كررت العملية (1000) مرة اذ يتم حساب الوسط الحسابي في مرة وتم الحصول على معدل استهلاك كاز يومي مقداره (17254200) لتر باليوم وهو مقبول بدرجة كبيرة مقارنة مع معدل الاستهلاك الحقيقي اليومي البالغ(16932888 لتر) والذي يقع ضمن حدود خارطة السيطرة ولثلاثة انحرافات معيارية وكما موضح بالشكل (17).



الشكل(17) خارطة السيطرة لمعدل الاستهلاك اليومي للكاز

3- معدل الاستهلاك اليومي للنفط الاسود في المحطة

تم تنفيذ نموذج المحاكاة لمدة 214 يوما وكررت العملية (10) مرات اذ يتم حساب الوسط الحسابي في كل تكرار وتم الحصول على معدل استهلاك النفط الاسود (5295320000) لتر وهو مقبول بدرجة كبيرة مقارنة مع معدل الاستهلاك اليومي الفعلي البالغ (527904259) لتر والذي يقع ضمن حدود خارطة السيطرة ولثلاثة انحرافات معيارية وكما موضح بالشكل (18).



الشكل(18) خارطة السيطرة لمعدل استهلاك النفط الاسود

سادساً: تشغيل النموذج مع تطبيق السيناريوهات من أجل تحسين أداء المحطة :-

1-السيناريو الأول:- أجراء عملية الصيانة :-

الهدف من السيناريو هو تحديد التوليد والمتغيرات الاخرى من استهلاك الكاز والنفط الأسود والزيت والماء ونسبة التلوث وتقليل الاصابات والحرائق بعد اجراء الصيانة

الجدول (20) نتائج تشغيل السيناريو الاول

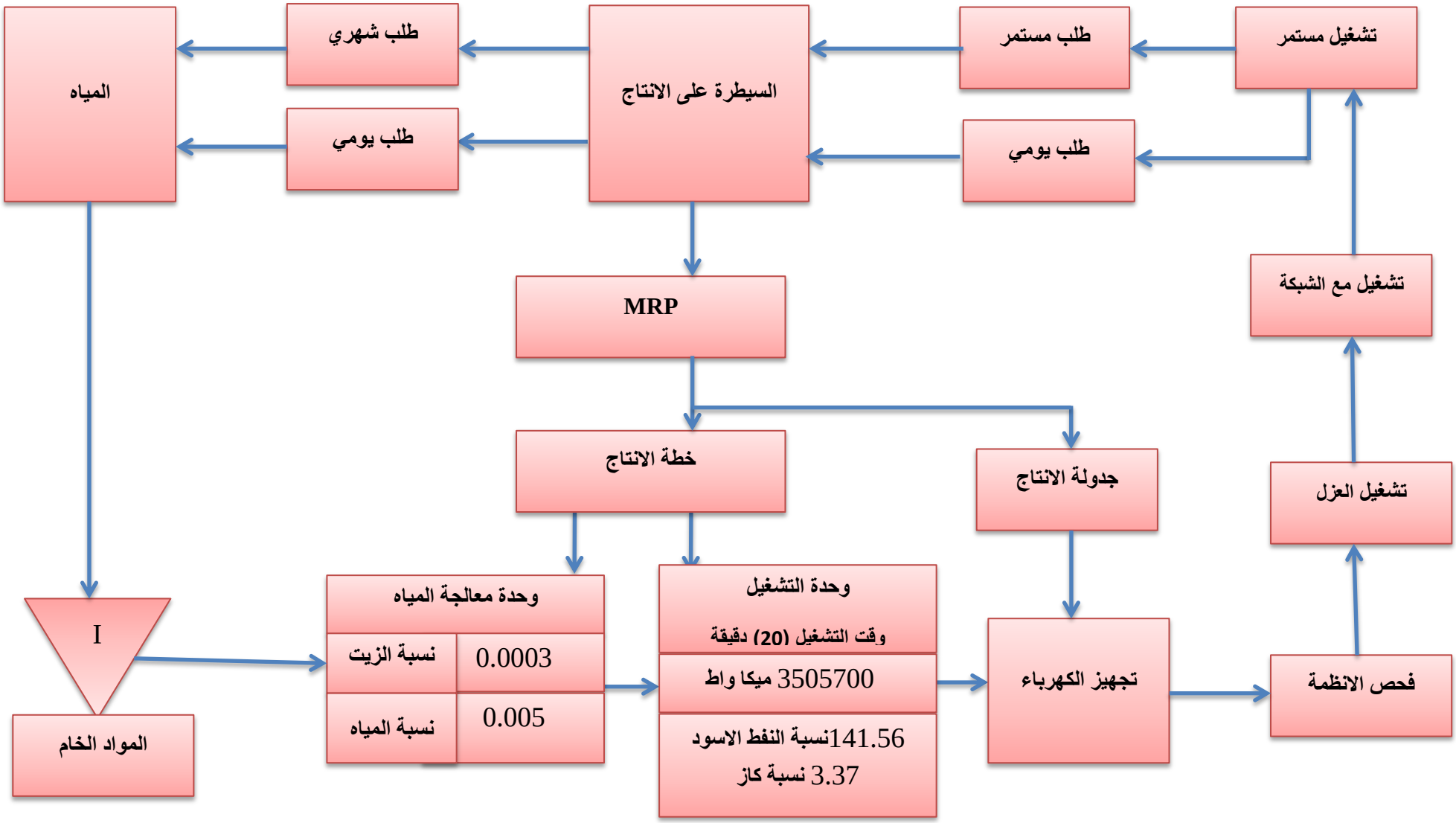
المعدل اليومي للتوليد	نسبة الكاز	نسبة النفط الاسود الى التوليد	نسبة الماء	نسبة الزيت
3505700	3.37	141.56	0.005	0.0003
نسبة التلوث				
H2O	CO2	CO	N2	SO2
11.78	21.78	13.09	35.39	48.98

حوادث العمل والحرائق	عدد الاصابات			عدد الحرائق		
	خطيرة	متوسطة	خفيفة	A	B	C
	32	48	93	28	16	9
	12	18	32	10	7	2

المصدر : اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول(20) الى ان معدل التوليد اليومي ارتفع من (2443215) ميكا الى (3505700) ميكا وبنسبة بلغت (43)%، في حين ان نسبة استهلاك الكاز قد انخفضت من (6.9) الى (3.37)، اما نسبة استهلاك النفط الاسود فقد انخفضت وفق السيناريو اعلاه من (204)% الى (141.56)% ، كما نلاحظ انخفاض في نسبة استهلاك الماء من (0.007)% الى (0.005)%، في حين نلاحظ وجود انخفاض في نسبة استهلاك مادة الزيت من

(0.0004) % الـى (0.0003)%، كمـا نلاحـظ انخفـاض فـي مسـتوى الاصـابات الناتجـة بسـبب عـدم اجـراء الصـيانة ،اذ أن اغلـب مسـببات الاصـابات عـادة مـا ترجـع الـى وجـود ارتفـاع اصـوات المحركـات بسـبب تلـف الكـواتم وكـذلك بسـبب تقـادم العـوازل التـي تغطـي الاسـلاك الكهربائيـة ، بالإضـافة الـى وجـود الآت حـادة بشـكل فوضـوي داخـل غـرف المحركـات وغـرف النقـل الكهربـائي ،وكـذلك انخفـاض فـي عـدد الحرائـق بأنواعهـا، اذ أن اغلـب مسـببات الحرائـق عـادة مـا ترجـع الـى وجـود تسـرب فـي انابيـب الناقلـة للوقـود وكـذلك بسـب تقـادم الصـمات فـي الخزانـات الرئيسـة للوقـود ممـا يـؤدي الـى احتـراق السـوائل القابلـة للاشـتعال كـالبنزين والمـذيبات والزيـوت بالإضـافة الـى احتـراق المعـدات الكهربائيـة. ويوضـح الشـكل (19) خارطـة مجـرى القيمـة المسـتدامة بعـد تطبيـق السـيناريو الاول.



الشكل(19) خارطة مجرى القيمة المستدامة بعد السيناريو الاول

2-السيناريو الثاني:- اضافة محركات توليد

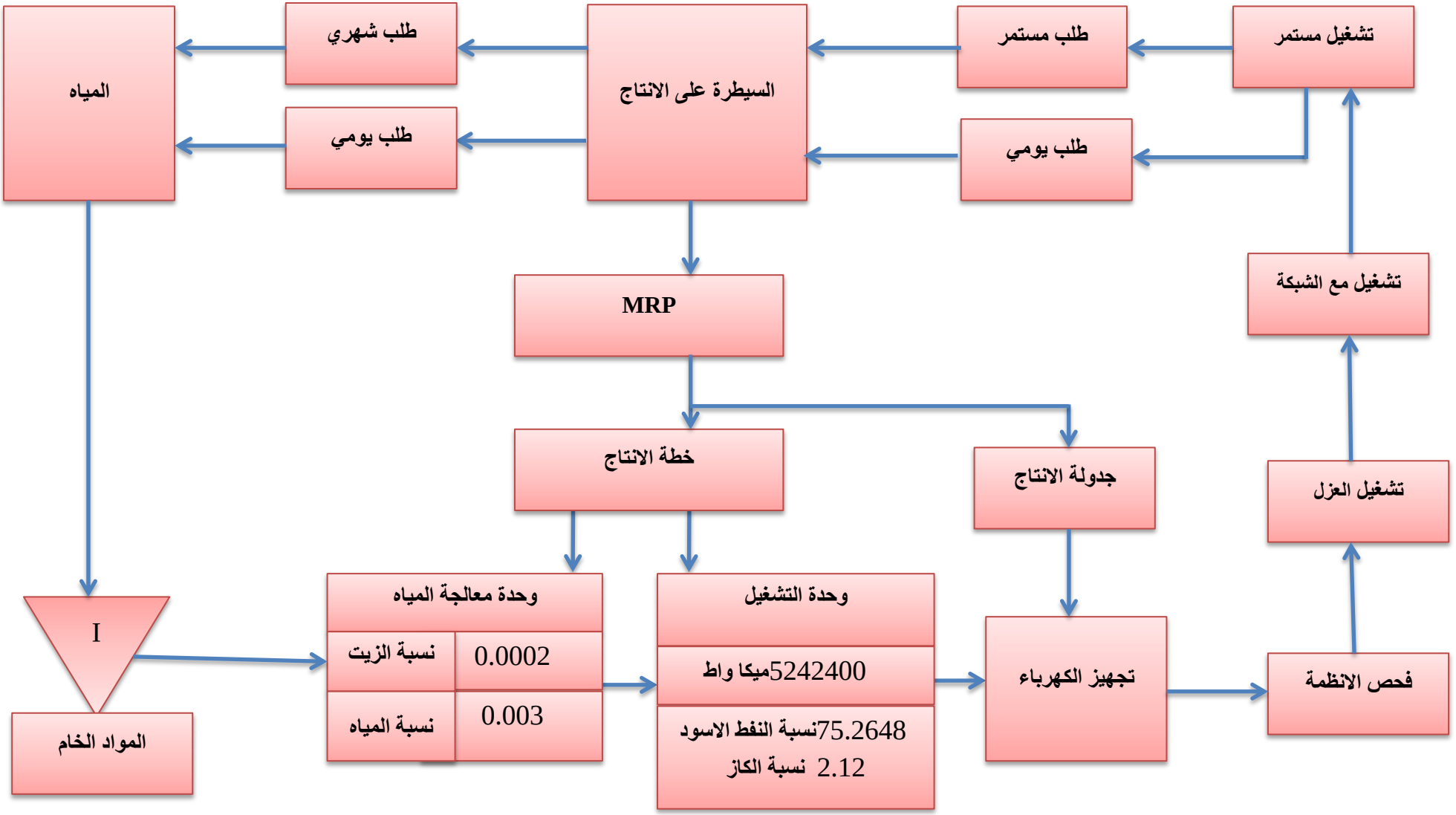
الهدف من السيناريو هو تحديد التوليد والمتغيرات الاخرى من استهلاك الكاز والنفط الأسود والزيت والماء ونسبة التلوث بعد اضافة محركات توليد

الجدول (21) نتائج تشغيل السيناريو الثاني

المعدل اليومي للتوليد	نسبة الكاز	نسبة النفط الاسود الى التوليد	نسبة الماء	نسبة الزيت
5242400	2.12	75.2648	0.003	0.0002
نسبة التلوث				
H2O	CO2	CO	N2	SO2
6.26	11.58	6.96	18.82	26.04

المصدر : اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول(21) الى ان معدل التوليد اليومي ارتفع من (2443215) ميكا الى (5242400) ميكا ،في حين ان نسبة استهلاك الكاز قد انخفضت من (6.9) الى (2.12)، اما نسبة استهلاك النفط الاسود فقد انخفضت وفق السيناريو اعلاه من (204)% الى (75.2648)% ، كما نلاحظ انخفاض في نسبة استهلاك الماء من (0.007)% الى (0.003)%، في حين نلاحظ وجود انخفاض في نسبة استهلاك مادة الزيت من(0.0004)% الى(0.0002)%



الشكل(20) خارطة مجرى القيمة المستدامة بعد السيناريو الثاني

بناءً على ما تقدم يمكن تلخيص نتائج المبحث الثالث والخاص بالسيناريوهات كالاتي:-

1-من خلال اعتماد السيناريو الاول ، والذي يفترض امكانية معالجة المشكلة من خلال اجراء الصيانة الدورية والتي تؤدي الى تقليل نسب التلوث الناتجة من زيادة الانبعاثات في المحطة وبالإمكانات المتوفرة التي لا تتطلب موارد مالية كبيرة ، وبالتالي تقود نتائج هذا السيناريو الى زيادة توليد الطاقة الكهربائية بمقدار (1062485)ميكا عن الواقع الحالي الموجود بالمحطة والبالغ(2443215) ميكا، وهذا بدوره يقود الى خفض كلف الانتاج وتحسين الاداء وزيادة الارباح المتحققة نتيجة ارتفاع مستوى الانتاج من الطاقة الكهربائية.

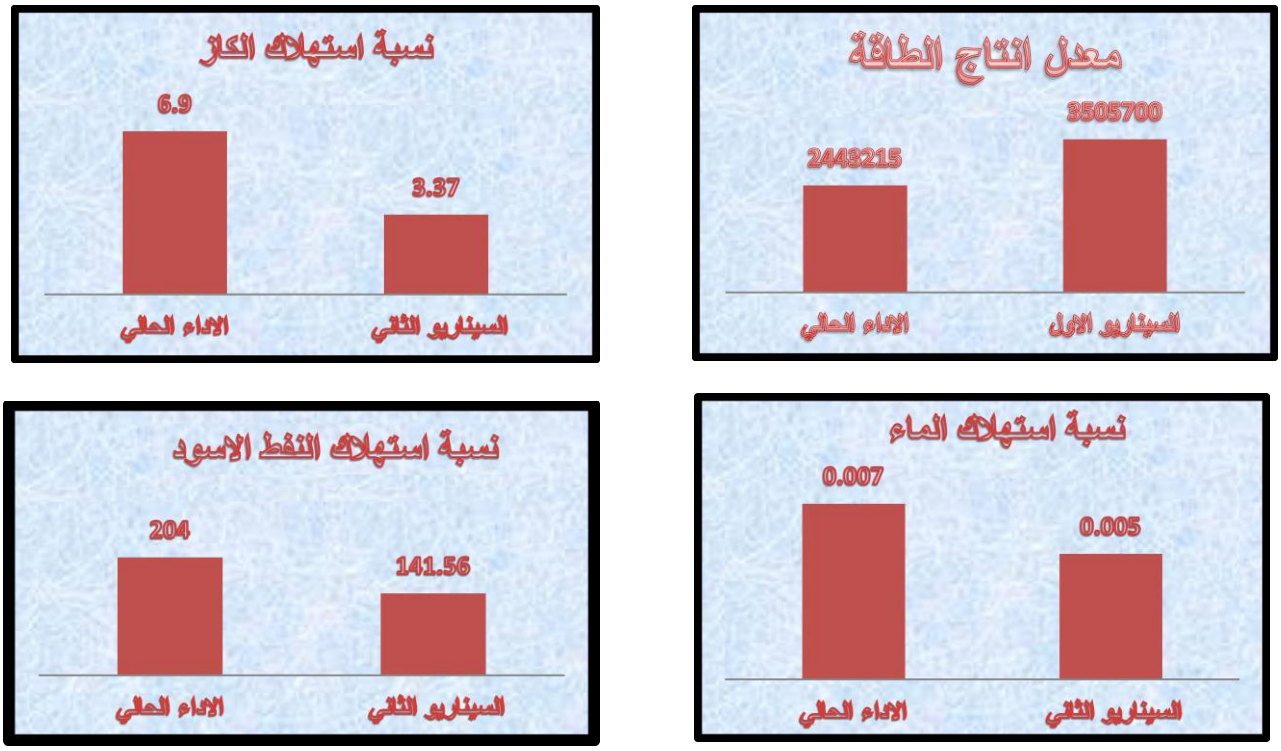
2- تشير نتائج السيناريو الثاني والخاص بإضافة محركات توليد والتي تؤدي الى تقليل نسب التلوث الناتجة من زيادة الانبعاثات في المحطة وبالإمكانات المتوفرة التي لا تتطلب موارد مالية كبيرة ، وبالتالي تقود نتائج هذا السيناريو الى زيادة توليد الطاقة الكهربائية بمقدار (2799185)ميكا عن الواقع الحالي الموجود بالمحطة والبالغ(2443215) ميكا، وهذا بدوره يقود الى خفض كلف الانتاج وتحسين الاداء وزيادة الارباح المتحققة نتيجة ارتفاع مستوى الانتاج من الطاقة الكهربائية.

3-أن خفض الانبعاثات ، والاضرار البيئية وفق السيناريوهات المعتمدة يؤدي الى تحسين الانتاج وتحقيق الامن البيئي ، وضمان سلامة العاملين في المحطة بالإضافة الى تجنب ادارة المحطة للهدر الحاصل في الطاقة الكهربائية والمواد المواد الاساسية المستخدمة في تشغيل المحركات(الكاز، النفط الاسود، الزيت) وبالتالي زيادة ايرادات المبيعات للمحطة، والجدول (22)و(23) يوضح النتائج المتحققة جراء تطبيق السيناريوهات .

جدول (22) مقارنة أداء المحطة الحالية ونتائج السيناريو الاول

الفقرة	الاداء الحالي					النتائج بعد السيناريو الاول				
المعدل اليومي للتوليد	2443215					3505700				
نسبة الكاز	6.9					3.37				
نسبة النفط الاسود الى التوليد	204					141.56				
نسبة الماء	0.007					0.005				
نسبة الزيت	0.0004					0.0003				
نسبة التلوث	SO2	N2	CO	CO2	H2O	SO2	N2	CO	CO2	H2O
	75.04	54.22	20.06	33.38	18.05	26.04	18.82	6.96	11.58	6.26
عدد الاصابات	خفيفة		متوسطة		خطيرة	خفيفة		متوسطة		خطيرة
	93		48		32	32		18		12
عدد الحرائق	C		B		A	C		B		A
	9		16		28	2		7		10

المصدر : اعداد الباحث



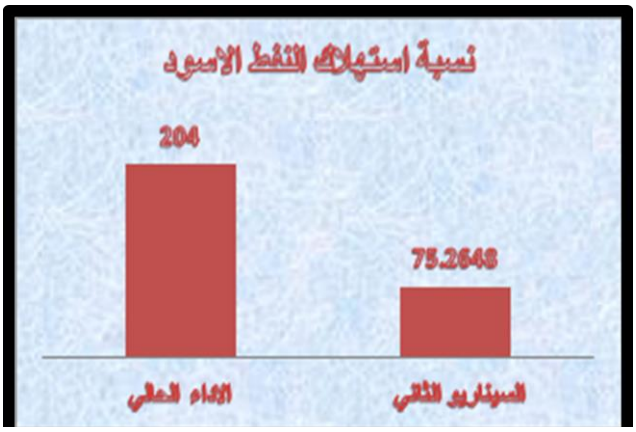
الشكل(21) التغيير بعد تطبيق السيناريو الاول

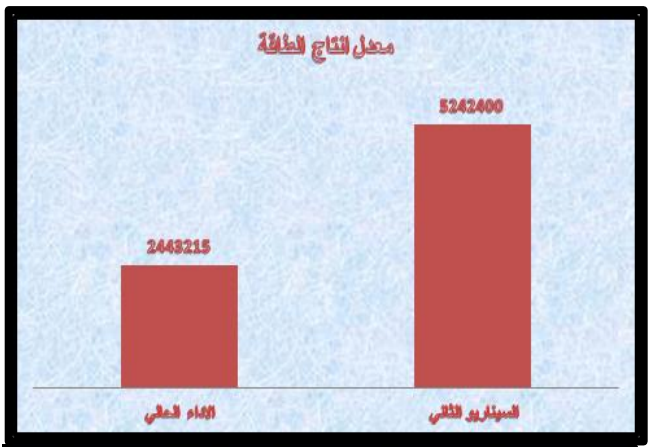
جدول (23)

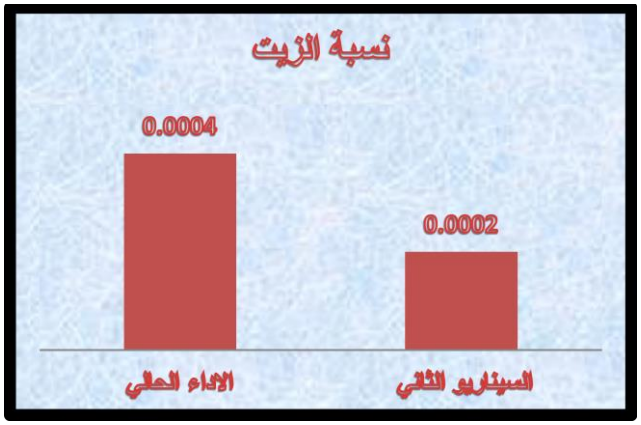
مقارنة اداء المحطة الحالية ونتائج السيناريو الثاني

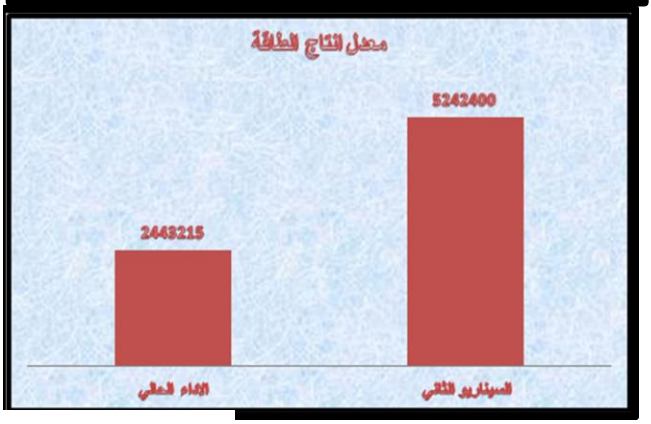
الفقرة	الاداء الحالي					النتائج بعد السيناريو الثاني				
المعدل اليومي للتوليد	2443215					5242400				
نسبة الكاز	6.9					2.12				
نسبة النفط الاسود الى التوليد	204					75.2648				
نسبة الماء	0.007					0.003				
نسبة الزيت	0.0004					0.0002				
نسبة التلوث	SO2	N2	CO	CO2	H2O	SO2	N2	CO	CO2	H2O
	75.04	54.22	20.06	33.38	18.05	26.04	18.82	6.96	11.58	6.26

المصدر: اعداد الباحث









الشكل(22) التغيير بعد تطبيق السيناريو الثاني

اسفرت نتائج الجدول(22) و(23) الى أن تطبيق السيناريو الاول او الثاني يقود الى احداث تغيير في معدل انتاج الطاق الكهربائية وكذلك معدل استهلاك مادة الكاز والنفط الاسود، بالإضافة الى تقليل استهلاك الماء والزيت، وتمثل هذه التغيرات مؤشرات مشجعة وبدرجة كبيرة للإدارة العليا على اعتماد احد السيناريوهات، معالجة /اجراء الصيانة او سيناريو اضافة وحدات توليد في المحطة، فمن خلال المقارنة بين هذه السيناريوهات السابقة ، يتبين لنا ان السيناريو الثاني هو الافضل من حيث زيادة انتاج توليد الطاقة الكهربائية والأنخفاض الكبير وخفض كبير في نسبة استهلاك مادة الكاز والنفط الاسود ، كذلك انخفاض كبير في نسبة استهلاك مادة الزيت والماء

سابعاً: تطبيق تقنية (6R)

تهدف هذه التقنية الى تقليل استخدام الموارد في مرحلة ما قبل الانتاج، وتقليل استخدام الطاقة والمواد في الانتاج ، بالإضافة الى تقليل الهدر أثناء مرحلة الاستخدام.

أ-تقييم الاداء الحالي للمحطة

يعرض الجدول(24) المعدل اليومي لاستهلاك مادتي الكاز والنفط الاسود بالإضافة الى معدل الفصل اليومي لمخلفات الوقود ومعدل العمل الشهري للمحركات .

الجدول(24)

المعدل اليومي للأستهلاك

التخفيض		اعادة التدوير		اعادة التصميم
المعدل اليومي لاستهلاك للكاز/لتر	المعدل اليومي لاستهلاك للنفط الاسود/ لتر	فصل مخلفات الوقود عن الماء		الطاقة التصميمية للمحركات 2000 شهريا
		كاز	زيت	
13478484	506374935	2400	250	1400
29090533	408032333	2300	220	1450
13723581	466948387	2350	230	1440
15219355	649503807	2400	198	1500
11946733	664741567	2450	210	1450
24486193	606782452	2320	225	1320
10585333	392946333	2400	218	1300
المعدل 16932887	1178957748	2370	221	1410

المصدر: من اعداد الباحث بالأعتماد على برنامج المحاكاة

ب-تطبيق السيناريو الأول بأستخدام تقنية6R

الهدف من السيناريو هو تحديد التغيرات التي يمكن ان تحدث على المعدل اليومي لاستهلاك مادتي الكاز والنفط الاسود بالإضافة الى معدل الفصل اليومي لمخلفات الوقود ومعدل العمل الشهري للمحركات بعد اجراء الصيانة ، والجدول (25) يوضح ذلك.

الجدول (25) نتائج تشغيل السيناريو الاول وفق تقنية(6R) في الاستدامة

التخفيض		اعادة التدوير		اعادة التصميم
المعدل اليومي لاستهلاك للكاز/لتر	المعدل اليومي لاستهلاك للنفط الاسود/ لتر	فصل مخلفات الوقود عن الماء		الطاقة التصميمية للمحركات 2000 شهريا
		كاز	زيت	
10782787	405099948	1920	200	1680
23272426	326425866	1840	176	1740
10978864	373558710	1880	184	1720
12175484	519603046	1920	158	1800
9557386	531793254	1960	168	1740
19588954	485425962	1856	180	1580
8468266	314357066	1920	174	1560
المعدل 13546309	422323407	1899	177	1690

المصدر: اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول(25) الى ان معدل استهلاك مادة الكاز اليومي انخفض من (16932887) لتر الى (13546309) لتر ،اما استهلاك النفط الاسود فقد انخفض وفق السيناريو اعلاه من (1178957748) لتر الى (422323407) لتر ، كما نلاحظ انخفاض في نسبة فصل مخلفات الوقود عن الماء فقد انخفضت من (2370) لتر الى (1899) لمادة الكاز و(221) الى (177) لتر لمادة الزيت، كما نلاحظ ارتفاع ساعات العمل الشهرية للمحركات من(1410) ساعة في الشهر الاول الى (1690) ساعة لنفس الشهر اي ما يعادل (%20).

ت-السيناريو الثاني باستخدام تقنية(6R)

الهدف من السيناريو هو تحديد التغيرات التي يمكن ان تحدث على المعدل اليومي لاستهلاك مادتي الكاز والنفط الاسود بالإضافة الى معدل الفصل اليومي لمخلفات الوقود ومعدل العمل الشهري للمحركات بعد اجراء الصيانة واضافة وحدات توليدية، والجدول (26) يوضح ذلك.

الجدول (26) نتائج تشغيل السيناريو الثاني وفق تقنية 6R في الاستدامة

التخفيض		اعادة التدوير		اعادة التصميم
المعدل اليومي لاستهلاك للكاز/لتر	المعدل اليومي لاستهلاك للنفط الاسود/ لتر	فصل مخلفات الوقود عن الماء		الطاقة التصميمية للمحركات 200 شهريا
		كاز	زيت	
12723689	478017939	2150	224	2010
14971825	385182522	2060	197	2080
12758985	440799278	2105	206	2060
12974377	613131594	2150	177	2160
12503120	627516040	2195	188	2080
14308804	572802635	2078	201	1890
12307081	370941338	2150	194	1870
المعدل 13221125	498341620	2127	198	2022

الجدول: من اعداد الباحث

تشير نتائج الجدول(26) الى ان معدل استهلاك مادة الكاز اليومي انخفض من (16932887) لتر الى (13221125) لتر ،اما استهلاك النفط الاسود فقد انخفض وفق السيناريو اعلاه من (1178957748) لتر الى (498341620) لتر ، كما نلاحظ انخفاض في نسبة فصل مخلفات الوقود عن الماء فقد انخفضت من (2370)لتر الى (2127) لمادة الكاز و(221) الى (198177) لتر لمادة الزيت، كما نلاحظ ارتفاع ساعات العمل الشهرية للمحركات من(1410) ساعة في الشهر الاول الى (2022) ساعة لنفس الشهر اي ما يعادل (43)%.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

توطئة

يحاول الفصل الحالي تأطير الجانب العملي للدراسة على شكل استنتاجات عملية في ضوء النتائج التي أفرزها ثم الافادة من تلك الاستنتاجات لصياغة توصيات عملية وعلمية من شأنها ان تقدم مقترحات وافية للمحطة حالة الدراسة لغرض الوقوف على أوجه الاهتمامات والتلكؤ الذي تعاني منه، والعمل على تجاوز القضايا التي تواجهها اثناء عملها اليومي.

اولاً:- الاستنتاجات :-

1-أظهرت نتائج الدراسة بأن هناك ضعف في المحطة حالة الدراسة في تطبيق نظام التصنيع المستدام ، وهو نظام حديث التطبيق في بيئتنا المحلية ، كونها تفتقر الى تخصص الكثير من الأموال من أجل تطوير ، وتدريب مواردها البشرية والمسؤولة عن عمليات الاستدامة ومواكبة التطورات الحاصلة في مجال الامن البيئي.

2- من خلال النتائج التي تم التوصل اليها في برنامج المحاكاة تبين لنا ان زيادة اهتمام ادارة المحطة بالتصنيع المستدام سيسهم في تحقيق التفوق التنافسي لها وزيادة انتاجها من الطاقة الكهربائية .

3-يستدل من خلال النتائج المتحققة ان المحطة حالة الدراسة تتبنى بعضا من ادوات التصنيع المستدام بشكل متفاوت في خارطة القيمة المستدامة من خلال عدد من تقنيات (6R)، الأمر الذي يثبت صحة التوجه البحثي في اختيار المتغيرات الحالية وملائمة ميدان الدراسة.

4-تعمل المحطة حالة الدراسة وبمستويات ضعيفة على تبني مفاهيم حماية البيئة عن طريق استخدام أنظمة تصنيع واعية تجاه البيئة ، وباعتماد أساليب الإنتاج النظيف و الاستراتيجيات

البيئية الوقائية المتكاملة على العمليات والمنتجات لتقليل المخاطر أمام العمال والبيئة وذلك للمحافظة على المواد الخام وأزله الضارة منها وتقليل المواد السامة.

5- يمكن الاستدلال بأن انخفاض مستويات الأخطاء البشرية كان نتيجة لامتلاك الموارد البشرية في المحطة حالة الدراسة لمهارات عالية أسهمت في تقليل تلك الأخطاء ، وعلى الرغم من ضعف اهتمام المحطة بإقامة الدورات التدريبية لهم.

6-تبين من خلال النتائج التي تم التوصل لها ان العمل بالتصنيع المستدام وتقنية الـ (6R) يزيد من قدرة المحطة ونجاحها في الحد من الأنشطة التي تقود الضرر البيئي وتساهم في تخفيض تكاليف الانتاج.

7-يقع الأداءان البيئي والاجتماعي في صُلب أهداف وعمليات نظم التصنيع الحديثة (التصنيع المستدام)، بالإضافة الى انعكاس ظروف البيئة العراقية على التذبذب في قيم المتغيرات الرئيسة للدراسة.

8-إن مستوى الاهتمام بالعمل على وفق نظام التصنيع المستدام يشكل مؤشرا قويا باتجاه العمل على وفق متطلبات الامن البيئي ، بالإضافة الى سلامة الافراد للعاملين في المحطة.

9-تنعكس استدامة(استمرارية) علاقة نظم التصنيع الحديثة (التصنيع المستدام) مع الاداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي على تحقيق الاستدامة لنظم التصنيع نفسها.

10-يوفر التوسع في تطوير العلاقة وادامتها بين التصنيع المستدام والاداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي ظروف أفضل وأكثر فاعلية للتخلص من الهدر بأنواعه المختلفة.

11-يشكل الأداء الاقتصادي القاسم المشترك بين استدامة نظم التصنيع والاداء البيئي والاجتماعي.

12- ان المحطة تطبق نظام التصنيع المستدام ، وتؤمن ببعض أفكاره ويعود السبب في ذلك الى ضعف وعي الادارة العليا في المحطة حالة الدراسة بالمبادئ التي يستند اليها هذا النظام والفهم الخاطئ للبعض منها ، الأمر الذي انعكس على بعض المفاهيم والأفكار التي يؤكدها هذا النظام والتي تعد المفتاح الرئيس في انجاح تطبيقه الذي يصب بالنهاية في تدعيم اسس نظام التصنيع المستدام الذي تعمل بموجبه المحطة .

13- يساعد المنتج الصديق للبيئة ، ونظام التصنيع المستدام تماما المحطة على الترشيد في استخدام الموارد وتعزيز القدرة التنافسية للأعمال.

14- يساعد مفهوم التصنيع المستدام وخارطة مجرى القيمة المستدامة وتقنيه (6R) المحطة على تحسين الاداء الاقتصادي والبيئي والاجتماعي.

15- من خلال الاطلاع على المحركات في المحطة حالة الدراسة تم ملاحظة إن اغلبها يعاني من مشاكل في الصيانة وتهالك بعض القطع الموجودة فيها ،الامر الذي يؤثر بشكل سلبي على زيادة نسبة التلوث الناتجة عن الاحتراق الغير كامل للوقود .

16- غياب المعرفة العملية بمفهوم التصنيع المستدام لدى الادارة العليا في المحطة ،بالإضافة الى تغاضي الادارة عن نسب التلوث الكبيرة.

ثانياً:-التوصيات :-

1- ضرورة أن تمتلك ادارة المحطة حالة الدراسة الوعي المناسب تجاه دورها في حماية البيئة، وعدم الحاق الضرر بها وأن يكون لديها برامج فعالة لتحقيق التصنيع المستدام تقوم بتطبيقها وبما يعود على المحطة والبيئة من منافع انطلاقا من مسؤولياتها الأخلاقية والقانونية.

2- ضرورة قيام ادارة المحطة حالة الدراسة بنشر الوعي بين العاملين من خلال أشراكهم بدورات تدريبية، وبحسب تخصصاتهم ما ينعكس ايجاباً على الحد من مخاطر البيئة، وتحسين مهاراتهم وتطويرها وإطلاعهم على المنافع الكبيرة المتحققة من تطبيق هذا النظام .

3- ضرورة تعزيز التوجه نحو تهيئة متطلبات تبني نظام التصنيع المستدام.

4- اعتماد المبادئ الأساسية للاستدامة ما أمكن في عمليات الإنتاج المختلفة بالتركيز على المرونة التصنيعية، والنماذج القياسية للعمليات التي يؤدي الى ضمان السلامة البيئية.

5- تعزيز أي نشاطات أو ممارسات فعلية في المحطة تدفع باتجاه امكانية تنفيذ مبادئ التصنيع المستدام مثل الاستثمار في المكائن الحديثة، او الصيانة الإنتاجية الشاملة، أو نظم السلامة البيئية.

6- الدعوة الى دراسات تواكب التطورات الحديثة في مجال عمليات التصنيع المعاصرة وبالتعاون مع الجامعات والمعاهد والباحثين وتحفيزهم من خلال رصد مكافأة مالية لتقديم دراسات مهمة والهيئات المتخصصة للإفادة من خبراتها وامكاناتها.

7- العمل على تطبيق التصنيع المستدام بمستويات عالية والتي ستمكن المحطة من تعزيز انتاجها من الطاقة الكهربائية وتقليل التالف وتخفيض التكاليف والارتقاء بمستويات الإنتاجية وذلك باعتماد دورات تدريبيه وتثقيفيه للأفراد العاملين.

8- يتعين على الادارة العليا في المحطة العمل على توفير الصيانة الدورية من اجل تجنب التوقفات والعطلات المفاجئة. والاهتمام بشكل كبير ببرامج الصيانة الوقائية للمحركات بهدف جعلها اكثر فاعلية وتجنب العطلات المفاجئة.

9- تضمين الخطة الاستراتيجية للمحطة متطلبات تحقيق وتمتين العلاقة المتبادلة بين نظم التصنيع المستدام والمسؤولية الاجتماعية من جانب، واستدامة الأداءين البيئي والاجتماعي من جانب أخر.

10- دراسة وتحليل وتشخيص أسباب التلوث وعمليات الهدر في الوقود التي تحدث خلال عمليات الانتاج من اجل منع حدوث الخطأ مع اقتراح الاجراءات التصحيحية المناسبة المشار اليها.

11- الايمان بالانعكاس الإيجابي لاستدامة الاداء البيئي والاجتماعي على استدامة واستمرارية بقاء نظم التصنيع فعالة على الرغم من الظروف الصعبة المحيطة بالمحطة حالة الدراسة.

12- وضع نظم قياس معيارية (قياسية) لتدفق عمليات الإنتاج، والنواتج المستهدفة، وإخضاعها لنظم تقييم الأداء الحديثة، لمعرفة التقدم في النواتج المستهدفة من مدة زمنية الى أخرى.

13- توظيف الكلفة الاجتماعية في المجالات التي تعزز من أدامة وتطوير العلاقة والبيئة المادية والاجتماعية.

المصادر

المصادر والمراجع

- **القرآن الكريم**

أولاً:- المصادر العربية

أ- الكتب

1- محسن ، عبد الكريم والنجار صباح مجيد ، **"ادارة الانتاج والعمليات"** ، الذاكرة للنشر والتوزيع، الطبعة الرابعة، عمان ، الاردن، **(2012)**.

ب- البحوث والدوريات

1- اسماعيل ، ايمان فاضل والنور ، حمزة مالك . **"تأثير اللوجستيات العكسية في التصنيع المستدام: دراسة أستطلاعية لأراء العاملين في شركة لوك اويل (LUKOIL) في محافظة البصرة "** جامعة البصرة ، مجلة الدراسات الأدرايية ، المجلد 13 ، العدد 26 ، 2018 ، ص 153-177.. Https://library.dctabudhabi.ae/eds .

2- الحمداني، رعد عدنان رؤوف والسراي ، ثامر عكاب حواس. **"معالجة الفشل العملياتي في أطار فلسفة التصنيع المستدام : دراسة تحليلية لأراء مجموعة من العاملين في معمل اسمنت كركوك"**، جامعة تكريت- كلية الأدارة والاقتصاد ، مجلة تكريت للعلوم الأدارية والأقتصادية، المجلد 2 ، العدد 38 ، 2017 ، ص 1-23. . Https://iasj.net/iasj/download

3- رؤوف ، رعد عدنان والشهواني ، آلاء عبد الوهاب . **"تحقيق التفوق التنافسي في أطار اعتماد بعض استراتيجيات التصنيع المستدام : دراسة استطلاعية في الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود في بغداد"** ، جامعة تكريت ، مجلة تكريت للعلوم الأدارية والاقتصادية ، المجلد 16 ، العدد 51، 2020، ص 1-18.Https://iasj.net/iasj .

4- طاهر محسن منصور الغالبي، & عبد الرضا ناصر محسن المالك. (2016). **"دور التصنيع الخفيف في تعزيز استدامة الأدائين البيئي والاجتماعي: دراسة ميدانية في شركة الفيحاء للبناء الجاهز".** مجلة الاقتصادي الخليجي، جامعة البصرة، المجلد 32، العدد 28 ، ص 1-43.

5- عبيد ، عبد السلام ابراهيم وعطوان ، مروه موسى **"تأثير ممارسات التصنيع المستدام على أداء الأستدامة: دراسة تحليلية في محطة توليد كهرباء النجيبية الحرارية"** ، بحث مستل من رسالة ماجستير في كلية التقنية الادارية– جامعة البصرة والموسومة (اختبار نموذج امثلية نظام التصنيع المستدام بأستخدام خرائط مجرى القيمة : دراسة حالة في محطة توليد كهرباء النجيبية الحرارية) ، المجلد 12 ، العدد 24 ، 2020 ، ص 3-34. .Https://www.iasj.net

ثانياً:- المصادر الاجنبية

A-Books

1- Richard schonberger. (1987). "**world class manufacturing casebook: implementing jit and tqc"**. Simon and schuster.

2- Garbie, i. (2016). **"sustainability in manufacturing enterprises: concepts, analyses and assessments for industry 4.0. Springer"**. https://scholar.google.com/scholar?

3- Yang, c. (2016). "**manufacturing industry. International encyclopedia of geography: people, the earth, environment and technology: people, the earth, environment and technology,"** 1-4. https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0103.

4- vezzoli, c., & manzini, e. (2008)." **design for environmental sustainability"** (p. 4). London: springer. Https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-163-3.

5- Jacobs, f. R., & chase, r. (2012). **"operations and supply chain management: the core"**. Mcgraw-hill higher education. Https://lccn.loc.gov/2018044375.

6- Campana, g., howlett, r. J., setchi, r., & cimatti, b. (eds.). (2017). **"sustainable design and manufacturing 2017: selected papers on sustainable design and manufacturing"** (vol. 68). Springer. Https://books.google.iq/books.

7- Aschner, a. (2004). **"planning for sustainability through cleaner production**". University of new south wales. Http://www.gcpcenvis.nic.in/.

8- Seliger, g., khraisheh, m. M., & jawahir, i. S. (eds.). (2011). **"advances in sustainable manufacturing"**. Springer science & business media. https://books.google.iq/books.

9- Krajewski, l. J., ritzman, l. P., & malhotra, m. K. (2010). **"operations management: processes and supply chains"**. Upper saddle river, new jersey: pearson. https://www.ryerson.ca/content/dam/information-technology-management.

10- King, p. L., & king, j. S. (2017). "**value stream mapping for the process industries: creating a roadmap for lean transformation**". Crc press. https://books.google.iq/books.

11- Stevenson, w. J., hojati, m., & cao, j. (2014). **"operations management"** mcgraw-hill education. https://scholar.google.com/.

12- Chase, r. B. (2016). **"operations and supply chain management: the core".** Mcgraw-hill education-europe. Https://scholar.google.com/.

13- Krajewski, l., ritzman, l. P., & malhotra, m. K. (2019). Operations management. Processes and supply chains, harlow: pearson. Https://www.ryerson.ca/content/dam.

14- Vippianto, h. K. (2017). "**pengukuran kinerja sustainable supply chain management dengan menggunakan metode sustainable value stream mapping**" (studi kasus proses produksi mesin press baglog jamur di cv. Tunas karya). Https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/5744.

B- Articles

1- Levinson, m. (2017). **"what is manufacturing?: why does the definition matter?".** Congressional research service.

Https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/02/08/r44755.pdf.

2- kalpakjian, s. (1995). **"competitive aspects of manufacturing. Manufacturing engineering and technology",** third edition, addison wesley publishing company, 1216-1243.

3- hitomi, k. (1990). **"manufacturing systems engineering: the concept, its context and the state of the art**". International journal of computer integrated manufacturing, 3(5), 275-288. Https://doi.org/10.1080/09511929008944456.

4- duda, j., & habel, j. (2018, september). **"manufacturing activities modelling for the purpose of machining process plan generation"**. In international conference on intelligent systems in production engineering and maintenance (pp. 215-224). Springer, cham. https://link.springer.com..

5- hauge, j., & o'sullivan, e. (2019). **"inside the black box of manufacturing: conceptualising and counting manufacturing in the economy"** https://scholar.google.com/.

6- Moon, y. B., & wu, m. (2016, june). **"spurring innovation in a sustainable manufacturing course"**. In 123rd asee annual conference and exposition. American society for engineering education. Https://peer.asee.org/25861.

7- kumbara, a. (2020). "**management strategy swot analysis of lucky textile group in facing textile industry competition"**. Dinasti international journal of management science, 1(3), 430-454. https://doi.org/10.38035/dijefa.v1i3.419.

8- Carley, s., jasinowski, j., glassley, g., strahan, p., attari, s., & shackelford, s. (2014). **"success paths to sustainable manufacturing"**. School of public and environmental affairs

Indiana university. Https://oneill.indiana.edu/doc/research/sustainability-2014.pdf.

9- lin, x. (2018). **"approach to manufacturing resource description based on metadata in cloud manufacturing"**. International journal of internet manufacturing and services, 5(2-3), 220-231. https://www.inderscienceonline.com/doi/ 091993.

10- barata, j., cunha, p. R., & coyle, s. (2019). **"evolving manufacturing mobility in industry 4.0: the case of process industries".** Journal of manufacturing technology management. Https://doi.org/10.1108/jmtm-10-2018-0361.

11- bertotto, b. B., pohlmann, m., & da silva, f. P. (2014). **"the dimensions of sustainability: concepts and strategies in the textile and clothing supply chain in brazil"**. Sustainable design and manufacturing 2014 part 1, 218. http://www.inimpact.org.

12- St. Pierre schneider, b. (2009)." **in support of the overuse of sustainability**".10(4),305-306. Https://journals.sagepub.co.

13- Despeisse, m., mbaye, f., ball, p. D., & levers, a. (2012). **"the emergence of sustainable manufacturing practices"**. Production planning & control, 23(5), 354-376. Https://doi.org/10.1080/09537287.2011.555425.

14- moldavska, a., & welo, t. (2017). **"the concept of sustainable manufacturing and its definitions: a content-analysis based literature review"**. Journal of cleaner production, 166, 744-755. Http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0.

15- jawahir, i. S., badurdeen, f., & rouch, k. E. (2015). **"innovation in sustainable manufacturing education"**. Universitätsverlag dertuberlin. Pp.9-16. Https://gcsm.eu/papers/28/0.3%20jawahir.pdf.

16- garetti, m., & taisch, m. (2012). **"sustainable manufacturing: trends and research challenges**". Production planning & control, 23(2-3), 83-104. Https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591619.

17- hussain, s., & jahanzaib, m. (2018). **"sustainable manufacturing–an overview and a conceptual framework for continuous transformation and competitiveness**". Advances in production engineering & management, 13(3), 237-253. Https://doi.org/10.14743/apem2018.3.287.

18- al-yousfi, a. B. (2004). **"cleaner production for sustainable industrial development: concept and applications. Practice periodical of hazardous, toxic, and radioactive waste management,**" 8(4), 265-273. https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061.

19- Veleva, v., & ellenbecker, m. (2001). **"indicators of sustainable production: framework and methodology"**. Journal of cleaner production, 9(6), 519-549. Https://www.sciencedirect.com/science/article/abs.

20- gunasekaran, a., & spalanzani, a. (2012). Sustainability of manufacturing and services: investigations for research and applications. International journal of production economics, 140(1), 35-47. Https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.05.011.

21- center, g. A. L. (2015**). "prism workshop on sustainable manufacturing for the aerospace industry: product, process and system innovations for next generation manufacturing"**. Https://scholar.google.com/.

22- ita, u. (2012). **How does commerce define sustainable manufacturing**?. Online]http://trade.gov/competitiveness/sustainablemanufacturing/how_doc_defines.

23- Allwood, j. (2005, february). **"what is sustainable manufacturing. In sustainable manufacturing seminar series"** (vol. 16, no. 2, p. 05). Institute of manufacturing, university of cambridge. Https://scholar.google.com/.

24- leahu-aluas, s. (2010). **"sustainable manufacturing–an overview for manufacturing engineers. Sustainable manufacturing consulting"**.. Https://scholar.google.com.

25- garetti, m., mummolo, g., & taisch, m. (2012). **"special issue on sustainable manufacturing"**. Vol.23,p.79-82. Https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591617.

26- molamohamadi, z., & ismail, n. (2013). Developing a new scheme for sustainable manufacturing. International journal of materials, mechanics and manufacturing, 1(1), 1-5. Https://www.researchgate.net/profile/napsiah-ismail.

27- Jawahir, i. S. (2008, august)." **beyond the 3r's: 6r concepts for next generation manufacturing: recent trends and case studies. In symposium on sustainability and product development, iit, chicago"**. Https://people.utm.my/zulk/wp-content/blogs.dir.

28- pathak, p., & singh, m. P. (2017). **"sustainable manufacturing concepts: a literature review"**. International journal of engineering technologies and management research,vol.4, no.6, pp.1-13. Https://doi.org/10.29121/ijetmr.v4.i6.2017.74.

29- Rao, p. N. (2013**). "sustainable manufacturing–principles, applications, and directions"**. Vol.28,p,1-14. Https://www.researchgate.net/publication/.

30- Moldavska, a., & martinsen, k. (2018). **"defining sustainable manufacturing using a concept of attractor as a metaphor"**.

Procedia cirp, 67, 93-97. Https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.182.

31- rosen, m. A., & kishawy, h. A. (2012). **"sustainable manufacturing and design: concepts, practices and needs".** Sustainability, 4(2), 154-17. https://www.mdpi.com.

32- habidin, n. F., zubir, a. F. M., fuzi, n. M., latip, n. A. M., & azman, m. N. A. (2015). **"sustainable manufacturing practices in malaysian automotive industry: confirmatory factor analysis".** Journal of global entrepreneurship research, 5(1), 14. Https://creativecommons.org/licenses/by/4.0.

33- dassisti, m., chiarello, f., fantoni, g., priarone, p. C., ingarao, g., campana, g., ... & simoncini, m. (2019**). "benchmarking the sustainable manufacturing paradigm via automatic analysis and clustering of scientific literature: a perspective from italian technologists".** Procedia manufacturing, 33, 153-159. Https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.104.

34- sarkar, p., joung, c. B., carrell, j., & feng, s. C. (2011, january). **Sustainable manufacturing indicator repository**. In international design engineering technical conferences and computers and information in engineering conference (vol. 54792, pp. 943-950). Https://asmedigitalcollection.asme.org/.

35- Joung, c. B., carrell, j., sarkar, p., & feng, s. C. (2013). **"categorization of indicators for sustainable manufacturing"**. Ecological indicators, 24, 148-157. Https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030.

36- koho, m., tapaninaho, m., järvenpää, e., heilala, j., & lanz, m. (2015). **Sustainability performance measurement and management model**. In 25th international conference on flexible automation and intelligent manufacturing, faim 2015. Https://tutcris.tut.fi/portal/files/pdf.

37- hami, n., muhamad, m. R., & ebrahim, z. (2016). **"the impact of sustainable manufacturing practices on sustainability**". Jurnal teknologi,vol.(78),no.(1).p.141. Https://doi.org/10.11113/jt.v78.3090.

38- Reich-weiser, c., vijayaraghavan, a., & dornfeld, d. A. (2008, january). **"metrics for sustainable manufacturing**". In international manufacturing science and engineering conference (vol. 48517, pp. 327-335). https://doi.org/10.1115/msec_icmp2008-72223.

39- oecd publishing. (2010). **Eco-innovation in industry: enabling green growth**. Oecd. Https://www.researchgate.net/publication/th.

40- hussain, s., & jahanzaib, m. (2018). **"sustainable manufacturing–an overview and a conceptual framework for continuous transformation and competitiveness".** Advances in production engineering & management, 13(3), 237-253. Https://doi.org/10.14743/apem2018.3.287.

41- Veshagh, a., marval, s., & woolman, t. (2012). **"making the business case for eco-design and sustainable manufacturing".** In leveraging technology for a sustainable world (pp. 11-17). Springer, berlin, heidelberg. Https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-29069.

42- spiegel, d. V. D., linke, b. S., stauder, j., & buchholz, s. (2015). **"sustainability strategies of manufacturing companies on corporate, business and operational level".** International journal of strategic engineering asset management, 2(3), 270-286. Https://www.inderscienceonline.com.

43- Hassan, m. G., nordin, n., & ashari, h. (2015). "**sustainable manufacturing practices implementation in malaysia industries"**. *Jurnal teknologi*, *44*(4), 49-56. Http://repo.uum.edu.my/id/eprint/16510.

44- Muhardi, m., cintyawati, c., adwiyah, r., hami, n., hashim, r., omar, s., & shafie, s. M. (2020)." **the implementation of sustainable manufacturing practice in textile industry: an indonesian perspective. The journal of asian finance, economics, and business**", 7(11), 1041-1047. Https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0.

45- Millar, h. H., & russell, s. N. (2011). "**the adoption of sustainable manufacturing practices in the caribbean**". Business strategy and the environment, 20(8), 512-526. https://doi.org/10.1002/bse.707.

46- jayal, a. D., badurdeen, f., dillon jr, o. W., & jawahir, i. S. (2010). "**sustainable manufacturing: modeling and optimization challenges at the product, process and system levels".** Cirp journal of manufacturing science and technology, 2(3), 144-152. Https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2010.03.006.

47- Machado, c. G., winroth, m. P., & ribeiro da silva, e. H. D. (2020). **"sustainable manufacturing in industry 4.0: an emerging research agenda"**. International journal of production research, 58(5), 1462-1484. Https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777.

48- Catlin, j. R., luchs, m. G., & phipps, m. (2017). Consumer perceptions of the social vs. Environmental dimensions of sustainability. Journal of consumer policy, 40(3), 245-277. Https://link.springer.com/.

49- rauch, e., dallinger, m., dallasega, p., & matt, d. T. (2015). **"sustainability in manufacturing through distributed manufacturing systems (dms)"**. Procedia cirp, 29(1), 544-549. Https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/s2212827115005089.

50- labuschagne, c., brent, a. C., & van erck, r. P. (2005). **"assessing the sustainability performances of industries**". Journal of cleaner production, 13(4), 373-385. Https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.10.007.

51- roadmap, s. M. A. (2010). **"factories of the future ppp strategic multi-annual roadmap".** Http://www.manufuture.si/dokumenti/01-02-10/fof_ppp_roadmap_final_version.pdf.

52- Galdeano-gómez, e., aznar-sánchez, j. A., & pérez-mesa, j. C. (2013). **"sustainability dimensions related to agricultural-based development: the experience of 50 years of intensive farming in almería (spain)**". International journal of agricultural sustainability, 11(2), 125-143. Https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14735903.2012.704306.

53- Alnoor, a., eneizan, b., makhamreh, h. Z., & rahoma, i. A. (2018). **"the effect of reverse logistics on sustainable manufacturing"**. International journal of academic research in accounting, finance and management sciences, 9(1), 71-79. Https://www.hrmars.com/.

54- Eslami, y., dassisti, m., lezoche, m., & panetto, h. (2019). **"a survey on sustainability in manufacturing organisations: dimensions and future insights"**. International journal of production research, 57(15-16), 5194-5214. Https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1544723.

55- akbar, m., & irohara, t. (2018). **"scheduling for sustainable manufacturing: a review"**. Journal of cleaner production, 205, 866-883. Https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.100.

56- Abubakr, m., abbas, a. T., tomaz, i., soliman, m. S., luqman, m., & hegab, h. (2020). **"sustainable and smart manufacturing: an integrated approach. Sustainability,"** 12(6), 2280. Https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2280.

57- Raouf, r. A., & hawass, t. A. (2019). "**addressing operational failures within the framework of the use of sustainable manufacturing philosophy**". Tikrit journal of administrative and economic sciences, 2(38), 83-105. Http://jaes.tu.edu.iq/index.php/j/article/view/191.

58- Bhanot, n., rao, p. V., & deshmukh, s. G. (2015). "**sustainable manufacturing: an interaction analysis for machining parameters using graph theory**". Procedia-social and behavioral sciences, 189, 57-63. Http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

59- morelli, j. (2011). **"environmental sustainability: a definition for environmental professionals**". Journal of environmental sustainability, 1(1), 2. Http://scholarworks.rit.edu/jes/vol1/iss1/2.

60- hajirasouli, a., & kumarasuriyar, a. (2016). "**the social dimensions of sustainability: towards some definitions and analysis**". Journal of social science for policy implications, 4(2), 23-34. Https://doi.org/10.15640/jsspi.v4n2a3.

61- yuan, c., zhai, q., & dornfeld, d. (2012). **"a three dimensional system approach for environmentally sustainable manufacturing. Cirp annals**," 61(1), 39-42. Https://escholarship.org/uc/item/262749ph.

62- Kaebernick, h., & kara, s. (2006, may). **"environmentally sustainable manufacturing: a survey on industry practices". In** proceedings of 13th cirp international conference on life cycle engineering (pp. 19-28). Http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download/.

63- Sengupta, p. P., sinha, m., & dutta, u. P. (2019). **"economic and environmental performances in manufacturing industries: a comparative study".** Periodicals of engineering and natural sciences, 7(1), 99-108. Http://dx.doi.org/10.21533/pen.v7i1.416.

64- singh, s., sahay, b. S., charan, p., & murty, l. S.(2016) **" sustainable manufacturing strategy: an evidence based study from indian metal industry".** https://www.pomsmeetings.org/confproceedings/065/.

65- ocampo, l. A., clark, e. E., tanudtanud, k. V. G., ocampo, c. O. V., impas sr, c. G., vergara, v. G., ... & tordillo, j. A. S. (2015). **"an integrated sustainable manufacturing strategy framework using fuzzy analytic network process".** Advances in production engineering & management, 10(3), 125. http://dx.doi.org/10.14743/apem2015.3.197.

66- manenti, c. (2011). **"sustainability and place identity".** Procedia engineering, 21, 1104-1109. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2117.

67- Badurdeen, f., & jawahir, i. S. (2017)." **strategies for value creation through sustainable manufacturing**". Procedia manufacturing, 8, 20-27. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.002.

68- Vinodh, s., & asokan, p. (2019). **"state of art perspectives of lean and sustainable manufacturing".** International journal of lean six sigma. Https://doi.org/10.1108/ijlss-11-2016-0070.

69- Chonde, s., julaiti, j., agrawal, d., chen, c. B., & kumara, s. (2020, january). **"mapping keywords within smart, green, and sustainable manufacturing literature"**. In 2016 industrial and systems engineering research conference, anaheim, united states (pp. 1174-1179). Https://www.researchgate.net/profile/ - manufacturing-literature.pdf .

70- Westkämper, e. (2008). **"manufuture and sustainable manufacturing"**. In manufacturing systems and technologies for the new frontier (pp. 11-14). Springer, london. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_3.

71- Raatzsch, r. (2012). **"on the notion of sustainability".** *Inquiry*, *55*(4), 361-385. Https://doi.org/10.1080/0020174x.2012.696349.

72- Bateh, j., heaton, c., arbogast, g. W., & broadbent, a. (2013). **"defining sustainability in the business setting".** Journal of sustainability management (jsm), 1(1), 1-4. https://www.clutejournals.com/index.php.

73- Ciegis, r., ramanauskiene, j., & martinkus, b. (2009)." **the concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios"**. Engineering economics, 62(2). Https://www.inzeko.ktu.lt/index.php/ee/article/view/11609 .

74- Yamin, f. M., hami, n., shafie, s. M., muhamad, m. R., & abdul-aziz, s. N. (2020). **"sustainable manufacturing practice: knowledge sharing by malaysian smes".** Int. J sup. Chain. Mgt vol, 9(2), 211. https://core.ac.uk/download/pdf/322571632.pdf.

75- Roni, m., jabar, j., mohamad, m. R., & yusof, m. (2014). **"conceptual study on sustainable manufacturing practices and firm performance".** Science international, 26(4). https://scholar.google.com.

76- Nordin, n., ashari, h., & rajemi, m. F. (2014). **"a case study of sustainable manufacturing practices"**. Journal of advanced management science vol, 2(1), 12-16. http://www.joams.com/uploadfile/2013/.pdf.

77- Huang, a., & badurdeen, f. (2017). **"sustainable manufacturing performance evaluation: integrating product and process metrics for systems level assessment"**. Procedia manufacturing, 8, 563-570. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

78- Stock, t., & seliger, g. (2016). **Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0**. Procedia cirp, 40, 536-541. https://www.sciencedirect.com.

79- Moldavska, a. (2016). **Model-based sustainability assessment–an enabler for transition to sustainable manufacturing**. Procedia cirp, 48, 413-418. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.059.

80- Jawahir, i. S., badurdeen, f., & rouch, k. E. (2013). **"innovation in sustainable manufacturing education"**. 10.14279/depositonce-3753. https://doi.org/10.14279/depositonce-3753.

81- Chaple, a. P., & narkhede, b. E. (2017). "**value stream mapping in a discrete manufacturing: a case study"**. International journal of supply chain management, 6(1), 55-67. https://www.researchgate.net/profile/balkrishna.

82- Silva, s. K. P. N. (2012). **"applicability of value stream mapping (vsm) in the apparel industry in sri lanka"**. International journal of lean thinking, 3(1),36-41. https://www.academia.edu/download/paper_31.pdf.

83- Norton, a., & fearne, a. (2007**). "sustainable value stream mapping: a practical aid to sustainable production" .** Http://kar.kent.ac.uk/24446/1/ch8.doc.

84- lindström, v., & ingesson, n. (2016, september). **"mapping a value stream with the perspective of sustainability". ** In ifip international conference on advances in production management systems (pp. 892-899). Springer, cham. ingesson@titanx.com.

85- Sparks, d. T. (2014). **"combining sustainable value stream mapping and simulation to assess manufacturing supply chain network performance"**.p,27-29. **Https://uknowledge.uky.edu/**.

86- 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. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042.

87- Garza-reyes, j. A., romero, j. T., govindan, k., cherrafi, a., & ramanathan, u. (2018). **"a pdca-based approach to environmental value stream mapping (e-vsm)"**. Journal of cleaner production, 180, 335-348. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121.

88- 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* (vol. 154, p. 01055). Edp sciences. https://doi.org/10.1051/matecconf/201815401055.

89- Lacerda, a. P., xambre, a. R., & alvelos, h. M. (2016). **"applying value stream mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry"**. International journal of production research, 54(6), 1708-1720. http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2015.

90- Lian, y. H., & van landeghem, h. (2007). **Analysing the effects of lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator.** International journal of production research, 45(13), 3037-3058. https://hal.archives-ouvertes.fr.

91- 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). Https://www.researchgate.net.

92- Djatna, t., & prasetyo, d. (2019). "**integration of sustainable value stream mapping (sus. Vsm) and life-cycle assessment (lca) to improve sustainability performance**". International journal on advanced science engineering information technology, 9(4), 1343-1997. https://core.ac.uk/download/pdf/296922188.pdf.

93- Gholami, h., jamil, n., zakuan, n., saman, m. Z. M., sharif, s., awang, s. R., & sulaiman, z. (2019). **Social value stream mapping (socio-vsm): methodology to societal sustainability visualization and assessment**

in the manufacturing system. Ieee access, 7, 131638-131648. 10.1109/access.2019.2940957.

94- Jamil, n., gholami, h., saman, m. Z. M., streimikiene, d., sharif, s., & zakuan, n. (2020). **"dmaic-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system".** Economic research-ekonomska istraživanja, 33(1), 331-360. https://doi.org/10.1080/1331677x.2020.1715236.

95- Hartini, s., manurung, j., & rumita, r. (2021, february). **"sustainable-value stream mapping to improve manufacturing sustainability performance: case study in a natural dye batik sme's. In iop conference series**": materials science and engineering (vol. 1072, no. 1, p. 012066). Iop publishing. https://iopscience.iop.org/article.

96- Hami, n., muhamad, m. R., & ebrahim, z. (2015). **The impact of sustainable manufacturing practices and innovation performance on economic sustainability**. Procedia cirp, 26, 190-195. https://www.sciencedirect.com.

97- Gupta, s., dangayach, g. S., & singh, a. K. (2015). **"key determinants of sustainable product design and manufacturing"**. Procedia cirp, 26, 99-102. https://www.sciencedirect.com.

98- 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 (vol. 154, p. 01055). Edp sciences. http://creativecommons.org/licenses/by/4.0.

99- Djatna, t., & prasetyo, d. (2019). **"integration of sustainable value stream mapping (sus. Vsm) and life-cycle assessment (lca) to improve sustainability performance"**. Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol, 9, 1337. https://scholar.google.com.

100- Rosenthal, c., fatimah, y. A., & biswas, w. K. (2016). **Application of 6r principles in sustainable supply chain design of western australian white goods**. Procedia cirp, 40, 318-323. https://www.sciencedirect.com.

101- Jawahir, i. S., & bradley, r. (2016). **"technological elements of circular economy and the principles of 6r-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing"**. Procedia cirp, 40, 103-108. https://www.sciencedirect.com.

102- Hartini, s., wicaksono, p. A., rizal, a. M. D., & hamdi, m. (2021, february). **"integration lean manufacturing and 6r to reduce wood waste in furniture company toward circular economy"**. In iop conference series: materials science and engineering (vol. 1072, no. 1, p. 012067). Iop publishing. https://iopscience.iop.org/article

C: thesis

1- Aho, r. (2018). **"utilization of production planning tools in design for manufacturing of electric machines**". Master of science in technology.Https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/master_aho_roope_2018.pdf.

2- Karlsson, c. (2011). **Value system for sustainable manufacturing: a study of how sustainability can create value for manufacturing companies**, master thesis , department of environmental technology and management. Linköping university,https://www.diva - portal.org/smash/record.jsf.

3- Kalus, m. S. (2012). **"sustainability for die manufacturing: comparative study of wedm and milling"**. Master of science, major: mechanical engineering. University of nebraska, https://digitalcommons.unl.edu/mechengdiss/43/.

4- Huang, aihua, **"a framework and metrics for sustainable manufacturing performance evaluation at the production line, plant and enterprise levels"** (2017). Theses and dissertations--mechanical engineering. 97. Https://uknowledge.uky.edu/me_etds/97.

5- Alayon, c. (2016**). "exploring sustainable manufacturing principles and practices**" (doctoral dissertation, jönköping university, school of engineering). Https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf.

6- Latorre-noguera, s. X. (2015)." **environmental and economic assessment of sustainable manufacturing processes for metal products**". (doctoral dissertation, university of birmingham) http://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/5885/.

7- Deilami, n. T. N. (2015). **"sustainable manufacturing strategy; identifying gaps in theory and practice"** (doctoral dissertation, chalmers tekniska hogskola (sweden). Https://pdfs.semanticscholar.org/cbfe/.

8- Holgado, m. (2014)." **sustainable value creation in manufacturing through maintenance services**". (doctoral dissertation, ph. D thesis), politecnico di milano, italy. Available from. Https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/98504.

9- Song, z. (2018). **"sustainability benefits analysis of cyber manufacturing systems**" (doctoral dissertation, syracuse university). https://surface.syr.edu/etd/938.

10- Zhang, m. (2014). **"using six sigma to achieve sustainable manufacturing: a case study in aviation company"** (doctoral dissertation, concordia university). Https://spectrum.library.concordia.ca/978816/.

11- Latorre-noguera, s. X. (2015). **"environmental and economic assessment of sustainable manufacturing processes for metal products"** (doctoral dissertation, university of birmingham). https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint.

12- Zhang, m. (2014). **"using six sigma to achieve sustainable manufacturing: a case study in aviation company"** (doctoral dissertation, concordia university). https://spectrum.library.concordia.ca.

13- Sparks, d. T. (2014). **"combining sustainable value stream mapping and simulation to assess manufacturing supply chain network performance"**. master's thesis in mechanical engineering in the college of engineering at the, university of kentucky. Https://uknowledge.uky.edu/me_etds/43.

الملاحق

الملاحق

ملحق (1) المقابلات الشخصية

ت	الأسم	المنصب الوظيفي	تاريخ المقابلة	الغرض من المقابلة
1	م. ميثم جمعة محسن	مدير المحطة	10/4/ الى 2020/10/7	التعرف على واقع المحطة ومتى تأسست او تم انشائها وما نوع المحركات المستخدمة لأنتاج الطاقة الكهربائية، وكم عدد المحركات الكلية ، وكم عدد المحركات الداخلة للأنتاج فعلاً، وكم عدد العاملين في المحطة وماهي تخصصاتهم،
2	م. عماد فاهم نغيش	معاون المدير / رئيس قسم الصيانة الميكانيكية	10/12 الى 2020/10/20	كانت ابرز الاسئلة حول التوربينات المستخدمة في المحطة ، وعدد المحركات التي تدخل ضمن الصيانة الدورية المجدولة لديهم، وعدد المحركات التي تطفىء وتعطل بصورة مفاجئة ، وماهي الصيانة المستخدمة ، وماهو العمر الأنتاجي للمحرك او المعدات او الأجزاء حتى تدخل ضمن الصيانة المبرمجة ، وكم يستغرق المحرك الواحد في الصيانة، وماهي الزيوت المستخدمة في المحطة
3	م. عبد الرزاق محمد عبد الرزاق	رئيس قسم التخطيط	10/25 الى 2020/11/3	معرفة الانتاج الفعلي للسبعة أشهر المذكورة في دراستنا، وكم عدد مضخات الوقود النفط الاسود، وكم عدد مضخات الكاز، وكم عدد مضخات الماء، والاستهلاك الفعلي للوقود (زيت الغاز، النفط الاسود)
4	م. صباح علي احمد	رئيس قسم التشغيل	11/23 الى 2020/11/30	معرفة عدد العاملين في هذا القسم ، ومن تتكون مرحلة التشغيل وماهي المراحل التي تمر بهذه القسم وكم تستغرق من الوقت حتى يتم توليد الكهرباء، وربطها مباشرة بالخطوط التوليدية (132KV)
5	م. علاء عبد الجبار	رئيس قسم الكهرباء	12/13 الى 2020/12/23	التعرف على عدد المحركات الداخلة في الأنتاج فعلاً من خلال مشاهدة الحواسيب الموجودة في هذا القسم ، ومتابعة قدرة كل محرك ، وماسبب ضعف قوة المحرك، ومتابعة الانتاج الفعلي اليومي لمدة سبعة ايام متتالية لمقارنتهُ مع بيانات الدراسة
6	م. احمد طالب جليل	رئيس قسم المعالجة	12/28 الى 2021/1/3	معرفة النسب المسموح بها للزيوت المستخدمة في المحركات وما نوعية الزيوت المستخدمة، وماهي نسبة اللزوجة ، والمحتوى المائي للزيوت ، وايضاً فحص نسبة الحامضية في المياه

				المستخدمة، والايصالية الكهربائية، وكمية الزيوت المياة التي تستهلك يومياً
7	حسين نجاح تكليف	رئيس قسم الحسابات	1/10/ الى 2021/1/13	التعرف على ميزانية المحطة، وارباحها وماهي التكاليف اليومية والشهرية مقارنةً بالرباح، وكم عدد العاملين في المحطة، وما مقدار راتب كل منهم
8	م. حيدر شخير فرهود	رئيس قسم السلامة	1/18 الى 2021/1/27	كانت ابرز الاسئلة حول ماهي نوعية العدة المستخدمة لحماية العاملين ، من خوذ ، وكفوف، والملابس الخاصة بالعاملين وخصوصاً العاملين الذين لديهم تماس مباشر مع عمل المحركات والكهرباء وعمال الصيانة، وما انواع الحوادث والحرائق ،الموجودة في المحطة ، وكيف يتم معالجتها، وكم اصابة يوميا وشهرياً
9	م. عباس جاسم علي	رئيس قسم المخازن	2/1 الى 2021/2/10	معرفة واقع المخازن وكيفية عملهم وترتيبهم للمخازن والحفاظ على المواد المخزنية ، وكيفية تقسيم المواد التي تكون استهلاكية عمرها اقل من سنة ، والمواد الثابتة التي يكون عمرها اكثر من سنة، وكيف يتم حساب الاندثار، والاطلاع على سجلات المخازن والوصولات المخزنية ووفق اي طريقة يتم خزن المواد ، وماهي الادوية المستخدمة لمعالجة الآرضة والحشرات التي تتلف المواد المخزنية

ملحق (2)

Program1

```
clc
clear
s1=0;
s2=0;
s3=0;
o1=0;
gs=0;
khr=0;
h2o=0;
co2=0;
co=0;
n2=0;
so2=0;
for e=1:1000
 t=0;
 z=0;
 wtr1=0;
 oil=0;
 gas=0;
 kh=0;
 time1=0;
 test=0;
 treat=0;
 on=0;
 join=0;
 sig1=0;
 sig2=0;
 sig3=0;
 sig4=0;
 sig5=0;
 sig6=0;
```

```
a1=0;
for day=1:214
  for tt=1: 1440
    if sig1==0
      test=test+1;
      t=t+1;
      wtr1=wtr1+11.1111111;
      time1=time1+1;
      z=z+0.06944444;
      if test==30
       sig1=1;
      end
    end
     if sig1==1 && sig2==0
      treat=treat+1;
       t=t+1;
      wtr1=wtr1+11.1111111;
      z=z+0.06944444;
      time1=time1+1;
       if treat==30
          sig2=1;
       end
     end
      if sig2==1 && sig3==0
      on=on+1;
       t=t+1;
      wtr1=wtr1+11.1111111;
      z=z+0.06944444;
      time1=time1+1;
       if on==30
          sig3=1;
       end
      end
      if sig3==1 && sig4==0
       join=join+1;
```

```
t=t+1;
wtr1=wtr1+11.1111111;
z=z+0.06944444;
time1=time1+1;
 if join==20
   sig4=1;
 end
end
 if sig4==1 && sig5==0
  r1=rand;
   if r1>=0 && r1< 0.143
     k1=1367.844;
     k2=9360.058;
     k3=351649.261;
     sig5=1;
   elseif r1>=0.143 && r1< 0.286
     k1=1109.441;
     k2=20201.759;
     k3=283355.787;
     sig5=1;
    elseif r1>=0.286 && r1< 0.429
     k1=1715.726;
     k2=9530.264;
     k3=324269.713;
     sig5=1;
    elseif r1>=0.429 && r1< 0.572
     k1=2341.398;
     k2=10568.996;
     k3=451044.310;
     sig5=1;
    elseif r1>=0.572 && r1< 0.715
     k1=2445.833;
     k2=8296.343;
     k3=461626.088;
     sig5=1;
```

```
          elseif r1>=0.715 && r1< 0.858
            k1=1732.650;
            k2=17004.340;
            k3=421376.703;
            sig5=1;
           else
            k1=1116.711;
            k2=7350.926;
            k3=272879.398;
            sig5=1;
          end
        end
         if sig5==1 && a1==0
          oil=oil+(k3*110);
          gas=gas+(k2*110);
          kh=kh+(k1*110);
          a1=1;
         end
          if sig5==1 && sig6==0 && tt<=1440
            t=t+1;
            wtr1=wtr1+11.1111111;
            oil=oil+k3;
            gas=gas+k2;
            kh=kh+k1;
            z=z+0.06944444;
            time1=time1+1;
          end
           if tt==1440
            sig6=1;
           end
   end
    sig5=0;
    sig6=0;
 end
avwtr=wtr1/214;
```

```
avoil=oil/214;
avgas=gas/214;
avkh=kh/214;
avz=z/214;
s1=s1+avoil;
s2=s2+avgas;
s3=s3+avkh;
end
ol=s1/1000
gs=s2/1000
khr=s3/1000
h2o=0.0832*ol;
co2=0.1539*ol;
co=0.0925*ol;
n2=0.25*ol;
so2=0.346*ol;
th2o=h2o/khr
tco2=co2/khr
tco=co/khr
tn2=n2/khr
tso2=so2/khr
```

Prog2

```
clc
clear
s1=0;
s2=0;
s3=0;
o1=0;
gs=0;
khr=0;
h2o=0;
co2=0;
co=0;
```

```
n2=0;
so2=0;
for e=1:1000
 t=0;
 z=0;
 wtr1=0;
 oil=0;
 gas=0;
 kh=0;
 time1=0;
 test=0;
 treat=0;
 on=0;
 join=0;
 sig1=0;
 sig2=0;
 sig3=0;
 sig4=0;
 sig5=0;
 sig6=0;
 a1=0;
 for day=1:214
  for tt=1: 1440
    if sig1==0
      test=test+1;
      t=t+1;
      wtr1=wtr1+12.173;
      time1=time1+1;
      z=z+0.0974;
      if test==30
         sig1=1;
      end
    end
     if sig1==1 && sig2==0
      treat=treat+1;
```

```
 t=t+1;
 wtr1=wtr1+12.173;
 z=z+0.0974;
 time1=time1+1;
  if treat==30
     sig2=1;
  end
end
 if sig2==1 && sig3==0
 on=on+1;
  t=t+1;
 wtr1=wtr1+12.173;
  z=z+0.0974;
 time1=time1+1;
  if on==30
     sig3=1;
  end
 end
 if sig3==1 && sig4==0
  join=join+1;
  t=t+1;
  wtr1=wtr1+12.173;
  z=z+0.0974;
  time1=time1+1;
   if join==20
     sig4=1;
   end
 end
  if sig4==1 && sig5==0
   r1=rand;
    if r1>=0 && r1< 0.334
       k1=2510.903;
       k2=8293.056;
       k3=352979.167;
       sig5=1;
```

```
        elseif r1>=0.334 && r1< 0.667
          k1=2426.806;
          k2=8239.583;
          k3=342527.778;
          sig5=1;
        else
          k1=2365.833;
          k2=8046.528;
          k3=338368.056;
          sig5=1;
       end
      end
       if sig5==1 && a1==0
        oil=oil+(k3*110);
        gas=gas+(k2*110);
        kh=kh+(k1*110);
        a1=1;
       end
        if sig5==1 && sig6==0 && tt<=1440
          t=t+1;
          wtr1=wtr1+12.173;
          oil=oil+k3;
          gas=gas+k2;
          kh=kh+k1;
          z=z+0.0974;
          time1=time1+1;
         end
          if tt==1440
           sig6=1;
          end
  end
   sig5=0;
   sig6=0;
 end
avwtr=wtr1/214;
```

```
avoil=oil/214;
avgas=gas/214;
avkh=kh/214;
avz=z/214;
s1=s1+avoil;
s2=s2+avgas;
s3=s3+avkh;
end
ol=s1/1000
gs=s2/1000
khr=s3/1000
h2o=0.0832*ol;
co2=0.1539*ol;
co=0.0925*ol;
n2=0.25*ol;
so2=0.346*ol;
th2o=h2o/khr
tco2=co2/khr
tco=co/khr
tn2=n2/khr
tso2=so2/khr
```

Prog3

```
clc
clear
s1=0;
s2=0;
s3=0;
o1=0;
gs=0;
khr=0;
h2o=0;
co2=0;
co=0;
n2=0;
```

```
so2=0;
for e=1:1000
 t=0;
 z=0;
 wtr1=0;
 oil=0;
 gas=0;
 kh=0;
 time1=0;
 test=0;
 treat=0;
 on=0;
 join=0;
 sig1=0;
 sig2=0;
 sig3=0;
 sig4=0;
 sig5=0;
 sig6=0;
 a1=0;
 for day=1:215
  for tt=1: 1440
    if sig1==0
      test=test+1;
      t=t+1;
      wtr1=wtr1+14.563;
      time1=time1+1;
      z=z+0.07285;
      if test==30
         sig1=1;
      end
    end
     if sig1==1 && sig2==0
      treat=treat+1;
       t=t+1;
```

```
 wtr1=wtr1+14.563;
 z=z+0.07285;
 time1=time1+1;
  if treat==30
     sig2=1;
  end
end
 if sig2==1 && sig3==0
 on=on+1;
  t=t+1;
  wtr1=wtr1+14.563;
   z=z+0.07285;
 time1=time1+1;
  if on==30
     sig3=1;
  end
 end
 if sig3==1 && sig4==0
  join=join+1;
  t=t+1;
   wtr1=wtr1+14.563;
   z=z+0.07285;
  time1=time1+1;
   if join==20
     sig4=1;
   end
 end
  if sig4==1 && sig5==0
   r1=rand;
    if r1>=0 && r1< 0.334
       k1=3719.236;
       k2=7744.444;
       k3=277756.944;
       sig5=1;
    elseif r1>=0.334 && r1< 0.667
```

```
            k1=3652.222;
            k2=7723.611;
            k3=273590.278;
            sig5=1;
          else
            k1=3550.208;
            k2=77128.472;
            k3=270673.611;
            sig5=1;
         end
        end
         if sig5==1 && a1==0
          oil=oil+(k3*110);
          gas=gas+(k2*110);
          kh=kh+(k1*110);
          a1=1;
         end
           if sig5==1 && sig6==0 && tt<=1440
            t=t+1;
             wtr1=wtr1+14.563;
            oil=oil+k3;
            gas=gas+k2;
            kh=kh+k1;
            z=z+0.07285;
            time1=time1+1;
           end
           if tt==1440
            sig6=1;
           end
   end
    sig5=0;
    sig6=0;
 end
avwtr=wtr1/214;
avoil=oil/214;
```

```
avgas=gas/214;
avkh=kh/214;
avz=z/214;
s1=s1+avoil;
s2=s2+avgas;
s3=s3+avkh;
end
ol=s1/1000
gs=s2/1000
khr=s3/1000
h2o=0.0832*ol;
co2=0.1539*ol;
co=0.0925*ol;
n2=0.25*ol;
so2=0.346*ol;
th2o=h2o/khr
tco2=co2/khr
tco=co/khr
tn2=n2/khr
tso2=so2/khr
```

ABSTRACT

Considering the impact of global warming, terrorism, earthquakes, hurricanes, and carbon footprint awareness reveal that having a successful business is not sufficient. Indeed concentrating on the environmental issue and try to safeguard the environment is crucial, therefore, sustainability become an attractive concepts in industry and manufacturing system during these years. In recent years, the concept of sustainability has gradually evolved and has begun receiving international attention. Environmentally friendly product and totally sustainable supply chain and manufacturing system help organization to reduce use of material and enhance the business competitiveness. In the other words, sustainability is a weapon which employed in order to help organizations perform well, not only environmentally, but also, socially and economically. This paper has taken the broad look at the sustainability in manufacturing system, supply chain, also tries to show the impoortance of sustainability among the researchers, in addition, this paper makes effort to have a breif review on litereature of sustainability in manufacturing system.

Republic of Iraq
Ministry Of Higher Education and
Scientific Research Of al- Qadisiyah
University
College Of Administration & Economic
Business Administration Department

Evaluating the performance of a sustainable manufacturing system through (Sus-Vsm) and (6R) technique

Thesis submitted to the council of the college of administration & economics al- Qadissiyah university in which is part of the requirements of the masters degree in Business management.

By

Ali Hadi Jaafar

SUPERVISED BY

PROF. Dr

Aseel Ali Mezher

2021م 1443 هـ