الجمهوريّـة العربيّـة السوريّـة	Syrian Arab Republic
وزارة التعليـــم العالـــــي	Ministry of Higher Education
المعهد العالـــي لإدارة الأعمال	Higher Institute of Business Administration
برنامج ماجستير إدارة الأعمال	Master of Business Administration - MBA

دراســـة كيفيـــة تطبيـــق منهجيـــة البنـــاء الرشـــيق (الخالي من الهدر) على صناعة البناء في سوريا

Applying Lean Construction Methodology to Construction Industry in Syria

رسالة أُعدت لنيل درجة الماجستير في إدارة الأعمال - الإدارة التنفيذية

إعـــداد

إســراء هيثـــم قطرميـــز

إشـــراف

الدكتـــور راتـــب البلخـــي

العام الدراسي 2021 – 2022

شكـــــر وتقـــــدير

أتقدم بالشكر والثناء

للدكتور راتب البلخي

الذي تفضل مشكوراً بالإشراف على هذا المشروع المتواضع والذي زودني بتوجيهاته ولم يبخل علينا بعلمه ونصائحه القيمة لإنجاح هذا العمل راجين له التوفيق والسداد

فجزاه الله كل خير ولهم خالص الشكر والامتنان.

وأتقدم بالشكر للجنة المتمثلة ب

د. طلال عبود د. رعد الصرن

على دعمهم وما قدموه لنا من معلومات وجهد خلال برنامج الماجستير

راجية من الله لهم دوام الصحة والعافية

إهـــــداء

إلى الحب الأول والرجل الأول في حياتي .. إلى أعظم شخص عرفته .. إلى من لن يكرره الزمان .. إلى فقيدي الغالي .. أتمنّى لو تعلم أنّي وفيت بوعدي للمرة الثانية .. أتمنّى لو تكلل هذا النجاح بوجودك بجانبي ولم يبق ناقصاً كما هو الآن ..

فقيد روحي أبي الغالي

إلى أعظم أم في الدنيا .. إلى الكتف الحنون .. لولا وجودك في حياتي لما كنت كما أنا عليه الآن .. ولما وصلت إلى ما وصلت إليه .. كل ذلك بفضلك وفضل دعاءك ووجودك .. أدامك الله لنا عزّاً وحبّاً وسنداً ..

أمي الحبيبة

إلى صديقي الأول .. إلى من كان أقرب شخص إلى قلبي .. إلى من كان ملجئي .. إلى من تمنّيت وجوده بكل فترة مررت بها في حياتي ..

فقيد قلبي أخي حمزة

إلى من هم أساس الفرح في الحياة .. إلى من هم كل حياتي ووجودكم إلى جانبي هو سعادتي .. أتمنّى لكم دوام السعادة والنجاح في حياتكم ..

إخوتي محمد جمال .. أمل .. أسيل

إلى من شاركوني .. إلى كل شخص قدّم لي مساعدة لإتمام هذا النجاح وسهّل الطريق بأي وسيلة كانت .. إلى كل من كان له فضل في هذه المرحلة ..

أهدي لكم هذا النجاح جميعاً

فهـــــرس المحتويـــــات

رقم الفقرة	الفقرة	الصفحة
	المستخلص	1
	المقدمة	2
الفصل الاول : الإطار التمهيدي للبحث		3
.1.1	متغيرات البحث	3
.2.1	مشكلـــــة البحث	3
.3.1	اهميـــــة البحث	3
.4.1	اهـــــداف البحث	4
.5.1	حـــــــدود البحث	4
.6.1	منهجيـــــة البحث	4
.7.1	الدراسات السابقة	4
الفصل الثاني : الإطار النظري للبحث		10
.1.2	صناعـــــة البنـــــاء	11
.2.2	منهجية الرشـــــيق	13
.1.2.2	تعريف التصنيع الرشيق	13
.2.2.2	مبـادئ التصنيع الرشيق	14
.3.2.2	أدوات وتقنيات التصنيع الرشيق	17
.1.3.2.2	الصيانة المنتجة الشاملة TPM	17
.2.3.2.2	التحسين المستمر Kaizen	21
.3.3.2.2	العمل الموحد	23
.4.3.2.2	الانتاج في الوقت المناسب JIT	26

.5.3.2.2	تنظيم مكان العمل 5S'	28
.6.3.2.2	إشراك العمال	30
.4.2.2	تعريف البنـــاء الرشيق	31
.5.2.2	مبـادئ البنـــاء الرشيق	32
.6.2.2	أدوات وتقنيات البنـــاء الرشيق	34
.1.6.2.2	نظام تسليم المشروع الأخير LPDS	35
.2.6.2.2	نظام المخطط الأخير LPS	36
.3.6.2.2	من التصنيع الرشيق للبناء الرشيق	41
.7.2.2	أشكال الهدر في مشاريع البناء	42
الفصل الثالث : الإطار العملي للبحث		44
.1.3	استعراض التجارب السابقة	44
A	تجربة تطبيق التصنيع الرشيق على شركة صناعية للمباني المعدنية مسبقة الهندسة في سوريا	44
B	تجربة تطبيق البناء الرشيق على مشروع إنشائي في مصر	71
.2.3	إطار عمل لتطبيق البناء الرشيق في مشاريع البناء السورية	78
.3.3	استبيان استطلاع آراء المهندسين حيال معرفتهم بالمنهجية	81
الفصل الرابع : النتائج والتوصيات		89

فهـــــرس الجـــــداول

رقم الجدول	الفقرة	الصفحة
1	البيانات الناتجة عن الدراسة العملية لارض المصنع	49
2	البيانات الزمنية لمرحلة التطبيق	52
3	البيانات الزمنية للقطع المعيبة في مرحلة التطبيق	53
4	البيانات الزمنية لمرحلة اللحام الكامل	54
5	البيانات الزمنية للقطع المعيبة في مرحلة اللحام الكامل	54
6	مسؤوليات قسمي الإنتاج والصيانة بخصوص مهام الصيانة	57
7	مقارنة بين نظامي الدفع والسحب ضمن مرحلة التحضير	63
8	مقارنة بين نظامي الدفع والسحب ضمن مرحلة تجميع الجائز	63
9	مقارنة بين نظامي الدفع والسحب في مرحلة التطبيق	64
10	مصفوفة الأهمية لموجودات العمل	65
11	البيانات الزمنية لمرحلة التطبيق بعد تطبيق S5’	66
12	البيانات الزمنية لمرحلة اللحام الكامل بعد تطبيق S5’	66
13	مصفوفة توضّح علاقة الربط بين تقنيات التصنيع الرشيق والمراحل الإنتاجية المختلفة للشركة المدروسة	68
14	الربط بين المشكلة الحاصلة وتقنية الحل	69
15	عوامل الخطر المؤثرة على الوقت ومؤشراتها وقيم PET	74
16	القيم الأسبوعية ل PPC	75
17	ملخّص الأنشطة والملاحظات اليلبية والايجابية خلال التنفيذ	76
18	القيم PET بسبب العوامل المتأثرة بالبناء الرشيق	78

فهـــــرس الأشـــــكال

رقم الشكل	الفقرة	الصفحة
1	أمثلة عن مبادئ وأدوات اللّين المستخدمة في مواقع العمل	34
2	نظام تسليم المشروع الرشيق	35
3	مراحل LPS	38
4	نظام المخطط الأخير	39
5	سير عمليات المخطط الأخير	40
6	كيف يُحَقّق LPS مفهوم الرشاقة	40
7	البنية الهيكلية للشركة المدروسة	47
8	مؤشرات فعالية آلة القص بالبلازما	55
9	مقارنة بين مؤشرات فعالية آلة القص بالبلازما قبل وبعد تطبيق TPMتقنية	58
10	مثال على استخدام طريقة اسأل لماذا خمس مرات	60
11	عدد الاقتراحات القدمة والمعتمدة ضمن مراحل الإنتاج المختلفة لعام 2014م	61
12	مقدار التحسن في زمن العمل الكلي لمرحلة التطبيق بتطبيق الجودة المدمجة و 5S’	67
13	مقدار التحسن في زمن العمل الكلي لمرحلة اللحام الكامل بتطبيق 5S’الجودة المدمجة و	67
14	خطوات منهجية البحث المقترحة	72
15	مقطع طولي في النفق والصوامع	73
16	القيم الأسبوعية ل PPC	75
17	قيم PET والاعمال غير المكتملة لكل ثلاثة أسابيع	75

18	مقارنة قيم PET بسبب جميع العوامل والعوامل المتأثرة	78
19	إطار العمل المقترح لتطبيق منهجية البناء الرشيق	80
20	التحديات التي يمكن أن تواجه المنهجية واستراتيجيات حلها	81

المستخلـــص

تلعب صناعة البناء والمشاريع الإنشائية في سوريا دوراً أساسياً في الاقتصاد ، إضافة إلى تعاظم دوره المستقبلي وزيادة الحاجة لمشاريع البناء لإعادة الإعمار بعد ما تعرضت له سوريا في الأزمة من دمار وتخريب. وبالتالي يجب إيجاد منهجيات وطرق تساعد على إدارة هذه المشاريع بشكل أكثر فاعلية ، وإجراء التحسينات المستمرة على صناعة البناء للوصول الى أفضل أداء. إضافة لوجود العديد من العقبات والتحديات التي تواجه هذا القطاع و تحول دون إتمام العديد من المشاريع لعدة أسباب ، ولكن العامل الأساسي وراء هذه العقبات هو الهدر بمختلف أشكاله. والبناء الرشيق عبارة عن منهجية تم تطويرها وتطبيقها في العديد من الدول لتخطي معظم العقبات التي تعيق تقدم المشاريع وعمليات البناء ، من خلال تحسين الإنتاجية ، الاستخدام الأمثل للموارد و التخلص من كافة أنواع الهدر.

تم من خلال البحث دراسة كيفية تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر في المشاريع السورية من خلال مناقشة وتحليل واستعراض تجارب سابقة. من الأهداف الأساسية للدراسة هي التوصل إلى خارطة طريق أو إطار عمل لتوضيح خطوات تطبيق هذه التقنية في مشاريع البناء السورية. إضافة لقياس مدى معرفة المهندسين السوريين العاملين في مشاريع البناء بمنهجية البناء الرشيق.

أهم النتائج التي تم التوصل إليها هو مقترح إطار عمل لتطبيق تقنيات البناء الرشيق. وتنمية هذه الثقافة والوعي تجاهها. إضافة لتوضيح التحديات التي يمكن أن تواجه تطبيق هذه التقنية في سوريا واقتراح الاستراتيجيات المناسبة للتغلب على هذه التحديات.

الكلمات المفتاحية:

التصنيع الرشيق ، البناء الرشيق ، تدفق القيمة ، الصيانة المنتجة الشاملة TPM ، الإنتاج في الوقت المناسب JIT ، التحسين المستمر Kaizen ، العمل الموحّد ، إشراك العمال ، تنظيم مكان العمل 5S’ ،ن ظام تسليم المشروع الرشيق LPDS ، نظام المخطط الأخير LPS ، النسبة المئوية لاكتمال الخطة PPC.

المقدمـــــــــة

يواجه قطاع البناء في سوريا العديد من المشاكل في مشاريع البناء مثل نقص المواد ، تقلب أسعار مواد البناء ، التقدير غير الدقيق للوقت ، العيوب أثناء عملية البناء ، تجاوز التكاليف ، الكثير من الضغط على أصحاب المصلحة في المشروع وعدم وجود تقنيات حديثة لتقليل تأثير عوامل الخطر على أهداف مشاريع البناء. كما تعد صناعة البناء قطاعًا مهمًا يلعب دورًا أساسيًا في كل من البلدان المتقدمة والنامية من خلال خلق فرص العمل وإنشاء البنى التحتية و الاجتماعية مثل المستشفيات والمدارس والجسور والطرق السريعة وموارد المياه وما إلى ذلك ، وبالتالي المساهمة في الناتج المحلي الإجمالي. و للتغلب على جميع التحديات المذكورة ، تتطلب إدارة البناء في الوقت الحاضر معرفة الإدارة الحديثة والفلسفات والتقنيات والأدوات. وإحدى الممارسات الثورية الجديدة التي نشأت عن صناعة السيارات هي "الإنتاج الخالي من الهدر". والذي نشأ من نظام شركة تويوتا لصناعة السيارات ، ثم أخذ بالتوسع والدخول في جميع المجالات ومنها مجال البناء و التشييد. هذا النظام الذي ركز على التخلص من جميع أشكال الهدر في العمليات الإنتاجية. والذي تم تعريفه على أنّه استراتيجية إدارة الإنتاج لتحقيق تحسين مستمر كبير ، في أداء العملية التجارية الإجمالية للمقاول من خلال القضاء على جميع إهدار الوقت والموارد الأخرى التي لا تضيف قيمة إلى المنتج أو الخدمة المقدمة إلى الزبون. بما في ذلك من تحديد لقيمة المشروع خلال مراحل البناء ، وإدارة هذه القيمة بمختلف الأدوات والتقنيات الممكنة.حيث يمكن اعتبار صناعة البناء عملية إنتاجية ، لكنّها تتميز عن الصناعات الإنتاجية الأخرى بالناتج الأخير للعملية الإنتاجية ، والذي يكون في صناعة البناء عبارة عن مُنشأ أو مشروع ، ويتميّز بكونه منفرد ومختلف لكل عملية إنتاجية عن الأخرى. وبالتالي يمكن لإدارة وتحسين هذه الصناعة استخدام أدوات وتقنيات الإنتاج الرشيق بما يتناسب مع درجة تعقيد المشاريع الإنشائية. يتكون البناء الخالي من الهدر من سلسلة من أنشطة تحويل التدفق. و تصور المشروع على أنه تدفق للأنشطة التي يجب أن تولد قيمة للعميل. كما يتضمن البناء الخالي من الهدر ممارسة في الوقت المناسب ، وتقليل التباين في إنتاجية العمل ، وتحسين موثوقية التدفق ، والقضاء على النفايات ، وتبسيط العملية ، وتنفيذ المعايير. يعتمد مفهوم المخطط الأخير الذي اقترحه بالارد على مبادئ الإنتاج الخالي من الهدر لتقليل الهدر في النظام من خلال التخطيط على مستوى المهام أو الجدولة التفصيلية للتطلع إلى المستقبل.

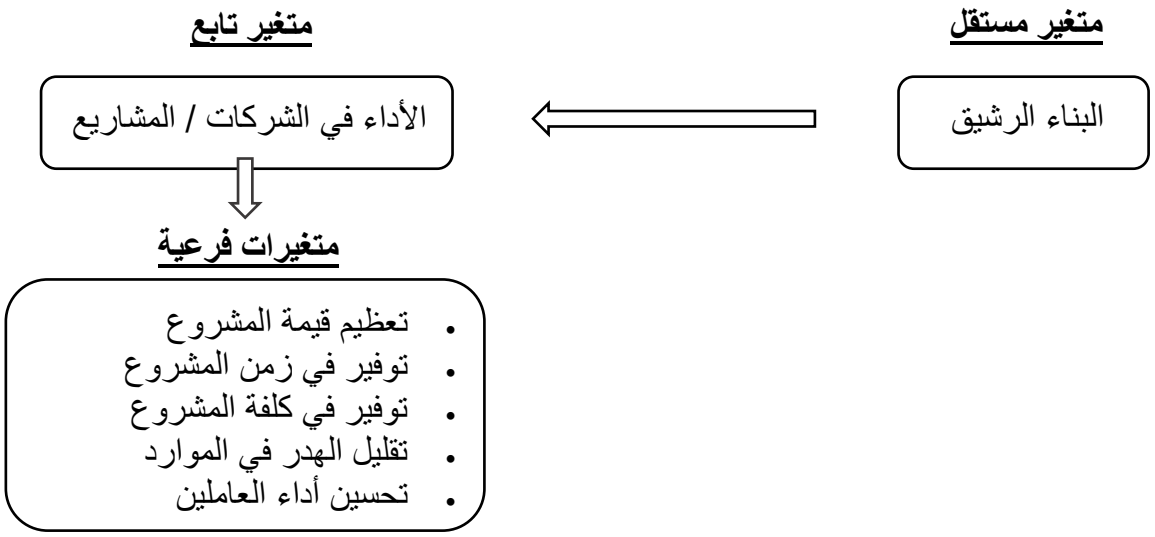
وتهدف هذه الدراسة إلى استكشاف وتقييم آثار تطبيق تقنيات البناء الخالي من الهدر باستخدام عدة تقنيات لتقليل آثار المخاطر على وقت مشاريع البناء ، على الكلفة ، إدارة الموارد وأداء العاملين. تمتد الأهداف إلى تقديم ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من استعراض تجربة تطبيق تقنيات التصنيع الرشيق في منشأة صناعية سورية ، وتقنية البناء الخالي من الهدر في مشروع بناء مصري. والوصول من هذه التجارب لاقتراح إطار عمل للبناء الخالي من الهدر يمكن أن يستفيد منه المهتمّون في هذا المجال. إضافة لقياس مدى معرفة هذه المنهجية في سوريا ووجود الحاجة لتطبيقها.

الفصل الأول

الإطار التمهيدي للبحث

1.1. متغيرات البحـــــث :

لدينا في هذا البحث متغيران الاول متغير مستقل والآخر متغير تابع ؛ يتفرع عنه أربع متغيرات :



2.1. مشكلة البحـــــث :

من منطلق المعوقات والمشاكل التي تعاني منها صناعة البناء في سوريا، وما تسعى إليه شركات البناء من تحسين في عمليات البناء ضمن مشاريعها، ترى الباحثة أن هناك طرق عديدة للتحسين أهمها تقنيات البناء الرشيق (الخالي من الهدر) ، لما له من نتائج إيجابية يمكن الحصول عليها بعد التطبيق .

وفي ضوء ذلك تتلخص مشكلة البحث في الأسئلة التالية :

1. كيف يتم تطبيق منهجية الإنتاج / البناء الرشيق في الشركات و المشاريع الهندسية ؟
2. هل يمكن تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر في مشاريع البناء في سوريا ؟
3. ما هي التقنيات المتعلقة بهذه المنهجية والقابلة للتطبيق في مشاريع البناء في سوريا ؟
4. ما هي الصعوبات والعوائق التي تحد من تطبيق منهجية البناء الرشيق في مشاريع البناء في سوريا ؟

3.1. أهمية البحـــــث :

الأهمية النظرية : تتجلى الأهمية النظرية للرسالة من خلال توضيح الغموض الذي يحيط بمتغيرات الدراسة (البناء الرشيق – صناعة البناء في سوريا) ، وبالتالي يمكن ان يكون هذا البحث مرجع متواضع للمهتمين في هذا المجال .

الأهمية العملية : تتجلى الأهمية العملية من خلال استعراض تجارب الشركات الهندسية وشركات البناء في مجال تطبيق منهجية البناء الرشيق في مشاريعها، ومحاولة الاستفادة من تجارب هذه الشركات في تطبيق هذه المنهجية في مشاريع البناء في سوريا. وبالتالي مساعدة الإدارة في تقليل مصادر الهدر والنفايات في المشروع .

4.1. أهداف البحـــــــث :

1. استطلاع تجارب الشركات الهندسية فيما يتعلق بتطبيق منهجية البناء الرشيق فيها.
2. دراسة تطبيق منهجية البناء الرشيق في مشاريع البناء في سوريا.
3. دراسة التقنيات المتعلقة بهذه المنهجية والقابلة للتطبيق في مشاريع البناء في سوريا.
4. دراسة الصعوبات والعوائق التي تحد من تطبيق البناء الرشيق في مشاريع البناء في سوريا.
5. استطلاع آراء المهندسين العاملين في مجال صناعة البناء حيال مدى معرفتهم لهذه المنهجية.

5.1. حدود البحـــــــث :

الحدود المكانية : تم تطبيق الدراسة على شركات هندسية (من خلال استعراض تجارب هذه الشركات).

الحدود الزمانية : تم تنفيذ الدراسة خلال الفترة الممتدة من شهر نيسان 2022 حتى شهر أيلول 2022 .

6.1. منهجية البحـــــــث :

تم استخدام المنهج الوصفي **التحليلي** ، **من** خلال جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بمتغيرات الدراسة (البناء الرشيق – الأداء في مشاريع البناء) وتحليلها .

7.1. الدراسات السابقـــة :

الدراسة 1 : (E.N. Shaqour, 2021)	
عنوان الدراسة	The impact of adopting lean construction in Egypt: Level of knowledge, application, and benefits
جهة التطبيق	Architecture Engineering Department, Nahda University, Benisuef City, Egypt
الهـــــدف	* تبني أدوات بسيطة في قطاع البناء يؤثر على الوقت والتكلفة والجودة والسلامة والبيئة والعلاقات بشكل إيجابي ، مما يرفع من قيمة الموارد و مال.
النتـائـــج	* مستوى المعرفة بالمفاهيم الخالية من الهدر أقل من مستوى التبني. و تقييم 31 فائدة لاعتماد البناء الخالي من الهدر.
الدراسة 2 : (Xia, Fawzia, Karim, &Sarhan ,2017)	
عنوان الدراسة	Lean Construction Implementation in the Saudi Arabian Construction Industry
جهة التطبيق	School of Civil Engineering and Built Environment, Queensland University of Technology, Australia Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology, Australia
الهـــــدف	* تحديد أنواع نفايات البناء ، ومستوى استخدام الأدوات التي تدعم تنفيذ البناء الخالي من الهدر ، ومراحل تطبيق الأساليب الرشيقة ، وفوائد البناء الخالي من الهدر.
النتـائـــج	* مستوى تنفيذ البناء الخالي من الهدر في صناعة البناء في المملكة العربية السعودية آخذ في الازدياد. * قياس الحالة الحالية لتنفيذ البناء الخالي من الهدر ، مما سيمكن صناعة البناء من تحديد استراتيجيات لتنفيذ البناء الخالي من الهدر في المملكة العربية السعودية لتحقيق إنتاجية أفضل
الدراسة 3 : (Awad, 2016)	
عنوان الدراسة	Applying Lean Construction Concepts to Construction Industry in Sudan
جهة التطبيق	Sudan University of Science and Technology College of Graduate Studies
الهـــــدف	*مناقشة العوامل التي تؤثر على سير العمل في مشاريع البناء في السودان. *توفير معلومات كافية حول البناء الهزيل. * تحديد وعي البناء الهزيل لدى المهندسين الذين يعملون في صناعة البناء في السودان. *مناقشة مدى ملاءمة تطبيق البناء الخالي من الهدر بين الإنشاءات في السودان.
النتـائـــج	*العاملان الرئيسيان اللذان يؤثران على سير العمل في مواقع البناء في السودان هما التأخير في تمويل المشروع وتسليم المواد. * سبب عدم تطبيق البناء الخالي من الهدر في السودان هو الجهل بمفاهيم البناء الهزيل وعدم توفر البحوث في هذا المجال. * الحاجز الرئيسي الذي سيواجه تنفيذ البناء الخالي من الهدر في السودان هو مقاومة الإدارة العليا لاعتماد هذا المفهوم

الدراسة 4 : (Hafez,& Aziz , 2013)	
Applying lean thinking in construction and performance improvement	عنوان الدراسة
Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt	جهة التطبيق
* تحديد مصدر النفايات المصنفة ضمن صناعة البناء الهزيل ؛ * دراسة تقليل النفايات والقضاء عليها حسب تصنيفها ضمن تطوير نظام Planner Last كأسلوب لتنفيذ البناء الخالي من الهدر ولتقييم فعالية تنفيذ المخطط الأخير لزيادة موثوقية الخطة ؛ * تحليل خصائص برامج تحسين الأداء الناجحة ، وتطوير نموذج يحدد ثلاثة عناصر حاسمة: (أ) الوقت المستغرق في التحسين ، (ب) مهارات وآليات التحسين ، (ج) منظور وأهداف التحسين.	الهـــــدف
* اقترحت الدراسة نموذجًا ديناميكيًا لعملية تحسين الأداء. * فحص العوامل التي تؤثر على العملية وتفاعلاتها. * اقترحت الدراسة أن: (1) اتجاه جهود التحسين يتأثر بشدة بالهيكل والأهداف ؛ (2) البرامج التي تركز على النتائج لها قدرة محدودة على معالجة المشاكل النظامية المعقدة. سؤال واحد للبحث في المستقبل هو ما الذي يدفع المقاول لإنشاء برنامج يركز على النتائج أو يركز على العملية.	النتـائـــــج
الدراسة 5 : (Issa, 2013)	
Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time	عنوان الدراسة
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Minia University, Egypt	جهة التطبيق
* اكتشاف وتقييم آثار تنفيذ تقنيات البناء الخالي من الهدر باستخدام LPS كأداة جديدة لتقليل آثار المخاطر على وقت مشاريع البناء. *تطبيق استخدام تقنيات البناء الخالي من الهدر في مشروع بناء مصري لتقليل آثار العديد من عوامل الخطر على وقت المشروع وتحديد آثارها.	الهـــــدف
* استخدام تقنيات البناء الخالي من الهدر في مشاريع البناء له تأثير كبير على انخفاض قيم (PET) وزيادة قيم (PPC). * تم تقليل تأثير معظم عوامل الخطر التي تم التحقيق فيها باستخدام تقنيات البناء الهزيل. في هذه الدراسة ، تم تقليل تأثيرات تسعة عوامل من بين إجمالي (13) عاملاً تم التحقيق فيه.	النتـائـــــج
الدراسة 6 : (M. Luegring, 2005& ,Solomon, A. Genaidy .Salem, J)	
Site implementation and assessment of lean construction techniques	عنوان الدراسة
Lean Construction Journal 2005	جهة التطبيق
* اختبار فعالية بعض أدوات البناء الرشيقة ، و التي يمكن تطبيقها في شركات المقاولات المتوسطة الحجم.	الهـــــدف
* إمكانية تعديل أدوات التصنيع الخالي من الهدر لاستخدامها في مشاريع البناء وتنفيذها بنجاح.	النتـائـــــج

الدراسة 7 : (Abdullah, 2003)	
عنوان الدراسة	LEAN MANUFACTURING TOOLS AND TECHNIQUES IN THE PROCESS INDUSTRY WITH A FOCUS ON STEEL
جهة التطبيق	Faculty of School of Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy
الهـــــدف	* استكشاف كيفية تكييف أدوات التصنيع الخالي من الهدر من بيئة التصنيع المنفصلة إلى بيئة التصنيع المستمر وتقييم فوائدها في مجال صناعي محدد.
النتـائـــج	* تخطيط تدفق القيمة أداة مثالية لفضح النفايات في تدفق القيمة وتحديد أدوات التحسين.* أدوات التصنيع الخالي من الهدر يمكن أن تقلل بشكل كبير من النفايات التي تحددها خريطة الحالة الحالية. * يمكن تكييف التصنيع الخالي من الهدر في أي حالة تصنيع وإن كانت بدرجات متفاوتة.
الدراسة 8 : (عبد العزيز ، 2021)	
عنوان الدراسة	اثر تطبيق أدوات البناء الرشيق في تحسين نتائج انموذج إدارة القيمة المكتسبة
جهة التطبيق	بحث تطبيقي في شركة الرشيد العامة للمقاولات الإنشائية ، مجلة دراسات ومحاسبات مالية ، العراق
الهـــــدف	* التعرف على أدوات البناء الرشيق ونموذج إدارة القيمة المكتسبة * تطبيق خارطة تدفق القيمة في قطاع المشاريع الإنشائية * التعريف بمدى تأثير التكامل بين تقنيات البناء الرشيق في تحسين مؤشرات نموذج إدارة القيمة المكتسبة في حال تطبيقها في مجال المشاريع الإنشائية
النتـائـــج	* إيجاد الحلول والتقنيات القابلة للتطبيق في البيئة العراقية
الدراسة 9 : (الطالبي ، 2019)	
عنوان الدراسة	تقنيات التصنيع الرشيق وأثرها في ابعاد التنمية المستدامة: دراسة استطلاعية في عدد من المنظمات الصناعية الصغيرة في محافظة نينوى
جهة التطبيق	كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة الأنبار
الهـــــدف	* زيادة المعرفة النظرية والميدانية للمدراء والعاملين في المنظمات المبحوثة حول تقنيات التصنيع الرشيق وأبعاد التنمية المستدامة . * تحديد طبيعة علاقات الارتباط والتأثير بين تقنيات التصنيع الرشيق وابعاد التنمية المستتدامة في المنظمات المبحوثة.
النتـائـــج	* وجود علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين تقنيات التصنيع الرشيق وابعاد التنمية المستدامة في المنظمات المبحوثة.

الدراسة 10 : (دهيرب ، 2018)	
عنوان الدراسة	تطبيق بعض تقنيات التصنيع الرشيق لتخفيض الكلف والضياع وتحسين اداء العمليات الانتاجية بحث تطبيقي في شركة اور العامة للصناعات الكهربائية
جهة التطبيق	جامعة المثنى/ كلية الادارة والاقتصاد/ قسم المحاسبة
الهـــــدف	* التعرف على مفهوم التصنيع الرشيق وتقنياته * تطبيق التقنيات وانعكاساتها على أداء الشركة التشغيلي والاستراتيجي * تشخيص الضياعات ومحاولة إزالتها أو تخفيضها قدر الإمكان
النتـائـــــج	* نظام التصنيع الرشيق قادر على توفير القدرة على تشخيص مناطق التحسين والفائض والضياعات في الموارد المادية والبشرية ، والقضاء على جميع أنواع الهدر في الشركات ، تحسين سلاسل التوريد.
الدراسة 11 : (الكنفاني ، 2016)	
عنوان الدراسة	التصنيع الرشيق (القليل الفاقد) ودراسة تطبيقه على صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة
جهة التطبيق	جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الهـــــدف	* استخدام طريقة التصنيع الرشيق للتخلّص من المشاكل الصناعية التي تواجهها المصانع التي تعتمد الإنتاج على دفعات
النتـائـــــج	* قابلية التصنيع الرشيق تختلف حسب المرحلة الإنتاجية ، هناك تقنيات قابلة للتطبيق بشكل كامل ، ومنها قابلة للتطبيق بشكل جزئي ، ومنها غير قابل للتطبيق.

الفصل الثاني

الإطار النظري للبحث

تمهيد : *قامت الباحثة في هذا الفصل باستعراض العديد من المفاهيم والتعاريف والمصطلحات المتعلقة بالبناء الرشيق وبمتغيرات الدراسة. حيث نبدأ فيه باستعراض صناعة البناء ، ثم ننتقل للتعريف بمفهوم منهجية التصنيع الرشيق والبناء الرشيق ، وتوضيح مبادئها وأهم الأدوات والتقنيات لتطبيقها. وذلك من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة الهامّة في هذا المجال.*

1.2. صناعـــــة البنـــــــاء :

تعد صناعة البناء أحد القطاعات الأساسية في الاقتصاد ، والتي تتخلّل معظم القطاعات الأخرى ، حيث تقوم بتحويل الموارد مباشرة إلى بنية تحتية مادية مشيّدة ضرورية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية. فهي تشمل العملية التي يتم من خلالها تخطيط البنية التحتية المادية وتصميمها وشرائها وتعديلها وإصلاحها أو بنائها أو إنتاجها وصيانتها (Construction Industry Policy 2004). ويقوم سالم بتعريف صناعة البناء بأنها " قطاع الاقتصاد الذي يخطط ويصمم ويقيم ويغير ويحافظ ويهدم في نهاية المطاف المباني من جميع أنواع هياكل الهندسة المدنية وغيرها من الأعمال المماثلة " (Awad, 2016) فهي تغطي مجموعة واسعة من الخدمات ، بدءاً من التخطيط والمسح الطبوغرافي إلى البناء الإنشائي ثم أعمال التشطيب والإكساءات والديكور. وبالتالي فهي تحتاج إلى قوى عاملة كبيرة ، ومهن متعددة لتغطي أنشطتها وعملياتها.

لا سيما أنّ صناعة البناء تشمل الأفراد أو الشركات التي تعمل كمستشارين ومقاولين رئيسيين وموردي معدات وعمال وبناة وتجار ، وما إلى ذلك (سياسة صناعة البناء 2004). حيث أنّه تقليدياً ينقسم المشاركون في صناعة البناء إلى ثلاث مجموعات ، العملاء والمهنيون والمقاولون وهو ترتيب يختلف تمامًا عما هو عليه في التصنيع ، حيث يكون المصمم والمنتج في قطاع واحد ويدخل العميل فقط في نهاية العملية. ويقول روسو أنّ الغرض الرئيسي من التطوير هو نمو الاقتصاد ، خلال عملية التنمية المبكرة ، يبدو أن النمو الاقتصادي مرتفع بشكل عام ، ويميل البناء ، إلى جانب التصنيع ، إلى لعب دور متزايد الأهمية في الاقتصاد. في حين أن المساهمات المباشرة للبناء في التنمية كبيرة ، إلا أنها تحفز أيضًا قدرًا كبيرًا من النمو الاقتصادي. كما أنّ صناعة البناء تحتاج لمتطلبات البناء للسلع والخدمات من الصناعات الأخرى كبيرة ؛ وبالتالي فإن تطوير صناعة البناء يحفز هذه الصناعات المساعدة ، وبالتالي يشجع على مزيد من النمو الاقتصاد. (Awad, 2016)

إضافة إلى ذلك ، تنقسم صناعة البناء إلى العديد من الفئات وهي ، القطاع الثقيل ؛ ويشمل خطوط الصرف الصحي ، خطوط الأنابيب ، الطرق السريعة ، قطاع البناء السكني ؛ مثل البناء في الموقع ، الإصلاح ، الصيانة ، الديكور ، الهدم ، والقطاع المؤسسي ؛ وما يشمله من تصنيع ، تجميع ، تركيب في موقع البناء لأي معدات أو آلات.

وقامت لجنة قطاع البناء والتشييد في سوريا بتعريف القطاع على أنّه مجموع الانشطة المتعلقة بتصميم ودراسة وتنفيذ المشاريع الإنشائية المختلفة لمختلف القطاعات الاقتصادية والاجتماعية في الدولة ويتميز إنتاجه بضخامة منتجاته (أبنية، سدود، طرق، سكك ... الخ). وانتشارها الجغرافي، وعدم التشابه بين مشروع وآخر وعدم نمطية الإنتاج مقارنة بالقطاع الصناعي. لذلك يتأثر الإنتاج فيه بالظروف الطبيعية (الحرارة، الأمطار.. الخ)، وبالعوامل النفسية للعامل (المهارة، الوضع النفسي .... الخ).

وقسّمت الأطراف ذات العلاقة بقطاع التشييد إلى سبعة أنواع :

1. منتجي مواد البناء والإنشاء، ويشمل جميع معامل وورشات القطاع العام والخاص ، منتجي المواد والإكسسوارات المستعملة في عملية البناء والتشييد ، أي الأطراف المُصَنِّعة.
2. موردي مواد البناء والإنشاء ومستلزمات البناء والتشييد ، أي التجار.
3. الممولين من مؤسسات الدولة ومن القطاع الخاص (مالكي المشاريع) والمستثمرين والبنوك والمؤسسات التمويلية (المستثمرون).
4. الاستشاريين ، من مصممين ومشرفين على التنفيذ ، والشركات الاستشارية في القطاع العام والخاص وشركات أجنبية متخصصة ومكاتب خاصة ، أي المصمّمون والمشرفون.
5. متعهدين رئيسيين عامين ومتخصصين وتضم شركات تعهدات عامة وخاصة محلية وأجنبية ، أي المنفذون.
6. الجهات المشرفة والضابطة لنشاطات الإشراف والتصميم والتنفيذ ، وتضم المؤسسات المتخصصة في الدولة، وتضم أيضاً نقابات المهندسين والمقاولين وعمال البناء ، أي جهات وصائية.
7. منتجي الكوادر الفنية من مهندسين ومساعدي مهندسين وتقنيين وحرفيين وعمال ، أي المؤسسات التعليمية والتدريبية.

ومن حيث دور قطاع البناء في تطوير القاعدة المادية للاقتصاد الوطني السوري ، وبحسب تقرير لجنة قطاع البناء والتشييد ، يُعَد قطاع البناء الإدارة الأساسية لتقديم الأصول الثابتة وتكوين رأس المال الثابت وتأمين تناميه في مختلف قطاعات الإنتاج السلعي والخدمي حيث يقوم بإنجاز المشاريع الإنشائية لها، وهذا يتطلب توفير وتطوير مواد البناء المختلفة بما يتناسب مع متطلبات القطاعات الأخرى وبما يحقق التشغيل والإنتاج الأمثل لقطاع البناء والتشييد، وتطبيق التخصص ورفع مستوى الإنتاجية وتعميق درجة التأهيل والتدريب وتحسين نوعية الإنتاج. وله أيضا أهمية اقتصادية من حيث مساهمته في توليد الدخل والتشغيل لعدد كبير من الداخلين إلى سوق العمل في مختلف المستويات التعليمية والاختصاصات.

وعبّر التقرير عن بعض التحديات والمخاطر التي يواجهها هذا القطاع في سوريا كالتال ، من التحديات التي يواجهها هي عدم وجود نظام حديث لتنظيم أعمال صيانة المشروعات "الصيانة الطارئة، الصيانة الدورية، الصيانة الأساسية"، والدمار الهائل في الأبنية والبنية التحتية، من جراء الأزمة التي تتعرّض لها سوريا، إضافة إلى تدهور وضع العديد من الشركات الإنشائية ومعامل إنتاج مواد البناء ومواد الإنشاء. و من المخاطر المحيطة بالقطاع ، الاستمرار بالتراخي في تطبيق أنظمة البناء، وعدم التنسيق بين الجهات ذات الصلة بهذا القطاع وكثرة عددها، وعدم القدرة على الوصول إلى التقانات العالية، إضافة إلى ارتباط الاستثمار بهذا القطاع بالحالة الأمنية والسياسية.

2.2. البنـــــــاء الرشـــــيق :

1.2.2. تعريف التصنيع الرشيق :

بعد الحرب العالمية الثانية ، واجهت المصنوعات اليابانية معضلة النقص الهائل في الموارد المادية والمالية والبشرية. أدت هذه الظروف إلى ولادة مفهوم التصنيع "الخالي من الهدر". و في منتصف الأربعينيات من القرن الماضي ، تفوقت الشركات الأمريكية على نظيراتها اليابانية بعشرة أضعاف. من أجل اتخاذ خطوة نحو التحسين ، ابتكر القادة اليابانيون الأوائل مثل Toyoda Kiichiro و Shigeo Shingoو Taiichi Ohno نظامًا جديدًا ومنضبطًا وموجهًا نحو العملية ، والذي يُعرف اليوم باسم "نظام إنتاج تويوتا " أو" التصنيع الرشيق ". يعتبر Taiichi Ohno ، بشكل عام القوة الأساسية وراء هذا النظام. حيث اعتمد على بعض الأفكار من الغرب ، وخاصة من كتاب هنري فورد "اليوم وغدًا". شكل خط التجميع المتحرك من Ford للمواد المتدفقة باستمرار هو الأساس لنظام إنتاج تويوتا. تم تطوير نظام إنتاج تويوتا وصقله بين عامي 1945 و 1970 ، ولا يزال ينمو اليوم في جميع أنحاء العالم. (Abdullah, 2003)

الفكرة الأساسية لهذا النظام هي تقليل استهلاك الموارد التي لا تضيف أي قيمة للمنتج. صاغ فريق أبحاث معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا مصطلح " الإنتاج الخالي من الهدر " لاحقاً لوصف " نظام الإنتاج والإدارة الثوري " والذي كان سبباً في نجاح تويوتا. (عبود و حسن ، 2021) هذه الدراسة التي أجراها المعهد وكما هو موضح في كتاب "الآلة التي غيرت العالم " ، أيقظت الشركات المصنعة الأمريكية (Womack, jones & Ross , 1990). حيث أكدت الدراسة النجاح الكبير الذي حققته شركة Toyotaفي شركة NUMMI (New United Motor Manufacturing Inc.) وأظهرت الفجوة الهائلة التي كانت موجودة بين صناعة السيارات اليابانية والغربية. تم تبني الأفكار في الولايات المتحدة لأن الشركات اليابانية طورت وأنتجت منتجات بنصف أو أقل من الجهد البشري ، واستثمار رأس المال ، ومساحة الأرضية ، والأدوات ، والمواد ، والوقت ، والنفقات الإجمالية. (Abdullah, 2003)

عرف Abdullah(2003) التصنيع الخالي من الهدر أو التصنيع الرشيق بأنه التصنيع القائم على تقليل التكلفة من خلال التحسين المستمر الذي سيؤدي في النهاية إلى تقليل تكلفة الخدمات والمنتجات ، وبالتالي زيادة الأرباح. وقال بأنه كلما زادت الجودة التي يبنيها المرء في المنتج وكلما زادت الخدمة المقدمة، زاد السعر الذي سيدفعه العملاء، أي أن العملاء هم مصدر سعر البيع. واتفق مع Womack على أنه نظام يستخدم الموارد الأولية (المدخلات) بمقدار اقل من أجل إنتاج نفس المقدار من السلع والخدمات (المخرجات) المنتجة بواسطة نظم الإنتاج التقليدية.

وعرفه Gaynor بأنه فلسفة شاملة ومتكاملة لإدارة التصنيع والعمليات التي تعتمد على التدفق المستمر للمنتجات والسحب حسب الطلب ؛ إذ يتم التخلص من كل الخطوات والجراءات التي لا تضيف قيمة للزبون في عملية تصنيع المنتج . (Deherieb, 2018)

وقال (Jacobs & chase, 2008: 225) بأنه مجموعة متكاملة من الأنشطة المصممة لتحقيق الإنتاج وذلك باستعمال الحد الأدنى من مخزون المواد الأولية الخام ومخزون الإنتاج تحت التشغيل والإنتاج التام

ووصول الاجزاء المصنعة الى محطة العمل التالية في الوقت المحدد بالضبط حتى الانتهاء منه لمحطة التسويق . (Deherieb, 2018)

وأوضح دهيرب (Deherieb, 2018) مصطلح الرشيق على أنه توفير السلع والخدمات للزبائن (المستهلكين النهائيين) الذين يرغبون بهذه المنتجات وفي الوقت المحدد ، وذلك من خلال إزالة الضياع أو الهدر من كافة العمليات الإنتاجية وبالتالي إضافة قيمة للمنتج النهائي.

كما يرى الطالبي (2019) التصنيع الرشيق بأنه عملية اكتشاف وتحديد جميع العمليات التصنيعية التي لا تضيف قيمة والعمل على إزالتها بهدف زيادة القيمة وتحسين جودة المنتج والعمليات الإنتاجية.

واعتبر عبود وحسن ، أنّ التصنيع الرشيق يجمع بين مزايا الأنظمة الحرفية وأنظمة الإنتاج الضخم ، مع تجنّب عيوب كل منها. وأنّ التصنيع الخالي من الهدر هو "هزيل" لأنّه يُنتِج منتجات تستخدم موارد أقل من الأساليب التقليدية "متجر العمل" و "الإنتاج الضخم". وبالتالي يشمل إزالة جميع التكاليف الغير ضرورية ، أو ما يسمى النفايات. وترجموا مصطلح التخلص من النفايات إلى رضل العملاء ؛ أي تحسين الأداء ، التكلفة والتسليم. كما يشمل تطوير المنتجات ، الإنتاج ، سلاسل التوريد ، التوزيع وخدمة العملا ، أي يشمل العمل بأكمله وليس التصنيع فقط. (عبود وحسن ، 2021)

نلاحظ مما سبق أن عبد الله ركز على أهمية الجودة والخدمة المقدمة للزبون والتي تجعله على استعداد لدفع قيمتها، ورأى أن الزبون هو من يحدد سعر المنتج المقدم (المخرجات) ، أي أنه ركز على كلفة المنتج وجودته بما يتناسب مع الزبون. كما اتفق مع Jacobs & chase على استخدام الحد الأدنى من المواد الأولية (المدخلات) للوصول للمنتج المطلوب . أما دهيرب وجد أن الرشيق هو تقديم المنتج للزبون بالوقت المحدد وبما يضيف قيمة للمنتج ويقلل من الهدر خلال العمليات الإنتاجية وصولا للعميل. في حين أن الطالبي و Gaynor ركز على ضرورة إزالة العمليات التي لا تضيف قيمة وبالتالي زيادة جودة وقيمة المنتج وزيادة العمليات الإنتاجية.

وبالتالي حسب الدراسات المتوفرة والتي تم عرض جزء منها ومن وجهة نظر الباحثة ، فإنه لا يوجد تعريف محدد وواضح لما يسمى التصنيع او الإنتاج الرشيق او الخالي من الهدر، وإنما يوجد تفكير او فلسفة قائمة على تحقيق رضا الزبون و زيادة قيمة وجودة المنتج او الخدمة المقدمة ، مع تقليل كافة أشكال الهدر التي يمكن أن تطرأ خلال العملية الإنتاجية ؛ أي باختصار هو الاستخدام الأمثل للموارد بالشكل الذي يزيد من قيمة المنتج النهائي ، وبالحد الأدنى الممكن من قيم الهدر والضياعات وبأقل تكلفة ، وبالتالي نيل رضا العميل وتقديم الأفضل له .

2.2.2. مبـــــادئ التصنيع الرشيق :

تُعد مبادئ التصنيع الرشيق أساس نجاح Toyota؛ حيث بإمكانها أن تساعد الشركات على إنشاء منتجات تتمحور حول ما يريده العملاء. واتخذت هذه المبادئ مكانة بارزة في كتاب James Womack و Daniel Jones، Lean Solutions ، حيث حدد المؤلفون خمسة مبادئ رئيسية وهي : تحديد القيمة ، تحديد تدفق القيمة ، إنشاء التدفق ، إنشاء السحب والسعي إلى الكمال.

والتي بدورها أتاحت للشركات زيادة الإنتاج ، خفض التكاليف ، تحسين الجودة ، وزيادة الأرباح . {7}

1.2.2.2. تحديـــد القيمـــة (Define Value) :

هي المبدأ الأول للتصنيع الرشيق ، والخطوة الأولى في هذه الرحلة.{7} ولفهم هذا المبدأ بشكل أفضل يجب أولاً توضيح مفهوم القيمة ؛ والتي هي عبارة عن ما يرغب العميل في دفع ثمنه.{8} تتطلب هذه الخطوة من الشركات تحديد ما يقدّره العملاء وكيف تلبي منتجاتهم أو خدماتهم هذه القيم.{7}

وبالتالي يتطلب تحديد القيمة :

- تصميم المنتجات لتلبية احتياجات العملاء.
- إزالة الميزات التي لا تلبي تلك الاحتياجات على وجه التحديد.

أي من أجل تصميم المنتجات لتلبية الاحتياجات المحددة ، ستعمل الشركات على التخلص من الخطوات المهدرة التي قد تكون مطلوبة للميزات غير المرغوب فيها. ويمكن باستخدام بعض التقنيات النوعية والكمية ، اكتشاف ما يريده العملاء ، وكيف يريدون تسليم المنتج أو الخدمة ، والسعر الذي يدفعونه. {8} و أحد هذه الأساليب التي يمكن أن تساعد الشركات على تحديد القيمة هو تصميم Sigma Six (DFSS) ؛ حيث باستخدام DFSS ، يمكن للشركات تحديد وقياس وتحليل ما يريده عملاؤها بشكل منهجي. {7}

2.2.2.2. تحديد تدفق القيمة (Map Value Stream) :

المبدأ الثاني للتصنيع الخالي من الهدر هو تحديد تدفق القيمة و رسم خريطة له. تدفق القيمة هو دورة الحياة الكاملة للمنتج ، والتي تشمل تصميم المنتج واستخدام العملاء للمنتج والتخلص منه .{7}

في هذه الخطوة ، يتمثل الهدف في استخدام قيمة العميل كنقطة مرجعية وتحديد جميع الأنشطة التي تساهم في هذه القيم. تعتبر الأنشطة التي لا تضيف قيمة للعميل النهائي نفايات. ويمكن تقسيم النفايات إلى فئتين: {8}

- نفايات غير ذات قيمة مضافة ولكنها ضرورية .
- نفايات غير ذات قيمة مضافة وغير ضرورية.

الثانية هي نفايات نقيّة ويجب التخلّص منها بينما يجب تقليل الأولى قدر الإمكان. من خلال تقليل العمليات أو الخطوات غير الضرورية والقضاء عليها ، يمكنك التأكّد من أنّ العملاء يحصلون على ما يريدون تمامًا مع تقليل تكلفة إنتاج هذا المنتج أو الخدمة في نفس الوقت. {8}

و رأى Aziz & Hafez أن تحديد تدفق القيمة يتم عن طريق التخلص من كل شيء لا يولد قيمة للمنتج النهائي. هذا يعني ، أوقف الإنتاج عندما يحدث خطأ ما وقم بتغييره على الفور. أي العمليات التي يجب تجنّبها هي الإنتاج الضائع ، الإفراط في الإنتاج (أي تكرار إنتاج نفس النوع من المنتجات) ، تخزين المواد والعمليات غير الضرورية ، نقل المواد ، حركة القوى العاملة ، و أوقات الانتظار الغير ضرورية . ويمكن استخدام أدوات Lean مثل مخطط تدفق القيمة (VSM) لرسم خريطة مرئية لتدفق المنتج بالكامل. حيث بمجرد تعيين تدفق القيمة ، سيكون من الأسهل العثور على الخطوات التي لا تضيف قيمة وتقليلها. {7}

3.2.2.2. إنشـاء التدفـــق (Create Flow) :

هو المبدأ الثالث الخالي من الهدر ، والخطوة الثالثة بعد تحديد القيمة ورسم تدفق القيمة. حيث بعد إزالة النفايات من تيار القيمة ، يجب التأكد من أن تدفق الخطوات المتبقية يعمل بسلاسة دون توقف أو تأخير. {8} أي انتقال العناصر من الإنتاج إلى الشحن دون انقطاع ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنظيم أرضية العمل بشكل استراتيجي ، ومن خلال أخذ كل عامل (من الأشخاص والمعدات) بعين الاعتبار لضمان انتقال المنتجات بسلاسة خلال عملية الإنتاج ، مما يؤدي إلى تقليل وقت الإنتاج وحجم المخزون ومناولة المواد{7} .

ويعرض Do بعض الاستراتيجيات لضمان تدفق أنشطة القيمة المضافة بسلاسة ، وهي: تقسيم الخطوات ، إعادة تكوين خطوات الإنتاج ، تسوية عبء العمل ، إنشاء أقسام متعددة الوظائف ، وتدريب الموظفين ليكونوا متعددي المهارات وقابلين للتكيف. {8}

وبرأي Aziz & Hafez التأكد من وجود تدفق مستمر في العملية وسلسلة القيمة يكون من خلال التركيز على سلسلة التوريد بأكملها ، و التركيز على العملية وليس على المنتج النهائي.

4.2.2.2. إنشـاء السحـــب (Establish Pull) :

يرتبط المبدأ الرابع ارتباطًا وثيقًا بإنشاء التدفق ، حيث يتطلب من الشركات استخدام نظام إنتاج قائم على السحب. بينما تستخدم أنظمة الإنتاج التقليدية نظام الدفع ، والذي يبدأ بشراء المستلزمات والمضي قدمًا عن طريق دفع المواد خلال عملية التصنيع ، حتى في حالة عدم وجود أمر. على الرغم من سهولة إنشاء أنظمة الدفع ، إلا أنها غالبًا ما تؤدي إلى مخزونات كبيرة وكمية كبيرة من العمل الجاري (Work In Process WIP). {7} بينما الهدف من النظام القائم على السحب هو الحد من عناصر المخزون ؛ والذي يعتبر من أكبر الفواقد في أي نظام إنتاجي ، والعمل في العملية (WIP) مع ضمان توفر المواد والمعلومات المطلوبة لتدفق سلس للعمل. بمعنى آخر ، يسمح النظام القائم على السحب بالتسليم والتصنيع في الوقت المناسب (Just In Time JIT) حيث يتم إنشاء المنتجات في الوقت الذي تكون فيه مطلوبة وبالكميات المطلوبة فقط ، وبما يتناسب احتياجات العملاء النهائيين. {8} وبالتالي وباستخدام نظام السحب تقوم الشركات بما يلي: {7}

- زيادة الإنتاج .
- تعظيم مساحة العمل القابلة للاستخدام .
- تقليل المخزون .
- القضاء على فائض الإنتاج ونقص الإنتاج .
- التخلص من الأخطاء الناتجة عن وجود الكثير من العمل الجاري WIP .

ويختصر Aziz & Hafez هذا المبدأ بأنه إنتاج ما يريده العميل بالضبط في الوقت الذي يحتاجه والاستعداد دائمًا للتغييرات التي يقوم بها .

5.2.2.2. السعـي الى الكمال (Pursuit Perfection) :

على الرغم من أنّ النفايات يتم التخلص منها من خلال تحقيق المبادئ الأربع الأولى ، إلّا أنّ الخطوة الخامسة وهي السعي إلى الكمال تعتبر الأهم بينهم جميعًا. {8} السعي الى الكمال يتطلب من الشركات

تحسين ممارساتها باستمرار، والذي بدوره يحتاج تغييرًا في ثقافة مكان العمل. و يمكن أن تساعد كايزن ؛ وهي فلسفة التحسين المستمر ، الشركات من خلال خلق ثقافة يسعى فيها العمال إلى الكمال. تركز Kaizenعلى إجراء تغييرات صغيرة ومتزايدة وتتطلب من كل عامل المساعدة في تحسين ممارسات العمل. بمرور الوقت ، ستؤدي Kaizen إلى زيادة الكفاءة ، وانخفاض التكاليف ، وزيادة الإنتاجية ، وتحسين جودة المنتجات. {7}

ويعبر Aziz & Hafez عن هذا المبدأ بأنه يهدف إلى الحل الأمثل والتحسينات المستمرة. وتقديم منتج يلبي احتياجات العملاء وتوقعاتهم ضمن الجدول الزمني المتفق عليه وفي حالة ممتازة دون أخطاء وعيوب. وبالتالي الطريقة الوحيدة للقيام بذلك هي من خلال التواصل الوثيق مع العميل وكذلك المديرين والموظفين بينهما.

وبناءً عمّا ورد سابقاً يمكن تلخيص المبادئ الخمسة للتصنيع الرشيق كما يلي :

- حدد القيمة من وجهة نظر العميل واحتياجاته ، وحدد قيمة الأنشطة التي تولد قيمة للمنتج النهائي .
- حدد الأنشطة التي تساهم في مسار تدفق القيمة ، تخلص من الأنشطة التي لا تضيف قيمة للمنتج ؛ والتي تندرج تحت مسمى النفايات .
- اتباع مسار تدفق القيمة والعمل بشكل عكسي من خلال نظام الإنتاج ، والتأكد من أن سير عمليات الإنتاج يتم بسلاسة و دون توقف ، مع التركيز على العميلة وليس المنتج .
- اعتماد نظام السحب خلال العمليات الإنتاجية . القائم على تقليل الإنتاج غير الضروري واتباه التصنيع والتسليم في الوقت المحدد ."Just In Time"
- السعي نحو الكمال. من خلال اتباع الشركة طرقاً للتحسين المستمر و أن يسعى كل موظف نحو الكمال أثناء تقديم المنتجات بناءً على احتياجات العميل.

3.2.2. أدوات وتقنيات التصنيع الرشيق :

تتمثل الأفكار الأساسية الكامنة وراء نظام التصنيع الرشيق ، والذي تمت ممارسته لسنوات عديدة في اليابان ، في التخلص من الهدر ، وخفض التكاليف ، وتمكين الموظفين. ويطلق على هذا النظام بالتصنيع السريع ، التصنيع في الوقت المناسب ، التصنيع المتزامن ، التصنيع على مستوى عالمي ، والتدفق المستمر ؛ كلها مصطلحات تستخدم بالتوازي مع التصنيع الرشيق. (Abdullah, 2003)

يوجد أكثر من خمسة عشرة تقنية وأداة للتصنيع الخالي من الهدر ، والتي تباينت وجهات النظر حولها ولم يتفق جميع الكتاب والباحثين على وضع التقنيات نفسها. لكن سنتطرق في هذه الفقرة بذكر أربع تقنيات ، وهي : الصيانة المنتجة الشاملة TPM ، التحسين المستمر ، العمل الموحّد ، الإنتاج في الوقت المناسب JIT ، تنظيم مكان العمل 5S’ ، و إشراك العمال .

1.3.2.2. الصيانة المُنتِجَة الشاملة Total Productive Maintenance TPM :

تعد الصيانة المُنتِجة الشاملة شرطاً أساسياً لدورة حياة أطول للآلات في الصناعة ، ونهج مبتكر للصيانة يعمل على تحسين فاعلية المعدّات ويزيل الأعطال ويعزّز صيانة المشغّل المستقل من خلال الأنشطة اليومية التي تشتمل إجمالي القوى العاملة. (الطالبي ، 2019) حيث يعد تعطل الآلات من أهم

المشكلات في ورشة العمل والتي تهم جميع الأشخاص. لأنه إذا تعطلت آلة واحدة ، فقد ينخفض خط الإنتاج بالكامل. لذلك تعد الصيانة المنتجة الشاملة أداة مهمّة ضروريّة لحساب الأعطال المفاجئة للماكينة. (Abdullah , 2003)

وضّح Roth معنى مفردات الصيانة المنتجة الشاملة كما يلي : (الطالبي ، 2019)

- الشاملة ؛ تعني كل فرد في المنظمة ، من مستوى الإدارة العليا الى مستوى عمال الورشة.
- الإنتاجية ؛ يعني أنّه لا يوجد أي نشاط مُهدَر (لا يُضيف قيمة) أو إنتاج منتجات تُلبّي أو تفوق توقعات الزبائن.
- الصيانة ؛ تعني الاحتفاظ بالمعدّات و المصنع في حالة عمل جيدة.

كما أنّ هذه التقنية تقوم من وجهة النظر اليابانية على خمسة نقاط أساسية وهي : (الكنفاني ، 2016)

1. رفع كفاءة الآلات والمُعِدات.
2. تطبيق نظام شامل للصيانة الوقائية.
3. تتطلب هذه التقنية المساهمة الكاملة من قبل كافّة المُشغّلين والفنّيين والمهندسين من كافة الأقسام ضمن الشركة.
4. تتطلب اشتراك كافة عمال وموظفي الشركة الموجودين في الإدارة العليا وحتى ارض المصنع.
5. تقوم على تطبيق الصيانة الوقائية القائمة على أنشطة الصيانة الذاتية المنفّذة من قبل فرق عمل صغيرة.

و يوجد ثلاثة مكونات رئيسية لبرنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة وهي : (Abdullah , 2003)

* الصيانة الوقائية * الصيانة التصحيحية * منع الصيانة

حيث تتعلق الصيانة الوقائية بالصيانة الدورية المخطّطة لجميع المعدّات بدلاً من الفحوصات العشوائية. أي يجب على العمال إجراء صيانة دوريّة لاكتشاف أي حالات شاذة عند حدوثها. و بذلك يمكن منع الأعطال المفاجئة للآلات ، مما يؤدي إلى تحسين إنتاجية كل آلة (Feld , 2000). بينما تتعامل الصيانة التصحيحية مع قرارات مثل إصلاح أو شراء معدات جديدة. إذا كانت الآلة معطلة دائمًا ، فمن الأفضل استبدال تلك الأجزاء بأخرى أحدث. نتيجة لذلك ، ستستمر الماكينة لفترة أطول وسيكون وقت تشغيلها أعلى. أما منع الصيانة فله علاقة بشراء الجهاز المناسب. إذا كان من الصعب صيانة الماكينة (على سبيل المثال ، من الصعب تشحيمها أو صعوبة إحكام ربط البراغي) ، فسيكون العمال مترددين في صيانة الماكينة بشكل منتظم ، مما سينتج عنه خسارة كبيرة في الأموال المستثمرة في تلك الآلة.

هناك ستة خسائر كبيرة يمكن أن تنجم عن سوء الصيانة أو المعدات المعيبة أو التشغيل غير الفعال: {11}

1- خسائر أعطال غير متوقعة : ينتج عنها تعطل المعدات للإصلاحات. يمكن أن تشمل التكاليف وقت التوقف (وفقدان فرص الإنتاج أو العوائد) والعمالة وقطع الغيار.

2- خسائر الإعداد والتعديل : ينتج عنها خسارة في فرص الإنتاج (العوائد) التي تحدث أثناء عمليات تغيير المنتج أو تغيير الوردية أو أي تغييرات أخرى في ظروف التشغيل .

3- خسائر التوقف : ينتج عنها توقف الإنتاج المتكرر من صفر إلى 10 دقائق ويصعب تسجيله يدويًا. و يمكن أن تسبب توقفًا كبيرًا للمعدات وفرصة إنتاج ضائعة .

4- ضياع السرعة : ينتج عنه خسائر في الإنتاجية عند وجوب إبطاء المعدات لمنع عيوب الجودة أو التوقفات الطفيفة. في معظم الحالات ، لا يتم تسجيل هذه الخسارة لأن الآلة تستمر في العمل .

5- خسائر عيوب الجودة : ينتج عنها إنتاج غير مطابق للمواصفات وعيوب ناتجة عن عطل في المعدات أو ضعف الأداء ، مما يؤدي إلى مخرجات يجب إعادة تصنيعها أو التخلص منها كنفايات .

6- خسائر الاستثمار في المعدات ورأس المال : تؤدي إلى تآكل المعدات مما يقلل من متانتها وعمرها الإنتاجي ، مما يؤدي إلى زيادة الاستثمار الرأسمالي المتكرر في المعدات البديلة.

ولتجنب الخسائر المذكورة أعلاه تتبع المنظمات عادةً أربعة أساليب لتنفيذ TPM : {11}

1- معدّات فعّالة (Efficient Equipment) : إنّ أفضل طريقة لزيادة كفاءة المعدّات هي تحديد الخسائر التي تُعيق الأداء من بين الخسائر الست السابقة. لقياس الفعالية الكلية للمعدات ، يتم استخدام مؤشر TPM والفعالية الكلية للمعدات (Overall Equipment Effectiveness OEE). يتم حساب OEE بضرب توافر المعدات أو الجاهزية ، وكفاءة الأداء ومعدل جودة المنتج (كل منها كنسبة مئوية). باستخدام هذه الأرقام ، يمكن تحديد مقدار الوقت المُستغرق في كل من الخسائر الست الكبرى ، والمكان الذي يحتاج إلى تركيز أكبر قدر من الاهتمام. و تشير التقديرات إلى أنّ معظم الشركات يمكنها تحقيق زيادة بنسبة 15-25 بالمائة في معدّلات كفاءة المعدات في غضون ثلاث سنوات من اعتماد TPM .

- OEE = الجاهزية × كفاءة الأداء × مُعدل الجودة (الكنفاني ، 2016)

ويتم حساب كل منها كما يلي :

- الجاهزية Availability % : وهي تُعطي دلالة على معدل استخدام الآلات والمعدات ، وتستخدم لقياس الضياعات الناتجة عن التوقّفات ، ويمكننا إيجادها من خلال المعادلة التالية

$$\text{الجاهزية} = \frac{\text{زمن الوردية – زمن الاستراحة المخططة – أزمنة التوقفات نتيجة الاعطال}}{\text{زمن الوردية – زمن الاستراحة المخططة}}$$

- كفاءة الأداء Performance Efficiency % : تقيس مدى كفاءة الآلة في أداء العمل ، وتُستخدم لقياس ضياعات السرعة ، ويمكن التعبير عنها من خلال المعادلة :

كفاءة الأداء = معدّل السرعة التشغيلية x معدّل التشغيل الصافي

✓ معدّل السرعة التشغيلية Operating Speed Rate يقيس الضياعات الناتجة عن عمل الآلة بسرعة تشغيلية قليلة ، ويحسب من المعادلة :

معدل السرعة التشغيلية = الزمن النظري لدورة العمل / الزمن الفعلي لدورة العمل .

✓ معدّل التشغيل الصافي Net Operating Rate يقيس الضياعات الناتجة عن أزمنة الخمول والتوقّفات القصيرة للآلة ، ويحسب من المعادلة :

$$\text{معدل التشغيل الصافي} = \frac{\text{كمية الإنتاج الكلي} * \text{الزمن الفعلي لدورة العمل}}{\text{زمن التشغيل}}$$

- معدّل الجودة Quality Rate % : يستخدم لقياس الضياعات المُتعلقة بالجودة ، ويحسب من المعادلة :

$$\text{معدل الجودة} = \frac{\text{كمية الإنتاج الكلي} - \text{كمية الانتاج المعيبة}}{\text{كمية الانتاج الكلي}}$$

فإذا كانت نتيجة OEE : {12}

✓ بنسبة 100٪ يُعتبر إنتاجًا مثاليًا.
✓ بنسبة 85٪ يُعتبر الإنتاج من الطراز العالمي للمصنّعين المنفصلين.
✓ بنسبة 60 ٪ يُعتبر الإنتاج نموذجياً إلى حدّ ما بالنسبة للمصنّعين المنفصلين.
✓ أما إذا كان بنسبة 40٪ فهذا غير شائعاً بالنسبة للمصنّعين الذين لديهم TPM و / أو البرامج الخالية من الهدر.

2- الصّيانة الفّعالة (Effective Maintenance) : الصيانة الشاملة والروتينية هي جانب مهم من TPM. حيث تقوم TPM بتدريب مشغّلي المعدات على لعب دور رئيسي في الصيانة الوقائية من خلال إجراء "الصيانة المستقلة" على أساس يومي. تشمل الأنشطة اليومية المعتادة الفحوصات الدقيقة والتشحيم واستبدال الأجزاء والإصلاحات البسيطة واكتشاف العيوب. يتم تشجيع العمال أيضًا على إجراء الصيانة التصحيحية ، المصممة لمنع تعطّل المعدات بشكل أكبر ، وتسهيل الفحص والإصلاح والاستخدام. تشمل الصيانة التصحيحية تسجيل نتائج عمليات التفتيش اليومية ، والنظر بانتظام وتقديم أفكار تحسين الصيانة.

3- تدقيق الأخطاء (Mistake-Proofing) : المعروف باسم Poka-yoke في سياقات التصنيع الخالي من الهدر ، وهو تطبيق آليات "الحماية من الفشل" البسيطة المصمّمة لجعل الأخطاء مستحيلة أو على الأقل من السهل اكتشافها وتصحيحها. تنقسم أجهزة Poka-yoke إلى فئتين رئيسيتين : الوقاية والكشف.

✓ جهاز الوقاية هو الذي يجعل من المستحيل على الآلة أو مشغل الآلة ارتكاب خطأ.
✓ جهاز الكشف يشير إلى المُستخدم عند حدوث خطأ ، بحيث يمكن للمستخدم تصحيح المشكلة بسرعة.

4- إدارة السلامة (Safety Management) : يتمثل المبدأ الأساسي وراء أنشطة إدارة السلامة والبيئة في TMP في معالجة الظروف والأنشطة التي يُحتمل أن تكون خطرة قبل أن تتسبّب في وقوع الحوادث والأضرار والتكاليف غير المُتوقّعة. و يجب تنفيذ أنشطة السلامة بشكل مستمر ومنهجي. بحيث تشمل :

- تطوير قوائم التحقق من السلامة (مثل الكشف عن التسريبات أو الاهتزازات غير المعتادة للمعدات أو الكهرباء الساكنة).
- توحيد العمليات (مثل مناولة المواد ونقلها ، واستخدام الملابس الواقية).
- تنسيق مهام الصيانة غير المتكررة (مثلاً تلك التي تنطوي على مخاطر كهربائية ، مواد سامة ، اللهب المكشوف).

وبالتالي يمكن اعتبار TPM نهج شامل لصيانة المعدات ، يقوم على إشراك جميع العاملين والمشغّلين في المنظمة بمسؤولية الحفاظ على المعدات لتحقيق الإنتاج المثالي ؛ دون وجود أعطال او توقّفات مفاجئة او تباطؤ في العمليات الإنتاجية او عيوب في المُنتَج . حيث أنّ التأكيد على الصيانة الاستباقية والوقائية سيضع أساساً لتحسين سير الإنتاج ، وتجنّب أي نوع من الخسائر الست الكبرى والشهيرة في عالم الصناعة ، والتي يُمكن أن تطرأ على الآلات ؛ سواءاً من حيث الكفاءة او الانتاجية او الجودة. وأيضاً من خلال قياس مؤشر OEE الذي يُحدد النسبة المئوية لوقت الإنتاج المُخطط له ، وتتبُّع تقدّم العمليات بدقّة بهدف تحقيق الإنتاج المثالي .

2.3.2.2. التحسين المستمر Continuous Improvement :

التحسين المستمر او ما يُعرف ب Kaizen هو مبدأ أساسي في التصنيع الخالي من الهدر. Kaizen هي كلمة يابانية تعني السعي المستمر لتحقيق الكمال ، وهي شائعة في الغرب كمفهوم أساسي للإدارة الجيدة. وهو أسلوب منهجي للتحسين التدريجي ، المُنظّم والمستمر. ويمكن أن تحدث هذه التحسينات من خلال تقليل المخزون او تقليل الأجزاء المَعيبة . (Abdullah , 2003)

كايزن هو نهج لإنشاء تحسين مستمر يعتمد على فكرة أن التغييرات الإيجابية الصغيرة المستمرة يمكن أن تجني تحسينات كبيرة. عادة ، يعتمد على التعاون والالتزام ويقف على النقيض من الأساليب التي تستخدم التغييرات الجذرية أو من أعلى إلى أسفل لتحقيق التحول. {13}

و يُعتبر التطوير المستمر أحد أهم الاستراتيجيات لتحقيق الامتياز في عملية الإنتاج ، و تُعَد أمراً حيوياً وهاماً ضمن البيئة التنافسية في أيامنا هذه ، ويتطلّب جهوداً متواصلة من قبل كافّة العاملين في الشركة. حيث يشارك العمال ضمن فرق العمل بعملية التطوير المستمر من خلال استثمار مهاراتهم الجسدية والفكرية ، وذلك في سبيل التحسين المستمر لنواحي السلامة ، الجودة ، الإنتاجية و بيئة العمل. حيث أن القاعدة الأساسية لمفهوم التصنيع الرشيق هم الموظفين والعُمال المُدَرّبين والمتعددين المهارات والوظائف الذين يخلقون بيئة تُشَجّع على التطوير المستمر. (الكنفاني ، 2016)

فهو نظام يهدف إلى القضاء على الهدر عبر جميع العمليات والأنشطة في المنظمة عن طريق مشاركة كل شخص بإجراء تحسينات دون الحاجة الى إجراء استثمارات ضخمة. أي أنّه فلسفة تفكير شاملة

تتضمن العديد من التقنيات والأساليب التي تُمكّن العاملين وتشجعهم على إعادة التفكير باستمرار بالطريقة التي يؤدون بها أعمالهم بشكل أكثر كفاءة وفاعلية. (الطالبي ، 2019)

كايزن هو إطار عمل إداري يحشد العمال على جميع المستويات للتركيز على تحسينات الجودة. بغض النظر عن المنهجية ، في البيئة التنظيمية ، يعتمد الاستخدام الناجح لـ Kaizen على الحصول على الدعم للنهج عبر المؤسسة ومن المدير التنفيذي إلى الأسفل. يمكن تطبيقه على أي مجال عمل وحتى على المستوى الفردي. ونظرًا لأن تنفيذ كايزن يتطلب تمكين العقلية الصحيحة في جميع أنحاء الشركة ، فإنه يوجد عشرة مبادئ تتناول عقلية كايزن يُشار إليها عادةً باعتبارها جوهر الفلسفة ، وهي : {13}

1. تخلَّ عن الافتراضات.
2. كن استباقيًا في حل المشكلات.
3. لا تقبل الوضع الراهن.
4. تخلَّ عن المثالية واتخذ موقف التغيير التكراري والتكيفي.
5. ابحث عن الحلول عندما تجد الأخطاء.
6. اخلق بيئة يشعر فيها الجميع بالقدرة على المساهمة.
7. لا تقبل القضية الواضحة ؛ بل ، اسأل "لماذا" خمس مرات للوصول إلى السبب الجذري.
8. انتزع المعلومات والآراء من عدة أشخاص.
9. استخدم الإبداع لإيجاد تحسينات صغيرة منخفضة التكلفة.
10. لا تتوقف أبدًا عن التحسين.

يمكن تنفيذ Kaizen في دورة من سبع خطوات لخلق بيئة قائمة على التحسين المستمر. تتضمن هذه الدورة الخطوات التالية : {13}

1. اجعل الموظفين يشاركون.
2. ابحث عن المشاكل.
3. ابتكر حلّاً.
4. اختبر الحل.
5. حلل النتائج.
6. إذا كانت النتائج إيجابية ، فتبنّى الحل في جميع أنحاء المنظمة.
7. يجب تكرار هذه الخطوات السبع على أساس مستمر ، مع اختبار حلول جديدة عند الاقتضاء أو معالجة قوائم جديدة من المشاكل.

ويمكن أيضاً استخدام دورة ديمينغ أو PDCA بشكل متكرر كإجراء لعمليات التحسين ، حيث تعتبر أداة لتخطيط المشروع . {14}

وتسمى أيضاً دورة التحسين ، وتستند إلى الطريقة العلمية لاقتراح تغيير في العملية ، وتنفيذ التغيير ، وقياس النتائج ، واتخاذ الإجراء المناسب{15}. وتتكون من أربع مراحل: Plan – Do – Check – Act

- خطط Plan : تحديد أهداف العملية والتخطيط لتغييرها.
- افعل Do : تنفيذ التغيير ، وإجراء دراسة على نطاق صغير.
- تحقّق Check : مراجعة الاختبار ، تقييم وتحليل النتائج.
- تصرف Act : اتخاذ الإجراء وتثبيت التغيير .

حيث يضع القادة الأهداف (Plan) مقابل خط أساس ثابت للأداء. تقوم الفرق بتنفيذ التحسينات (Do) لتحقيق الأهداف .ثم يقيسون (Check) التغيير لتقييم الأداء مقابل الهدف. إذا حقق الفريق مكاسب قابلة للقياس ، فإنه يقوم بتوحيد (Act) الطريقة الجديدة من خلال تحديث العمل الموحد. وهذا يضمن أن التحسن مستقر{15}.

كما أشار (Shimizu, 2000) إلى ثلاثة أنواع من أنشطة الكايزن المُمْكِن تطبيقها ضمن المنشآت الصناعية، وهي أولاً ورشات عمل الكايزن Kaizen Workshops التي تضم المدراء، المشرفين، المهندسين، والمُوظفين، وهي الطريقة المُثْلى في نشر ثقافة التطوير المستمر ضمن الشركة على مستوى صانعي القرارات، وثانياً الكايزن الذي يُنَفّذ من قِبَل مجموعات صغيرة من العُمال والموظفين تُدعى حلقة الجودة Quality Circle ، وثالثاً الكايزن الذي يُنَفّذ من خلال العُمال عبر نظام الإقتراحات Suggestion System ، وقد ركز نظام إنتاج تويوتا على حلقات الجودة ونظام الإقتراحات كأساس لمفهوم الكايزن الخاص به. (الكنفاني ، 2016)

وترى الباحثة أن التطوير المستمر هو منهجية و مبدأ هام في العمليات الخالية من الهدر ، يقوم على التحسين التدريجي أي تنفيذ التغييرات الصغيرة والبسيطة المستمرة في المنظمة ، والتي تؤدي الى تحقيق تحسينات وفوائد كبيرة على عمليات الإنتاج. وذلك بإشراك جميع العاملين في المنظمة وبكافة مستوياتهم الإدارية ، مما يساعد على زيادة الإنتاجية ، تقليل التكلفة ، تقليل وقت الإنتاج ، تخفيف العيوب ، تقليل المخزون و زيادة جودة المُنتَجات المُنتَجة. ويجب وضع برامج لتشجيع هؤلاء العاملين وتدريبهم ، وتحفيزهم على ابتكار الحلول للمشاكل التي تواجهها عمليات التصنيع او الإنتاج. وبالتالي إنشاء بيئة عمل مُرضية وآمنة مع عمال يسعون للتحسين والتغيير نحو الأفضل من كل شيء.

يترافق ذلك مع التركيز على المبادئ العشرة التي تقوم عليها استراتيجية كايزن ، والتي مَفادُها باختصار ؛ تقبُّل الوضع الراهن ، الاستباقية لحل المشاكل ، البحث عن الحلول ، التغييرات التكرارية المستمرة والصغيرة ، معرفة السبب الجذري للمشكلة ، مشاركة الحلول و أخذ الآراء المشتركة ، وأخيراً عدم التوقف عن التحسين. ويمكن ذلك من خلال اتباع دورة كايزن القائمة على سبع مراحل أو دورة ديمينغ القائمة على أربع مراحل و بشكل تكراري للوصول للتحسينات المرجوّة والمستمرة.

3.3.2.2. العمل الموحد Standardized Work :

أو ما يسمى العمل وفق معايير محدّدة ، وهو من المبادئ المهمّة جداً للتخلّص من النفايات ، حيث يضمن بشكل أساسي تنظيم كل وظيفة وتنفيذها بأكثر الطرق فعالية ، وبغض النّظر عمّن يقوم بالمهمّة ، يجب تحقيق نفس المستوى من الجودة. (Abdullah , 2003)

العمل المعياري (الموحّد) عنصر أساسي في التصنيع الخالي من الهدر لتوثيق خطوات الوظيفة والتسلسل الذي يجب أن يتم تنفيذ هذه الخطوات فيه. ويمكن تلخيص العمل الموحّد على أنه تحديد من يقوم بالمَهمّة ، ومتى يقوم بها ، وكيف يقوم بها. {16}

يُعْتَبَر العمل وفق معايير مُكَون هام في نظام تويوتا الإنتاجي، وهو يقوم على تحديد الطريقة الأفضل لتنفيذ العمل، وإسناد مهمّة وضع المعايير وتطويرها بصورة دائمة إلى العمال والموظفين. وتهدف عملية وضع المعايير والإلتزام بطريقة التصنيع إلى الحد من تَقلّبات العملية وتحقيق الفاعلية ضمن حدود الزمن المتاح، والتقليل من الإصابات في مكان العمل. كما أنّ هذه المعايير هي الأساس بعملية تدريب العُمال الجُدُد لكي يكتسبوا المهارة وطريقة العمل المطلوبة ، وبالتالي الحصول على عمال قادرين على أداء العمل بشكل متشابه ومتناغم، وبحيث لا تتأثّر العملية باختلاف العامل الذي يقوم بتأديتها. (الكنفاني ، 2016)

في Toyota ، يتبع كل عامل نفس خطوات المعالجة طوال الوقت. و ذلك يتضمّن الوقت اللازم لإنهاء الوظيفة ، ترتيب الخطوات التي يجب اتباعها لكل وظيفة ، والأجزاء المتوفرة. من خلال القيام بذلك ، يضمن تحقيق موازنة الخطوط ، تقليل مخزون العمل غير المبرر ، وتقليل الأنشطة غير ذات القيمة المضافة. (Abdullah , 2003)

يشمل العمل الموحّد ثلاثة عناصر ، وهي : {16}

- معدل الوقت Takt Time TT : هو المعدل الذي يتعين عنده إكمال المنتجات لتلبية طلب العملاء. والهدف هو الإنتاج بوتيرة لا تزيد عن TT (Mid-America Manufacturing Technology Centre press release, 2000) ، وهو حاصل قسمة وقت العمل المتاح يومياً على طلب العميل يومياً. (Abdullah , 2003)
- تسلسل العمل Work Sequence : هو توثيق خطوات مَهمّة الوظيفة. ويتم ذلك غالبًا باستخدام ما يسمى مخطط العمل القياسي.
- جرد قيد المعالجة In-Process Inventory : توثيق التوقعات الخاصة بمخزون العمل الجاري. لأنّ الهدف هو تقليل المخزون ، حيث يعتبر المخزون شكلاً من أشكال الهدر .

حيث يعدّ تسلسل العمل العنصر الأساسي للعمل القياسي ، والذي يقوم على خمسة مكونات رئيسية كالتالي : (عبود وحسن ، 2021)

1. المحتوى ؛ العمل الموحد هو عمل محدد للغاية. ماهي الخطوات اللازمة لإكمال منتج أو خدمة؟
2. التسلسل ؛ ما هو أفضل تسلسل لأداء هذه الخطوات ؟. هذا يتضمن أن جميع المشغلين يؤدون العملية بطريقة مماثلة ، فهو حجر الزاوية لتوحيد المعايير.
3. التوقيت ؛ تشغيل التشخيص الذاتي وطلب المساعدة بأنفسهم.
4. الموقع ؛ حيث يتم العمل. يشير إلى الخطوات التي تتم في العملية. وبالتالي عندما يتم فصل تغييرات الطلب والمهام بين عاملين أو أكثر بدلاً من عامل واحد.
5. النتيجة ؛ تحدد نتيجة الجودة المتوقعة للمنتج ، بأكثر الطرق أماناً ، في غضون الوقت المتوقع لإكمال قطعة واحدة.

يتم توثيق العمل الموحّد باستخدام ثلاثة نماذج أساسية. والتي تُستخدم من قبل المهندسين والمشرفين في الخطوط الأمامية لتصميم العملية ومن قبل المشغّلين لإجراء تحسينات في وظائفهم الخاصة. وهذه الوثائق هي : {17}

1. ورقة قدرة العملية Process Capacity Sheet :

يستخدم هذا النموذج لحساب قدرة كل جهاز في مجموعة مرتبطة من العمليات (غالبًا خلية) من أجل تأكيد القدرة الحقيقية وتحديد الاختناقات والقضاء عليها. يحدد هذا النموذج عوامل مثل أوقات دورة الماكينة وإعداد الأداة وفترات التغيير وأوقات العمل اليدوي.

2. جدول تجميع العمل الموحد Standardized Work Combination Table :

يوضح هذا النموذج مجموعة وقت العمل اليدوي ووقت السير ووقت معالجة الماكينة لكل مشغل في تسلسل إنتاج. يوفر هذا النموذج مزيدًا من التفاصيل وهو أداة تصميم عملية أكثر دقة من مخطط توازن المشغل. يوضح الجدول المكتمل التفاعلات بين المشغلين والآلات في عملية ويسمح بإعادة حساب محتوى عمل المشغل مع توسع وقت takt والعقود بمرور الوقت.

3. مخطط عمل موحد Standardized Work Chart :

يوضح هذا النموذج حركة المشغل وموقع المواد فيما يتعلق بالماكينة وتخطيط العملية الكلي. يجب أن يُظهر النموذج العناصر الثلاثة التي تشكل عملًا موحدًا: وقت takt الحالي (ووقت الدورة) للوظيفة ، وتسلسل العمل ، ومقدار المخزون القياسي المطلوب أثناء العملية لضمان عمليات سَلِسَة. غالبًا ما يتم عرض مخططات العمل الموحدة في محطات العمل كأداة للإدارة المرئية و kaizen. تتم مراجعتها وتحديثها باستمرار مع تغير أو تحسن حالة موقع العمل.

وتُستخدم وثائق العمل الموحّد هذه عادةً جنبًا إلى جنب مع شكلين آخرين من نماذج موقع العمل وهما :

- ورقة معايير العمل ؛ تلخّص مجموعة متنوعة من المستندات التي تحدد كيفية بناء المنتج وفقًا للمواصفات الهندسية.
- صحيفة تعليمات الوظيفة ؛ تسمى أيضًا صحيفة توزيع الوظائف أو صحيفة عنصر الوظيفة ، وتُستخدم لتدريب المشغّلين الجُدُد. تسرد الورقة خطوات العمل ، وتوضح الموهبة التي قد تكون مطلوبة لأداء المهمة بأمان وبأقصى جودة وكفاءة.

اختصاراً لما سبق ، فإنّ العمل وفق معايير محدّدة يضمن سير العمليات ضمن المعايير المطلوبة ، وبما يحقّق مستوى الجودة المطلوب ، دون حدوث توقفات أو أعطال أثناء العملية الإنتاجية وبالتالي يضمن سير العمليات الخالية من الهدر. ويتم ذلك من خلال تحديد الأنشطة اللازمة وتسلسل خطوات تنفيذ العمل ، وتوثيق كيفية تطبيق هذه الأنشطة ومن الذي سيقوم بها وتحديد المهارة الواجب توافرها في الشخص القائم على العملية إن تطلّب الامر ذلك. إضافة لتوضيح الإجراءات الواجب اتباعها في حال حدوث خطأ ما ، وضمان عدم تكراره في العمليات اللاحقة. كل ذلك يتم تنسيقه ضمن وثائق العمل المحدّد ، مما يساعد العاملين الموجودين على تنفيذ المطلوب ويُسهّل على العاملين الجُدُد تأدية العمل دون حدوث اختلاف أو تعطّل في سير العمليات.

4.3.2.2. الإنتاج في الوقت المناسب Just In Time JIT :

فقط في الوقت المناسب (Just-In-Time JIT) هي استراتيجية إدارية توفّق بين جداول الإنتاج وطلبات المواد الخام من الموردين مباشرة. تستخدم الشركات هذه الاستراتيجية لزيادة الكفاءة وتقليل الفاقد من خلال استلام البضائع التي تحتاجها لعملية الإنتاج فقط مما يقلل من تكاليف المخزون. وتتطلب هذه الاستراتيجية من المنتجين توقع الطلب بدقة. طُور نظام JIT واستُعمل بشكل أولي في الصناعات النمطية Repetitive Manufacturing ، حيث استُخدم في شركة تويوتا لصناعة السيارات استخداماً ضيقاً ومحدوداً في بادئ الأمر ثم نال اهتمام الكثير من الباحثين نتيجة الفوائد التي حقّقها للشركات الصناعية، وذلك بتقديم منتجات ذات جودة عالية يكون فيها التلف في حده الأدنى مما يؤدي إلى زيادة كفاءة وفاعلية خطوط الإنتاج. (عبود وحسن، 2021)

يرتبط مبدأ التصنيع الرشيق ارتباطًا وثيقًا بمبدأ التصنيع في الوقت المناسب ، نظرًا لأنه فكرة إدارية تحاول القضاء على مصادر نفايات التصنيع من خلال إنتاج الجزء المناسب في المكان المناسب وفي الوقت المناسب. هذا يعالج النفايات مثل مواد العمل في العملية WIP ، والعيوب ، والجدولة السيئة للأجزاء المسلمة. (Abdullah, 2003)

وبالتالي فهو مجموعة من المبادئ والممارسات المستندة إلى الفلسفة القائلة بأنه يجب على الشركات الاحتفاظ بمخزون ضئيل أو معدوم بخلاف ما هو مطلوب للإنتاج أو التوزيع الفوري. أي يقوم هذا النظام الإنتاجي على توريد المواد الخام والقطع والأجزاء ومستلزمات الإنتاج الأخرى بالكمية المحددة ، في المكان المحدد ، وفي الوقت المحدد ، ثم إنتاج ما يحتاجه الزبون ، في الوقت الذي يحتاجه ، وبالكمية التي يحتاجها، باستخدام الحد الأدنى من الموارد. وهو بهذا المعنى نظام توريد وتصنيع مثالي، بحيث تكون فيه كميات الإنتاج مساوية لكميات التسليم. (عبود وحسن، 2021)

تَقوم تقنية الإنتاج في الوقت المناسب على مبدأ السحب Pull في الإنتاج ، أي أن الإنتاج يتِم بقدر ما يسْتَجِر السوق، وبمعنى أن الإنتاج مرتبط بتحقيق رغبات الزبائن ، وبالتالي فإن هدف مفهوم السحب هو ربط الإنتاج بالطلب. أما الإنتاج التقليدي القائم على مبدأ الدفع Push ، أي الإنتاج قدر المستطاع لدفع أكبر عدد مُمْكِن من المُنْتَجات إلى السوق دون الاهتمام بحجم الطلب الفعلي للسوق ، وفي حال لم يجد الإنتاج رواجاً يتشكل لدينا النوع الأول للهدر وهو الإنتاج الزائد. (الكنفاني ، 2016) والذي من خلال إطار إنتاج JIT ونظرًا لأن كل عملية تنتج بوتيرة لا تزيد عن متطلبات العملية اللاحقة ، تقل الحاجة إلى إنتاج أكثر مما هو مطلوب ، وبالتالي التخلص من هذا الإنتاج الزائد. (Abdullah, 2003)

إن إدارة الإنتاج المستندة إلى JIT هي مزيج من وظائف مراقبة المخزون ومراقبة الجودة وادارة الإنتاج التي تبذل جهوداً صادقة لتحسين الجودة من خلال جعلها مسؤولية الجميع ، بالتشارك بين الإدارة والعاملين ، حيث أنّ الموارد الأكثر قيمة لمنظمة ما هي العاملين فيها. وبذلك ، يقوم العمال بفحص جودة المنتج بعد كل عملية متتالية ، ويتم تدريبهم جنباً إلى جنب مع المديرين في إعداد وتفسير مخططات التحكم في العمليات. (عبود وحسن، 2021)

بما أنّ JIT يستخدم ما يعرف باسم "نظام السحب". حيث طلب العميل ، وهو منشئ الأمر ، يرسل الإشارة الأولى إلى الإنتاج. نتيجة لذلك ، يتم سحب المنتج من عملية التجميع. وينتقل خط التجميع النهائي إلى العملية السابقة ويسحب الأجزاء الضرورية بالكمية اللازمة في الوقت اللازم. وتستمر

العملية حيث تسحب كل عملية الأجزاء المطلوبة من العملية السابقة. وهذا التنسيق بين العمليات بأكملها يتم من خلال استخدام نظام كانبان. (Abdullah, 2003)

كانبان هو نظام معلومات يستخدم للتحكم في عدد الأجزاء التي سيتم إنتاجها في كل عملية. وهو ببساطة طريقة اتصال مرئية بين العمليتين المتتاليتين ، ويمكن لكانبان أن يكون على شكل بطاقة ، رسالة إلكترونية، نظام مفاتيح الشرطات المُتَقَطعة Bar Code ، نظام الترميز ذو الإستجابة السريعة QR Code ، أو أية طريقة تعبير أخرى تستطيع من خلالها العملية التالية أن تعطي إشارة إلى العملية السابقة لتقوم بعملية الإنتاج وتزويدها بالقطع اللازمة. و يُسْتَخدم الكانبان لتحديد كمية الأجزاء المطلوب إنتاجها ومتى وأين نريدها، وهناك نوعين أساسيين لكانبان وهما: (الكنفاني ، 2016)

- كانبان الإنتاج Production Kanban : وهو يُحَدد كمية الأجزاء المطلوب إنتاجها من العملية السابقة.
- كانبان السحب Withdrawal Kanban : وهو يُحَدد كمية الأجزاء التي ستسحبها العملية التالية.

وهناك ثلاثة أنواع أساسية من أنظمة السحب التي يختلف استخدامها بحسب كمية وتنوع القطع المنتَجة، وهي: (الكنفاني ، 2016)

أ. نظام سحب السوبرماركت System Pull Supermarket : أبسط أنواع السحب وأكثرها انتشاراً ، و يُعْرف أيضاً بنظام التعويض أو نظام السحب من النوع "أ"، يقوم فيه القسم المسؤول عن إعداد جداول الإنتاج في بداية كل وردية بِوَضع بطاقات كانبان السحب في صندوق موازنة الإنتاج أو كما يُعْرَف بصندوق الهايجونكا Heijunka Box ، وعندها يقوم متجر أو سوبرماركت العملية الضابطة للإيقاع بِسَحْب هذه البطاقات من الصندوق بشكل مُتَسَلْسِل وتسليم القطع المطلوبة للعملية التالية ، ويحتفظ السوبرماركت بكمية مُحَددة من كل نوع من المُنْتَجات ، وبالتوازي يتم إرسال بطاقات كانبان الإنتاج إلى العملية السابقة لتنفيذ عملية التصنيع وتعويض القطع التي تم سحبها من السوبرماركت. وبالتالي كل عملية في هذا النظام مسؤولة عن تجديد مَخْزَنِها مِما يسهل من إدارة موقع العمل بشكل يومي، لكن من مساوئ هذا النظام ضرورة وجود مخزون من القِطَع المُنْتَجَة.

ب. نظام السحب المُتَسَلسِل Sequential Pull System : يُعْرف بنظام السحب من النوع "ب" ، ويُسْتَخدم عند وجود أنواع كثيرة من القطع التي يجب تخزينها في المتجر كما في أنظمة الإنتاج ذات التنوع الكبير ، ويتم الإنتاج في هذا النظام حسب الطلب مع خفض المخزون إلى الحد الأدنى. يقوم القسم المسؤول عن إعداد جداول الإنتاج بتحديد الخليط المناسب من أنواع المُنْتَجات والكميات المطلوب إنتاجها يومياً ، ثم يقوم في بداية كل وردية بتسليم قوائم الإنتاج المتسلسل إلى العملية الضابطة للإيقاع والتي تقوم بعملية الإنتاج بناءاً عليها ، وتقوم العمليات التالية بالتصنيع وفقاً للمُنْتَجات التي تَسْتلِمُها من العمليات السابقة لها وذلك وفق تسلسل الإستلام ، مع المحافظة على نظام "الداخل أولاً يخرج أولاً"، أو كما يُعْرف ب FIFO ، ضمن جميع العمليات. يخْلق هذا النوع من أنظمة السحب ضغطاً كبيراً للمحافظة على أزمنة إنتاج قصيرة ومُتَوقعة ، وفي حال عدم القدرة على المحافظة عليها يجب تأمين مخزون أمان كافي من العناصر بين العمليات لتعويض التأرجُح في أزمنة العمل.

ت. النظام المُخْتلط Mixed Pull System : يمكن استخدام نظامي السحب السابقين معاً في نظام واحد ويُعْرف باسم نظام السحب من النوع "ج" ، وهو ملائم في حال تطبيق قاعدة 20/80 ، حيث تُشكّل نسبة صغيرة من أنواع القطع أغلبية الإنتاج اليومي، وغالباً ما يتم تقسيم أنواع القطع تبعاً لحجم الطلب إلى مُنْتَجات

ذات طلب عالي، مُنْتَجات ذات طلب متوسط، مُنْتَجات ذات طلب منخفض، ومُنْتَجات ذات طلب غير منتظم ، ويتم تحديد تسلسل تصنيع المُنْتَجات ذات الطلب غير المنتظم عن طريق استخدام الوسيلة التي يتبِعُها قسم إعداد الجداول في طريقة السحب التسلسلي. يُتيح هذا النظام المُخْتلط حُرية تطبيق نظامي السحب السابقين بشكل انتقائي ، والحصول على فوائد كل منهما حتى في البيئات التي يكون فيها الطلب معقداً ومتنوعاً. قد يزيد النظام المختلط من صعوبة تحقيق توازن في العمل، لذا فهو يحتاج إلى الانضباط لجعل هذا النظام المختلط يعمل بفاعلية.

من فوائد تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب : (عبود وحسن ، 2021)

1. تخفيض تكالبف المخزون
2. الحد من المساحة المطلوبة
3. تخفيضات المهل الزمنية
4. تحسين الجودة
5. زيادة الإنتاجية
6. تمكين الموظف

مما تم استعراضه سابقاً يمكننا القول أنّ ، الإنتاج في الوقت المحدد هو تقنية تساعد على الحد من الهدر خلال العملية الإنتاجية وتقليل المخزون والقطع قيد التشغيل. من خلال تنظيم العملية الإنتاجية وإشراك العمال في العمليات مما يزيد كفاءة العمل و تحسين الجودة ، إضافة لتحسين عمليات التسليم. فهو إنتاج الكمية المحددة في الوقت المحدد وبالجودة المطلوبة ، أي اختصار الإنتاج من خلال الإجابة على التساؤلات ؛ ما القَدَر الذي نريد إنتاجه ومتى نريد إنتاجه و كيف نريد إنتاجه ، وبالاستخدام الأمثل للموارد.

5.3.2.2. تنظيم مكان العمل ’5S :

تسمّى أيضاً هذه التقنية بالخطوات التنظيمية الخمس ، ويطلق عليها هذا الاسم لأنها قائمة على خمسة أنشطة ، ويُرمز لها ب ’5S لأنها اختصاراً لخمس كلمات يابانية تبدأ بحرف S ، وهي Seiri، Seiton ، Seiso ، Seiketsu، و Shitsuke. و بالانكليزية Sort ، Set-in-order ، Shine ، Standardize ، Sustain.

تُعَرف هذه التقنية بأنها طريقة منهجية لتنظيم وترتيب مكان العمل ، وتُعَد من أبسط تقنيات التصنيع الرشيق من حيث التطبيق ، وتعطينا مردود سريع على الاستثمار، وقابلية للتطبيق في كافة أقسام الشركة ، وتُعْطَى عادةً لهذه التقنية الأولوية في التطبيق عند اعتماد طريقة التصنيع الرشيق. تَهدُف هذه التقنية إلى ترتيب، تنظيم، وتنظيف العمليات، مع الالتزام بالمحافظة على هذا الترتيب ، والتقليل من المساحة المطلوبة لتنفيذ هذه العمليات ، وهي تتمحور حول التخَلص من الهدر ، والتقليل من الأنشطة الغير مضيفة للقيمة. (الكنفاني ، 2016)

كما يعد تنظيم أماكن العمل حجر الزاوية لنجاح تنفيذ الرشيق في المنظمة وتركز على تنظيم وترتيب مكان العمل ، والذي غالباً ما يكون مشكلة تسبب الهدر كعدم القدرة على العثور على المعدات المطلوبة أو فقدان الأوراق والملفات. وتعتمد هذه التقنية على افتراض أنّ تنظيم مكان يعد شرطاً أساسياً لإنتاج منتجات عالية الجودة تتميز بهدر قليل أو معدوم وإنتاجية عالية . (الطالبي ، 2019)

وكما قلنا هي عبارة عن دورة مكونة من خمسة مراحل وتؤدي في النهاية للتحسين المستمر ، كالتالي {18}

1. الفرز Sort: يركز على التخلص من العناصر غير الضرورية من مكان العمل والتي ليست ضرورية لعمليات الإنتاج الحالية. الطريقة المرئية الفعالة لتحديد هذه العناصر غير الضرورية تسمى "العلامات الحمراء". يتم وضع علامة حمراء على جميع العناصر غير المهمة للعمليات

أو التي ليست في الموقع أو الكمية المناسبة. بمجرد تحديد عناصر العلامة الحمراء ، يتم نقل هذه العناصر بعد ذلك إلى منطقة احتجاز مركزية للتخلص منها أو إعادة التدوير أو إعادة التخصيص لاحقًا. عمليات الفرز تُمَكّن من استعادة مساحة أرضية قيّمة والتخلّص من المواد الغير ضرورية مثل الأدوات المكسورة والخردة والمواد الخام الزائدة.

2. الترتيب Set-in-order: يركز على إنشاء طرق تخزين فعالة لترتيب العناصر بحيث يسهل استخدامها وتسميتها بالتالي يسهل العثور عليها ووضعها بعيدًا. لا يمكن تنفيذ "تعيين بالترتيب" إلا بعد أن يقوم العمود الأول "فرز" بمسح منطقة العمل من العناصر غير الضرورية. تتضمن استراتيجيات Set In Order الفعالة طلاء الأرضيات ، ولصق الملصقات واللافتات لتحديد مواقع وطرق التخزين المناسبة ، وتحديد مناطق العمل والمواقع ، وتركيب أرفف وخزائن معيارية.
3. التنظيف Shine: بمجرد التخلص من الفوضى التي كانت تسد مناطق العمل وتنظيم العناصر المتبقية ، فإن الخطوة التالية هي تنظيف منطقة العمل تمامًا. المتابعة اليومية للتنظيف ضرورية للحفاظ على هذا التحسن. يُمكِّن العمل في بيئة نظيفة العمال من ملاحظة الأعطال في المعدات مثل التسريبات والاهتزازات والكسر. قد تؤدي هذه التغييرات ، إذا تركت دون رقابة ، إلى تعطل المعدات وفقدان الإنتاج.
4. التوحيد Standardize : بعد تنفيذ أول ثلاثة عناصر يتم توحيد أفضل الممارسات في مجال العمل ، وخلق نهجًا متسقًا يتم من خلاله تنفيذ المهام. حيث يتم تعيين المسؤوليات ودمج واجبات 5S في واجبات العمل العادية ، والتحقق من بعض الأدوات المستخدمة في توحيد إجراءات 5S هي: مخططات دورة العمل ، والإشارات المرئية (على سبيل المثال اللافتات ، ولوحات تسجيل النتائج) ، وجدولة "خمس دقائق" لفترات 5S ، وقوائم المراجعة. الجزء الثاني من التوحيد القياسي هو الوقاية ؛ أي منع تراكم العناصر غير الضرورية ، ومنع الإجراءات من التعطّل ، ومنع اتساخ المعدات والمواد.
5. الاستمرارية Sustain: غالباً ما يكون الحفاظ على الإجراءات الصحيحة بشكل صحيح ، هو الأكثر صعوبة في التنفيذ. قد يكون تغيير السلوكيات السائدة أمرًا صعبًا ، لأنّه غالبًا ما يكون هناك ميل للعودة إلى الوضع الراهن ومنطقة الراحة "للطريقة القديمة" في فعل الأشياء. حيث تركز الاستدامة على تحديد الوضع الراهن الجديد ومعيار تنظيم مكان العمل ، أي المحافظة على تنظيم وترتيب ونظافة مكان العمل. تشمل أدوات الاستدامة تسجيلات وصول الفريق والإدارة ومراجعات الأداء وجولات القسم. تسعى المؤسسات عادةً إلى تعزيز مفهوم S5 بتنسيقات متعددة حتى تصبح "الطريقة التي تتم بها الأمور".

6.3.2.2. إشراك العمال Workers Involvement :

تُعْتَبَر تقنية إشراك العمال من مُمَيزات التصنيع الرشيق، وقد كانت شركة Toyota مُقْتَنِعة أنّ أهدافها لا تَتَحَقق بأفضل صورة إلا من خلال إشراك كافة العاملين، وأنّ جزء هام من نظام إنتاجها يقوم على فكرة احترام الموظّفين والعمال (TPS Handbook, n d) (الكنفاني ، 2016)

حيث يتطلّب النشاط الهزيل الأساسي المتمثّل في التخلّص من النفايات ، تحليل عملية الإنتاج والتعرف المستمر على النفايات والتخلص منها. على الرغم من أنّ هذا التحليل تم إجراؤه وتنظيمه على أساس الشركة ، إلا أنه يعتمد بشكل كبير على كل عامل فردي يحدّد النفايات التي تحدث في تفاصيل وظيفته ، والأهم هو توليد طرق أفضل لأداء المَهمّة للقضاء على النفايات أو تقليلها. مهما كانت التقنيات التي يتبناها تحديد النفايات والقضاء عليها ، تتطلب جميعها المشاركة النشطة للعمال من أجل نجاحها. وبالتالي فإنّ إشراك العمال هو عملية التحفيز للمشاركة في أنشطة التحسين وحل المشاكل ومنحهم القدرة والسلطة اللازمتين لصنع القرارات. كما تعتمد الأنشطة الأخرى للإنتاج الخالي من الهدر أيضًا على المشاركة النشطة للقوى العاملة ، و من خلال إدارة الجودة الشاملة (TQM) ، التي يتمثل مفهومها الأساسي في القضاء على العيوب عند المصدر ، والذي يعتمد على تمكين كل عامل من الإنتاج ، قياس وضمان جودة العمل الخاص بهم. حيث أنّ مفتاح إدارة الجودة الشاملة هو بلا شك الالتزام الطوعي لجميع الموظفين. (Coffey, 2000)

يُشَكّل الإنسان مركز اهتمام نظام التصنيع الرشيق الذي يسعى لتحطيم الحواجز بين الإدارة والكادر العمالي وتقصير المسافة بينهم ليعملوا كفريق واحد ، ويُحَفّز العمال على إبداء المبادرات الذاتية الخَلّاقة (الدعاس، 2006)، ويترافق ذلك التحفيز المستمر للمبدعين من العمال وفِرَق العمل مع جلسات العصف الذهني Brainstorming Sessions التي تُشَكّل إحدى أهم وسائل تطوير العمل. (الكنفاني ، 2016)

وتشير دراسات الابتكار إلى أن 70% من التحسينات تأتي من الأفراد الذين ينفّذون العمل. حيث يعتمد النجاح فيما يتعلق بإنتاج التحسين المستمر إلى حد كبير على القوى العاملة التي تنتج هذه التحسينات ، وذلك فقط عندما يكون لديهم الدافع المناسب للقيام بذلك. لا سيما يتطلب الابتكار والتحسين المستمر نظامًا متطورًا وفعالًا لإدارة الموارد البشرية. إضافة الى ذلك ، يجب أن يصل العمال إلى مستوى يدركون فيه التطابق بين أهدافهم الخاصة وأهداف الشركة. هذه المشاركة بين الإدارة العليا والعمال تُنتِج المرونة ، اتخاذ القرارات بشكل أسرع ، الابتكار ، الرضا ، تحسين الجودة ، أوقات الاستجابة الأسرع ، وجميع السمات المرغوبة لأنظمة الإنتاج الحديثة. (Coffey, 2000)

من خلال ما تقدّم يمكن القول أنّ إشراك العمال في عمليات صنع القرار ، وعمليات التحسين وتوقيف الأعطال ، أمر مهم كون العمال هم على تماس مباشر مع سير العمليات و أول من يُلاحظ العطل أو العيب في حال وجوده. لذلك يجب تحفيزهم و تنمية حس المشاركة والمسؤولية لديهم ، لضمان تحقيق مستوى الجودة المطلوب في كل مرحلة من مراحل الإنتاج. و يجب أن يتم اتخاذ القرار بشكل مشترك مع فرق العمل أو الإدارة ، للحصول على الحل الأفضل ولتلافي حدوث أي مشكلة لاحقة.

4.2.2. تعريـــف البنـــــاء الرشيق :

تضمن البناء الخالي من الهدر طرقًا لتصميم أنظمة الإنتاج لتقليل النفايات في المواد والوقت والجهد البشري ، بهدف توليد أقصى قيمة فعالة من حيث التكلفة. يهتم بالسعي الشامل لإدخال تحسينات متزامنة ومستمرة في التصميم ، البناء ، التفعيل ، الصيانة وإعادة التدوير في مشاريع البناء. صِيغ مصطلح "البناء الخالي من الهدر" من قبل المجموعة الدولية للإنشاءات اللينة في أول اجتماع لها في عام 1993. يمكن أن يكون البناء الخالي من الهدر في شكل تحديد معالم رئيسية وتحديد إستراتيجية للعناصر الطويلة الأمد ، وتحديد عمليات التسليم وتحديد التعارضات التشغيلية ، وجعل التخطيط جاهزًا للعمل لضمان أن يكون العمل جاهزًا للتثبيت. يدعو هذا النظام إلى تحديد الأسباب الجذرية للنفايات ، وإزالة تلك الأسباب باستخدام الأدوات والتقنيات ذات الصلة ، وتشجيع منع النفايات بدلاً من المحاولة التفاعلية للتغلب على الآثار السلبية للخسارة.(Sarhan, Xia, Fawzia & Karim, 2017)

مشروع Lean هو امتداد للتصنيع الرشيق. ومع ذلك ، فإن المشروع الرشيق يذهب إلى أبعد من ذلك من خلال التركيز على الشركة وموظفيها وشركائها وموردیها ، لتحقيق قيمة للعميل من وجهة نظره. تحاول المؤسسة الخالية من الهدر محاذاة وتنسيق عملية إنشاء القيمة لمنتج نهائي أو خدمة على طول تدفق القيمة. يحاول إجراء فحص شامل لجميع الخطوات اللازمة لجلب منتج أو خدمة جديدة من الفكرة إلى الإنتاج ، من الطلب إلى التسليم ، ومن المواد الخام إلى المنتج النهائي. يمكن إنجاز هذه الخطوات بشكل مثالي من خلال تضمين جميع الأطراف المعنية. يتم فحص جميع العمليات باستمرار مقابل تعريف العميل للقيمة ، ويتم التخلص من الأنشطة غير ذات القيمة المضافة والنفايات بشكل قوي ومنهجي(Abdullah, 2003) . كما يعرّف Womack and Jones المشروع الخالي من الهدر بأنه "مجموعة من الأفراد والوظائف والشركات المنفصلة قانونًا ولكن المتزامنة عمليًا" (Womack and Jones، 1994).

وعرَّفت الدراسات السابقة شركة الإنشاءات البسيطة الناجحة على أنها "شركة تستخدم تقنيات التخطيط الخالي من الهدر ، وتستخدم أدوات ومفاهيم متعددة ، وتشجع ثقافة العجاف ، وقد أكملت العديد من المشاريع الخالية من الهدر". أي من خلال الجمع بين تطبيق استراتيجيات التفكير الخالي من الهدر ، وأدوات البناء الخالي من الهدر ، والتركيز على التحسين المستمر ، يمكن لشركات البناء أن تطبق بشكل كامل ثقافة العجاف التي تعزز النمو والإبداع والنجاح.(Merker, 2018)

هناك ثلاثة أنواع مختلفة من الأنشطة الموجودة في جميع المنظمات والمشاريع تقريبًا (Abdullah, 2003):

1. أنشطة إضافة القيمة : تشمل جميع الأنشطة التي يتصورها العميل على أنها ذات قيمة سواء في المُنتج أو الخدمة. لتحديد نشاط القيمة المضافة ، يجب على المرء أن يسأل عما إذا كان العميل مستعدًا للدفع مقابل النشاط.
2. الأنشطة الضرورية غير ذات القيمة المضافة : هذه هي الأنشطة التي في نظر العميل النهائي لا تجعل المنتج أو الخدمة أكثر قيمة ولكنها ضرورية في ظل ظروف التشغيل الحالية. من الصعب إزالة هذه النفايات على الفور ويجب أن تكون مستهدفة للتغيير على المدى الطويل.

3. الأنشطة غير ذات القيمة المضافة وغير الضرورية : تشمل جميع الأنشطة التي يتصورها العميل على أنها ليست ذات قيمة سواء في المنتج أو الخدمة ، كما أنها ليست ضرورية في ظل الظروف الحالية. هذه الأنشطة عبارة عن نفايات نقية ويجب استهداف إزالتها على الفور.

وترى الباحثة أنّه باعتبار صناعة البناء هي صناعة إنتاجية فإنّ البناء هو عبارة عن مُنتَج فريد في شكله الأخير ولكنّ مراحل البناء متماثلة تقريباً تختلف ببعض التفاصيل حتى الوصول للمُنتَج النهائي. وبالتالي كأي عملية إنتاجية تحتوي على أنشطة غير مضيفة للقيمة ، ويُمكِن القضاء على هذه الأنشطة من خلال التخطيط الملائم واتخاذ القرارات الدقيقة وتوافر البيانات ، وتبنّي منهجية البناء الرشيق لتعظيم تدفق القيمة في مشروع البناء. ويمكن لمبادئ Lean ، التي تم تطبيقها على نطاق واسع في قطاع التصنيع ، القضاء على النفايات في قطاع صناعة البناء إذا تم تطبيقها على نطاق واسع.

5.2.2. مبـــــادئ البنـــــاء الرشيق :

سواء كان ذلك في التصنيع أو البناء ، تظل أهداف وأولويات العمل لكل شركة كما هي ؛ وتتمثّل في تعزيز الكفاءة التشغيلية ، تقليل مشكلات المخزون ، وتقليل عدم الدقة والالتزام بالجدول الزمني. لكن التناقضات هي جانب متأصل في البناء لأسباب مختلفة مثل تقلب الأحوال الجوية ، المورّدين غير الموثوق بهم ، تغيير متطلبات المخزون ، أو عدم توفر العمالة ، وكل هذه العوامل تؤثر سلبًا على تقدم مشاريع البناء. ولا يؤدي تطبيق مبادئ العجاف إلى القضاء تمامًا على التناقضات ولكنه يساعد بالتأكيد في التخفيف من الاضطرابات التي تسببها العوامل الداخلية والخارجية. تمكن الإدارة اللينة طاقم البناء من تحديد مجالات التحسين والعمل عليها في الوقت المناسب لرؤية نتائج ملموسة. ويساعد البناء الخالي من الهدر عند استخدامه بالاقتران مع تقنيات إدارة المشاريع التقليدية جميع المعنيين على فهم كيفية استخدام المعلومات والقوى العاملة والمواد بكفاءة أكبر لتحقيق النتائج المرجوة في الوقت المحدد ، دون تجاوز الميزانية. {23}

قام المعهد الأمريكي للبناء الرشيق LCI بوضع مبادئ خاصة بالبناء الخالي من الهدر. حيث تسعى هذه المبادئ وأساليبها في التصميم إلى تطوير وإدارة مشروع من خلال العلاقات والمعرفة المشتركة والأهداف المشتركة. من خلال هذه المبادئ ، يتم تقسيم صوامع المعرفة والعمل والجهد التقليدية وإعادة تنظيمها لتحسين المشروع بدلاً من المشاركين الفرديين. و تُطبَّق هذه المبادئ الأساسية على أساليب البناء التقليدية من أجل تلبية الطلب المتزايد للصناعة بشكل أفضل. يتم تحقيق ذلك من خلال: تحسين المشاريع ككل ، إزالة النفايات ، توليد القيمة ، التركيز على العملية والتدفق ، والتحسين المستمر (معهد البناء الخالي من الهدر LCI). ولخّص المعهد هذه المبادئ في ستة مبادئ تقول على احترام الناس ، تحسين الكل ، التخلص من النفايات ، التركيز على العملية والتدفق ، توليد القيمة والتحسين المستمر ، وفيما يلي شرح مبسط لها {24}

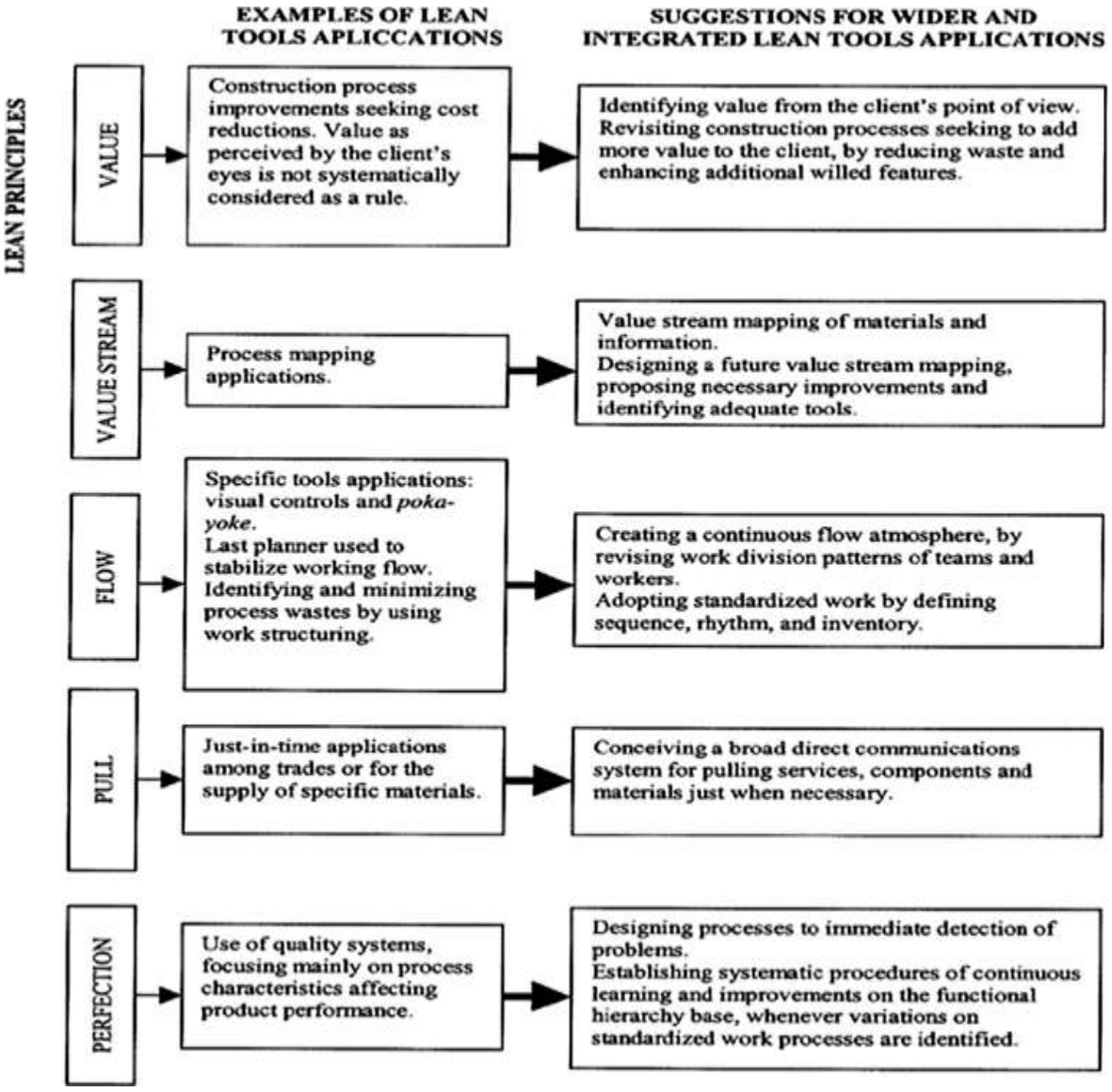
1. **احترام الناس** : يقع في وسط الدائرة لأنه مفهوم الأساس المتين وراء Lean. في أي منظمة أو فريق إذا كنت لا تحترم وتثق في الأشخاص الذين تعمل معهم ، فمن المستحيل أن تدرك القيمة الحقيقية لما تحاول القيام به وإنجازه لأصحاب المصلحة الخاصين بك. تساعد LCI المؤسسات في التدريب لتشجيع الاحترام والثقة بين جميع أعضاء الفريق حتى يتمكنوا من تنفيذ جميع ممارسات اللين بفعالية.

2. **تحسين الكل** : في ممارسة المشروع التقليدية ، ترغب الأطقم والفرق في الدخول وإنجاز عملهم والمضي قدمًا. بينما الLean يُشجع الناس ليس فقط على التفكير في تحسين أدائهم أو جزء من المشروع ، ولكن في ما يحدث قبل وبعد. عندها فقط يمكنهم البدء في حل النزاعات وإنشاء ممارسات عمل أكثر تعاونًا وفعالية.
3. **التخلص من النفايات** : إذا كنت جزءًا من بيئة تُنتِج الكثير من النفايات ، فبمرور الوقت تعتبر ذلك أمرًا مفروغًا منه ولا تراه بعد الآن. تؤثر النفايات بشكل كبير على الأداء وتؤدي إلى عدم احترام المالكين وأصحاب المصلحة الرئيسيين الآخرين. Lean يُساعد الناس على رؤية الهدر. وتم تحديد ثمانية أنواع من النفايات التي تؤثر على المشاريع والتثقيف حول طرق العمل كفريق للقضاء عليها وخلق قيمة.
4. **التركيز على العملية والتدفق** : تتكون المشاريع من مجموعة متنوعة من العمليات التي تحدث جنبًا إلى جنب. عندما تتعطل هذه العمليات لأي سبب من الأسباب ، فإن الفرق تتعارض مع بعضها البعض ، أو تجعل بعضها البعض ينتظر ، أو تنشئ قيودًا أخرى على الموقع. تُعلِّم LCI التركيز على التدفق المعزز وصنع الوعود الموثوقة والحفاظ عليها بين جميع الأشخاص في المشروع.
5. **توليد القيمة** : إذا لم يفهم العاملون في المشروع ما تعنيه القيمة من وجهة نظر المالك أو أصحاب المصلحة الرئيسيين الآخرين ، فلن يتمكنوا من إضافة قيمة بشكل فعال. يتطلب التفكير والعمليات اللينة رسم خرائط لعرض القيمة للمشروع ثم إتاحته على نطاق واسع ، في شكل مكتوب ، في موقع العمل. بعد ذلك ، يمكن لجميع أعضاء الفريق أن يراجعوا أنفسهم باستمرار للتأكد من أنهم يضيفون ، لا يعيقون ، قيمة.
6. **التحسين المستمر** : يشجع Lean الفرق على العمل معًا لإنشاء سجل للقيود التي تحد من الإنتاجية في المشروع أو تعوقها. نقوم بتحليل القيود ثم ننفذ دورة PDCA (التخطيط ، والقيام ، والتحقق ، والضبط) لمعالجتها. يؤدي التركيز على إزالة قيودنا إلى بيئة مشروع أكثر إنتاجية بمرور الوقت بالإضافة إلى تمكين جميع المبادئ الأخرى لـ Lean في نفس الوقت.

قام أيضاً كوسكيلا بتلخيص التفكير الخالي من الهدر في أحد عشرة مبدأ كالتالي : (Aziz &Hafez, 2013)

1. تقليل حصة الأنشطة غير ذات القيمة المضافة (النفايات)
2. زيادة قيمة الإنتاج من خلال النظر المنتظم في متطلبات العملاء
3. تقليل التباين
4. تقليل أوقات الدورات
5. التبسيط عن طريق تقليل عدد الخطوات والأجزاء والروابط
6. زيادة مرونة الإنتاج
7. زيادة شفافية العملية
8. تركيز السيطرة على العملية الكاملة
9. بناء التحسين المستمر في العملية
10. تحسين تدفق التوازن مع تحسين التحويل
11. المعيار.

ويلخص الشكل 1 أمثلة عن مبادئ وأدوات اللّين المستخدمة في مواقع العمل. (Aziz &Hafez, 2013)



6.2.2. أدوات وتقنيات البنـــــاء الرشيق :

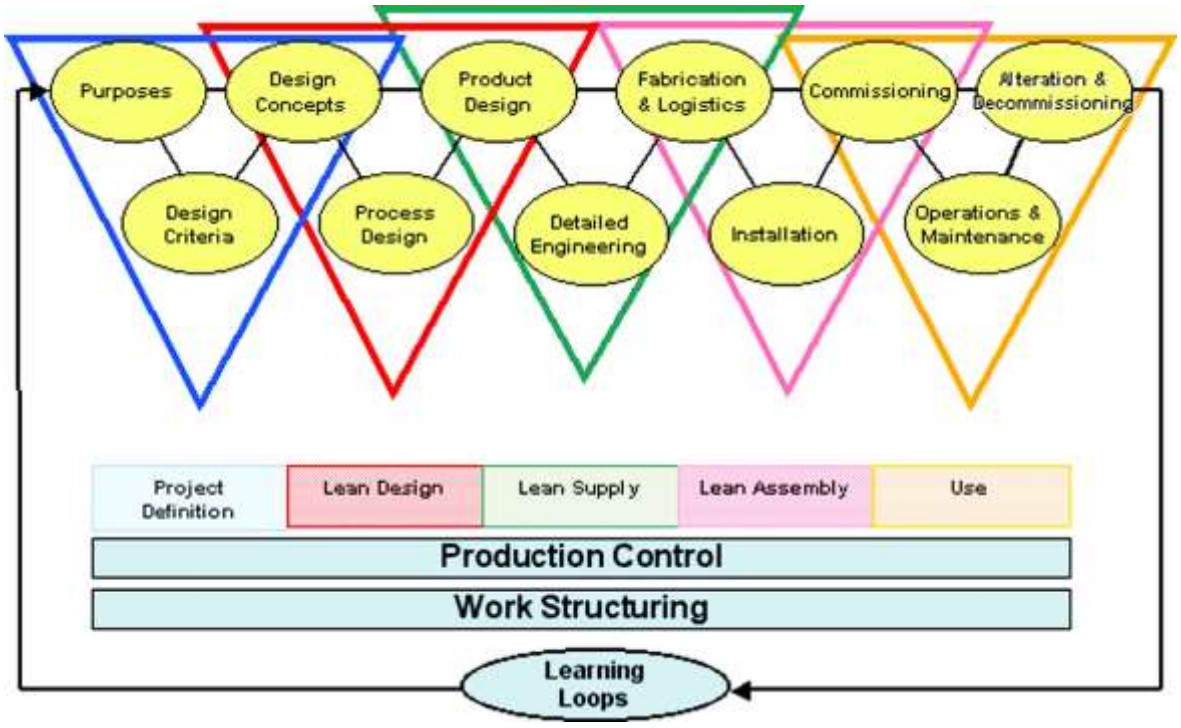
يمكن تعريف تقنيات البناء الخالي من الهدر على أنها مجموعة الإجراءات التي يُمكن اتباعها في المشروع ، بما يزيد من قيمته ، ويساعد في الحصول على مُنتَج نهائي يُلبّي أو يفوق توقعات العميل. ويوجد العديد من الأدوات والتقنيات الرشيقة والتي يمكن تطبيقها في البناء الخالي من الهدر ، منها ما يُمكِن تطبيقها مباشرة من التصنيع الخالي من الهدر ، أو بعد إجراء التعديلات عليها ، ومنها ما تم وضعه بما يُلائم الاعمال والمشاريع الإنشائية ؛ مثل نظام تسليم المشروع الرشيق LPDS و نظام التخطيط الأخير LPS.

مع تعدّد هذه الأدوات إلا إنّ جميعها تهدُف لتقليل جميع أنواع الهدر في المشروع ؛ مثل تحسين الجودة ، زيادة السلامة ، تقليل وقت وكلفة المشروع ، تقليل الجهد المبذول في الإنتاج والحفاظ على الموارد. ويمكن تحقيق هذه الأهداف من خلال التوثيق المناسب والاستفادة الجيدة من الخبرات السابقة لتعزيز

القدرة على التنبؤ وحل المشكلات ، زيادة دورة حياة المنتج أو البناء ، تقليل النفايات ، ورفع قيمة استخدام الموارد.

1.6.2.2. نظام تسليم المشروع الرشيق Lean Project Delivery System LPDS

نظام تسليم المشروع الخالي من الهدر هو عبارة عن مجموعة من الوظائف المترابطة ، وقواعد اتخاذ القرار ، وإجراءات تنفيذ الوظائف ، وكمساعدات وأدوات للتنفيذ ، بما في ذلك البرامج عند الاقتضاء ، وهو إطار مفاهيمي طوره بالارد لتوجيه تنفيذ نهج البناء الرشيق على أنظمة الإنتاج القائمة على المشروع. وتم تصوير LPDS كنموذج من خمس مراحل رئيسية ، حيث تتكون كل مرحلة من ثلاث وحدات ؛ انظر الشكل2. (Aziz &Hafez, 2013)



الشكل 2 نظام تسليم المشروع الرشيق

الترابط بين مرحلتين متتاليتين من خلال مشاركة وحدة واحدة بينهما. تم عرض كل من التحكم في الإنتاج وهيكلة العمل الخالي من الهدر طوال المراحل الخمس الرئيسية. و تقديم التعلم للتأكيد على الحاجة إلى توثيق الدروس المستفادة من مشاركة إلى أخرى. يتكون نموذج LPDS من 15 وحدة ، 11 منظمة في 4 ثلاثيات متصلة تمتد من تعريف المشروع إلى التصميم إلى التوريد والتجميع ، بالإضافة إلى وحدتين للتحكم في الإنتاج ووحدة هيكلة العمل ، وكلاهما مصمم للتوسع خلال جميع مراحل المشروع ، وتقييم ما بعد الإشغال الوحدة النمطية ، التي تربط نهاية إحدى مراحل المشروع ببداية المرحلة التالية: (Aziz &Hafez, 2013)

1. **تعريـــــف المشـــروع** : (a) تحديد الاحتياجات والقيم , (b) معايير التصميم , (c) التصميم النظري.
2. **التصميم الخالي من الهدر**: (a) التصميم النظري , (b) تصميم العملية , (c) تصميم المنتج .
3. **التوريـد الخالي من الهدر**: (a) تصميم المنتج , (b) الهندسة التفصيلية ,

(c) التصنيع / اللوجستيات .

4. **التجميع الخالي من الهدر**: (a) التصنيع / اللوجستيات , (b) تركيب الموقع (c) الاختبار / الدوران .
5. **التحكـــــــم فـــي الإنتاج**: (a) التحكم في تدفق العمل , (b) وحدة التحكم في الإنتاج.

ووضح بالارد الميزات الأساسية لـ LPDS هي كما يلي: (Aziz &Hafez, 2013)

a. تهدف بنية وإدارة المشروع إلى خلق قيمة.
b. فرق متعددة الوظائف ، تشارك في التخطيط والتصميم الأمامي ، وتشمل أعضاء من جميع مجالات عملية الإنتاج.
c. سيكون التحكم في المشروع أداة يتم تنفيذها في جميع أنحاء المشروع بدلاً من الاعتماد عليها بعد اكتشاف التباين في الحقيقة.
d. تركز جهود التحسين على جعل تدفق العمل موثوقًا وليس التركيز على تحسين الإنتاجية.
e. تستخدم تقنيات السحب للتحكم في تدفق المواد والمعلومات.
f. تستخدم مخازن السعة والمخزون لامتصاص التباين في عملية الإنتاج.
g. حلقات التغذية الراجعة المدمجة في كل مستوى تهدف إلى تعديل النظام والتعلم بسرعة.
h. تؤدي هيكلة العمل للعملية بأكملها إلى زيادة القيمة وتقليل الفاقد على مستوى تسليم المشروع.
i. الجهود المبذولة لتحسين الأداء على مستوى التخطيط تزيد من الأداء على مستوى المشروع.

2.6.2.2. نظام التخطيط الأخير Last Planner System LPS :

واحدة من أكثر الطرق فعالية لزيادة كفاءة صناعة البناء هي تحسين عملية التخطيط والتحكم. في البناء الرشيق، يُعتبَر التخطيط والتحكم عمليات تكميلية وديناميكية يتم الحفاظ عليها أثناء سير المشروع. يحدد التخطيط المعايير ويخلق الاستراتيجيات المطلوبة للوصول إلى أهداف المشروع ، ويتأكد التحكم من أن كل حدث سيحدث بعد التسلسل المخطط له. يجب إجراء إعادة التخطيط عندما تصبح التسلسلات المحددة مسبقًا غير قابلة للتطبيق أو ملائمة. (Aziz &Hafez, 2013)

يعرّف موسمان نظام المخطط الأخير بأنه نظام للإدارة التعاونية لشبكة العلاقات والمحادثات المطلوبة لتنسيق البرنامج وتسليم تخطيط الإنتاج ، من خلال تعزيز المحادثات بين رؤساء التجارة وإدارة الموقع بمستويات مناسبة من التفاصيل قبل أن تصبح المشكلة حرجة. (Awad, 2016)

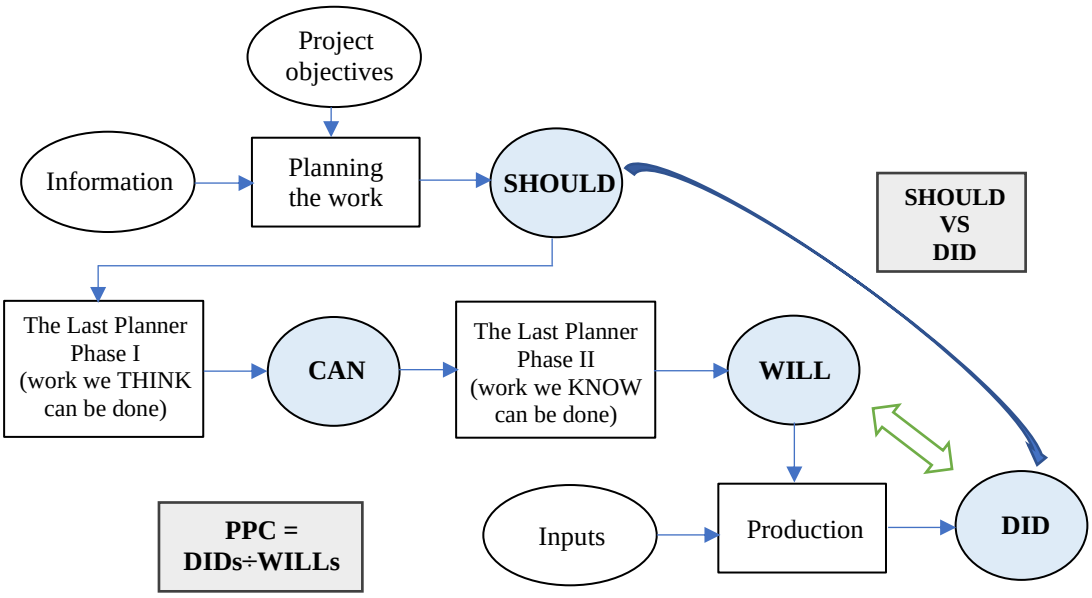
ويشير بالارد إلى أن LPS هي تقنية تشكل سير العمل وتعالج تنوع مشاريع البناء. The Last Planner هو الشخص أو المجموعة المسؤولة عن التخطيط التشغيلي ، أي هيكلة تصميم المنتج لتسهيل تدفق العمل المحسن ، والتحكم في وحدة الإنتاج ، أي إكمال المهام الفردية على المستوى التشغيلي. (Salem, 2005) يشارك المخططون الأخيرون في مرحلة التصميم ومرحلة البناء في تطوير جدول التخطيط الرئيسي. خلال مرحلة التصميم ، يكون المخططون الأخيرون عادةً مديري مشاريع معمارية وهندسية. خلال مرحلة البناء ، يكون المخططون الأخيرون عادةً رؤساء عمال ومشرفين لأطقم المقاول التجاري. {25}

يعد نظام Last Planner من أشهر تقنيات اللين المعروفة والذي ثبت أنه أداة مفيدة للغاية لإدارة عملية البناء ، والمراقبة المستمرة لكفاءة التخطيط ، للمساعدة في تطوير البصيرة ، وتسهيل تغيرات سير العمل ، وتقليل أو إزالة الشكوك التي تمر بها عمليات البناء. ويتكون من التحكم في تدفق العمل والتحكم في وحدة الإنتاج. يتم التحكم في تدفق العمل بشكل أساسي من خلال عملية التطلع إلى الأمام ، بينما يتم التحكم في وحدة الإنتاج بشكل أساسي من خلال تخطيط العمل الأسبوعي. (Aziz &Hafez, 2013)

يهدف LPS إلى تحويل تركيز التحكم من العمال إلى تدفق العمل الذي يربطهم ببعضهم البعض. الهدفان الرئيسيان من LPS هما إجراء مهام أفضل لتوجيه العمال من خلال التعلم المستمر والإجراءات التصحيحية والتسبب في تدفق العمل عبر وحدات الإنتاج بأفضل تسلسل ومعدل يمكن تحقيقهما. وبذلك تكون مكونات LPS هي: الجدول الرئيسي ، التخطيط المرحلي ، التخطيط المستقبلي (التطلع للأمام) ، تخطيط العمل الأسبوعي WWP ، النسبة المئوية للوعود المنجزة في الوقت المحدد أو النسبة المئوية لاكتمال الخطة PPC ؛ وهي مفتاح قياس نجاح نظام المخطط الأخير و أسباب عدم الاكتمال ، عندما يتم تنفيذها بشكل منهجي يمكن أن تجلب العديد من المزايا وتضيف فوائد كبيرة لممارسة إدارة البناء بشكل عام وممارسة التخطيط بشكل خاص. PPC لا تقيس الإنتاجية أو الإنتاج ، بل التخطيط الفعال. مع ذلك فإنّ قيم PPC ترتبط بالإنتاج والإنتاجية بشكل غير مباشر ، فمن المفترض أنه عندما يحسن فريق المشروع تخطيطه فإنه يقلل من التباين ، وبالتالي يمكن أن يصبح أكثر إنتاجية من خلال مطابقة موارد إنتاجه بشكل أوثق مع الطلب عليها ، وبالتالي تقليل النفايات. (Aziz &Hafez, 2013)

بناءاً على ذلك ، يتم وضع إطار تخطيط زمني فعال من خلال تقنية السحب ، والتي تشكل تدفق العمل و تحسن التواصل مع التجار. أي يتم استبدال التخطيط المُتَوقَّع بالتخطيط الواقعي ، عن طريق تقييم أداء العمال بناءاً على قدرتهم في تحقيق التزاماتهم بشكل موثوق. كما يهدف LPS لسحب الأنشطة عن طريق جدولة المرحلة العكسية من خلال تخطيط الفريق وتحسين الموارد على المدى الطويل. (Salem, 2005)

يعتمد نظام Last Planner على نظام تخطيط تقليدي ، ويتم تنفيذه بواسطة رؤساء عمال ميدانيين ؛ بتنفيذ شرط (SHOULD - CAN - WILL - DID). أي لكي تكون أنظمة إدارة الإنتاج فعالة ، يجب أن تحدّد ما يجب القيام به what SHOULD be done ، وما يمكن القيام به what CAN be done ، وما الذي سيتم القيام به what WILL be done ؛ ثم قارن ما تم القيام به what HAS BEEN done لتحسين التخطيط. وتُعبّر المصطلحات عن التالي ؛ SHOULD تعني نأمل ، CAN تعني ربما ، WILL تعي بالتأكيد. وظيفة المخطط الأخير هي القيام بمهمة معينة في المهمة التي تلبي هذه المعايير ورفض التعيينات التي لا تلبي هذه المعايير. يمكن أن يلتزم المخططون الأخيرون بشكل معقول بإكمال المهام في خطط العمل الأسبوعية التي تفي بهذه المعايير. ويوضح الشكل3 مراحل LPS (Aziz &Hafez, 2013)



الشكل 3 مراحل LPS

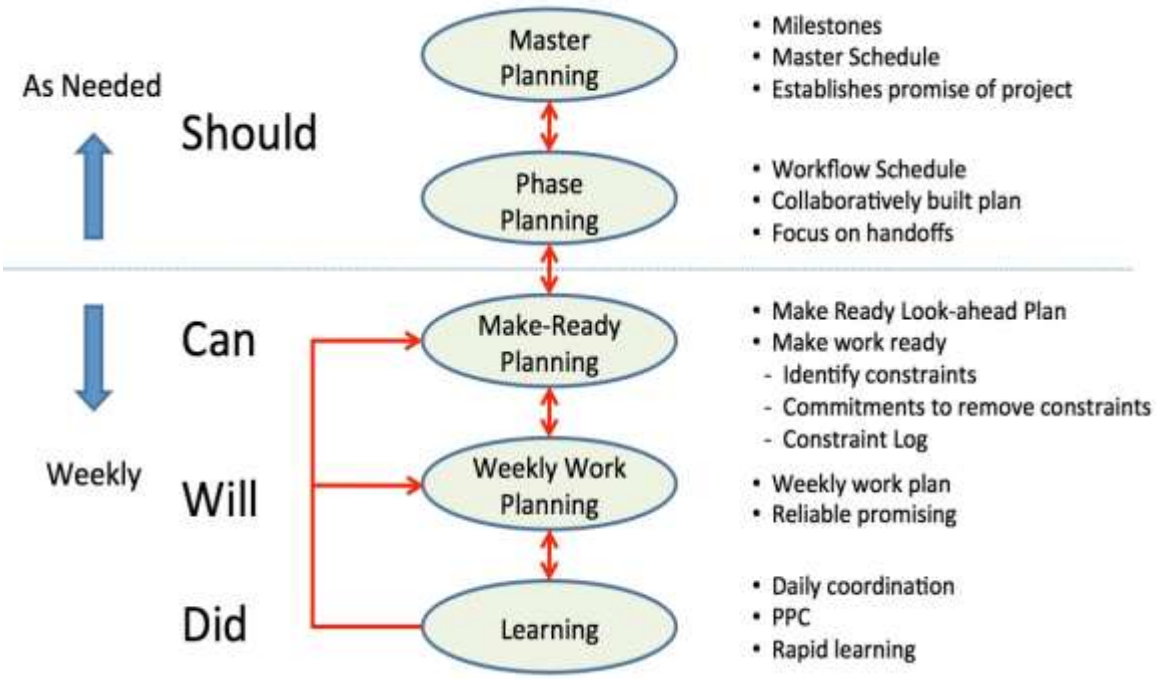
يحتوي نظام المخطط الأخير على أربعة مستويات: (Aziz &Hafez, 2013)

1. الجدول الرئيسي master schedule: تحديد المعالم وتحديد استراتيجية عناصر الطويلة الأمد.
2. جدول المرحلة phase schedule: تخطيط السحب (يحدد عمليات التسليم ؛ تحديد التعارضات التشغيلية).
3. خطة التطلع إلى الأمام look-ahead plan: اجعل التخطيط جاهزًا للعمل (للتأكد من أن العمل جاهز للتثبيت ؛ إعادة التخطيط حسب الضرورة).
4. خطة العمل الأسبوعية (Weekly Work Plan WWP): الالتزامات بأداء العمل بطريقة معينة وبتسلسل معين ، والتعلم (قياس النسبة المئوية من PPC) ، والتعمق في أسباب الفشل ، وتطوير وتنفيذ الدروس المستفادة.

يُبيّن الشكل 4 التالي نظام المخطط الأخير ، حيث يوضّح مراحل ومستويات LPS {25}

يركز الجزءان الأولان على تحديد العمل الذي يجب القيام به لإكمال مشروع بسيط ناجح. يتم التخطيط الرئيسي ، في بداية المشروع. ويركز على تحديد المعالم الرئيسية التي تساعد في قياس وتيرة تقدم المشروع ؛ المعالم الرئيسية هي تواريخ الإنجاز لكل مرحلة من مراحل المشروع الرئيسية وتواريخ الإفراج عن شراء عناصر البناء الرئيسية الطويلة.

يتم تخطيط المرحلة ، قبل شهرين إلى ثلاثة أشهر من بداية كل مرحلة. تشير المرحلة في هذا السياق إلى جزء من المشروع من المنطقي اعتباره وحدة كاملة. سيعتمد تقسيم مراحل المشروع على حجم العمل وتعقيده ، مع معالم البداية والانتهاء للمراحل المحددة أثناء التخطيط الرئيسي. يطور تخطيط المرحلة اتفاقًا بين المخططين الأخيرين حول كيفية إكمال كل العمل بين هاتين المرحلتين.



الشكل 4 نظام المخطط الأخير

في تخطيط المرحلة أيضاً ، يُتّبَع نهج تخطيط السحب ، حيث يتم تطوير تدفق العمل من خلال البدء بالشرط النهائي المطلوب لإكمال مرحلة ، وبناء تسلسل العمل من سلسلة من طلبات ووعود المنفِّذ لتحديد تحرير العمل من عملية لأخرى.

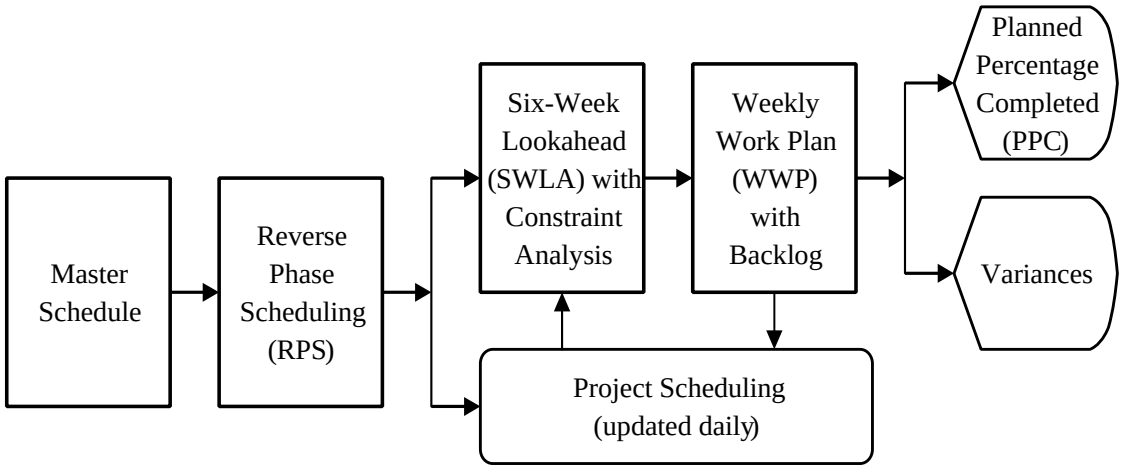
يركز الجزء الثالث على ضمان إمكانية إنجاز العمل. إنه التخطيط الجاهز الذي من خلاله يتطلع المخططون الأخيرون إلى الأمام لتقييم ما إذا كانت هناك قيود على المهام القادمة المحددة أثناء تخطيط المرحلة. تتطلع معظم الفرق إلى الأمام بعد ستة أسابيع عند الاستعداد للتخطيط -6weeks look ahead plan ، تُستخدم هذه الخطة لمساعدة الفريق على التركيز على المهام التي يجب أن تكون جاهزة. القيود هي ما يمنع إكمال المهمة المخطط لها ، مثل توافر العمالة والمواد ، تعارض وثائق البناء والتراخيص. يتضمن التخطيط الجاهز أيضاً تحسين المهام المحددة أثناء تخطيط المرحلة بمزيد من التفاصيل ، حيث يتم فهم العمل بشكل أفضل. وعندما يكون التخطيط الجاهز غير كافي غالاً ما يؤدي لتعطل سير العمل في المشروع.

يركز الجزء الرابع على ما سيفعله كل مخطط أخير للوفاء بالوعود التي تم قطعها أثناء تخطيط المرحلة. يتم تحقيق ذلك من خلال إعداد خطة العمل الأسبوعية للمشروع WWP، حيث يحدد كل مخطط أخير المهام التي ستكملها فرقهم في كل يوم من أيام الأسبوع التالي. الموثوقية مهمة للغاية في تطوير هذه الخطط المشتركة.

يركز الجزء الخامس على التعلم مما فعله الفريق. التعلم هو عمل يومي لفرق المشروع الخالي من الهدر. يوفر LPS فرصتين محددتين للتعلم. الأولى من خلال الاجتماع التنسيقي اليومي ، والذي يُسمى غالبًا بالتجمع اليومي. في هذا الاجتماع الموجز ، يؤكد المخططون الأخيرون ما إذا كانت فرقهم قد أنجزت العمل المخطط له في ذلك اليوم ، وإذا لم يتم الاتفاق على التعديلات المطلوبة للبقاء في الخطة

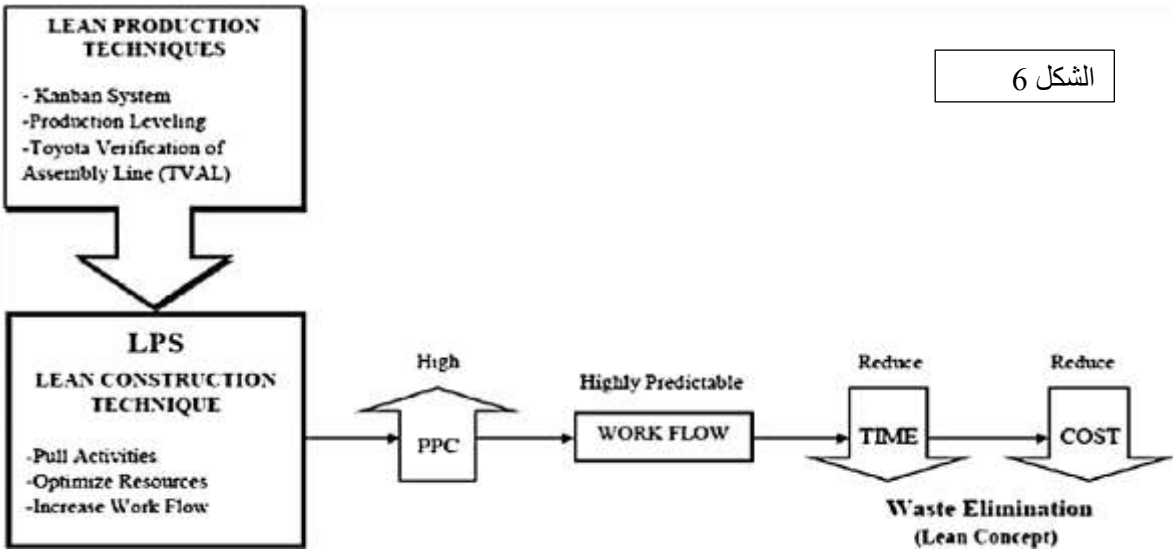
للأسبوع. تعد هذه التعديلات اليومية أمرًا حيويًا ، حيث أن التعديلات اليومية أسهل من التعديلات الأسبوعية ، والتي تكون أسهل بكثير من التعديلات الشهرية.

فرصة التعلم الأخرى تكون من خلال تحليل بعض المقاييس الرئيسية. الأول هو النسبة المئوية لاكتمال الخطة PPC Percent Plan Complete، وهو قياس النسبة المئوية للمهام المخططة الأسبوعية التي تم إكمالها كما هو مخطط. والآخر هو TMR Tasks Made Ready ، وهو قياس النسبة المئوية للمهام المحددة أثناء تخطيط المرحلة والتي كانت جاهزة للبدء كما هو مخطط لها. والثالث هو المهام المتوقعة Tasks Anticipated، وهو قياس لعدد المهام في الخطة الأسبوعية التي تم تحديدها في خطة التطلع إلى الأمام. ويوضّح الشكل 5 سير عمليات المخطط الأخير



الشكل 5 سير عمليات المخطط الأخير

ويوضّح الشكل 6 كيف يُحَقّق LPS مفهوم الرشاقة :



الشكل 6

باختصار لما سبق يمكننا القوم أنّ نظام المخطط الأخير هو آلية لتحويل ما يجب القيام به إلى ما يمكن القيام به ،وبالتالي تكوين قائمة العمل الجاهز ، والتي يتم من خلالها وضع خطط العمل الأسبوعية ، ووضع المهام التي سيتم القيام بها من قبل المخططون النهائيون ؛ حيث هم رؤساء الفرق أو المشرفين

، لكل فرد من أفراد المشروع. بالتالي هو نظام يعمل على تحسين سير العمل و تأدية المهام بأفضل شكل بجعل كل فرد مسؤول عن تسيير مرحلة ما ، مما يوجّه الجميع لتأدية ماهو مطلوب بأفضل شكل وأكثر كفاءة. كما أنّ موثوقية التخطيط تساعد على التنبؤ بسير العمل المستقبلي وتوقّع ما سيحدث قبل حدوثه ، مما يقلل من احتمالية التوقف وتعطل المشروع ، وذلك من خلال قياس الزمن المتوقع للمشروع ، والنسبة المئوية لاكتمال الخطة.

3.6.2.2. من التصنيع الرشيق للبناء الرشيق :

ذكرنا في فقرات سابقة بعض تقنيات التصنيع الرشيق ، والتي يمكن استخدامها في البناء الرشيق كالتالي:

التقنية	تعريفها
TPM	تقوم على متابعة ومراقبة المعدات الموجودة في المشروع وصيانتها بشكل دوري ، ومن خلال توكيل هذه المهمة لأفراد معيّنين. بالتالي ضمان عمل الاليات بشكل مستمر وعدم توقفها او تعطلها بشكل مفاجئ كي لا يحدث توقفات في العمل.
Kaizen	تنمية ثقافة التحسين في جمسع أطراف المشروع والعاملين ، سواء تحسين في الأداء ، سير العمليات ، كفاءة المعدات والمواد. وتشجيع العمال على التحسين كلٌّ في مجاله ومكان عمله. بالتالي الاستفادة من جميع المواهب لمصلحة المشروع وسير العمل. مما يضمن في نهاية تحسين في وقت التسليم وفي جودة العمليات القائمة في المشروع.
Standardize Work	تطوير طرق عمل مشتركة لأداء عمليات البناء حسب المواد المتاحة والوثائق المتاحة. ويتم وضع شروط زمعايير ومراحل عمل قياسية ليتم من خلالها متابعة سير الاعمال ، بما في ذلك توحيد المعدات ، المواد و الإجراءات. مع توثيق هذه المعايير والخطوات لكل عملية ، مما يضمن سير العمليات بأفضل جودة وأكثر دقة وسرعة في الإنجاز.
JIT	تحديد الوقت المناسب لكل مرحلة من مراحل البناء، وتقدير الاحتياجات المادية اللازمة ودفعها في المشروع في الوقت المناسب والكمية المناسبة. من خلال التعاون بين الموردين والمقاول وتوفر المواد اللازمة لكل عملية قبل البدء بها بفترة قليلة وذلك لضمان عدم تعطل العملية وأيضاً عدم زيادة مخزون المواد في المشروع.

5S'	الخطوات التنظيمية الخمسة لموقع العمل لتنظيم وترتيب موقع العمل وتقليل النفايات الموجودة في المشروع ، مما يزيد من إنتاجية العمال وتقليل إصابات العمل التي تحدث بسبب الفوضى في الموقع ، ورؤية العيوب الموجودة في أي مرحلة من خلال المتابعة والتنظيم الجاري قبل تفاقمها ، بالتالي تساعد تقليل الزمن الضائع في الموقع.
Worker Involvement	تحديد خصائص وإمكانيات عمال البناء التي تساعد على المشاركة ، واستخدامها كأساس لتنفيذ الإنتاج الخالي من الهدر. تنمية الرغبة لدى العمال في المشاركة في التحسين واتخاذ القرارات مما يجعل لديهم دافع قوي حول تأدية الأفضل من كل شيء ومتابعة العمل بفعالية أكبر.

نلاحظ أنّ العامل الأساسي الموجود في جميع تقنيات الرشاقة هو العمل أو الموظفين ، حيث أنّ القوى العاملة هم حجر الأساس في أي صناعة أو إنتاج. وخاصة في عمليات البناء ، يشكّل العمل في صناعة البناء عصب أساسي لضمان سير العمليات في المشروع. لذلك يجب العمل دائماً على تنمية حس المسؤولية والثقة لديهم ، وتأمين تواصل مباشر بينهم وبين إدارة المشروع بما يعود على مصلحة المشروع والعمل. وجد كوفي أن احتمالية مشاركة عمال البناء في العمليات الخالية من الهدر عالية ، لكن لم يتم التعرف عليها أو استغلالها حتى الآن. والمطلوب هو سياسة إدارة الموارد البشرية لفتحها واستخدامها. وأنّ العمال لديهم تأثير كبير على التنفيذالناجح للبناء الخالي من الهدر ، ويجب أن يكون هناك إدارة ذاتية من العمال والإدارة. يجب على شركات البناء فحص قوتها العاملة وسياسات إدارتها بعناية ، ثم تطوير سياسات وممارسات إدارة الموارد البشرية القادرة على استغلالها.

7.2.2. أشكال الهدر في مشاريع البناء :

تم تعريف الهدر بواسطة Alarcon على أنّه " أي شيء مختلف من الحد الأدنى المطلق لموارد المواد والمعدات والقوى العاملة اللازمة لإضافة قيمة إلى المنتج ". بشكل عام ، أي خسائر تنتج عن الأنشطة التي تولد تكاليف مباشرة أو غير مباشرة ولكنها لا تضيف قيمة إلى المنتج من وجهة نظر العميل يمكن أن يطلق عليها "هدر". يتم قياس الهدر من حيث التكاليف ؛ ترتبط الأنواع الأخرى من النفايات بكفاءة العمليات أو المعدات أو الموظفين ، ويصعب قياسها لأن الكفاءة المثلى غير معروفة دائمًا. (Aziz &Hafez, 2013)

Formoso وآخرون. اقترحوا التصنيف الرئيسي للنفايات بناءً على تحليل بعض مواقع البناء البرازيلية التي أجروها على أنها : (Aziz &Hafez, 2013)

1. **الإفراط في الإنتاج**: إنتاج كمية أكبر من المطلوب أو قبل المطلوب. ويسبب هذا في إهدار المواد أو ساعات العمل أو استخدام المعدات. مثال على هذا النوع من النفايات هو الإفراط في إنتاج المونة الاسمنتية التي لا يمكن استخدامها في الوقت المحدد.

2. **الاستبدال**: هدر نقدي ناتج عن استبدال مادة بأخرى أغلى ثمناً (مع أداء أفضل غير ضروري) ؛ تنفيذ المهام البسيطة بواسطة عامل مؤهل ؛ أو استخدام معدات متطورة للغاية حيث يكفي استخدام أبسط بكثير.
3. **وقت الانتظار**: وقت الخمول الناجم عن عدم التزامن وتسوية تدفقات المواد ووتيرة العمل من قبل مجموعات أو معدات مختلفة. ومن الأمثلة على ذلك الوقت الضائع الناجم عن نقص المواد أو عدم وجود مكان عمل متاح لورشة العمل.
4. **النقل**: الحركة الداخلية للمواد في الموقع. قد يؤدي الإفراط في المناولة ، أو استخدام معدات غير ملائمة أو ظروف سيئة للممرات ، إلى حدوث هذا النوع من النفايات. وذلك يؤدي إلى إهدار ساعات العمل ، إهدار الطاقة و إهدار المساحة في الموقع.
5. **المعالجة**: تتعلق بطبيعة نشاط المعالجة (التحويل) ، والتي لا يمكن تجنبها إلا عن طريق تغيير تقنية البناء. على سبيل المثال ، عادة ما تضيع نسبة من المونة الاسمنتية عند تلبيس السقف.
6. **المخزونات**: المخزونات الزائدة أو غير الضرورية التي تؤدي إلى هدر المواد (عن طريق التدهور ، والخسائر بسبب ظروف المخزون غير الملائمة في الموقع ، والسرقة ، والتخريب) والخسائر النقدية بسبب رأس المال المقيّد.
7. **الحركة**: الحركات غير الضرورية أو غير الفعالة التي يقوم بها العمال أثناء عملهم. قد يكون السبب في ذلك هو عدم كفاية المعدات ، أو أساليب العمل غير الفعالة ، أو سوء ترتيب مكان العمل.
8. **إنتاج المنتجات المعيبة**: يحدث عندما لا يتناسب المنتج النهائي أو الوسيط مع مواصفات الجودة. قد يؤدي ذلك إلى إعادة صياغة أو دمج مواد غير ضرورية في المبنى (نفايات غير مباشرة) ، مثل السماكة المفرطة للطينة. ينجم ذلك عن سوء التصميم والمواصفات ، نقص التخطيط والتحكم ، سوء التأهيل للعمل الجماعي ، ونقص التكامل بين التصميم والإنتاج.
9. **عوامل أخرى**: ضياع بسبب أيا كانت طبيعته السابقة كالسطو والتخريب والطقس العاصف والحوادث.

الفصل الثالث

الإطار العملي للبحث

تمهيد : *في هذا الفصل قامت الباحثة باستعراض تجارب حول تطبيق منهجية البناء الرشيق في الشركات أو المشاريع الهندسية ، وكيفية تطبيق هذه التجارب والاستفادة منها في مشاريع البناء في سوريا. ووضع مقترح لإطار العمل لمنهجية البناء الرشيق في سوريا. إضافة لاستطلاع آراء المهندسين السوريين العاملين في مجال البناء حيال معرفتهم بمنهجية وتقنيات البناء الخالي من الهدر.*

1.3. استعراض التجارب السابقة :

في ما يلي سيتم استعراض تجربة سابقة لتطبيق منهجية التصنيع الرشيق في شركة للصناعات المعدنية للمباني المسبقة الهندسة في سوريا ، وعرض بعض المشاكل و أشكال الهدر المختلفة التي واجهت الشركة وكيف تم تقليلها أو التخلص منها من خلال تطبيق تقنيات التصنيع الرشيق. قامت الباحثة في هذا البحث بعرض ستة تقنيات من التقنيات التي تم تطبيقها في الشركة ، وإجراء تحليل سوات للشركة المدروسة وعرض نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات لديها. إضافة لعرض تجربة ثانية عن تطبيق إحدى تقنيات البناء الرشيق على مشروع لتشييد منشأة صناعية في مصر.

A. تجربة تطبيق منهجية التصنيع الرشيق في شركة صناعات معدنية للمباني مسبقة الهندسة في سوريا : (الكنفاني, 2016, التصنيع الرشيق (القليل الفاقد) ودراسة تطبيقه على صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة)

بدايةً جرت دراسة عملية سابقة على أَّحد المصانع المتخصصة في إنتاج المباني المعدنيَّة المسبقة الهندسة وعلى خط إنتاج العنصر الإنشائي الأساسي المتمثل بالجائز المعدني ، دون التطرق إلى باقي المكونات الثانوية للمبنى المعدني والإكسسوارات الملحقة به ، وقد استمرت الدراسة على فترة سنتين بدءاً من عام 2014 م وحتى نهاية العام 2015 م. وبناءاً على الدّراسة المرجعية التي أجريت في إطار هذا البحث على طريقة التصنيع الرشيق، اختيرت إحدى عشرة تقنية للتصنيع الرشيق لدراسة تطبيقها على نظام الإنتاج في المصنع قيد الإختبار.

1A. تعريف بالشركة المدروسة:

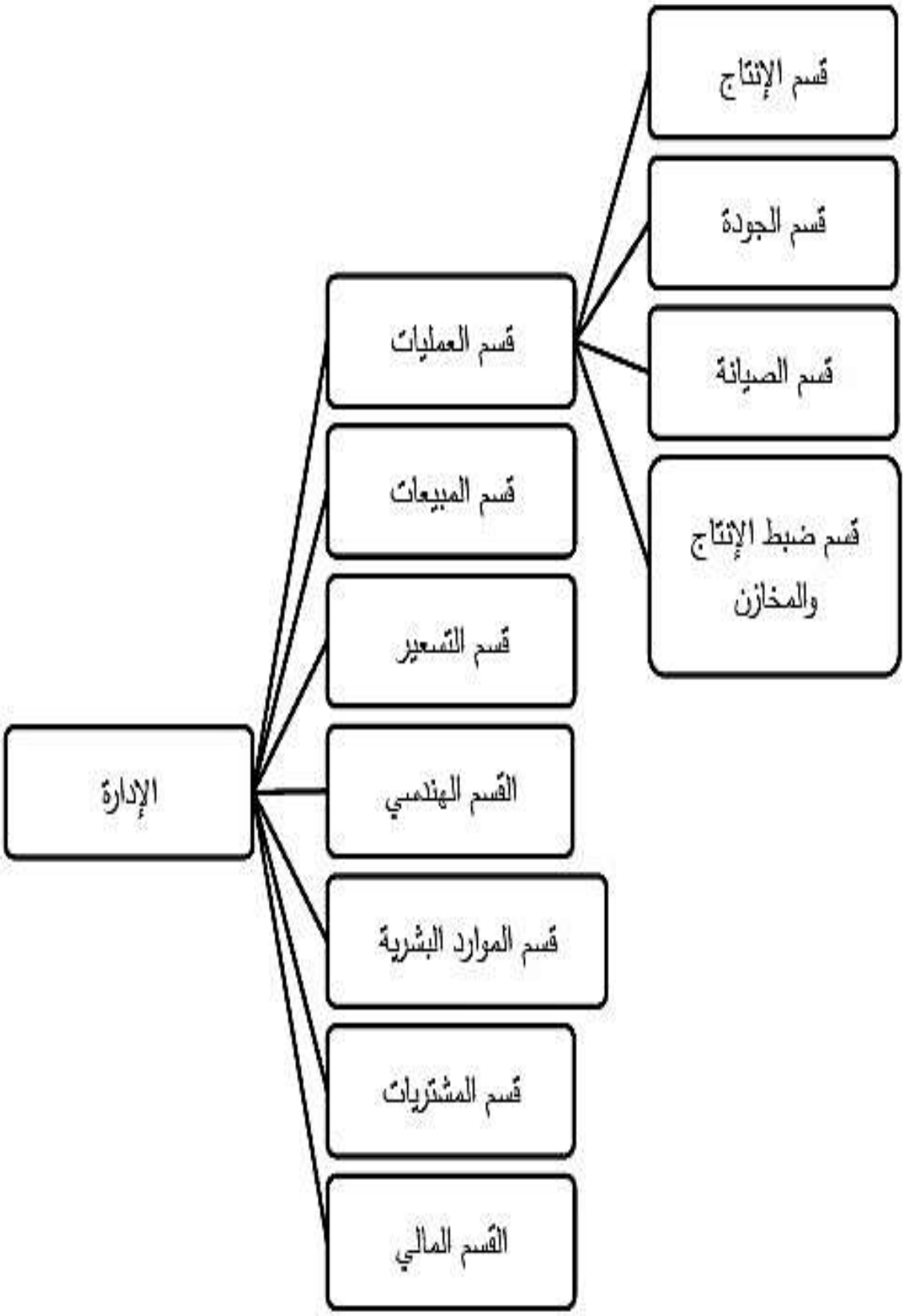
أُجْرِيَت الدراسة العملية ضمن إحدى الشركات المُتَخَصصة في صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة، والموجودة في محافظة دمشق ، و هي مُشابهة لكثير من مصانع المباني المعدنية من حيث نوعية العمليات الجارية ضمنها ، ونوعية الآلات المُسْتَخْدَمَة. وتُعْتَبر واحدة من الشركات المُميزة في مجال صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة على مستوى المنطقة ، فقد نفذت مشاريع في عدد من الدول مثل سوريا ، لبنان ، العراق ، السعودية ، الإمارات ، مصر ، والجزائر. تُعَد هذه الشركة حديثة المنشأ حيث تأسست في عام 2009 م وتقع على مساحة 15,500 م2 ويبلغ حجم إنتاجها السنوي حوالي 8500 طن ، ويبلغ عدد موظفي الشركة حوالي 150 مُوظف ، وتتألف من الأقسام المُوَضحة في الشكل 7. تسعى الشركة لزيادة حصتها ضمن السوق المحلي اولإقليمي من خلال زيادة الإنتاج وتقليل الهدر والتكاليف. تَخْتَص هذه الشركة في صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة بكل ما تتَضَمنه من مستلزمات وملحقات. نُفذَت الدراسة العملية على خط الإنتاج المسؤول عن صناعة العناصر الإنشائية الأساسية في المباني المعدنية.

و إنّ نظام الإنتاج المتبع في شركات تصنيع المباني المعدنية مسبقة الهندسة هو الإنتاج على دفعات ، حيث تتألف الشركة من مراحل وظيفية منفصلة عن بعضها ، وكل مرحلة متخصّصة في تنفيذ عدد من العمليات ، وتتميّز عملية الإنتاج بمسارات قيمة مستقرة ، وبتدفّق منتجات على شكل دفعات منتقلة من مرحلة لأخرى وكل دفعة لها متطلبات تصنيعية مختلفة .

2A. تصميم أرض المصنع :

يتألف المَصْنع من مبنى أساسي واحد يضُم كافة أقسام الشركة ، ومن ضمنها منطقة الإنتاج التي تشكل الجزء الأكبر من المبنى والتي تَمْتَد من المستودع الداخلي وحتى قسم الشحن.

تبدأ منطقة الإنتاج بمرحلة التحضير Preparation Section التي تَصِلها المواد الأولية من المستودع من خلال الرافعات الشوكية Forklifts ، وتحتوي هذه المرحلة على عدد من محطات العمل Stations المُتَخَصِصة في عمليات قص وتثقيب الصفائح المعدنية ذات السماكات المختلفة للحصول في نهاية هذه المرحلة على المُكونات المطلوبة لتجميع العنصر الإنشائي الأساسي (الجائز).



الشكل 7 البنية الهيكلية للشركة المدروسة

وتبيّن أنّ مرحلة التحضير تعاني من عدة مشاكل وهي :

- نقص في المساحات الفارغة والتي تُشَكل نسبتها حوالي 48 % من المساحة الكلية المُخصصة لهذه المرحلة.
- تواجد كميات كبيرة من المخزون قبل وبعد كل محطة ، حيث تَم قياس زمن التخزين في كافة محطات العمل وقُدرَ بيومين.
- ضعف إدارة العامل البشري والحاجة لتطويرها نظراً لوجود عمال كُثرْ في حالة خمول معظم الوقت ، وبالمقابل ضغط عمل كبير على قسم آخر منهم.
- ضعف كبير من ناحية تنظيم وترتيب مكان العمل وهو عيب مشترك لكافة مراحل الإنتاج.

بعد مرحلة التحضير تُنقَل المكونات الناتجة عنها إلى مرحلة تجميع الجائز باستخدام الرافعات الجسرية. تتألف مرحلة تجميع الجائز من محطتين وهما محطة تجميع الجائز ومحطة لحام الجائز، حيث تنتقل عبرها المكونات من خلال السيور الناقلة ، وتنتهي هذه المرحلة بالحصول على جائز معدني مجمع على شكل حرف H.

و تُعاني مرحلة تجميع الجائز من عدة أمور وهي :

- وجود مخزون كبير للجوائز في نهايتها نتيجة الفرق الكبير بين زمن هذه العملية والعملية التالية ، ويُقَدر زمن التخزين في نهاية المرحلة ب 48 ساعة ، وزمن التخزين بين محطتي تجميع ولحام الجائز يُقَدر ب 30 دقيقة.
- نقص في المساحات الفارغة والتي تُشَكل نسبتها حوالي 41 % من المساحة الكلية المُخصصة لهذه المرحلة.
- ضعف النواحي التنظيمية والإدارية.

تنتقل المنتجات بعد مرحلة تجميع الجائز إلى مرحلة التطبيق من خلال الرافعات الشوكية ، حيث تُوَزع الجوائز على منصات العمل Skids ، و تتألف هذه المرحلة من ستة منصات مُوزّعة على جانبي الممر المُخَصص لحركة الافراد والآليات ، ويعتمد العمل في هذه المنصات على العامل البشري بشكل أساسي وبمساعدة آلات اللحام ومعدات الجلخ والقص الغازي وغيرها، أما عمليات المناولة فتُنَفّذ من خلال رافعات جسرية عددها ستة موجودة فوق كل منصة.

وفيما يلي المشكلات التي تعاني منها مرحلة التطبيق :

- ضعف في النواحي التنظيمية والترتيبية.
- وجود مخزون من القطع قيد التصنيع Work In Process WIP أمام كل منصة ، و قِيسَ زمن التخزين وقُدرَ ب 4 ساعات.
- نسبة المساحة الفارغة إلى المساحة الكُلية المُخَصصة لهذه المرحلة ب 33 %.
- وجود عدد من الأدوات والمعدات المتناثرة في كل منصة.
- غياب الأدوات البصرية اللازمة للتحكم بسير العمل.

وبالتالي تحتاج هذه المرحلة لتطوير مفاهيم جديدة تساهم في تقليل الهدر بشكل عام ، وتخفض زمن الإنتاج ، وتتخلص من الأنشطة الغير مضيفة للقيمة.

بعد مرحلة التطبيق تأتي مرحلة اللحام الكامل ، والتي تصلها الجوائز من خلال الرافعات الشوكية Forklifts أو الرافعات الجسرية Cranes. تتصف هذه المرحلة بنفس مواصفات مرحلة التطبيق من حيث اعتمادها على المنصات الستة الموزعة أيضاً على جانبي الممر وتعتمد أيضاً على العامل البشري المُزود بآلتي لحام MIG لكل منصة لإتمام العمل ، وتُنَفذ عمليات المناولة ضمن هذا المرحلة من خلال رافعات جسرية عددها ستة موجودة فوق كل منصة.

حيث المشكلات التي تعاني منها هذه المرحلة هي :

- وجود مخزون كبير بعد مرحلة اللحام الكامل و قدر زمن التخزين بحوالي 72 ساعة.
- نسبة المساحة الفارغة إلى المساحة الكمية المُخصصة لهذه المرحلة هي 45 %.

تنتقل الجوائز الملحومة بعد مرحلة اللحام الكامل من خلال الرافعات الشوكية لتصل لمرحلة الطلاء المُكَونة من محطتين وهما محطة تحضير السطح ، ومحطة الطلاء. تتألف محطة تحضير السطح من آلة القصف بالحبيبات المعدنية، و تتصف هذه المرحلة بوجود مخزون من القطع التي تسبق الآلة ، أما المناولة ضمن هذه المرحلة فتُنَفذ من خلال سير ناقل يمتد من ما قبل محطة تحضير السطح وينتهي هذا السير الناقل بعد محطة الطلاء. تنتهي عمليات الإنتاج بمحطة الطلاء التي تخرج منها القطع باتجاه قسم الشحن. تم جمع البيانات الناتجة عن الدراسة العملية لأرض المصنع ضمن الجدول 1

	مرحلة التحضير	مرحلة تجميع الجائز	مرحلة التطبيق	مرحلة اللحام الكامل
متوسط زمن التخزين	45 ساعة	48 ساعة	4 ساعات	72 ساعة
المساحات الفارغة	%48	%41	%33	%45

الجدول 1 البيانات الناتجة عن الدراسة العملية لارض المصنع

مما سبق توضّح أنّ المصنع يُعاني من عدد من المشاكل الصناعية :

- وجود مخزون القطع قيد التشغيل WIP بين العمليات.
- انخفاض في حجم المساحات الفارغة ضمن أرض المصنع مِما يزيد من نسبة حوادث العمل ويقلل من إمكانية التعديل والتطوير.
- ضعف كبير في نواحي تنظيم مكان العمل وترتيبه وتنظيفه وهو ما يساهم بشكل كبير وغير مرئي في زيادة زمن الإنتاج وتَشكل الهدر.
- غياب مظاهر الإدارة البصرية عن أرض المصنع مِما يُضْعِف من التواصل بين العناصر البشرية المتواجدة.

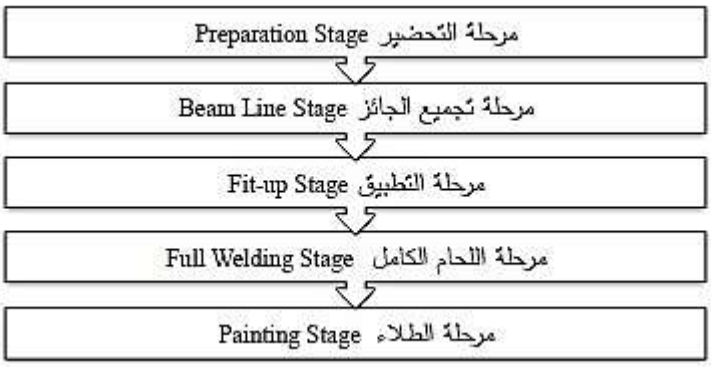
3A. عمليات قسم الإنتاج :

إنّ قسم الإنتاج في الشركة المدروسة يُعتَبر المسؤول عن تصنيع العناصر الإنشائية الخاصة بالمباني المعدنية ، ويتم ذلك بناءاً على طلب الزبون وفي الوقت المحدّد وضمن المواصفات المطلوبة.

بعد اعتماد المشروع وانتهاء مراحل الدراسة الهندسية وتحضير كافة الوثائق المطلوبة للعمل من قِبَل قسم ضبط الإنتاج ، يتم إرسال المخططات الهندسية Shop Drawings المُترافقة مع جداول الإنتاج Production Schedule، خطة العمل Work plan ، المواد الأولية Raw materials، ومُستهلَكات العمل Consumables إلى قسم الإنتاج لبدء عملية التصنيع ، حيث يترافق عمل قسم الإنتاج مع قسم الجودة المسؤول عن التأكد من تلبية طلبات الزبائن ضمن المواصفات المطلوبة للمنتج والعملية ، وذلك من خلال عمليات التفتيش الموزعة على كامل مراحل الإنتاج ، إضافة لدور قسم الصيانة الفعال في المحافظة على سير العمل ورفع وثوقية الآلات وتطبيق برامج الصيانة الوقائية والتصحيحية.

حيث يتألف قسم الإنتاج من خمسة مراحل ، تبدأ بمرحلة التحضير وتنتهي بمرحلة الطلاء كما هو مبين بالشكل. وتتألف البنية التنظيمية لكل مرحلة من :

- قائد الفريق Leadman ؛ مسؤول عن إدارة العمل والعمال ضمن المرحلة الإنتاجية من حيث الفاعلية ، الأداء والتوزّع ضمن المحطّات.
- مشرف الإنتاج Production Foreman ؛ يرتبط بشكل مباشر مع مدير الإنتاج ويشرف على قائد الفريق. وهو مسؤول عن تدريب وصقل مهارات العاملين ، والربط بين عمال وموظفي ارض المصنع مع الإدارة.
- عدد ونوعية محددة من العمال ؛ وهم ثابتين في مراحلهم ولا تتم إعادة توزيعهم.



تسلسل عمليات تصنيع الهيكل الإنشائي

ويتم تأمين المواد اللازمة لعملية الإنتاج عن طريق قسم المشتريات ، حيث بعد استلام طلبات الشراء يتم البحث عن المورّد المناسب ، وذلك بناءاً على معيار أساسي وهو السعر ، والذي يتفوق على المعايير الأخرى مثل الجودة ، زمن التسليم او التعاقدات السابقة. وهو ما كان له آثار سلبية على الشركة ، وذلك بظهور هدر في الزمن المنقضي أثناء فحص المواد وتقييمها ، ومنها ما تم رفضه عند الاستلام أو أثناء العمل ، مما تسبب في تأخير العمل ضمن المشروع.

4A. عملية تصنيع الهيكل الصلب للمباني المعدنية مسبقة الهندسة :

1. تبدأ عملية التصنيع بمرحلة التحضير التي يجري ضمنها تصنيع مكونات العنصر الإنشائي ، حيث تصل المخططات الهندسية وتعليمات العمل من مشرف الإنتاج الى مدير الفريق ، والذي يقوم بدوره بتوزيع المهام على محطات العمل وتسليم العمال قوائم بالعناصر المطلوب تصنيعها في كل محطة.
2. تلي مرحلة التحضير مرحلة تجميع الجائز ، والتي تتكون من محطتي عمل ، محطة تجميع الجائز ومحطة لحام الجائز ، ويتم فيها تجميع الجسد Web مع الجناحين Flanges لتشكيل العنصر الإنشائي الأساسي ، والتي يتم وضعها بعد مرحلة التحضير ضمن المنطقة المخصّصة لتخزين القطع قيد التصنيع WIP. وبعد أن يستلم قائد الفريق قوائم المواد المراد تصنيعها مرفقة بالمخططات الهندسية ، تبدأ عملية التجميع وفقاً للقوائم. وتأخذ عملية الجمع وقتاً طويلاً نظراً لقلة مساحات التخزين الخاصة بهذه المرحلة وتوضع المكونات فوق بعضها. بعد إتمام عملية الجمع للمكونات ، تدخل لمحطة التجميع ، وبعدها ينتقل الجائز الى المخزن الموجود بين محطتي العمل ، ويقدر زمن التخزين ب 30 دقيقة. وعندما يأتي دور هذا الجائز ينتقل الى محطة لحام الجائز. حسب القياسات فإنّ متوسط الزمن الذي يستغرقه الجائز ضمن هذه المرحلة هو 58 دقيقة من لحظة دخوله وحتى خروجه منها ؛ تُوزّع على 18 دقيقة لمحطة التجميع و 10 دقائق لمحطة اللحام و 30 دقيقة زمن تخزين بين المحطتين ، وقُدّرت كمية الإنتاج اليومية لهذه المرحلة ب 25 جائز على شكل حرف H.
3. أما في المرحلة الثالثة وهي مرحلة التطبيق ، يتم فيها تثبيت كافة العناصر التي تعطي الجائز خاصّيّته الوظيفية مثل الدعامات او الصفائح. ومثل المراحل السابقة يتسلم القائد المخططات الهندسية وقوائم التصنيع ، ويقوم بعدها العمال بجمع العناصر اللازمة من المخزون المتوضّع بعد مرحلة التحضير والجوائز من المخزون المتوضّع بعد مرحلة تجميع الجائز وتوزع على منصّات العمل. وبالتالي ينتج عن هذه المرحلة جائز مكتمل من حيث المكونات والعناصر وجاهز للمرحلة التالية. من خلال المراقبة المباشرة والدراسة الزمنية وُجِد أنّ زمن التصنيع يختلف من جائز لآخر حسب المكونات ، خبرة عمال التطبيق ، خلو القطع الداخلة للتطبيق من العيوب أو أخطاء التصنيع. كما لوحظ أن الأنشطة الغير مُضيفة للقيمة والتي يقوم بها العامل في هذه المرحلة كثيرة ، كالبحث عن أدواته ، إضافة للتوقفات الناتجة عن نفاذ مُستهلكات العمل ضمن المنصة ، والتوقف الناتج عن انتظار قدوم مفتش الجودة وبالتالي الهدر الكبير للوقت. و يبيّن الجدول 2 التالي بيانات المراقبة المباشرة لهذه المرحلة ، والتي استهدفت عدد من الجوائز الخاصة بأحد المشاريع والمختلفة بعدد المكونات والعناصر.

#	اسم الجائز	عدد المكونات	زمن التصنيع / الزمن الغير مضيف للقيمة / زمن التفتيش]دقيقة[																				زمن العمل الكلي
			#1			#2			#3			#4			#5			#6			Avg.			
1	RF3-1	4	32	11	10	28	9	23	34	12	8	31	9	7	27	11	9	29	7	9	30	10	48
2	WF2-1	8	59	13	8	56	14	8	62	15	8	52	15	11	59	13	12	54	9	16	57	14	80
3	RF1-1	9	61	14	11	56	16	14	61	15	15	62	14	14	59	15	13	58	12	16	60	15	88
4	EC1-3	12	75	16	14	76	15	15	83	13	13	74	19	14	72	17	16	79	15	18	77	16	108
5	RF2-1	14	78	19	17	75	22	19	79	19	22	76	20	20	72	19	19	75	19	18	76	20	115
6	WF1-1	15	87	15	17	85	13	19	92	15	16	90	16	15	85	14	16	84	13	18	87	17	118
7	RF2-4	15	80	18	22	75	15	19	79	16	19	85	17	24	86	18	22	77	15	18	80	21	118
8	ER2-2	16	84	18	19	87	22	18	78	19	22	80	15	19	75	18	18	79	17	20	81	19	118
9	EC1-6	18	90	21	24	95	18	22	91	17	29	87	19	26	86	19	20	93	18	21	90	24	133
10	RF2-8	23	115	24	21	119	21	20	87	26	18	91	19	24	80	20	18	92	23	19	97	20	139
11	RF2-3	29	129	26	22	125	28	23	126	29	28	135	29	21	131	25	25	128	28	26	129	24	181

الجدول 2 البيانات الزمنية لمرحلة التطبيق

ومن خلال الدراسة الزمنية وقياس زمن التصنيع الذي يضم كافة الأنشطة التي تضيف قيمة للجائز مثل التركيب وغيرها ، وزمن الأنشطة التي لا تضيف قيمة مثل المناولة وجلب المعدات وغيرها ، إضافة لزمن التفتيش ، وُجِد أنّه بازدياد عدد المكونات يزداد زمن التصنيع ، ويزداد زمن التفتيش بعد انتهاء التطبيق. بينما يعتمد الزمن الغير مضيف للقيمة على عدد الأدوات والمُستَهلكات اللازمة. ولوحظ من خلال الدراسة أن نسبة زمن التفتيش لزمن التصنيع تتراوح بين 16% الى 27% بينما نسبة الزمن الغير مضيف للقيمة الى زمن التصنيع تتراوح بين 19% الى 34%.

وبمراجعة البيانات الشهرية لقسم ضبط الجودة تبيّن أنّ نسبة الجوائز المعيبة الي تُكشف خلال عملية التفتيش التي تلي التصنيع هي 45% ، وعليه تخضع لعملية تصليح بعد انتهاء التفتيش ، و بعد التصليح يُعاد التفتيش للتأكد من إزالة العيوب ، وتُعتَبر عملية التصليح و إعادة التفتيش هدراً يجب إزالته. بالتالي تخضع الجوائز المعيبة لأربع أنواع من الأزمنة وهي الزمن المنقضي حتى بدء التصليح ، زمن التصليح ، الزمن المنقضي حتى بدء إعادة التفتيش ، وزمن إعادة التفتيش. ونفّذت الدراسة على عدد من الجوائز كما هو موضح بالجدول 3 .

#	اسم الجائز	عدد العيوب المكتشفة	الزمن المستغرق لبدء التصحيح]دقيقة[	زمن التصحيح]دقيقة[	الزمن المستغرق لبدء إعادة التفتيش]دقيقة[	زمن إعادة التفتيش]دقيقة[	مجموع الأزمنة]دقيقة[	نسبة مجموع الأزمنة إلى زمن التصنيع]%[
1	RF2-3	4	5	25	14	6	**50**	**39**
2	RF2-13	3	13	17	11	5	**46**	**55**
3	RF3-2	3	15	35	4	4	**58**	**50**
4	RF2-11	1	6	13	4	3	**26**	**31**
5	RF2-7	1	4	4	11	2	**21**	**22**
6	EC1-9	2	3	20	9	6	**38**	**67**
7	ER2-4	3	19	10	7	7	**43**	**96**
8	RF2-14	6	22	45	18	13	**98**	**118**
9	EC1-8	1	11	4	6	3	**24**	**34**
10	ER2-2	2	8	19	21	11	**59**	**73**
11	WF1-1	2	12	16	5	5	**38**	**44**
12	RF2-2	1	4	8	5	4	**21**	**25**
13	RF1-2	3	21	22	7	10	**60**	**53**
14	RF1-1	5	15	26	16	14	**71**	**118**
15	EC1-3	2	8	10	9	5	**32**	**42**

الجدول 3 البيانات الزمنية للقطع المعيبة في مرحلة التطبيق

4. المرحلة الرابعة لعملية التصنيع هي مرحلة اللحام الكامل ، حيث يُنَفّذ فيها عملية اللحام على كافة الوصلات ضمن الجائز بما فيه من عناصر ومكونات أُضيفت في مرحلة التطبيق ، وذلك بحسب خريطة اللحام وخصائص إجراءات اللحام الخاصّة بالشركة ، لإعطاء السمات الوظيفية المطلوبة للجائز. وفي النهاية تكون مخرجات هذه المرحلة هي عناصر إنشائية مُكتملة التصنيع وجاهزة لمرحلة الطلاء.

من خلال المراقبة المباشرة والدراسة الزمنية لهذه المرحلة وُجِد أنّ زمن هذه العملية يتناسب مع طول وصلات اللحام ضمن الجائز ، وتم اكتشاف وجود أنشطة غير مضيفة للقيمة أثناء العمل كالبحث عن الأدوات ومُستَهلَكات العمل والانتظار لحيت تأمينها ، إضافة لانتظار مفتش الجودة للقيام بعملية التفتيش على القطع الجاهزة. ويبين الجدول 4 التالي البيانات الزمنية لمرحلة اللحام الكامل التي جمعت بالمراقبة المباشرة والدراسة الزمنية على عدد من الجوائز. حيث تم قياس زمن التصنيع الذي يضم الأنشطة المضيفة للقيمة مثل اللحام والجلخ وغيرها ، وقياس زمن الأنشطة الغير مضيفة للقيمة مثل المناولة وغيرها ، إضافة لزمن التفتيش لكل جائز. ووُجِد من الدراسة أن نسبة زمن التفتيش لزمن التصنيع تتراوح بين 20% الى 65% ، ونسبة الزمن الغير مضيف لزمن التصنيع تتراوح بين 18% الى 72%.

ومن المراجعة الشهرية لقسم الجودة ، تبيّن أنّ نسبة الجوائز المعيبة التي تظهر خلال عملية التفتيش بعد التصنيع هي 57%. وبالتالي تخضع هذه الجوائز لعملية تصليح وإعادة تفتيش. أي أنّ هذه الجوائز تخضع لأربعة أنواع من الأزمنة هي الزمن المنقضي حتى بدء التصليح ، زمن التصليح ، الزمن المنقضي حتى بدء إعادة التفتيش ، وزمن إعادة التفتيش. ونفّذت الدراسة على عدد من الجوائز كما هو موضح بالجدول 5.

#	اسم الجائز	طول وصلات اللحام [م]	زمن التصنيع / الزمن الغير مضيف للقيمة / زمن التفتيش [دقيقة]																					زمن العمل الكلي
			#1			#2			#3			#4			#5			#6			Avg.			
1	EC1-3	1.6	7	5	5	8	5	5	9	6	5	12	6	7	5	11	6	5	8	6	9	8	**8**	**6**	**6**	**20**
2	ER2-2	2.5	11	5	6	16	7	6	12	8	8	12	6	4	12	7	6	11	7	8	17	**13**	**6**	**7**	**26**
3	RF3-1	3.8	17	6	6	20	6	5	23	7	5	19	7	6	16	6	6	16	8	7	21	**19**	**6**	**7**	**32**
4	EC1-6	4.1	18	7	6	16	7	6	19	7	6	17	8	9	20	8	8	21	7	9	21	**19**	**7**	**7**	**33**
5	RF1-1	4.7	21	7	6	25	8	8	24	7	6	20	8	9	21	9	5	24	8	5	24	**23**	**7**	**8**	**38**
6	RF2-8	5.4	24	7	7	33	7	9	32	7	5	32	8	5	27	7	6	27	8	5	25	**29**	**6**	**7**	**42**
7	RF2-4	6.2	28	8	7	35	9	7	33	8	9	25	7	10	29	8	6	28	9	6	28	**30**	**8**	**8**	**46**
8	WF2-1	7.8	35	9	8	37	9	9	36	9	6	35	10	8	28	9	8	39	10	9	39	**35**	**8**	**9**	**52**
9	WF1-1	7.8	35	9	8	40	9	8	41	10	9	32	9	9	35	10	7	36	10	7	36	**36**	**8**	**9**	**53**
10	RF2-1	12.7	56	12	10	55	11	12	56	12	13	62	11	8	60	12	9	55	11	14	55	**57**	**11**	**12**	**80**
11	RF2-3	12.8	57	12	10	61	12	9	61	14	9	57	15	13	51	13	12	51	14	11	68	**59**	**11**	**13**	**83**

الجدول 4 البيانات الزمنية لمرحلة اللحام الكامل

#	اسم الجائز	عدد العيوب المكتشفة	الزمن المستغرق لبدء التصحيح [دقيقة]	زمن التصحيح [دقيقة]	الزمن المستغرق لبدء إعادة التفتيش [دقيقة]	زمن إعادة التفتيش [دقيقة]	مجموع الأزمنة [دقيقة]	نسبة مجموع الأزمنة إلى زمن التصنيع [%]
1	RF1-1	4	14	11	8	4	**37**	**161**
2	RF2-3	12	18	21	14	9	**62**	**105**
3	RF1-2	6	17	15	27	9	**68**	**226**
4	RF2-8	5	10	5	10	6	**31**	**107**
5	RF2-13	7	16	7	16	9	**48**	**110**
6	RF2-2	9	24	14	26	13	**77**	**149**
7	RF1-4	4	7	7	11	7	**32**	**97**
8	RF2-11	5	15	10	18	10	**53**	**139**
9	EC1-1	7	26	14	28	15	**83**	**652**
10	EC1-3	2	9	9	9	5	**32**	**400**
11	EC1-5	4	18	16	15	10	**59**	**463**
12	ER2-1	5	36	21	27	16	**100**	**574**
13	WF1-1	5	8	12	10	5	**35**	**97**
14	WF1-1	8	20	23	16	9	**68**	**200**
15	WF2-1	10	43	28	26	12	**109**	**311**

الجدول 5 البيانات الزمنية للقطع المعيبة في مرحلة اللحام الكامل

5. المرحلة الأخيرة من عملية التصنيع هي مرحلة الطلاء ، وتتألف من مرحلتين هما تحضير لبسطح والطلاء. يتم إحضار الجوائز بعد انتهاء عملية اللحام الكامل ، وتخرج من هذه المرحلة مُكتَملة و جاهزة للانتقال لقسم الشحن.

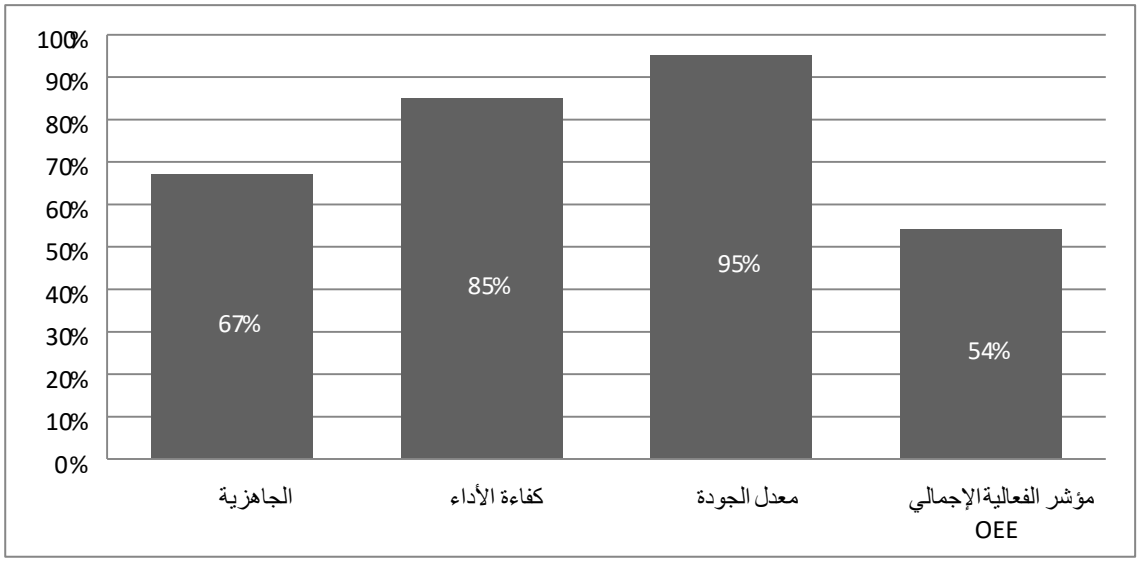
ولوحظ من المراقبة المباشرة لهذه المرحلة غياب التواصل بينها وبين الأقسام السابقة ، حيث عمال هذه المرحلة يبقون في حالة انتظار لحين وصول مستوى مخزون الجوائز قبل مرحلة الطلاء للحد المطلوب ، وعندها يبدأ قائد الفريق والعمال بتحضير المواد اللازمة للعمل ، والتعرف على مواصفات الطلاء المطلوب. لا سيما حالة الفوضى في هذه المرحلة من حيث غياب المعلومات الضرورية الخاصة بمواصفات المشروع قيد التنفيذ ، ما يسبب حدوث أخطاء متمثّلة فس استخدام الطلاء الخاطئ أو نسبة الخلط المطلوبة أو سماكة الطلاء. مما يكلف الشركة تكاليف إضافية بسبب إزالة الطلاء المعيب و إعادة إنجازه أو إنجاز تصليح.

5A. العمال وفرق العمل :

يُشَكل العُمال جوهر العملية الإنتاجية في شركات تصنيع المباني المعدنية ، فَهم المسؤولون عن تشغيل الآلات ذات مستوى الأتمتة المنخفض ، وعن إعطاء الخصائص الوظيفية للمنتج. ومن خلال المقابلة التي أُجْرِيَت مع مدير قسم الإنتاج تبيّن أنّ العمال يتواجدون في كامل مراحل العملية الإنتاجية وكل عامل له مهام معينة وثابتة، ولا يمكنه القيام بأي عمل إضافي أو مغاير لما تتضمنه تعليمات العمل ، كما أنّ العمال غير مؤهلين للعمل بمواقع مختلفة نظراً لغياب برامج التدريب اللازمة لتحقيق مبأ فرق العمل متعددة المهارات. وذلك كان له أثر سلبي على إنتاجية المصنع ، حيث غياب احد العمال يؤدي لتعطل العمل في موقعه ، إضافة لمعدل دوران العمالة الكبير.
كمل لوحظ غياب ثقافة إشراك العمال في حل المشكلات المتعلقة بالجودة وبصيانة التجهيزات وتطوير الأداء ، وهذا يعني غياب مفهوم التطوير المستمر. مما كان له آثار سلبية عالشركة بسبب الهدر الحاصل والذي يمكن تفاديه من خلال تطوير الأداء.

6A. عمليات الصيانة :

إ نّ قسم الصيانة هو المسؤول عن تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية و التصحيحية وكافة الأعمال المرتبطة بالآلات واللازمة لضمان استمرارية عملية الإنتاج مثل الإعداد والضبط وعمليات التزييت والتشحيم والفحص البسيط للمعدات. يُعْتَبَر قسم الصيانة من الأقسام الداعمة لعملية الإنتاج وأساسي للحفاظ على الجاهزية والوثوقية ورفع الإنتاجية لكافة الآلات و التجهيزات.
من خلال المقابلة مع مدير الصيانة تبيّن أن عمليات الصيانة الوقائية تنفّذ من خلال برنامج زمني يُنفّذ دوريّاً ، تتم أنشطة الصيانة الوقائية خلال توقّفات العمل ، مما يؤدي الى تأخير مواعيد الصيانة وبالتالي التأثير سلباً على وثوقية الآلات وارتفاع نسبة الأعطال المفاجئة. كما أنّ برناج الصيانة الوقائية لا يأخذ بالاعتبار سجل الأعطال السابق لكل آلة مما يؤدي إلى تكرار التوقفات المفاجئة وبالتالي إجراء الصيانة التصحيحية. أضافت المقابلة أيضاً تقديم بيانات آلة القص بالبلازما ، والتي تتوقف بشكل متكرر مما يُشكّل نقطة ضعف للعملية التصنيعية ، وبمراجعة التقارير تبيّن أنّ منظم الضغط للآلة يتعطل بشكل متكرر ولا يخضع للفحص إلا كل ستة أشهر ما سبب ارتفاع معدل توقفه بشكل كبير. ويوضح الشكل 8 مؤشرات فعالية آلة القص بالبلازما.



الشكل 8 مؤشرات فعالية آلة القص بالبلازما

ومما سبق نرى أن الشركة كانت تعاني من مشاكل عديدة على مختلف المراحل الإنتاجية والتي تسبب أشكال متننوعة من الهدر الذي يجب إزالته ، حيث هذه المشاكل هي :

1. طول زمن العمل الكلي.
2. تأخير في مواعيد التسليم للمشاريع.
3. الحجم الزائد لمخزون القطع قيد التشغيل WIP.
4. طول زمن تخزين القطع قيد التشغيل WIP.
5. نقص المساحات الفارغة في ارض المصنع.
6. ارتفاع الأزمنة الغير مضيفة للقيمة.
7. ارتفاع نسبة إصابة العمال.
8. ارتفاع نسبة العيوب في القطع المصنّعة.
9. تكرار حدوث العيوب في القطع المصنّعة.
10. عدم وجود معايير واضحة للعمل.
11. معدل دوران العمالة الكبير.
12. فترة تدريب العمال الجدد الطويلة.
13. انتشار الفوضى في محطات العمل.
14. ارتفاع معدل استهلاك المواد.
15. ارتفاع نسب الأعطال الطارئة للآلات.
16. غياب التواصل بين العمال والإدارة.
17. عدم إسهام العمال في تطوير العمل.
18. غياب برامج التدريب الفعالة.
19. توقف العمل لغياب العامل أو المشغّل.
20. توقف العمل لعدم توفّر أحد المواد.

7A. استعراض تطبيق تقنيات التصنيع الرشيق :

1.7A. الصيانة المنتجة الشاملة TPM :

تُعْتبر الصيانة المُنتِجَة الشَّاملة من التقنيات المُعقَّدة والتي تحتاج لمدة زمنية طويلة لتطبيقها بشكل كامل وملاحظة نتائجها، لِذَا استطعنا خلال مدة الدراسة تطبيق عدد من أدوات هذه التقنية مثل إشراك مُشَغلي الآلات وعُمَّال الإنتاج بعمليات الصيانة الأساسية البسيطة كالفحص اليومي للآلات بالإضافة إلى تكليفهم بعمليات تغيير إعدادات الآلات وتبديل أدوات القص والقطع، وتغيير القوالب، بالإضافة إلى تكليفهم بمُهمة تنظيف وتزييت الآلات بشكل يومي.

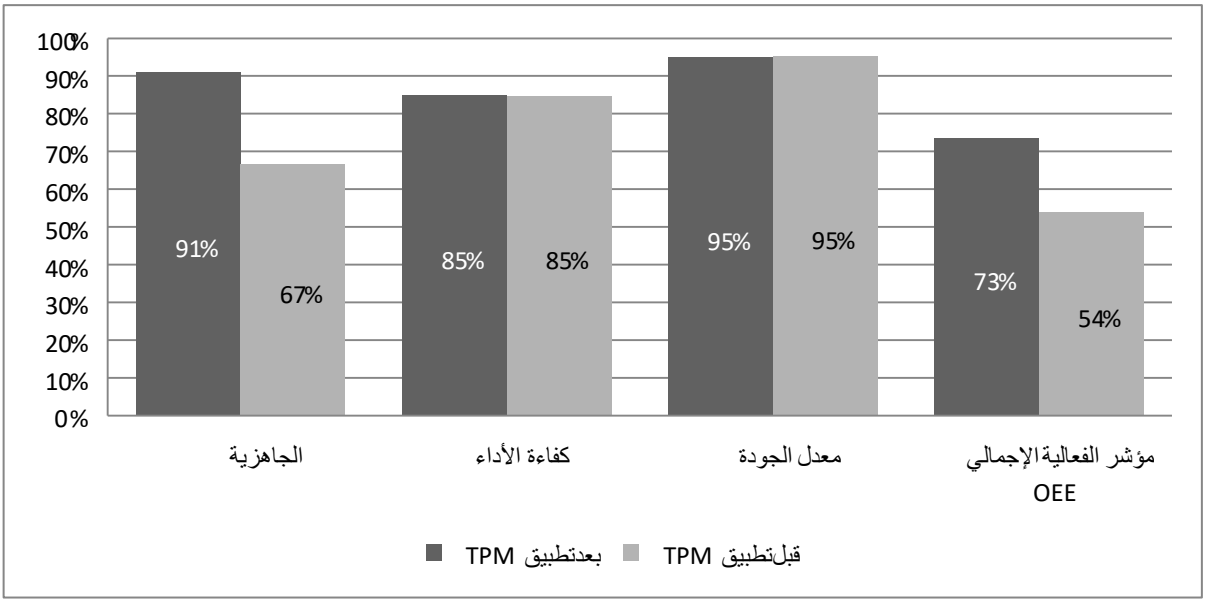
وُجِدَ من خلال مراجعة بيانات قسم الإنتاج أن مجموع أزمنة تَوقُّفات العمل الناتجة عن انتظار قدوم فنيي الصيانة لتنفيذ مهام الصيانة البسيطة لشهر أيلول من عام 2014 كانت 13.5ساعة، ولكن بعد تطبيق هذه التقنية واجراء مراجعة لبيانات قسم الإنتاج وتنفيذ المراقبة المباشرة لُوحِظ انخفاض في مجموع أزمنة تَوَقُّفات العمل لشهر حزيران من عام 2015 الى 3.3 ساعة ، وذلك بسبب إسناد هذه المهام إلى العُمَّال والمُشَغلين ، بينما يقتصر دور قسم الصيانة إلى إجراء عمليات الصيانة التصحيحية والوقائية، وبالتالي فإن تطبيق هذه التقنية حَرَّر حوالي نصف جدول العمل اليومي لِعُمَّال وفنيي الصيانة.

وقد خُصصَ هذا الزمن المُتَوَفر لإجراء عمليات الصيانة الوقائية ومراجعة سجل الأعطال للآلات بحثاً عن مؤشرات ودلائل لأعطال مُحْتَمَلة وتنفيذ برامج التدريب اللازمة لرفع مستوى عُمَّال وفنيي الصيانة، وقد أُجْرِيَت عملية تحديد لمسؤوليات كُل مِن قسْمَي الإنتاج والصيانة في تنفيذ مهام الصيانة من خلال الجدول 6

مسؤوليات عمال ومشغّلي الآلات (قسم الإنتاج)	مسؤوليات عمال وفنّيي الصيانة (قسم الصيانة)
• المحافظة على وضع الآلة لتجنّب الأعطال	• تحليل بيانات الأعطال والأداء وتنفيذ مهام الصيانة بناءاً عليها.
• مراقبة فعالية الآلة	• معالجة نقاط ضعف الآلات وإزالتها.
• الفحص اليومي المنتظم لاكتشاف المشاكل	• تخطيط وتنفيذ مهام الصيانة الوقائية
• تنفيذ مهام الصيانة الأساسية البسيطة	• تنفيذ مهام الصيانة الكبيرة والمعقّدة

الجدول 6 مسؤوليات قسمي الإنتاج والصيانة بخصوص مهام الصيانة

أَدَّى تطبيق تقنية الصيانة المُنْتِجَة الشَّامِلَة إلى اعتماد بيانات أنشطة الصيانة الوقائية والتصحيحية وسِجِل الأعطال الخاص بكل آلة كمعيار لتحديد أنشطة الصيانة اللازمة ومعدل تكرار تنفيذها، وبالعودة إلى آلة القص بالبلازما التي استعرضنا مُشْكِلَتُها وتَبَيَّن أن ضعف مؤشر فعاليتها الإجمالي يعود إلى ضعف بِمُؤشر الجاهزية، وعليه فقد عُولِجَت هذه المشكلة من خلال إدراج مهمة فحص مُنظم الضغط ضمن خِطَط الصيانة المعتمدة على مراقبة الحالة Condition Based Maintenance - CBM ، وتركيب مقياس ضغط على خط التغذية لمراقبة قيم الضغط بصورة مستمرة، وإسناد مهمة الفحص اليومي لمشغل الآلة مما ساهم في تحسين مؤشر الفعالية الإجمالي للآلة بمقدار 19 %، وقد عُرِضَت بيانياً مقارنة بين مُؤشرات الفعالية الإجمالية للآلة قبل وبعد تطبيق تقنية الصيانة المنتجة الشاملة من خلال الشكل 9



الشكل 9 مقارنة بين مؤشرات فعالية آلة القص بالبلازما قبل وبعد تطبيق تقنية TPM

2.7A. التحسين المستمر Kaizen :

إنّ معظم الشركات تتطلع نحو التحسين والتطوير في منتجاتها و أعمالها. وفي الشركة المدروسة تم اختيار ثلاثة أنشطة من أنشطة كايزن وتطبيقها ، وفيما يلي ما تم تطبيقه :

1) ورشات عمل كايزن Kaizen Workshops :

كبداية لهذه الخطوة ، يجب على من سيتسلّم إدارة ورشات العمل أن يكون لديه المعرفة الأساسية والخبرة في ورش عمل كايزن والتفكير الخالي من الهدر ، كما يؤمن حقًا بنجاح ورشة العمل الخاصة به. وأن يدرك أنّ الموظفين المشاركين في العملية لا يفهمون العملية تمامًا ، وبالتالي بحاجة للتواصل الجيد والعملية السلسة ، والإشراف على الأداء وصنع القرارات.

وفي هذا السياق تم إسناد ، وفي الشركة المدروسة تم اختيار مدراء ومشرفي الأقسام للقيام بهذه المهام. وبعد تحديد المشرفين والمشاركين ، يتم تحديد مواعيد عقد الورشات ، وتم الاتفاق على أن تُعقد في أول أسبوع من كل شهر ولمدة خمسة أيام. وتم تنفيذ حلقة ديمينغ PDCA خلال الورشة كالتالي :

I. تحديد الأماكن الواجب البحث في تطويرها و جمع البيانات اللازمة من خلال المراقبة المباشرة للعمليات أو من قواعد البيانات المُتَوفرة.

II. تقديم المقترحات ثم مناقشتها من قبل أعضاء الورشة و وضع خطة التَّنفيذ.

III. مراجعة ما تَّم تنفيذه.

IV. اصدار القرارات بِناءاً على النتائج المُحَقَّقة.

ومن أحد العوامل الهامة هو نجاح الروشة الأولى في تطبيق تقنية التطوير ، حتى يتم كسب الثقة من قبل المعنيين في الشركة ، وضمان استمرار ورشات العمل وعمليات التحسين.

وخلال مدة الدراسة عُقِدت ستة ورشات عمل ، تم فيها عرض مشاكل الشركة إضافة لجلسات العصف الذهني ، لاستخلاص الأفكار والمقترحات لحل هذه المشاكل ، بما يهدف للتخلص من الهدر ورفع الكفاءة . ولاقت هذه الورشات نجاح في التحسين وإقناع المدراء والمشرفين في تقنيات التصنيع الرشيق.

أحد الأمور التي تمت مناقشتها هي مشكلة سياسة التوريد في الشركة وتم تطويرها من خلال الاستفادة من مبدأ التكامل مع المورد ، والقائم على تحقيق الفهم المشترك لطبيعة العلاقة بينهم ، ثم الإنتقال إلى تأسيس قواعد مشتركة، يليها وضع أنظمة ضبط موحدة للمنتجات، وأخيراً عقد اللقاءات بهدف تحقيق التوافق بين صناع القرار، والمشاركة بالمعلومات الخاصة بالمنتج بهدف تحقيق أنشطة تطويرية تساهم في رفع مستوى المنتج .

2) حلقات الجودة Quality Circles :

ثاني نشاط من أنشة كايزن والتي تم تطبيقها في الشركة المدروسة ، حلقات الجودة المخصصة لكل مرحلة من مراحل الإنتاج. تتألف الحلقة من أربعة أعضاء على الأقل ، وغالبا هم مشرف الإنتاج ، قائد الفريق ، مفتش الجودة ، العمال او المشغّلين وممكن مدراء الأقسام او موظف من قسم الصيانة في حال وجود ضرورة لذلك. حيث أنّه في حال ظهور مشكلة ما ، تنطلق حلقة الجودة المسؤولة عنها ، ويقوم أعضاء الفريق بالتشاور في المشكلة القائمة وفق الآلية التالية :

I. تحديد المشكلة
II. تحليل المشكلة لمعرفة السبب الجذري
III. اقتراح الحلول الممكنة
IV. اختيار الحل المناسب ووضع خطة التنفيذ
V. تطبيق الحل المقترح
VI. تقييم الحل

في الشركة المدروسة خضع أعضاء حلقات الجودة للتدريب على أدوات تحليل المشاكل : مثل أداة اسأل لماذا خمس مرات 5 Whys ، مخطط السبب و الأثر Cause & Effect Diagram ، إضافة لمهارات تحليل البيانات باستخدام مخطط باريتو Pareto Chart ، مخطط الاعمدة Histogram.

وكان لهذه الحلقات دور في خفض نسب تكرار العيوب ضمن مراحل الإنتاج المختلفة ، مثل مشكلة ظهور عيوب المسامية في وصلة اللحام ، وتم استخدام 5 Whys . يبين الشكل 10 كيف تم استخدام طريقة ال 5 Whys مما ساعد على خفض العيوب من 13 عيب في شهر آب 2014 الي عيب واحد في شهر حزيران 2015 أي بنسبة تخفيض 92%.

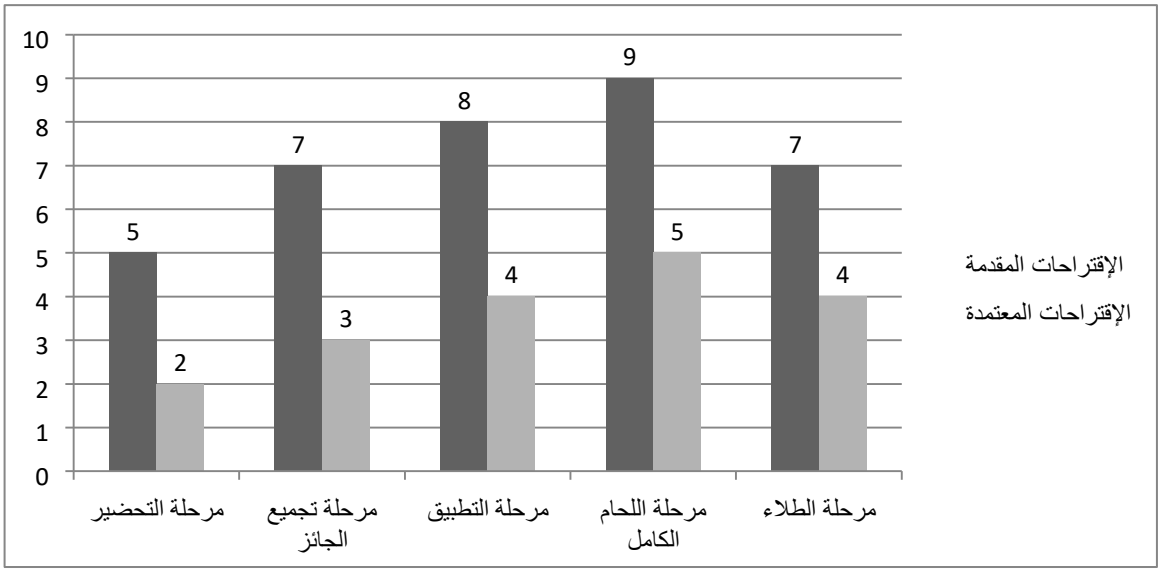
الدرجة	المشكلة	السبب	الإجراء المُتَّخَذ
1	لماذا تشكلت المساميّة في وصلات اللّحام؟	بسبب وجود غاز ثاني أكسيد الكربون وبُخار الماء ضمن منطقة اللّحام	إصلاح عيوب اللّحام
2	لماذا تَشَكَّل غاز ثاني أكسيد الكربون وبُخار الماء؟	بسبب وجود رطوبة في مُساعِدات الصَّهر Flux	تجفيف مُساعِدات الصَّهر
3	لماذا يوجد رطوبة في مُساعِدات الصَّهر؟	بسبب عدم تسخين مُساعِدات الصَّهر لدرجة الحرارة المطلوبة قبل إجراء عملية اللّحام	تنبيه العُمَّال لضرورة تسخين مُساعِدات الصَّهر والوصول لدرجة المطلوبة
4	لماذا لم تتم عملية التَّسخين لدرجة الحرارة المطلوبة؟	بسبب ذوبان الخرطوم أثناء مرور مُساعِدات الصَّهر الساخنة	استبدال الخرطوم بآخر يتحمل درجات حرارة عالية
5	لماذا استُخْدِم خرطوم قابل للذوبان ولا يتحمل درجة حرارة عالية؟	بسبب عدم ذكر درجة الحرارة العُظمى الواجب أن يتحملها الخرطوم ضمن طلب الشراء	إدراج نوع الخرطوم ودرجة الحرارة العُظمى الواجب أن يتحملها ضمن طلب الشراء

الشكل 10 مثال على استخدام طريقة اسأل لماذا خمس مرات

3) نظام الاقتراحات Suggestions System :

والذي يقوم على السماح لكافة العمال والموظفين بمختلف اختصاصاتهم بتسجيل اقتراحاتهم لتطوير أنشطة العمل ضمن الشركة وتقديمها للشخص المسؤول ، بعدها تتم دراسة وتقييم الاقتراحات المقدمة ومناقشة قابلية تطبيقها. وبالتالي امل يتم اعتماد الاقتراح ووضع خطة لتنفيذه او رفض الاقتراح.

وفي الشركة المدروسة تم اختيار عدد من الاقتراحات المقدمة من العمال ، ما شجعهم على التعمق في التفكير وإيجاد حلول للمشاكل الموجودة و تطوير عملياتهم من حيث الكمية والزمن والجودة. مما كان له دور في تقوية حس انتماء العمال للشركة. ويتبين ذلك في الشكل 11



الشكل 11 عدد الاقتراحات القدمة والمعتمدة ضمن مراحل الإنتاج المختلفة لعام 2014م

3.7A. العمل الموحد SW:

يتم في هذه التقنية تنظيم وإعداد وثائق العمل. حيث تم في الدراسة العملية على الشركة المدروسة إعداد وثائق تُحدّد إجراءات العمل المعيارية تحت اسم "تعليمات العمل Work Instructions" ، حيث تكتب بخطوات متسلسلة وترفق بصور وجداول لإظهار تسلسل العمل ومن الشخص المسؤول عن تنفيذ كل خطوة والأدوات اللازمة للتنفيذ ، إضافة لتوضيح حدود الآلات المستخدمة بكل مرحلة ، وأماكن تخزين المنتجات قيد التشغيل و أزمنة التخزين ، ولكن لم يتم تضمين ازمنة العمليات التصنيعية نظراً لاختلاف تصميم القطع المنتَجة . مع ذلك حددت الوثائق خطوات العمل بدقة مما انعكس على جودة المنتج وعلى ازمنة الإصلاح. ما ساعد بنجاح هذه الخطوة هو حصول الشركة على شهادة ISO 9001 ، حيث يوجد ضمن الشركة أساس لعمليات إعداد الوثائق والسجلات.

ومن خلال المقابلة مع مدير الإنتاج تبين أن وثائق العمل المعياري ساهمت بشكل كبير في نجاح تطبيق تقنية فرق العمل متعددة الوظائف ، والقائمة على مبدأ "اختلاف العامل الذي يقوم بتنفيذ العملية يجب ألَّا يؤدي إلى اختلاف النتائج أي اختلاف خطوات تنفيذ العملية ونوعية المُنتَج وجودته" ، وهذا كان احد المشاكل التي تعاني منها الشركة بسبب معدل الدوران الكبير للعمالة. غير أنّ الدور الأساسي لهذه التقنية كان في تخفيض الزمن الفعلي لتدريب العمال الجُدُد من حوالي 25 يوم الى 7 أيام وسطياً ، لوجود مرجِع واضح يمكّن مشرف الإنتاج وقائد الفريق من استخدامه في برامج التدريب ويقدم للعاملين المعلومات اللازمة والواضحة. كما أن مدخلات هذه الوثائق تكون من كافة أنشطة كايزن المطبقة بالشركة ، و يتم تعديلها مباشرة من قبل مدراء الأقسام والمشرفين ، وتصدر النسخة الجديدة موضح فيها رقم وتاريخ التعديل ، بعدها يُعقد اجتماع مع العاملين والموظفين لشرح التعديلات الحاصلة لضمان سير العمل بالطريقة الصحيحة . ويجب أن تخضع الوثيقة المعدلة لفترة تجريب يتم خلالها مراقبة العمل و ارسال الإشارات لنشاط كايزن الذي تم التعديل على أساسه لمناقشتها وتقييمها.

إضافة لإنشاء وثائق معايير العمل ، تم وضع نوعين من الوثائق المعيارية في قسم الجودة ، وهما تقرير الفحص "Inspection Report" و خطة التفتيش والفحص "Inspection and Test Plan" .

بالنسبة لتقرير الفحص فهو وثيقة هامة لتوثيق نتائج الفحص وتقييمها وتحليلها والاستفادة منها في أنشطة التطوير المستمر ، وتشمل كافة الأخطاء والعيوب التي يمكن أن تظهر في كافة مراحل العمل. أما خطة التفتيش والفحص فهي تحدد خصائص عملية الفحص ، وماهي مسؤولية كل من قسم الإنتاج والجودة ، والنسبة الدنيا من القطع الواجب فحصها.

وثائق الجودة هذه ساهمت في رفع كفاءة عمليات ضبط الجودة والتقليل من احتمالية ارتكاب الأخطاء اثناء عملية التفتيش ، حيث لم تتلقى الشركة أي شكوى من الزبائن على وجود أخطاء او صعوبات في التركيب خلال الفترة الممتدة من منتصف عام 2014 م حتى منتصف عام 2015 م. إضافة لمساهمتها في تخفيض فترة التدريب لاعتماد مفتش جديد ، وتحويل المفتشين الموجودين في مرحلة معينة الى مفتشين قادرين على العمل في كافة المراحل. وفي هذا السياق تم اجراء عدة دورات وبرامج تدريبية للمفتشين في الشركة وبمختلف الاختصاصات والمراحل ، بهدف زيادة المهارات وتحقيق كفاءة العمل المطلوبة والقضاء على الهدر والنفايات.

4.7A. الإنتاج في الوقت المناسب JIT :

في الشركات التي تقوم على التصنيع بناءاً على طلب الزبائن Make To Order وبنظام الإنتاج على دفعات ، مثل الشركة المدروسة ، يكون هناك صعوبة في تطبيق هذه التقنية بشكل كامل وعلى كافة المراحل. إلّا أنّ طبيعة الإنتاج ضمن مصنع الشركة القائم على طلب الزبون ، فإنّ عملية الإنتاج ترتبط بشكل مباشر مع الطلب ، وهو محور تقنية الإنتاج في الوقت المناسب ، وبالتالي فإنّ هذه التقنية مطبقة على المستوى الشمولي لسلسلة التوريد التي تضم المصنع والزبون.
وسيتم استعراض تطبيق التقنية على المراحل الخمسة لقسم الإنتاج كما يلي :
1- ربط مرحلة التحضير مع مرحلتي تطبيق وتجميع الجائز:

طبقت هذه التقنية في البداية على مرحلة التحضير المتخصصة بإنتاج مكونات الجائز المعدني ، والتي تتميز بالتنوع الكبير لمنتجاتها ، حيث على سبيل المثال مبنى معدني ذو وزن يقارب 45 طن يحتوي على 40 عنصر مختلف من حيث الابعاد والسماكات. لذا كان ربط مرحلة التحضير مع مرحلة التطبيق او التجميع بنظام السحب غير ناجح ؛ بسبب الحجم والتنوع الكبيرين للمخزون والذي تنتفي معه الجدوى من النظام والذي يهدف لتقليل حجم المخزون وتوفير مساحات فارغة في ارض المصنع. لا سيما ، عدم قدرة تلبية هذه المرحلة لتنوع الطلب الكبير للمراحل اللاحقة في الوقت المناسب ، بسبب طول ازمنة هذه المرحلة وازمنة المناولة والنقل نظراً لكبر حجم وتنوع المواد اللازمة وحاجتها لاماكن تخزين. وفيما يلي بالجدول 7 النتائج التي جمعت من تطبيق هذه التقنية والتي لم تظهرتحسن في متوسط زمن التخزين والمساحة الفارغة.

	قبل تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام الدفع)	بعد تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام السحب)	المردود
متوسط زمن التخزين	45 ساعة	44 ساعة	% 2
المساحات الفارغة	%48	%45	% 6-

الجدول 7 مقارنة بين نظامي الدفع والسحب ضمن مرحلة التحضير

2- ربط مرحلة تجميع الجائز مع مرحلة التطبيق :

إنّ النظام المناسب لربط هاتين المرحلتين هو نظام السحب المتسلسل ، وبحجم مخزون لا يتجاوز 6 جوائز يسمح بتأمين إمداد مرحلة التطبيق على كامل زمن الوردية، حيث بعد وصول قائمة الإنتاج اليومية إلى مرحلة تجميع الجائز، يقوم قائد الفريق بِجَمْع المكونات المطلوبة من مخزن مرحلة التحضير ثم تبدأ عمليات تجميع الجوائز بحسب تسلسل الإنتاج الوارد في القوائم، وحالما تنتهي عملية تجميع كل جائز يتم إرساله إلى منصة التخزين المتوضعة قبل مرحلة التطبيق، والتي تستوعب ستة جوائز، وفق مبدأ "الداخل أولاً يخرج أولا FIFO "، وعند سحب جائز من منصة التجميع يتم تعويض الجائز المسحوب من مرحلة التجميع. وبالتالي أصبحت مرحلة تجميع الجائز هي الضابطة لإيقاع العمل Pacemaker Process .

ومن خلال المراقبة وُجِدَ أنّ مشكلة حجم التخزين الكبير ، وارتفاع مدة التخزين ، وحجم المخزون وقلة المساحات الفارغة ، التي كانت تعاني منها الشركة مع نظام الدفع المُتّبع ، و ما رافقه من ازدياد إصابات العمال نتيجة اصطدامهم بالقطع المعدنية المُوزَّعة على أرض المَصْنع. تم تلافيها في ظل هذه التقنية.
ويبين الجدول 8 المقارنة بين نظامي الدفع والسحب من حيث متوسط زمن التخزين والمسحات الفارغة وإصابات العمل، موضحاً مساهمة نظام السحب في تحسينها.

	قبل تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام الدفع)	بعد تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام السحب)	المردود
متوسط زمن التخزين	48 ساعة	3 ساعة	% 94
المساحات الفارغة	% 41	% 75	% 83
إصابات العمل	4 إصابات/الأسبوع	1 إصابة/الأسبوع	% 75

الجدول 8 مقارنة بين نظامي الدفع والسحب ضمن مرحلة تجميع الجائز

3- ربط مرحلة التطبيق مع مرحلة اللحام الكامل :

بعد اعتماد مرحلة تجميع الجائز كضابطة لإيقاع العمل يجب أن يتم اعتماد نظام السحب المتسلسل في المرحلة التي تليها ، وهي مرحلة التطبيق ، التي تتميز منتجاتها بالتنوع الكبير والكمية القليلة ، وزمن دورتها المتغير باختلاف الجائز من حيث مكوناته وتصميمه. حيث يمتلك نظام السحب المتسلسل

مخزون يكفي لجائزين عند كل منصة عمل بين مرحلتي التطبيق واللحام الكامل. ما يسمح بتقليل المخزون و يحمي مرحلة اللحام الكامل من التوقف بسبب نقص الإمداد عند اختلاف أزمنة العمل الكلية، كما يُساعد على ضبط وتنظيم مكان العمل. ويوضح الجدول 9 البيانات المأخوذة عن زمن التخزين والمساحات الفارغة قبل وبعد تطبيق نظام السحب في مرحلة التطبيق ، والتي تم جمعها من خلال المراقبة المباشرة.

	قبل تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام الدفع)	بعد تطبيق الإنتاج في الوقت المناسب (نظام السحب)	المردود
متوسط زمن التخزين	4 ساعات	ساعتين	% 50
المساحات الفارغة	% 33	% 60	% 82

الجدول 9 لمقارنة بين نظامي الدفع والسحب في مرحلة التطبيق

4- ربط مرحلة اللحام الكامل مع مرحلة الطلاء :

إنّ زمن العمل الكلّي في مرحلة اللحام الكامل يتراوح بين 20 و 83 دقيقة ، وزمن تحضير السطح هو 50 ثانية لكل متر طولي من الجائز ، وتتطلب عملية الطلاء أن يتم تنفيذها على دفعة من الجوائز بحيث تكون كمية الطلاء المستخدمة في كل دفعة من مضاعفات ال 20 ليتر ، حتى لا يتعرض الطلاء المتبقى لليوم التالي للتلف ، وبالتالي يكون هدراً لا يُسمَح به نظراً لكلفة الطلاء العالية. نجد مما سبق أنّ ربط مرحلة اللحام الكامل مع مرحلة الطلاء من خلال نظام سحب يعتمد على التعويض الفوري لما يتم سحبه من قبل مرحلة الطلاء هو أمر غير مجدي ، وإنّما يجب أن يكون زمن التخزين مساوياً ل 24 ساعة لضمان بدء عملية الطلاء منذ بداية الوردية وأن يستهلك الطلاء من مضاعفات 20 ليتر.

5.7A. تنظيم مكان العمل '5S :

تُعتبر هذه التقنية من أكثر تقنيات التصنيع الرشيق نجاحاً من حيث قابلية التطبيق ضمن كافة أنماط الإنتاج والتي من ضمنها الإنتاج وفق دفعات، وقد طُبقَت هذه التقنية على كافة مراحل الإنتاج في الشركة المدروسة وفق الخطوات التالية:

1. تم تشكيل لِجان مُؤلَّفة من ثلاثة أعضاء هم قائد الفريق، مفتش الجودة، مشرف الصيانة. مسؤوليتها تصنيف الأدوات والمعدات والمُستَهلكات الموجودة في مراحل الإنتاج المُختلِفة حسب الأهمية. وبالتالي تحديد الأشياء التي تلزَم العمال والمشغّلين للعمل وتحديد أماكن تخزينها، وإبعاد كافة الأشياء الزائدة والغير ضرورية والتي قد تُعيق سير العمل. وفي حال عدم قدرة الفريق على اتخاذ القرار بالنسبة لأحد هذه الأشياء يتم إصدار وثيقة "البطاقة الحمراء Red Tag" ، وارسالها إلى مشرفي الإنتاج والجودة والصيانة للإجابة على ثلاثة أسئلة ، وهي هل نحن بحاجة لهذه الأداة ،هل نحن بحاجة هذه الكمية ، هل نحن بحاجتها في هذا المكان ، ومن خلال الإجابة على هذه الأسئلة تُقَرر اللجنة ما ستقوم به. ويوضح الجدول 10 مصفوفة الأهمية لموجودات مكان العمل.

الأهمية	تكرار الإستخدام	مكان التوضع
منخفضة	لم يتم استخدامها	إزالتها من مكان العمل
	مرة في السنة تقريباً	التخزين بعيداً عن مكان العمل
متوسطة	مرة في الشهر	تخزينها معاً في مكان قريب من مكان العمل
	مرة في الأسبوع	
مرتفعة	مرة يومياً على الأقل	تخزينها في مكان العمل تماماً

الجدول 10 مصفوفة الأهمية لموجودات العمل

2. بعد تصنيف اللجان لموجودات مكان العمل ، تقوم بتحديد المُستَهلَكات اليومية اللازمة لكل منصة او محطة عمل.

3. تحديد الوسيلة المناسبة لتخزين المعِدَّات والأدوات و المُسْتَهلَكات اللازمة لإنجاز العمل اليومي ، وعليه فقد تم وضع خِزانة بالقُرب من مكاف وجود العامل في كل محطة عمل ، لتجنب الهدر الناجم عن الحركة والنقل الزائد، و تُوضَع فيها كافة الأدوات والمُعِدَّات والمُسْتَهْلَكَات ذات الأهمية المرتفعة وبالكمية التي حُدِّدَت في الخطوة السابقة، ويُشْتَرَط بالخِزانَة أن تكوف محتوياتها مَرْئِيَّة للجميع وبالتالي فإنّ أي شخص قادر على تحديد كمية المُسْتَهلَكات المُتبقية وهو ما يُسَاهم في تَجَنب التَوقُّفات المُفَاجِئة الناتجة عن نفاذ المُسْتَهْلَكات من محطات العمل.

4. تأمين كافة الأدوات والمواد اللازمة لتنظيف أماكن العمل من قِبَل العمال والمشغّلين بشكل يومي عند نهاية الوردية. اعْتُبِرَت عملية التنظيف إحدى أدوات التفتيش او الفحص اليومي على كافة الآلات ضمن أماكن العمل بحثاً عن أية دلائل على عطل محتمل ، وقد وضِعَت الأولوية في تنفيذ هذه الخطوة إلى السلامة والأمن الصناعي والجودة أكثر من الجمالية.

5. إعداد وثائق معيارية تحدد أسماء أعضاء اللجان المسؤولة عن تنفيذ الخطوات السابقة، وتاريخ تنفيذ برنامج 5S’ ، أووقات عمل هذه اللجان، وتحديد المهام الملقاة على عاتق كل لجنة بدءاً من التصنيف وتحديد الكميات والاشراف على تنظيف أرض المصنع وصولاً إلى الاشراف على عملية التنظيف اليومي، وتترافق هذه الخطوة مع شرح لهذه الوثائق لضمان استيعاب كافة الأعضاء لمسؤولياتهم ومهامهم.

6. إجراء عمليات تفتيش شهرية للتأكد من التزام العمال والمُشغّلين بتنفيذ هذه التقنية، وتوثيق عملية التفتيش ضمن تقارير تُوضّح المُشاهدات والمُلاحظات التي ضُبِطت من قبل اللجان ، ومَن القسم المسؤول عنها ، وما الإجراء المُتَّخَذ للمعالجة. ساهمت عمليات التفتيش هذه في ضمان الالتزام بتنفيذ التقنية وفي تقييم التزام العمال.

تبين من خلال عمليات المراقبة المباشرة لمرحلتي التطبيق واللحام الكامل انخفاض في الزمن الغير مُضِيف للقيمة والناتج عن حركات العمال الغير ضرورية ضمن زمن العمل ، وذلك في أثناء بحثهم عن المعدات والأدوات ومُستَهلَكات الإنتاج ، مما انعكس بشكل مباشر على زمن التَّصنيع الكلي ، وقد

أُجْرِيَت الدراسة الزمنية بعد تطبيق تقنية الخطوات التنظيمية الخمسة و وضِع الجدول 11 لمرحلة التطبيق والجدول 12 لمرحلة اللحام الكامل.

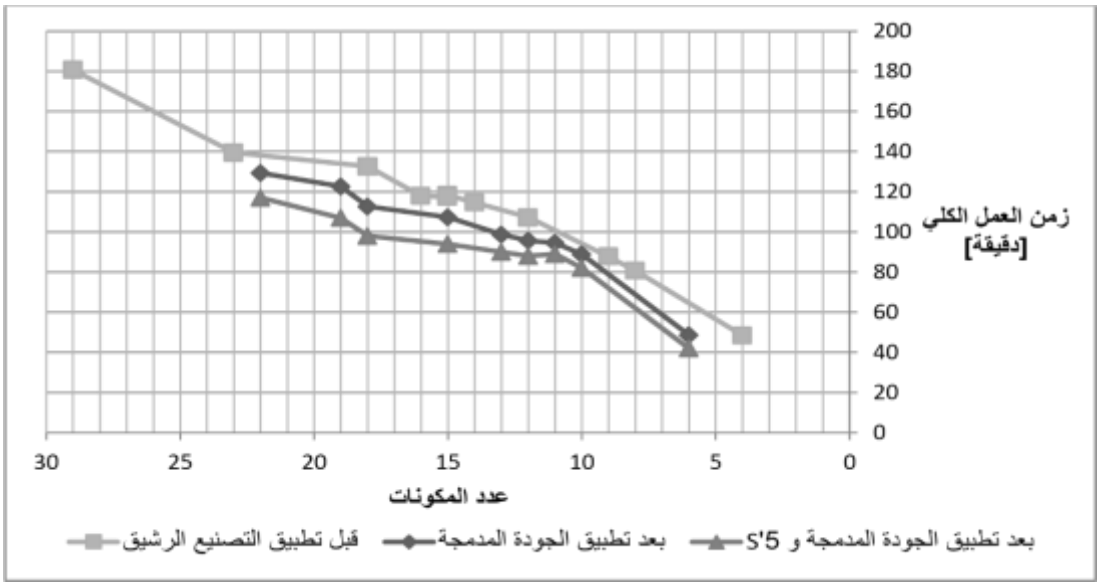
#	اسم الجائز	عدد المكونات	زمن التصنيع والتفتيش A / الزمن الغير مضيف للقيمة B]دقيقة[														زمن العمل الكلي	نسبة B/A]%[
			#1		#2		#3		#4		#5		#6		Avg.			
1	RF2-3	6	36	5	35	6	34	7	38	4	41	5	38	5	37		42	14
2	RF1-11	10	79	6	76	5	75	4	75	6	76	6	73	7	75	6	82	7
3	RF1-4	11	81	7	73	7	76	7	88	6	86	6	89	7	82	7	89	8
4	RF2-1	12	80	7	81	6	83	6	76	8	83	8	80	7	81	7	88	9
5	RF2-2	13	83	6	84	8	78	7	85	7	86	7	82	7	83	7	90	8
6	RF1-7	15	91	7	82	6	88	6	96	5	87	5	84	7	88	6	94	7
7	RF1-6	18	91	7	87	5	96	8	89	5	93	5	95	6	92	6	98	7
8	RF1-10	19	99	8	96	8	105	7	95	7	96	9	100	8	99	8	107	8
9	RF1-1	22	109	11	112	10	107	8	115	8	102	9	105	9	108	9	117	8

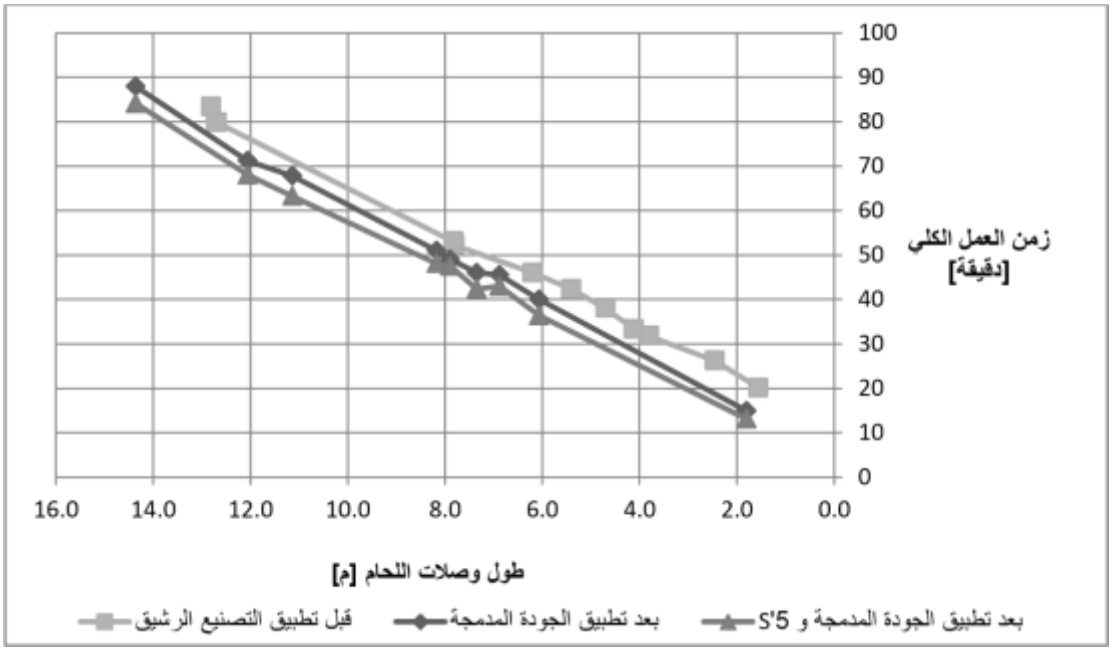
الجدول 11 البيانات الزمنية لمرحلة التطبيق بعد تطبيق ’5S

#	اسم الجائز	طول وصلات اللحام]م[	زمن التصنيع والتفتيش / الزمن الغير مضيف لمقيمة]دقيقة[														زمن العمل الكلي	نسبة B/A]%[
			#1		#2		#3		#4		#5		#6		Avg.			
1	RF2-3	1.8	10	3	11	3	10	3	9	3	12	3	10	2	**10**	**3**	**13**	**28**
2	RF1-11	6.1	32	5	32	6	35	4	30	5	29	5	31	4	**32**	**5**	**37**	**15**
3	RF1-4	6.9	37	6	40	5	42	4	36	3	40	4	37	4	**39**	**4**	**43**	**11**
4	RF1-10	7.4	39	4	35	5	39	6	35	5	36	5	41	4	**38**	**5**	**43**	**13**
5	RF1-7	7.9	42	5	45	5	41	4	42	6	43	5	41	6	**42**	**5**	**47**	**12**
6	RF1-6	8.2	44	6	40	5	42	6	46	4	42	6	42	6	**43**	**6**	**49**	**13**
7	RF2-1	11.1	59	5	57	4	56	6	59	5	61	4	59	4	**59**	**5**	**64**	**8**
8	RF2-2	12.1	64	5	59	7	62	7	64	7	64	5	58	6	**62**	**6**	**68**	**10**
9	RF1-1	14.4	77	6	75	6	77	7	79	6	81	5	80	6	**78**	**6**	**84**	**8**

الجدول 12 البيانات الزمنية لمرحلة اللحام الكامل بعد تطبيق ’5S

أُعِدَّ في سياق الدراسة العملية المُخَطَّطين البيانيين المُوَضَّحين بالشكل 12 و 13 لإظهار مقدار التحسين الحاصل على زمن العمل الكلي في عمليتي التطبيق واللحام الكامل على الترتيب من خلال تطبيق تقنية الجودة المدمجة بشكل منفرد وتطبيق تقنيتي الجودة المدمجة والخطوات التنظيمية الخمسة



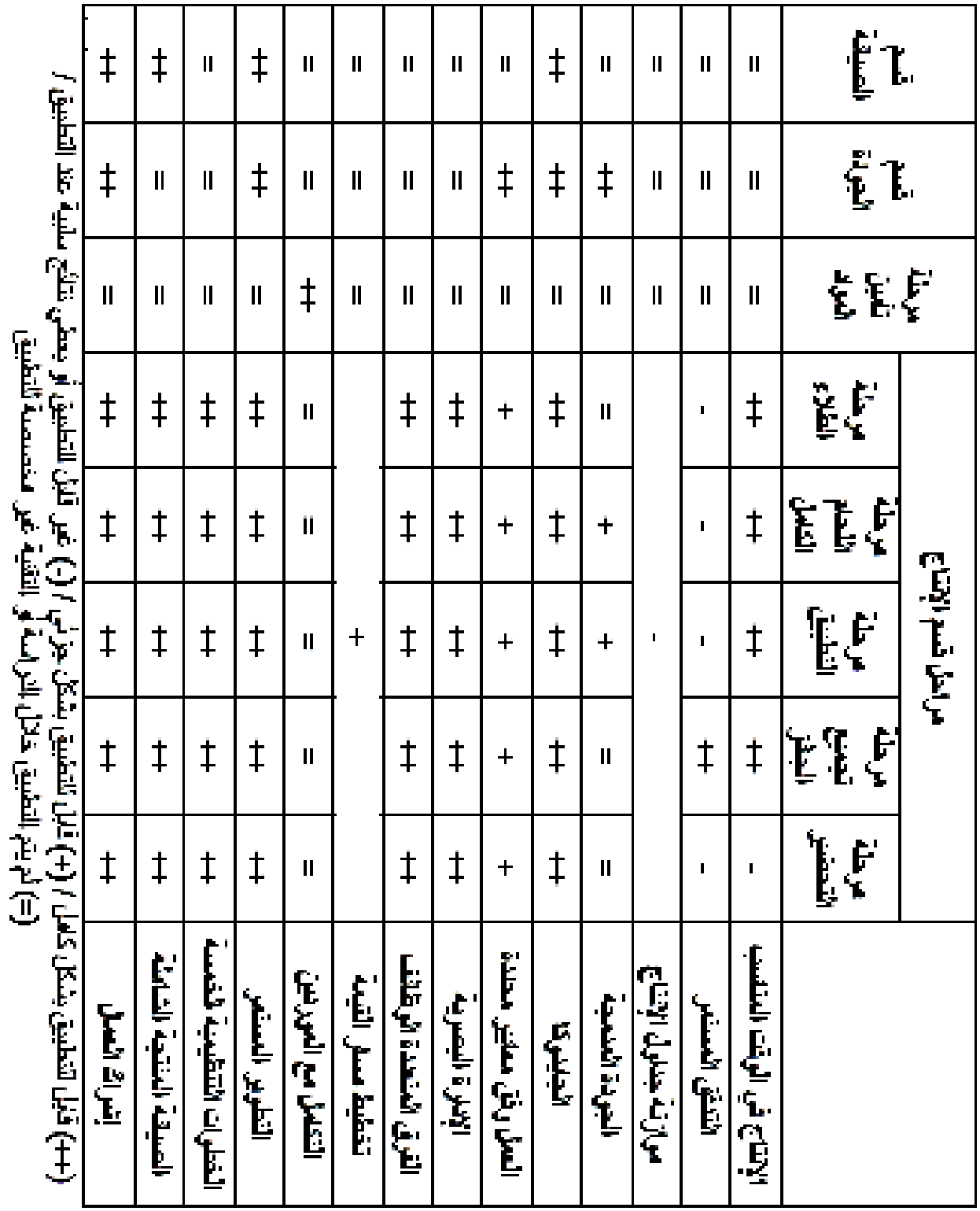


6.7A. إشراك العمال WI :

مما سبق نلاحظ أنّ معظم التقنيات تهدف لدمج العُمال في عمليات صنع القرار ، مما ساهم في تعزيز شعورهم بالإنتماء إلى الشركة، وقد بيّن مدير قسم الإنتاج في سياق ذلك أنّ عدد الشكاوي التي تلقَّاها من العُمَّال بعد تطبيق هذه التقنية انخفض بشكل كبيرة ، حيث أصبح العامل يشعر بقيمته ضمن العمل وأنّ أفكاره يتم الإصغاء لها و تُطبّق في حال كانت تُحَقق التطوير المطلوب، وهذا ما ساهم في تعزيز روح التَّنافُس فيما بينهم لتحقيق التَطور الوظيفي والمالي. ولكن ظَهرت بنفس الوقت جوانب سلبية لهذه

التقنية تمثَّلت بقيام عدد من العمال بإجراء تعديلات على طريقة العمل دون الرجوع إلى الإدارة لشعورهم بأنهم يقومون بالعمل الصائب ، ما أدى إلى ظهور الكثير من الأخطاء والإعاقات أثناء العمل.

وفي نهاية الدراسة تم وضع مصفوفة توضّح علاقة الربط ما بين تقنيات التَّصنيع الرشيق والمراحل الإنتاجية والأقسام المختلفة للشركة المدروسة من حيث قابلية التطبيق. كما هو موضح بالجدول 13



ونلاحظ أنّ المشاكل التي كانت تعاني منها الشركة وأشكال الهدر المختلفة الموجودة ، تم حل جزء منها من خلال تقنيات التصنيع الرشيق التي تطرقت إليها هذه الدراسة وهي جزء من التقنيات الي تم تطبيقها في الشركة ، وفيما يلي سيتم ربط كل تقنية وما المشاكل التي استطاعت التغلب عليها :

	TPM	Kaizen	SW	JIT	5S’	WI
طول زمن العمل الكلي					■	
تأخير في مواعيد التسليم للمشاريع	■			■	■	
الحجم الزائد لمخزون القطع قيد التشغيل				■		
طول زمن تخزين القطع قيد التشغيل				■		
نقص المساحات الفارغة في ارض المصنع				■		
ارتفاع الأزمنة الغير مضيفة للقيمة	■				■	
ارتفاع نسبة إصابة العمال				■		
ارتفاع نسبة العيوب في القطع المصنّعة		■	■			
تكرار حدوث العيوب في القطع المصنّعة		■	■			
عدم وجود معايير واضحة للعمل		■	■		■	
معدل دوران العمالة الكبير						
فترة تدريب العمال الجدد الطويلة			■			
انتشار الفوضى في محطات العمل					■	
ارتفاع معدل استهلاك المواد					■	
ارتفاع نسب الأعطال الطارئة للآلات	■					
غياب التواصل بين العمال والإدارة		■				
عدم إسهام العمال في تطوير العمل		■				■
غياب برامج التدريب الفعالة	■		■			
توقف العمل لغياب عامل أو مشغّل						
توقف العمل لعدم توافر أحد المواد					■	

الجدول 14 الربط بين المشكلة الحاصلة وتقنية الحل

8A. تحليل SWOT للشركة المدروسة :

بعد ما تم استعراضه من لمحة عن الشركة المدروسة ، والاقسام التي تضمها ، وعمليات التصنيع والإنتاج الموجودة فيها ، والمشاكل التي تعاني منها وكيف تم تلافيها ، وبعض تقنيات التصنيع الرشيق التي تم تطبيقها ومنها ماهو ناجح ومنها ما أدى الى فائدة جزئية ، قامت الباحثة فيما يلي بإجراء تحليل سوات لتوضيح نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات لدى الشركة :

نقاط القوة	نقاط الضعف
• تعدّد الأقسام الموجودة في الشركة.	• سياسة التوريد المُتّبَعة في الشركة.
• التميّز في مجال الصناعات المعدنية.	• ضعف التنظيم في الشركة.
• حجم الإنتاج السنوي العالي.	• عيوب في القطع المُنتَجة.
• ثقافة وسمعة الشركة.	• العمال غير المؤهلين للعمل بمواقع مختلفة.
• تنفيذ مشاريع في عدة دول.	• معدل دوران العمالة الكبير.
• اتباع منهجيات وتقنيات لحل المشكلات التي تطرأ خلال عملية الإنتاج.	
• اتباع تقنيات ومبادئ لتحسين الإنتاج.	
الفرص	**التهديدات**
• التوسع في المجال الهندسي والبناء.	• الشركات المنافسة.
• التوسع في مجال الصناعات المعدنية والإنتاج.	• شكاوى الزبائن حول عيوب الإنتاج.
• التوسع في السوق المحلية والإقليمية.	• الاقتصاد المحلي.
	• حالة التضخم المحلية.
	• وقف عمليات التصدير في السوق المحلية.

B. تجربة تطبيق تقنية البناء الخالي من الهدر على مشروع تشييد منشأة صناعية في مصر :

(Issa, 2013, Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time)

باعتبار زمن المشروع هو احد قيود المشروع الثلاثة والتي تتمثل بالمثلث الذهبي القائم على الزمن ، الكلفة و الجودة. فهو من اهم عوامل نجاح المشاريع وأكثر العوامل التي تتأثر بالمخاطر ، الحوادث ، وأشكال الهدر المختلفة التي تطرأ في المشروع ، وخاصة في مشاريع البناء. وغالباً ما يتم تجاوز الجدول الزمني في نهاية المشروع ، ولكن بعض المشاريع يكون فيها الزمن مُقيّد ولا يُمكِن تجاوزه ،مثل حالة المشروع الذي تطرّقت إليه الدراسة. وفي سياق ذلك اقتَرحت الدراسة وطَبقت تقنية جديدة لتقليل تأثير عوامل الخطر على وقت المشروع باستخدام مبادئ البناء الرشيق. فقد تم تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر في هذه الدراسة باستخدام تقنية نظام المخطط الأخير Last Planner System LPS من خلال تنفيذ مشروع صناعي في مصر. حيث تم تقييم تأثير استخدام الأداة الجديدة من خلال قياسين هما:

النسبة المئوية المتوقَّعة لتجاوز الوقت Percent Expected Time-overrun PET.

النسبة المئوية لاكتمال الخطة Percent Plan Completed PPC.

تم خلال الدراسة تحديد وتقييم عوامل الخطر الأكثر أهمية ، و تم قياس PET في بداية المشروع وأثناء تنفيذ المشروع باستخدام نموذج لتقدير تجاوز الوقت. أظهرت نتائج الدراسة أن إجمالي وقت المشروع انخفض بنسبة 15.57% نتيجة لانخفاض قيم PET ، إضافة لتحسن في قيم PPC. ويرجع ذلك إلى تقليل وتخفيف تأثير معظم عوامل الخطر في هذا المشروع بسبب تنفيذ تقنيات البناء الرشيق. وأثبتت النتائج أن النموذج الكمي مناسب لتقييم تأثير استخدام تقنيات البناء الهزيل. كما أظهرت النتائج أن متوسط قيمة PET بسبب العوامل المتأثرة بالتقنيات الخالية من الهدر يمثل 67% من قيم PET بسبب جميع عوامل الخطر المصغرة.

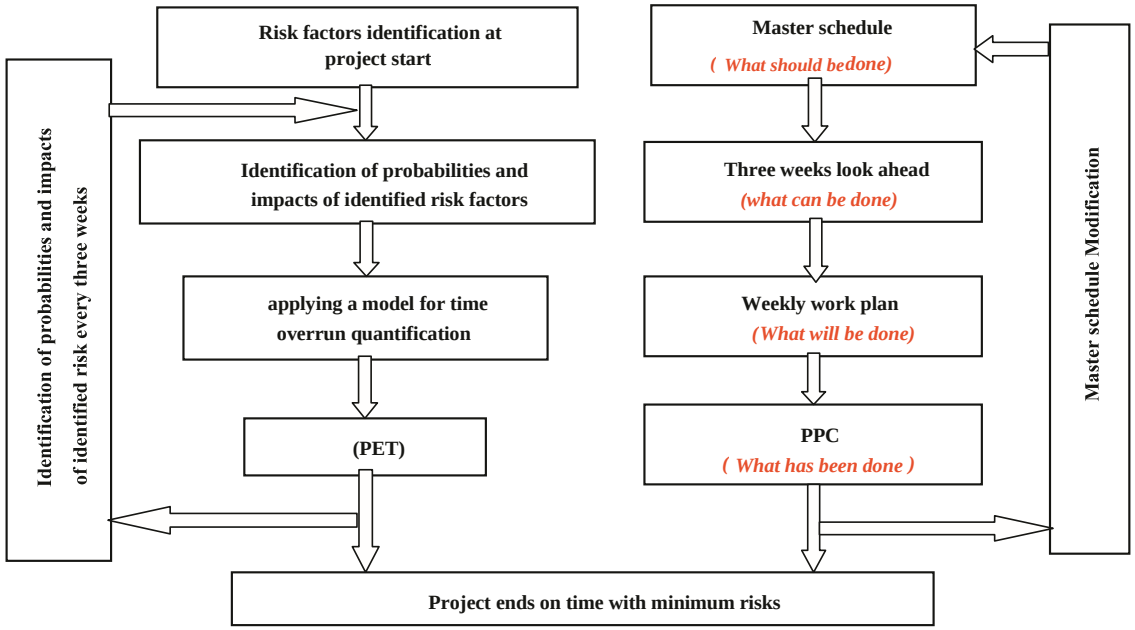
1B. منهجية البحث ودراسة الحالة :

يوضح الشكل 14 المنهجية التي تم اقتراحها في البحث واستخدامها أثناء تنفيذ مشروع دراسة الحالة وهي منهجية نظان المخطط الأخير LPS ، وذلك من خلال الخطوات التالية :

1. تحديد عوامل الخطر المرتبطة بالحالة وحساب احتمالات حدوثها وتأثيراتها في الوقت المحدد في بداية المشروع ، بالإضافة إلى تنفيذ الجدول الزمني الرئيسي Master Schedule للمشروع بما في ذلك جميع الأنشطة التي يجب إظهارها ؛ أي ما يجب القيام به (What should be done).
2. قياس PET بسبب تأثير عوامل الخطر على الوقت عند بدء المشروع ، باستخدام نموذج لتقدير تجاوز الوقت.
3. إجراء ثلاثة أسابيع من التطلع إلى الأمام Three weeks look-ahead لإظهار ما يمكن عمله (What can be done)، وخطة العمل الأسبوعية Weekly Work Plan WWP لإظهار ما سيتم عمله (What will be done).

4. تحديد التجاوز الزمني المتوقع بسبب تأثير عوامل الخطر على الوقت أثناء تنفيذ المشروع ، كل ثلاثة أسابيع ، باستخدام نفس النموذج المستخدم في الخطوة 2 .
5. تقييم الأعمال المنجزة بسبب ثلاثة أسابيع من التطلع الى الأمام وخطة العمل الأسبوعية من خلال حساب PPC لإظهار ما تم إنجازه (What has been done).
6. تعديل الجدول الزمني الرئيسي وثلاثة أسابيع من التطلع للأمام بناءاًعلى الملاحظات وتقديم الحلول للأسباب والمخاطر.

الشكل 14 خطوات منهجية البحث المقترحة

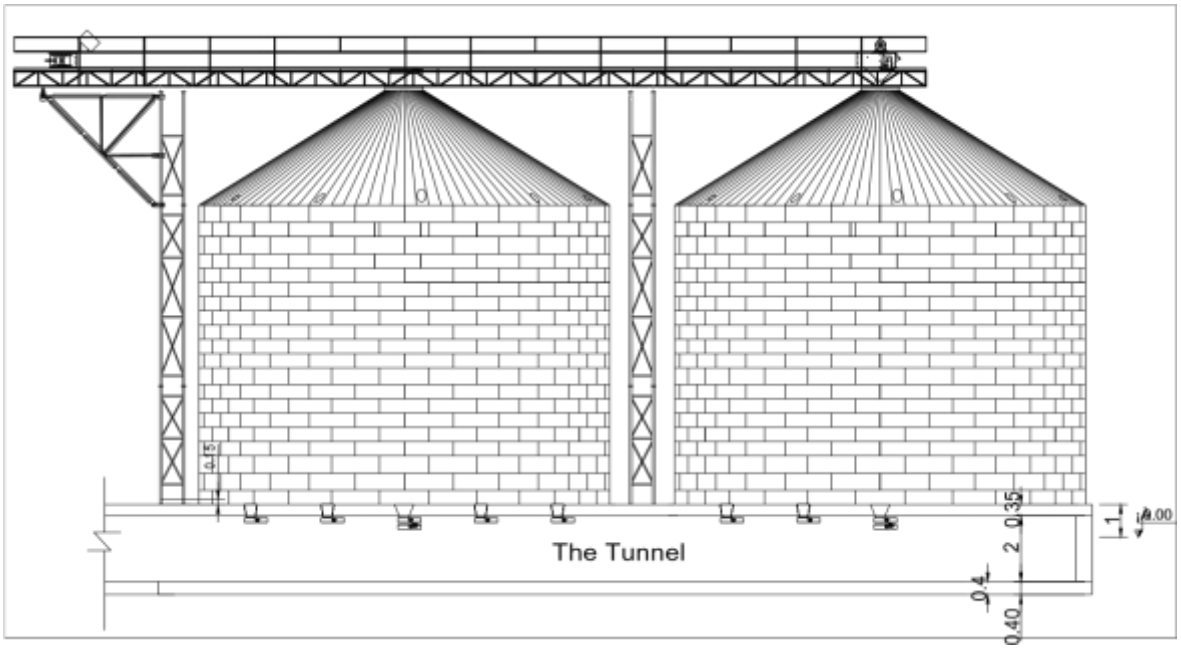


2B. تعريف بالمشروع المدروس :

المشروع الذي تم العمل عليه هو تنفيذ مرحلة إنشاء مخزن الدقيق في مصنع طحن الدقيق بالمنطقة الصناعية بالمينيا ، مدينة المينيا ، مصر. يتمثل المشروع في إنشاء نفق سحب للدقيق ، وأساسات من الصوامع الفولاذية ، وتركيب وتثبيت الصوامع الفولاذية. تم الانتهاء من التصميم الإنشائي من قبل شركة دولية من تركيا وتم تعديله بواسطة شركة استشارية مصرية لغرض تعديل التصميم ليتوافق مع المعايير المصرية. كانت المشكلة الرئيسية هي أن معظم طول النفق يقع تحت الصوامع ، لذلك يجب تشييده قبل إنشاء أساسات الصوامع. بالإضافة إلى ذلك ، هناك موعد محدد لتركيب وتثبيت الصوامع الفولاذية. لذلك يجب أن يتم الانتهاء من أساسات النفق والصوامع قبل هذا التاريخ المحدد.

يوضح الشكل 15 مقطعاً طولياً لكل من النفق والصوامع. تم تصميم الجدول الرئيسي بناءً على أنشطة المشروع ومُدَدَها. نظرًا لحقيقة أن دراسة الحالة كان لها فترة قصيرة وتاريخ انتهاء ثابت ، يتم حساب الجدول الرئيسي Master Schedule لهذا المشروع لمدة 12 أسبوعًا. تم قياس المدة الإجمالية على

أساس ستة أيام عمل في الأسبوع. أي أنّ المدة الإجمالية للمشروع 72 يومًا. كما ذكرنا من قبل ، ليس هناك إمكانية لتمديد الوقت لأن الصوامع الفولاذية يجب أن يتم تركيبها في تاريخ مُعيّن. تتكون عملية البناء الشاملة من العديد من الأنشطة المختلفة مثل أعمال المسح ، والحفر ، وأعمال الخرسانة العادية والمسلحة ، وأعمال العزل ، والضغط للتعبئة ، وتركيب الصوامع.



الشكل 15 مقطع طولي في النفق والصوامع

3B. تطبيق تقنية نظام المخطط الأخير :

إحدى تقنيات البناء الرشيق التي تم استخدامها في هذه الدراسة التنفيذية للمشروع هي تقنية نظام المخطط الأخير LPS ، لتقليل عوامل الخطر والهدر في الوقت من خلال حساب قيم النسب المئوية المتوقعة لتجاوز الوقت والنسبة المئوية لاكتمال الخطة ، بما فيها من جدول زمني رئيسي و خطط ممتدة على ثلاثة أسابيع وخطط أسبوعية ، كما يلي :

1.3B. تحديد النسبة المئوية المتوقعة لتجاوز الوقت PET:

يمكن حساب التجاوز الزمني المتوقّع بسبب تأثير احتمالات حدوث وتأثيرات عوامل الخطر المحددة باستخدام نموذج ضبابي Fuzzy model لتقدير تجاوز الوقت. تم تطوير هذا النموذج لغرض تحديد تجاوز الوقت في مشاريع البناء. ويعتمد النموذج بشكل أساسي على العديد من العلاقات بين تأثيرات عوامل الخطر على الوقت وتجاوز الوقت من خلال عدة قواعد منطقية مع مراعاة احتمالات عوامل الخطر. قام الباحث في دراسة أخرى بتطبيق النموذج ، والتحقق من صحته ، وأظهر أنه يمكن استخدامه بنجاح لحساب التجاوز الزمني المتوقع ، كنسبة مئوية من الوقت الأصلي للمشروع.

في دراسة الحالة ، تم تحديد وتطوير عوامل الخطر الأكثر أهمية التي تؤثر على وقت المشروع من قبل مجموعة استشاريين ، وبمساعدة كل من ممثل المالك والمقاول. تم تقديم بيانات احتمال حدوث وتأثير كل عامل خطر على الوقت في شكل مؤشرين ، هما مؤشر الاحتمال(PI) Probability Index والذي يمثل احتمال حدوث عامل خطر معين ومؤشر التأثير للوقتImpact Index for Time (IIT) ويمثل

تأثير عامل خطر معين على الوقت. يمكن تقديم شكل هذه المؤشرات كمتغيرات لغوية. يتم التعبير عن حالات المتغيرات اللغوية على النحو التالي :منخفض جدًا (VL) ومنخفض (L) ومتوسط (M) وعالي (H)ومرتفع جدًا (VH). تم استخدام هذه البيانات كمدخلات للنموذج وسيكون المُخرَج هو PET الذي يقدر الوقت المتوقع للمشروع في أي مرحلة. نظرًا لعوامل الخطر المتوقعة في بداية المشروع ، تم تحديد PET وتساوي 22.50% من إجمالي وقت المشروع. بسبب تأثير عوامل الخطر من المُتَوقّع أن يحتاج المشروع إلى 16 يومًا إضافيًا إلى الوقت الأصلي لإكمال العمل. اعتماداً على نتائج وتقييم الأعمال أثناء التنفيذ ، تم أيضًا تحديد احتمالية وتأثيرات العوامل كل ثلاثة أسابيع وحسابPET لإدارة تأثير عناصر الخطة غير المكتملة. يوضح الجدول 15 تحديد عوامل الخطر الحرجة ومؤشراتها في بداية المشروع وكل ثلاثة أسابيع للحالة التي يتم دراستها. وتم جدولة مخرجات تطبيق النموذج أثناء المشروع أيضًا في الجدول.

Risk factors affecting time, their indices, and PET values. Table 15

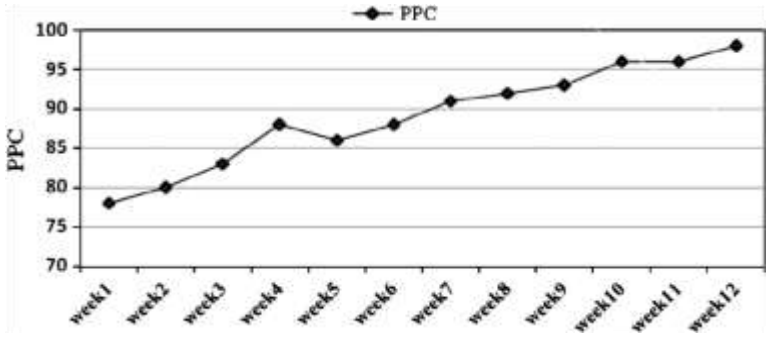
Factors affecting time	At project start		At week 4		At week 7		At week 10	
	PI	IIT	PI	IIT	PI	IIT	PI	IIT
1. Contractor problems and inadequate experience	H	VH	VL	VL	VL	VL	0	0
2. Change in material prices or price escalation	M	M	VL	VL	VL	VL	0	0
3. Unskilled workers and poor labor productivity	H	VH	M	VH	M	H	M	L
4. Inefficient use of equipments	L	L	L	L	VL	VL	0	0
5. Delay in running bill payments to the contractor	L	M	L	M	L	VL	VL	VL
6. Delay in material procurement	L	VH	L	H	L	M	VL	L
7. Design errors and suitability to the nature	L	M	M	M	L	M	VL	VL
8. Client's problems such as bureaucracy in client's organization	M	M	M	M	M	M	L	M
9. Inadequate and slow decision-making mechanism	H	VH	H	VH	H	M	M	L
10. Poor quality of local materials	H	VH	H	VH	H	H	M	L
11. Poor coordination among parties	H	H	L	L	L	L	0	0
12. Rework due to error in execution	H	VH	H	VH	H	H	H	M
13. Improper accommodations for workers	M	H	L	L	0	0	0	0
PET using time-overrun quantification model	22.5		15.1		12.35		4.7	

الجدول 15 عوامل الخطر المؤثرة على الوقت ومؤشراتها وقيم PET

2.3B. الملاحظات أثناء تنفيذ المشروع :

خلال الدراسة ، تم إعداد جداول التطلع إلى الأمام للأسابيع الثلاثة القادمة على شكل مخطط شريطي. حيث أنّ تخطيط التطلع إلى الأمام هو العملية التي يتم إجراؤها لتحقيق القيود المحتملة ، والمهام المجانية ، وتقليل عدم اليقين. واستنادًا إلى ثلاثة أسابيع من التطلع الى الأمام ، والجدول الزمني الرئيسي ، والظروف الميدانية يتم إيجاد WWP. ويجري تحديث لجداول التطلع إلى الأمام على أساس أسبوعي خلال الاجتماع الأسبوعي للمشروع. حيث وجد الباحثين أنّ WWP يجب أن يؤكد على عملية التعلم أكثر من خلال التحقيق في أسباب التأخير في WWP بدلاً من تحديد اللوم والتركيز فقط على قيمPPC. إضافة إلى ذلك، يتم أيضاً حساب النسبة المئوية لاكتمال خطة المشروع كل أسبوع أثناء تنفيذ المشروع. حيث PPCهو مقياس القياس لنظام المخطط الأخير، و يتم حسابه على أنه عدد الأنشطة التي تم إكمالها ، كما هو مُخطط لها ، مقسومًا على العدد الإجمالي للأنشطة المخطط لها. يوضح الشكل 16 القيم

الأسبوعية لـ PPC. ويشير المنحدر التصاعدي بين قيمتي PPC إلى أن تخطيط الإنتاج كان موثوقًا والعكس صحيح. ويتضح أنّ هناك تحسنًا كبيرًا في قيم PPC ، مع زيادة الوقت و زيادة PPC.



الشكل 16 القيم الأسبوعية ل PPC

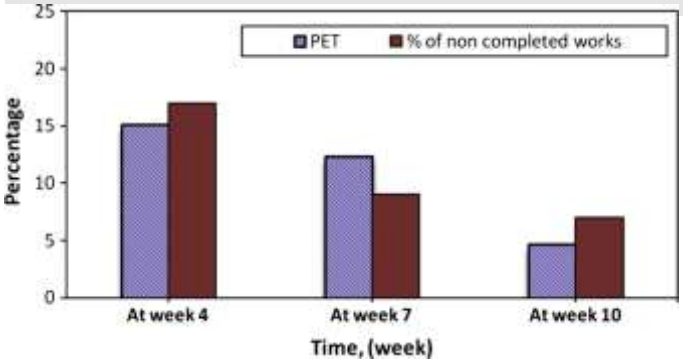
في المشروع ، تم استخدام نهج منظم لتحديد المخاطر وتقدير تأثير المخاطر على الوقت. كما تم إعادة تصميم إجراءات العمل واتخاذ القرارات للتغلب على آثار المخاطر والعقبات الرئيسية في الأعمال ، ورصد العديد من الملاحظات أثناء تنفيذ العمل. باستخدام الجدولة الفعالة للتطلع إلى الأمام وإدارة نقاط التسليم بين التخصصات المختلفة للقضاء على آثار المخاطر.

ويُبيّن الجدول 16 الأسباب الرئيسية للأعمال الغير مكتملة كل ثلاثة أسابيع. كما وضح الشكل 17 مقارنة بين قياسات PET ونسبة الأعمال غير المكتملة كل ثلاثة أسابيع. ويمكن ملاحظة أن هناك انخفاضًا كبيرًا في كل من PET ونسبة الأعمال غير المكتملة مع زيادة الوقت. يُلاحظ أيضًا من الشكل أنّ قيم كلا المُعامِلَين تنخفض معًا وأن معدل التناقص تدريجي مع مرور الوقت. وتوجد قيم قريبة للمُعامِلَين في كل قياس ، والتي تؤكد أن استخدام نموذج القياس الكمي عبر الزمن مناسب لتقييم تأثير استخدام تقنيات البناء الرشيق. إضافة إلى ذلك ،تم اقتراح الحلول لأي مشكلة وتقديمها ، وتعديل الجدول الرئيسي كل ثلاثة أسابيع بناءً على الاقتراحات والنتائج والتقييمات المتاحة. خَلُصَ ذلك إلى ، الانتهاء من المشروع في الوقت المحدد ، وبالتالي ، لم يكن هناك أي تقييم للمخاطر في نهاية هذا المشروع وكتلخيص لأهم الأنشطة والملاحظات الإيجابية والسلبية التي ظهرت أثناء تنفيذ المشروع. قامت الباحثة بعرضها ضمن الجدول 17

Main reasons for non-completing works. Table16

Week	PPC	Main reasons
4	83	Factors 3, 6, 7, 8, 9, 10, and 12
7	88	Factors 3,9, and 12
10	93	Factors 10 and 12

الجدول 16 القيم الأسبوعية ل PPC



الشكل 17 قيم PET والاعمال غير المكتملة لكل ثلاثة أسابيع

الأنشطة	الملاحظات السلبية	الملاحظات الإيجابية
<u>الأسابيع 1 ، 2 ، 3</u> • أعمال المسح • حفر الأنفاق • دعم جوانب التربة المحفورة بجدران استنادية • أعمال صب أساسات نفق PC • تصنيع وتركيب حديد التسليح أساسات النفق • أعمال صب أساسات الأنفاق • أعمال النجارة لجدران الأنفاق • تصنيع وتركيب حديد التسليح جدران الأنفاق	• رفض الإستشاري لأعمال الحفر والحصى • تردد العميل في اتخاذ العديد من القرارات ووجود مشاكل من ممثليه • ملاحظات لبعض أخطاء التصميم • تأخر توريد المواد • تعدد أخطاء العمال خاصة أعمال النجارة	• مشاكل قليلة من المقاول، ليس كما كان متوقع في بداية المشروع • لا زيادة في أسعار المواد • لا مشاكل بسبب سكن العمال
<u>الأسابيع 4 ، 5 ، 6</u> • تركيب حديد التسليح لجدران الأنفاق • أعمال صب جدران الأنفاق • أعمال النجارة لبلاطة أرضية النفق • تصنيع وتركيب حديد التسليح لبلاطة أرضية النفق • أعمال صب بلاطة أرضية النفق RC • أعمال العزل لعناصر الأنفاق	• عدم تحسن جودة المواد (الحصى) • وجود أخطاء للعاملين • ملاحظات لأخطاء صغيرة في التصميم • تردد العميل في اتخاذ العديد من القرارات و وجود مشاكل من ممثليه	• إعادة تصميم خطة العمل والمواصفات ، مثل استخدام الجدران الاستنادية للنفق بدلاً من أعمال النجارة الجانبية ، واستخدام إضافات الخرسانة لتقليل وقت المعالجة وتعديل حزمة العمل لدمج أعمال جدران وأرضية الأنفاق في عمل واحد. • تحسن طفيف في توريد المواد • حل مشكلة سكن العمال تماما • تحسن اتخاذ القرار من العميل
<u>الأسابيع 7 ، 8 ، 9</u> • ملء المحيط الخلفي للنفق • الردم والدحل حول النفق • التنقيب عن أساسات الصوامع • تسوية الأرض • أعمال النجارة لأساسات الصوامع PC • أعمال الصب لأساسات صوامع PC • أعمال النجارة لأساسات صوامع RC	• جودة المواد لا تزال غير جيدة • وجود أخطاء للعاملين • رفض بعض الأعمال مثل الردم الخلفي حول النفق • تردد العميل في اتخاذ العديد من القرارات و وجود مشاكل من ممثليه	• انتهاء مشاكل المقاول • شراء المواد المطلوبة على الفور • زيادة عدد أطقم أعمال أساسات الصوامع
<u>الأسابيع 10 ، 11 ، 12</u> • أعمال النجارة لأساسات صوامع RC	• جودة المواد مازالت غير جيدة • وجود أخطاء للعاملين •	• زيادة ساعات العمل • استخدام البلوك بدلاً من أعمال النجارة بأحد أساسات الصوامع

• تصنيع وتركيب حديد تسليح أساسات الصوامع • أعمال الصب لأساسات صوامع RC • أعمال العزل لأساسات الصوامع • تركيب وتثبيت الصوامع الفولاذية	• تردد العميل في اتخاذ بعض القرارات	• تأجيل عزل الأساسات بعد تركيب الصوامع الفولاذية

الجدول 17 ملخّص الأنشطة والملاحظات اليلبية والايجابية خلال التنفيذ

4B. العوامل التي تتأثر بتقنيات البناء الهزيل :

على الرغم من تقليل وقت المشروع نتيجة لاستخدام تقنيات البناء الرشيق ، إلا أنّ العوامل التي تم طرحها في البداية لا تتأثر جميعها بهذه التقنيات. من الملاحظات ، وُجِد أن هناك أربعة عوامل خطر لم تتأثر باستخدام الرشيق أما العوامل التسعة المتبقية فإنّها تأثّرت ، وهذه العوامل الأربعة هي :

1. التغيير في أسعار المواد أو تصاعد الأسعار.
2. التأخير في سداد الفواتير للمقاول.
3. أخطاء التصميم ومدى ملاءمتها للطبيعة.
4. تدني جودة المواد المحلية.

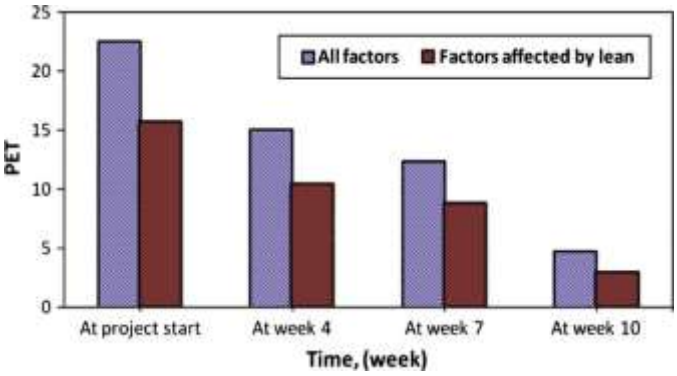
وباستخدام نموذج القياس الكمي للتجاوز الزمني ، تم حساب PET بسبب العوامل التسعة المتأثرة بتقنيات البناء الهزيل وعرضها في الجدول 18. حيث يمثّل متوسط قيمة PET بسبب العوامل المتأثرة بتقنيات البناء الهزيل حوالي 67% من قيم PET لجميع العناصر المصغرة المخاطر.و يوضّح الشكل 18 مقارنة بين قيم PET بسبب جميع العوامل وبسبب العوامل المتأثرة بتقنيات البناء الرشيق.

من الواضح أنّ تأثير جميع العوامل على PET أعلى من تأثير العوامل المتأثرة بالتقنية المستخدمة في جميع ملاحظات المشروع بأوقات مختلفة. يتراوح الفرق بين قيم PET بين 7 في بداية المشروع وينخفض إلى 1.8 في الأسبوع 10.

Table18 The values of PET due to factors affected by lean construction techniques.

Week	At project start	At week 4	At week 7	At week 10
PET	15.57	10.34	8.75	2.9

الجدول 18 القيم PET بسبب العوامل المتأثرة بالبناء الرشيق



الشكل 18 مقارنة قيم PET بسبب جميع العوامل والعوامل المتأثرة

وبعد أن تم استعراض تجربة البناء الخالي من الهدر في أحد المشاريع الإنشائية في مصر ، نجد مما سبق أنّ تقنيات ومبادئ البناء الخالي من الهدر يمكن استخدامها في الحد من آثار المشكلات وعوامل الخطر على الهدف الزمني لمشاريع البناء. وما لها من تأثير في تخفيض قيم النسبة المئوية المتوقعة لتجاوز الوقت وزيادة قيم النسبة المئوية لاكتمال الخطة. ووجدنا أنّ التقنية كانت ناجحة في التأثير على بعض عوامل الخطر لكن بالنقابل لا تؤثر على بعضها الآخر ، حيث من بين 13 عامل مختلف في المشروع المدروس ، تم التأثير على تسعة عوامل فقط بمقابل أربعة عوامل لم تتأثر. كما توصلت الدراسة الى انخفاض الوقت الإجمالي للمشروع بنسبة 15.57% حسب قيم PET ، وأنّ متوسط PET بسبب العوامل المتأثرة بتقنيات البناء الرشيق حوالي 67% من قيمته بسبب جميع عوامل الخطر ، أي انخفاض لتوقع تجاوز الوقت بمقدار 33%. وبذلك نرى أنّ منهجية البناء الرشيق لها آثار جيدة على المشروع وذات تطبيق ناجح في التخفيف من أشكال الهدر والعوامل التي يمكن أن تحدث في المشروع وتسبب تأثير سلبي على زمن إنجاز المشروع.

2.3. وضع إطار عمل لتطبيق منهجية البناء الرشيق في مشاريع البناء السورية :Lean Construction Framework

إطار العمل عبارة عن إرشادات وتوضيح لتنفيذ استراتيجيات البناء الرشيق والتحكم في أداء مشاريع البناء ومراقبتها. وبالتلي هو شيء تضعه المنظمة أو الشركة في نظامها لتحقيق النتائج المطلوبة والتمكّن من تحسين مستويات الأداء في مشاريعها. ولوضع إطارعمل ناجح ، أولاً يجب تنمية ثقافة التحسين في الشركة ، أي انخراط نظام الشركة أو إدارة المشروع في فكرة تطبيق تقنيات البناء الرشيق. وبذلك يجب التأكد من أن كلاً من أصحاب العمل والموظفين والعمال يفهمون مبادئ الرشيق ، قبل البدء بالتطبيق. والأهم هو تبنّي فكرة التحسين والتطوير المستمر عبر جميع العمليات والأنشطة.

في صدد ذلك ، قامت الباحثة في هذه الدراسة باقتراح إطارًا لتوفير خارطة طريق للمهتمّين لاستخدام أدوات وتقنيات البناء الرشيق أو الخالي من الهدر .

حيث يتألف إطار العمل من أربع مراحل (الشكل 19) تعتمد على عناصر خطة العمل مثل العثور على عامل التغيير ، وتطوير استراتيجية للنمو والتوجيه نحو الأهداف ، وتشجيع التفكير الخالي من الهدر ، وتنفيذ منهجية الرشيق. وتم تطوير إطار العمل بناءً على ما تم شرحه سابقاً عن تقنيات وأدوات التفكير الرشيق و ما تم استعراضه من تجارب ناجحة للتطبيق ووجود الحاجة لتطوير مشاريع البناء في سوريا لما تواجهه من مشاكل وأشكال الهدر المختلفة ، والتي حان أن يتم التغلب عليها من خلال منهجيات وطرق جديدة مختلفة عن الطرق التقليدية. لا ننسى أنّ الإدارة والتخطيط وإدارة التغيير والتركيز على العملاء هي مكونات أساسية لنجاح تنفيذ منهجية الرشيق.

❖ **مراحل إطار العمل :**

1. المرحلة الأولى ، الحاجة للتغيير :

تُحدد الإجراءات اللازمة لتنفيذ الأهداف المرجوّة. في هذه المرحلة يجب أن ينمو الوعي بشأن التطوير والتحسين ، والحاجة لتنفيذ منهجية الرشيق ، أي أن تعي القيادة او الإدارة الحاجة للتغيير وتحدد العوامل الدافعة لهذا التغيير. ويتم تعيين مشرف أو قائد للعملية لمتابعة مراحل التطبيق ، وخلق البيئة اللازمة لتكييف المنظمة مع المنهجية لتكون جزءًا من استراتيجيتها. إضافة لقيادة الموظفين لمقاومة التغيير وتوفير الرؤية اللازمة والواضحة لتحقيق التغيير ونجاح المنهجية. أي العمل على توافر شرط النجاح الأساسي وهو الاقتناع التام بالمنهجية.

2. المرحلة الثانية ، التوجيه :

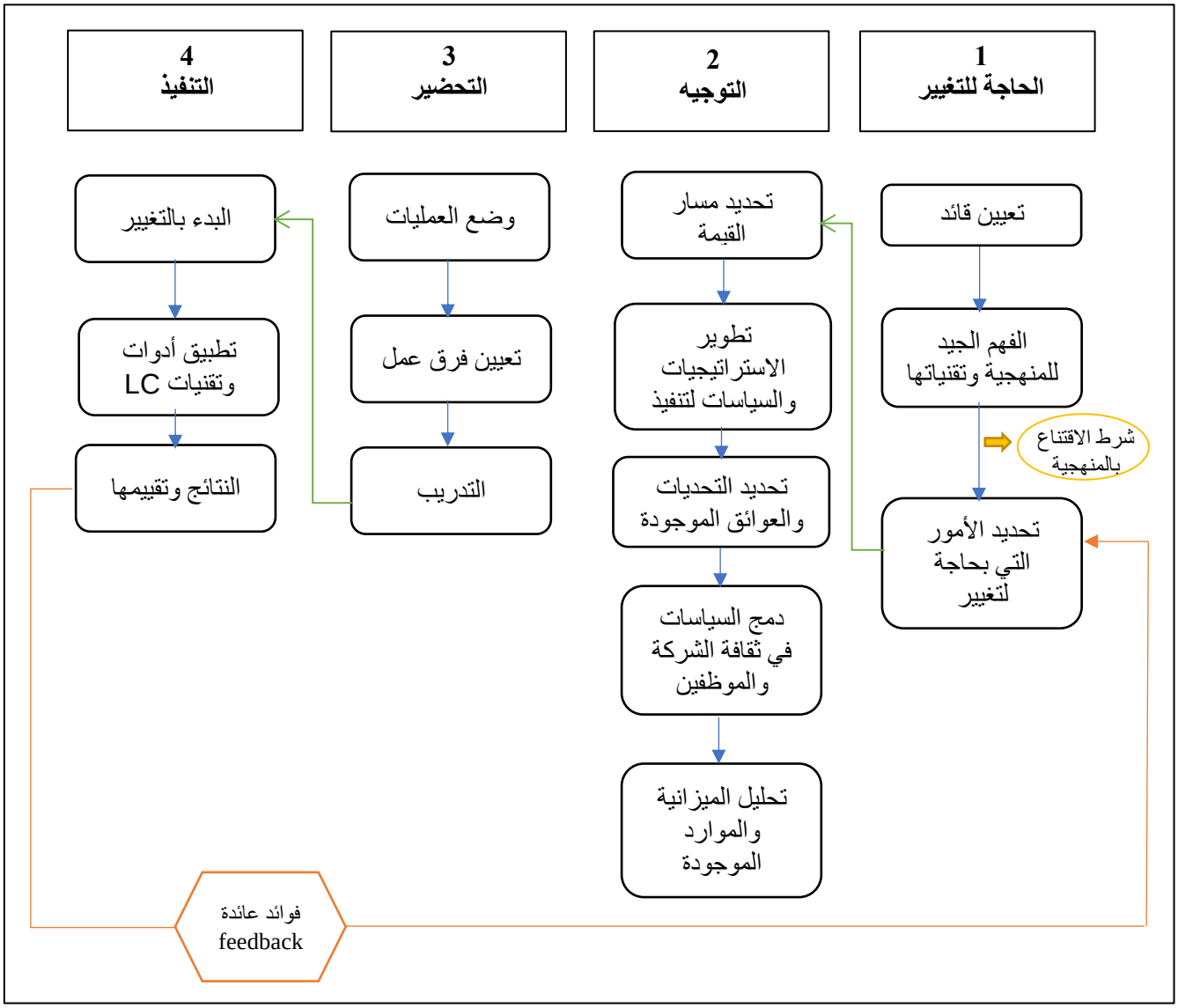
توجيه تطوير الاستراتيجيات والسياسات اللازمة لتنفيذ البناء الرشيق. في هذه المرحلة يتم تحديد الحالة الحالية للشركة أو المشروع وتحديد مسار القيمة. كما يتم تطوير استراتيجيات وسياسات الشركة لتنفيذ LC ، ودمج هذه السياسات في ثقافة الشركة ولجميع الموظفين والعمال. وبالتالي رسم المسار الذي سيتم توجيه الشركة بناءاً عليه لتحقيق أهدافها. إضافة لتحديد العوائق والتحديات أو عوامل الخطر لتنفيذ المنهجية ، والتي يكون لها آثار سلبية على أداء المشروع. لا سيما ، يجب تحليل لميزانية وموارد الشركة قبل البدء بالتنفيذ ، لتحديد الإمكانيات الموجودة.

3. المرحلة الثالثة ، التحضير :

التحضير لتطبيق المنهجيات وإطار العمل ، حيث يبدأ التحضير للاستراتيجيات والخطط المحددة. في هذه المرحلة البدء بعمليات التحسين ، وتعيين فرق عمل حسب المهارات والقدرات المتاحة واللازمة لتطبيق المنهجية ، لا سيما ، ضرورة وجود الرغبة لديهم في التحسين والتطوير ، التعاوين بين أعضاء الفريق ومع الإدارة. كما يتم في هذه المرحلة إجراء البرامج التدريبية اللازمة للعمال و الموظفين ، لمشاعدتهم في المشاركة في العملية وإزالة الحواجز التي يمكن أن تؤثر سلباً على عملية التنفيذ. إضافة لذلك يجب إجراء اجتماعات دورية بين الإدارة والعاملين وجميع أطراف المشروع ، لتبادل الخبرات ومتابعة سير العمليات.

4. المرحلة الرابعة ، التنفيذ :

اختيار الأدوات والتقنيات اللازمة لتنفيذ اللين. في هذه المرحلة يتم اختيار الأدوات المناسبة ودمجها في العمليات الجارية في المشروع. ثم البدء بتطبيق هذه الأدوات والتقنيات ، وإجراء المراقبة المباشرة ومتابعة تنفيذ هذه الأدوات ، والتحقق من أنها تلبي الهدف المطلوب. للحصول في النهاية على النتائج المرجوّة وتحقيق الأهداف التي تم تنفيذ المنهجية لأجلها. والنتائج التي تم الحصول عليها في نهاية المرحلة يمكن أن تعود بالفائدة على القيادة وتوثيقها في نظام الشركة.



الشكل 19 إطار العمل المقترح لتطبيق منهجية البناء الرشيق

وفي نهاية مرحلة التطبيق والحصول على نتائج تطبيق المنهجية ، يجب أن نسأل أنفسنا ، هل يوجد تحديات حالت دون تطبيق الأدوات والحصول على الهدف ؟.
في حال كان الجواب نعم سيتم اتباع أحد الاستراتيجيات الموضحة في الشكل 20 وإعادة التطبيق أو تلافي المشكلة الحاصة ، أما في حال كان الجواب لا بالتالي يجب أن نكون حصلنا على التحسينات المطلوبة.

❖ **التحديات التي يمكن أن تواجه تطبيق منهجية البناء الرشيق :**

وفيما يلي توضيحاً للتحديات التي يمكن أن تواجه تطبيق تقنيات البناء الرشيق في مشاريع البناء ، والاستراتيجيات التي يمكن اتباعها لإدارة هذه التحديات :

التحديات :

1. تغيير ثقافة عمل الموظفين
2. تكلفة التنفيذ
3. نقص المعرفة بالمنهجية
4. طول فترة التنفيذ
5. التعقيد
6. عدم تعاون الموظفين
7. نقص الحوافز
8. عدم وجود توقعات طويلة الأجل والاستثمار
9. عدم الرغبة في التعلم من قبل العاملين او الموظفين
10. المفاهيم الخاطئة حول التفكير الرشيق
11. عدم رغبة الإدارة في التحسين وقبول الوضع الراهن
12. الافتقار إلى الوعي بالبناء الرشيق
13. عدم الثقة في نتائج المنهجية

الاستراتيجيات :

1. الثقيف حول فوائد الرشيق والحاجة إلى التغيير
2. نشر النتائج لتعم الفائدة حول تطبيق التقنية
3. تقليل الخوف / التحفظات
4. التعليم والتدريب
5. الإصرار على التطبيق التفكير الرشيق
6. إشراك العمال وتمكينهم
7. مشاركة ودعم الإدارة العليا
8. الاقتناع الكلي من قبل فريق الموقع وأطراف المشروع والموردين.
9. السياسات والتشريعات الحكومية
10. تبسيط مفاهيم التفكير الرشيق
11. التخطيط القوي
12. التنفيذ التدريجي خطوة بخطوة

3.3. استطلاع آراء المهندسين العاملين في مجال البناء حيال معرفتهم بالمنهجية :

1.3.3. أداة الدراسة (الاستبيان) :

قامت الباحثة بتصميم الاستبيان اللازم الذي يعبّر عن متغيرات الدراسة لجمع البيانات (الآراء حول معرفة منهجية البناء الرشيق) وقد تم تصميم هذا الاستبيان بناءاً على الدراسات السابقة

1. Awad, Ibrahim, Applying Lean Construction Concepts to Construction Industry in Suda, Sudan, 2016.

2. E.N. Shaqour, The impact of adopting lean construction in Egypt: Level of knowledge, application, and benefits, Ain Shams Engineering Journal 13 (2022) 101551, Egypt, 2021.

وقد قامت الباحثة بإجراء التعديلات اللازمة على هذا الاستبيان بما ينسجم مع البيئة المدروسة ، ويتألف الاستبيان من ثلاثة أجزاء تم تصميمها بما يتناسب مع فرضيات هذه الدراسة على النحو التالي:

- القسم الأول: وهو معلومات عامة عن المُجيبين ، مثل مستوى التعليم ، التخصّص وخبراتهم في مجال البناء.
- القسم الثاني: العوامل المؤثرة على سير عمليات البناء. تم تنظيمه لإظهار تقييم سير العمل في مواقع البناء ، وإظهار درجة التأثير السلبي لبعض العوامل على سير العمل في عمليات البناء في المشاريع السورية.
- القسم الثالث: مدى المعرفة بالبناء الرشيق. تم تنظيمه لمعرفة وعي المجيبين حول البناء الخالي من الهدر ، ورأيهم حول ملاءمة البناء الهزيل ليتم تنفيذه في مشاريع البناء في سوريا.

2.3.3. مجتمع وعينة الدراسة :

مجتمع الدراسة يتألف من من مهندسين (مدنيين ، معماريين ، مساحين ، ميكانيكيين ، كهربائيين) والذين يعملون في مجال البناء أو شركات المقاولات ، الاستشاريين و ممثلي المالك في المشروع. تم النظر في جميع القطاعات وهي القطاعات العامة والخاصة والمتعددة.

وقد قامت الباحثة باختيار عينة عشوائية منهم حجمها 60 فرد.

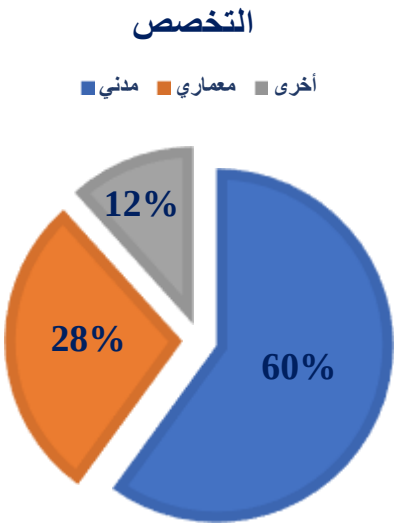
3.3.3. تحليل البيانات :

بعد أن تم توزيع الاستبيان على أفراد العينة ، قامت الباحثة بإدخال البيانات إلى الحاسب وباستخدام برنامج (Microsoft Excel) بهدف تحليلها وكانت نتائج التحليل كالتالي:

- **القسم الأول : خصائص أفراد العينة وفقاً للتخصص والمستوى التعليمي وعدد سنوات الخبر وقطاع العمل والوظيفة في المشروع.**

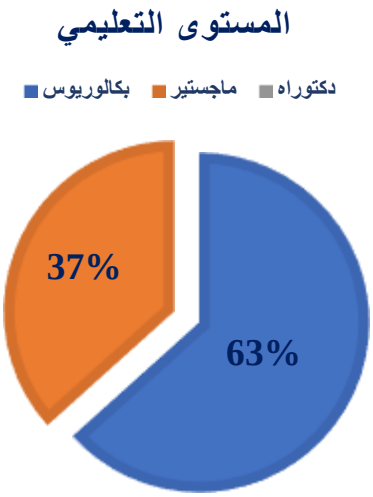
1.التخصص الهندسي :

تبيّن من خلال التحليل أنّ 36 (60%) من المجيبين مهندسين مدنيين ، و 17 (28%) مهندسين معماريين ، و 7 (12%) من التخصصات الأخرى (كهربائيين – ميكانيكيين - صناعيين).



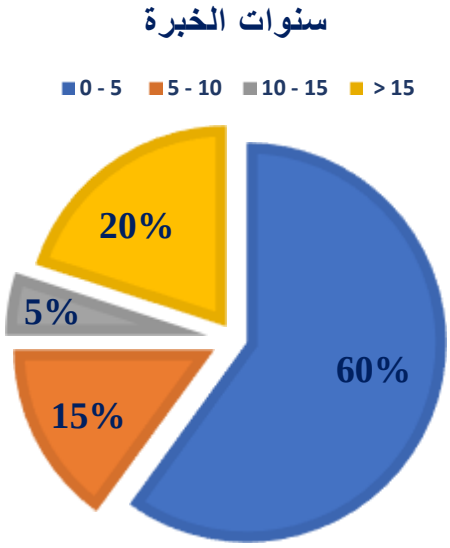
2.المستوى التعليمي :

تبيّن من خلال التحليل أنّ 38 (63%) من المجيبين حاصلون على شهادة بكالوريوس في الهندسة ، و 22 (37%) درجة ماجستير.



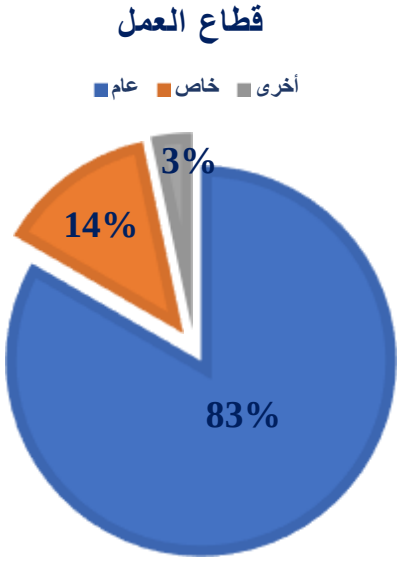
3.عدد سنوات الخبرة :

من خلال التحليل وُجِد أنّ 36 (60%) من المجيبين لديهم خبرة من (0 – 5) أعوام في مجال البناء ، و 12 (20%) لديهم خبرة أكثر من 15 عام ، و 9 (15%) لديهم خبرة من (5 – 10) عام و 3 (5%) خبرتهم في مجال البناء من (10 - 15)



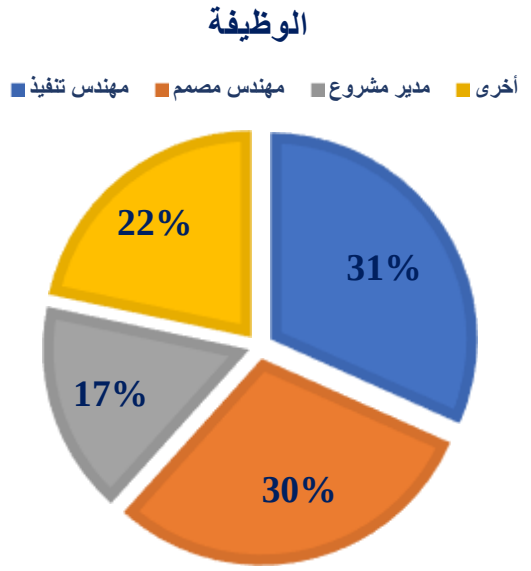
4.قطاع العمل :

من خلال التحليل وُجِد أنّ 50 (83%) من المجيبين يعملون في مجال البناء في القطاع العام ، و 8 (13%) يعملون في القطاع الخاص ، و 2 (3%) يعملون في المنظمات أو القطاعين معاً.



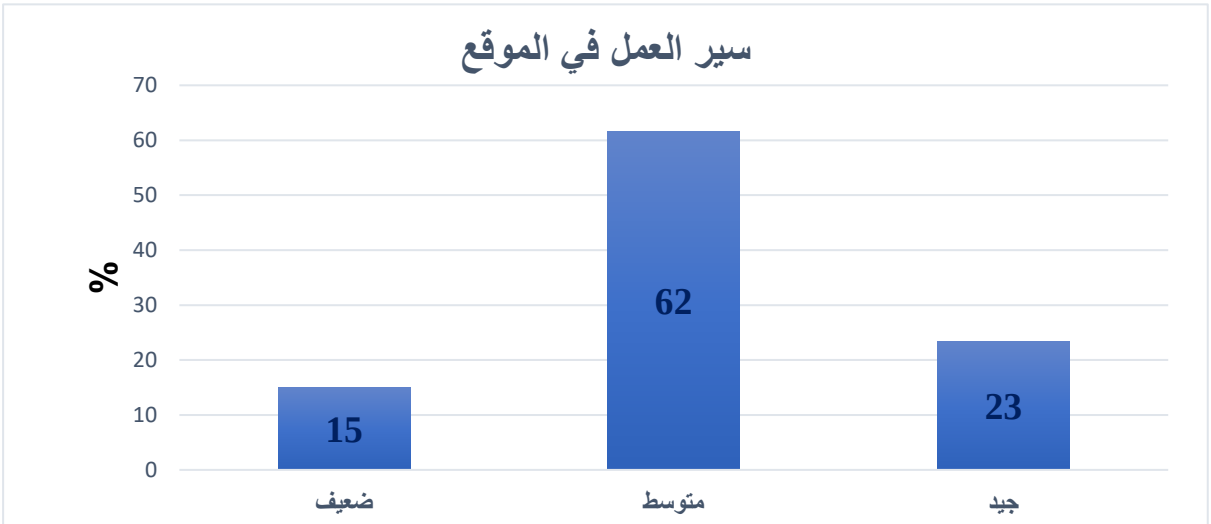
5.الوظيفة في المشروع :

من خلال الدراسة تبيّن أنّ 19 (32%) مهندسي تنفيذ ، 18 (30%) مهندسين مصممين ، 10 (17%) مديري مشاريع ، 13 (22%) وظائف أخرى (5 استشاريين ، 4 مالك أو ممثل مالك ، 2 مشرف و 2 وظيفتين معاً).



- **القسم الثاني : العوامل المؤثرة على سير عمليات البناء**

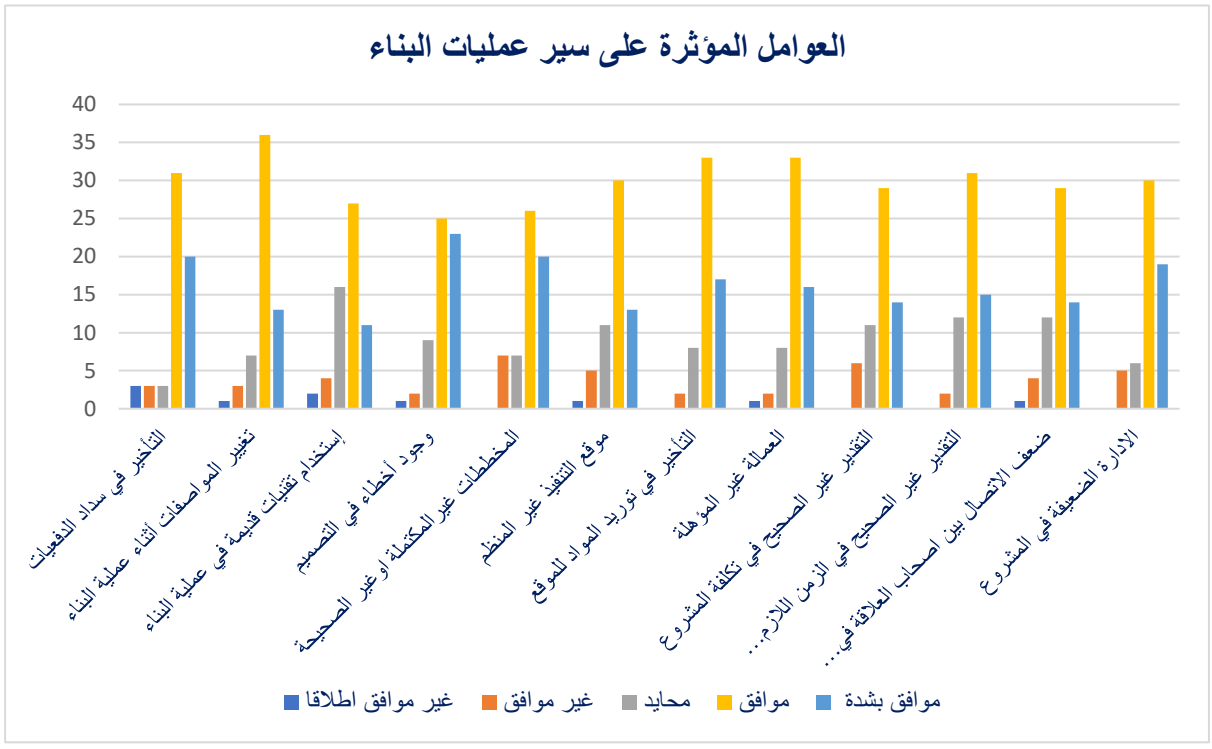
6. **تقييم سير عمليات البناء في الموقع :** كانت الردود كالتالي ، 37 (62%) قيّموا سير العمل في موقع عملهم بأنّه متوسط ، 14 (23%) قيّموه بأنه جيد و 9 (15%) قيّموه بضعيف.

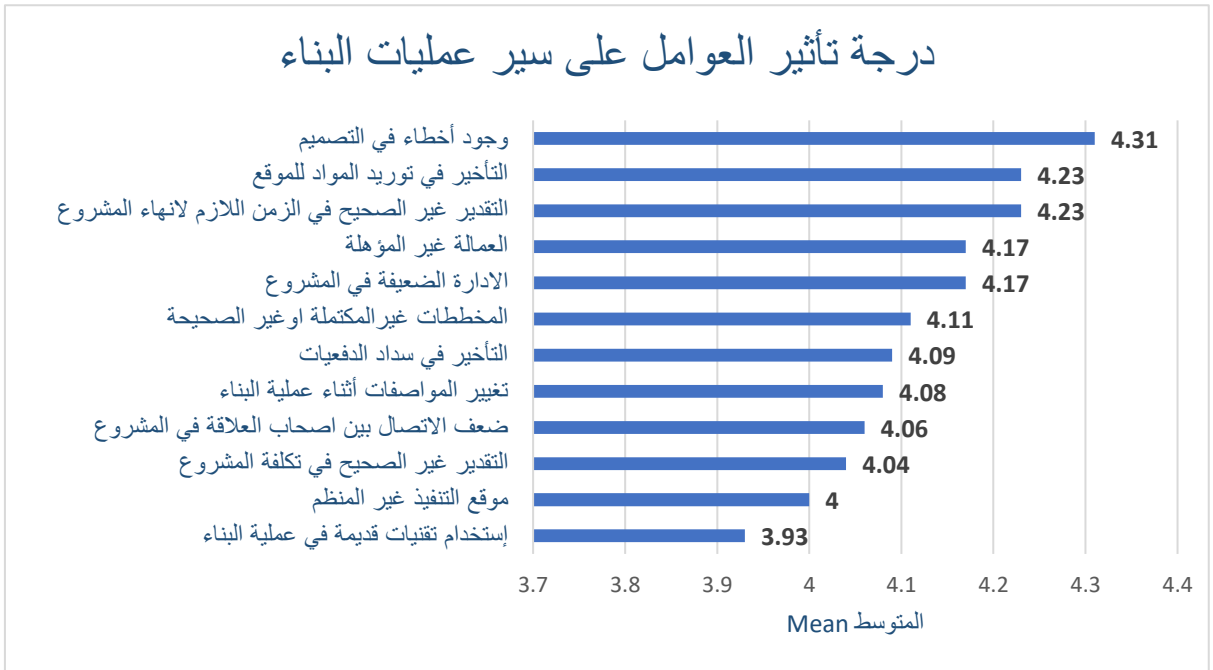


7. **سير عمليات البناء في الموقع يحتاج الى تطوير :** الإجابات في هذا السؤال تساوت تقريبا بين موافق بشدة وموافق و محايد بنسبة 33% - 32% لكل منها و 2% لكل من غير موافق و غير موافق إطلاقاً .

8. **درجة تأثير عوامل التالية سلباً على سير عمليات البناء** : تم طرح 12 عامل مختلف ويؤثر على سير عمليات البناء بشكل ما ، وتمت الإجابة عليها بنسب مختلفة ، وخلال التحليل تم ترتيب هذه العوامل حسب وجهة نظر المجيبين وأيّها أكثر تأثيراً.

يوضّح الشكل الأول ، إجابات الاستبيانات لكل عامل من العوامل المؤثرة على سير عمليات البناء. أما الشكل الثاني فقد قمنا بعمل تحليل للإجابات واستنتاج قيمة المتوسط لتقييم كل عامل ، ثم ترتيب هذه العوامل بحسب درجة تأثيرها من وجهة نظر المجيبين من الأكثر تأثيراً للأقل تأثيراً.

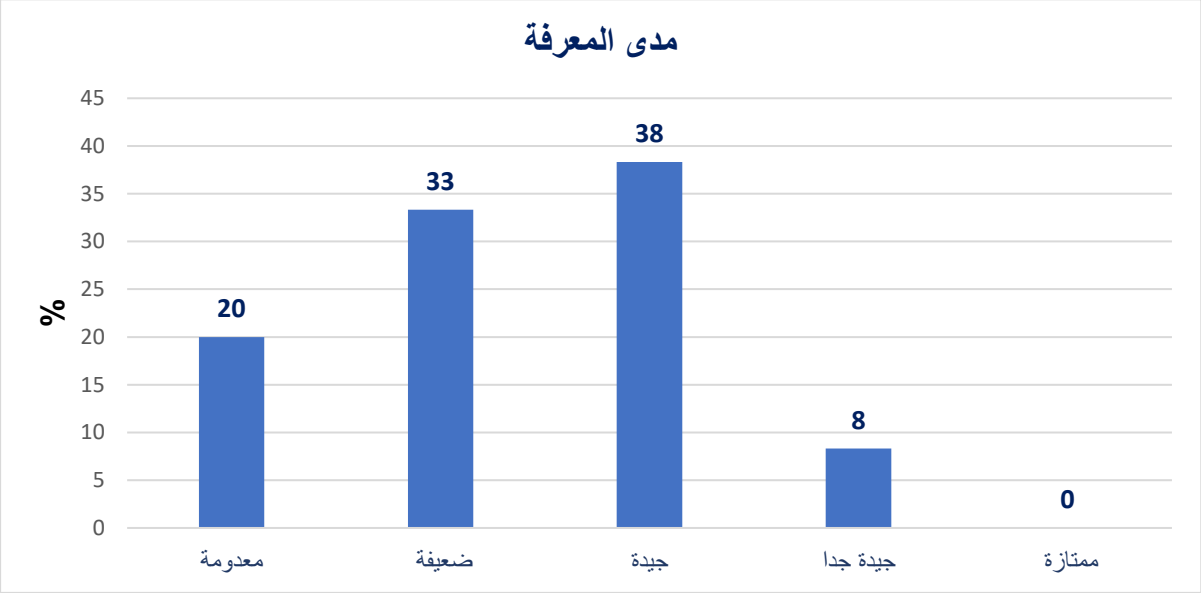




9. **اتباع إجراءات في الموقع لتلافي حدوث توقفات في سير عمليات البناء :** كانت نسبة ما يقارب نصف الإجابات محايدة وبالتالي تم استبعاد السؤال من التحليل.

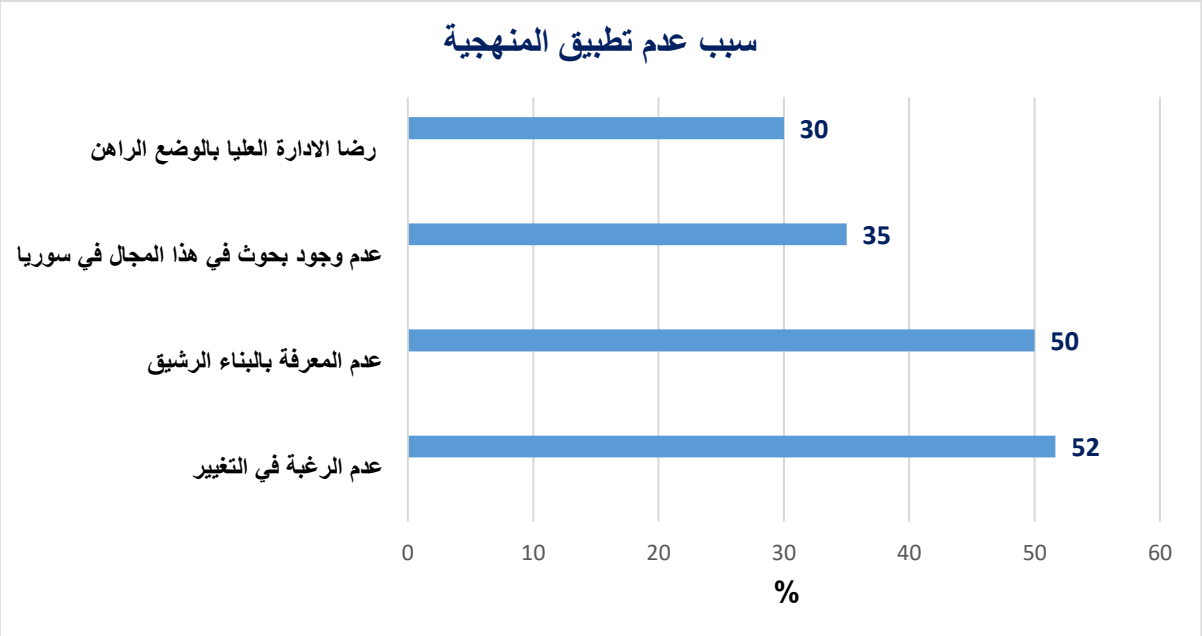
- **القسم الثالث : مدى المعرفة بالبناء الرشيق**

10. **مدى المعرفة بمنهجية البناء الرشيق :**



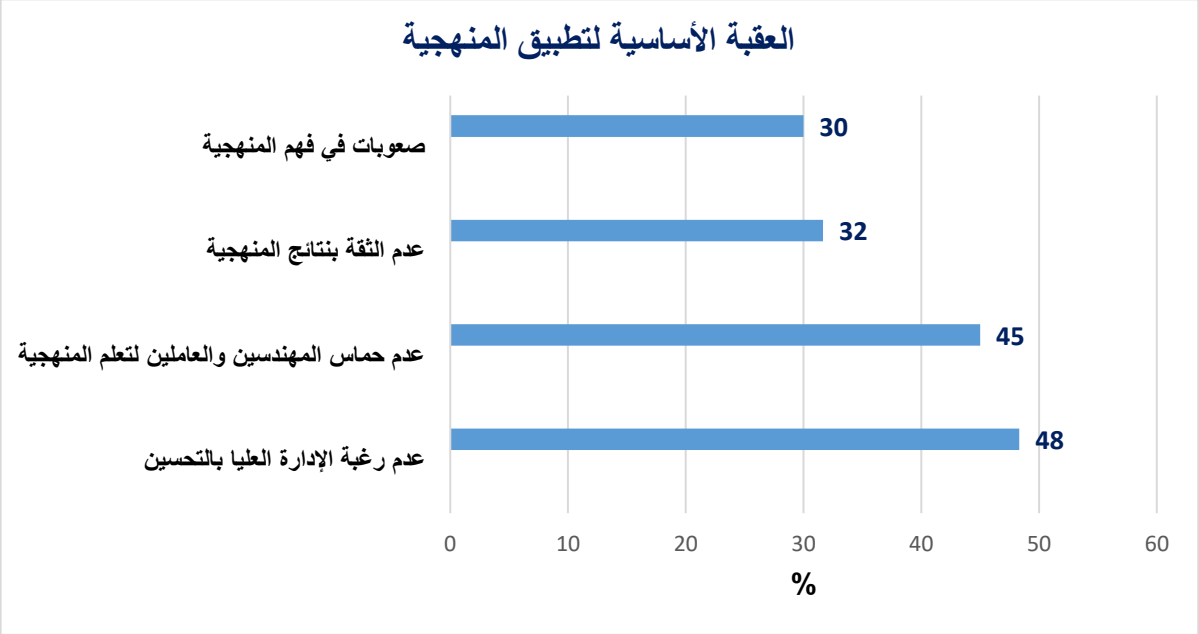
من الدراسة توضّح أنّ 23 (38%) من المهندسين لديهم معرفة جيدة بالبناء الرشيق ، 20 (33%) لديهم معرفة ضعيفة ، 12 (20%) معرفتهم معدومة و 5 (8%) لديهم معرفة جيدة جداً.

11. **سبب عدم تطبيق المنهجية في المشاريع السورية :** تم عرض أربعة أسباب للتقييم ، و أجاب المهندسين المجيبين بنسبة 52% (31) لسبب عدم الرغبة في التغيير ، و 50% (30) لعدم



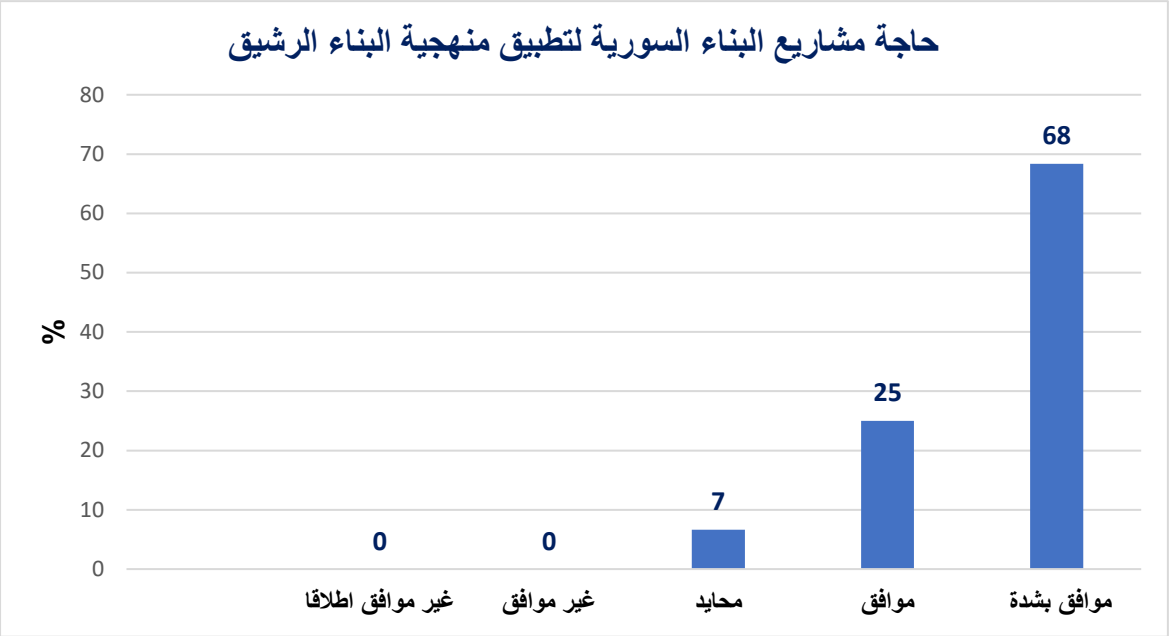
المعرفة بالبناء الرشيق ، 35% (21) لعدم وجود بحوث في هذا المجال في سوريا و 30% (18) لرضا الإدارة العليا بالوضع الراهن. وعليه تم ترتيب هذه الأسباب كالتالي .

12. **العقبة الأساسية التي يمكن أن تواجه تطبيق منهجية البناء الرشيق في المشاريع السورية :** تم أخذ الإجابات بخصوص أربع عقبات وخلُص التحليل ، 48% من الإجابات لعدم رغبة الإدارة العليا في التحسين وقبول الوضع الراهن ، 45% لعدم حماس المهندسين والعاملين في المشروع لبذل جهد لتعلم تقنيات المنهجية ، 32% عدم الثقة بنتائج منهجية البناء الرشيق و 30% لصعوبات فهم واستيعاب مفاهيم البناء الرشيق. وتم ترتيبها بناءاً على الإجابات كالتالي .



13. **تحسين موقع البناء يساهم في زيادة الإنتاجية** : خلال التحليل كان 32 (53%) موافق بشدة ، 16 (27%) موافق ، 10 (17%) محايدة و 2 (3%) غير موافق .

14. **الحاجة لتطبيق تقنيات البناء الرشيق في المشاريع السورية :** تمت الإجابة على هذا السؤال بتأييد كبير ، حيث 41 (68%) موافقة بشدة ، 15 (25%) موافقة و 4 (7%) محايدة.



3.3.3. تفسير النتائج :

وخلُصَت الدراسة إلى أن غالبية المهندسين الذين يعملون في مشاريع البناء في سوريا هم مهندسون مدنيون يمثلون نسبة 60% ، والمعماريون 28% من إجمالي المهندسين المُجيبين. وأغلب هؤلاء المهندسين العاملين في مشاريع البناء حاصلون على درجة البكالوريوس بنسبة 63%. وبنسبة 60% منهم ذوي خبرة أقل من 5 سنوات من إجمالي المهندسين الذين يعملون في مشاريع البناء في سوريا. من المسح ، 83% من المهندسين العاملين في مشاريع البناء في سوريا يعملون في القطاع العام. كما أنّ غالبيتهم ينقسمون بين مهندسي تنفيذ ومهندسي تصميم بنسب متقاربة 32% - 30%.

من نتائج هذه الدراسة أيضاً تقييم سير العمل في مشاريع البناء السورية ، وأنّ أكثر العوامل التي تؤثر على سير العمل في سوريا هي وجود أخطاء في التصميم ، تأخير توريد المواد للمشروع و التقدير غير الصحيح للزمن اللازم لإنهاء المشروع ، حيث أن تأثيرها بنسب متقاربة.

كما بيّنت الدراسة أن 38% فقط من المهندسين في مشاريع البناء في سوريا لديهم معرفة جيدة نوعاً ما بالبناء الخالي من الهدر ، وحوالي 33% لديهم معرفة قليلة فقط و 20% ليس لديهم معرفة إطلاقاً ، وهذا مؤشر على ضرورة زيادة وعي المهندسين حول البناء الرشيق. ومن وجهة نظر المهندسين فإنّ أهم أسباب عدم تطبيق المهجية هي عدم الرغبة في التغيير وعدم المعرفة بالبناء الرشيق. وأهم العقبات التي ممكن أن تواجه تطبيق التقنية في سوريا هي عدم رغبة الإدارة العليا في التحسين وقبول الوضع الراهن و عدم حماس المهندسين والعاملين في المشروع لبذل جهد لتعلم تقنيات المنهجية.
وجدت دراسة أجريت في مصر من قبل Swefie (2013) أن 55٪ من المجيبين ليسوا على دراية بالبناء الهزيل ، و 45٪ من المستجيبين لا يعرفون الكثير عنها. دراسة أخرى أجرتها انشاصي وأبو زعيتر (2014) في فلسطين وجدت أن 65٪ من المبحوثين ليس لديهم معرفة بالبناء الهزيل. وفي السودان 73% من المهندسين ليس لديهم أي معرفة عنها. (Awad , 2016) وهذا يدل على أن البناء الخالي من الهدر غير معروف في معظم البلدان المجاورة ، وليس فقط في سوريا.

الفصل الرابع

النتـــــائج والتوصيـــات

تمهيد : *قامت الباحثة في هذا الفصل بعرض النتائج التي توصلت إليها الدراسة ، وتقديم الاقتراحات والتوصيات في سبيل تطبيق منهجية البناء الرشيق في مشاريع البناء السورية .*

1.4. نتائج البحث :

1. تم تطوير وتوضيح مفاهيم التصنيع والبناء الرشيق في شركات البناء والتشييد ، توضيح التقنيات القابلة للتطبيق.
2. تبيّن أنّ أهم نقاط القوة المتعلقة بتطبيق تقنيات التصنيع الرشيق ضمن منشأة صناعية للمباني المعدنية في سوريا ، هي اتباع نظام لحل المشكلات والسعي لتحسين الإنتاج ضمنها.
3. تبيّن أنّ أهم نقاط الضعف لدى تطبيق تقنيات التصنيع الرشيق ضمن منشأة صناعية للمباني المعدنية في سوريا ، هي ضعف التنظيم في الشركة ووجود عيوب في القطع المنتَجة.
4. تبيّن وجود علاقة بين المشكلة وعامل الهدر الموجود في الشركة الصناعية والتقنية اللازمة للتغلب عليه.
5. تبيّن أنّ نظام المخطط الأخير هو تقنية ناجحة في اختصار الوقت المتوقع للمشروع وزيادة النسبة المئوية لاكتمال خطط المشروع. حيث تم تخفيض الوقت الإجمالي للمشروع بنسبة 15.57%.
6. اقتراح إطار عمل لتطبيق البناء الخالي من الهدر في سوريا .
7. وضع الاستراتيجيات المناسبة للتغلب على التحديات التي يمكن أن تواجه تطبيق المنهجية.
8. بيان استطلاع آراء المهندسين السوريين العاملين في مجال البناء حيال معرفتهم بمنهجية البناء الرشيق ، حيث وُجِد أن 38% فقط من المهندسين في مشاريع البناء في سوريا لديهم معرفة جيدة نوعاً ما بالبناء الخالي من الهدر ، وحوالي 33% لديهم معرفة قليلة فقط و 20% ليس لديهم معرفة إطلاقاً .
9. تبيّن أنّ أهم أسباب عدم تطبيق المنهجية هي عدم الرغبة في التغيير وعدم المعرفة بالبناء الرشيق
10. تبيّن أنّ أهم العقبات التي ممكن أن تواجه تطبيق التقنية في سوريا هي عدم رغبة الإدارة العليا في التحسين وقبول الوضع الراهن و عدم حماس المهندسين والعاملين في المشروع لبذل جهد لتعلم تقنيات المنهجية.

2.4. التوصيات :

1. تعزيز نقاط القوة الموجودة في الشركة أو المشروع للتغلب على نقاط الضعف والمشاكل الموجودة من خلال تطبيق التقنيات الرشيقة المناسبة.
2. السعي لفهم وتطبيق تقنيات الإنتاج أو البناء الرشيق للتغلب على المشكلات ، وخاصة مشاكل قطاع البناء.
3. التأكد من أن الإدارة العليا تؤمن وتتبنى نشاط ثقافة التدريب وتطوير موظفيها حول الأدوات والتقنيات الإدارية الجديدة مثل البناء الخالي من الهدر.
4. اتخاذ خطوات نحو تعزيز سير العمل في مشاريع البناء السورية من خلال الدراسة العميقة للعوامل التي تؤثر على سير العمل بشكل سلبي للتغلب على جميع أسباب التوقف و أشكال الهدر.

5. تعيين قادة في الشركات والمشاريع لمتابعة عمليات التحسين وتتبّع تطبيق منهجيات البناء الخالي من الهدر ، لمساعدة الجهات الفاعلة التي تشارك في المشروع على إنشاء وعي قوي للتنفيذ.
6. ضرورة زيادة وعي المهندسين حول البناء الرشيق.
7. ضرورة عقد الندوات في الجامعات والمعاهد ، لأن المعرفة بالمواضيع الجديدة غالبًا ما تأتي من الجامعات والمؤسسات الأكاديمية الأخرى.
8. ضرورة تشجيع مجالس المهندسين والجمعيات على عقد محاضرات ودورات تدريبية لإثراء المهندسين حول البناء الرشيق.
9. من المهم تدريب المنظمات والتأكد من أن الجميع يفهم تمامًا البناء الرشيق لتسهيل تنفيذ المنهجية.
10. الخطوة الأهم هي إشراك العمال وتنمية حس المسؤولية لديهم والرغبة في التطوير والتحسين ، لأن القوى العاملة تعتبر عصب مشاريع البناء والطاقة الكامنة وراء سير عمليات البناء بالوتيرة المطلوبة.

المراجـــع

1. Awad, **Ibrahim Mohammed Omer, Applying Lean Construction Concepts to Construction Industry in Sudan, Sudan,** 2016
2. Abdullah, Fawaz, LEAN MANUFACTURING TOOLS AND TECHNIQUES IN THE PROCESS INDUSTRY WITH A FOCUS ON STEEL, University of Pittsburgh, 2003
3. Womack, J.P., D.T. Jones, and D. Ross, The Machine That Changed The World (Macmillan Publishing Company, Canada, 1990).
4. Aziz Remon Fayek & Hafez Sherif Mohamed, Applying lean thinking in construction and performance improvement, Egypt, 2013
5. **Coffey, Michael, DEVELOPING AND MAINTAINING EMPLOYEE COMMITMENT AND INVOLVEMENT IN LEAN CONSTRUCTION, 2000**
6. **Jamil Ghazi Sarhan1, Bo Xia2, Sabrina Fawzia1, Azharul Karim2** Lean Construction Implementation in the Saudi Arabian Construction Industry, 2017
7. The Principles Of Lean Manufacturing | Manufacturing.net
8. The Five Principles of Lean (theleanway.net)
9. Womack, J.P., and D.T. Jones, "From Lean Production to the Lean Enterprise," Harvard Business Review, March-April 1994, PP. 93-103.
10. **Merker, Devin J, Lean Construction Implementation: Case Study,** California, **2018**
11. Lean Thinking and Methods - TPM | US EPA
12. Total Productive Maintenance | Lean Production
13. What is Kaizen (Continuous Improvement)? (techtarget.com)
14. PDCA Cycle - What is the Plan-Do-Check-Act Cycle? | ASQ
15. Plan, Do, Check, Act (PDCA) — A Resource Guide (lean.org)
16. What Is Standardized Work in Lean Manufacturing? - Vector Solutions
17. Standardized Work - Lean Enterprise Institute
18. Lean Thinking and Methods - 5S | US EPA
19. عبود طلال ، حسن طاهر ، إدارة العمليات ، ماجستير إدارة الأعمال ، الجامعة السورية الافتراضية

20. O. Salem, J. Solomon, A. Genaidy, and M. Luegring, Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques, 2005

21. دهيرب، محمد سمير، تطبيق بعض تقنيات التصنيع الرشيق لتخفيض الكلف والضياع وتحسين اداء العمليات الانتاجية بحث تطبيقي في شركة اور العامة للصناعات الكهربائية، 2018

22. الطالبي، أحمد عبد الستار، تقنيات التصنيع الرشيق وأثرها في ابعاد التنمية المستدامة: دراسة استطلاعية في عدد من المنظمات الصناعية الصغيرة في محافظة نينوى، 2019

23. The Guide to Implementing Lean Principles in Construction - Industry Europe

24. 6 Principles of Lean Construction | Lean Construction Institute

25. What is the Last Planner System? (leanconstructionblog.com)

26. الكنفاني، أنس، التصنيع الرشيق (القليل الفاقد) ودراسة تطبيقه على صناعة المباني المعدنية مسبقة الهندسة، 2016

المعهد العالي لإدارة الأعمال HIBA – سوريا
برنامج ماجستير إدارة الأعمال – إدارة تنفيذية

استبيان لاستطلاع آراء المهندسين العاملين في مجال البناء حيال معرفتهم بمنهجية البناء الرشيق (الخالي من الهدر)

هذا الاستبيان مُعَد بغرض نيل درجة الماجستير في ادارة الاعمال التنفيذية – الرسالة بعنوان دراسة كيفية تطبيق منهجية البناء الرشيق (الخالي من الهدر) في مشاريع البناء في سوريا .
الاستبيان موجه للمهندسين العاملين في مجال البناء في سوريا ، لاستطلاع آرائهم حيال معرفتهم بمنهجية البناء الرشيق . وهو عبارة عن ثلاثة اقسام :

القسم الاول : معلومات عامة

1- مجال تخصصك ؟

- مهندس مدني
- مهندس معماري
- إجابة أخرى .....

2- مستواك التعليمي ؟

- بكالوريوس
- ماجستير
- دكتوراه

3- عدد سنوات خبرتك في مجال مشاريع البناء ؟

- 0 – 5 أعوام
- 5 – 10 أعوام
- 10 – 15 عام
- اكثر من 15 عام

4- القطاع الذي تعمل به ؟

- قطاع حكومي
- قطاع خاص
- إجابة أخرى .....

5- وظيفتك في المشروع الذي تعمل به ؟

- مهندس تنفيذ
- مدير مشروع
- مهندس مصمم
- مقاول
- استشاري
- مالك / ممثل مالك
- إجابة أخرى .....

القسم الثاني : العوامل المؤثرة على سير عمليات البناء

6- تقييمك لسير عمليات البناء في الموقع الذي تعمل به ؟

- ضعيف
- متوسط
- جيد

7- سير عمليات البناء يحتاج الى تطوير في الموقع الذي تعمل به ؟

غير موافق اطلاقا غير موافق محايد موافق موافق بشدة

8- إلى أي درجة تؤثر العوامل التالية سلباً على سير عمليات البناء ؟

العامل	غير موافق اطلاقا	غير موافق	محايد	موافق	موافق بشدة
التأخير في سداد الدفعيات					
تغيير المواصفات أثناء عملية البناء					
إستخدام تقنيات قديمة في عملية البناء					
وجود أخطاء في التصميم					
المخططات غيرالمكتملة اوغير الصحيحة					
موقع التنفيذ غير المنظم					
التأخير في توريد المواد للموقع					
العمالة غير المؤهلة					
التقدير غير الصحيح في تكلفة المشروع					
التقدير غير الصحيح في الزمن اللازم لانهاء المشروع					
ضعف الاتصال بين اصحاب العلاقة في المشروع					
الادارة الضعيفة في المشروع					

9- يتم اتباع أي إجراءات في الموقع لتلافي حدوث توقفات قي سير عمليات البناء ؟

غير موافق اطلاقا غير موافق محايد موافق موافق بشدة

القسم الثالث : مدى المعرفة بالبناء الرشيق (البناءالخالي من (Lean construction الهدر)

10- مدى معرفتك بمنهجية البناء الرشيق وتقنياتها ؟

معدومة ضعيفة جيدة جيدة جدا ممتازة

11- برأيك سبب عدم تطبيق منهجية البناء الخالي من الهدر في المشاريع السورية

- ☐ عدم وجود بحوث في هذا المجال في سوريا
- ☐ رضا الادارة العليا بالوضع الراهن
- ☐ عدم الرغبة في التغيير
- ☐ عدم المعرفة بالبناء الرشيق

12- العقبة الأساسية التي يمكن أن تواجه تطبيق منهجية البناء الرشيق في المشاريع السورية ؟

- ☐ صعوبات في فهم واستيعاب مفاهيم البناء الرشيق
- ☐ عدم رغبة الادارة العليا في التحسين و تغيير الوضع الراهن
- ☐ عدم الثقة في النتائج التي التي يمكن أن تتحقق نتيجة للتطبيق
- ☐ عدم حماس المهندسين والعاملين في المشروع لبذل جهد لتعلم أدوات البناء الرشيق

13- تحسين موقع البناء يساهم في زيادة الإنتاجية ؟

غير موافق اطلاقا غير موافق محايد موافق موافق بشدة

14- إلى أي درجة تعتقد أن مشاريع البناء في سوريا بحاجة لتطبيق تقنيات البناء الخالي من الهدر ؟

غير موافق اطلاقا غير موافق محايد موافق موافق بشدة

شكـــــراً لحســـــن تعاونكـــــم ..