الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
هندسة التصميم الميكانيكي
ماجستير الهندسة الصناعية

استخدام رمز الاستجابة السريع QR Code
لحساب تكاليف التشغيل الفعلية في منشأة صناعية تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الصناعية

إعداد المهندس

عبد الرحمن محمد بشير ادلبي

إشراف الدكتور

نزيه أبو صالح

أستاذ في قسم هندسة التصميم الميكانيكي جامعة دمشق

العام الجامعي 2022 – 2023 م

قرار لجنة الحكم – Approval Page

توقيعات لجنة المناقشة:

أجريت جميع التعديلات اللازمة لهذه الرسالة و تعد هذه النسخة معتمدة كنسخة نهائية لرسالة الماجستير للمهندس عبد الرحمن ادلبي

الرقم	الاسم	التوقيع
1	أ.د.م نزيه أبو صالح	
2	أ.م.د. خالد شرف	
3	د. محمد معاذ الخياط	

الإهداء

إلى الأرض المباركة الي عشقت ثراها، إلى شام المجد والتاريخ، **وطني الغالي سورية..**

إلى من أدين له بالفضل بعد الله في كل ما حققته من نجاحٍ في حياتي، حبيبي، وقدوتي، ومصدر إلهامي، **أبي الغالي..**

إلى من في دفء قلبها احتميت في أصعب الأيام، إلى التي أعطتني بلا حدود، معلّمتي الأولى ورفيقة دربي، **أمي الغالية..**

إلى أشقاء القلب والروح، وسندي بعد الله، **إخوتي الغوالي..**

إلى حبيبتي وريحانة قلبي، شريكة الروح والحياة، من أستمد منها الأمل والتفاؤل **زوجتي الغالية..**

إلى أساتذتي وأصدقائي وزملائي في جامعة دمشق.

إلى أساتذتي وأصدقائي وزملائي في شركة آفاق للصناعة.

شكر وتقدير

أتوجه بجزيل الشكر والعرفان إلى المربي الفاضل والمعلم القدير

الأستاذ الدكتور نزيه أبو صالح

الذي جاد عليّ بعلمه وخبرته الطويلة، ولم يدّخر أي معلومة أو جهد في منح الفائدة والعلم

كما أتوجه بالشكر الجزيل لشركة

آفاق للصناعة

التي قدمت لي الإمكانات اللازمة وكانت الأساس الميداني الذي قام عليه الجانب العملي للبحث

فهرس المحتويات

الملخص 8

قائمة المصطلحات والرموز 9

مقدمة البحث 11

مشكلة البحث 13

مسوّغات مشروع البحث 13

هدف مشروع البحث : 14

الدراسات المرجعية 15

الدراسة المرجعية الأولى : 16

الدراسة المرجعية الثانية: 18

الدراسة المرجعية الثالثة: 18

الدراسة المرجعية الرابعة: 19

الدراسة المرجعية الخامسة: 19

الدراسة المرجعية السادسة: 20

الفصل الأول 21

أنظمة الإنتاج 21

1-1 تصنيفات النشاط الصناعي: 22

1-2 تعريف نظم الإنتاج Production Systems: 23

1-3 العمليات الإنتاجية Production Processes: 23

1-4 معاملات الإنتاج Production Factors : 24

1-5 أنواع أنظمة الإنتاج Types of production systems: 25

1-5-1 نظام الدُفعات (Batch System): 25

1-5-2 نظام الإنتاج المستمر (Continuous Production System): 26

1-5-3 نظام الإنتاج حسب الطلب (On Demand Production System): 27

1-6 المخططات الداخلية للمصانع وعلاقتها بنظم الإنتاج: 27

1-6-1 معايير التخطيط الجيد للمصنع: 28

1-6-2 الأنواع الشائعة للمخططات الداخلية للمصانع: 29

الفصل الثاني 33

رمز الاستجابة السريع (QR Code) 33

2-1 نشأة أنظمة ترميز البيانات وتطورها: 34

2-2 الترميز(Encoding) : 34

2-3 خصائص عمليات الترميز ومميزاتها (Advantages of Encoding): 34

2-4 الرمز الشريطي (Bar Code): 35

2-4-1 خصائص الرمز الشريطي ومميزاته: 35

2-5 رمز الاستجابة السريعة (QR Code): 36

2-5-1البيانات القابلة للتشفير: 36

2-5-2 هندسة رمز الاستجابة السريعة: 38

2-5-3 المقارنة بين رمز الاستجابة السريعة والرمز الشريطي: 39

2-5-4 بعض الاستخدامات الشائعة لرمز الاستجابة السريعة: 41

الفصل الثالث 42

الاهتلاك 42

3-1 التكاليف وأنواعها: 43

3-2 مفهوم الاهتلاك (Depreciation): 43

3-2-1 تعريفات أساسية: 44

3-2-2 أسباب الاهتلاك وأنواعه: 44

3-2-3 طرق حساب الاهتلاك : 45

3-3 العمر الاستثماري للأصول: 48

3-4 تأثير تكاليف الصيانة على حساب الاهتلاك: 49

3-5 أصول لا يمكن اهلاكها: 50

الفصل الرابع 51

القسم العملي 51
4-1 المقدمة: 52
4-2 المراحل الرئيسة للمنهجية المستخدمة: 53
4-2-1 مرحلة التصميم (Design Step): 53
4-2-2 مرحلة التصنيع (Manufacturing Step): 57
4-2-3 مرحلة حساب التكاليف: 64
4-3 القسم التطبيقي: 66
4-3-1 مرحلة التصميم: 66
4-3-2 مرحلة التصنيع: 89
4-3-3 مرحلة حساب التكاليف 94
4-4 الاستنتاجات (Conclusions): 105
4-5 التوصيات والخاتمة: 106
المراجع 107

الملخص

تعدّ الصناعة أحد المقومات الأساسية التي تقوم عليها اقتصادات الدول في العصر الحديث، وتتنوع أشكال النشاط الصناعي تبعاً لطبيعة المنتجات وأنظمة التصنيع المتبعة لإنتاجها. وتشكل المنشآت الصناعية التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب وفي مقدمتها الورشات الصناعية المنتشرة على امتداد أراضي الجمهورية العربية السورية نسبةً لا يستهان بها من النشاط الصناعي الوطني. وتعاني كثير من هذه المنشآت مشكلةً في تحديد تكاليف العمليات التشغيلية الخاصة بكل مشروع تقوم بتنفيذه، إذ نظراً لتعدد المشاريع المجراة ضمن هذه المنشآت في نفس الوقت وتنوعها يكون من الصعب على المشغّلين حصر الوقت الذي استغرقته كل عملية تشغيلية وتخصيصها بالمشروع المعنيّ. تتناول هذه الرسالة وضع طريقة منهجية شاملة تساعد من خلالها المنشآت التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب في حساب التكاليف التشغيلية للمشاريع التي تقوم بإنجازها، تنقسم هذه المنهجية لتشمل مراحل التصميم والتصنيع وحساب التكاليف. وتقوم هذه المنهجية في جوهرها على أساس إدراج رمز QR Code على المخططات التشغيلية للقطع، يحوي الرمز المعلومات الأساسية للقطعة الموضحة في المخطط بحيث يكون بمثابة معرّف رقمي يوضح هوية القطعة، عند الرغبة في إجراء أي عملية تشغيلية على قطعة ما، يُمسَح الرمز الخاص بهذه القطعة من قبل العامل المشغّل ويضغط زر البدء ضمن التطبيق و من ثم يعود ليضغط زر الانتهاء عند إتمامه العملية التشغيلية ليصار إلى احتساب الوقت المستغرق لإنجاز هذه العملية ويسند هذا الزمن مع بيانات أخرى تضم هوية العامل المشغّل وآلة التشغيل المستخدمة إلى اسم القطعة ورقم المشروع والتي عُرفت من خلال عملية المسح للرمز. بالانطلاق من أزمنة العمليات التشغيلية تُحسب كلفة هذه العمليات التشغيلية بعد أخذ عدد من الأمور بالحسبان، وبالنتيجة نحصل على مجموع كلف عمليات التشغيل التي تخص كل مشروع على حدة. تمت محاكاة ذلك على آلة تعبئة حجمية بالتعاون مع شركة آفاق والتي تعتبر من أهم الشركات التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب ضمن الجمهورية العربية السورية.

الكلمات الرئيسة (Key Words) : نظم الإنتاج ، إنتاج حسب الطلب ، رمز الاستجابة السريع ، تكاليف تشغيلية ، أصول إنتاجية ، التكاليف الثابتة ، التكاليف المتغيرة ، اهتلاك أصول ثابتة ، العمر الاستثماري للأصول ، آلة تعبئة حجمية ، أنظمة إنتاج مرنة .

قائمة المصطلحات والرموز

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنكليزية	الرمز
نظام إنتاج	Production System	-
العمليات الإنتاجية	Production Processes	-
معاملات الإنتاج	Production Factors	-
نظام إنتاج مستمر	Continuous Production System	-
مخطط الموقع الثابت	Fixed Position Layout	-
المخطط القائم على نوع عملية	Process - Based Layout	-
المخطط القائم على المنتج	Product - Based Layout	-
مخطط تكنولوجيا المجموعات	Group Technology Layout	-
نظام الإنتاج بالدفعات	Batch Production System	-
نظام إنتاج حسب الطلب	On Demand Production System	-
الأصول	Assets	-
الأصول الثابتة	Fixed assets	-
التكالف الثابتة	Fixed costs	-
التكاليف المتغيرة	variable costs	-
الاهتلاك	Depreciation	D
معدل الاهتلاك	Depreciation Rate	R
التكلفة الأساسية للأصل	Original Cost of the Asset	B
القيمة الحالية للأصل	Current Book Value	B_C
العمر المفيد للأصل	Useful Life of the Asset	n
العمر المتبقي للأصل	Remaining Lifespan	n_r
القيمة المستردة للأصل	Salvage Value	S_v
طريقة الخط المستقيم	Straight Line Method	-
طريقة الرصيد المتناقص	Declining Balance Method	-

-	Units of Production Method	طريقة وحدات الإنتاج
-	Coding systems	أنظمة الترميز
BR	Bar Code	الرمز الشريطي
QR	Quick Response Code	رمز الاستجابة السريع
ER	Encoded Region	منطقة الترميز
QZ	Quiet Zone	المنطقة الهادئة
NP	Functions Pattern	قالب الوظائف
FP	Finder Patterns	قوالب المستكشف
TP	Timing Patterns	قوالب التوقيت
AP	Alignment Patterns	أنماط المحاذاة

مقدمة البحث

منذ القدم وعبر العصور المتعاقبة عرفت المجتمعات الإنسانية نقلات هائلة أخذت طابعاً متسارعاً بشدة في الآونة الأخيرة. فبعد أن كان المجتمع في بداية الأمر مجتمعاً رعوياً ينتقل أفراده من مكان لآخر بحثاً عن الكلأ والماء، أخذ تدريجياً يميل نحو الاستقرار في مكان محدد مناسب معتمداً في معيشته على الزراعة، فأضحى مجتمعاً زراعياً، ثم ما لبث أن توسعت احتياجاته وبدأ النشاط الصناعي ينشط و يتوسَّع في حياته اليومية، و أصبحت الآلات تحل تدريجياً محل الإنسان في القيام بالعديد من الأعمال. ومع ظهور الثورة الصناعية (Industrial Revolution) أواسط القرن الثامن عشر أخذت المجتمعات تدريجياً تتحول إلى مجتمعات صناعية يقوم الأفراد فيها بتحويل المواد الأولية الناتجة من الزراعة والمواد الخام الموجودة على سطح الأرض أو في باطنها إلى منتجات مفيدة، فازدهرت صناعة النسيج وصناعة الصلب وظهرت الجسور الحديثة و السكك الحديدية. في تلك الآونة كان الاعتماد على الفحم كمصدر رئيس للطاقة و كانت معظم الآلات تعمل على البخار. ولكن مع ظهور الاكتشافات النفطية و دخول الكهرباء إلى ميدان الصناعة أضحت الصناعة في مستوى جديد تماماً. كما أدى ظهور الأنظمة الهيدروليكية (Hydraulic System)، والبنيوماتيكية (Pneumatic System)، وأنظمة التحكم الكهربائي، والمتحكمات المنطقية (Logical Controller)، وغيرها الكثير من المنظومات الحديثة مؤخراً إلى ظهور مرحلة جديدة أكثر تقدماً سُمّيت بمرحلة الثورة العلمية والتكنولوجية، جعلت من مجتمعاتنا الحالية على ما هي عليه الآن من الحضارة و المدنية. وفي مجتمعاتنا المعاصرة أصبحت الصناعة ركيزة مهمة من ركائز التنمية المجتمعية لما لها من دور مهم في سدّ احتياجات المجتمع المدني خلال مسيرة تطوره المتواصل وتحقيق قيمة مضافة أكبر للموارد الطبيعية المتوافرة لديه. كما أصبح قطاع الصناعة حجر الزاوية في اقتصاد الكثير من الدول، وأصبح يعدّ أحد أهم القطاعات الأساسية لمصادر الدخل القومي للكثير من الدول النامية والمتقدمة.

تزامناً مع تنامي دور الصناعة و أهميتها على مستوى الدول و المجتمعات بدأت تظهر العديد من التخصصات الهندسية التي تُعنى بتنظيم المصانع و إدارة العمليات الإنتاجية وأنظمة ضبط الجودة فيها، وكذلك دراسة سير المواد وتدفقاتها خلال مراحل الإنتاج، وصولاً إلى تنظيم المخزون والمستودعات و انتهاءً إلى حساب

تكاليف الإنتاج بقسميها الثابتة و المتغيرة، ومن أبرز هذه التخصصات: الهندسة الصناعية (Industrial Engineering) التي نحن بصدد بحث هندسي يندرج في كنفها.

ونحن إذ نتناول في هذا البحث موضوع **حساب تكاليف التشغيل الفعلية في المنشآت الصناعية التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب**، فقد انبثقت فكرة هذا البحث من تجربة واقعية ميدانية لدى العمل مع واحدة من أهم الشركات على المستوى الوطني و الإقليمي و التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب كنظام إنتاج لها.

مشكلة البحث

تتسم المنشآت الصناعية المعتمدة على نظم الإنتاج حسب الطلب بتصنيع منتجات مختلفة بحسب رغبات كل زبون ، إذ تترجم هذه الرغبات إلى مواصفات فنية توضع و يُتفق عليها قبل البدء بالإنتاج . و يشكل كل منتج مشروعاً مستقلاً بذاته . و يسود نظام الإنتاج حسب الطلب صناعات معينة منها الثقيلة مثل صناعة الطائرات و السفن ومنها المتوسطة والخفيفة مثل صناعة آلات التعبئة والإغلاق للمنتجات الغذائية.

في ظل ذلك و لأن المعمل يقوم بتصنيع آلات مختلفة في الوقت نفسه، تبرز أمامنا المشكلات التالية:

كيف يمكننا حساب الوقت الفعلي الذي استغرقه تشغيل القطع في كل مشروع بمعزل عن المشاريع الأخرى التي تنفذ إلى جانبه.

و كيف يمكننا حساب تكاليف التشغيل الفعلية لكل مشروع يتم تنفيذه؟ و بالتالي الأرباح الفعلية لكل مشروع .

مسوّغات مشروع البحث

تشكل المنشآت الصناعية التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب و في مقدمتها الورشات التصنيعية المنتشرة في المحافظات كافة ضمن الجمهورية العربية السورية نسبة لا يستهان بها من النشاط الصناعي في القطر ، إذ وفق إحصائيات لوزارة الصناعة السورية مطلع العام 2020 شكلت الورشات التصنيعية ما يقارب 20% من إجمالي النشاط الصناعي الوطني [1].

في المنشآت الصناعية التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب نكون أمام القضايا التالية:

- يقوم المعمل بتنفيذ عدة مشاريع مختلفة جنباً إلى جنب في نفس الوقت .
- المشروع الواحد يحوي عدداً كبيراً من القطع التي تحتاج إلى عمليات تشغيل .
- سيقوم العمال ضمن القسم الواحد بالعمل على تشغيل قطع تعود لمشاريع مختلفة جنباً إلى جنب (مثلاً عامل المخرطة سيقوم بتشغيل عدة قطع ضمن الوردية الواحدة و كل قطعة تعود إلى مشروع مختلف).

في ضوء ذلك أصبحت مهمة الحصول على قيم فعليّة لأزمنة العمليات التشغيلية المنجزة لكل قطعة يتم تصنيعها على حدة أمراً بالغ الصعوبة، وبالتالي أصبح تحديد مقدار التكاليف التشغيلية الخاصة بكل مشروع أمراً صعباً. وقد لوحظ بأنه غالباً ما تُحدَّد أزمنة العمليات التشغيلية بشكل تقديري بحت بعيد عن الدقة، الأمر الذي ينعكس سلباً على دقّة حساب تكاليف العمليات التشغيلية المنفذة على مختلف القطع العائدة للمشاريع المتعددة التي يتم إنجازها جنباً إلى جنب، ونتيجةً لذلك أصبحت وفي كثير من الأحيان قيم الكلف التشغيلية المحسوبة لهذه المشاريع وهميّة لا تعكس القيم الفعلية.

هدف مشروع البحث :

يهدف هذا البحث إلى وضع منهجية نستطيع من خلالها تحديد أزمنة التشغيل الفعلية لكل مشروع من المشاريع التي يتم تنفيذها في المنشآت الصناعية التي تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب بمعزل عن المشاريع الأخرى التي تنفذ إلى جانبه ضمن الشركة. ثم الانطلاق من هذه الأزمنة للوصول إلى تحديد تكاليف التشغيل الفعلية لكل مشروع.

الدراسات المرجعية

المرتبطة بالبحث

الدراسة المرجعية الأولى :

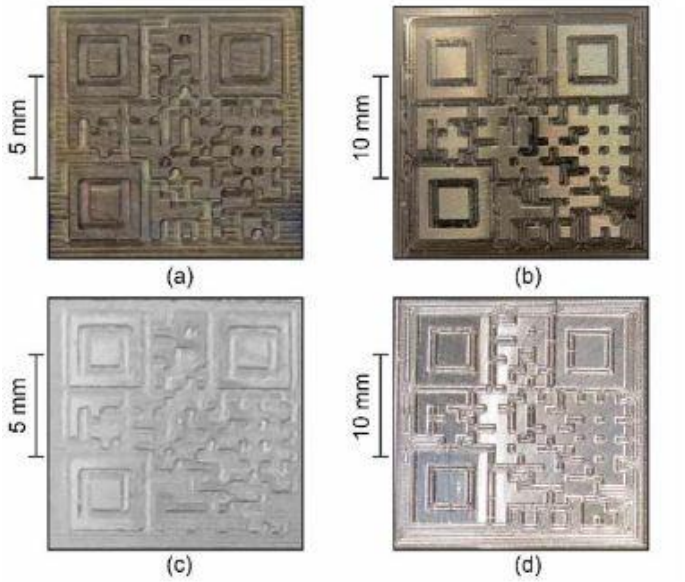
Ventura, C.E.H., Aroca, R.V., Antonialli, A.i.S., Abrao, A.M., Campos Rubio, J.C., & Camara, M.A. (2016). **Towards Part Lifetime Traceability Using Machined Quick Response Codes.** Brazil. Elsevier.

تناولت هذه الدراسة إمكانية التتبع مدى الحياة للقطع المصنعة، باستخدام رموز الاستجابة السريعة المُشغلة عليها. وتهدف من ذلك إلى استخدام تقنيات مرنة ومنخفضة التكلفة لمراقبة أفضل لدورة حياة المنتجات عن طريق إضافة علامة مميزة للقطعة في أثناء تصنيعها قادرة على حمل بيانات هذا المنتج خلال دورة حياته الكاملة. الأمر الذي يوفر إمكانية موثوقة لتتبع المنتجات وجعل ذلك متاحاً للشركة المصنعة وتاجر التجزئة وحتى المستهلك النهائي ضمن ما يسمى بمصطلح "السفر مع المنتج". ويتيح ذلك تتبع أسباب مشكلة معينة وإرجاعها إلى تاريخ عملية التصنيع و المواد الخام المستخدمة للوصول إلى السبب الجذري بهدف منع تكرار المشكلة.

طرحت الدراسة بديلاً لطريقة تخزين المعلومات المتعلقة بالقطع المشغّلة، فعوضاً عن تخزين هذه المعلومات بشكل منفصل عن القطعة المصنعة في قواعد بيانات أو على الورق، وهذا ما يمكن أن يؤدي إلى فقدان بعض البيانات أو تلف جزء منها، يمكن التغلب على هذا العيب من خلال تخزين المعلومات في أثناء التشغيل مباشرة على سطح المنتج (Direct Part Marking (DPM ، الأمر الذي يتيح استخدامها في كل مرحلة من مراحل دورة حياة هذا المنتج. وقد مثلت رموز الاستجابة السريعة (QR Code) الحل الأمثل لذلك، لأسبابٍ عدة أهمها: يُمكنها تخزين عشرات المحارف، إضافةً للاستخدام المنتشر للهواتف الذكية وسهولة قراءة هذه الرموز من خلالها. كما أن أحد الجوانب المهمة لمواصفات رمز الاستجابة السريعة هو أنه يحتوي على إمكانية تصحيح الخطأ ، الأمر الذي يسمح باسترداد البيانات حتى في حالة تلف رمز الاستجابة السريعة جزئيًا. فعندما يتم إنشاء رمز QR من الممكن تحديد مستوى تصحيح الخطأ من 7% إلى 30% وهذا يسمح باسترداد البيانات بشكل صحيح حتى إذا تم حجب أو تلف ما يصل إلى 30% من رمز الاستجابة السريعة.



الشكل (1) ؛ طريقة حفر رمز الاستجابة السريع على المعادن



الشكل (2) ؛ نماذج ناتجة عن حفر رمز الاستجابة السريع على المعادن

من المآخذ المسجّلة على البحث :

تعتمد قراءة رمز الاستجابة السريعة على التباين العالي بين الخلفية والرمز نفسه. وتتمثل التحديات المتعلقة بقراءة الرمز المنقوش على الأجزاء المعدنية باختلاف الإضاءة وانعكاس الضوء على الجزء المعدني ، والذي لا يمكن ضمان ثباته اعتمادًا على ظروف الإضاءة في كل مرة يتم فيها مسح الرمز المنقوش، إضافةً إلى الحاجة إلى أدوات قطع ذات أقطار صغيرة جداً لتحقيق الدقة المطلوبة وتطبيق تقنيات تصنيعية دقيقة ، فضلاً عن ذلك قد يكون صعباً عند التعامل مع عدد من المعادن. إضافةً إلى أنه ومن أجل تجنب إحداث تغييرات في خصائص المنتج وشكله أو إحداث تشوهات فيه، يجب جعل رموز QR صغيرة قدر الإمكان و الذي قد يكون صعب تحقيقه.

الدراسة المرجعية الثانية:

Steven, R.S., Maladineo, M., (September,21,2015). **Using QR Codes to Track Equipment Preventive Maintenance.** APEM Journal. Volume 16. PP 298-307.

تناول المقال ضمن المجلة الهندسية " Advances in Production Engineering & Management " المعروفة اختصاراً باسم (APEM Journal) فكرة تنظيم الصيانة الوقائية للمعدات ضمن المعامل باستخدام رمز الاستجابة السريعة QR Code . وذلك من خلال تزويد المعدات المراد إخضاعها لعمليات الصيانة الوقائية كافةً برموز استجابة سريعة تلصق بكل منها. ويحوي رمز الاستجابة السريع الملصق إلى الآلة رابطاً يستطيع العامل المختص من خلاله الوصول إلى جدول الصيانات الخاص بالآلة، بحيث يستطيع العامل من خلال هذا الجدول معرفة مواعيد الصيانات المخطط لها لهذه الآلة ضمن العام، والتأكد من الصيانات المنجزة عبر إشارة تأكيد تكون إلى جانب الصيانات المنجزة. كما يستطيع العامل رؤية الملاحظات الموضوعة في سجل صيانة الآلة ضمن الجدول نفسه.

تناول المقال أهمية الفكرة و تطبيقها في المعامل الإنتاجية بحيث يصبح من الممكن للعامل الاطلاع على سجل الصيانة الخاص بالآلة التي يعمل عليها و التحديثات المتعلقة به، كما يستطيع التأكد من قيام فريق الصيانة بانجاز الصيانات المستحقة على الآلة و الاطلاع على الملاحظات الموضوعة من قبل فريق الصيانة.

الدراسة المرجعية الثالثة:

Emiliano, S., Mikael, G., (2015) **Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions**، University of Brescia, Brescia, Italy.

تناولت الدراسة في طياتها إدارة مخزون المستودعات في المعامل باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (Internet of Things) بحيث تكون العناصر الموجودة داخل المستودع مميَّزة برمز استجابة سريع خاص بها، ويخضع كل عنصر يتم إخراجه من المستودع إلى عملية مسح لرمز الاستجابة السريع الخاص به، بحيث يكون الواقع الفعلي

للمخزون على الأرض مطابقاً لكمية المخزون ضمن المنظومة البرمجية. ويقوم النظام بالتراسل مع الموردين تلقائياً لطلب الكميات اللازمة من العناصر عند وصولها إلى حد معين. ويتم طلب الكميات لكل عنصر بشكل مختلف، و يؤدي الدور الأساسي في حساب الكميات المطلوبة لكل عنصر تواتر عمليات السحب لهذا العنصر.

الدراسة المرجعية الرابعة:

Walker S., Ryan M., (2020) **The development of mechanical drawing job-sheet,** Journal of Physics, Conference Series1446.

تناولت الورقة البحثية طرق مبتكرة في إعداد المخططات الهندسية للقطع الميكانيكية ومنها استبدال اللوحات الاسمية التقليدية بأخرى رقمية وهي عبارة عن رمز QR Code يدرج في زاوية المخطط التصنيعي للقطع واستثماره كبديل عن اللوحات الاسمية التقليدية و التي تأخذ مساحة لا بأس يها من مساحة المخطط الهندسي. وتدرج جميع المعلومات الخاصة بالقطعة ضمن رمز ال QR Code. شكلت هذه الفكرة الأساس المحوري التي انطلقنا منها في هذه الرسالة و القائمة على استثمار إضافة رمز ال QR Code إلى المخطط بشكل فاعل أكثر مما هو فقط توفير مساحة ضمن المخطط الهندسي التصنيعي للقطعة.

الدراسة المرجعية الخامسة:

Stanley R., **A System for Managing Job-Shop Production**, The Journal of Business, Vol. 39, No. 3 (Jul., 2021), pp. 371-393.

تطرق المقال إلى الطرق التحليلية الإحصائية لتحديد أزمنة العمليات التشغيلية المنجزة على القطع المصنعة ضمن الورشات التصنيعية، حيث يتم تسجيل القطع الداخلة إلى القسم الإنتاجي ومع نهاية فترة العمل (الوردية) يتم إحصاء عدد القطع التي أُدخِلت إلى القسم الإنتاجي و تم إخراجها بعد إنجاز العمليات التشغيلية اللازمة عليها. ومن ثمّ يتم توزيع فترة العمل على عدد القطع المنجزة خلال هذه الفترة و تسند هذه القيمة الزمنية بشكل متساوٍ لجميع القطع

المنجزة. و تحسب الكلف التشغيلية لكل قطعة بناءً على القيم الزمنية التي سجّلت على القطعة في كل قسم إنتاجي مرت عليه.

من المآخذ المسجلة على الطريقة التي تناولها المقال افتقارها إلى الدقة في تحديد أزمنة العمليات التشغيلية المنجزة، إلا أنها تعتبر عمليّة إلى حدٍ كبير عندما تكون القطع المصنّعة متشابهة فيما بينها.

الدراسة المرجعية السادسة:

Jatoth M., Krishnanand L., (2022), **A Review of Dynamic Job Shop Scheduling Techniques**, Procedia Manufacturing, Volume 30, pp. 34-39.

تناولت هذه الدراسة فكرة تتبع الوقت الذي استغرقته العمليات التشغيلية للقطع المصنّعة في الورشات من خلال تزويد آلات التشغيل بعداد زمني يكون ضمن متناول يد العامل المشغّل، و يحوي زر للبدء بالعد و آخر لتصفير قيمة العداد، بحيث يقوم العامل المشغّل بالضغط على زر البدء عندما يبدأ بإنجاز العملية التشغيلية ليقوم بعدها بقراءة القيمة الزمني من العداد عند انتهاء العملية التشغيلية و تسجيلها على المخطط التصنيعي الخاص بالقطعة ضمن جدول جاهز للتعبئة يكون ضمن حاشية المخطط، بحيث يقوم العامل عند انتهائه من العملية التشغيلية بإدراج القراءة الزمنية التي حصل عليها من العداد الزمني ضمن الجدول مع ذكر نوع العملية التشغيلية التي قام بإنجازها (خراطة، تفريز،..) و يقوم بالتوقيع في الحقل المجاور.

بالنتيجة نحصل على جدول مؤرشف ضمن مخطط كل قطعة يتم تصنيعها ضمن الورشة يتضمن معلومات عن العمليات التشغيلية المنجزة على القطعة من حيث نوع كل عملية، والزمن الذي استغرقته، وكذلك هوية العامل المنفّذ لكل عملية تشغيلية أجريت على هذه القطعة. تُمرر هذه الجداول لاحقاً إلى محاسب التكاليف ليترجم هذه الأزمنة إلى تكاليف نقدية.

من المآخذ المسجلة على هذه الطريقة اعتمادها على القيم المسجّلة ورقياً و التي يمكن أن تكون معرّضة للتلف خصوصاً ضمن بيئة الورشات التصنيعية التي تعتبر قاسية بالنسبة للوثائق الورقية عند تواجدها فيها.

الفصل الأول

أنظمة الإنتاج

Production Systems

1-1 تصنيفات النشاط الصناعي:

يُعد مصطلح الصناعة من المصطلحات العامة الشاملة، ويتفرع عنه الكثير من الأنواع والتصنيفات، إذ غالباً ما يُلحق اسم الصناعة بحقل من الحقول. ويجمع بينها جميعاً فكرة جوهرية مفادها تحويل المواد الأولية إلى منتجات أو خدمات ذات فائدة. وإذ يصعب حصر أنواع الصناعات تفصيلاً فإنه يمكن ذكر التصنيفات الرئيسة لها، وهي:

1- **الصناعات المعدنية:** وهي التي يتم فيها استخلاص المعادن من خاماتها وتجهيزها بصورة محددة كالصفائح أو المقاطع القياسية بحيث يمكن استخدامها في صناعات أخرى مثل الصناعات الهندسية .

2- **الصناعات الهندسية** : يتداخل قطاع الصناعات الهندسية بصورة كبيرة مع العديد من القطاعات الصناعية الأخرى ولا سيما المعدنية منها، كما تؤدي الصّناعات الهندسية دوراً هاماً في تطوير الصّناعات الأخرى الأمر الذي يجعلها ضمن قائمة الصناعات المحورية، وتحتاج مثل هذه الصناعات إلى أفراد ذوي تأهيل وخبرات هندسية وتقنية مرتفعة نسبياً.

3- **الصناعات الكيميائية** : وهي الصناعات التي تعتمد على عمليات كيميائية – بالدرجة الأولى – لمعالجة الخامات المختلفة وتحويلها إلي منتجات، من أمثلتها صناعات البتروكيماويات والأسمدة والمنظفات وغيرها .

4- **صناعات الغزل والنسيج** : وهي الصناعات التي يتم فيها تحويل الألياف الطبيعية والصناعية إلى خيوط ومنسوجات وحبال وسيور وغيرها .

5- **الصناعات الغذائية** : هي الصناعات المتخصصة في تصنيع مختلف المنتجات الزراعية والحيوانية وتعبئتها وحفظها، و إنتاجها بشكل أغذية محفوظة أو معلبة أو مشروبات أو حلويات .

مهما تعددت أنواع الصناعات و تنوعت تصنيفاتها لابد لأي نشاط صناعي من إطار تنظيمي يضبط عمل هذا النشاط، ويمكن تعريف مفهوم النظام بأنه مجموعة متكاملة من العناصر ذات العلاقة والمصمّمة لتؤدي معاً مهمة محددة [2].

1-2 تعريف نظم الإنتاج Production Systems:

تعرّف نظم الإنتاج بأنها المنهجيات والقواعد المتبعة لإدارة العمليات الإنتاجية ضمن المؤسسات الصناعية [3]، وتهدف نظم الإنتاج إلى تحقيق أعلى كفاءة إنتاجية عبر الاستخدام الأمثل لعناصر مدخلات العمليات الإنتاجية بما يتناسب مع طبيعة المنتج ومتطلبات تصنيعه. وقبل الاستفاضة في توضيح نظم الإنتاج و أنواعها، لا بد من توضيح ما يشير إليه مصطلح العمليات الإنتاجية والتي تقوم نظم الإنتاج بإدارتها.

1-3 العمليات الإنتاجية Production Processes:

تعرّف عمليات الإنتاج بأنها عمليات تحويل الموارد إلى مخرجات ذات فائدة [3].

في الكثير من الحالات يحتاج الحصول على المنتج النهائي أو الخدمة التي يحتاجها العميل إلى تتابع عدة عمليات إنتاجية تتكامل مع بعضها البعض وصولاً إلى المُخرج النهائي، وتشكل عندها مخرجات كل عملية إنتاجية المدخلات الخاصة بعمليات إنتاجية أخرى. وتتنوع العمليات الإنتاجية تبعاً لطبيعة هذه العمليات وشكل مخرجاتها، وفي ما يلي سرد لبعضٍ منها: تصميم المنتج، العمليات التشغيلية والتصنيعية، الأنشطة المتعلقة بالإمداد والتسهيلات الإنتاجية، عمليات ضبط الجودة.

1-4 معاملات الإنتاج Production Factors :

يطلق على الموارد المستخدمة في أداء العمليات الإنتاجية اسم "معاملات الإنتاج – Production Factors ". ويشار إلى معاملات الإنتاج بالاختصار "**5 M's**"، هذا الاختصار يجمع الأحرف الأولى لكل منها باللغة الإنكليزية، وهي [4]:

1- اليد العاملة (men): وهي المورد الأكثر قيمة في المنظومة الإنتاجية.

2- الآلات والمعدات (machines): وهي الأدوات المستخدمة من قبل اليد العاملة لإنجاز العملية الإنتاجية.

3- الطرائق (methods): وهي بيان لتسلسل العمليات الجزئية ضمن العملية الإنتاجية، إذ تقسّم كل عملية إلى سلسلة من المهام أو الأنشطة التي يجب تنفيذها من أجل إكمال العملية بنجاح.

4- المواد (materials): لا ينحصر الأمر في المواد الخام فحسب بل يتعدى ذلك إلى أنه مدخلات العملية الإنتاجية على تنوعها و اختلافها. فأي خلل في هذه المدخلات سيؤدي حكماً إلى خلل في مخرجات العملية الإنتاجية.

5- المال (money): يعد هذا المعامل أساسياً في تقييم العملية الإنتاجية وتحديد مدى نجاحها، إذ كلما قلَّ الهدر المترتب عن العملية الإنتاجية كانت هذه العملية أفضل.

تمثل معاملات الإنتاج هذه الأدوات التي تستطيع من خلالها أنظمة التصنيع إدارة العمليات الإنتاجية. إذ كلما كانت إدارة هذه الموارد تتم بشكل أفضل كانت جودة مخرجات العمليات الإنتاجية أفضل و بالتالي الحصول على منتج أو خدمة بجودة أعلى.

1-5 أنواع أنظمة الإنتاج Types of production systems:

تصنف نظم الإنتاج بشكل أساسي بناءً على حجم ومعدل الإنتاج [3]، ووفقاً لهذه المنهجية يكون تصنيف أي وحدة إنتاجية وخصائص العمليات الإنتاجية فيها تابعاً لطبيعة المنتج وكميات إنتاجه. بشكل عام، هناك ثلاثة أنواع شائعة لأنظمة الإنتاج الأساسية:

نظام الدُفعات (Batch System).

النظام المستمر (Continuous System).

نظام الإنتاج حسب الطلب (On Demand System).

نستعرض مميزات و خصائص كل منها في الآتي:

1-5-1 نظام الدُفعات (Batch System):

أهم مميزات نظام الدُفعات:

- يستخدم في الصناعات ذات الإنتاج الموسمي لأن الطلب على المنتج لا يكون ثابتاً طيلة العام.
- يتم تنظيم وسائل الإنتاج وفق ترتيب مرن يتيح إمكانية العمل على أكثر من منتج.
- تستخدم فيه الوسائل و المعدات ذات الأغراض المتعددة .
- مخصص لإنتاج كميات صغيرة نسبياً من المخرجات على شكل دفعات بمواصفات قد تختلف اختلافًا كبيرًا من دفعة إلى أخرى.
- لا يشترط تساوي الكميات المنتجة في الدفعات المختلفة وتتبع كميات الإنتاج المخصصة لكل دفعة إلى الخطة الإنتاجية.
- تتعقد عملية الرقابة على الإنتاج في هذا النظام نظراً لاختلاف المسالك الإنتاجية مع اختلاف المنتجات.

ومن الأمثلة على المنشآت التي تعتمد نظام الإنتاج وفق دفعات: منشآت الصناعات النسيجية والقطنية وبعض الصناعات الغذائية الموسمية، وكذلك الأمر بالنسبة لبعض الصناعات الدوائية و الكيميائية.

1-5-2 نظام الإنتاج المستمر (Continuous Production System):

مع بدايات القرن العشرين بدأ العمل بفكرة الإنتاج المستمر وظهرت خطوط الإنتاج والتجميع، حيث تم تطبيقه عملياً في تجميع محركات السيارات في مصانع شركة (Ford) الأمريكية في عام 1913 م.

أهم مميزات نظام الإنتاج المستمر:

- يلائم هذا النظام إنتاج نوع محدد من المنتجات، ويتم تجهيز المنشأة بالمعدات و الآلات اللازمة لإنتاج هذا المنتج وترتيبها بالشكل الذي يخدم سهولة و كفاءة تصنيعه.
- يحقق هذا النظام إنتاجية عالية وتكاليف إنتاج أقل.
- يعتمد إستراتيجية الإنتاج بهدف التخزين دون انتظار طلبات من العملاء للبدء بالإنتاج.
- المهام الموكلة للعمال محددة و ثابتة نسبياً.
- لا يُحتاج فيه – بشكل عام – إلى يد عاملة خبيرة.

من عيوب نظام الإنتاج المستمر:

- ضرورة توافر طلب كبير على المنتج يستوعب الكميات الكبيرة المنتجة.
- صعوبة إجراء تعديلات على المنتج، يعود السبب في ذلك إلى أن الآلات المستخدمة في الخط الإنتاجي هي آلات متخصصة و مصمّمة لإنتاج نوع معين من المنتجات، فلإجراء تعديلات على المنتج يقتضي ذلك إجراء تعديلات على الآلات ، و قد تكون هذه التعديلات جذرية ومكلفة في كثير من الأحيان.
- درجة المخاطرة مرتفعة نظراً لارتفاع التكلفة الاستثمارية.
- التكلفة المترتبة عن تخزين المنتجات المصنعة بكميات كبيرة.

من الأمثلة عليها أنظمة تجميع المحركات والسيارات ، بالإضافة إلى المنتجات الاستهلاكية الأخرى مثل أجهزة التلفزيون والغسالات وأجهزة الكمبيوتر الشخصية .

1-5-3 نظام الإنتاج حسب الطلب (On Demand Production System):

يقوم هذا النظام على فكرة المشروع، ويشكّل كل مشروع منتجاً فريداً من نوعه وفقاً لمتطلبات كل زبون، ولهذا السبب فإنه يعرف أيضاً باسم نظام المشروع (Project System).

أهم خصائص نظم الإنتاج حسب الطلب:

- يتم تصنيع المنتج وفقًا للمواصفات التي يقدمها العميل.
- تستخدم فيه الوسائل و المعدات ذات الأغراض العامة .
- تتسم المنشآت التي تتبنى هذا النوع من نظم الإنتاج بأنها في الغالب لا يكون لديها منتج خاص بها ولكنها تخدّم منشآت صناعية أخرى تقوم بتصنيع منتجاتها الخاصة.
- يشار إلى المنشآت التي تعتمد هذا النظام من أنظمة الإنتاج باسم "متاجر العمل" أو "الورشات"(job shops).

1-6 المخططات الداخلية للمصانع وعلاقتها بنظم الإنتاج:

يشير مصطلح (تخطيط المصنع – Plant layout) إلى الترتيب الأمثل للبنية التحتية للمعمل والمرافق المختلفة فيه إضافةً إلى تخطيط أماكن تواجد الموارد البشرية والآلات والمواد وما إلى ذلك [5].

نظرًا لأن تخطيط المصنع وبمجرد تنفيذه لا يمكن تغييره بسهولة ، وفي حال التغيير تكون تكاليف هذا التغيير كبيرة ، فإن تخطيط المصنع هو قرار إستراتيجي. وفي حال التصميم السيئ لتخطيط المصنع سينتج عن

ذلك خسائر مستمرة تتمثل في الجهود الزائدة المبذولة لمناولة المواد، والمزيد من الهدر وإعادة التصنيع ، وسوء استخدام المساحة وما إلى ذلك. ومن ثمّ، لا بد من التأكيد على الحاجة إلى العمل على تصميم مخطط سليم للمصنع. وهي وظيفة حاسمة يجب أداؤها عند التصميم الأولي لأي منشأة وفي أثناء نموها وتطويرها وتوسعها.

1-6-1 معايير التخطيط الجيد للمصنع:

يهدف التخطيط الجيد للمصنع إلى تحقيق المعايير التالية:

- التبسيط العام لعملية الإنتاج بما يحقق تقليل وقت التصنيع ، والحد من التأخير.
- تنسيق المعدات بما يحقق أفضل تسلسل لسير العمل و تدفق المواد.
- تقليل تكلفة مناولة المواد من خلال وضع المرافق و وسائل المناولة بشكل مناسب.
- تسهيل آليات إجراء الصيانة.
- التوفير في مساحة الأرض، واستخدام فعال للمساحة بما يحقق تقليل الازدحام أو الارتباك.
- زيادة الإنتاجية وتقليل الهدر.
- تقليل كمية المخزونات المرحلية في أثناء العملية الإنتاجية.
- إشراف وتحكم أفضل بسير العمل.
- تحقيق راحة العامل.
- تقليل المخاطر و تحقيق سلامة الموظفين.
- مرونة أعلى وقدرة على التكيف مع الظروف المتغيرة.

1-6-2 الأنواع الشائعة للمخططات الداخلية للمصانع:

يتبع تنظيم المخططات الداخلية للمصانع بشكل أساسي لأنظمة التصنيع المتبعة فيها، وتوجد أربعة أنواع شائعة للمخططات الداخلية للمصانع، وهي :

1- مخطط الموقع الثابت (Fixed Position Layout) .

2- المخطط القائم على نوع عملية التصنيع (Process – Based Layout) .

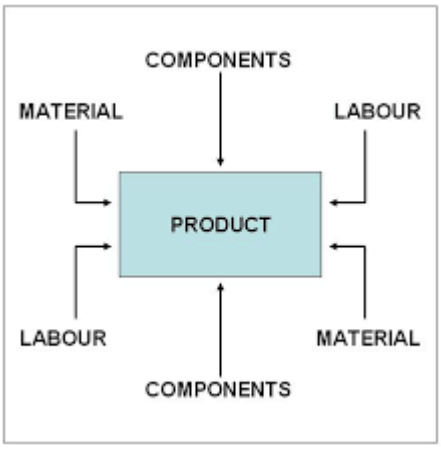
3- المخطط القائم على المنتج (Product – Based Layout) .

4- مخطط تكنولوجيا المجموعات (Group Technology Layout).

.

1-6-2-1 مخطط الموقع الثابت (Fixed Position Layout) :

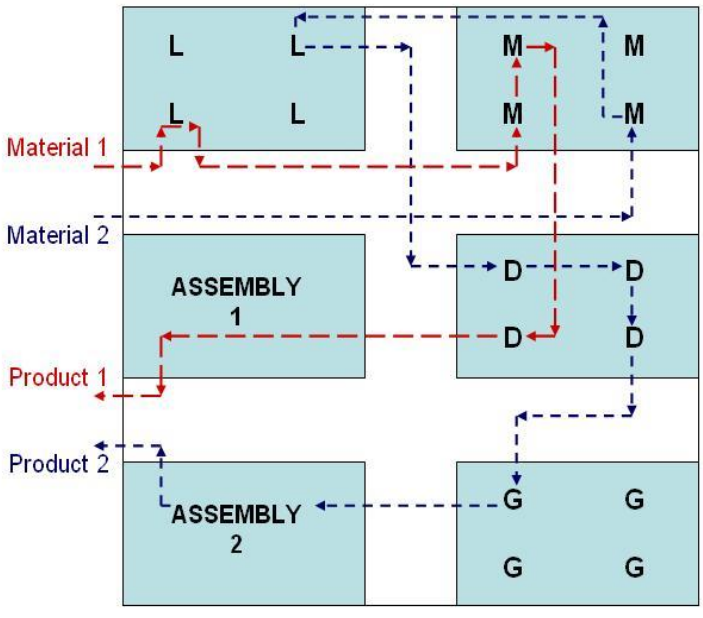
يرجع مصطلح الموقع الثابت إلى المنتج نفسه، والذي بسبب حجمه أو وزنه الكبيرين يبقى في موضعه وتجلب إليه المعدات والأدوات اللازمة لتصنيعه مثل تجميع الطائرات وبناء السفن. [12]



الشكل (1-1) ؛ مخطط الموقع الثابت

1-6-2-2 المخطط القائم على نوع عملية التصنيع (Process Layout):

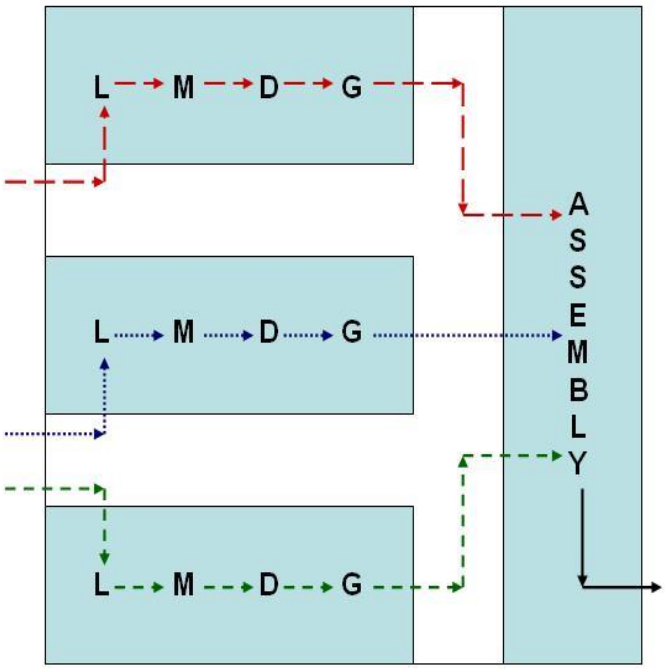
ويسمى أيضاً بالتخطيط الوظيفي (Functional Layout)، في هذا النوع من التخطيط ترتب آلات التصنيع في أقسام حسب نوع العملية التي تقوم بها هذه الآلات، أو بعبارة أخرى حسب نوع الآلات الإنتاجية كما هو مبين في الشكل (2-1)، ويمثل هذا النوع من المخططات أكثر أنواع المصانع تقليديةً وأكثرها شيوعاً، فمثلاً تكون آلات الخراطة (Lathe Machines) في قسم قائم بذاته، كذلك تكون آلات التفريز (Milling Machines) في قسم آخر، وهكذا.. ويلاحظ في هذا النوع من المخططات وجود عمليات التشغيل الأولية (التخشين) في موقع قريب من جهة تخزين الخامات والمواد الداخلة في التصنيع في حين تكون عمليات التشطيب والإنهاء في موقع قريب من مكان تخزين القطع مكتملة التصنيع ، والمخطط من هذا النوع يعدّ النمط الملائم للأحجام المنخفضة للإنتاج في حالتي الإنتاج حسب الطلب (On Demand Production System) ، والإنتاج بنظام الدفعات (Batch Production System) . [12]



الشكل (2-1) ؛ المخطط القائم على نوع العملية

1-2-6-3 المخطط القائم على المنتج (Product Layout):

في هذا النوع من التخطيط يتم التركيز على المنتج. إذ عادةً ما يتم العمل على منتج واحد فقط ،أو نوع واحد من المنتجات، في كل منطقة إنتاجية مخصصة.يتم تنظيم محطات العمل (Work Stations) حسب تسلسل دورها في العملية الإنتاجية. إذ تدخل المواد الخام في أحد طرفي الخط وتنتقل من محطة إلى أخرى بشكل متتابع مع تحقيق الحد الأدنى من مستوى المخزون للمنتجات غير المكتملة بين مراحل التصنيع المختلفة، كما هو موضح في الشكل (3-1). [12]



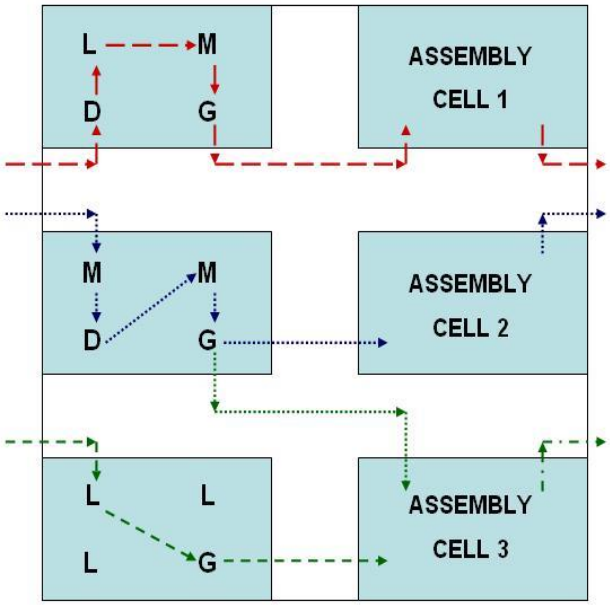
الشكل (3-1) ؛ المخطط القائم على المنتج

1-2-6-4 المخطط الخلوي Cellular Layout:

و يسمى أيضا بمخطط تكنولوجيا المجموعات (Group Technology Layout)، وهو نتاج فلسفة تصنيعية تم تطويرها في الاتحاد السوفيتي سابقاً مع بداية الخمسينيات من القرن العشررين، لاحقاً تم اعتمادها كأسلوب تصنيعي في كل من اليابان و أوروبا خلال السبعينيات من القرن نفسه، غير أنها لم تدخل الولايات المتحدة الأمريكية إلّا

في منتصف الثمانينيات. تقوم هذه الفلسفة التصنيعية على تحديد وتصنيف المنتجات للاستفادة من مزايا تشابهها في التصميم وطريقة التصنيع.

المنتجات المتشابهة تكوّن ما يسمى بالأسر (Families) والآلات المستخدمة لتصنيع الأسرة تسمى مجموعة (Groups).



الشكل (4–1) ؛ المخطط الخلوي

الفصل الثاني

رمز الاستجابة السريع
(QR Code)
وأبرز تطبيقاته

2-1 نشأة أنظمة ترميز البيانات وتطورها:

شهدت اليابان في العقد السادس من القرن الماضي البدايات الأولى لنشأة أنظمة ترميز البيانات (Data Encoding System)، إذ بدأت محلات البيع في تلك المرحلة تشهد طفرات عديدة في تنوع المنتجات والعناصر التي تقوم ببيعها، إضافةً لتزايد كمية الطلبات على تلك المنتجات. [15]

قبل ظهور تقنيات ترميز البيانات، كان على البائعين توثيق جميع عمليات الشراء يدوياً، الأمر الذي كان يشكل كابوساً لأي شخص كان يعمل في مثل هذه الوظيفة لوقت طويل. وعندما وصل الأمر إلى نقطة بدأ فيها الموظفون يواجهون مشكلات صحية ناتجة عن هذا الضغط، شرع المديرون في البحث عن حلول. بدايةً، تم تطوير الرموز الشريطية (Bar Code) بحيث يمكن معالجة عمليات شراء المنتجات عبر عملية مسح بسيطة، وهذا أدى إلى توفير الوقت والجهد. نتيجة التطورات المتعاقبة وتلبيةً للحاجات المستجدة كان ظهور رمز QR.

2-2 الترميز(Encoding) :

هو عملية تحويل المعلومات من شكلها الأساسي إلى شكل آخر وفق قواعد ترميز ناظمة لهذا التحويل، وتسمى العملية العكسية فك الترميز(Dcoding) ، وغالباً ما تتطلب عمليات فك الترميز استخدام أجهزة رقمية خاصة لهذا الغرض. [16]

2-3 خصائص عمليات الترميز ومميزاتها (Advantages of Encoding):

- تتيح تجميع عدة بيانات ضمن بنية واحدة بشكل دقيق.
- سرعة عالية في فك التشفير باستخدام قارئات خاصة تدعى (Code Scanner).
- يتيح إمكانية إدخال البيانات بشكل أسرع مع أخطاء أقل.
- موثوقية عالية.
- تكاليف قليلة نسبياً.

2-4 الرمز الشريطي (Bar Code):

تم إنشاء الرمز الشريطي وتطويره لاحقاً بواسطة "نورمان جوزيف" و "ود لاند" في عام 1952. و الرمز الشريطي عبارة عن صيغة مشفّرة للبيانات مستطيلة الشكل وقد تكون مربعة. تتكون من خطوط سوداء متوازية وتتخللها مسافات بيضاء متفاوتة العرض. يمكن قراءة هذا التمثيل للبيانات باستخدام ماسح ضوئي للرموز الشريطية.

في المتاجر، تعدّ الرموز الشريطية مفيدة للغاية في معالجة عمليات الشراء. إذ أنها تساعد في التعرف على المنتجات بشكل لحظي، مما يوفر الوقت و الجهد بشكل كبير جداً. وتستخدم الرموز الشريطية أيضاً في عمليات تتبع كميات المخزون ضمن المستودعات. مما ينعكس إيجاباً على سهولة أعمال الجرد و الأعمال المحاسبية.

2-4-1 خصائص الرمز الشريطي ومميزاته:

- يستخدم لفك ترميز الرمز الشريطي جهاز خاص يسمى ماسح الرمز الشريطي (Barcode Scanner)، والذي يعتمد مبدأ (Emit Light and Accumulate Reflected Light) القائم على انبعاث الضوء وتراكم الضوء المنعكس. إذ يرسل الماسح خط رؤية بصري (Optical Line of Sight) يعرف اختصاراً ب (LOS) يتم امتصاصه عند الخطوط السوداء وينعكس عند المساحات البيضاء .
- يتم استخدام ماسح أو قارئ الرمز الشريطي مع أجهزة الكمبيوتر أو أطراف نقاط البيع.
- لا تدعم الرموز الشريطية عمليات (قراءة / كتابة). إنما تحتفظ بالمعلومات المرمزة فيها عند إنشائها دون إمكانية التعديل عليها.
- قد تتسبب الرموز الشريطية التالفة أو المجعدة في حدوث مشكلات في المسح الضوئي.

2-5 رمز الاستجابة السريعة (QR Code):

بالرغم من الانتشار الواسع لاستخدام الرموز الشريطية ، إلا أن قدرة هذه الرموز على التخزين، والمتمثلة بعشرين محرفاً فقط، شكلت أحد القيود البارزة في إمكانيات التوسع في استخدام هذا الرمز، وجعلت المستخدمين يطالبون بسعة تخزين أكبر. وبعد سنوات عديدة من البحث ، وفي عام 1994، أعلن المهندس " Masahiro Hara " المسؤول عن تطوير رموز تخزين البيانات في شركة Denso Wave Corporation التابعة لشركة السيارات اليابانية تويوتا، عن ابتكار رمز جديد ثنائي البعد يمتاز بالعديد من المزايا الإضافية ولديه المقدرة على ترميز معلومات أكبر بكثير من الرمز الشريطي أحادي البعد (يمكنه تخزين أكثر من سبعة آلاف محرف بشكل مشفر)، كما أن كمّية البيانات التي يمكن تضمينها في الرمز كبيرة جداً بالمقارنة مع مساحته. و يعود سبب تسميته برمز الاستجابة السريع نظراً للقدرة على فك الشيفرة الخاصة به بسرعة كبيرة على الرغم من ضخامة عدد المحارف المضمّنة فيه و تنوعها.

ويمكن فك الشيفرة الخاصة به باستخدام ماسح الضوئي أو تطبيقات مخصّصة للحصول على هذه البيانات.

ويعدّ رمز الاستجابة السريعة (QR Code) ذو الشكل المربع رمزاً مطوّراً عن الرمز الشريطي، حيث يستطيع الـ QR Codeتخزين محارف متنوعة (أحرف وأرقام و رموز)

2-5-1البيانات القابلة للتشفير:

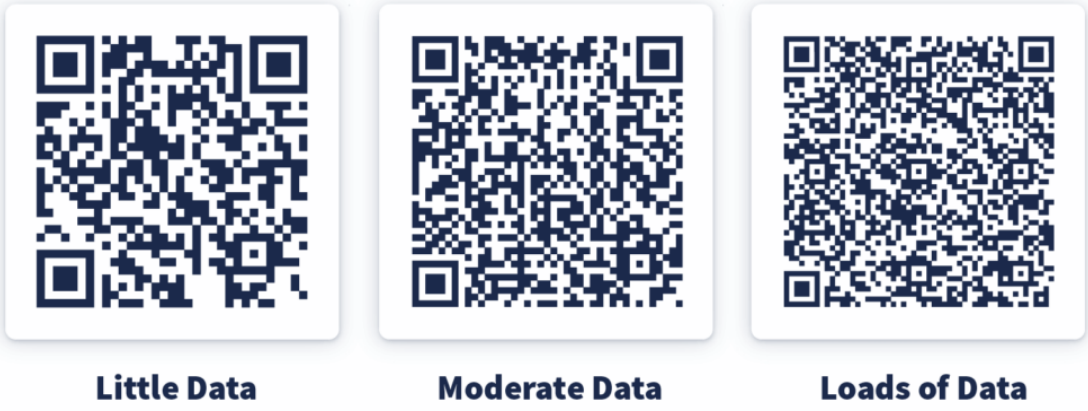
- بيانات رقمية (أرقام 0-9)
- بيانات أبجدية (أحرف كبيرة وصغيرة من A إلى Z
- محارف خاصة (Space ، : ٪ * + - / _ $)
- حروف كانجي (Kanji Letters)[1].

[1] أبجدية اللغة اليابانية

يتمّ إنشاء رمز الـ QR Code بغرض اختصار وحفظ مجموعة من البيانات في شكل رموز مشفرّة، ويأتي تصميم هذه البيانات على شكل مساحات سوداء وأخرى بيضاء تشكّل بمجملها شبكة مربعة الشكل. عندما يقوم المستخدم بمسحها يتمكن بذلك من عرض المعلومات بتنسيق قابل للقراءة.

مؤخراً نمت شعبية رموز QR وخصوصاً في العقد الماضي، وذلك تزامناً مع ظهور الهواتف الذكية و انتشارها بشكل مهول، حيث تتيح لنا الهواتف الذكية إمكانية التعامل مع رموز QR بسهولة كبيرة، لما تحويه هذه الأجهزة من ميزات مسح رموز الاستجابة السريعة باستخدام عدسة الكاميرا ومن ثمّ فك تشفيرها. وقد أصبح استخدام رمز ال .QR شائعاً جدًا في حياتنا اليومية مؤخراً، خاصّةً بعد انتشار جائحة كورونا، والحاجة الملحّة لتقليل التلامس البشريّ المباشر للحدّ من انتشار الفيروس. كما أن إتاحة التكنولوجيا لإمكانيات الوصول إلى الإنترنت عبر الهاتف المحمول يشجّع المسوّقين الرقميين و الشركات الصناعية على استخدام رموز QR للإعلان عن منتجاتهم والتسويق لها عبر وضع رموز QR تحوي روابط تسويقية وإتاحتها للمستخدم بحيث يتمكن الزبون من معرفة منتجات الشركة أو تقديم تغذية راجعة عن المنتج، وكذلك الوصول إلى الموقع الجغرافي للشركة.

من الممكن أن نكوّن فكرة حول كميّة البيانات المشفرة ضمن الرمز باستخدام العين المجردة، إذ كلما كان رمز الاستجابة السريع يحوي على معلومات أكثر كانت المساحة السوداء تشغل حيزاً أكبر ضمن الرمز

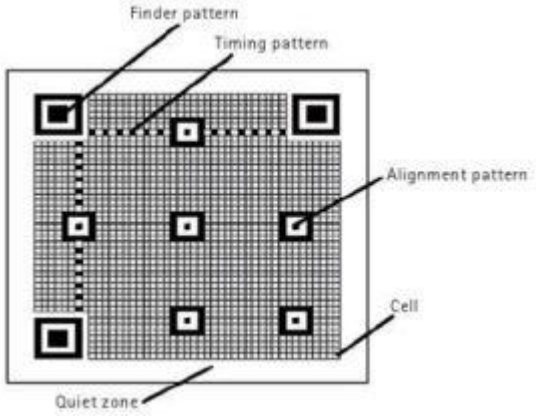


.

الشكل (1-2) ؛ التمييز البصري لحجم البيانات المرمزة ضمن QR Code [17]

2-5-2 هندسة رمز الاستجابة السريعة:

يبدو رمز الاستجابة السريعة كنمط مربع الشكل. يتكون هذا النمط المربع من المناطق التالية:



الشكل (2-2) ؛ هندسة رمز الاستجابة السريعة QR Code

يوضح الشكل (8) بنية رمز الاستجابة السريعة (QR Code). و يتألف من ثلاثة أقسام، كما يلي:

1. قالب الوظائف (Functions Pattern).
2. منطقة الترميز (Encoded Region).
3. المنطقة الهادئة (Quiet Zone).

تفصيل ذلك في الآتي:

1) قالب الوظائف (Functions Pattern):

تركّز قوالب الوظائف على تحديد المواقع، ويشتمل قالب الوظائف على الأقسام التالية:

i. **قوالب المستكشف (Finder Patterns):** تسمى البنى الهيكلية المتوضعة في الزوايا الثلاث لرمز QR بأنماط المستكشف ، ويستخدم نمط المستكشف لتحديد الاتجاه الصحيح للرمز.

ii. **قوالب التوقيت (Timing Patterns):** يتم استخدام قوالب التوقيت بواسطة برنامج فك التشفير (Decoder Software)، و تتشكل أنماط التوقيت من خلال تسلسل الوحدات المضيئة والسوداء

بالتناوب. يتم استخدام نمط التوقيت لتحديد حجم الرمز، وعدد الصفوف والأعمدة في الرمز، وكذلك نسبة التشويه المحتمل للرمز.

iii. **أنماط المحاذاة (Alignment Patterns):** قد تكون أنماط المحاذاة موجودة في الرمز وقد لاتكون، وذلك وفقًا لإصدار رمز الاستجابة السريعة. وتُستخدم أنماط المحاذاة للمساعدة في فك تشفير الرمز بشكل صحيح عند حصول تشويه في الرمز.

2) المنطقة المشفرة (Encoded Region):

وهو المنطقة المتبقية من رمز QR بعد استبعاد قالب الوظائف، وتمثل منطقة الترميز مكان تخزين البيانات المرمزة. حيث يتم فيها تخزين شيفرة ترميز البيانات وشيفرة تصحيح الأخطاء.

3) المنطقة الهادئة (Quiet Zone):

وهي التباعد المُنشأ للتمييز بين رمز الاستجابة السريعة وما يحيط به. ويعدّ مهماً بالنسبة لبرنامج المسح (Scanning Program).

2-5-3 المقارنة بين رمز الاستجابة السريعة والرمز الشريطي:

على الرغم من أن كلاً من رموز QR والرموز الشريطية تخدم الغرض الأساسي المتمثل بتخزين المعلومات حول منتج ما أو معلومات معينة ، إلا أن هناك بعض الاختلافات الرئيسة بينهما.

1- التكيف مع التشوهات والقدرة على الاستعادة وتصحيح الخطأ:

في حالة تلف جزء من الرمز أو اتساخه ، يمكن تصحيح الخطأ واستعادة البيانات التالفة. وهناك أربعة مستويات لتصحيح الخطأ الحاصل لرمز الاستجابة السريعة وهي (L و M و Q و H) المستوى L هو الأضعف والمستوى H لديه أقوى قدرة على تصحيح الخطأ.

تعدّ هذه الميزة الأكثر تفضيلاً أساسياً لرموز QR على الرموز الشريطية التقليدية. لأن رموز QR تبقى صالحة للقراءة ضمن معدل خطأ [7% ÷ 30%]. إذ ببساطة يبقى رمز الاستجابة السريع يعمل حتى إذا كانت عبوة المنتج المعني أو الرمز المطبوع عليها متسخاً أو تالفاً بعض الشيء.

يتم الاستفادة من هذه الميزة بذكاء من قبل بعض الشركات. إذ نظراً لميزة تصحيح الخطأ فإنهم يستغلون ذلك بوضع شعار صغير خاص بالشركة أو صورة معبرة داخل الرمز لجعله أكثر ارتباطًا بالنشاط المعني، الشكل (9) يوضح المقصود.



الشكل (3-2) ؛ رمز الاستجابة السريعة مضافاً له صورة دلالية داخله

2-السعة التخزينية:

إن سعة تخزين الرمز الشريطي 100 بايت (ما يقارب 20 محرفاً).

بينما سعة تخزين رمز الاستجابة السريعة 2 كيلو بايت، (يمكن لرمز الاستجابة السريعة تخزين ما يصل إلى 7089 محرف).

3- **إمكانية قراءة رمز الاستجابة السريع من أي اتجاه وفق 360 درجة،** في حين هذه الإمكانية غير متاحة عند قراءة الرموز الشريطية. يتم توفير هذه الميزة لرمز الاستجابة السريعة من خلال أنماط أداة البحث الموجودة في ثلاث زوايا من الرمز. إذ يساعد نمط أداة البحث في تحديد الموقع الصحيح لرمز الاستجابة السريعة.

4- حجم الرمز نسبةً لكم المعلومات المرمزة فيه:

يتم تخزين المعلومات الموجودة في رمز الاستجابة السريعة في كلا الاتجاهين الأفقي والرأسي. بسبب هذه الميزة ، يكون للمقدار نفسه من البيانات، مساحة مكتسبة بواسطة رمز الاستجابة السريعة أقل بمقدار الربع من المساحة المكتسبة بواسطة الرمز الشريطي.

2-5-4 بعض الاستخدامات الشائعة لرمز الاستجابة السريعة:

تسويقياً، يتم استخدام رموز QR على نطاق واسع لربط العملاء بموقع الشركات وصفحاتها على الإنترنت. وكذلك تمكين الزبائن من الوصول للمواد الإعلانية وقوائم المنتجات.

في المجال السياحي، تطبع رموز QR على مداخل المباني و المعالم الأثرية لتمكن الزائرين من معرفة نبذة عن تاريخ هذه المباني وعن من بناها بحيث يتمكن الزائر من الاحتفاظ بهذه المعلومات على هاتفه الجوال. كما يمكن أن يقوده رابط مضمّن في الرمز إلى بعض الصور ومقاطع الفيديو الافتراضية والتي تبين مراحل تطور المبنى عبر الزمن وكيف كان يبدو سابقاً في العصور القديمة.

في مجال العمل والشركات، تُطبع رموز QR على بطاقات العمل. فعند مقابلة شخصٍ ما في أي تجمع ، يكفي أن يقوم الشخص بمسح الرمز ضوئيًا لحفظ معلومات الاتصال الخاصة بصاحب البطاقة ضمن هاتفه الذكي تلقائيًا. كما أصبحت بعض الشركات تضيف رموز QR مطبوعة على المنتج يستطيع المستخدم من خلالها الوصول إلى دليل تشغيل واستخدام المنتج بدلاً من الاحتفاظ بالنسخة الورقية و التعامل مع حالات فقدانها أو تلفها.

الفصل الثالث

الاهتلاك

Depreciation

3-1 التكاليف وأنواعها:

بدايةً، تعرّف التكلفة بأنها قيمة الموارد التي تحتاجها السلعة حتى تصبح جاهزة للاستخدام. وتنقسم التكلفة على أساس دخولها في المنتج أو إمكانية تتبعها إلى:

1) **التكلفة المباشرة، ويطلق عليها أيضاً اسم التكاليف المتغيرة (Variable Cost):**

وهي التكاليف التي تدخل مباشرة في عملية التصنيع والإنتاج مثل تكلفة المواد الخام و مواد التغليف و غيرها من التكاليف التي تزيد و تنقص تبعاً لعدد الوحدات المنتجة.

2) **التكلفة غير المباشرة، ويطلق عليها أيضاً اسم التكاليف الثابتة (Constant Cost):**

وهي التكاليف التي لا تدخل مباشرة في عملية التصنيع والإنتاج مثل مواد الصيانة والكهرباء و اهتلاكات الأصول الإنتاجية. وتكون قيمتها ثابتة بغض النظر عن كمية الوحدات المنتجة.

3-2 مفهوم الاهتلاك (Depreciation):

تعدّ وسائل الإنتاج و البنية التحتية للمعامل الأساس الذي تقوم عليه العملية الإنتاجية، و لأن هذه الوسائل عرضة للإهتراء والتآكل مع الزمن، كما أن عجلة التقدم الصناعي المتسارعة تطرح كل مدّة آلات حديثة تصبح معها الآلات السابقة أقل قيمةً وفاعليةً . فإن ذلك يجعل من هذه الأصول مخصّصة بمدّة استثمارية محددة ولا بد من أن تنعكس قيمة هذه الأصول على مدّة استثمارها بحيث تدخل ضمن حسابات التكاليف والموازنات.

ويمثل الاهتلاك توزيع التكلفة التاريخية للأصل (Original Cost of the Asset) على المراحل المحاسبية التي يستخدم فيها الأصل، وعلى هذا الأساس يعدّ الاهتلاك تكلفة من تكاليف الإنتاج الواجب أخذها بالحسبان لمعرفة عائدات المشروع، وطبقاً للمبادئ المحاسبية فإن تحديد قيمة الاهتلاك تعدّ الأساس في معرفة قيمة الأصل الذي يدرج في الميزانية (Current Book Value)، بحيث تكون قيمة الأصل المدرجة في الميزانية هي التكلفة التاريخية مطروحاً منها مجموع قيم الاهتلاكات التي أُدخلت في الموازنات السابقة.

3-2-1 تعريفات أساسية:

الاهتلاك (Depreciation): هو عملية توزيع التكلفة الأساسية للأصل على سنوات عمره الإنتاجي بهدف تحديد النقص الذى لحق بقيمة الأصل عند كل مرحلة محاسبية.

التكلفة الأصلية للأصل (Original Cost of the Asset): هي التكلفة الأولية التي تم دفعها للأصل.

قيمة الأصل كخردة، أو القيمة المستردة (Salvage Value): هو السعر الذي يُعتقد بأن تحصل عليه الشركة مقابل الأصل عن طريق بيعه في نهاية عمره الإنتاجي.

العمر المفيد للأصل (Useful Life of the Asset): المقدار المتوقع من الوقت الذي سيكون فيه الأصل مفيدًا للشركة.

القيمة الحالية للأصل (Current Book Value): هي القيمة الصافية للأصل والتي تدخل في البيانات المحاسبية. وتمثل التكلفة الأصلية للأصل مطروحاً منها الاهتلاك المتراكم.

العمر المتبقي للأصل (Remaining Lifespan): وهي المدّة المقدرة (بالسنوات) لفائدة الأصل.

الوحدات المقدرة على مدى عمر الأصول (Estimated Units Over Asset's Lifetime): هو عدد الوحدات التي من المتوقع أن ينتجها الأصل خلال حياته.

3-2-2 أسباب الاهتلاك وأنواعه:

يحدث الاهتلاك نتيجة العديد من العوامل التي تصيب الأصل منها ماهو ذاتى ومنها ماهو غير ذاتي . فمسببات الاهتلاك الذاتية تنتج عن عوامل داخلية تتعلق بالأصل نفسه مثل التآكل التدريجي الذى يصيب الأصل بسبب استعماله فى عمليات الإنتاج، وهذه المسببات تؤثر على معدلات اهتلاك الأصل بدرجة كبيرة. أما مسببات الاهتلاك غير الذاتية فتنتج عن عوامل لا تتعلق بالأصل نفسه ومن أهمها التقادم ومضي الزمن. فالتقادم يعني ظهور مخترعات جديدة ذات كفاءة إنتاجية عالية تجعل من غير المجدي الاستمرار فى الإنتاج باستخدام الأصل

القديم، حيث يكون من الأوفر للشركة إحلال الأصل الجديد مكان الأصل القديم.

وتتمثل أبرز أنواع الاهتلاك فى:

1) **اهتلاكات الأصول الثابتة:** مثل إهتلاك الآلات والمعدات، و اهتلاك المبانى والإنشاءات، و اهتلاكات الأثاث والتجهيزات، و اهتلاكات وسائل النقل، وما إلى ذلك. ويتم بموجبه توزيع تكلفة الأصل الثابت على سنوات الاستفادة من خدماته بما يجعله مصروفاً واجب التحميل على إيرادات مدّة الاستفادة من خدمات هذا الأصل.
2) **اهتلاك المصاريف التأسيسية:** وتشمل المصاريف السابقة للبدء الفعلي للإنتاج بما فيها المصاريف المبذولة على التجارب الأولية.

3-2-3 طرق حساب الاهتلاك :

هناك طرق متعددة تستخدم في حساب الاهتلاك، وتتفق في جوهرها جميعاً على هدف توزيع قيمة الأصل القابلة للاهتلاك على مدار العمر الإنتاجى المقدّر لذلك الأصل. من الناحية المحاسبية يجب توزيع تكلفة الأصل القابل للاهلاك بطريقة منطقية ومنظمة بين المراحل الجزئية لمدّة استثماره المفيدة. وذلك من خلال الإستعانة بالطرق المحاسبية المختلفة كما يلى:

3-2-3-1 طريقة الاهتلاك المنتظم (طريقة الخط المستقيم):

وتسمى أيضاً طريقة الخط المستقيم (Straight Line Method)، وهي الطريقه الأكثر استخداماً، وتقوم على افتراض أن الاهتلاك متناسب طردياً مع الزمن، فتكون بذلك قيمة الاهتلاك ثابتة ومتساوية عبر المراحل الزمنية للعمر الإنتاجي للأصل. وتحسب قيمة الاهتلاك السنوي بطريقة الاهتلاك المنتظم وفق القانون [8]:

$$D_i = \frac{B - S_v}{N}$$

حيث: Di مقدار الاهتلاك السنوي.

B القيمة الابتدائية للأصل.

S_v قيمة الأصل كخردة.

N عدد سنوات العمر الاهتلاكي.

3-2-3-2 طريقة الاهتلاك المتناقص (Declining Balance Method):

يعدّ نوعاً من الإهتلاك المتسارع، إذ تُحمَّل المراحل الأولى من العمر الإنتاجي للأصل بأقساط اهتلاك مرتفعة مقارنةً مع تلك المحمّلة على المراحل الأخيرة من استخدامه، وذلك لافتراض أن الخدمات التي يقدمها الأصل في السنوات الأولى من عمره الإنتاجي تكون أكبر من تلك المقدّمة في السنوات الأخيرة. وهذه الطريقة هي الأنسب للشركات التي يغلب على الأصول الموجودة فيها الطابع التكنولوجي (مثل الحواسب والهواتف المحمولة) والتي تفقد قيمتها بشكل أسرع في السنوات الأولى و تصبح قديمة الطراز بسرعة .

يتم حساب مقدار الاهتلاك السنوي للأصل في السنة **K** من العلاقة التالية [8]:

$$Di = B.R.(1-R)^{k-1}$$

حيث : Di مقدار الاهتلاك السنوي.

B القيمة الابتدائية للأصل.

R معدل الاهتلاك.

ويحسب الاهتلاك التراكمي من السنة الأولى وحتى السنة **K** من العلاقة [8]:

$$\sum_{1}^{k} d = B.[1-(1-R)^{k}]$$

وتحسب القيمة المتبقية من الأصل عند الزمن **K** من العلاقة [8]:

$$\boldsymbol{Bv_k = B.(1-R)^k}$$

وتحسب القيمة المتبقية عند نهاية العمر الاهتلاكي **n** من العلاقة:

$$\boldsymbol{Bv_n = B.(1-R)^n}$$

3-2-3-3 طريقة مجموع أرقام السنوات(Sum of the Years' Digits Method):

وهي طريقة أخرى للاهتلاك السريع، تقوم هذه الطريقه بتحميل السنوات الأولى من عمر الأصل بقيمة اهتلاك مرتفع نسبياً عن الاهتلاك المحمّل على السنوات الأخيرة، وتتفرد هذه الطريقة بكيفية حساب نسبة الاهتلاك السنوي وأنها متغيرة من عام لآخر، فالنسبة التي يحسب على أساسها الاهتلاك في كل فترة تُحسب بناءً على عدد السنوات المتبقية من عمر الأصل عند بداية العام. فيتم احتساب قيمة الاهتلاك لكل سنة بضرب نسبة الاهتلاك الحالية بتكلفة الأصل القابلة للاهتلاك.

وتكون قيمة الاهتلاك تساوي [9] :

$$D_i = (B - S_v).\left[\frac{2(N-K+1)}{N.(N+1)}\right]$$

حيث: $\boldsymbol{Di}$ مقدار الاهتلاك السنوي.

$\boldsymbol{B}$ القيمة الابتدائية للأصل.

S_v قيمة الأصل كخردة.

N عدد سنوات العمر الاهتلاكي.

3-2-3-4 طريقة وحدات الإنتاج (Units of Production Method):

لا تستخدم هذه الطريقة الوقت كعامل في حساب الاهتلاك، بل تعتمد في الحساب على *كمية الوحدات المنتجة* باستخدام الأصل، وتقدير الكمية التي سينتجها على مدار حياته. ويحسب الاهتلاك السنوى بإستخدام طريقة وحدات الإنتاج بالقوانين التالية [9]:

$$\boldsymbol{R = \frac{B - S_v}{L_n}}$$

$$\boldsymbol{D_i = L_i . R}$$

حيث: $\boldsymbol{Di}$ مقدار الاهتلاك السنوي.

$\boldsymbol{B}$ القيمة الابتدائية للأصل.

S_v قيمة الأصل كخردة.

$\boldsymbol{L_n}$ عدد الوحدات المتوقع إنتاجها باستخدام الأصل.

$\boldsymbol{L_i}$ عدد الوحات المنتجة في السنة.

$\boldsymbol{R}$ معدل الاهتلاك.

3-3 العمر الاستثماري للأصول:

يحدد العمر الإستثماري للأصول بحسب نوعها. و بناءً على العمر الاستثماري للأصل تُحدد نسبة الاهتلاك السنوية لهذا الأصل.

ووفقاً لمعايير المحاسبة الدولية الخاصة بالأصول الصناعية الثابتة من معدات وتجهيزات وغيرها ، فإن نسب إهتلاك هذه الأصول تكون وفق الجدول التالي [7]:

الجدول (1-3) ؛ العمر الاستثماري للأصول الثابتة

نوع الأصل	النسبة الثابتة للإهتلاك السنوي	العمر الاستثماري للأصل
المباني ومرافق البنية التحتيّة	%5	20 سنة
المعدات الصناعية الخفيفة	%20	5 سنوات
الآلات الصناعية الثقيلة	%10	10 سنوات
الحواسب والبرمجيات	%25	4 سنوات
وسائل النقل والشحن	%20	5 سنوات

3-4 تأثير تكاليف الصيانة على حساب الاهتلاك:

عند إجراء عمليات صيانة للأصل خلال المدة الاستثمارية له، يجب التميز بين نوعين من مصاريف الصيانة، فإذا كانت المصاريف بغرض المحافظة على الأصل والطاقة الإنتاجية له، فإنها تحمّل على مصروفات المدّة المحاسبية ضمن حسابات مصاريف التشغيل وهذا المصروف لايدخل ضمن تكلفة الأصل بعد ذلك عند حساب الاهتلاك فى السنوات التالية للصيانة.

أما إذا كانت المصاريف بغرض زيادة الطاقة الإنتاجية، أو زيادة عمر الأصل فهي مصاريف رأسمالية توزّع على سنوات الاستفادة وتضاف على قيمة الأصل وتدخل ضمن حسابات الاهلاك فى السنوات التاليه للصيانة.

3-5 أصول لا يمكن اهلاكها:

هناك بعض الأصول التي لا يمكن لأصحاب الأعمال اهلاكها. وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك:

الأرض (Land): على الرغم من أن الأرض تعدّ أصلًا ثابتًا ، إلا أنه لا يتم إهلاكها أبدًا نظرًا لأن عمرها الإنتاجي غير محدود. قد تكون المباني وبعض تحسينات الأراضي مؤهلة للاستهلاك ، ولكن ليس الأرض نفسها.

الأصول التي لها عمر مفيد قليل (Minimal Useful Life Assets): وتعدّ في هذه الحالة من المصاريف.

الأصول منخفضة التكلفة (Low-Cost Assets): تعتبر أيضاً مصروفات ، لذا فهي غير قابلة للاهتلاك.

الفصل الرابع

القسم العملي

4-1 المقدمة:

يقدم الجانب العملي لهذا البحث رؤية منهجية ميدانية مبوّبة لآلية تنفيذ المشاريع في الشركات التي تعمل بمبدأ الإنتاج حسب الطلب، وهي خلاصة لسنواتٍ ست من التجارب والعمل الميداني مع واحدة من أبرز الشركات العاملة وفق مبدأ الإنتاج حسب الطلب في الجمهورية العربية السورية[1].

تهدف هذه المنهجية إلى تحديد أزمنة العمليات التشغيلية الخاصة بكل مشروع من المشاريع التي يتم تنفيذها في هذه المنشأة الصناعية بمعزل عن المشاريع الأخرى التي تنفذ إلى جانبه ضمن المنشأة. ثمّ الانطلاق من هذه الأزمنة للوصول إلى تحديد تكاليف هذه العمليات التشغيلية، وبالتالي الحصول على القيمة الإجمالية للتكاليف التشغيلية للمشروع ككل.

ويقسم الجانب العملي لهذا البحث إلى قسمين، كما يلي :

القسم الأول، المراحل الرئيسة للمنهجية المستخدمة:

ويتم من خلال هذا القسم توضيح مراحل وتفاصيل المنهجية التي نستطيع من خلالها تحديد الأزمنة والتكاليف التشغيلية لأي مشروع ضمن شركة تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب و ذلك باستخدام رمز الاستجابة السريع QR Code.

القسم الثاني، تطبيقي:

ويتم من خلاله التطبيق العملي للمنهجية المذكورة في القسم الأول على مشروع (آلة تعبئة حجمية).

[1] شركة آفاق للصناعة

4-2 المراحل الرئيسة للمنهجية المستخدمة:

يهدف هذا القسم إلى توضيح مراحل وتفاصيل المنهجية التي سنتبعها لتحديد الأزمنة والتكاليف التشغيلية لأي مشروع ضمن منشأة تعتمد نظام الإنتاج حسب الطلب و ذلك باستخدام رمز الاستجابة السريع QR Code.

قُسّمت هذه المنهجية وفق ثلاث مراحل رئيسة، كما يلي:

1- مرحلة التصميم.

2- مرحلة التصنيع.

3- مرحلة حساب التكاليف.

4-2-1 مرحلة التصميم (Design Step):

وهي المرحلة التي يبدأ بها أي مشروع جديد، و تمثل تجسيداً لفكرة المشروع ضمن مخططات هندسية قابلة للتشغيل والتنفيذ.

تبدأ هذه المرحلة بإعطاء رقم تسلسلي مميّز لكل مشروع جديد بحيث لا يتشابه فيه مع أي مشروع آخر. ويُدرج هذا الرقم ضمن اللوحة الاسمية لجميع مخططات المشروع. وكذلك يتم تضمينه ضمن رمز الاستجابة السريع QR Code وفق ما سنبيّن .

يلي ذلك مرحلة إعداد قائمة مواصفات فنية دقيقة للمشروع يتم الاتفاق عليها مع الزبون، وتحمل في آخرها توقيع كل من الشركة المصنعة والزبون وتكون بذلك هذه المواصفات هي القاعدة الأساسية التي يتم الانطلاق منها لتصميم المشروع.

يتم بعد ذلك تصميم المشروع بشكل ثلاثي الأبعاد باستخدام برمجيات التصميم الميكانيكي ثلاثي الأبعاد مثل برامج (Autodesk Inventor, Solid Works,..) ويتم التصميم طبقاً للمواصفات الفنية المتفق عليها مع

الزبون. ويراعى إعطاء تسمية مميّزة لكل قطعة في المشروع. وهناك عدة منهجيات يمكن اتباعها لترميز القطع ضمن الآلة، نستعرض منها:

4-2-1-1 الطريقة الوصفية (Descriptive Method)

يتم تسمية القطعة بما يدل على شكلها و أبعادها العامة بصرف النظر عن مرجعيتها لأي جزء من أجزاء الآلة .

من عيوب هذه الطريقة :

- إمكانية وجود قطع متشابهة من حيث الشكل والأبعاد العامة ضمن المشروع نفسه يكون بالتالي لها الاسم نفسه بالرغم من وجود اختلافات جزئية بينها .
- قد يصبح اسم القطعة طويلاً جداً في بعض الأحيان عند الرغبة بأن يحمل الاسم توصيفاً دقيقاً و مميزاً للقطعة .

4-2-1-2 الطريقة الشجرية (Tree Brunches Method)

يتم تسمية القطعة باسم مميز لها لا يتطابق فيه مع أي قطعة أخرى في الآلة. ويعتمد هذا الاسم على مكان القطعة ضمن البنية الهرمية للآلة و أجزائها .

مميزات هذه الطريقة :

- استبعاد حالة حدوث تشابه بأسماء قطع تحوي اختلافات جزئية فيما بينها .
- تعطي فكرة واضحة عن مكان وجود هذه القطعة ضمن الآلة .

عيوب هذه الطريقة :

- لا يعطي اسم القطعة مدلولاً واضحاً حول شكلها أو وظيفتها.

4-2-1-3 كيفية تطبيق الطريقة الشجرية (Tree Brunches Method) :

- يتم تقسيم الآلة وظيفياً إلى أجزاء أساسية يعطى كل منها رقماً تسلسلياً بدءاً من ... , 02 , 01 .
- يتم تقسيم كل جزء أساسي إلى أجزاء فرعية منبثقة عنه بحيث يحمل كل جزء فرعي الرقم التسلسلي للجزء الأم الذي تفرَّع عنه مضافاً إليه رمزه التسلسلي الخاص به ضمن هذا الجزء ، كمثال:

(... , 02-02 , 02-01 , 01-03 , 01-02 , 01-01) .

- تعمم هذه الفكرة على جميع المستويات نزولاً إلى مستوى القطع التصنيعية .

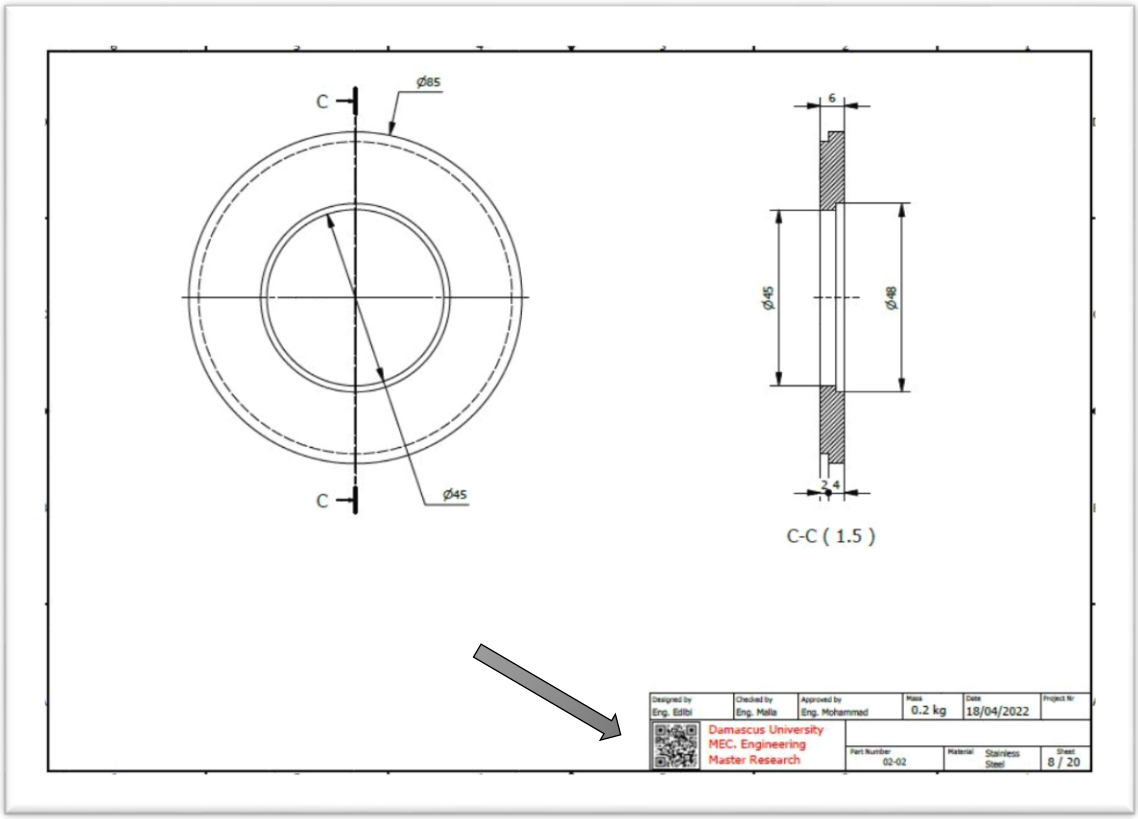
تنتهي مرحلة التصميم بتخريج مخططات هندسية تفصيلية لأجزاء المشروع، تضم هذه المخططات الهندسية مخططاتٍ تفصيلية للقطع المصنعة ومخططاتٍ تجميعية للآلة ككل و للأجزاء التجميعية الجزئية فيها.

يحوي كل مخطط على رمز استجابة سريع QR Code يُدرج ضمن اللوحة الاسمية للمخطط ويتضمن معلومات أساسية عن القطعة الموصّفة في هذا المخطط.

المعلومات المضمّنة ضمن رمز ال QR Code لكل قطعة :

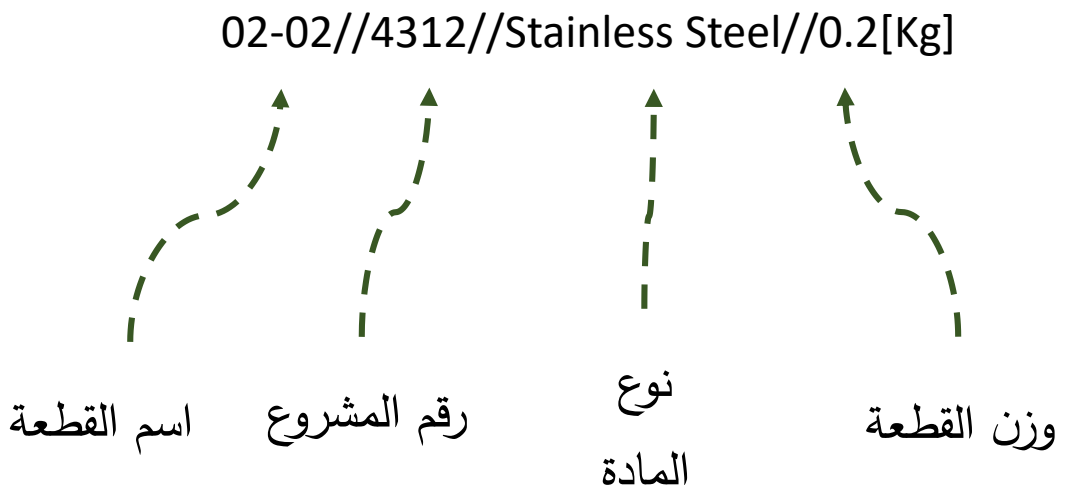
- ❑ اسم القطعة.
- ❑ رقم المشروع الذي تتبع له هذه القطعة.
- ❑ نوع المادة.
- ❑ وزن القطعة.

كمثال على ذلك، نستعرض في الشكل (1-4) مخططاً لقطعة يراد تصنيعها ضمن الشركة وتحمل رمز استجابة سريع خاص بهذه القطعة:



الشكل (1-4) ؛ مخطط لقطعة مدرج فيها رمز QR Code

إذا قمنا بمسح رمز QR Code الموجود في المخطط نحصل على المعلومات التالية بهذا الشكل:



4-2-2 مرحلة التصنيع (Manufacturing Step):

تبدأ هذه المرحلة بطباعة ملف المشروع تمهيداً لتوزيعه على الورشات التشغيلية المعنية. ويتم أيضاً حجز المواد الخام اللازمة لتصنيع قطع هذا المشروع لدى مستودع المواد الأولية.

يلي هذه المرحلة إعداد الخطة التشغيلية (Operations plan) وهي عبارة عن قائمة بالعمليات التشغيلية المطلوب تنفيذها لقطع وأجزاء المشروع، ويتم إعدادها من قِبل مدير الإنتاج. لتبدأ بعدها المباشرة بعمليات التشغيل المحددة في الخطة التشغيلية.

استفادةً من إمكانيات الهواتف الذكية بقراءة رمز ال QR Code تم إعداد واجهات لتطبيق ذكي باستخدام برنامج Adobe XD [1] يستطيع العامل من خلاله إجراء مسح لرمز ال QR Code الموجود على المخطط الهندسي للقطعة التي يريد تشغيلها و تحديد لحظة البدء والإنتهاء لكل عملية تشغيلية من خلال هذا التطبيق . و

في ما يلي استعراض لواجهات التطبيق :

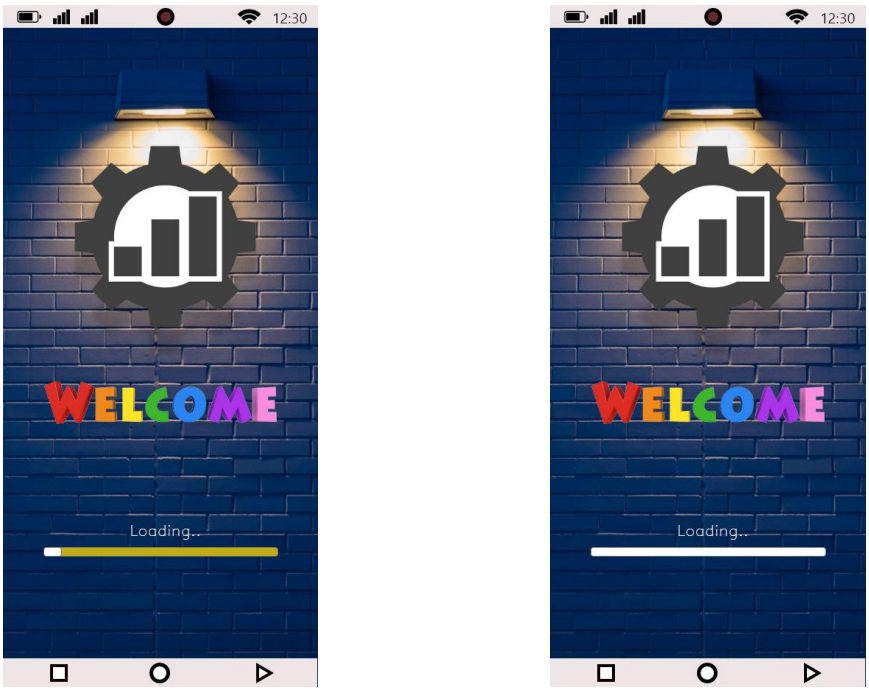
أولاً: أيقونة التطبيق:



الشكل (2-4) ؛ أيقونة التطبيق ضمن شاشة الهاتف الجوال

[1] برنامج حاسوبي لتصميم واجهات التطبيقات الذكية و محاكاة عملها.

ثانياً، عند الضغط على أيقونة التطبيق تظهر شاشة الترحيب و تحميل الإعدادات، كما يلي:



الشكل (3-4) ؛ واجهة الترحيب و تحميل الإعدادات

ثالثاً، عندما يريد العامل البدء بعملية تشغيل جديدة يطلب البرنامج منه الضغط على الزر المخصص لذلك، كما يلي:



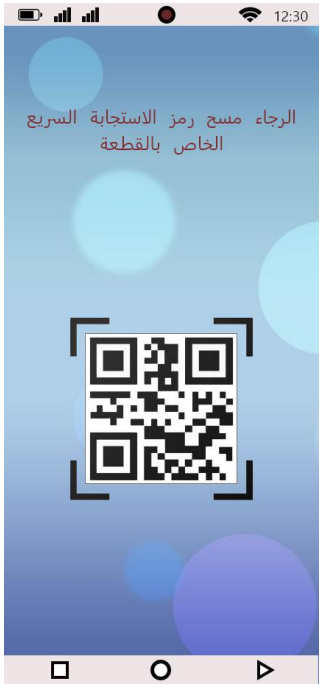
الشكل (4-4) ؛ واجهة بدء عملية تشغيل جديدة

رابعاً، يطلب البرنامج من العامل إدخال الرمز الخاص به، كما يلي:



الشكل (5-4) ؛ واجهة إدخال رمز العامل الذي سيقوم بالعملية التشغيلية

خامساً، يطلب البرنامج من العامل إجراء عملية مسح لرمز QR Code الخاص بالقطعة التي يريد إجراء عملية تشغيلية عليها والموجود ضمن اللوحة الإسمية لمخطط هذه القطعة، كما يلي:



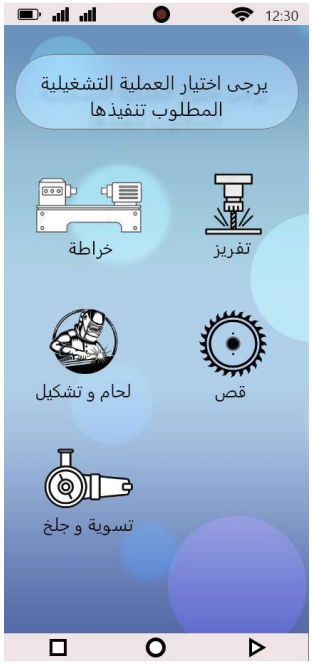
الشكل (6-4) ؛ واجهة إجراء مسح لرمز ال QR Code الخاص بالقطعة

سادساً، يقوم البرنامج بعرض المعلومات المشفرة ضمن رمز QR Code الذي تم إجراء عملية المسح (Scanning) له و التي هي بطبيعة الحال معلومات القطعة المعنية ، بعد التأكد من المعلومات من قبل العامل يضغط زر " متابعة " .



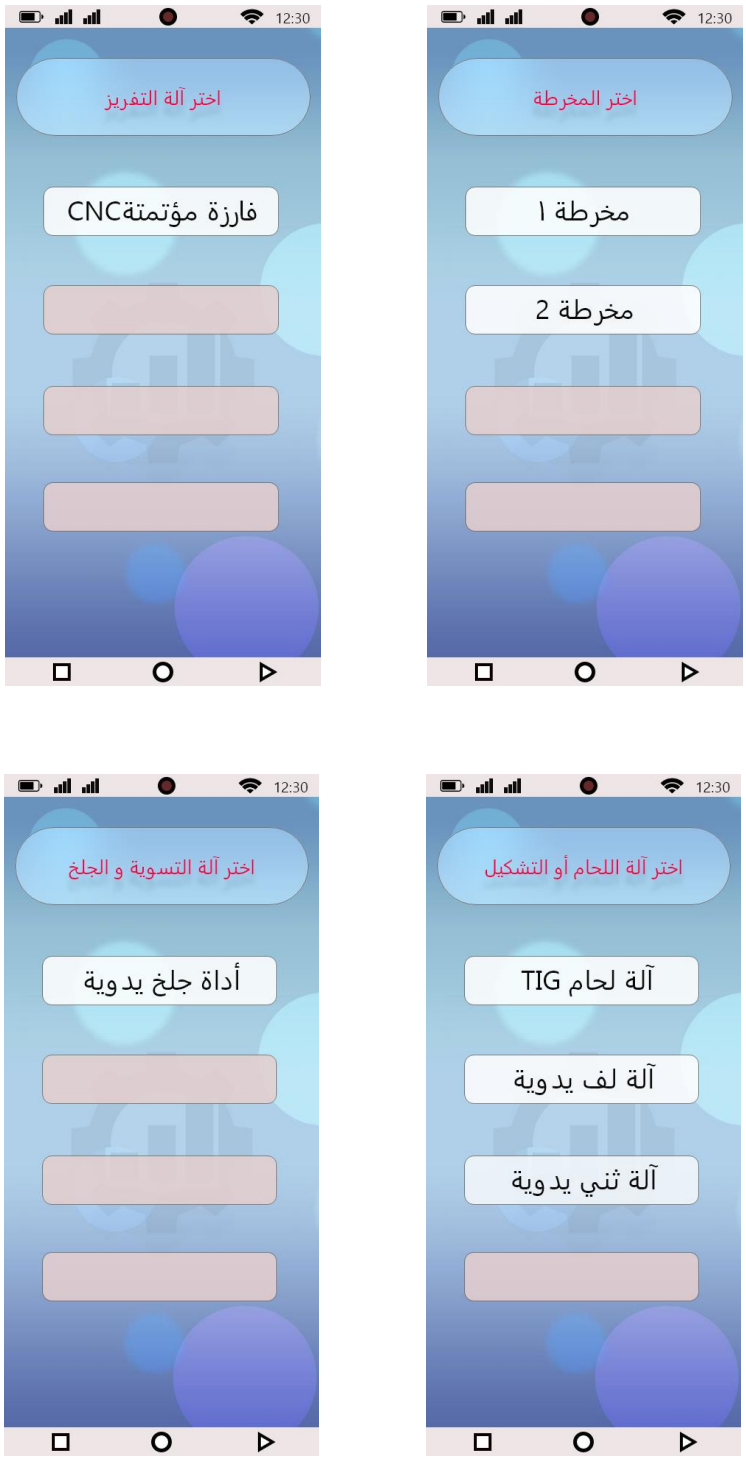
الشكل (4-7) ؛ واجهة عرض معلومات القطعة

سابعاً، يطلب البرنامج اختيار نوع العملية التشغيلية المطلوب تنفيذها على القطعة.



الشكل (4-8) ؛ واجهة اختيار نوع العملية التشغيلية

ثامناً، بناءً على اختيار نوع العملية التشغيلية المطلوب تنفيذها، **تظهر الواجهة المخصصة لهذه العملية وفيها آلات التشغيل المتاحة لإنجاز هذه العملية، كما يلي:**



الشكل (9–4) ؛ واجهات اختيار آلة التشغيل وفقاً لنوع العملية التشغيلية

تاسعاً، تظهر واجهة تحمل معلومات العملية التشغيلية، و التي تتضمن هوية القطعة، ونوع العملية التشغيلية وآلة التشغيل المستخدمة في إجرائها، وكذلك رقم العامل الذي سيقوم بالعملية التشغيلية. عند الضغط على زر البدء من قبل العامل تؤخذ علامة زمنية (Time Mark) مرفقة مع بيانات العملية التشغيلية و إشارة البدء.



الشكل (10–4) ؛ واجهة بدء العملية التشغيلية

عاشراً، تظهر واجهة جديدة تحمل أيضاً بيانات العملية التشغيلية ولكن مع تحول زر "**البدء**" إلى "**انتهاء**" ليقوم العامل بالضغط عليه عند الانتهاء من العملية التشغيلية. أيضاً تؤخذ علامة زمنية (Time Mark) مرفقة مع بيانات العملية التشغيلية و إشارة الانتهاء.



الشكل (11-4) ؛ واجهة إنهاء العملية التشغيلية

بالنتيجة نحصل من التطبيق على قاعدة بيانات على شكل ملف Excel حول العمليات التشغيلية التي أجريت في المشروع. ويتضمن كل سطر من الملف البيانات التالية:

- ✓ معلومات كاملة عن هوية القطعة التي تمت عليها عملية التشغيل.
- ✓ العامل الذي قام بهذه العمليات التشغيلية.
- ✓ نوع العملية التشغيلية المنجزة.
- ✓ آلة التشغيل المستخدمة في إنجاز العملية التشغيلية.
- ✓ أزمنة البدء والانتهاء للعملية التشغيلية.

ملاحظة: راعينا أنه يمكن للعامل الواحد أن يعمل على أكثر من آلة تشغيل واحدة دون التخصص بواحدة منها فقط خاصةً في الورشات التصنيعية (Job Shops). لذلك تم وضع حقل مخصص لإدخال رمز العامل، وعدم الاكتفاء باختيار آلة التشغيل وافتراض أن عاملاً محدداً سيقوم بعملية التشغيل.

4-2-3 مرحلة حساب التكاليف:

انطلاقاً من أزمنة التشغيل الفعلية التي يتم الحصول عليها من البرنامج، نقوم بحساب تكاليف التشغيل الفعلية، مع الأخذ بالحسبان الأمور التالية :

- ✓ اهتلاك آلات التشغيل.
- ✓ أجور العمال الذين قاموا بتشغيل القطع.
- ✓ التكاليف الثابتة للمنشأة.
- ✓ النسبة المئوية لاشغال المعمل خلال العام.

تحسب الكلفة التشغيلية للعملية التصنيعية من العلاقة :

$$Co = \frac{(Cm + L) \times t}{R}$$

Co: كلفة العملية التشغيلية

Cm: الكلفة الساعية لآلة التشغيل

L: الأجرة الساعية للعامل المشغل

t: زمن العملية التشغيلية

R: النسبة المئوية لانشغال المعمل خلال العام[1]

[1] نظراً للتوقفات المحتملة تبعاً لكم المشاريع المثبتة مع العملاء.

لحساب الكلفة الساعية لآلة التشغيل (Cm)، يتم ذلك من العلاقة:

$$Cm = Cd + Cc$$

Cm: الكلفة الساعية لآلة التشغيل

Cd: الكلفة الساعية لاهتلاك الآلة

Cc: القيمة الساعية للتكاليف الثابتة للمنشأة موزعةً على آلات التشغيل

4-3 القسم التطبيقي:

تمت محاكاة المراحل المذكورة في القسم الأول من خلال تطبيقها على مشروع آلة تعبئة حجمية ذات رأس واحد الموضحة بالشكل (4-12) ، وذلك بالتعاون مع "شركة آفاق للصناعة"[1] والتي تعتمد مبدأ الإنتاج حسب الطلب . وفي ما يلي توضيح للتفاصيل والنتائج التي تم الحصول عليها.

4-3-1 مرحلة التصميم:

1- إعطاء رقم تسلسلي مميّز للمشروع ألا وهو: **4312** .

2- إعداد قائمة بالمواصفات الفنية للمشروع بشكل تفصيلي و التي سيتم تصميم الآلة بناءً عليها.

الجدول (1-4) ؛ قائمة المواصفات الفنية لمشروع آلة تعبئة حجمية ذات رأس

قائمة المواصفات الفنية للمشروع	
اسم الآلة	آلة تعبئة حجمية ذات رأس واحد
رقم المشروع	4312
01	مبدأ التعبئة حجمي .
02	السعة الأعظمية للتعبئة بدفعة واحدة [ml] 1200 .
03	خزان التعبئة مخروطي بسعة [liter] 50 .
04	جميع الأجزاء الملامسة للمنتج مصنعة من معدن Stainless Steel 304 .
05	الآلة تعمل على الهواء المضغوط (تشغيل الآلة بنيوماتيكي) .

[1] شركة صناعية سورية تأسست عام 1996، وتعمل في مجال تصميم وتصنيع الآلات الغذائية والدوائية.

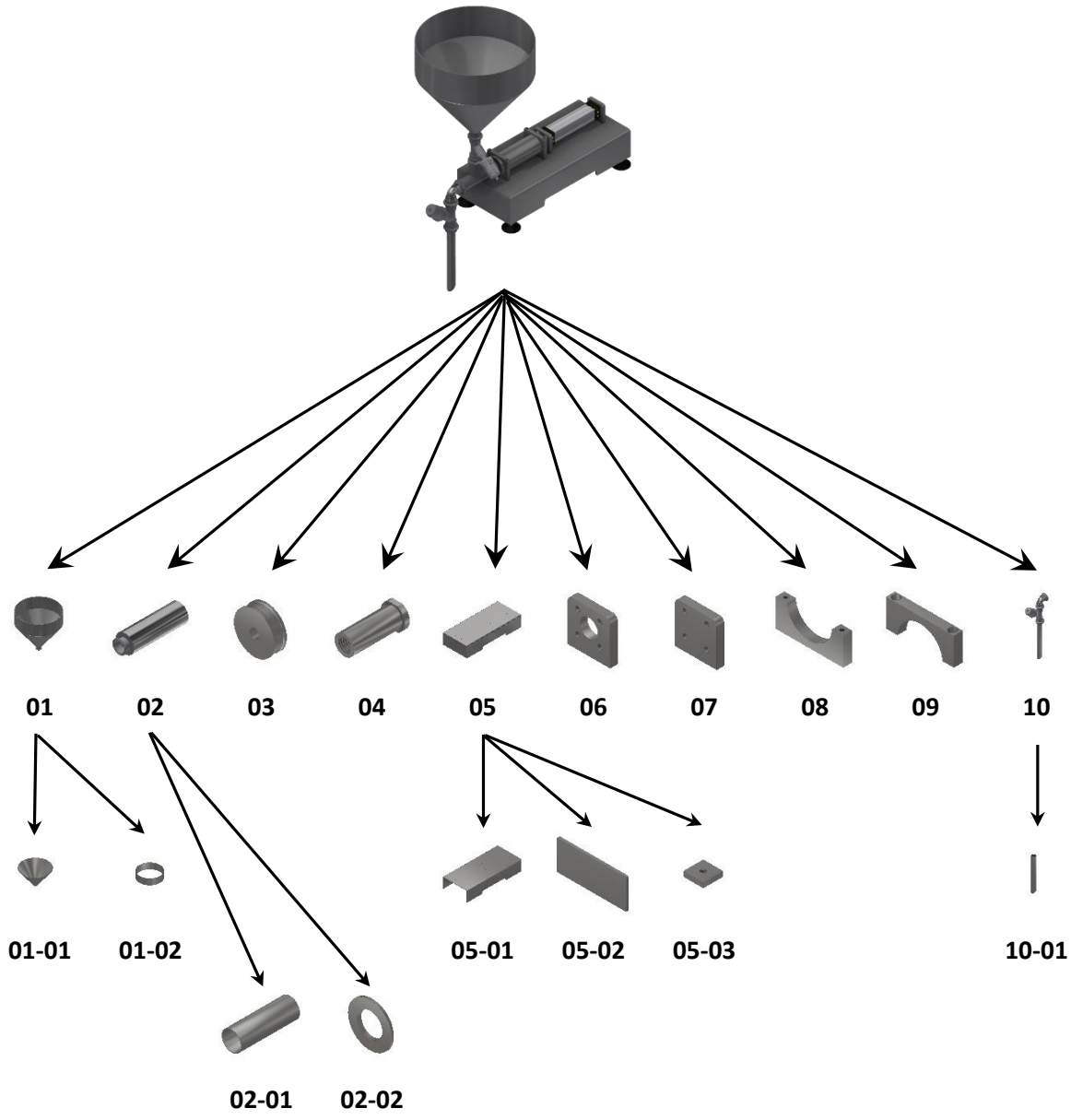
3- تم العمل على إعداد ملف تصميم ثلاثي الأبعاد للآلة باستخدام برنامج Inventor Professional[1] وتحقيق جميع المواصفات الفنية المطلوبة في الآلة ضمن التصميم .



الشكل (12-4) ؛ التصميم ثلاثي الأبعاد لآلة التعبئة الحجمية

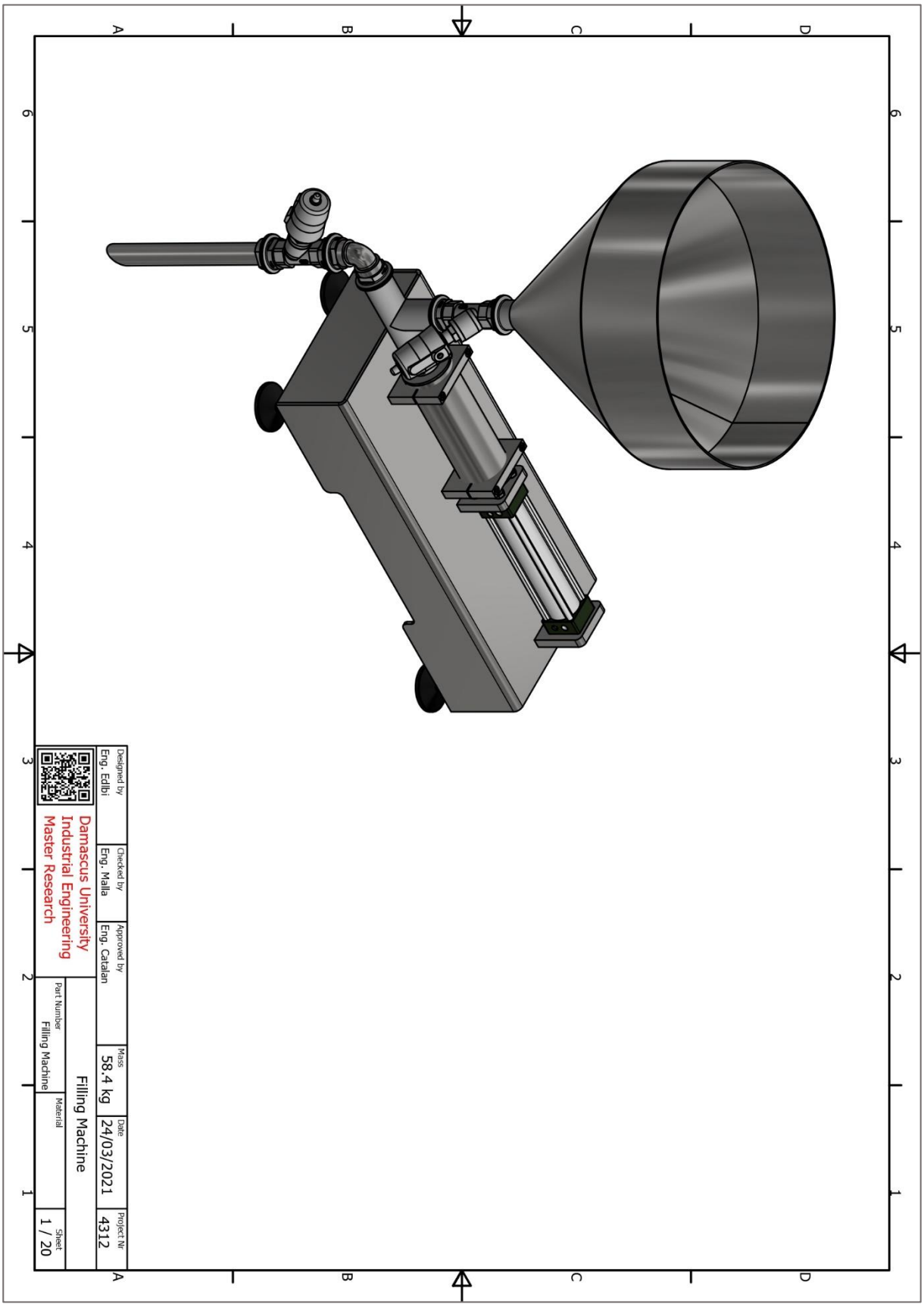
[1] برنامج هندسي مخصص لتصميم الآلات و القطع الميكانيكية من إنتاج شركة Autodesk .

4- تم ترميز جميع القطع و الأجزاء ضمن الآلة بأسماء مميّزة خاصة بكل منها وفق الطريقة الشجرية (Tree Brunches Method) التي تكلمنا عنها سابقاً .

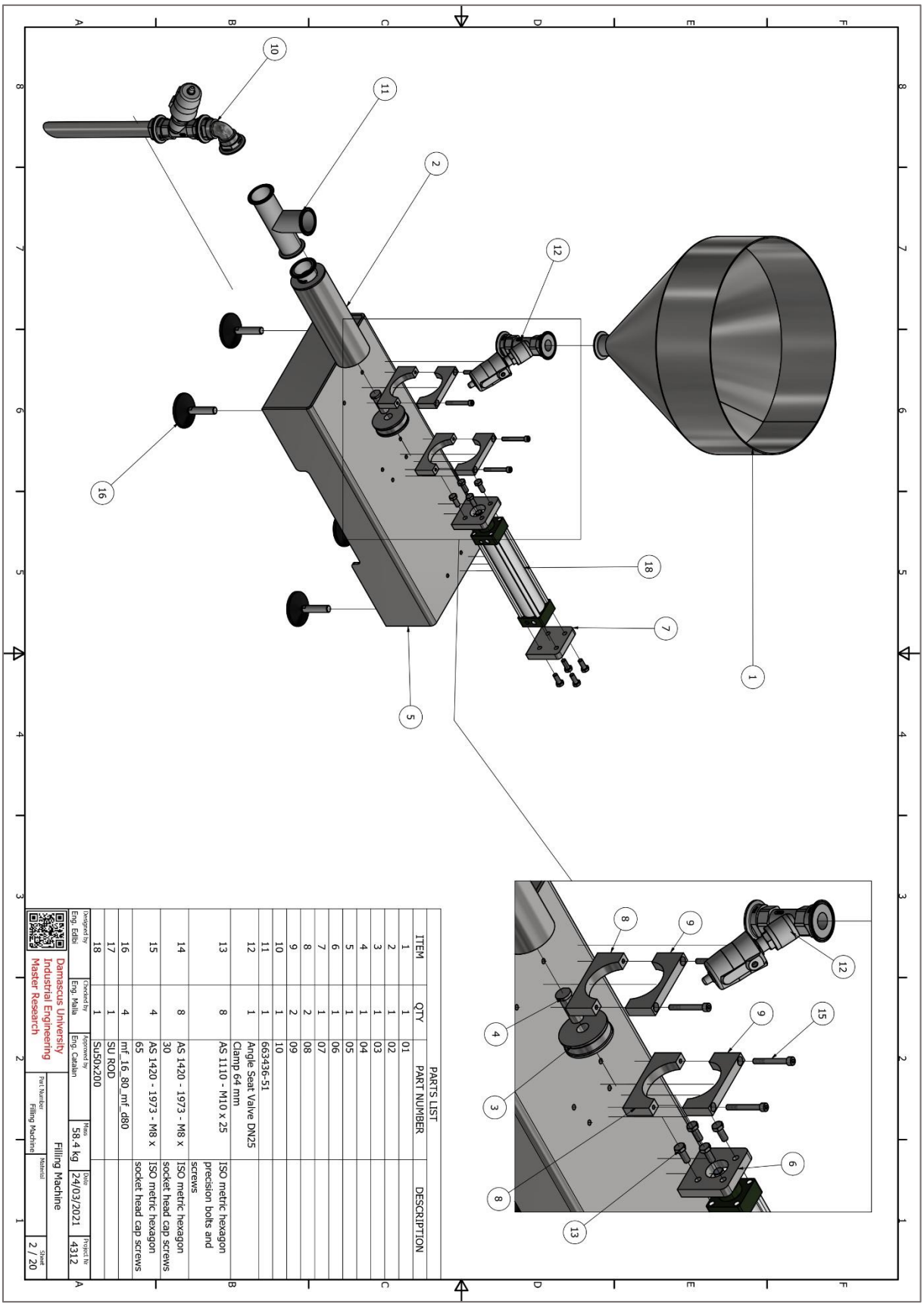


الشكل (13-4) ؛ ترميز أجزاء آلة التعبئة وفق الطريقة الشجرية

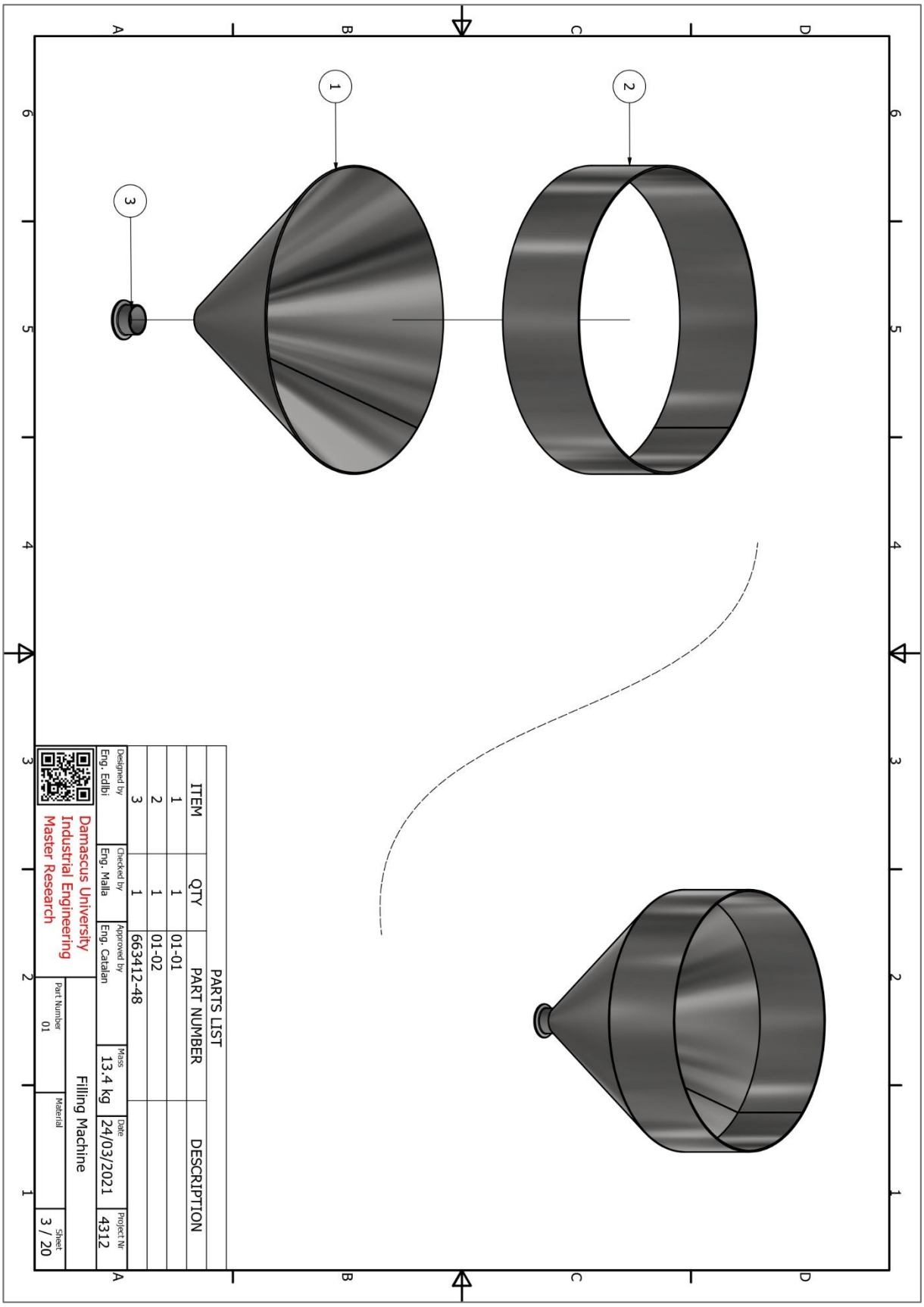
5- إعداد **مخططات تجميعية و تشغيلية** لجميع أجزاء المشروع و تزويد هذه المخططات الهندسية برمز استجابة سريع QR Code يتوضع ضمن اللوحة الاسمية لكل مخطط ويتضمن اسم القطعة، رقم المشروع، المادة الخام، وزن القطعة.



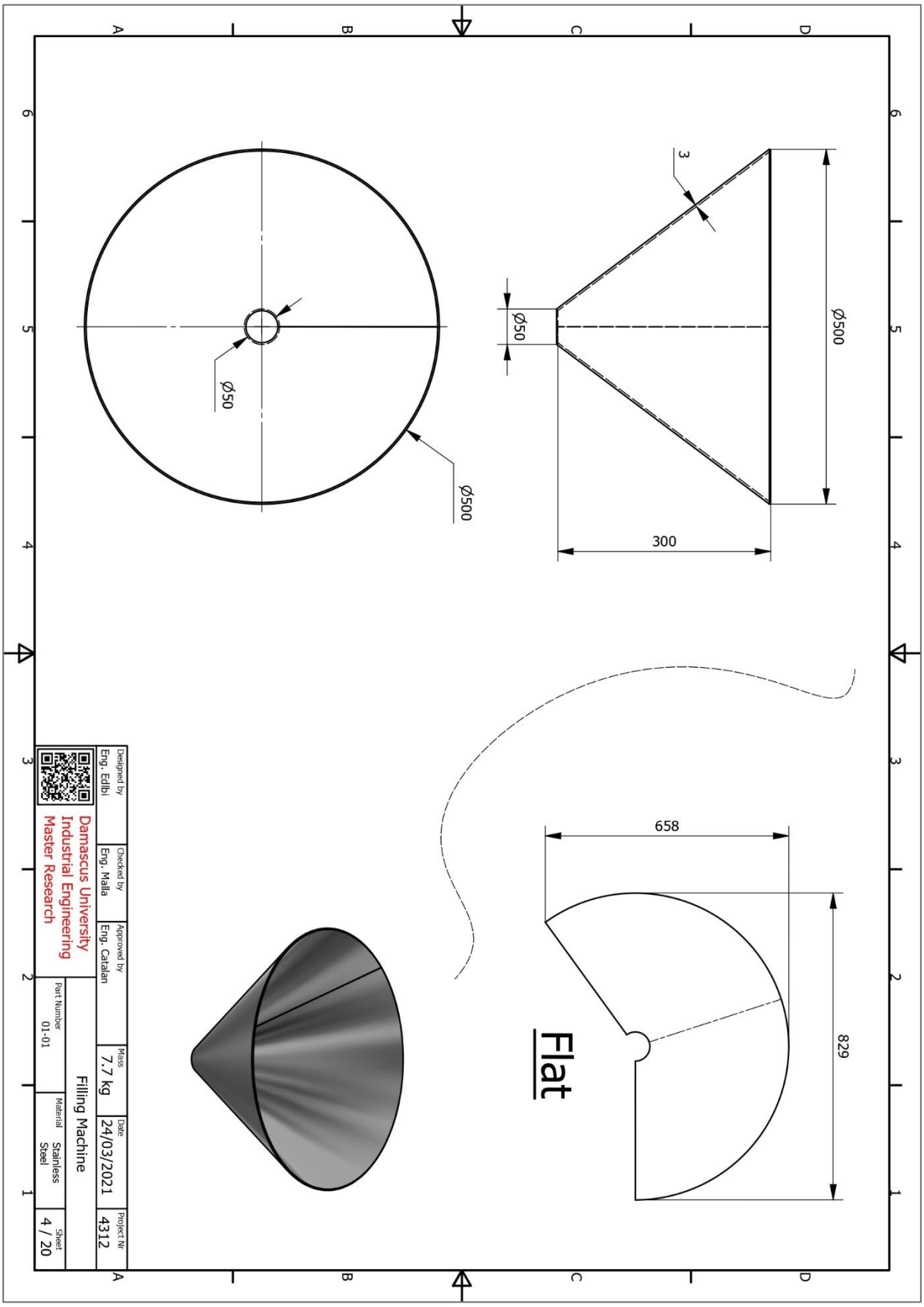
الشكل (14-4) ؛ مخطط يوضح المنظور العام للآلة



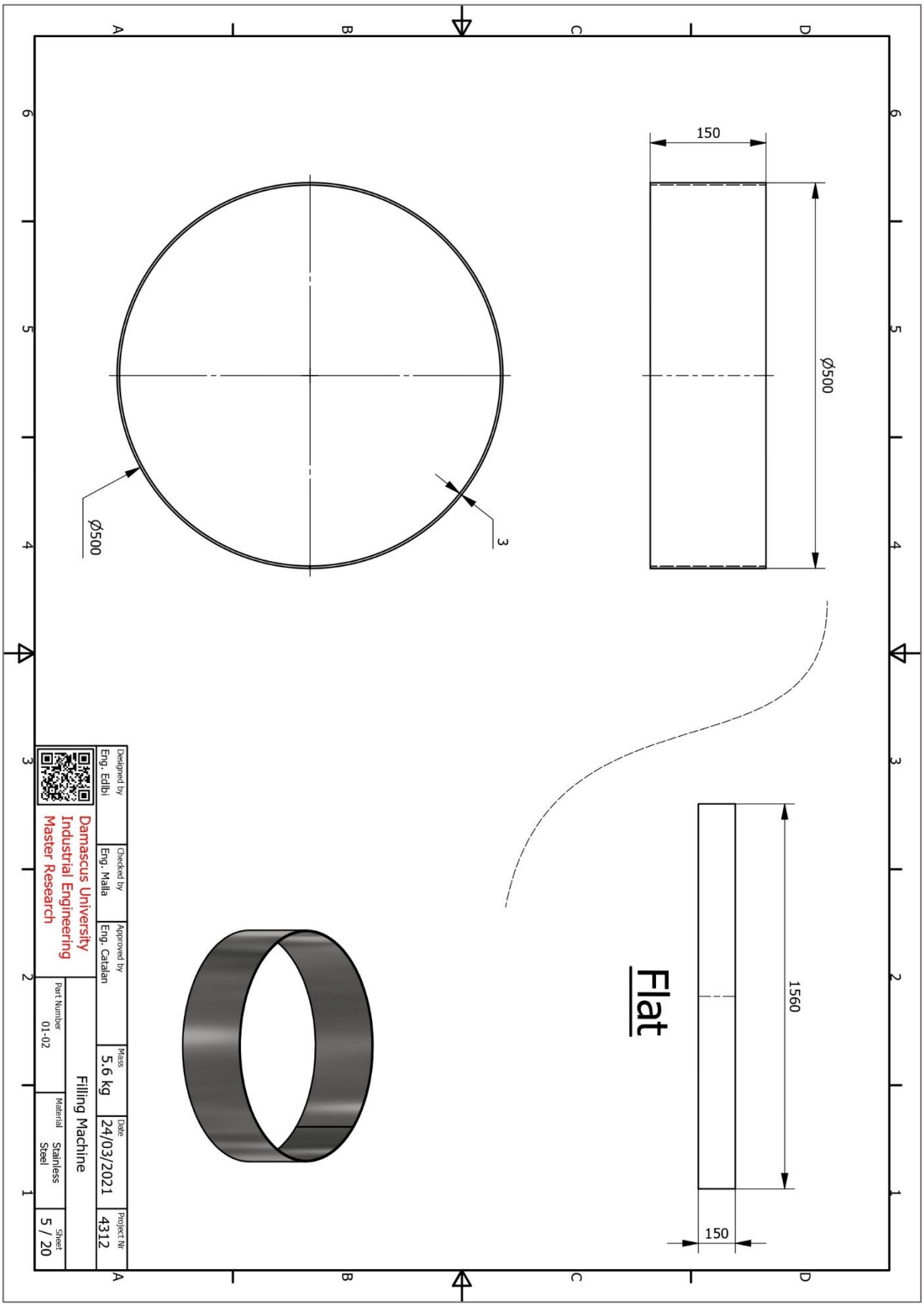
الشكل (15-4) ؛ المخطط الانفجاري التجميعي للآلة



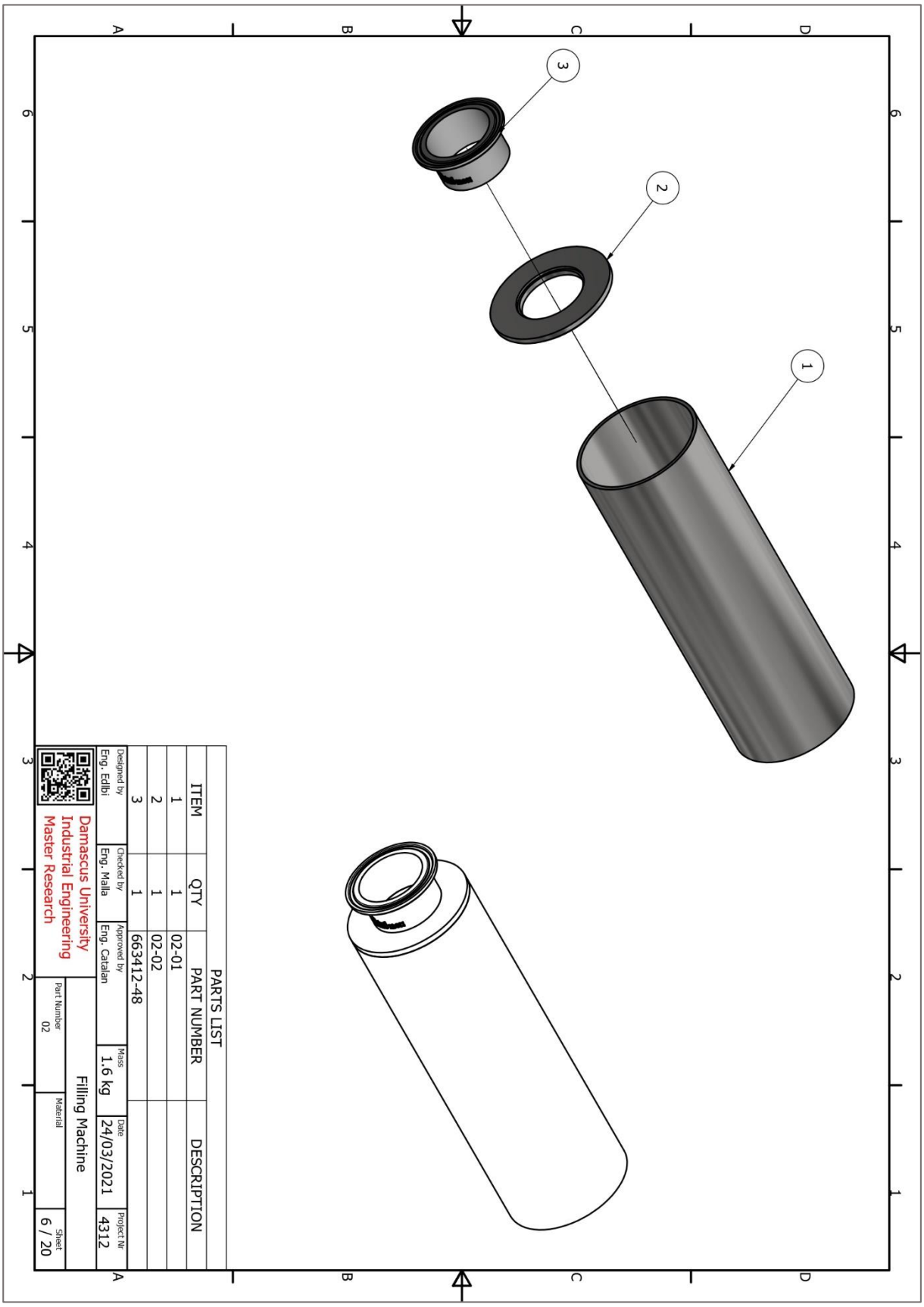
الشكل (16–4) ؛ المخطط الانفجاري التجميعي لخزان التعبئة



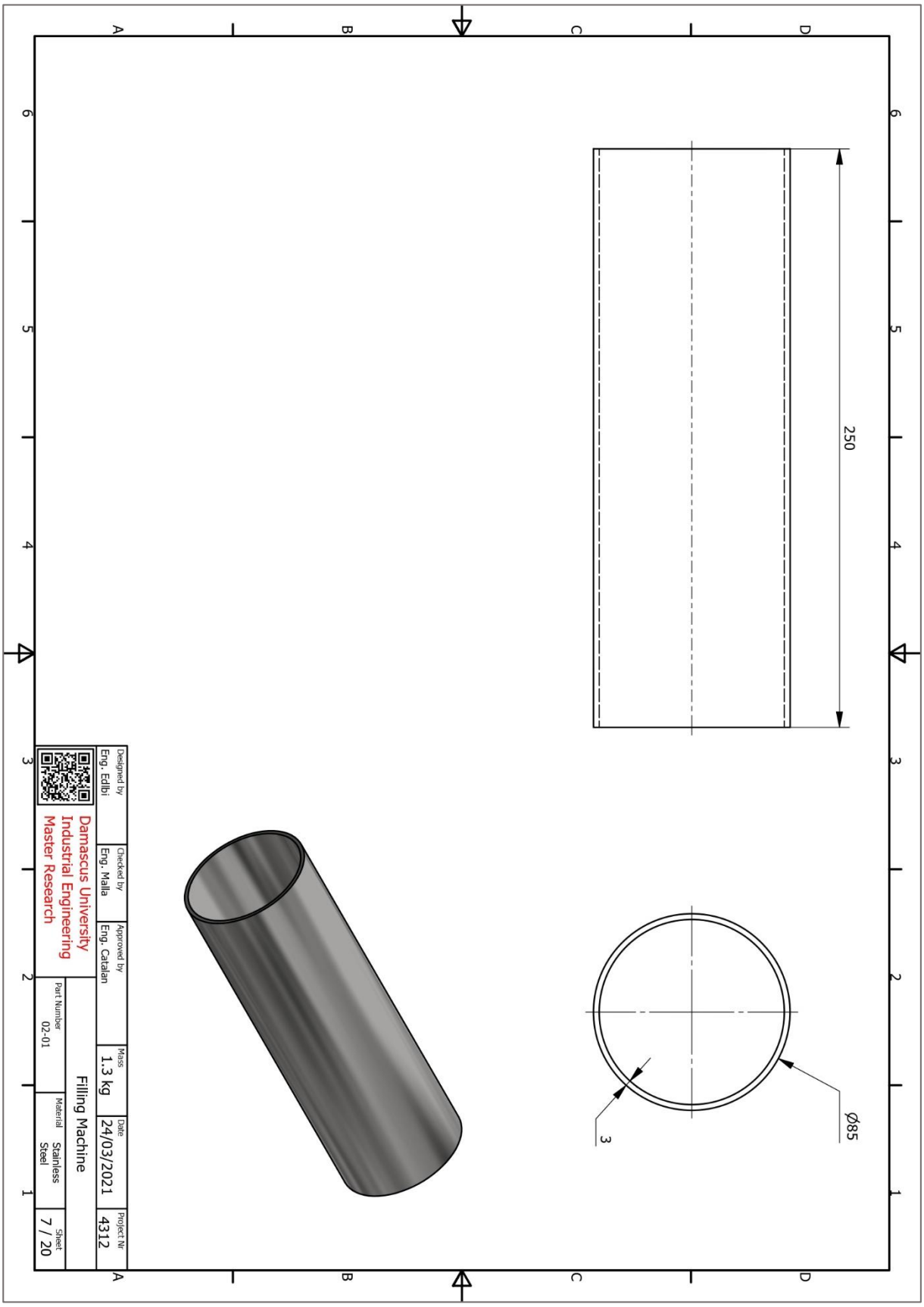
الشكل (17–4) ؛ مخطط يوضح القمع المخروطي لخزان التعبئة وانفراده



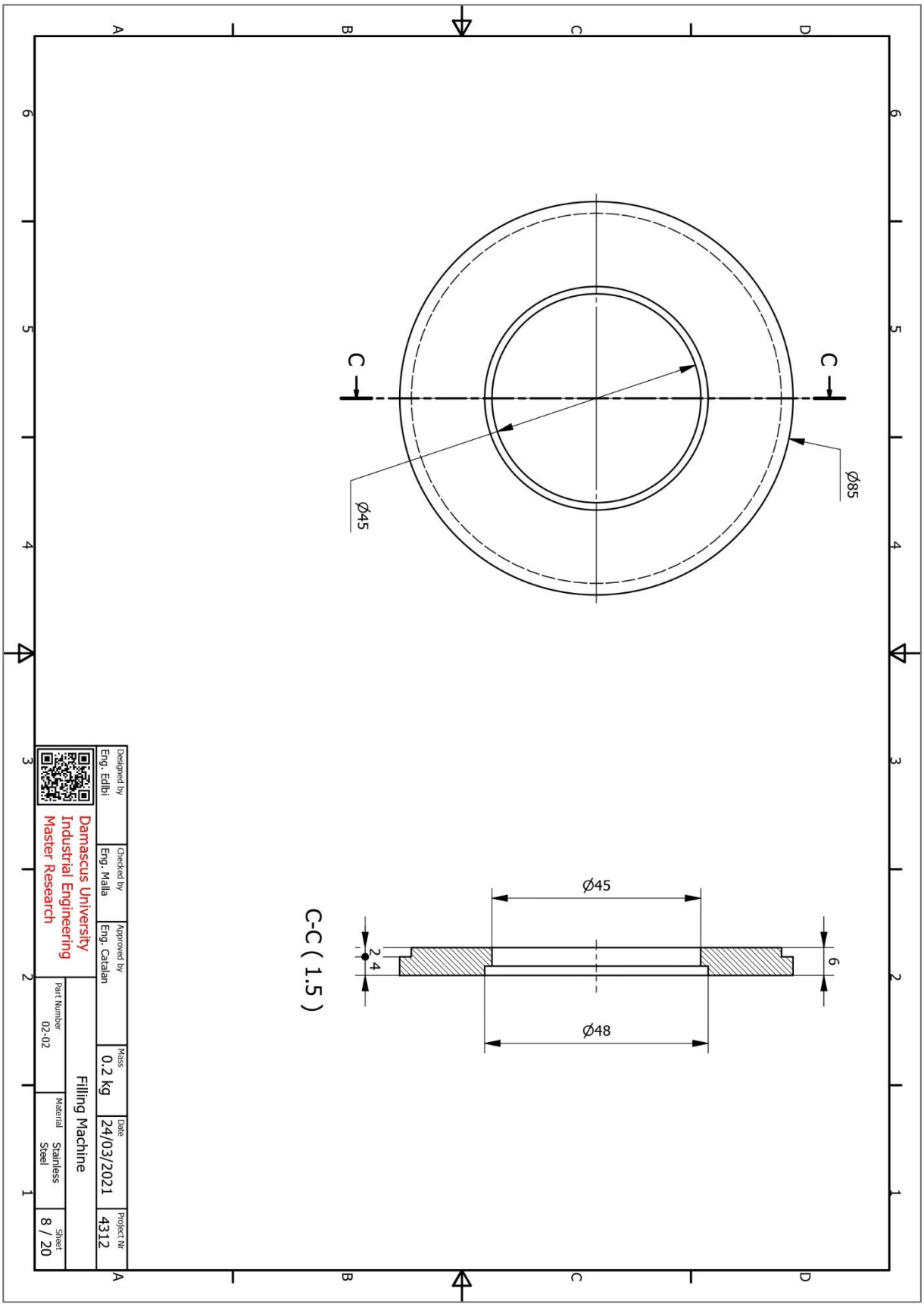
الشكل (18–4) ؛ مخطط يوضح الجزء الأسطواني لخزان التعبئة وانفراده



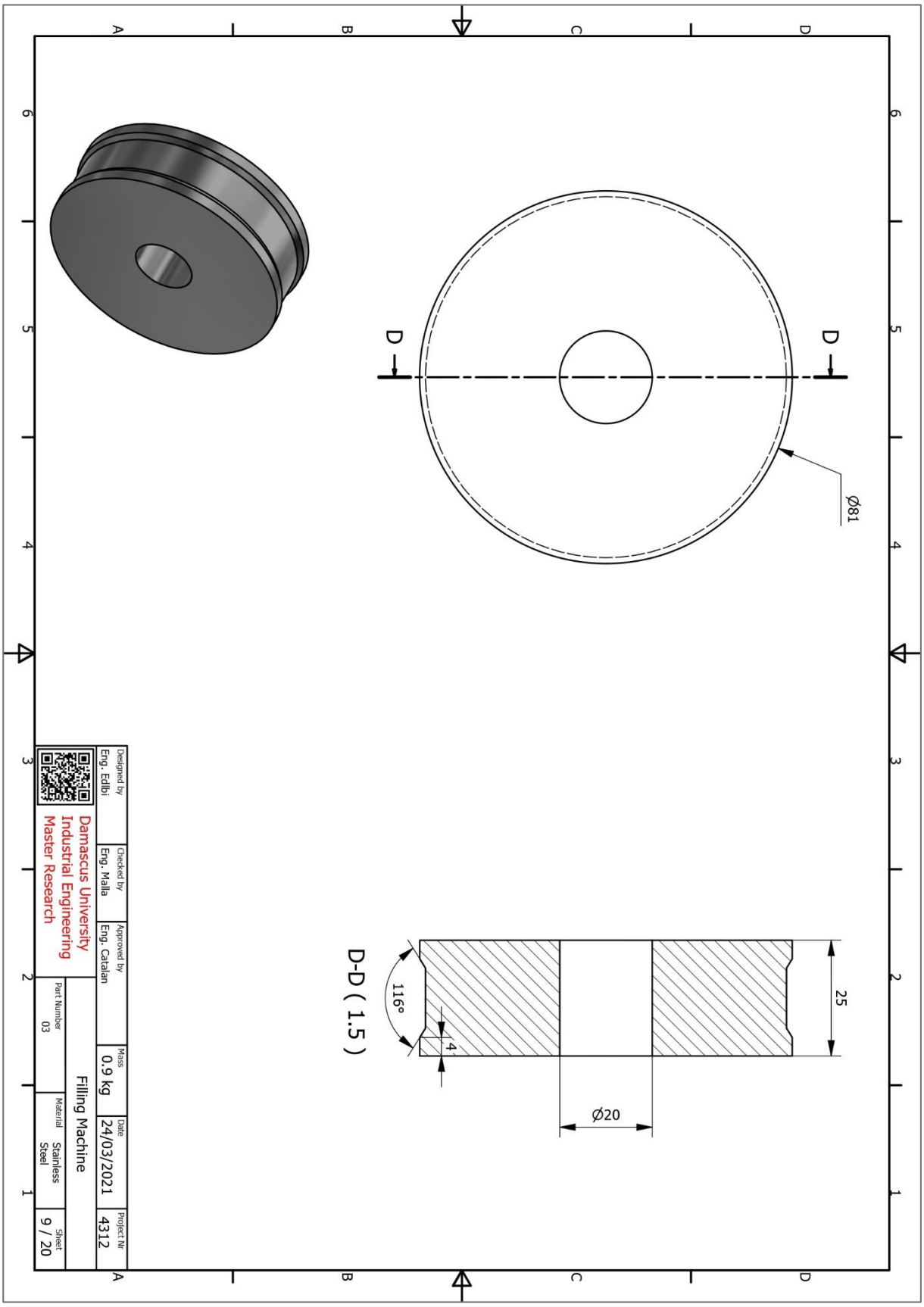
الشكل (19–4) ؛ المخطط الانفجاري التجميعي لحاقن التعبئة



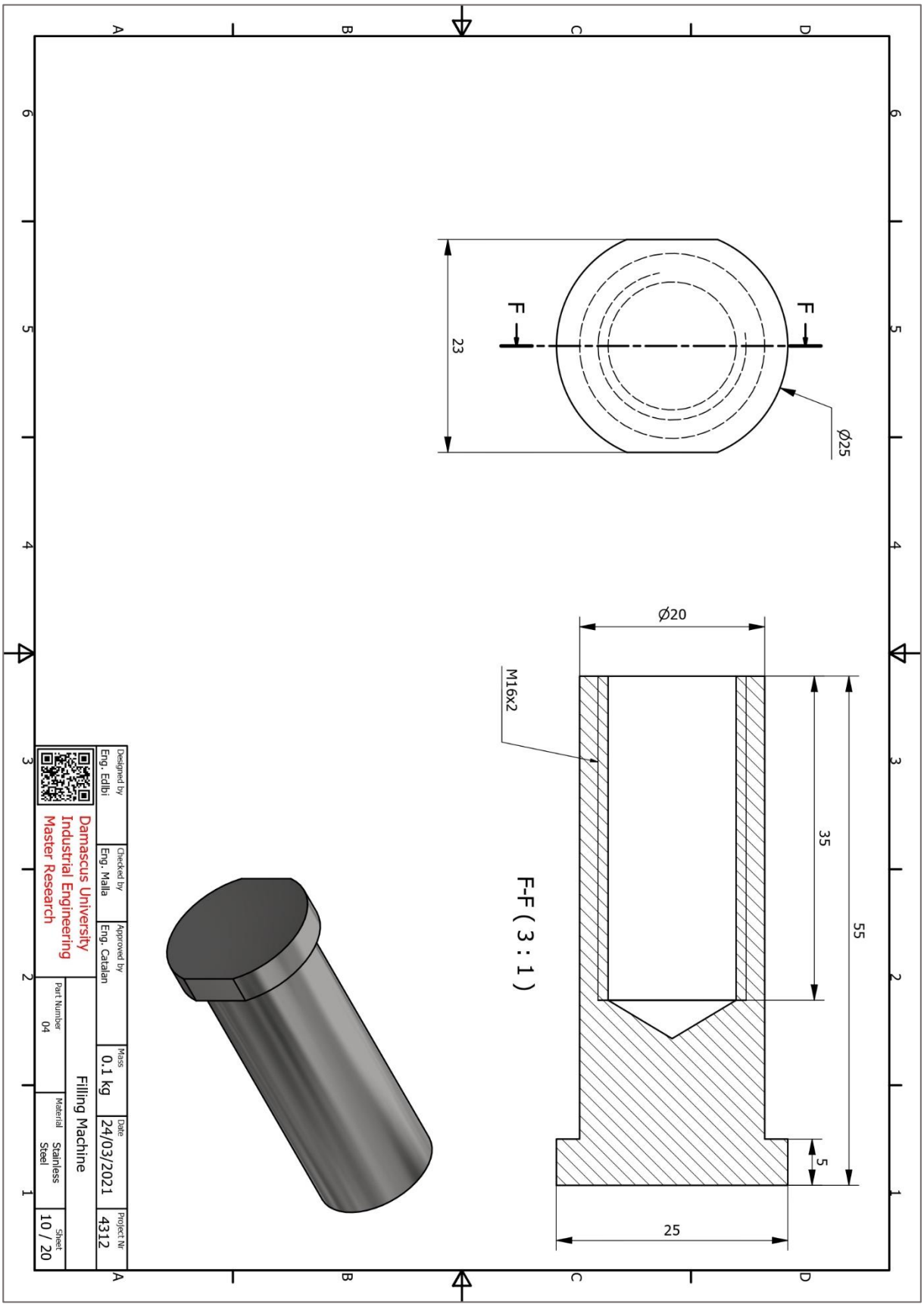
الشكل (20–4) ؛ مخطط يوضح أسطوانة حاقن التعبئة



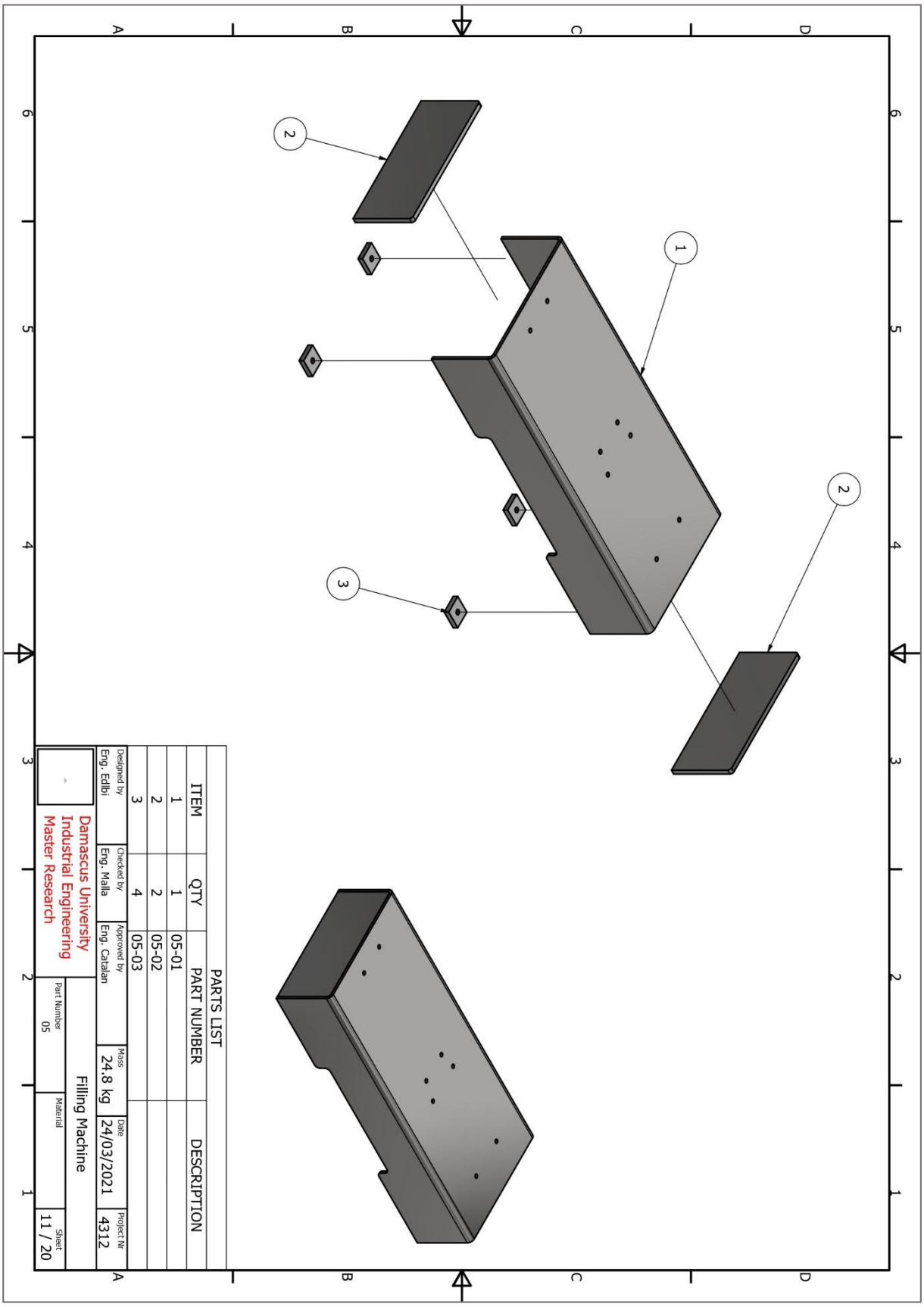
الشكل (21–4) ؛ مخطط يوضح غطاء أسطوانة حاقن التعبئة



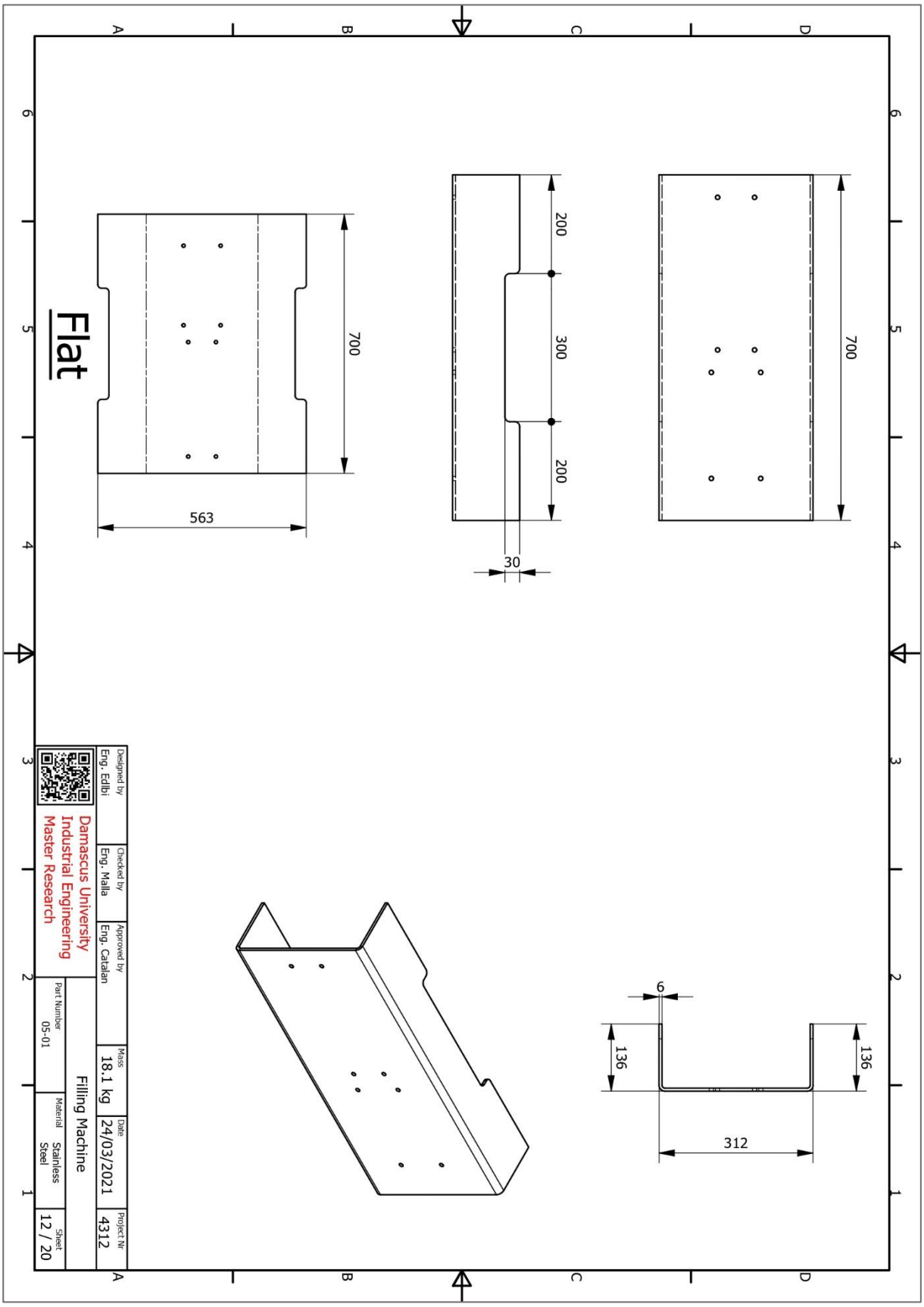
الشكل (22–4) ؛ مخطط يوضح الجزء المتحرك ضمن حاقن التعبئة



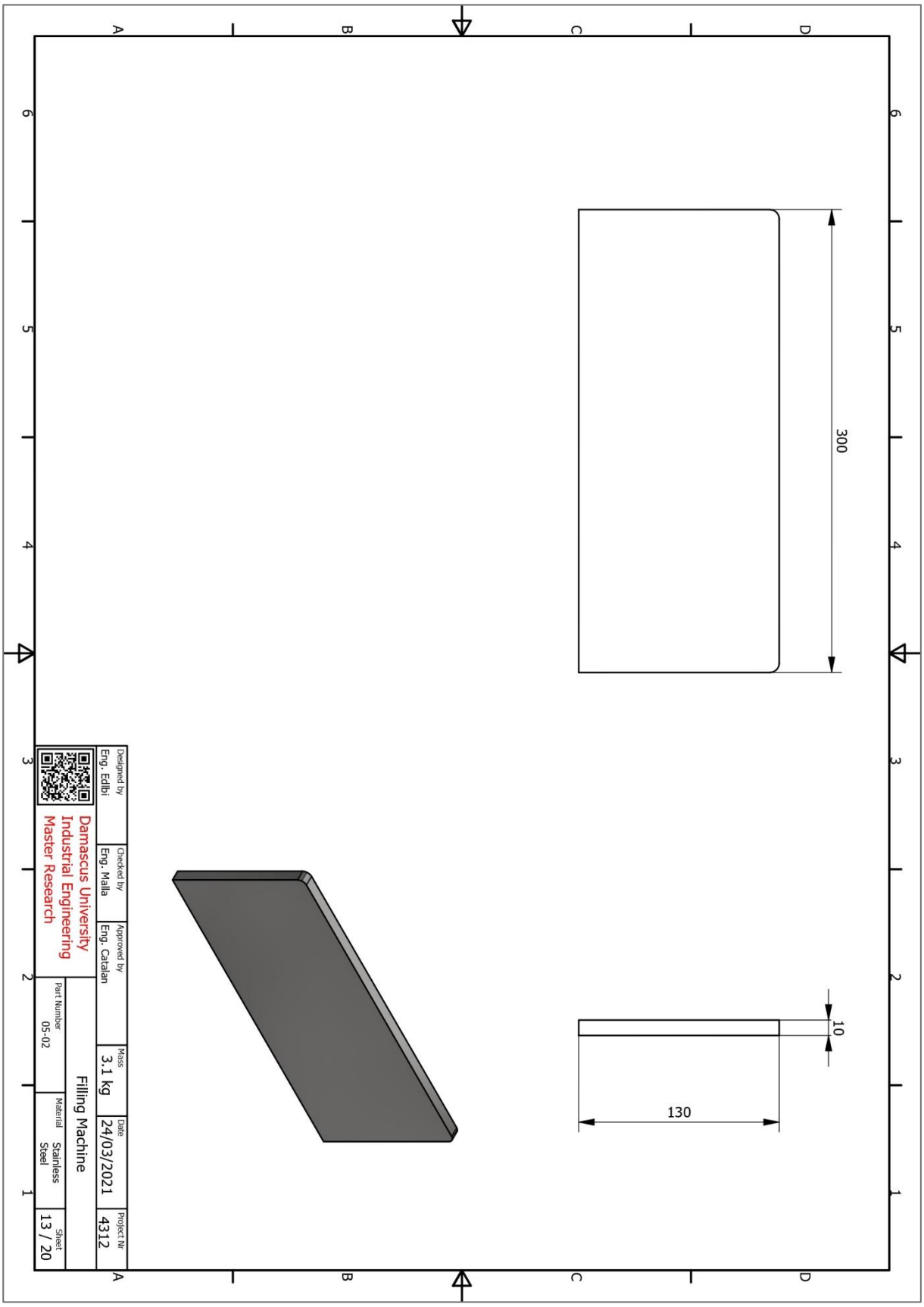
الشكل (23–4) ؛ مخطط يوضح عنصر الربط ضمن حاقن التعبئة



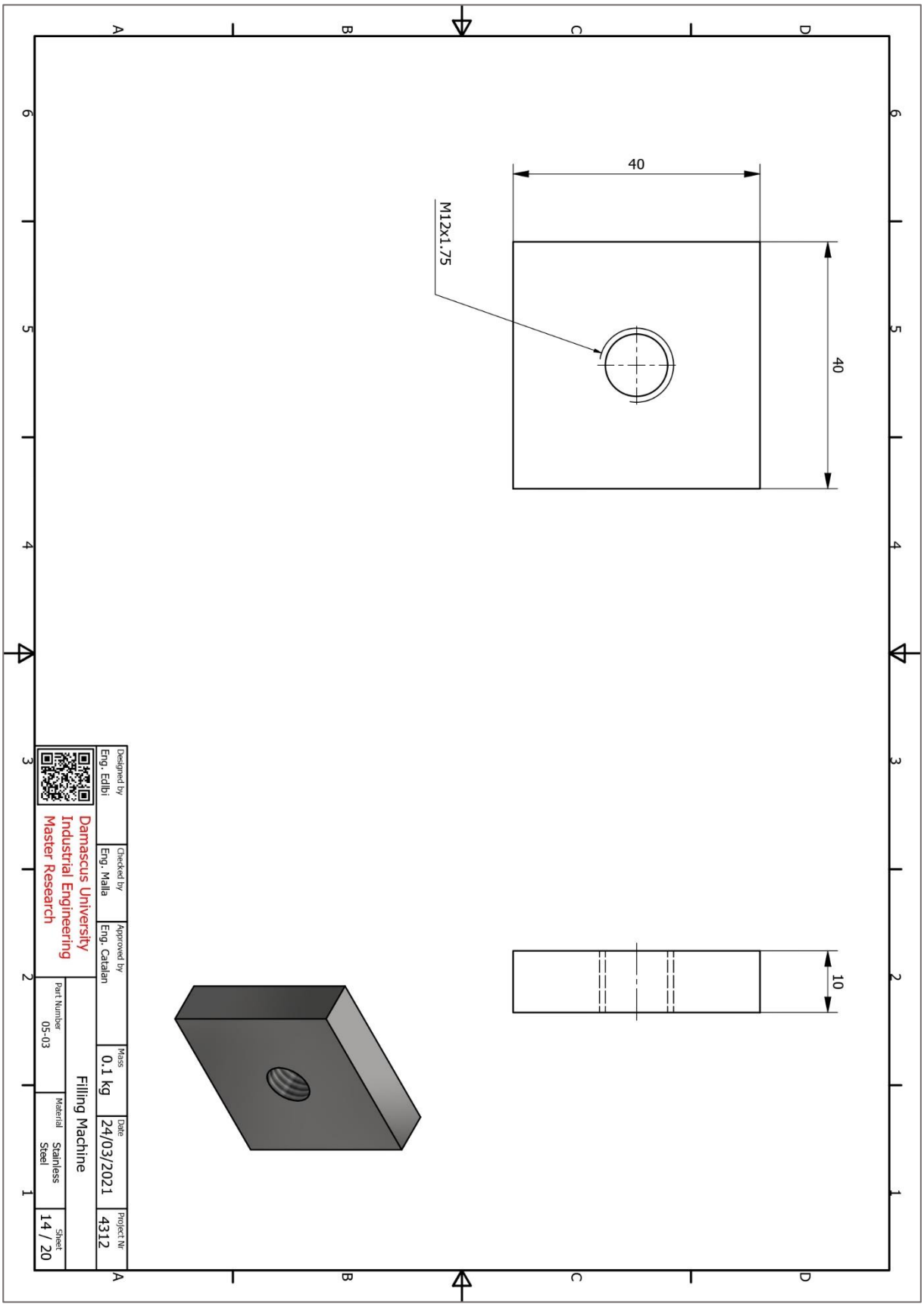
الشكل (24-4) ؛ المخطط الانفجاري التجميعي لقاعدة الآلة



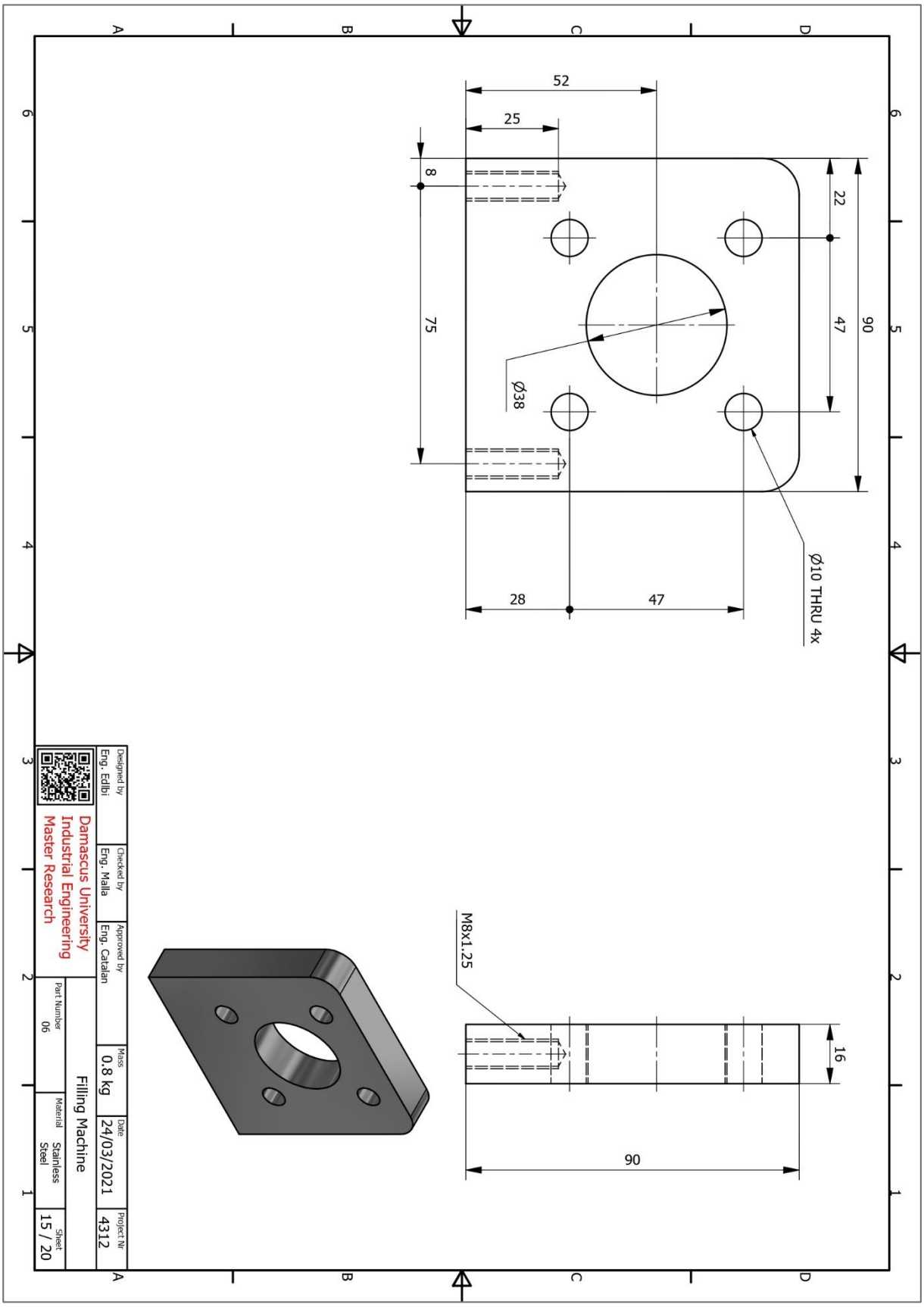
الشكل (25-4) ؛ مخطط يوضح الجزء الأساسي لقاعدة الآلة و انفراده



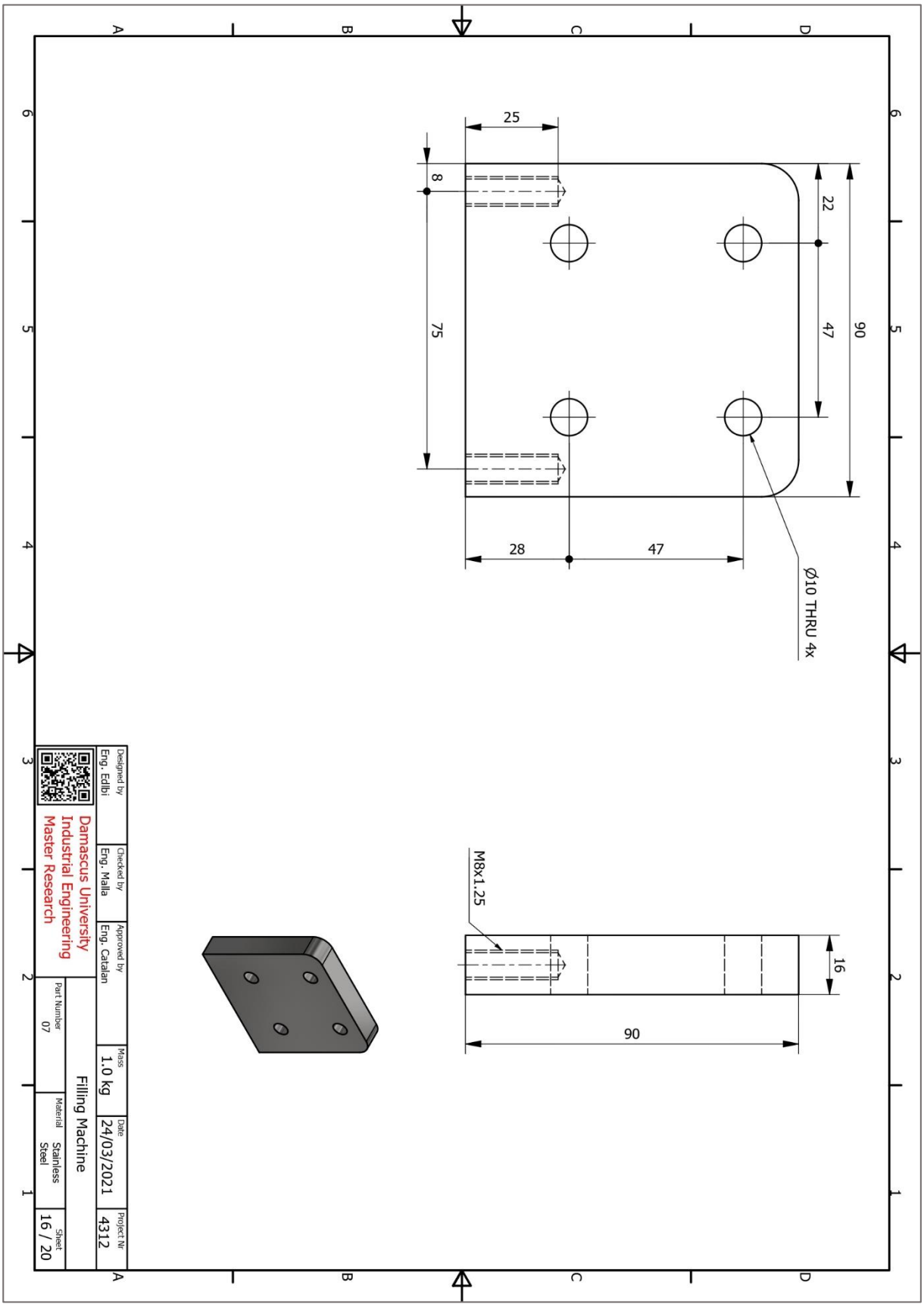
الشكل (26–4) ؛ مخطط يوضح الجزء المكمل لقاعدة الآلة



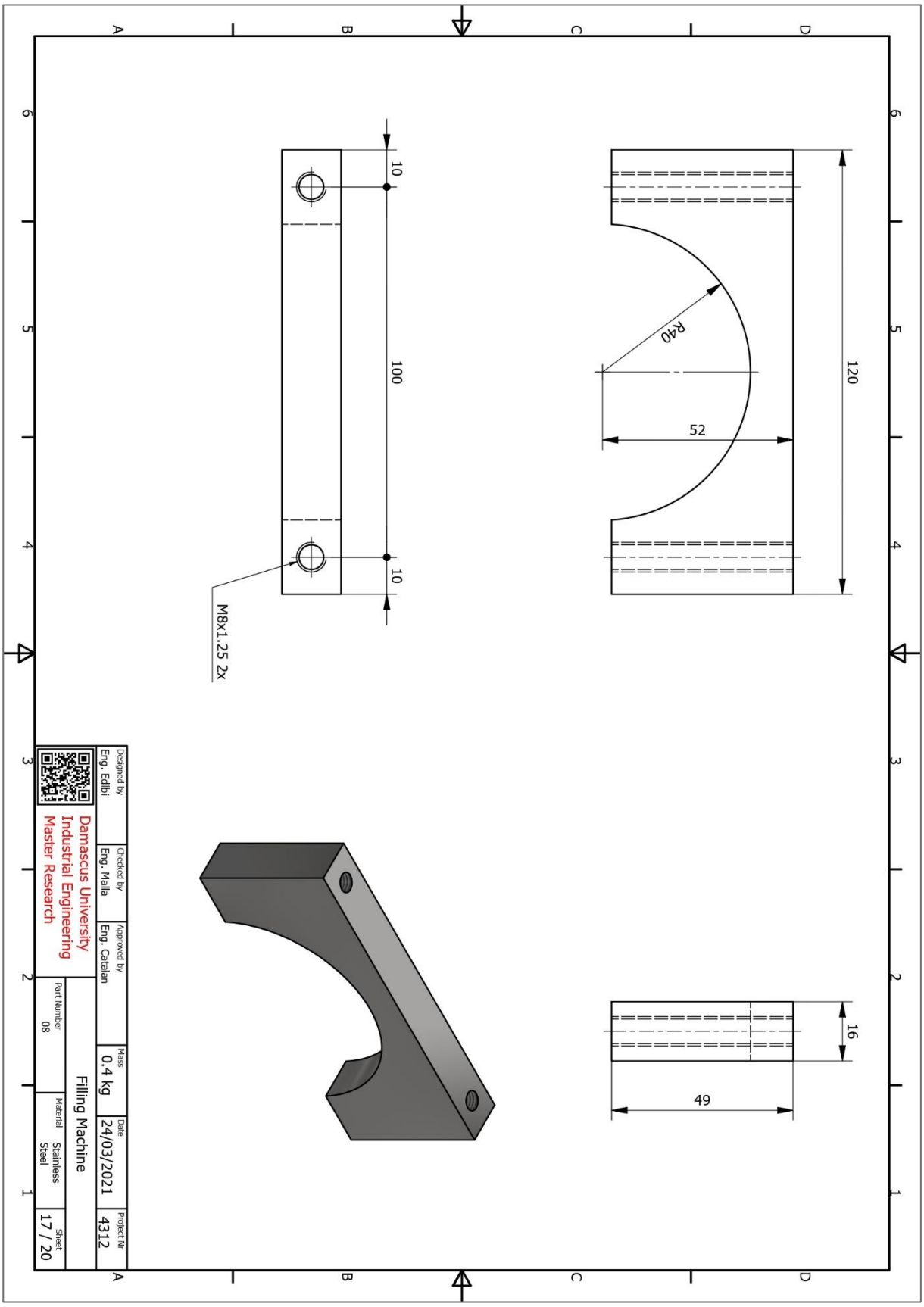
الشكل (27-4) ؛ مخطط يوضح قوائم الإرتكاز للقاعدة



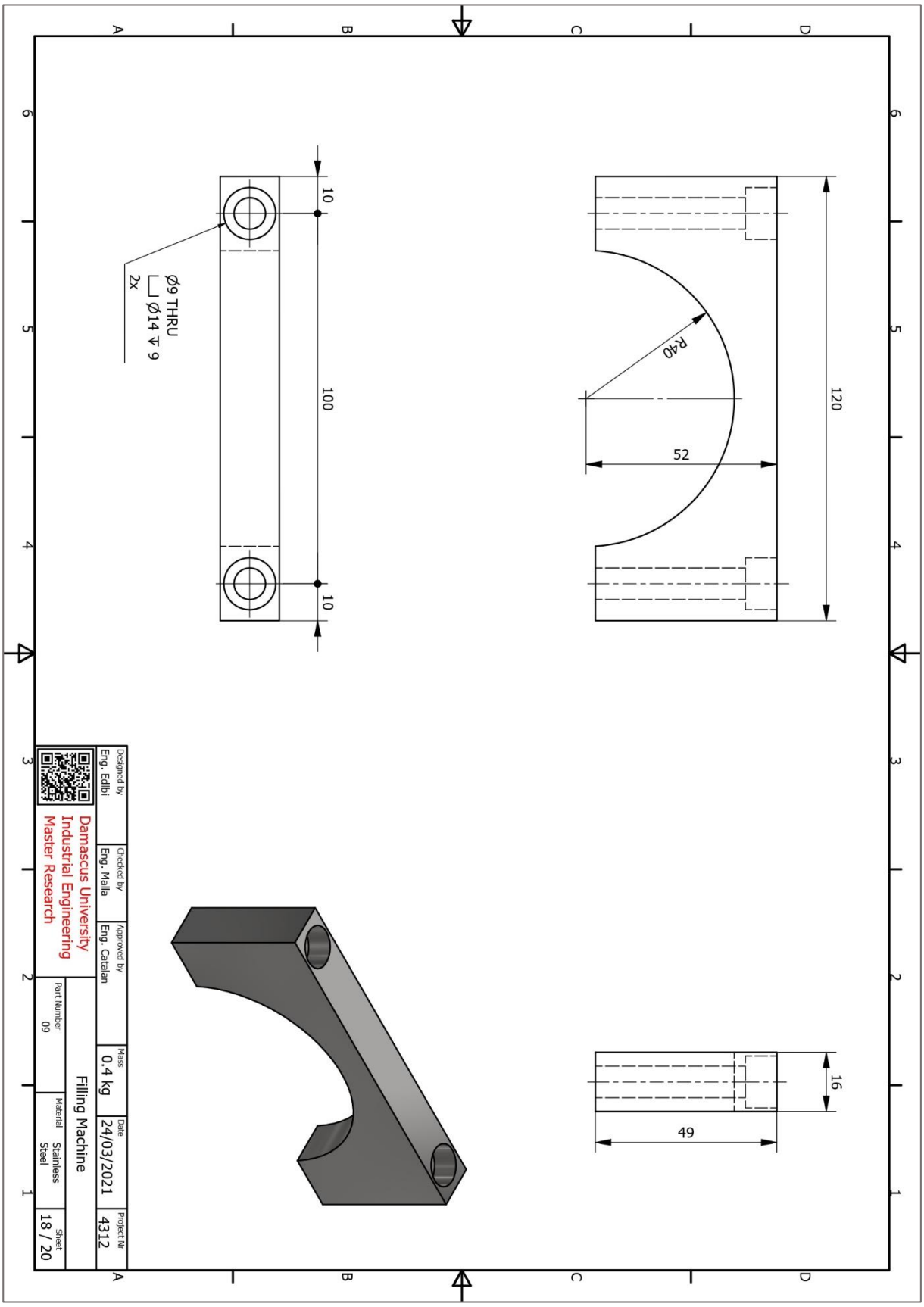
الشكل (28–4) ؛ مخطط يوضح الصفيحة الخلفية لاستناد المكبس الهوائي للتعبئة



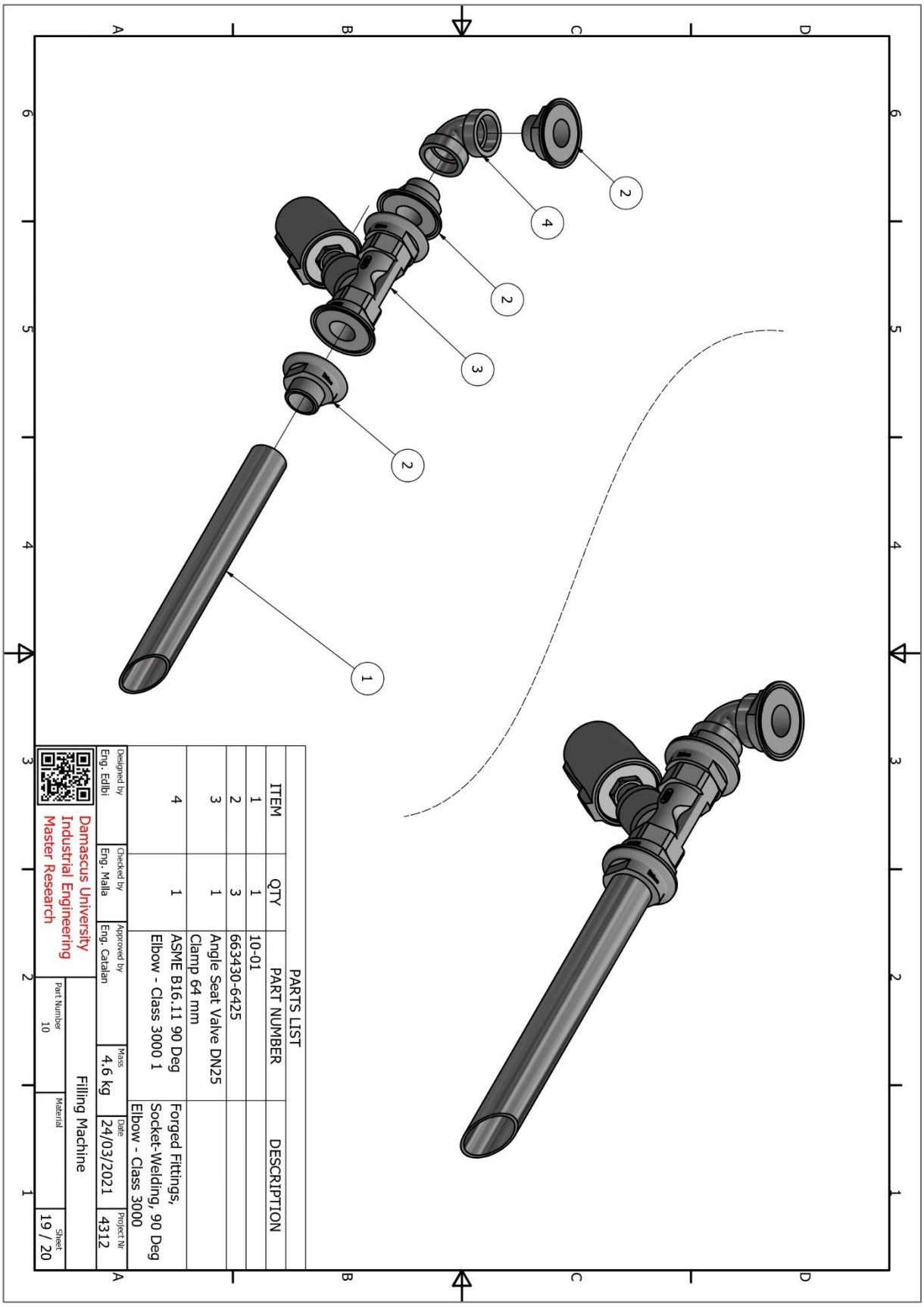
الشكل (29–4) ؛ مخطط يوضح الصفيحة الأمامية لاستناد المكبس



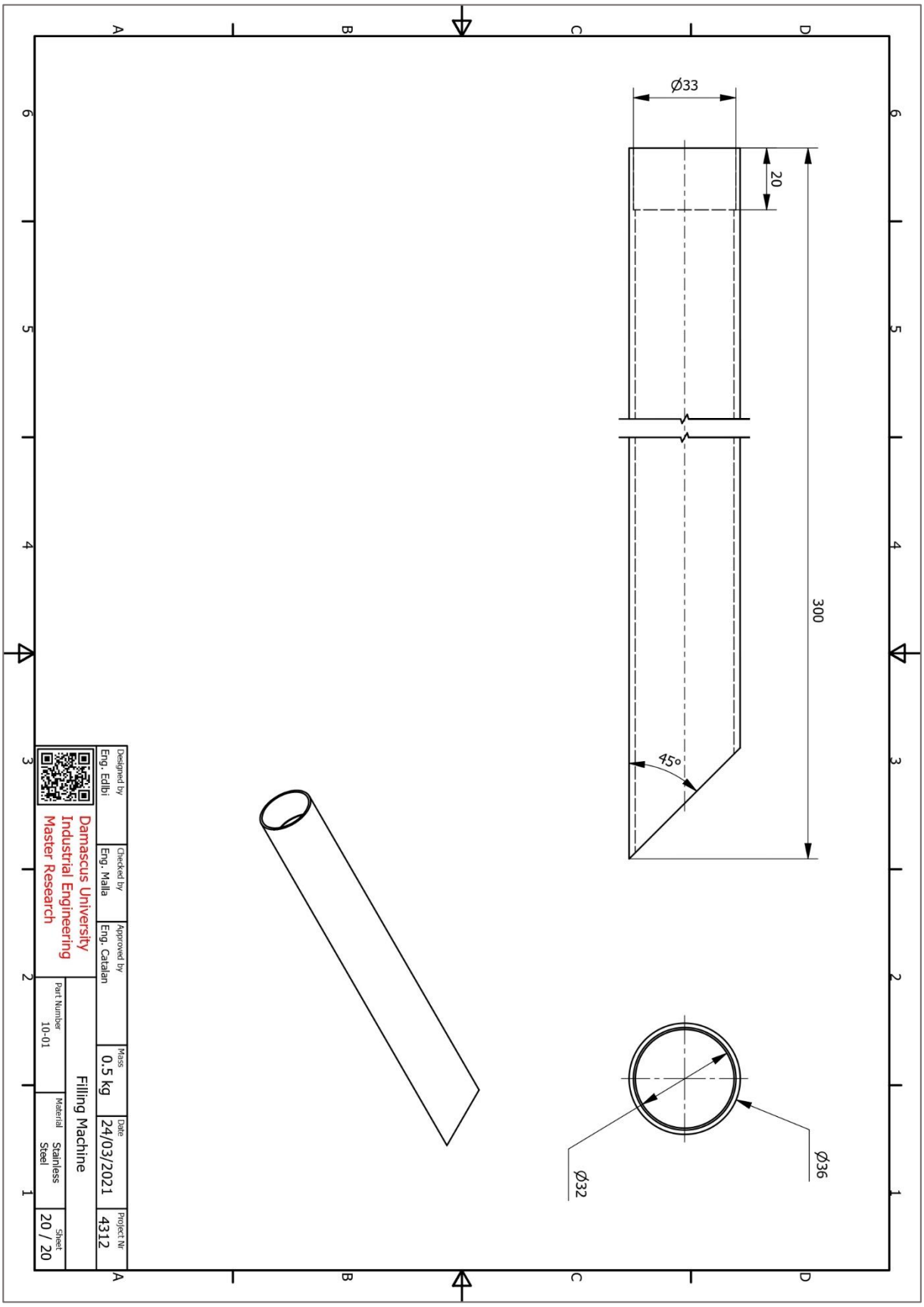
الشكل (30-4) ؛ مخطط يوضح الحاصرة السفلية لحاقن التعبئة



الشكل (31-4) ؛ مخطط يوضح الحاصرة العُلويّة لحاقن التعبئة



الشكل (32–4) ؛ المخطط الإنفجاري التجميعي لفوهة التعبئة



الشكل (33-4) ؛ مخطط يوضح مساقط فوهة التعبئة

4-3-2 مرحلة التصنيع:

4-3-2-1 طباعة ملف المشروع و حجز المواد الخام اللازمة لتصنيع قطع هذا المشروع لدى مستودع المعادن.

4-3-2-2 التخطيط للإنتاج عبر إعداد خطة تشغيلية (Operations plan) وتشمل قائمة بالعمليات التشغيلية المطلوب تنفيذها لقطع و أجزاء المشروع للبدء بتنفيذها ، كما يلي:

الجدول (2-4) ؛ الخطة التشغيلية لمشروع آلة التعبئة الحجمية

اسم القطعة	العملية التشغيلية	الوصف
01	لحام	لحام أجزاء الخزان المخروطي
	جلخ	تسوية أماكن اللحام
01-01	قص	قص المادة الخام
	لف	لف اللوح المعدني
	لحام	تلحيم أطراف اللوح المعدني بعد اللف
01-02	قص	قص المادة الخام
	لف	لف اللوح المعدني
	لحام	تلحيم أطراف اللوح المعدني بعد اللف
02	لحام	تلحيم أجزاء حجرة الحقن
	جلخ	تسوية أماكن اللحام
02-01	خراطة	حصر أبعاد
02-02	خراطة	حصر أبعاد و خراطة داخلية
03	خراطة	حصر أبعاد و خراطة داخلية

04	خراطة	حصر أبعاد + فتح سن داخلي
	تفريز	شطفات جانبية
05	لحام	لحام أجزاء القاعدة المعدنية
	جلخ	تسوية أماكن اللحام
05-01	قص	قص المادة الخام
	ثني	ثني أطراف اللوح المعدني
05-02	قص	قص المادة الخام
05-03	قص	قص المادة الخام
	خراطة	تثقيب مركزي مع فتح سن داخلي
06	قص	قص المادة الخام
	تفريز	ثقوب داخلية
07	قص	قص المادة الخام
	تفريز	ثقوب داخلية
08	قص	قص المادة الخام
	تفريز	دارة تنعيم + دارة تثقيب
09	قص	قص المادة الخام
	تفريز	دارة تنعيم + دارة تثقيب
10-01	خراطة	حصر أبعاد
	تفريز	شطفة في نهاية القطعة

4-3-2-3 المباشرة بعمليات التشغيل المحددة وفق قائمة عمليات التشغيل .

استفادةً من محاكاة التطبيق المعدّ لحساب أزمنة التشغيل و التي استعرضناها سابقاً تم الحصول على قاعدة بيانات بأزمنة التشغيل الفعلية لكل عملية تشغيل أجريت على قطع المشروع .

الجدول (3-4) ؛ الأزمنة الفعلية لعمليات التشغيل

اسم القطعة	رقم المشروع	العملية التشغيلية	آلة التشغيل المستخدمة	العامل المنفذ	وقت البدء	وقت الانتهاء
01	4312	لحام	آلة لحام TIG	402	**05/04/2021_08:47**	**05/04/2021_09:35**
01	4312	جلخ	أداة جلخ يدوية	401	**05/04/2021_09:43**	**05/04/2021_10:55**
01-01	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	**31/03/2021_11:24**	**31/03/2021_12:04**
01-01	4312	لف	آلة لف يدوية	403	**31/03/2021_12:26**	**31/03/2021_13:30**
01-01	4312	لحام	آلة لحام TIG	402	**31/03/2021_13:44**	**31/03/2021_14:50**
01-02	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	**03/04/2021_08:35**	**03/04/2021_09:14**
01-02	4312	لف	آلة لف يدوية	401	**03/04/2021_09:35**	**03/04/2021_10:32**
01-02	4312	لحام	آلة لحام TIG	403	**03/04/2021_10:40**	**03/04/2021_11:38**
02	4312	لحام	آلة لحام TIG	403	**06/04/2021_10:46**	**06/04/2021_11:37**

06/04/2021_12:37	06/04/2021_11:41	401	أداة جلخ يدوية	جلخ	4312	02
06/04/2021_09:42	06/04/2021_08:33	101	مخرطة 1	خراطة	4312	02-01
06/04/2021_10:37	06/04/2021_09:46	101	مخرطة 1	خراطة	4312	02-02
06/04/2021_09:10	06/04/2021_08:35	102	مخرطة 2	خراطة	4312	03
06/04/2021_10:04	06/04/2021_09:15	102	مخرطة 2	خراطة	4312	04
06/04/2021_10:45	06/04/2021_10:15	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	04
10/04/2021_13:45	10/04/2021_11:45	402	آلة لحام TIG	لحام	4312	05
10/04/2021_14:30	10/04/2021_13:52	401	أداة جلخ يدوية	جلخ	4312	05
10/04/2021_09:12	10/04/2021_08:34	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-01
10/04/2021_09:42	10/04/2021_09:22	403	آلة ثني يدوية	ثني	4312	05-01
10/04/2021_09:38	10/04/2021_09:16	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-02
10/04/2021_10:30	10/04/2021_09:40	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-03
10/04/2021_11:30	10/04/2021_10:38	102	مخرطة 1	خراطة	4312	05-03
10/04/2021_12:32	10/04/2021_11:45	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	06

06	4312	تفريز	فارزة مؤتمتة CNC	201	**10/04/2021_12:41**	**10/04/2021_14:02**
07	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	**11/04/2021_08:32**	**11/04/2021_09:02**
07	4312	تفريز	فارزة مؤتمتة CNC	201	**11/04/2021_09:23**	**11/04/2021_10:30**
08	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	**11/04/2021_10:37**	**11/04/2021_11:20**
08	4312	تفريز	فارزة مؤتمتة CNC	201	**11/04/2021_11:26**	**11/04/2021_12:30**
09	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	**12/04/2021_08:34**	**12/04/2021_09:15**
09	4312	تفريز	فارزة مؤتمتة CNC	201	**12/04/2021_09:18**	**12/04/2021_10:22**
10-01	4312	خراطة	مخرطة 2	102	**12/04/2021_11:01**	**12/04/2021_11:33**
10-01	4312	تفريز	فارزة مؤتمتة CNC	201	**12/04/2021_11:35**	**12/04/2021_12:40**

4-3-3 مرحلة حساب التكاليف

باستخدام العلاقات المذكورة سابقاً وهي :

$$Co = \frac{(Cm + L) \times t}{R}$$

Co : كلفة العملية التشغيلية

Cm : الكلفة الساعية لآلة التشغيل

L : الأجرة الساعية للعامل المشغل

t : زمن العملية التشغيلية

R : النسبة المئوية لانشغال المعمل خلال العام

$$Cm = Cd + Cc$$

Cm : الكلفة الساعية لآلة التشغيل

Cd : القيمة الساعية لكلفة اهتلاك الآلة

Cc : القيمة الساعية للتكاليف الثابتة للمنشأة موزعة على آلات التشغيل

أولاً: حساب الكلفة الساعية لاهتلاك آلات التشغيل (Cd) :

يبين الجدول التالي الأصول الإنتاجية الموجودة في الشركة (آلات التشغيل) موزعةً على الأقسام الموجودة فيها.

الجدول (4-4) ؛ الأصول الإنتاجية

القسم الإنتاجي	آلات التشغيل
قسم المخارط	مخرطة 1
	مخرطة 2
قسم الفارزات	فارزة مؤتمتة CNC
مستودع المعادن	آلة قص بالماء Water jet
قسم الجلخ و التسوية	أداة جلخ يدوية
قسم اللحام و التشكيل	آلة لحام TIG
	آلة لف يدوية
	آلة ثني يدوية

- ✓ تم تحديد القيمة الأساسية لهذه الأصول الإنتاجية (آلات التشغيل) واعتبارها في بداية عمرها الإنتاجي[1].
- ✓ تم تحديد قيمة هذه الأصول كخردة .
- ✓ بالنتيجة تمت معرفة القيمة الصافية لهذه الأصول من خلال تطبيق العلاقة التالية :

القيمة الصافية للأصل = القيمة الأساسية للأصل – سعر الأصل كخردة

[1] القيم مأخوذة في شهر آذار عام 2021

تم تجميع النتائج في الجدول التالي :

الجدول (5-4) ؛ القيمة الصافية للأصول التشغيلية

آلة التشغيل	القيمة الأساسية [ل.س]	سعرها كخردة [ل.س]	القيمة الصافية للأصل [ل.س]
مخرطة 1	10,500,000	1,500,000	**9,000,000**
مخرطة 2	7,000,000	1,000,000	**6,000,000**
فارزة مؤتمتة CNC	52,500,000	7,500,000	**45,000,000**
آلة قص بالماء Water jet	46,000,000	6,000,000	**40,000,000**
أداة جلخ يدوية	550,000	50,000	**500,000**
آلة لحام TIG	6,350,000	850,000	**5,500,000**
آلة لف يدوية	2,250,000	250,000	**2,000,000**
آلة ثني يدوية	2,250,000	250,000	**2,000,000**

تم تحديد المدّة الزمنية لاهتلاك الآلات (Machines' Useful Life) كما يلي[1] :

- ✓ آلات التشغيل العامة : 10 سنوات
- ✓ المعدات سريعة الاهتلاك : 5 سنوات

[1] وفقاً لما هو معمول به في الجمهورية العربية السورية.

تم تحديد قيم الاهتلاكات السنوية لآلات التشغيل اعتماداً على طريقة ***الاهتلاك المنتظم***، وذلك وفق العلاقة:

قيمة الاهتلاك السنوي = القيمة الصافية للأصل ÷ عدد سنوات الاهتلاك

الجدول (6-4) ؛ قيم الإهتلاكات السنوية لآلات التشغيل

آلة التشغيل	القيمة الصافية للأصل [ل.س]	عدد سنوات الخدمة	قيمة الاهتلاك السنوي للآلة [ل.س]
مخرطة 1	9,000,000	10 سنوات	**900.000**
مخرطة 2	6,000,000	10 سنوات	**600,000**
فارزة مؤتمتة CNC	45,000,000	10 سنوات	**4,500,000**
آلة قص بالماء Water jet	40,000,000	10 سنوات	**4,000,000**
أداة جلخ يدوية	500,000	5 سنوات	**250,000**
آلة لحام TIG	5,500,000	10 سنوات	**550,000**
آلة لف يدوية	2,000,000	5 سنوات	**400,000**
آلة ثني يدوية	2,000,000	5 سنوات	**400,000**

تم توزيع قيمة الاهتلاك السنوي على أيام العمل ضمن السنة الواحدة، وفقاً لما يلي:

- في كل أسبوع يوما عطلة فيكون مجموع أيام العطل في السنة 104 = 2 x 52
- عدد أيام العطل في الأعياد سنوياً 15 يوماً.

فيكون بذلك عدد أيام العمل ضمن السنة الواحدة هو:

365 − 104 − 15 = **246**

تم توزيع قيمة الاهتلاك اليومي على عدد ساعات العمل ضمن اليوم الواحد (8 ساعات عمل) .

وقد تم تجميع النتائج في الجدول التالي :

الجدول (7–4) ؛ إهتلاك آلات التشغيل موزعة على ساعات العمل

آلة التشغيل	قيمة الاهتلاك السنوي للآلة [ل.س]	توزيع قيمة الاهتلاك على أيام العمل [ل.س]	توزيع قيمة الاهتلاك على ساعات العمل [ل.س]
مخرطة 1	900,000	3658	**457**
مخرطة 2	600,000	2440	**305**
فارزة مؤتمتة CNC	4,500,000	18293	**2287**
آلة قص بالماء Water jet	4,000,000	16260	**2033**
أداة جلخ يدوية	250,000	1016	**127**
آلة لحام TIG	550,000	2235	**280**
آلة لف يدوية	400,000	1626	**203**
آلة ثني يدوية	400,000	1626	**203**

ثانياً – القيمة الساعية للتكاليف الثابتة للمنشأة موزعةً على آلات التشغيل (Cc) :

تم الأخذ بالحسبان الأمور التالية :

- كلفة الأجار السنوي للمنشأة .
- مجموع كلف استجرار التيارالكهربائي خلال العام.
- مجموع كلف استجرار الماء خلال العام.
- مجموع كلف الصيانة و لوازمها خلال العام .
- مجموع أجور نقل الموظفين خلال العام .
- مجموع أجور عمال الخدمات .

القيمة الكلية لهذه النفقات في السنة وسطياً هي 32,440,000 ل.س[1]

بتوزيع هذه القيمة على عدد أيام العمل في السنة وهي 246 يوماً كما سبق و ذكرنا ، نحصل على القيمة اليومية لهذه التكاليف ، وهي : 131,870 ل.س

بتوزيع هذه القيمة على عدد ساعات العمل في اليوم وهي 8 ساعات، نحصل على القيمة الساعية لهذه التكاليف ، وهي : 16,485 ل.س.

تم توزيع هذه القيمة الساعية على آلات التشغيل الموجودة في المنشأة وفق نسب مئوية مختلفة بحسب المساحة التي يشغلها كلٌ منها . تم تجميع النتائج في الجدول التالي :

[1] القيمة مأخوذة في العام 2021

الجدول (8-4) ؛ القيمة الساعية للتكالف الثابتة للآلات

آلة التشغيل	القيمة الساعية لمجموع التكالف الثابتة في المنشأة	النسبة المئوية لحصة كل آلة من القيمة الساعية لمجموع التكاليف الثابتة في المنشأة	القيمة الساعية لحصة كل آلة من التكالف الثابتة للمنشأة (Cc) [ل.س]
مخرطة 1	16,485 ل.س	15 %	**2,475**
مخرطة 2		10 %	**1,650**
فارزة مؤتمتة CNC		25 %	**4,120**
آلة قص بالماء Water jet		25 %	**4,120**
أداة جلخ يدوية		5 %	**825**
آلة لحام TIG		10 %	**1650**
آلة لف يدوية		5 %	**825**
آلة ثني يدوية		5 %	**825**

بتجميع القيم الموضحة بالجداول السابقة ينتج لدينا القيمة الكلية لساعات العمل الخاصة بكل واحدة من آلات التشغيل وفق الجدول التالي :

الجدول (9-4) ؛ قيمة ساعة العمل لآلات التشغيل

آلة التشغيل	قيمة اهتلاك الآلة موزعةً على ساعات العمل (Cd) [ل.س]	القيمة الساعية لحصة كل آلة من التكالف الثابتة للمنشأة(Cc) [ل.س]	القيمة الكلية لساعة العمل على آلة التشغيل (Cm) [ل.س]
مخرطة 1	457	2,475	**2,932**
مخرطة 2	305	1,650	**1,955**
فارزة مؤتمتة CNC	2,287	4,120	**6,407**
آلة قص بالماء Water jet	2,033	4,120	**6,153**
أداة جلخ يدوية	127	825	**952**
آلة لحام TIG	280	1650	**1,930**
آلة لف يدوية	203	825	**1,028**
آلة ثني يدوية	203	825	**1,028**

رابعاً – الأجور الساعية للعمال (افتراضية):

الجدول (10–4) ؛ الأجور الساعية للموظفين

رمز العامل	التوصيف الوظيفي	الأجر الساعي للموظف
101	عامل مخرطة	**2000 ل.س**
102	عامل مخرطة	**2000 ل.س**
201	مشغل CNC	**2500 ل.س**
301	مشغل آلة القص بالماء	**2500 ل.س**
401	عامل لحام و تسوية	**2200 ل.س**
402	عامل لحام و تسوية	**2200 ل.س**
403	عامل لحام و تسوية	**2200 ل.س**

على ضوء القيم المذكورة في الجداول السابقة و التي تبين:

- ✓ كلفة ساعة التشغيل لمختلف آلات التشغيل الموجودة.
- ✓ أجور العاملين.

و بأخذ نسبة الانشغال السنوية في الشركة R=80%

و بالاستفادة من دوال برنامج "Excel" في إنجاز العمليات الحسابية على كافة الأسطر نحصل من ذلك على **الكلف التشغيلية** للعمليات التشغيلية الخاصة بالمشروع . وفق الجدول التالي:

الجدول (11-4) ؛ كلفة العمليات التشغيلية المجراة على آلة التعبئة الحجمية

اسم القطعة	رقم المشروع	العملية التشغيلية	آلة التشغيل المستخدمة	العامل المنفذ	وقت البدء	وقت الانتهاء	الزمن الصافي للعملية التشغيلية [min]	نسبة زمن العملية من الساعة	كلفة العملية التشغيلية ل.س
01	4312	لحام	آلة لحام TIG	402	05/04/2021 _08:47	05/04/2021 _09:35	00:48	0.8	**4130**
01	4312	جلخ	أداة جلخ يدوية	401	05/04/2021 _09:43	05/04/2021 _10:55	01:12	1.2	**4728**
01-01	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	31/03/2021 _11:24	31/03/2021 _12:04	00:40	0.67	**7247**
01-01	4312	لف	آلة لف يدوية	403	31/03/2021 _12:26	31/03/2021 _13:30	01:04	1.06	**4277**
01-01	4312	لحام	آلة لحام TIG	402	31/03/2021 _13:44	31/03/2021 _14:50	01:06	1.1	**5680**
01-02	4312	قص	آلة قص بالماء Water jet	301	03/04/2021 _08:35	03/04/2021 _09:14	00:39	0.65	**7031**
01-02	4312	لف	آلة لف يدوية	401	03/04/2021 _09:35	03/04/2021 _10:32	00:57	0.95	**3833**
01-02	4312	لحام	آلة لحام TIG	403	03/04/2021 _10:40	03/04/2021 _11:38	00:58	0.97	**5000**
02	4312	لحام	آلة لحام TIG	403	06/04/2021 _10:46	06/04/2021 _11:37	00:51	0.85	**4388**
02	4312	جلخ	أداة جلخ يدوية	401	06/04/2021 _11:41	06/04/2021 _12:37	00:56	0.93	**3664**
02-01	4312	خراطة	مخرطة 1	101	06/04/2021 _08:33	06/04/2021 _09:42	01:09	1.15	**7090**
02-02	4312	خراطة	مخرطة 1	101	06/04/2021 _09:46	06/04/2021 _10:37	00:51	0.85	**5240**
03	4312	خراطة	مخرطة 2	102	06/04/2021 _08:35	06/04/2021 _09:10	00:35	0.58	**2868**

4054	0.82	00:49	06/04/2021 _10:04	06/04/2021 _09:15	102	مخرطة 2	خراطة	4312	04
5567	0.5	00:30	06/04/2021 _10:45	06/04/2021 _10:15	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	04
10326	2	02:00	10/04/2021 _13:45	10/04/2021 _11:45	402	آلة لحام TIG	لحام	4312	05
2482	0.63	00:38	10/04/2021 _14:30	10/04/2021 _13:52	401	أداة جلخ يدوية	جلخ	4312	05
6815	0.63	00:38	10/04/2021 _09:12	10/04/2021 _08:34	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-01
1332	0.33	00:20	10/04/2021 _09:42	10/04/2021 _09:22	403	آلة ثني يدوية	ثني	4312	05-01
4000	0.37	00:22	10/04/2021 _09:38	10/04/2021 _09:16	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-02
8978	0.83	00:50	10/04/2021 _10:30	10/04/2021 _09:40	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	05-03
5364	0.87	00:52	10/04/2021 _11:30	10/04/2021 _10:38	102	مخرطة 1	خراطة	4312	05-03
8437	0.78	00:47	10/04/2021 _12:32	10/04/2021 _11:45	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	06
15030	1.35	01:21	10/04/2021 _14:02	10/04/2021 _12:41	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	06
5409	0.5	00:30	11/04/2021 _09:02	11/04/2021 _08:32	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	07
12470	1.12	01:07	11/04/2021 _10:30	11/04/2021 _09:23	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	07

7788	0.72	00:43	11/04/2021 _11:20	11/04/2021 _10:37	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	08
11913	1.07	01:04	11/04/2021 _12:30	11/04/2021 _11:26	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	08
7355	0.68	00:41	12/04/2021 _09:15	12/04/2021 _08:34	301	آلة قص بالماء Water jet	قص	4312	09
11913	1.07	01:04	12/04/2021 _10:22	12/04/2021 _09:18	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	09
2620	0.53	00:32	12/04/2021 _11:33	12/04/2021 _11:01	102	مخرطة 2	خراطة	4312	10-01
12024	1.08	01:05	12/04/2021 _12:40	12/04/2021 _11:35	201	فارزة مؤتمتة CNC	تفريز	4312	10-01

ومن ثمَّ يكون مجموع كلف العمليات التشغيلية لهذا المشروع هو 209,035 ل.س

4-4 الاستنتاجات (Conclusions):

تمت مقارنة القيمة الكليّة لكلف العمليات التشغيلية في هذا المشروع بمشروع مشابه تم إنجازه في العام 2018 اعتُمد فيه تحديد أزمنة عمليات التشغيل بناءً على تقديرات العمال المنفذين، وقد بلغت قيمة كلف العمليات التشغيلية لهذا المشروع مبلغاً قدره /312,680/ ل.س .

بالمقارنة نلاحظ أنه باستخدام المنهجية المطروحة في البحث تم تحديد أزمنة العمليات التشغيلية بدقة أكبر و بالتالي الحصول على قيمة واقعية أكثر دقةً للتكاليف التشغيلية للمشروع. وبالنظر للفارق بين القيم التشغيلية لكل من المشروعين والتي شكّلت تقريباً /103,000/ ل.س ، فإن هذه القيمة قد تم تحميلها على تكاليف المشروع بناءً على أزمنة مبالغ فيها تم تسجيلها من قبل العمال المنفذين لبعض العمليات التشغيلية في المشروع وهذا ما ينعكس سلباً في معرفة القيمة الصحيحة لأرباح المشروع.

تمثلت نتائج هذا البحث في وضع الأسس لطريقة ناجعة ودقيقة بحيث تُمكّن من خلالها المنشآت الصناعية العاملة وفق أنظمة الإنتاج حسب الطلب الحصول على الآتي:

- تحديد التكاليف التشغيلية لكل مشروع تقوم بتنفيذه، بشكل مستقل.
- بناء قاعدة بيانات تستطيع هذه الشركات من خلالها إعطاء عملائها المستقبليين سعراً واقعياً عند تكرار الطلب على نفس الآلة أو ما يشبهها في المرات القادمة.
- سهولة الكشف عن الخلل عند وجود أزمنة تشغيل كبيرة في أقسام محددة أو عند تشغيل قطع محددة .
- معرفة مدى الانشغال الفعلي للأقسام والعاملين فيها ضمن الشركة.
- كما يمكن معرفة العامل (أو العمال) الذين قاموا بتشغيل كل قطعة والعودة إليهم في حال ظهور مشكلة أو عيب معين في قطعة ما، وهذا يسهم في تعزيز نظام الرقابة وضبط الجودة .
- تعزيز تنافسية الشركة في السوق.

4-5 التوصيات والخاتمة:

تناول هذا البحث التكاليف التشغيلية فقط دون التطرق إلى تكاليف المواد الأولية للقطع المصنعة، نوصي الباحثين والمهتمين في المتابعة ضمن هذا المجال بإدخال تكاليف المواد الأولية للقطع المصنعة بعين الاعتبار للحصول على قيمة كلية لتكلفة المشروع.

ختاماً، نرجو أن نكون من خلال هذا البحث قد وفّقنا في الوصول إلى أهدافنا المرجوّة منه، و أن يشكّل عملاً إثرائياً فيه النفع للوطن الحبيب والشركات الصناعية فيه.

والله الموفق

المراجع[1]

[1] Groovers, M. P. (2018). **Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing.** 4th Ed. New York: USA. PEARSON.

[2] Amy, J.C., Charles, V., & Ma, L. (2015). **Computers & Industrial Engineering**. Volume 84. PP 30-45. ELSEVIER.

[3] Norcross, G. A., **Engineering Economist**. (2010). IIE COMUNITY.

[4] Sullivan, W. G., & Wicks, E. M. (2014). **Engineering Economy**. 12th Ed. New York: USA. PEARSON.

[5] Peterson, R. H. (2008). **Accounting for Fixed Assets**. John Wiley and Sons. USA.

[6] Sassani F., (2017) **Industrial Engineering Foundations**, The University of British Columbia, Dulles: USA.

[7] Fraser M., Jewkes M., et al (2019) **Engineering Economics**, Pearson, Canada.

[8] Perry H., (2016) **Financial Engineering Principles**, WILEY, USA.

[9] Blank P., Anthony E., (2021), **Basics of Engineering Economy**, American University of Sharjah, UAE.

[10] James A., John A., (2017), **FACILITIES PLANNING,** 4TH Ed., WILEY, USA.

[11] Tichols E., (2017), Facility **Management**, Berlin: Germany.

[12] Andrew P., William B., (2020), **Systems Engineering and Management,** Second Ed., WILEY, USA.

[13] Robert R., Jacob N., (2020), **Manufacturing Planning and Control**, MC Graw Hill, USA.

[14] Delamare, R. F. (March 1996). Manufacturing Systems Economics. Voume21. **International Journal of Production Research.**

[1] تم تنسيق المراجع وفقاً لدليل كتابة وتقديم الأطروحة الجامعية الإصدار (1) – جامعة دمشق

[15] https://www.chegg.com/learn/accounting/accounting/factory-depreciation (Taked in March-2019)

[16] https://theintactone.com/2019/06/16/pom-u1-topic-2-types-of-production-systems/ (Taked in August -2019)

[17] https://scanova.io/blog/qr-codes-in-engineering/ (Taked in Apil-2020)

[18] https://www.autodesk.com/products/inventor (Taked in Apil-2020)

[19] http://moid.gov.sy/ (Taked in May-2020)

Abstract

Job Shops Industrial's activity is considered one of the basic elements on which the economies of countries are based in the modern era. Many of these foundations suffer from a problem in determining the operating costs of each project they manufacture individually. This thesis deals with a systematic method through which enterprices that adopts the “on demand production system” help in calculating the operational costs of their projects they are doing. This methodology is divided into stages of design, manufacturing and cost calculation. In essence, this methodology is based on the inclusion of a QR Code on the operational sheets of the parts of machines. The code contains the basic information of the part. Through this, we can take a Time mark for the start and the end of the manufacturing process linked to the manufactured part data which has been scanned from the QR Code. Starting from the times of the operational processes, the cost of these operational processes is calculated after taking many things into account.

Key Words: Production systems, on demand production System, QR code, Operational costs, Production assets, Fixed costs, Variable costs, Depreciation of fixed assets, Investment life of assets, Volumetric packing machine, Flexible production systems.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Mechanical and Electrical Engineering

Department of Mechanical Design Engineering

Master of Industrial Engineering

Using the Quick Response Code (QR Code) to Calculate the Actual Operation Costs at a Factory Adopting the On-demand Production System

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master in Industrial Engineering

By Eng.

Abdulrahman Edlbi

Supervisor

Prof. Dr. Nazih Abou Saleh

2022 - 2023