Journal of Economics and Administrative Sciences (JEAS)

Available online at http://jeasiq.uobaghdad.edu.iq

تحسين الاداء التشغيلي من خلال محاكاة نظام التصنيع الهولوني دراسة حالة في مصنع المنتجات المطاطية في النجف الأشرف

الباحث/ ياسر نجم الجنابي
الكلية التقنية الادارية / بغداد

أ. م. د. شفاء بلاسم حسن
الكلية التقنية الادارية / بغداد

Received: 30/10/2019 **Accepted : 25/12/2019** **Published :August / 2020**

هذا العمل مرخص تحت اتفاقية المشاع الابداعي نَسب المُصنَّف - غير تجاري - الترخيص العمومي الدولي 4.0
Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

مستخلص البحث

يهدف البحث الى تحسين الاداء التشغيلي من خلال تطبيق نظام التصنيع الهولوني في مصنع المنتجات المطاطية في النجف الاشرف ، وقد شُخصت مشكلة البحث في ضعف نظام التصنيع الحالي في تلبية طلبات الزبائن في الوقت المحدد ضمن الموارد المتاحة من مكائن وعاملين في المصنع ، مما ادى الى تأخر اوقات المعالجة والتسليم وزيادة التكاليف وانخفاض مستوى المرونة في المصنع. استخدم منهج دراسة الحالة للتعرف على واقع نظام التصنيع والاداء التشغيلي الفعلي في المصنع. وجرى تصميم برنامج المحاكاة باستخدام البرنامج الجاهز (Excel 2010) لتشغيل نظام التصنيع الهولوني المقترح وفق اربعة هولونات (هولون المنتج، هولون الموارد ، هولون الطلب ، هولون العاملين) ، بالاعتماد على البيانات الفعلية وحساب مقاييس الاداء التشغيلي ومقارنتها مع مقاييس الاداء التشغيلي الفعلي في المصنع. اكدت النتائج ان تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع يساعد في تخفيض اوقات المعالجة والتسليم والتأخير والتكاليف نتيجة مشاركة المكائن والعاملين في هولونات الموارد و العاملين.

المصطلحات الرئيسة للبحث/ الاداء التشغيلي , نظام التصنيع الهولوني.

بحث مستل من رسالة الماجستير في تقنيات ادارة العمليات (تحسين الأداء التشغيلي بإستخدام نظام التصنيع الهولوني)

المقدمة

يواجه قطاع التصنيع تحديات تتمثل بالمنافسة العالمية والتقدم التكنولوجي ومتطلبات الزبائن المتنوعة والمتغيرة ، لذلك تحتاج الشركات إلى تغيير الطريقة التي تؤدي بها أعمالها وتبني نظم حديثة في الانتاج لزيادة قدرتها على مواجهة هذه التحديات .

يتطلب نظام التصنيع الهولوني Holonic Manufacturing Systems الاستقلال والتعاون بين الاقسام والموارد لأنشاء سلوك مرن قادر على التكيف مع ظروف الإنتاج المتغيرة ، ويوفر طريقة طبيعية للتغلب على المشكلات ، اذ يؤدي تطبيق نظام التصنيع الهولوني في مجال التصنيع الى تحسين الاداء التشغيلي ، ويعد نظام التصنيع الهولوني من النظم الحديثة في بيئة التصنيع ، اذ يمثل سلسلة من الكيانات المستقلة التعاونية التي تنصب في تحليل مشكلة معقدة الى مشكلات فرعية باستخدام هياكل التسلسل الهرمي ، وتكون هذه الكيانات مستقلة دون ان تطلب اي تعليمات من السلطات العليا والا فان قنوات الاتصال تصبح مثقلة وتظل المستويات العليا مشغولة بتفاصيل بسيطة وغير قادرة على التركيز على عوامل اكثر اهمية ، والذي يمثل مجال دراسة جديد لتقديم حلولا مناسبة للشركات التي تسعى لتحقيق سرعة الاستجابة والمرونة في التعامل مع التغيرات بسرعة عالية.

المبحث الأول / منهجية البحث

أولا : مشكلة البحث

ادت التغيرات الحاصلة في البيئة العالمية وشدة المنافسة وتزايد حالات عدم التأكد في البيئة التنافسية وتنوع طلبات واحتياجات الزبائن والحاجة الى تلبيتها في الوقت المحدد ، الى ظهور انظمة تصنيع تلبي متطلبات التصنيع الحديثة وتواكب التغيرات في متطلبات واحتياجات الزبائن ، منها نظام التصنيع الهولوني الذي يعتمد على تجزئة نظام التصنيع الى مجموعة من الهولونات التعاونية التشاركية (هولون الطلب ، هولون المنتج ، هولون الموارد ، هولون العاملين) ، التي تمتاز بخصائص فريدة تساعد في تخفيض التكاليف واوقات المعالجة والتسليم والتأخير وزيادة المرونة ، تجسدت مشكلة البحث في مصنع المنتجات المطاطية النجف في صعوبة تلبية الطلبيات على المنتجات في الوقت المحدد وزيادة اوقات المعالجة والتسليم وارتفاع التكاليف وانخفاض مستوى المرونة في الاستجابة للزيادة في الطلب وانعكاس ذلك على الأداء التشغيلي في المصنع ، عليه يمكن تجسيد مشكلة البحث في التساؤلات الآتية :

1. ما هو واقع نظام التصنيع الحالي في المصنع مجال البحث ؟
2. ما مستوى الأداء التشغيلي الحالي للمصنع مجال البحث ؟
3. ما مدى توافر متطلبات نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث ؟
4. ما امكانية تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث ؟
5. ما امكانية تحسين الأداء التشغيلي بعد تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث ؟

ثانيا : أهداف البحث

يهدف البحث الى تحقيق الاهداف الاتية :-

1. تقييم واقع نظام التصنيع في المصنع مجال البحث.
2. تقييم مستوى الأداء التشغيلي للمصنع مجال البحث.
3. تحديد متطلبات تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث.
4. تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث.
5. قياس الأداء التشغيلي بعد تطبيق نظام التصنيع الهولوني في المصنع مجال البحث.

ثالثا : أهمية البحث

يمكن تمثيل أهمية البحث من خلال الاتي :

1. تعد دراسة نظام التصنيع الهولوني ذات اهمية في حل مشكلات الشركات التي تسعى الى تحقيق سرعة الاستجابة والمرونة في ظل التغيرات المتسارعة.
2. مساعدة ادارة المصنع في تحسين الأداء التشغيلي من خلال المشاركة والتعاون في الموارد المتاحة.
3. تقديم قيمة للزبائن من خلال المساهمة في تخفيض التكاليف وتحقيق المرونة وتحسين الجودة وسرعة التسليم.

رابعاً : حدود البحث

تشمل حدود البحث كلا من الحدود المكانية والزمانية وكالاتي :-

1. الحدود المكانية : تمثلت الحدود المكانية للدراسة في مصنع المنتجات المطاطية في النجف الاشرف مجالا للبحث ، وأختيرت وحدة السلع المطاطية مجتمعا للبحث.
2. الحدود الزمانية :امتدت الحدود الزمانية البيانات للمدة من (1/1 – 31/ 12/ 2018).

خامساً : عينة البحث

تمثلت عينة الدراسة بالمنتجات (الحشوة المطاطية ، المكبس المطاطي ، الرولة المطاطية ، ناقل الحركة المطاطي) ، وتم اختيار وحدة السلع المطاطية كونها تعمل حسب الطلب الذي لا يمكن التنبؤ به ، لذلك يبرز دور نظام التصنيع الهولوني في المرونة الكبيرة للتعامل مع هذه الطلبيات.

سادساً : منهج البحث

اعتمد البحث منهج دراسة الحالة لتقييم واقع الانتاج في المصنع ، الذي يمتاز بوصف تفصيلي دقيق للمعلومات ذات العلاقة من خلال اكثر من أسلوب بحثي في آن واحد ، مثل المقابلات الشخصية والملاحظة والرجوع الى الوثائق والسجلات التي تؤدي للوصول إلى المعلومات بشكل مباشر، والتشخيص الفعلي للمشكلات مما يساعد في الوصول الى حلول واقعية ممكنة التطبيق.

سابعاً : مصادر جمع البيانات والمعلومات

1. الجانب النظري: اعتمد الجانب النظري من البحث على ما متوافر من المصادر العربية والاجنبية المتمثلة بالكتب والرسائل والأطاريح الجامعية والدوريات المتاحة في المكتبات او على شبكة الانترنت العالمية.
2. الجانب العملي : اعتمد الجانب العملي على عدة مصادر لجمع البيانات والمعلومات اللازمة لاجراء الجانب العملي والمتمثلة بالآتي :

أ. المعايشة الميدانية : للتعرف على مراحل الانتاج في المصنع والتعرف على مشكلات نظام التصنيع الحالي.
ب. السجلات والوثائق : الاستعانة بالسجلات والوثائق في شعبة التخطيط والتدريب في المصنع للتعرف على الطاقة الانتاجية وكميات الطلب والاوقات واعداد العاملين والمكائن.
ج. الملاحظة المباشرة : ملاحظة عمليات الانتاج وتحديد الاوقات اللازمة لها.
د. المقابلات الشخصية : تم اجراء المقابلات الشخصية مع المسؤولين والمهندسين والفنيين للتعرف على طبيعة عمل المصنع ومتطلبات تطبيق نظام التصنيع الهولوني.

ثامناً : الأدوات والأساليب الكمية

استخدمت الادوات والاساليب الكمية الاتية (Heizer, et al , 2017:611):-

1. <u>قواعد الجدولة التشغيلية</u>

أ. معدل وقت الانجاز بالأيام = مجموع وقت التدفق / عدد المنتجات .....(1)
ب. معدل الاستغلال = مجموع وقت المعالجة / مجموع وقت التدفق .....(2)
ج. معدل عدد المنتجات في النظام = مجموع وقت التدفق / مجموع وقت المعالجة ..... (3)
د. معدل وقت التأخير = مجموع وقت التأخير / عدد المنتجات ..... (4)

2. <u>الاداء التشغيلي</u>

أ. الكلفة الكلية للمنتج = كلفة الوحدة الواحدة × كمية الطلب ..... (5)
ب. كلفة الفرصة الضائعة = كلفة الوحدة الواحدة × هامش الربح × معدل وقت التأخير..... (6)
ج. وقت التأخير = وقت المعالجة – وقت التسليم ..... (7)
د. كفاءة المكائن الانتاجية = الطاقة الفعلية / الطاقة المتاحة × 100 ..... (8)
ه. الطاقة المتاحة = طاقة الماكنة الواحدة × عدد ايام الاسبوع × عدد المكائن ..... (9)
و. معدل الانتاج اليومي = الطاقة المتاحة / عدد ايام الاسبوع ..... (10)
ز. عدد المكائن المطلوبة = وقت المعالجة / طاقة الماكنة ..... (11)

3. المحاكاة

استخدام برنامج المحاكاة لتشغيل نظام التصنيع الهولوني والحصول على النتائج ومقارنتها مع نظام التصنيع الحالي ، باستعمال برنامج (Microsoft Excel 2010) لكتابة المعادلات والحصول على النتائج المطلوبة.

المبحث الثاني / الجانب النظري

أولاً: نظام التصنيع الهولوني Holonic Manufacturing System

تطور مفهوم نظام التصنيع الهولوني (HMS) من قبل المهندسين اليابانيين في أوائل عام 1990 ، وقد استخدمت شركتي (توشيبا وهيتاشي) بعض عناصر نظام التصنيع الهولوني في تنظيم عمليات الإنتاج (Papp et al , 2018: 932). بدأ مشروع البحث الدولي "أنظمة التصنيع الذكي" (IMS) عام 1989 لتطوير نظام يمكنه التعامل مع متطلبات القرن الحادي والعشرين لتحقيق التميز في مجال التصنيع ، ضمن ستة مشاريع اساسية هي (التصنيع النظيف ، الهندسة المتزامنة ، تكامل شركات التصنيع العالمي في القرن الحادي والعشرين ، تطوير المنتجات السريعة ، نظم المعرفة المنهجية ، نظام التصنيع الهولوني التي أقرتها اللجنة التوجيهية لنظم التصنيع الذكي(IMS) عام 1995 (Neligwa, 2006: 98). يشير مصطلح الهولون(holon) الى وحدة بناء مستقلة ومتعاونة ضمن نظام الأنتاج ، وهو جزء من هولون اكبر مثل الآلة جزء من نظام الأنتاج(Lassila , 2017: 31). تتألف كلمة هولون من مقطعين يشير الاول (holos) الى كلمة يونانية تعني الكل (whole) والمقطع الثاني (on) يشير الى الجزء (Part) او الجزيء (Particles) وهي تركيبة مشتقة من اسم الجسيمات الفيزيائية كما هو الحال في البروتون (Proton) والنيوترون (Neutron) والالكترون (Electron) (Silva et al. , 2012 : 22). عُرّف الهولون بأنه "كيان مستقل بذاته وجزءًا من التسلسل الهرمي للنظام يمتاز بالاستقلالية والتعاون" (Angerer,2012: 76).يستطيع كل هولون التعامل مع التغيرات الحاصلة في العمليات من خلال تحسين أدائه الداخلي بشكل فردي ، من خلال التطور أو التكيف ، أما على المستوى الكلي، فإن النظام قادر على الاستجابة بشكل جذري للتغيرات من خلال إعادة التنظيم الهيكلي (Barbosa ,2015: 1). يصنف الهولون على اساس الطلب والمنتجات والموارد والعاملين كعناصر أساسية ، أي ان التصنيع الهولوني ينطوي على كيانات فردية تعاونية ذكية مستقلة تدعى الهولونات (holons) ، وان الكيانات الفردية تعمل معًا في تسلسل هرمي مؤقت (يسمى المتسلسلة الهولونية) لتحقيق الهدف مع توفير المرونة الديناميكية للتنظيم العشوائي ، وبهذا يجمع نظام التصنيع الهولوني بين الأداء العالي والمتانة في ظل التغيرات الحاصلة (Brussel and Valckenaers , 2017: 9).

1. تعريف نظام التصنيع الهولوني

يعمل نظام التصنيع الهولوني على تكامل مجموعة كاملة من انشطة التصنيع بدءاً من استلام الطلب من الزبون مرورا بالتصميم والى الانتاج وانتهاءً بالتسويق لتحقيق شركة تصنيع فعالة ، ويمكن تعريف نظام التصنيع الهولوني من خلال الجدول (2) .

جدول (2) تعريف نظام التصنيع الهولوني

ت	الكاتب او الباحث / السنة	التعريف
1	Leitao,2004 :48	سلسلة من الكيانات المستقلة التعاونية التي تنصب في تحليل مشكلة معقدة الى مشكلات فرعية باستخدام هياكل التسلسل الهرمي.
2	Neligwa , 2006 : 3	النظام الذي يحقق الاستخدام الفعال للموارد المتاحة وزيادة الإنتاجية باستخدام استراتيجيات التشغيل المناسبة.
3	Zhao, et al , 2007 : 1022	مجموعة متكاملة من انشطة التصنيع تمتد من التصميم والانتاج والتسويق للوصول الى شركات تصنيع رشيقة .
4	Giret and Botti , 2009: 429	نظام يجمع بين أفضل مزايا التنظيم الهرمي والتنظيم غير الهرمي الذي يحافظ على استقرار التسلسل الهرمي مع توفير المرونة الديناميكية للتنظيم العشوائي.
5	Gómez , 2019: 222	نظام يتميز بقدرته على التنظيم وإدارة التعقيد من اجل تحسين المرونة والكفاءة والنقل والتخزين في بيئات التصنيع.

المصدر : اعداد الباحث بالاستناد الى الادبيات الواردة فيه.

بناءً على ما ورد في الجدول (2) من تعريفات لنظام التصنيع الهولوني يمكن تعريفه بانه " نظام ذكي ومؤتمت يستمد قوته من هولونات أساسية تكون مستقلة وتعاونية وذات تحكم ذاتي".

2. خصائص نظام التصنيع

يمتاز نظام التصنيع الهولوني بخصائص مميزة متعددة مثل التنظيم الذاتي والموثوقية والاستقرار والديناميكية ، وتكوين هياكل هجينة متكررة مستقلة والقدرة على التعاون (Esmaeili ,2016: 5) ، كما يمتلك نظام التصنيع الهولوني خاصية الهيكلية أي أن هولونًا معينًا يمكن أن يكون جزءًا من هولونات أخرى، وأشار (Koestler)الى خاصية التكيف مشيراً الى أن هذه الأنظمة تتطور وتُكيف وتُنظم نفسها مع مرور الوقت باستخدام تنظيمات غير مركزية ، ويستجيب هذا النظام للتغيرات في أنواع المنتجات أو الموارد المستخدمة والتغيرات طويلة الأمد في البيئة (Fletcher, 2007: 343). واضاف كل من (Botti and Giret) الخصائص الآتية (Botti and Giret,2008: 17):

أ. الأستقلالية (Autonomy): امكانية عناصر نظام التصنيع الهولوني من اتخاذ القرارات والتنبؤ بشكل فردي دون الأعتماد على العاملين ، من خلال الخبرة والمعرفة التي تحملها هذه الهولونات.

ب. التفاعلية (Reactivity) : التفاعل مع التغييرات في البيئة المحيطة التي قد تؤثر على الأهداف أو تمنع تنفيذ المهام المخطط لها في الوقت الحالي أو المستقبل.

ج. التعاون (Cooperation) : تعاون جميع وحدات التصنيع من أجل تحقيق أهداف التصنيع الشاملة من خلال التنسيق والتعاون والتفاوض التي تسمح للهولونات من التعامل بمرونة مع الهولونات الأخرى.

د. التكرارية (Recursiveness) : امكانية الهولون في مستوى معين ان يكون جزء من هولون آخر في مستوى آخر.

3. متطلبات نظام التصنيع الهولوني

حدد الباحثون متطلبات نظام التصنيع الهولوني والتي أعقبت دراسة الجدوى عام1994 حول أنظمة التصنيع الهولوني بالآتي(Fletcher, 2007: 343) :

أ. يتطلب موارد مرنة تستخدم في عمليات التصنيع والتشغيل والتوجيه بين هولونات المصنع المختلفة.

ب. توفير بيئة تصنيع ملائمة للموارد الملموسة وغير الملموسة لتحقيق عمليات عالية التنوع والتخصص.

ج. تهيئة عاملين من ذوي المهارات وتعزيز دور العامل أو المشغل الماهر في اتخاذ قرارات الإنتاج ومعالجة المشكلات.

د. توفير المعلومات التي تعزز التفاعل بين هولونات الطلب والمنتج والموارد والعاملين في المصنع.

ه. يتطلب تحقيق انسيابية في اوامر العمل بين الهولونات من دون تأخير وانتظار.

و. الاستجابة السريعة لحدوث اي خلل في النظام.

4. عناصر نظام التصنيع الهولوني

يتفق أغلب الباحثين على تحديد أربعة عناصر لنظام التصنيع الهولوني وهي (هولون المنتج، هولون الموارد، هولون الطلب، هولون العاملين)، التي يطلق عليها(PROSA) (product-resource-order-staff architecture) (Valckenaers ,et al. ,2015: 45).

أ. هولون المنتج

يتضمن هولون المنتج العملية الانتاجية اللازمة لضمان التصنيع الصحيح للمنتج، الذي يقسم الى جزء معلومات عن المنتج وجزء مادي (التركيبة الفنية للمنتج) (Borangiu , et al. ,2009: 625). لكل هولون منتج هدف معين يعمل على تنفيذه من خلال إستراتيجية معينة ، في المستوى التشغيلي ، يكون لكل هولون منتج جهاز حاسوب يعمل على التحكم في التركيبة الفنية للمنتوج ، فضلا عن الوظائف المطلوبة لإنشاء وإدارة الهولونات الفرعية الأخرى الخاصة به (Rey, et al. ,2013: 806).

ب. هولون الموارد

يحتوي هولون الموارد على جزء مادي وجزء معلوماتي يتحكم في الجزء المادي ، وقد يكون لأي مورد عدد من الموارد الفرعية والتي تمثل هولونات فرعية (Borangiu, et al. ,2009: 625). يقدم هولون الموارد الخدمات لهولونات المنتجات في ضوء الاهداف والاستراتيجيات اللازمة لتحقيقها من قبل هولون المنتج (على سبيل المثال ، عدد العاملين ، عدد المكائن، المواد الاولية). هولونات الموارد تمتلك المعلومات المتعلقة بالمهام والفترات الزمنية المحددة من قبل هولونات المنتج لتقديم خدماتها إلى عملية التصنيع (Rey , et al. ,2013: 806).

ج. هولون الطلب

يتشكل هولون الطلب عند وصول طلب جديد ، وتتضمن إستراتيجية الشركة في تكوين أكبر عدد ممكن من هولونات المنتج لانجاز الطلب وتقديم المنتجات لهولون الطلب ، إذ يحدد وقت انتقال الطلب إلى المستوى التشغيلي للمنتج الذي سيتم تنفيذه بناءً على الطلب ، كما يراقب تنفيذ الطلب ومتابعة المشكلات او التغيرات الحاصلة في البيئة الداخلية والخارجية (Rey , et al. ,2013: 806).

د. هولون العاملين

يتولى هولون العاملين مهمة تقديم المساعدة إلى الهولونات الأخرى في انجاز مهامها، ويركز هولون العاملين على العمليات التشغيلية في نظام التصنيع وتمكين العاملين ،من اجل تقليل عبء العمل وتعقيد العمليات التشغيلية من خلال تزويد العاملين بمعرفة متخصصة (Manesh , et al. ,2011: 390). تتمثل مهمة هولون العاملين في مساعدة الهولونات الأخرى لتحديد القرار المناسب، فهي تلعب دور خبير خارجي للهولونات الأساسية، لذلك، يفضل ان يكون هولون العاملين جزء من آليات صنع القرارات المعقدة (Indriago , et al. ,2016:16).

ثانياً : الأداء التشغيلي

يمثل الأداء التشغيلي (Operational Performance) المؤشر الجوهري لقدرة الشركة على تحقيق النجاح في استثمار الموارد المادية والفنية والبشرية والمعلوماتية المتاحة لها(الجبوري، 2009 : 47). ويشمل الأداء التشغيلي العناصر المحددة لرأس المال البشري مثل إنتاجية العاملين وجودة المنتج والتسليم في الوقت المحدد للأداء والمرونة للتكيف (Bendickson and Chandler, 2019: 163).

1. تعريف الاداء التشغيلي

يعرف الاداء التشغيلي بأنه "تحديد وتنفيذ واستخدام مقاييس الأداء على مستوى العمليات اليومية في المصانع والمتاجر والمخازن" (Leeuw and Berg , 2011: 255) ، كما عرف " بانه قيام المديرين بتعديل الأبعاد الهيكلية والسياقية لتحويل المدخلات بشكل أكثر فعالية وكفاءة إلى مخرجات واضافة القيمة" (Daft , 2012: 18). ويعرف بأنه "الدرجة التي يمكن من خلالها معرفة مدى نجاح في تحقيق مهامها" ، إذ ان قياس الاداء يمثل المفتاح الرئيس لنجاح أية شركة فهو يزود الإدارة بالبيانات اللازمة لتحديد قدرة الشركة على تحقيق أهدافها وقدرتها على التحسين والتميّز ، من حيث تحسين الجودة وتخفيض التكاليف والتسليم في الوقت المحدد وتقليل وقت التسليم والاستجابة السريعة لطلبات الزبائن والتي تعكس بشكل أساسي الكفاءة الأساسية للشركة المستمدة من عمليات سلسلة التجهيز(Shi and Liao, 2015: 10).

2. أبعاد الاداء التشغيلي

أدت المنافسة العالمية إلى وجود تحديات امام المصانع لتحسين ابعادها التشغيلية (الجودة ، والوقت ، المرونة ، الكلفة ، الابداع) (Khanchanapong, et al. ,2014: 191). وقد اشار كل من (Bendickson and Chandler) الى إن الميزة التنافسية ستحسّن بشكل كبير من إنتاجية العاملين وجودة المنتج والتسليم في الوقت المحدد والمرونة والابداع ، التي تشكل بمجملها الأداء التشغيلي للشركة (Bendickson and Chandler , 2019 :165).هناك اتفاق عام في أدبيات إدارة العمليات على أن الجودة والتسليم والمرونة والكلفة والابداع هي المزايا التنافسية الأساسية للشركة ، وقد اشارت العديد من الدراسات التجريبية لاعتماد الكلفة والجودة والتسليم والمرونة والابداع معاً كمزايا تنافسية ، ويمكن أن يكون هذا المنهج التجميعي في الميزة التنافسية اتجاه عام لاغلب الشركات العالمية التي تميل الى الجمع بين مقاييس الأداء في وقت واحد ، وان المنظمات الناجحة تشارك في أهداف الأداء المتعددة مع الشركات الأكثر اهتماما بمقاييس الأداء الكلي(Chavez ,et al. ,2015:12). والتي تشمل الاتي (محسن والنجار، 2012 ، 59) :

أ. الجودة Quality

تشير الجودة تقليديا الى جودة المطابقة ، والتي توصف بأنها الدرجة التي تلبي بها المنتجات مواصفات التصنيع، ومع ذلك ، هناك خصائص مهمة أخرى للجودة تتجاوز مواصفات المنتج (الأداء والموثوقية والمتانة) مثل جودة الخدمة ، وبالتالي لا ترتبط الجودة بالمنتج نفسه فقط ، وانما تشمل الخدمات التي تقدم معه (Chavez ,et al., 2015:13). وتعتبر الجودة هدف ديناميكي يتطلب تحقيقه توافر مجموعة من الصفات والخصائص المميّزة لأداء المنظمة للإيفاء بمتطلبات الزبائن وتوقعاتهم (الجبوري، 2013 : 48) ، وعرفها (Crosby) بأنها المطابقة للمتطلبات ، وعرفها (Deming) بانها الاعتمادية بكلفة منخفضة ومناسبة للسوق ، وعرفها (Juran) بانها الملائمة للاستخدام (Jacobs and Chase , 2018 : 299).

ب. التسليم Delivery

يمثل التسليم مقياس التسليم في الوقت المحدد او القدرة على توصيل المنتجات في الوقت المحدد ، فقد وصف بانه القدرة على توصيل المنتجات بشكل أسرع من المنافسين من أجل الفوز بالطلبيات ، ويشير إلى القيام بالأشياء في الوقت المحدد وما إذا كانت الشركة قادرة على تقديم المنتجات في تواريخ الاستحقاق المحددة (Chavez ,et al. ,2015: 13). ينبغي أن تدعم القرارات الإستراتيجية التسليم السريع أو التسليم في الوقت المحدد ، اعتمادًا على توقعات الزبائن ، فقد يكون التسليم توصيل سريع او اوقات انتظار اقصر. فقد تؤدي جهود تحسين الجودة الى التخلص من الخطوات التي لا تضيف قيمة ، وبالتالي تقليل وقت إنتاج المنتج وتسليمه بشكل مباشر. يمكن أيضًا تقليل الوقت بشكل مباشر عن طريق تحسين أوقات تبديل العملية ، وتبسيط العمليات المعقدة ، وإعادة تصميم المنتج أو الخدمة (Schroeder and Goldstein , 2018: 25).

ج. المرونة Flexibility

توصف المرونة بانها قدرة الشركة على التكيف والاستجابة للتنوع أو التغيير ، أو التعامل مع الزبائن بشكل فردي الزبائن معاملة فردية ، أو تقديم منتجات / خدمات جديدة وان الأنظمة المرنة يمكنها الاستجابة لمتطلبات الخدمة الخاصة ، وتطوير وتنوع المنتجات ، وبالتالي تحقيق مجموعة متنوعة من سمات التشغيل(Chavez ,et al. ,2015:13).إن العملية التي تتغير بسرعة ، وبكلفة منخفضة ، يمكن ان تكون أكثر مرونة من عملية لا يمكنها التغيير إلا بكلفة أكبر، لذا فإن إحدى العمليات تكون أكثر مرونة من الأخرى إذا حققت مجموعة واسعة من الامكانات (Slack, 2018: 54).

د. الكلفة المنخفضة Low Cost

تعني "القيام بالأشياء بكلفة منخفضة ، وإنتاج المنتجات والخدمات بكلفة تمكنهم من تسعيرها بشكل مناسب مقارنة بالمنافسين" وان الكلفة هي النوع المباشر الأكثر أهمية لقياس الأداء التشغيلي وأن الأداء بأكمله يتأثر بالكلفة. ومع ذلك ، لا يمكن عد الكلفة قياس وحيد للأداء لأنه قد يقوض جوانب أخرى مثل الجودة والتسليم والمرونة (Chavez ,et al. , 2015: 13). وقد حددت عناصر الكلفة التي ينبغي تحقيقها (كلفة الانتاج، أسعار تنافسية، كفاءة الإنتاج، معدل دوران المخزون) (Khanchanapong , et al. , 2014:196).

ه. الإبداع Innovation

يعد تطوير منتجات وخدمات جديدة عملية إبداعية وغالبًا ما تكون مبتكرة ، وتسعى الشركات التي تريد ان تتبوأ مكانة قيادية في تكنولوجيا المنتوج الى التركيز على البحث والتطوير كعنصر أساسي في استراتيجياتها ، لذلك فان استخدام الابداع في تطوير منتجات جديدة وتقديمها للأسواق ، سوف يكون عامل اساسي في نجاحها (محسن والنجار ، 2012 : 58). الإبداع هو القدرة على تجاوز الأفكار والقواعد والافتراضات التقليدية ، من أجل توليد أفكار جديدة مهمة (Slack, 2018: 273) ، وقيام الشركة بإنتاج سلع او خدمات او اجراء تغييرات تكنلوجية في العمليات لسد حاجة السوق لكي يتحقق تطور وعمل خلاق في المخرجات وبالتالي تحقيق الميزة التنافسية, يتطلب ذلك قيام الشركة بنشر روح الابداع لدى العاملين واشاعة الافكار الجديدة في العمل وتعميق الشعور بالمسؤولية والقدرة على صنع القرارات المبتكرة (مهدي، 14:2005).

ثالثاً : العلاقة بين نظام التصنيع الهولوني والاداء التشغيلي

يهدف نظام التصنيع الهولوني الى الاستخدام الكفوء للموارد وزيادة الإنتاجية وتقليل اوقات التأخير من خلال تطوير آليات ديناميكية للتعاون (Blanc,et al,2008: 316) ، ويعمل على تقليل التعقيد والتكاليف وتحسين الاداء بالاعتماد على فكرة تجزئة كل نظام معقد إلى كيانات وظيفية أصغر تتشكل من خلال التعاون (Kruger and Basson,2018:120). فقد صمم نظام التصنيع الهولوني لتنظيم أنشطة التصنيع والرقابة من أجل تحقيق المرونة والقدرة على التكيف مع التغيرات السريعة ومواجهة التحديات وتخفيض التكاليف والذي يؤدي بدوره الى تحسين الاداء التشغيلي (Jana ,et al , 2013: 802). فيما اكد (Lassila) على وجود ترابط بين نظام التصنيع الهولوني وتحسين الاداء التشغيلي من خلال تصميم وتنفيذ نظم تصنيع أسرع وأكثر موثوقية من أنظمة التصنيع التقليدية تعمل على تخفيض التكاليف وتقليل اوقات انتظار الزبون واستخدام المهارات البشرية بشكل افضل ، وتنوع المنتجات وزيادة حجم الانتاج والقدرة على معالجة حالات التوقف غير المخطط للانتاج (Lassila , 2017: 31). يسعى نظام التصنيع الهولوني الى تخفيض التكاليف وتقليل اخطاء العاملين وزيادة الانتاجية ، واعادة تشكيل الهولونات للاستجابة للتغيرات التي تحدث من اجل تخفيض التكاليف وتحسين الجودة (Leuvennink, 2018 : 1) ، ويمتلك نظام التصنيع الهولوني جوانب تكنولوجية متعلقة بالمنتج والعمليات ، مثل العمليات التي يتعين القيام بها لتحقيق منتج ذي جودة عالية ، والامدادات اللوجستية لتلبية الطلبيات ضمن مواعيد التسليم ، فيكون هولون الطلب مسؤول عن تلبية طلبية معينة في الوقت المحدد ومعالجة المعلومات اللوجستية المتعلقة بالطلبية ، ويحتوي هولون المنتج على معرفة المنتج لضمان التصنيع

الصحيح للمنتج (Van Brussel, et al., 1998: 264). يتضمن هولون المنتج معلومات عن التركيبة الفنية للمنتج وعمليات التصنيع ويرتبط بهولون الموارد الذي يتضمن الآلات والمكائن ووسائل النقل المختلفة والمواد التي تدخل في تركيبة المنتوج، ويرتبط هولون الموارد مع هولون العاملين لتحقيق مرونة عالية لتلبية الطلبيات المتغيرة.

المبحث الثالث / الجانب العملي

اولاً : نبذة تعريفية والواقع الفعلي للمصنع

1. أنشأ مصنع المنتجات المطاطية في محافظة النجف عام 1977 كأحد المصانع التابعة للشركة العامة للصناعات الجلدية/ معمل الكوفة ، ثم ألحق بعد ذلك ارتباطه بالشركة العامة للصناعات المطاطية / الديوانية عام 1978، ثم ألحق بالشركة العامة لصناعة الإطارات عام 1996.
2. تبلغ مساحة المصنع (60000) متر مربع تتضمن مساحات خضراء وشوارع مبلطة والقاعات الانتاجية ومخازن للمواد الاولية والانتاج التام ، وابنية للادارة والمختبرات والمواد الاحتياطية والوقود والدائرة الفنية وموقع للمحطة الكهربائية.
3. يختص المصنع بإنتاج: المنتجات المطاطية (نمطية ، حسب الطلب). واللدائن (الأنابيب، الرقائق البلاستيكية).

ثانيا : الوحدات الانتاجية في المصنع

1. وحدة المنتجات المطاطية

تختص وحدة المنتجات المطاطية بانتاج:-

أ. الأحزمة الناقلة المطاطية : تمثل تجهيزات متحركة مخصصة لنقل المواد والعاملين من مكان إلى آخر ، تتميز بإمكانية التحميل والتفريغ دون توقف الناقل ، تستخدم الاحزمة الناقلة في مختلف المجالات الصناعية والإنشائية والخدمية والزراعية.

ب. الحشوات مطاطية : تستخدم الحشوات المطاطية كقطع غيار لاستبدال الاجزاء التالفة في المكائن وتكون باحجام وتصاميم مختلفة وتستخدم لملىء الفراغات وتقليل الصوت.

ج. مانعات التسرب : تستخدم في منع تسرب الزيوت والحوامض المختلفة وتلف الاجزاء الداخلية في المكائن وتستعمل فيها مواد مقاومة للزيوت والحوامض.

د. اغطية دائرية المقطع : تستخدم في منع تسرب الوقود خاصة في السيارات وتكون دائرية الشكل وبأحجام وقياسات مختلفة حسب الحاجة.

ه. الحجابات المطاطية : تستخدم للفصل بين اجزاء الماكنة لتقليل الاحتكاك والتآكل.

و. الاشرطة المطاطية (السفيفة): تستخدم لتغليف الزوائد الحديدية وتقليل الصوت وتآكل الاجزاء في السيارات.

ز. المطبات الارضية : تستخدم المطبات الارضية لتقليل سرعة السيارات باستخدام مواد مطاطية صلبة.

ح. الحلقة المطاطية : تستخدم الحلقة المطاطية لتقليل الاحتكاك بين الاجزاء في المكائن والمعدات.

ط. الارضيات المطاطية : يجري اعادة الزوائد المطاطية الناتجة من عمليات التصنيع في المصنع بواسطة مكائن ثرم لإنتاج الارضيات المطاطية (التارتان) الذي يستخدم في رياض الاطفال والمسابح المائية.

2. وحدة اللدائن

تنتج وحدة اللدائن الأنابيب البلاستيكية المستخدمة في نقل الماء وبالقياسات (1/2، 3/4، 1، 2) انج ، وكذلك أنابيب التأسيسات الكهربائية للقياسات (1/2، 3/4) انج . وأنابيب التنقيط الزراعية وأنابيب منظومات الري بالرش والرقائق البلاستيكية التي تستخدم في البيوت البلاستيكية الزراعية والحبيبات المعادة من الرقائق التي تسوق إلى القطاع الخاص.

ثالثاً: مراحل الانتاج في وحدة المنتجات المطاطية (المسار التكنولوجي للمنتجات)

1. استلام المواد الاولية من المخزن : يتم استلام المواد الاولية بموجب امر عمل من قبل قسم الانتاج وحسب الطلب وتكون جاهزة قد اضيفت لها مواد كيميائية تعجيل تكوين العجنة
2. التسخين والتصفيح : عملية مزج وتكوين وتسخين مكونات العجنة المطاطية واخراجها بطريقة يمكن تشكيلها وتصميمها بالشكل والسُمك المطلوب ، من خلال اضافة عدد من المعجلات التي تعمل على زيادة صلابة المطاط وتعجيل تكوين العجنة المطاطية وتتم هذه العملية على ماكنة عصارة الاحماء والتصفيح.
3. قص العجينة واملاء القوالب بالعجنات المطاطية : يجري في هذه العملية وضع العجنة المطاطية الناتجة من ماكنة عصارة التسخين والتصفيح الى القوالب لتجهيزها لعملية الكبس بالضغط والحرارة (الفلكنة).
4. عملية الكبس تحت الضغط والحرارة (الفلكنة) : تعد العملية الاساسية في التصنيع لانها تستغرق وقت اكثر مقارنة بالعمليات الاخرى ، اذ تضم عدة مكائن كهربائية تقوم بكبس العجنة المطاطية الموجودة في القوالب في ظل ظروف الضغط والحرارة الناتجة من المسخنات الكهربائية.
5. الفحص النوعي للمنتج :يجري فحص المنتج من قبل وحدة السيطرة النوعية في المصنع والذي يتضمن فحص الشكل والابعاد.
6. التعبئة والتغليف : تعد العملية النهائية اذ يجري تعبئة وتغليف المنتج ووضع العلامة التجارية.

رابعاً: وصف نظام التصنيع الحالي في المصنع

1. المنتجات : تصنف المنتجات في المصنع الى:

أ. منتجات نمطية : تنتج بمواصفات قياسية في وحدة اللدائن وتشمل الانابيب البلاستيكية لنقل الماء وبالقياسات (1/2، 3/4، 1، 2) انج ، وأنابيب التأسيسات الكهربائية للقياسات (1/2، 3/4) انج ، وأنابيب التنقيط الزراعية وأنابيب منظومات الري بالرش ، والرقائق البلاستيكية التي تستخدم في البيوت البلاستيكية الزراعية ، والحبيبات المعادة من الرقائق التي تسوق إلى القطاع الخاص ، وانواع خاصة من المنتجات المطاطية مثل الحجابات المطاطية ومانعات التسرب والحلقة دائرية المقطع ، والاشرطة المطاطية.

ب. منتجات حسب الطلب : تنتج في وحدة المنتجات المطاطية ذات مواصفات محددة يجري تصميمها حسب طلب الزبون مثل الحشوات المطاطية والرولة المطاطية والمكبس المطاطي ومطاط ناقل الحركة.

2. العاملين : يبلغ عدد ملاك المصنع (43) مهندسا وفنيا وعاملا بواقع (25) في وحدة السلع المطاطية ، (18) في وحدة اللدائن ، يخصص الفنيين والعاملين على المكائن الانتاجية لتشغيلها واعدادها ، في حين يختص المهندسين بالاشراف على العمليات الانتاجية.

3. الطلب : يمتاز الطلب على منتجات المصنع بكونه مستمر خلال السنة ، فضلا عن الطلب الخاص على بعض المنتجات من قبل شركات القطاعين العام والخاص.

4. الموارد : تتمثل موارد المصنع في المكائن الانتاجية التي يبلغ عددها(12) ماكنة في وحدة المنتجات المطاطية، (5) مكائن في وحدة اللدائن ، والمواد الاولية اللازمة للانتاج المتمثلة بالمطاط الذي يعد المادة الخام الرئيسة ، فضلا عن معدات النقل والرافعات الشوكية والخدمات الاخرى في المصنع.

خامساً: انجاز الطلبيات في المصنع

1. تقديم الطلب من قبل الزبون

أ. تبدأ عملية الطلب على المنتجات المطاطية من اتفاق الزبون مع وحدة المبيعات بتصنيع منتج معين (قد يكون المنتج ذاته الذي يقوم المصنع بانتاجه ، او قد يكون بتغيير معين في التصميم الحالي ، او تصميم منتج جديد).

ب. تقوم وحدة المبيعات بإعلام شعبة التخطيط بالاتفاق مع الزبون عن تصنيع المنتج.

ج. يتم اعلام شعبة التكنولوجيا بتصميم نموذج اولي للمنتج وتحديد وزنه ومواصفاته وحساب الكلفة الكلية للمنتج بالتنسيق مع الشعبة المالية في المصنع.

2. تصميم المنتج

يجري تصميم النموذج الاولي للمنتج حسب المواصفات التي يحددها الزبون من قبل شعبة التصميم والتكنولوجيا من قبل المهندسين المختصين وباستخدام برامج (الاوتوكاد) في المصنع.

3. اختبار المنتج من قبل الزبون

يجري اختبار المنتج من قبل الزبون بواسطة عدة اختبارات للتأكد من امكانية اداء المنتج للغرض الذي صمم من اجله وفق الاتي :

أ. تسليم النموذج الاولي للمنتج الى الزبون.

ب. يقوم الزبون باختبار المنتج ومدى صلاحيته لظروف العمل كالحرارة والضغط ومقاومة الزيوت.
ج. موافقة الزبون على المنتج واعلام شعبة المبيعات ودفع مبلغ المنتج.
4. الانتاج
أ. تقوم وحدة المنتجات المطاطية باستلام امر الانتاج من شعبة التخطيط.
ب. يجري طلب المواد الولية من مخزن المواد الاولية اللازمة لانتاج المنتج.
ج. يتم وضع المواد الاولية او العجنة في عصارة التسخين والتصفيح للحصول على السمك المطلوب.
د. املاء القوالب بالعجنات المطاطية.
ه. يتم كبس العجنات المطاطية تحت الضغط والحرارة التي تصل الى (160) درجة مئوية للحصول على الشكل المطلوب ضمن عملية تسمى (الفلكنة) اي كبس المنتج مع الضغط والحرارة.
و. اجراء الفحص النوعي للمنتج ، فيما اذا كان مطابق للمواصفات ام لا.
ز. يرسل المنتج الى التعبئة والتغليف ووضع العلامة التجارية وارساله الى مخزن البضاعة الجاهزة.

سادساً : قياس الاداء التشغيلي الفعلية في وحدات المنتجات المطاطية

يوضح الجدول (3) الاداء التشغيلي لوحدة المنتجات المطاطية في المصنع

جدول (3) الواقع الفعلي لنظام التصنيع الحالي للمصنع

المنتج	معدل الطاقة المتاحة (وحدة) (اسبوع)	معدل الطاقة الفعلية (وحدة) (اسبوع)	الكلفة الكلية (دينار)	كلفة الوحدة الواحدة	معدل وقت المعالجة (ايام)	معدل وقت التسليم (ايام)	معدل وقت التاخير (ايام)	معدل استغلال الطاقة %
الحشوة المطاطية	1440	1170	1,300,000	1000	17	13	4	%81
الرولة المطاطية	800	630	30,937,000	30937	19	14	5	%78
المكبس المطاطي	686	532	5,561,100	6179	19	13	6	%77
مطاط ناقل الحركة	686	557	4,417,200	4908	19	14	5	%81

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على سجلات الشركة والمعادلات.

سابعاً : اعداد برنامج المحاكاة

جرى اعداد برنامج المحاكاة باستخدام برنامج (Excel) لتمثيل نظام التصنيع الهولوني في المصنع من خلال محاكاة جميع الهولونات وعناصر الاداء التشغيلي (الكلفة ، المرونة ، الوقت) المبين في الملحق (1) وفق الافتراضات الاتية :

1. يعمل المصنع في ضوء الطاقة الانتاجية المتاحة بواقع (5) ايام عمل في الاسبوع.
2. تعتمد كمية الطلب ووقت المعالجة على الارقام العشوائية التي تم توليدها عشوائيا باستخدام دالة (RANDBETWEEN) كما موضحة في الملحق (1).
3. تكون المكائن مشتركة فيما بين المنتجات ، اي اذا كان هناك حاجة لاي من المكائن في هولون الموارد يتم مشاركة مكائن لتلبية الطلب عليه.
4. اذا كان هناك وقت عاطل في مكائن احد المنتجات يتم مشاركة مكائن هذا المنتج من قبل المنتجات الاخرى.
5. يجري مشاركة العاملين في حال وجود حاجة لهم لانتاج منتجات اخرى.

ثامناً : نتائج محاكاة نظام التصنيع الهولوني

1. هولون الطلب

يقوم هولون الطلب تحديد اولويات الطلب على منتجات المصنع من خلال استخدام جدولة الطلبيات على هذه المنتجات لتحديد تسلسل معالجة المنتجات ذات الاولوية في الوقت من خلال استخدام القواعد الاربعة للجدولة هي (القادم اولا يخدم اولا ، وقت المعالجة الاقصر ، تاريخ الاستحقاق المبكر ، وقت المعالجة الاطول) وتحديد اي من هذه القواعد يتم استخدامها لحساب الوقت المطلوب لاكمال هذه المنتجات وتسليمها للزبون. وتتطلب عملية الجدولة معدلات اوقات المعالجة ووقت التدفق الذي يحسب من خلال الجمع التراكمي لوقت المعالجة ومقارنة وقت التدفق مع تاريخ الاستحقاق الذي حسب من خلال قسمة كمية الطلب على معدل الانتاج اليومي. بعد ذلك يتم حساب مؤشرات الجدولة التشغيلية لتحديد القاعدة الافضل في معالجة الطلبيات وكما موضح في الملحق (2) وفق القواعد الاتية (Heizer, et al , 2017:611):

- **متوسط وقت الاكمال بالايام = مجموع وقت التدفق / عدد المنتجات ..... (1)**
- **معدل الاستغلال = مجموع وقت المعالجة / مجموع وقت التدفق ..... (2)**
- **متوسط عدد المنتجات في النظام = مجموع وقت التدفق / مجموع وقت المعالجة ..... (3)**
- **معدل وقت التأخير = مجموع وقت التاخير / عدد المنتجات ..... (4)**

اكدت النتائج ان افضل قاعدة لتحديد اولوية تنفيذ الطلبيات هي (وقت المعالجة الاقصر) ووفق هذه القاعدة جرى مشاركة المكائن وتحديد مؤشرات الاداء التشغيلي.

2. هولون المنتج

يعمل هولون المنتج على متابعة انتاج المنتج ابتداءً من المواد الاولية وحتى يصبح منتجاً تاماً ، وتم حساب وقت التأخير لكل منتج وفق نظام التصنيع الهولوني كما في الجدول (4).

جدول (4) معدل وقت التأخير لكل منتج اسبوعيا.

المنتج	معدل وقت التسليم	معدل وقت المعالجة	معدل وقت التاخير
الحشوة المطاطية	13	17	4
الرولة المطاطية	13	18	5
المكبس المطاطي	12	19	6
مطاط ناقل الحركة	13	18	5

المصدر : اعداد الباحث باعتماد مخرجات برنامج المحاكاة.

يتضح من الجدول (4) ان معدل وقت التأخير لمنتج المكبس المطاطي كبير بسبب زيادة وقت المعالجة ، مما يدعو الى مشاركة المكائن للمنتجات والتنسيق مع هولون الموارد لتخفيض وقت التأخير الى ادنى ما يمكن.

3. هولون الموارد

يعد هولون الموارد المحور الاساس لعملية التعاون بين الهولونات ، اذ يجري في هذا الهولون معرفة عدد المكائن المطلوبة من قبل هولون المنتج وعدد المكائن المتشاركة كما في الجدول (5).

جدول (5) مشاركة المكائن في هولون الموارد

المنتج	معدل عدد المكائن المطلوبة بالاسبوع	معدل عدد المكائن المطلوب مشاركتها بالاسبوع	عدد المكائن المتبقية بعد المشاركة
الحشوة المطاطية	17	14	11
الرولة المطاطية	18	16	8
المكبس المطاطي	19	17	13
مطاط ناقل الحركة	18	16	12

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المحاكاة

يتضح من الجدول (5) ان عدد المكائن المتبقية بعد المشاركة لمنتج الرولة المطاطية اقل مقارنة مع المنتجات الاخرى، نتيجة لذلك يمكن مشاركة المكائن الموجودة في هولون الموارد الخاصة بمنتج الرولة المطاطية من قبل هولونات المنتجات الاخرى.

4. هولون العاملين

يجري في هولون العاملين في المصنع توزيع المهام على العاملين بشكل دقيق ، وتقديم المشورة للهولونات الاخرى، كما يساعد في تجميع عدة هولونات في هولون واحد اكثر تعقيداً لتقليل عدد العاملين والتكاليف ، ووفق نظام التصنيع الهولوني فان لكل ماكنة عامل واحد ، لذلك فان معدل عدد العاملين المطلوب في كل هولون (3) عامل اسبوعيا ، اذ ان لكل ماكنة عامل واحد ، كما مبين في الجدول (6).

جدول (6) معدل عدد العاملين المطلوب في كل هولون والذين تمت مشاركتهم.

المنتج	عدد العاملين المطلوب في كل هولون	عدد العاملين المطلوب مشاركتهم
الحشوة المطاطية	5	3
الرولة المطاطية	5	3
المكبس المطاطي	6	3
مطاط ناقل الحركة	7	3

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المحاكاة.

يتضح من الجدول (6) ان عدد العاملين المطلوب يساوي عدد المكائن المطلوبة ، لان لكل ماكنة عامل واحد، وان عدد العاملين المطلوب مشاركتهم (3) عاملين اسبوعيا ، لذلك عند وجود وقت عاطل في احدى المكائن سيكون هناك عامل عاطل وبالتالي يمكن مشاركته من قبل الهولونات الاخرى.

تاسعاً: مقارنة مقاييس الاداء التشغيلي لنظام التصنيع الهولوني مع نظام التصنيع الحالي

جرى مقارنة مقاييس الاداء لنظام التصنيع الهولوني مع مقاييس الاداء لنظام التصنيع الحالي وفق الجدول (7) وكالاتي :

1.معدل الكلفة الكلية : وجود تخفيض كبير في تكاليف الانتاج لجميع المنتجات ، اذ بلغت الكلفة الكلية وفق نظام التصنيع الحالي لانتاج منتج الحشوة المطاطية (1,300,000) دينار، والرولة المطاطية (30,937,000) دينار ،والمكبس المطاطي (5,561,100) دينار ، ومنتج مطاط ناقل الحركة (4,417,200) دينار، بينما بلغت الكلفة الكلية وفق نظام التصنيع الهولوني لانتاج منتج الحشوة المطاطية (726,353) دينار ، ومنتج الرولة المطاطية (12,213,928) دينار، ومنتج المكبس المطاطي (3,178,230) دينار، ومنتج مطاط ناقل الحركة (2,634,222) دينار، وهذا يؤشر انخفاض كبير في تكاليف الانتاج نتيجة التخفيض في وقت التأخير ووقت التسليم وفق نظام التصنيع الهولوني.

2. كلفة الفرصة الضائعة : تمثل المبيعات المفقودة نتيجة عدم كفاية الطاقة الانتاجية ، فقد بلغت لمنتج الحشوة المطاطية (519,120) دينار، ومنتج الرولة المطاطية (3,027,788) دينار، ومنتج المكبس المطاطي (718,610) دينار، ومنتج مطاط ناقل الحركة (546,778) دينار.

3.معدل وقت التأخير : تؤشر معدلات وقت التأخير انخفاضا وفق نظام التصنيع الهولوني بسبب مشاركة المكائن، اذ بلغ وقت التأخير بعد مشاركة المكائن لمنتج الحشوة المطاطية(2) يوم وبلغ (2) يوم لمنتج الرولة المطاطية ، وفيما يخص منتج المكبس المطاطي فقد بلغ (4) يوم ، وبخصوص منتج مطاط ناقل الحركة فقد بلغ (2) يوم ، بينما وفق نظام التصنيع الحالي فقد بلغ (4 يوم) لمنتج الحشوة المطاطية و(5 يوم) لمنتج الرولة المطاطية و(6 يوم) لمنتج المكبس المطاطي و(5 يوم) لمنتج مطاط ناقل الحركة ، وهذا يدل على التخفيض الكبير في وقت التأخير وفق نظام التصنيع الهولوني نتيجة مشاركة المكائن.

4. معدل الاستغلال : اكدت نتائج المحاكاة زيادة معدلات استغلال المكائن والتي بلغت (87.5%) لمنتجي الحشوة والرولة المطاطية ، (87%) لمنتجي المكبس وناقل الحركة المطاطي وفق نظام التصنيع الهولوني نتيجة مشاركة المكائن والعاملين والذي ادى بدوره الى زيادة مرونة المكائن وتلبية الطلبيات في الوقت المحدد، بينما بلغ معدل الاستغلال في نظام التصنيع الحالي (81%) لمنتجي الحشوة المطاطي وناقل الحركة المطاطي ، (78%) لمنتج الرولة المطاطية ، (77%) لمنتج المكبس المطاطي ، ويرجع سبب ذلك الى طول اوقات الاعداد والتهيئة.

جدول (7) مقارنة مقاييس الاداء التشغيلي وفق نظام التصنيع الهولوني ونظام التصنيع الحالي للمصنع.

نظام التصنيع الحالي						
	الكلفة		الوقت			المرونة
المنتج	الكلفة الكلية	كلفة الفرصة الضائعة	وقت المعالجة	وقت التسليم	معدل وقت التأخير	معدل الاستغلال %
الحشوة المطاطية	1,300,000	519,120	17	13	4	81
الرولة المطاطية	30,937,000	3,027,788	19	14	5	78
المكبس المطاطي	5,561,100	718,610	19	13	6	77
مطاط ناقل الحركة	4,417,200	546,778	19	14	5	81
نظام التصنيع الهولوني						
	الكلفة		الوقت			المرونة
المنتج	الكلفة الكلية	كلفة الفرصة الضائعة	وقت المعالجة	وقت التسليم	معدل وقت التأخير	معدل الاستغلال %
الحشوة المطاطية	726,353	519,120	17	13	2	87.5
الرولة المطاطية	12,213,928	3,027,788	18	13	2	87.5
المكبس المطاطي	3,178,230	718,610	19	12	4	87
مطاط ناقل الحركة	2,634,222	546,778	18	13	2	87

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على البيانات السابقة.

المبحث الرابع / الإستنتاجات والتوصيات

اولا : الاستنتاجات

يتضمن هذا المبحث الاستنتاجات التي تم التوصل اليها كالاتي :-

1. ضعف نظام التصنيع الحالي في تلبية الطلبيات المتنوعة على المنتجات المطاطية بسبب الحاجة الى المرونة اللازمة للاستجابة للطلب.
2. طول اوقات معالجة المنتجات الامر الذي يؤدي الى التأخر في تلبية الطلبيات وطول والتسليم.
3. توقف بعض المكائن عن العمل في حال عدم وجود طلب على المنتجات التي تنتج عليها هذه المكائن ، بسبب عدم مشاركة هذه المكائن في انتاج المنتجات الاخرى ، مما يؤدي الى وجود اوقات تأخير في تلبية الطلبيات وتوقف العاملين عليها عن العمل.
4. تأخر اوقات تسليم الطلبيات بسبب ضعف مشاركة المكائن والعاملين والذي يؤدي الى زيادة اوقات التأخير.
5. يساعد تطبيق نظام التصنيع الهولوني في توفير هولونات لها القدرة على اداء مهامها بكفاءة من خلال التنسيق والتعاون فيما بينها لإنتاج المنتجات في المصنع.
6. اكدت نتائج المحاكاة ان نظام التصنيع الهولوني ساعد في تخفيض وقت التأخير من خلال تقليل اوقات المعالجة والتسليم من جراء مشاركة المكائن والعاملين في هولوني الموارد والعاملين.

ثانياً: التوصيات

1. تطبيق نظام التصنيع الهولوني (HMS) لما يحققه من تخفيض التكاليف وتقليل اوقات المعالجة والتسليم وزيادة المرونة في المصنع.
2. ضرورة مشاركة المكائن بين المنتجات لتقليل اوقات المعالجة والتسليم الى الزبون.
3. العمل على تقليل اوقات معالجة الطلبيات من خلال تجنب حدوث التوقفات في الانتاج من خلال اعتماد الصيانة الدورية.
4. العمل على مشاركة المكائن وفق الالية الموضحة في نظام التصنيع الهولوني لتقليل اوقات التأخير وتوقف العاملين عن العمل وذلك للحد من تحمل تكاليف غير مبررة.

5. الاهتمام بمرونة نظام الانتاج في المصنع من خلال مشاركة المكائن والعاملين لتلبية الطلبيات المتنوعة والمتغيرة.
6. تطوير نظام المحاكاة لتطبيق نظام التصنيع الهولوني باستخدم لغات البرمجة والواجهات الرسومية الاخرى.

المصـــادر

1. Al- Najjar, Sabah Majid, Mohsen, Abdul Karim, (2012**), production and operations management**, 4th ed, Wael Publishing, Amman, Jordan.

2. Al-Jubouri, Mohammed Ahmad Jamil, (2013), **the clarity of operational performance standards and its role in improving operations management decisions,** A Thesis of Msc in business management, Administration and Economic College, Mosul University.

3. Angerer, S. (2012), **Skill-Based Reconfiguration Of Industrial Mobile Robots** , Phd Dissertation , School of Mathematical and Computer Sciences , Heriot-Watt University.

4. Bal, M., &Hashemipour, M. (2009) , Virtual Factory Approach For Implementation Of Holonic Control In Industrial Applications: A Case Study In Die-Casting Industry**, Robotics And Computer-Integrated Manufacturing**, Vol. 25 , No.(3) , PP. 570-581.

5. Barbosa , J. (2015), **Self-organized and evolvable holonic architecture for manufacturing control** , Phd Dissertation, Department of Electrical Engineering, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis.

6. Bendickson, J. S., & Chandler, T. D. (2019), Operational Performance: The Mediator between Human Capital Developmental Programs And Financial Performance, **Journal Of Business Research**, Vol.94, PP.162-171.

7. Blanc, P., Demongodin, I., &Castagna, P. (2008), A Holonic Approach For Manufacturing Execution System Design: An Industrial Application, **Engineering Applications Of Artificial Intelligence**, Vol. 21, No. (3), PP. 315-330.

8. Borangiu, T., Raileanu, S., Rosu, A., Parlea, M., & Anton, F. D. (2009), Management Of Changes In A Holonic Manufacturing System With Dual-Horizon Dynamic Rescheduling Of Production Orders, **IFAC Proceedings Volumes**, Vol. 42, No. (4), PP. 624-629.

9. Botti, V., &, Giret A., (2008), **ANEMONA: A multi-agent methodology for Holonic Manufacturing Systems**, 1sted , Springer-Verlag London Limited , UK.

10. Brussel H. V. ,Valckenaers P. , (2017) , Design Of Holonic Manufacturing Systems **, Journal Of Machine Engineering**, Vol. 17, No. 3.

11. Chavez, R., Yu, W., Gimenez, C., Fynes, B., &Wiengarten, F. (2015), Customer Integration And Operational Performance: The Mediating Role Of Information Quality , **Decision Support Systems**, Vol. 80, PP. 83-95.

12. Daft, R. L., Murphy, J., &Willmott, H. (2010),**Organization theory and design** , 10thed , South-Western, Cengage Learning , USA.

13. Esmaeili, A., Mozayani, N., Motlagh, M. R. J., & Matson, E. T. (2016), The Impact Of Diversity On Performance Of Holonic Multi-Agent Systems, **Engineering Applications Of Artificial Intelligence**, Vol. 55, PP. 186-201.

14. Fletcher, M. (2007), Evaluating The Prometheus Methodology Through A Case Study On Designing An Agent-Based Holonic Control System, **International Journal Of Manufacturing Research**, Vol. 2 , No. (3), PP. 342-361.

15.Giret A, Botti V, (2009), Engineering Holonic Manufacturing Systems, **Computers In Industry** , Vol. 60, PP. 428–440 .

16.Heizer J., Render B., Munson C., (2017), **Operations Management : Sustainability And SuPPly Chain Management** , 12th ed , Pearson Education, Inc. ,USA.

17.Indriago, C., Cardin, O., Rakoto, N., Castagna, P., &Chacòn, E. (2016), H2CM: A Holonic Architecture For Flexible Hybrid Control Systems. **Computers In Industry**, Vol. 77, PP. 15-28.

18.JacobsF. R., Chase R. B. , (2018) , **Operations and SuPPly Chain Management**, 15th ed, McGraw-Hill Education, USA.

19.Khanchanapong, T., Prajogo, D., Sohal, A. S., Cooper, B. K., Yeung, A. C., & Cheng, T. C. E. (2014), The Unique And Complementary Effects Of Manufacturing Technologies And Lean Practices On Manufacturing Operational Performance , **International Journal of Production Economics**, Vol. 153, PP. 191-203.

20.Kruger, K., &Basson, A. (2018), Erlang-Based Holonic Controller For A Palletized Conveyor Material Handling System, **Computers In Industry**, Vol. 101, PP. 120-126.

21.Lassila, A. , (2017) , **Reference Architecture For Configuration, Planning And Control Of 21st Century Manufacturing Systems** , Phd Dissertation, Learning And It Services , Sheffield Hailam University , Pro Quest Llc.

22.Leeuw S., Berg J., (2011), Improving operational performance by influencing shopfloor behavior via performance management practices, **Journal of Operations Management** , Vol. 29 , pp. 224 – 235.

23.Leitao, P. (2004), **An Agile and Adaptive Holonic Architecture for Manufacturing Control** , Phd Dissertation , in Faculty of Engineering, University of Porto.

24. Mahdi, Ahlam Saleh, (2005), Strategic role yo achieving competitive excellence, **Journal of Techniques**, Vol (18), Issue (4), pp. 1-18.

25.Manesh, H. F., Schaefer, D., &Hashemipour, M. (2011) , Information Requirements Analysis For Holonic Manufacturing Systems In A Virtual Environment , **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Vol.53, No. (1-4), 385-398.

26.Neligwa T , (2006) , **An operational framework for holonic manufacturing systems** , Phd dissertation, Department of Academic Affairs , University of Keele.

27.Papp, J., Tokody, D., &Flammini, F. (2018), From Traditional Manufacturing and Automation Systems To Holonic Intelligent Systems. **Procedia Manufacturing**, Vol. 22, PP. 931–935.

28.Rey, G. Z., Pach, C., Aissani, N., Bekrar, A., Berger, T., &Trentesaux, D. (2013), The Control Of Myopic Behavior In Semi-Heterarchical Production Systems: A Holonic Framework, **Engineering Applications Of Artificial Intelligence**, Vol. 26, No.(2), 800-817.

29.Schroeder R. G. , Goldstein S. M. , (2018) , **Operations Management In The Supply Chain: Decision And Cases**, 7th ed , McGraw-Hill Education, USA.

30.Silva R , A. , Junqueira F. , Filho D. , Miyagi P. , (2012) , " Modeling of active holonic control systems for intelligent buildings " , **Automation in Construction** , Vol. 25 , pp.20–33 .

31.Slack N., Lewis M. , (2018) , **Operations Strategy** , 5thed , Pearson Education, Inc. ,USA.

32.Valckenaers, P., & Van Brussel, H. (2015), **Design for the unexpected: From holonic manufacturing systems towards a humane mechatronics society**, 1sted, Butterworth-Heinemann.,Elsevier Inc., UK.

33.Zhao, F. Q., Zou, J. H., & Sheng, S. X. (2010), A Hybrid Algorithm For Task Assignment Problem In Holonic Manufacturing System, **In Applied Mechanics and Materials , Trans Tech Publications** ,Vol. 20, PP. 1060-1065..

Zhao, F., Hong, Y., Yu, D., Yang, Y., Zhang, Q., & Yi, H. (2007), A Hybrid Algorithm Based On Particle Swarm Optimization And Simulated Annealing To Holon Task Allocation For Holonic Manufacturing System, **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, Vol. 32, No. (9-10) , 1021-1032.

ملحق (1) جدول المحاكاة

=RANDBETWEEN(0,16)

ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF
	وقت ورود الطلبية	r#	كمية الطلب للحشوة المطاطية	وقت ورود الطلبية	R#	كمية الطلب للرولة المطاطية	وقت ورود الطلبية	R#	كمية الطلب للمكبس المطاطي	وقت ورود الطلبية	R#	كمية الطلب للمطاط ناقل الحركة
	10	0.516981	2434	7	0.351765	1429	22	0.730611	741	12	0.44283	722
	14	0.924592	1076	20	0.420278	947	8	0.72051	705	14	0.247545	796
	5	0.337453	1585	3	0.000785	880	21	0.900299	672	3	0.008225	842
	13	0.663994	1985	16	0.850937	1338	14	0.736604	630	0	0.015201	892
	11	0.844602	2221	3	0.122137	1220	2	0.007876	531	0	0.467734	1283
	14	0.318876	848	16	0.555275	1081	3	0.057376	685	2	0.451739	1383
	8	0.301866	1243	2	0.155722	945	12	0.989253	593	11	0.291646	844
	14	0.818411	553	1	0.051889	1189	11	0.258258	1015	0	0.790308	1312
	0	0.36289	2357	13	0.528791	1183	20	0.534472	1473	2	0.713538	906
	9	0.751129	1484	11	0.038173	1365	3	0.119183	719	14	0.772211	1221
	10	0.844452	2410	14	0.192203	851	15	0.596421	693	11	0.305798	675
	1	0.598142	1227	0	0.670066	735	5	0.723273	1042	2	0.86295	841
	7	0.177944	1564	8	0.389348	586	0	0.843226	505	14	0.727993	1429
	16	0.00304	1371	17	0.0362	1373	18	0.550341	1430	1	0.592508	630
	11	0.278814	650	7	0.582056	1178	2	0.060472	1202	10	0.824773	1074
	10	0.009187	2129	3	0.16018	986	20	0.518715	1011	10	0.257939	1317
	7	0.55115	1265	3	0.168251	1059	21	0.701287	740	3	0.391993	617
	3	0.445369	1516	0	0.789186	1009	12	0.797742	1041	0	0.966581	1317
	11	0.531099	2396	6	0.243256	1141	2	0.688962	783	2	0.822023	543

مؤشرات والمرونة

ملحق (2) قواعد الجدولة التشغيلية

القاعدة الاولى : القادم اولا يخدم اولا				
المنتج	وقت المعالجة	وقت التدفق	تاريخ الاستحقاق	وقت التاخير
الرولة المطاطية	3	3	4	1
حشوة مطاطية	1	4	2	0
المكبس المطاطي	4	8	5	0
واشر ناقل الحركة	3	11	6	0
المجموع	11	26		1
القاعدة الثانية : وقت المعالجة الاقصر				
المنتج	وقت المعالجة	وقت التدفق	تاريخ الاستحقاق	وقت التاخير
حشوة مطاطية	1	1	2	1
الرولة المطاطية	3	4	4	0
المكبس المطاطي	4	8	5	0
واشر ناقل الحركة	3	11	6	0
المجموع	11	24		1
القاعدة الثالثة : تاريخ الاستحقاق المبكر				
المنتج	وقت المعالجة	وقت التدفق	تاريخ الاستحقاق	وقت التاخير
حشوة مطاطية	1	1	2	1
الرولة المطاطية	4	5	4	0
المكبس المطاطي	3	8	5	0
واشر ناقل الحركة	3	11	6	0
المجموع	11	25		1
القاعدة الرابعة : وقت المعالجة الاطول				
المنتج	وقت المعالجة	وقت التدفق	تاريخ الاستحقاق	وقت التاخير
المكبس المطاطي	4	5	6	1
واشر ناقل الحركة	3	9	5	0
الرولة المطاطية	3	12	4	0
حشوة مطاطية	1	13	2	0
المجموع	11	39		1

القاعدة	معدل وقت الاكمال بالايام	معدل الاستغلال %	معدل عدد المنتجات في النظام	معدل وقت التاخير
القادم اولا يخدم اولا	6.5	42.3%	2.36	0.3
وقت المعالجة الاقصر	6	46%	2.18	0.3
تاريخ الاستحقاق المبكر	6.3	44.0%	2.27	0.3
وقت المعالجة الاطول	9.8	28.2%	3.5	0.25

Improve operational performance by simulating the Holonic manufacturing system A case study at the rubber product plant in Al-Najaf Al-Ashraf

Yasir Najm Al Janabi
Technical College of management , Baghdad

Asst. Prof. Dr.Shifa Balasim Hassan
Technical College of management , Baghdad

Received: 30/10/2019 Accepted : 25/12/2019 Published :August / 2020

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

Abstract:

The research aims to improve the operational performance through the application of the Holonic Manufacturing System (HMS) in the rubber products factory in Najaf. The problem was diagnosed with the weakness of the manufacturing system in the factory to meet customers' demands on time within the available resources of machines and workers, which led to time delays of Processing and delivery, increased costs, and reduced flexibility in the factory, A case study methodology used to identify the reality of the manufacturing system and the actual operational performance in the factory. The simulation was used to represent the proposed (HMS) by using (Excel 2010) based on the actual data and calculate the operational performance measures and compare them with the actual operational performance measures in the factory. The results confirmed that the application of the (HMS) in the factory leads to a reduction in the delay time, delivery times and production costs due to the participation of the machines and workers in the resources and workers Holons.

Key Word : H M S , Holarchy , operational performance