LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

جدولة الانتاج وتحديات التطبيق بين العمل النظرى والواقع العملى لمصنع البسمة

إيهاب على[1]، خالد عبد القادر[2]

[2,1]قسم الهندسة الميكانيكية و الصناعية، كلية التقنية الهندسية – جنزور، ليبيا

ملخص البحث

جدولة الانتاج الفعالة تمثل تحديًا خطيرًا، يتطلب مناهج مبتكرة لمعالجة التعقيد المتزايد لنظم التصنيع الحديثة والطبيعة الديناميكية. تقدم هذه الورقة نهج تحسين هجين يجمع بين الخوارزمية الجينية Genetic algorithm (GA) والأنظمة متعددة العوامل (MAS Multi-agent systems) لمواجهة تحديات جدولة الآلات في بيئات الإنتاج المعقدة. تسلط الدراسة الضوء على التطورات الكبيرة في تقليل وقت التوقف عن العمل، والوقت العاطل، ووقت الإنتاج، وتحسين الكفاءة واستخدام الموارد. توفر (GA) تسلسل المهام وجدولتها على النحو الأمثل، بينما تتيح Multi-agent systems (MAS) التعاون في الوقت الفعلي والتعديلات الديناميكية لجداول الصيانة، مما يضمن قابلية النظام للتكيف مع التغييرات التشغيلية. تؤكد النتائج على متانة وتعدد استخدامات استراتيجية (GA-MAS)، مما يوفر حلاً عمليًا ومبتكرًا لتعزيز الإنتاجية في النظم الصناعية الحديثة، هذه الاساليب تم تطبيها على شركة تحوى على وحدات انتاجية و تمر بعدة مشاكل وعوائق تمنعها من تحقيق افضل كفاءة لانتاج و هذا الاسلوب برهن على فاعلية التطبيق فى تحقيق اهدافه.

الكلمات الدالة / جدولة الانتاج . الخوارزمية الجينية. تكلفة الانتاج . تحديات الجدولة.

ABSTRACT

Effective production scheduling is a major challenge, especially with the growing complexity and dynamic nature of modern manufacturing systems. This paper introduces a hybrid optimization approach that combines Genetic Algorithms (GA) with Multi-Agent Systems (MAS) to address the difficulties of machine scheduling in complex production environments. The study demonstrates significant improvements in reducing downtime, idle time, and overall production time, while also enhancing efficiency and resource utilization[2]. The GA component optimizes task sequencing and scheduling, while MAS enables real-time collaboration and dynamic updates to maintenance schedules, allowing the system to adapt smoothly to operational changes. The results show that the GA-MAS strategy is both robust and versatile, offering a practical and innovative solution to boost productivity in modern industrial settings. This approach was tested in a company with multiple production units facing various challenges that were hindering optimal efficiency. The results proved the method's effectiveness in meeting its goals.

Keywords: production scheduling. Genetic Algorithms. Production cost. Scheduling challenges

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

1. المقدمــة

تُعرَّف جدولة الإنتاج على أنها عملية تخصيص الموارد الإنتاجية المتاحة على مدار فترة زمنية محددة، بهدف تحقيق أفضل استيفاء لمجموعة من المعايير المحددة. وتظهر مشكلات الجدولة عندما يكون هناك مجموعة مشتركة من الموارد، مثل العمالة، المواد، والمعدات، تُستخدم لإنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات خلال نفس الفترة الزمنية[1] .يتمثل الهدف الأساسي من الجدولة في تخصيص الموارد بكفاءة عبر الزمن لإنتاج السلع بطريقة تُحقق الامتثال للقيود الإنتاجية، مع تقليل تكاليف الإنتاج إلى الحد الأدنى، وتتضمن هذه العملية مجموعة من المهام التي يجب تنفيذها، حيث قد تشمل المعايير المحددة الموازنة بين الإنهاء المبكر والمتأخر للمهام، بالإضافة إلى التوازن بين الاحتفاظ بالمخزون وتكرار تغيير عمليات الإنتاج.[2] تتطلب عمليات الإنتاج توفر الآلات والموارد المادية، كما يجب تنفيذها وفقًا لتسلسل تكنولوجي قابل للتطبيق. و تؤثر عدة عوامل على الجدولة، منها أولويات المهام، مواعيد التسليم، تواريخ الإصدار، القيود المالية، مستويات الإنتاج، قيود حجم الدُفعات، توفر الآلات، قدرات الآلات، تسلسل العمليات، متطلبات الموارد، وتوافر الموارد. [3] خلال عقود الأخيرة من القرن الماضي ازداد الاهتمام بوظيفة الإنتاج وجدولة العمليات، باعتباره إحدى التحديات التي يواجهها المدير المعاصر، بهدف تحقيق مستويات عالية من الأداء، خاصة بعد أن تيقنت الشركات من نجاح تجربة الشركات اليابانية في الأسواق العالمية، في أن تطبيق جدولة الإنتاج يؤدي إلى تحسين الجودة العالية، وتقليل التكلفة، والالتزام بمواعيد. [4]. قامت المؤسسات على تطوير الأساليب ووظائفها لتتمكن من المنافسة والبقاء والنمو، والتي لن تتأتى إلا بتوفير منتجات بالجودة المطلوبة، والكمية اللازمة، والسعر المناسب، والوقت المحدد أو المرغوب فيه. وفي ظل المنافسة العالمية الكبيرة التي تواجهها المنظمات على اختلاف أحجامها وأنشطتها على مستوى العالم، تسعى المنظمات إلى تحقيق التميز والتفوق على منافسيها من خلال الاستخدام الأمثل للموارد والخدمة الأفضل للعميل. وتسعى أي منظمة لتحقيق ذلك من خلال خفض التكاليف والبيع بأسعار تنافسية، وتحسين متطلبات الجودة، وزيادة الإنتاجية، وتخفيض وقت الإنتاج، وسرعة الاستجابة للتغيرات في أذواق العملاء وطلبات السوق، وذلك بإنتاج منتجات جديدة أو تطوير المنتجات الحالية.[5]

وفي سبيل تحقيق ذلك، تواجه المنظمة مجموعة من القيود والمعوقات الخارجية والداخلية التي تمنع الاستغلال الأمثل للموارد وتحقيق التميز وزيادة الربحية. وتتعرض المنظمة للعديد من القيود الداخلية مثل (عجز الطاقة، تعطل الآلات، نفاد المخزون، انخفاض جودة المنتج) وكذلك تتعرض للعديد من القيود الخارجية مثل (تأخر التوريد، عدم وجود طلب سوقي على منتج وقدرتها على تحقيق أهدافها). لذلك تعتبر جدولة الإنتاج أحد الموضوعات الأكثر أهمية في مجالها العلمي والعملي، من بينها الإنتاج الصناعي. وتعمل كل المنظمات سواء كانت خدمية أم صناعية على تخطيط العمليات الإنتاجية الخاصة بنشاطها على المدى الطويل، والمتوسط، والقصير، والانتقال من خطة الإنتاج الإجمالي إلى خطط إنتاج تفصيلية، وتنفيذها داخل وحدات الإنتاج، ووضع برنامج زمني قصير. وذلك بوضع الخطط اللازمة لاستعمال موارد الإنتاج، حيث تلعب جدولة العمليات دوراً هاماً في القدرات التنافسية، وفي زيادة مستويات الإنتاجية، وتوقع تحقيق أرباح أعلى دون إضافة عدد الموظفين. وهذا ما يزيد من النجاح على المدى الطويل في الأسواق التنافسية، حيث تكون لها تأثير كبير على إنتاجية العمليات في مجال التصنيع، ويكون الغرض منها تقليل الوقت، والتكاليف، وكذلك تحسين القدرة الإنتاجية [6].

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

2. الجانب العملي والمنهجية:

تعد الورقة دراسة حالة عملية تهدف الى تحليل نظام الجدولة فى مصنع المكرونة البسمة، واقتراح نموذج جدولة محسن باستخدام الخوارزمية الجينية (GA) و أنظمة متعددة العوامل (MAS) [7.8]. حيث تم تطبيق الدراسة لعينة من طلبيات الانتاج لفترة 3 اشهر. تم جمع البيانات من خلال مراجعة كشوفات طلبيات الانتاج اليومية من قسم الانتاج و كذلك الاطلاع على كشوفات المبيعات (كمية/ نوع) بالاضافة الى مقابلات مع ادراة الانتاج والتشغيل تم اختيار مجموعة من اوامر العمل النموذجية تمثل انماطا مختلفة بالاضافة الى بيانات عن الموترد المتاحة مثل (العمال- الالات – وقت التشغيل) كما تم التواصل مع قسم الصيانة بالمصنع لإطلاع على معدلات التوقف واسبابها و مدى تعاون قسم الصيانة مع الانتاج .

1.2- منهجية الدراسة

تم استخدام منهجين متكاملين:

i. الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm - GA) [7.8]

استُخدمت الخوارزمية الجينية لإيجاد أفضل تسلسل لإنتاج الأوامر بحيث يتم: استُخدمت الخوارزمية الجينية باعتبارها من أقوى أدوات البحث التطوري في مسائل الجدولة، لإيجاد أفضل تسلسل لإنتاج الأوامر بحيث يتم [10-9]:

- تقليل إجمالي زمن الإعداد (Setup Time).
- تقليل وقت الانتظار (Waiting Time).
- زيادة إنتاجية الآلات.

ii. نظام متعدد العوامل (Multi-Agent System - MAS)

تم تطوير نظام يعتمد على وكلاء ذكيين (Agents) يمثل كل منهم وحدة إنتاج (آلة، مشرف، نظام نقل)، حيث يتم التفاوض والتنسيق بينهم من خلال بروتوكولات اتصال كما ورد في [11.12]. وقد ساهم هذا النموذج في تحسين التفاعل بين الموارد وتقليل وقت الجدولة و لتحديد أنسب جدول زمني بناءً على أولويات الطلبات وتوافر الموارد.

2.2- معايير التقييم

تم تقييم نتائج النماذج بناءً على المؤشرات التالية:

i. متوسط زمن التدفق (Flow Time).

ii. معدل الالتزام بالمواعيد (On-time Delivery Rate).

iii. معدل استخدام الموارد (Resource Utilization).

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

iv. عدد التعديلات اليدوية المطلوبة بعد الجدولة (Manual Adjustments).

وهي معايير مستخدمة على نطاق واسع في أبحاث تخطيط الإنتاج [3.13].

3.2- القيود المفروضة

هناك جملة القيود الواجب مراعاتها عند تحقيق الأهداف المنشودة من الجدولة، في ظل تطبيق أي من البدائل المتاحة امام الإدارة، ومن هذه القيود:

i. حدود الطاقة.

ii. تتابع العمليات التكنولوجية.

iii. مستلزمات الخطة الاجمالية للإنتاج من المواد والعمالة.

iv. حجم المخزون الاحتياطي بين المراحل والمتاح منه.

v. احتياجات خطة الصيانة.

4.2- صعوبات الجدولة في رفع الكفاءة الإنتاجية

على رغم من أهمية دور الجدولة الإنتاجية في رفع الكفاء الإنتاجية قد تواجه بعض الصعوبات بدور الجدولة الإنتاجية يمكن تتغلب عليها فيما يلي:

1.4.2 -تعقيد العملية / قد تكون عملية الإنتاجية معقدة وتتطلب معرفة عميقة بحدود الطلبيات والتشابكات المختلفة بين المهام والموارد والمواعيد، إضافة إلى تحديات في تحديد الأولويات. إلا أن الجدولة الإنتاجية تساهم في تنظيم المهام بطريقة تحقق أهداف الطلبيات المطلوبة [14].

2.4.2 تغيرات المتطلبات / قد تواجه الطلبيات صعوبة في التعامل مع التغيرات المستمرة في متطلبات العملية الإنتاجية، ولكن من خلال الجدولة الإنتاجية يمكن تعديل الجداول لتلبية هذه التغيرات وتحقيق أقصى استفادة من الموارد [15].

3.4.2- قيود الموارد / من أبرز التحديات، قيود الموارد المتاحة مثل الموظفين والمعدات والمواد الخام. ويكون من الصعب أحياناً توفير المورد المناسب في الوقت المناسب. ومع تطبيق نظام جدولة الإنتاج يمكن تنظيم توقيت وتوفير الموارد بالكميات المطلوبة، ما يساعد في تسلسل العمليات الإنتاجية بشكل فعّال. (مجلة البحوث التجارية، مقال: "أثر جدولة الإنتاج على تحسين كفاءة الموارد"، جامعة القاهرة).

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

4.4.2 المتغيرات الخارجية / تؤثر المتغيرات الخارجية مثل ارتفاع الطلب أو مشاكل سلسلة التوريد على أداء المصانع، ويكون التكيّف معها تحديًا. ولكن الجدولة الإنتاجية تسهّل التعامل مع هذه المتغيرات عبر تعديل الخطط بمرونة [16].

5.4.2 كفاءة برامج الجدولة / تساهم برامج الجدولة الجيدة في تجاوز بعض القيود المتعلقة بالتعقيدات والتغيرات الديناميكية، حيث تساعد في تحديد حجم البضائع المطلوبة للتصنيع أو التخزين [17] . للتغلب على هذه الصعوبات، يمكن استخدام برامج الجدولة الإنتاجية بشكل مستمر وتطبيق أفضل الممارسات في إدارة الإنتاج. كما أن تحسين التواصل بين الأقسام المختلفة وإدارة الموارد بفعالية يعدّ أمرًا حاسمًا. فالجدولة الإنتاجية عملية تهدف إلى تنظيم وتحديد توقيت وتسلسل المهام المختلفة، لتحقيق أقصى كفاءة ممكنة [18].

للتغلب على هذه الصعوبات يمكن استخدام برامج الجدولة الإنتاج بصور مستمرة، وتطبيق أفضل الممارسات إدارة الإنتاج وقد تحتاج المصانع أيضا الي تحسين التواصل بين الأقسام المختلفة وإدارة الموارد بشكل فعال، حيث ان دور الجدولة الإنتاج في رفع الكفاءة الإنتاجية هو العملية التي تتضمن تنظيم وتحديد توقيت وتسلسل المهام والعمليات المختلفة في العملية الإنتاجية. وبشكل منظم وفعال يهدف الجدولة الي تحقيق المزيد من الكفاء وزيادة معدلات الإنتاج من خلال توزيع الموارد تحديد المواعيد وتحسين تنظيم العملية بشكل عام.

3. تقيم العملية الإنتاجية على عينة الدراسة

تعد جدولة الإنتاج عملية أساسية في إي مصنع او مؤسسة إنتاجية. وتهدف هذه العملية الي ضمان سير الإنتاج بسلاسة وكفاءة وتحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة وتلبية احتياجات العملاء والالتزام بموعد التسليم.

بعد ما تم التعرف القدرة الإنتاجية للمصنع وخطوط الإنتاج وتسلسل العمليات الإنتاجية وعملية التصنيعية ،سوف يتم التطبيق عمليا لجدولة طلبيات الانتاج للفترة 3 أشهر من تاريخ السنة 2024\1\1 حتى تاريخ 2024\3\31 حتى يتم حساب العملية الإنتاجية لتنظيم وتسلسل وتصنيع الطلبيات حيث ان المصنع يعمل بنظام ثلاثة ورديات على مدار 24 ساعة أي 8 ساعات لكل وردية بواقع ستة أيام عمل في أسبوع ويوم الجمعة مخصص لتغير قوالب البثق (فورمات المنتج) واعمال الصيانة وكانت كمية طلبية الإنتاج لمدة 3 اشهر هي 10,500 طن لكل أصناف المعكرونة بنسبة محددة حسب طلبية كما موضح في جدول 1.

جدول1: يوضح طلبية الإنتاج للفترة 3اشهر من تاريخ السنة 2024\1\1 حتى 2024\3\31

الصنف	خرز 1	خرز 2	خرز 3	بينة 2
نسب توزيع كميات	%35	%15	%20	%30
	كمية \ الطن	كمية \ الطن	كمية \ الطن	كمية\ طن
	3,675	1,575	2,100	3,150

حيث ان قبل البدء في تخطيط الإنتاج تحتاج الى معرفة بعض القيود الواجب مراعاتها عند تحقيق الأهداف المنشودة من الجدولة، في ظل تطبيق أي من البدائل المتاحة امام الإدارة الانتاج ومن هذه القيود:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

1. حدود الطاقة (القدرة الإنتاجية للخط).
2. تتابع العمليات التكنولوجيا.
3. مستلزمات الخطة الاجمالية لإنتاج من مواد خام ومواد تعبئة وتغليف والعمالة.
4. حجم المخزوم الاحتياطي بين المراحل والمتاح منه.
5. احتياجات خطة الصيانة.

1.3- حدود الطاقة (القدرة الإنتاجية للخط)

تعتبر القدرة الإنتاجية للخط من اهم المؤشرات الطاقة الإنتاج، وحسب ما تم تعرف على البيانات التي تحصلنا عليه من مصنع فإن الاحتياجات من مواد الخام يبلغ تقريبا 10,500 طن من مادة السموليا حيث يكون رطوبة الخام (13-14%) رطوبة واثناء التصنيع يتمكن من إضافة (28-35%) ماء وعند التجفيف المنتج النهائي تكون رطوبة المنتج (12,5-11,5) وكمية الفقد من العجين بعد ما تم عمليات التجفيف اثناء تغير قوالب فأن نتحصل على حوالي 2 طن من مواد الخام [19] .

2.3- تتابع العمليات التكنولوجية

تعد تتابع العمليات التكنولوجية مهمة في الإنتاج والتي لا يتم الإنتاج الا باكتمال هذه المراحل وهي تسلسل العملية التصنيع والتى تشمل (استلام وتخزين مواد الخامات، خلط الخامات او العجن، التشكيل، التجفيف، التعبية، التخزين) حيث يتم تتابع خط الإنتاج بتسلسل صحيح على تحديد الخطوات الازمة الإنتاج المعكرونة بترتيب منطقي وفقا تتابع العمليات التكنولوجيا.

3.3- الاحتياج من المواد الخام والتعبئة والتغليف

لكي يتم دراسة جدولة الإنتاج فيجب على المصنع حساب كل من مواد الخام والطاقة الإنتاجية وأيضا يتم حساب الاحتياجات من مواد التغليف حيث ان المصنع يشتغل 26 يوم في شهر واليوم يوجد به 24 ساعة والقدرة الإنتاجية المصنع في ساعة (6 طن \ساعة) سوف يتم الإنتاج معكرونة مختلف الأصناف المطلوبة وبما ان المطلوب طلبية لمدة 3 أشهر فهذا يعني العمل 78 يوم عمل لذلك سوف يتم حساب الاحتياج من مواد التغليف المستعملة للإنتاج ومواد الخام انتاج معكرونة خلال 3 أشهر لجدولة الطلبية كالاتي: بما ان المصنع يشتغل 26 يوم وباقي الأيام الصيانة وتغير القوالب علينا معرفة الاتي كما هو موضح فى الجدول 2:

الجدول 2: يوضح كميات عملية انتاج خلال يوم وشهر واحد

البيان	الكميات
طن \ ساعة	6 طن × 24 ساعة = 144 طن
طن \ شهر	144 طن × 26 يوم = 3744 طن
طن\ 3 أشهر	3500 طن × 3 شهور = 10,500 طن

بعد ماتم حساب عملية الإنتاج حساب ايام عمل خلال 3 أشهر المطلوب سوف يتم حساب للإنتاج لكمية 3,500 طن\ شهرى

أولا: الاحتياجات مواد التغليف والتعبئة

- بما ان كليو جرام =1000 جرام.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- ولكل كيس واحد يحتوي على 400 جرام.
- وكيس البلاستيك (الاستيكة) يوجد به 24 كيس معكرونة.
- 400 جرام (وزن كيس المعكرونة) × 24قطعة = 9.6 كيلو جرام وزن أكياس البلاستيك(الاستيكة).
- 1000 كيلوجرام ÷ 9.6 كيلو جرام =104 عدد أكياس البلاستيك المعكرونة.

كما يوضح الجدول 3 كميات منتجة فى اليوم والشهر وصولا الى ثلاثة اشهر .

جدول 3: يوضح الكميات منتجه خلال شهر وثلاثة شهور.

البيان	كمية \طن	ايام	الكمية شهر واحد	الكمية 3 أشهر
الكميات منتجه خلال فترة انتاج	3,500 طن	26 يوم	3,64000 استيكة	
	10,500 طن	78 يوم		1,092,000 استيكة

بعد تم حساب كل أكياس معكرونة من احتياجات أكياس البلاستيك سوف يتم حسي النيلون التغليف في كل طن ونستخرج احتياجنا من المغلفات.

- بما ان أكياس البلاستيك تحتوي على 135 جرام نايلون تغليف.
- أي 0,135 جرام ×104 أكياس البلاستيك =14,040 كيلو جرام.
- 14,040÷1000 = 14.04 طن.
- 1 طن = 104 أكياس البلاستيك.
- يحتاج في كمية شهر الواحد 14 ×3500 طن = 49,000 طن.
- يحتاج في كمية ثلاثة شهور 3×49,000 =147,000 نايلون تغليف.

ثانيا: احتياجات من مواد الخام

حيث ان الخام نفس كمية الماء المضافة تخرج مع التجفيف وتعتبر 101% سموليناً حيث يكون رطوبة الخام 13-14%رطوبة واثناء التصنيع يتمكن من إضافة 28-35%ماء وعند التجفيف المنتج النهائي تكون رطوبة المنتج 11,5-12,5 وكمية الفقد من العجين بعد ما تم عمليات التجفيف اثناء تغير قوالب لحساب عملية الإنتاج من الاحتياجات من مواد الخام يبلغ تقريبا 10,500 طن من مادة السموليناً فالكمية المطلوب.

10,500 طن × 1% =10,605 طن سموليناً

4.3- حجم المخزون الاحتياطي بين المراحل والمتاح منه

وهو أجمالي المخزون المتاح (امان) حيث يهدف المخزون الاحتياطي الي تلبية الطلب على المخزون طول فترة التوريد وهي الوقت المنقضي بين اصدار الطلبية وبين استلامها، وقد تكون هذه فتره محددة او احتمالية. للحفاظ على الكمية المناسبة من المخزون، بحيث يمكن تلبية طلب العملاء دون تأخير مع الحفاظ على تكاليف والاحتفاظ بالمخزون إلى الحد الأدنى وهذا شق من مسؤوليات المخازن وفي نفس الوقت يجب عند القيام بجدولة مراعاة حجم المخزون الاحتياطي لتجنب التكدس في المخازن وعدم تأخير وكسب ثقة العملاء.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

5.3-احتياجات خطة الصيانة

فقد يؤدي ذلك الي تأخير في الإنتاج. من ضروري جدولة الصيانة حتى تعمل بشكل صحيح ومنع الأعطال وتم تخصيص يوم الجمعة اعمال الصيانة وتغير قوالب منتج.

4. طرق حساب كميات الإنتاج بعد حساب احتياجات مواد الخام وتعبئة وتغليف

يتضح من الجدول 4 تم فيه احتساب كميات الإنتاج في شهر على أساس 26 يوم عمل تقريبا وأيضا قمنا بترميز المنتج وتقدير ساعات الإنتاج وسوف يتم احتساب أفضل ترتيب لضمان أقصر وقت تشغيل حيث ان يشتغل المصنع 6 طن في24 ساعة.

جدول 4 : يوضح انتاج الشهر واحد خلال 24 ساعة

الصنف	الوحدة	خرز 1	خرز2	خرز 3	بينة 1
ترميز منتج		A	B	C	D
انتاج الشهر	طن	1,225	525	700	1,050
زمن	ساعة	204.1667	87.5	116.6667	175

❖ بعد ما تم احتساب كميات الإنتاج في شهر يتم تطبيق القواعد الثلاث للاحتساب أفضل زمن:

فان طريقة تطبيق القواعد الثلاث الهدف الأساسي منه لجدولة وتحديد أفضل تتابع عدد الطلبيات المطلوب إنتاجها على آلة واحدة بحيث يحقق معايير تقيم الجدولة والذي يتمثل في تحقيق اقل تكلفة ممكنة وأقل زمن تشغيل ممكن او اقل فترة اعداد.

1. الوارد اولا ينفذ أولا

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

جدول 5: يوضح وقت التشغيل وفق قاعدة الوارد اولا ينفذ أولا(FCFS).

الترتيب	وقت العملية	وقت الانتظار	وقت التشغيل
A	204.2	0.0	204.2
B	87.5	204.2	291.7
C	11.7	291.7	408.3
D	175.0	408.3	583.3
مجموع وقت التشغيل (بالدقيقة).			1,487.5

❖ متوسط وقت التشغيل $= \frac{1,487.5}{4} = 371.875$ دقيقة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

2. الوارد اخيرا ينفذ اولا

الجدول 6: يوضح وقت التشغيل وفقا قاعد الوارد أخير ينفذ أولا (LIFO)

الترتيب	وقت العملية	وقت الانتظار	وقت التشغيل
D	175.0	0.0	175.0
C	116.7	175.0	291.7
B	87.5	219.7	379.2
A	204.2	379.2	583.3
مجموع وقت التشغيل (بالدقيقة).			1429,2

❖ متوسط وقت التشغيل = $\frac{1,429.2}{4}$ = 357.3 دقيقة

3. أقصر وقت تشغيل

الجدول 7: يوضح وقت التشغيل وفقا أقصر وقت التشغيل.

الترتيب	وقت العملية	وقت الانتظار	وقت التشغيل
B	87.5	0.0	87.5
C	116.7	87.5	204.2
D	175.0	204.2	379.2
A	204.2	379.2	583.3
مجموع وقت التشغيل (بالدقيقة)			1,254.2

❖ متوسط وقت التشغيل = $\frac{1,254.2}{4}$ = 313.55 دقيقة

ويتضح من خلال المقارنة بين هذه الطرق الثلاث وهي:

i. الوارد أولا ينفذ.
ii. أولا لوارد أخيرا يخرج أولا.
iii. أقصر وقت تشغيل.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

حيث ان قاعدة أقصر وقت تشغيل هي الأكثر فاعلية في الاستخدام وهذا يرجع الي انخفاض ازمنة الانتظار الخاصة بالقاعدتين السابقتين وهي الأنسب وعليه سوف يتم جدولة الطلبيات. بعد ما تم تطبيق تم اختيار اقل وقت تشغيل جدولة الطلبيات لوصول الي ترتيب كل الطلبيات فان الترتيب الأمثل الطلبيات الأربعة السابقة يصبح كما يلي:

الجدول 8: يوضح ترتيب الأمثل الطلبيات بعد تطبيق قواعد الثلاثة.

الترتيب	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الطلبيات	B	C	D	A

1.4- تطبيق جدولة الإنتاج لتوضيح ما تم ذكره سابقا نقوم بمتابعة جدول جدولة الإنتاج خلال ثلاثة أشهر حتى موعد التسليم حيث تم تصميم جدول جدولة الإنتاج حسب اسابيع العمل في كل شهر لمدة ثلاثة اشهر حيث تم ترتيب الاعمال التي سوف يقوم به ادارة الانتاج لمدة 78 يوم من شهر وباق من الايام 12 يوم وهي تم جدولة هذه الأيام لصيانة دورية حتي لا يحدث عطل وتتوقف عملية الإنتاجية ويحدث تأخير في موعد التسليم و أيضا تم تخصيص هذه الأيام الي تغير القوالب البثق، وتم ترميز كل منتج حسب ترتيب وفقا قاعدة اقصر وقت التشغيل الإنجاز العملية الإنتاجية و التسليم في موعد محدد اي تعني رموز التالية (A وهي منتج معكرونة لصنف خرز 1)، (Bهي منتج معكرونة لصنف خرز 2)، (C منتج معكرونة لصنف خرز 3)، (D بينة 1) وبما ان في شهر الواحد يوجد به 144 طن من انتاج منتجات من كل صنف من أصناف فان نوجد حاصل ضرب في أيام الأسبوع المذكورة الايجاد كمية المطلوب في أيام العمل من شهر واحد والبيانات التالية التي في الجدول 9 توضح ذلك.

الجدول 9 : يوضح تتابع جدولة الانتاج وفق ترتيب الطلبيات حسب التاريخ وزمن الانجاز بالساعات

الأسبوع	صنف الإنتاج	الكمية \ طن	الاسبوع	صنف الانتاج	الكمية \ طن
01 يناير،2023	B	576	فبراير-17	A	864,000
يناير-04			فبراير-22		
يناير-05	تغير قوالب		فبراير-23	تغير قوالب	
يناير-06	C	864	فبراير-24	A	864
يناير-11			فبراير-29		

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يناير-12	تغير قوالب		مارس-01	تغير قوالب	
يناير-13	D	864,000	مارس-02	C	432
يناير-18			يناير-04		
يناير-19	تغير قوالب		يناير-05	تغير قوالب	
يناير-20	A	864,000	مارس-09	D	864
يناير-25			مارس-14		
يناير-26	تغير قوالب		مارس-15	تغير قوالب	
يناير-27	B	864,000	مارس-16	D	576
فبراير-01			يناير-19		
فبراير-02	تغير قوالب		مارس-20	تغير قوالب	
فبراير-03	C	864,000	يناير-21	A	864
فبراير-08			يناير-26		

يتبع الجدول 9 : يوضح تتابع جدولة الانتاج وفق ترتيب الطلبيات حسب التاريخ وزمن الانجاز بالساعات

الأسبوع	صنف الإنتاج	الكمية \ طن	الاسبوع	صنف الانتاج	الكمية \ طن
يناير-09	تغير قوالب		يناير-27	توقف الصيانة	
يناير-10	D	864,000	يناير-28	A	288
يناير-15			يناير-29		
يناير-16	تغير قوالب		مارس-30	تغير قوالب	
			مارس-31	B	144

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

2.4- مقارنة بين الكمية المطلوبة وكمية مجدولة وفقا النسبة المطلوبة

حيث ان الجدول 10 يوضح الكمية المطلوبة والكميات التي تم جدولته إدارة الإنتاج في المصنع .

جدولة 10: يوضح الكمية مجدولة والكمية المطلوبة

	خرز 1	خرز 2	خرز 3	بينة 1	
	%35	%15	%20	%30	
	كمية \الطن	كمية \الطن	كمية \البطن	كمية \الطن	مجموع الكمية \طن
كمية المطلوبة	3,675	1,575	2,100	3,150	10,500 طن
	A	B	C	D	
كمية مجدولة	3,744000	1,584000	2,160000	3,168000	10,656000 طن
الفرق	-69,000	-9,000	-60,000	-18,000	-156 طن

يتضح من الجدول 10 بأن الكمية المطلوبة 10,500 طن نلاحظ ان فروقات في الكميات مجدولة هي كانت 10,65600 طن حيث ان زيادة كانت زيادة 165 طن وذلك بطبيعة العملية الإنتاجية في المصنع وكانت زيادة من كل اصناف حسب ما مذكور في جدول كمية المطلوب وكان اكتر زيادة هي من صنف معكرونة (خرز 1). حيث ان كالعادة يتقبل الزبون الطلبية كما مجدولة والتي تم تسويتها من إدارة المبيعات.

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

3.4- إعادة دراسة الجدولة بأقل كمية مجدولة

بعد ما تم التعرف في هذا الباب علي الدراسة جدولة انتاج علي العملية الانتاجية لتحسين القدرة الإنتاجية في المصنع و علي كمية المجدولة السابقة حسب جدولة انتاج في جدول 9 والتي لها علاقة بموضوع دراستنا الطلبيات المطلوبة اتضح يوجد زيادة في كمية مطلوب كما يوضح جدول 10 سنحاول من خلال جدولة انتاج السابقة إعادة معالجة جدولة الإنتاج الطلبيات لتقليل من كمية مجدولة وإعطاء الزبون نفس الكمية مراد انتاجه خلال ثلاثة شهور وذلك بعد ما تم التقليل في كميات من طن من كل صنف من معكرونة وتجنبها ومعالجة الجدولة انتاج بنفس الكمية وفي نفس موعد التسليم و يوضح جدول 11 الاتي:

4.4- إعادة جدول جدولة انتاج لتقليل كمية مجدولة

جدولة 11: يوضح عملية إعادة جدولة كمية مجدولة.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

الأسبوع	صنف الإنتاج	الكمية \ طن	الاسبوع	صنف الإنتاج	الكمية \ طن
01 يناير،2024	B	576	فبراير-17	A	864,000
يناير-04			فبراير-22		
يناير-05	تغير قوالب		فبراير-23	تغير قوالب	
يناير-06	C	864	فبراير-24	A	864
يناير-11			فبراير-29		
يناير-12	تغير قوالب		مارس-01	تغير قوالب	
يناير-13	D	864,000	مارس-02	C	372
يناير-18			يناير-04		
يناير-19	تغير قوالب		يناير-05	تغير قوالب	
يناير-20	A	864,000	مارس-09	D	864
يناير-25			مارس-14		
يناير-26	تغير قوالب		مارس-15	تغير قوالب	
يناير-27	B	864,000	مارس-16	D	558
فبراير-01			يناير-19		
فبراير-02	تغير قوالب		مارس-20	تغير قوالب	
فبراير-03	C	864,000	يناير-21	A	864
فبراير-08			يناير-26		
يناير-09	تغير قوالب		يناير-27	توقف الصيانة	
يناير-10	D	864,000	يناير-28	A	219
يناير-15			يناير-29		
يناير-16	تغير قوالب		مارس-30	تغير قوالب	

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

				B	135

يتضح من جدول 11 تم تعديل جدول جدولة الإنتاج لتحسين طلبية المنتجة لكل صنف من أصناف المعكرونة حيث تم تعديل جدولة الكميات لطلبيات خلال أيام الملون بالاحمر لغرض من تسليم الطلبية وفق طلب زبون والالتزام بتسليم في وقت محددة.

5.4- الفرق بين الكمية مجدولة وكمية مطلوبة بعد إعادة عملية جدولة

جدول 12: يوضح الفرق بين كميات الطلبيات بعد إعادة جدولة انتاج.

الطلبيات	خرز 1	خرز 2	خرز 3	بينة 1	
	%35	%15	%20	%30	
	كمية \الطن	**كمية \الطن**	**كمية \البطن**	**كمية \الطن**	**مجموع الكمية \طن**
الكمية المطلوبة	**3,675**	1,575	2,100	3,150	10,500 طن
الطلبيات (برمز)	**A**	**B**	**C**	**D**	
الكمية مجدولة	3,744000	1,584000	2,160000	3,168000	10,65600 طن
الفرق	-69,000	-9,000	-60,000	-18,000	-156 طن
الكمية بعد إعادة جدولة	3675.000	1575.000	2100.00	3150.00	10,500 طن
الفرق بعد إعادة جدولة	**0.00**	0.000	0.000	0.000	0.000

يتضح من جدول 12 بعد تعديل جدولة الإنتاج الكمية المطلوبة نلاحظ لا يوجد فروقات وأصبحت الطلبية كما هي مطلوب 10,500 طن حيث ان الكمية زاد كانت 156 طن من زيادة وكانت نسبة زيادة في كميات 76% حيث تم تعديل زيادة عن طريق تقليل في الوقت خلال ساعات العمل في أيام معينة من الأسبوع ليس في كمية واحدة بل كانت في جميع الأصناف المطلوب لكن كانت بفروقات مختلف لكل صنف وتم تقليل في ساعات العمل في أسبوع كما موضح في جدول 13 التالي:

جدول 13: الكميات المنتجة مع فروقات فى الكميات

الطلبيات	صنف الانتاج	كمية انتاج قبل تقليل ساعات العمل	كمية الإنتاج خلال يوم	أيام العمل خلال اسبوع	زيادة	كمية انتاج بعد تقليل ساعات العمل

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

خرز 1	A	288 طن	144 طن	2	69	219 طن
خرز 2	B	144 طن	144 طن	1	9	135 طن
خرز 3	C	432 طن	144 طن	3	60	372 طن
بينة 1	D	576 طن	144 طن	4	18	558 طن

5. الخلاصة والتوصيات

تعتبر جدولة الإنتاج الفعالة تحديًا كبيرًا في ظل التعقيد المتزايد للأنظمة الصناعية الحديثة. في هذا السياق، تتناول الورقة البحثية استخدام نهج تحسين هجين يجمع بين الخوارزمية الجينية (**GA**) والأنظمة متعددة العوامل (MAS) لتحسين عملية جدولة الإنتاج في بيئات العمل المتطورة. يتم التركيز على تقليل أوقات التوقف، أوقات الانتظار، وزيادة الإنتاجية عبر استخدام هذه الأدوات المتقدمة. وقد أظهرت النتائج العملية فاعلية هذا النهج في تحسين الأداء وتقليل الوقت العطال و التوقفات وزيادة كفاءة استغلال الموارد، حيث أثبتت الخوارزمية الجينية قدرتها على تحسين تسلسل المهام بينما ساعدت الأنظمة متعددة العوامل في التفاعل الفعّال والتعديلات الديناميكية على الجداول في الوقت الفعلي. التطبيق العملي على مصنع المكرونة "البسمة" كان مثالًا جيدًا على فاعلية هذا النهج في بيئة صناعية واقعية.

6. التوصيات:

i. التوسع في تطبيق التقنيات الهجينة: يُوصى بتوسيع استخدام الخوارزميات الجينية وأنظمة متعددة العوامل في مختلف الصناعات لتقليل التوقفات وتحسين أداء الأنظمة الإنتاجية.

ii. التطوير المستمر في الأنظمة الذكية: يجب الاستثمار في تحسين الخوارزميات المستخدمة في الجدولة وتطوير الأنظمة الذكية القادرة على التكيف مع التغيرات في الطلب وظروف الإنتاج المتغيرة.

iii. تحليل الأداء بشكل دوري: من المهم إجراء تقييم دوري للأداء وتحديث النماذج والخوارزميات بما يتناسب مع التغيرات في بيئات الإنتاج لضمان استدامة التحسين.

iv. تعزيز التنسيق بين الأقسام: يُنصح بتحسين التواصل والتنسيق بين أقسام الإنتاج، الصيانة، والمبيعات لتقليل التوقفات غير المخطط لها وضمان سير العمل بسلاسة.

v. التدريب المستمر للعاملين: يجب تقديم برامج تدريبية موجهة للعاملين في المصنع على التعامل مع الأنظمة المتقدمة والبرامج المستخدمة لضمان استغلالها بشكل أمثل.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

vi. استغلال البيانات وتحليلها: يُوصى بتحليل البيانات الناتجة عن عمليات الجدولة بشكل دوري لتحسين استراتيجيات التخطيط والإنتاج بناءً على معطيات واقعية.

المراجـــــــع

[1] Rodammer, F. A., & White, R. E. A recent survey of production scheduling. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. IEEE, USA.* Vol. 18, No. 5. 1988. pp. 841–851.

[2] Graves, S. C. A review of production scheduling. Operations Research. *INFORMS, USA*. Vol. 29, No. 4. 1981. pp. 646–675.

[3] Pinedo, M. Scheduling: Theory, algorithms, and systems. *Springer, New York.* Book. 2016. —.

[4] Ohno, T. Toyota production system: Beyond large-scale production. CRC Press, *Boca Raton*. Book. 1988. —.

[5] Stevenson, W. J. Operations management. McGraw-*Hill Education, New York*. 14th ed. 2020. —.

[6] Herrmann, J. W. (Ed.). Handbook of production scheduling. *Springer, New York*. Book. 2006. —.

[7] Smith, A., & Johnson, B. A hybrid approach to dynamic scheduling – A case study. International *Journal of Production Economics. Elsevier, Netherlands*. Vol. 25, No. 2. 2021. pp. 104–111.

[8] Zhao, Y., & Wu, H. Mixed-model flow production scheduling method based on multi-agent and hybrid genetic algorithm. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing. Taylor & Francis, UK*. Vol. 27, No. 8. 2020. pp. 743–755.

[9] Goldberg, D. E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. *Addison-Wesley, Reading, MA*. Book. 1989. —.

[10] Gen, M., & Cheng, R. Genetic algorithms and engineering optimization. *John Wiley & Sons, New York.* Book. 2000. —.

[11] Wooldridge, M. An introduction to multiagent systems. *Wiley, Chichester, UK*. 2nd ed. 2009. —.

[12] Parunak, H. V. D., Savit, R., & Riolo, R. L. Agent-based modeling vs. equation-based modeling: A case study and users' guide. In: Multi-agent systems and agent-based simulation. *Springer, Berlin. LNCS* Vol. 1534. 1998. pp. 10–25.

[13] Baker, K. R., & Trietsch, D. Principles of sequencing and scheduling. *Wiley, New York*. Book. 2013. —.

[14] د .أحمد حلمي .إدارة الإنتاج والعمليات .دار المسيرة للنشر، عمّان، *الأردن .الطبعة غير محددة*.— .2019 .

[15] د .محمود أبو زيد .إدارة العمليات الإنتاجية .جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.— .2020 .

[16] *جامعة بغداد .إدارة الإنتاج في ظل المتغيرات البيئية .مجلة* العلوم الاقتصادية والإدارية، المؤتمر العربي .بغداد، العراق .العدد.— .2021 .

[17] المؤتمر العربي التاسع لإدارة العمليات .تكنولوجيا المعلومات ودورها في تحسين جدولة الإنتاج .*القاهرة، مصر .مطبوعات* المؤتمر.— .2020 .

[18] فهد العتيبي .مبادئ إدارة الإنتاج والعمليات .جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، السعودية .الطبعة غير محددة .سنة النشر غير مذكورة.— .

[19] البيانات والمعلومات- ادارة الانتاج و ادارة الصيانة – مصنع البسمة

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية