SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.23 NO. 2 2024
DOI: 10.51984/JOPAS.V23I2.2994

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: http://www.sebhau.edu.ly/journal/jopas

تطبيق قواعد الأسبقية في تنفيذ الأعمال لغرض توازن خطوط التجميع باستخدام الجداول الإلكترونية

سالم عبد السلام التريكي* [1] عمر إبراهيم اعزوزة [2] مادي عبدالله نصر [3] شيماء محمد الأسطى [1]

[1] قسم الهندسة الصناعية, كلية التقنية الصناعية, مصراته, ليبيا.

[2] قسم الهندسة الصناعية والتصنيع, كلية الهندسة, جامعة مصراته, مصراته, ليبيا.

[3] قسم الهندسة الكيميائية والنفط,مدرسة العلوم التطبيقية والهندسية,الأكاديمية الليبية للدراسات العليا ,جنزور طرابلس ليبيا.

الملخص

يعد موضـــوع موازنة خطوط التجميع من الأنشـــطة المهمة في إدارة الانتاج والعمليات لما له من أهمية في رفع كفاءة وفاعلية خطوط التجميع والتقليل من الوقت الضـــائع، وتقليل الاختناقات التي تعيق تدفق الإنتاج ومن المشـــاكل التي تواجه عمليات الإنتاج هي انخفاض كفاءة الخط إضـــافة إلى وجود وقت ضـــائع وحدوث حالات اختناق للإنتاج بين محطات العمل، لذلك كان هدف هذه الورقة موازنة خط التجميع باتباع قواعد الأســـبقية المختلفة، وقد تم تصـميم نظام لإعادة ترتيب وموازنة خط التجميع باسـتخدام برنامج الإكسـل بهدف الحصـول على أفضـــل ترتيب وفق خمس طرق ترتيب للمهام . حيث أظهرت النتائج أن قاعدة الاســـبقية لطريقة الوزن الموقعي المرجح أعلى كفاءة بنسبة 88% وبأقل وقت عاطل 22 دقيقة.

الكلمات المفتاحية:

موازنة خطوط التجميع
الزمن العاطل
محطات العمل
قواعد الأسبقية
الجداول الإلكترونية

Applying Precedence Rules in Executing Work for the Purpose of Balancing Assembly Lines Using Electronic Tables

*Salem Abdulsalam Elteriki*a Omar Ibrahim Azouza b, Madi Abdullah Naserc, Shaima Muhammad Al-Ustaa*

[a]Department of Industrial Engineering, College of Industrial Technology, Misurata, Libya.
[b]Department of Industrial Engineering and Manufacturing, Faculty of Engineering, Misurata University, Misurata, Libya.
[c]Department of Chemical and Petroleum Engineering, School of Applied Sciences and Engineering, Academy for Postgraduate Studies, Janzour, Tripoli, Libya.

Keywords:

Balancing Assembly Lines
Idle Time
Workstations
Precedence Rules
Electronic Tables

ABSTRACT

The issue of balancing assembly lines is one of the important activities in production and operations management because of its importance in raising the efficiency and effectiveness of assembly lines, reducing wasted time, and reducing bottlenecks that hinder the flow of production. Among the problems facing production operations is the decrease in line efficiency in addition to the presence of wasted time and the occurrence of accidents. Production bottleneck between workstations, so the goal of this paper was to balance the assembly line by following different precedence rules. A system was designed to re-arrange and balance the assembly line using the Excel program with the aim of obtaining the best arrangement according to five ways of arranging tasks. The results showed that the priority rule for the weighted site weighing method had the highest efficiency of 88% and the lowest wasted time of 22 minutes.

1. المقدمة

نظرا للانتشار الواسع للشركات الصناعية واعتمادها على المنافسة مع غيرها من الشركات من حيث الجودة، ورضاء الزبائن، وتلبية متطلباتهم ، وهذا يتطلب أن تكون معداتها وآلاتها جاهزة للعمل في الوقت المحدد مع وجود نظام توازن لخطوط التجميع، ويعني مصطلح موازنة خط الإنتاج ترتيب الخط

*Corresponding author.
E-mail addresses: salematriki@yahoo.com, (O. I. Azouza) Omar.i.azouza@gmail.com, (M. A. Naser) madi.naser@academy.edu.ly, (S. M. Al-Usta) Shmohammed11@gmail.com

Article History : Received 31 January 2024 - Received in revised form 30 June 2024 - Accepted 06 July 2024

الإنتاجي بالشكل والأسلوب الذي يضمن الانسياب السهل والمنتظم للعمليات الإنتاجية من إحدى محطات العمل إلى الأخرى التي تليها، بحيث لا يكون هناك أي تأخير أو تعطل في أية محطة عمل، والتي من شأنها أن تتسبب في توقف المحطة التالية لها عن العمل وإتمام العمليات التصنيعية اللازمة عليها.

إن انعدام حالة التوازن في الخط الإنتاجي يؤثر سلباً على سير الأعمال في المصنع، وقد ويؤدي إلى عدم تحقيق الانسياب الكامل للعمل. وعند حالة حدوث ظاهرة الاختناق في الخط الإنتاجي؛ تزداد كميات المخزون من المواد تحت الصنع، الأمر الذي يؤدي إلى وجود صعوبة في مناولة المواد، وارتباك في حركة العمال، واحتمال تعرض المنتجات للتلف، وزيادة تكاليف الإنتاج، وانخفاض الطاقة الإنتاجية الكلية للخط الإنتاجي. أما في حالة حدوث ظاهرة الوقت العاطل، فإن ذلك يعني حدوث توقف في بعض محطات العمل لفترة زمنية معينة وما يترتب على ذلك من هدر في الأموال، وضياع الجهد المبذول، بسبب توقف الآلات عن العمل، وتعطل القوى العاملة، وهذه الأسباب تؤدي إلى عدم تحقيق الاستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية المتاحة بالإضافة إلى هبوط الروح المعنوية للعاملين [1].

وعادة ما يتعرض نظام توازن خطوط التجميع بالمؤسسات الصناعية إلى مجموعة من الاختناقات والمعوقات، والتي من أهمها التوقفات في تنفيذ المهام داخل خطوط التجميع وفي سير العمليات للخط، ووجود مساحات غير مستغلة داخل المصنع، وهذا الأمر يودي لعدم القدرة على تحقيق الأهداف، وضياع الكثير من الوقت والمال، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وارتفاع مستوى المخزون. ويهدف الاستغلال الأمثل للمساحات المتاحة داخل المؤسسات الصناعية لتسهيل حركة العاملين، وتمكنهم من تنفيذ أعمالهم بأقصى سرعة ممكنة دون حدوث عرقلة، أو توقف في تدفق المواد .

وتهدف موازنة خط الإنتاج إلى رفع الكفاءة الإنتاجية من خلال اختيار الترتيب المناسب من المهمات؛ لأدائها على المحطة، والتي تساهم في تقليل نقاط الاختناق التي تعوق حركة الأفراد، أو المواد، أو الآلات داخل الموقع إلى أقل حد ممكن، لكي يكون أداؤها بطريقة تتابعية واضحة وفي أوقات متقاربة على كل محطة، حتى نتمكن من اختيار العدد الأنسب من المحطات وكذلك عدد العاملين في خط الإنتاج، وتهدف موازنة خطوط التجميع إلى تحديد أي خطوة من العمليات التصنيعية التي تتراكم عليها أعمال غير منجزة، والتي ستكون هي نقطة الاختناق على خط الإنتاج، والتي ستحدد قدرة كامل النظام على تحقيق أعلى نسبة ممكنة للمساحات المتاحة. ومن ثم وضع الآلات والمعدات بالشكل الذي يسمح بتحقيق أقصى استخدام لها، وذلك يسهل عملية الإشراف والمتابعة وتحسين تدفق العمل، وحل مشكلة السرعة، حيث يتم توزيع عبء العمل (Workload) على مختلف المحطات الإنتاجية [2].

هذه الدراسة تهدف إلى التعرف على القواعد المستخدمة في موازنة خطوط التجميع، وتطبيق برنامج الجداول الإلكترونية (الإكسل) على هذه الطرق في موازنة خطوط التجميع، وحساب المؤشرات لكل قاعدة، والمفاضلة في اختيار الطريقة الأفضل من بين الطرق المستخدمة.

2. الدراسات السابقة

ازداد الاهتمام بموضوع موازنة خطوط التجميع في العقود الأخيرة؛ لما له من دور في بقاء المؤسسات الصناعية في سباق المنافسة. دراسات عدة تطرقت لموضوع الموازنة لخطوط التجميع، وعملت على استخدام عدة طرق وأساليب لحل مشكلة الموازنة. ومن هذه الدراسات:

قامت م. حنين حسن سرحان، (2016) بإجراء بحث تحت عنوان "أثر موازنة الخطوط الإنتاجية في تحديد الوقت الأمثل لصنع المنتج" حيث ثم فيه دراسة حالات الاختناق، وزيادة عدد المحطات وانخفاض المخرجات الفعلية، وتوصلت الباحثة الى أهمية تغيير المحطات واستبدال الآلات واستخدام عمالة إضافية ماهرة [3].

وقد قامت الباحثة فضيلة سليمان داوود. (2016) بدراسة الطرق المستخدمة لموازنة خط الإنتاج وتطبيقها على مصنع ثلاجات 9 قدم؛ وذلك للتعرف على الطرق ومعايير تقييمها، واختيار الطرق الأفضل من بين تباين اختلاف معايير تقييم أداء خط الإنتاج باختلاف الطرق المستخدمة في موازنة خط التجميع، وقد توصلت الباحثة إلى ترتيب أفضل ثلاث طرق في موازنة خط الإنتاج وهي كالتالي: طريقة Moodie-young تم طريقة Comsoal يليها طريقةالوزن الموقعي المرجح RPW [4].

بينما استخدم Howard J.Weiss (2013) برنامج الإكسل في تطبيق قواعد الاسبقية الخمسة في ترتيب أولويات تنفيذ الاعمال على الوحدة المنتجة؛ وذلك لتحقيق التوازن لخط الإنتاج من خلال استخدام الصيغ والمعادلات المتوفرة في البرنامج[5] .

3. ترتيب محطات العمل في خطوط التجميع

يجرى تصميم خطوط التجميع النهائي، لغرض ترتيب المكونات المختلفة للمنتج النهائي؛ وجعله مطابقاً للمواصفات عن طريق تجزئة الوظائف والأعمال المعقدة إلى عناصر صغيرة سهلة التعلم قابلة للتكرار، ويحتوي عادة خط التجميع على سلسلة من محطات العمل التي يتم خلالها تنفيذ الأداء الفعلي لهذه المهام على المنتج، وتصمم خطوط التجميع النهائي لإنتاج أحجام كبيرة من منتج واحد ذو مواصفات نمطية.

وتتصف خطوط التجميع النهائي حالها في ذلك حال أنظمة الإنتاج المتدفق بنمط هيكلة المنتج وتركيبته، أو العلاقة التي تعتمد على الأسبقية في تنفيذ العمليات التي توضح الكيفية التي يتم بموجبها أداء كل وظيفة على خط التجميع النهائي.

تهدف عملية ترتيب محطات العمل في خطوط التجميع النهائي إلى تحقق هدفين أساسيين هما:

أ- التكلفة الدنيا الممكنة لمناولة المواد وانتقالها ما بين محطات العمل.

ب- تخفيق موازنة خط التجميع بنفس الطريقة التي يتم بموجبها موازنة نظام التدفق المستمر للإنتاج.

وطالما أن الوظائف تحدد لكل محطة من محطات العمل من خلال مشاهدة جميع علاقات الأسبقية لهذه الوظائف والعمليات، فإن الهدف الأول يصبح ممكن التحقيق عن طريق ترتيب محطات العمل على أساس الأسبقيات التي تحقق الحد الأدنى لحركة المواد وتنقلها ما بين محطات العمل. في حين أن الهدف الثاني يتحقق من خلال تخصيص مقدار متساوي من حجم العمل لكل محطة من محطات العمل التي يتكون منها الخط.

4. قواعد الأسبقية المستخدمة في توزيع النشاطات على محطات العمل :

توجد عدة قواعد اسبقية تستخدم في تحديد الاولوية وترتيب وتخصيص المهام على محطات العمل كالاتي [2] :

1. أطول وقت للنشاط :(LPT) بموجب هذه القاعدة يتم إعداد قائمة بجميع النشاطات مرتبة تنازليا من أطول وقت إلى أقصر وقت، ثم توزع النشاطات على المحطات وفق هذا المعيار ابتداء بالمحطة الأولى شرط عدم تجاوز علاقات التتابع بين النشاطات.
2. أكبر عدد من النشاطات التابعة :(MFT) يتم إعداد قائمة بالنشاطات ابتداء بالنشاطات المتبوعة بأكبر عدد من النشاطات نزولا إلى النشاطات المتبوعة بأقل عدد من النشاطات. ثم توزع النشاطات على المحطات وفق هذا المعيار شرط عدم تجاوز علاقات التتابع بينها.
3. الوزن الموقعي المرجح :(RPW) ترتب النشاطات هنا على أساس مجموع وقت النشاط والأوقات التابعة له وتوزع النشاطات على المحطات ابتداء من النشاط الذي يحصل على أكبر مجموع نزولا إلى النشاط الذي حصل على أقل مجموع شرط عدم تجاوز علاقات التتابع بين النشاطات.
4. أقصر وقت للنشاط :(SPT) ترتب النشاطات في قائمة ابتداء من أقصر وقت إلى أطول وقت، ثم توزع النشاطات على محطات العمل على وفق هذا المعيار شرط عدم تجاوز علاقات التتابع بين النشاطات.
5. أقل عدد من النشاطات التابعة (LFT): حيث يتم الترتيب وفق عدد النشاطات التابعة ابتداء من تلك المتبوعة بأقل عدد إلى تلك المتبوعة بأكبر عدد من النشاطات، ثم توزع النشاطات على محطات العمل وفق هذا المعيار شرط عدم تجاوز علاقات التتابع بين النشاطات.

5. موازنة الخط التجميعي:

قبل الدخول في تفاصيل موازنة خطوط التجميع لابد من تعريف بعض المصطلحات:

- خط التجميع: هو مجموعة من محطات العمل مسؤولة عن تجميع منتوج معين وفق مراحل محددة، بحيث تكون مخرجات كل محطة عمل مدخلات للمحطة التالية مباشرة، وتنتقل المواد بين المحطات إما يدويا أو باستخدام الأحزمة الناقلة، أو انسيابيا بفعل الجاذبية الأرضية.
- محطة العمل (WS): هي مجموعة من العمال والآلات مكلفة بإنجاز نشاط أو مجموعة من النشاطات.
- النشاط: مجموعة من الفاعليات، يمكن تمييزها عن الفاعليات الأخرى وتنجز في محطة عمل.
- محتوي العمل (JC): هو مجموع الأوقات اللازمة لإنجاز جميع الأنشطة المتعلقة بتجميع وحدة واحدة من المنتوج.
- وقت دورة الإنتاج (Ct): وهي حاصل قسمة الوقت المتاح للإنتاج باليوم على الطلب اليومي، وتحسب بالمعادلة الآتية:

$$Ct=PT/D \quad \text{.....(1)}$$

حيث: PT = الوقت المتاح للإنتاج باليوم.

D = الطلب اليومي.

العدد النظري الأدنى لمحطات العمل (WS): وهو عبارة عن حاصل قسمة محتوى العمل (JC) على دورة الإنتاج النظرية (Ct) ويحسب بالمعادلة الآتية:

$$WS=JC/Ct \quad \text{..... (2)}$$

الكفاءة (E): وهي النسبة المئوية بين محتوى العمل وحاصل ضرب عدد المحطات النظري (WSt) في وقت دورة الإنتاج، وتحسب الكفاءة بالمعادلة الآتية:

$$E=JC/(Ct\times WS) \times 100 \quad \text{..... (3)}$$

نسبة الوقت الضائع (B%) : وتحسب بالمعادلة الآتية :

$$B=100\%-E \quad \text{..... (4)}$$

الوقت العاطل أو الضائع (I) : وهو المجموع غير المستغل من وقت الإنتاج في جميع المحطات ويحسب بالمعادلة الآتية :

$$I=(WS\times Ct)-JC \quad \text{..... (5)}$$

وهناك خطوات أساسية لتحقيق التوازن في الخط التجميعي هي:

1. تحديد عناصر العمل، أو الفعاليات التي تعبر عن أدنى تقسيم جزئي ممكن لمحتوى العمل في خط التجميع بأكمله.
2. تحديد علاقات التتابع بين عناصر العمل، وأسبقية كل عنصر في الإنجاز.
3. تحديد وقت الدورة.
4. احتساب عدد محطات العمل.

6. الدراسة التطبيقية على المنتوج

تم استخدام دولاب ملابس كمنتوج وذلك لتطبيق قواعد الأسبقية عليه، حيث يتم تصنيع أجزاء هذا المنتج أولاً ومن بعدها تجمع الأجزاء، ليتم أخذ القياسات لصنع الأبواب وعندها تركب المفصلات في الأبواب، ثم تركب الأبواب على الدولاب، ومنها يتم وضع المقابض وتركيب علاقات الملابس، ومن بعدها توضع قطع بلاستيكية للأرفف المتحركة على حسب الوضع الذي يناسب الزبون، ويستخدم الجزء العلوي يتم استخدمه في التخزين.

ومن خلال الزيارات الميدانية لمصنع البرقلي للأثاث والاطلاع على عمليات تجميع الدولاب تم إعداد جدول بيانات أجزاء المنتج مع الزمن المستغرق لتركيب كل جزء والمهمة التي تسبقه كما هو مبين في الجدول (1).

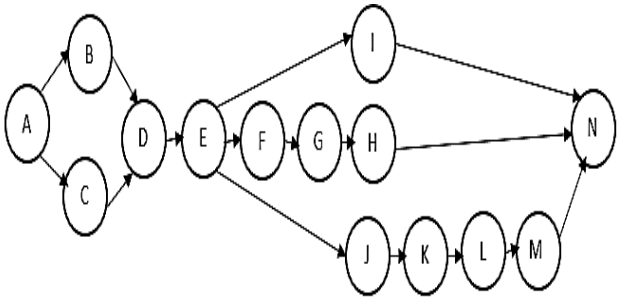
جدول 1: بيانات أجزاء المنتوج

اسم الجزء	رمز الجزء	يعتمد على	زمن التنفيذ (دقيقة)
القاعدة	A	--	2
الجانب الأيمن	B	A	3
الجانب الأيسر	C	A	3
ظهر الدولاب	D	B, C	5
قواطيع كاملة	E	D	6
قواطيع صغيرة	F	E	6
أرفف داخلية صغيرة	G	F	10
أدرج مخفية داخلية	H	G	5
أرفف ثابتة	I	E	6
سطح الدولاب	J	E	5
تركيب المفصلات	K	J	30
تركيب الأبواب	L	K	61
تركيب المقابض	M	L	15
الفحص والتعديل	N	H, I, M	5

ومن بيانات الجدول السابق تم تحديد دورة الإنتاج بحيث تكون أكبر من أو تساوي أكبر زمن نشاط لتجميع الدولاب وهي 61دقيقة .

1. إعداد وتصميم مخطط التتابع:

تم تصميم شبكة تتابع الأعمال بطريقة الأسهم بالاعتماد على البيانات في الجدول (1) والشكل (1) يوضح مخطط شبكة التتابع لتجميع أجزاء المنتوج.



شكل 1: مخطط التتابع لتجميع أجزاء المنتوج

2. استخدام نموذج ورقة الانتشار :(Spread Sheet)

تم إدخال معلومات أجزاء المنتوج في جدول الانتشار ببرنامج الإكسل بعد إن تم تصميمها لتلائم عدد المهام وعلاقاتها في مخطط التتابع بقواعد الأسبقية المختلفة، ومن خلال هذا النموذج تم الحصول على توازن خط التجميع وعدد محطات العمل، ونسبة الكفاءة، ومقدار الوقت الضائع لكل قاعدة من قواعد ترتيب المهام على محطات العمل.

3. توازن تجميع الدولاب:

توزيع النشاطات على محطات العمل، بحيث لا يتجاوز مجموع الوقت المخصص لكل محطة عمل لدورة الإنتاج (61 دقيقة) مع عدم تجاوز علاقات التتابع بين النشاطات، أي لا يجوز تخصيص نشاط لمحطة ما قبل تخصيص النشاط الذي يسبقه مباشرة. ويمكن توزيع النشاطات على محطات العمل بإتباع إحدى طرق الأسبقية الموضحة بالجدول (2) .

وباتباع قواعد الأسبقية تم توزيع النشاطات على محطات العمل، كما بُين في الجدول (2)، ويلاحظ من التوزيع أن عدد محطات العمل لم يتجاوز 4 محطات .

وباتباع قاعدة الأسبقية الثالثة (طريقة الوزن الموقعي المرجح) تم توزيع النشاطات على محطات العمل ويلاحظ من التوزيع أن عدد محطات العمل لم يتجاوز 3 محطات، ويؤدي نقص عدد محطات العمل إلى انخفاض إجمالي الوقت الضائع، وهذا بدوره ينعكس على زيادة نسبة الكفاءة.

وبتقسيم المهام على محطات العمل وذلك بتطبيق قواعد الأسبقية الخمسة وباستخدام برنامج الإكسل يتضح تساوي أربع قواعد لها الأسبقية في عدة محطات، بحيث لم تتجاوز أربع محطات مع اختلاف في توزيع الأعمال على كل محطة حسب خصائص كل قاعدة، والجدول (2) يوضح تخصيص أجزاء المنتوج على محطات العمل على حسب كل قاعدة أسبقية.

جدول 2: توزيع المهام على محطات العمل حسب قواعد الأسبقية

القاعدة	محطة (1)	محطة (2)	محطة (3)	محطة (4)
LPT	A,B,C,D,E,J,F,I,G,H	K	L	N,M
MFT	A,B,C,D.E.F.G.I.H.J	K	L	M,N
RPW	A,B,C,D,E,J,K,F	L	G,M,I,H,N	-----
SPT	A,B,C,D,E,J,F,I,G,H	K	L	M,N
LFT	A,B,C,D,E,I,F,G,H,J	K	L	M,N

ولتحديد الوقت العاطل؛ تم تقسيم الوقت الكلي إلى جزئيين يتكونان من وقت تشغيل، ووقت عاطل لكل قاعدة من قواعد الأسبقية كما وضح في الجدول رقم (3)

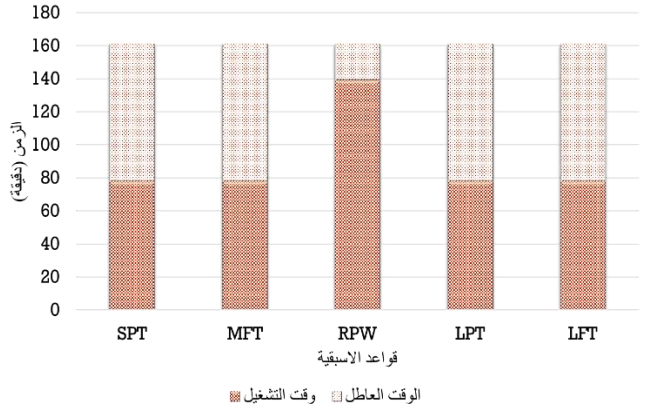
جدول 3: تقسيم الوقت الكلي حسب قواعد الأسبقية

القاعدة	LPT	MFT	RPW	SPT	LFT
وقت التشغيل (د)	78	78	139	78	78
الوقت العاطل (د)	83	83	22	83	83

4. المفاضلة بين قواعد الأسبقية المستخدمة:

ومن خلال تطبيق قواعد الأسبقية والمقارنة بينهما تبين لنا أن أفضل طريقة هي طريقة الوزن الموقعي المرجح، حيث أدت إلى تقليص عدد محطات العمل وانخفاض في إجمالي الوقت الضائع وانعكس ذلك على ارتفاع نسبة الكفاءة، كما هو موضح في الجدول.(4)

اختلاف طريقة الوزن الموقعي المرجح لباقي الطرق يمثل أقل زمن عاطل يمكن تخفيضه في تجميع المنتوج، وهو ما يمثل عنق الزجاجة أي أنه لا يمكن زيادة وقت التشغيل أكثر من 139 دقيقة كما هو موضح بالشكل (2)



شكل 2: وقت التشغيل والوقت العاطل لكل قاعدة

ولخفض الوقت العاطل لابد من تخفيض عدد محطات العمل مع ثبات الوقت الدوري لخط التجميع، وهذا ينعكس على الكفاءة. فعندما انخفضت محطة عمل بمحطة واحدة زادت الكفاءة بـ 22% وانخفض الوقت العاطل بمقدار 61 دقيقة. والجدول (4) يبين مؤشرات تطبيق قواعد الأسبقية وكيف يتم المفاضلة بين الطرق الخمسة.

الجدول 4: مؤشرات قواعد الأسبقية

المؤشرات	قواعد الأسبقية				
	LPT	MFT	RPW	SPT	LFT
عدد المحطات	4	4	3	4	4
الكفاءة %	66	66	88	66	66
الوقت الضائع %	34	34	12	34	34

7. الاستنتاجات

من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية للبحث؛ تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

1. الافتقار إلى استخدام الأساليب والنماذج الرياضية في موازنة خطوط التجميع للمنتجات الصناعية.
2. يتم تجميع المنتجات بعدة قواعد أسبقية حسب تتابع واعتماد المهام، وقد تختلف في زمن الوقت العاطل وعدد محطات العمل.
3. تعتبر طريقة وزن الموقع المرجح أفضل طريقة في توازن خط تجميع المنتوج.
4. عدم تدريب العاملين والفنيين على استخدام جهاز الحاسب للاستفادة من البرامج الإحصائية، مثل: برنامج الإكسل لتوفير الوقت وتقليص محطات العمل.
5. تعتمد طريقة تجميع الأثاث بالمصنع على الخبرة والمهارة الشخصية، وعدم الرجوع لخرائط أو شبكات تتابع تنفيذ العمل والتجميع.

8. التوصيات

من خلال الاستنتاجات السابقة يمكن أن نوصي بما يأتي:

1. العمل على اتباع قواعد الأسبقية التي تحقق أعلى كفاءة تشغيلية لخطوط التجميع، وأقل وقت ضائع بين محطات العمل.
2. التركيز على تدريب العاملين في الشركات الصناعية على استخدام التقنيات والبرمجيات في مجال الإنتاج.
3. البحث عن طرق غير تقليدية في موازنة خطوط التجميع للمصانع الكبيرة.
4. تطبيق طرق الجداول الإلكترونية في توازن خط الإنتاج في مصانع التجميع للأجهزة الكهربائية.

9. المراجع

[1]- أبو القاسم مسعود الشيخ،" التنظيم التخطيطي للمصانع "، دار الكتب الوطنية -بنغازي-ليبيا، ط 1 :2016.

[2]- صباح مجيد النجار، د/ عبد الكريم محسن،" إدارة الإنتاج والعمليات "، مكتبة الذاكرة، ط 1 :2006.

[3]- حنين حسن سرحان، "أثر موازنة الخطوط الإنتاجية في تحديد الوقت الأمثل لصنع المنتج" بحث مقدم إلى مجلس كلية الاقتصاد – قسم إدارة الأعمال كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في الادارة والاقتصاد، 2016.

[4]- فضيلة سلمان داود، "اختبار أساليب موازنة خطوط الإنتاج"، دراسة تطبيقية في شركة الصناعات الخفيفة – معمل الثلاجات الزعفرانية/بغداد، جامعة بغداد 2016.

[5]- Howard J. Weiss. Implementing Line Balancing Heuristics in Spreadsheets. Informs Transactions on Education. Vol. 13, No. 2, January 2013.

[6]- جمال طاهر أبو الفتوح الحجازي " إدارة الإنتاج والعمليات – مدخل إدارة الجودة الشاملة " مكتب القاهرة للطباعة والتصوير، ط 1 :2002.

[7]- عبد الستار محمد العلي إدارة الإنتاج والعمليات – مدخل كمي "، دار وائل للنشر - عمان -، ط 1: 2000.

[8]- خالد العامري " إكسل97 "، دار الفاروق للنشر والتوزيع القاهرة، ط 1 :1998.

[9]- Reid, R. Dan & Sanders, Nada, R. (2011)"Operations Management An Integrated Approach" (4th Ed.), U.S.A., John Wiley & Sons, Inc.