

استخدام أسلوب موازنة خطوط الإنتاج للوصول الى الحل الامثل (دراسة تطبيقية)
أ.م. راند لازم علي الحساوي*

المستخلص:

يهدف أسلوب (موازنة خطوط الإنتاج) الى تحريك المواد المراد تشغيلها من محطة عمل الى أخرى وتقوم كل محطة بانجاز جزء من العمل مرتبطة بفترة زمنية معينة وذلك للوصول الى توازن مخرجات الخط مع المتطلبات بشرط لا تتراكم المخرجات عند احدى المحطات أو يفقد الوقت . من خلال تطبيق طريقتي (المحاولة والخطأ والتقريبية) حيث تعمل هذه الطرق على زيادة الكفاءة والتنسيق بين محطات العمل بهدف الوصول الى الموازنة الكلية والتي تقود الى زيادة الأرباح وهذا ما تسعى اليه أي مؤسسة صناعية . وعكس هذا يؤدي الى حدوث التأخير في التنفيذ نتيجة عدم الالتزام بالخطوة ومحتوياتها مما يؤدي الى ظهور حالات الخلل والانحراف في النتائج . ووجد ان الطريقة الثانية التقريبية ذات كفاءة أعلى لحل المشاكل المتصلة بموازنة الخطوط ,
المصطلحات المستخدمة: ، موازنة خطوط الإنتاج، طريقة المحاولة والخطأ، طريقة التقريب.

Use the balancing method of production lines to reach the optimal solution: An Empirical Study

Abstract:

The method of balancing the production lines aims to move the materials to be operated from one work station to another. Through the application of methods (attempt, error and approximation) where these methods to increase efficiency and coordination between workstations in order to reach the overall budget, which leads to increase profits and this is what any industrial enterprise seeks. Reversing this leads to delays in implementation due to non-compliance with the plan and its contents, which leads to the emergence of imbalances and deviation in the results. The second approximate method was found to be more efficient for solving problems related to line balancing.

Terminology used, equilibrium production lines, trial and error method, rounding method.

(1)المقدمة:

من الاساليب المستعملة في بحوث العمليات هو أسلوب (موازنة الخطوط) حيث توصف خطوط الإنتاج او التجميع بأنها حركة او تحريك المواد تشغيلها او تجميعها من محطة عمل (work station) [6] ، الى محطة عمل لاحقة حيث تقوم كل محطة بأجراء جزء من العمل على هذه المواد خلال فترة زمنية معينة يعبر عنها بوقت الدورة (Cycle time).

وبحيث تتوازن مخرجات الخط مع المتطلبات . وتتوازن مخرجات كل محطة بمعنى ان تكون مخرجات كل محطة على حدة متساوية والا تتراكم المخرجات عند احدى المحطات او بعضها او يفقد الوقت وان تتوازن اعباء العاملين على الخط قدر الامكان وتظهر مشكلة تحديد بعض المهام لمحطات العمل بالشكل الذي يؤدي الى التوصل لأداء امثل كمشكلة يعبر عنها بموازنة الخطوط ، فاذا ما خصص لمحطات العمل المختلفة على الخط نفس القدر من العمل حصلنا على الموازنة الكلية Total Balancing مما ينتج عنه تدفق منتظم بشكل تام للمواد المشغلة أو المجموعة دون أي تأخيرات وهو شئ يصعب عمليا " تحقيقه ، اذ ان أوقات الاداء عادة تكون متغيرات عشوائية ، مما ينتج من اختلافات في أوقات انجاز المهام المختلفة على محطات العمل المختلفة حتى لو ضمنا الموازنة الكلية ومن الواضح عمليا" وهو ما سوف نتطرق اليه تفصليا" فيما بعد انه لتحقيق الموازنة على الخط اننا قد ننجح في جمع بعض الأعباء

* الجامعة المستنصرية / كلية الإدارة والاقتصاد .

مقبول للنشر بتاريخ 2018/9/6

معاً" على محطة عمل واحدة . Precedence Constraints وفي العادة فان تحديد أعمال المحطة المعينة يتم بحيث يؤدي الى تقليل الوقت الضائع أو العاطل Idle time وزيادة كفاءة الخط Line Efficiency بمعنى تقليص الوقت المخصص لتجميع الوحدة الواحدة وفي الغالب فاننا نلجأ الى ايجاد أقل عدد من محطات العمل يحقق الموازنة بعد تحقيق وقت الدورة من الخبرة العملية على اعتبار انه مقلوب معدل الإنتاج [2].

(2) هدف البحث:

استخدام اسلوب (موازنة خطوط الانتاج) للتوصل الى الموازنة الكلية للخطوط الاحادية العنصر او ما تسمى احيانا بالخطوط الاحادية الانموذج وذلك بتطبيق طرق الموازنة وهي طريقة المحاولة والخطأ والطريقة التقريبية

(3) انواع الخطوط:

Single Component Lines

(1.3) خطوط احادية العنصر:

ويسمى احيانا بالخطوط الاحادية الانموذج (Single Model lines)، وفيها يجهز الخط لإنتاج نوع واحد من العناصر فقط يكون الطلب عليه مستمرا ، وفي الاحوال الاعتيادية فإن الخط يعمل بصورة مستمرة الا اذا هبط الطلب او كان موسميا على هذه العناصر فنقطع الإنتاج على الخط او يتوقف لفترات معينة [1].

Lines for familis of Components

(2.3) خطوط متعددة العناصر:

ويسمى احيانا بالخطوط متعددة النماذج (Multiple Model Lines)، التي يجهز فيها الخط بالشكل الذي يسمح بإنتاج مجموعة مختلفة من العناصر المتشابهة العمليات فيما بينها وعلى دفعات، على ان يتم اعادة ضبط المكانن بما يتلاءم وكل عنصر ينتج عليها [1].

Lines of different elements

(3.3) خطوط مختلفة العناصر:

ويسمى احيانا بالخطوط مختلفة النماذج (Mixed Model Lines)، ويجهز فيها الخط بالشكل الذي يسمح بإنتاج نموذجين او اكثر من المنتجات في وقت واحد، وتسمى المكانن ومراكز العمل اليدوي على الخط بالمحطات، وسوف نتضح لاحقا ضرورة عمل كل المحطات بنفس المعدل ، أي ان تتوازن معدلات التشغيل للمحطات على الخط والاتراكم المنتجات بين المحطات اذا كانت احدهما تعمل بمعدل أعلى من التالية لها أو يصعب الوقت اذا كانت احدهما تعمل بمعدل أقل من التالية لها [1].

(4) متطلبات الموازنة على الخطوط احادية العنصر:

Requirements of Balancing on Single Component Lines

The Total Requirements

(1.4) المتطلبات الكلية :

تتكون من متطلبات الإنتاج او عدد العناصر التي سوف تباع على شكل منتجات اضافة الى المسوحات الاحتياطي والانقراض وعادة ما نختار فترة زمنية امدها سنة ثم تستخرج متطلبات الإنتاج بالحسابات المباشرة من برامج المبيعات او التنبؤات لهذه الفترة ويمكن الحصول على المتطلبات الازمنه كاحتياطي من البيانات التاريخية لذلك اذا ما كان المنتج قديماً بمعنى اننا ننتج منذ فترة طويلة . أما اذا كان المنتج جديداً فينبغي تقدير ذلك معتمدين على طبيعة الجزء والطلب عليه، واتجاهات نمو الطلب مع الزمن، وما يرتبط بذلك من مبيعات أو تلف للمنتج بنتيجة النقل أو التخزين، وما يرتبط بذلك من مبيعات أو تلف للمنتج بنتيجة النقل أو التخزين [7].

The standard Line Running time

(2.4) وقت التشغيل القياسي اللازم للخط :

ان لكل ماكينة او خط طاقة قصوى قدرها (168) ساعة/اسبوع بينما يسمى الوقت الفعلي الذي يمكن خلاله للعاملين والقوى المحركة تشغيل الماكينة بالطاقة المخصصة للماكينة وهو اقل من الطاقة القصوى لها بمقدار يعتمد على عدد وجبات العمل عدد ساعات العمل لكل وجبة الوقت الاضافي المخطط. وهناك انواع رئيسة من الفقد في الوقت وهي [7]:

(أ) الوقت العاطل، (ب) وقت الاعداد، (ج) الصيانة، (د) تبديل العدة، (هـ) تنظيف الماكينة، (و) العوارض .

Output Rate of required Line

(3.4) المعدل المطلوب لإنتاج الخط :

ان المعدل المطلوب لإنتاج الخط يمكن ايجاده بتقسيم الكمية المطلوبة الكلية للفترة الزمنية المختارة على الوقت القياسي لتشغيل الماكينة في نفس الفترة [7] [9].

$$\frac{\text{المتطلبات الكلية}}{\text{وقت تشغيل الخط}} = \text{المعدل المطلوب لإنتاج الخط}$$

(5) موازنة المحطة على الخطوط احادية العنصر : Station Balancing on Single Component Lines

يطلق على المحطات المتواجدة على الخط انها متوازنة حينما تنهي كل منها نفس العدد من المفردات خلال نفس الفترة الزمنية كما ان التوازن المكني التام يمكن الحصول عليه فقط في حالة ما اذا كانت المكانن عند كل محطة تعمل في نفس الوقت بمعدلات الإنتاج عند طاقاتها المثلى، وفيما يلي بعض النقاط الرئيسية في موازنة المحطة [1] [7]:

Effect of Lines Layout M/c Balance

(1.5) تأثير شكل الخط في موازنة المكائن :

إذا كان الخط يعمل بصورة مستمرة . فإن انتاج المكائن على كل المحطات سوف يكون اعلى من انتاج نفس المكائن اذا ما كانت مرتبة على اساس الترتيب الوظيفي [1] .

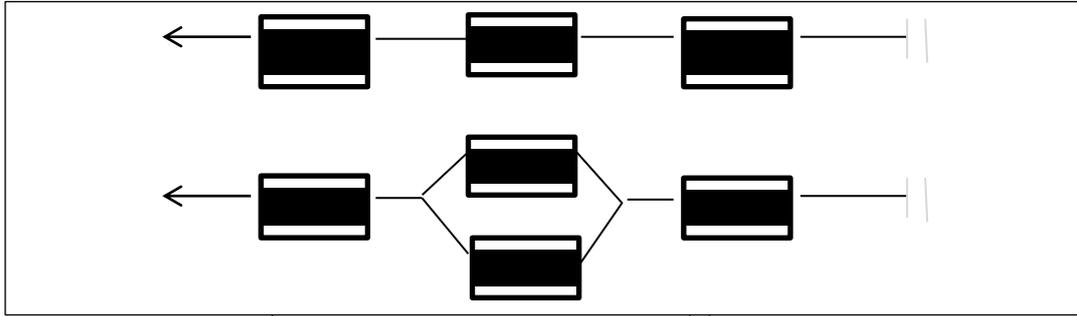
(2.5) الطرق الرئيسية المتبعة لتطوير التوازن :

يلجأ المخطط عادة عند تصحيحه للطريقة واختيار شكل الخط الى التخطيط لمجموعة متتالية من العمليات والمحطات المكنية بحيث يكون معدل الانتاج من كل فرع اقرب ما يمكن لمعدل الانتاج المطلوب من الخط، وفيما يلي الطرق الرئيسية المتبعة لتطوير التوازن [7] :

Additional Machines in Parallel

(1.2.5) اضافة مجموعة من المكائن على التوازي :

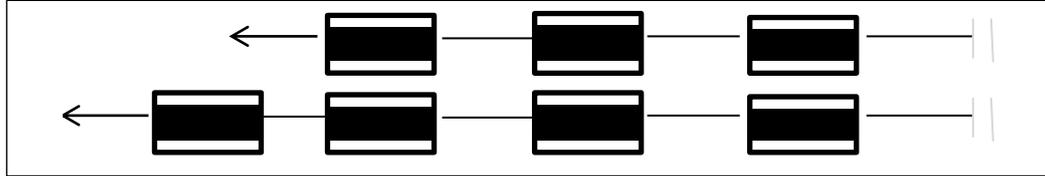
فعندما يكون معدل الانتاج المطلوب عاليا يمكن تطوير التوازن بزيادة عدد المكائن التي تؤدي نفس العملية عند المحطة التي يكون فيها المعدل واطنا نتيجة وقت العملية وكما موضح بالشكل الآتي [7] .



Additional Machines in Series

(2.2.5) اضافة مجموعة من المكائن على التوالي :

يمكن تطوير التوازن بتجزئة العملية الطويلة الى جزئين (مثلا) واطافة محطة مكنية جديدة للخط وكما في المخطط الآتي [7] :

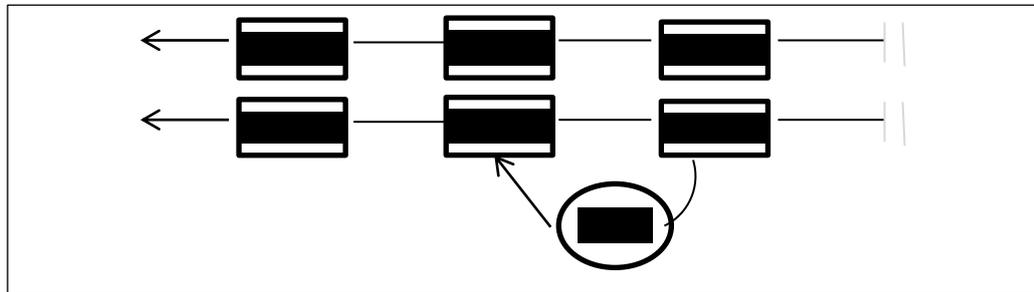


شكل (2) اضافة مجموعة من المكائن على التوالي.

Change of Method

(3.2.5) تغيير الطريقة :

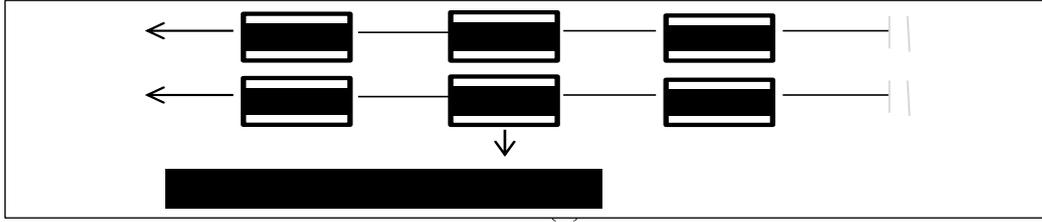
يمكن في بعض الاحيان تطوير التوازن عن طريق تغيير الطريقة التي يتم بواسطتها انتقال الجزء على الخط من ماكينة وقتها طويل الى ماكينة اخرى وقتها اقل وذلك بأعاده توزيع عناصر العملية بين المكائن وكما في المخطط الآتي [7] :



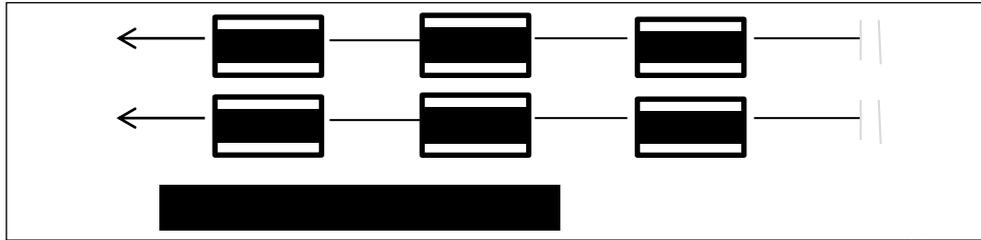
Method Improvement

(4.2.5) تطوير الطريقة :

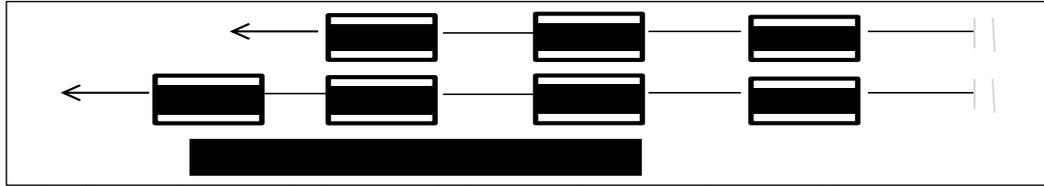
يمكن تطوير الطريقة باستخدام اسلوب دراسة العمل وغيره من الاساليب باعتباره وسيلة لاستكشاف الطرق الممكنة لزيادة الكفاءة عند المحطات الحرجة وكما في المخطط الآتي [7] :

**De – Rating****(5.2.5) تقليل معدلات الاداء لبعض المكائن او المحطات :**

يمكن تبطئ ما يتواجد على بعض المحطات من مكائن ذات معدلات عالية للحصول على التوازن وعلى مزايا اخرى تتمثل بزيادة عمر الماكينة والوقت المنقضي بين اعادة تجليخ العدة وكما في المخطط الاتي [7]:

**Adding Work****(6.2.5) اضافة عمل :**

يمكن في بعض الاحيان الاستفادة من الطاقة الفائضة عند المحطات الغير المحملة بصورة كاملة وذلك بإضافة بعض الاعمال التي تحسن نوعية او مظهر المنتج دون أن يشكل ذلك تكلفة اضافية وكما في المخطط الاتي [7]:



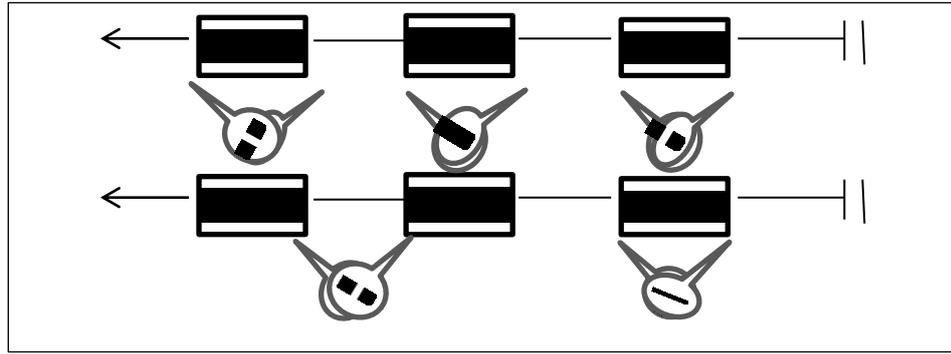
لا يعني اخفاق الطرق السابقة في تحقيق التوازن ان الخط لا يمكن تشغيله بصورة كفوءة ، بل يمكن ذلك حتى ولو توقفت بعض المكائن خلال دورة العمل وعلى بعض المحطات.

(6) تحقيق التوازن بالنسبة لأعباء العاملين على الخطوط الاحادية العنصر:**Operators Load balance on Single Component Lines**

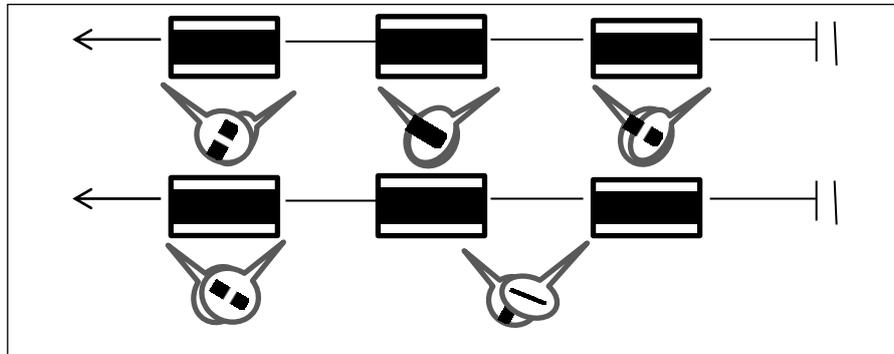
نتيجة لاختلاف نسب العمليات الاتوماتيكية في دورات العمل على المحطات المختلفة، فإنه من المتوقع الا يؤدي التوازن المكني الجيد بالضرورة الى تحقيق توازن جيد بالنسبة لأعباء العاملين مأخوذاً على اساس عامل / ماكينة . وفي هذه الحالة فإن المهمة تنحصر في تقسيم العمل المطلوب انجازه من العامل الى اجزاء متساوية وبحيث يكون كل جزء بالحجم الذي يمكن ان يكون مقبولاً في حد ذاته ويمكن نظرياً ان يتحقق للخط التوازن التام بالنسبة لأعباء العاملين اذا ما خصص لكل عامل العمل الكافي الشغل ساعات عمله المتاحة بشكل تام عند معدل اداء متوسط . وهناك اربع طرق يمكن استخدامها لتطویر التوازن بالنسبة لأعباء العاملين وعلى افتراض ان التوازن المكني متحقق وكمايلي [2]:

(1.6) تشغيل ماكينتين او توماتيكتين او اكثر باستخدام عامل واحد**One Operator for two or more automatic machines**

اذا كان وقت التشغيل الاتوماتيكي لبعض المكائن يستغرق جزءاً كبيراً من دورة العمل لهذه المكائن، يمكن تخطيط موقع العمل بالشكل الذي يجمعهما معا ليتمكن عامل واحد من تشغيلها وكما في المخطط الاتي [2]:

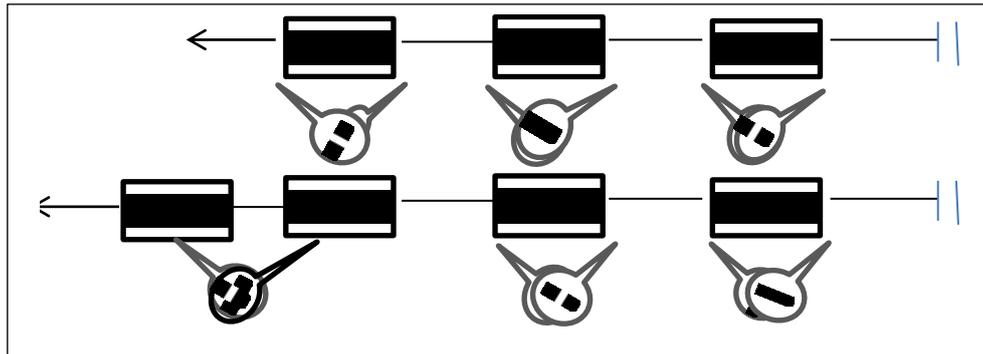


2.6 تخصيص عامل واحد لأداء عمليتين قصيرتين إذا احتوت محطات متتاليتين من محطات الخط على عمليات ذات وقت قصير جدا يكون مجموعة أقل من وقت دورة العمل الواحدة فإنه يمكن تخطيط موقع العمل بحيث تجميع هذه العمليات معا ليؤديها عامل واحد وكما في المخطط الآتي [5]:



3.6 عمل اضافي

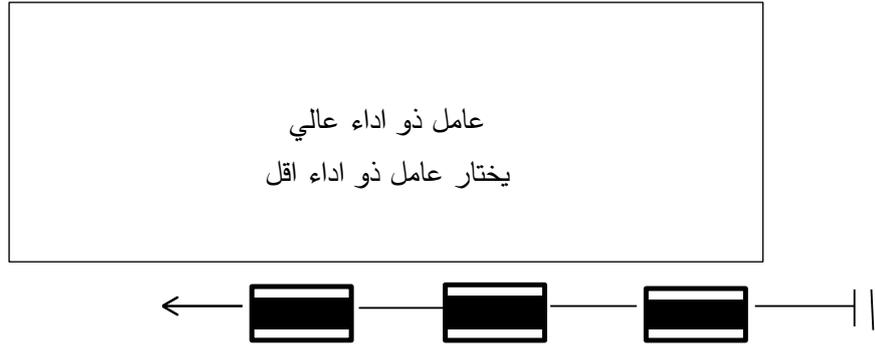
إذا لم يكن ممكنا أتباع أية من الطريقتين السابقتين وتواجدت اما عمليات قصيرة جدا وعمليات ذات وقت تشغيل اوتوماتيكي طويل في دورة العمل فإنه قد يمكن تطوير توازن العاملين بإضافة بعض العمل كالفحص او غير ذلك للمحطة المعينة وكما في المخطط الآتي [5]:



4.6 اختيار العاملين طبقا لمعدلات الأداء

Selecting of Operator according to performance rating

عند تصميم الخط ينبغي تأسيس ذلك على الاوقات القياسية المبنية على المعدل المتوسط للأداء. ومن الطبيعي ان تختلف معدلات الاداء باختلاف العاملين وانواع الاعمال. ولتلافي اثر ذلك في تحقيق التوازن بين اعباء العاملين . ينبغي اختيار العاملين ذوي الاداء العالي لتلك الاعمال التي تتطلب ذلك . والعكس صحيح، وكما في المخطط الآتي [5]:



شكل (10) اختيار العاملين طبقا لمعدلات الاداء

7) متطلبات التصميم
(1.7) زمن الدورة :
وهو الزمن المتاح للعامل لإكمال وحدة العمل المكلف بها في محطاته وهو دالة لسرعة الخط (S) والمسافة بين الأجزاء المتتالية على الخط (D) وطول محطة العمل (L) [2].

$$C = \frac{60 \times L}{D \times S} \quad \text{دقيقة / منتج} \quad \text{-----(1)}$$

حيث أن: L متر ، D متر ، S منتج / ساعة

(2.7) عدد المحطات :
وهو دالة لزمن الدورة ومحتوى العمل . فإذا كان زمن الدورة ثابتا عند القيمة (C) فإن عدد المحطات يجب ان يساوي القيمة العددية للنسبة أو يزيد على ($\frac{T}{C}$) [2].

$$M = \{ \text{integer} / j = \frac{T}{C} \} \quad \text{-----(2)}$$

فإذا كان العمل يتكون من (N) واجب وكان (ti) يساوي القياسي للواجب رقم (i).

$$T = \sum ti \quad (N \dots\dots\dots, 2, 1 = i) \quad \text{حيث أن:}$$

(3.7) الوقت العاطل :

ان احد أهدافنا عند موازنة الخط هو تقليل الوقت الكلي العاطل على الخط (I) ويحسب وفق الصيغة الآتية:

$$I = (M * C) - T \quad \text{-----(3)}$$

فبتقليل (I) يتوقع أن يقل عدد ساعات العمل لكل قطعة ، وتنحصر المشكلة هنا في تثبيت (C) وتغيير عدد المحطات أو تثبيت (M) وتغيير (C) وببغض التغيير في كليهما وعموماً فإن المتبع هو تثبيت (C) وتغيير عدد المحطات حيث يصعب نظرياً معالجة الوضع العكسي [2].

(8) الطرائق المستخدمة في موازنة الخطوط الأحادية العنصر:

تم استخدام طريقتين في موازنة الخطوط الأحادية العنصر (طريقة المحاولة والخطأ، الطريقة التقريبية)، في الجانب التطبيقي للمؤسسة العامة للصناعة الكهربائية وكما يلي [2]:

(1.8) طريقة المحاولة والخطأ

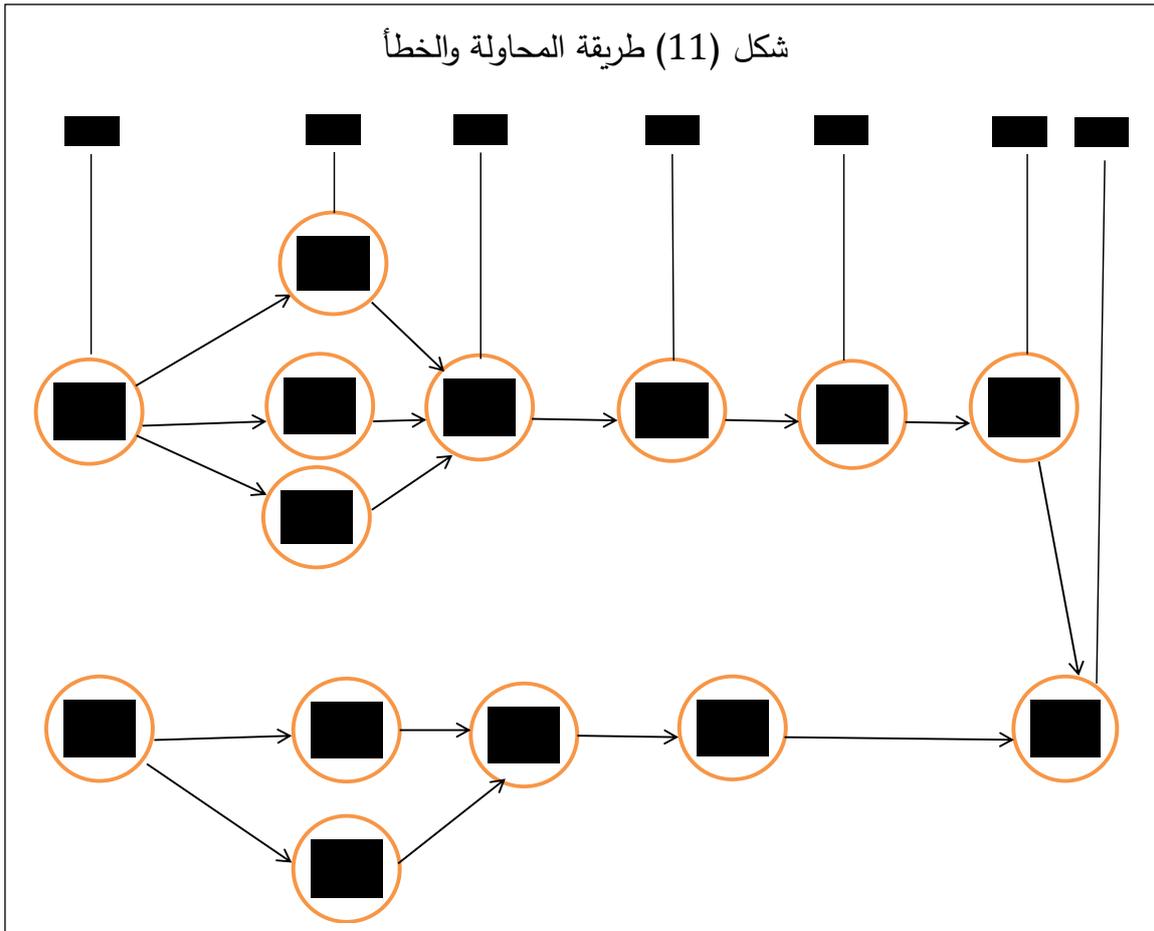
تستخدم الطريقة لحل المشاكل ذات الحجم الصغير، والا تسببت في ضياع الوقت والجهد، دون التأكد من الوصول للحل الأمثل اذا ما استخدمت لحل المشاكل ذات الحجم الكبير وذلك لتعدد البدائل الممكنة وصعوبة اختبار أفضلها، وللدلالة على ذلك فإن تنفيذ عدد (15) عملاً او مهمة لا تجمعها شروط معينة للتتابع على احد الخطوط، سوف ينتج عددا قدره (15!) من التوافيق او ما يساوي 1.307.674.368.000

الجانب التطبيقي

وفي المؤسسة العامة للصناعة الكهربائية كان المطلوب تصميم خط التجميع اللازم لإنتاج (120) سلعة يوميا علما بأن الوقت المتاح للتجميع (450) دقيقة يوميا وأن الاعمال المبينة لا يمكن تجزئتها الى اعمال أصغر ، ثم نجد الوقت النظري لدورة العمل وأقل عدد ممكن من محطات العمل وعدد العمال اللازمين للخط اذا علم ان كل محطة يخصص لها عامل واحد ونسبة العمل الغير المنتج الى العمل المنتج مع مراعاة القيود الواردة بالجدول (1) الاتي:

العمل	الوقت بالدقيقة	شروط التتابع
أ	2.5	غير مسبوق بعمل
ب	4.2	غير مسبوق بعمل ويمكن نقله للمراحل من (2) الى (6)
ج	1.0	يسبقه (أ)
د	1.5	يسبقه (أ)
هـ	0.5	يسبقه (أ)
و	1.9	يسبقه (ب) ويمكن نقله مع (ز) . (ط) , (ك) الى المراحل من (3) الى (6)
ز	2.0	يسبقه (ب) ويمكن نقله مع (و) . (ط) , (ك) الى المراحل من (3) و (6)
ح	3.6	يسبقه (ج) . (د) , (هـ)
ط	1.8	يسبقه (و) . (ز) ويمكن نقله مع (ك) الى المراحل من (4) الى (6)
ى	1.2	يسبقه (ح)
ك	2.0	يسبقه (ط) ويمكن نقله الى المراحل (5) . (6)
ل	1.4	يسبقه (ى)
م	2.4	يسبقه (ل)
ن	0.5	يسبقه (م) , (ك)

جدول (1) طريقة المحاولة والخطأ {1}



محتوى العمل الكلي = (26.5) دقيقة

الوقت النظري لدورة العمل = $\frac{450}{120} = 3.75$ دقيقة / سلعة .

العدد النظري للمحطات = محتوى العمل الكلي
الوقت النظري لدورة العمل

$$= \frac{26.5}{3.75} = 8 \text{ محطات}$$

تتمثل مشكلة الموازنة بتقليل وقت العمل والعامل عن طريق نقل جزء من العمل من المحطات المزدحمة لغير المزدحمة (ولو نسبياً) ، إلا ان البيانات منعت اجراء التجزئة . اضافة الى ذلك يتضح ان اكبر وقت تنفيذ هو (4.2) دقيقة للعمل (ب) مما يعني امكانية تجميع $\frac{450}{4.2} = (107)$ سلعة مما يتنافى ومتطلبات الانتاج لتجميع (120) سلعة . لذلك فان الطريقة الوحيدة لأجراء عملية الموازنة تتم بجمع اكثر من عمل ان امكن في محطة عمل واحدة ولعامل واحد على الا يتنافى لذلك والشروط والضوابط التكنولوجية ومعدل الانتاج المطلوب وبحدود الزمن النظري لدورة العمل . وبأخذ ذلك بنظر الاعتبار يمكن الحصول على الخطوط الثلاثة البديلة التالية:

البدائل المحطات	1	2	3	4	5	6	7	8
أ الاعمال	أ،ج	ب،هـ،و	ب،هـ،و	د،ز	ح	ي،ط	ك،ل	م،ن
الوقت	3.5	6.6	6.6	3.5	3.6	3	3.4	2.9
ب الاعمال	أ،ب،هـ	أ،ب،هـ	ج،ز	د،و	ح	ي،ط	ك،ل	م،ن
الوقت	7.2	7.2	3	3.4	3.6	3	3.4	2.9
ج الاعمال	أ،ج،هـ،ب	أ،ج،هـ،ب	أ،ج،هـ،ب	د،ح،ل،ي،ز	د،ح،ل،ي،ز	د،ح،ل،ي،ز	م،ك،ل	م،ك،ل
الوقت	10.1	10.1	10.1	9.7	9.7	9.7	4.9	4.9

جدول (2) يمثل الخطوط الثلاثة البديلة

.. زمن الدورة للبدلين (أ) . (ب) = 3.6 دقيقة

وللبديل (ج) = $\frac{10.1}{3} = 3.37$ دقيقة

وبعدد محطات = عدد عمال = 8

.. كمية الانتاج للبديل (أ) = $\frac{450}{3.6} = 125$ سلعة

كمية الانتاج للبديل (ب) = $\frac{450}{3.6} = 125$ سلعة

كمية الانتاج للبديل (ج) = $\frac{450}{3.37} = 133$ سلعة

.. البديل الثالث افضل من الاخرين من حيث كمية الانتاج . لكن تجميع عدد كبير من الاعمال في كل محطة لهذا البديل يستدعي توفير عمال ماهرين جدا ومكائن و عدد لا تبرر الزيادة الطفيفة في كمية الانتاج . لذلك يستبعد هذا البديل اما بالنسبة للبديل الاول فهو افضل من الثاني لكونه ذا درجة تحميل اقل اذ توجد به محطة واحدة يبلغ وقتها (3.6) دقيقة . بينما بالبديل الثاني توجد ثلاث محطات يبلغ وقت كل منها (3.6) دقيقة .

نسبة العمل الغير منتج الى المنتج

$$\text{للبديل (أ) . (ب)} = \frac{26.5 - 3.6 * 8}{3.6 * 8} = 8\%$$

$$\text{للبديل (ج)} = \frac{26.5 - 3.37 * 8}{3.37 * 8} = 1.7\%$$

يتضح ان البديل الثالث افضل من الاول والثاني في هذا الخصوص اذ يحقق (3.6) % . اقل من كليهما، لكن تحديد الافضلية المطلقة لهذا البديل على الاخرين يتم من خلال مقارنة ما حققه من خفض لهذه النسبة التي هي في صالح العمل المنتج عليه مع ما يستلزم توفيره من امكانيات لهذا البديل . وبحيث يكون العائد الكلي افضل حتى يتم اختياره .

Heuristic Method(HM)

(2.8) الطريقة التقريبية

ظهرت الطريقة في أوائل السيتينات حين اقترحها وطورها ويستر وكليبريدج wester & kilbridge لأول مرة ثم تابع عملية تطويرها كل من هيلد وكمسول Hold & comsoal من جانب وأركوس Arcus من جانب آخر فيما بعد . وتعد الطريقة من أفضل الطرق وأكثرها فاعلية في الوصول الى حل المشاكل المتصلة بموازنة الخطوط

عن طريق الحساب اليدوي للمشاكل المتوسطة والحاسبات الالكترونية للمشاكل أكثر تعقيدا" لنفس البيانات المذكورة اعلاه نقوم بتصميم خط التجميع اللازم (65) سلعة يوميا" علما" ان الوقت المتاح للتجميع هو (480) دقيقة يوميا" .

$$\text{الزمن النظري لدورة العمل} = \frac{480}{65} = 7.4 \text{ دقيقة / سلعة}$$

$$\text{العدد النظري لمحطات التجميع} = \frac{26.5}{7.4} = 3.6 \cong 4 \text{ محطات}$$

$$\text{زمن الدورة لعدد (4) محطات} = \frac{26.5}{4} = 6.625 \text{ دقيقة / سلعة}$$

$$= \text{الحد الأدنى للزمن النظري لدورة العمل}$$

لذلك يتم تنظيم البيانات في جدول (3) كما يأتي:

المراحل	الأعمال	الوقت	مجموع وقت المرحلة	الوقت التراكمي	الشروط / يمكن نقله
الأولى	أ	2.5			
	ب	4.2	6.7	6.7	للمراحل من 6←
الثانية	ج	1.0			
	د	1.5			
الثالثة	هـ	0.5			
	و	1.9			مع ز ، ط،ك للمراحل من 6←3
الرابعة	ز	2.0	6.9	13.6	مع و ، ط ،ك للمراحل من 6←3
	ح	3.6			
الخامسة	ط	1.8	5.4	19.0	مع ك للمراحل 4←6
	ي	1.2			
السادسة	ك	2	3.2	22.2	للمراحل 6←5
	ل	1.4		23.6	
السابعة	م	2.4	2.4	26	
	ن	0.5	0.5	26.5	

جدول (3) الطريقة التقريبية

لتحديد الزمن الفعلي لدورة العمل

(أ) يؤخذ أقرب وقت متراكم من الجدول مسار للحد الأدنى النظري لدورة العمل والبالغ (6.625) دقيقة أو يقع بين هذه القيمة والزمن النظري لدورة العمل ، اذا تعذر ذلك ، لتحقيق المعدل الإنتاجي المطلوب يوميا" ويساوي ذلك القيمة (6.7) دقيقة وهي مجموع وقتي العاملين أ ، ب اللذين يكونان المحطة الأولى .

(ب) لتحديد أعمال المحطة الثانية تؤخذ تلك الاعمال التي لها وقت متراكم مساو أو أقرب مايمكن لضعف الحد الأدنى النظري لدورة العمل أي (13.25) دقيقة وبما ان الخطوة السابقة أوضحت تعذر ذلك فتؤخذ تلك الأعمال التي لها وقت متراكم مساو أو هو أقرب مايمكن لضعف الوقت الذي حدد في الخطوة السابقة وهو (6.7) دقيقة أي (13.4) دقيقة بدون أن يختل التوازن ، فتكون الأعمال المكونة للمحطة الثانية وحسب الشروط وهي ج ، د ، هـ ، ح ومجموع أوقاتها (6.6) دقيقة.

(ج) وبنفس الأسلوب نحصل على جدول (4) كما يأتي:

المراحل	الأعمال	الوقت	مجموع وقت المرحلة	المجموع التراكمي	المحطات
الأولى	أ	2.5			الأولى
	ب	4.2	6.7	6.7	
الثانية	ج	1.0			
	د	1.5			
الثالثة	هـ	0.5			
	ح	3.6	6.6	13.3	
الثانية	و	1.9			
الرابعة	ز	2.0			
	ي	1.2			
الخامسة	ل	1.4	6.5	19.8	
الثالثة	ط	1.8			

الرابعة	2.0	ك	الرابعة
	2.4	م	السادسة
26.5	6.7	ن	السابعة

جدول (4) الطريقة التقريبية

(9) الاستنتاجات:

- 1) عند تطبيق طريقتي المحاولة والخطأ والتقريبية سوف يؤدي ذلك الى تقليل الوقت والجهد الضائع او العاطل.
- 2) من خلال اجراء العمليات لكلا الطريقتين تبين ان الطريقة التقريبية أفضل وذلك لانها تستعمل في المشاكل المتصلة والمشاكل الأكثر تعقيداً في حين ان طريقة المحاولة والخطأ تستعمل في حالة الحجم الصغيرة.
- 3) تعمل هذه الطرق على زيادة كفاءة الخط.
- 3) تحقق طريقة المحاولة والخطأ والتقريبية الموازنة بين محطات العمل وبالتالي الوصول الى الموازنة الكلية.

(10) التوصيات :

- 1) عند ملاحظة ان كمية الانتاج اصبحت قليلة او غير متساوية من محطة الى اخرى نلجأ مباشرا الى التأكد من ان عمل المحطات يتم بالصورة الصحيحة.
- 2) بعد اكتشاف المشكلة نقوم بجمع البيانات الخاصة بالمشكلة اي (عدد ساعات العمل ، عدد العمال العاملين على المكان ، نقل العمل من محطة الى اخرى الخ).
- 3) تحليل البيانات وذلك باستخدام طريقة المحاولة والخطأ والتقريبية.
- 4) بعد استخدام طريقة المحاولة والخطأ والتقريبية سنحصل على موازنة محطات العمل وبالتالي سيعمل الخط بشكل كفوء ونلاحظ بعد ذلك زيادة الانتاج الذي يؤدي الى زيادة الارباح وهذا ما تسعى اليه اي مؤسسة صناعية.
- 5) يمكن باستخدام هذا الاسلوب وضع حل مشكلات تخطيط الانتاج ويساعد الادارة في وضع تسلسل علمي في تخطيط الفعاليات وكذلك السيطرة المركزية على العملية الانتاجية .
- 6) ضرورة تنفيذ الفعاليات الموضحة في اسلوب الموازنة بشكل دقيق وكفوء تفادياً لحدوث التأخير في التنفيذ نتيجة عدم الالتزام بالخطة ومحتوياتها الذي يؤدي الى ظهور حالات الخلل والانحراف في النتائج .

(11) المصادر:

1. مازن بكر عادل ومحمد كامل حسن وجميل حنا، (1989)، "بحوث العمليات للإدارة الهندسية"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، الجامعة التكنولوجية .
2. صالح مهدي العامري، فضيصة سلمان داود ، اختبار اساليب موازنة خطوط الانتاج ، درلسة تطبيقية في شركة الصناعات الخفيفة، جامعة بغداد
3. الموسوي، د. منعم جلوب زمير ، وآخرون ، " وظائف منظمات الاعمال " دار زهران للنشر والتوزيع، عمان 1993،
4. الشمري، حامد سعد نور، (2010)، "بحوث العمليات مفهوما وتطبيقا" دار وائل للنشر.
5. حسن، ضوية سلمان و جابر، عدنان شمخي، (1988)، "مقدمة في بحوث العمليات"، مطبعة الحكمة جامعة بغداد.
6. التيمي، ماجدة عبد اللطيف محمد، و الصفار، احمد عبد اسماعيل، (2007)، "بحوث العمليات تطبيقات على الحاسوب" دار المناهج للنشر والتوزيع عمان الاردن.
7. عبد المالك، عادل، " الهندسة الصناعية " دار الكتب للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، جامعة البصرة.
8. ظافر النجار، صباح النجار ، ثائر فيصل، (2009)، " الاساليب الكمية للإدارة"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد.
9. Taha, Hamdy A.,(2003), "Operations Research: An Introduction", 7th ed., Prentice Hill, USA
10. Hwang, C. L., Paidy, S. R., Yoon, K. and Masud, A. S. M., (1980), "Mathematical programming with multiple objectives: A Tutorial", Computer and Operation Research, Vol. 7.
11. Render, B., Ralph, M., Stair Jr. & Michael E. H., (2003), "Quantitative Analysis for Management", 8th.ed., Prentice-Hall, New Jersey, USA.
12. Norman A. meDaniel –William W. Bahnmaier ((Scheduling Guide Programers)) published by the defense systems management couege January 2001 (Internet)