

محاكاة تصميم وترتيب خط التجميع باستخدام طريقة الوزن الموقعي المرجح

بحث تطبيقي في الشركة العامة لصناعة السيارات

أ. م. بتول عطية خلف الباحث / حسن عادل منهل

كلية الادارة والاقتصاد/ جامعة بغداد / قسم الادارة الصناعية

المستخلص

يعد موضوع الموازنة بين الخطوط التجميعية من الانشطة المهمة في ادارة الانتاج والعمليات لما له من اهمية بالغة في رفع كفاءة وفاعلية الخط التجميعي والقضاء على الوقت العاطل ، اذ يمكن من خلال الموازنة التعرف الى طبيعة الانشطة والمهام التي تحدث في الخط ، تتمثل مشكلة البحث الذي طبق في الشركة العامة لصناعة السيارات/ خط تجميع سيارات طيبة في انخفاض كفاءة الخط اضافة الى وجود وقت عاطل وحالات اختناق بين محطات العمل ، لذلك فأن هدف البحث هو موازنة خط التجميع على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح ولمعالجة هذه المشكلات تم تصميم نظام لإعادة ترتيب وموازنة خط التجميع باستخدام لغة Microsoft Visual Studio ، للحصول على افضل ترتيب ولصعوبة ذلك على الواقع الفعلي تم الدخول الى أنموذج المحاكاة لتطبيق الترتيب الجديد الذي من خلاله تم زيادة عدد الوحدات المنتجة وضمان انسيابية العمل وتقليل الاختناقات التي تحصل في خط التجميع .

وتوصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات اهمها : انخفاض كفاءة الترتيب الحالي الذي يظهر من خلال انخفاض حجم الانتاج الفعلي مقارنة بالطاقة التصميمية كما اثبت أنموذج المحاكاة المصمم في النظام قدرته على محاكاة الواقع الفعلي واستخراج النتائج المطلوبة ، كما يوصي الباحث بالعمل على تطبيق الترتيب الجديد للخط التجميعي الذي تم الحصول عليه باستخدام النظام

المصطلحات الاساسية للبحث : خط التجميع ، المحاكاة ، الوزن الموقعي المرجح ، الوقت العاطل ، الاختناقات، الكفاءة

المقدمة

ان خطوط التجميع مصممة ليكون العمال والآلات والمكانن في تتابع منظم ليقبل الجهد المبذول في العمل لأقل قدر ممكن وتحقيق الانسياب الكفاء بالعمل والحصول على اعلى معدل انتاجية وذلك من خلال تقليل الوقت العاطل والخسارة المتحققة منه ، لذا يشير التوازن الى حالة مساواة الطاقة الانتاجية او المخرجات لكل مرحلة من المراحل الانتاجية المتعاقبة والمتسلسلة على الخط الانتاجي ويكون التوازن تاماً عندما تتطلب المراحل الانتاجية الوقت نفسه بحيث يؤدي ذلك الى انعدام الوقت العاطل في اي محطة من المحطات اذ تتدفق الوحدات من مرحلة انتاجية الى مرحلة اخرى بشكل منتظم ويؤدي انعدام حالة عدم التوازن الى حدوث ظاهرتي الاختناق والوقت العاطل .

المبحث الاول / منهجية البحث

اولاً: مشكلة البحث

يعاني خط تجميع سيارات طيبة في الشركة العامة لصناعة السيارات من مشكلات عديدة تتعلق بموازنة خط التجميع ، لذا فمشكلة الموازنة هي واحدة من مشكلات تصميم خط التجميع ، وتتمثل في كيفية توزيع العمل الكلي المطلوب من خط التجميع على محطات العمل المختلفة بالتساوي ، كذلك ظهور عدد من العيوب في المنتج التي يتم اكتشافها في محطات الفحص والتي تؤثر في جودة المنتج وتسبب تأخيراً في وقت انجاز المهمة

بناءً على ما تقدم ومن خلال الملاحظة وزيارة عينة البحث يمكن تحديد مشكلة البحث بالتساؤلات الآتية:-

- 1- هل يتم توزيع إعباء العمل المطلوب من خط التجميع بشكل متساوٍ على محطات العمل المختلفة؟
- 2- هل يعاني الخط التجميعي من وجود وقت عاطل وحالات اختناق بين محطات العمل ؟
- 3- ماهي كفاءة ونسبة الانجاز في الخط ؟

ثانياً: اهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيس للبحث في اعادة تصميم خط التجميع من خلال تصميم نظام يساعد على الموازنة يصلح للعمل على جميع خطوط التجميع ، اضافة الى بناء أنموذج محاكاة قادر على التعامل مع متغيرات خط التجميع جميعها والسيطرة على حالة العشوائية لأوقات المهام والانشطة

ثالثاً: اهمية البحث

- 1- تقديم تغطية علمية شاملة لموضوع موازنة خطوط التجميع .
- 2- يمكن ان يوفر البحث قاعدة بيانات للشركة المبحوثة لتتمكن من توظيفها في عمليات الانتاج المستقبلية .
- 3- سيسهم البحث في رفق المكتبة بمساهمة علمية متواضعة بموضوع حديث يتسم بالتغير السريع والتطور الدائم

رابعاً: الادوات المستخدمة في البحث

اعتمدت عملية حل مشكلة الدراسة على مجموعة من الادوات هي :-

- 1- تصميم نظام يُستخدم في موازنة خطوط التجميع باستخدام احدى تقنيات البرامج الحاسوبية المتمثلة ببرنامج Microsoft Visual Studio الذي يعد الاصدار الحديث للغة البرمجية (سي شارب "C#") التي انتجتها شركة Microsoft .
- 2- تصميم أنموذج المحاكاة Simulation من خلال استخدام نفس لغة البرنامج Microsoft Visual Studio وربطه مع برنامج التوازن .
- 3- استخدام بعض المقاييس الخاصة بخط التجميع .
 - مقياس وقت دورة الانتاج (Ct)
 - عدد المحطات Ws
 - الكفاءة (كفاءة الخط) (E)
 - الوقت العاطل او الضائع (I)
 - تأخير التوازن (BD)

المبحث الثاني / الجانب النظري

أولاً : الاطار العام لخطوط التجميع

يجري تصميم خط التجميع النهائي لغرض ترتيب المكونات المختلفة للمنتج النهائي وجعله مطابقاً للمواصفات عن طريق تجزئة الوظائف والاعمال المعقدة الى عناصر صغيرة سهلة التعلم قابلة للتكرار مرة بعد اخرى , ويحتوي عادة خط التجميع على سلسلة من محطات العمل (او مراكز العمل) التي يتم خلالها تنفيذ الاداء الفردي لهذه الوظائف للمنتج , وتصمم خطوط التجميع النهائي لإنتاج حجوم كبيرة (كميات كبيرة) من منتج واحد . (العلي ، 2006 : 202)

ويعرف خط التجميع على انه مجموعة من محطات العمل مسؤولة عن تجميع منتج معين وفق مراحل محددة بحيث تكون مخرجات كل محطة عمل مدخلات للمحطة التالية مباشرة , وتنقل المواد اما يدوياً او باستخدام الاحزمة الناقلة او انسيابياً بفعل الجاذبية الارضية (محسن والنجار , 2012 : 341-342)

ثانياً: مفهوم موازنة خط التجميع

وتعني الموازنة محاولة مساواة جميع المراحل الانتاجية المتعاقبة في الخط وتحقيق هذه المساواة عندما تتطلب جميع المراحل في خط الانتاج او التجميع الوقت نفسه بحيث ينعلم الوقت الضائع في اية محطة فيحصل ما يسمى بالتوازن التام ويظهر عدم الموازنة عندما لا يتساوى الوقت اللازم لإنجاز المراحل لإنتاجية المتعاقبة في خط الانتاج والتجميع , ويؤدي عدم التساوي الى تباين كمية الانتاج لهذه المرحلة , عندها تصبح كمية الانتاج القصوى للخط مساوية لا بظاً مرحلة , مما يعني عدم تحقيق الاستغلال الكامل للوقت المتاح في جميع المراحل عدا المرحلة التي يحصل فيها اختناق اي الحالة التي تكون فيها كمية الانتاج لمرحلة معينة اقل من المرحلة السابقة . (السمان ، 2005 : 11)

ويمكن تعريف موازنة الخط على انها:- عملية تحليل تحاول تقسيم العمل الذي يتعين القيام به بين المحطات بالتساوي بحيث يتم التقليل من عدد العمال او محطات العمل المطلوبة على الخط الانتاجي (Gaither&Frazier,2009:195)

ان الاهتمام بمسألة تحقيق التوازن على الخطوط الانتاجية يكمن في تجنب حدوث الظاهرتين التاليتين داخل الخط الانتاجي :- (الموسوي ، 2004 : 57)

1- الاختناقات Bottleneck :- تعني تكديس

الوحدات المراد انجاز العمل عليها عند محطة انتاجية معينة بسبب تفوق انتاجية المرحلة السابقة عليها .

2- الوقت الضائع Lost Time :- يتكون

عندما يكون انتاج المحطة السابقة اقل من الانتاج الممكن للمحطة اللاحقة مما يعني ان الانتاج الفعلي للمحطة اللاحقة يصبح مساوياً لإنتاج المحطات السابقة ويبقى لدى المحطة اللاحقة بعض الوقت الفائض .

ثالثاً : متطلبات توازن الخط

ان توازن خط التجميع يتأثر بمتطلبات معينة هذه المتطلبات هي :-

1- متطلبات الاسبقية :-

Precedence Requirements

هي قيود مادية على العمليات التي يتم تنفيذها على خط التجميع (Russell&Taylor,2011:275) تمثل متطلبات المهام التي يجب تأديتها (Rekik , 2006 : 17) وتحدد متطلبات الاسبقية اي العمليات يجب ان تسبق غيرها , والعمليات التي يمكن ان تتم في وقت

واحد والتي يجب ان تنتظر حتى وقت لاحق
(Russell & Taylor , 2011 : 275)

2- زمن الدورة CT :- Cycle Time

هو الحد الاقصى للوقت المقدر لكل محطة لإنجاز المهام المسندة اليها (Reid&Sanders,2011:373) اما اذا تجاوز الوقت المطلوب لعناصر العمل او المحطة وقت دورة الخط فهذا يظهر حالة اختناق (عنق زجاجة) (Bottleneck)(Krajewski&Ritzman, 2005:321) ويحسب وقت الدورة على وفق الصيغة الاتية :-

--

$$(1) \text{-----}$$

C

$$T = \frac{PT}{D}$$

Production Time = PT الوقت المتاح للإنتاج
خلال اليوم

Demand = D الطلب اليومي

3- العدد الأدنى لمحطات العمل :- (WSt)

Theoretical Minimum Number of Work Station

بعد تحقيق معدل الانتاج المرغوب به على المدراء استخدام موازنة الخط لتخصيص عناصر العمل للمحطة والتأكيد على انها تلبي متطلبات الاسبقية , يتحقق التوازن عندما يتساوى مجموع اوقات عناصر العمل في كل محطة مع وقت الدورة CT ، ومن ثم يتوازن عبء العمل في كل محطة بشكل تام ولا يكون هناك وقت عاطل (IdleTime) في اية محطة (Krajewski&Ritzman,2005:321) ويمكن حساب العدد الأدنى لمحطات العمل من خلال الصيغة الاتية :-

$$WSt = \frac{JC}{CT} \text{-----} (2)$$

Job Content = JC (محتوى العمل) :- هو مجموع الاوقات اللازمة لإنجاز الانشطة جميعها المتعلقة بتجميع وحدة واحدة من المنتج .

4- الوقت العاطل (I) Idle Time :-

هو مجموع الاوقات غير المستغلة من وقت الانتاج لمحطات العمل جميعها (Krajewski&Ritzman,2005:321) ويتم حسابه بالصيغة الاتية:-

$$I = (WSa \times CT) - JC \text{-----} (3)$$

WSa = عدد محطات العمل الفعلي

5- الكفاءة (E) Efficiency :-

هي اهم معايير تقويم اداء الخط اي انها النسبة المئوية لأجمالي وقت انجاز وحدة واحدة من المنتج الى وقت الدورة مضروباً بعدد محطات العمل (الموسوي ، 2004 : 63)

$$E = \frac{JC}{CT \times WSt} \text{-----} (4)$$

كما يمكن حساب الكفاءة ايضاً عن طريق النسبة المئوية بين العدد النظري لمحطات العمل (WSt) والعدد الفعلي (WSa) من خلال الصيغة الاتية (محسن والنجار ، 2012 : 342) :-

$$E = \frac{WSt}{WSa} \times 100 \text{-----} (5)$$

6- تأخير التوازن (BD) :- Balance Delay

يمثل مقدار الوقت الضائع الذي ينجم عن عدم التوازن بين محطات العمل (Evans&Collier,2007:322) ويحسب بالصيغة الاتية :-

$$BD = 1 - E \text{ ----- (6)}$$

ويمكن تلخيص عملية موازنة الخط الانتاجي بالاتي :- (Russell & Taylor, 2011 : 277)

- 1- رسم مخطط الاسبقية وتسميته .
- 2- حساب وقت الدورة المطلوب للخط الانتاجي .
- 3- حساب العدد النظري لمحطات العمل .
- 4- توزيع عناصر العمل على المحطات والتعرف على وقت الدورة الفعلي وقيود الاسبقية .
- 5- حساب كفاءة الخط .

تحديد ما اذا تم الوصول الى الحد الادنى من محطات العمل او على مستوى كفاءة مقبولة , اذا لم تكن كذلك يتم العودة الى الخطوة (4) .

رابعاً: الطرائق المستخدمة في توازن الخطوط الانتاجية

سيتم عرض بعض الطرائق التي تستخدم في موازنة خطوط التجميع وهي :-

1- الطريقة التي تركز على مخطط الاسبقية

Precedence Diagram Method:-

اقترح العالم (Hoffman) في عام (1963) مصفوفة لموازنة خطوط التجميع من خلال رسم مخطط الاسبقية (Sharma ,et.al, 2013 :529) التي توضح علاقات الاسبقية التي تربط عناصر التجميع واجزاءه فيما بينها ومن ثم تحول المخطط الى شكل مصفوفة . (ماجود، 2011:84)

2- طريقة التجربة والخطأ :- Trail and Error Method

تستخدم لحل المشكلات صغيرة الحجم اكثر من المشكلات كبيرة الحجم كونها مستهلكة

للوكت وتحتاج الى مجهود كبير من دون ضمان الوصول الى حل بسبب وجود العديد من الخيارات وصعوبة اختيار الافضل . (Al-Zubaidy & Abd Alrazaq, 2013 : 1302)

3- طريقة ترتيب الاوزان الموقعية :- Ranked Positional Weight Method

قدم كل من (Helgeson & Birnie) طريقة ترتيب الاوزان الموقعية (R PW) في عام 1961 (Hamza & Al-Manaa, 2013 : 70) تعتمد عملية حساب الوزن لكل مهمة على مجموع وقت اداء تلك المهمة واولويات اداء المهام التي تتبعها في مخطط الاسبقية حيث يتم ترتيب المهام ترتيباً تنازلياً حسب الاوزان ، اذ يتم تخصيص المهام لمحطات العمل على وفق الاوزان فالمهام التي تحمل اوزاناً كبيرة تخصص للمحطة الاولى ومن ثم تخصص المهمة اللاحقة بالطريقة نفسها وهكذا بقية المحطات . (Reginato,et.al, 2016 : 298)

4- طريقة التحديث الانمي للملائمة الاولى :- Immediate Up First – Fit Method

اقترح Jackson طريقة التحديث الانمي للملائمة الاولى عام 1962 ، تعتمد هذه الطريقة على النقاط العددية التي يحصل عليها العنصر على وفق الخطوات الاتية : - (Sharma,et.al,2013:530)

1. تعيين نقاط عددية $n(x)$ لكل مهمة (x)
2. تحديث مجموعة من المهام المتاحة (التي لها اسبقية مباشرة لتخصيصها)

تعيين المهمة وفقاً لأعلى نقاط عددية من بين المهام المتاحة في المحطة الاولى دون التجاوز على قيود الاسبقية و وقت الدورة .

لتجميع الجزء الخاص به ووفقاً للتعليمات المناطق بها ، تنتقل السيارة من محطة الى اخرى بعد اكتمال تجميع كل اجزاء المحطة بواسطة حزام ناقل ارضي (زنجيل) يتم التحكم بسرعتة وحركته بواسطة بورد الكتروني ، وان سرعة الخط الانتاجي يحددها سرعة العاملين في تجميع القطع.

كل محطة مرقمة برقم خاص مسبوق باسم القاطع حيث ان المرحلة الاولى من التجميع تتضمن 14 محطة تجميع يسمى (TRIM) وعلى سبيل المثال يرمز لمحطات المرحلة الاولى (Trim1, Trim2, Trim3, Trim14,)

بعد الانتهاء من تجميع كل قطع المرحلة الاولى , تنتقل السيارة الى المرحلة الثانية وهي المرحلة الميكانيكية او ما تسمى مرحلة تجميع محرك السيارة وملحقاته حيث عند دخول السيارة الى هذه المرحلة يتم تعليقها من جديد بصورة تسمح لموظفي المرحلة بتجميع الاجزاء الميكانيكية وتفرعات المحرك من اعلى واسفل البدن وكذلك لتسهيل عملية تجميع الاطارات , تقسم هذه المرحلة الى ثلاث محطات يرمز لها بالرموز (M1, M2 & M3) ليتم بعد ذلك انزالها في المرحلة الثالثة التي تسمى المرحلة النهائية للتجميع.

بعد الانتهاء من تجميع كل قطع المرحلة الثانية تبدأ هذه المرحلة المكونة من احدى عشرة محطة يرمز لها بالرموز (F1, F2, F3, F11) يتم في هذه المرحلة تجميع الاجزاء الكمالية والخارجية الاخرى للسيارة بعد ان تم تجميع كل الاجزاء مع الاجزاء الاخرى في المراحل السابقة وتنتقل السيارة خلال هذه المحطات ايضا على زنجيل ارضي، والجدول (1) يوضح محطات تجميع سيارات الطيبة وعدد العاملين في كل محطة والافاق المثبتة من قبل الشركة

المبحث الثالث / الجانب العملي

اولاً: نبذة تعريفية عن الشركة العامة لصناعة السيارات

تأسست الشركة العامة لصناعة السيارات في عام 1976 كشركة متخصصة في انتاج الشاحنات الانتاجية والحافلات وبموجب عقود التعاون مع شركات عالمية متخصصة ، تم اختيار الشركة العامة لصناعة السيارات الكائنة في محافظة بابل/الاسكندرية وهي احدى شركات وزارة الصناعة والمعادن موقعاً للبحث , وبعد اجراء مفاضلة بين عدد من خطوط الانتاج في الشركة وقع الاختيار على خط تجميع سيارات سايبا(طيبة) للأسباب الاتية:-

- 1- يعد احد خطوط التجميع التي تحظى بحصة سوقية كبيرة وطلب مرتفع في السوق العراقية .
- 2- ان دراسة خط تجميع سيارات الصالون (طيبة) يعد بمثابة دراسة للخطوط الاخرى لان مراحل تجميع السيارات متشابهة تقريباً .
- 3- توجد هناك رغبة حقيقية لدى الادارة في تطوير عمليات التجميع في الخط والارتقاء بالجودة والانتاجية والعمل على بناء سمعة جيدة في السوق

ثانياً : محطات العمل الخاص بتجميع سيارات السايبا (طيبة) :-

يتم ترتيب القطع المراد تجميعها على رفوف مقسمة الى خانات وعلى كل خانة توجد ملصقات تدل على مكان كل مادة حيث ان لكل مادة هنالك رمزاً (كود) يساعد موظفي قسم اللوجستيك على ترتيب المواد وفقاً لهذه الرموز ، وفي كل محطة يوجد مجموعة من العاملين يقومون بتجميع الاجزاء حيث ان كل الاجزاء يتم تجميعها يدوياً ولكل عامل هنالك عدة يستخدمها

جدول (1) المهام التي يتم انجازها في كل محطة من محطات تجميع سيارات طيبة

رقم المحطة	المضمون	عدد العمال	الوقت (دقيقة)
1	- ربط العازل تحت الدشبول - ربط نظام الابواب (كيلون باب + نرمادات) - ربط سبرنك الصندوق مع غلق الفتحات الموجودة في الصندوق	4	4
2	- تأسيس الاسلاك الفرعية والرئيسية - ربط الفرامل اليدوية (Hand Break)	3	4
3	- ربط (مطور الماسحات) مع الاذرع - ربط تقسيم الفرامل مع الانابيب - ربط العقل (ECU)	4	4
4	- ربط عمود المقود - ربط دواسات (الكبح ، وقود ، فرامل) - تسليك الاجزاء الكهربائية في القمارة	4	4
5	- ربط غلاف القمارة (التنتة) - ربط حزام الامان الخلفي - ربط قاعدة الكتفات - ربط راديتير التبريد	5	5
6	- ربط الابواب الامامية بكل تفاصيلها اضافة الى نصب زجاج الابواب	4	4
7	- ربط الابواب الخلفية بكل تفاصيلها اضافة الى نصب زجاج الابواب	4	4
8	- ربط حزام الامان الامامي - ربط الفرش (العازل الارضي) و تغليف الارضية - ربط اقفال الابواب الاربعة	4	4
9	- ربط الدعامية الخلفية واللايت الخلفي(بك لايت) - ربط الشمسيات ومقابض الابواب وتأسيس كهربائية الابواب (الاضاءة عند فتح الابواب) - ربط قفل الصندوق	3	4
10	- ربط فريز التبريد مع المروحة - وضع الدشبول وكذلك العدادات مع غطاء العدادات	3	7
11	- ربط انابيب التبريد - ربط الدعامية الامامية	2	3
12	- ربط الدبل امامي والدبل خلفي - ربط اجزاء البنيد	4	9
13	- ربط المرأة الجانبية - ربط المقود - ربط غلاف (الدشبول خلفي) و ربط السماعات	3	4
14	- نقطة فحص (سيطرة نوعية) لعمل المحطات السابقة	1	8
15	- ربط سايد بريك بأنابيب البريك - ربط الاكسل - تثبيت الدبل (بالدرايم شفت) وربطه بمشط المقود - تثبيت المحرك	4	9
16	- تثبيت الدعامية الامامية و الواقيات الامامية - تثبيت الدعامية الخلفية و الواقيات الخلفية	4	5

		- ربط خرطوم البنزين - ربط عازل الصالصة	
5	6	- تثبيت الاطارات الاربعة - ربط الفرامل الامامية - ربط الصالصة - ربط ناقل الحركة بالصالصة	17
9	5	- تغليف سايد بريك وناقل الحركة عن طريق وضع (كفريات) - تغليف الصندوق - ربط دكة المحرك وتعزيزها صوئدة بور - ربط انابيب هواء و فلتر هواء وانابيب ال (Power)	18
4	4	- ربط قاعدة البطارية - ربط كلج - ربط الراديتور	19
5	3	- ربط (اللايتات) الامامية - تأسيس الكهرباء - ربط بوكس فيوزات - تأسيس مرشاة المياه للزجاج الامامي	20
3	4	- ربط المقاعد الامامية والخلفية - ربط البطارية	21
3	5	- نصب الزجاج الامامي والخلفي - ربط الماسحات امامية وتغليفها	22
3	2	- ملء الراديتور بالماء - ملء السيارة بالزيوت على انواعها (محرك و بريك)	23
3	2	- ملء غاز التبريد بمنظومة التبريد - ملء الخزان بالوقود	24
3	2	- ملء الزيت الخاص بالمقود (بور ستيرن) - ربط ترايش الابواب	25
2	1	- تجهيز السيارة (مثلت ، عدة ، اطار احتياطي)	26
3	1	- تعريف وبرمجة العقل (ECU) وبعدها يتم تشغيل السيارة	27
9	1	- نقطة فحص (السيطرة النوعية) فحص كل اجزاء السيارة	28
134	92	المجموع	

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الشركة

ويتم في هذه المحطة وضع الاجزاء تحت البدن (انابيب الوقود ، انابيب الفرامل) وكذلك وضع عازل بين المحرك والبدن وتأسيس الاسلاك الكهربائية تحت البدن ، وربط مشط المقود ، اضافة الى ربط خزان الوقود .

ب- محطة تجميع المحرك :-

يتم في هذه المحطة تجميع المحرك ومن ثم تحويله الى المحطة رقم (15) و تتكون هذه

الى جانب ذلك توجد هناك محطات تقع خارج خط التجميع تسهم في تغذية الخط وانجاز بعض المهام الضرورية في عملية التجميع ، وهذه المحطات هي :-

أ- المحطة الصفرية :-

تقع خارج خط التجميع قبل ان يتم وضع هيكل السيارة على الحزام الناقل وتتكون من أربعة عاملين يقومون بأعمال تحت هيكل السيارة حيث تكون معلقة خلال نقلها الى الحزام الناقل

المحطة من تسعة عاملين يقومون بالمهام الاتية .

- ربط ناقل الحركة بالمحرك وربط السلف بناقل الحركة .

- ربط كهرباء السلف بالدائمو .

- ربط قاعدة الكمبريسور وضغط بور ستيرن

- ربط قاعدة المحرك (حامل المحرك) .

- ربط درايم شفت بالكير بوكس .

- ربط عنبر الزيت (سي أويل) .

بعد نجاح تشغيل المحرك تنتقل السيارة الى مراحل الفحوصات الديناميكية وبهذا تكون السيارة قد اكتمل تجميعها بصورة تامة.

ثالثاً : الواقع الفعلي للإنتاج الخاص بخط تجميع سيارات سايبا (طيبة)

وتعتمد الخطة الانتاجية للمصنع على الانتاج الاجمالي للخطوط الاربعة حيث تبلغ الطاقة التصميمية للمصنع (120,000)* سيارة في السنة وبواقع ثلاث وجبات عمل تصل الى (22) ساعة يومياً تعمل الوجبة الواحدة لمدة سبع ساعات تقريباً وبأيام عمل تبلغ (250) يوماً في السنة ، لذا فالطاقة التصميمية للخط التجميعي الواحد هي (40) سيارة في الوجبة ، ويبلغ معدل الانتاج الفعلي لخط التجميع سيارات طيبة هو (20) سيارة في اليوم الواحد وعلى مدار خمسة ايام في الاسبوع حيث يصل عدد السيارات المنتجة تقريباً الى (400) سيارة شهرياً ، يحتوي الخط التجميعي على (28) محطة عمل والتي تم ذكرها في الجدول (1) ويعمل في الخط تقريباً (150) شخصاً بين عامل وفني ومهندس لهم دور كبير في عملية الانتاج ، وبوجبة عمل واحدة وبعده ساعات عمل يصل الى سبع ساعات حيث يبدأ العمل الساعة السابعة صباحاً وينتهي في الساعة الثانية والنصف ظهراً مع وجود فترة استراحة

لمدة نصف ساعة . ومن خلال تطبيق معايير الاداء لتوازن الخط الانتاجي المبينة في ادناه :-

وقت دورة الانتاج = اطول وقت في (28) محطة = 9

معدل الانتاج = 20 سيارة في اليوم

نسبة كفاءة الخط = (محتوى العمل) ÷ (عدد المحطات × وقت الدورة)

$$= 134 \div (9 \times 28)$$

$$= 53.17\%$$

نسبة تأخير التوازن = 1 - نسبة كفاءة الخط

$$= 1 - 53.17\%$$

$$= 46.83\%$$

نلاحظ ان كفاءة الخط الإنتاجي منخفضة جداً الأمر الذي يستوجب التدخل لتحسين الكفاءة .

رابعاً : تصميم نظام محوسب لترتيب خط التجميع المقترح

من اجل ضمان السرعة والدقة في جمع وتحليل البيانات تم اعداد وتصميم نظام لترتيب خط التجميع للشركات الصناعية ، ولتصميم اي نظام يجب تحديد المشكلة التي سوف يتعامل معها النظام واختيار لغة برمجية فعالة وذات مرونة عالية بعدها يتم جمع البيانات والمعلومات اللازمة والتي تخص تلك المشكلة وبرمجة العمليات التي ستساعد في حل المشكلة على الحاسوب .

* الطاقة التصميمية = 120,000 سيارة ÷ (250 يوم × 3 وجبات × 4 خطوط انتاجية)

خامساً : مراحل تصميم وتشغيل النظام المصمم

و تمر عملية تصميم النظام بمرحلتين هما .

1- **المرحلة الاولى :-** وتمثل ما قبل مرحلة التصميم ، اذ تحتاج الى دراسة تمهيدية وتمثل المرحلة الاول من مراحل حياة النظام وتسمى بمرحلة تخطيط النظام او مرحلة التعريف بالنظام وتهدف هذه المرحلة الى التعرف الى المشكلة وطبيعتها وابعادها وتكوين فهم عام لها ، فليس الغرض من هذه المرحلة التعريف الدقيق للمشاكل التي قد توجد في النظام القائم ، او تقديم حلول مطلقة وفورية لهذه المشاكل ولكن فقط من اجل اجراء تغطية او مسح عام للنظام الحالي مع امكانية تطويره او تغييره او الابقاء عليه ، وتتضمن :-

أ- تحديد المشكلة

ليس هنالك نظام خال من المشكلات ومنها مشكلات العاملين او مشكلات البيانات والمعلومات ، ومن اسباب تصميم البرنامج هو معالجة مشكلة التوازن التي يعاني منها الخط التجميعي والذي ينتج عنه انخفاض كمية المخرجات وانخفاض الكفاءة وارتفاع نسبة الوقت الضائع والوقت العاطل

ب- تحديد اللغة البرمجية

تم استخدام لغة Visual Studio 2013 احدى لغات البرمجة المرئية التي تعمل تحت بيئة Windows ، وهي من اللغات القوية ذات المرونة العالية لتكوين وانشاء برامج النوافذ Windows Program ، وتتميز هذه اللغة بالعديد من المميزات اهمها لغة سهلة وسريعة لأنشاء تطبيقات Windows ، تمتلك بيئة

تطوير متكامل ، وذات طبيعة مرئية Visual Program ، سهولة اكتشاف الاخطاء فيها عند كتابة اوامر صحيحة يقوم بإعطائك امثلة ليؤكد على صحة كتابة ال Code ، وكذلك قدرتها على فصل برمجة واجهات كل واجهة على حدة مما يوفر امكانية عدم التداخل بين برمجة الواجهات اي ان الخطأ الحاصل في برمجة احد الواجهات لا يؤثر في الواجهات الاخرى ، كما تمتاز بقدرتها على خزن ومعالجة كمية هائلة من المعلومات وفي وقت قياسي ، بالإضافة الى سهولة استخدامه من قبل العاملين

2- **المرحلة الثانية :-** وتمثل مرحلة تصميم البرنامج وتتكون من الخطوات الاتية :-

أ- تحديد المدخلات

تتمثل بالبيانات والمعلومات الخاصة بالخط التجميعي التي قام الباحث بجمعها بالاعتماد على المعايير الميدانية لعينة البحث تم استخدام Stop Watch وذلك لحساب اوقات العمل لعدد من المشاهدات ولأكثر من خمس مشاهدات وتم الحصول على البيانات الموضحة بالجدول (2) .

- 1- المهام التي يتم انجازها في كل محطة والتي تم توضيحها في الجدول (1)
 - 2- الحد الاعلى والحد الادنى ومعدل اوقات المهام كما في الجدول (2)
 - 3- طريقة الوزن الموقعي المرجح .
 - 4- معدل الطلب اليومي
- الوقت المتاح للإنتاج اليومي والبالغ سبع ساعات.

جدول (2) معدل اوقات المهام

اسم المحطة	رمز المحطة	المحطة السابقة	الحد الاعلى للوقت (دقيقة)	الحد الادنى للوقت (دقيقة)	المعدل
المحطة الاولى	A1	—	4	2	3
المحطة الثانية	A2	A1	4	2	3
المحطة الثالثة	A3	A2	4	2	3
المحطة الرابعة	A4	A3	4	3	3.5
المحطة الخامسة	A5	A4	6	4	5
المحطة السادسة	A6	A5	4	3	3.5
المحطة السابعة	A7	A6	4	3	3.5
المحطة الثامنة	A8	A7	4	3	3.5
المحطة التاسعة	A9	A8	5	3	4
المحطة العاشرة	B1	A9	7	5	6
المحطة الحادية عشرة	B2	B1	4	2	3
المحطة الثانية عشرة	B3	B2	8	6	7
المحطة الثالثة عشرة	B4	B3	4	3	3.5
المحطة الرابعة عشرة	B5	B4	8	5	6.5
المحطة الخامسة عشرة	B6	B5	10	8	9
المحطة السادسة عشرة	B7	B6	5	3	4
المحطة السابعة عشرة	B8	B7	6	4	5
المحطة الثامنة عشرة	B9	B8	10	8	9
المحطة التاسعة عشرة	C1	B9	4	3	3.5
المحطة العشرون	C2	C1	5	3	4
المحطة الحادية والعشرون	C3	C2	5	3	4
المحطة الثانية والعشرون	C4	C3	4	2	3
المحطة الثالثة والعشرون	C5	C4	3	2	2.5
المحطة الرابعة والعشرون	C6	C5	3	2	2.5
المحطة الخامسة والعشرون	C7	C6	3	2	2.5
المحطة السادسة والعشرون	C8	C7	3	2	2.5
المحطة السابعة والعشرون	C9	C8	3	2	2.5
المحطة الثامنة والعشرون	D1	C9	10	6	8

المصدر : اعداد الباحث

أ- المعالجة

تتكون من مجموعة من الاجراءات المبرمجة التي تتفاعل مع المعلومات والبيانات ، واعتمد الباحث في معالجة البيانات على استخدام بعض المقاييس المتعلقة بموازنة خط التجميع المتمثلة بـ (وقت دورة الانتاج CT ، عدد محطات العمل WS ، الكفاءة E ، الوقت العاطل I ، تأخير التوازن BD) وحسب المعادلات (1) ، (2) ، (3) ، (4) ، (6) التي تم ذكرها في المبحث الثاني / النظري .

وعلى اساس هذه المقاييس يتم اعادة ترتيب محطات العمل على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح

ب - المخرجات

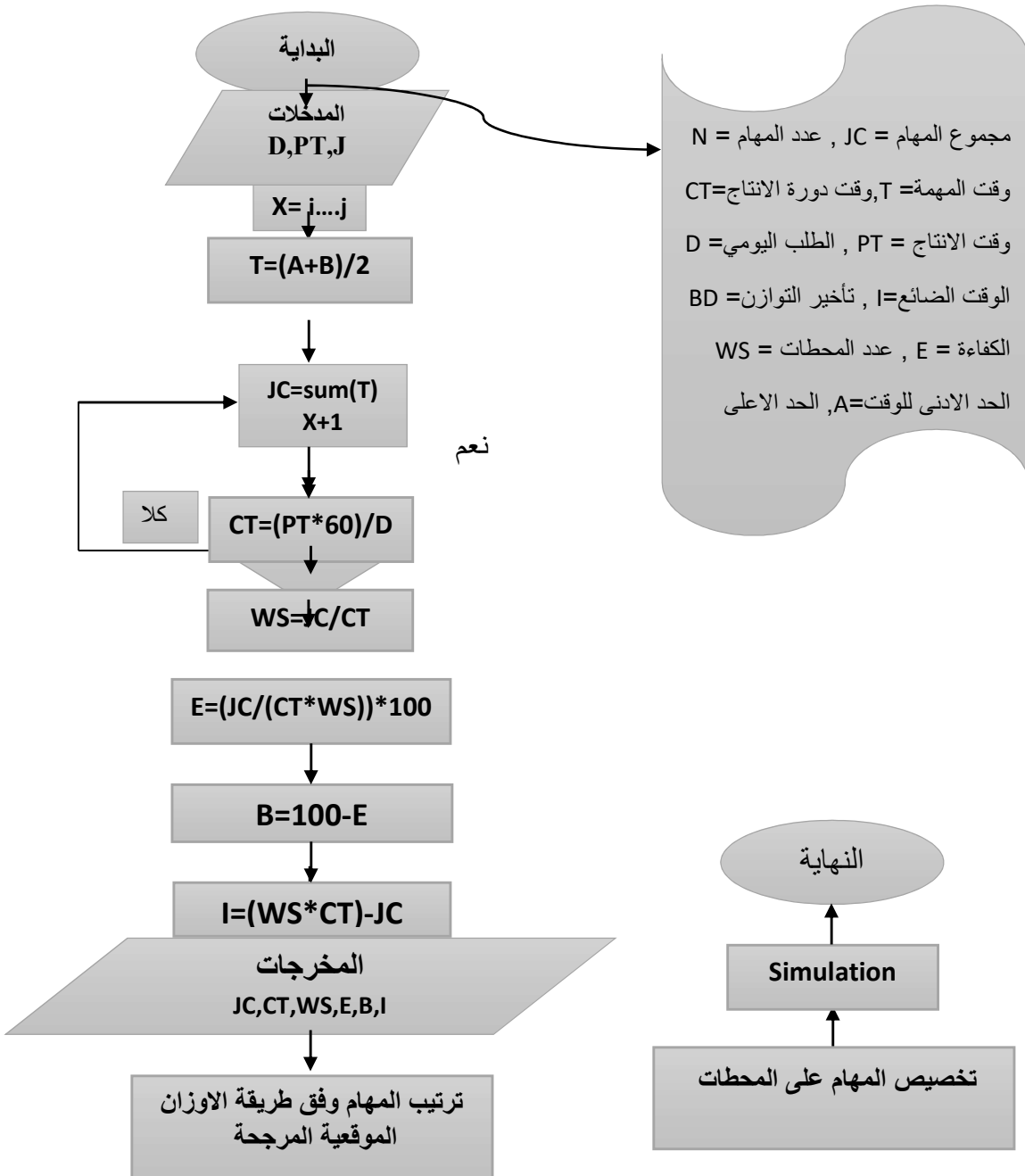
تتمثل مخرجات النظام في واجهة خاصة بعملية موازنة الخط التجميعي على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح ، عند الحصول على افضل ترتيب متحقق ومتوازن ولعدم امكانية تطبيقه على ارض الواقع سوف تتم المحاكاة من خلال الواقع الافتراضي وبهذا يتم الدخول الى أنموذج Simulation ، وتمثل طريقة ترتيب المحطات على وفق طريقة الاوزان الموقعية

المرجحة مدخلات لعملية المحاكاة حيث تعتمد عملية اجراء محاكاة على تحديد عدد محطات العمل وتوزيع المهام داخل كل محطة ، وتستخدم عملية تشغيل أنموذج المحاكاة أوقات عشوائية يتم حسابها بالاعتماد القاعدة الاتية :-
(RT = A + (B-A) * RND -----)
(7)

حيث تمثل

RT: الوقت العشوائي للمهمة ، A: الحد الأدنى من وقت المهمة ، B: الحد الاعلى من وقت المهمة

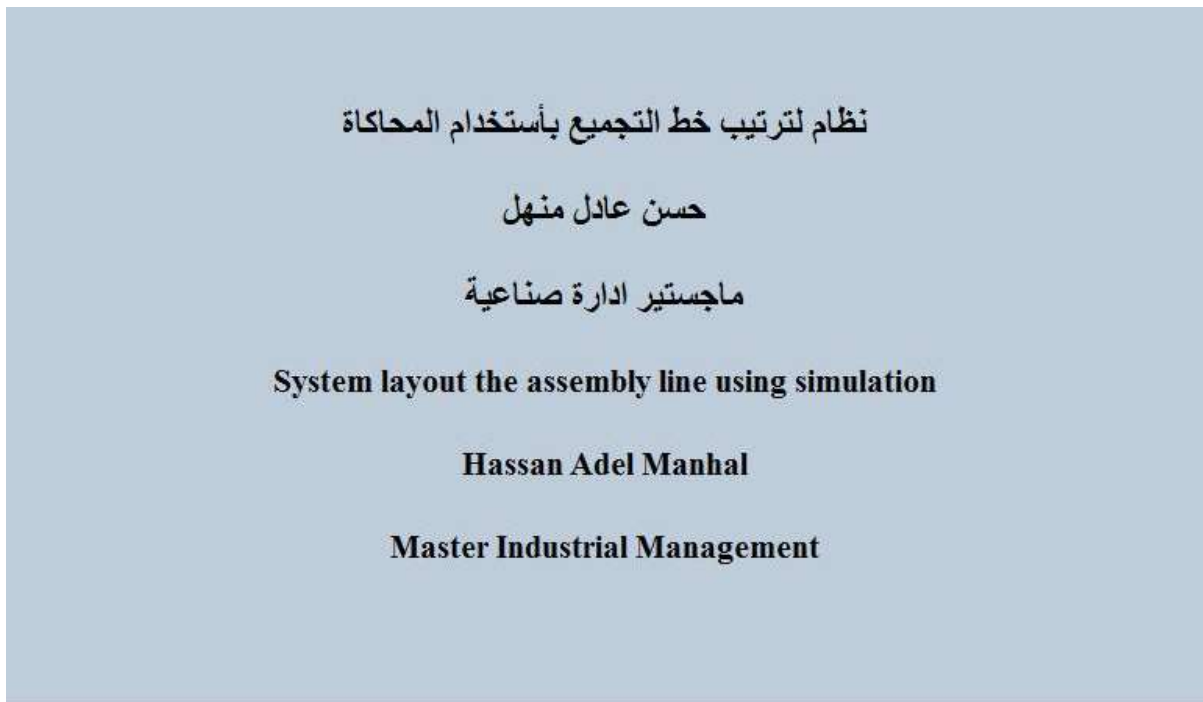
RND : الرقم العشوائي للمهمة والذي يتم توليده باستخدام دالة (Math. Rand.) لتوليد الارقام العشوائية وتكون قيمته بين (0 ، 1) وتقترض عملية تشغيل أنموذج المحاكاة عدم وجود اي توقف في اثناء العمل لاي سبب كان يكون (اعمال صيانة , توقفات بسبب عدم توفر المواد والعاملين والطاقة المشغلة للانتاج) اضافة الى عدم وجود مواد نصف مصنعة في بداية التشغيل وامكانية تسويق كل ما يتم انتاجه ، والشكل (1) يوضح تسلسل تشغيل النظام



شكل (1) مخطط تنفيذ عمليات النظام

سادساً : تشغيل النظام

يتكون النظام من عدد من الواجهات الاساسية والمصممة بلغة Visual Studio 2013 ، وعند البدء بتطبيق النظام المقترح تظهر الواجهة التعريفية والتي تتضمن اسم الباحث واسم النظام باللغتين العربية والانجليزية وكما في الشكل (2)



شكل (2) واجهة تشغيل النظام

وبعدها يتم تحويل المستخدم تلقائياً الى واجهة ادخال مراحل العمل (Job Stage) ويتم فيها ادخال البيانات الخاصة بمراحل التجميع ابتداءً من المحطة الاولى الى المحطة الثامنة والعشرين والاقوات الاحتمالية لها وتتابع الانشطة وكما في الشكل (3)

Job Stage | Measurements | Ranked Positional Weight

Work Element	Immediate Predecessor	Time-1	Time-2	(Task Time(sec	(Job Content(JC	Task Description
ADD Task	Delete Task	Save Task				

Work Element	Immediate Predecessor	Time-1	Time-2	Task Time(min)	Task Description
a1		2	4	3	
a2	a1	2	4	3	
a3	a2	2	4	3	
a4	a3	3	4	3.5	
a5	a4	4	6	5	
a6	a5	3	4	3.5	
a7	a6	3	4	3.5	
a8	a7	3	4	3.5	
a9	a8	3	5	4	
b1	a9	5	7	6	
b2	b1	2	4	3	
b3	b2	6	8	7	
b4	b3	3	4	3.5	
b5	b4	5	8	6.5	
b6	b5	8	10	9	
b7	b6	3	5	4	
b8	b7	4	6	5	
b9	b8	8	10	9	
c1	b9	3	4	3.5	
c2	c1	3	5	4	
c3	c2	3	5	4	
c4	c3	2	4	3	

شكل (3) واجهة ادخال الانشطة والاقوات

ثم نتحول الى الواجهة الثانية الخاصة بالمقاييس (Measurement) حيث بمجرد ادخال الوقت المتاح للإنتاج اليومي (Production Time) (Available Per Day) والبالغ (420) دقيقة (7 ساعات x 60 دقيقة) والطلب اليومي (Demand Per Day) ومقداره (40) سيارة* والنقر على مفتاح حساب (Calculate) يتم حساب محتوى العمل (Job Content) بالاعتماد على جمع عمود معدل الوقت الخاص بالمهام وحساب باقي المقاييس الخاصة بعملية توازن الخطوط وهي (وقت دورة الانتاج CT ، عدد محطات العمل WS ، الكفاءة E ، الوقت العاطل I ، تأخير التوازن BD) وكما في الشكل (4).

حيث تحتوي هذه الواجهة على حقول لإدخال البيانات ، وهذه الحقول هي

- 1- (Work Element) لإدخال رموز المحطات
- 2- (Immediate Predecessor) لإدخال رموز المحطات السابقة
- 3- (Time-1) لإدخال الوقت الاول (الحد الأدنى للوقت)
- 4- (Time-2) لإدخال الوقت الثاني (الحد الأعلى للوقت)
- 5- (Task Time) ويحسب تلقائياً معدل الوقت (الوقت الاول + الوقت الثاني \ 2)
- 6- (Task Description) ويتم استخدامه في حالة اعطاء ملاحظة او وصف معين

* تم استخدام الطاقة التصميمية بما يساوي الطلب اليومي وذلك بسبب كون الطلب متذبذباً قد يصل الى اكثر من الطاقة التصميمية

Job Stage Measurements Ranked Positional Weight

Job Content (JC) 120 Calculate

Measurements

Production Time Available Perday (PT) 7 Theoretical Production Cycle Time (CT) 10.500 Demand Perday (D) 40 Minimum Number of Workstation (WSt) 12

Efficiency (E) 95.238 Balance Delay (B) 4.762 Idle Time (I) 6.000

شكل (4) الواجهة الخاصة بالمقاييس

بعد حساب المقاييس اللازمة يتم موازنة خط التجميع وفقاً لطريقة الوزن الموقعي المرجح ويتم فيها ترتيب المهام تنازلياً من اكبر وزن موقعي للمهمة الى اصغر وزن موقعي ويتم حساب الوزن الموقعي للنشاط بجمع اوقات المهام التابعة له عند النقر على (Positional Weight Ranked) وكما موضح بالشكل (5)

Job Stage Measurements Ranked Positional Weight

Ranked Positional Weight Distribution Activities on Workstation simulation

Distribution Activities on Workstation Arranging Activity simulation

	Work Element	Immediate Predecessor	Following Task	Task Time(min)
	a1		120	3
	a2	a1	117	3
	a3	a2	114	3
	a4	a3	111	3.5
	a5	a4	107.5	5
	a6	a5	102.5	3.5
	a7	a6	99	3.5
	a8	a7	95.5	3.5
	a9	a8	92	4
	b1	a9	88	6
	b2	b1	82	3
	b3	b2	79	7
	b4	b3	72	3.5
	b5	b4	68.5	6.5
	b6	b5	62	9
	b7	b6	53	4
	b8	b7	49	5
	b9	b8	44	9
	c1	b9	35	3.5
	c2	c1	31.5	4
	c3	c2	27.5	4
	c4	c3	23.5	3
	c5	c4	20.5	2.5

شكل (5) واجهة ترتيب المهام على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح

بعدها يتم توزيع المهام على محطات العمل من جديد عند النقر على (Distribution Activities On Workstation) وكما في الشكل (6)

Job Stage	Measurements	Ranked Positional Weight		
Ranked Positional Weight		Distribution Activities on Workstation	simulation	
Distribution Activities on Workstation		Arranging Activity	simulation	
	Eligible Task	Immediate Predecessor	Cumulative Time(min)	Idle Time(min)
▶	a1 a2 a3	a1 a2	9	1.50
	a4 a5	a3 a4	8.5	2.00
	a6 a7 a8	a5 a6 a7	10.5	0.00
	a9 b1	a8 a9	10	0.50
	b2 b3	b1 b2	10	0.50
	b4 b5	b3 b4	10	0.50
	b6	b5	9	1.50
	b7 b8	b6 b7	9	1.50
	b9	b8	9	1.50
	c1 c2	b9 c1	7.5	3.00
	c3 c4 c5	c2 c3 c4	9.5	1.00
	c6 c7 c8 c9	c5 c6 c7 c8	10	0.50
	d1	c9	8	2.50
*				16.5

شكل (6) واجهة تخصيص المهام على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح

حيث يوضح العمود الاول (Eligible Task) النشاط المخصص والعمود الثاني يوضح النشاط السابق والعمود الثالث (Cumulative Time) يوضح الوقت المخصص في المحطة والذي يتم حسابه من خلال جمع اوقات المهام الموجودة في المحطة الجديدة على ان لا تتجاوز الوقت المخصص للمحطة فيما يمثل العمود الرابع (Idle Time) والذي يتم حسابه من خلال (وقت دورة الانتاج النظرية – الوقت المخصص)

وبعد تطبيق النظام والحصول على معايير الاداء نلاحظ ارتفاع كفاءة الانتاج بنسبة جيد جداً فضلاً عن تقليل بالوقت العاطل وتأخير التوازن وايضاً تقليل عدد المحطات والجدول (3) يوضح الفرق بين معايير الاداء للواقع الفعلي ومعايير الاداء عند تطبيق النظام .

جدول (3) مقارنة بين معايير الاداء عند تطبيق النظام والاداء الفعلي لخط التجميع

معايير الاداء	معايير الاداء عند تطبيق النظام	الواقع الفعلي للاداء
وقت دورة الانتاج	10.5 دقيقة	9 دقيقة
عدد محطات العمل	13 محطة	28 محطة
نسبة كفاءة الخط	87.91%	53.17%
نسبة تأخير التوازن	12.09%	46.83%
الوقت العاطل	16.5 دقيقة	118 دقيقة

المصدر : اعداد الباحث

الفعلي) يسهم في اعطاء نتائج تكون قريبة جداً الى الواقع الفعلي .

2- بناء أنموذج المحاكاة

للتعرف الى كيفية بناء أنموذج المحاكاة لابد من تحديد خطوات عملية المحاكاة تتمثل بالاتي :-

- 1- اعتماد الترتيب على اساس طريقة الوزن الموقعي المرجح كمدخلات للنموذج .
- 2- يكون وقت البدء صفر أو هو الساعة السابعة صباحاً .
- 3- توليد الارقام العشوائية باستخدام دالة Math. Rand. كما موضح بالعمود (3).
- 4- حساب الوقت العشوائي لكل محطة باستخدام المعادلة (7) وكما موضح في العمود (5) بالاعتماد على الاوقات التي تم تحديدها في الجدول .
- 5- ترتيب المحطات وتخصيص المهام على المحطات .

- 6- تبدأ المحطة الاولى من الصفر وبعد اكمال العمل يتم تسليمها الى المحطة اللاحقة .
- 7- اذا كانت المحطة التالية تستلم العمل من المحطة السابقة قبل انهاء مهامها فتبقى الوحدات تنتظر كمواضع مصنعة (W I P) اما اذا انتهت مهامها قبل المحطة التي

عند تطبيق النظام تم الحصول على (13) محطة حيث تتكون المحطة من عدد من المهام يتم وضع بعضها مع بعض تكون ضمن المحطة الواحدة وان لا تتجاوز اوقات المهام وقت المحطة المحدد بـ (10.5) دقيقة

ان امكانية تطبيق الترتيب الجديد على ارض الواقع اشبه بالمستحيل ولمعرفة مدى نجاح هذا النظام في التطبيق تم تصميم واعداد أنموذج محاكاة على وفق النتائج المتحققة الذي يتم من خلال تطبيق طريقة الوزن الموقعي المرجح لتوازن خطوط التجميع ، ولذا تم توزيع المهام على محطات العمل ضمن الوقت المخصص لها (عند حساب وقت الدورة) وسيتم ذلك بشغل أنموذج المحاكاة .

سابعاً : تطبيق أنموذج المحاكاة

يفضل ان يمر أنموذج المحاكاة عند تطبيقه بالمراحل الاتية :-

1- تحديد المشكلة

عند الحصول على افضل ترتيب متوازن لخط التجميعي والمتمثل بأعلى نسبة كفاءة واقل وقت عاطل وتخصيص المهام على محطات العمل تكون المحطات مرتبة بشكل متسلسل من اول محطة الى اخر محطة ولصعوبة تطبيقه على ارض الواقع (كما تم ذكره سابقاً) لذا تم تصميم وتشغيل أنموذج محاكاة باستخدام واقع افتراضي (يشبه الواقع

تسبقها ينتج عن ذلك وقت عاطل (Idle Time).

8- يستمر أنموذج المحاكاة بالعمل حتى يصل الى نقطة توقف الانموذج بعد (420) دقيقة ما يعادل (7) ساعات عمل للخط التجميعي

3- تشغيل أنموذج المحاكاة

بعد القيام بترتيب المهام وتوزيعها على المحطات ننقر على (Simulation) لتظهر لنا الواجهة الاتية كما في الشكل (7) حيث يوضح

- العمود الاول (No.) عدد الوحدات المنجزة

- العمود الثاني (Task Name) اسم المهمة

- العمود الثالث (Rand) يوضح الرقم العشوائي

- العمود الرابع (Start Time) وقت بداية العمل

- العمود الخامس (Process Time) وقت المعالجة (الوقت العشوائي) الذي يتم حسابه وفق المعادلة (7)

- العمود السادس (End Time) وقت الانتهاء الذي يمثل حاصل جمع العمود الرابع والعمود الخامس

- عمود (WIP) الذي يوضح المواد تحت التشغيل وتحدث ظاهرة WIP عندما تكون المحطة التالية غير جاهزة لاستلام العمل فيتكون هناك وحدات تحت التشغيل

- عمود (Idle Time) والذي يوضح الوقت العاطل لكل محطة ويحدث عندما تتوقف المحطة في انتظار تدفق العمل من المحطة التي تسبقها وهذا لا يحدث في المحطة الاولى

Ranked Positional Weight

Distribution Activities on Workstation

simulation

Distribution Activities on Workstation

Arranging Activity

simulation

No.	Task Name	Rand	Start Time(min.)	Process Time(min.)	End Time(min.)	Task Name	Rand	Start Time(min.)	Process Time(min.)	End Time(min.)	Task Name	Rat
1	a1	0.263	0	2.526	2.526	a2	0.3318	2.526	2.6636	5.1896	a3	0.77
2	a1	0.0855	8.734	2.171	10.905	a2	0.3787	10.905	2.7574	13.6624	a3	0.83
3	a1	0.5249	17.339	3.0498	20.3888	a2	0.5789	20.3888	3.1578	23.5466	a3	0.43
4	a1	0.4407	26.4124	2.8814	29.2938	a2	0.5411	29.2938	3.0822	32.376	a3	0.16
5	a1	0.1544	34.71	2.3088	37.0188	a2	0.4885	37.0188	2.977	39.9958	a3	0.80
6	a1	0.3714	43.6138	2.7428	46.3566	a2	0.4928	46.3566	2.9856	49.3422	a3	0.58
7	a1	0.3524	52.5044	2.7048	55.2092	a2	0.3686	55.2092	3.9172	59.1264	a3	0.70
8	a1	0.336	62.5398	2.672	65.2118	a2	0.3582	65.2118	2.7164	67.9282	a3	0.20
9	a1	0.21	70.3422	2.42	72.7622	a2	0.2153	72.7622	2.4306	75.1928	a3	0.94
10	a1	0.4337	79.0884	2.8674	81.9558	a2	0.34	81.9558	2.68	84.6358	a3	0.93
11	a1	0.2093	88.5092	2.4186	90.9278	a2	0.3128	90.9278	2.6256	93.5534	a3	0.86
12	a1	0.9042	97.2928	3.8084	101.1012	a2	0.2191	101.1012	2.4382	103.5394	a3	0.92
13	a1	0.7227	107.3956	3.4454	110.841	a2	0.6334	110.841	3.2668	114.1078	a3	0.82
14	a1	0.6279	117.7588	3.2558	121.0146	a2	0.8641	121.0146	3.7082	124.7228	a3	0.10
15	a1	0.5135	126.9318	3.027	129.9588	a2	0.3875	129.9588	2.775	132.7338	a3	0.68
16	a1	0.5257	136.1012	3.2514	139.3526	a2	0.6823	139.3526	3.3646	142.7172	a3	0.65
17	a1	0.2354	146.0266	2.4708	148.4974	a2	0.1138	148.4974	2.2276	150.725	a3	0.32
18	a1	0.5594	153.3824	3.1188	156.5012	a2	0.2186	156.5012	2.4372	158.9384	a3	0.53
19	a1	0.933	162.0054	3.866	165.8714	a2	0.1788	165.8714	2.3576	168.229	a3	0.16
20	a1	0.2312	170.5498	2.4624	173.0122	a2	0.5664	173.0122	3.1128	176.125	a3	0.96
21	a1	0.5412	180.047	3.0824	183.1294	a2	0.2775	183.1294	2.555	185.6844	a3	0.55
22	a1	0.0838	188.8728	2.1676	191.0404	a2	0.8671	191.0404	3.7342	194.7746	a3	0.92
23	a1	0.3857	198.6206	2.7714	201.392	a2	0.9329	201.392	3.8656	205.2578	a3	0.56

شكل رقم (7) يوضح المحاكاة

من خلال تشغيل أنموذج المحاكاة نلاحظ ما يأتي :-

- c. عدد الوحدات المنتجة باستخدام أنموذج المحاكاة بلغت (30) سيارة بينما يبلغ الانتاج الفعلي لخط التجميع (20) سيارة
- d. عند تكرار تجربة المحاكاة تتغير عدد الوحدات المنجزة بسبب تغير الارقام العشوائية

a. عدد الوحدات تحت التشغيل (W I P) قليلة جداً لان الخط التجميعي في حالة توازن

b. يوجد في المحطة العاشرة اكبر وقت العاقل (Idle Time) ويبلغ

(91.3938) دقيقة بسبب انخفاض وقت العمل فيها بينما لا يوجد اي وقت عاقل في المحطة (3)

4- تقييم نتائج المحاكاة

يقدم الجدول (4) خلاصة لنتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها

جدول (4) نتائج المحاكاة لخط التجميع

النتائج	معايير الاداء
30 سيارة	عدد الوحدات المنجزة
13 محطة	عدد محطات العمل
87.91%	نسبة كفاءة الخط
12.09%	نسبة تأخير التوازن

المصدر : اعداد الباحث

مما تقدم نلاحظ ان عدد الوحدات المنجزة و وقت دورة الانتاج ونسبة كفاءة الخط ونسبة وقت التأخير قد تحسنت مقارنة مع الاداء الفعلي للخط التجميعي وكما موضح في الجدول (5)

جدول (5) مقارنة بين نتائج المحاكاة والاداء الفعلي لخط التجميع

الواقع الفعلي للاداء	نتائج المحاكاة	معايير الاداء
20 سيارة	30 سيارة	عدد الوحدات المنجزة
28 محطة	13 محطة	عدد محطات العمل
53.17%	87.91%	نسبة كفاءة الخط
46.83%	12.09%	نسبة تأخير التوازن

المصدر : اعداد الباحث

يساوي (20) سيارة في الوجبة اما عدد الوحدات بعد موازنة وترتيب الخط يساوي (30) سيارة .

2- يشير الواقع الفعلي لخط التجميع الى وجود ثمان وعشرون محطة موزعة عليها المهام

يتضح من خلال الجدول (5) النقاط الاتية :-

1- زيادة في عدد الوحدة المنتجة بمعدل

(10) سيارات في وجبة العمل* حيث

كان عدد الوحدات المنتجة قبل الموازنة

- عنه وقت عاطل واختناقات ومن ثمّ زيادة وقت دورة الانتاج وانخفاض كفاءة الخط .
- 3- انخفاض كفاءة الترتيب الحالي للخط التجميعي الذي يظهر من خلال انخفاض حجم الانتاج الذي يبلغ (20) سيارة مقارنة بالطاقة التصميمية التي تبلغ (40) سيارة .
- 4- أثبت أنموذج المحاكاة المصمم في النظام قدرته على محاكاة الواقع الفعلي واستخراج النتائج المطلوبة ، فضلاً عن سهولة التحكم بأنموذج المحاكاة المصمم وتطبيقه .

التوصيات

- 1- يوصي الباحثان بالعمل على تطبيق الترتيب الجديد للخط التجميعي الذي تم الحصول عليه باستخدام النظام
- 2- تطبيق طريقة الوزن الموقعي المرجح في موازنة خط التجميع يساعد على تحقيق افضل ترتيب للمهام واعلى نسبة كفاءة واكل وقت عاطل .

- التي تم توضيحها سابقاً في الجدول (1-3) ، في حين تم اعادة توزيع هذه المهام على ثلاث عشرة محطة عند موازنة خط التجميع على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح باستخدام النظام المصمم .
- 3- ارتفاع كفاءة الخط التجميعي بعد الموازنة بنسبة (36.49%) حيث بلغت كفاءة الخط التجميعي في الواقع الفعلي (51.42%) في حين بلغت كفاءة الخط بعد الموازنة (87.91%) .
- 4- فيما يخص نسبة التأخير فقد انخفضت بنسبة (35.68%) حيث كانت نسبة التأخير في الواقع الفعلي تساوي (48.58%) اخفضت الى (12.09%) بعد الموازنة .

المبحث الرابع / الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- 1- تعتمد كفاءة الخط التجميعي التي تمثل اهم معايير تقويم الاداء على انخفاض الوقت العاطل والاختناقات بين محطات العمل والذي يتحقق من خلال الترتيب الجيد لخط التجميع .
- 2- يتكون الخط التجميعي من (28) محطة عمل تتباين فيما بينها في الاوقات مما ينتج

* يقصد بوجبة العمل يوم عمل لان الخط التجميعي يعمل في وجبة واحدة

المصادر

المصادر العربية

- 1- العلي ، عبد الستار محمد (2006) " **ادارة الانتاج والعمليات : مدخل كمي** " الطبعة الثانية ، عمان ، دار وائل للطباعة والنشر .
- 2- محسن، عبد الكريم والنجار ، صباح مجيد (2012) " **ادارة الانتاج والعمليات** " ، الطبعة الرابعة ، بغداد ، الذكرة للنشر والتوزيع .
- 3- السمان ، ثائر احمد (2005) " **تطوير استخدام اسلوب الازان الموقعية المرتبة لتحقيق – الموازنة بين الخطوط الانتاجية دراسة تطبيقية في معمل الالبسة الولادية في الموصل** " مجلة تنمية الرافدين ، المجلد 37 ، العدد 80 ، ص 22 – 9
- 4- الموسوي ، بتول عطية (2004) " **تصميم نظام خبير لتوازن خطوط الانتاج / دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ببغداد** " ، رسالة مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد للحصول على درجة " ماجستير علوم في الادارة الصناعية "
- 5- ما جود ، هالة حمد (2011) " **موازنة خط التجميع المتعدد باستخدام خوارزميتي الازان الموقعية المرجحة وكومسوال دراسة حالة لخط خياطة في معمل (7) / الشركة العامة للصناعات الجلدية / بغداد** " ، اطروحة مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد للحصول على درجة " دكتوراه فلسفة في ادارة الاعمال "

المصادر الاجنبية

1. Evans, Jamse R. & Collier , David A. (2007) " **Operations Management : An Integrated Good And Services Approach** " Thomson , south Western .
2. Gaither, Norman & Frazier, Greg (2004) " **Production and Operations Management** " , (9th ed.) , Reprinted In India (2009) .
3. Krajewski , Lee J. & Ritzman , Larry p. (2005) " **Operations Management : Process And Value Chains** " , (7th Ed.) , New Jersey , Pearson, Prentice Hall .
4. Reid, R. Dan & Sanders, Nada, R. (2011) " **Operations Management An Integrated Approach** " (4th Ed.) , U. S. A. , John Wiley & Sons, Inc.
5. Rekiek, Brahim & Delchamber, Alain (2006) " Assembly Line Design – The Balancing of Mixed Hybrid Assembly Line with Genetic Algorithms " Germany , Published Springer .
6. Russell, Roberta S. & Taylor, Bernard W. (2011), " **Operations Management: Creating Value A Long Supply Chain** " , (7th Ed.) , U. S. A. , John Wiley & Sons, Inc.
7. AL-Zubaidy, Sawsan S. & Abd Al-Razaq, Fatin , f. (2013) " Multi- Model Production And Assembly Line Balancing (Caravans Production Workshop) " **Journal Of Babylon University / Engineering Sciences** , NO.113 (21) P-P 1301 – 1312 .
8. Hamza, Riyadh Mohammed & Al-manaa, Jassim Yousif (2013) " Selection Of Balancing Method For Manual Assembly Line Of Two Stage Gearbox " **Global perspectives On Engineering Management** , NO. 2 (2) , P-P 70 – 81 .
9. Reginato, Gustavo , Anzanello, Michel Jose & Kahmann, Alessandro (2016) " Mixed Assembly Line Balancing Method In Scenarios With Different Mix Of Products " **Gest. Prod.** , NO. 2 (23) , P-P 294 – 307 . <http://dx.doi.org>
10. Sharma, Pallavi , Thakar, G. & Gupta, R. C. (2013) " Evaluation Of Assembly Line Balancing Method Using An Analytical Hierarchy Process (AHP) And Technique For Order Preferences By Similarity To Ideal Solution (Topsis) Based Approach " **International Journal For Quality Research** , NO. 7 (4) , P-P 523 – 544 .

Simulation Design and Layout of The Assembly Line Using Ranked Positional Weight Method / Applied Research in The General Company for Cars Industry

Abstract

The Issue of Balancing Between the Assembly Lines is One of the Important Activities in the Management of Production and Operations Because of its Importance in Raising the Efficiency and Effectiveness of the Assembly Line and Eliminate the Idle Time, it is Possible Through Balancing to Identify the Nature of Activities and Tasks that Occur in Line ,The Problem of Research Applied in the General Company for Automotive Industry - Assembly Line of TEBA cars is in the Low Efficiency of the Line In addition to the existence of idle time and suffocation between the work stations, So the Main Objective of the Research is to Balance the Assembly Line According To Ranked Positional Weight Method To Treat these Issues a System has been Designed to Rearrange and Balance the Assembly Line Using the language of Microsoft Visual Studio , For the Best Arrangement and the Difficulty of Reversing the Actual Reality has been Access to The Simulation Model was Introduced to Implement the New Arrangement through which the Number of Productive Units was Increased and the Work Flow was Ensured and the Bottlenecks in the Assembly Line

The Research Reached a Number of Conclusions, the Most Important of Which is the Low Efficiency of the Current Arrangement, Which is shown by the Decrease in the Actual Production Volume Compared to the Design Capacity. The Simulation Model Designed in the System Proved its Ability to Simulate the Actual Reality and the Extraction of the Required Results, , And recommends that the researcher implement the new order of the assembly line obtained using the system

Keywords: Assembly Line, Simulation, Ranked Positional Weight, Idle Time, Bottlenecks, Efficiency