مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

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 على 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 المشاكل تم تصميم نظام لأعادة ترتيب وموازنة خط التجميع بأستخدام لغة Microsoft Visual Studio ، للحصول على افضل ترتيب ولصعوبة عكس ذلك على الواقع الفعلي تم الدخول الى إنموذج 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 إنموذج المحاكاة المصمم في النظام قدرته على على محاكاة الواقع الفعلي واستخراج النتائج المطلوبة ، كما يوصي الباحث بالعمل على تطبيق الترتيب الجديد للخط التجميعي الذي تم الحصول عليه بأستخدام النظام

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

المقدمة

ان خطوط التجميع مصممة ليكون العمال والالات والمكائن في تتابع منظم ليقلل الجهد المبذول في العمل لاقل قدر ممكن وتحقيق الانسياب الكفء 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

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

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 مشاكل عديدة تتعلق بموازنة خط التجميع ، لذا فمشكلة الموازنة هي واحدة من مشاكل 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 على جودة المنتج وتسبب تأخير في وقت انجاز المهمة

بناءاً على ما تقدم ومن خلال الملاحظة وزيارة عينة البحث يمكن تحديد مشكلة البحث بالتساؤلات الاتية:-

١- هل يتم توزيع اعباء العمل المطلوب من خط التجميع بشكل متساوٍ على محطات العمل المختلفة؟

٢- هل يعاني الخط التجميعي من وجود وقت عاطل وحالات اختناق بين محطات العمل ؟

٣- ماهي كفاءة ونسبة الانجاز في الخط ؟

ثانياً: اهداف البحث

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

ثالثاً: اهمية البحث

١- زيادة مرونة العملية الانتاجية والاستخدام الفعال .

٢- زيادة كفاءة التدفق المستمر لخط التجميع من خلال تقليل الوقت العاطل ومعالجة الاختناقات التي تحصل بين محطات العمل .

٣- رفع كفاءة الخط الانتاجي من خلال انجاز اعمال الخط بأقصى كفاءة وفاعلية ممكنة .

رابعاً: الادوات المستخدمة في البحث

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

١- تصميم نظام يُستخدم في موازنة خطوط التجميع باستخدام احدى تقنيات البرامج الحاسوبية المتمثلة ببرنامج Microsoft Visual Studio والذي يعد الاصدار الحديث للغة البرمجية (سي شارب "C#") التي انتجتها شركة Microsoft .

٢- تصميم إنموذج المحاكاة Simulation من خلال استخدام نفس لغة البرنامج Microsoft Visual Studio وربطه مع برنامج التوازن .

٣- استخدام بعض المقاييس الخاصة بخط التجميع .

- مقياس وقت دورة الانتاج (Ct)
- عدد المحطات Ws
- الكفاءة (كفاءة الخط) (E)
- الوقت العاطل او الضائع (I)
- تاخير التوازن (BD)

المبحث الثاني / الجانب النظري

اولاً : 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 لانتاج حجوم كبيرة (كميات كبيرة) من منتج واحد . (العلي ، ٢٠٠٦ : ٢٠٢)

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 ، ٢٠١٢ : ٣٤١-٣٤٢)

ثانياً : مفهوم موازنة خط التجميع

وتعني الموازنة محاولة مساواة جميع المراحل الانتاجية المتعاقبة في الخط وتتحقق هذه المساواة عندما تتطلب جميع المراحل في خط الانتاج او التجميع الوقت نفسه بحيث ينعدم الوقت الضائع في اية محطة فيحصل ما يسمى بالتوازن التام ويظهر عدم الموازنة عندما لايتساوى الوقت اللازم لانجاز المراحل لانتاجية المتعاقبة في خط الانتاج والتجميع ، ويؤدي عدم التساوي الى تباين كمية الانتاج لهذه المرحلة ، عندها تصبح كمية الانتاج القصوى للخط مساوية لابطأ 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 ، ٢٠٠٥ :١١)

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

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 ، ٢٠٠٤ : ٥٧)

١- الاختناقات Bottleneck :- تعني تكدس الوحدات المراد انجازالعمل عليها عند محطة انتاجية معينة بسبب تفوق انتاجية المرحلة السابقة عليها .

٢- 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 لانتاج المحطات السابقة ويبقى لدى المحطة اللاحقة بعض الوقت الفائض .

ثالثاً : متطلبات توازن الخط

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

١- 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 & Delchambre , 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)

٢- زمن الدورة CT :- Cycle Time

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

$$CT = \frac{PT}{D} \qquad \text{---------- (1)}$$

Production Time = PT الوقت المتاح للانتاج خلال اليوم

Demand = D الطلب اليومي

٣- العدد الادنى لمحطات العمل (WSt) :-

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

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 ولايكون هناك وقت عاطل (Idle Time) في اية محطة (Krajewski&Ritzman,2005:321) ويمكن حساب العدد الادنى لمحطات العمل من خلال الصيغة الاتية :-

$$WSt = \frac{JC}{CT} \quad \text{---------- (٢)}$$

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

٤- الوقت العاطل (I) :- Idle Time

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

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

WSa = عدد محطات العمل الفعلي

٥- الكفاءة (E) :- Efficiency

هي اهم معايير تقويم اداء الخط اي انها النسبة المئوية لاجمالي وقت انجاز وحدة واحدة من المنتج الى وقت الدورة مضروباً بعدد محطات العمل (الموسوي ، ٢٠٠٤ : ٦٣)

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

كما يمكن حساب الكفاءة ايضاً عن طريق النسبة المئوية بين العدد النظري لمحطات العمل (WSt) والعدد الفعلي (WSa) من خلال الصيغة الاتية (محسن والنجار ، ٢٠١٢ : ٣٤٢) :-

$$E = \frac{WSt}{WSa} \times 100 \quad \text{---------- (٥)}$$

٦- تأخير التوازن (BD) :- Balance Delay

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

$$BD = 1 - E \quad \text{---------- (٦)}$$

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

١- رسم مخطط الاسبقية وتسميته .

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

٢- حساب وقت الدورة المطلوب للخط الانتاجي .

٣- حساب العدد النظري لمحطات العمل .

٤- توزيع عناصر العمل على المحطات والتعرف على وقت الدورة الفعلي وقيود الاسبقية .

٥- 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 (٤) .

رابعاً : الطرق المستخدمة في توازن الخطوط الانتاجية

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

١- الطريقة التي تركز على مخطط الاسبقية :- Precedence Diagram Method اقترح العالم (Hoffman) في عام (١٩٦٣) 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،٢٠١١:٨٤)

٢- طريقة التجربة والخطأ :- Trail and Error Method

تستخدم لحل المشاكل صغيرة الحجم اكثر من المشاكل كبيرة الحجم كونها مستهلكة للوقت وتحتاج الى مجهود كبير دون ضمان الوصول الى حل بسبب وجود العديد من الخيارات وصعوبة اختيار الافضل . (Al-Zubaidy & Abd Alrazaq ,2013 : 1302)

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

قدم كل من (Helgeson & Birnie) طريقة ترتيب الاوزان الموقعية (R P W) في عام ١٩٦١ (Hamza & Al-Manaa,2013 : 70) تعتمد عملية حساب الوزن لكل مهمة على وفقاٍ لمجموع وقت اداء تلك المهمة واوقات 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 كبيرةً تخصص للمحطة الاولى ومن ثم تخصص المهمة اللاحقة بالطريقة نفسها وهكذا بقية المحطات . (Reginato,et.al ,2016 : 298)

٤- طريقة التحديث الاني للملائمة الاولى :- Immediate Up First – Fit Method

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

اقترح Jackson طريقة التحديث الاني للملائمة الاولى عام ١٩٦٢ ، تعتمد هذه الطريقة على النقاط العددية التي يحصل عليها العنصر وفق الخطوات الاتية : - (Sharma , et.al , 2013 : 530)

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

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

المبحث الثالث / الجانب العملي

اولاً : نبذة تعريفية عن الشركة العامة لصناعة السيارات

تاسست الشركة العامة لصناعة السيارات في عام ١٩٧٦ 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 :-

١- يعد احد خطوط التجميع التي تحضى حصة سوقية كبيرة وطلب مرتفع في السوق العراقية .
٢- ان دراسة خط تجميع سيارات الصالون (طيبة) يعد بمثابة دراسة للخطوط الاخرى لان مراحل تجميع السيارات متشابهة تقريباً .
٣- 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 رمز(كود) يساعد موظفي قسم اللوجستك على ترتيب المواد وفقا لهذه الرموز ، وفي كل محطة يوجد مجموعة من العاملين يقومون بتجميع الاجزاء حيث ان كل الاجزاء يتم تجميعها يدوياً ولكل عامل هنالك عدة يستخدمها لتجميع الجزء الخاص به ووفقا للتعليمات المناط بها ، تنتقل السيارة من محطة الى اخرى بعد اكتمال تجميع كل اجزاء المحطة بواسطة حزام ناقل ارضي (زنجيل) يتم التحكم بسرعته وحركته بواسطة بورد الكتروني ، وان سرعة الخط الانتاجي يحددها سرعة العاملين في تجميع القطع .

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

كل محطة مرقمة برقم خاص مسبوق باسم القاطع حيث ان المرحلة الاولى من التجميع تتضمن ١٤ 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 عشر 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 (١) يوضح محطات تجميع سيارات الطيبة وعدد العاملين في كل محطة والاوقات المثبتة من قبل الشركة

جدول (١) المهام التي يتم انجازها في كل محطة من محطات تجميع سيارات طيبة

رقم المحطة	المضمون	عدد العمال	الوقت (دقيقة)
١	– ربط العازل تحت الدشبول – ربط نظام الابواب (كيلون باب + نرمادات) – ربط سبرنك الصندوق مع غلق الفتحات الموجودة في الصندوق	٤	٤
٢	– تأسيس الاسلاك الفرعية والرئيسية – ربط الفرامل اليدوية (Hand Break)	٣	4
٣	– ربط (ماطور الماسحات) مع الاذرع – ربط تقسيم الفرامل مع الانابيب – ربط العقل (ECU)	٤	4
٤	– ربط عمود المقود – ربط دواسات (الكلج ، وقود ، فرامل) – تسليك الاجزاء الكهربائية في القمارة	٤	٤
٥	– ربط غلاف القمارة (التنتة)	٥	5

	– ربط حزام الامان الخلفي – ربط قاعدة الكتفات – ربط راديتر التبريد		
٦	– ربط الابواب الامامية بكل تفاصيلها اضافة الى نصب زجاج الابواب	٤	٤
٧	– ربط الابواب الخلفية بكل تفاصيلها اضافة الى نصب زجاج الابواب	٤	٤
٨	– ربط حزام الامان الامامي – ربط الفرش (العازل الارضي) و تغليف الارضية – ربط اقفال الابواب الاربعة	٤	4
٩	– ربط الدعامية الخلفية واللايت الخلفي (بك لايت) – ربط الشمسيات و مقابض الابواب وتأسيس كهربائية الابواب (الاضاءة عند فتح الابواب) – ربط قفل الصندوق	٣	٤
١٠	– ربط فريز التبريد مع المروحة – وضع الدشبول وكذلك العدادات مع غطاء العدادات	٣	٧
١١	– ربط انابيب التبريد – ربط الدعامية الامامية	٢	٣
١٢	– ربط الدبل امامي و الدبل خلفي – ربط اجزاء البنيد	٤	9
١٣	– ربط المراة الجانبية – ربط المقود – ربط غلاف (الدشبول خلفي) و ربط السماعات	٣	4
١٤	– نقطة فحص (سيطرة نوعية) لعمل المحطات السابقة	١	٨
١٥	– ربط ساید بریك بأنابيب البريك – ربط الاكسل – تثبيت الدبل (بالدرايم شفت) وربطه بمشط المقود – تثبيت المحرك	٤	9
١٦	– تثبيت الدعامية الامامية و الواقيات الامامية	٤	5

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

	– تثبت الدعامية الخلفية و الواقيات الخلفية – ربط خرطوم البانزين – ربط عازل الصالنصة		
١٧	– تثبيت الاطارات الاربعة – ربط الفرامل الامامية – ربط الصالنصة – ربط ناقل الحركة بالصالنصة	٦	٥
١٨	– تغليف ساید بریك وناقل الحركة عن طريق وضع (كفرات) – تغليف الصندوق – ربط دكة المحرك وتعزيمها صوندة بور – ربط انابيب هواء و فلتر هواء وانابيب ال (Power)	٥	9
١٩	– ربط قاعدة البطارية – ربط كلج – ربط الراديتر	٤	4
٢٠	– ربط (اللايتات) الامامية – تاسيس الكهرباء – ربط بوكس فيوزات – تاسيس مرشاة المياه للزجاج الامامي	٣	٥
٢١	– ربط المقاعد الامامية والخلفية – ربط البطارية	٤	٣
٢٢	– نصب الزجاج الامامي والخلفي – ربط الماسحات امامية وتغليفها	٥	٣
٢٣	– ملئ الراديتر بالماء – ملئ السيارة بالزيوت على انواعها (محرك و بريك)	٢	٣
24	– ملئ غاز التبريد بمنظومة التبريد – ملئ الخزان بالوقود	٢	٣
25	– ملئ الزيت الخاص بالمقود (بور ستيرن) – ربط ترايش الابواب	٢	٣

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

26	– تجهيز السيارة (مثلث ، عدة ، اطار احتياطي)	١	٢
27	– تعريف وبرمجة العقل (ECU) وبعدها يتم تشغيل السيارة	١	٣
28	– نقطة فحص (السيطرة النوعية) فحص كل اجزاء السيارة	١	9
	المجموع	٩٢	134

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الشركة

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 (٤) عاملين يقومون باعمال تحت هيكل السيارة حيث تكون معلقة خلال نقلها الى الحزام الناقل 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 (١٥) و تتكون هذه المحطة من (٩) عاملين يقومون بالمهام التالية .

- ربط ناقل الحركة بالمحرك وربط السلف بناقل الحركة .
- ربط كهرباء السلف بالداينمو .
- ربط قاعدة الكمبريسر وضاغط بور ستيرن
- ربط قاعدة المحرك (حامل المحرك) .
- ربط درايم شفت بالكيربوكس .
- ربط عنبر الزيت (سي اؤيل) .

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

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

وتعتمد الخطة الانتاجية للمصنع على الانتاج الاجمالي للخطوط الاربعة حيث تبلغ الطاقة التصميمية للمصنع (١٢٠,٠٠٠)* سيارة في السنة وبواقع ثلاث وجبات عمل تصل الى (٢٢) ساعة يومياً تعمل الوجبة الواحدة لمدة (٧) ساعات تقريباً وبأيام عمل تبلغ (٢٥٠) يوم في السنة ،

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ ـ ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

لذا فالطاقة التصميمية للخط التجميعي الواحد هي (٤٠) سيارة في الوجبة ، ويبلغ معدل الانتاج الفعلي لخط التجميع سيارات طيبة هو (٢٠) سيارة في اليوم الواحد وعلى مدار خمسة ايام في الاسبوع حيث يصل عدد السيارات المنتجة تقريباً الى (٤٠٠) سيارة شهرياً ، يحتوي الخط التجميعي على (٢٨) محطة عمل والتي تم ذكرها في الجدول (١) ويعمل في الخط تقريباً على (١٥٠) شخص بين عامل وفني ومهندس لهم دور كبير في عملية الانتاج ، وبوجبة عمل واحدة وبعدد ساعات عمل يصل الى (٧) 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 ادناه :-

- وقت دورة الانتاج = اطول وقت في (٢٨) محطة = ٩
- معدل الانتاج = ٢٠ سيارة في اليوم
- نسبة كفاءة الخط = (محتوى العمل) ÷ (عدد المحطات × وقت الدورة)

= **134** ÷ (٢٨ × ٩) =٥٣.١٧%

- نسبة تأخير التوازن = ١ – نسبة كفاءة الخط

= ١ – **53.17** % = ٤٦.٨٣%

نلاحظ ان كفاءة الخط الإنتاجي منخفضة جدا الآمر 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 = ١٢٠,٠٠٠ سيارة ÷ (٢٥٠ يوم × ٣وجبات × ٤ خطوط انتاجية)

خامساً : مراحل تصميم وتشغيل النظام المصمم

و تمر عملية تصميم النظام بمرحلتين هما .

١- المرحلة الاولى :- وتمثل ماقبل 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 على المشكلة وطبيعتها وابعدها وتكوين فهم عام لها ، فليس الغرض من هذه المرحلة التعريف الدقيق للمشاكل التي قد توجد في النظام القائم ، او تقديم

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

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

ب-ليس هنالك نظام خالي من المشاكل ومنها مشاكل العاملين او مشاكل 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 .

ت-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 لانشاء تطبيقات Windows ، تمتلك بيئة تطوير متكامل ، وذات طبيعة مرئية Visual Program ، سهولة اكتشاف الاخطاء فيها عند كتابة اوامر صحيحة يقوم باعطائك 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 عالواجهات الاخرى ، كما تمتاز بقدرتها على خزن ومعالجة كمية هائلة من المعلومات وفي وقت قياسي ، بالاضافة الى سهولة استخدامه من قبل العاملين

٢- 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 المعايشة الميدانية لعينة البحث تم استخدام Stop Watch وذلك لحساب اوقات العمل لعدد من المشاهدات ولأكثر من خمس مشاهدات وتم الحصول على البيانات الموضحة بالجدول (٢) .

١- المهام التي يتم انجازها في كل محطة والتي تم توضيحها في الجدول (١)

٢- الحد الاعلى والحد الادنى ومعدل اوقات المهام كما في الجدول (٢)

٣- طريقة الوزن الموقعي المرجح .

٤- معدل الطلب اليومي

٥- الوقت المتاح للانتاج اليومي والبالغ سبع ساعات.

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

جدول (8) معدل اوقات المهام

اسم المحطة	رمز المحطة	المحطة السابقة	الحد الاعلى للوقت (دقيقة)	الحد الادنى للوقت (دقيقة)	المعدل
المحطة الاولى	A1	ــــــــــــــــــــ	4	2	3
المحطة الثانية	A2	A1	4	2	3
المحطة الثالثة	A3	A2	4	2	3
المحطة الرابعة	A4	A3	4	٣	3.5
المحطة الخامسة	A5	A4	٦	٤	٥
المحطة السادسة	A6	A5	4	٣	3.5
المحطة السابعة	A7	A6	4	٣	3.5
المحطة الثامنة	A8	A7	4	3	3.5
المحطة التاسعة	A9	A8	٥	3	٤
المحطة العاشرة	B1	A9	7	5	6
المحطة الحادية عشر	B2	B1	4	٢	٣
المحطة الثانية عشر	B3	B2	8	6	7
المحطة الثالثة عشر	B4	B3	4	3	3.5
المحطة الرابعة عشر	B5	B4	8	٥	6.5
المحطة الخامسة عشر	B6	B5	10	8	9
المحطة السادسة عشر	B7	B6	5	3	4
المحطة السابعة عشر	B8	B7	6	٤	٥
المحطة الثامنة عشر	B9	B8	10	8	9
المحطة التسعة عشر	C1	B9	4	3	3.5
المحطة العشرون	C2	C1	٥	٣	٤
المحطة الواحد وعشرون	C3	C2	٥	٣	٤

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

المحطة الثانية والعشرون	C4	C3	٤	٢	٣
المحطة الثالثة والعشرون	C5	C4	3	2	2.5
المحطة الرابع والعشرون	C6	C5	3	2	٢.٥
المحطة الخامسة والعشرون	C7	C6	٣	٢	٢.٥
المحطة السادسة والعشرون	C8	C7	٣	٢	٢.٥
المحطة السابعة والعشرون	C9	C8	٣	٢	٢.٥
المحطة الثامنة والعشرون	D1	C9	١٠	٦	٨

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 بـــ (وقت دورة الانتاج CT ، عدد محطات العمل WS ، الكفاءة E ، الوقت العاطل I ، تاخير التوازن BD) وحسب المعادلات (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٦) التي تم ذكرها في المبحث الثاني / النظري .

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

ب – المخرجات

تتمثل مخرجات النظام في واجهة خاصة بعملية موازنة الخط التجميعي 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 إنموذج Simulation ، وتمثل طريقة ترتيب المحطات وفق طريقة الاوزان الموقعية المرجحة مدخلات لعملية المحاكاة حيث تعتمد عملية اجراء محاكاة على تحديد عدد محطات العمل وتوزيع المهام

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

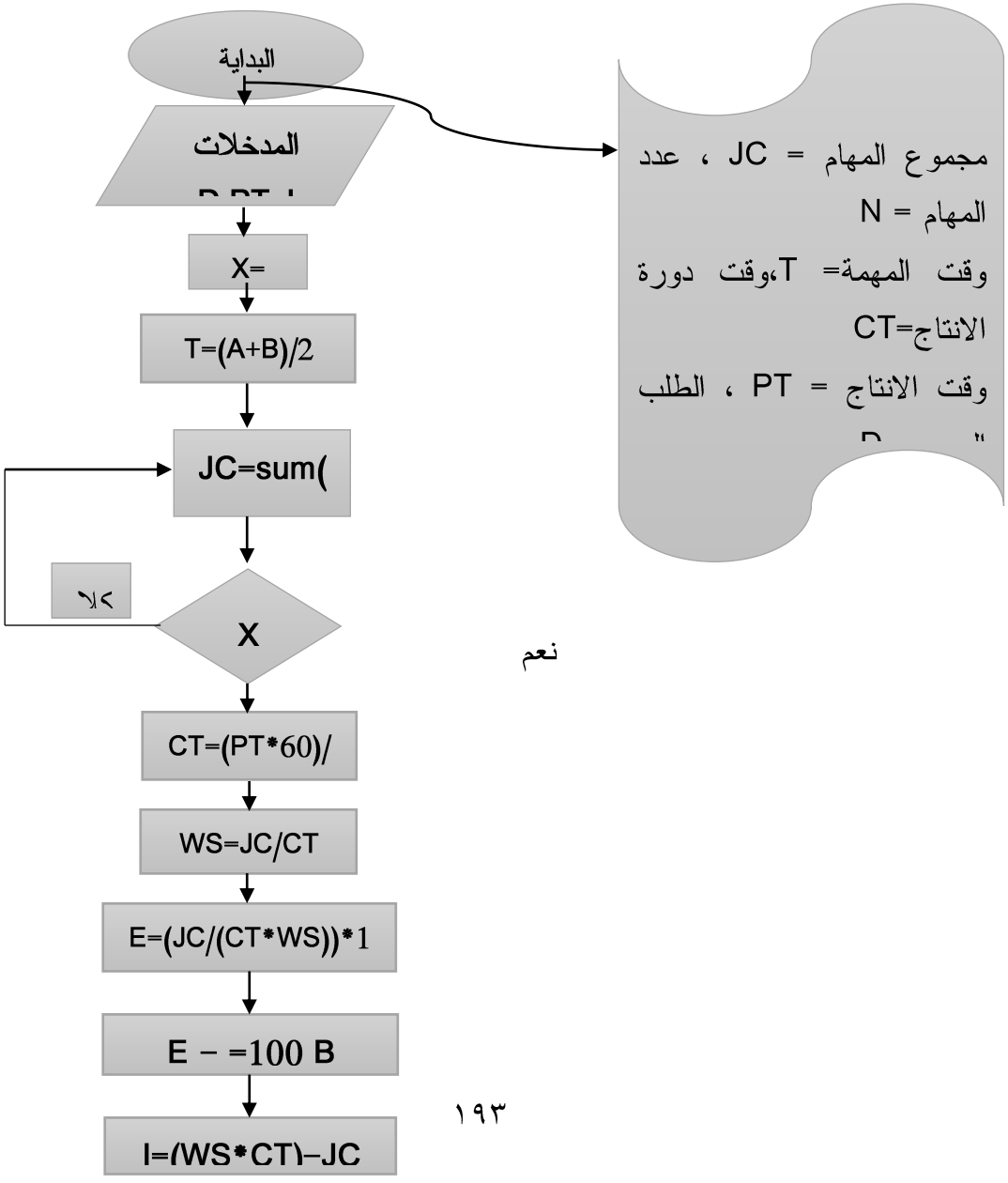
داخل كل محطة ، وتستخدم عملية تشغيل أنموذج المحاكاة أوقات عشوائية يتم حسابها بالاعتماد القاعدة التالية :-

$$RT = A + (B-A) * RND \quad -------- (7)$$

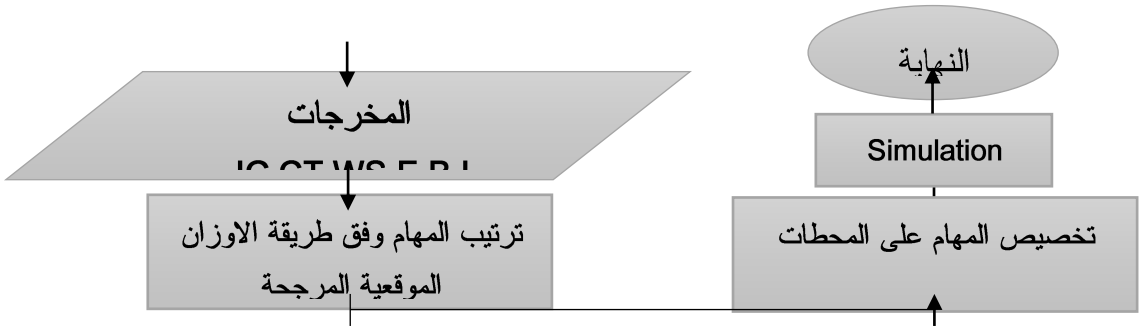
حيث تمثل

RT: الوقت العشوائي للمهمة ، **A**: الحد الادنى 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 (٠ ، ١) وتفترض عملية تشغيل إنموذج 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 (١) يوضح تسلسل تشغيل النظام



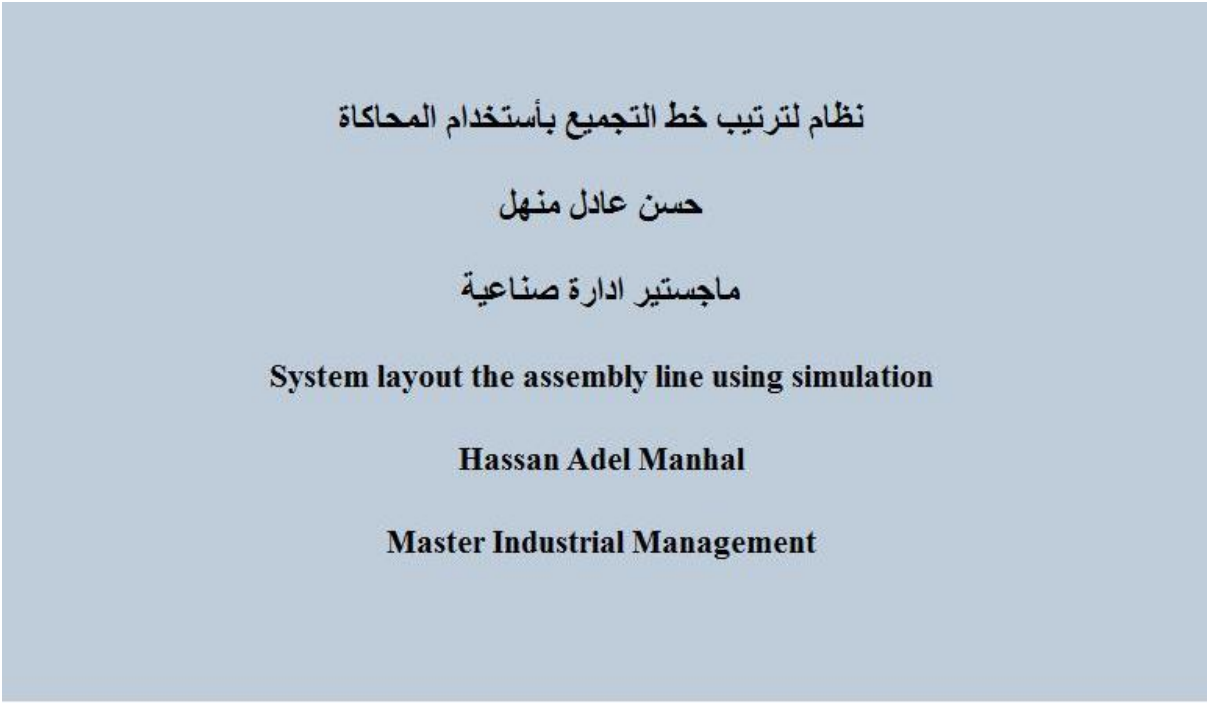
مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583



شكل (١) مخطط تنفيذ عمليات النظام

سادساً : تشغيل النظام

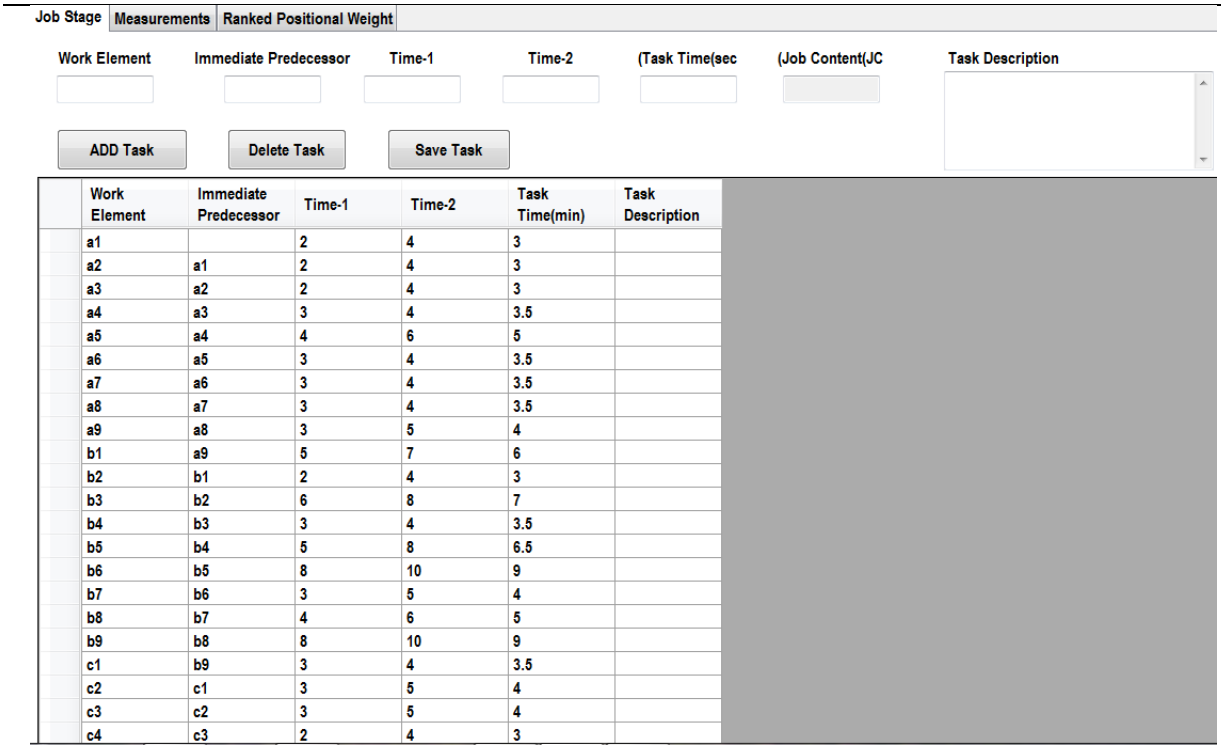
يتكون النظام من عدد من الواجهات الاساسية والمصممة بلغة Visual Studio 2013 ، وعند البدء بتطبيق النظام المقترح تظهر الواجهة التعريفية والتي تتضمن اسم الباحث واسم النظام باللغتين العربية والانجليزية وكما في الشكل (٢)



شكل (٢) واجهة تشغيل النظام

وبعدها يتم تحويل المستخدم تلقائياً الى واجهة ادخال مراحل العمل (Job Stage) ويتم فيها ادخال البيانات الخاصة بمراحل التجميع ابتداءاً من المحطة الاولى الى المحطة الثامنة والعشرين والاوقات الاحتمالية لها وتتابع الانشطة وكما في الشكل (٣)

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ ـ ٢٠٤
ISSN: 2222-6583



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 (٣) واجهة ادخال الانشطة والاوقات

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

١- (Work Element) لادخال رموز المحطات

٢- (Immediate Predecessor) لادخال رموز المحطات السابقة

٣- (Time-1) لادخال الوقت الاول (الحد الادنى للوقت)

٤- (Time-2) لادخال الوقت الثاني (الحد الاعلى للوقت)

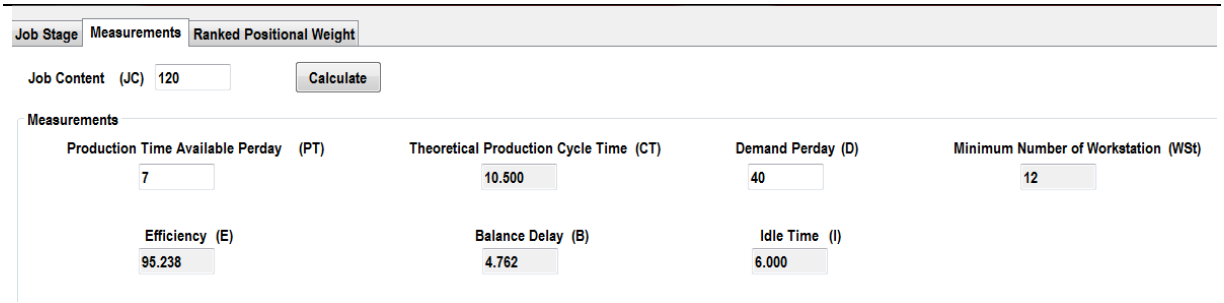
٥- (Task Time) ويحسب تلقائياً معدل الوقت (الوقت الاول + الوقت الثاني \ ٢)

٦- (Task Description) ويتم استخدامه في حالة اعطاء ملاحظة او وصف معين

ثم نتحول الى الواجهة الثانية الخاصة بالمقاييس (Measurement) حيث بمجرد ادخال الوقت المتاح للانتاج اليومي (Production Time Availabel Per Day) والبالغ (٤٢٠) دقيقة (٧ ساعات x ٦٠ 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 ، تاخير التوازن BD) وكما في الشكل (٤)

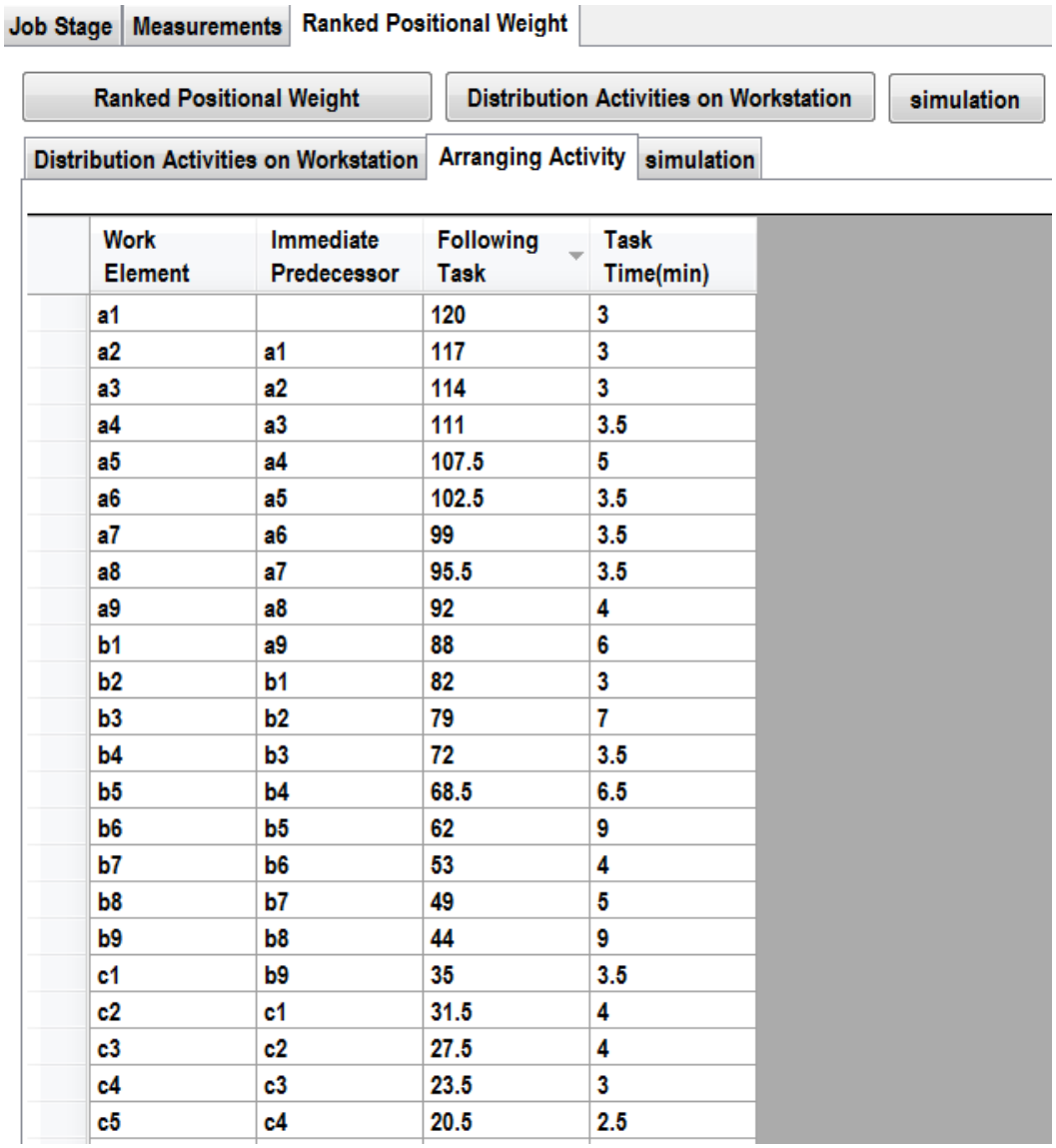
* تم استخدام الطاقة التصميمية بما يساوي الطلب اليومي وذلك بسبب كون الطلب متذبذب قد يصل الى اكثر من الطاقة التصميمية

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583



شكل (٤) 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 (Ranked Positional Weigt) وكما موضح بالشكل (٥)

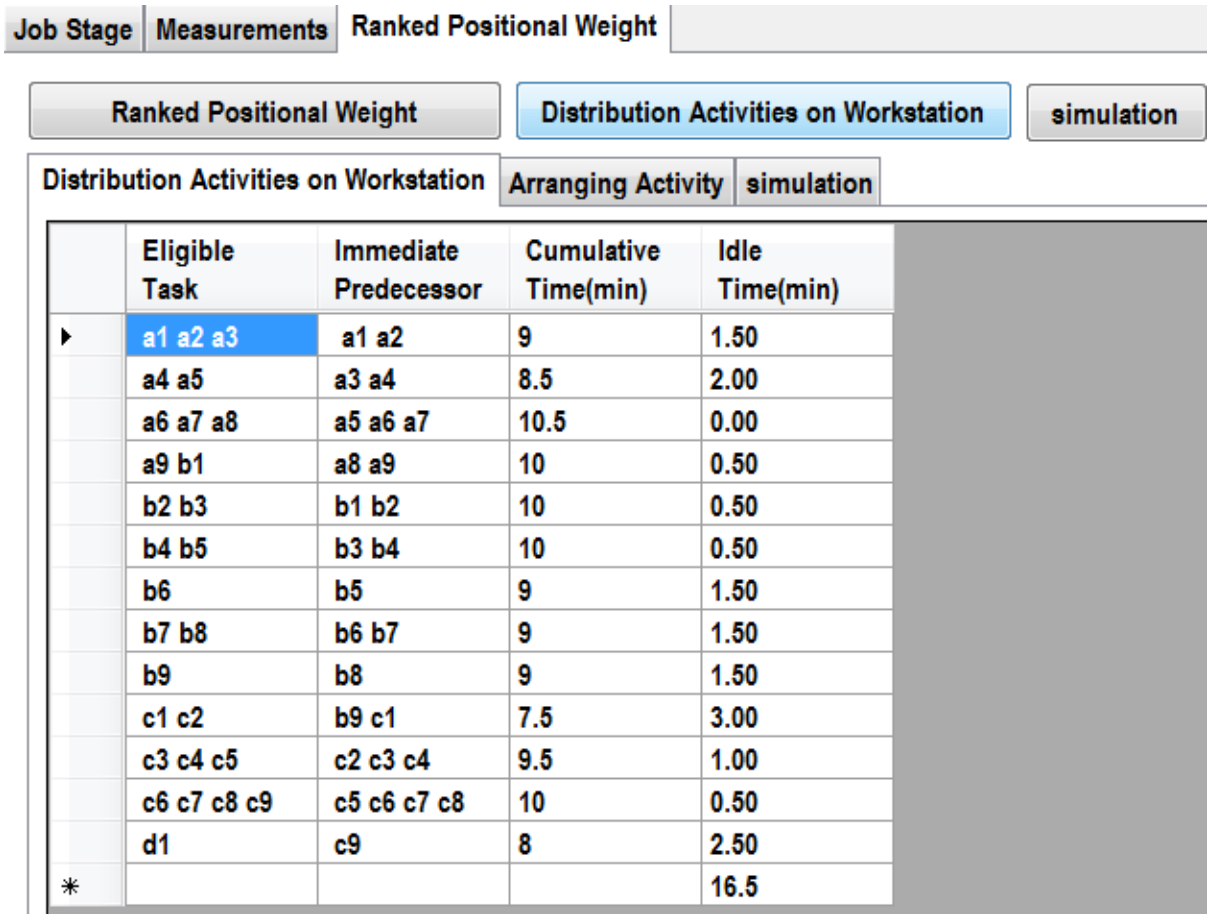


Work Element	Immediate Predecessor	Following Task	Task Time(min)
a1		120	3
a2	a1	117	3
a3	a2	114	3
a4	a3	111	3.5
a5	a4	107.5	5
a6	a5	102.5	3.5
a7	a6	99	3.5
a8	a7	95.5	3.5
a9	a8	92	4
b1	a9	88	6
b2	b1	82	3
b3	b2	79	7
b4	b3	72	3.5
b5	b4	68.5	6.5
b6	b5	62	9
b7	b6	53	4
b8	b7	49	5
b9	b8	44	9
c1	b9	35	3.5
c2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

شكل (٥) واجهة ترتيب المهام على وفق طريقة الوزن الموقعي المرجح

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

بعدها يتم توزيع المهام على محطات العمل من جديد عند النقر على (Distribution Activities On Workstation) وكما في الشكل (٦)



	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 (٦) 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 (٣) يوضح الفرق بين معايير الاداء للواقع الفعلي ومعايير الاداء عند تطبيق النظام .

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

جدول (٣) مقارنة بين معايير الاداء عند تطبيق النظام والاداء الفعلي لخط التجميع

معايير الاداء	معايير الاداء عند تطبيق النظام	الواقع الفعلي للاداء
وقت دورة الانتاج	١٠.٥ دقيقة	٩ دقيقة
عدد محطات العمل	١٣ محطة	٢٨ محطة
نسبة كفاءة الخط	%٨٧.٩١	% 53.17
نسبة تأخير التوازن	%١٢.٠٩	% 46.83
الوقت العاطل	١٦.٥ دقيقة	118 دقيقة

المصدر : اعداد الباحث

عند تطبيق النظام تم الحصول على (١٣) محطة حيث تتكون المحطة من عدد من المهام يتم وضعها مع بضعها تكون ضمن المحطة الواحدة وان لا تتجاوز اوقات المهام وقت المحطة المحدد بـــ (١٠.٥) دقيقة

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

سابعاً : تطبيق إنموذج المحاكاة

يفضل ان يمر إنموذج المحاكاة عند تطبيقه بالمراحل التالية :-

١- 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 إنموذج محاكاة بأستخدام واقع افتراضي (يشبه الواقع الفعلي) يسهم في اعطاء نتائج تكون قريبة جداً الى الواقع الفعلي .

٢- بناء إنموذج المحاكاة

للتعرف على كيفية بناء إنموذج المحاكاة لابد من تحديد خطوات عملية المحاكاة تتمثل بالاتي :-

١- اعتماد الترتيب على اساس طريقة الوزن الموقعي المرجح كمدخلات للإنموذج .

٢- يكون وقت البدء صفر وهي الساعة السابعة صباحاً .

٣- توليد الارقام العشوائية باستخدام دالة Math. Rand. كما موضح بالعمود (٣).

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

٤- حساب الوقت العشوائي لكل محطة بأستخدام المعادلة (٧) وكما موضح في العمود (٥) بالاعتماد على الاوقات التي تم تحديدها في الجدول .

٥- ترتيب المحطات وتخصيص المهام على المحطات .

٦- تبدأ المحطة الاولى من الصفر وبعد اكمال العمل يتم تسليمها الى المحطة اللاحقة .

٧- اذا كانت المحطة التالية تستلم العمل من المحطة السابقة قبل انهاء مهامها فتبقى الوحدات تنتظر كمواد نصف مصنعة (W I P) اما اذا انهت مهامها قبل المحطة التي تسبقها ينتج عن ذلك وقت عاطل (Idle Time) .

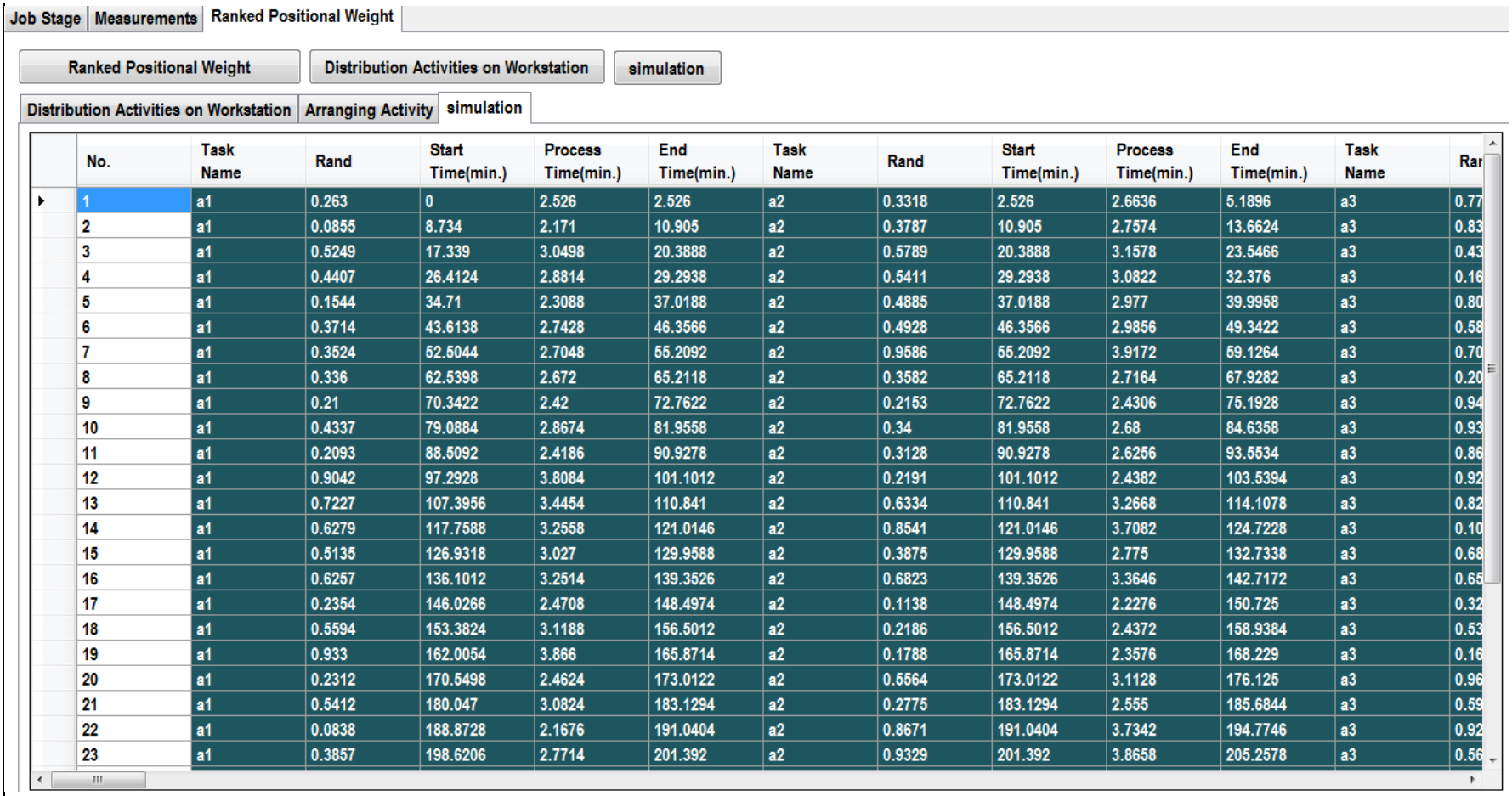
٨- يستمر أنموذج المحاكاة بالعمل حتى يصل الى نقطة توقف الانموذج بعد (٤٢٠) دقيقة ما يعادل (٧) ساعات عمل للخط التجميعي .

٣- تشغيل إنموذج المحاكاة

بعد القيام بترتيب المهام وتوزيعها على المحطات ننقر على (Simulation) لتظهر لنا الواجهة التالية كما في الشكل (٧) 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) والذي يتم حسابه وفق المعادلة (٧)
- 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 لايحدث في المحطة الاولى

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583



Job Stage | Measurements | Ranked Positional Weight

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	Ran
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	0.9586	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	0.8541	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	0.6257	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	0.5564	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	0.59
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	3.8658	205.2578	a3	0.56

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

شكل رقم (٧) يوضح المحاكاة

من خلال تشغيل إنموذج المحاكاة نلاحظ مايأتي :-

a. عدد الوحدات تحت التشغيل (W I P) قليلة جداً لان الخط التجميعي في حالة توازن
b. يوجد في المحطة العاشرة اكبر وقت العاطل (Idle Time) ويبلغ (٩١.٣٩٣٨) دقيقة بسبب انخفاض وقت العمل فيها بينما لايوجد اي وقت عاطل في المحطة (٣)
c. عدد الوحدات المنتجة بأستخدام إنموذج المحاكاة بلغت (٣٠) سيارة بينما يبلغ الانتاج الفعلي لخط التجميع (٢٠) سيارة
d. عند تكرار تجربة المحاكاة تتغير عدد الوحدات المنجزة بسبب تغير الارقام العشوائية

٤- تقييم نتائج المحاكاة

يقدم الجدول (٤) خلاصة لنتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها

جدول (٤) نتائج المحاكاة لخط التجميع

معايير الاداء	النتائج
عدد الوحدات المنجزة	٣٠ سيارة
عدد محطات العمل	١٣ محطة
نسبة كفاءة الخط	%٨٧.٩١
نسبة تأخير التوازن	%١٢.٠٩

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 (٥)

جدول (٥) مقارنة بين نتائج المحاكاة والاداء الفعلي لخط التجميع

معايير الاداء	نتائج المحاكاة	الواقع الفعلي للاداء
عدد الوحدات المنجزة	٣٠ سيارة	٢٠ سيارة
عدد محطات العمل	١٣ محطة	٢٨ محطة
نسبة كفاءة الخط	%٨٧.٩١	%53.17
نسبة تأخير التوازن	%١٢.٠٩	%46.83

المصدر : اعداد الباحث

مجلة دجلة • المجلد ٢ ،العدد ٣ (٢٠١٩)، ص: ١٧٨ - ٢٠٤
ISSN: 2222-6583

يتضح من خلال الجدول (٥) النقاط الاتية :-

١- زيادة في عدد الوحدة المنتجة بمعدل (١٠) سيارات في وجبة العمل* حيث كان عدد الوحدات المنتجة قبل الموازنة يساوي (٢٠) سيارة في الوجبة اما عدد الوحدات بعد موازنة وترتيب الخط تساوي (٣٠) سيارة .

٢- يشير الواقع الفعلي لخط التجميع الى وجود ثمانية وعشرون محطة موزعة عليها المهام التي تم توضيحها سابقاً في الجدول (٣-١) ، في حين تم اعادة توزيع هذه المهام عل ثلاث عشر محطة عند موازنة خط التجميع على وفق الطرق الاجتهادية الخمسة بأستخدام النظام المصمم .

٣- ارتفاع كفاءة الخط التجميعي بعد الموازنة بنسبة (٣٦.٤٩%) حيث بلغت كفاءة الخط التجميعي في الواقع الفعلي (٥١.٤٢%) في حين بلغت كفاءة الخط بعد الموازنة (٨٧.٩١%) .

٤- فيما يخص نسبة التأخير فقد انخفضت بنسبة (٣٥.٦٨%) حيث كانت نسبة التأخير في الواقع الفعلي تساوي (٤٨.٥٨%) اخفضت ال (١٢.٠٩%) بعد الموازنة .

المبحث الرابع / الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

١- 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 .

٢- يتكون الخط التجميعي من (٢٨) محطة عمل تتباين فيما بينها في الاوقات مما ينتج عنه وقت عاطل واختناقات وبالتالي زيادة وقت دورة الانتاج وانخفاض كفاءة الخط .

٣- انخفاض كفاءة الترتيب الحالي للخط التجميعي والذي يظهر من خلال انخفاض حجم الانتاج الذي يبلغ (٢٠) سيارة مقارنة بالطاقة التصميمية التي تبلغ (٤٠) سيارة .

٤- أثبت إنموذج المحاكاة المصمم في النظام قدرته على محاكاة الواقع الفعلي واستخراج النتائج المطلوبة ، فضلاً عن سهولة التحكم بإنموذج المحاكاة المصمم وتطبيقه .

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

التوصيات

١- يوصي الباحث بالعمل على تطبيق الترتيب الجديد للخط التجميعي الذي تم الحصول عليه بأستخدام النظام

٢- تطبيق طريقة الوزن الموقعي المرجح في موازنة خط التجميع يساعد على تحقيق افضل ترتيب للمهام واعلى نسبة كفاءة واقل وقت عاطل .

المصادر

المصادر العربية

١- العلي ، عبد الستار محمد (٢٠٠٦) *" ادارة الانتاج والعمليات : مدخل كمي "* الطبعة الثانية ، عمان ، دار وائل للطباعة والنشر .

٢- محسن، عبد الكريم والنجار ، صباح مجيد (٢٠١٢) *" ادارة الانتاج والعمليات "* ، الطبعة الرابعة ، بغداد ، الذاكرة للنشر والتوزيع .

٣- السمان ، ثائر احمد (٢٠٠٥) *" تطوير استخدام اسلوب الاوزان الموقعية المرتبة لتحقيق – الموازنة بين الخطوط الانتاجية دراسة تطبيقية في معمل الالبسة الولادية في الموصل "* مجلة تنمية الرافدين ، المجلد ٣٧ ، العدد ٨٠ ، ص ص ٩ – ٢٢

٤- الموسوي ، بتول عطية (٢٠٠٤) *" 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 "

٥- ماجود ، هالة حمد (٢٠١١) *" موازنة خط التجميع المتعدد بأستخدام خوارزميتي الاوزان الموقعية المرجحة وكومسوال دراسة حالة لخط خياطة في معمل (٧) / 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 Algoritms “ 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