International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

A Proposed Model to Study the Impact of the Complexity of Operations/Products on the Design of Cost Systems and the Efficiency of Manufacturing Performance Indicators in the Light of the Resource Needs Planning Systems Environment: Systems Simulation Approach

Asmaa Serag; Ahmed Abu-mosa; Samir Helal
https://www.doi.org/10.56830/HSES7982

نموذج مقترح لدراسة أثر تعقد العمليات/المنتجات على تصميم نظم التكاليف وكفاءة مؤشرات الأداء التصنيعي في ضوء بيئة نظم تخطيط الاحتياجات من الموارد: مدخل محاكاة النظم

د/ أسماء عبدالمنعم محمد سراج*
مدرس بقسم المحاسبة - كلية التجارة - جامعة طنطا
ا.د/ أحمد عبد السلام أبو موسى
أستاذ نظم المعلومات المحاسبية - كلية التجارة -جامعة طنطا
ا.د/ سمير رياض هلال
أستاذ نظم المعلومات المحاسبية - كلية التجارة -جامعة طنطا

١. مقدمة

إن دراسة وتحليل القضايا المرتبطة بتصميم نظم التكاليف، والمفاضلة بين البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف والتكامل مع نظم قياس الأداء فى المنشأة فى إطار استخدام النماذج الكمية أصبحت من القضايا الهامة والمحورية فى معظم الدراسات والبحوث المحاسبية فى الفترة الأخيرة، فقد توقع (Lee, 2003) بأن تركز بحوث محاسبة التكاليف في المستقبل على البحث في القضايا المرتبطة بتصميم واختيار نظام التكاليف الأكثر ملاءمة لتحقيق أهداف معينة، وإفراز معلومات محددة تفى باحتياجات متخذى القرار داخل المنشأة (Lee, 2005, p. 43).

أما (Brinberg, 2009$_b$) فتنبأ بأن بحوث محاسبة التكاليف ستتطور على مرحلتين:

المرحلة الأولى: تركز البحوث على معايير الملاءمة في المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف، وإمكانية التطبيق العملى لبدائل نظم التكاليف، وهذا ما أشار إليه (Hopwood, 2008) بزيادة الجانب الفنى والتطبيقى فى البحوث. فلم تعد دراسات التكاليف تركز فقط على حل مشاكل الواقع العملى، ولكن أيضًا على إثراء المعرفة.

المرحلة الثانية: التعاون بين الباحثين فى مجال محاسبة التكاليف، والباحثين فى مجالات العلوم الأخرى، لتكوين بحوث بينية Interdisplinery Research حيث ينتفع الباحثون من الأنظمة، والنماذج، والأدوات المستحدثة فى العلوم الأخرى. بالإضافة إلى استخدام الأساليب الكمية، وتطبيقها فى حل

* هذا البحث مستل من رسالة دكتور الفلسفة فى المحاسبة - تخصص نظم معلومات محاسبية للباحثة / أسماء عبدالمنعم محمد سراج (٢٠١٧) بعنوان "نموذج مقترح لدراسة أثر تعقد العمليات/ المنتجات على تصميم نظم التكاليف ومؤشرات الأداء التصنيعي: مدخل محاكاة النظم" تحت اشراف كل من أ.د/ سمير رياض هلال، أ.د/أحمد عبدالسلام أبوموسى، كلية التجارة - جامعة طنطا.

مشاكل التكاليف ومحاولة حلها بصورة مستحدثة (Lee, 2005, p.55; Brinberg, 2009b,p.8).

أما (Alawallage et al., 2017) فقد توقع بأن تتجه بحوث محاسبة التكاليف والمحاسبة الإدارية إلى التنظير، وشرح أسباب الاختلاف في ممارسات المحاسبة الإدارية والبحث عن أدوات وأساليب مبتكرة لحل المشاكل المعقدة لدى مديرى المنشآت وصانعى السياسات والخطط، أما (Labro, 2015) فقد اقترحت استخدام مدخل المحاكاة في بحوث المحاسبة الإدارية كأحد أدوات البحث المبتكرة في حل المشاكل المعقدة وإتساقاً مع تنبؤات (Alawallage, et al., 2017; Labro, 2015, Brinberg, 2009b) يهدف هذا البحث إلى كيفية استخدام أحد نماذج بحوث العمليات، وهو نموذج المحاكاة - محاكاة النظم- فى حل أحد مشاكل المحاسبة الإدارية وهى كيفية الحكم على ملاءمة تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرارات، وتحليل أثر استخدام معلومات نظم التكاليف المختلفة في اتخاذ القرارات التشغيلية على مستوى أداء عملية التصنيع وبناء عليه : **فإن موضوع البحث هو كيفية استخدام نماذج المحاكاة فى القياس الكمى لأثر تعقد العمليات / المنتجات على تصميم نظام التكاليف، وأيضًا كيفية الاستفادة من نماذج المحاكاة فى المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرار وانعكاس ذلك على مؤشرات كفاءة أداء عملية التصنيع.**

وقد تم اختيار موضوع المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف، نظرًا للتفاوت والاختلاف فى مقومات تصميم من حيث: المفاهيم، الأسس، المكونات والإجراءات، وقدرة النظم على التعامل مع التعقيدات فى علاقات التكاليف من ناحية، وفعالية تصميم النظم من ناحية أخرى. ويرتبط قياس الفعالية بدرجة كبيرة بقياس أثر المعلومات التى ينتجها النظام على تحسين نوعية القرارات التى يخدمها.

يعتبر قياس أثر تصميم نظام التكاليف على مؤشرات كفاءة وملاءمة أداء عمليات التصنيع، حيث أن الترابط والتكامل بين نظم التكاليف، ونظم قياس الأداء ضرورياً من أجل تحديد أثر القرارات التى يقوم المديرون باتخاذها على مستوى التحسن فى عمليات المنشأة، ودراسة والتعرف على أثر الاختلاف فى تصاميم أنظمة التكاليف على تشكيلة المنتجات وانعكاسات القرار على مستوى أداء عمليات التصنيع مثل: معدل الوفاء بطلبات العميل، زمن دورة التصنيع/ البيع، وزمن الانتقال بين نقاط الاختناق ومستوى الدخل التشغيلى وغيرها. وبناء عليه يجب التوافق والدمج بين تصميم نظام التكاليف، ومؤشرات الأداء لعملية التصنيع. وهذا ما أكدت عليه دراسة (Drucker,1990,p.402).

إن النموذج المفاهيمى لربط تصميم نظام التكاليف بمستوى الأداء تم تحديده فى ضوء سلسلة من العلاقات السببية: بما يعنى أنه كلما نجح نظام التكاليف فى أداء وظائفه الأساسية، وأنتج معلومات أكثر ملاءمة ومنفعة لعملية اتخاذ القرار، كلما أدى ذلك إلى تحسن الأداء. وعلى الرغم من أن ذلك يعتبر أمراً بديهياً أكثر منه افتراضاً أساسياً، فإنه قد يثار التساؤل حول الدليل المنهجى الذى يربط تصميم نظام التكاليف بالتحسين في مؤشرات كفاءة أداء العمليات.

فوفقًا **للنظرية الموقفية** Contingency Theory إن نجاح نظام التكاليف فى أداء وظائفه يعد شرطًا ضروريًا ولكنه ليس كافيًا لتحسن أداء المنشأة، فالتحسن فى الأداء هو دالة للتوافق بين تصميم نظام التكاليف الملائم والبيئة التصنيعية للمنشأة (Pizzini,2006,p.180)، لتصبح القضية ما هى المنهجية العلمية التى تساعد على حدوث توافق وترابط بين تصميم نظام التكاليف ونظام التصنيع فى المنشأة ؟

وبناء على ما سبق، فإن هناك حاجة إلى منهجية توضح وتحقق الترابط والتوافق بين تصميم نظام التكاليف على المستوى الاستراتيجى، وأداء عمليات التصنيع على المستوى التشغيلى. وتقوم تلك المنهجية على بناء سيناريوهات، ومحاولات متتابعة لتصميم نظم التكاليف والوصول إلى أفضل نظام للتكاليف يحسن من أداء النظام التصنيعى للمنشأة ككل فى ظل ظروف موقفية معينة.

٢ـ مشكلة البحث

تختلف تصاميم نظم التكاليف وفقاً للاحتياجات التى صمم من أجلها النظام، الغرض من التصميم، وأهداف النظام ويتسبب ذلك فى اختلاف خصائص ومواصفات النظام. لا يوجد تصميم لنظام التكاليف

يمكن قبوله بصورة عامة، ويكون متوافقًا مع كل المنشآت ويلائم جميع الحالات والظروف والمواقف ويلبى جميع احتياجات ومدخلات كل نماذج القرار. بينما يجب أن يصمم نظام التكاليف بصورة تعكس قدرة هذا النظام على التكيف مع المتغيرات، والشروط الموقفية التى فرضتها البيئة التشغيلية الداخلية للمنشأة والبيئة الخارجية.

ومن الجدير بالذكر أن المفاضلة بين نظم التكاليف لا يكون فقط على أساس مفاهيم تصميم النظم، ولكن أيضًا على أساس عناصر ومكونات التصميم الذى يخدم كل مفهوم بما يخدم أهداف النظام التكاليفى، ويجب أن يخدم تصميم نظام التكاليف أهداف معينة ويطبق فى ضوء توافر شروط معينة ويعنى ذلك وجود محددات وشروط موقفية معينة تتحكم فى اختيار التصميم الملائم لنظام التكاليف. وهذا ما أكدته دراسة (Cesçon, 2012)، حيث قام ببناء نموذج موقفى Contingency Model لتفسير أكثر العوامل والمحددات الموقفية التى تحكم الاختيار بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة، وأدوات إدارة التكلفة لعينة من الشركات الإيطالية المطبقة لتكنولوجيا تصنيع متقدمة Advanced Manufacturing Technology، وأيضاً تطبق أساليب تكاليفية مبتكرة Innovative costing Techniques . وقد حددت الدراسة ثلاثة عوامل موقفية تحكم عملية المفاضلة بين نظم التكاليف، وأساليب إدارة التكلفة وهى:

- **عامل خارجى:** الاختلاف فى ديناميكية دورة حياة المنتجات كمؤشر رئيسى لعدم التأكد فى البيئة الخارجية، وعدم القدرة على التنبؤ.
- **عامل داخلى:** التفاوت فى الحجم، وفى دفعات الإنتاج كمؤشر لمستوى التعقد، والتنوع فى المنتجات التى تقوم المنشأة بإنتاجها.
- **عامل تكنولوجى:** التباين فى درجات التكامل بين نظم التصنيع والتصميم كسمة لنظم التصنيع المتقدمة.

ولقد انتهت تلك الدراسة إلى أنه فى حالة إدراك المديرين فى الشركات التى تطبق تكنولوجيا تصنيع متقدمة لدرجة عالية من عدم التأكد فى البيئة الخارجية، سوف يتم تطبيق أساليب مستحدثة مثل: دورة حياة التكلفة، وأسلوب التكلفة المستهدفة وهما دعامتان هامتان فى تحليل التكلفة إستراتيجيًا، ونظم تكاليفية ترتكز على عنصر الزمن، أما الشركات التى تزداد فيها درجات التعقد، والتنوع فى المنتجات التى تقوم بإنتاجها فإنها سوف تطبق اسلوب التكلفة على أساس النشاط، وأسلوب التحليل الإستراتيجى للتكاليف. وأخيرًا يتم تطبيق أدوات الإدارة على أساس النشاط، ومقاييس الأداء غير المالية فى الشركات التى تطبق تكنولوجيا متكاملة للتصميم، والتصنيع بشكل كبير(Cesçon, 2012, p.97).

وبناءً على ما سبق فإن المحددات الموقفية التى تحكم الاختيار بين تصاميم نظم التكاليف المختلفة لها جانبين رئيسين وهما: جانب داخلى يرتبط بالتوافق بين هيكل تصميم نظم التكاليف وسمات بيئة التصنيع، وجانب خارجى يرتبط بقدرة نظام التكاليف على الاستجابة السريعة للتغيرات المحتملة فى البيئة الخارجية. ويعتبر تصميم نظام التكاليف ملائماً إذا استند إلى مجموعة من المفاهيم والعناصر والمكونات، التي تتسق وتخدم التوجهات الاستراتيجية للمنشأة، وتفى بالشروط الموقفية التى يجب أن يطبق النظام فى حالة توافرها. ويتم تحليل ملاءمة تصميم نظام التكاليف وفقاً لمجموعة من المؤشرات والقواعد التي تحكم ملاءمة / عدم ملاءمة تصميم نظام التكاليف.

وتجدر الإشارة إلى وجود العديد من نواحى القصور في الدراسات السابقة والبحوث التي تناولت عملية المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة والتي تتمثل في:

(١) ندرة الدراسات السابقة التى تستند إلى النظرية الموقفية فى اختيار التصميم الملائم لنظام التكاليف فى ضوء ظروف معينة، وتحديد درجة التوافق والتفاعل بين مكونات هيكل تصميم النظام، والعوامل الموقفية المؤثرة فى تفضيل أحد تصاميم نظم التكاليف على تصميم آخر.

(٢) لم تقم معظم الدراسات السابقة بقياس أثر اختيار تصميم نظام تكاليفى معين على القرارات التشغيلية التى تتخذها المنشأة مثل: أثر تطبيق تصميم نظام التكاليف على أساس النشاط الموجه بالوقت على قرار دقة تخصيص الموارد النادرة على المنتجات، أو أثر تطبيق تصميم نظام المحاسبة عن

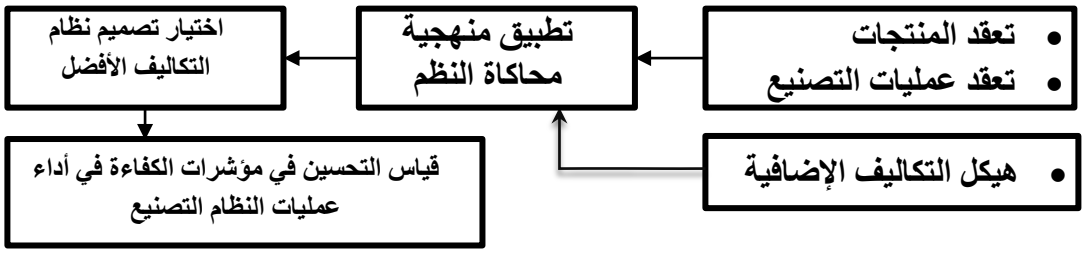
استهلاك الموارد على قرار إسقاط بعض المنتجات أو الإبقاء عليها. ولم يتم تحديد الفروق بين بدائل تصميم النظم التكاليفية المختلفة من منظور اتخاذ القرار.

(٣) لم يتم قياس أثر اختيار نظام تكاليفى معين على المؤشرات غير مالية للأداء مثل: أثر تطبيق TDABC على زمن الدورة ومستوى رضا العميل وزمن الانتقال بين نقاط الإختناق.

(٤) لم تأخذ العديد من الدراسات السابقة فى الاعتبار عوامل معينة عند المفاضلة بين أنظمة التكاليف المختلفة مثل: هيكل المنتجات بسيط / معقد، هيكل التكاليف الإضافية، المدى الزمنى للتخطيط قصير/ طويل الأجل، الطريقة الرياضية لحساب تشكيلة المنتجات.

(٥) لم تتطرق معظم الدراسات السابقة إلى انعكاسات القرارات التشغيلية التى يتم اتخاذها باستخدام المعلومات التكاليفية على مستوى أداء عمليات النظام التصنيعى داخل المنشأة.

ويقوم البحث الحالى بمعالجة بعض أوجه القصور فى الدراسات السابقة حيث تقوم بتحليل أثر طبيعة البيئة الإنتاجية (إنتاج منتجات معقدة/ نمطية) وطبيعة عمليات التصنيع (معقدة/ بسيطة) على تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرار، وإنعكاس ذلك على مستوى أداء العمليات التصنيعية فى المنشأة. ويمكن توضيح هيكل مشكلة البحث من الشكل التالى:



شكل (١) هيكل مشكلة البحث

وتتعلق مشكلة البحث بثلاث قضايا رئيسية: حيث تركز **القضية الأولى** على القياس الكمى لأثر تعقد المنتجات وتعقد العمليات وهيكل التكاليف الإضافية على تصميم نظم التكاليف المختلفة، بينما تركز **القضية الثانية** على التحليل الموقفى لبدائل تصميم أنظمة التكاليف المختلفة لاشتقاق قواعد لملاءمة كل بديل من بدائل التصميمات المختلفة باستخدام مدخل المحاكاة، وإيجاد النظام الذى يوفر معلومات أكثر ملاءمة فى مجال بناء النموذج الملائم لاتخاذ القرار، وتتعلق **القضية الثالثة** باستخدام منهجية المحاكاة فى قياس أثر اختيار تصميم معين من تصاميم أنظمة التكاليف ونتيجة الإختيار على مؤشرات الأداء التصنيعى.

ويستخدم هذا البحث **نموذج محاكاة النظم** System Simulation Model حيث توجد مواءمة بين هيكل المشكلة موضوع البحث، وهيكل نموذج محاكاة النظم . ونظراً لأن هذا النوع من نماذج المحاكاة يسمح بالتعامل مع الأسئلة من النوع "What if ?"، وذلك لاختبار تأثير مختلف المتغيرات المؤثرة على النظام من خلال تكوين سلسلة متشابكة من المعادلات، والصيغ الرياضية المرتبة بشكل معين بما يضمن أن يكون سلوك هذا النموذج مشابهًا لسلوك النظام الواقعى الذى يتم دراسته.

فى ضوء ما سبق، يمكن صياغة السؤال الرئيسى للبحث كالآتى:

كيف يمكن بناء نموذج لقياس أثر تعقد العمليات والمنتجات على تصميم أنظمة التكاليف المختلفة، والتحسين فى مؤشرات كفاءة الأداء التصنيعى لخدمة أغراض اتخاذ القرار فى المنشآت الصناعية فى إطار مدخل محاكاة النظم وفى ظل بيئة تطبق نظم تخطيط الاحتياجات من الموارد؟

٣- أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسى للبحث في إقتراح نموذج لقياس أثر التعقد فى العمليات / المنتجات على تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرار وانعكاس ذلك على التحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى. ويتحقق ذلك الهدف الرئيسى من خلال تحقيق عدد من الأهداف الفرعية التالية:

١) اشتقاق مقياس متعدد الأبعاد لمؤشرات الكفاءة في عمليات النظام التصنيعى يعكس وجهات النظر المالية، والتشغيلية والتسويقية.
٢) اقتراح المحددات الموقفية لملاءمة بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرار.
٣) بناء نموذج عيارى Normative Model للعلاقات التحاورية بين طبيعة هيكل المنتجات، وتصميم نظام التكاليف، ومؤشرات أداء عملية التصنيع.

٤- منهج البحث

يقوم البحث باستخدام مدخل محاكاة النظم فى القياس الكمى لأثر تعقد المنتجات/ العمليات على تصميم نظم التكاليف المختلفة ومؤشرات كفاءة أداء نظام التصنيع، حيث تقوم الباحثة باستخدام **المنهج الاستنباطى** المستند إلى النظرية الموقفية في اشتقاق قواعد يتم على أساسها اختيار التصميم الأفضل لنظم قياس التكلفة عند المفاضلة بين بدائل التصميم المختلفة لنظم التكاليف، بالإضافة إلى اشتقاق مقياس مركب لقياس أداء عملية التصنيع يعكس وجهات النظر المختلفة. كما سيتم استخدام **النموذج العيارى** Normative Model فى بناء العلاقات التحاورية بين طبيعة هيكل المنتجات وتصميم نظام التكاليف والتحسين في مؤشرات الكفاءة في أداء النظام التصنيعى.

٥- الأهمية العلمية والعملية البحث

يمكن تقسيم هذا البحث من الناحية العلمية والعملية على النحو التالى:

أولاً : الأهمية العلمية:

(١) تنبع أهمية البحث من موضوع البحث ذاته، حيث يعد تصميم نظم التكاليف محل دراسة وتقييم خاصة من حيث ملاءمته ودقته، فعلى الرغم من أن هناك العديد من الكتابات المحاسبية التى تناولت تصميم نظم التكاليف، ولكن فى نفس الوقت لم تتناول هذه الكتابات انعكاسات تصميم النظام على مؤشرات الأداء، وكيفية استخدام نماذج التحليل الكمى فى دراسة الآثار الناتجة عن تطبيق تصميم معين على أداء عمليات النظام التصنيعى للمنشأة، وترجع أهمية هذا البحث إلى أنه سيتناول هذه الفجوة عن طريق دراسة العلاقة بين استخدام أحد مداخل التحليل الكمى – أسلوب المحاكاة – وبين تصميم أنظمة التكاليف ومقياس كفاءة أداء النظام التصنيعى.

(٢) استخدام نموذج المحاكاة لعلاج مشكلة كيفية تصميم نظم تكاليف يتلاءم مع ظروف البيئة الإنتاجية، وطبيعة القرارات التي يجب اتخاذها قد يضيف جديدًا إلى طبيعة وحجم الدور الذى يجب على أساليب التحليل الكمى أن تلعبه فى حل مشاكل محاسبة التكاليف والمحاسبة الإدارية.

(٣) يتناول هذا البحث تأثير عوامل معينة مثل: تعقد المنتجات Product complexity تعقد تشكيلة المنتجاتProduct Mix complexity ، هيكل التكاليف الإضافية على المفاضلة بين تصاميم نظم التكاليف فى ضوء قرار تشكيلة المنتجات، تلك العوامل والمفاهيم لم تلق اهتمامًا كافيًا فى الكتابات المحاسبية.

ثانياً: الأهمية العملية:

(١) يهدف هذا البحث إلى تضييق الفجوة بين المحاسبة الإدارية وإدارة العمليات من ناحية، وبين البحث الأكاديمى والتطبيق من ناحية أخرى، عن طريق تقييم بدائل تصميم نظم التكاليف فى ضوء محاكاة الظروف الواقعية للبيئة الإنتاجية باستخدام محاكاة النظم. إن تقييم نظم التكاليف فى ضوء بيئة واقعية يساعد فى التفاعل بين نظم التكاليف، والنظم الصناعية، مما يوفر أساسًا قويًا للاتصال بين المحاسبين الإداريين ومديرى العمليات.

(٢) حاجة المستويات الإدارية المختلفة فى الشركات إلى تفهم خصائص وطبيعة مناهج وطرق قياس التكاليف والمعلومات التى تقوم بإنتاجها هذه النظم والمناهج، بالشكل الذى يساعد متخذى القرار فى اختيار النظام الملائم لقياس التكاليف بالشكل الذى يساعد فى الوصول إلى تحقيق النتائج المرغوب فيها، والمخطط لها فى العمليات الصناعية.

٦- حدود البحث

يخضع البحث بصورة عامة للحدود التالية:

١. سيقتصر البحث على دراسة خمسة أبعاد فقط لتعقد المنتجات وهي: التنوع، التعقد الوظيفى، التعقد الهيكلي، تعقد التصميم وتعقد الإنتاج، وذلك لأنه تم التركيز على دراسة التعقد فى المنتجات/ العمليات فى مرحلة التصميم ومرحلة الإنتاج فقط من مراحل سلسلة القيمة الكلية.
٢. سيتم تقييم تصميم نظم التكاليف من منظور اتخاذ القرارات فقط، دون التعرض لجوانب أخرى للتقييم مثل: درجة التوافق مع البيئة الإنتاجية، النظم الصناعية المستخدمة، درجة الدقة الكلية مقاسة بحجم الخطأ في معلومات التكاليف الناتجة، ودرجة ملاءمتها مع هيكل نظام الحوافز المطبق في المنشأة.
٣. سوف يقتصر التركيز على بناء مقياس لكفاءة الأداء التصنيعى متعدد الأبعاد خاص بالمنشأة، وليس مقياسًا لقياس كفاءة التصنيع عبر سلسلة التوريد.
٤. ستتم المفاضلة بين أنظمة التكاليف فى ضوء قرار تخصيص الموارد النادرة على المنتجات، ولن يتم التعرض لقرارات إدارية أخرى وفى ضوء محددات موقفية معينة وسوف تقتصر المفاضلة على أربعة أنواع فقط من بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة.
٥. سوف يتم فى البحث استخدام نوع واحد من نماذج المحاكاة وهو محاكاة النظم. ولن يتم التطرق إلى الأنواع الأخرى من نماذج المحاكاة وهى: طريقة مونت كارلو أو محاكاة المباريات.

٧ - خطة البحث

سوف يتم تقسيم الجزء التبقى من البحث إلى خمسة أقسام رئيسية، حيث يتناول القسم الثامن استخدام منهج المحاكاة في سد الفجوة في البحوث والدراسات المحاسبية، ويتناول القسم التاسع البناء المفاهيمى لنموذج المحاكاة المقترح، بينما يتناول القسم العاشر التصميم التجريبى لنموذج المحاكاة المقترح، ويعرض القسم الحادى عشر تحليل وتقييم مدخلات ومخرجات النموذج المقترح للمحاكاة، ويتناول القسم الثانى عشر الدراسة التجريبية، ويعرض القسم الثالث عشر - والأخير- خلاصة وتوصيات البحث.

٨- استخدام منهج المحاكاة في سد الفجوة في البحوث والدراسات المحاسبية

يختلف الباحثون حول ماهية أفضل منهجية علمية يمكن استخدامها في دراسة التفاعل بين تصميم النظم المحاسبية، وطبيعة تصميم المنتجات، ومؤشرات الأداء التصنيعى. ومن الجدير بالذكر أن دراسة ذلك التفاعل في داخل المنشأة يستلزم تحليل ودراسة لآثار اتخاذ قرارات تشكيلة المنتجات في المدى الزمنى القصير، والطويل. ويعتقد البعض في استخدام أسلوب نظرية القيود في اختيار تشكيلة المنتجات (Glodratt and Cox, 1992) بينما قد يقترح البعض الآخر من الباحثين في استخدام أسلوب المحاسبة عن عائد العمليات الداخلية Throughput accounting وقد يكون الأفضل أو قد يتساوى في جودته مع نموذج البرمجة الخطية (Carbett, 1998 ; Low, 1992)، بينما يرى البعض الآخر أن يتم استخدام أسلوب المحاسبة عن عائد العمليات الداخلية لاتخاذ القرارات في الأجل القصير، وأسلوب المحاسبة عن التكلفة على أساس النشاط في الأجل الطويل (Bejje, 1994 ; Low, 1992)، ولم يصل الباحثين إلى الطريقة الملائمة، أو بمعنى أدق المنهجية الأفضل في التحليل والقياس الكمي لآثار اتخاذ تشكيلة المنتجات على تصميم نظم التكاليف والتحسين فى كفاءة الأداء التصنيعي، ويظل التساؤل مطروحاً كيف يمكن دراسة الآثار الناتجة عن اتخاذ قرار تخصيص الموارد النادرة على تشكيلة المنتجات المعقدة وغير المعقدة بناءً على المعلومات التي تقدمها أنظمة التكاليف المختلفة على مستوى كفاءة أداء العمليات الصناعية للمنشأة بطريقة منهجية سليمة. وتعتبر نماذج المحاكاة هي أحد الوسائل والطرق لحل المشاكل المعقدة وقد تكون هي الوسيلة الوحيدة لحل أي مشكلة إذا ما استعصى حلها بالطرق التحليلية Analytic Methods. وفي دراسة مسحية قام بها (Shafr and Smnnt, 2004)علي عشرين دورية رائدة في إدارة العمليات والمحاسبة في الفترة من (١٩٧٠) إلي (٢٠٠٢)، وتم الوصول إلى ضرورة استخدام نماذج المحاكاة في تحسين وإدارة العمليات. وتوصلت الدراسة إلى أن هناك فرص بحثية في مجال إدارة

الإنتاج والعمليات لم يتم تطبيق نماذج المحاكاة عليها، بالإضافة إلى ضرورة الاستفادة من مرونة مدخل المحاكاة في حل المشاكل المحاسبية.

وقد عجزت منهجيات بحوث المحاسبة التقليدية عن تقديم تقييم ذى مغزى لتصميم أنظمة التكاليف المختلفة وواقع هذا الأثر على أداء المنشأة. فمن المحتمل أن توفر دراسات الحالة رؤى ثرية لنظام التكاليف المطبق فعلًا فى منشأة معينة والعوامل التى دفعت المنشأة إلى تبنى ذلك النظام، لكن لا يمكن التعميم لتلك العوامل أو المحددات إلا إذا تم اختبارها ميدانيًا. ومن الصعوبة اختبار ملائمة تصميم نظام تكاليفى معين لاتخاذ القرار الذى يؤثر بدوره على مؤشرات الأداء التصنيعى المتنوعة المالية والتشغيلية والتسويقية باستخدام أدوات وطرق تقليدية للبحث، والتي تبحث عن الأمثلية فى النتائج وليس الأفضلية. ولقد تنبأ (Kaplan ,1999) بأن موضوعات المحاسبة الإدارية تحتاج إلى منهجية مختلفة عن المنهجية المستخدمة فى الماضى (Kaplan, 1999, p.3).

وتأتى هذه الدراسة إتساقاً مع تنبؤات (Kaplan, 1999) حيث تعتمد على كيفية الاستفادة من منهجية مدخل المحاكاة فى المقارنة بين أربعة تصاميم مختلفة لنظم التكاليف وهى نظام التكاليف المستند إلى الحجم، نظام التكاليف على اساس النشاط، نظام التكاليف على أساس النشاط المستند إلى الوقت ونظام المحاسبة عن استهلاك الموارد فى ضوء بيئة صناعية يتم إنتاج منتجات ذات هيكل معقد وتتطلب عمليات صناعية معقدة. وتطبق نظم تخطيط الاحتياجات من الموارد.

يسمح مدخل المحاكاة بالقياس الكمى لأثر تصميم أنظمة التكاليف المختلفة على مؤشرات الأداء التصنيعى. هناك أسباب عديدة دعت لاختيار منهج المحاكاة بدلاً من المداخل التحليلية منها:

١) تركز المداخل التحليلية على الدقة الحسابية من خلال تكوين النموذج الرياضى للمشاكل ثم وضع إجراءات حل محدودة لهذا النموذج، وفى النهاية يوجد حل أمثل لهذا النموذج، بينما تتعامل نماذج المحاكاة مع دقة المقابلة للواقع، وتعقد الاحتمالات والمشاكل والتطبيقات العملية التى يصعب صياغتها فى قالب معين من قوالب نماذج بحوث العمليات.

٢) معظم البحوث تم تطبيقها على بيئة إنتاجية تطبق نظام الدفع Push System هى بحوث طبقت المداخل التحليلية المستندة إلى نظرية صفوف الانتظار، ولكن فى ضوء بيئة إنتاجية تطبق نظام السحب Pull System فمن الصعوبة تطبيق نماذج تحليلية بسيطة، ولكن يجب تطبيق نماذج أقرب ما يكون للنظام الواقعى، وتعتبر نماذج المحاكاة منهجية فعالة لبحث موقفية أدوات إدارة التكلفة فى ظل بيئة إنتاجية معقدة (Leitch, 2001,p.3).

٣) يمكننا استخدام المحاكاة من توفير رؤية داخلية لحل مشاكل إدارية معينة عندما لا يكون ممكنًا أن نجد السبيل إلى تقويم رياضى للنموذج الذى نعنى به منهج لتحديد قيم المتغيرات الداخلية أو المتغيرات القرارية التى يتضمنها النموذج. وقد ساد لفترة غير قصيرة الرأى الذى ينظر إلى أسلوب المحاكاة أنه يجب استخدامه كخط دفاع أخير Last Ditch Approach وذلك عندما يبدو أن كل الأساليب الأخرى لا تعمل. وعلى الرغم من شيوع هذا الرأى لفترة طويلة إلا أن نموذج المحاكاة يعتبر واحدًا من أكثر أساليب بحوث العمليات شيوعًا فى الاستخدام فى مجال التطبيقات العملية. فقد أشار الاستقصاء عن الأساليب الكمية المستخدمة فى تخطيط عمليات المنشأة المختلفة (١٠٠٠ شركة فى الولايات المتحدة الأمريكية) أن المحاكاة هى أكثر الأساليب استخداماً، أن ٢٩% من الشركات التى شملها الاستقصاء تستخدم نماذج المحاكاة فى تخطيط عملياتها، بينما ٢١% من الشركات فقط يستخدمون نموذج البرمجة الخطية و١٢% يستخدمون نماذج المخزون (سعيد الهلباوى ، ٢٠١٢ ، ص٣٨٠).

٤) يقوم نموذج المحاكاة بربط العلاقات والكيانات الموجودة في النظام في صورة متكاملة تساعد متخذ القرار أو المحلل على الفهم الجيد للنظام الحقيقى من خلال الإجابة عن أسئلة من نوع "ماذا – إذا" على النظام الحقيقى.

فى هذا البحث يتم استخدام نموذج محاكاة النظم System Simulation Model حيث توجد مواءمة بين هيكل المشكلة موضوع البحث وهيكل نموذج محاكاة النظم. وقيمة هذا النوع من نماذج المحاكاة أنه يسمح بالتعامل مع الأسئلة من النوع "What if ?" وذلك لاختبار تأثير مختلف المتغيرات المؤثرة على النظام من خلال تكوين سلسلة متشابكة من المعادلات والصيغ الرياضية المترتبة بشكل معين بما يضمن أن يكون سلوك هذا النموذج مشابهاً لسلوك النظام الواقعى الذى يتم دراسته. قد تساعد نظم تخطيط الموارد Enterprise Resource Planning (ERP) على توفير المعلومات اللازمة لبناء نموذج محاكاة النظم وإحداث التكامل بين مختلف الوحدات Modules المكونة لنموذج المحاكاة. بالإضافة إلى التمكين من رسم صورة واقعية لمسارات تصنيع المنتجات المختلفة.

يهدف هذا البحث إلى قياس آثر التفاعل بين تصاميم مختلفة لنظم محاسبة التكاليف، ومستوى التعقد في هياكل المنتجات ومستوى تعقد العمليات الصناعية كمياً وانعكاس تلك الآثار على التحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى في المنشأة. يستخدم هذا البحث مدخل المحاكاة وبالتحديد مدخل محاكاة النظم وذلك لعدة نقاط هامة لم تتناولها الدراسات السابقة (Lubbe and Finch, 1992; Crobett, 1998; Lea, 2002; Fredendall et. al, 2011; Spraakman, 2012)

فعلى وجه التحديد لم تلق الدراسات المحاسبية السابقة الضوء على حالة عدم التأكد الموجودة في النظام، التفاعل الديناميكى/النشاط بين تصميم النظم المحاسبية، وتصميم نظم التصنيع، وكذلك التفاعل النشط بين القرارات الفردية على مرور فترة من الزمن، أما أكثر جوانب البحث الحالى أهمية هي محاكاتها لتقلبات وتغيرات النظام في الأجل القصير والتي تسببها حالة عدم التأكد لبناء أفضل نموذج ممكن للنظام الواقعى ومن أمثلة هذه التغيرات موضع البحث: تنوع الطلبيات، تقلبات سعر الشراء والتنوع في وقت التشغيل. وهناك جانب آخر يميز هذا البحث عن الدراسات السابقة هي إمكانية تطبيق النموذج في منشآت لديها نظام معلومات متكامل مثل نظم تخطيط موارد المنشأة [ERP] Enterprise Resource Planning وبالتالي يساعد ذلك على الدمج بين بيانات نظم المحاسبة الإدارية ونظم التصنيع، وعليه تكون تكاليف الإنتاج التي يحددها نظام محاسبة التكاليف مبنية على بيانات حقيقية عن وقت الإنتاج، وتكون قادرة على رصد التقلبات التى تحدث في النظام. وعند تحديث تكاليف الإنتاج يجرى عملية إدراجها في نظام التصنيع لاتخاذ قرارات بشأن تشكيلة المنتجات. وبالتالي يمكن دراسة التفاعل بين نظام محاسبة التكاليف ونظام التصنيع بطريقة سليمة. علاوة على ذلك تسمح منهجية المحاكاة بتحليل هيكل التكاليف بين تصاميم النظم المختلفة المطبقة في المنشآت مما يوفر رؤية لمديرى المنشآت عن الربط بين هيكل التكاليف الإضافية وملاءمة كل تصميم من تصاميم المختلفة.

٩- البناء المفاهيمى لنموذج المحاكاة المقترح

سوف يتم إعداد نموذج المحاكاة المقترح على قسمين متتاليين هما: البناء المفاهيمى للنموذج المقترح والبناء التجريبى للنموذج المقترح. ويتناول هذا القسم البناء المفاهيمى للنموذج المقترح والذي يعتمد على خمسة خطوات متتالية هي: تعريف المشكلة، بناء النموذج المبدئى، جمع البيانات وتحليلها وتحويل النموذج إلى برنامج حاسوبى والتحقق من صلاحية النموذج. بينما يتناول القسم العاشر البناء التجريبى للنموذج فيتعلق بتصميم التجربة وتنفيذها باستخدام أحد حزم برامج المحاكاة المحددة. ويعرض الشكل (٢) خطوات ومراحل وضع البناء المفاهيمى لنموذج المحاكاة، ويمكن تلخيص هذه الخطوات على النحو التالى:

الخطوة الأولى: تعريف المشكلة

من المهم قبل الشروع في تنفيذ بحث المحاكاة أن يسبقها مرحلة تخطيطية يتم فيها تحديد أهداف البحث، والجدوى منها، ومدى ملاءمة أسلوب المحاكاة كوسيلة لتحقيق المطلوب. وكذلك، يجب أن يتم في هذه الخطوة تعريف المتغيرات القرارية Decision Variables، والمَعْلَمات Parameters التي لا يمكن التحكم بها، ومؤشرات الأداء Performance Indicators التي سيتم قياس الأداء بمراقبة قيمها (Kelton, et al., 2000, p. 19)

الخطوة الثانية: بناء النموذج المبدئى

وتشمل هذه الخطوة تحديد المكونات الثابتة للنموذج من العناصر التالية:

- **كيانات (Entities)** وتعريفها على أنها أي شيء ذي علاقة في النظام له صفات (Attributes) ، ويقوم بأداء أنشطة(Activities)
- **أحداث (Events)** وهى الوقائع الزمنية التي ينشأ عنها تغيير حالة النظام.
- **متغيرات الحالة(State Variables)** وهى: مجموعة المتغيرات اللازمة لتوصيف حالة النظام في أي وقت حسب أهداف البحث.
- **حالة النظام (State of the System)** هي: متغيرات تصف كل الكيانات، وصفاتها، والأنشطة فى النظام عند لحظة معينة، ويدرس تطور النظام بتتبع التغيرات فى حالته.

فعلى سبيل المثال: إذا كان هناك مصنع (XX) يصنع معدات ويجمع قطعها. فإن الأجزاء الأساسية فى هذا النظام هى قسم التصنيع الذى يصنع القطع وقسم التجميع الذى يقوم بتجميع هذه القطع، وقسم المشتريات الذى يمد المواد الخام، وقسم الشحن الذى يجهز البضاعة للشحن، وقسم مراقبة الإنتاج الذى يستقبل الطلبات على البضاعة، ويقسم العمل على بقية الأقسام. فى هذا النظام أو الكائنات هى: الأقسام، الطلبات، الأجزاء والبضائع الخ. أما الأنشطة فهى: عملية التصنيع وعملية التجميع وعملية التجهيز والشحن الخ. والصفات هى: الكمية لكل طلب، نوع القطعة وعدد الماكينات فى كل قسم الخ. وبيئة النظام: يتأثر النظام بالتغيرات التى تحدث خارجه كما أنه يؤثر على المحيط من حوله مثل هذه التغيرات تؤثر على بيئة النظام فمن المهم جداً أن نميز بين النظام وبيئته وهذا يتحدد بمعرفة الأهداف من وراء دراسة هذا النظام.

فى مثال المصنع العوامل التى تتحكم بالطلبات على المنتجات تعتبر خارج تأثير النظام ولهذا فهى جزء من بيئة النظام، ولكن إذا كان للعرض تأثير على الطلب فيجب أخذ ذلك في الاعتبار إذ أن هناك علاقة بين مخرجات المصنع ووصول الطلبات، ويسمى هذا تغذية عكسية Feedback وتعتبر هذه العلاقة نشاط من أنشطة النظام. ويمكن تقسيم الأنشطة إلى: **أنشطة داخلية Endogenous Activities:** وتصف الأنشطة داخل النظام. و**أنشطة خارجية Exogenous Activities**: وتصف الأنشطة التى تؤثر على هذا النظام، (النظام الذى لا يتأثر بأنشطة خارجية يسمى نظام مغلق، بعكس النظام الذى يتأثر بالأنشطة الخارجية والذى يوصف بأنه نظام مفتوح). **وأنشطة محددة Deterministic Activities**: وهى التى يمكن تحديد نتائجها بشكل واضح. و**أنشطة عشوائية Stochastic Activities:** وهى التى يتغير تأثيرها عشوائياً وتكون لنتائجها إمكانيات متعددة توصف بتوزيع إحتمالى، فمثلاً الوقت الذى تستغرقه آلة التجميع يوصف بتوزيع إحتمالي كما أن الزمن بين أعطال الآلة يتغير بشكل عشوائى[1]. (Kelton, et al., 2000, P. 252)

الخطوة الثالثة: جمع البيانات وتحليلها

ويتم في هذه الخطوة جمع البيانات عن النظام إما يدوياً أو آلياً حسب أهداف البحث ودرجة الدقة المطلوبة في مقابل التكلفة المادية والزمنية. كما يتم أيضاً تحليل تلك البيانات إحصائياً من أجل استنتاج النمط الإحصائى للبيانات باستخدام إحدى التوزيعات الإحصائية المعروفة. وفى حالة تعذر ذلك، من الممكن استخدام عينة البيانات المجموعة مباشرة في برنامج المحاكاة، ولو أن ذلك يجعل تنفيذ البرنامج بطيئاً.

الخطوة الرابعة: تحويل النموذج إلى برنامج حاسوبى

تتم في هذه الخطوة عملية تطوير لبرنامج المحاكاة الحاسوبى انطلاقاً من النموذج المبدئى والمعلومات الإحصائية التي تم استخلاصها عن النظام وتشمل عملية التطوير تصميم البرنامج كمخطط ثم اختيار لغة البرمجة وأدوات التطوير ثم البرمجة والتطوير.

[1] لمزيد من التفاصيل عن البناء المفاهيمي يجب الرجوع إلى المرجع (Kelton, et al., 2000).

وبالتحديد، تتم عملية تحويل للنموذج النظرى المطلوب محاكاته، والذى تم إعداده بناء على مسح وتحليل لهذا النظام، إلى نموذج حاسوبى يمثل تصميماً مفصلاً لبرنامج المحاكاة المطلوب تطويره. وتتطلب هذه الخطوة بالضرورة تثبيت نوعية نموذج المحاكاة، واختيار أسلوب بنائه من بين الأساليب المعروفة لدى المتخصصين. وتتراوح هذه الأساليب بين النمذجة باستخدام النماذج التوضيحية (Declarative Models)، أو النماذج الوظيفية (Functional Models) – على سبيل المثال-أو غيرها من أنواع نماذج المحاكاة المختلفة (Fishwick, 1995).

وبتثبيت نوعية وأسلوب بناء نموذج المحاكاة سيتم تثبيت الكثير من التفاصيل المتعلقة بالكيفية التي يتم بها توصيف الخصائص الديناميكية للنظام المطلوب محاكاته، وبالكيفية التي يتم بها تحريك العامل الزمنى في المحاكاة الحاسوبية، فضلاً عن الهيكل العام لبرنامج المحاكاة الذى سيُطور بناء على نموذج المحاكاة الحاسوبى.

وبعد تثبيت نوعية المحاكاة ينبغي أيضاً اختيار أسلوب من أساليب هيكلة برنامج المحاكاة والتي عادة ما تتراوح بين أسلوب قوائم الأحداث (List Event)، أو أسلوب تفاعل العمليات (Interaction Process). بعد ذلك، على المصمم تحديد نوعية برنامج المحاكاة. ونوعية برنامج المحاكاة هنا تمليها نوعية بيئة المحاكاة المستخدمة لتطوير البرنامج. ويقصد ببيئة المحاكاة البرنامج الحاسوبى المتكامل الذى يوفر للمبرمج أشكال رسومية وتسهيلات برمجية عدة تمكنه من تطوير برنامج المحاكاة المطلوب بسهولة ويسر. وتوجد اليوم نوعيات مختلفة من لغات المحاكاة الحاسوبية ذات نوعيات تتراوح بين البرمجة اليدوية بإحدى لغات برمجة المحاكاة إلى البرمجة المرئية (Visual Programming) باستخدام القوالب (Blocks) التي ترمز إلى مكونات نموذج المحاكاة. واختيار أسلوب بنائه من بين الأساليب المعروفة لدى المتخصصين. وتتراوح هذه الأساليب بين النمذجة باستخدام النماذج التوضيحية (Declarative Models) أو النماذج الوظيفية (Functional Models)-على سبيل المثال– أو غيرها من أنواع نماذج المحاكاة الحاسوبية المختلفة (Fishwick, 1995, p.107; Laguna, et al, 2005, p. 80).

الخطوة الخامسة: التحقق من صحة النموذج وصلاحيته:

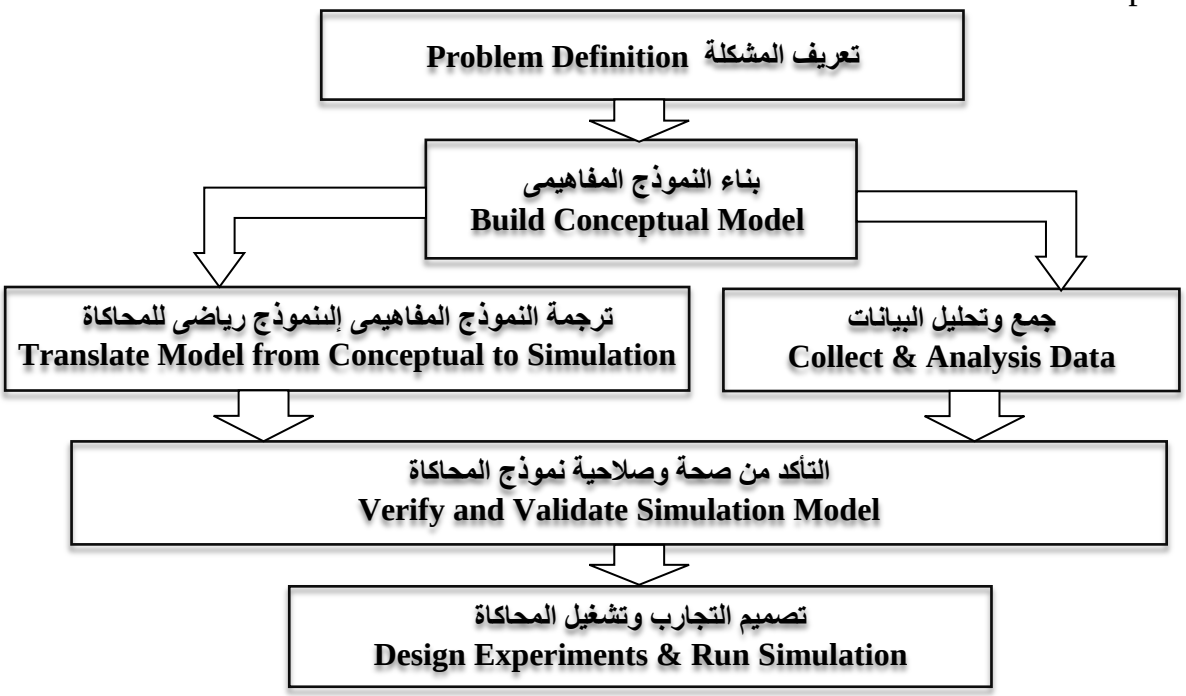
تهدف عملية التحقق من صحة النموذج (Model Verification) إلى التأكد من الترابط الداخلى للنموذج الحاسوبى وتوافقه مع النموذج المبدئى. أما عملية التأكد من الصلاحية (Model Validation) فتهدف إلى مقابلة النموذج الحاسوبى بالنظام الأصلى للتأكد من جودة تمثيل نموذج المحاكاة الحاسوبى للنظام الأصلى، سواء من الناحية الظاهرية، أو من حيث تماثل عملية التحويل (Transformation) التي تجرى بداخله على المدخلات لتحويلها إلى مخرجات. وتعتبر عملية الاختبار والتأكد من الجودة من المهام الرئيسة في أي دراسة محاكاة بعد انتهاء عملية البرمجة والتطوير لبرنامج المحاكاة الذى يفعل نموذج محاكاة النظام. وتشمل هذه العملية اختبار البرنامج المطور من حيث صحة البرمجة منطقياً ووظيفياً. كما تشمل أيضاً التأكد من صلاحية برنامج المحاكاة باعتباره نموذجاً يعبر تعبيراً دقيقاً عن سلوكيات النظام الأصلى. ولإنجاز عملية الاختبارات، يلزم القيام بالخطوات الرئيسية التالية (Pooch, 1993):

أ. **التأكد من صحة البرنامج منطقياً ووظيفياً Model Verification :**

تهدف هذه الخطوة إلى التأكد من أن برنامج المحاكاة صحيح من الناحية البرمجية. وتنقسم هذه الخطوة إلى عمليتين: عملية التأكد من صحة البرنامج منطقياً وعملية التأكد من صحة البرنامج وظيفياً (Law and Kelton, 2000).

أولاً : عملية التأكد من صحة البرنامج منطقياً: تعتمد خطوة التأكد من صحة البرنامج منطقياً على مراجعة التصميم الذى طور البرنامج بناء عليه، بما في ذلك مراجعة خرائط التدفق (Flowcharts) والتي تحدد التفاصيل البرمجية التي ينبنى عليها البرنامج. وتتم هذه العملية فور الانتهاء من تطوير البرنامج بصورة تكرارية إلى أن يتم التوصل إلى قناعة بخلو البرنامج من الأخطاء المنطقية والبرمجية.

ثانياً: عملية التأكد من صحة البرنامج وظيفياً: تعتمد خطوة التأكد من صحة البرنامج وظيفياً على تشغيل البرنامج بصورة تجريبية لمرات عدة، وفى كل مرة يتم التركيز على أحد المخرجات المعطاة في نهاية البرنامج أو أحد الوظائف الأساسية المتوقع من البرنامج إنجازها أثناء التشغيل. وتهدف هذه العملية إلى التأكد من استيفاء البرنامج للوظائف والأهداف التي وضعت له والتأكد من عدم إغفال أي منها. ويتم ذلك بعد الانتهاء من تطوير البرنامج للتأكد من أن جميع المخرجات المطلوبة والإحصاءات المطلوب جمعها أثناء تشغيل البرنامج قد تضمنها البرنامج الحالي ويقوم بتدوينها بنجاح. (Law and Kelton, 2000, p. 73)



شكل رقم (٢): خطوات ومراحل البناء المفاهيمى لنموذج المحاكاة

(**المصدر**: Hover and Perry, 1990, p.25)

ب. التأكد من صلاحية النموذج Model Validation:

يتم في هذه الخطوة التأكد من توافق البرنامج الذى تم تطويره، وتم التأكد من صحته برمجياً ووظيفياً في الخطوة السابقة مع تفاصيل النموذج النظرى والذى تم وضعه بناء على نتائج عملية تحليل النظام. وبالتحديد، فإن هذه الخطوة مقابلة بين النموذج الذى يفترضه البرنامج في ثناياه وبين النموذج النظرى الذى يفترضه المحلل من واقع تحليله للنظام الأصلى. وعادة يتم اتباع الأساليب الآتية لإنجاز هذه المهمة:

- **أسلوب التتبع الهيكلى:** ويعتمد هذا الأسلوب على إعداد ملخص للفرضيات التي تم وضعها عن النظام وطريقة عمله من واقع الدراسة التحليلية التي تم إجراؤها عن هذا النظام وخصائصه، ومن واقع البيانات الإحصائية التي تم جمعها عن عمل هذا النظام في السابق، ويحتوي هذا الملخص أيضا على توصيف لأهم عناصر ومكونات النظام والعلاقات التي تربط بعضها ببعض، كما يحتوى على ذكر أي فرضيات تقريبية وضعت لتبسيط النموذج، بالإضافة إلى أية معلومات عن الخصائص الإحصائية للمدخلات التي تم تعريفها في النموذج. بعد ذلك، يتم عمل تتبع منظم وهيكلى لنموذج المحاكاة الحاسوبى المطور خطوة بخطوة ومكون بمكون مع الرجوع إلى ملخص الفرضيات للتأكد من مطابقة تصميم النموذج لتلك الفرضيات.

- **الأسلوب الكمى**: وفى هذا الأسلوب يتم مراجعة مخرجات البرنامج المرحلية (قيم المتغيرات الداخلية في البرنامج) من أجل التأكد من معقولية هذه النتائج.
- **الأسلوب الكيفى:** ويعتمد هذا الأسلوب على الاستعانة بخاصية تحريك النموذج أثناء المحاكاة (Model Animation) والتي تتيح مشاهدة رسوم متحركة على الشاشة ترمز لكل مكون من مكونات النموذج وتعبر عما يحدث أثناء تنفيذ البرنامج من عمليات وتفاصيل ومشكلات.

أما خطوة التأكد من صلاحية النموذج Model Validation فتهدف إلى التأكد من التوافق بين برنامج المحاكاة وما ينطوى عليه من نموذج للنظام الحقيقى مع تفاصيل ذلك النظام الحقيقى، مما يدلل على أن برنامج المحاكاة صالح لأن يكون بديلاً عن هذا النظام الحقيقى لأغراض صنع القرار. وتعتمد هذه الخطوة على إجراء اختبارات للتأكد من مطابقة عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات Input-Output Transformation في كل من البرنامج والنظام الحقيقى. والطريقة المتبعة عادة لذلك هي المقارنة بين مخرجات النظام الحقيقى (من واقع المعلومات المتوفرة عنه تحت ظروف تشغيلية ومدخلات معينة وبين المخرجات النظيرة التي يتنبأ بها نموذج المحاكاة تحت نفس الظروف التشغيلية ونفس قيم المدخلات. فإذا ما كانت نتيجة المقارنة قريبة بدرجة كافية لأغراض البحث يتم إجازة النموذج، وإذا كانت غير ذلك تتم مراجعة النموذج ومحاولة تحسينه ثم إجراء كافة الاختبارات عليه مرة أخرى. (حسام رمضان، ٢٠٠٩، ص ٣١٠)

١٠- التصميم التجريبى لنموذج المحاكاة المقترح

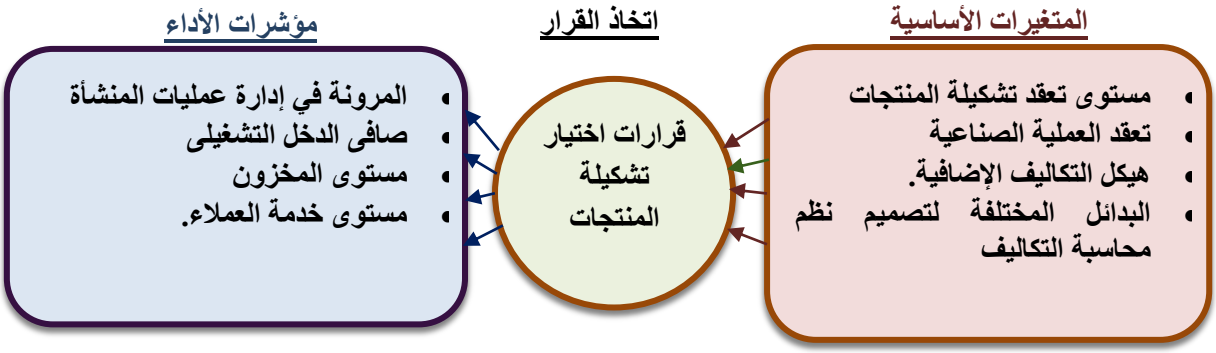
يعتبر التصميم التجريبى هو آخر مراحل بناء تجربة المحاكاة ويتم تصميم سلسلة من التجارب تهدف إلى إيجاد أفضل مجموعة من قيم متغيرات القرار التي يتوقع نموذج المحاكاة أن ينتج عن استخدامها في النظام الأصلى تحقيق قيم مقبولة من مؤشرات الأداء حسب أهداف البحث. ومن الممكن في حالات خاصة استخدام أساليب تكرارية للبحث عن قيم مثلى من مؤشرات الأداء، إلا أن هذه الحالات تحتاج إلى توفر شروط كثيرة في النظام حتى يصبح من الممكن استخدام تلك الأساليب والحصول على نتائج صحيحة منها. وتجدر الإشارة إلى أن عملية تطوير برامج المحاكاة باستخدام لغات البرمجة التقليدية تعتبر عملية شاقة ومعقدة، حيث يحتاج المبرمج إلى القيام بالكثير من المهام المطلوبة يدوياً، إلا أنها توفر أكبر قدر من المرونة والقدرة على النمذجة. وعلى النقيض، فإن ما يسمى بلغات المحاكاة توفر قدراً من التناظر بين مكونات الأنظمة المطلوب محاكاتها والتراكيب البرمجية، مما يوفر على المبرمج الكثير من الجهد نظراً، لأنه في هذه الحالة يستخدم وحدات بناء كبيرة وسابقة التجهيز، مما يعنى إنتاجية وكفاية أعلى، إلا أن ذلك يأتي على حساب المرونة والقدرة على النمذجة وأيضاً سرعة تشغيل البرنامج. ومن الأمثلة على لغات وأدوات المحاكاة Arena, Extend Siman .

ومن الجدير بالذكر أن هذا البحث سوف يعتمد على Arena Rockwell Software وتم اختيار هذه الحزمة من البرامج وذلك لعدة أسباب هي:

- تشتمل حزمة أرينا Arena على عدة برامج ملحقة لدعم المستخدم في مختلف مراحل بناء نموذج مثل: برنامج Input Analyzer لميكنة عملية اختيار التوزيع الإحصائى والقيم الإحصائية المناسبة للبيانات الميدانية، وبرنامج (Opt Quest) لمساعدة المستخدم في تصميم تجارب المحاكاة بهدف إيجاد القيم العظمى أو الصغرى لدالة أحد مخرجات المحاكاة تحت عدد من المحددات على قيم مؤثرات النظام ومتغيراته وبعدة طرق رياضية ومعروفة. كما تشمل أرينا أيضاً على Output Analyzer لميكنة حساب فترات الثقة الإحصائية على مخرجات المحاكاة أو إجراء المقارنات بين مخرجات برنامج المحاكاة تحت التصميمات المختلفة مع الاستعانة بالمنحنيات المختلفة لتمثيل هذه المخرجات. وهناك أيضاً برنامج (Process Analyzer) لميكنة وإدارة عملية تعريف الحالات والسيناريوهات المطلوب دراستها في تجارب المحاكاة للوصول إلى هدف معين، مع إمكانية ترتيب البدائل التي تمثلها السيناريوهات المختلفة بحسب تفوق مخرجات المحاكاة الخاصة بها حسب المعايير التي يضعها المحلل.

- يعتمد برنامج Arena في تمثيل نماذج المحاكاة على الأسلوب المبنى على العمليات، وبالتالي تعرف العملية الواحدة كسلسلة من الوحدات المنطقية ومجموعة من وحدات البيانات المصاحبة لها. ويتم اختيار أنواع المحددات المناسبة للنموذج من مجموعة كبيرة من الوحدات التي تتوفر للمحلل من خلال عدد من الألواح panels التي يتخصص كل منها في نوعية معينة من الوحدات. ويضم برنامج (Arena) وحدات التسلسل المنطقى الأساسية مثل: (Create) و(Dispose) و (Process) و(Assign) كما تحتوى على وحدات البيانات الأساسية مثل: (Entity) و (Queue) و (Variable) (Rockwell software, 2003, p. 25).

يقوم التصميم التجريبى لنموذج المحاكاة المقترح على تحقيق الهدف الأساسى للبحث وهو القياس الكمى لأثر مستوى تعقد المنتجات وتعقد العمليات الصناعية على البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف والتحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى ويمكن توضيح المتغيرات الأساسية للتجربة من الشكل التالى:



شكل (٣) متغيرات التجربة

ويتضمن تصميم التجربة ثلاث متغيرات تجريبية هي: البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف (CAS)، مستويات تعقد تشكيلة المنتجات(MIX)، هيكل التكاليف الإضافية (MOH). بعد القيام بتحليل متغيرات التجربة يتم تغيير متغير واحد من المتغيرات التجريبية (مدخلات التجربة) عند نقطة زمنية محددة في مقابل المتغيرات التجريبية الأخرى، ومن ثم يمكن الرقابة والتحكم في التأثيرات المحتملة في تغيرات المتغيرات الأساسية للتجربة واكتشاف وتفسير التأثيرات التفاعلية بين كافة متغيرات التجربة. في هذا التصميم التجريبى يتم بناء تصميم تحليل عاملى* (3× 3 ×4) لكل مقياس من مقاييس الأداء التصنيعى مع تكرار هذا التصميم العاملى ١٠ دورات، ويمكن بناء التصميم التجريبى على أساس المعادلة البنائية التالية:

$$Y_{aom} = M + CAS_a + MOH_O + MIX_m \text{(Main Effect)}$$
$$+CAS_a * MOH_O + CAS_a * MIX_m + MOH_O * MIX_m \text{(Two way Interaction)}$$
$$+CAS_a * MOH_O * MIX_m \text{ (there way Interaction)}$$
$$+e_{aom}$$

Where:

Y_{aom} = Performance Measurements

M = Mean Effect

CAS_a = Cost Accounting System Effect a=(1,2,3,4)

* يعتمد هذا البحث على استخدام ثلاث مستويات لتأثير التعقد في المنتج وثلاث مستويات لتأثير هيكل التكاليف الإضافية وأربعة أنواع من بدائل تصميم أنظمة التكاليف المختلفة ومن ثم فإن التصميم العاملى للتجربة يصبح (٣×٣×٤)

CAS_1= Volume Based System (VBS)
CAS_2= Activity Based System (ABS)
CAS_3= Time Based System (TBS)
CAS_4= Consumption Based Resource System (CBRS)
MOH_o= Manufacturing Overhead level Effect, O=1,2,3
MOH_1= Low
MOH_2= Medium
MOH_3= High
MIX_m = Product MIX complexity Effect
m=1,2,3
MIX_1 = Narrow
MIX_2 = Medium
MIX_3= Wide
e_{aom}= Random Effect

١١- تحليل وتقييم مدخلات ومخرجات النموذج المقترح:

١١-١- تحليل مدخلات النموذج المقترح

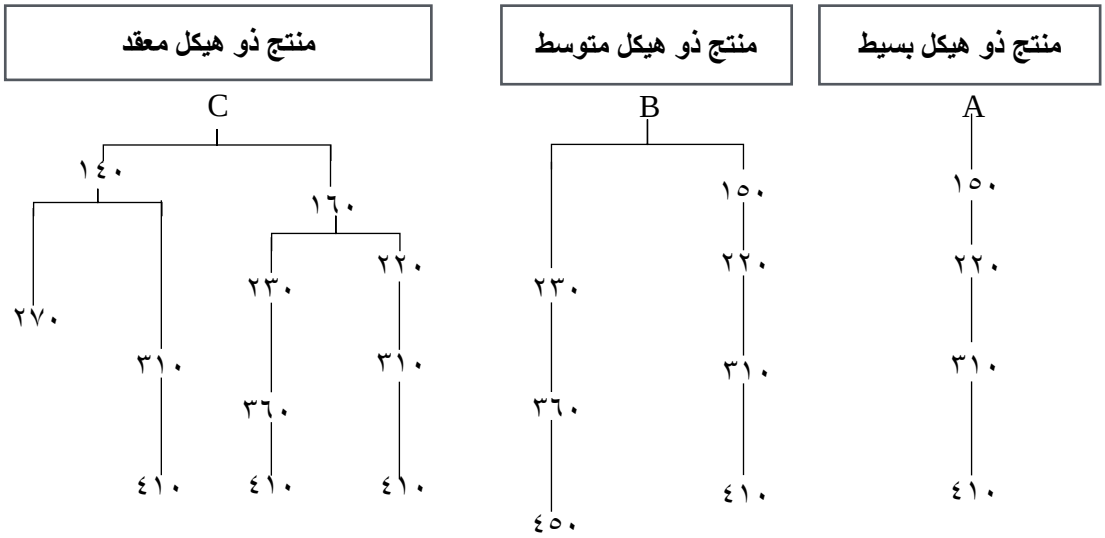
تتضمن مدخلات التجربة على تحليل العوامل الثلاثة التالية وهى: تعقد تشكيلة المنتجات، وتعقد هيكل التكاليف الإضافية والبدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف ويمكن تحليل العوامل الثلاثة بشئ من التفصيل على النحو التالى:

- **تعقد تشكيلة المنتجات Product Mix Complexity $(MIX)_m$**

يُعرف تعقد تشكيلة المنتجات على أنها العمق لمجموعة مختلفة من المنتجات مع اختلاف مستويات الاتساع، وطلب المواد والأجزاء المطلوبة لكل منتج – بمعنى أن تقوم منشأة ما بإنتاج تشكيلة من المنتجات (A) ذات هيكل ضيق فى العمق، B ذات هيكل متوسط فى العمق، C ذات هيكل كبير فى العمق. يعد تعقد تشكيلة المنتجات هو أحد المسببات الرئيسة لإرتفاع مستوى التكاليف الإضافية وأحد المصادر الهامة فى تشوه المنتجات.

فى هذه البحث يتم التركيز على التعقد على مستوى تشكيلة المنتجات نظراً لأن تعقد التشكيلة يعنى تعقد أحد منتجات التشكيلة على الأقل، ويفرز ذلك أثر على تعقد العملية الصناعية، وسوف يتم اختيار المنشأة الصناعية محل المحاكاة فى ضوء شرط تعقد تشكيلة المنتجات التى تقوم بإنتاجها بمعنى أن تقوم المنشأة محل تجربة المحاكاة بإنتاج ثلاث منتجات على الأقل وأحد هذه المنتجات ذى هيكل معقد، بينما مستوى التعقد فى الهيكل للمنتج الثانى متوسط أما المنتج الثالث يكون مستوى التعقد فى الهيكل بسيط. ويتم قياس التعقد فى المنتج كما ورد فى الفصل الثانى بمقاييس رئيسين هما: اتساع هيكل التصميم (عدد المكونات الرئيسية اللازمة لتحقيق كل وظيفة)، وعمق هيكل التصميم (عدد المستويات اللازمة لتحقيق الأجزاء المطلوبة من العميل) ويمكن توضيح الاختلاف فى مستوى تعقد تصميم تشكيلة المنتجات وخصائص المنتجات محل المحاكاة من الشكل (٤):

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



شكل (٤) اختلاف مستويات التعقد في هيكل المنتجات

(**المصدر** *Fredendall and Lea, 2002, p. 285)

يتضح من الشكل السابق أن المنتج المعقد(C) ذو هيكل يشتمل على خمسة مستويات والتى تمثل عمق هيكل التصميم، فى حين أن المنتج (A) ذو هيكل بسيط يشتمل على أربعة مستويات لطول الهيكل، ويشتمل المنتج B على أربعة مستويات*. أما بالنسبة لخصائص المنتجات الثلاثة فيمكن توضيحها من الجدول رقم (١) :

جدول (١) خصائص المنتجات محل تجربة المحاكاة

الخصائص	المنتج(A) (مسطح)	المنتج (B) (متوسط)	المنتج (C) (عميق)
حجم الإنتاج	مرتفع	متوسط	منخفض
تنوع مستوى الطلب	منخفض	متوسط	مرتفع
نوع الأجزاء المستخدمة	نمطية (عامة)	أقل نمطية	أجزاء نمطية وخاصة (أجزاء عامة وخاصة)
زمن التشغيل الكلى	زمن منخفض	زمن متوسط	زمن طويل
مستوى الطلب على الأنشطة المدعمة	منخفض	متوسط	كبير / مرتفع

بالإضافة إلى ما سبق تتدفق المواد والأجزاء اللازمة لإنتاج تشكيلة من المنتجات بين مراكز الإنتاج المختلفة، فعلى سبيل المثال إذا كان للمنشأة سبعة مراكز للإنتاج* حيث يتم تمثيل مراكز العمل على هيئة

* يشتمل المنتج (C) على ثمانية أجزاء تشكل هيكل المنتج وهى: 410 ، 360 ، 310 ، 270 ، 230 ، 220 ، 160 ، 140 ، تم توزيعها على خمسة مستويات وهى مستوى 410 ، مستوى 360 ، مستوى 310 ، مستوى (220 ، 230 ، 270) مستوى (140 ، 160) ، أما المنتج B فيشمل على ٧ أجزاء وهى : 450، 410 ، 310 ، 360 ، 220 ، 230 ، 150 ، ويتم توزيعها على أربعة مستويات (450 ، 410) ، (360، 310) ، (230، 220) ، 150 أما المنتج A فيتكون من أربعة من أربعة أجزاء وهى: 410 ، 310 ، 220 ، 150.

* أبرزت دراسة (Ramasesh, 1990) والتي تم فيها القيام بمسح للدراسات السابقة والتي بلغت ثمانين دراسة طبقت فيها نماذج المحاكاة. وتوصلت تلك الدراسة إلى نتيجة مؤداها أن أفضل عدد لمراكز العمل والخدمات عند تصميم تجربة المحاكاة لا يجب أن يزيد عن عشرة مراكز للعمل ولا يقل عن خمسة مراكز واتفق ذلك مع دراسة (Kelton, et al., 2000)

مستطيلات وتمثل الخطوط التي تربط مراكز العمل ببعضها البعض خط سير المنتجات الفردية ويوضح ذلك الشكل التالي:

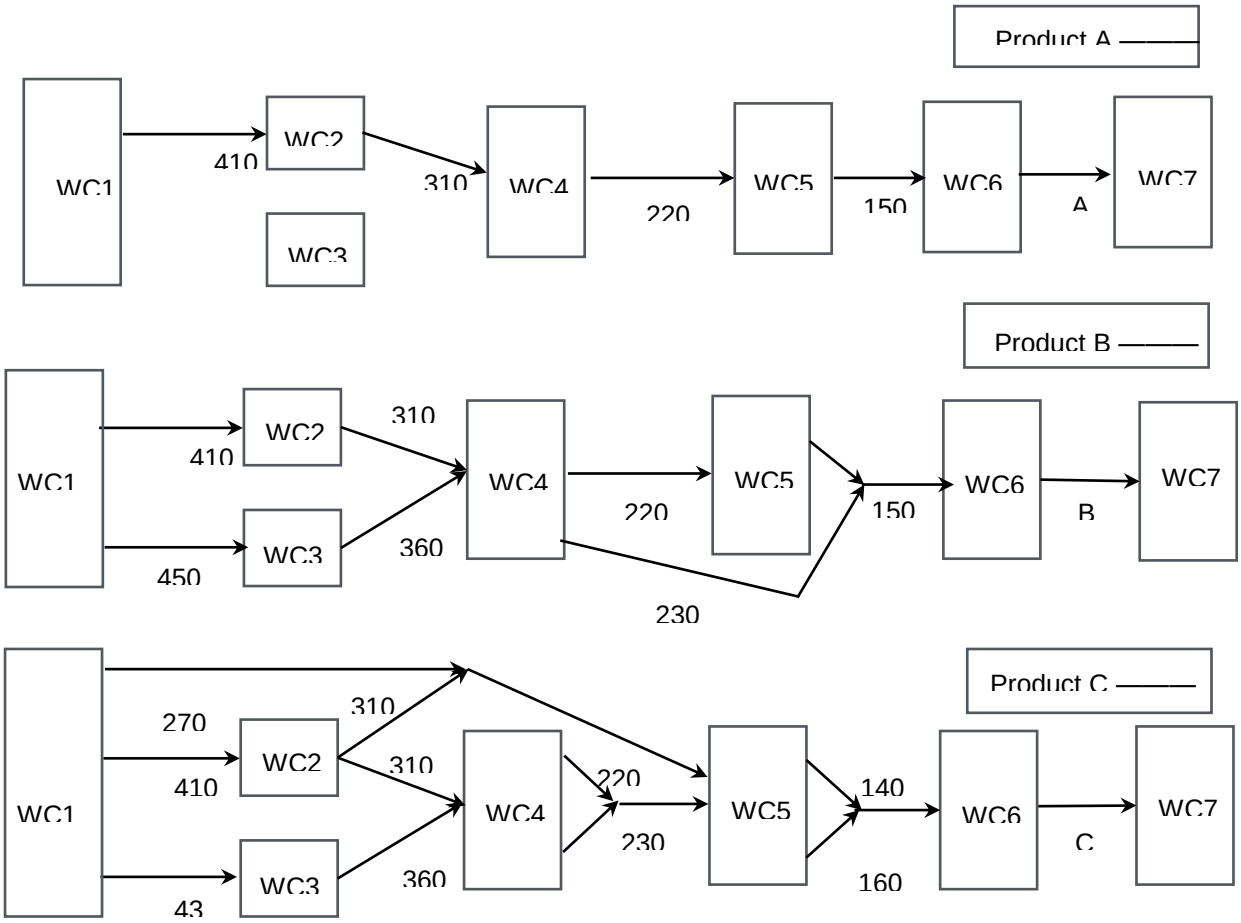
فإذا كان خط سير المنتج (A) يبدأ في مركز العمل (١) يطلق عليه (WC`1) والذي يقوم بضخ وحدتين من المادة الخام رقم (٤١٠) داخل المنشأة ثم يقوم مركز العمل (٢) (WC2) بتحويل المادة الخام إلى المكونات رقم (٣١٠) الذي يذهب لمركز العمل رقم (٤) (WC4) ليأخذ شكل المكون رقم (٢٢٠) ويذهب لمركز العمل رقم (٥) (WC5) حيث يتحول إلى المكون رقم (١٥٠) والذي يتحول إلى المنتج (A) في شكله النهائي وذلك في مركز العمل رقم (٦) (WC6) وفي النهاية يصل المنتج (A) إلى مركز العمل رقم (٧)(WC7) والذي يمثل محطة الشحن وبالمثل يمكن تصور خريطة تدفق المنتج (B) والمنتج (C) ، ويوضح الشكل (٥) مسار تدفق تشكيلة المنتجات محل تجربة المحاكاة .

بينما خط سير المنتج B يبدأ في مركز العمل (١) والذى يقوم بضخ وحدتين من المادة الخام رقم ٤١٠ داخل المنشأة ويقوم المركز بتحويل المادة الخام إلى المكون رقم ٣١٠ بالإضافة إلى ذلك يتم ضخ ثلاث وحدات من المادة الخام رقم ٤٥٠ إلى المركز (WC 3) ليحولها إلى المكون رقم ٣٦٠ ثم يدخل المكون رقم (٣١٠) والمكون رقم ٣٦٠ إلى مركز سير العمل رقم (WC 4) ليكونا معاً المكونات رقم ٢٢٠ والمكون رقم ٢٣٠ وينتقل المكون ٢٢٠ إلى المركز (WC 5) ويتحول ليكون الجزء ١٥٠ الذى يدخل في إنتاج المنتج (B) الذى يصل إلى محطة الشحن (WC 7) .

أما المنتج (C) فيبدأ بدخول المادة الخام رقم ٤١٠ والمكون رقم (٢٧٠) معاً إلى مركز العمل (WC 2) وهنا ينتج المكون ٣١٠ وأيضا يتم إضافة المادة الخام رقم (٤٣٠) إلى مركز العمل (WC 4) ويتم تكوين المكون رقم (٣٦٠). ويتم دمج المكون (٣١٠) والمكون (٣٦٠) في مركز العمل رقم (٤) لينتج المكون رقم ٢٢٠ والمكون رقم (٢٣٠) وفى النهاية يشكل الجزء ١٤٠ والجزء ١٦٠ اللذين يكونا المنتج رقم C .

ومن الجدير بالذكر أنه إذا كانت المنشأة موضع المحاكاة تطبق مفاهيم وأسس نظرية القيود على قرار اختيار تشكيلة المنتجات. يتم اختيار التشكيلة في ضوء معيار قراري وهو تعظيم فائض المساهمة للوحدة من العنصر النادر وذلك يتضمن خمسة خطوات متتالية : (١) تحديد قيود النظام، (٢) تحديد كيفية الاستفادة من قيود النظام، (٣) إخضاع الأمور الأخرى للمعيار القراري في رقم (٢) عالية، (٤) ترشيح قيود النظام، (٥) العودة إلى ... وبتطبيق الخطوات السابقة يتم الوصول إلى اختناق القيد في الخطوة رقم (١) والتي نرمز لها (W) وفي الخطوة (٢) يتم تحديد تشكيلة المنتجات والتي تعمل على زيادة فائض المساهمة من العناصر النادرة وفي الخطوة (٣) يتم وضع حائل (Buffer) أمام نقطة الاختناق الخاصة بمركز العمل لضمان المرونة والإنسيابية ، وعندما ينخفض مستوى المخزون في الحائل (Buffer) إلى مستوى محدد يتم إرسال إشارة Rope إلى مركز العمل رقم (١) (WC 1) ليبدأ الإنتاج. وقد يتم وضع حائل آخر أحياناً أمام مركز الشحن لضمان خروج الشحن في الوقت الذي يرغبه العميل. يجب أن يكون حجم الحائل كافياً ليحول دون ضعف نقطة الاختناق إلا أنه لا يجب أن يكون كبيراً جداً حتى لا تزيد تكلفة البضاعة المخزنة في الحائل Buffer، ويمكن الوصول إلى حجم الحائل الملائم بتطبيق سلسلة من تجارب المحاكاة.(Lea, 2007, p.1195)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



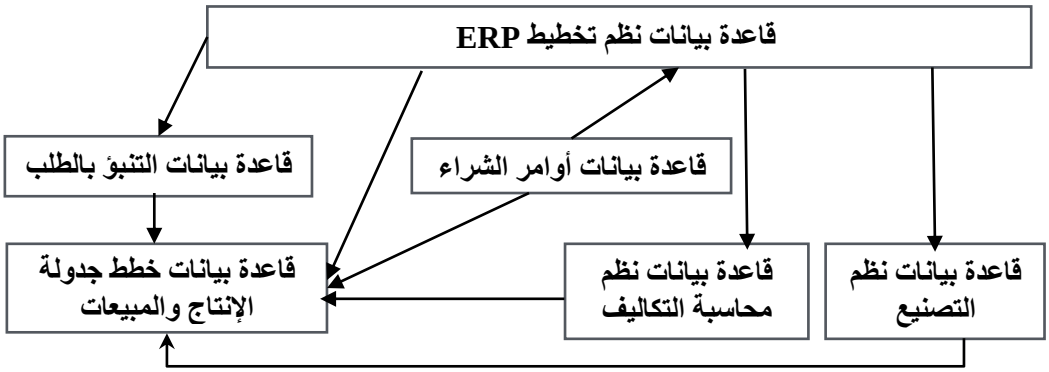
شكل (٥) مسار تدفق تشكيلة المنتجات محل تجربة المحاكاة

(**المصدر**: اسماء سراج ٢٠١٧ بتصرف من (Lea and Fredendall, 2002, p. 285)

ومن الأمور الهامة في بناء نموذج المحاكاة هو تحديد الكيفية التي يتم بها تدفق البيانات عبر النموذج، وكيفية الحصول على البيانات اللازمة لبناء المتغيرات العشوائية. وقد يتم الاعتماد على خمس قواعد بيانات فردية هي: قاعدة بيانات نظام التصنيع، قاعدة بيانات نظم محاسبة التكاليف، قاعدة بيانات توقع الطلبيات، قاعدة بيانات أوامر الشراء وقاعدة بيانات المتعلقة بخطط الإنتاج والمبيعات ويمكن توضيح مصادر البيانات اللازمة لبناء نموذج المحاكاة من الشكل (٦).

ويختلف الأمر إذا ما كانت المنشأة تطبق نظم تخطيط الاحتياجات من الموارد (EPR) حيث تعتبر قاعدة تخطيط الاحتياجات من الموارد (EPR) هي المصدر الرئيسي للبيانات حيث أنها تتضمن على قواعد بيانات متكاملة توفر كافة البيانات اللازمة للمتغيرات نموذج المحاكاة في التوقيت الملائم ويتم تحديثها باستمرار في حالة حدوث أية تغييرات وتمنع من حدوث إتخاذ أي قرارات غير مثالية. (Lee, 2007, P. 1194)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



شكل (٦) مصادر البيانات اللازمة لبناء نموذج المحاكاة

(**المصدر**: Lea, 2007, p. 1197)

وخلاصة القول أن تعقد المنتجات وتعقد العمليات الصناعية هي العوامل الأساسية والمؤثرة في النموذج. ولقد تم استخدام مقاييس تعقد المنتج وتعقد العمليات الصناعية والتي تم اشتقاقها في بحث سابق للباحثين استناداً على تحليل الدراسات المحاسبية السابقة والتي بلغت خمسة عشرة مؤشروتم الوصول إلى أن هيكل المنتج واتساع المنتج هي أكثر العوامل ملائمة لقياس التعقد في المنتج وتعقد العملية الصناعية.

- **هيكل التكاليف الإضافية:$_{o}$(MOX)**

تعتبر تركيبة هيكل التكاليف الإضافية هو الأساسى للبحث بين تعقد المنتجات وتعقد العمليات الصناعية، وبدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة. حيث أنه كلما زادت درجة التعقد في تشكيلة المنتجات، كلما اختلفت حاجة المنتجات التي يتم إنتاجها من الأقدار المختلفة من العمليات والأنشطة التي تفرز التكاليف الإضافية والتي لا ترتبط بحجم أو كمية الإنتاج، وإنما هي نتيجة عدد ونوع العمليات التي تتطلبها الأنشطة المدعمة، وبالتالي يجب أن يتم تخصيص التكاليف الإضافية على موضوعات القياس التكاليفى في إطار استخدام نظم التكاليف المختلفة بصورة سليمة لمنع التشوه في تكلفة المنتجات واتخاذ قرار تشكيلة المنتجات بصورة غير صحيحة. وفى هذا البحث يتم تقسيم مستوى التكاليف الإضافية إلى ثلاث مستويات: [مستوى مرتفع – متوسط – منخفض]*.

- إذا تراوح مستوى التكاليف الإضافية بين صفر% و ٤٠% من التكاليف الكلية يعتبر مستوى التكاليف الإضافية منخفضة.
- أما إذا كانت التكاليف الإضافية بين ٤٠% و ٦٥% تعتبر نسبة التكاليف الإضافية متوسطة.
- أما زادت مستوى التكاليف الإضافية عن ٦٥% تعتبر نسبة التكاليف الإضافية مرتفعة.

ولقد أشار (Cooper and Kaplan,1998) ، إلى أنه كلما زادت مستوى التكاليف الإضافية الناتجة عن العمليات والأنشطة غير المرتبطة بحجم المخرجات كلما زادت درجة التشوه في بيانات التكاليف إذا لم تعالج بصورة سليمة.

وفى هذا البحث نفترض أن توزيع التكاليف في المنشأة التي تنتج تشكيلة منتجات معقدة في الهيكل هي: ٢٤% مواد خام، ١١% للعمالة، ٦٥% التكاليف الصناعية غير المباشرة. أما المنشأة التي تنتج منتجات متوسطة التعقد في الهيكل يتم توزيع التكاليف على النحو التالى: (٣٣%، ١٠%، ٥٧%) لعناصر التكاليف المختلفة المواد الخام، الأجور، التكاليف الصناعية غير المباشرة، بينما في المنشآت التي تنتج تشكيلة منتجات منخفضة التعقد في الهيكل يتم توزيع عناصر التكاليف على النحو التالى (٣٢%، ١٩% ، ٤٩%) على التوالي وذلك استناداً إلى دراسة (Lea and Frednall, 2003) ، (Brimson, 1991) ،(Low, 1992).

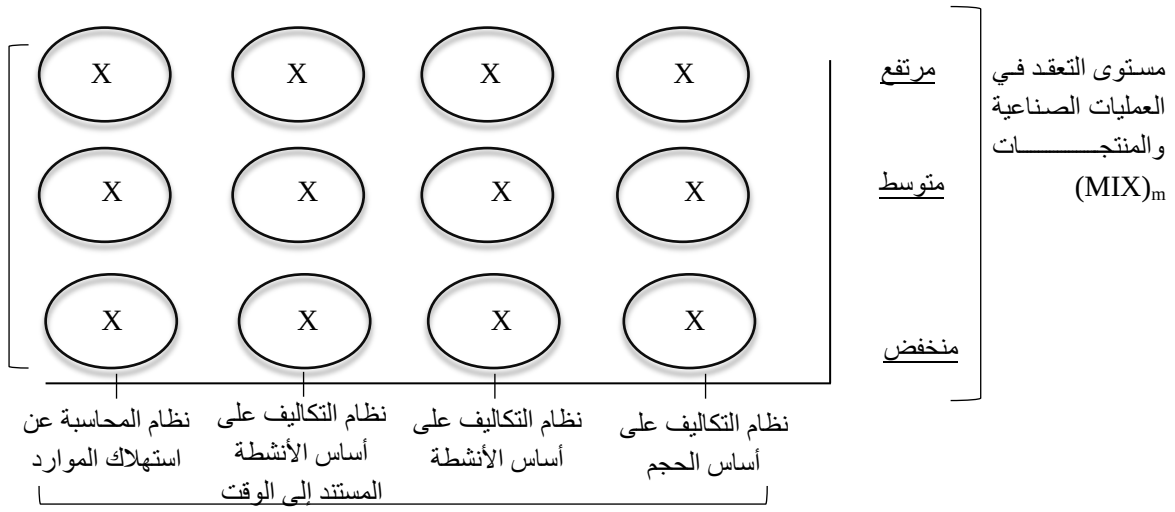
* اعتمد البحث لذلك التبويب لمستويات للتكاليف الإضافية إلى دراسة Low (1992) ، ودراسة Brimson, (1991) .

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

وبناءً على ما سبق يمكن تبويب أثر هيكل التكاليف الإضافية في ثلاث مستويات: مرتفع، متوسط ومنخفض بناءً على نسبة التكاليف الإضافية إلى التكاليف الكلية للمنشأة.

- **البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف $(CAS)_a$:**

في هذا البحث تم دراسة وتحليل أربعة بدائل مختلفة لتصميم نظم التكاليف المختلفة وهى: نظام التكاليف على أساس الحجم، نظام التكاليف على أساس النشاط، نظام التكاليف على أساس النشاط المستند للوقت ونظام المحاسبة عن استهلاك الموارد. وتعد التفرقة بين تكلفة المنتج وتكلفة الفترة في ضوء كل تصميم من البدائل المختلفة لتصاميم نظم التكاليف المختلفة هي الأساس عند حساب تكلفة كل تصميم للمنتج. ويتم استخدامها في بناء السيناريوهات المختلفة لاتخاذ قرار اختيار تشكيلة المنتجات الأفضل للمنشأة والتي تؤدى إلى آثار إيجابية على مؤشرات أداء عملية النظام التصنيعى للمنشأة. وقد يكون من الممكن حساب تكلفة المنتج في ضوء بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة باستخدام برنامج Excel ثم إدخال نتائج Excel إلى السيناريوهات التي تم بناءها في Arena Process Analyzer . أو إدخالها إلى النموذج وفقاً لدرجة الدقة في المعلومات التي يوفرها كل تصميم من تصاميم نظم التكاليف المختلفة. ويمكن توضيح عناصر التصميم التجريبى المختلفة من خلال الشكل (٧).



شكل (٧) التصميم التجريبى لتفاعل تعقد العمليات/المنتجات مع بدائل تصميم نظام التكاليف

١١-٢- تحليل مخرجات النموذج المقترح للمحاكاة:

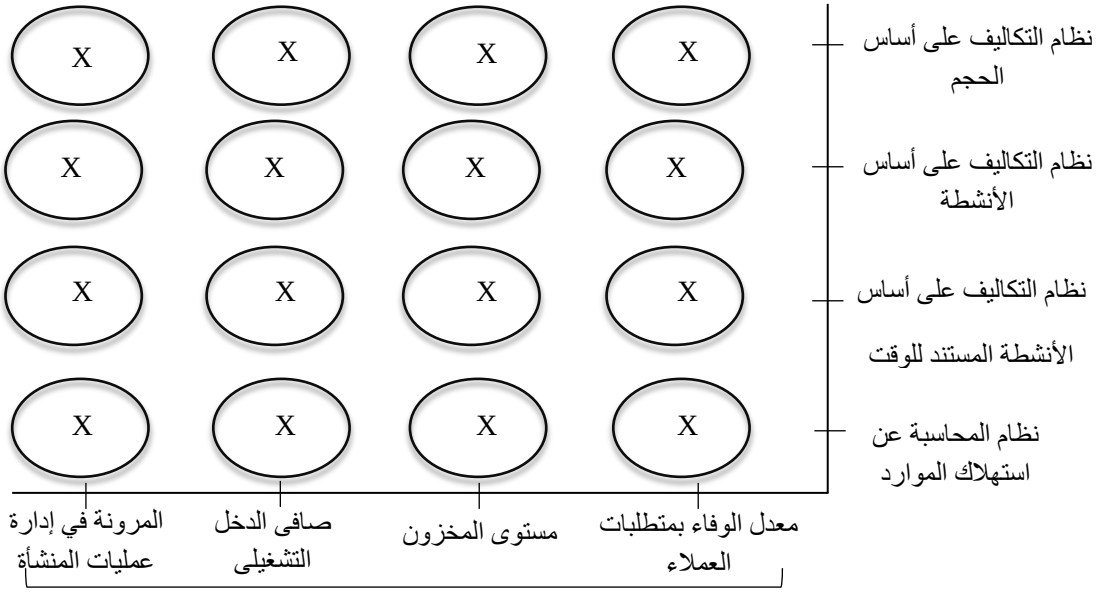
تتمثل مخرجات التجربة في مقاييس الأداء التصنيعى والتي تم اختيارها ويمكن شرحها بشيء من التفصيل على النحو التالى:

يعد الوصول إلى مقياس مركب لتقييم الأداء التصنيعى هو أحد الأهداف الفرعية للبحث وذلك بغرض الوصول إلى قياس كمى ملائم للآثار التراكمية بين مستوى تعقد تشكيلة المنتجات ومستوى الاختلاف بين البدائل المختلفة لتصميم نظم محاسبة التكاليف. سوف يتم الإستناد إلى محددات كفاءة الأداء التصنيعى التي تم إشتقاقها بناءً على تحليل الدراسات السابقة المرتبطة بكفاءة عمليات النظام التصنيعى والتي بلغت ٣٣ بحث في خلال الفترة الزمنية من (٢٠٠٣م – ٢٠١٧م) لبناء مقياس مركب لكفاءة أداء العمليات الصناعية ويتضمن ذلك المقياس المركب مجموعة من المقاييس المالية والمقاييس غير المالية والتي تعكس وجهات النظر المالية والتشغيلية والتسويقية ويتضمن ذلك المقياس:

- **صافى الدخل التشغيلى** Net Operating Income (NOI) يمثل أحد المقاييس المالية التى يتم من خلالها قياس كفاءة أداء العمليات الصناعية. بينما تمثل المقاييس غير المالية مستوى خدمة العملاء، زمن الانتقال بين نقاط الاختناق فى العمليات، مستوى المخزون. ولقد تم اختيار صافى الدخل التشغيلى كمقياس استناداً إلى بعض الدراسات المحاسبة السابقة المرتبطة بتقييم الأداء التصنيعى (Lea & Min, 2003; Lea & Frednell, 2002; Dougadale & Jones, 1996). وأثبتت هذه الدراسات أفضلية وملاءمة مقياس صافى الدخل التشغيلى لتقييم الكفاءة فى عمليات الأداء التصنيعى وقد يعتبر مقياس الدخل التشغيلى (NOI) هو المقياس النهائى أو المحصلة النهائية Bottom Line الناتج من التحسن فى كفاءة أداء العمليات الداخلية (Hutchinson, 2007, p.98). ويُعرف صافى الدخل التشغيلى فى هذا الدارسة على أنه الإيراد الناتج من العمليات التشغيل مطروحاً منه كافة المصروفات التشغيلية فى نهاية الفترة المحاسبية، والتى تتضمن المصروفات التسويقية بالإضافة إلى المصروفات البيعية والإدارية ومصروفات خدمة ودعم العملاء ومصروفات الجودة.
- **خدمة العملاء: Customer Service** تعتبر خدمة العملاء هى أحد المقاييس غير المالية لقياس الكفاءة فى الأداء التصنيعى فى هذا البحث وتم اختيار ذلك المتغير لأنه قد يعكس وجهة نظر السوق عن مستوى أداء عمليات المنشأة (Hutchinson, 2007, p.90) . ويتم قياس خدمة العملاء بمتوسط عدد الطلبيات التى تم الوفاء بها من كل نوع/ إجمالي عدد الطلبيات. يُعد معدل الوفاء بمتطلبات العملاء في فترة معينة هو أفضل مقياس لقياس مستوى خدمة العملاء Demand Fulfill Rate (DFR).
- **المرونة فى إدارة عمليات المنشأة:** تعتبر المرونة هى أحد العناصر الهامة والجوهرية لقياس الكفاءة فى الأداء التصنيعى. فى هذه البحث يتم قياس المرونة عن طريق قياس زمن الانتقال بين نقاط الاختناق Bottleneck Shiftiness Time (BST). وتم اختيار ذلك المقياس استناداً إلى ما ذكره (Glodratte, 1992) بأنه كلما تغير مكان نقاط الاختناق كلما زادت الصعوبة فى إدارة العمليات وقلت المرونة وزاد مستوى التعقد فى العمليات. بالإضافة إلى أن زمن الانتقال بين نقاط الاختناق يعتبر عاملاً مؤثراً فى خفض زمن الاستجابة لطلبات العملاء واختيار تشكيلة المنتجات ويتم استخدام الرمز (BST) في تجربة البحث.
- **مستوى المخزون Inventory Level (NI):** يتم قياس مستوى المخزون بالمتوسط الإجمالى لبنود المخزون الفعلى. لم يتم قياس المخزون مالياً ويرجع ذلك إلى أن تقدير قيمة المخزون يختلف حسابها باختلاف البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف ولذلك يتم الاعتماد على قياس كميات المخزون وليس قيمة المخزون في فترة زمنية معينة.

ومن الجدير بالذكر أن المقياس المركب للأداء التصنيعى يمثل المقياس النهائي لمحصلة تفاعل تعقد المنتجات وتعقد العمليات الصناعية مع الأربعة بدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف. يمثل المنظور الداخلى لمقياس كفاءة الأداء التصنيعى المركب والذى يتم استخدامه مستوى المخزون ومستوى خدمة العملاء والمرونة في إدارة عمليات المنشأة بينما يمثل المنظور الخارجي صافى دخل التشغيل. ولقد تم قياس الآثار التراكمية للتفاعل لمستويات تعقد تشكيلة المنتجات وهيكل التكاليف الإضافية مع بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة على أربعة مؤشرات وهى: صافى الدخل التشغيلى(NOI) ، مستوى خدمة العملاء (DFR) ، المرونة في إدارة عمليات المنشأة (BST)، ومستوى المخزون (NI). حيث يتم قياس صافى الدخل التشغيلى (NOI) بالفرق بين مجمل الدخل من العمليات والمصروفات التشغيلية بينما يتم قياس المرونة في إدارة العمليات الصناعية (BST) بزمن الإنتقال بين نقاط الإختناقK ، ومستوى خدمة العملاء (DFR) بمتوسط عدد الطلبيات التي يتم الوفاء بها من كل منتج في الموعد المحدد، أما مستوى المخزون (NI) فتمثل متوسط إجمالى بنود المخزون. ويمكن توضيح تفاعل عناصر التصميم التجريبى للبحث من الشكل (٨)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



شكل (٨) التصميم التجريبى للعلاقة بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة مع التحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى

١٢- الدراسة التجريبية

تهدف الدراسة التجريبية إلى اكتشاف وقياس أثر تعقد المنتج، وتعقد العملية الصناعية على عملية المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة في اتخاذ قرار تشكيلة المنتجات الأفضل، وانعكاسات التفاعل بين هذه المتغيرات على مستوى الكفاءة في أداء عمليات نظام التصنيع باستخدام منهجية أسلوب محاكاة النظم.

ويتم الاستفادة من تلك المنهجية عن طريق تطبيق أحد برامج محاكاة النظم Arena. حيث يتم إدخال محددات التعقد في المنتج، والتعقد في العملية الصناعية التي تم اقتراحها في الفصل الثانى، وباستخدام بيانات تكلفة المنتجات التي تفرزها بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة في اتخاذ قرار تخصيص الموارد النادرة، وتحليل آثار التفاعل والتداخل بين تلك المتغيرات على المؤشرات المالية وغير المالية لقياس كفاءة أداء العمليات الصناعية والتي تم اشتقاقها. ويتم اختبار البناء الرياضى للنموذج الذى تم اقتراحه والمستند إلى أساس what if? في هذا البحث، بالإضافة إلى ذلك يتم إضافة بعض المتغيرات التي تعكس حالة عدم التأكد في بيئة النظام التصنيعى مثل: عدم ثبات مستوى الطلب، التقلبات في سعر شراء المواد الخام والأجزاء، والتقلبات في زمن تشغيل الأجزاء والمكونات المختلفة للمنتج، وبالتالي يصبح النموذج أكثر تمثيلاً للنظام الواقعى.

وأهم ما يميز هذا النموذج هو إمكانية الدمج والتكامل بين نظام معلومات التكاليف ونظام التصنيع وعليه تصبح بيانات تكاليف الإنتاج التي تنتجها نظم التكاليف مبنية على بيانات حقيقية عن العملية الصناعية، وإمكانية تحديث نظام المعلومات بأية تقلبات حادثة في النظام. وتساعد نظم تخطيط الاحتياجات من الموارد على توفير كافة البيانات اللازمة لبناء النموذج من خلال قواعد البيانات التي تتضمنها تلك النظم.

أولاً: الشروط الموقفية لتطبيق النموذج المقترح:

يتم تطبيق النموذج على المنشأة الصناعية التي يتوافر فيها عدة شروط معينة وهى على النحو التالى:

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

١- تفاوت مستويات التعقد في تشكيلة المنتجات التي تقوم بإنتاجها، بمعنى أكثر دقة يجب أن تتضمن تشكيلة المنتجات منتجات ذات هيكل بسيط، ومنتجات أخرى ذات هيكل مسطح ومتوسط التعقد لإمكانية قياس التفاوت في درجة تعقد تشكيلة المنتجات.

٢- ارتفاع نسبة التكاليف الإضافية في هيكل تكلفة المنشأة، حيث يتم افتراض أن توزيع التكاليف في تركيبة هيكل التكلفة في المنشأة على النحو التالي: المواد الخام ٢٥% ، العمالة ١٠%، التكاليف الصناعية غير المباشرة ٦٥% على التوالي. ويعد هذا الافتراض أساسي في المنشأة محل التطبيق، حيث أن ارتفاع مستوى التكلفة الإضافية هو محصلة للتعقد في المنتج، والتعقد في العملية الصناعية، نظراً لأن تعقد العاملين السابقين ناتج من اختلاف في أنماط الطلب على العمليات والأنشطة المدعمة والتسهيلات الإنتاجية. فإذا لم يعالج تصميم نظام التكاليف بصورة سليمة التعقد في المنتج والعملية يؤدى ذلك إلى حدوث تشوهات كبيرة في تكلفة المنتجات وبالتالي اتخاذ قرار تشكيلة المنتجات بصورة خاطئة مما يؤدى إلى آثار سلبية على مؤشرات كفاءة العملية الصناعية.

٣- يجب أن يتراوح عدد مراكز العمل في المنشأة محل المحاكاة بين خمسة إلى عشرة مراكز للعمل، وهذا ما أكدته دراسة (Ramasesh, 2007) حيث قام بإجراء دراسة مسحية على ثمانين دراسة طبقت نماذج المحاكاة وتوصل إلى نتيجة مؤداها أن أفضل عدد لمراكز العمل والخدمات في المنشأة محل المحاكاة يجب ألا يزيد عن عشرة مراكز للعمل ولا يقل عن خمسة مراكز للعمل. وفى هذا البحث تم افتراض أن عدد مراكز العمل هو سبعة مراكز للعمل.

٤- يفترض أن معدلات الاستفادة من الطاقة يتراوح بين ٥٠% - ٨٠% في جميع مراكز العمل ماعدا أحد مركز العمل حيث أن معدل الاستفادة في المركز يفترض أن تكون ٩٥% وهو ما يجعل المركز يمثل نقطة اختناق وقيد حاكم في اختيار تشكيلة المنتجات وذلك وفقاً لما ذكره (Goldratt, 1992)، مما ينعكس بدوره على كفاءة أداء عمليات النظام التصنيعى.

٥- وجود اختلاف بين أزمنة العمليات المختلفة داخل مركز العمل، ولمحاكاة هذا العامل يتم تخصيص أزمنة تشغيل بشكل عشوائى في ضوء توزيع منتظم* ومتوسط حسابى. ويعتبر اختلاف أزمنة التشغيل من العناصر الرئيسية في هذه البحث حيث يعد عاملاً هاماً في محاكاة نظام التصنيع حيث أن التعقد في المنتج يسبب اختلاف وتفاوت في أزمنة تشغيل عمليات التصنيع ويتم استخدام المعادلة التالية في حساب أزمنة التشغيل:

$$\text{متوسط زمن تشغيل الجزء} = \frac{\text{عدد ساعات العمل / وردية} \times \text{عدد العاملين} \times \text{معدل الاستفادة}}{\text{إجمالي عدد الأجزاء في المنتج}}$$

٦- مستوى الطلب على منتجات المنشأة غير ثابت ويخضع للتوزيع الطبيعى (حد أعلى – حد أدنى) قد يتم افتراض أن المنتج (A) مستوى الطلب مرتفع، وبالنسبة للمنتج (B) متوسط أما المنتج (C) منخفض. حيث أن اختلاف مستوى طلب العملاء على المنتجات في الشركة له انعكاساته على مستويات التعقد المطلوبة في تشكيلة المنتجات التي يرغبها العملاء وطبيعة ونوع العمليات الصناعية اللازمة للوفاء بالخصائص المختلفة للمنتجات المطلوبة وأيضا يعكس أثره في النهاية على مؤشرات كفاءة عمليات النظام التصنيعى.

يتم إجراء الدراسة التجريبية على ثلاثة خطوات: أولاً: تحليل بيانات المدخلات، ثانياً: بناء خرائط التدفق لسير العمليات، ثالثاً: تحليل السيناريوهات.

* تم اختيار التوزيع المنتظم نظراً لأن شكل دالة الكثافة الاحتمالية تمثل شكل التوزيع لأزمنة تشغيل العمليات داخل المصنع بصورة سليمة. فإذا كان المتغير X متغير عشوائى (زمن التشغيل) له توزيع منتظم uniform، فإن مداه هو a<X<b ، $f(x) = \frac{1}{b-a}$

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

ثانياً: المنطق القرارى للنموذج المقترح Decision Logic

يستند المنطق القرارى لنموذج Arena على تعظيم فائض المساهمة لوحدة المنتج في ضوء مستوى معين لتعقد المنتج وتصميم محدد لنظام التكاليف. ويمكن بناء النموذج الرياضى على النحو التالى:

$$Maximize\ Z = \sum_{J=1}^{n} C_j^{d,k} X_j$$

Subject to:

$$a_{ij}X_j \leq b_i \qquad \text{i=1, 2, …, m}$$

$$\text{j= 1,2,… , n} \qquad X_j \leq d_i$$

$$X_j - I_{jr} \geq K$$

$$X_j - I_{jr}X_r \leq Q$$

Where:

X_j: is the number of product j produced.

b_i: is the maximum amount of resource (i) available.

d_j:is the market demand for product j.

a_{ij}: is the consumption rate of resource (i) by product j.

$C^{d,k}$: is the contribution margin of product j, with complexity k, under specified cost accounting system design (d).

I_{rj}: Interrelationship rate between product j and r.

K, Q:The upper limit and lower limit of product j available for sale.

ثالثاً: افتراضات النموذج المقترح: Model Assumptions

يقوم نموذج المحاكاة على عدة افتراضات أساسية هي على النحو التالى:

(١) لا يوجد تغيير في أداء العمليات إذا بدأت العمليات بالفعل.

(٢) لا يوجد مسارات بديلة لأداء العمليات.

(٣) لا يوجد أزمنة لتجهيز العمليات.

(٤) لا يجب تجزئة العمليات في أرضية المصنع. كل عملية يجب أداء مهامها بالكامل ثم التحرك إلى مركز العمل التالى.

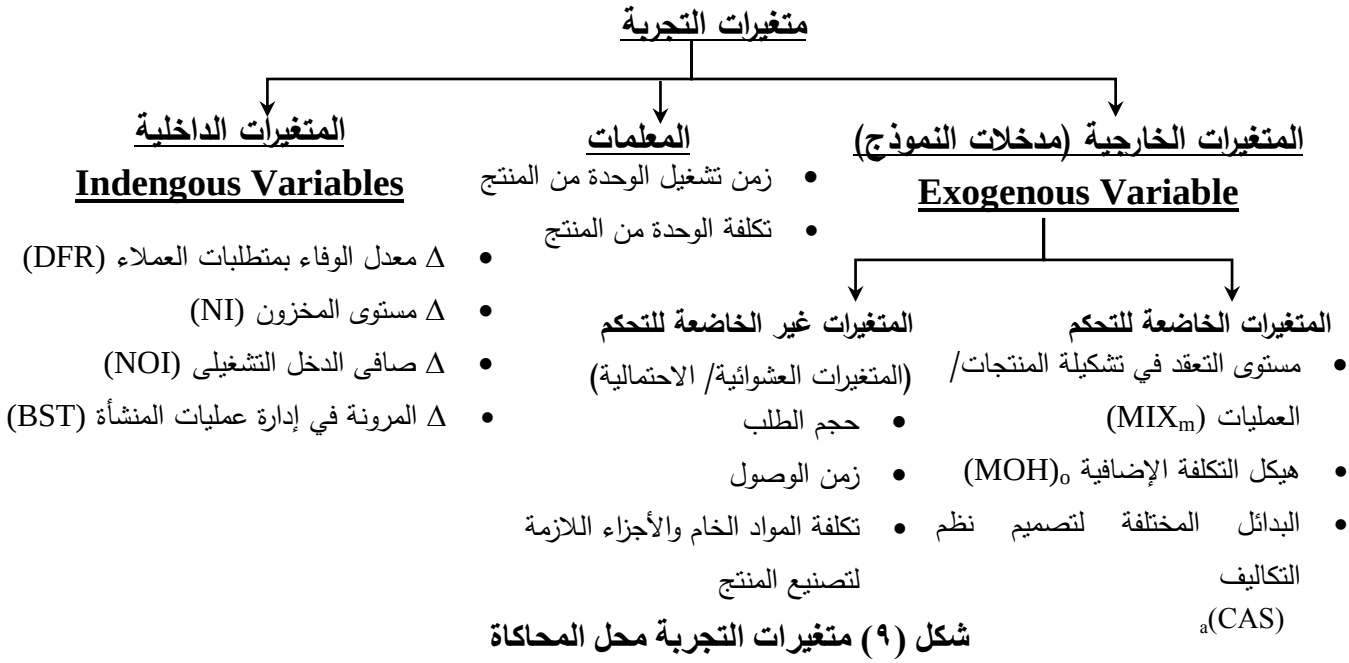
(٥) لا يمكن أداء أية أوامر مؤجلة، إذا لم يتم الوفاء بالطلب ويتم فقد الطلب في سوق المنافسة الكاملة.

(٦) يتم إمداد مراكز العمل بالمواد والخامات التي تحتاجها بالطلب مباشرة.

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

رابعاً: متغيرات النموذج المقترح: Model Variables

يمكن توصيف متغيرات النموذج الداخلية والخارجية والمعلمات من الشكل (٩) على النحو التالى:
تنقسم مدخلات النموذج إلى مجموعتين هما: مجموعة المتغيرات الخاضعة للتحكم ومجموعة المتغيرات غير الخاضعة للتحكم أو ما يطلق عليه المتغيرات العشوائية أو الاحتمالية. وفى هذا البحث فإن مجموعة المتغيرات الخاضعة لتحكم الباحثة هي: مستوى التعقد في المنتج، مستوى التعقد في هيكل العملية الصناعية، هيكل التكاليف الإضافية والبدائل المختلفة لتصميم نظام التكاليف، أما المتغيرات غير الخاضعة للتحكم فهى حجم الطلب، زمن الوصول وسعر البيع.



شكل (٩) متغيرات التجربة محل المحاكاة
(**المصدر**: إعداد الباحثة)

تطبيق برنامج أرينا Arena Software

تعد حزمة أرينا ARENA من الحزم التي تمكن من محاكاة الأنظمة بأنواعها المختلفة المتقطعة منها والمتصلة. وتأتى أرينا في عدة إصدارات: الأساسية (Basic) والمعيارية (Standard) والمهنية (Professional) . وتعتبر نسخة أرينا المعيارية (Standard) هي الطبعة الأساسية المصممة لبناء نماذج عامة لطائفة كبيرة من الأنظمة. أما الطبعة الأساسية (Basic) فهى لاستخدام المنشآت والمستخدمين ذوى الأنظمة الصغيرة، وبالتالي فهى تقدم جزءاً بسيطاً من إمكانات أرينا المعيارية (Standard) . وأما طبعة أرينا المهنية (Professional) فهى تزيد على طبعة أرينا الأصلية بقدراتها على استحداث مكونات وأطر جديدة للمحاكاة يكيفها المحلل حسب متطلبات النظام الأصلى ويقوم ببرمجة تفاصيلها بنفسه، وتعتمد حزمة أرينا على لغة المحاكاة (SIMAN) وفى هذه البحث يتم استخدام طبعة Arena Professional إصدار 14.5. ولقد تم اتباع الخطوات الأساسية التالية لتطبيق برنامج ARENA:

١- إجراء اختبارات جودة التطابق على بيانات الحالة الافتراضية.
٢- رسم خريطة التدفق Flow Chart للنموذج.
٣- إجراء السيناريوهات اللازمة لتحليل أثر التفاعل بين متغيرات الدراسة.
٤- القيام بتحليل التباين المتعدد MANOVA على مخرجات السيناريوهات وتحليل (Scheffe Test) للعوامل المؤثرة في نموذج المحاكاة.

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

١. وصف مجال التطبيق ومتغيراته:

مجال التطبيق في هذه الحالة هو أحد الشركات الصناعية العاملة في مجال الغزل والنسيج تم اختيار ذلك المجال نظراً للدور البارز الذى يلعبه في الصادرات ولاتجاه وزارة الصناعة في الفترة الحالية إلى إعادة هيكلة شركات الغزل والنسيج الكبرى مثل شركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة. ومن الممكن بالطبع أن يتم تطبيق نفس التحليل على أية مجالات وأنشطة أخرى في أية منشآت صناعية أخرى يتوافر فيها الشروط الموقفية لتطبيق الحالة وهى: التفاوت في مستوى التعقد على مستوى تشكيلة المنتجات التي تقوم بإنتاجها، الاختلاف في المسار الإنتاجى لتدفق مكونات وأجزاء المنتج، التنوع في الأنشطة والخدمات المدعمة والتسهيلات الإنتاجية.

٢. توصيف الحالة الافتراضية المستخدمة في الدراسة:

حتى يمكن اختبار جودة النموذج وبيان إمكانية تطبيقه فإنه يتم افتراض البيانات للحالة وذلك طبقا للمفاهيم وقواعد الافتراض الموضوعية والموضحة على النحو التالى:

نفترض أن أحد شركات الغزل والنسيج تقوم بإنتاج ثلاث تشكيلات مختلفة من المنتجات*، تتدفق عبر سبعة مراكز للعمل** مختلفة يمثل المركز الأول (WC1) مركز الاستلام والفحص للمواد والتحضير للإنتاج بينما تمثل مراكز العمل (WC2) ، (WC3) ، (WC4) مراكز للتصنيع حيث يضم المركز (WC2) أقسام الغزل والتي تتضمن على أنشطة وعمليات الغزل المختلفة، ويمثل المركز (WC3) على قسم الصباغة (المصبغة)، أما مركز العمل (WC4) فإنه يتضمن أنشطة وعمليات النسيج. أما مركز العمل (WC5) فيختص بأنشطة الفحص ورقابة الجودة للأقمشة، ومركز العمل (WC6) يتضمن على أنشطة القص والتفصيل والحياكة والتطريز وأخيراً فإن مركز العمل (WC7) يتضمن على أنشطة وعمليات التعبئة والتغليف. ويمكن توضيح التشكيلات المختلفة للمنتجات ومسار التدفق الإنتاجى في المنشأة الافتراضية على النحو التالى:

التشكيلة الأولى ذات تصميم الهيكل المعقد والتي تتضمن ثلاث منتجات على النحو التالى:

تتضمن تلك التشكيلة على أحد المنتجات المعقدة على الأقل في الهيكل البنائى لها (العمق والاتساع للمنتج) حيث يزيد عمق المنتج على ثلاث مستويات، والاتساع على أكثر من مكون من المكونات الوسيطة. وتتضمن تلك التشكيلة على ثلاث منتجات على النحو التالى:

منتج (A_1) القماش الخام (الدبلان الخام / التيل الخام)
منتج (B_1) قماش مطبوع مقلم (اللينوه)
منتج (C_1) طقم سرير مطبوع بموديلات مختلفة

ويمكن توضيح التصميم الهيكلى لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد من الشكل (١٠) ومسار تدفق منتجات التشكيلة في الشكل (١٣).

أما **التشكيلة الثانية** للمنتجات ذات الهيكل المسطح فتتضمن المنتجات الثلاثة التالية:

منتج (A_2) القماش الخام (الدبلان الخام / البطانة)
منتج (B_2) قماش مطبوع مقلم (اللينوه/ الباطسطه)
منتج (C_2) مفرش سرير مطبوع (عادى)

ويمكن توضيح التصميم الهيكلى لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح من الشكل (١١) أما مسار تدفق التشكيلة عبر العمليات الصناعية يمكن توضيحه من الشكل (١٤)

* تم افتراض ثلاث منتجات في التشكيلة لإمكانية إظهار التفاوت في تصميم الهيكل البنائى للمنتج والذى يمثل أحد الأسباب الأساسية في ظهور التعقد في المنتج والعملية الصناعية.

** تم افتراض سبعة مراكز للعمل (WC) وذلك وفقاً لدراسة (Ramasesh, 2007) والذى قام بدراسة مسحية على الدراسات والتي طبقت نماذج المحاكاة وتوصل إلى نتيجة أن أفضل عدد لمراكز العمل في الحالات الإفتراضية التي يطبق عليها نماذج المحاكاة يجب أن يتراوح من خمسة إلى عشرة مراكز للعمل.

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

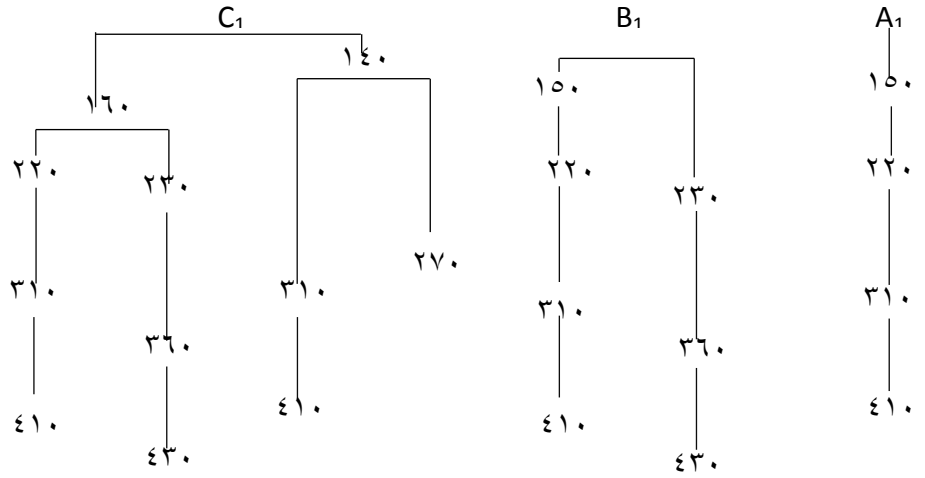
أما **التشكيلة الثالثة** للمنتجات ذات الهيكل المختلط (والتي تتضمن على بعض المنتجات البسيطة وأحد المنتجات المعقدة) وتتضمن التشكيلة على ثلاث منتجات متفاوتة في مستوى التعقد وهى:

منتج (A_3) القماش الخام (الدبلان الخام / بطانة)
منتج (B_3) قماش مطرز
منتج (C_3) مفرش سرير مطرز (مميز)

ويمكن توضيح التصميم الهيكلى لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المختلط من الشكل (١٢). ويمكن توضيح مسار تدفق تشكيلة المنتجات داخل العملية الصناعية من خلال الشكل (١٥).

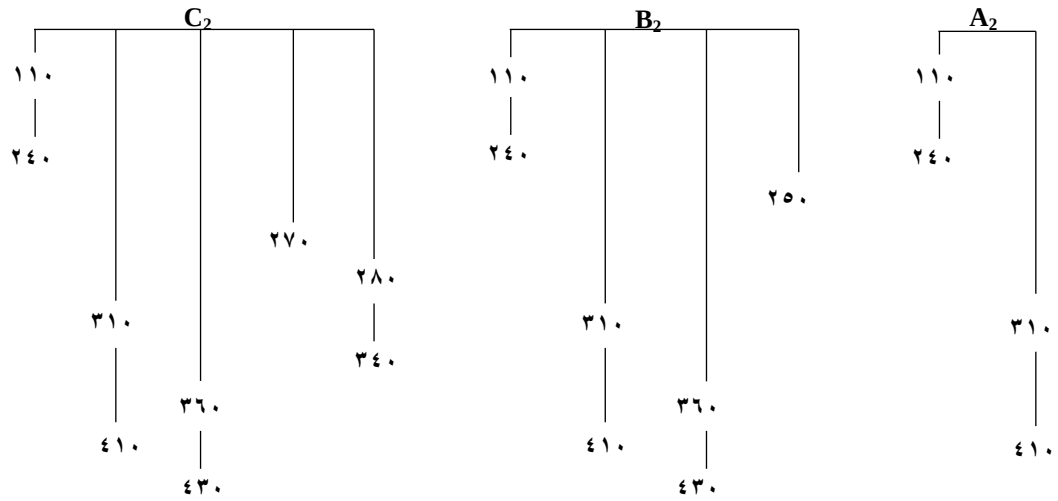
قد تمر التشكيلات المختلفة عبر سبعة مراكز للعمل مختلفة حيث يقوم كل مركز بأداء مجموعة من العمليات الصناعية المتتابعة. حيث يقوم مركز العمل (WC1) بعملية استلام وتحضير الخيوط، أما المركز الثانى (WC2) فهو مركز التصنيع والتي تتضمن العمليات الصناعية التالية:
عملية البرم، عملية البوش، وعملية التحضير وتثبيت (الرول)، أما مركز العمل (WC3) فيتضمن على عملية الفحص والرقابة على جودة الخيوط، عملية تحويل الخيوط إلى القماش الخام. أما مركز العمل (WC4) يتضمن على مرحلة الصباغة والتجهيز أما مركز العمل (WC5) فيتضمن على المراحل التالية: مرحلة القص للقماش والتفصيل، مرحلة الحياكة، مرحلة التطريز ومرحلة الكوى، أما مركز العمل (WC6) فيتضمن على مرحلة التعبئة ومركز العمل (WC7) يتضمن على مراحل التغليف وتجهيز المنتجات للبيع.

يمكن افتراض أن كل موارد المنشأة ملزمة Committed Resource وتم التعاقد عليها، يتضمن كل مركز عمل على آلة واحدة وكل آلة تحتاج إلى عامل واحد وعدد ساعات العمل ٨ ساعات للوردية الواحدة والشركة تعمل ٣ ورديات.

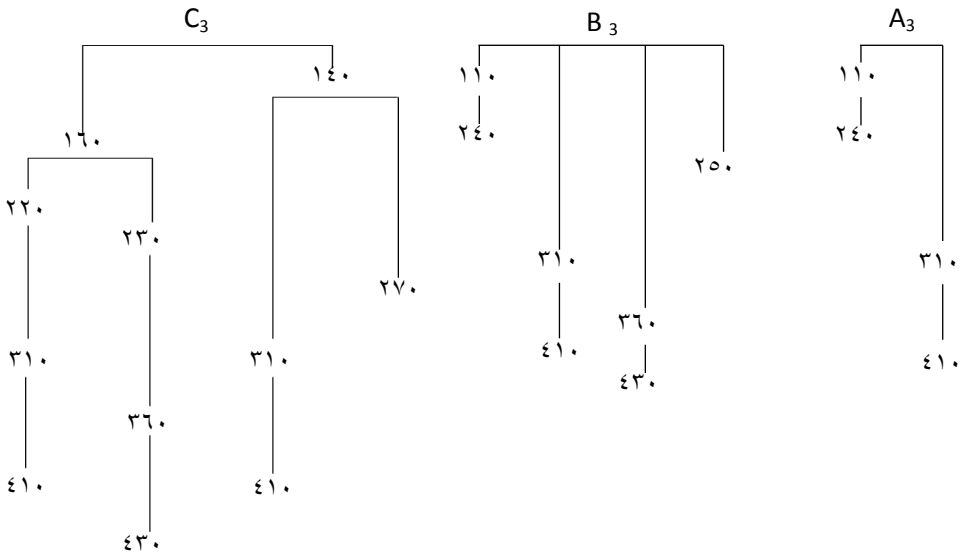


شكل (١٠) تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

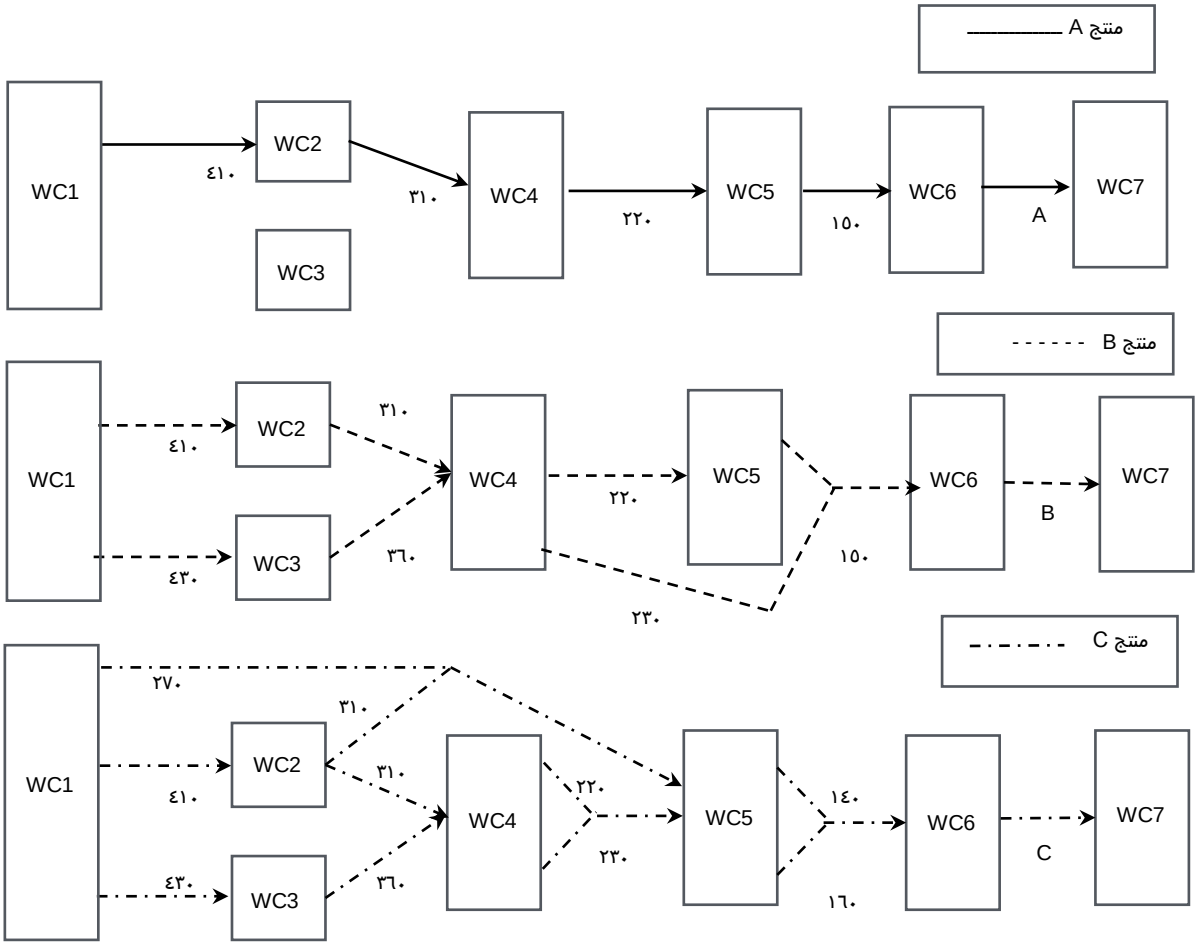


شكل (١١) تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح



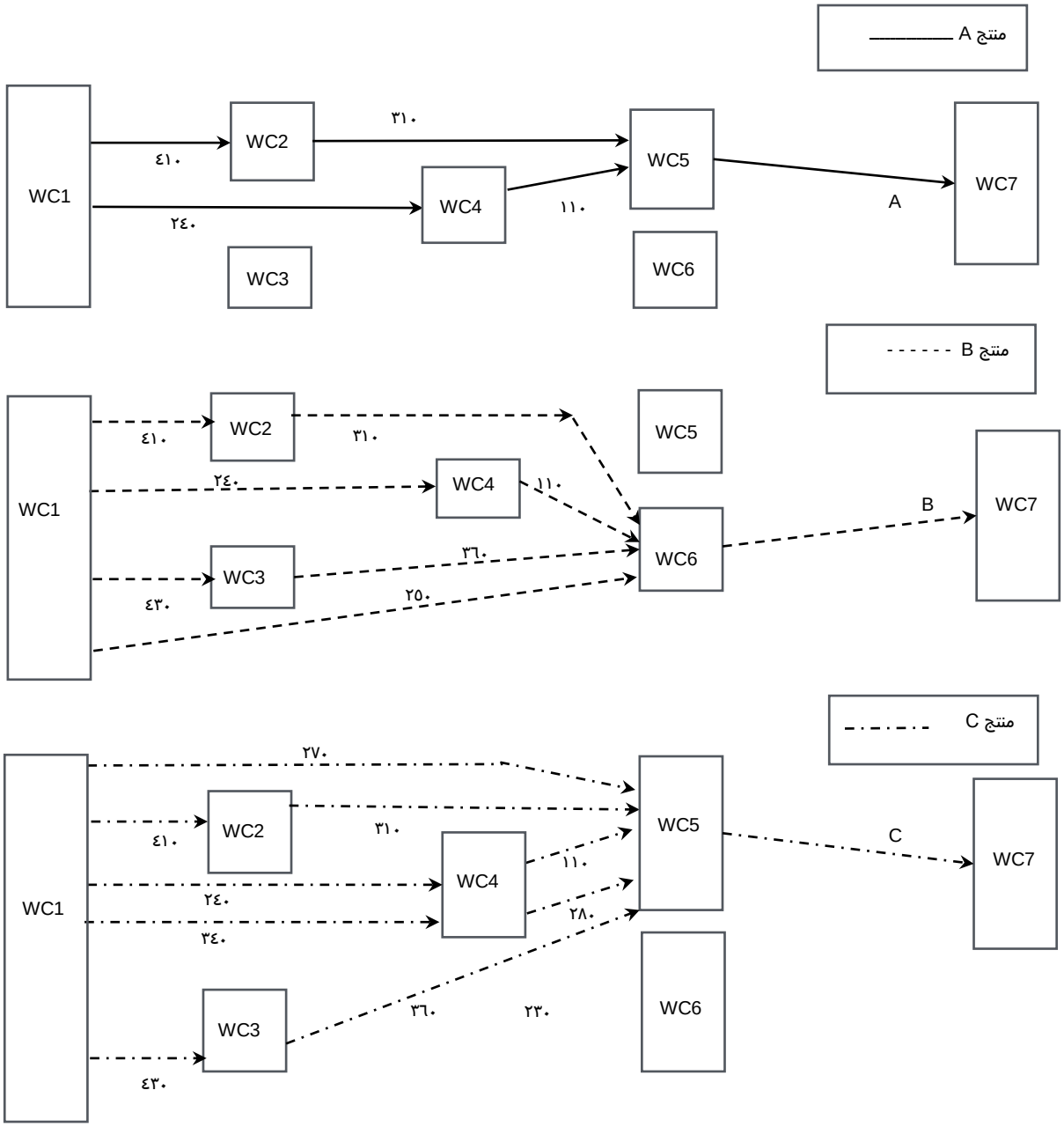
شكل (١٢) تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المختلط

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



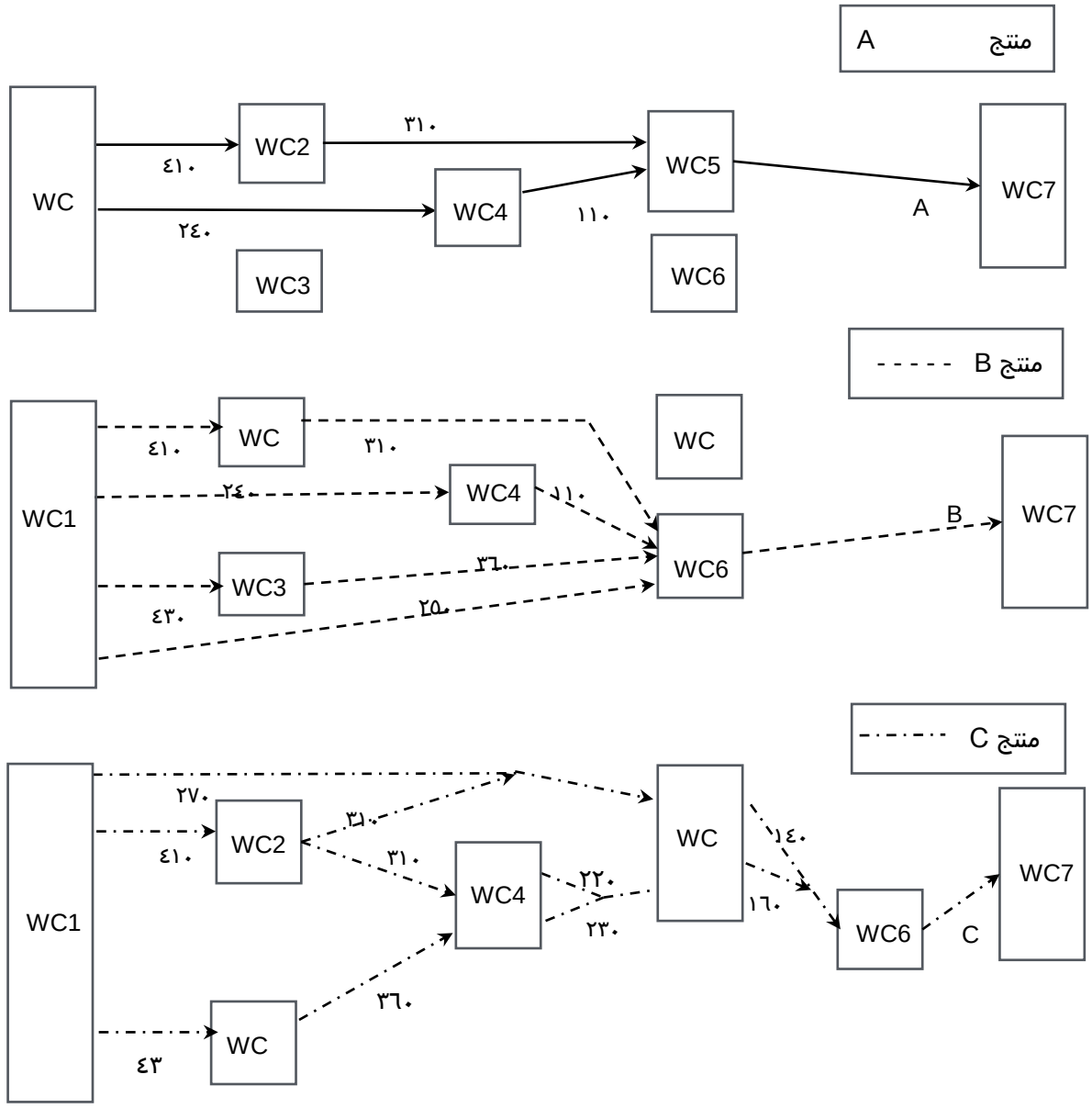
شكل (١٣) تصميم عمليات المسار الإنتاجى في ضوء تشكيلة المنتجات ذات الهيكل العميق

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



شكل (١٤) تصميم عمليات المسار الإنتاجى في ضوء تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



شكل (١٥) تصميم عمليات المسار الإنتاجى في ضوء تشكيلة المنتجات ذات الهكيل المختلط

- **هيكل التكلفة:**

يمكن تبويب التكلفة في ضوء تشكيلات المنتجات المختلفة على النحو التالى:

هيكل المنتجات	عميق	مسطح	مختلط
المواد	٢٤%	٣٢%	٣٣%
الأجور	١١%	٩%	١٠%
التكاليف الصناعية غير المباشرة	٦٥%	٥٩%	٥٧%
الإجمالى	١٠٠%	١٠٠%	١٠٠%

هذه النسب لتبويب عناصر التكاليف تتفق مع دراسة(Low, 1992) ودراسة(Brimson, 1991)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

يتم حساب المواد الخام والخيوط والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتجات في ضوء التشكيلات المختلفة لعمق هيكل المنتجات:

(أ) تكلفة المواد الخام والأجزاء في ضوء تشكيلة هيكل المنتج المعقد

رقم البند	المنتج المستخدم بداخله الجزء	الكمية	متوسط تكلفة الوحدة	معلمتى التوزيع الطبيعى
٤١٠	A, B, C,	٤٤٠	١٢ج	(١٠ ، ١٤)
٤٣٠	B, C	٨٠	١٨ ج	(١٤، ٢٢)
٢٧٠	C	٢٠	٣٠ ج	(٢٥ ، ٣٥)

(ب)تكلفة المواد الخام والخيوط والأجزاء في ضوء هيكل المنتج المسطح

رقم البند	المنتج المستخدم بداخله الجزء	الكمية	متوسط تكلفة الوحدة	معلمتى التوزيع الطبيعى
٤١٠	A, B, C,	٤٤٠	١٢ج	(١٠ ، ١٤)
٢٤٠	A, B	١٨٠	١٧.٥٤	(١٤.٥٤، ٢٠.٥٤)
٤٣٠	B, C	١٢٠	١٨	(١٤، ٢٢)
٢٥٠	B	٦٠	٢٠	(١٦، ٢٤)
٣٤٠	C	٢٠	٢٩.٢٣	(٢٤.٢٣، ٣٤.٢٣)
٢٧٠	C	٢٠	٣٠	(٢٥، ٣٥)

(ج) تكلفة المواد الخام والخيوط والأجزاء في ضوء هيكل المنتج المختلط

رقم البند	المنتج المستخدم بداخله الجزء	الكمية	متوسط تكلفة الوحدة	التوزيع الطبيعى
٤١٠	A, B, C,	٤٤٠	١٢ج	(١٠ ، ١٤)
٤٣٠	B, C	١٢٠	١٨	(١٤، ٢٢)
٢٤٠	A, B	١٨٠	١٧.٥٤	(١٤.٥٤، ٢٠.٥٤)
٢٥٠	B	٦٠	٢٠	(١٦، ٢٤)
٢٧٠	C	٢٠	٣٠	(٢٥، ٣٥)

تكلفة المواد الخام والأجزاء المكونة للمنتج في ضوء التشكيلات المختلفة:

المنتج	هيكل المنتج (عميق)	هيكل المنتج (متوسط)	هيكل المنتج (مسطح)
(A)	١٢	٢٩	٢٩
(B)	٣٠	٦٧	٦٧
(C)	٣٠	٨٩	٨٩

يمكن توضيح حساب تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتجات المختلفة في الملحق رقم (١).

- **مستوى الطلب**

يتم التنبؤ بمستوى الطلب على المنتجات لمدة ٤ أسابيع على النحو التالى:

المنتج	(A)	(B)	(C)
التنبؤ بمستوى الطلب (التوزيع الطبيعى) الحد الأعلى	١٤٤	٨٤	٣٢
الحد الأدنى	٨٦	٣٦	٨
خطأ التنبؤ (التوزيع الطبيعى) الحد الأعلى	١٢	١٢	٦
الحد الأدنى	١٢-	١٢-	٦-

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

هنا يتم أخذ خطأ التنبؤ في الاعتبار نظراً لأن الاختلاف بين مستوى المخزون الفعلى ومستوى المخزون المتوقع من الممكن أن يتسبب في مخزون وتقييم المخزون يختلف في ضوء البدائل الأربعة لتصميم نظم التكاليف. ويتم تحديد مستوى الطلب الفعلى عن طريق إضافة أو طرح خطأ التنبؤ إلى مستوى الطلب المتوقع أو المتنبئ به. وتم افتراض أعلى مستوى للطلب على المنتج (A) ليعكس درجة منخفضة من عدم التأكد بينما يعكس المنتج (C) أقل مستوى للطلب مما يعكس أعلى درجة لعدم التأكد.

- **زمن التشغيل ومعدلات الاستفادة من الطاقة:**

يتم حساب متوسط زمن التشغيل من خلال المعادلة التالية:

$$\text{متوسط زمن التشغيل} = \frac{\text{عدد ساعات العمل} \times \text{معدل الاستفادة} \times \text{عدد العاملين}}{\text{إجمالي الأجزاء}}$$

في هذا البحث تم الأخذ في الاعتبار اختلاف زمن التشغيل لأن اختلاف زمن التشغيل يعتبر عامل هام في التعقد، لا يمكن تجنبه في العملية الصناعية، ويعتبر عامل اختلاف زمن التشغيل هو العامل الرئيسى في الاختلافات في تكلفة المنتج والتي ربما تؤثر على قرار تشكيلة المنتجات في ضوء اختلاف تصاميم نظم التكاليف. من المهم أن يتم تضمين اختلاف زمن التشغيل في النموذج حتى يصبح النموذج أكثر واقعية ولبيئة التصنيع وفحص القدرة على مراعاة عنصر عدم التأكد في نماذج محاسبة التكاليف.

في هذا البحث يفترض أن متوسط معدلات الاستفادة من الطاقة يتراوح بين [٥٠-٨٠%] في جميع مراكز العمل والتي لا تمثل نقاط اختناق، أما مركز العمل (WC5) والذى يمثل نقاط اختناق فإن معدلات الاستفادة من الطاقة تزيد عن ٩٥% وفقاً لما ذكره (Goldratts, 1991)

من الضرورى أن تطبق المنشأة الافتراضية مفاهيم نظرية القيود نظراً لأن أحد المقاييس المستخدمة لقياس الكفاءة في الأداء التصنيعى هو زمن الانتقال بين نقاط الاختناق (BST). يتم تطبيق الخطوات الخمسة الرئيسية لنظرية القيود ويتم تحديد قيود النظام أو نقاط الاختناق الأكثر تحكما في معدل تدفق العمليات. ويتم اعتبر مركز العمل (WC5) هو نقطة الاختناق الحاسمة أو القيد الأكثر حاكمية في تدفق عمليات المنشأة. ويتم وضع Buffer الملائم في مقدمة تلك العملية وهو عبارة عن مستوى المخزون اللازم لإحتياجات فترة محددة من الزمن بما يضمن التشغيل الكامل والمستمر للعملية التي تمثل القيد الأكثر (حاكمية) Drummer بما يضمن استقرار وإنسياب تدفق الإنتاج خلال الفترة.

ويمكن توضيح أزمنة تشغيل الهياكل المختلفة لتشكيلة المنتجات من خلال الجداول التالية:

جدول (٢) زمن تشغيل تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد

مراكز العمل	زمن التشغيل (بالدقيقة)	
	المتوسط	التوزيع المنتظم
WC 1 (410, 430, 270)	٤.٢	(٤.٠ ، ٤.٤)
WC 2 (310)	١٧.٥	(١٦.٦ ، ١٨.٣)
WC 3 (360)	٤٨.٠	(٤٥.٦ ، ٥٠.٤)
WC4 (220)	١٦.٩	(١٦.١ ، ١٧.٨)
WC4 (230)	٥.٦	(٥.٤، ٥.٩)
WC 5 (140)	٥٨.٥	(٥٥.٥، ٦١.٤)
WC 5 (150)	٣٥.١	(٣٣.٣، ٣٦.٨)
WC 5 (160)	٨١.٨	(٧٧.٨، ٨٥.٩)
WC 6 (A)	١٤.٧	(١٣.٩، ١٥.٤)
WC 6 (B)	١٤.٧	(١٣.٩، ١٥.٤)
WC 6 (C)	٦٠	(٥٧.٠، ٦٣.٠)
WC 7 (A)	٢٢.٠	(٢٠.٩، ٢٣.١)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

مراكز العمل	زمن التشغيل (بالدقيقة)	
	المتوسط	التوزيع المنتظم
WC 7 (B)	١٢.٠	(١١.٤، ١٢.٦)
WC 7 (C)	١٤.٤	(١٣.٧، ١٥.١)

جدول (٣) أزمنة تشغيل المنتجات ذات الهيكل المسطح

مراكز العمل	زمن التشغيل(بالدقيقة)	
	المتوسط	التوزيع المنتظم
WC 1 (410, 240, 430, 250, 340, 270)	٤.٢	(٤.٠ ، ٤.٤)
WC 2 (310)	١٧.٥	(١٦.٦ ، ١٨.٣)
WC 3 (360)	٤٨.٠	(٤٥.٦ ، ٥٠.٤)
WC 4 (110)	١٧.٥	(١٦.٦، ١٨.٤)
WC 4 (280)	٢٠.٠	(١٩.٠ ، ٢١.٠)
WC 5 (A)	٥٢.٦	(٥٠.٠، ٥٥.٢)
WC 5 (C)	١٤٠.٣	(١٣٣.٣، ١٤٧.٣)
WC 6 (B)	٤٤.٠	(٤١.٨، ٤٦.٢)
WC 7 (A)	١٤.٤	(١٣.٧، ١٥.١)
WC 7 (B)	١٤.٤	(١٣.٧، ١٥.١)
WC 7 (C)	٥٥.٣	(٥٢.٥، ٥٨.١)

جدول (٤) أزمنة تشغيل المنتجات ذات الهيكل المختلط

مراكز العمل	زمن التشغيل(بالدقيقة)	
	المتوسط	التوزيع المنتظم
WC 1 (410, 430, 270, 240)	٤.٢	(٤.٠، ٤.٤)
WC 2 (310)	١٧.٥	(١٦.٦، ١٨.٣)
WC 3 (360)	٤٨.٠	(٤٥.٦، ٥٠.٤)
WC 4 (220)	١٦.٩	(١٦.١، ١٧.٨)
WC 4 (230)	٥.٦	(٥.٤، ٥.٩)
WC 4 (110)	١٧.٥	(١٦.٦ ، ١٨.٤)
WC 5 (140)	٥٨.٦	(٥٤.٥، ٦١.٤)
WC 5 (160)	٨١.٨	(٧٧.٨، ٨٥.٩)
WC 5 (A)	٥٢.٦	(٥٠.٠ ، ٥٥.٢)
WC 6 (B)	٤٤.٠	(٤١.٨ ، ٤٦.٢)
WC 7 (C)	٦٠.٠	(٥٧.٠ ، ٦٣.٠)
WC 7 (A)	١٤.٤	(١٣.٧ ، ١٥.١)
WC 7 (B)	١٤.٤	(١٣.٧ ، ١٥.١)
WC 7 (C)	١٤.٤	(١٣.٧ ، ١٥.١)

- **مقاييس الأداء في التجربة:**

يتم استخدام التحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى المالية وغير المالية. يمثل المقاييس المالية مستوى الدخل التشغيلى (NOI)، أما المقاييس غير المالية هي: مستوى خدمة العملاء، المخزون، مستوى المرونة في إدارة عمليات المنشأة. ويتم قياس الربحية في الأجل القصير شهرياً بصافى الدخل التشغيلى (NOI) وفى الأجل الطويل يتم قياس صافى الدخل التشغيلى عن طريق تراكم صافى الدخل عبر ٣٦ شهر هي الفترة التي سيتم إجراء التجربة عليها. أما مستوى خدمة العميل (DFR) يتم قياسه بمتوسط نسبة الطلبيات التي تم الوفاء بها من كل نوع من أنواع المنتجات عبر التشكيلات المختلفة، أما عنصر المخزون (NI) يتم قياسه عن طريق عدد الوحدات المادية للمخزون وليس عن طريق حساب تكلفة المخزون حيث تختلف حسابها من نظام لمحاسبة التكاليف لنظام آخر. ويتم ترجيح متوسط المخزون عبر ٣٦ شهر أما بالنسبة للمرونة في إدارة عمليات المنشأة فيتم قياس بمقياس زمن التغير أو التحول بين نقاط الاختناق Shiftiness Bottleneck Time (BST) والذى اقترحه Lowrence and Buss (1994) والقائم على أساس أنه كلما تغيرت نقاط الاختناق زادت الصعوبة في إدارة عمليات المنشأة. ومن الهام الأخذ في الاعتبار أن مستوى الدخل التشغيلى، مستوى خدمة العملاء والمخزون هي متغيرات غير مستقلة عن عنصر الزمن. نظراً لأن نتائج التشغيل لشهر n تستخدم كمدخلات للشهر n+1 وعليه يؤثر زمن التشغيل، سعر الشراء، حجم مخزون المواد الخام، البضاعة التامة المسجل في الشهر (n) على القرارات التي تتخذ في بداية الشهر (n+1) وبقياس تلك المتغيرات بهذه الطريقة يمكن قياس آثار القرارات والتخطيط بصورة سليمة.

- **بيانات تكلفة المنتجات المختلفة في ضوء بدائل تصميم نظم التكاليف الأربعة:**

من المفترض أن يتم حساب تكلفة المنتجات أولاً باستخدام بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة. ويتم إدخال بيانات تكلفة المنتجات كمدخلات في نموذج البرمجة بالأعداد الصحيحة Integer Linear Programming لتحديد تشكيلة المنتجات المثلى والتي سيتم إدخالها في نموذج المحاكاة Arena لتحديد آثار قرار التشكيلة المثلى للمنتجات. واستخدامها في الحالة الافتراضية ويمكن توضيح الفروق بين نظم التكاليف المستخدمة في حساب تكلفة المنتجات من منظور التفرقة بين تكلفة المنتج وتكلفة الفترة على النحو التالى:

١- نظام التكاليف على أساس الحجم

يتم تجميع التكاليف في نظام التكاليف على أساس الحجم على مستوى الأقسام / مراكز للتكلفة. ويتم تراكم التكلفة في الأقسام على سبيل المثال: قسم الشراء، قسم التسويق، قسم الإنتاج، قسم الإدارة العامة. ويتم تخصيص التكاليف الصناعية الثابتة وشبه المتغيرة على الأربعة أقسام (الشراء، الإنتاج، التسويق، الخدمات العامة). ويتم معالجة التكاليف العامة والإدارية على أنها تكلفة فترة ولا تدخل في تكلفة المنتج. ويتم تخصيص التكاليف الصناعية على المنتجات باستخدام معدلات تحميل محددة مسبقاً على أساس حجم الإنتاج أو عدد ساعات العمل المباشر Predetermined Overhead Allocation Rates وقد يتم حساب معدلات تحميل التكاليف الصناعية غير المباشرة على أساس ساعات تشغيل الآلات المستخدمة لكل منتج عندما تنخفض تكلفة العمالة تكون منخفضة ومعظم التكاليف الإضافية، أو قد يتم حسابها على أساس ساعات العمل المباشر.

٢- نظام التكاليف على أساس النشاط Activity Based Costing

يقوم نظام التكاليف على أساس الأنشطة التي تستهلك الموارد، والمنتجات تسهلك الموارد. وبالتالي أولاً يتم تراكم التكاليف على مستوى الأنشطة ثم يتم تخصيص تلك التكاليف على المنتجات. ويتم تقسيم الأنشطة في ضوء ذلك النظام إلى أنشطة رئيسية وأنشطة فرعية، وتخصيص تكاليف الأنشطة الفرعية على الأنشطة الرئيسية. أي بمعنى أكثر دقة يتم تخصيص تكاليف الأنشطة الثانوية على الأنشطة الرئيسية، ثم تخصيص تكاليف الأنشطة الرئيسية على المنتجات. لتبسيط عملية حساب تكلفة المنتج عند إجراء تجربة المحاكاة للدراسة قد يتم افتراض أن الأنشطة الرئيسية في المنشأة هي على سبيل المثال:

(أنشطة المناولة والفحص والاستلام للمواد، أنشطة التجهيز وهندسة الإنتاج، أنشطة الجودة وخدمة العملاء، ...) ويتم تضمين تكاليف الأنشطة الثانوية في داخلها.

المعادلات المستخدمة في تخصيص تكاليف الأنشطة على موضوعات القياس التكاليفى:

يتم استخدام بعض المعادلات الرياضية في تخصيص تكاليف الأنشطة الرئيسية على موضوعات القياس التكاليفى على النحو التالى

أولاً: تخصيص التكاليف المرتبطة بمناولة المواد، الفحص، الاستلام، تسجيل بيانات في المخازن وتكاليف تخزين البضاعة التامة. يتم تخصيص تلك التكاليف إستناداً إلى عدد الأجزاء المستخدمة في المنتج مرجحة بحجم الإنتاج، وحيث أن تكاليف تخزين البضاعة التامة يجب أن يتم تخصيصها إستناداً إلى المساحة المستخدمة ولكن في هذا البحث قد يتم افتراض أن حجم المنتج يتناسب طردياً مع عدد الأجزاء المكونة له وبالتالي تكلفة تخزين البضاعة التامة يتم تخصيصها إستناداً إلى عدد الأجزاء المستخدمة في كل منتج على حدى إلى إجمالي الأجزاء في كافة المنتجات. ويتم تخصيص تكاليف استلام المواد، الفحص، المناولة والتسجيل وتخزين البضاعة التامة على المنتجات باستخدام المعادلة التالية :

$$R_{k,i} = C_k \frac{Q_i * N_i}{\sum_{i=1}^{m} Q_i * N_i}$$

Where:

$R_{k,i}$: amount of cost k allocayed to product I = 1, 2, 3

C_k : activity cost, k=1,2,3,... C_1: material receiving, inspection, handling and Record keeping cost, C_2: data entry cost, C_3: finished good storage , m: number of products where i=1,2,3,..m

Q_i: production quantity of product (i)

N_i: Total number of parts in product (i)

ثانياً: تخصيص تكاليف هندسة الإنتاج، تكاليف البحوث والتطوير المحملة وتحليل تكاليف وظائف المنتج Cost Analysis, Production Engineering and Applied R&D

يجب ألا يتم تخصيص تكاليف تحليل وظائف المنتج، هندسة المنتج وتكاليف البحوث والتطوير المحملة باستخدام حجم الإنتاج ولكن باستخدام عدد الأجزاء الكلية لوحدة المنتج ويجب أن يتم تخصيص تلك التكاليف على المنتجات كل على حدى استناداً إلى عدد الأجزاء في كل منتج على حدى باستخدام المعادلة التالية:

$$S_{ki} = C_k \frac{D_k}{\sum_{i=1}^{m} N_i} \qquad (2)$$

Where

S_{ki}: The amount of cost k allocated to product (i)

C_k: Activity cost , k= 1, 2, 3, C_1=cost analysis, C_2= production engineering, C_3= applied R&D

m: number of products I=1,2,3…,m

N_i: Total number of parts in product (i)

D_k: Activity cost k=1,2,3,…,L D_1=cost analysis, D_2: production engineering, D_3: Applied R&D.

ثالثاً: تكاليف الجودة وتكاليف خدمة العملاء:

Quality Costs and Customer Service costs

تتضمن تكاليف الجودة التكاليف التالية: تكاليف المنع، تكاليف التقييم وتكاليف الفشل الداخلى وتكاليف الفشل الخارجي، أما تكاليف خدمة العملاء ترتبط عموماً بحجم الإنتاج وخصائص المنتج. فمن الأمور المعروفة أن المنتجات البسيطة ذات الحجم الكبير تتطلب معاينة وفحص أقل وتنخفض معدلات لفشل الداخلى والخارجى لها مقارنة بالمنتجات المعقدة ذات الحجم الأقل. ولتبسط حساب تكلفة الجودة قد نفترض أن كل المنتجات التي تمر بمرحلة الفحص هي منتجات جيدة وبالتالي فإن تكاليف الفشل الخارجي هي تكاليف غير ملائمة. ويعتبر مسبب التكلفة الملائم في هذه الحالة هو عدد مرات حدوث الخطأ مرجحة بمضاعف الجودة المحدد مسبقاً Predetermined Quality Multiplier. ويتم اختيار مضاعف الجودة Quality Multiplier ليعكس متوسط الزمن الذى يحتاجه المنتج لفحص إما لإصلاحه أو استبعاده. ويمكن تخصيص تلك التكاليف باستخدام المعادلة التالية:

$$y_i = Quality\ cost * \frac{A_i * AQ_i}{\sum_{i=1}^{m}(A_i * AQ_i)} \qquad (3)$$

Where:

y_i: Quality cost allocated to product (i)

m: number of products i=1, 2, 3….m

A_i: individual quality ratio product (i)

A_i: 0.01 , 0.05 , 0.20 for products A, B, and C correspondingly.

AQ_i: Actual quantity sold for product (i)

أما تكاليف خدمة العملاء فهى تكلفة ترتبط بتوفير الخدمة إلى العملاء بعد البيع، وتختلف هذه التكاليف مع اختلاف خصائص المنتج. وبطريقة مشابهه لطريقة تخصيص تكاليف الجودة يتم تخصيص تكاليف خدمة العملاء، ويعكس المضاعف متوسط الزمن الذى يحتاجه كل عميل للحصول على الخدمة من كل منتج على حدى. ويمكن استخدام المعادلة التالية لتخصيص تكاليف خدمة العملاء على كل منتج على حدى على النحو التالى:

$$y_i = customer\ support\ cost * \frac{B_i * AQ_i}{\sum_{i=1}^{m}(B_i * AQ_i)} \qquad (4)$$

Where:

y_i : Service cost allocated to product (i)

m: number of products i=1, 2, 3….m

A_i: individual quality ratio product (i)

B_i: service multiplier for product (i) which represent individual service call of product (i)

AQ_i: Actual quantity sold for product (i)

٣- مدخل المحاسبة عن استهلاك الموارد

Resource Consumption Accounting (RCA)

يقوم مدخل محاسبة استهلاك الموارد RCA على ثلاثة أسس رئيسية يمكن تناولها كما يلى:

تركز محاسبة استهلاك الموارد أساساً على الموارد، حيث تضمن مجمعات الموارد كل الموارد والتكاليف التي تخدم هذه الموارد، ويتم الربط المباشر بين مجمعات الموارد مع موضوعات القياس التكاليفى cost objectives مع ضرورة مراعاة أن بعض مجمعات الموارد وجدت لتخدم مجمعات

أخرى، ومن المهم توجيه النظر على أن عملية تقسيم مجمعات الموارد مبنى على التكنولوجيا التي يستخدمها المورد. ذلك يعنى أن الاستهلاكات والطاقة سيتم جمعها في مجمع موارد الآلات بينما يتم تسمية الرواتب والأجور بمجمع موارد العمل، وتسمية مجمع مستلزمات المصنع بمجمع موارد الموارد غير المباشرة. (سمير هلال، ٢٠١٢، ص ٢٣٦).

وتعد تلك الموارد الرئيسية في المنشأة Primary Resources هي مجموعة الموارد الرئيسية التي يتم استهلاكها مباشرة بواسطة موضوع القياس التكاليفى (المنتج)، على العكس فإن مجمعات التكلفة (الثانوية) لا يرتبط نمط استهلاكها مباشرة مع موضوع القياس التكاليفى (المنتج)، وهى: مجمع الموارد المرتبطة بالتسهيلات الإنتاجية Facilities-Resource Pools. ويتم تخصيص تكاليف تلك المجمعات الثانوية على مجمعات الموارد الرئيسية ويعنى ذلك أن التكاليف ترتبط بالتدفق العينى للموارد عبر مجمعات الموارد وصولاً إلى موضوعات القياس التكاليفى النهائية.

ومن أمثلة مجمعات الموارد الثانوية هو مجمع الموارد المرتبطة بالتسهيلات الإنتاجية وتتضمن على الأنشطة التالية وهى: نشاط مناولة واستلام وفحص المواد، تجهيز وهندسة الإنتاج والبحوث والطوير، تكاليف الإشراف، الرقابة على الجودة وتكلفة جودة العملاء. بالإضافة إلى أنه يتم في ضوء نظام المحاسبة عن استهلاك الموارد (RCA) يجب أن يتضمن ومكونات ثابتة ومكونات متغيرة على سبيل المثال قد يتضمن مجمع موارد الآلات والمعدات مكونات ثابتة ومكونات متغيرة أما مجمع موارد المصنع أو مجمع الموارد غير المباشرة فيتضمن مكونات متغيرة فقط. ويمكن توضيح العلاقة بين مجمعات الموارد الرئيسية ومجمعات الموارد الثانوية من خلال المعادلة التالية:

$$\text{Output of primary resource} = \sum_{j=1}^{n} F_j X_j + \sum_{j=1}^{n} P_j Q_j + \sum_{j=1}^{n} P_j Y_j$$

Where:

X_j: is the quantity of primary resource pool (i) output consumed in a fixed pattern.

Q_j: is the quantity of primary resource pool (i) output consumed proportionately.

Y_j: is the quantity of primary resource pool (i) output that is inherently consumed proportionately, but consumed by the cost object in a fixed pattern.

F_j: is the fixed consumption rate of primary resource pool(j) output.

P_j: is the proportional consumption rate of primary resource pool (j) output.

بعد تحديد مستوى الطلب على مخرجات مجمعات التكلفة الرئيسية يتم تخصيص تكاليف مجمعات الموارد الثانوية على مجمعات الموارد الرئيسية وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$= \sum_{j=1}^{n} F_j X_j + \sum_{j=1}^{m} P_j Q_j + \sum_{j=1}^{n} P_j Y_j + \sum_{r=1}^{s} F_r X_r + \sum_{r=1}^{s} P_r Q_r + \sum_{r=1}^{s} P_r Y_r$$

Where:

X_j: is the quantity of other primary resource pool (j) output consumed in a fixed pattern.

X_r: is the quantity of secondary resource pool (r) output consumed in a fixed pattern.

Q_j: is the quantity of other primary resource pool (j) output consumed proportionately

Y_j: is the quantity of other primary resource pool (j) output that is inherently consumed proportionately, but consumed by the cost object in fixed pattern.

Y_r: is the quantity of secondary resource pool ® output that is inherently consumed proportionately, but consumed by the cost object in a fixed pattern.

F_j: is the fixed consumption rate of other primary resource pool (j) output.

F_r: is the fixed consumption rate of secondary resource pool ® output

P_r: is the proportional consumption rate of secondary resource pool ® output.

أما حالة وجود بدائل مختلفة لتصميم المنتج ومستويات متفاوتة من التعقد في التصميم فيمكن حساب تكلفة كل تصميم للمنتج على النحو التالى:

$$= \sum_{j=1}^{n} F_j X_{jd} + \sum_{j=1}^{n} P_j Q_{jd} + \sum_{j=1}^{n} P_j Y_{jd}$$

Where:

X_{jd}: is the output of primary resource pool (j) consumed in a fixed pattern by the alternative product design (d).

Q_{jd}: is the output of primary resource pool (j) consumed proportionately by the alternative product design (d)

Y_{jd}: is the output of primary resource pool (j) that is inherently consumed proportionately, but consumed by the alternative product design (d) in a fixed pattern.

F_j: is the consumption rate of primary resource pool (j) output.

P_j: is the proportional consumption rate of primary resource pool (j) output.

($El-$Helbawy and Al Qady, 2016, p.45)

ويتم حساب معدل تحميل التكاليف الثابتة عن طريق قسمة مجموع التكاليف الثابتة على الطاقة النظرية وبالمثل فإن معدل تحميل التكاليف التناسبية (المتغيرة) يتم قسمة مجموع التكاليف التناسبية على مجموع كميات مخرجات الموارد المخططة.

$$\text{Fixed cost rate} = \frac{\text{Total fixed resource pool}}{\text{Theoretical capacity}}$$

$$\text{Proportional rate} = \frac{\text{Total resource pool's proportional cost}}{\text{Pool's planned output quantity}}$$

٤- نظام التكاليف على أساس النشاط المستند إلى الوقت

Time Driven Activity-Based Costing (TDABC)

يتوافر هذا النظام على استخدام نوعين من التقديرات Two sets of estimates وكلاهما ليس من الصعب الحصول عليهما: وهذان النوعان من التقديرات يساهمان في الإجابة على السؤالين التاليين:

السؤال الأول: كيف يمكن تقدير تكلفة الموارد بالطاقة المتوافرة لكل وحدة تشغيلية في المنشأة؟

السؤال الثانى: ما هو القدر المطلوب من طاقة الموارد (مقاسة بالوقت) واللازم لأداء كل عملية، منتج، مستهلك؟

النوع الأول من التقديرات: تقدير تكلفة الموارد بالقدر المتوافر

$$\text{تكلفة وحدة الطاقة للموارد المتوافرة} = \frac{\text{تكلفة طاقة الموارد المتوافرة}}{\text{الطاقة العملية للموارد المتوافرة}}$$

النوع الثانى من التقديرات: تقدير الطلب على طاقة الموارد المقاسة بالوقت.

يتم تقدير تكلفة كل الموارد (العاملين، المشرفين، المعدات، والتكنولوجيا) المتوافرة في الوحدة التشغيلية. وبقسمة التكلفة الكلية على الطاقة المقاسة بالزمن Time capacity والطاقة هنا هي الوقت المتاح للعاملين الذين يقومون بأداء العمل في الوحدة التشغيلية ونحصل عن طريق ذلك على تكلفة الوحدة الزمنية لطاقة الموارد المتوافرة capacity cost rate

تكلفة وحدة الطاقة المتوافرة= تكلفة طاقة الموارد المتوافرة / الطاقة العملية للموارد المتوافرة

وتتضمن تكاليف طاقة الموارد بالقدر المتوافر على سبيل المثال على البنود التالية:

تكاليف الأجور، الإهلاك، تكلفة الأقسام المدعمة التي توفر خدمات للوحدة التشغيلية (مناولة واستلام المواد، فحص المواد، تكاليف الاشراف، تكاليف الرقابة على الجودة، تكاليف تجهيز الآلات والمعدات والشئون الهندسية وتكاليف خدمة العملاء، التكاليف الإدارية وتكاليف تحليل وظائف المنتج) وفى هذه البحث يتم تقدير الوحدة التشغيلية كثيفة الآلية Capital-Intensive فيتم قياس الطاقة العملية بالطاقة الآلية للمعدات Equipment Ccapacity أي قياس الطاقة العملية بالوقت المتاح للطاقة الآلية بعد استبعاد الأعطال لإجراء الإصلاحيات أو الصيانة.

تقدير الطلب عن طريق تقدير الطاقة المستخدم Time Capacity Usage بواسطة كل عملية يتم تشغيلها في الوحدة التشغيلية وعن طريق تقدير الطلب على الطاقة capacity usage من جانب موضوع القياس التكاليفى (المنتج) إلى جانب تكلفة وحدة الطاقة للموارد المتوافرة Capacity Cost Rate.

وفى ضوء TDABC فإنه يمكن تحديد معدل تحميل مسبب التكلفة لكل عملية Cost Driver Rate عن طريق ضرب تكلفة وحدة الطاقة المتوافرة capacity cost rate في الوقت المقدر لكل عملية: وهذا يعنى أن نظام TDABC يستخدم الزمن كمسبب تكلفة رئيسى. وبنفس المنطق يمكن أن يتم قياس طاقة أغلب الموارد عن طريق الفترة المتاحة لأداء المهمة Length of Time Available to Do The Job ، وتعتبر معادلات الوقت Time Equations هي العامل الثالث المؤثر في نظام التكاليف على أساس النشاط المستند للوقت TDABC وهى التي تعالج التعقدات Complexity في العلاقات بين الأنشطة المختلفة Complexity of The Company Activities (سعيد الهلباوى، ٢٠١٣، ص ١٢٠).

وتمثل معادلات الوقت الأساسى لتشغيل المنتج بالإضافة إلى الوقت الإضافى لكل اختلاف ممكن في تصميم المنتج.

$$\text{Total cost of cost object} = \sum_{k=1}^{L} \sum_{o=1}^{f} C_o * t_k$$

$$t_k = x_b + \sum_{J=1}^{n} X_j D_j$$

Where j =1, 2, ….,n
b=1,2,3
k=1,2,….,L
o=1,2,…..,f

C_o : capacity cost rate (cost per time unit for operating unit (o) where o=1,2,… f
F: number of operating
t_k: Time consumed by cost object (product) k = 1,2,….,L
R: number of cost object (products)

X_B: Basic Time required by products.
X_j: incrcremental time for each possible variations by product deign alternative.
D_j: number of cost drivers

قد يمكن استخدام الصورة العامة لكل تصميم من تصاميم نظم التكاليف وإدخالها إلى برامج Excel لحساب تكلفة المنتج في ضوء كل بديل من البدائل المختلفة لنظم التكاليف. أو ترتيب البدائل المختلفة لنظم التكاليف وفقاً لدرجة الدقة الكلية مقاسة بمستوى الخطأ في المعلومات التي يوفرها كل تصميم من تصاميم نظم التكاليف.

أولاً: تحليل بيانات المدخلات:Input Analyzer

بعد افتراض البيانات الرئيسية للحالة وهى أزمنة التشغيل المختلفة لتشكيلات المنتجات تبدأ عملية تحليل هذه البيانات بهدف تحديد أقرب التوزيعات الإحصائية لخصائصها التي يتم التعرف إليها من خلال عملية تشغيل البيانات في Input Analyzer. وتعتبر أهم وسيلة لاستخراج الخصائص الإحصائية للبيانات والتعرف عليها هي مخططات التوزيع التكرارى (Histograms). وتبنى هذه المخططات من خلال تقسيم نطاق البيانات الى فترات متساوية أو مختلفة الأطوال ثم تحديد تكرارية البيانات المرصودة ميدانياً والواقعة في نطاق كل فترة من هذه الفترات، ومن ثم ترسم الفترات على المحور الأفقى وقيم المتغيرات / المشاهدات على المحور الرأسى. وتأتى أهمية مخططات التوزيع التكرارى نظراً لأنه يمكن أن يستدل بها على دالة التوزيع الإحصائى (Probability Density Function) للمتغيرات العشوائية التي تمثلها بيانات المدخلات التي تم جمعها ميدانياً. وفيما يختص بالبيانات المتصلة، لو تم توصيل نقاط المركز لكل عمود من أعمدة مخطط التوزيع التكرارى النسبى (Relative Frequency Distribution) والذى يكون ارتفاع كل عمود فيه يساوى تكرارية كل فترة مقسومة على العدد الكلى لعينة البيانات المشاهدة ميدانياً، ويكون مجموع المساحات الكلية المحصورة تحت جميع أعمدة الفترات فيه يساوى واحداً. وبالمقابل، يمكن بناء مخططات توزيع تكرارى للبيانات المتقطعة (Discrete Data) بأسلوب مشابه.

وبعد ذلك، يتم الانتقال من مخطط التوزيع التكرارى إلى تحديد نوعية دالة التوزيع الإحصائى الأنسب التي تمثل بدقة خصائص البيانات كما يظهرها مخطط التوزيع التكرارى. وعادة ما يتم تحديد نوعية التوزيع من خلال تحديد فئة أو عائلة من التوزيعات التي تقارب في شكلها مخطط التوزيع التكرارى للبيانات. ويستخدم في هذه العملية عدد من التوزيعات الإحصائية البسيطة الشهيرة مثل (Normal) ، و(Exponential) وتلك الأكثر تعقداً مثل (Gamma) و(Weibull) لتمثل الخصائص الإحصائية للبيانات كما تظهر من شكل مخطط التوزيع التكرارى. Histogram . ثم يأتي بعد ذلك خطوة تحديد قيم المؤثرات (Parameters)الخاصة بالتوزيع الإحصائى الذى وقع عليه الاختيار لتمثيل البيانات، والتي تحدد بدورها خصائص التوزيع الإحصائى، وبعد هذه الخطوة تأتى عملية اختبار وتقييم جودة التوزيع الإحصائى (ومؤثراته) ومدى صلاحيتها لتمثيل الخصائص الإحصائية للأزمنة العشوائية في النموذج المراد تمثيلها. وتتم هذه العملية الإختبارية بصورة تكرارية عن طريق تطبيق أحد الاختبارات الإحصائية المعروفة على البيانات المتوافرة والتوزيع الإحصائى المختار، ثم بناء على نتيجة الاختبار، إما أن يقبل المحلل بالتوزيع ويعتمده كتمثيل صالح للمدخلات أو أن يعود ليختار توزيعاً إحصائياً آخر (بما في ذلك التوزيعات التجريبية) أو فقط ليعدل قيم مؤثرات التوزيع، ومن ثم إعادة الاختبار مرة أخرى حتى يجتاز التوزيع الإحصائى الأخير الاختبار بنجاح. وتسمى الاختبارات الإحصائية المستخدمة هنا اختبارات جودة التطابق Goodness of fit tests ، ومن أمثلة هذه الاختبارات اختبار (Chi-Square) واختبار (Kolmogorov-Sminov)

وتم إدخال بيانات الأزمنة داخل Input Analyzer بإتباع الخطوات التسعة التالية:

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

1) Type in data, save as filename: datafile.doc
Data separated by blank, tab, or line feed.
2) Save this file as "text only" (or "plain text" >> other encoding >> US-ASCII >> OK), call it filename: datafile.txt
3) Select "Tools >> Input Analyzer"
4) Select "File >> New" A new window will appear.
5) Select "File >> Data File >> Use Existing"
6) As an example select "Fit >> Uniform"
7) You can select "Fit >> Fit All"
8) You can select "Window >> Fit All Summary"
9) Statistical measures for distribution fitness

بعد تطبيق الخطوات السابقة تمكنت الباحثة من الحصول على النتائج الموضحة في الجداول التالية ويمكن تلخيص تلك النتائج باستخدام Input Analyzer Summary في برنامج Arena للحصول على أفضل معادلة تمثل هذه البيانات ويمكن توضيح Input Analyzer Summary في الجداول الثلاثة التالية:

جدول (٤) تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد

معدل الخطأ									Work center (component)
Exponential	Longnormal	Gamma	Erlang	Uniform	Weibull	Normal	Triangular	Beta	
0.0799	0.0501	0.0335	0.0327	0.031	0.0248	0.0211	0.0179	0.014	WC1(410, 430, 270)
0.0608	0.0373	0.0249	0.0247	0.0199	0.018	0.0156	0.0239	0.00916	WC 2 (310)
0.058	0.0407	0.0279	0.027	0.011	0.0204	0.0165	0.0163	0.00485	WC 3 (360)
0.0633	0.0299	0.0178	0.0194	0.0177	0.00971	0.00697	0.00879	0.00402	WC 4 (220)
0.0906	0.0318	0.0241	0.0241	0.041	0.019	0.0193	0.016	0.0117	WC 5 (140)
0.0618	0.0199	0.0162	0.0145	0.0133	0.0163	0.0222	0.0308	0.00822	WC 5 (150)
0.108	0.049	0.0456	0.0453	0.0488	0.0448	0.048	0.0406	0.0329	WC 5 (160)
0.072	0.0312	0.0178	0.0172	0.0227	0.00973	0.00762	0.0226	0.00448	WC 6(A)
0.0391	0.0169	0.0157	0.0208	0.0183	0.0177	0.032	0.0192	0.0134	WC 6(B)
0.0936	0.0704	0.0547	0.0549	0.0333	0.0425	0.0348	0.0475	0.0196	WC 6(C)
0.0734	0.0196	0.0135	0.0133	0.0271	0.0108	0.0123	0.00129	0.00347	WC 7(A)
0.0354	0.0461	0.0324	0.0369	0.00881	0.026	0.0224	0.0342	0.00642	WC 7(B)
0.0667	0.0516	0.0488	0.0526	0.0266	0.0483	0.0522	0.0556	0.0252	WC 7(C)

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

أظهرت نتائج اختبار كا٢ *(Chi-square) واختبار(Kolmogrov-smirnov) عند تطبيقها على بيانات تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد في الجدول (٦-١٨) أن أزمنة تشغيل المنتج في مركز العمل (WC1), (WC2) ، (WC3) ، (WC4) ، (WC5) ، (WC6) ، (WC7) ، (WC7B) ، (WC7C) تتبع جميعها توزيع Beta حيث حققت أقل معدل للخطأ في ضوء ذلك التوزيع حيث بلغت معدل الخطأ لتلك المراكز ٠.٠١١٤ ، ٠.٠٠٩١٦، ٠.٠٠٤٨، ٠.٠٠٩١٦، ٠.٠٠٤٨٥، ٠.٠٠٤٠٢ ، ٠.٠١١٧ ، ٠.٠٨٢٢، ٠.٠٣٢٩ ، ٠.٠٠٤٤٨، ٠.٠١٣٤ ، ٠.٠١٩٦، ٠.٠٦٤٢، ٠.٠٢٥٢ أما مركز التوزيع (WC7A) فقد بلغ معدل الخطأ فيها ٠.٠١٢٩ واتبعت البيانات توزيع Beta وبالتالي يتم رفض فرضية أن جميع أزمنة تشغيل العمليات تتبع توزيع المنتظم Uninform

جدول (٥) تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح

معدل الخطأ									Work center (component)
Exponential	Longnormal	Gamma	Erlang	Uniform	Weibull	Normal	Triangular	Beta	
0.0671	0.0707	0.068	0.058	0.0327	0.0527	0.0474	0.0368	0.0295	WC1(410, 240, 430, 250, 340 ,270)
0.0527	0.0197	0.0112	0.00968	0.0238	0.00691	0.00837	0.0097	0.00279	WC 2 (310)
0.0689	0.0296	0.0185	0.0188	0.0194	0.0123	0.0111	0.0195	0.0074	WC 3 (360)
0.0658	0.015	0.0108	0.0105	0.0294	0.0112	0.019	0.012	0.0102	WC 4 (110)
0.0508	0.0363	0.0247	0.0248	0.00325	0.0199	0.0181	0.0313	0.000439	WC 4 (280)
0.0187	00.0113	0.00923	0.0131	0.0194	0.0102	0.0318	0.0265	0.00706	WC 5(A)
0.0387	0.0325	0.0241	0.0227	0.00548	0.0221	0.0252	0.0409	0.00781	WC 5(C)
0.0529	0.0396	0.0325	0.0365	0.011	0.0305	0.0324	0.0398	0.0099	WC 6(B)
0.0632	0.0521	0.0323	0.034	0.0105	0.022	0.0158	0.0169	0.00384	WC 7(A)
0.0574	0.0355	0.0263	0.0259	0.0138	0.0218	0.0204	0.0225	0.00675	WC 7(B)
0.0592	0.0328	0.0222	0.0236	0.00825	0.0155	0.0129	0.0179	0.00196	WC 7(C)

وقد أسفر تحليل نتائج جودة التطابق (كا٢ – كلمونجروف) عن أن معظم أزمنة تشغيل المنتجات ذات الهيكل المسطح في الجدول (٦-١٩) تتبع جميعها توزيع Beta حيث بلغت معدل الخطأ في ضوء ذلك التوزيع أقل معدل للخطأ حيث بلغت معدلات الخطأ ٠.٠٢٩٥، ٠.٠٠٢٧٩ ، ٠.٠٠٧٤١، ٠.٠١٠٢، ٠.٠٠٤٣٩، ٠.٠٠٧٠٦، ٠.٠٠٧٨١، ٠.٠٠٩٩، ٠.٠٠٣٨٤ ، ٠.٠٠٦٧٥، ٠.٠٠١٩٦ وبالتالي يتم رفض فرضية أن جميع أزمنة تشغيل العمليات تتبع التوزيع المنتظم.

* يتم استخدام كا٢، كلمونجروف كإختبارات لجودة التطابق حيث يستخدم الأول في حالة العينات الكبيرة، ويتم استخدام الثانى في حالة العينات الصغيرة ويجب استخدام تلك الاختبارات بمفهوم أنها تعطى مؤشر تقريبى عن مدى ملاءمة التوزيع الاحصائى.

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

جدول (٦) جدول تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المختلط

معدل الخطأ									Work center (component)
Exponential	Longnormal	Gamma	Erlang	Uniform	Weibull	Normal	Triangular	Beta	
0.0493	0.0347	3.26	0.0246	0.0133	0.0222	0.0258	0.0386	0.0107	WC1(410, 430, 270, 240)
0.0485	0.0422	0.0336	0.0332	0.0149	0.0282	0.0266	0.0312	0.0114	WC 2 (310)
0.0761	0.0371	0.0277	0.0274	0.0349	0.0221	0.021	0.0303	0.0179	WC 3 (360)
0.0356	0.0302	0.0234	0.0195	0.016	0.0216	0.0277	0.0286	0.00956	WC 4 (220)
0.0915	0.0342	0.0237	0.0239	0.0371	0.0154	0.0139	0.0115	0.00716	WC 4 (230)
0.0735	0.0305	0.0238	0.022	0.0216	0.0197	0.0202	0.023	0.00945	WC 4 (110)
0.0435	0.0238	0.0168	0.0165	0.00492	0.015	-.0182	0.0265	0.003	WC 5 (140)
0.0471	0.0297	0.0276	0.0233	0.0149	0.0282	0.0372	0.0365	0.0149	WC 5 (160)
0.0404	0.0477	0.0247	0.0404	0.021	0.0191	0.0172	0.0343	0.00733	WC 5(A)
0.0105	0.0558	0.0443	0.0444	0.0355	0.0328	0.0298	0.00829	0.00472	WC 6(B)
0.0296	0.0223	0.0139	0.0144	0.00492	0.012	0.0164	0.0276	0.00265	WC 7(C)
0.0624	0.0262	0.0206	0.0195	0.0121	0.0198	0.0236	0.0335	0.00817	WC 7(A)
0.0843	0.0228	0.0145	0.0154	0.0294	0.00789	0.00751	0.0049	0.00386	WC 7(B)
0.0619	0.0516	0.0459	0.0464	0.0349	0.042	0.0428	0.0386	0.0247	WC 7(C)

كما أوضحت نتائج تحليل جودة البيانات (كا^{2} كلمنوجروف) أن معظم أزمنة تشغيل العمليات في ضوء الهيكل المختلط تتبع توزيع Beta في جميع مراكز العمل فيما عدا مراكز العمل WC5(160) والذى يمثل نقطة الاختناق في البحث فيتبع توزيع Beta و Uniform أما باقى مراكز العمل فتتبع توزيع Beta وبلغ معدل الخطأ بها على التوالي ٠.٠١٠٧ ، ٠.٠١١٤ ، ٠.٠١٧٩، ٠.٠٠٩٥٦ ، ٠.٠٧١٦ ، ٠.٠٠٩٤٥ ، ٠.٠٠٣، ٠.٠١٤٩، ٠.٠٠٧٣٣، ٠.٠٠٤٧٢، ٠.٠٠٢٦٥، ٠.٠٠٨١٧، ٠.٠٠٣٨٦، ٠.٠٠٢٤٧ فما يعنى رفض فرضية أن توزيع بيانات تشغيل العمليات للهيكل المختلط يتبع توزيع Uniform.

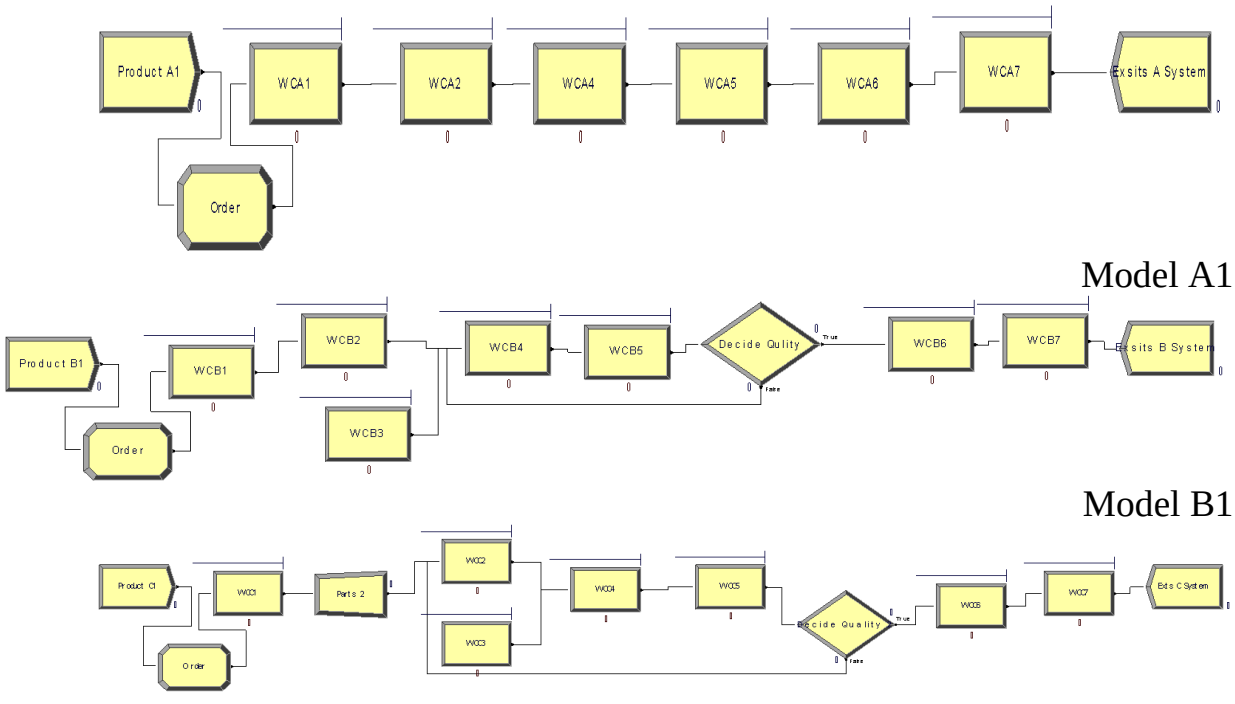
بعد إجراء تحليل (كا^{2} – كلمنوجروف) على أزمنة تشغيل العمليات في مراكز العمل للحالة الافتراضية يمكن القول أن التوزيع المنتظم الذى تم افتراضه لتمثيل أزمنة التشغيل هو توزيع غير ملائم ليعكس خصائص توزيع المتغير العشوائى لأزمنة التشغيل بينما يمكن اعتبار توزيع بيتا Beta هو التوزيع الأقرب لطبيعة البيانات والأكثر ملائمة في هذه الحالة. وبالتالي سيتم إدخال بيانات الأزمنة في خرائط التدفق في الخطوة التالية تتبع توزيع Beta لضمان النجاح في تشغيل البرنامج.

ثانيا: خرائط التدفق لسير العمليات Flowcharts

تم إدخال جميع البيانات اللازمة لبناء خريطة تدفق الحالة الافتراضية. هناك عدة افتراضات تم الاعتماد عليها في بناء الخريطة وهى:

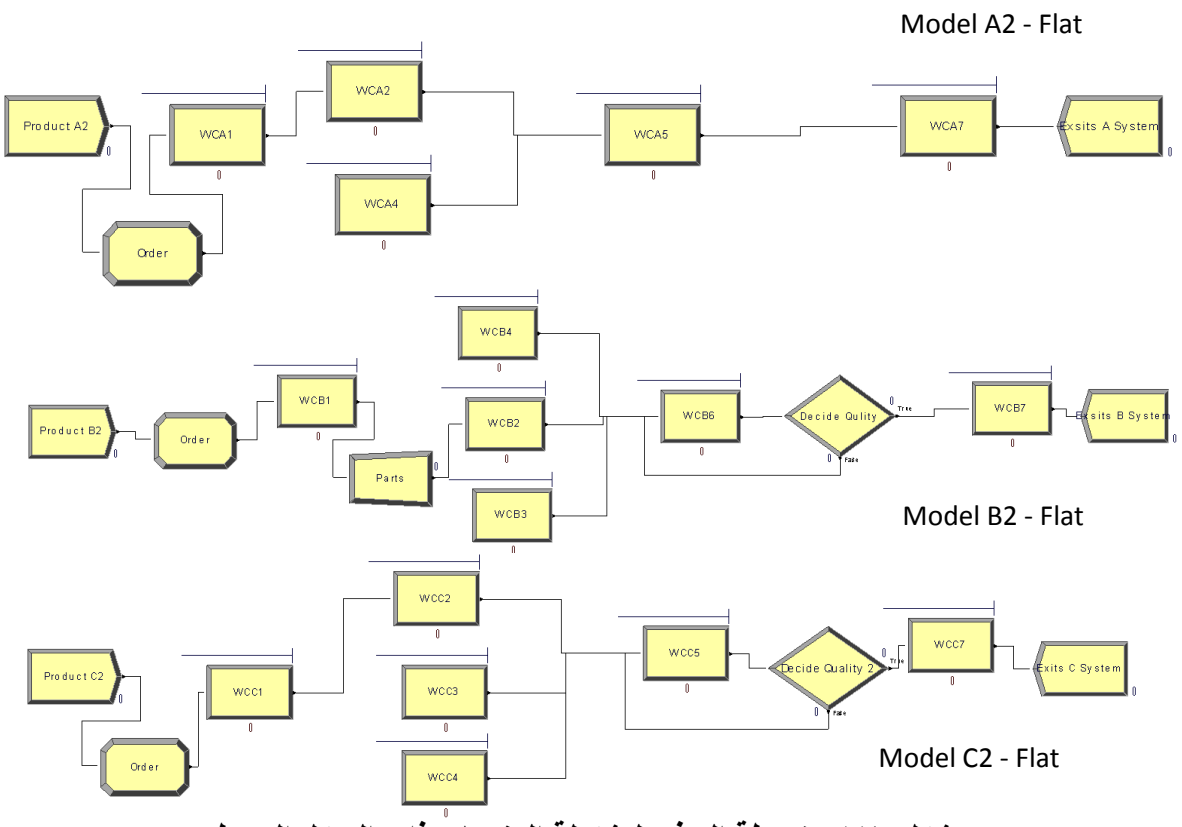
١- وجود ثلاث منتجات ستم العمل على إنتاجها خلال فترة زمنية معينة داخل كل تشكيلة من التشكيلات الإنتاجية.
٢- غير مسموح بإدخال منتجات جديدة أثناء إنتاج المنتجات المخطط إنتاجها حتى ولو كان لها نفس الخصائص الوظيفية. ويتم إدخال منتجات التشكيلة الواحدة معاً.
٣- الشركة لديها موارد ملزمة ومتعاقد عليها للإنتاج (ماكينات التحضير، الفحص، الإنتاج،...) وتم القيام بوضع آلة واحدة لازمة لكل مركز عمل وعامل واحد لكل آلة.
٤- يمكن زيادة الموارد الإنتاجية فيما يخص عمليات القص والتفصيل، التعبئة والتغليف في حالة الحاجة أو في حالة الطلبيات الخاصة.
٥- ساعات العمل اليومية هي ٨ ساعات لكل وردية، ويمكن زيادة ساعات العمل إلى ١٠ ساعات للوردية.
٦- تقوم عمليات الإنتاج على أساس بدء إنتاج منتج معين لن يتوقف إلا عند الانتهاء من عمليات الإنتاج المطلوبة له. وقد تم فحص جميع مراحل النظام والتعديل عليه إلى أن وصل النموذج إلى الوضع المقبول، وقد تم تشغيله في عمليات صغيرة معروفة النتائج مسبقاً وذلك للتحقق من كون النظام يؤدى العمليات المطلوبة منه ويعطى النتائج المتوقعة والصحيحة من عدمه.

توضح الأشكال التالية (١٦) ، (١٧) ، (١٨) مخططات سير العمليات أو خرائط تدفق المنتجات في ضوء التشكيلات الثلاثة:

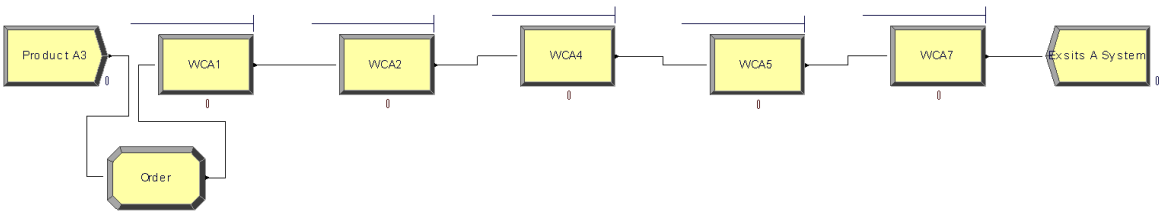


شكل (١٦) خريطة التدفق لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد

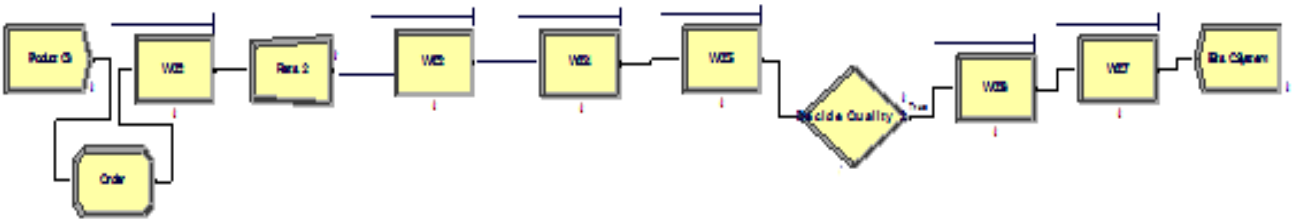
International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035



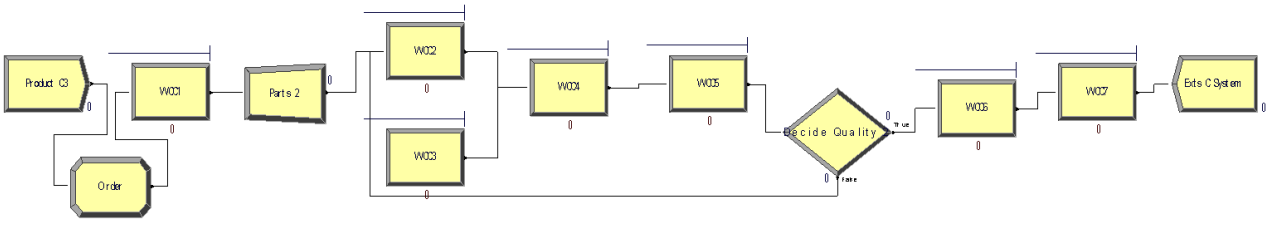
شكل (١٧) خريطة التدفق لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح



Model A3



Model B3



Model C3

شكل (١٨) خريطة التدفق لتشكيلة المنتجات ذات الهيكل المختلط

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

بعد استخراج خرائط التدفق في ضوء تشكيلات المنتجات المختلفة، هناك خمسة احتمالات لمخرجات المحاكاة وهى: القيمة الدنيا، القيمة القصوى لمعدل الاستفادة من الموارد، متوسط القيمة الدنيا لعمليات التشغيل، متوسط القيمة العليا لعمليات التشغيل وهو ما توضحه تقارير تشغيل البرنامج الموضحة في ملحق رقم (٢) اتضح من تلك التقارير أن تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المعقد هي الأكثر استهلاكاً للزمن والموارد أما تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح والهيكل المختلط اقتربت النسبة بينهما في استهلاك الزمن والموارد بينما ابتعدت النسبة (أو معدل استهلاك الموارد) في ضوء الهيكل المعقد عن الهيكل المختلط .

- **مرات تشغيل البرنامج Run وخفض مستوى التباين Number of Replications and Variance Reduction**

من أهم ما يميز نموذج المحاكاة هو عملية التكرار. وقد يتم تكرار النموذج عدة مرات وذلك لخفض التباين في متوسطات المتغيرات التابعة في النموذج وزيادة مستوى الدقة. ويتم تقدير عدد التكرارات في النموذج عن طريق المعادلة التي اقترحها (Pristker, 2009) وتعتمد تلك المعادلة على تقدير ٩٠% لفترة الثقة لمتوسطات التباين في العينة

$$I=\left[\frac{t_{\frac{\alpha}{2t}-1}\, S_x}{g}\right]^2$$

$t_{\frac{\alpha}{2},I-1}$: t value with I-1 degrees of freedom.

S_x : Sample standard deviation of the dependent variable.

g: half – width confidence interval for sample mean

ووفقاً للمعادلة السابقة، إذا كان من المرغوب أن تحقق مستوى الثقة يزيد عن ٩٠% فإنه يجب أن يتم تكرار النموذج ستة مرات على الأقل. ولقد تم تشغيل النموذج عشرة دورات.

تم أخذ نتائج تشغيل النموذج للعمليات على عشرة تكرارات (10 replications) حيث أنها عدد المرات التي أمكن الحصول بواسطتها على نتائج دقيقة بنسبة ٨٠% والموجودة في تقارير تشغيل البرنامج. حيث بدأت عملية تشغيل البرنامج بـ ٥٠ تكرار ولم تنجح عملية التشغيل. وقد تم خفض العدد تدريجياً إلى أن تم الوصول إلى (10 replications) وتم الحصول على التقارير.

الصلاحية والتحقق للنموذج:

Model Verifications and Validation

يجب التحقق من صلاحية النموذج في هذا البحث لضمان أن النموذج المفاهيمى للمحاكاة يمثل النظام بدقة في هذا البحث وتدفق الوحدات الإنتاجية في المصنع الذى يتم محاكاته. هناك عدة وسائل يمكن اقتراحها للتحقق من صلاحية النموذج وقد اقترحها للتحقق من صلاحية النموذج وقد اقترح (Kelejenen, 1995) عدة وسائل للتحقق من صلاحية النموذج:

١- استخدام modular programming لضمان تصحيح وصلاحية النموذج .

٢- استخدام Animation capability والذى يوفره برنامج Arena لتصحيح البرنامج ويتم إجراؤه عن طريق dynamic display

٣- استخدام Intermediate Simulation output : يتم استخدام محاكاة المخرجات الوسيطة لنماذج المحاكاة لضمان صحة تتبع نموذج المحاكاة المفاهيمى مع نموذج المحاكاة الرياضى ويتم اختبار دقة نتائج المحاكاة.

ومن الجدير بالذكر أن من أهم نقاط القوة في برنامج Arena هو القدرة التشخيصية diagnostic capability على التحقق والتي يمكن تطبيقها في كل مرحلة من مراحل تطوير بناء النموذج. هذه القدرة

تجعل الدراسة تطبق أساليب متعددة للتحقق من قدرة برنامج المحاكاة على أداء ما يجب أن يتم أداؤه بالإضافة إلى ذلك، فإن القدرة التشخيصية diagnonstic capability على التأكد من مخرجات المحاكاة الوسيطة Internal simulation output لضمان أن كل modules تؤدى وظائفها كما يجب .

يتم تطبيق أساليب التحقق من صلاحية النموذج للتأكد من كوْن النموذج يمثل النموذج المفاهيمى والتحليلى للنظام بدقة ولضمان تحقق الصلاحية الداخلية لنموذج المحاكاة (Law and Kelton, 1991) ، أما الصلاحية المفاهيمية construct validity قد يتم التحقق منه من خلال الدراسات المحاسبية السابقة والتي قامت ببناء علاقات سببية بين عوامل التجربة ومقاييس الأداء performance وأيضا عن طريق Measures تحليل وتقديرات الحساسية لمعلمات التجربة.

ووفقاً لما ذكره (Kelton, et al., 2002) فإن أسهل طريقة للتحقق عند استخدام ARENA هو السماح بدخول وحدة واحدة في النظام لتتبع تدفق تلك الوحدة والتأكد من منطقية النموذج والتحقق من تقديرات الأداء للنموذج Performance ويمكن تحقيق ذلك عن طريق estimation step feature الموجودة في option ‘run’ الموجود في ‘Toolbar’. وتم استخدام تلك الآلية في البحث للتحقق من صلاحية النموذج.

تم تطبيق ذلك الأسلوب على النموذج، حيث شغل النموذج بمنتج واحد وبكمية ١٠٠٠م طولى من القماش، ٥٠٠ وحدة مفارش سرير، وحيث أن الوقت والموارد اللازمة لهذه العملية محدودة بمعايير معينة في شركات الغزل والنسيج تمت مقارنة مخرجات النموذج مع بيانات النظام الحقيقى وكانت النتائج جيدة، وتم تطبيق نفس الطريقة على المنتج الثانى بصورة مستقلة وبكمية ١٨٠٠م طولى وكانت النتائج مقاربة للنموذج الحقيقى وتم تكرار نفس العملية للمنتج الثالث. وقد تم تجربة النموذج وتشغيله على ثلاث منتجات في كل تشكيلة وكانت النتائج متقاربة مع النتائج المحسوبة يدوياً على النظام الحقيقى. وبناءً عليه يصبح النموذج صالحاً للاستخدام.

تحليل الحساسية للنموذج

تحليل الحساسية هو فحص نظامى لردود أفعال مخرجات النموذج للتغيرات الرئيسية في مدخلات النموذج. وفى دراسات المحاكاة غالبا لا يتم الاهتمام بتقديرات الحساسية، وقد يتم تحليل الحساسية عن طريق تحديد أكثر المدخلات في النموذج أكثر أهمية وتأثيراً (Kelton and Law, 2000, P.144).
يتم دراسة علاقة سلوك المخرجات / للمدخلات في النموذج عن طريق تقديرات المعادلة التالية:

$$Y_i = B_o + \sum_{k=1}^{k} B_k X_{ik} + \sum_{k=1}^{k-1} \sum_{\grave{k}=k+1}^{k} B_{k\grave{k}} X_{ik} X_{i\grave{k}} + e_i$$

Where:

Y_i: Denotes the simulation response in replication i.

i: The number of simulation replications, i=1, …, n

k: Simulation output, k=1,…k of the k simulation.

X_{ik}: The value of simulation input k in combination (i)

B_k: The main or first order effect of input k.

$B_{k\grave{k}}$: The interaction between k and $\grave{k}$.

e_i : The approximation error in run (i).

يعتبر ذلك النموذج للمحاكاة صالحاً في إطار مجال معين من المدخلات فقط، ذلك المجال من المتغيرات k يمكن أن يشكل فيما بينها k-dimensional hypercube في، وإطار ذلك المجال ربما يتنوع سلوك المخرجات / المدخلات لنموذج المحاكاة.

ثالثاً: تحليل السيناريوهات

السيناريو الأول:

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

تم افتراض أن جميع الموارد ملزمة وتم التعاقد عليها مقدماً. وبفرض أن وجود طلبية خاصة من قبل العملاء وبالتالي زيادة في مستوى الطلب على تشكيلات المنتجات الثلاثة من ٨٤ وحدة إلى ١٦٨ وحدة ويمكن توضيح نتائج ذلك القرار من الجداول التالية:

جدول (١A)

	Scenario Properties				Controls					Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity Value	Quantity
1		Original	6 : Model A1.p	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	144.0000	7325.703	14688.000
2		Scenario 1	6 : Model A1.p	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	280.0000	7817.325	15212.800
3		Scenario 2	6 : Model A1.p	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	400.0000	7806.912	15016.000

جدول (٢A)

	Scenario Properties				Controls					Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	4 : Model A2	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	144.0000	14500.800	7382.236
2		Original	4 : Model A2	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	288.0000	14529.600	7406.687
3		Original	4 : Model A2	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	432.0000	14817.600	7750.838

جدول (٣A)

	Scenario Properties				Controls					Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	2 : Model A3.p	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	144.0000	14414.400	7250.521
2		Scenario 1	2 : Model A3.p	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	288.0000	14673.600	7429.655
3		Scenario 2	2 : Model A3.p	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	432.0000	15883.200	7985.175

جدول (١B)

	Scenario Properties				Controls					Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	5 : Model B1.	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	84.0000	8400.000	4182.696
2		Original	5 : Model B1.	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	168.0000	8769.600	4410.719
3		Original	5 : Model B1.	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	252.0000	8803.200	4377.884

جدول (٢B)

	Scenario Properties				Controls					Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	1 : Model B2- Flat .p	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	84.0000	8290.800	4174.801
2		Scenario 1	1 : Model B2- Flat .p	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	168.0000	8442.000	4263.690
3		Scenario	1 : Model B2- Flat .p	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	252.0000	8853.600	4551.693

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

جدول (3B)

	Scenario Properties			Controls				Responses	
S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1	Original	1 : Model B3.	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	84.0000	8584.800	4310.173
2	Scenario 1	1 : Model B3.	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	168.0000	8542.800	4336.137
3	Scenario	1 : Model B3.	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	252.0000	8752.800	4569.397

جدول (1C)

	Scenario Properties			Controls				Responses	
S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1	Original	3 : Model C1.	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	32.0000	3385.600	1714.473
2	Scenario 1	3 : Model C1.	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	64.0000	3337.600	1702.052
3	Scenario 2	3 : Model C1.	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	96.0000	3315.200	1679.092

جدول (2C)

	Scenario Properties			Controls				Responses	
S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1	Original	1 : Model C2	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	32.0000	3155.200	1571.653
2	Scenario 1	1 : Model C2	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	64.0000	3107.200	1609.746
3	Scenario 2	1 : Model C2	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	96.0000	3139.200	1641.746

جدول (3C)

	Scenario Properties			Controls				Responses	
S	Name	Program File	Reps	Labor 1	Labor 2	Machine 1	Machine 2	Quantity	Quantity	Quantity Value
1	Original	1 : Model C3.	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	32.0000	3353.600	1714.193
2	Scenario 1	1 : Model C3.	10	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	64.0000	3187.200	1641.369
3	Scenario 2	1 : Model C3.	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	96.0000	3328.000	1652.117

السيناريو الثانى:

تم إعداد تحليل السيناريوهات على أساس تغيير الطلب على المنتجات في كل تشكيلة صعوداً وهبوطاً بنسبة ٤٠% من الطلب الأساسى مع ثبات باقى العوامل ودراسة هذا التغير على مدى استغلال الطاقة غير المستغلة في المصنع وتبين من نتائج تحليل السيناريوهات أنه من الممكن للمنشأة استغلال الطاقة غير المستغلة لديها للوفاء بالطلبات الإضافية والخاصة بها ويمكن توضيح نتائج السيناريوهات على النحو التالى.

	Scenario Properties			Control	Responses	
S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1	Original	3 : Model C1.	10	32.0000	3385.600	1714.473
2	Scenario 1	3 : Model C1.	10	44.0000	3397.600	1726.473
3	Scenario 2	3 : Model C1.	10	20.0000	3373.600	1702.473

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	2 : Model C2	10	32.0000	3155.200	1571.653
2		Scenario 1	2 : Model C2	10	44.0000	3167.200	1583.653
3		Scenario 2	2 : Model C2	10	20.0000	3143.200	1559.653

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	1 : Model C3.	10	32.0000	3353.600	1714.193
2		Scenario 1	1 : Model C3.	10	44.0000	3365.600	1726.193
3		Scenario 2	1 : Model C3.	10	20.0000	3341.600	1702.193

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	1 : Model B3.	10	84.0000	8584.800	4310.173
2		Scenario 1	1 : Model B3.	10	118.0000	8618.800	4344.173
3		Scenario	1 : Model B3.	10	50.0000	8550.800	4276.173

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	1 : Model B2- Flat .p	10	84.0000	8290.800	4174.801
2		Scenario 1	1 : Model B2- Flat .p	10	118.0000	8324.800	4208.801
3		Scenario	1 : Model B2- Flat .p	10	50.0000	8256.800	4140.801

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	2 : Model A3.p	10	144.0000	14414.400	7250.521
2		Scenario 1	2 : Model A3.p	10	200.0000	14470.400	7306.521
3		Scenario 2	2 : Model A3.p	10	86.0000	14356.400	7192.521

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	5 : Model B1.	10	84.0000	8400.000	4182.696
2		Scenario 1	5 : Model B1.	10	118.0000	8434.000	4216.696
3		Scenario 2	5 : Model B1.	10	50.0000	8366.000	4148.696

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity	Quantity Value
1		Original	4 : Model A2	10	144.0000	14500.800	7382.236
2		Scenario 1	4 : Model A2	10	200.0000	14556.800	7438.236
3		Scenario 2	4 : Model A2	10	86.0000	14442.800	7324.236

	Scenario Properties			Control	Responses	
	S	Name	Program File	Reps	Quantity	Quantity Value	Quantity
1		Original	6 : Model A1.p	10	144.0000	7325.703	14688.000
2		Scenario 1	6 : Model A1.p	10	200.0000	7381.703	14744.000
3		Scenario 2	6 : Model A1.p	10	86.0000	7267.703	14630.000

١٣ـ خلاصة ونتائج البحث

في هذا البحث تم بناء نموذج المحاكاة المقترح لدراسة أثر تعقد العمليات/ المنتجات على تصميم نظم التكاليف والتحسين فى كفاءة الأداء التصنيعى، وقد تم بناءه على خطوتين رئيسيتين هما: بناء الإطار المفاهيمى لنموذج المحاكاة والبناء التجريبى للنموذج. وفى الإطار المفاهيمى للنموذج يتم تعريف المشكلة، بناء النموذج المبدئى، جمع البيانات وتحليلها، تحويل النموذج إلى برنامج حاسوبى والتحقق من صحة النموذج وصلاحيته. أما التصميم التجريبى لنموذج المحاكاة المقترح فيتضمن على ثلاث متغيرات تجريبية هي: البدائل المختلفة لتصميم نظم التكاليف، مستويات تعقد تشكيلة المنتجات، هيكل التكاليف الإضافية. بعد القيام بتحليل متغيرات التجربة يتم تغيير متغير واحد من المتغيرات التجريبية مدخلات التجربة) عند نقطة زمنية محددة في مقابل المتغيرات التجريبية الأخرى. ومن ثم يمكن الرقابة والتحكم في التأثيرات المحتملة في تغيرات المتغيرات الأساسية للتجربة واكتشاف وتفسير التأثيرات التفاعلية بين تغيرات المتغيرات الأساسية للتجربة واكتشاف وتفسير التأثيرات التفاعلية بين كافة متغيرات التجربة. وتم بناء تصميم عاملى (٣×٣×٤) لكل مقياس من مقاييس الأداء التصنيعى الأربعة التي تم اشتقاقها. وتم وضع مجموعة من الافتراضات الأساسية التي يقوم عليها نموذج المحاكاة المقترح وهى على النحو التالى: لا يوجد تغيير في أداء العمليات إذا بدأت العمليات بالفعل، لا يوجد مسارات بديلة لأداء العمليات، لا يوجد أزمنة لتجهيز العمليات، ولا يجب تجزئة العمليات في أرضية المصنع، ولا يمكن أداء أية أوامر مؤجلة إذا لم يتم الوفاء بالطلب ويتم فقد الطلب في سوق المنافسة الكاملة ويتم إمداد مراكز العمل بالمواد والخامات التي تحتاجها.

وأخيراً تم توصيف متغيرات النموذج والتي تنقسم إلى: متغيرات خارجية، المعلمات والمتغيرات الداخلية.

وفي هذا البحث تم اكتشاف وقياس أثر تعقد المنتج، وتعقد العملية الصناعية على عملية المفاضلة بين بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة في اتخاذ قرار تشكيلة المنتجات الأفضل، وانعكاسات التفاعل بين هذه المتغيرات على مستوى الكفاءة في أداء عمليات نظام التصنيع باستخدام منهجية أسلوب محاكاة النظم.

وتمت الاستفادة من تلك المنهجية عن طريق تطبيق أحد برامج محاكاة النظم Arena. حيث يتم إدخال محددات التعقد في المنتج، والتعقد في العملية الصناعية التي تم اقتراحها في الفصل الثانى، وباستخدام بيانات تكلفة المنتجات التي تفرزها بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة في اتخاذ قرار تخصيص الموارد النادرة والتي أوضحها الفصل الثالث، وتحليل آثار التفاعل والتداخل بين تلك المتغيرات على المؤشرات المالية وغير المالية لقياس كفاءة أداء العمليات الصناعية والتي تم اشتقاقها. وتم اختبار البناء الرياضى للنموذج الذى تم اقتراحه والمستند إلى أساس what if? ، بالإضافة إلى ذلك تم إضافة بعض المتغيرات التي تعكس حالة عدم التأكد في بيئة النظام التصنيعى مثل: عدم ثبات مستوى الطلب، التقلبات في سعر شراء المواد الخام والأجزاء، والتقلبات في زمن تشغيل الأجزاء والمكونات المختلفة للمنتج، وبالتالي يصبح النموذج أكثر تمثيلاً للنظام الواقعى.

وأهم ما يميز هذا النموذج هو إمكانية الدمج والتكامل بين نظام معلومات التكاليف ونظام التصنيع وعليه تصبح بيانات تكاليف الإنتاج التي تنتجها نظم التكاليف مبنية على بيانات حقيقية عن العملية الصناعية، وإمكانية تحديث نظام المعلومات بأية تقلبات حادثة في النظام، وتوصل البحث إلى: أن أفضل العوامل تفسيراً وتأثيراً في تعقد المنتج هو تعقد الهيكل البنائى للمنتج، أو التعقد الهيكلى للمنتج والذى يمكن

قياسه عن طريق متغيرين رئيسيين هما: عمق هيكل المنتج، اتساع هيكل المنتج. حيث أنهما أكثر المتغيرات ارتباطاً مع التعقد في المنتج، حيث يعكس الأول عدد المكونات والأجزاء المكونة للمنتج على المستوى الرأسى أي عدد المستويات المكونة له، بينما يعكس الثانى عدد المكونات والأجزاء الفرعية التابعة للأجزاء الرئيسية وذلك على المستوى الأفقى، وبالتالي إن أفضل المقاييس والمؤشرات لقياس التعقد في المنتج أو تشكيلة من المنتجات هما: عمق هيكل المنتج واتساع هيكل المنتج. وبناء على ذلك فإن هذان المتغيران يتم إدخالهما في الأجزاء التالية في Arena Rockwell Software كمقاييس للتعقد في المنتج.

بعد تطبيق برنامج (Arena software.15) وبناء خرائط التدفق لسير العمليات في ضوء التشكيلات المختلفة للمنتجات، وتم تكرار تشغيل البرنامج ١٠ دورات. أوضحت خرائط التدفق أن تشكيلة المنتجات ذات الهيكل المسطح والهيكل المختلط اقتربت النسبة بينهما في استهلاك الزمن والموارد. بينما ابتعدت النسبة (معدل استهلاك الموارد) في ضوء الهيكل المعقد عن الهيكل المختلط.

بعد إجراء التحليلات الإحصائية على نتائج برنامج المحاكاة Arena يمكن بناء شجرة للقرارات Decision Tree وذلك لمساعدة المديرين على اختيار التصميم الملائم لنظام التكاليف الملائم للتطبيق في الشركة وذلك في حالة تركيزهم على عوامل نجاح أساسية معينة يجب تحقيقها وذلك في ضوء توافر شروط موقفية معينة في بيئة المنشأة

توصيات البحث:

١- يجب توجيه اهتمام الباحثين إلى تحليل ودراسة العلاقة بين هيكل التكلفة الإضافية، ومستوى التعقد في تشكيلة المنتجات، كما يجب دراسة وتقييم الرابطة بين هيكل التكلفة الإضافية وبدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة لتحديد مدى ملاءمة بدائل تصميم نظم التكاليف المختلفة من منظور اتخاذ القرار. ويمكن دراسة وتحليل تلك العلاقة استناداً إلى عدد من العوامل: تكلفة تشغيل وصيانة النظام، القدرة على توفير المعلومات الملائمة لاتخاذ القرارات المختلفة، والدافع لدى الإدارة في إدارة الطلب المتزايد على الموارد الخاصة بالشركة، وإدارة الطلب المتزايد على الموارد الخاصة بالشركة وإدارة الطاقة، التناغم والتلاؤم مع البيئة الصناعية، درجة الدقة الكلية مقاسة بحجم الخطأ في معلومات التكاليف الناتجة.

٢- في إطار النموذج الكمى لقياس تعقد العمليات/ المنتجات على التحسين في مؤشرات كفاءة أداء العمليات الصناعية، يجب التركيز على تحسين مرونة أداء العمليات الصناعية والأنشطة المرتبطة بتحقيق عوامل النجاح الأساسية للمنشأة والتي في النهاية تساهم في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمنشأة، وبناءً عليه يجب التركيز على أداء العمليات الصناعية بكفاءة على المستوى التشغيلى والتي تساهم في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمنشأة بنجاح.

٣- يجب توجيه الاهتمام لمصممى نظم التكاليف ومصممى البرامج إلى استخدام نظم المحاكاة بواسطة الحزمة البرمجية R في حل المشاكل، واتخاذ القرارات المختلفة للمنشأة، وبخاصة في الشركات العاملة في صناعة الاتصالات والبرمجيات لتطوير تلك الأدوات بما يفيد في حل المشكلات بالواقع المصرى.

٤- يجب توجيه اهتمام مديرى المنشآت في ظل بيئة الأعمال الحالية لإنشاء نظام معلومات قائم على أساس قواعد بيانات متكاملة بين نظم التصنيع، نظم محاسبة التكاليف، وقواعد بيانات خطط جدولة الإنتاج والمبيعات، وقواعد بيانات التنبؤ بالطلب توفر تلك القواعد المتكاملة البيانات الملائمة للمنشآت وإمكانية الاستفادة من بيانات القواعد المتكاملة في بناء النماذج التحاورية لحل مشاكل المنشآت، وأيضاً في إطار التنقيب عن البيانات Data mining ، والتنقيب عن العمليات Process mining المؤثرة في تحقيق الأهداف التصنيعية في استراتيجية التصنيع والتي في النهاية تساهم بقدر في تحقيق الأهداف الاستراتيجية.

٥- توجيه برامج التدريب في الشركات الصناعية المصرية إلى تغيير المفاهيم السائدة في قياس كفاءة أداء عمليات التصنيع والتي تركز على المقاييس المالية وتتجاهل المقاييس غير المالية، وأيضاً المفاهيم السائدة بعدم الربط بين الأهداف والاستراتيجيات ونظم قياس الأداء من ناحية، ونظم التكاليف المطبقة في المنشأة من ناحية أخرى والذى يؤدى إلى تعارض في الأهداف، أو انخفاض التركيز بين المستويات الإدارية المختلفة مما يؤدى إلى انخفاض في مستوى الأداء ، بالإضافة إلى ضرورة تغيير المفاهيم السائدة عن تعقد المنتج وتعقد العمليات والمرتبطة بأعداد الأجزاء المكونة للمنتج فقط، وإنما هناك عوامل أخرى مؤثرة في تعقد المنتج مثل: التنوع، التغاير، الحداثة والحساسية.

٦- توصى الباحثة بضرورة القيام بمزيد من الدراسات فى دراسة العلاقة بين هيكل التكاليف الإضافية ومستوى تعقد تصميم نظم التكاليف المختلفة، بالإضافة إلى دراسة وتحليل أسباب ومحركات وآثار السلوك غير المتماثل للتكلفة أو لزوجة التكلفة Sticky costs وانعكاس ذلك السلوك على مخرجات نظم التكاليف المختلفة من المعلومات والتي يتم استخدامها في مجال إعداد الموازنات التشغيلية.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

سعيد محمود الهلباوى، **المحاسبة الإدارية المتقدمة**، مكتبة كلية التجارة، جامعة طنطا، ٢٠١٣.

سعيد محمود الهلباوى، **بحوث العمليات في المحاسبة**، مكتبة كلية التجارة، جامعة طنطا، ٢٠١٢.

سمير رياض هلال، **دراسات في المحاسبة الإدارية**، مكتبة كلية التجارة، جامعة طنطا، ٢٠١٢.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Brinberg, Jacob, (2009_a), "The Case for Post Modern Management Accounting", Thinking outside the Box ***Journal of Management Accounting Research***, Vol. 21, Issue 1, pp. 3-18.

Brinberg, John, (2009_b), "The case for multiple methods in empirical management accounting research", ***Journal of Management Accounting Research***, supplement, pp. 33-66.

Cooper, Robin and Kaplan, Robert (1988), "Measure Cost Right, Make the Right Decisions", ***Harvard Business Review***, Vol 65, pp.96-103.

Dougadale, and Jones, 1996, "Accounting for Throuput, part 2 the Practice" , 1996, ***Management Accounting***, Vol. 74, pp. 38-42.

Drucker, Peter (1990), "The Emerging Theory of Manufacturing", ***Harvard Business Review***, Vol 68, Issue 3, pp. 94-102.

Hutchinson, Rober, (2007), "Linking Manufacturing Strategy to Product Cost: Towards Time Based Accounting", ***Management Accounting Quarterly***, Vol. 9, pp:22-30

Hutchinson, Robert (2010), "Quantify the Impact of Cost Accounting System Design on Manufacturing Performance", ***Advances in Management Accounting***, Vol. 18, pp. 81-109.

Hutchinson, Robert, (2007), "Linking Manufacturing Strategy to product Cost: Towards Time-based Accounting" ***Management Accounting Quarterly***, Vol.9, Issue 1, pp.31-42.

Kaplan, Robert (1999), "Research Opportunities in Management Accounting", ***Journal of Management Accounting Research***, Vol. 5, pp.1-14.

Labro, Eva and Vanhouche, Mario (2008), "Diversity in resource, consumption patterns and robustness of costing system to errors", ***Management Science***, Vol 54, Issue 10, pp. 1715-1750.

Labro, Eva (2015), "Using Simulation Methods in Accounting Research", ***Journal of Management Control***, Vol., 26, PP: 99-104.

Lea, Rih-Ru (2007), "Management Accounting in ERP Integrated MRP and TOC Environments", ***Industrial Management & Data Systems***, Vol. 107, No. 8, pp:1188-1203.

Lea, Rih-Ru and Fredenall, Lawerence (2002), "The Impact of Management Accounting, Product Structures Product Mix Algorithm, and Planning Horizon on Manufacturing Performance". ***International Journal of Production Economics***, Vol. 79, No. 3, pp. 279-299.

Lee, John 2005, "Cost Systems Research Perspectives", ***Advances in Management Accounting***, Vol. 11, 2003, pp.39-57.

Lee, TerryNels and Plenert Gerhard (1993), "Optimizing theory of constraints when new product alternatives exist" ***Production and Inventory Management Journal***, Vol. 34, No. 3, pp: 51-57.

Leitch, Robert (2001), "Effect of stochasticity, capacity and lead time cost drivers on WIP and Throughput in pull production environment", ***Management Accounting Research***, Vol. 12, pp.167-196.

Leitch, Robert (2001), "Effect of Stochastic, capacity, and Lead Time Cost Drivers on WIP and Throughput in Pull Production Environment", ***Management Accounting Research***, Vol. 12, No., pp.167-196.

Lubbe, Richard, and Finch, Byron (1992), "Theory of constraints and Linear programming: A comparison", **Inter*national Journal of production Research***, Vol. 30, Issue 6, pp: 1471-1478.

Pizzini, Mina (2006), "The Relation between Cost-System Design, Managers Evaluations of the Relevance and Usefulness of Cost Data and Financial Performance: An Empirical Study of US, Hospitals" ***Accounting, Organization, and Society***, Vol. 31, pp.179-210.

Fredendall, Lawerence and Gabriel, Fair "Manufacturing Complexity: A Quantitative Measure", **POMS conference, Clemson University**, USA, 2013.

Hoover, Stewart, and Perry, Ronald, (1990) "**A simulation: problem solving approach**" Addison-Wesley.

Kaplan, Robert, (1990) **Measures for manufacturing Excellence**, Harvard business School press.

Kaplan, Robert, and Cooper, Robin, (1998) **Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance**, (Boston Massachuotts: Harvard Business School press), pp. 181-201.

Kelton, David, Sadowski, Randall, and Sadowski, Deborah, (2003) "**Simulation With Arena",** Mc Graw Hill, Second edition.

Laguna, Manual and Marklund, Johan, (2005) "**Business Process Modeling, Simulation and Design**", New Jersey: Pearson Prentice Hall, Second edition

ملحق رقم (١)

حساب تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتجات المختلفة في ضوء تشكيلات المنتجات مختلفة العمق

(أ) حساب المواد الخام:

تكلفة المواد الخام يجب أن تعكس تكلفة المواد الخام للأجزاء النمطية والأجزاء غير النمطية المستخدمة في ضوء المنتجات الثلاثة (المنتج الأكثر تعقداً – متوسط التعقد – البسيط) ويمكن توضيح ذلك من الجدول التالي:

رقم الجزء	المنتج المستخدم بداخله الجزء	تكلفة الوحدة	سعر الشراء (الانحراف المعيارى)
٤١٠	C, B , A	١٢ ج	(١٠ و ١٤)
٢٤٠	A , B	١٧ ج	(١٤ و ٢٠)
٤٣٠	B , C	١٨ ج	(١٤ و ٢٢)
٢٥٠	B	٢٠ ج	(١٦ و ٢٤)
٣٤٠	C	٢٩ ج	(٢٤ ، ٣٤)
٢٧	C	٣٠ ج	(٢٥ ، ٣٠)

أولاً: حساب المواد الخام في ضوء الاحتمالات الثلاثة لتعقد تشكيلة المنتجات:

تكلفة المواد الخام في ضوء (تعقد تشكيلة المنتجات) $(MIX)_3$ $(MIX)_3$

تكلفة المواد الخام في ضوء (تشكيلة منتجات متوسطة التعقد) $(MIX)_2$ $(MIX)_2$

تكلفة المواد الخام في ضوء تشكيلة المنتجات (بسيطة التعقد / منخفضة في مستوى التعقد) $(MIX)_i$

المنتج A:

(أ) إذا كان تشكيلة المنتجات معقدة:

تكلفة المنتج (A) = تكلفة المواد الخام والأجزاء المكونة له (تكلفة المادة الخام اللازمة لتصنيع الجزء ٤١٠)

=١٢ ج

(ب) إذا كان تشكيلة المنتجات متوسطة التعقد:

تكلفة المنتج (A) = تكلفة المواد الخام والأجزاء المكونة له (تكلفة المادة)

= تكلفة الأجزاء (٤١٠ ، ٢٤٠)

= ١٢ + ١٧ =٢٩ ج

(ج) إذا كانت تشكيلة المنتجات (بسيطة / منخفضة) التعقد

= تكلفة الأجزاء والمواد الخام اللازمة (تكلفة ٤١٠ ، تكلفة ٢٤٠) = ١٢+١٧=٢٩ج

← تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتج (A) في ضوء الثلاث إحتمالات لتعقد تشكيلة المنتجات

(١) إذا كان تعقد تشكيلة المنتجات مرتفع ← ١٢ ج

(٢) إذا كان تعقد تشكيلة المنتجات متوسط ← ٢٩ ج

(٣) إذا كان تعقد تشكيلة المنتجات منخفض ← ٢٩ج

- **استنتاج**

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

على الرغم من ارتفاع التكلفة للمواد الخام والأجزاء المكونة للمنتج A إلى ٢٩ ولكن تشكيلة المنتجات كلها مع بعض منخفضة في مستوى التعقد، وتساوت مع تكلفة المواد الخام والأجزاء في ضوء التشكيلة متوسطة التعقد بينما انخفضت تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة في ضوء عالية التعقد إلى ١٢ج

المنتج B: حساب تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتج (B) في ضوء التشكيلات الثلاثة:

(أ) في حالة إذا كانت تشكيلة المنتجات معقدة:

تكلفة المنتج B = تكلفة الأجزاء اللازمة لإنتاجه وهى (٤١٠ ، ٤٣٠)

= ١٢ + ١٨ =٣٠ج

(ب) في حالة إذا كانت تشكيلة المنتجات متوسطة التعقد:

تكلفة المنتج (B) = تكلفة الأجزاء اللازمة لإنتاجه وهى (٤١٠ ، ٤٣٠ ، ٢٥٠ ، ٢٤٠) = ١٢ + ١٧+١٨

+ ٢٠ = ٦٧ ج

(ج) في حالة إذا كانت تشكيلة المنتجات منخفضة التعقد:

تكلفة المنتج B = تكلفة الأجزاء اللازمة لإنتاجه وهى (٤٣٠،٤١٠ ، ٢٥٠، ٢٤٠)

= ١٢+١٧+١٨+٢٠ = ٦٧ ج

المنتج C: حساب تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة لتصنيع المنتج (C)

(أ) في حالة إذا كان هيكل المنتجات معقدة (عميق)

تكلفة المنتج (C) تساوى تكلفة الأجزاء المكونه له (٤١٠، ٤٣٠)

= ١٢ + ١٨ = ٣٠ج

(ب) في حالة إذا كانت هيكل المنتجات متوسط التعقد

تكلفة المنتج = ت الأجزاء المكونة له = (٤١٠، ٢٤ ، ٤٣٠، ٢٥٠)

= ١٢+١٨+٢٩+٣٠ج =٨٩ج

(ج) في حال إذا كان هيكل المنتجات منخفض التعقد

تكلفة المنتج = ت الأجزاء المكونة للمنتج (٤١٠ ، ٤٣٠ ، ٢٤٠ ، ٢٥٠)

= ١٢ + ١٨+٢٩+٣٠ = ٨٩ ج

تكلفة المنتج (B) في ضوء الإحتمالات الثلاثة:

المنتج	تكلفة المواد الخام والأجزاء اللازمة		
	هيكل المنتج عميق	هيكل المنتج متوسط	هيكل المنتج مسطح / بسيط
A	١٢	٢٩	٢٩ ج
B	٣٠	٦٧	٦٧
C	٣٠	٨٩	٨٩

تكلفة المواد الخام والأجزاء في حالة هيكل المنتجات العميق

رقم البند	البند مستخدم في المنتج	كمية البند	متوسط التكلفة
٤١٠	C, B, A	٤٤٠	١٢ ج
٤٣٠	B, C	٨٠	١٨ ج
٢٧٠	C	٢٠	٣٠ج

تكلفة المواد الخام والأجزاء في حالة هيكل المنتجات متوسط العمق

رقم البند	البند مستخدم في المنتج	الكمية	متوسط التكلفة
٤١٠	A, B, C	٤٤٠	١٢ج
٤٣٠	B , C	١٠٠	١٨ ج
٢٤٠	A, B	١٨٠	١٧ ج
٢٥٠	A	٦٠	٢٠ ج
٢٧٠	C	٢٠	٣٠ ج

International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

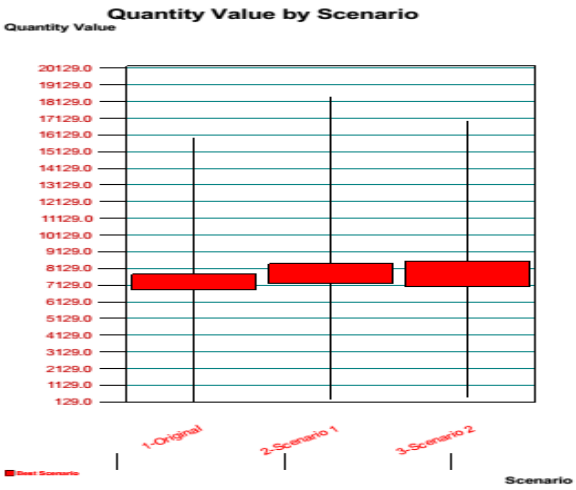
تكلفة المواد الخام والأجزاء في حالة هيكل المنتجات المسطح

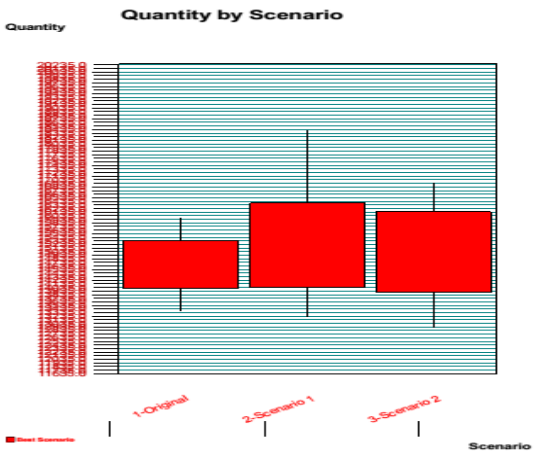
رقم البند	البند مستخدم في المنتج	كمية البند	متوسط التكلفة
٤١٠	A, B, C	٤٤٠	١٢ ج
٢٤٠	A, B	١٨٠	١٧ ج
٤٣٠	B , C	٨٠	١٨ ج
٢٥٠	B	٦٠	٢٠ ج
٣٤٠	C	٢٠	٢٩ج
٢٧٠	C	٢٠	٣٠ ج

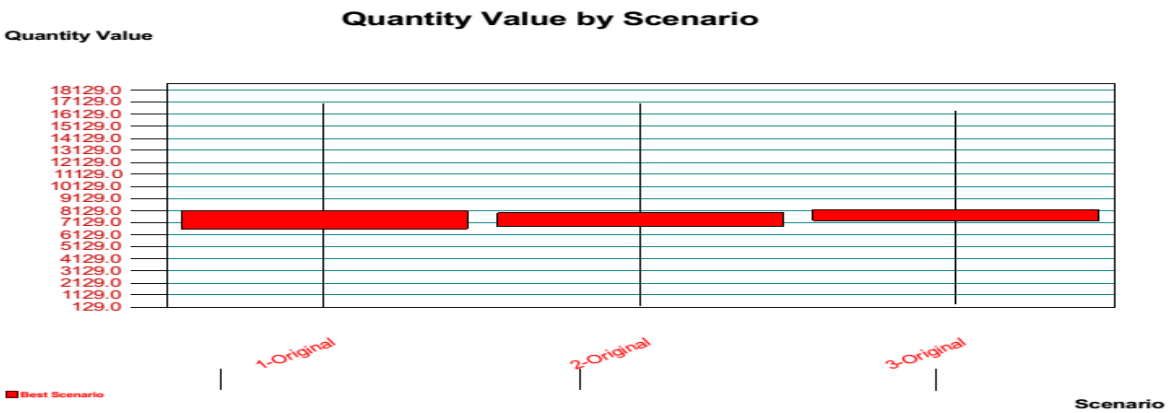
أسعار بيع المنتجات: في هذه الدراسة، يتم استنتاج سعر المنتج من السوق وحيث أنه في ضوء سوق المنافسة الكاملة لا تتدخل المنشأة في تحديد أسعار بيع المنتجات، وأسعار البيع المستخدمة في هذه الدراسة هي:

المنتج A	٢٣٠ ج
المنتج B	٣٥٠ ج
المنتج C	٨٧٠ ج

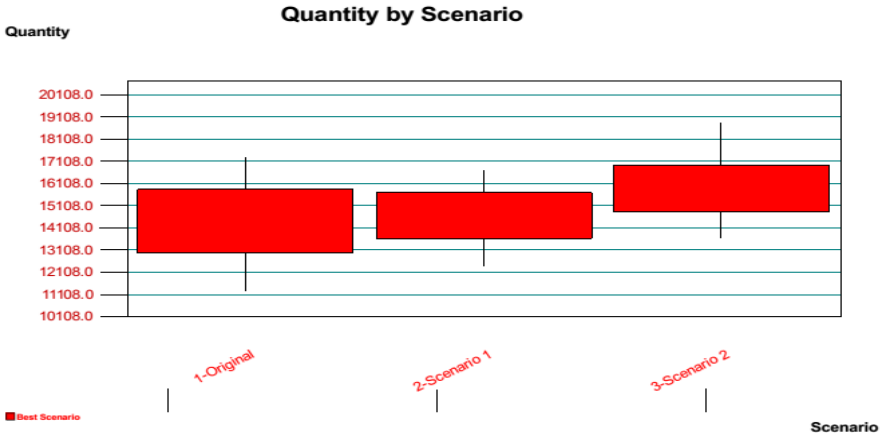
ملحق (٢)
نتائج برنامج أرينا

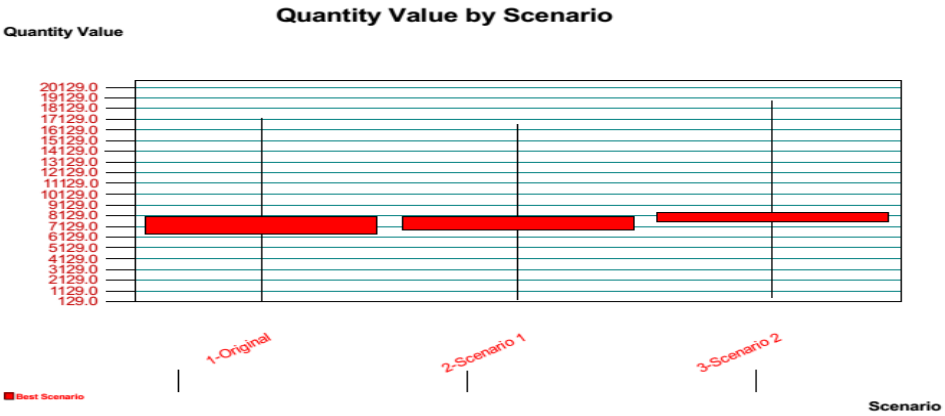


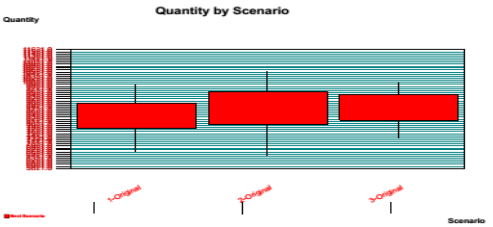


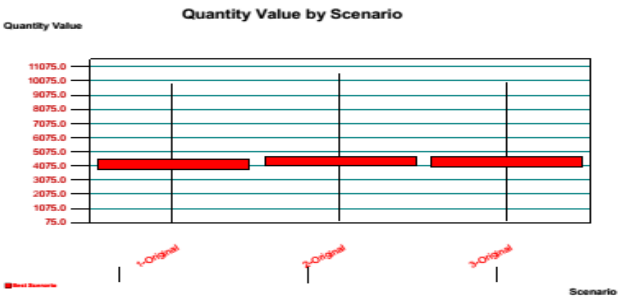


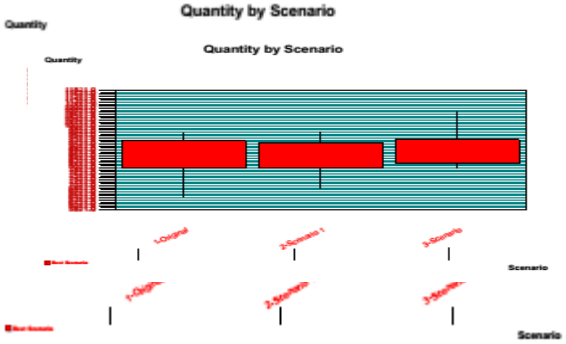
International Journal of Accounting and Management Sciences
ISSN: 2832-8175 (Special Issue – Arabic - September 2022)
https://scipubhouse.com/?page_id=1035

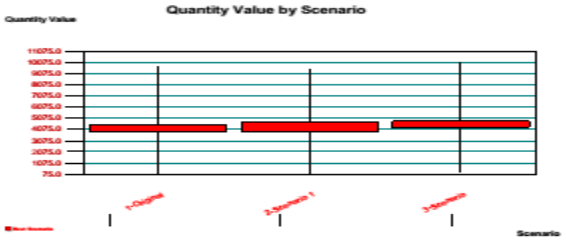


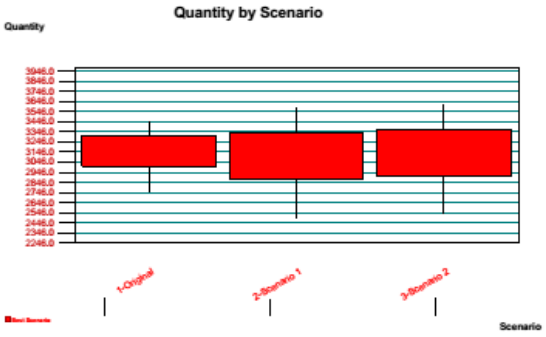


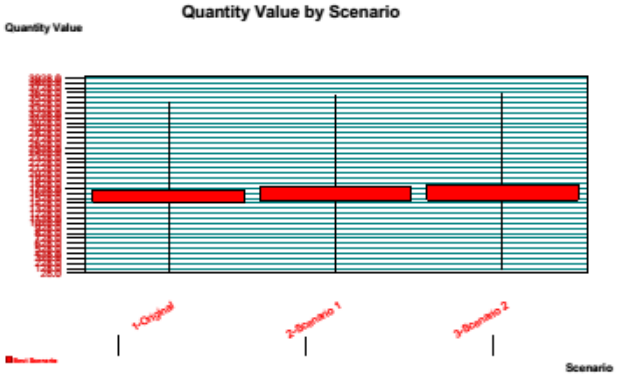


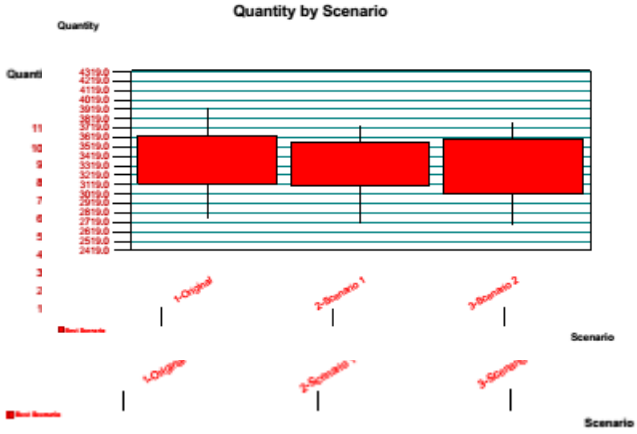


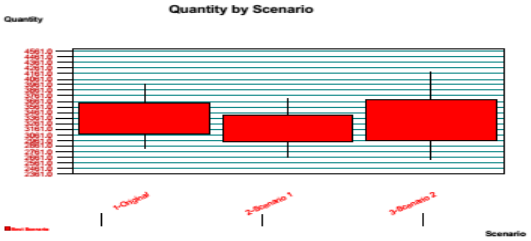


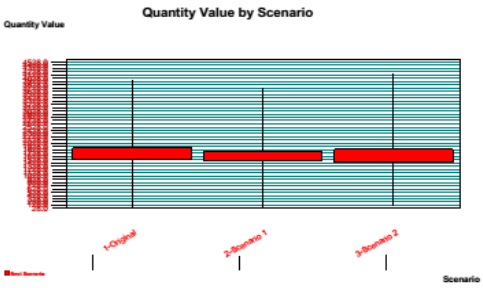


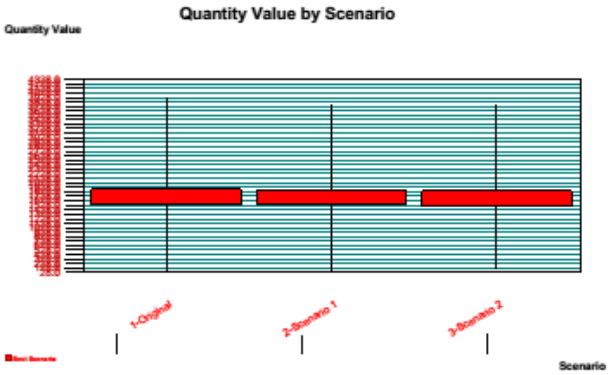

Quantity by Scenario
Quantity
Scenario


Quantity Value by Scenario
Quantity Value
Scenario


Quantity by Scenario
Quantity
Scenario


Quantity by Scenario
Quantity
Scenario


Quantity Value by Scenario
Quantity Value
Scenario


Quantity Value by Scenario
Quantity Value
Scenario