The Administration & Economic College Journal
For Economics & Administration & Financial Studies
Vol. 9,N.4, P P.256-203
ISSN PRINT 2312-7813
ISSN ONLINE 2313-1012
مجلة كلية الإدارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية
المجلد 9، العدد4، 2017 ص ص 203-256

The Design of Optimal Layout Using Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) - Applied Research in Al-M'ammon Factory / The General Company for Vegetable Oils Industry

(*) تصميم الترتيب الداخلي الأمثل باستعمال تقنية التخصيص النسبي المحوسب للتسهيلات (CRAFT)بحث تطبيقي في الشركة العامة لصناعة الزيوت النباتية – مصنع المأمون

(**) تبارك محمود شكر
(***) أ.د. ايثار عبد الهادي آل فيحان
(****) أ.م.د. احمد زيدان الشمري

Abstract

The facilities layout are among the most important of the most influential factors in the efficiency of the production system, and represents the systematic layout of the various work centers, tools, persons, and other auxiliary services within the factory. Careful selection of the technique that would be used in Re-layout, represents an important step in reaching to the optimum layout that keeps on reducing handling costs and reduce unnecessary movement of materials, as well as the regularity and functioning of the flow of materials through the facilities. The research aims to propose a new layout of (Al-M'ammon Factory / The General Company for Vegetable Oils Industry), and then re-layout according to the new propose layout by using of technique (CRAFT).

(*) بحث مستل .
(**) طالب ماجستير/ إدارة صناعية.
(**) جامعة بغداد / كلية الإدارة والاقتصاد/ مشرف اول .
(***)جامعة بغداد / كلية هندسة الخوارزمي / مشرف ثاني .

in order to reduce material handling costs for the initial layout, that reach to (63,026) dinars / day, and reducing the liner distance travelled between work centers which up to (21,778) m / day. The results proven that the new layout contributed to reducing the costs of material handling by (14,260) dinars / day, reducing material handling cost of approximately (22.6%) of the total handling cost for initial layout. As well as reduce (4,186) m / day, from the linear distance between work stations, reducing approximately (19.2%) of the total distance for initial layout .

The research found a set of conclusions. The most important weakness of the efficiency of the initial factory layout, Which turn causes the wasting and losing of a lot of time and effort jacks and persons who transfer materials, and increasing the overall time of production, is produced in the loss of the factory because of high material handling costs between work centers. This research concluded with several recommendations, the most important work on the application of the new layout, which obtained from the application of technique (CRAFT) on propose layout.

Key Words: Layout, Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, CRAFT.

المستخلص:

يعد الترتيب الداخلي للتسهيلات من بين اهم العوامل الأكثر تأثيرا في كفاءة نظام الإنتاج، ويمثل الترتيب النظامي لمختلف مراكز العمل، والآلات، والافراد، والخدمات المساعدة الأخرى في المصنع. يمثل الاختيار الدقيق للتقنية التي ستستخدم في إعادة الترتيب الداخلي، خطوة مهمة في الوصول الى الترتيب الداخلي الامثل الذي يحافظ على خفض كلف المناولة وتقليص حركة المواد غير الضرورية، فضلا عن انتظام وتسيير تدفق المواد خلال التسهيلات. يهدف البحث الى اقتراح ترتيب داخلي جديد لمصنع المأمون / الشركة العامة لصناعة الزيوت النباتية، ومن ثم إعادة الترتيب الداخلي للمصنع على وفق الترتيب الداخلي المقترح باستعمال تقنية (CRAFT)، بغية تخفيض كلف مناولة المواد للترتيب الحالي والتي تصل الى (63,026) دينار / يوم، وتقليل المسافة الخطية المقطوعة بين مراكز العمل والتي تصل الى (21,788) متر / يوم. اثبتت نتائج البحث والمتمثلة بالترتيب الداخلي الجديد ان الترتيب الداخلي الجديد ساهم في تخفيض كلفة مناولة المواد بمقدار (14260) دينار / يوم، أي ما يقارب (22.6 %) من مجموع كلف المناولة الكلية

للترتيب الحالي، فضلا عن تقليل (4186) متر / يوم، من المسافة الخطية بين مراكز العمل، أي ما يقارب (19.2 %) من مجموع المسافة الكلية للترتيب الحالي. خلص البحث الى مجموعة من الاستنتاجات، أهمها ضعف كفاءة الترتيب الداخلي الحالي للمصنع، الامر الذي يسبب هدرا وضياعا في الكثير من وقت وجهد الرافعات والافراد الذين يقومون بنقل المواد، مع زيادة الوقت الكلي للإنتاج، وينتج ذلك في خسائر للمصنع بسبب ارتفاع كلف مناولة المواد بين مراكز العمل. واختتم البحث بعدة توصيات، أهمها العمل على تطبيق الترتيب الداخلي الجديد، الذي تم الحصول عليه من تطبيق تقنية (CRAFT) على الترتيب الداخلي المقترح.

كلمات مفتاحية : الترتيب الداخلي للمصنع، تقنية التخصيص النسبي المحوسب للتسهيلات (CRAFT).

المقدمــة :

يعد الترتيب الداخلي للمصنع عصب ديمومة لكل عملية إنتاجية كونهُ يحدد الهيكل الرئيس لخط سير المواد، لذا يجب تخطيطهُ بدقة حتى تقطع المواد رحلتها خلال العمليات الصناعية المختلفة في أقصر وقت ممكن مما يؤدي إلى تحسين الإنتاج. لذا يحظى باهتمام كبير في منظمات الاعمال كافة. وان التحدي المتمثل في تحديد الترتيب الداخلي الأفضل للمصنع، هو احد العناصر المؤثرة بصورة مباشرة في اي نظام، لذلك ينبغي ان يتضمن الترتيب الداخلي للمصنع استعمال جميع الموارد المتاحة بأسلوب أمثل والاستثمار الامثل للمساحة المتاحة بهدف المساعدة على تدفق المواد خلال عملية التصنيع بسهولة وانتظام.

إن دخول التقنيات والبرمجيات في إدارة الإنتاج والعمليات، قدمت وبقوة افكاراً جديدة نشأت نتيجة التطور التقاني، وإن تطبيقها بصورة صحيحة ساهم في التخلص من القيود التقليدية التي قد تكون مفروضة على العملية الإنتاجية، ولعل من ابرز هذه التقنيات هي تقنية التخصيص النسبي المحوسب للتسهيلات (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, CRAFT)، التي تهدف الى إعادة الترتيب الداخلي للمنظمات، من اجل الحصول على امثل ترتيب داخلي للمنظمة معتمدتاً على عدد من المدخلات سيتم توضيحها لاحقاً..

(منهجية البحث)

أ- **مشكلة البحث :-** يعاني (مصنع المأمون / الشركة العامة لصناعة الزيوت النباتية) من عدم كفاءة الترتيب الداخلي والذي يمثل المشكلة الرئيسة للبحث، كونه يتسبب في ارتفاع كلف المناولة التي تصل الى (63,026) دينار / اليوم، وطول المسافة الخطية المقطوعة بين مراكز العمل والتي تصل الى (21,788) متر / يوم. وذلك لاعتماد مسارات النقل التي استخدمت مسبقا والتي لازال العمل مستند عليها، الذي ينعكس بدوره على انخفاض مستوى فاعلية النظام الداخلي المصنع.

ب- **هدف البحث :-** يهدف البحث بصورة رئيسة الى ايجاد حل فاعل وكفوء يعالج المشكلة المبحوثة، والتي يعاني منها مصنع المأمون والمتمثلة في ارتفاع كلف المناولة والتدفق المرتبك للمواد بين مراكز العمل، عن طريق :-

أولا / تقديم ترتيب داخلي مقترح للمصنع، بغية تخفيض كلف مناولة المواد وتقليل المسافة الخطية المقطوعة والاستثمار الأمثل للمساحة المتاحة، ومن ثم تخفيض وقت الانتاج الكلي.

ثانيا / تقييم الترتيب الداخلي المقترح، ومن ثم تطبيق تقنية (CRAFT) عليه.

ج- **اهمية البحث :-** يسعى هذا البحث الى المساهمة في تحسين وضع المصنع بتقليل كلف مناولة المواد والجهود المبذولة في نقلها، نظرا للعلاقة الطردية بين كلف مناولة المواد وكفاءة الترتيب الداخلي، اذ كلما كان الترتيب كفوء كانت كلف المناولة ادنى ما يمكن.

د- **التعريفات الاجرائية للبحث :-**

أولا / الترتيب الداخلي للمصنع (Layout) :- هو مسألة استراتيجية ذات تأثير اساسي في وحدات التصنيع، اذ ينطوي ترتيب المصنع على وضع الآلات والاقسام والنظام الداعم بطريقة تضمن انجاز العمل المطلوب في الوقت المحدد وتقليل مسافة نقل المواد بين محطات العمل وتخفيض كلف مناولة المواد (Dhwan et al., 2014: 1).

ثانيا / (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, CRAFT):- هي تقنية التخصيص النسبي المحوسب للتسهيلات، تمثل طريقة حسابية تستخدم في اعادة الترتيب الداخلي للمنظمات، لها ستة مدخلات رئيسة، تعتمد في اختيار الترتيب الأمثل ذو الكلفة الأقل، على ضرب مصفوفات كل من (الحمل * المسافة * الكلفة) (John et al., 2013: 1).

هـ - مجتمع وعينة البحث :- تم تطبيق البحث في الشركة العامة لصناعة الزيوت النباتية، وهي احدى الشركات الصناعية التابعة الى وزارة الصناعة والمعادن. تم اختيار مصنع المأمون كعينة للبحث. كونه من اهم وثاني اقدم واكبر مصانع الشركة اذ يمتلك مساحة واسعة جدا مقدارها (170,000 م^2). فضلا عن انتاجه اكبر عدد من المنتجات وهي (مساحيق التنظيف، المنظف السائل، الصوابين، القاصر، الشامبو، معاجين الحلاقة ومعاجين الاسنان). يوضح الجدول رقم (1) معدل نسبة الإنتاج للمصانع، ويتضح منه ان نسبة انتاج مصنع المأمون تبلغ (37,6 %) وهو ما يدعم اختيار هذا المصنع مجالا للبحث.

جدول رقم (1)

المصنع	مجموع الانتاج	مجموع منتجات الشركة	نسبة الإنتاج لكل مصنع
مصنع المأمون	**9794.355**	**26139.814**	**% 37,6**
مصنع الرشيد	**8997.141**	**26139.814**	**% 34.4**
مصنع الأمين	**6183.643**	**26139.814**	**% 23.6**
مصنع الامام علي الهادي "ع"	**1164.684**	**26139.814**	**% 4.4**

معدل نسبة انتاج كل مصنع الى المجموع الكلي لمنتجات الشركة من (2010 – 2014) [*].

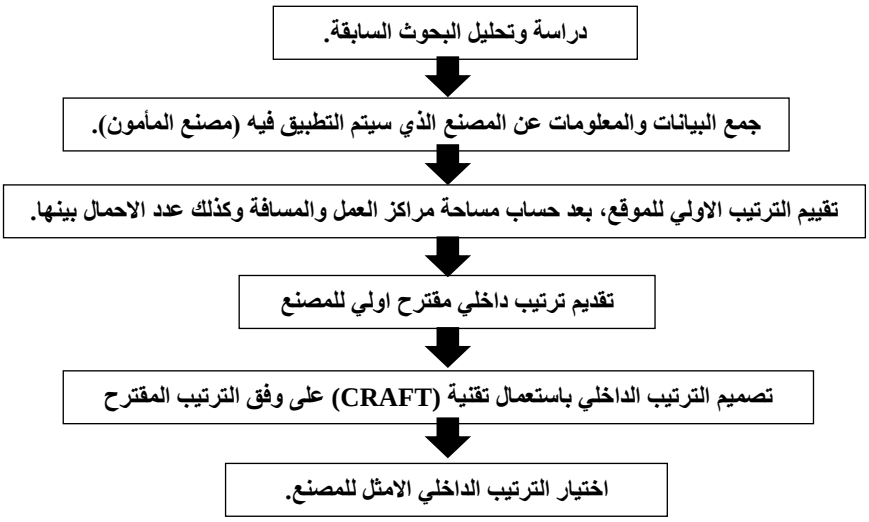
المصدر: اعداد الباحثون.

---

[*] **نسبة الإنتاج لكل المصانع = (مجموع منتجات المصنع / مجموع منتجات مصانع الشركة) * 100%.**

و- **المخطط الاجرائي للبحث :-** يوضح الشكل رقم (1) المخطط الاجرائي للبحث.

شكل رقم (1)
المخطط الاجرائي للبحث



المصدر : اعداد الباحثون.

ز- **مصادر واساليب جمع البيانات والمعلومات :-** تم الاعتماد على العديد من مصادر البيانات والمعلومات في بناء واغناء هذا البحث بجانبيه النظري والعملي. منها الكتب العربية والاجنبية، وكذلك الاطروحات والرسائل الجامعية العربية منها والاجنبية، فضلاً عن البحوث التي نشرت في دوريات محكمة علميا، في شبكة المعلومات الدولية. وكذلك المعايشة الميدانية والمقابلة الشخصية والسجلات والوثائق الرسمية في الشركة.

ح- **الأدوات المستخدمة في البحث :-** تم تصميم برنامج لعمل تقنية (CRAFT) بلغة الـ (Microsoft Visual Studio C#, NET 2013)، التي تعد الإصدار الحديث للغة البرمجية الشهيرة (سي شارب) التي انتجتها شركة (مايكروسوفت)، من اجل الوصول الى الترتيب الداخلي الامثل للمصنع، الذي يمكن من خلاله معالجة المشكلة الرئيسة للبحث. تجمع هذه اللغة البرمجية بين قوة اللغة البرمجة (C^{++}) و سهولة اللغة البرمجة (Visual Basic)، نظرا

لهذه المزايا، فقد تم تصميم برنامج (CRAFT) بإطلالة جديدة، اذ يمكنه التعامل مع (150) مركز عمل في ان واحد. على عكس البرنامج الذي اقترحه (Armour & Buffa, 1963)، الذي يمكنه التعامل مع (40) مركز عمل فقط.

إضافة الى ما تقدم، فقد تم استعمال البرنامج الجاهز (Microsoft Excel)، لاستخراج نتائج تطبيق المعادلة رقم (1) التي من خلالها تم الحصول على المسافة الخطية بين مراكز العمل بعد تحديد مركزها.

$$Rij = |Xi - Xj| + |Yi - Yj| \dots\dots (1)$$ (**Smutkupt** & **Wimonkasame**, **2009**: **1**).

اذ ان :- Rij = المسافة الخطية (Rectilinear Distance) بين مراكز العمل.

(Xi, Yi),(Xj, Yj) = مراكز الاقسام، للقسم i والقسم j على التوالي.

كذلك لاستخراج نتائج تطبيق المعادلة رقم (2) والتي عن طريقها تم الحصول على كلفة مناولة المواد بين مراكز العمل :-

$$Cost = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} Fij\ Dij\ Cij \dots\dots (2)$$ (**Abraham** & **Sasikumar**, **2013**: **4** ; **John et al.**, **2013**: **3**)

اذ ان :- n = العدد الكلي للاقسام او مراكز العمل.

i,j = الأقسام او مراكز العمل.

Fij، Dij، Cij = عدد الرحلات، المسافة وكلفة المناولة من القسم i الى القسم j على التوالي.

خ- بحوث سابقة :- أولا / بحث (Armour & Buffa, 1963)

عنوان البحث (دراسة نظرية)	**A Heuristic Algorithm and Simulation Approach to Relative Location of Facilities** **الخوارزمية التجريبية ومدخل المحاكاة لتحديد الموقع النسبي للتسهيلات**
مشكلة البحث	تمثلت مشكلة الدراسة بطول مسافة النقل بين مراكز العمل التي تؤدي الى ارتفاع كلف مناولة المواد.

هدف البحث	هدفت الدراسة الى تقديم منهجية جديدة تحدد أنماط الموقع النسبي للتسهيلات المادية، اذ قدمت برنامج محوسب تحكمه الخوارزمية التي تحدد الالية التي ينبغي ان تغير أنماط الموقع النسبي، لغرض الحصول على الأنماط التي تنجم عن كل تغيير.
عينة البحث	بغية توضيح تطبيق المنهجية المحوسبة، تم تطبيق تقنية (CRAFT) في مصنع افتراضي يتكون من (20) مركز عمل.
اهم النتائج	انخفاض كلفة مناولة المواد من (10,164) الى (7,862) دولار، أي ما يقارب (23 %) من كلفة مناولة المواد الاولية.

ثانيا / بحث (Prasad et al., 2014)

عنوان البحث	**A Typical Manufacturing Plant Layout Design Using CRAFT Algorithm** **تصميم الترتيب الداخلي النموذجي للمصنع باستعمال خوارزمية (CRAFT)**
مشكلة البحث	تدفق المواد غير المنتظم وطول المسافة بين مراكز العمل، أدى الى ارتفاع كلف مناولة المواد بين هذه المراكز.
هدف البحث	هدف البحث بصورة رئيسة الى تقليل كلف مناولة المواد الى ادنى حد ممكن، عن طريق وضع جميع خلايا العمل داخل منطقة محددة، وتصميم ترتيب داخلي جديد للمصنع باستعمال تقنية (CRAFT).
عينة البحث	مصنع يتكون من (12) مركز عمل.
اهم النتائج	اتباع تصميم الترتيب الداخلي الجديد والامثل للمصنع، كونه خفض كلف مناولة المواد من (38,717.82) دولار الى (17,714.95) دولار، اي ما يقارب (54.56 %) من مجموع كلف مناولة المواد في الترتيب الاولي.

يتوافق البحث الحالي مع البحوث المذكورة في استعمال تقنية (CRAFT)، لإعادة الترتيب الداخلي للمصنع بغية معالجة مشكلة الترتيب الداخلي المتمثلة في ارتفاع كلف مناولة المواد وطول المسافة المقطوعة بين مراكز العمل. **في حين يختلف البحث الحالي عن البحوث السابقة في الاتي :-**

أولا / تم تطبيق البحث في مصنع المأمون / الشركة العامة لصناعة الزيوت النباتية، الذي يمتلك (47) مركز عمل موزعة بين

الأقسام والمخازن، وقد تم تحديد مراكز العمل المشتركة في عملية الإنتاج والبالغ عددها (26) من مجموع (47) مركز عمل، كون مراكز المتبقية والبالغ عددها (21) لا تشترك في عملية الإنتاج. وذلك لتوقف بعض خطوط الإنتاج عن العمل، وكذلك التغيير الذي حصل في معظم المواد الأولية الداخلة في الإنتاج، وتأجير البعض منها الى مستثمر خارجي.

ثانيا / تم تصميم برنامج بلغة (Microsoft Visual Studio C#, NET 2013)، يمكنه التعامل مع (150) مركز عمل في ان واحد، يتفوق على البرنامج الذي قدمه (Armour and Buffa, 1963)، الذي يتعامل مع (40) مركز فقط. لغرض إعادة الترتيب الداخلي للمصنع.

2- الترتيب الداخلي للمصنع

أ-**مفهوم الترتيب الداخلي :-** تناولت الادبيات الخاصة في ادارة الانتاج والعمليات مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع بعدة طرائق ووجهات نظر مختلفة، يوضح الجدول رقم (2) اهم المفاهيم الخاصة بالترتيب الداخلي للمصنع.

جدول رقم (2)
اهم مفاهيم الترتيب الداخلي للمصنع.

التعريف	الباحث (المؤلف) والسنة ورقم الصفحة
يعكس اتخاذ قرار بشأن الترتيبات المادية الأفضل لجميع الموارد التي تستهلك مساحة داخل المصنع وقد تشمل هذه الموارد (مكتب أو مركز عمل او خزانة او فرد او مكتب بأكمله أو حتى قسم).	(Reid & Sanders, 2002: 283)
يشير الى ترتيب الأقسام او مراكز العمل، والآلات مع التركيز بشكل خاص على حركة العمل خلال النظام.	(Stevenson, 2009: 249)
تحديد افضل المواقع لوسائل الانتاج بما يؤمن انسيابية عملية الانتاج بكفاءة وفاعلية كما وتحديد المواقع الملائمة للأقسام الخدمية فضلا عن مناطق تخزين المواد الاولية ومخزون ما بين العمليات ومخزون المنتجات النهائية.	(الفيحان، 2011: 63)

المصدر: اعداد الباحثون بالاعتماد على المصادر المشار اليها في الجدول.

ب - الأهمية الاستراتيجية للترتيب الداخلي :- ترتيب التسهيلات غير الجيد يؤدي الى ارتفاع الكلف والى عدم كفاءة عمليات الانتاج، وبالعكس من ذلك فان تخطيط وتصميم الترتيب الداخلي المناسب يساهم في زيادة انتاجية المصنع وتقليل اوقات الانتظار (Nanthasamroeng, 2012: 1). لذلك يتوجب وضع الاقسام الضرورية مثل غرف العمليات وغرفة العناية المركزة في المستشفى قريبة من بعضها البعض، وعلى العكس من ذلك فانه لا يجب وضع بعض الاقسام متقاربة مثل وضع غرفة خزن الوقود بالقرب من غرفة اللحام في المصنع (Singh & Singh, 2015:1 ; Prasad et al., 2014: 2).

ج- اهداف الترتيب الداخلي للمصنع :- تتدرج اهداف الترتيب الداخلي للمصنع من زيادة كفاءة تدفق المواد والمعلومات وتخفيض مستوى المخزون اضافة الى تحسين بيئة العمل وروح الفرد المعنوية، وحتى تقليل وقت العملية ومن ثم تحسين مستوى خدمة الزبون ورضاه.

د- انواع الترتيب الداخلي (*)

<u>أولا / الترتيب على اساس المنتج :-</u> يناسب الترتيب على اساس المنتج استراتيجية الصنع لغرض الخزن (انظمة الانتاج المستمر والواسع والدفعة)، ذات الانتاج النمطي الواسع الحجم، اي المنظمات التي تنتج منتجات معيارية بحجوم عالية (الفيحان، 2011: 68). غالبا ما يكون هذا الترتيب على شكل خط مستقيم وقد يأخذ الترتيب احد اشكال الحروف (L او O او S او U). وقد يطلق على هذا الترتيب بخط الانتاج او خط التجميع، اذ يحدد خط التجميع بتجميع العمليات مثل تجميع الثلاجات، في حين يمكن استخدام خط الانتاج لأداء عمليات مختلفة مثل صناعة الاطارات (Krajewski et al., 2007: 315).
يتميز هذا النوع من الترتيب بانخفاض مخزون المواد بين العمليات وقصر اوقات المعالجة فضلا عن مهارات عمل منخفضة. ولكن توقف العمل في محطة ما او عطل أحد الاجزاء للآلة يؤدي الى توقف العملية بأكملها (Evans & Collier, 2007: 309).

(*) سيتم تناول مفهوم الترتيب على أساس العملية بشكل مفصل في المبحث الثاني كونه في صلب موضوع البحث.

ثانيا / الترتيب على اساس الموقع الثابت :- يستخدم هذا النوع من الترتيب عندما يتم انتاج منتجات كبيرة الحجم مثل الجسر السفن او الطائرات او المعدات الثقيلة التي لايمكن نقلها نظرا لكبر حجمها (Decarlo et al., 2013: 2).اذ يبقى المنتج ثابتا ويتم نقل جميع الموارد اللازمة لإنتاج المنتج بما في ذلك الآلات والافراد والمكونات الاخرى الى موقع المنتج (Gupta & Starr, 2014: 394). ويتم تجميع وتخزين هذه العناصر والمعدات حول المنتج لذا يطلق عليه ترتيب المشروع (Nahmias, 2009: 559). في تصميم هذا الترتيب سيتم تخصيص مناطق الموقع لمختلف المقاولين وذلك لامتلاك القدرة الكافية لتلبية جميع الاحتياجات، وامكانية استيراد وتخزين كميات كبيرة المواد، ويمكن للمقاولين الحصول على الجزء الذي يخصص لهم من المشروع دون اعاقة حركة كل منهم، فضلا عن امكانية تقليص الحركة الإجمالية للشاحنات والعربات والمواد إلى ادنى حد ممكن. يتميز هذا النوع من الترتيب بانخفاض نسبة عدد وحدات الانتاج وبتنوع عالي. ويعاب عليه بطول مدة الإنتاج وارتفاع الاستثمار في رأس المال. نتيجة نقل المواد والآلات والافراد الى موقع العمل مما يزيد من كلفة الإنتاج (Slack et al., 2004: 208 ; Chase et al., 2006: 243) و(ماجود، 2011: 59).

ثالثا / الترتيب الهجين :- يمثل الجمع بين الترتيب على اساس العملية والترتيب على اساس المنتج للاستفادة من مزايا كلا الترتيبين وذلك لان انجاز بعض الاجزاء يتطلب استخدام نظام المعالجة المتقطعة، ويتطلب انجاز البعض الاخر من الاجزاء استخدام نظام المعالجة المستمرة (Reid & Sanders, 2002: 283). يتضمن الترتيب الهجين عدة ترتيبات هجينة أهمها :-

1) **التصنيع الخلوي :-** يعكس التصنيع الخلوي اوخلايا التصنيع (Manufacturing cells) نظام تطبيق تقانة المجموعة (Group Technology, GT). تمثل خلية التصنيع مزيجا من الافراد والآلات المختلفة وظيفيا التي توضع بالقرب من بعضها البعض لتنظيم تدفق العملية وقد ترتب على شكل حرف (U) او(C) بغية السيطرة والاشراف على العمليات وعلى تدفق المواد الاولية والاجزاء تحت الصنع والمنتجات التامة الصنع. وتخصص كل خلية لمعالجة عائلة من الاجزاء او المنتجات التي تتطلب

خطوات تصنيعية متماثلة (Chen & Murata, 2010:1 ; Kumar & Ramesh,2012:1 ; Bhangale, 2013: 4).

2) **عامل واحد وعدة آلات :-** يستخدم هذا النوع من الترتيب عند حجوم انتاج منخفضة لا تستلزم عدد كبير من الافراد على الانتاج، لذا يقوم مدير الانتاج بأنشاء خط تجميع صغير يستطيع فيه الفرد العامل تشغيل عدد من الآلات المختلفة التي تتضمنها خلية التصنيع من اجل تحقيق تدفق الخط(Krajewski et al., 2013: 305-306).

3) **انظمة التصنيع المرنة :-** يتكون (Flexible FMS Manufacturing Systems,) من مجموعة من الآلات التي تتضمن السيطرة والاشراف بواسطة الحاسوب مع مناولة مواد مؤتمتة وبأستخدام الروبوت (الانسان الآلي) او آلات معالجة مؤتمتة اخرى (Stevenson, 2007: 264). وفي خط التجميع التقليدي الذي يستخدم نظام الاحزمة الناقلة الثابتة لا يسمح بتقديم مجموعة متنوعة من المنتجات لانخفاض مرونة التصنيع. لذا تستخدم الاحزمة الناقلة لنقل الاجزاء الى مساحات العمل المختلفة بواسطة المركبات المسيرة ذاتيا (Automated Guided Vehicles, AGV) اعتمادا على اوامر الحاسوب المتخصصة (Waller, 2003: 231).

<u>رابعا / الترتيب الداخلي للمكتب :-</u> يؤخذ في الاعتبار عند ترتيب المكتب، العمل المعرفي الذي يتضمن معالجة وتبادل المعلومات بين مكاتب الخدمة او ادارات المنظمة الصناعية وليس وزن الاجزاء المنقولة، لذا ينبغي وضع بعض الادارات او الاقسام قريبة من بعضها بسبب استخدام الملفات الورقية المماثلة او تبادل المستندات الاصلية بصورة متكررة (Dilworth, 1996: 238). يتعامل ترتيب المكتب مع نقل المعلومات لذا يتم نقل المعلومات من خلال محادثات الافراد التي تتم وجها لوجه، محادثات الافراد التي تجرى من خلال الهاتف او استخدام الحاسوب، اللقاء او مناقشات المجموعات والاتصال الداخلي عبر مكبرات الصوت (Haksever et al., 2000: 276).

<u>خامسا / الترتيب الداخلي للمخزن :-</u> يهدف ترتيب المخزن الى ايجاد افضل مبادلة بين كلفة المناولة ومساحة المخزن والى تقليل عدد النقلات او المسافة المطلوبة في وضع الاجزاء على رفوف المخزن ومن ثم استرجاعها لاحقا، اذ يتم وضع الاجزاء التي تتطلب السرعة في التسليم بالقرب من ارصفة التحميل

والتفريغ. وبذلك تهدف الادارة الى تعظيم الاستفادة من المساحة الكلية المكعبة اي الاستفادة من الحجم الكلي للمخزن مع تقليل جميع الكلف المرتبطة بمناولة المواد. يقلل الترتيب الفاعل للمخزن من ضرر وتلف المواد داخل المخزن، كما يؤدي استخدام الحزام الناقل او اي آلة مؤتمتة اخرى لنقل الاجزاء من و الى ارصفة التحميل والتفريغ تخفيض الوقت الذي يقضيه الافراد لنقل هذه الاجزاء يدويا (Dilworth, 2000: 228 ; Stevenson, 2005: 235).

سادسا / الترتيب الداخلي لمنفذ البيع بالتجزئة :- يهدف الترتيب الداخلي لمنفذ البيع بالتجزئة الى زيادة المبيعات وتعظيم صافي الربح عن طريق استثمار كل قدم مربع من المساحة الكلية. كما يمكن اعادة تخصيص المساحة استنادا إلى بيانات المبيعات الحالية التي تجمع من خلال شريط الماسح الضوئي عند نقطة البيع. في حين يتم وضع الاجزاء التي يسهل سرقتها في مناطق واضحة النظر للغاية (Dilworth, 2000: 227 ; Waller, 2003: 234 ; Chase et al., 2006: 245).

3- الترتيب على اساس العملية

أ- **مفهوم الترتيب على اساس العملية :-** يستخدم هذا النوع من الترتيب عند اتباع المنظمة استراتيجية انتاج بكميات قليلة وبتنوع عال للمنتج (محسن والنجار، 2012: 332). اي استراتيجية الصنع على وفق الطلب مما يستدعي استخدام ذات الآلات لإنتاج منتجات مختلفة او لتجهيز طلبيات زبائن ذات مواصفات متباينة (ال فيحان، 2011: 63). يعالج الترتيب الداخلي المستند الى العملية مجموعة متنوعة من المنتجات في وقت واحد لدعم استراتيجية تميز المنتج، ويخضع كل منتج او كل مجموعة صغيرة من المنتجات في ورشة العمل الى سلسلة مختلفة من العمليات، ويتم انتاج المنتج او الطلبية الصغيرة بنقلها من قسم الى قسم اخر بالتسلسل المطلوب لذلك المنتج (Heizer & Render, 2012: 284).

ب- **خصائص الترتيب على اساس العملية :-** يصمم ترتيب العملية لإنتاج العديد من الاجزاء المختلفة التي غالبا ما تكون حسب متطلبات الزبائن، يمتلك هذا النوع من الترتيب بعض الخصائص الفريدة وكما يأتي (Reid & Sanders, 2010: 334 ; Gaither & Frazier, 1999: 270) :-

أولا / استخدام الموارد ذات الاغراض العامة :- ينبغي ان تكون الموارد في ترتيب العملية قادرة على إنتاج العديد من المنتجات المختلفة.

ثانيا / راس مال التسهيلات أقل كثافة :- يكون ترتيب العملية أقل اتمتة، اذ عادة ما تخصص التسهيلات لإنتاج منتجات عدة.

ثالثا / مرونة عمالة عالية :- ينبغي ان يمتلك العمالة المهارة والمرونة الكافية للتغيير والتكيف بسرعة للعمليات المتعددة من اجل اداء دفعات الانتاج المتنوعة كلا على حدى.

رابعا / مرونة عالية للموارد :- يحتاج ترتيب العملية الى المرونة لتسهيل عملية اضافة او حذف المنتجات من خط الانتاج الموجود القائم، اعتمادا على الطلب في السوق.

خامسا / معدلات معالجة ابطأ :- ينتج ترتيب العملية العديد من المنتجات المختلفة، التي تستدعي تنقل اكبر بين محطات العمل مما يؤدي الى طول وقت الانتاج.

سادسا / ارتفاع كلف مناولة المواد :- ارتفاع تكاليف نقل البضائع من عملية إلى عملية أخرى.

ج- مزايا ومساوئ الترتيب على اساس العملية :- يبين الجدول رقم (3) مزايا ومساوئ هذا الترتيب.

جدول رقم (3)

اهم مزايا ومساوئ الترتيب على اساس العملية

المزايا المتحققة من الترتيب على اساس العملية	المساوئ الناجمة من الترتيب على اساس العملية
زيادة خبرة المشرفين في كل قسم نتيجة المعرفة الكافية بشأن الوظائف التي تقع تحت اشرافهم (Dilworth, 2000: 233). مع درجة عالية من المرونة فيما يتعلق بالعمل وتوزيعه على الآلات والافراد (Kumar & Suresh, 2009: 83).	طول وقت الانتاج (المدة الزمنية بين الدخول والخروج من العملية) (Kumar & Suresh, .2009: 83)
انخفاض الاستثمارات الرأسمالية والمرونة الكافية للتعامل مع التغييرات التي تحدث في مزيج المنتجات (Krajewski &	ارتفاع كلف النقل اذ ينبغي ان تنتقل المنتجات بشكل متكرر بين الاقسام (Evans & Collier, 2007: .310)

.Ritzman, 2005: 302)	
لا يؤدي بالضرورة عطل آلة واحدة الى توقف العملية بأكملها اذ يمكن تحويل العمل الى آلات اخرى في القسم (Heizer & Render, 2012: 284).	صعوبة التخطيط والرقابة على الانتاج نتيجة تعقد عمليات الجدولة في ظل استمرار تغير جداول الانتاج (الفيحان، 2001: 63).

المصدر: اعداد الباحثون بالاعتماد على المصادر المشار اليها في الجدول.

د- طرائق الترتيب على اساس العملية :- توجد العديد من الطرائق التي تستخدم في الترتيب على أساس العملية ومنها طريقة التجربة والخطأ وطريقة التخطيط النظامي للترتيب الداخلي وكذلك التقنيات المحوسبة.

4- التقنيات المحوسبة :- يوجد العديد من التقنيات المحوسبة التي تستخدم في الترتيب الداخلي للمصنع ومنها :-

أ- تقنية التخصيص النسبي المحوسب للتسهيلات (Computerized Relative Allocation of Facility Technique, CRAFT)

أولا / مفهوم تقنية (CRAFT) :- هي من اولى التقنيات المثالية المحوسبة التي تم تقديمها لتوليد تراتيب مرنة، والتي استخدمت في تصميم الترتيب الداخلي الامثل للمنظمات الانتاجية والخدمية. يطلق عليها اختصارا بأسم تقنية (CRAFT) والتي قدمت لأول مرة من قبل (Armour and Buffa, 1963) وتم تطبيقها عمليا من قبل "Buffa وArmour و Vallman عام 1964". وكذلك تدعى بالخوارزمية التجريبية المحوسبة كونها تستخدم بشكل واسع لإعادة تخصيص (توزيع) تسهيلات المصنع، اذ تبدأ مع بداية الترتيب الداخلي الاولي للمصنع (Viswanarhan, 1986: 14 ; Vaidya, 2013: 2 ; Prasad et al., 2014: 2). اي هي تقنية تبحث عن بدائل للترتيب الداخلي بصورة منهجية من اجل اعادة الترتيب بغية تخفيض كلف مناولة المواد بين مراكز العمل (Haksever, 2000: 275).

ثانيا / مدخلات تقنية (CRAFT) :- تتمثل مدخلات هذه التقنية بالاتي (John et al., 2013: 1 ; Dhawan et al., 2014: 3) :-

1) الترتيب الاولي للمصنع :- هو الترتيب الحالي للمنظمة.

2) العدد الكلي للأقسام :- يتم حساب او تحديد الاقسام المعنية في العمليات الانتاجية او الخدمية.

3) مساحة كل قسم :- من خلال قياس الطول وقياس العرض ومن ثم تحديد مركز القسم.

4) الاقسام الثابتة (عددها وموقعها) :- هي الاقسام التي يتوجب عدم تغيير موقعها لأسباب قد تتمثل بصعوبة او لربما استحالة نقلها الى مكان اخر او يتوجب بقائها لأسباب امنية.

5) كلفة النقل بين الاقسام :- تمثل الكلفة التي تعوض في المعادلة رقم (2)، للحصول على الكلفة الكلية للنقل بين مراكز العمل، في حالة عدم توفر هذه الكلف، فعادة ما يتم فرض هذه الكلف فمثلا (1 دولار بين الاقسام المتجاورة، و2 دولار بين الاقسام غير المتجاورة،.....، الخ).

6) تدفق البيانات :- وتتمثل هذه البيانات بـ :-

أ) مصفوفة المسافة (Distance Matrix) :- وهي مصفوفة توضح المسافة التي تقطعها الرحلات بين الاقسام وعادة ما تقاس بوحدات الطول (سم، م، كم، .....، الخ). تحسب هذه التقنية المسافة الخطية بين مراكز العمل، عن طريق تطبيق المعادلة رقم (1).

ب) مصفوفة التدفق (Flow Matrix) :- توضح هذه المصفوفة عدد الرحلات التي تنقل بين قسم الى اخر، وعادة ما تقاس بوحدة الحجم (غم، ك، طن، ...، الخ).

ج) مصفوفة الكلفة (Cost Matrix) :- توضح هذه المصفوفة كلف النقل بين الاقسام، اذ تحسب هذه الكلفة من خلال (المسافة × التدفق × الكلفة) كما في المعادلة رقم (2).

5- الجانب التطبيقي للبحث

يتضمن الجانب التطبيقي للبحث تقييم الترتيب الداخلي الحالي للمصنع ومن ثم اقتراح ترتيب داخلي جديد، يتم فيه إضافة مراكز عمل جديدة غير مشتركة في عملية الإنتاج، واستبعاد مراكز عمل أخرى مشتركة في الإنتاج بشكل فرضي. بهدف الاستفادة من المساحة الشاغرة وتقليل مسافة المناولة ومن ثم تخفيض كلفة مناولة المواد بين مراكز العمل. تبين من خلال المعايشة الميدانية، وجود ثلاث مراكز عمل ذات موقع متميز مستخدمة لخزن العدد وأدوات التأهيل الخاصة بالآلات، وكذلك خزن المواد العرضية (التالفة)، بالقرب من مراكز العمل الإنتاجية، لابد من استخدامها في عملية الإنتاج كونها قريبة من مراكز العمل

الإنتاجية. فضلا عن طول المسافة المقطوعة بين مركز العمل (مخزن رقم 6) والأقسام الإنتاجية، ومركز العمل (مخزن رقم 26) مبتعد أيضا وكلاهما يستخدم كثيرا من قبل الأقسام الإنتاجية، ويلاحظ أيضا ان موقع مركز العمل (مخزن رقم 12) الذي تخزن فيه مواد العدد والتأهيل قريب جدا من اغلب الأقسام الإنتاجية، ومركز العمل (مخزن رقم 9) قريب جدا من مركز العمل (قسم انتاج الصوابين)، لكنه مستخدم لخزن المواد العرضية (التالفة)، إضافة الى مركز العمل (مخزن رقم 10) الذي تخزن فيه مواد بلاستيكية قديمة (رصيد مواد). يوضح الجدول رقم (4) مراكز العمل غير المستخدمة في عملية الإنتاج والمستخدمة في الإنتاج التي ستحل بدلا عنها.

جدول رقم (4)

تغيير مراكز العمل وفقا للترتيب المقترح (*)

مركز العمل المستبعد (القديم)	المحور الاحداثي القديم	مركز العمل المضاف (الجديد)	المحور الاحداثي الجديد لمركز العمل القديم
مخزن رقم (6)	(289، 12)	مخزن رقم (10)	(199، 192)
مخزن رقم (22 أ)	(319، 310)	مخزن رقم (9)	(236، 118)
مخزن رقم (26)	(311، 398)	مخزن رقم (12)	(328، 284)
مخزن رقم (19)	(69، 242)	مخزن (22 أ)	(319، 310)
مخزن رقم (10)	(199، 192)	مخزن رقم (6)	(289، 12)
مخزن رقم (9)	(236، 118)	مخزن رقم (19)	(69، 242)
مخزن رقم (12)	(328، 284)	مخزن رقم (26)	(311، 398)

المصدر: اعداد الباحثون.

(*) أي سيتم نقل محتويات مركز العمل المستبعد (القديم) الى مركز العمل المضاف بشكل فرضي وتسمية مركز العمل المضاف باسم مركز العمل القديم، ومن ثم تقييم الترتيب الاولي المقترح وبعدها سيتم إعادة الترتيب الداخلي للمصنع وفقا للترتيب المقترح (الفرضي).

أ- تقييم الترتيب الداخلي الحالي للمصنع :- يقدم الشكل رقم (2) خارطة المصنع، وتمثل الترتيب الداخلي الحالي للمصنع.

شكل رقم (2) الترتيب الداخلي الحالي للمصنع

المصدر : قسم المشاريع

يقدم الجدول رقم (5) مركز مراكز العمل وحساب المسافة الخطية بينها وفقا للترتيب الحالي عن طريق تطبيق المعادلة رقم (1).

جدول رقم (5)

المسافة الخطية بين مراكز العمل

من / الى	مركز مراكز العمل وتطبيق المعادلة	المسافة الخطية بينها
من مخزن رقم (5) الى قسم انتاج الزاهي	(392 ، 65) ، (531 ، 147) = |392 –531| +|65 –147|	221 م. وهكذا لبقية الخلايا.
من مخزن رقم (5) الى قسم انتاج المنظفات	(392 ، 65) ، (398 ، 311)	252 م.
من مخزن رقم (6) الى قسم انتاج الزاهي	(289، 12)، (531، 147) =	377 م.
من مخزن رقم (6) الى قسم انتاج لمستحضرات	(289، 12)، (494، 143) =	336 م.
من مخزن رقم (6) الى قسم انتاج الشامبو	(289، 12)، (553، 178) =	430 م.
من مخزن رقم (6) الى قسم انتاج الصوابين	(289، 12)، (308 ، 138) =	145 م.
من مخزن رقم (6) الى قسم انتاج المنظفات	(289 ، 12)، (398 ، 311) =	408 م.
من مخزن رقم (11) الى قسم انتاج القاصر	(116 ، 201)، (486 ، 28) =	543 م.
من مخزن رقم (11) الى قسم انتاج الزاهي	(116، 201)، (531، 147) =	469 م.
من مخزن رقم (11) الى قسم انتاج الصوابين	(116، 201)، (308، 138) =	255 م.
من مخزن رقم (11) الى قسم انتاج المنظفات	(116، 201)، (398، 311) =	392 م.

من مخزن رقم (13) الى قسم انتاج المستحضرات	(244، 242)، (494، 143) =	349 م.
من مخزن رقم (13) الى قسم انتاج الشامبو	(244، 242)، (553، 178) =	373 م.
من مخزن رقم (13) الى قسم انتاج الصوابين	(244، 242)، (308، 138) =	168 م.
من مخزن رقم (13) الى قسم انتاج المنظفات	(244، 242)، (398، 311) =	223 م.
من مخزن رقم (14) الى قسم انتاج المستحضرات	(269، 284)، (494، 143) =	366 م.
من مخزن رقم (14) الى قسم انتاج الشامبو	(269، 284)، (553، 178) =	390 م.
من مخزن رقم (14) الى قسم انتاج الصوابين	(269، 284)، (308، 138) =	185 م.
من مخزن رقم (14) الى قسم انتاج المنظفات	(269، 284)، (398، 311) =	156 م.
من مخزن رقم (15) الى قسم انتاج الزاهي	(207، 242)، (531، 147) =	419 م.
من مخزن رقم (15) الى قسم انتاج المستحضرات	(207، 242)، (494، 143) =	386 م.
من مخزن رقم (15) الى قسم انتاج الشامبو	(207، 242)، (553، 178) =	410 م.
من مخزن رقم (15) الى قسم انتاج المنظفات	(207، 242)، (398، 311) =	260 م.
من مخزن رقم (16) الى قسم انتاج الزاهي	(206، 284)، (531، 147) =	462 م.
من مخزن رقم (16) الى قسم انتاج الصوابين	(206، 284)، (308، 138) =	248 م.
من مخزن رقم (17) الى قسم الكبرتة	(139، 242)، (502، 212) =	393 م.
من مخزن رقم (17) الى قسم انتاج المستحضرات	(139، 242)، (494، 143) =	454 م.
من مخزن رقم (17)	(139، 242)، (398، 311) =	328 م.

الى قسم انتاج المنظفات		
من مخزن رقم (18) الى قسم انتاج الزاهي	(161، 307)، (531، 147) =	530 م.
من مخزن رقم (18) الى قسم انتاج الشامبو	(161، 307)، (553، 178) =	521 م.
من مخزن رقم (19) الى قسم انتاج المستحضرات	(69، 242)، (494 ، 143) =	524 م.
من مخزن رقم (19) الى قسم انتاج الشامبو	(69، 242)، (553 ، 178) =	548 م.
من مخزن رقم (19) الى قسم انتاج الصوابين	(69، 242)، (308 ، 138) =	343 م.
من مخزن رقم (19) الى قسم انتاج المنظفات	(69، 242)، (398 ، 311) =	398 م.
من مخزن رقم (20) الى قسم انتاج البلاستك	(206، 311) ، (456 ، 69) =	492 م.
من مخزن رقم (20) الى قسم انتاج الزاهي	(206، 311)، (531، 147) =	489 م.
من مخزن رقم (21) الى قسم انتاج القاصر	(206، 330)، (486، 28) =	582 م.
من مخزن رقم (21) الى قسم انتاج الزاهي	(206، 330)، (531، 147) =	508 م.
من مخزن رقم (21) الى قسم انتاج المستحضرات	(206، 330)، (494، 143) =	475 م.
من مخزن رقم (21) الى قسم انتاج الشامبو	(206، 330)، (553، 178) =	499 م.
من مخزن رقم (21) الى قسم انتاج الصوابين	(206، 330)، (308، 138) =	294 م.
من مخزن رقم (25) الى قسم انتاج المستحضرات	(339، 398)، (494، 143) =	410 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج البلاستك	(311، 398) ، (456 ، 69) =	474 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج القناني	(311، 398)، (537، 178) =	446 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج القاصر	(311، 398)، (486 ، 28) =	545 م.

من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج الزاهي	(311، 398)، (531، 147) =	471 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج المستحضرات	(311، 398)، (494، 143) =	438 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج الشامبو	(311، 398)، (553، 178) =	462 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج الصوابين	(311، 398)، (308، 138) =	263 م.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج المنظفات	(311، 398)، (398، 311) =	174 م.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم انتاج القاصر	(456 ، 69)، (486 ، 28) =	71 م.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم انتاج الزاهي	(456 ، 69)، (531 ، 147) =	153 م.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم انتاج الشامبو	(456 ، 69)، (553 ، 178) =	206 م.
من قسم الكبرتة الى قسم انتاج الزاهي	(502، 212)، (531، 147) =	94 م.
من قسم الكبرتة الى قسم انتاج المنظفات	(502، 212)، (398، 311) =	203 م.
من قسم انتاج القناني الى قسم انتاج القاصر	(537، 178) ، (486 ، 28) =	201 م.
من قسم انتاج القاصر الى المخزن النهائي رقم(2)	(486 ، 28) ، (525 ، 63) =	74 م.
من قسم انتاج الزاهي الى المخزن النهائي رقم (2)	(531 ، 147)، (525 ، 63) =	90 م.
من قسم انتاج المستحضرات الى المخزن الهائي رقم (2)	(494 ، 143)، (525 ، 63) =	111 م.
من قسم انتاج الشامبو الى المخزن النهائي رقم(2)	(553 ، 178)، (525 ، 63) =	143 م.
من قسم انتاج الصوابين الى المخزن النهائي رقم	(308، 138)، (319، 310) =	183 م.

(22 أ)		
من قسم انتاج المنظفات الى المخزن النهائي رقم (22 ب)	(398، 311)، (319، 330) =	98 م.

المصدر: اعداد الباحثون.

يوضح الجدول رقم (6) حساب كلف مناولة المواد بين مراكز العمل وفقا للترتيب الحالي عن طريق تطبيق المعادلة رقم (2).

جدول رقم (6)

المسافة والكلف النهائية للترتيب الحالي (*)

1- قسم انتاج القاصر				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (11) الى قسم الانتاج	543 م.	2	1 د. / م.	1086 د.
من مخزن رقم (20) الى قسم انتاج البلاستك	492 م.	2	1 د. / م.	984 د.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم الانتاج	71 م.	3	1 د. / م.	213 د.
من مخزن رقم (21) الى قسم الانتاج	582 م.	2	1 د. / م.	1164 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	545 م.	4	1 د. / م.	2180 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج القناني	446 م.	2	1 د. / م.	892 د.
من قسم انتاج	201 م.	1	1 د. / م.	201 د.

(*) تم بناء مصفوفة الرحلة استنادا الى المقابلة التي أجريت مع مديرو ومهندسو الأقسام، عن احتياجها للمواد الاولية التي تستخدم في الانتاج الفعلي اليومي وكمية المخرجات الفعلية التي ينتجها كل قسم وتنقلها الرافعة (رحلة / يوم).

القناني الى قسم الانتاج				
من قسم الانتاج الى مخزن المنتجات النهائية رقم (2)	74 م.	10	1 د. / م.	740 د.
مجموع المسافة والكلف	2954 متر			7460 دينار
2- قسم انتاج الزاهي				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (5) الى قسم الانتاج	221 م.	1	1 د. / م.	221 د.
من مخزن رقم (6) الى قسم الانتاج	377 م.	1	1 د. / م.	377 د.
من مخزن رقم (11) الى قسم الانتاج	469 م.	2	1 د. / م.	938 د.
من مخزن رقم (15) الى قسم الانتاج	419 م.	2	1 د. / م.	838 د.
من مخزن رقم (16) الى قسم الانتاج	462 م.	1	1 د. / م.	462 د.
من مخزن رقم (17) الى قسم الكبرتة	393 م.	2	1 د. / م.	786 د.
من قسم الكبرتة الى قسم الانتاج	94 م.	1	1 د. / م.	94 د.
من مخزن رقم (18) الى قسم الانتاج	530 م.	1	1 د. / م.	530 د.
من مخزن رقم (20) الى قسم الانتاج	489 م.	2	1 د. / م.	978 د.
من مخزن رقم	508 م.	2	1 د. / م.	1016 د.

(21) الى قسم الانتاج				
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	471 م.	2	1 د. / م.	942 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج البلاستك	474 م.	3	1 د. / م.	1422 د.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم الانتاج	153 م.	4	1 د. / م.	612 د.
من قسم الانتاج الى مخزن المنتجات النهائية رقم (2)	90 م.	10	1 د. / م.	900 د.
مجموع المسافة والكلف	5150 متر			10116 دينار
3- قسم انتاج غسول الشعر (الشامبو)				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (6) الى قسم الانتاج	430 م.	5	1 د. / م.	2150 د.
من مخزن رقم (13) الى قسم الانتاج	373 م.	3	1 د. / م.	1119 د.
من مخزن رقم (14) الى قسم الانتاج	390 م.	3	1 د. / م.	1170 د.
من مخزن رقم (15) الى قسم الانتاج	410 م.	4	1 د. / م.	1640 د.
من مخزن رقم (18) الى قسم الانتاج	521 م.	1	1 د. / م.	521 د.
من مخزن رقم(19) الى قسم الانتاج	548 م.	1	1 د. / م.	548 د.

من مخزن رقم (21) الى قسم الانتاج	499 م.	3	1 د. / م.	1497 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	462 م.	5	1 د. / م.	2310 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم انتاج البلاستك	474 م.	3	1 د. / م.	1422 د.
من قسم انتاج البلاستك الى قسم الانتاج	206 م.	2	1 د. / م.	412 د.
من قسم الانتاج مخزن المنتجات النهائية رقم (2)	143 م.	5	1 د. / م.	715 د.
مجموع المسافة والكلف	4456 متر			13504 دينار
4- قسم انتاج المستحضرات				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (6) الى قسم الانتاج	336 م.	6	1 د. / م.	2016 د.
من مخزن رقم (13) الى قسم الانتاج	349 م.	4	1 د. / م.	1396 د.
من مخزن رقم (14) الى قسم الانتاج	366 م.	2	1 د. / م.	732 د.
من مخزن رقم (15) الى قسم الانتاج	386 م.	6	1 د. / م.	2316 د.
من مخزن رقم (17) الى قسم الانتاج	454 م.	1	1 د. / م.	454 د.
من مخزن رقم(19) الى قسم	524 م.	2	1 د. / م.	1048 د.

الانتاج				
من مخزن رقم (21) الى قسم الانتاج	475 م.	2	1 د. / م.	950 د.
من مخزن رقم (25) الى قسم الانتاج	410 م.	2	1 د. / م.	820 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	438 م.	6	1 د. / م.	2628 د.
من قسم الانتاج مخزن المنتجات النهائية رقم (2)	111 م.	4	1 د. / م.	444 د.
مجموع المسافة والكلف	3849 متر			12804 دينار
5- قسم انتاج الصوابين				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (6) الى قسم الانتاج	145 م.	4	1 د. / م.	580 د.
من مخزن رقم (11) الى قسم الانتاج	255 م.	2	1 د. / م.	510 د.
من مخزن رقم (13) الى قسم الانتاج	168 م.	4	1 د. / م.	672 د.
من مخزن رقم (14) الى قسم الانتاج	185 م.	2	1 د. / م.	370 د.
من مخزن رقم (16) الى قسم الانتاج	248 م.	1	1 د. / م.	248 د.
من مخزن رقم (19) الى قسم الانتاج	343 م.	2	1 د. / م.	686 د.
من مخزن	294 م.	1	1 د. / م.	294 د.

رقم(21) الى قسم الانتاج				
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	263 م.	4	1 د. / م.	1052 د.
من قسم الانتاج الى مخزن المنتجات النهائية رقم (22أ)	183 م.	24	1 د. / م.	4392 د.
مجموع المسافة والكلف	2084 متر			8804 دينار
6- قسم انتاج المنظفات				
مسار (التدفق) المواد	المسافة	الرحلة	كلفة النقل	الكلفة الكلية
من مخزن رقم (5) الى قسم الانتاج	252 م.	1	1 د. / م.	252 د.
من مخزن رقم (6) الى قسم الانتاج	408 م.	2	1 د. / م.	816 د.
من مخزن رقم (11) الى قسم الانتاج	392 م.	2	1 د. / م.	784 د.
من مخزن رقم (13) الى قسم الانتاج	223 م.	4	1 د. / م.	892 د.
من مخزن رقم (17) الى قسم الانتاج	328 م.	1	1 د. / م.	328 د.
من مخزن رقم (17) الى قسم الكبرتة	393 م.	5	1 د. / م.	1965 د.
من قسم الكبرتة الى قسم الانتاج	203 م.	1	1 د. / م.	203 د.
من مخزن رقم (14) الى قسم الانتاج	156 م.	1	1 د. / م.	156 د.
من مخزن رقم(15) الى قسم	260 م.	1	1 د. / م.	260 د.

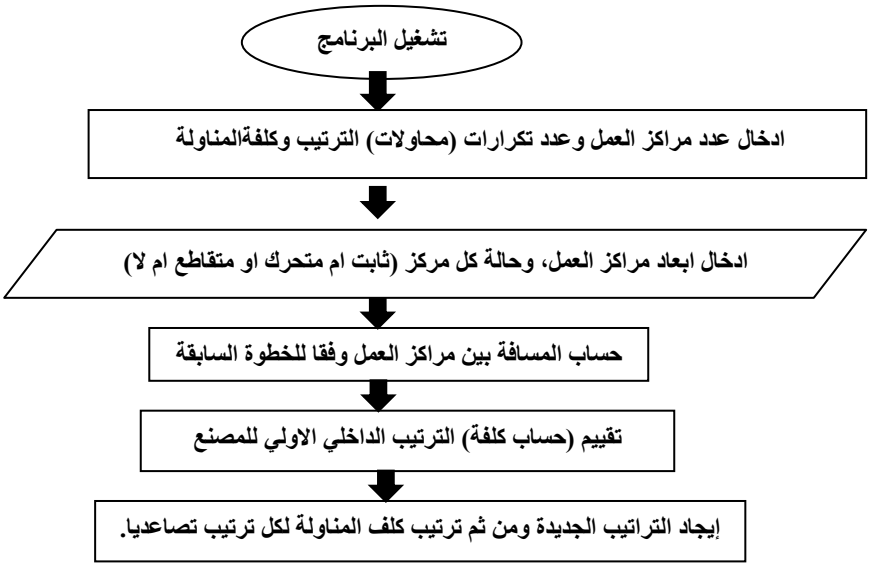
الانتاج				
من مخزن رقم(19) الى قسم الانتاج	398 م.	2	1 د. / م.	796 د.
من مخزن رقم (26) الى قسم الانتاج	174 م.	6	1 د. / م.	1044 د.
من قسم الانتاج الى مخزن المنتجات النهائية رقم(22 ب)	98 م.	29	1 د. / م.	2842 د.
مجموع المسافة والكلف	3285 متر			10338 دينار
المجموع	**21778 متر**			**63026 دينار**

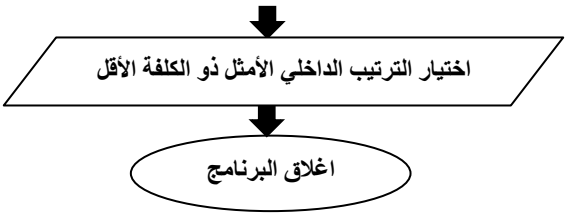
المصدر: اعداد الباحثون.

يتبين من الجدول رقم (6) ان المسافة الخطية المقطوعة بين مراكز العمل (21,778) متر / اليوم، وان الكلفة النهائية لمناولة المواد للترتيب الحالي (63,026) دينار / اليوم.

ب- تصميم وتطبيق تقنية (CRAFT) :- يوضح الشكل رقم (3) خطوات عمل تقنية (CRAFT) وفقا للغة (Microsoft Visual Studio C#, NET 2013)، التي تم تصميم البرنامج من خلالها.

شكل رقم (3)
عمل تقنية (CRAFT) وفقا للغة (Microsoft Visual Studio C#, NET 2013)





المصدر: اعداد الباحثون.

أولا / تقييم الترتيب الداخلي المقترح باستعمال تقنية (CRAFT)

1) مدخلات تقنية (CRAFT) :- يقدم الشكل رقم (4) الترتيب الداخلي المقترح للمصنع، في حين يقدم الجدول رقم (7) وظيفة ومساحة مراكز العمل المشتركة في عملية الإنتاج. علما ان عدد مراكز العمل (الأقسام الإنتاجية) المشتركة في الإنتاج (9) اقسام من مجموع (13) قسم، وعدد مراكز العمل (المخازن) المشتركة في الانتاج (17) مخزن من مجموع (34) مخزن، وبذلك يكون المجموع الكلي لمراكز العمل (47) مركز عمل [*].

[*] **تم تحديد واختيار مراكز العمل المشتركة فقط في عملية الإنتاج، والبالغ عددها (26) مركز عمل من مجموع (47).**

شكل رقم (4) الترتيب الداخلي المقترح للمصنع

جدول رقم (5)
مساحة ووظيفة مراكز العمل وفقا للتغيير

مراكز العمل المشتركة في الانتاج		
مركز العمل	الوظيفة	المساحة / م^2
قسم انتاج القاصر.	انتاج القاصر.	360 م^2
قسم انتاج الزاهي.	انتاج الزاهي.	1450 م^2.
قسم انتاج غسول الشعر (الشامبو).	انتاج الشامبو.	300 م^2.
قسم انتاج مستحضرات التجميل.	انتاج معاجين الحلاقة والاسنان.	975 م^2.
قسم انتاج الصابون.	انتاج الصابون.	1518 م^2.
قسم انتاج مساحيق التنظيف.	انتاج المنظفات.	6750 م^2.
قسم الكبرتة (السلفنة).	انتاج حامض السلفونيك.	950 م^2.
قسم انتاج البلاستك.	انتاج قناني مختلفة واغطية متنوعة الحجم.	1085 م^2.
قسم صنع القناني.	انتاج عبوة (بطل) سعة 2 لتر.	300 م^2.
مخزن رقم (2)	خزن المنتجات النهائية للقاصر والزاهي والشامبو ومستحضرات التجميل.	1558 م^2.
مخزن رقم (5)	خزن الكارتون (تعبئة وتغليف).	836 م^2.
مخزن رقم (6)	خزن العطور والصبغات.	900 م^2.
مخزن رقم (11)	خزن الكارتون (تعبئة وتغليف).	1908 م^2.
مخزن رقم (13)	خزن مواد كيمياوية.	1500 م^2.
مخزن رقم (14)	خزن مواد كيمياوية.	931 م^2.
مخزن رقم (15)	خزن مواد كيمياوية.	1375 م^2.
مخزن رقم (16)	خزن مواد كيمياوية.	1045 م^2.
مخزن رقم (17)	خزن مواد كيمياوية.	1500 م^2.
مخزن رقم (18)	خزن مواد كيمياوية.	1188 م^2.
مخزن رقم (19)	خزن مواد كيمياوية.	1140 م^2.
مخزن رقم (20)	خزن مواد بلاستيكية.	1045 م^2.
مخزن رقم (21)	خزن الكارتون (تعبئة وتغليف).	1045 م^2.

مخزن رقم (22 أ)	**خزن المنتجات النهائية للصابون.**	**594 م^2.**
مخزن رقم (22 ب)	**خزن المنتجات النهائية لمساحيق التنظيف.**	**1140 م^2.**
مخزن رقم (25)	**خزن مواد بلاستيكية.**	**1098 م^2.**
مخزن رقم (26)	**خزن مواد بلاستيكية.**	**950 م^2.**

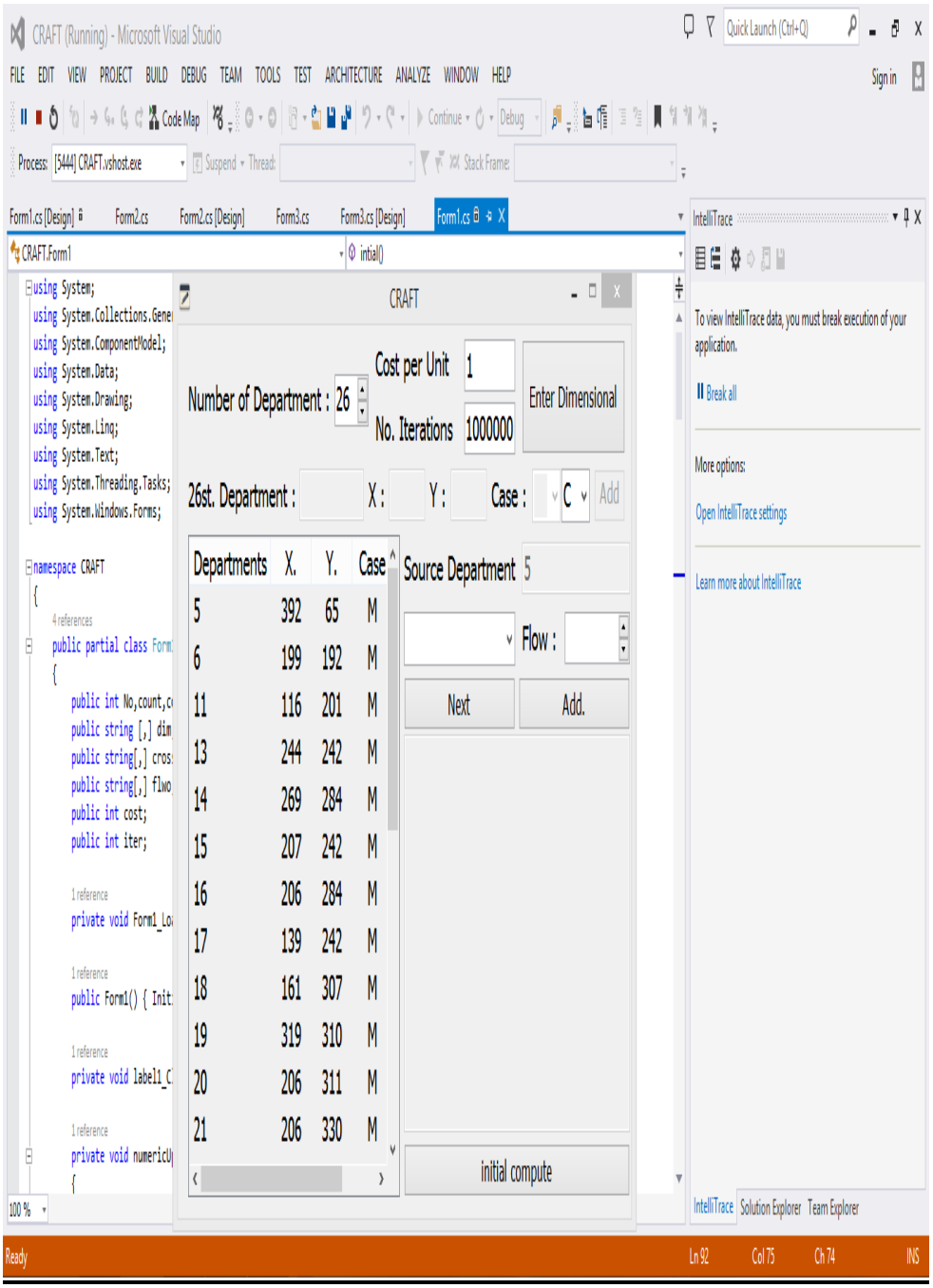
المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى بيانات كل مركز عمل والى ادارة المخازن.

عند تشغيل البرنامج وادخال البيانات الخاصة بمدخلات (CRAFT)، ستظهر الواجهة الاتية كما في الشكل رقم (5)، ويتضح منه ان عدد مراكز العمل المستخدمة في الإنتاج (26)، وكلفة المناولة بين مراكز العمل (1) دينار / متر. اما عدد مراكز العمل الثابتة، فقد تم تحديدها بالأقسام الإنتاجية التسعة وكذلك المخزن النهائي رقم (2) ورقم (22 ب)، فضلا عن تحديد مركز مراكز العمل، وتحديد عدد الرحلات بين مراكز العمل. علما انه قد تم تحديد عدد التكرارات (المحاولات) = 1,000,000 مرة [1].

[1] تم تحديد عدد المحاولات = 1,000,000 مرة، وذلك لان أي زيادة في عدد المحاولات فوق هذا الرقم لا يحقق انخفاض في كلفة النقل بل العكس.

شكل رقم (5)

مدخلات تقنية (CRAFT) في البرنامج على وفق الترتيب المقترح

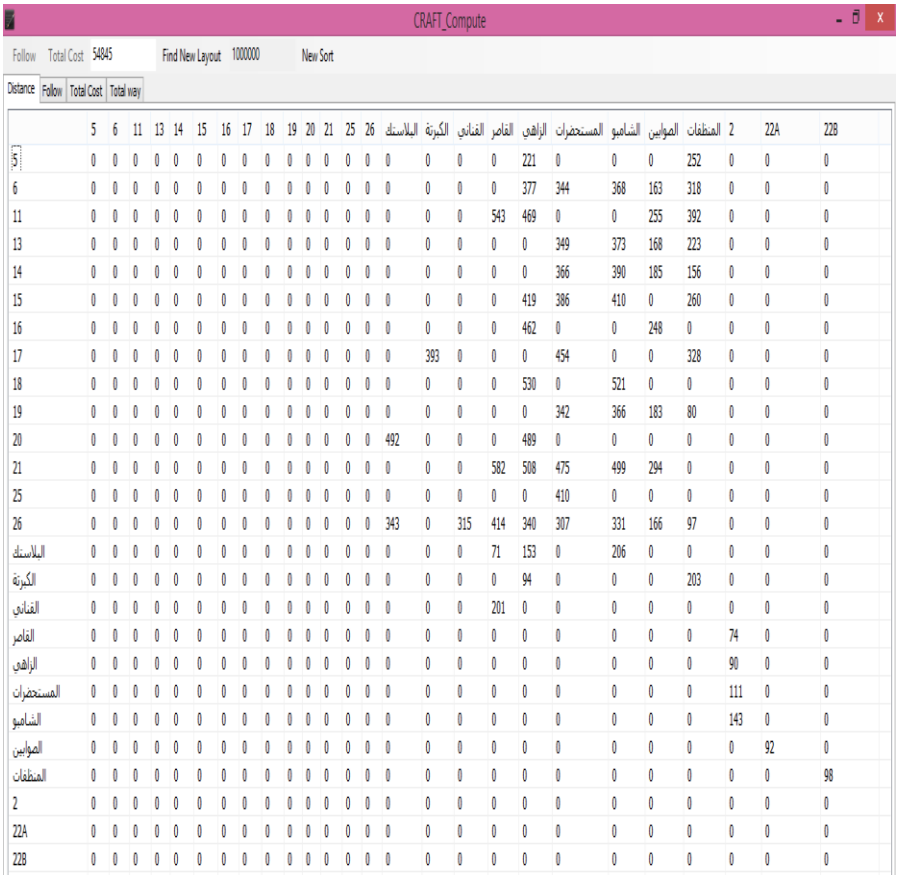


المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT)

ثانيا / تقييم الترتيب الداخلي المقترح للمصنع باستعمال تقنية (CRAFT) :- يتم الضغط على (Initial Compute) والموضحة في الشكل رقم (5) لبدء عمل البرنامج. اذ ستظهر الواجهات الاتية :-

1) **مصفوفة المسافة :-** يوضح الشكل رقم (6) مصفوفة المسافة الخطية المقطوعة بين مراكز العمل للترتيب المقترح داخل البرنامج، والتي تم الحصول عليها نتيجة تطبيق المعادلة رقم (1) التي يتضمنها البرنامج. يمثل الرقم في اعلى يسار الشكل رقم (6) تقييم الكلفة الكلية للترتيب المقترح والتي تساوي (54,845) دينار / يوم.

شكل رقم (6)
مصفوفة المسافة بين مراكز العمل للترتيب المقترح باستعمال برنامج (CRAFT)

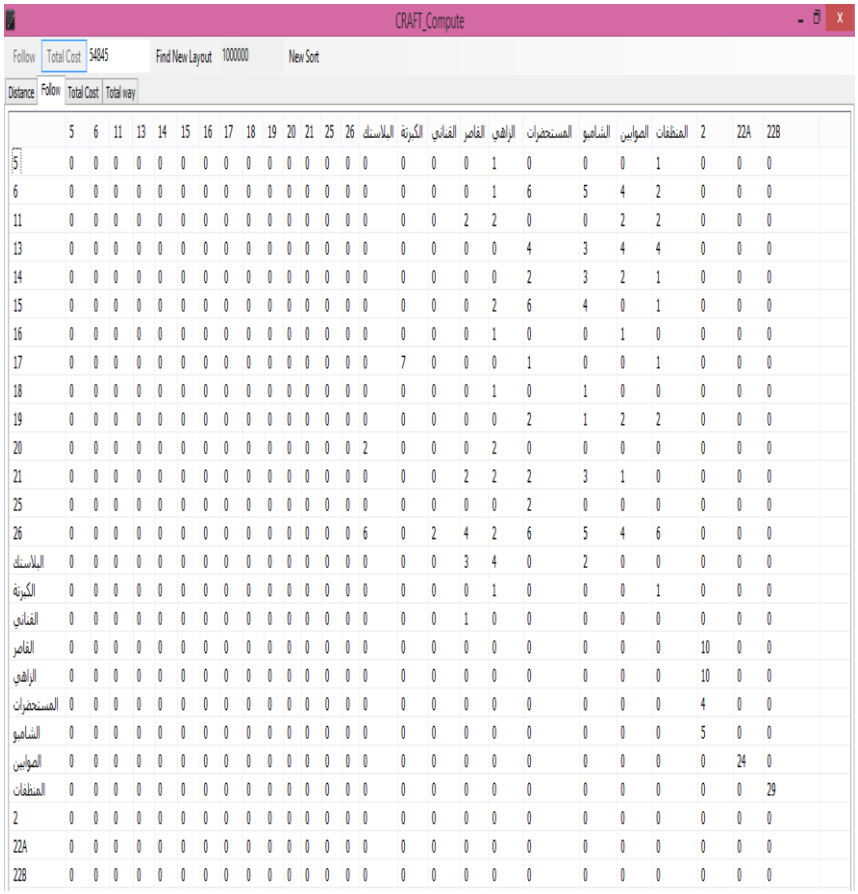


	5	6	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	25	26	البلاستك	الكيرتة	الغنادي	القاصر	الراهي	المستحضرات	الشامبو	الصوابين	المنظفات	2	22A	22B
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	0	0	0	252	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377	344	368	163	318	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	543	469	0	0	255	392	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	349	373	168	223	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	366	390	185	156	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	419	386	410	0	260	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	462	0	0	248	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393	0	0	0	454	0	0	328	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	530	0	521	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	366	183	80	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	492	0	0	0	489	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582	508	475	499	294	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	410	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	0	315	414	340	307	331	166	97	0	0	0
البلاستك	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	153	0	206	0	0	0	0	0
الكيرتة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	203	0	0	0
الغنادي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0
القاصر	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	0	0
الراهي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0
المستحضرات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0
الشامبو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0
الصوابين	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0
المنظفات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT)

2) **مصفوفة التدفق** :- يبين الشكل رقم (7) مصفوفة التدفق بين مراكز العمل للترتيب المقترح، تم بناء هذه المصفوفة داخل البرنامج عن طريق تحديد مراكز العمل التي توجد بينها تدفق.

شكل رقم (7)
مصفوفة الرحلات بين مراكز العمل للترتيب المقترح
باستعمال برنامج (CRAFT)

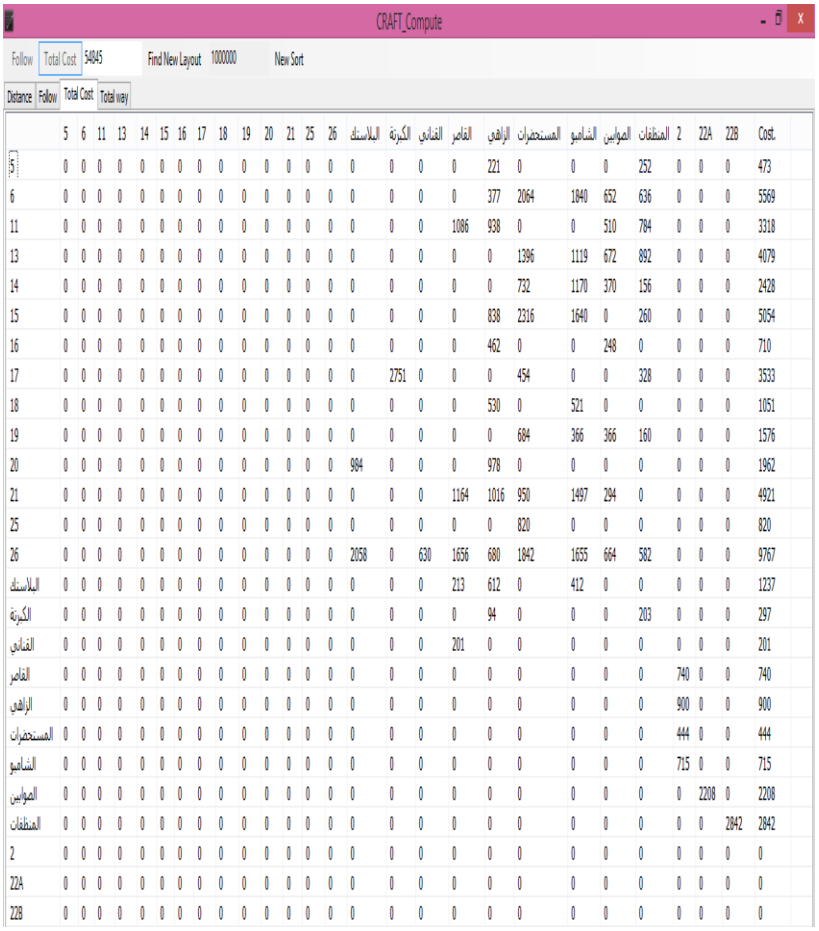


	5	6	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	25	26	الملاستك	الكبرتة	القماش	القاصر	الزاهي	المستحضرات	الشامبو	الصوابين	المنظفات	2	22A	22B
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	4	2	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	4	4	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	4	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	4	2	6	5	4	6	0	0	0
الملاستك	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	2	0	0	0	0	0
الكبرتة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
القماش	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
القاصر	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
الزاهي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
المستحضرات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
الشامبو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
الصوابين	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
المنظفات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT).

3) **مصفوفة الكلفة :-** يستعرض الشكل رقم (8) مصفوفة الكلفة داخل البرنامج للترتيب المقترح، والتي تم الحصول عليها عن طريق تطبيق المعادلة رقم (2) التي يتضمنها البرنامج.

شكل رقم (8)
مصفوفة كلفة مناولة المواد بين مراكز العمل للترتيب
المقترح باستعمال برنامج (CRAFT)



	5	6	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	25	26	البلاستك	الكيرنة	القماش	القاصر	الزاهي	المستحضرات	الشامبو	المواسين	المطفيات	2	22A	22B	Cost.
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	0	0	0	252	0	0	0	473
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377	2064	1840	652	636	0	0	0	5569
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1086	938	0	0	510	784	0	0	0	3318
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1396	1119	672	892	0	0	0	4079
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	732	1170	370	156	0	0	0	2428
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	838	2316	1640	0	260	0	0	0	5054
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	462	0	0	248	0	0	0	0	710
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2751	0	0	0	454	0	0	328	0	0	0	3533
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	530	0	521	0	0	0	0	0	1051
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	684	366	366	160	0	0	0	1576
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	984	0	0	0	978	0	0	0	0	0	0	0	1962
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1164	1016	950	1497	294	0	0	0	0	4921
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	820	0	0	0	0	0	0	820
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2058	0	630	1656	680	1842	1655	664	582	0	0	0	9767
البلاستك	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	612	0	412	0	0	0	0	0	1237
الكيرنة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	203	0	0	0	297
القماش	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	201
القاصر	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	740	0	0	740
الزاهي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	900	0	0	900
المستحضرات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	444	0	0	444
الشامبو	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	715	0	0	715
المواسين	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2208	0	2208
المطفيات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2842	2842
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT)

<u>ثالثا / تحسين الترتيب الداخلي المقترح للمصنع باستعمال تقنية (CRAFT) :-</u> يتم الضغط على (Find New Layout) وكما موضحة في الشكل رقم (8)، للبدء بتحسين الترتيب الداخلي المقترح وإيجاد التراتيب الجديدة، اذ سيبدأ البرنامج بالعمل لحين الوصول الى العدد المطلوب من التكرارات وهو (1,000,000) محاولة، كما موضح في الشكل رقم (9) ورقم (10)[2].

[2] **نظرا لكبر عدد المحاولات التي تتطلب اكثر من (40,000) صفحة لعرضها، تم اقتباس المقطع الأول والمقطع الأخير منها.**

شكل رقم (9)
المقطع الاولي من عدد المحاولات مع الكلفة النهائية لكل محاولة للترتيب المقترح

CRAFT_Compute

Follow Total Cost 54845 Find New Layout 1000000 New Sort

Distance Follow Total Cost Total way

No.Iterations	New Sort	Cost	Steps
1	5,10,11,13,14,15,16,17,18,22A,20,21,25,12,٢,٩,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	54845	1
2	25,14,12,9,22A,15,16,21,20,5,13,18,10,17,٢,١١,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	61198	2
3	16,12,17,18,5,11,14,25,21,13,15,9,22A,10,٢,٢٠,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60821	3
4	15,18,17,21,22A,14,16,12,5,10,9,13,11,25,٢,٢٠,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	61232	4
5	12,22A,21,5,20,9,13,15,18,14,11,16,25,10,٢,١٧,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	54205	5
6	10,14,12,21,16,25,9,18,11,15,17,20,13,5,٢,٢٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,A,22B,	60810	6
7	11,18,9,5,22A,12,14,17,10,21,25,16,20,15,٢,١٣,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60475	7
8	16,10,21,9,25,5,12,15,17,14,18,11,22A,20,٢,١٣,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60834	8
9	14,10,18,16,11,17,9,15,12,21,22A,25,20,5,٢,١٣,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	62545	9
10	11,21,15,20,25,16,18,10,14,12,13,22A,9,17,٢,٢٥,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60867	10
11	22A,9,21,18,13,5,15,17,20,10,11,25,12,16,٢,١٤,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	58906	11
12	14,15,20,11,18,5,12,13,22A,21,17,9,25,16,٢,١٠,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	62093	12
13	25,15,9,18,5,21,22A,16,14,12,13,10,11,17,٢,٢٠,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	59537	13
14	14,18,9,25,12,17,21,13,11,20,16,15,10,5,٢,٢٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,A,22B,	61923	14
15	5,13,18,22A,10,9,16,17,14,12,20,25,21,11,٢,١٥,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	57321	15
16	13,15,11,21,10,20,12,17,9,5,25,22A,16,18,٢,١٤,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	61881	16
17	20,17,14,12,11,10,25,5,15,9,13,21,18,22A,٢,١٦,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	59412	17
18	14,22A,16,13,17,21,11,12,25,20,10,18,9,15,٢,٢٥,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	63041	18
19	17,20,9,22A,15,11,12,14,10,13,5,16,21,25,٢,١٨,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	62163	19
20	22A,9,5,21,13,10,11,17,12,25,15,14,16,20,٢,١٨,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	62386	20
21	25,9,13,14,17,11,12,15,16,10,5,20,22A,18,٢,٢١,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	59592	21
22	17,12,25,22A,20,9,14,5,21,18,15,10,11,13,٢,١٦,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60249	22
23	15,17,5,16,13,12,25,18,20,22A,14,11,9,10,٢,٢١,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	58059	23
24	12,18,16,20,13,11,10,21,22A,17,25,5,9,14,٢,١٥,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	54931	24
25	25,14,13,20,22A,17,21,12,5,11,10,16,15,18,٢,٩,٣٢,المنظفات,الهوايي,الشامبو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكيرتة,البلاستك,B,	60823	25

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT).

شكل رقم (10)
المقطع الأخير من عدد المحاولات مع الكلفة النهائية لكل محاولة للترتيب المقترح.

CRAFT_Compute

Follow Total Cost 54845 Find New Layout 1000000 New Sort

Distance Follow Total Cost Total way

No.Iterations	New Sort	Cost	Steps
999977	16,15,11,12,21,13,22A,20,9,25,18,5,14,17,2,١٠,٢٢,المنطقات,الموابين,الشاميو,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	59842	999977
999978	17,25,9,11,5,14,12,21,13,20,16,10,15,18,2,٢٣,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,A,22B,	63924	999978
999979	17,18,12,21,13,22A,15,16,11,25,20,14,5,9,2,١٠,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	60362	999979
999980	25,17,21,10,15,9,14,22A,20,13,11,16,18,5,2,١٢,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	57022	999980
999981	17,22A,21,25,10,20,16,9,5,11,14,13,15,12,2,١٨,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	58547	999981
999982	20,18,12,25,22A,9,5,11,13,14,16,15,10,17,2,٢١,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	61834	999982
999983	12,10,16,14,18,11,13,17,25,21,20,15,22A,5,2,٩,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	51959	999983
999984	14,11,22A,20,15,13,17,16,25,10,18,12,9,5,2,٢١,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	62043	999984
999985	15,9,17,5,25,11,16,14,21,10,12,22A,13,20,2,١٨,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	59786	999985
999986	20,9,10,12,22A,15,21,14,25,16,17,11,13,5,2,١٨,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	59154	999986
999987	15,20,25,16,22A,17,13,21,5,11,9,14,18,12,2,١٠,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	55981	999987
999988	5,18,25,21,10,22A,12,15,9,20,13,16,14,17,2,١١,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	62873	999988
999989	12,18,5,20,21,15,13,22A,17,10,14,9,11,16,2,٢٥,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	56367	999989
999990	17,25,11,21,20,9,10,14,22A,13,15,16,5,12,2,١٨,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	57575	999990
999991	14,9,25,20,15,13,16,22A,11,17,10,21,18,5,2,١٢,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	57624	999991
999992	18,11,10,25,17,21,9,5,12,20,13,14,15,22A,2,١٦,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	64811	999992
999993	12,15,14,9,18,17,16,22A,11,5,25,10,20,13,2,٢١,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	53026	999993
999994	14,18,5,25,12,20,21,17,16,13,11,15,22A,9,2,١٠,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	57348	999994
999995	13,11,20,22A,17,16,18,10,9,12,25,15,5,21,2,١٤,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	59735	999995
999996	21,17,18,20,14,22A,25,10,11,15,12,13,5,9,2,١٦,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	60184	999996
999997	13,25,12,16,11,10,17,20,21,15,14,5,22A,9,2,١٨,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	60752	999997
999998	18,17,16,11,5,13,21,10,14,22A,20,12,15,25,2,٩,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,B,	61156	999998
999999	15,13,10,21,5,25,16,18,20,17,9,14,12,11,2,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,A,22B,	59870	999999
1000000	20,13,15,9,18,17,16,12,10,21,5,11,25,14,2,٢٢,المنطقات,الشاميو,الموابين,المستحضرات,الزاهي,القاصر,القناني,الكبرة,البلاستك,A,22B,	61892	1000000

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT).

لإعادة ترتيب التكرارات تصاعديا وفقا للكلفة النهائية للترتيب، يتم الضغط على (Cost) في الحقل الثالث من الشكل رقم (10)، وكما في الشكل رقم (11).

شكل رقم (11)

المقطع الاولي لترتيب تكرارات الترتيب المقترح الاولي تصاعديا.

No.Iterations	New Sort	Cost	Steps
410612	12,20,25,21,17,15,11,18,16,13,5,22A,14,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	48766	1
204080	12,15,18,14,13,20,5,16,25,17,22A,11,21,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49025	2
82494	12,21,18,15,13,5,25,20,16,22A,11,14,17,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49066	3
646157	12,21,18,13,11,15,16,5,20,17,14,25,22A,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49070	4
140471	12,15,22A,14,13,21,20,16,5,17,25,11,18,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49151	5
281584	12,15,25,11,18,21,17,20,22A,13,16,5,14,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49175	6
27992	12,14,16,21,13,15,18,11,20,22A,5,25,17,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49177	7
644185	12,14,16,17,10,22A,11,20,5,21,25,18,15,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49209	8
786295	12,15,16,21,10,25,14,20,5,22A,18,17,11,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49279	9
94571	12,21,16,15,17,13,25,22A,20,11,14,18,5,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49394	10
129360	12,10,25,14,21,20,17,11,16,15,5,22A,18,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49398	11
881750	12,25,14,20,15,21,17,16,18,13,5,11,22A,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49428	12
294395	12,10,18,15,21,22A,11,16,5,13,20,17,25,14,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49459	13
589551	12,21,16,15,14,17,22A,13,18,11,5,25,20,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49549	14
260493	12,21,15,10,18,14,20,25,16,13,22A,5,17,11,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49585	15
129047	12,21,16,20,13,15,14,5,18,10,25,17,22A,11,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49590	16
484911	12,11,16,10,15,14,25,17,5,21,20,22A,18,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49593	17
557699	12,21,17,10,15,16,20,18,11,14,22A,25,5,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49642	18
194145	12,21,17,10,15,16,22A,14,5,13,20,25,18,11,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49648	19
593499	12,15,25,14,13,18,11,21,20,22A,17,5,16,10,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49651	20
855516	12,11,20,15,14,22A,25,17,18,10,21,16,5,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49663	21
362894	12,15,14,10,17,21,22A,25,5,16,18,11,20,13,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49665	22
594737	12,25,20,21,10,15,5,18,22A,13,16,11,14,17,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49669	23
123350	12,21,20,15,14,25,10,11,5,13,16,18,22A,17,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49673	24
692485	12,15,18,13,14,5,20,17,25,10,16,11,22A,21,٢,٩,٢٢,البلاستك,الكبرتة,القناني,القاصر,الراهي,المستحضرات,الشامبو,الموابين,المنظفات,B,	49680	25

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT).

يتبين من الشكل رقم (11) ان التكرار رقم (410,612) هو أمثل ترتيب، كون الكلفة النهائية لمناولة المواد بين مراكز العمل فيه اقل ما يمكن والتي تساوي (48,766) دينار / يوم، ولمعرفة المواقع الخاصة بمراكز العمل الجديدة بعد تبديل موقعها، يتم الضغط على عدد المحاولات للترتيب الذي نريد عرضه، وبعدها يتم الضغط على (New Sort) في الشكل رقم (11)، وكما في الشكل رقم (12).

شكل رقم (12)
اجراء التبديل في مواقع مراكز العمل على وفق الترتيب المقترح
باستعمال برنامج (CRAFT)

المصدر: اعداد الباحثون استنادا الى مخرجات برنامج (CRAFT)

يتضح من الشكل رقم (12) ان مراكز العمل رقم (26) و(20) و(25) حلت بمحل مراكز العمل رقم (5) و(6) و(11) على التوالي، وهكذا لبقية المراكز كما في الشكل رقم (13).

شكل رقم (13) الترتيب المقترح الجديد الناتج من تطبيق تقنية (CRAFT)

رابعا / مقارنة بين الترتيب الداخلي الحالي والترتيب الداخلي المقترح الجديد

1) يوفر الترتيب الداخلي الجديد المقترح (14,260) دينار / يوم، اذ كانت الكلفة النهائية للترتيب الحالي (63,026) دينار / يوم، وأصبحت (48,766) دينار / يوم. أي انخفاض كلفة مناولة المواد ما يقارب (22.6 %) من مجموع كلف المناولة الكلية للترتيب الحالي.

2) يحقق الترتيب الداخلي المقترح الجديد، تقليل في المسافة الخطية بين مراكز العمل، اذ كانت المسافة الخطية للترتيب الحالي= (21,788) متر / يوم، وأصبحت (17,602) متر / يوم، أي انخفاض المسافة الخطية بين مراكز العمل بمقدار (4,186) متر / يوم، أي ما يقارب (19.2 %) من مجموع المسافة الكلية للترتيب الحالي. إضافة الى ما تقدم، تجدر الإشارة الى ان قسم تعبئة الدهون متوقف عن العمل منذ مدة من الزمن، وان المخازن رقم (7) ورقم (8) تستخدم لخزن المواد الأولية والمنتجات النهائية التابعة له، وعند النظر الى خارطة الموقع شكل رقم (2)، يتبين منها ان هذه المخازن قريبة جدا من القسم، لذا لم تستخدم في المرحلة الثانية من تطبيق تقنية (CRAFT)، عندما تم استبعاد مراكز عمل واضافة أخرى. بمعنى اخر، لو سعت إدارة المصنع الى تشغيل هذا القسم من جديد فانه لا يؤثر على كفاءة الترتيب الجديد الذي تم التوصل اليه.

(الاستنتاجات والتوصيات)

أ- الاستنتاجات

أولا / انعدام الأسلوب العلمي في تحديد واختيار مواقع مراكز العمل عند بناء المصنع لأول مرة، وذلك بسبب استحداث مراكز عمل بين فترة وأخرى وبناءها حسب المساحة الشاغرة في المصنع.

ثانيا / الترتيب الداخلي الحالي للمصنع ضعيف الكفاءة، ويحقق خسائر للمصنع بسبب ارتفاع كلف مناولة المواد بين مراكز العمل الناجمة من التدفق المرتبك للمواد.

ثالثا / يتسبب الترتيب الداخلي الحالي للمصنع في التدفق المرتبك للمواد والناجم من طول المسافة الخطية المقطوعة بين مراكز العمل.

ب- التوصيات

أولا / ينبغي على إدارة المصنع ان تتبنى وتستخدم الترتيب الداخلي الجديد والامثل للمصنع، الذي تم الحصول عليه من تطبيق تقنية (CRAFT). نظرا للنتائج المستخرجة والوفورات التي يحققها في كل من المسافة المقطوعة بين مراكز العمل وكلف مناولة المواد.

ثانيا / إمكانية تعميم وتطبيق البرنامج المصمم بلغة (Microsoft Visual Studio C#, NET 2013) لعمل تقنية (CRAFT). في المنظمات الصناعية والخدمية التي لا يتجاوز عدد مراكز العمل فيها عن (150) مركز عمل.

(المصادر)

المصادر العربية

1. الفيحان، ايثار عبد الهادي، (2011)، **"ادارة الانتاج والعمليات"**، بغداد.
2. محسن، عبد الكريم محسن و النجار، صباح مجيد، (2012)، **"ادارة الانتاج والعمليات"**، الطبعة الرابعة، دار الذاكرة للنشر والتوزيع، بغداد.
3. ماجود، هالة حمد، (2011)، "موازنة خط التجميع المتعدد باستخدام خوارزميتي الاوزان الموقعية المرجحة وكومسوال : دراسة حالة لخط الخياطة في معمل (7) / الشركة العامة للصناعات الجلدية / بغداد"، **أطروحة دكتوراه غير منشورة في علوم إدارة الاعمال**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

المصادر الأجنبية

1. Abraham, Gia Elizabeth & Sasikumar, R. (2013). "Layout Planning for Sustainable Development". **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, 2 (1), 2347 - 6710.
2. Armour, Gordon C., & Buffa, Elwoods S. (1963). "A Heuristic Algorithm and Simulation Approach to Relative Allocation of Facilities". **Management Science**, 9 (2), 294–309.
3. Bhangale, Jayant H. (2013). "Parametric Studies in Automobile Manufacturing Industry Using Cell Focused Plant Layout Simulation Approach". **European Scientific Journal**, 9 (9), 1857 – 7881.
4. Chase, Richard B., Jacobs, F. Robert & Aquilano, Nicholas J. (2006). **"Operations Management for Competitive Advantage"**", (11th Ed.), New York, McGraw-Hill.

5. Chen, Minjie & Murata, Tomohiro. (2010). "A Method for the Configuration of Hybrid Cellular Manufacturing System". **Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists**, 3, 2078-0958.
6. DeCarlo, Filippo, Arleo, Maria Antonietta, Borgia, Orlando & Tucci, Mario. (2013). "Layout Design for a Low Capacity Manufacturing Line: A Case Study". **International Journal of Engineering Business Management**, 5, 1-10.
7. Dhawan, Annant, Kasdekar, Dinesh Kumar & Agrawal, Sharad. (2014). "Layout Design and Evaluation Using Computer Relative Allocation of Facilities Technique". **Proceedings International Conference**, 103-108.
8. Dilworth, James B. (1996). **"Operations Management"**, (2th Ed.), New York, McGraw-Hill.
9. Dilworth, James B. (2000). **"Operations Management: Providing Value in Goods & Services"**, (3th Ed.), Orlando, Florida, Harcourt Inc.
10. Evans, James R. & Collier, David A. (2007). **"Operation Management: An Integrated Goods and Services Approach"**, Thomson, South – Western.
11. Gaither, Norman & Frazier, Greg. (1999). **"Production and Operations Management"**. (8th Ed.), New York, South-Western College Publishing.
12. Gupta, Sushil & Starr, Martin. (2014). **"Production and Operations Management Systems"**, Taylor & Francis Group, LLC.
13. Haksever, Cengiz, Render, Barry, Russell, Roberta S. & Murdick, Robert G. (2000). **"Service Management and Operations'**, (2th Ed.), prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
14. Heizer, Jay & Render, Barry. (2012). **"Operations Management"**, (10th Ed.), New Jersey, Prentice- Hall, Upper Saddle River.
15. John, Bobby, James, Jubin & Rengaraj, R. Mahesh. (2013). "Analysis and Optimization of Plant Layout using Relative Allocation of Facilities Technique". **International Journal of**

Emerging Technology and Advanced Engineering, 3 (8), 2250-2459.

16. Krajewski, LEE J. & Ritzman, Larry P. (2005). **"Operations Management: processes & Value chains"**, (7th Ed.), New Jersey, Pearson prentice-Hall, Upper Saddle River.
17. Krajewski, LEE J., Ritzman, Larry P., & Malhotra, Manoj K. (2007). **"Operations Management: processes & Value chains"**, (8th Ed.), New Jersey, Pearson prentice-Hall, Upper Saddle River.
18. Krajewski, LEE J., Ritzman, Larry P., & Malhotra, Manoj K. (2013). **"Operations Management: processes & Supply chains"**, (10h Ed.), New Jersey, Pearson prentice-Hall, Upper Saddle River.
19. Kumar, D. Arun, & Ramesh, V. (2012). "Cellular Manufacturing Layout Design in Inner Tube Manufacturing Industry: A Case Study". **International Journal of Scientific Engineering and Technology**, 1 (6), 2277-1581.
20. Kumar, S. Anil & Suresh, N. (2009). **"Operations Management"**, (3th Ed.), New Age International (P) Ltd., Publishers.
21. Nahmias, Steven. (2009). **"Production and Operations Analysis""**, (6th Ed.), New York, McGraw-Hill.
22. Nanthasamroeng, Natthapong, Supakdee, Kanokwan, Klaewthanong, Tasapong, Boonrom, Pawinyada, Srimaitree, Chet & Kittisriworapan, Peerasak. (2012). "Systematic Layout Planning for Germinated Brown Rice Mill under GMP and ISO22000:2005 requirements". **Journal of Engineering**, 2 (10), 2250-3021.
23. Prasad, Hari N, G, Rajyalakshmi, & Reddy, Sreenivasulu A. (2014). "A Typical Manufacturing Plant Layout Design Using CRAFT Algorithm". **Procedia Engineering**, 97, 1808 – 1814.
24. Reid, R. Dan & Sanders, Nada R. (2002). **"Operations Management"**, New York, John Wiley & Sons Inc..
25. Reid, R. Dan & Sanders, Nada R. (2010). **"Operations Management: An Integrated Approach"**, (4th Ed.), New York, John Wiley & Sons Inc..
26. Singh, Parminder & Singh, Manjeet. (2015). "Optimization of Assembly Line and Plant Layout in a Mass Production Industry-A

Literature Survey". **International Journal of Engineering Science Invention**, 4 (4), 2319 – 6726.

27. Slack, Nigel, Chambers, Stuart and Johnstin, Robert. (2004). **"Operation Management"**, (4th Ed.), New Jersey, Pearson prentice -Hill, Upper Saddle River.
28. Smutkupt, Uttapol & Wimonkasame, Sakapoj. (2009). "Plant Layout Design with Simulation". **Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists**, 2, 978-988.
29. Stevenson, William J. (2005). **"Operations Management"**, (8thEd.), New York, McGraw – Hill.
30. Stevenson, William J. (2007). **"Operations Management"**, (9th Ed.), New York, McGraw – Hill.
31. Stevenson, William J. (2009). **"Operations Management"**, (10th Ed.), New York, McGraw – Hill.
32. Vaidya, R. D. (2013). "Plant Layout Design: A Review Survey". **The International Journal of Business & Management**, 1 (2), 2321 – 8916.
33. Viswanathan, B. E. (1986). **"Computer Aided Facility Planning"**, Thesis Submitted to gain Degree of Master in Industrial Engineering, Texas Tech University.
34. Waller, Derek L. (2003). **"Operations Management: A Supply Chain Approach"**, (2th Ed.), London, Thomson Publishing Co.