تطبيق نظرية القيود لتحقيق كفاءة الجدولة - دراسة حالة في شركة صناعات الاصباغ الحديثة

أ.د.صباح سعيد النجار* أ.م.د.لمياء سلمان الزبيدي**

اسيل موسى التميمي***

المستخلص

تهدف نظرية القيود الى تشخيص نقاط الاختناق من خلال تحديد القيود التي تعترض عمل الشركة ومن ثم معالجتها من خلال تطبيق خطوات نظرية القيود عليها والتي تمثل اداة فاعلة تساعد في التخلص من نقاط الاختناق ....وهنا تظهر مشكلة الدراسة والتي يمكن تأطيرها بـ (ظهور القيود ونقاط الاختناق تؤدي الى عدم كفاءة اداء الشركة) . وللوصول الى اهداف من البحث تم اختيار شركة صناعات الاصباغ الحديثة كعينة البحث وللمدة (2000-2015) كعينة للبحث ، وتوصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات اهمها ارتفاع مؤشرات اداء العمليات في خط انتاج الاصباغ والثنر بعد تطبيق نظرية القيود وانخفاض نسبة الوقت العاطل ، استخدام مخططات جانت في جدولة مزيج المنتجات على المحطات الانتاجية .

Application of the theory of constraints to achieve scheduling efficient : a case study at the modern paint industries company

Abstract

The Theory of Constraints aims at diagnosing bottlenecks by identifying constraints to the company's work and thus be addressed through the application steps Theory of Constraints and which represents an effective tool that helps get rid of the bottleneeks points Here's the study shows a problem that can be framed (b emergence of restrictions and points choking lead to inefficiency of the company's performance) To reach the goals of the research were selected modern paint company. as a sample search and for the period (2000 2015-) as a sample for the study, the research found a set of conclusions and recommendations including high operational performance indicators in the production of dyes line and thinner after the application of the Theory of Constraints and decrease the percentage of time the unemployed, the use of schemes Gantt scheduling product mix in the production stations .

* عميد كلية التراث .

** الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد .

*** باحثة .

مستل من اطروحة دكتوراة

مقبول للنشر بتأريخ 2016/10/24

المبحث الاول
منهجية البحث

اولاً : مشكلة البحث

تعد نظرية القيود مدخلاً ادارياً ممنهجاً يركز بفاعلية على ادارة القيود في العمليات على صعيد المنظمة وعلى صعيد العمليات الفردية individual processes ايضا، الا ان العمليات الفردية تتداخل مع العمليات الاخرى في الشركة كما ان القرارات التي تتخذ في جميع مستويات الشركة تتنافس على الموارد المتاحة (الطاقة، والمكائن، والاموال، والوقت ، وغيرها) لذلك فالقيود او الاختناقات يمكن ان تظهر ضمن القسم الواحد او في جميع الاقسام بوقت واحد. ان ازالة قيد في احد اقسام الشركة او انشطتها قد يؤدي الى ظهور قيد في مكان آخر من الشركة، لذلك بات لزاما على مديري العمليات ادراك كيفية تشخيص وادارة القيود لجميع العمليات في الشركة وايجاد العلاقة بين الطاقة ومقاييس الاداء للعمليات المختلفة في الشركة، ويمكن تأطير مشكلة البحث بـ " ان ظهور القيود ونقاط الاختناق وعدم معالجتها يؤدي الى عدم كفاءة ادارة الشركة وانخفاض مستوى الاداء" .

ثانياً : أهداف البحث

يمكن تحديد اهداف الدراسة في كل من الاتي :-

1. تسليط الضوء على نظرية القيود وامكاناتها كفلسفة معاصرة لمعالجة الاختناقات في عمليات الانتاج.
2. تشخيص القيود ونقاط الاختناق ومعالجتها في خط انتاج الاصباغ والثنر في شركة الاصباغ الحديثة.

ثالثاً : اهمية البحث

1. زيادة ادراكنا بمشكلة الانتاج في هذه الشركة بشكل خاص وبمشاكل الشركات الصناعية في العراق بشكل عام .
2. تقديم الاساس المعرفي و الفهم الواسع لمبادئ نظرية القيود وكيفية تطبيق خطواتها .
3. تقديم صورة واضحة للقيد او القيود الموجودة وتحديدها وتقديم مجموعة من الاستراتيجيات التي تساعد على التخلص من تلك القيود .

رابعاً : عينة الدراسة

تعد شركة الاصباغ الحديثة من الشركات الانتاجية الكبيرة والتي تأثرت بشكل كبير بعد احداث عام (2003) . وبفضل الجهود التي بذلها الافراد العاملين في الشركة تم اعادة تأهيلها بالاعتماد على الامكانات الذاتية المحدودة ، وتعد هذه الشركة من الشركات الانتاجية القليلة التي استمرت في الانتاج، وقد اختارت الباحثة خط انتاج الاصباغ والثنر كموقع لأجراء البحث واختارت بيانات الانتاج والطلب للأصباغ الزيتية والاصباغ المائية والثنر للفترة من (2000 -2015) كعينة للبحث.

خامساً : فرضيات البحث

ان تطبيق منهج نظرية القيود يسعى الى ايجاد اجابة لتساؤلات مشكلة البحث والحصول على مُعْلِمات احصائية تساعد في اختبار فرضية البحث الاتية:-

الفرضية الرئيسة :- ان معايير اداء خط انتاج الاصباغ والثنر (الانتاجية الجزئية للعاملين وللآلات ولساعة العمل ونسب الانجاز والفاعلية والكفاءة ونسبة الوقت الضائع) تتحسن تحسنا ملحوظا بعد تطبيق نظرية القيود.

سادساً : الاساليب الرياضية والاحصائية

اعتمد البحث على مجموعة من الادوات الكمية والاحصائية لغرض انجاز الجانب العملي للبحث، وكما يأتي :-

1- القيمة المتوقعة للطلب

$$E(x)=\sum P(xi)$$

2- الانحراف المعياري

$$S=\sqrt{\sum(xi-ex)^2 p(xi)}$$

3-مخططات جانت

4- معايير اداء الخط الانتاجي (النجار،2010، 258-259)

أ- الانتاجية الجزئية

- **انتاجية العاملين = المخرجات / عدد العاملين**
- **انتاجية المكائن = المخرجات / عدد الآلات**
- **ساعة العمل = المخرجات / ساعات العمل باليوم**

ب- نسبة الاستغلال = المخرجات / الطاقة

ت- الفاعلية = المخرجات الكلية / المخرجات المستهدفة

ث- كفاءة الخط الانتاجي = محتوى العمل / (عدد المحطات × اطول وقت في المحطات)

ج- نسبة الوقت الضائع = 1- الكفاءة %

المبحث الثاني
الجانب النظري

اولاً : نظرية القيود Theory of Constraints

1- مفهوم نظرية القيود The concept of the Theory of constraints

قدمت نظرية القيود اول مرة من قبل Eliyahy M.Goldatt في كتابه الذي صدر عام (1984) بعنوان الهدف (The Goal) وفقا لهذه النظرية فأن اي منظمة لديها على الاقل قيد واحد يحد من قدرتها على تحقيق اهدافها وعُرفت نظرية القيود على انها نوع من تقنيات صنع القرار وقد استخدمت في عدة مجالات تصنيعية مثل جدولة الانتاج ،ادارة سلسلة التجهيز ،رقابة المشروع ، وحتى في بعض المجالات الخدمية مثل المصارف والمستشفيات (Tao etal,2014: 1) اما (Krajewski etal,2013:265) فقد وصفها على انها مدخل ادارة منظم يركز على الادارة الفاعلية لهذه القيود التي تعرقل تقدم المنظمة باتجاه تحقيق هدفي تعظيم الربحية ، والاستخدام الكفوء للموارد ، ويمكن تعريف نظرية القيود على انها : تقنية نظامية تعمل على تحديد المناطق الحرجة في المنظمة ككل وكيفية معالجتها وتحويلها الى نقاط قوى عن طريق السيطرة عليها وتقليل الاختناقات وتحديد المزيج الانتاجي الامثل والذي يكون غير ثابت بمرور الوقت.

2-انواع نظرية القيود

يؤدي تطبيق نظرية القيود الى تحسين اداء النظام من خلال التركيز على القيود وحل المشاكل الناتجة عن تلك القيود وقد حدد (Reid &Sanders ,2010:499) ثلاث انواع من القيود :

أ- قيد المورد الداخلي

ويشمل الاختناقات التي تحدث للآلات ، العاملين ، قدرة محطة العمل ، نقص المواد .

ب-قيد السوق

ينتج عندما يكون الطلب في السوق اقل من طاقة الانتاج إذ ان المنظمات لا ترغب بتكديس المخزون ويحدد السوق معدل الانتاج .

ت-قيد السياسة

تعني السياسة الخاصة التي تتحكم بمعدل معين من الانتاج ، من الامثلة عليها هي سياسة عدم وجود وقت اضافي.

3-خطوات نظرية القيود

ان استخدام نظرية القيود في تحديد وادارة القيود والاختناقات التي ممكن ان تُعيق العملية الانتاجية يتطلب إتباع مجموعة من الخطوات والتي يمكن تحديدها بالآتي :

(krajewski et al ,2013: 266-267)(Sale & Sale ,2013 :109) (Licensed,2009: 3) (Tsai et al ,2013: 179)

الخطوة الاولى : تحديد القيد / القيود

يبدأ العمل بنظرية القيود بتحديد مورد النظام الذي يحول من دون الزيادة في اداء النظام لتحقيق اهدافه .وتضيف (جواد ،2009: 3) انه يمكن النظر الى المنظمة او النظام على انه يشابه سلسلة من العمليات ، فإذا كان هدف المنظمة زيادة طاقة السلسلة فأن تقوية اي حلقة خلافاً لأضعف حلقة في السلسلة سيكون مضيعة للجهد والوقت .

الخطوة الثانية : جدولة القيد / القيود

تركز الادارة على إزالة جميع الضائعات او الوقت والانشطة غير المنتجة للمورد المُقيد وجعله يعمل كل دقيقة بهدف تعظيم المنتجات . ويُضيف (اليامور،2010: 415) يتم في هذه الخطوة تحديد متطلبات العملية والحلول التي تعالج القيود التي تم تحديدها مسبقاً لاستغلال الآلة وتحديد المزيج الأمثل للمنتجات المطلوب تجهيزها لغرض زيادة ربحية المنظمة .

الخطوة الثالثة : توظيف العمليات للقيد

تجدول الموارد غير الحرجة لأسناد ودعم وجدولة المورد الحرج ، ولا تنتج هذه الموارد اكثر مما يستطيع المورد الحرج معالجته ، كما يجب ان تستند انشطة العمليات للموارد اللاحقة لمحطة المورد الحرج على معدل مخرجات المورد الحرج .

الخطوة الرابعة : رفع او ازالة القيد

على الادارة دراسة زيادة طاقة المورد الحرج ، وسيما بعد استنفاذ تحسينات الجدولة التي جرت في الخطوات (1-3) وبقاء المورد الحرج قيداً على حجم المخرجات التي تباع . يمكن زيادة طاقة المورد الحرج من خلال اضافة وجبة عمل اضافية، او شراء آلة اخرى جديدة ، او زيادة ساعات العمل اليومي .

الخطوة الخامسة : تكرار الدورة

ستنعكس الاجراءات المتخذة في الخطوتين 4،3 في تحسين حجم المخرجات التي تباع وربما تغيير مستويات العبء /التحميل على العمليات الاخرى . ونتيجة لذلك فأن قيد / قيود النظام قد تتغير . لذلك يجب اعادة تكرار الخطوات (1-4) لكي يتم تحديد وادارة القيد /القيود الجديدة .

ثانياً : جدولة العمليات Scheduling Processe

1- مفهوم الجدولة Concept of Scheduling

تُقسم القرارات التي يتخذها مدراء العمليات الى نوعين من القرارات :قرارات على المستوى الاستراتيجي، والتي تعكس استراتيجية المنظمة وخططها المستقبلية وتشمل : قرارات الطاقة ، وتصميم المنتج ، وتحديد سلاسل التجهيز ، وغيرها من القرارات التي تكون مسؤولة عن تحقيق الميزة التنافسية للمنظمة . تحتاج القرارات الاستراتيجية الى قرارات اخرى داعمة لها والتي تسمى بالقرارات التكتيكية وهي عادةً ما تكون قرارات قصيرة الاجل و تشمل كل القرارات المتعلقة بتحسين العملية ، تخطيط المشروع ، ادارة المخزون ، والجدولة . ويمكن تعريف الجدولة على انها توزيع زمني لأداء الانشطة باستخدام الموارد وتخصيص المواقع (Davis et al,2003:484) ، كما ان جدولة العمليات تعتبر دالة خطية لكمية مخرجات النظام ، وتتطلب انظمة الانتاج الواسع مداخل مختلفة عن تلك الانظمة التي تحتاجها ورش العمل (Stevenson ,2007 :722)

2- اهداف الجدولة

تهدف عملية الجدولة الى تحقيق مجموعة من الاهداف (Russell & Taylor ,2000: 702)

أ- مقابلة تواريخ التسليم للزبون .
ب- تقليل وقت تأخير العمل.
ت- تقليل وقت الاستجابة .
ث- تقليل وقت الاكمال .
ج- تقليل التوقف في النظام .
ح- تقليل الوقت الاضافي .
خ- تعظيم المنفعة من الماكنة او العمل .
د- تقليل الوقت الضائع .
ذ- تقليل المخزون الذي ينتظر المعالجة .

3- انواع الجدولة

يوجد نوعان رئيسان للجدولة هما جدولة العاملين والتي تحدد متى يقوم العاملون بالأعمال المكلفين بها وجدولة العمليات التشغيلية التي يتم فيها تعيين الاعمال على المكائن او تعيين العاملين على الاعمال. ويستخدم كل من هذين النوعين من الجدولة من قبل المنظمات الصناعية والخدمية ويكون كلا النوعين من الجدولة حاسما ومهما بالتساوي للمنظمات الصناعية اذ تستمد جدولة العمليات التشغيلية اهميتها لان العديد من مقاييس الأداء مثل التسليم بالوقت المحدد ومستويات المخزون ووقت تدفق الاعمال او ما يسمى بوقت دورة الانتاج والكلفة والجودة جميعها ترتبط مباشرةً بجدولة كل وجبة انتاج ،فيما تستمد جدولة العاملين اهميتها لان مقاييس الأداء مثل وقت انتظار الزبون، طول صف الانتظار، ومستوى استخدام العاملين والكلفة والجودة ترتبط هي الاخرى مباشرةً بوفرة مقدمي الخدمة او عددهم (النجار ،2012: 491) .

المبحث الثالث
الجانب العملي
تحليل كميات الانتاج للشركة عينة البحث
اولاً : خط انتاج الاصباغ والثنر

تمتلك الشركة خط انتاجي يتكون من عدة مراحل لإنتاج كل من الاصباغ الزيتية، الاصباغ المائية، مخفف الاصباغ (الثنر) ويمر كل منتوج بعدد من المراحل الانتاجية قد تشترك في محطة واحدة او اكثر او لا تشترك نهائياً وهذه المراحل هي (مرحلة لطحن ، مرحلة التنعيم ، مرحلة الخلط، مرحلة التصفية والتعبئة) .

1-الاصباغ الزيتية والمائية

تمرعملية انتاج الاصباغ بنوعيها الاصباغ المائية والزيتية بمراحل مختلفة من الانتاج حيث تبدأ المرحلة الاولى وتسمى مرحلة الطحن ويتم فيها اضافة المواد بالتدريج الى الآلة لكي يتم مزجها جيداً وبنسب مختلفة حسب الكمية المطلوبة من الانتاج وتتوفر لدى الشركة 4 الآت بسعة 700 لتر لذا يتم توزيع الكمية المطلوبة من الانتاج على المكائن الاربعة بشرط ان لا تتجاوز الكمية التي تتحملها الماكنة أي 700 لتر ، وتستغرق عملية الطحن ساعة ونصف اما المرحلة الثانية فهي مرحلة التنعيم والتي تنفرد بها الاصباغ الزيتية فقط أي ان الاصباغ المائية لا تمر بهذه المرحلة ، لا تحتاج هذه المرحلة الى اضافة أي نوع من المواد يتم تنعيم مادة الصبغ الى ان تصل الى درجة اللزوجة المطلوبة حسب المواصفات وتستغرق هذه العملية ساعتين عمل فقط وتمتلك الشركة 5 الآت ثلاثة منها بسعة 700 لتر واثنان بسعة 360 لترما يعادل 4 الآت بسعة 700 لتر تقريباً ، وبعدها تنتقل الاصباغ الى المرحلة الثالثة والتي تسمى بمرحلة الخلط و يشترك بها كلا النوعين من الاصباغ (الزيتية والمائية) وتحتوي هذه المرحلة على 16 آلة وعدداً منها غير صالح للاستخدام والتي تكون عبارة عن مكاسر كبيرة ذات سعة 5000 لتر (معمل انتاج الاصباغ والثنر /خط انتاج الاصباغ المائية والزيتية) .

2-الثنر

لا يمر منتوج الثنر بمرحلتي الطحن والتنعيم وانما يمر بمرحلة الخلط حيث يتم خلط مكونات المنتوج في المكائن المتوفرة في محطة الطحن والتي يبلغ سعة الواحدة منها 5000 لتر . ويتطلب منتوج الثنر معالجة في محطة الخلط لمدة 80 دقيقة لكل 5000 لتر او اقل ، ويوضح الجدول (1) كميات الانتاج السنوي واليومي للسنوات 2015-(2000) للأصباغ الزيتية علماً بأن ايام العمل الفعلية في السنة 250 يوم (معمل انتاج الاصباغ والثنر/ خط انتاج الثنر) .

جدول (1)
كميات الانتاج موزعة حسب السنوات والايام للأصباغ الزيتية

السنة	الانتاج السنوي / لتر	الانتاج اليومي / لتر
2000	3750000	15000
2001	4000000	16000
2002	5000000	20000
2003	4250000	17000
2004	2000000	8000
2005	1000000	4000
2006	2000000	8000
2007	2000000	8000
2008	1000000	4000
2009	700000	3000
2010	1000000	4000
2011	1000000	4000
2012	1000000	4000
2013	500000	2000
2014	400000	2000
2015	2000000	8000

المصدر:اعداد الباحثين اعتماداً على معلومات قسم التخطيط في الشركة

جدول (2)
التوزيع التكراري لكميات الانتاج اليومي للسنوات 2000 – 2015

فئات كميات الانتاج	مركز الفئة xi	التكرار	النسبة p(xi)
0 – 3000	1500	3	19%
3001 -6000	4500	5	31%
6001 -9000	7500	4	25%
9001 -12000	10500	2	13%
12001 -15000	13500	2	6%
15001 -18000	16500	1	6%
المجموع		16	100%

المصدر : اعداد الباحثين اعتماداً على معلومات قسم التخطيط في الشركة

وتم حساب القيمة المتوقعة للطلب اليومي على الاصباغ الزيتية وهي تساوي

$$E(x) = \sum xi\, p(xi)$$

إذ إن xi = مركز الفئة أو قيمة المتغير
P(xi) = دالة الكثافة الاحتمالية
وبالتطبيق فالقيمة المتوقعة للطلب اليومي تحسب كما يأتي :

$$E(x) = (1500)(0.19)+(4500)(0.31)+(7500)(0.25)+(10500)(0.13)+(13500)(0.6)+(16500)(0.6)=6720$$
$$E(x) =6720$$

كما يمكن حساب الانحراف المعياري لبيانات الطلب الموضحة بالجدول (2) والذي يساوي

$$s=\sqrt{\sum(xi-ex)^2 p(xi)}$$

$$s=\sqrt{\begin{matrix}\sum[(1500-6720)^2(0.19)]+[(4500-6720)^2(0.31)] \\ +[(7500-6720)^2(0.25)]+[(13500-6720)^2(0.06)]+[(16500-6720)^2(0.06)]\end{matrix}}$$

$$=\sqrt{17211600}$$
$$=4149$$
$$S=4149$$

والجدولان (3) و(4) يوضح الطلب اليومي والتوزيع التكراري للطلب على الاصباغ المائية من 2000 - 2015 وبتطبيق المعادلتين (1) و(2) فقد تم حساب القيمة المتوقعة E(x) والانحراف المعياري (s) للطلب اليومي على الاصباغ المائية وكانت قيمتها 2500لتر/ يوم و 1658 تقريباً على التوالي، ويعكس الانحراف المعياري تشتت عالياً في بيانات الطلب على الاصباغ المائية .

جدول (3)
معدل الطلب اليومي على الاصباغ المائية للمدة من (2000 – 2015)

السنة	معدل الطلب اليومي
2000	4500
2001	4800
2002	6000
2003	5100
2004	2400
2005	1200
2006	2400
2007	1200
2008	900
2009	1200
2010	1200
2011	1200
2012	600
2013	600
2014	2400

المصدر: اعداد الباحثين اعتماداً على بيانات قسم التسويق

جدول (4)
التوزيع التكراري للطلب على الاصباغ المائية

الفئة	مركز الفئة	التكرار	النسبة المئوية
2000-0	1000	8	0.50
4000-2001	3000	4	0.25
6000-4001	5000	4	0.25
المجموع		16	1

المصدر : اعداد الباحثين

القيمة المتوقعة للطلب على الاصباغ المائية تساوي

$$E(xt)= 2500$$

اما الجدولان (5) و(6) فيوضحان الطلب اليومي والتوزيع التكراري على منتوج الثنر من (2000-2015)

جدول (5)
معدل الطلب على الثنر للفترة من (2000-2015)

السنة	معدل الطلب / لتر
2000	1725
2001	1840
2002	2300
2003	1955
2004	815
2005	460
2006	920
2007	1250
2008	1460
2009	1345
2010	1350
2011	460
2012	1460
2013	230
2014	230
2015	600

المصدر: اعداد الباحثين اعتماداً على بيانات قسم التسويق

جدول (6)
التوزيع التكراري للطلب اليومي على الثنر للفترة 2000-2015

الفئة	مركز الفئة	التكرار	النسبة المئوية
500-0	250	4	0.25
1000-501	750	3	0.189
1500-1001	1250	5	0.31
2000-1501	1750	3	0.189
2500-2001	2250	1	0.062
المجموع		16	1

المصدر : اعداد الباحثين

وتم حساب القيمة المتوقعة للطلب على الثنر وهي تساوي

$$E(xt) = 1060$$

اما الانحراف المعياري للطلب على الثنر فهو يساوي 609 لتر، كما بلغ معامل الاختلاف 0.57 مما يدل على ان هناك تشتت ملحوظ في الطلب اليومي على منتوج الثنر.

ثانياً: تطبيق نظرية القيود

1- تحديد نقاط الاختناق في خط انتاج الاصباغ الزيتية

تتصف انظمة التصنيع ببعض التعقيدات مقارنة بأنظمة الخدمات من حيث تحديد نقاط الاختناق، فعند وجود منتجات مختلفة فأن الامر يتطلب اوقات اعداد محطات العمل للتحول من منتوج الى منتوج اخر والذي يؤدي الى زيادة عبء العمل في المحطة التي يجري اعدادها. لذلك فإدارة العمليات تسعى الى تقليل اوقات الاعداد لان هذه الاوقات تعتبر غير مُنْتِجَة ومُضِيعة لوقت العاملين والآلات، مما يدفع مدراء العمليات الى جعل اوقات الاعداد قصيرة جدا قدر الامكان، وبالنسبة لمعمل الاصباغ يمكن تحديد نقطة او نقاط الاختناق من خلال معدلات الاستغلال لمحطات الاعمال باستخدام معدلات الطلب المستخرجة من الجداول (2) و(4) و(6) وتحليل انشطة المحطات التي تشترك بإنتاج الاصباغ الزيتية والمائية والثنر ، ومن خلال المشاهدات المتكررة والبيانات التي حصلت عليها الباحثة فقد تم اعداد مخططات معالجة المنتجات الثلاثة وكما موضحة بالاشكال (1)،(7)،(9) والتي سيأتي توضيحها تباعاً .

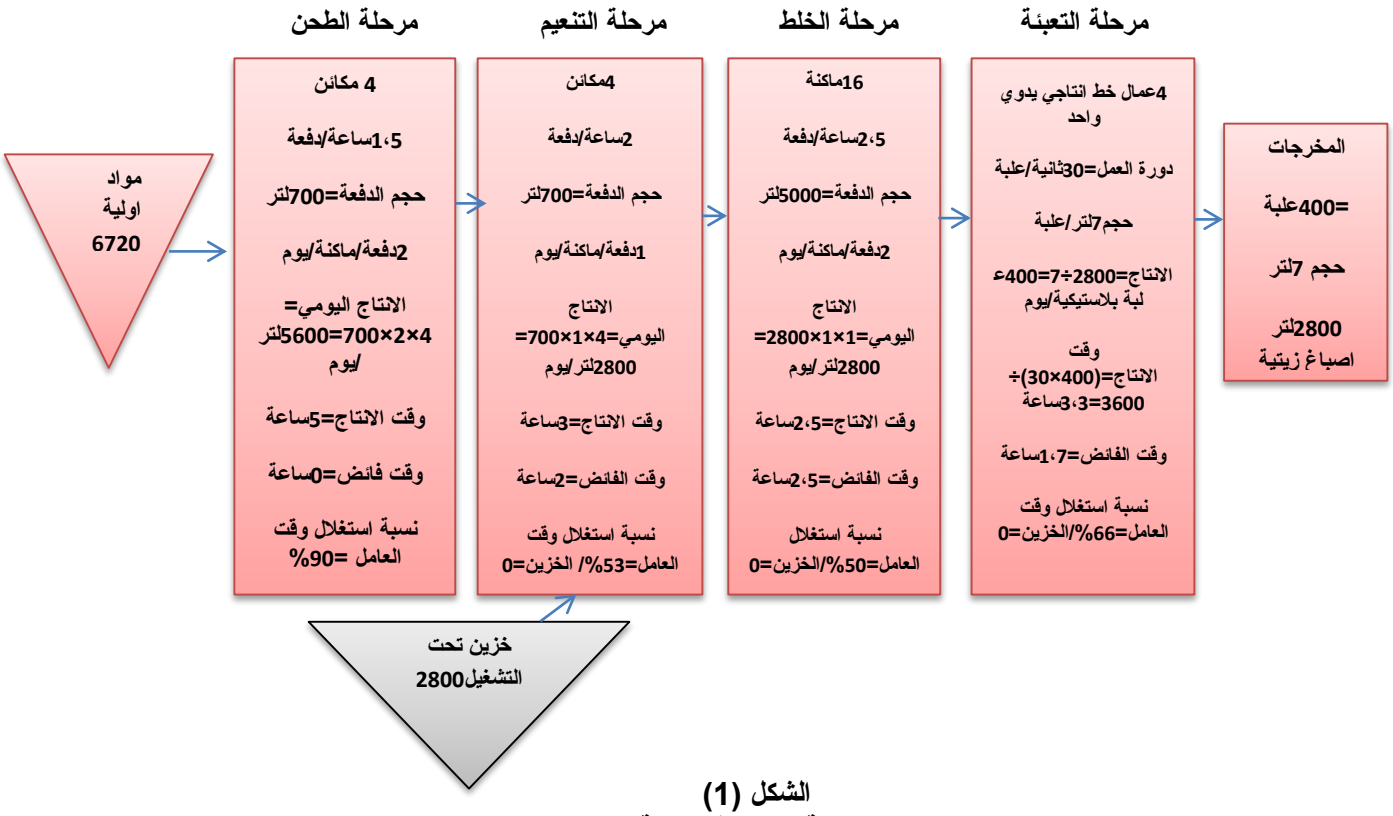
أ- معالجة الاصباغ الزيتية

من خلال الجدول (2) نلاحظ ان معدل الطلب اليومي على الاصباغ الزيتية يبلغ 6720 لتر وان الوقت المتاح لكل محطة عمل هو خمس ساعات وان كل محطة يقوم بتشغيلها عامل واحد فقط، وبالنسبة لمحطة الطحن فان العامل يستطيع تشغيل اربع مكائن بالتتابع (كما موضح في شكل (2) وان الانتاج اليومي لهذه المحطة يحسب بالطريقة الاتية:

4 مكائن × 700 لتر/ ماكنة = 2800 لتر

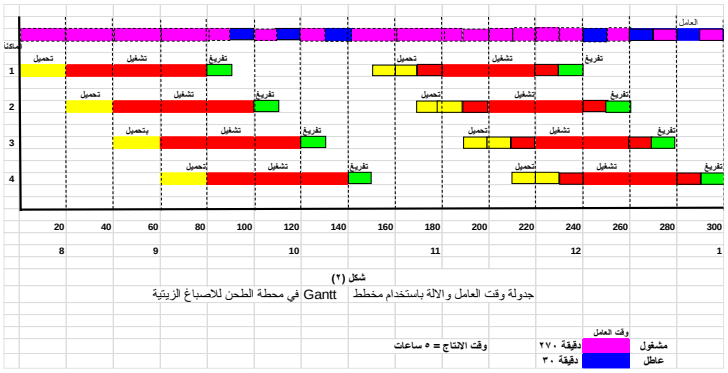
ويستغرق انتاج هذه الكمية بحدود 150 دقيقة، ثم يعيد العامل تحميل المكائن الاربعة مرة ثانية وبالتتابع الموضح بالشكل (2) الى ان يتم تفريغ الماكنة الرابعة في الدقيقة 300 من يوم العمل اي ان العامل يحمل المكائن الاربعة مرتين باليوم او ان كل ماكنة تحمل مرتين باليوم، فيكون مجموع الانتاج اليومي(2800 × 2 = 5600 لتر/يوم)، وهي الكمية التي ترحل الى المحطة التالية (محطة التنعيم) يظهر من الشكل (2) ان الوقت العاطل للعامل 2/1 ساعة باليوم ونسبة استغلال وقت العامل تبلغ 90% {1-(30÷300)}. اما المواد التي لا يمكن معالجتها فتبلغ:

(6720 – 5600 = 1120 لتر/يوم) ولا تعتبر هذه الكمية خزين تحت التشغيل لأنها اصلا مواد اولية تفوق طاقة المحطة الاولى . ولما كانت محطة الطحن تختص بمعالجة الاصباغ الزيتية والاصباغ المائية فنلاحظ انه لا يمكن انتاج الاصباغ الزيتية والمائية في وقت واحد لان انتاج 5600 لتر من الاصباغ الزيتية يستنفذ كل وقت العمل اليومي فضلا عن وجود مواد لم تتم معالجتها، لذلك تشكل هذه المحطة قيدا لان وقت الانتاج غير كافي ومن ناحية اخرى ان عدد المكائن وهي4 تكفي بالكاد لإنتاج الاصباغ الزيتية التي هي اكثر اهمية للشركة من الاصباغ المائية



الشكل (1)
معالجة الاصباغ الزيتية

المصدر: اعداد الباحثين



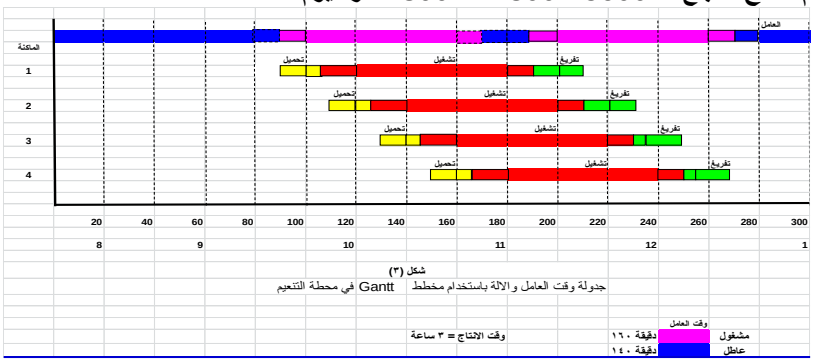
الشكل (2)

المصدر: اعداد الباحثين

اما اذا ارادت الشركة انتاج اصباغ زيتية ثم مائية على نفس الآلات فذلك يستوجب تنظيف الآلات من بقايا الاصباغ الزيتية وهي عملية يدوية تتطلب حوالي ساعة لكل ماكنة، مما يستوجب ايجاد حلا لهذا القيد، اما بالنسبة لمحطة التنعيم فأن كل دفعة عمل (700 لتر) تتطلب ساعتي عمل، إذ يتسلم العامل الذي يدير محطة التنعيم دفعة عمل من محطة الطحن في الدقيقة 90 (انظر شكل (3)) ويقوم بتحميلها لمدة 15 دقيقة ثم يشغل الالة ، بعد ذلك يستلم العامل الوجبة الثانية من محطة الطحن في الدقيقة 110 من يوم العمل ويقوم بتحميلها للماكنة الثانية بـــ 15 دقيقة ويشغل بعدها الالة الثانية. وبما ان العامل يتمكن من تشغيل اكثر من ماكنتين لان لديه وقت عاطل بعد تشغيل الالة الثانية لذلك فان العامل يتمكن من تشغيل ماكنة التنعيم الثالثة والرابعة لمعالجة المواد المستلمة من محطة الطحن وكما موضح في شكل (3). بذلك ينتهي العامل من تفريغ الالة الاولى في الدقيقة 210 من يوم العمل، ويتمكن من معالجة اربع دفعات كل واحدة تتكون من 700 لتر من الاصباغ الزيتية فيكون مجموع الانتاج اليومي في محطة التنعيم هو :

4 مكائن × 700 لتر = 2800 لتر/يوم

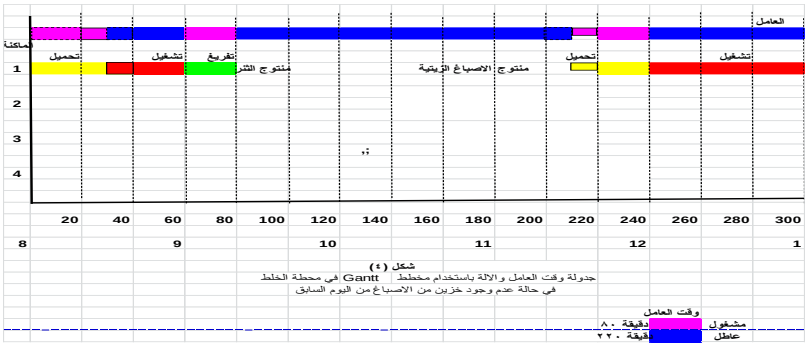
اما المواد التي لم تعالج فتبلغ: 5600 - 2800 = 2800 لتر/ يوم



الشكل (3)

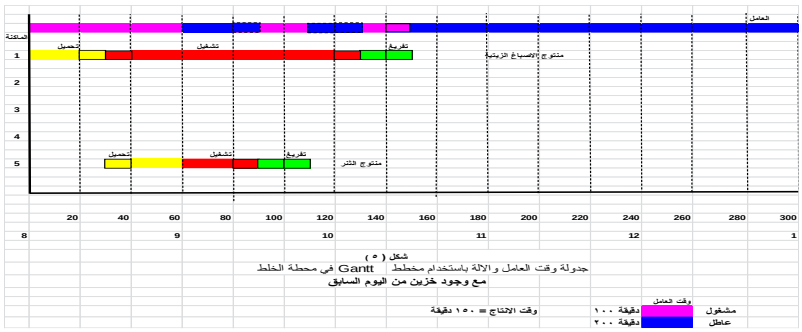
المصدر: اعداد الباحثين

وتعد هذه الكمية مخزون يومي بين محطتي الطحن والتنعيم وكما موضح في شكل (1). ويبلغ مجموع الوقت العاطل للعامل 140 دقيقة والوقت الذي يكون فيه العامل مشغول هو 160 دقيقة، اي ان نسبة استغلال وقت العامل تبلغ 53% تقريبا. تختص محطة الخلط بمعالجة المنتجات الثلاثة وهي الاصباغ الزيتية والاصباغ المائية والثنر. وعلى افتراض ان الشركة قررت انتاج اصباغ زيتية فان الدفعة الاولى من الاصباغ الزيتية تصل الى محطة الخلط من محطة التنعيم في الدقيقة 210 وكما موضح في الشكل (4) ، ولما كانت الاصباغ الزيتية تتطلب معالجة في محطة الخلط لمدة 2.5 ساعة اي ان العمل ينتهي في الدقيقة 360 او الساعة 2 بعد الظهر وهو خلاف لسياسة الشركة ، ويتطلب ذلك خزن كمية الانتاج الواردة من محطة التنعيم والبالغة 2800 لتر الى اليوم التالي (لكونه Buffer) وتعالج مرة واحدة في الة الطحن التي تبلغ سعة الواحدة منها 5000 لتر. ويوضح الشكل (5) مخطط غانت لجدولة وقت العامل والالة عندما يتم انتاج الاصباغ الزيتية والثنر(لان الثنر يحتاج معالجة في محطة الخلط فقط) في حالة خزن منتوج الاصباغ الزيتية في محطة التنعيم لليوم التالي لانتاجها. يظهر من الشكل (5) ان العامل في محطة الخلط يكون مشغولا لمدة 100دقيقة وعاطلا لمدة 200 دقيقة، اي ان نسبة استغلال وقت العامل هي 30% .



الشكل (4)

المصدر: اعداد الباحثين

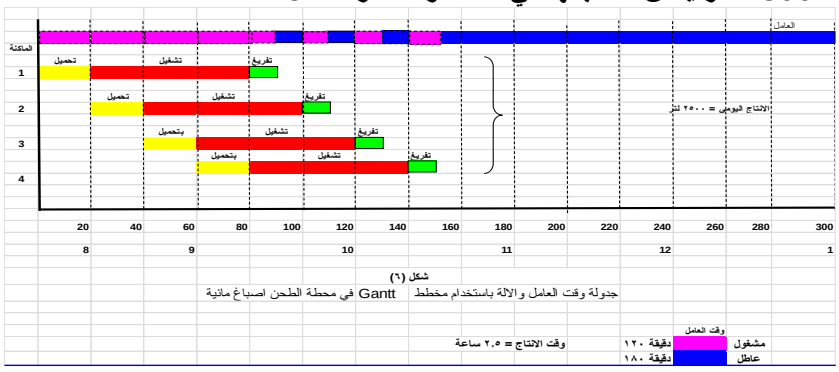


الشكل (5)

المصدر :اعداد الباحثين

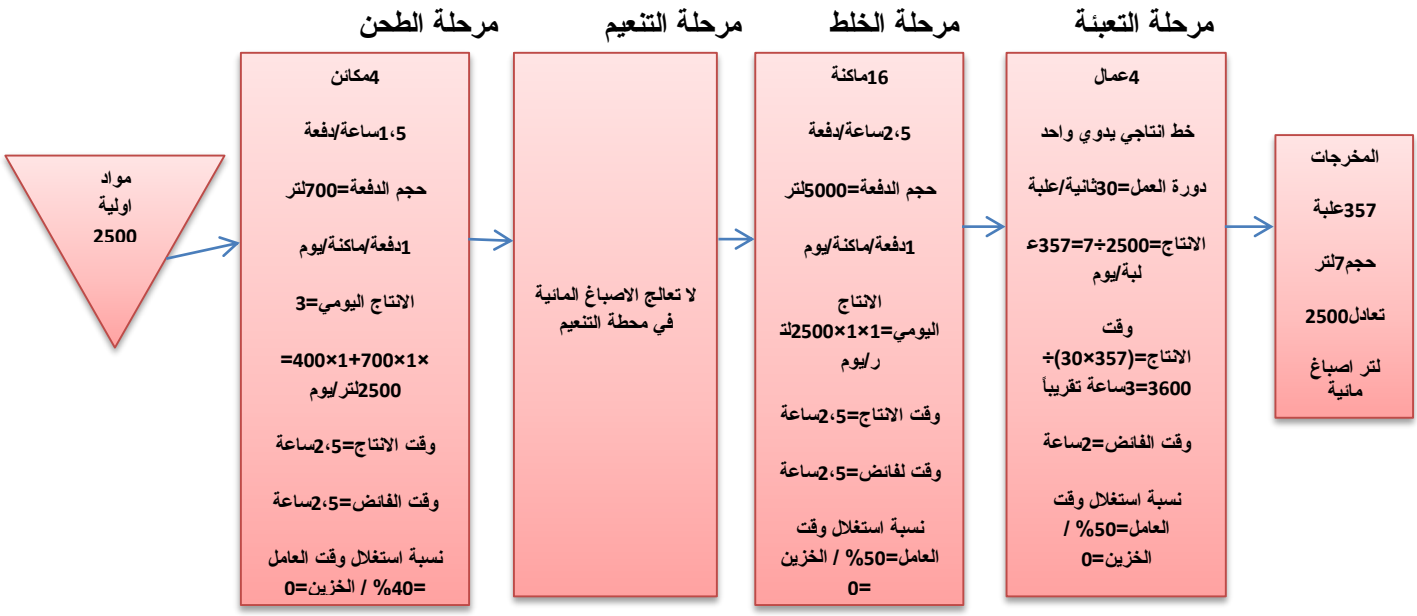
ب-معالجة الاصباغ المائية

تتطلب الاصباغ المائية معالجة في محطة الطحن لمدة 1.5 ساعة لمعالجة كل 700 لتر او اقل في ماكنة واحدة ، وبما ان الطلب اليومي يبلغ معدلا مقداره 2500 لتر، لذلك يمكن معالجة 2100 لتر على ثلاث مكائن (3 مكائن×700) اما الكمية الباقية وهي 400 فهي تعالج في الماكنة الرابعة وكما موضح في الشكل (6)، فيصبح مجموع الانتاج اليومي لمحطة الطحن هو 2500 لتر تنقل الى محطة الخلط. كما ذكرنا سابقا فان محطة الخلط تحتوي على 16 ماكنة سعة الواحدة 5000 لتر/وجبة لذلك فان كمية الانتاج للأصباغ المائية والبالغة 2500 لتر يمكن معالجتها في ماكنة واحدة ولمدة 2.5 ساعة.



الشكل (6)

المصدر: اعداد الباحثين

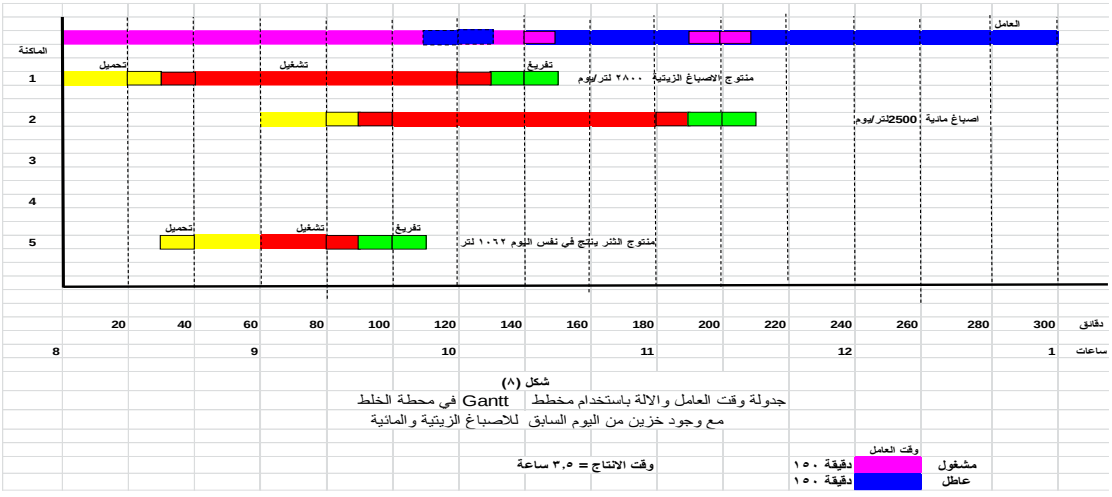


الشكل (7)
معالجة الاصباغ المائية

المصدر: اعداد الباحثين

ج- معالجة الثنر

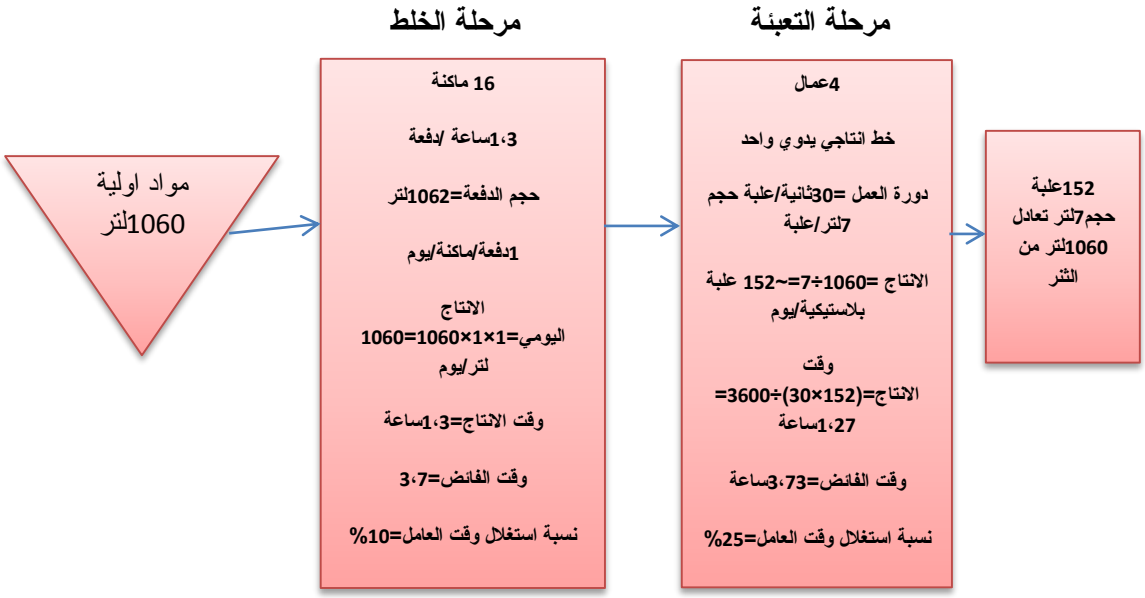
يبلغ معدل الطلب اليومي على الثنر 1060 لتر وهو يتطلب معالجة في محطة الخلط فقط وكما موضح في الشكل (9)، اذ يمكن معالجة كمية الطلب هذه بأستخدام ماكنة خلط واحدة ولمدة 80 دقيقة فقط. تشترك محطة الخلط بمعالجة ثلاث منتوجات هي الاصباغ الزيتية والمائية والثنر، واذا ما توفر خزين Buffer من الاصباغ الزيتية والاصباغ المائية فان جدولة وقت العامل والالة سيكون كما موضح بالشكل (8) اذ يكون العامل مشغولا لمدة 150 دقيقة وعاطلا لمدة 150 دقيقة ايضا، اي ان نسبة استغلال وقت العامل تكون 50%.، اما اذا لم يتوفر خزين من الاصباغ المائية وتوفر فقط خزين من الاصباغ الزيتية فان جدولة العامل والالة ستكون كما اوضحنا في الشكل (5).



شكل (٨)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة الخلط
مع وجود خزين من اليوم السابق للاصباغ الزيتية والمائية

الشكل (8)

المصدر:اعداد الباحثين



الشكل (9)
معالجة الثنر

المصدر: اعداد الباحثين

د-محطة التعبئة

تتكون هذه المحطة من خطين احدهما ميكانيكي وهو متوقف حاليا والثاني يدوي ويستخدم لتعبئة الاصباغ والثنر، يعمل في الخط اربع عمال يقومون بتعبئة منتجات المعمل في علب بلاستيكية بأحجام مختلفة بمعدل 7 لترات/علبة، وتبلغ دورة الانتاج لهذا الخط اليدوي 30 ثانية لتعبئة العلبة. والشكل (10) يوضح مخطط Gantt لجدولة وقت العمال لتعبئة المنتوجات الثلاث على افتراض ان محطة الخلط تنتج المنتوجات الثلاثة. بما ان معدل انتاج الاصباغ الزيتية يبلغ 2800 لتر/يوم و2500 لتر/ اليوم للأصباغ المائية و 1060 لتر للثنر، لذلك يحسب الوقت اللازم للإنتاج في محطة التعبئة كما يأتي:

الاصباغ الزيتية:

2800 ÷ 7 = 400علبة الوقت اللازم للتعبئة= 400×30= 12000 ثانية

الاصباغ المائية:

2500 ÷ 7 = 357 علبة الوقت اللازم للتعبئة= 357×30= 10710 ثانية

اما الثنر:

1060 ÷ 7 ≅ 152 علبة الوقت اللازم للتعبئة= 152×30 = 4560 ثانية

المجموع = 27270 ثانية/يوم

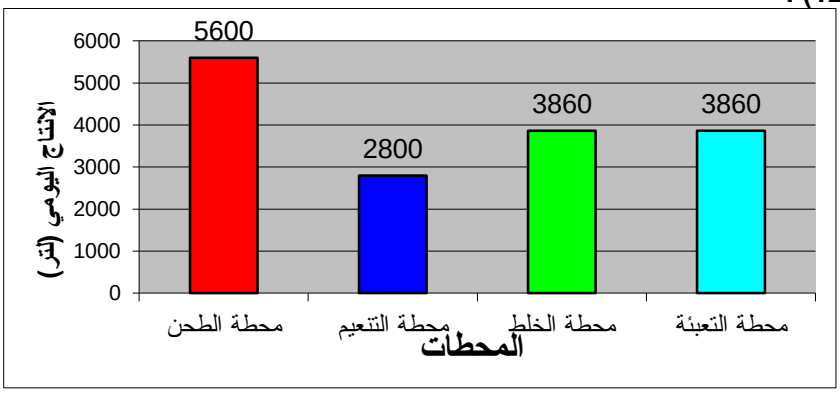
أي ما يعادل 7.5ساعة ، لذلك لا يمكن تعبئة جميع المنتجات في يوم عمل واحد لان تعبئة الاصباغ الزيتية يتطلب 200 دقيقة عمل وتعبئة الثنر يتطلب 80 دقيقة فيكون المجموع 280 دقيقة اي ما يتبقى لتعبئة الاصباغ المائية 20 دقيقة وهي لا تكفي للتعبئة وكما موضح في شكل (10) واذا ما فعلت الشركة ذلك فان وقت العمل سوف يخرج عن ساعات العمل المحددة في الشركة وكما موضح بالشكل (10)، بمعنى اخر ان هناك قيدا في مرحلة التعبئة يتوجب ايجاد حلا له.

شكل (١٠)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة التعبئة

الشكل (10)

المصدر:اعداد الباحثين

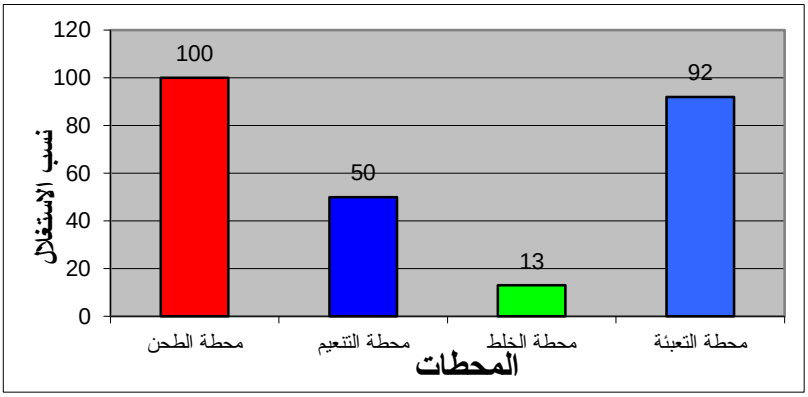
واستنادا الى التحليل السابق والاشكال(2) الى (10) فقد قامت الباحثة بأعداد الجدول (7) الذي يوضح كميات الانتاج المطلوبة من كل منتوج وفي كل محطة عمل، ويظهر من خلال هذا الجدول ايضا انه اذا ما أرادت الشركة انتاج جميع المنتوجات فأنها ستصطدم بقيدين، الاول هو ان وقت العمل المتاح في المحطات لا يكفي، والثاني هو ان عدد المكائن في محطتي الطحن والتنعيم محدود بأربع مكائن فضلا عن ان كل محطة عمل يديرها عامل واحد يعمل لمدة خمس ساعات باليوم، ومن ناحية اخرى فان الشركة لا تتمكن من انتاج 6720 لترمن الاصباغ الزيتية يوميا بسبب محدودية الوقت وعدد المكائن في محطة الطحن، وسيتكون خزين بين محطتي الطحن والتنعيم من الاصباغ الزيتية لان محطة التنعيم لا تتمكن من معالجة 5600 لتر باليوم من الاصباغ الزيتية وكما موضح في الشكلين (2) و(3).فضلا عن ذلك فان تدفق كميات الانتاج بين المحطات غير متوازن ، فمثلا اذا انتجت الشركة الاصباغ الزيتية والثنر فان كميات الانتاج ستكون كما موضح في الشكل (11). وان استغلال طاقات محطات العمل غير منتظم هو الاخر، وكما يظهر من الجدول (7) والشكل (12) .



الشكل (11)

تدفق المنتوج عند انتاج الاصباغ الزيتية والثنر (لتر/يوم)

المصدر:اعداد الباحثين



الشكل (12)

نسب الاستغلال في محطات العمل عند انتاج الاصباغ الزيتية والثنر

المصدر:اعداد الباحثين

جدول (7)

توضيح حالات الاختناق في محطات العمل

المنتوج / المحطة	الاصباغ الزيتية (الوقت /الكمية)	الاصباغ المائية (الوقت الكمية)**	الثنر (الوقت /الكمية)	الوقت المتاح باليوم	وقت الانتاج الكلي اللازم	حالة المحطة
الطحن (4 مكائن)	5600/ 300	2500/150	-----	300	450	عدم كفاية وقت الانتاج
التنعيم (4 مكائن)	*2800/180	-----	----	300	360	عدم كفاية الوقت وتراكم والخزين
الخلط (16 ماكنة)	2800/150	2500/150	1060/80	300	340	عدم كفاية الوقت
التعبئة (خط انتاجي واحد)	2800/200	2500/180	1060/80	300	460	عدم كفاية وقت الانتاج
المخرجات	2800	2500	1060			

*** خزين من المواد تحت التشغيل بين محطتي الطحن والتنعيم = 2800لتر/يوم**

**** لا يمكن تحقيقه في اليوم نفسه اذا انتجت الشركة اصباغاً زيتية**

والجدول (8) يوضح حساب الطاقة الانتاجية باللترات ونسب الاستغلال لمحطات العمل عند انتاج الاصباغ الزيتية والثنر . يظهر من هذا الجدول بأن نسبة استغلال محطة التنعيم تنخفض الى 50% بسبب عدم امكانية معالجة كامل مخرجات محطة الطحن بنفس اليوم في محطة التنعيم .

جدول (8)

حساب الطاقة الانتاجية باللترات ونسب الاستغلال

لمحطات العمل عند انتاج الاصباغ الزيتية والثنر

المحطة	حساب الطاقة	الانتاج اليومي	نسبة الاستغلال
الطحن	4الآت×لتر700×2 وجبة = 5600	5600 اصباغ	%100
التنعيم*	4 الآت × 700 لتر× 2 وجبة= 5600	2800 اصباغ	%50
الخلط	3 الآت×2 وجبة×5000= 30000	2800 اصباغ 1060 ثنر	%13
التعبئة	خط انتاجي واحد ينتج 4200 لتر/يوم	2800 اصباغ 1060 ثنر	%92

* اذا توفر خزين لمحطة الطحن فانها يمكن ان تنتج 5600 لتر باليوم.

المصدر:اعداد الباحثين

اما عند انتاج الاصباغ المائية والثنر فأن كميات الانتاج هي الاخرى ونسب الاستغلال تكون غير منتظمة وكما يظهر من خلال الجدول (9) والشكلين (13) و(14). يلاحظ من هذا الجدول بان نسب استغلال المحطات تنخفض وان استغلال محطة التنعيم يكون صفرا لان هذه المحطة تعالج الاصباغ الزيتية فقط.

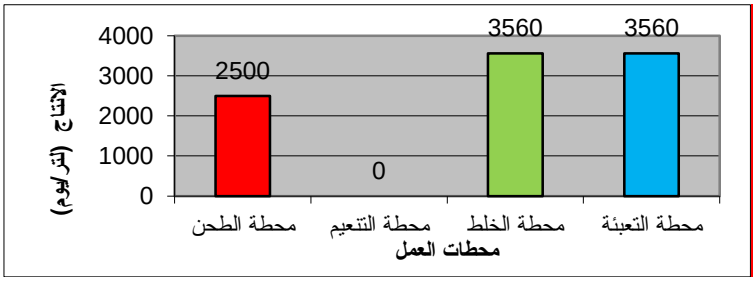
جدول (9)

حساب الطاقة الانتاجية باللترات ونسب الاستغلال

لمحطات العمل عند انتاج الاصباغ المائية والثنر

المحطة	حساب الطاقة	الانتاج اليومي	نسبة الاستغلال
الطحن	4 ماكنة×لتر700×2 وجبة = 5600	2500 اصباغ	%45
التنعيم	----------	----------	----------
الخلط	3 ماكنة×2 وجبة×5000= 30000	2500 اصباغ 1060 ثنر	%12
التعبئة	خط انتاجي واحد ينتج 4200 لتر/يوم	2500 اصباغ 1060 ثنر	%85

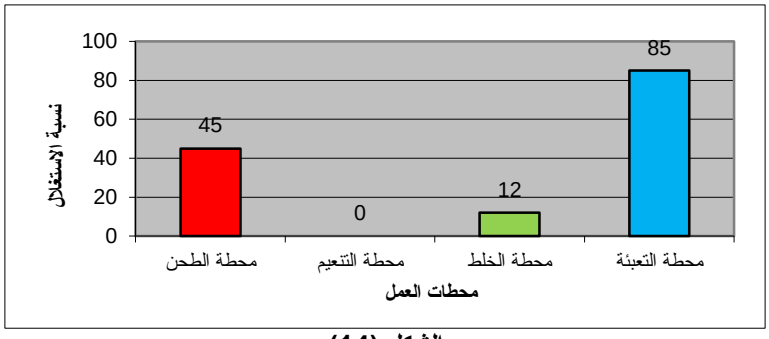
المصدر:اعداد الباحثين



الشكل (13)

تدفق المنتوج عند انتاج الاصباغ المائية والثنر

المصدر :اعداد الباحثين



الشكل (14)

نسبة استغلال محطات العمل عند انتاج الاصباغ المائية والثنر

المصدر:اعداد الباحثين

2- جدولة القيد او القيود

بعد تشخيص القيود من حيث تراكم الخزين بين محطات العمل ومن حيث عدم كفاية الوقت اللازم للإنتاج ، سيتم في هذه الخطوة اولاً جدولة محطة القيد وهي محطة الطحن التي لا يمكن معالجة الاصباغ الزيتية (5600 لتر/ يوم) والاصباغ المائية (2500 لتر/يوم) فيها في نفس اليوم وذلك بسبب محدودية عدد المكائن والبالغ عددها اربعة فقط وكذلك محدودية ساعات العمل والبالغة 5 ساعات/ يوم، من ناحية اخرى ينبغي عند جدولة القيد في خط انتاج الاصباغ ان يؤخذ بنظر الاعتبار مسألة ان مخرجات احدى المحطات تعد مدخلات للمحطة التالية ، واذا ما وصلت مخرجات احدى المحطات متأخرة الى المحطة التالية فلا يمكن معالجتها بسبب انتهاء الدوام في المعمل . لذلك سيتم تقسيم الانتاج على دفعات طول الدفعة 20 يوماً وذلك لتخفيض تكاليف الاعداد عند التحول من منتوج لأخر لاسيما في محطة الطحن، وعليه { واعتمادا على معدلات الطلب للمنتوجات الثلاثة فقد اعدت خطة الانتاج الاجمالية وجدول الانتاج الرئيسي الموضحان في الجدول (10) و(11)} ، فسيتم جدولة هذه المحطة وكما يأتي:

جدول (10)
خطة الانتاج الاجمالية للأصباغ والثنر
Aggregate Production Plan for Paints

الشهر	1	2	3	4	5	6
كمية الطلب	122000	133100	122000	133100	122000	133100
الشهر	7	8	9	10	11	12
كمية الطلب	122000	133100	122000	133100	122000	133100

المصدر:اعداد الباحثين

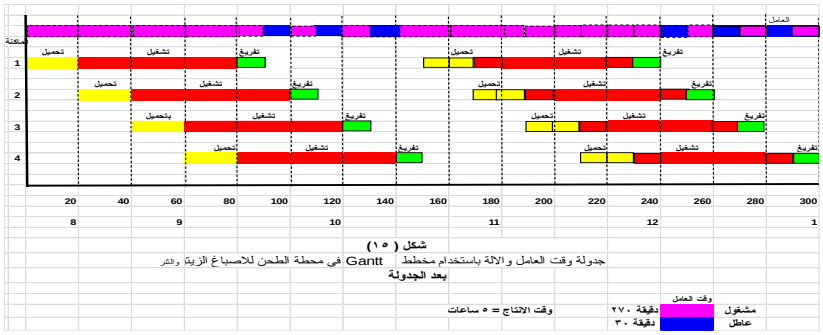
انتاج معدل الطلب اليومي للأصباغ الزيتية في محطة الطحن ولمدة 20 يوماً (اي اربع اسابيع) ومعالجة منتوج الثنر بمعدل 1060 لتر يوميا في محطة الخلط ، ومعالجة مخرجات محطة الطحن في اليوم الثاني في محطة التنعيم لأنه لا يمكن معالجة مخرجات محطة الطحن في

جدول (11)
مقطع من جدول الانتاج الرئيسي للأصباغ والثنر
Master Production for Paints

الاسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8
الاصباغ الزيتية	168000	28000	28000	28000	22400	14000	14000	14000
الاصباغ المائية	0	0	0	0	10000	125000	125000	125000
الثنر	5300	5300	5300	5300	5300	5300	5300	5300
الاسبوع	9	10	11	12	13	14	15	16
الاصباغ الزيتية	16800	28000	28000	28000	22400	14000	14000	14000
الاصباغ المائية	0	0	0	0	10000	12500	12500	12500
الثنر	5300	5300	5300	5300	5300	5300	5300	5300

المصدر:اعداد الباحثين

محطة التنعيم بنفس اليوم ، ثم معالجة الاصباغ الزيتية مع منتوج الثنر في محطة الخلط في اليوم الثالث. ان هذه الجدولة تتيح انتاج الثنر يوميا واستغلال طاقة محطة الطحن بمعدل 100% من اليوم الاول، ومحطة التنعيم بمعدل 100% ابتداءا من اليوم الثاني بعد اضافة عامل واحد لهذه المحطة وكما يظهر في الشكلين (15) و(16)، ثم تعبئة منتوجي الاصباغ الزيتية والثنر في محطة التعبئة. لاحظ ان الانتاج الكلي يستقر على 6660 لتر ابتداءا من اليوم الثالث ، بعد ذلك يتم التحول لإنتاج منتوجي الاصباغ المائية والزيتية بمعدل 2500 للأصباغ المائية و 2800 للأصباغ الزيتية و1060 لترمن الثنر يوميا ، ومعالجة الاصباغ المائية في نفس اليوم بمحطة الخلط ، ومعالجة الاصباغ الزيتية في محطة التنعيم في اليوم التالي باستخدام عامل واحد، ثم معالجة منتوج الاصباغ الزيتية والمائية والثنر في محطة الخلط (والتي لا تشكل قيدا) في اليوم الثالث مع استمرار الانتاج اليومي للثنر بمعدل 1060 لتر، لاحظ ان الانتاج يبدأ بالاستقرار اعتبارا من اليوم 24 وذلك بسبب التحول من انتاج منتوج واحد في محطة الطحن الى انتاج منتوجين وهما الاصباغ الزيتية والمائية. من خلال التحليل السابق، فأن الباحثة ترجح اعتماد هذه الجدولة لأنها تتيح انتاج المنتوجات الثلاثة لتلبية طلب الزبائن لاسيما وان الشركة تتبع استراتيجية الانتاج بقصد الخزن Make-to-Stock وهي تحاول ايضا انتاج اكبر كمية ممكنة باستغلال الطاقات المتاحة لمحطات العمل .



شكل (١٥)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة الطحن للاصباغ الزيتية والتنر
بعد الجدولة

الشكل (15)

المصدر:اعداد الباحثين

شكل (١٦)
جدولة وقت العامل والالة Gantt في محطة التنعيم
بعد جدولة القيد لإنتاج الاصباغ الزيتية والتنر

الشكل (16)

المصدر:اعداد الباحثين

3- توظيف العمليات للقيد

ان مسالة حل القيد يجب ان تعد من أولى الأسبقيات في الشركة، اي ينبغي على الشركة ان تتجاوز أي مقاومة نفسية لحل القيد ويتطلب ذلك وجود قيادة قوية للإدارة العليا تمارس دورها لتذليل أي مقاومة داخلية لحل مشكلة القيد. من خلال الخطوة السابقة نلاحظ ان تطبيق الجدولة ستؤدي الى انتقال القيد من محطة التنعيم الى محطة التعبئة (خصوصا عند انتاج المنتوجات الثلاثة) لان طاقة محطة التعبئة محدودة بـــ 4200 لتر يوميا بينما الانتاج اليومي سيتجاوز 6000 لتر ولهذا يجب تسخير هذه المحطة لحل القيد وذلك بإضافة خط تعبئة يدوي طاقته بحدود 4200 لتر من اليوم 21 وتخفيض انتاج التنر للأيام 21 و22 و23مع العلم بان محطة الخلط لا تشكل قيدا من حيث الطاقة لكنها تشكل قيد من حيث الوقت لان انتاجها هو من دون مستوى طاقتها، وبذلك تضمن الشركة الحصول على تدفق منتظم من المخرجات وهذا هو احد اهداف نظرية القيود. بشكل عام فان العمليات التي تأتي بعد العملية التي تمثل قيداً فإنها لا تمثل أهمية كبيرة لان إنتاجها من المحتمل أن يكون دون مستوى طاقاتها مما يوجب عليها انتظار انجاز العمل في العملية التي تمثل قيداً وكما يظهر في الجدول من التحليل السابق اذ ان المواد التي تعالج في محطة التنعيم تم جدولتها للمعالجة في اليوم التالي في محطة الخلط .

4- رفع أو إزالة قيد النظام

إذا لم تكن كمية المخرجات التي تتحقق من خلال الخطوات1-3 مقبولة فينبغي إجراء مزيد من التحسينات، فمثلا عند انتاج الاصباغ الزيتية والمائية تبقى نسبة استغلال محطة التنعيم 50%واذا لم تكن الشركة مقتنعة بذلك فهناك عدة خيارات، فمثلا قد تلجأ الشركة إلى إجراء تغييرات رئيسية في محطة التنعيم لزيادة نسبة استغلالها، وهذه التغييرات يمكن ان تتضمن زيادة في رأس المال المستثمر او زيادة عدد ساعات العمل في المحطات التي تتبع محطة القيد.

5- تكرار الدورة

بعد تحسين القيد في محطة التنعيم فقد ظهر بان محطة اخرى قد اصبحت قيدا وهي محطة التعبئة ولمعالجة ذلك وكما ورد انفا فان على الشركة الاستعانة بخط انتاجي يدوي لتعبئة المنتجات. اما اذا ارادت الشركة انتاج 5600 لتر من الاصباغ الزيتية يوميا و 2500 لتر من الاصباغ المائية يوميا فان محطة الطحن ستشكل قيدا مما يستوجب زيادة عدد ساعات العمل وعدد العمال في هذه المحطة وسوف ينتقل القيد الى محطة التعبئة مجددا وهكذا تتكر هذه العملية.

من التحليل السابق يمكن تحديد مدى تحسن نسب اداء المحطات وكميات تدفق المنتوج بين محطات العمل بعد تخفيض أثر القيود في محطات الطحن والتنعيم والتعبئة، ولا تدعي الباحثة انها ازالت جميع القيود بشكل تام وانما ساهمت في زيادة معدلات تدفق الانتاج وتحسين نسب استغلال المحطات وهو ما يصنف تحت إطار التحسين المستمر ، والجدول (12) يعرض مقارنة قبل تطبيق نظرية القيود وبعدها وعلى اساس ان طاقة محطة الخلط هي 30000* لتر باليوم وطاقة محطة التعبئة هي 8400 لتر/يوم .

جدول (12)

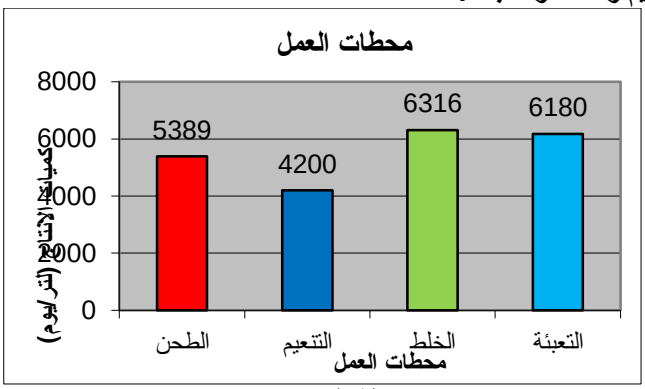
مقارنة تدفق المنتوج ونسب الاستغلال في محطات العمل قبل وبعد تطبيق نظرية القيود

المنتوج / المحطة	الاصباغ المائية والثنر		الاصباغ الزيتية والثنر		الاصباغ الزيتية والمائية والثنر	
	تدفق المنتوج	نسبة الاستغلال	تدفق المنتوج	نسبة الاستغلال	معدل تدفق المنتوج	معدل نسبة الاستغلال
الطحن	2500	%45	5600	%100	5389	%96
التنعيم	0	%0	2800	%50	4200	%78
الخلط*	3560	%12	3860	%13	6316	%21
التعبئة**	3560	%42	3860	%46	6180	%74
الوسط الحسابي	3207	%34	4030	%52	5521	%72
الانحراف المعياري	612	%19	1160	%36	970	%22

*حسبت على اساس تشغيل 3 مكائن بوجبتين بطاقة انتاجية يومية 30000 لتر/يوم.

*حسبت على اساس تشغيل خطين يدويين للتعبئة بطاقة 8400 لتر/يوم.

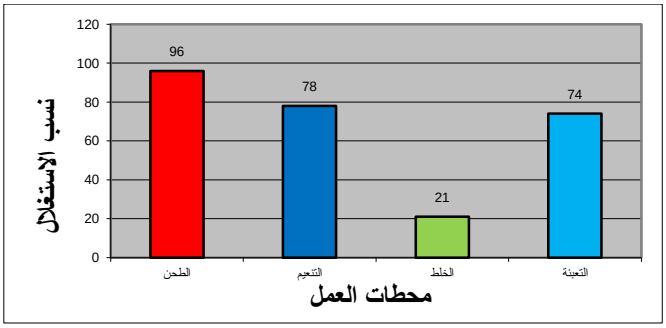
ويوضح الشكلان(17) و(18) تدفق المنتوج ونسب استغلال محطات العمل بعد جدولة محطات الطحن والتنعيم والخلط والتعبئة،اما الاشكال (15) و(16) و(19) و(20) فهي تمثل الجدولة اليومية للأعمال باستخدام مخطط غانت في محطات الطحن والتنعيم والخلط والتعبئة .



الشكل (17)

تدفق المنتوج في محطات العمل بعد جدولة القيود

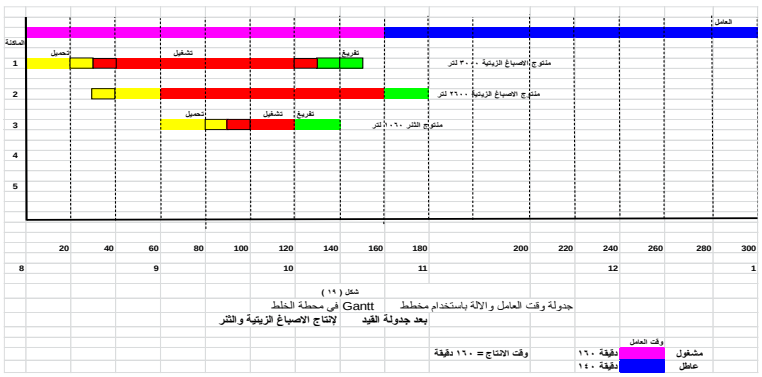
المصدر:اعداد الباحثين



الشكل (18)

نسب استغلال محطات العمل بعد جدولة القيود

المصدر :اعداد الباحثين



الشكل (19)

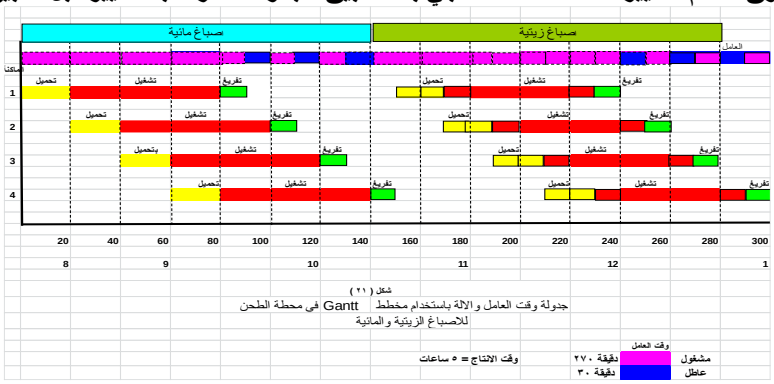
المصدر:اعداد الباحثين

شكل (٢٠)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة التعبئة
بعد جدولة القيد لانتاج الاصباغ الزيتية والثنر

الشكل (20)

المصدر: اعداد الباحثين

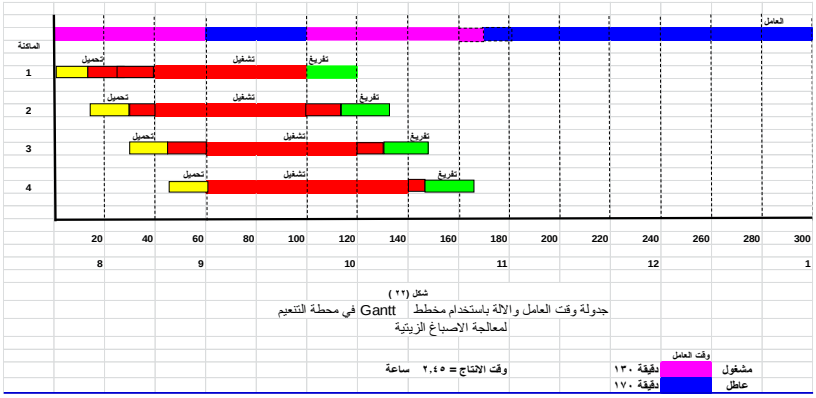
يتضح من جدول 12 من التحليل السابق بأن تدفق المنتوج ونسب الاستغلال بعد تطبيق جدولة القيود تتحسن كثيرا مقارنة بالوضع الحالي للإنتاج في الشركة مما يشير الى فاعلية تطبيق نظرية القيود.
اما الاشكال (21) و(22) و(23) و(24) فأنها توضح جدولة الاعمال على المحطات لإنتاج 2800 و2500 و1060 لتر/يوم من الاصباغ الزيتية والمائية والثنر باليوم .
بالاعتماد على النتائج الموضحة في جدول(12)اداء الخط الانتاجي وهي انتاجية العمال وانتاجية المكائن وانتاجية ساعات العمل، ونسبة الاستغلال في كل محطة، وفاعلية الخط الانتاجي ونسبة كفاءة الخط الانتاجي ونسبة الوقت الضائع باستخدام المعادلات الخاصة بهم يوضح الجدول (13)مقارنة بين المعايير اعلاه قبل وبعد جدولة القيود، ويظهر من هذا الجدول تفوق معظم معايير الاداء للخط الانتاجي بعد تطبيق الجدولة مقارنة بالمعايير قبل تطبيق الجدولة .



شكل (٢١)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة الطحن للاصباغ الزيتية والمائية

الشكل (21)

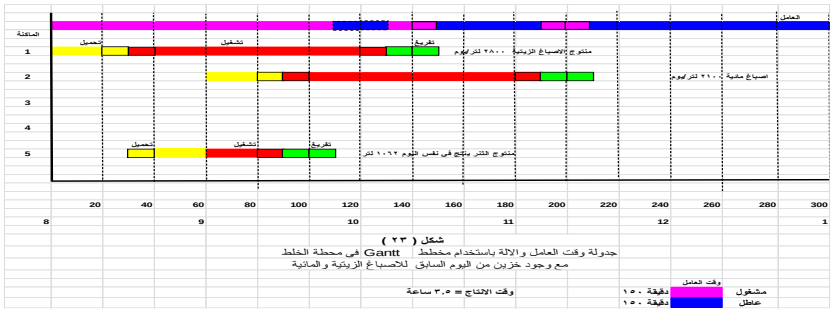
المصدر: اعداد الباحثين



شكل (٢٢)
جدولة وقت العامل والالة باستخدام مخطط Gantt في محطة التعميم لمعالجة الاصباغ الزيتية

الشكل (22)

المصدر:اعداد الباحثين



الشكل (23)

المصدر:اعداد الباحثين

الشكل (24)

المصدر:اعداد الباحثين

جدول (13)

مقارنة معايير اداء خط انتاج الاصباغ والاثير

مزيج الانتاج / معايير الاداء	الاصباغ الزيتية والاثير	الاصباغ المائية والاثير	الاصباغ الزيتية والمائية والاثير
انتاجية العمال	576 لتر/عامل/يوم	458 لتر/عامل/يوم	502 لتر/عامل/يوم
انتاجية المكائن	310 لتر/ماكنة/يوم	320 لتر/ماكنة/يوم	423 لتر/ماكنة/يوم
انتاجية ساعة العمل	806 لتر/ساعة	641 لتر/ساعة	1104 لتر/ساعة
نسبة استغلال م1	%100	%45	%96
نسبة استغلال م2	%50	%0	%75
نسبة استغلال م3	%13	%12	%21
نسبة استغلال م4	%46	%42	%74
الفاعلية	%61	%90	%60
الكفاءة	%68	%64	%68
نسبة الوقت الضائع	%32	%36	%32

المصدر:اعداد الباحثين

المبحث الرابع
الاستنتاجات والتوصيات

اولاً : الاستنتاجات

1. تُعد نظرية القيود واحدة من أهم الادوات والاساليب التي تساعد المنظمات على تشخيص نقاط الاختناق في العملية الانتاجية والمشاكلات التي تنتج من هذا الاختناق وبالتالي معالجتها.
2. تزداد أهمية الجدولة عندما تركز على جدولة القيد بهدف تحسين تدفق الانتاج .
3. اظهرت نتائج مخططات غانت انه من الممكن تنسيق العلاقة بين المحطات الانتاجية وجدولتها ، وبالتالي تحسين تدفق الانتاج بين المحطات واستغلال الطاقة بشكل يساعد على تحسين الاداء.
4. زيادة كميات الانتاج بعد جدولة القيد عن الكميات التي تنتج على وفق الاسلوب المستخدم في المعمل .
5. ارتفاع مؤشرات اداء العمليات في خط انتاج الاصباغ والاثير بعد تطبيق نظرية القيود وانخفاض نسبة الوقت العاطل .

ثانياً : التوصيات

1. اعتماد منهج نظرية القيود في تشخيص القيود وتذليلها وانتاج المنتجات الثلاث (الزيتية ، والمائية ،والثنر) من خلال جدولة تلك المنتجات على المراحل الانتاجية .
2. استخدام مخططات غانت في جدولة مزيج المنتجات على المحطات الانتاجية .
3. حث ادارة الشركة على ضرورة استحداث خط يدوي اضافي في مرحلة التعبئة .
4. تقسيم الانتاج الى دفعات طول الدفعة 20 يوماً ، وذلك لتخفيض تكاليف الاعداد عند التحول من منتوج لآخر لا سيما في محطة الطحن .

المصادر

اولاً : المصادر العربية

أ-البحوث

1- اليامور ،علي حازم ،(2010) ، " استخدام نموذج البرمجة الخطية في تحديد المزيج الانتاجي الامثل الذي يعظم الارباح في ظل تطبيق نظرية القيود "، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الموصل .
2- جواد ، مها كامل ، (2009) ،" مداخل التحسين المستمر " ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد .

ب- الكتب

1- النجار ، صباح مجيد سعيد ،(2012) ، محسن ، عبد الكريم ، " ادارة الانتاج والعمليات " ، الذاكرة للنشر والطباعة .

ج- الوثائق والسجلات

1- الوثائق لدى شعبة الاحصاء في الشركة .
2- السجلات المتوافرة لدى قسم التخطيط و المتابعة في الشركة .
3- الوثائق لدى ادارة معمل الاصباغ والثنر في الشركة .

ثانياً : المصادر الاجنبية

A-Books

1- Davis , M . MARK & Aquilano , j .Nicholas & Chase , B . Richard , (2003) ," Fundamentals of operations management " , McGraw . Hill Companies, Inc , Irwin, new jersey.
2- Krajewski , J . Lee & Larry ,P . Ritzman ,(2013) , Operations management ",Licensing Agency Ltd,saffron house London .
3- Reid , R. Dan & Nada , R . Sanders , (2010) ," Operations management : an integrated approach" ,clearance center Inc .
4- Russel , Roperta & Taylor III Bernard , (2000) , " "Operation management : multimedia nersion " , new jersey.
5- Stevenson , J . William , (2007) , " Operation management" , McGraw , Hill Irwin .

B- Journal and periodicals

1- Tasi ,Wen – Hsien , Chen , .Hui – Chiao , Len .Jhn . Der, Chany .Yao,Chung & Lin .W, Thomas ,(2013), "A product mix decision model using green manufacturing technologies under activity –based costing" , journal of cleaner production .

D-Studies conferences internet

1- Tao, Yinyang , Xia ,Tanbin m Xi ,Lifeng ,(2014), "Opportunistic preventive maintenance scheduling based on theory of constraints industrial systems engineering research conference" .

.....

.....

.....