

دور شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية في المؤسسات الاقتصادية -دراسة حالة
مؤسسة الرّزم المعدنية EMB-

The Role Of Activity Networks In Scheduling The Production Process
In Economic Institutions -Case Study Of The EMB-

أ.د. عبد النور غريس

زهيرة أعراب

(مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية)

(مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية)

University of Algiers 3، الجزائر

University of Algiers 3، الجزائر *

ghriss.abdenmour@univ-alger3.dz

arab.zahira@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام: 2019/11/29 : تاريخ القبول : 2020/01/01

مستخلص:

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز الدور الذي تلعبه شبكات الأعمال في جدولة أنشطة العملية الإنتاجية في المؤسسات الاقتصادية، لذلك قمنا بإجراء دراسة تطبيقية لدى مؤسسة EMB. توصلنا إلى أهمية الأسلوب في جدولة العملية الإنتاجية من خلال تقدير المدة المتوقعة والتعبير عنها بالكميات المتوقعة، ومتابعة تنفيذها من خلال إجراء الرقابة على الكميات الفعلية بهدف تحقيق خطط الإنتاج.

الكلمات المفتاحية: العملية الإنتاجية؛ الجدولة؛ الرقابة؛ المسار الحرج؛ PERT.

تصنيف JEL: C44 ; M11.

Abstract:

The study aims to highlight the role of activity networks in scheduling the activities of the production process in economic institutions, so we conducted an empirical study at the EMB institution. We concluded that the technique is important in scheduling the production process by estimating the expected duration and expressing it in expected quantities, and Follow-up implementation through controlling the actual quantities in order to achieve the production plans.

Keywords: production process; scheduling; control; critical path; PERT.

Jel Classification Codes : C44 ; M11.

* المؤلف المراسل.

مقدمة:

عرفت شبكات الأعمال استخداما واسعا في إدارة المشاريع نظرا لتعدد هذه الأخيرة وارتباطها بظروف عدم التأكد ما يزيد من احتمال تأخرها عن موعد انتهاءها. ومع التطور الصناعي الذي تعرفه عمليات الإنتاج انتقل استخدام شبكات الأعمال إلى إدارة العملية الإنتاجية في المؤسسات الاقتصادية، من خلال جدولة مختلف الأنشطة المكونة للعملية الإنتاجية لتسهيل إنجاز أوامر التصنيع والاستغلال الأمثل للموارد. يعتبر الوقت أول مورد يتم إدارته لغرض تقديم المنتجات في مواعيدها وبالكميات المطلوبة وهو الأساس الذي وجدت من أجله المؤسسات.

عرفت المؤسسات الاقتصادية في الجزائر عدة إصلاحات من أجل تطويرها والرفع من كفاءتها، لكن رغم تلك الإجراءات لازالت تعاني من عدة مشاكل من بينها عدم تحقيق الطلبات في مواعيدها وارتفاع تكاليف الإنتاج، قد يرجع السبب إلى سوء التسيير وعدم استخدام الأساليب العلمية. لهذا الغرض أردنا تطبيق شبكات الأعمال كأسلوب علمي في أحد المؤسسات الاقتصادية بالجزائر " مؤسسة الرزم المعدنية EMB " نظرا لأهميتها حيث تقوم بتمويل عدد كبير من المؤسسات الاقتصادية في مجال الأغذية ومواد متنوعة بمختلف أنواع علب التعبئة حيث صنعت حوالي 3460 مليون علبة من مختلف الأحجام خلال سنة 2017 فهي تسيطر على السوق بحصة تفوق 60%.

مما سبق سنطرح الإشكالية التالية: ما هو دور استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية في المؤسسات الاقتصادية لتحسين كفاءة وفعالية أدائها؟

من أجل الإجابة على إشكالية الدراسة اقترحنا وضع الفرضية التالية: استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية سيسمح للمؤسسات بوضع خطط إنتاجية بناء على قدراتها، بهدف تحقيق الطلبات في مواعيدها من خلال إجراء الرقابة خلال فترة تنفيذ أوامر التصنيع.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى إظهار الدور الذي يلعبه أحد الأساليب العلمية الكمية المتمثل في شبكات الأعمال في عملية جدولة الإنتاج من خلال إيجاد الأنشطة الحرجة التي تؤدي إلى تأخر تنفيذ

أوامر التصنيع وحساب الكميات المتوقعة بأسلوب PERT وهذا لتوافقها مع ظروف عدم التأكد التي تحيط بالعملية الإنتاجية. وإثبات هذا الدور من خلال إجراء الرقابة والمقارنة بين الكميات المخططة بناء على أوامر الإدارة العامة للمؤسسة المبنية على تجارب السنوات السابقة، والمتوقعة بأسلوب PERT الذي يحدد الكميات المحتملة انطلاقاً من تقدير أزمدة الأنشطة المكونة للعملية الإنتاجية باستخدام المعطيات المقدمة من قبل المؤسسة، والفعلية التي تم إنتاجها، بهدف تسجيل الانحرافات بغرض تداركها.

منهجية البحث:

من أجل الإجابة على إشكالية الدراسة سنتبع المنهج الوصفي من خلال التطرق إلى الجانب النظري لشبكات الأعمال. منهج دراسة حالة حيث سنقوم بتطبيق أسلوب PERT على أنشطة نوعين من المنتجات لدى مؤسسة الرزم المعدنية. والمنهج الرياضي من خلال تحديد المسار الحرج في شبكة أعمال كلا المنتجين باستخدام البرمجة الخطية للتوصل إلى المدة المتوقعة لكل منتج.

كما اخترنا تقسيم البحث إلى ثلاث عناوين رئيسية: في البداية نريد التطرق إلى دور استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية من الناحية النظرية، بعدها سنقوم بتقديم المؤسسة ونشاطها الإنتاجي من خلال تقدير أزمدة الأنشطة، ثم ننتقل إلى تطبيق الأسلوب لتحديد المسار الحرج وإجراء الرقابة على الكميات المنتجة خلال الرباعي الأول من 2018.

1- دور استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية

سننتقل إلى جدولة العملية الإنتاجية والصعوبات التي تلقاها بسبب ظروف عدم التأكد، كذلك إلى الأسلوب العلمي المستخدم لمواجهة تلك الصعوبات المتمثل في شبكات الأعمال.

1-1 جدولة العملية الإنتاجية وعدم التأكد

هدف إدارة العملية الإنتاجية هو توفير سلع ذات جودة ومنفعة ، لكن هذا لا يكفي إذا لم يتم توفير المنتج في الموعد والكمية اللازمة. فالتأخر في تلبية الطلبات غير مقبول وكذا توفير الطلب قبل الموعد المحدد يمكن أن يكون غير مقبول كذلك.

1-1-1 مراحل إدارة العملية الإنتاجية كمشروع

- **مرحلة التخطيط:** «التخطيط الصناعي هو عملية تقوم على وضع ومراجعة مجموعة من الخطط مترابطة فيما بينها (البيع، الإنتاج، الشراء، الخزينة...) والتي يجب أن تسمح بضممان أفضل توازن ممكن بين العرض والطلب في كل نقطة من السلسلة اللوجستية في كل وقت» (JAVEL, 2004, p: 153). فالتخطيط يقوم انطلاقاً من أهداف المؤسسة على المدى القصير، المتوسط، والبعيد، ويقسم إلى وحدات زمنية. وتحديد مختلف الخطوات للوصول إليها، من خلال:

✓ تحديد الكمية الواجب إنتاجها من كل منتج؛

✓ تحديد الاحتياجات من المواد لكل منتج؛

✓ تحديد مختلف الأنشطة الداخلة في العملية الإنتاجية؛

✓ تحديد أزمدة الأنشطة و التتابع بينها.

تمثيل مختلف الأنشطة الداخلة في العملية الإنتاجية وأزممتها المتوقعة بشبكة PERT من أجل تسهيل التحكم فيها وكذا تحديد الأنشطة الحرجة.

- **مرحلة الجدولة:** «جدولة أمر الإنتاج أو التصنيع (Order Scheduling) تتمثل في تحديد تواريخ انطلاق وانتهاء كل عملية من عمليات أمر الإنتاج» (LE MOIGNE, 2017, p: 158). «فجدولة الورشات تظم مجموعة من العمليات التي تحول قرارات الإنتاج المحددة من البرنامج المدير للإنتاج PDP إلى تعليمات تنفيذ مفصلة موجهة إلى قيادة و مراقبة أنشطة مراكز العمل في الورشة على المدى القصير» (JAVEL, 2004, p: 192). فالهدف الأساسي للجدولة هو قيادة أوامر الإنتاج في المؤسسة بالكميات المحددة وعلى الفترة المحددة. لكن قبل تحديد الكميات يتم تحديد الأنشطة الحرجة التي ستؤثر على المدة المتوقعة لانتهاء أمر الإنتاج، وكذا الفوائض بالنسبة للأنشطة غير حرجة.

- **مرحلة الرقابة:** تأتي هذه المرحلة لمقارنة ما أنجز فعلاً مع ما خطط له وتسجيل الانحرافات. فبعد انطلاق العملية الإنتاجية المنتج يستهلك مواد أولية ومكونات عبر مختلف المراحل فمن الممكن تأكيد إنجاز أمر إنتاج متقدم جزئياً، حيث يتم إطلاق الجزء المتبقي في الفترة الموالية. «في حين عند انتهاء أمر الإنتاج من الضروري التصريح بأنه منته

لكي لا يتم أخذه بعين الاعتبار في التخطيطات المستقبلية» (LE MOIGNE, 2017, pp: 165-166).

1-1-2 هدف جدولة العملية الإنتاجية في ظل عدم التأكد

«إدارة الإنتاج تهدف إلى استخدام بطريقة اقتصادية وفعالة اليد العاملة، التجهيزات، والمواد الأولية من أجل تصنيع منتجات تستجيب لمتطلبات العملاء المتعلقة بالجودة، المدة، والكمية، والتكلفة» (MATSUDA, 1998, p: 2). في المؤسسة تحديد زمن إنتاج المنتجات وزمن استخدام الموارد يدخل ضمن الجدولة فهي ترتبط باستخدام المعدات، المواد الأولية، واليد العاملة. فهدف الجدولة هو الوصول إلى فعاليتها من خلال تمكين المؤسسة من رفع حصتها في السوق وهذا تلبية طلبات العملاء في مواعيدها و بالتالي كسب ثقتهم، ما سيؤدي إلى رفع إنتاجيتها وعوائدها.

تطبيق جدولة العملية الإنتاجية مقيد بما هو مخطط مسبقا، غير أنه في الواقع أثناء تنفيذ أوامر الإنتاج قد تصادف العملية الإنتاجية عوامل وأسباب تؤدي إلى انحرافها عن أمثلتها المحددة في التخطيط وهذا نظرا لظروف عدم التأكد عند وضع الخطط. هناك ثلاث أنواع من حالات عدم التأكد في تخطيط الإنتاج: (KEMPF & al, 2011, pp: 84-86)

- عدم التأكد في التنبؤ بالطلب التنبؤات ليست دائما مثالية، فالطلب الفعلي المحقق سيختلف عن المتنبأ به، ما ينتج عنه خطأ التنبؤ. في معظم أنظمة التخطيط هناك دورات منتظمة أين التنبؤات تتقدم إلى الأمام وتراجع انطلاقا من المعلومات الجديدة التي تحصل عليها عن الطلب المستقبلي.

- عدم التأكد في عملية العرض الخارجية خطة الإنتاج تنتج عنها أوامر (أوامر الشراء) تصدر إلى عارضين خارجيين وتوجد توقعات حول تحقيق تلك الأوامر سواء في مدة انتظار وصول الأوامر أو كميتها. في بعض الأحيان المؤسسة قد ترفض بعض الأجزاء من الأوامر التي وصلت بسبب اعتبارات الجودة.

- عدم التأكد في عملية العرض الداخلية خطة الإنتاج ينتج عنها أوامر عمل في عملية التحويل الداخلية، النقل، وعملية العرض. التدفق الفعلي أو المدة الفعلية ستتحرف عن التوقعات التي تعتمد على العمل في العملية (Work In Process)، توفر المعدات، قواعد الإرسال.

2-1 شبكات الأعمال لإدارة العملية الإنتاجية

هناك أساليب تساهم في التقليل من انحرافات الإنتاج كشبكات الأعمال من خلال أسلوب PERT الاحتمالي الذي يأخذ بعين الاعتبار العوامل التي تتسبب في الانحرافات.

1-2-1 أنواع شبكات الأعمال

شبكات الأعمال عرفت تطورا مستمرا منذ أول ظهور لها من خلال مخطط Gantt إلى غاية النماذج الاحتمالية الحديثة كأسلوب PERT التي تأخذ بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد المحيطة بالعملية الإنتاجية. الهدف منها هو تدنية وقت إنجاز المشروع من خلال التركيز على أطول مسار في الشبكة بسبب تأثيره على مدة انتهاء المشروع. «أطول مسار يطلق عليه المسار الحرج والأنشطة المكونة له تسمى الأنشطة الحرجة» (STEVENSON, 2015, p: 741)

- مخطط Gantt

«مخطط Gantt عبارة عن شكل ببعدين، يمثل كل نشاط من مشروع بخط أو بمستطيل أفقي. التواريخ تعين على المحور الأفقي و الأنشطة تعين على المحور العمودي. السلم الزمني يجب أن يتناسب مع مدة المشروع. طول الخطوط أو القطع المستطيلة تمثل المدة المخصصة للنشاط» (BOUCHAUIR, 2017, pp: 147-148). في العملية الإنتاجية يتم الاستعانة بمخطط Gantt حيث: (JAVEL, 2004, p: 196)

✓ الوسائل أو الأنشطة تُمثل على المحور: إما حسب ترتيبها الأبجدي، أو مجمعة من خلال أقسام، مراكز تحميل، أو ورشات؛

✓ المدة تُمثل على التراتيب: إما ابتداء من 0، أو بإتباع جدول الافتتاح للمؤسسة.

كل مرحلة من أوامر الإنتاج تمثل بقطعة طولها متناسب مع المدة. في النهاية يتم الحصول على الجدول الزمني للإنتاج بالكميات.

- شبكة PERT/CPM

«شبكة PERT (Programme Evaluation and Review Technique)، تم إيجادها في 1957 من أجل البحرية الأمريكية US Navy. فهو يقوم ببيانها على تمثيل الأنشطة على شكل

علاقات مباشرة فقط (نهاية-بداية)» (BOUCHAOUIR, 2017, p: 149). «تم وضع هذا الأسلوب انطلاقاً من أسلوب CPM (Critical Path Method)، تم إيجاده بضع سنوات من قبل من طرف Dupont Company و Remington Rand Univac Division فالأسلوبان متشابهان» (LE MOIGNE, 2017, p: 3). أصبحا يعرفان اليوم بـ PERT/CPM الاختلاف الوحيد بينهما يكمن في كيفية تقدير أزمدة الأنشطة. أسلوب CPM هو أسلوب تحديدي يقدر مدة كل نشاط بناء على حالة التأكد، أما أسلوب PERT فهو أسلوب احتمالي يقدر مدة كل النشاط انطلاقاً من ثلاث أزمدة احتمالية.

المدرء أو المختصين في المشروع بإمكانهم تقدير هذه الأزمدة: (STEVENSON, 2015, p: 751)

- ✓ الوقت المتفائل (Optimistic time): حجم الوقت اللازم في أحسن الظروف، يمثل بـ t_o
- ✓ الوقت المتشائم (Pessimistic time): حجم الوقت اللازم في أسوأ الظروف، يمثل بـ t_p
- ✓ الوقت الأكثر احتمالاً (Most likely time): حجم الوقت اللازم الأكثر احتمالاً، يمثل بـ t_m

يتم حساب الوقت المتوقع لأي نشاط (i,j) وفق العلاقة: $t_{e(ij)} = (t_o + 4t_m + t_p)/6$

كما يمكن حساب الانحراف المعياري للأنشطة باستخدام العلاقة: $\delta_{ij} = [(t_p - t_o)/6]$
أما الانحراف المعياري للعملية الإنتاجية ككل هو عبارة عن جذر مجموع تباينات الأنشطة
الدرجة V_{ij} المكونة للمسار الحرج: $\delta = \sqrt{\sum V_{ij}} = \sqrt{\sum \delta_{ij}^2}$

حساب الانحراف المعياري يسمح بقياس درجة الخطر لانتهاء الأنشطة والعملية الإنتاجية فكلما كان الانحراف المعياري كبير كلما كانت درجة الخطر وعدم التأكد كبيرة، كما أن الهدف من حسابه هو إمكانية التعرف على احتمال انتهاء العملية الإنتاجية في وقت معين، حيث يفترض الأسلوب أن مدة المشروع أو العملية الإنتاجية تخضع للتوزيع الطبيعي (KERZNER, 2009, p. 514). بالتالي يستعان بالقيمة المعيارية Z الممثلة بالعلاقة: $Z = (ts - te) / \delta$

حيث:

- ts تمثل المدة المطلوبة أو المفترضة
- te تمثل المدة المتوقعة للعملية الإنتاجية
- δ الانحراف المعياري للعملية الإنتاجية

2-2-1 قواعد بناء شبكات الأعمال

«هناك طريقتين مختلفتين نوعاً ما متعارف عليهما في رسم الشبكات، في الطريقة الأولى الأسهم تمثل الأنشطة، وفي الطريقة الثانية العقد تمثل الأنشطة. يشار إلى هاتين الطريقتين: النشاط على الأسهم (AOA) activity-on-arrow والنشاط على العقد activity-on-node (AON). الأنشطة تستهلك موارد وزمن. العقد في طريقة (AOA) تمثل نقطة البداية (i) والنهاية (j) لكل نشاط، يطلق عليهما أحداث events. فالأحداث عبارة عن نقطة من الزمن تختلف عن الأنشطة في كونها لا تستهلك لا موارد ولا زمن. العقد في شبكة (AON) تمثل الأنشطة» (STEVENSON, 2015, pp: 740-741). PERT يجب أن يكون بدون حلقات وبدون دوران. هناك ثلاث قواعد لرسم الشبكة: (BOUCHAOUIR, 2017, p: 151)

- ✓ تعيين العقد أو المراحل موحد؛
 - ✓ عقدة نهاية السهم أو النشاط يجب أن تحمل رمز تعريفي أكبر من عقدة البداية؛
 - ✓ غير مسموح الحصول على مسار منقطع. إذا كان هناك مسار غير ممكن الوصول إلى عقدة النهاية، يجب إضافة نشاط وهمي (سهم متقطع) مدته 0 وحدة زمنية.
- كما يتم الاستعانة بالأنشطة الوهمية في رسم الشبكة في حالة وجود نشاطين لهما نفس البداية ونفس النهاية، فهذه الحالة تعني وجود سهمين متوازيين لا يسمح بها، لهذا يتم وضع سهم يمثل نشاط وهمي بخطوط متقطعة لتصحيح رسم الشبكة بحيث ينطلق من عقدة نهاية أحد النشاطين ويصبح يمثلها وينتهي في عقدة نهاية النشاط الآخر. الأنشطة الوهمية ليس لها زمن ولا تكلفة فهي تضمن العلاقة المنطقية بين النشاطين وتوفر لهما عقدة نهاية واحدة. (TAHA, 2007, pp.: 275-278)

3-2-1 تحديد المسار الحرج في شبكات الأعمال

يمكن تمثيل شبكة الأعمال على شكل برنامج خطي يعبر عن تدفق الأنشطة، ومن أجل البحث عن المسار الحرج يتم تكوين برنامج خطي من نوع البرمجة الخطية الثنائية حيث النشاط X_{ij} يأخذ القيمة 1 إذا كان ينتمي إلى المسار الحرج والقيمة 0 خلاف ذلك أما دالة الهدف فهي عبارة

عن تعظيم إجمالي أزمدة الأنشطة بهدف البحث عن أطول مسار، يتم كتابة البرنامج على الشكل التالي (TAHA, 2007, p: 292):

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{إذا كان النشاط حرج} \\ 0 & \text{خلاف ذلك} \end{cases}$$

$$\max Z = \sum_{(i,j) \text{ الأنشطة}} t_{e(ij)} X_{ij}$$

S/C:

$$\begin{cases} \sum X_{ij} = \sum X_{jq} \\ X_{ij} \in (0,1) \end{cases}$$

القيود عبارة عن التساوي ما بين الأنشطة الداخلة للعقدة و الأنشطة الخارجة منها، علماً أن تدفق الأنشطة الخارجة من أول عقدة يساوي 1 وتدفق الأنشطة الداخلة لآخر عقدة يساوي 1.

تحليل حساسية البرنامج الخطي يسمح بمعرفة مقدار التغير في الأزمدة المقدرّة الذي يبقى على أمثلية الحل، فإذا كانت تقديرات الأزمدة لا تتوافق مع الأزمدة الحقيقية بسبب خطأ في التقدير أو لعوامل أخرى فإن الفرق أو مقدار التغير ما بين المدة المتوقعة والمدة الحقيقية لن يؤثر على الحل الأمثل إذا كان في حدود التغير (زين الدين، 1997، الصفحات 203-208).

2- تقديم النشاط الإنتاجي لمؤسسة الرزم المعدنية EMB

تعتبر مؤسسة الرزم المعدنية أحد المؤسسات الاقتصادية المتخصصة في إنتاج علب تعبئة المنتجات فهي تساهم في تمويل عدد كبير من المؤسسات الصناعية منذ نشأتها في الأربعينيات إلى غاية الوقت الراهن.

1-2 التعريف بمؤسسة الرزم المعدنية ومنتجاتها

المؤسسة الوطنية للرزم المعدنية EMB هي مؤسسة ذات أسهم، برأس مال اجتماعي يقدر بـ 4 061 500 000 دج، تابعة للشركة القابضة EMB Spa. متخصصة في إنتاج وتسويق مواد الرزم المعدنية بالحديد الأبيض. العلب موجهة للتعبئة ذات أشكال وأحجام مختلفة: أسطوانية أو مستطيلة، علب الطلاء والصباغة. الشكل الخارجي خام أو مطبوع حسب نموذج الزبون. أما داخل العلبة يوضع طلاء غذائي حسب نوع التعبئة. تقوم مؤسسة الرزم المعدنية بإنتاج نوعين من علب التعبئة من مختلف الأشكال والأحجام. علب التعبئة الخاصة بالمواد

الغذائية وعلب التعبئة خاصة بالمواد غير الغذائية. تعمل المؤسسة على توفير علب التعبئة لعدة مؤسسات اقتصادية جزائرية تعمل في مختلف أنواع المواد الاستهلاكية (غذائية أو غير غذائية). سنقوم بإجراء الدراسة على نوعين من المنتجات، النوع الأول هو علب Haute ½ خاصة بتعبئة المواد الغذائية، النوع الثاني علب 3,5L Pails خاصة بتعبئة المواد غير الغذائية، بحيث يعتبر المنتجان الأكثر طلبا.

الجدول رقم (1): خصائص منتجات مؤسسة الرزم المعدنية

رمز المنتج	المنتج	العلبة	الغطاء القاعدي	الغطاء العلوي	السعة
½ Haute	للمواد الغذائية	تنتج باستخدام CPS 73 ¹ DIM	يستورد CVS 73 ² DIM	ينتج باستخدام FDS 73 ³ DIM	500gr
3,5L Pails	للمواد غير الغذائية	تنتج باستخدام CPS 180 DIM	ينتج باستخدام bouchon ⁴ 180 DIM	ينتج باستخدام FDS 169 DIM	3,5 L

المصدر: معطيات مؤسسة الرزم المعدني EMB

كل منتج له ثلاث أجزاء: العلبة تصنع من صفائح حديدية بمقاييس خاصة بها بحيث صفيحة واحدة تعطي لنا 32 علب من المنتج Haute ½ و 8 علب من المنتج 3,5L Pails. أما الأغشية فلها نوعان: المنتج Haute ½ له غطاء قاعدي يستورد يتم لصقه في مرحلة التحويل وغطاء علوي يتم إنتاجه لكن لا يلصق بحيث يتم إرسال العلب (بيعه للمؤسسات الاقتصادية) مع

¹ CPS صفائح حديدية موجهة لصنع العلبة (le corp) وهي بقطر 73 أو 180 سم حسب نوع المنتج.

² CVS نوع الأغشية المستخدمة وفق شروط الإنتاج وهي كذلك من نوع OT.

³ FDS نوع الصفائح المستخدم لإنتاج الأغشية وهو بقطر 73 أو 169 سم حسب نوع المنتج.

⁴ Bouchons نوع الصفائح المستخدم لإنتاج أغشية المنتج 3,5 Pails وهي بقطر 180.

الأغطية الخاصة بها. أما المنتج 3,5L Pails فيتم إنتاج كلا الغطاءين بالمؤسسة لكن يختلفان فالغطاء السفلي يأتي على شكل مقعريتم لصقه أما الغطاء العلوي فلا يلصق يرسل مع العلبة.

الجدول رقم (2): التكلفة التقديرية للمنتجين لسنة 2018

الوحدة: دج

3,5L Pails					½ Haute			المنتج الورشات
المجموع	إكسسوار الحمل	الغطاء العلوي	الغطاء القاعدي	العلبة	المجموع	الغطاء العلوي	العلبة	
46,42	-	7,56	12,11	26,75	6,45	1,42	5,03	الطباعة
14,74	-	-	-	14,74	5,57	-	5,57	التحويل
4,79	1,05	1,79	1,95	-	1,70	1,70	-	الطبع
65,95	تكلفة المنتج				13,72	تكلفة المنتج		

المصدر: معطيات مؤسسة الرّزم المعدني EMB

تكلفة الغطاء القاعدي (المستورد) للمنتج ½ Haute تحسب ضمن تكلفة الغطاء العلوي في ورشة الطبع المتخصصة في إنتاج الأغطية.

2-2 تقدير أزمّة أنشطة العملية الإنتاجية

نظرا لظروف عدم التأكد التي تحيط بالعملية الإنتاجية بسبب كثرة التعطلات بالألات وصعوبة الحصول على المواد في مواعيدها اخترنا تطبيق أسلوب PERT لتقدير الأزمّة المتوقعة للأنشطة. تم الحصول على أزمّة الأنشطة انطلاقا من المعلومات المقدمة من مكتب الإنتاج وعمال الورشات، وحسب الكمية المنتجة يوميا انطلاقا من الطاقة الإنتاجية للمؤسسة.

1-2-2 تقدير أزمّة ورشة المطبعة

القدرة الإنتاجية الأكثر احتمالا للنشاط (V.Int.FDS) A في ورشة الطباعة تقدر بـ 1300 صحيفة/ساعة وبتحويل الساعات إلى الثواني نجد أن كل صحيفة تستغرق 2,769 ثانية. كما نعلم أن عدد الأغطية المتحصل عليها من المنتج ½ Haute هو 80 غطاء في الصحيفة الواحدة، فباستخدام القاعدة الثلاثية نجد:

$$80 \text{ غطاء} \leftarrow 2,769 \text{ ثا}$$

1 غطاء ← 0,034 ثا

الوقت الأكثر احتمالا لإنجاز النشاط A في ورشة الطباعة هو 0,034 ثا، بنفس الطريقة يتم تقدير أزمدة الوقت المتفائل والوقت المتشائم، وكذا الأوقات الثلاث لباقي أنشطة ورشة المطبعة.

2-2-2 تقدير أزمدة ورشة التحويل

يتم تقدير الأزمدة في ورشة التحويل انطلاقا من القدرة الإنتاجية لخطوط الإنتاج، فالخط الإنتاجي 4 train (للمنتوج Haute ½) له قدرة إنتاجية الأكثر احتمالا بـ 70000 ألف وحدة/7,5 ساعة، وبتحويل الساعات إلى الثواني واستخدام القاعدة الثلاثية نجد:

$$70000 \text{ علبة} \leftarrow 27000 \text{ ثا}$$

$$1 \text{ علبة} \leftarrow 0,385 \text{ ثا}$$

فالوقت الذي تستغرقه العلبة في ورشة التحويل هو 0,385 ثا وبتقسيم هذه المدة على أنشطة الورشة حسب نسبة اشتغالها، فمثلا نشاط (Four) G يمثل تقريبا 50% من الوقت ما يقابله المدة الأكثر احتمالا 0,192 ثانية. النشاطين F و G يبدأان معا ولديهما نفس المدة. أما باقي الأنشطة فهي متتابعة ولديها نفس المدة تقريبا. بنفس الطريقة يتم حساب الأوقات المتفائلة والمتشائمة للأنشطة باستخدام القدرة الإنتاجية المتفائلة والمتشائمة.

3-2-2 تقدير أزمدة ورشة الطبع

يتم تقدير الأزمدة في ورشة طبع الأغذية من خلال القدرة الإنتاجية لآلة الطبع، الكمية الأكثر احتمالا للطبع من أغذية المنتوج Haute ½ هي 100000 غطاء/7,5 ساعة، وبتحويل الساعات إلى الثواني واستخدام القاعدة الثلاثية نجد:

$$100000 \text{ غطاء} \leftarrow 27000 \text{ ثا}$$

$$1 \text{ غطاء} \leftarrow 0,270 \text{ ثا}$$

فالوقت الذي يستغرقه الغطاء في ورشة القطع هو 0,270 ثا وبتقسيم هذه المدة على أنشطة الورشة حسب نسبة اشتغالها، فمثلا الطبع (presse) يستغرق تقريبا 30% من الوقت ما يقابله المدة الأكثر احتمالا 0,081 ثانية. بالنسبة للنشاط E المتعلق بقطع صفائح اللعب الذي

يسبق عملية التحويل و النشاط K المتعلق بقطع صفائح الأغشية و الذي يسبق عملية الطبع، فإن الوقت المتوقع يتم حسابه انطلاقا من عدد الصفائح المنتجة (مخرجات ورشة المطبعة) ومدتهما لا تدخل ضمن الوقت المستغرق في كلا الورشتين. وبنفس الطريقة يتم تقدير الأزمنة للأنشطة الداخلة في إنتاج المنتج 3,5L Pails عبر كل الورشات، و لكل الأزمنة (المتفائلة، الأكثر احتمالا، و المتشائمة)، انطلاقا من المعلومات المقدمة من طرف المؤسسة.

الجدول رقم (3): الأزمنة المتوقعة للأنشطة المكونة للمنتج Haute 1/2

الوحدة: الثانية

الورشة	رمز النشاط	النشاط	النشاط الأسبق	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالا	الوقت المتشائم	المدة المتوقعة للنشاط	الانحراف المعياري
المطبعة	A	V.Int.FDS ⁵	-	0,030	0,034	0,045	0,035	0,003
	B	V.Ext.FDS ⁶	A	0,030	0,034	0,045	0,035	0,003
	C	V.I. CPS ⁷	-	0,020	0,043	0,112	0,050	0,015
	D	Impression	C	0,040	0,086	0,225	0,101	0,031
التحويل	E	Cisaille/CPS	C,D	0,062	0,065	0,075	0,066	0,002
	F	Roulage	E	0,112	0,192	0,675	0,259	0,094
	G	Four	E	0,112	0,192	0,675	0,259	0,094
	H	Bordage	F,G	0,037	0,064	0,224	0,086	0,031
	I	Sertissage	H	0,037	0,064	0,224	0,086	0,031
	J	Moulurage	I	0,037	0,064	0,224	0,086	0,031
الطبع	K	Cisaille/FDS	A,B	0,025	0,026	0,030	0,026	0,001
	L	Presse	K	0,070	0,081	0,112	0,084	0,007
	M	Roulage	L	0,163	0,189	0,262	0,196	0,017
التعبئة	N	Emballage	J,M	0,339	0,565	1,357	0,659	0,170

المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات مكتب الإنتاج BF

الجدول رقم (4): الأزمنة المتوقعة للأنشطة المكونة للمنتج 3,5L Pails

⁵ Vernissage Intérieur des Fonds.

⁶ Vernissage Extérieur des Fonds.

⁷ Vernissage Intérieur des Corps.

الوحدة: الثانية

الورشة	رمز النشاط	النشاط	النشاط الأسبق	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالا	الوقت المتشائم	المدة المتوقعة للنشاط	الانحراف المعياري
المطبعة	A	V.I. FDS 169 ⁸	-	0,150	0,173	0,225	0,177	0,013
	B	V.I. bouchon ⁹	-	0,266	0,307	0,400	0,315	0,022
	C	V.E. FDS ¹⁰	A	0,150	0,173	0,225	0,177	0,013
	D	V.I. CPS ¹¹	-	0,081	0,173	0,450	0,203	0,062
	E	Impression	D	0,163	0,346	0,900	0,407	0,123
التحويل	F	Cisaille/CPS	E,D	0,250	0,260	0,300	0,265	0,008
	G	Soudage	F	0,482	0,675	0,842	0,670	0,060
	H	Four	F	0,482	0,675	0,842	0,670	0,060
	I	Bordage	G,H	0,356	0,499	0,623	0,495	0,045
	J	Cannomate	I,P	0,356	0,499	0,623	0,495	0,045
	K	Fix. Cabochon	J,Q	0,375	0,526	0,657	0,522	0,047
الطبع	L	Moulurage	K	0,356	0,499	0,623	0,495	0,045
	M	Cisaille/FDS	A,B,C	0,347	0,361	0,416	0,367	0,012
	N	Presse/FDS	M	0,450	0,675	0,900	0,675	0,075
	O	Roulage	N	1,050	1,575	2,100	1,575	0,175
	P	Presse/bouchon	M	1,800	2,083	6,750	2,813	0,825
التعبئة	Q	Fab. Cabochon	-	0,830	0,900	0,980	0,901	0,025
	R	Emballage	O,L	1,967	2,750	3,443	2,735	0,246

المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات مكتب الإنتاج BF

4-2-2 رسم شبكة الأنشطة للمنتوجين

⁸ Vernissage Intérieur des Fonds 169 DIM.

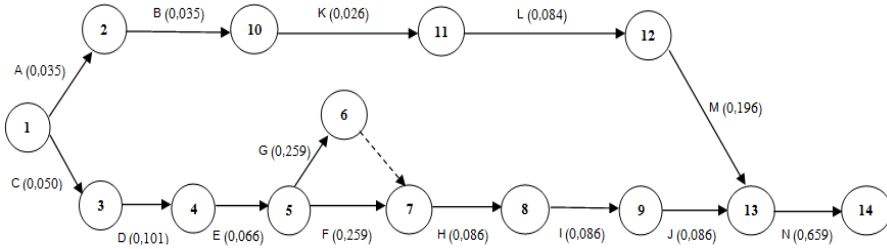
⁹ Vernissage Intérieur des Bouchons 180 DIM.

¹⁰ Vernissage Extérieur des Fonds 169 DIM.

¹¹ Vernissage Intérieur des Corps.

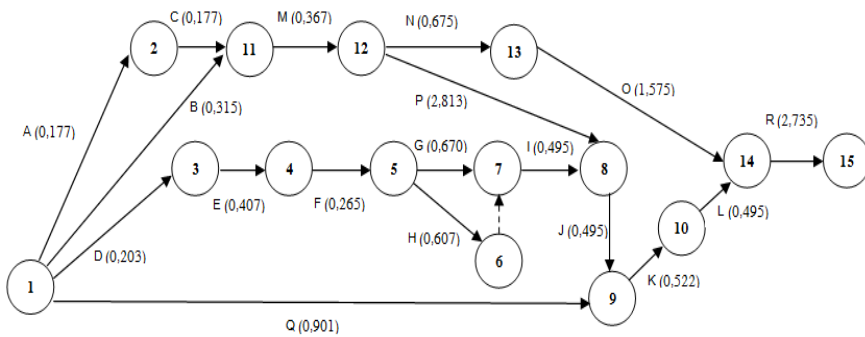
يتم رسم الشبكة بطريقة النشاط على السهم (AOA) وانطلاقاً من علاقة التابع بين الأنشطة وهذا لكلا المنتجين:

الشكل رقم (1): شبكة أنشطة المنتج Haute ½



المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات المؤسسة الوطنية لرزم المعدنية EMB

الشكل رقم (2): شبكة أنشطة المنتج 3,5L Pails



المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات المؤسسة الوطنية لرزم المعدنية EMB

3- استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية بالمؤسسة

انطلاقاً من المخطط الشبكي للعملية الإنتاجية سنقوم بإيجاد المدة المتوقعة لإنتاج وحدة واحدة من كلا المنتجين التي ستحدد المدة المتوقعة لإنهاء أمر التصنيع بعدد الوحدات المخططة وانطلاقاً من ساعات العمل الأسبوعية يتم تحديد الجدولة الأسبوعية لكل منتج. بعدها سنقوم بمراقبة مدى تحقق الجدولة الزمنية للخطة الإنتاجية مع الإنتاج الفعلي المحقق.

1-3 تحديد المسار الحرج والمدة المتوقعة للعملية الإنتاجية

من أجل تحديد المسار الحرج والمدة المتوقعة لإنتاج المنتوجين يتم الاستعانة بالبرمجة الخطية، حيث دالة الهدف تبحث عن أطول مسار في الشبكة الموافق للمسار الحرج، في ظل قيود تدفقات أنشطة شبكة PERT، متغيرة القرار X_{ij} تمثل النشاط تأخذ القيمة 1 إذا كان النشاط يقع على المسار الحرج، والقيمة 0 خلاف ذلك، نحن أمام البرمجة الخطية الثنائية (0,1). أما القيود فهي تعبر عن العقد في الشبكة (الأحداث)، كل عقدة تمثل انتهاء الأنشطة الداخلة وبداية الأنشطة الخارجة. وهذا لكلا المنتوجين حسب البرامج الخطية التالية:

1-1-3 البرنامج الخطي للمنتوج Haute ½

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{إذا كان النشاط ينتمي للمسار الحرج} \\ 0 & \text{خلاف ذلك} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{MaxZ} = & 0,035 X_{12} + 0,035 X_{210} + 0,050 X_{13} + 0,101 X_{34} + 0,066 X_{45} + \\ & 0,259 X_{56} + 0,259 X_{57} + 0,086 X_{78} + 0,086 X_{89} + 0,086 X_{913} + \\ & 0,026 X_{1011} + 0,084 X_{1112} + 0,196 X_{1213} + 0,659 X_{1314} \end{aligned}$$

S/C:

$$\begin{cases} X_{12} + X_{13} = 1 \\ X_{12} - X_{210} = 0 \\ X_{13} - X_{34} = 0 \\ X_{34} - X_{45} = 0 \\ X_{45} - X_{56} - X_{57} = 0 \\ X_{56} - X_{67} = 0 \\ X_{57} - X_{78} = 0 \\ X_{78} - X_{89} = 0 \\ X_{89} - X_{913} = 0 \\ X_{210} - X_{1011} = 0 \\ X_{1011} - X_{1112} = 0 \\ X_{1112} - X_{1213} = 0 \\ X_{1213} + X_{913} - X_{1314} = 0 \\ X_{1314} = 1 \\ X_{ij} \in (0,1) \end{cases}$$

نقوم بحل البرنامج الخطي باستخدام برنامج Win QSB الذي يعطي النتائج التالية:

الجدول رقم (5): نتائج حل البرنامج الخطي للمنتج Haute ½

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X12	0	0,0350	0	-0,6170	at bound	-M	0,6520
2	X2 10	0	0,0350	0	0	basic	-M	0,6520
3	X13	1,0000	0,0500	0,0500	0	basic	-0,5670	M
4	X34	1,0000	0,1010	0,1010	0	basic	-0,5160	M
5	X45	1,0000	0,0660	0,0660	0	basic	-0,5510	M
6	X57	1,0000	0,2590	0,2590	0	basic	-0,3580	M
7	X56	1,0000	0,2590	0,2590	0	basic	-0,3580	M
8	X67	1,0000	0	0	0	basic	-0,6170	M
9	X78	1,0000	0,0860	0,0860	0	basic	-0,5310	M
10	X89	1,0000	0,0860	0,0860	0	basic	-0,5310	M
11	X9 13	1,0000	0,0860	0,0860	0	basic	-0,5310	M
12	X10 11	0	0,0260	0	0	basic	-M	0,6430
13	X11 12	0	0,0840	0	0	basic	-M	0,7010
14	X12 13	0	0,1960	0	0	basic	-M	0,8130
15	X13 14	1,0000	0,6590	0,6590	0	basic	-M	M
	Objective Function	(Max.) =	1,6520					

المصدر: مستخرج برنامج Win QSB

من نتائج الحل تظهر لنا الأنشطة الحرجة في العمود (solution value) تأخذ القيمة 1 وهي الموافقة للمسارين الحرجين، مدة المسار هي مجموع أزمنة أنشطته وانحرافه المعياري هو مجموع تباينات أنشطته الحرجة:

المسار الحرج 1: مدته 1,393 ثانية بانحراف معياري يقدر بـ 0,204 ثانية

$$X_{13} \rightarrow X_{34} \rightarrow X_{45} \rightarrow X_{57} \rightarrow X_{78} \rightarrow X_{89} \rightarrow X_{913} \rightarrow X_{1314}$$

$$C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow N$$

$$\delta_1 = \sqrt{\delta_C^2 + \delta_D^2 + \delta_E^2 + \delta_F^2 + \delta_H^2 + \delta_I^2 + \delta_J^2 + \delta_N^2} = \sqrt{0,041} = 0,204$$

المسار الحرج 2: مدته 1,393 ثانية بانحراف معياري يقدر بـ 0,204 ثانية

$$X_{13} \rightarrow X_{34} \rightarrow X_{45} \rightarrow X_{56} \rightarrow X_{78} \rightarrow X_{89} \rightarrow X_{913} \rightarrow X_{1314}$$

$$C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow N$$

$$\delta_2 = \sqrt{\delta_C^2 + \delta_D^2 + \delta_E^2 + \delta_G^2 + \delta_H^2 + \delta_I^2 + \delta_J^2 + \delta_N^2} = \sqrt{0,041} = 0,204$$

هناك نشاطين حرجين في ورشة الطباعة بالنسبة لآلي طلاء صفائح العلب (C,D). نشاط التعبئة (N) يعتبر حرج، أما باقي الأنشطة فهي تابعة لورشة التحويل. معناه أن كل الأنشطة المرتبطة بإنتاج العلب (le corp) حرجة وأي تأخر لها سوف يؤدي إلى تأخر زمن انتهاء العلبة الواحدة وبالتالي جدول أمر الإنتاج. (علما أن النشاط X_{67} نشاط وهمي أستخدم فقط لتسهيل

رسم الشبكة). فالمدة المتوقعة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج Haute ½ تساوي 1,393 ثانية. معناه لإنتاج 1000 وحدة من المنتج Haute ½ يتطلب 1393 ثانية أي 23,21 دقيقة. كلا المسارين الحرجين لهما نفس الانحراف المعياري ما يعني أنهما متساويان في درجة المخاطرة.

حل النموذج الخطي يقدم لنا كذلك تحليل حساسية النموذج للتغيرات التي قد تحدث على الأزمنة المتوقعة لكل نشاط، إذا كانت التقديرات الزمنية السابقة للأنشطة لا تتوافق مع الأزمنة الحقيقية سواء بسبب خطأ في التقدير أو لظروف أثرت فيها فإن الفرق أو مقدار التغير ما بين المدة المقدرة والمدة الحقيقية لن يؤثر على الحل الأمثل إذا كان في الحدود المبينة في نتائج الحل:

الأزمنة المتوقعة للأنشطة الحرجة يمكنها الارتفاع إلى ما لانهاية كما يظهر في العمود allowable max cj دون أن يفقد الحل أمثليته أي تبقى حرجة، كما يمكنها الانخفاض بمقدار محدد يبينه العمود allowable min cj وتبقى دائما حرجة، لكن في حالة ما إذا كان الانخفاض في أزمنتها يفوق المقدار المحدد تصبح غير حرجة وتكون هناك إمكانية لتحسين الحل من خلال إدخال أحد الأنشطة غير الحرجة إلى قاعدة الحل ويتم إعادة حل البرنامج والحصول على مسار أو مسارات حرجة جديدة. ما عدا النشاط الحرج X_{13} X_{14} يمكنه الارتفاع إلى ما لانهاية والانخفاض إلى ما لانهاية دون أن يتغير الحل الأمثل لأنه النشاط يصل الشبكة بعقدة النهاية حتما سيكون على المسار الحرج وهو ما يعبر عنه آخر قيد في البرنامج الخطي والذي يعني بأنه يجب أن يكون حرج.

الأزمنة المتوقعة للأنشطة غير الحرجة يمكنها الارتفاع بمقدار محدد تبينه القيم في العمود allowable max cj دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى غير حرجة أما إذا كان الارتفاع يفوق مقدار التغير المحدد هناك إمكانية لتصبح حرجة، يتم إدخال النشاط الحرج الجديد إلى قاعدة الحل وإعادة حل البرنامج حيث يتم التوصل إلى مسار أو مسارات حرجة جديدة. كما يمكن لأزمنتها الانخفاض إلى ما لانهاية كما يظهره العمود allowable min cj دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى غير حرجة.

3-1-2 البرنامج الخطي للمنتج 3,5L Pails

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{إذا كان النشاط ينتمي للمسار الحرج} \\ 0 & \text{خلاف ذلك} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Max} Z = & 0,177 X_{12} + 0,315 X_{111} + 0,177 X_{211} + 0,203 X_{13} + 0,407 X_{34} \\ & + 0,265 X_{45} + 0,670 X_{57} + 0,670 X_{56} + 0,495 X_{78} + 0,495 X_{89} \\ & + 0,522 X_{910} + 0,495 X_{1014} + 0,367 X_{1112} + 0,675 X_{1213} + 1,575 X_{1314} \\ & + 2,813 X_{128} + 0,901 X_{19} + 2,735 X_{1415} \end{aligned}$$

S/C:

$$\begin{cases} X_{12} + X_{111} + X_{19} + X_{13} = 1 \\ X_{12} - X_{211} = 0 \\ X_{13} - X_{34} = 0 \\ X_{34} - X_{45} = 0 \\ X_{45} - X_{56} - X_{57} = 0 \\ X_{56} - X_{67} = 0 \\ X_{57} + X_{67} - X_{78} = 0 \\ X_{78} + X_{128} - X_{89} = 0 \\ X_{19} + X_{89} - X_{910} = 0 \\ X_{910} - X_{1014} = 0 \\ X_{111} + X_{211} - X_{1112} = 0 \\ X_{1112} - X_{1213} - X_{128} = 0 \\ X_{1213} - X_{1314} = 0 \\ X_{1314} + X_{1014} - X_{1415} = 0 \\ X_{1415} = 1 \\ X_{ij} \in (0,1) \end{cases}$$

نقوم بحل البرنامج الخطي باستخدام برنامج Win QSB الذي يعطي النتائج التالية:

الجدول رقم (6): نتائج حل البرنامج الخطي للمنتج 3,5L Pails

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
1	X12	1.0000	0.1770	0.1770	0	basic	0.1380	M
2	X111	0	0.3150	0	-0.0390	at bound	-M	0.3540
3	X211	1.0000	0.1770	0.1770	0	basic	0.1380	M
4	X13	0	0.2030	0	0	basic	-0.1420	M
5	X34	0	0.4070	0	0	basic	0.0620	M
6	X45	0	0.2650	0	0	basic	-M	0.6100
7	X57	0	0.6700	0	0	basic	0.6700	M
8	X56	0	0.6700	0	0	basic	0	0.6700
9	X67	0	0	0	0	at bound	-M	0
10	X78	0	0.4950	0	-2.0240	at bound	-M	M
11	X89	1.0000	0.4950	0.4950	0	basic	-1.5800	M
12	X910	1.0000	0.5220	0.5220	0	basic	-1.5530	M
13	X1014	1.0000	0.4950	0.4950	0	basic	-1.5800	M
14	X1112	1.0000	0.3670	0.3670	0	basic	-2.7610	M
15	X1213	0	0.6750	0	0	basic	-M	2.7500
16	X1314	0	1.5750	0	-2.0750	at bound	-M	3.6500
17	X128	1.0000	2.8130	2.8130	0	basic	0.7380	M
18	X19	0	0.9010	0	-3.1280	at bound	-M	4.0290
19	X1415	1.0000	2.7350	2.7350	0	basic	-M	M
	Objective Function		(Max.) =	7.7810				

المصدر: مستخرج برنامج Win QSB

من نتائج الحل تظهر لنا الأنشطة الحرجة في العمود (solution value) تأخذ القيمة 1 وهي الموافقة للمسار الحرج:

$$X_{12} \rightarrow X_{211} \rightarrow X_{1112} \rightarrow X_{128} \rightarrow X_{89} \rightarrow X_{910} \rightarrow X_{1014} \rightarrow X_{1415}$$

$$A \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow P \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow R$$

$$\delta = \sqrt{\delta_A^2 + \delta_C^2 + \delta_M^2 + \delta_P^2 + \delta_J^2 + \delta_K^2 + \delta_L^2 + \delta_R^2} = \sqrt{0,747} = 0,864$$

هناك نشاطين حرجين (A,C) في ورشة الطباعة بالنسبة لآلي طلاء صفائح الأغشية، نشاطين في ورشة طبع الأغشية (M,P)، وثلاث أنشطة في ورشة التحويل لإنتاج العلب (J,K,L). معناه أن كل الورشات بها أنشطة حرجة فأى تأخر لها سوف يؤدي إلى تأخر زمن انتهاء العلبة الواحدة. (علما أن النشاط X_{67} نشاط وهي أستخدم فقط لتسهيل رسم الشبكة). بوجود مسار حرج واحد فإن قيمة دالة الهدف (objective fonction) تظهر أن المدة المتوقعة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج 3,5 Pails تساوي 7,781 ثانية. معناه لإنتاج 1000 وحدة من المنتج 3,5 Pails يتطلب 7781 ثانية أي 129,68 دقيقة. كما أن الانحراف المعياري للمسار الحرج يقدر بـ 0,864 ثانية.

تحليل حساسية البرنامج الخطي يبين أنه يمكن للأزمة المقدرة للأنشطة الحرجة أن ترتفع إلى ما لانهاية دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى حرجة مهما كان مقدار الزيادة، بينما يمكنها الانخفاض بمقدار محدد تبينه القيم في العمود $\min \text{cj}$ لكي تبقى حرجة، فإذا الانخفاض فاق المقدار المحدد هنا تصبح غير حرجة حيث يدخل أحد الأنشطة غير الحرجة قاعدة الحل و يظهر مسار أو مسارات حرجة جديدة. ما عدا النشاط الحرج X_{1415} (R) فهو يمكنه الارتفاع إلى ما لانهاية والانخفاض إلى ما لانهاية دون أن يتغير الحل لأنه يصل الشبكة بعقدة النهاية وهو ما يعبر عنه آخر قيد في البرنامج الخطي والذي يعني بأنه يجب أن يكون حرج.

الأنشطة غير الحرجة $X_{111}, X_{45}, X_{56}, X_{1213}, X_{1314}, X_{19}, X_{11}$ المقابلة لأنشطة الشبكة B, F, H, N, O, Q يمكن لأزمتهما الارتفاع بمقدار محدد تبينه القيم في العمود $\max \text{allowable}$ cj دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى غير حرجة أما إذا كان الارتفاع يفوق مقدار التغير المحدد هناك إمكانية لتصبح حرجة، يتم إدخال النشاط الحرج الجديد إلى قاعدة الحل وإعادة حل

البرنامج حيث يتم التوصل إلى مسار أو مسارات حرجة جديدة. كما يمكنها الانخفاض إلى ما لانهاية كما يظهره العمود allowable min cj دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى غير حرجة (متغيرات خارج قاعدة الحل ودالة الهدف من نوع تعظيم).

الأنشطة غير الحرجة $X_1, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8$ المقابلة لأنشطة الشبكة D, E, G, I يمكن لأزميتها الارتفاع إلى ما لانهاية وهو ما يبينه العمود allowable max cj دون أن يتغير الحل الأمثل أي تبقى غير حرجة وهذا لكون أزميتها لا تساهم في دالة الهدف، كما يمكنها الانخفاض دون أن يتغير الحل الأمثل (متغيرات خارج قاعدة الحل ودالة الهدف من نوع تعظيم).

2.3 الجدولة الزمنية والرقابة على المنتوجين خلال الرباعي الأول من 2018

انطلاقاً من الجدولة الزمنية للمنتوجين وفق برنامج الإنتاج الأسبوعي الموضوع من قبل المؤسسة للوصول إلى الكمية المخططة، سنقوم بحساب كمية الإنتاج المتوقعة بالاعتماد على المدة المتوقعة المتوصل إليها، ومقارنتها بالكمية الفعلية المنتجة وكذا الكمية المخططة.

لكن أسلوب PERT يمكننا من حساب احتمال تحقق الخطة الإنتاجية قبل انطلاق العملية الإنتاجية بالاستعانة بالانحراف المعياري والتوزيع الطبيعي المعياري. المؤسسة قامت بتحديد كميات الإنتاج من كلا المنتوجين الواجب الوصول إليها في نهاية الرباعي الأول من سنة 2018 وفقاً لبرنامج زمني أسبوعي يعبر عن المدة المبرمجة لتحقيق تلك الكميات يظهرها الجدول أدناه، للتمكن من تحقيق الكميات المخططة يجب أن تكون المدة المطلوبة ts لإنتاج الوحدة الواحدة من كل منتج لا تتجاوز القيم المبينة في الجدول والمتحصل عليها بقسمة المدة المبرمجة على الكمية المخططة. حساب احتمال تحقيق الكميات المخططة يكون من خلال حساب احتمال إنتاج الوحدة الواحدة من كل منتج في المدة المطلوبة أو أقل.

الجدول رقم (7): احتمال تحقيق الكميات المخططة في نهاية الرباعي الأول من سنة 2018

المنتج	الكمية المخططة	المدة المبرمجة للكمية	المدة المطلوبة ts	المدة المتوقعة te	الانحراف المعياري (σ)	القيمة المعيارية Z
$\frac{1}{2}$ haute	2 000 000	2 213 994	1,106	1,393	0,204	- 1,40
3,5L Pails	720 000	4 859 981	6,749	7,781	0,864	- 1,19

المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات المؤسسة ونتائج البرنامج الخطي

باستخدام حسابات الاحتمالات وجداول التوزيع الطبيعي المعياري لإيجاد الاحتمال المقابل للقيمة Z تم التوصل إلى أن احتمال تحقيق الكميات المخططة للمنتجين Haute 1/2 و 3,5Pails تقدر ب 8,08% و 11,7% على التوالي وهي احتمالات ضعيفة جدا، ما يعني أن هناك احتمال كبير جدا أن المؤسسة لن تتمكن من تحقيق الكميات المخططة.

1.2.3 الجدولة الزمنية و الرقابة على المنتج Haute 1/2

الكمية التراكمية المخططة تعبر عن أهداف المؤسسة حيث وضعت برنامج للوصول إلى 2000000 وحدة في نهاية الرباعي الأول من 2018. الكمية التراكمية المتوقعة تم حسابها انطلاقا من عدد الوحدات الزمنية المجدولة أسبوعيا لكل شهر على المدة المتوقعة لإنتاج الوحدة الواحدة.

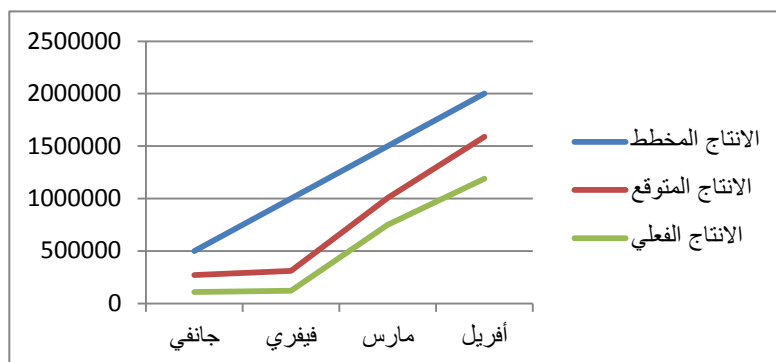
الجدول رقم (8): الانحراف عن الكمية المخططة ل Haute 1/2 خلال الرباعي الأول من 2018

الشهر	التراكمية المخططة	التراكمية المتوقعة	الانحراف	التراكمية الفعلية	الانحراف
جانفي	500 000	271 356	-45,73%	110 470	-77,9%
فيفري	1 000 000	310 121	-68,99%	120 477	-87,95%
مارس	1 500 000	1 007 893	-32,81%	750 979	-49,93%
أفريل	2 000 000	1 589 371	-20,53%	1 188 559	-40,57%

المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات المؤسسة الوطنية للرزم المعدنية EMB

قيم الانحراف السالبة تشير إلى عدم الوصول إلى الكمية المخططة من قبل المؤسسة خلال هذه الفترة بمعنى تأخر في إنجاز أمر التصنيع. يرجع هذا إلى التعطلات التي تحدث على الخط الإنتاجي المخصص لإنتاج علب Haute 1/2 والذي يحتوي على أنشطة حرجة فالتأخر في هذه الأنشطة أدى إلى تأخر إنهاء أمر التصنيع.

الشكل رقم (3): كمية الإنتاج من المنتج Haute 1/2 خلال الرباعي الأول من 2018



المصدر: مستخرج برنامج Excel

نلاحظ أن منحني الإنتاج المتوقع أقرب إلى منحني الإنتاج الفعلي نظرا لكون تقديره حسب أسلوب PERT يأخذ بعين الاعتبار كل الاحتمالات الممكنة التي قد تؤثر على كمية الإنتاج. حيث نلاحظ أن المنحنيين عرفا ارتفاعا ابتداء من نهاية فيفري وهذا راجع إلى وصول المواد الأولية اللازمة للعملية الإنتاجية. الإنتاج المخطط أعلى من الإنتاج المتوقع دليل على وضع خطط دون الأخذ بعين الاعتبار الظروف والعوامل المؤثرة في الإنتاج، فالمؤسسة تواجه بصفة متكررة مشكلة تعطل الآلات إضافة إلى مشكل النفاذ في الصفائح الموجهة لإنتاج العلب والأغطية ما يؤدي إلى توقف العملية الإنتاجية.

2.2.3 الجدولة الزمنية والرقابة على المنتج 3,5L Pails

الكمية التراكمية المخططة تعبر عن أهداف المؤسسة حيث وضعت برنامج للوصول إلى 720000 وحدة في نهاية الرباعي الأول من 2018 بمعدل 180000 وحدة شهريا. الكمية التراكمية المتوقعة تم حسابها انطلاقا من عدد الوحدات الزمنية المجدولة أسبوعيا لكل شهر على المدة المتوقعة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج.

الجدول رقم (9): الانحراف عن الكمية المخططة لـ 3,5 Pails خلال الرباعي الأول من 2018

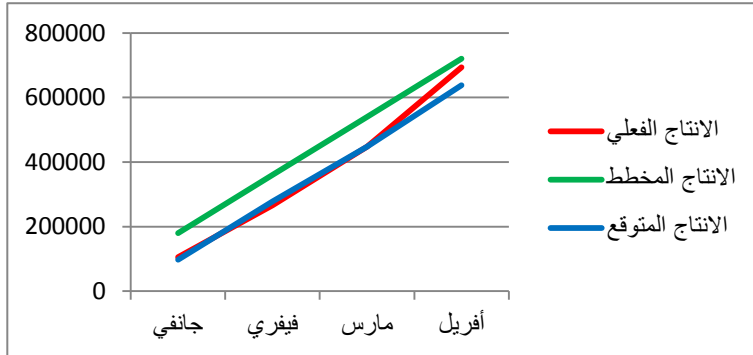
الشهر	التراكمية المخططة	التراكمية المتوقعة	الانحراف	التراكمية الفعلية	الانحراف
جانفي	180 000	138 799	-22,88%	105 844	-41,19%
فيفري	360 000	291 478	-19,03%	266 524	-25,96%
مارس	540 000	458 037	-15,17%	447 334	-17,16%

أفريل	720 000	624 596	-13,25%	693 370	-3,96%
-------	---------	---------	---------	---------	--------

المصدر: من إعدادنا بالاعتماد على معطيات مؤسسة الرزم المعدنية EMB

قيم الانحراف السالبة تشير إلى عدم الوصول إلى الكمية المخططة من قبل المؤسسة خلال هذه الفترة بمعنى تأخر في إنجاز أمر التصنيع، أكبر انحراف كان في الشهر الأول لكنها قليلة مقارنة بانحرافات المنتج Haute ½. ترجع هذه الانحرافات إلى بعض التعطلات التي عرفت ورشة الطباعة في بداية الفترة بالنسبة للآلات الخاصة بطباعة الأغذية و التي تعتبر أنشطة حرجية فالتأخر في هذه الأنشطة أدى إلى تأخر إنهاء أمر التصنيع. إضافة إلى مشكل التموين بالمواد الأولية، تعود كذلك نسب الانحراف القليلة إلى كون الكمية المخططة ليست كبيرة وهذا راجع إلى قلة الطلب على هذا المنتج خلال هذه الفترة.

الشكل رقم (4): كمية الإنتاج من المنتج 3,5L Pails خلال الربع الأول من 2018



المصدر: مستخرج برنامج Excel

نلاحظ أن منحني الإنتاج الفعلي يكاد ينطبق على منحنى الإنتاج المتوقع نظرا لكون تقدير هذا الأخير حسب أسلوب PERT يأخذ بعين الاعتبار كل الاحتمالات الممكنة التي قد تؤثر على كمية الإنتاج. حيث نلاحظ أن المنحنيين عرفا ارتفاعا مستمرا بانحراف طفيف، بعدها ارتفعت الكمية الفعلية عن المتوقعة وهذا في شهر أفريل بسبب وصول الطلبات من صفائح، حيث

قاربت الكمية الفعلية الكمية المخططة ما يجعلنا نقول أن المؤسسة اقتربت من تحقيق هدفها مع نسبة انحراف جد ضعيفة.

الخلاصة:

تبين لنا من خلال دراستنا أهمية استخدام شبكات الأعمال في جدولة العملية الإنتاجية من خلال تقدير المدة المتوقعة لكل منتج والتعبير عنها بالكميات بالإضافة إلى التعرف على الأنشطة الحرجة التي قد تؤدي إلى تأخر تحقيق الطلبات في مواعيدها. وهو ما يجعلنا نؤكد صحة فرضية الدراسة حيث لاحظنا من خلال إجراء الرقابة على كميات الإنتاج نسب الانحراف الكبيرة ما بين الكميات الفعلية والمخططة، فالمدة المتوقعة لإنتاج أي منتج ستسمح بوضع خطط الإنتاج التي تقترب من قدرة المؤسسة وإذا أرادت تحقيق كميات أكبر من قدرتها فهذا يجعلها تبحث عن الأسباب التي تحول دون ذلك وتحاول إزاحتها أو التقليل منها. كما بينت الدراسة أن الكميات المتوقعة بأسلوب الشبكات أقرب إلى واقع المؤسسة بمقارنتها بالكميات الفعلية. أسلوب شبكات الأعمال بين حالة عدم التأكد الكبيرة لتحقيق الكميات المخططة من خلال حساب الاحتمالات التي جاءت قيمها ضعيفة جدا أثبتتها قيم الانحراف السالبة عند إجراء الرقابة. كما أن إجراء الرقابة خلال فترة تنفيذ أوامر التصنيع سيسمح بتسجيل الانحرافات في كل فترة و محاولة تداركها من خلال التصحيحات. وتوصلنا كذلك إلى النتائج التالية المتعلقة بأداء المؤسسة:

- المؤسسة اقتربت من تحقيق هدفها بالنسبة للمنتج 3,5L Pails مع نسبة انحراف 3,96% على عكس المنتج Haute 1/2، وهذا راجع لعدم استغلال الطاقة الإنتاجية بالكامل والتخطيط دون استخدام الأساليب العلمية المساعدة على اتخاذ القرار كأساليب شبكات الأعمال.

- السبب الرئيسي لانحراف الجدولة يعود إلى نفاذ المخزون من المواد الأولية الداخلة في العملية الإنتاجية خاصة مادة الصفائح الحديدية فهي مادة مستوردة وصولها يتطلب وقت إضافة إلى الإجراءات الإدارية التي تأخر وصولها إلى المؤسسة وهذا دليل على غياب تطبيق الأساليب العلمية لإدارة المخزون.

- معرفة المدة المتوقعة لإنهاء أمر التصنيع سيسمح للمؤسسة بتوزيع الموارد توزيعاً أمثلاً عبر مختلف مراحل العملية الإنتاجية وبالتالي ترشيد نفقاتها، وتحديد التكاليف التقديرية لكل منتج.

– جدولة الإنتاج ليس لها أهمية إذا لم تتبعها عملية الرقابة فهذه الأخيرة تسمح بمعرفة مدى التقدم في العملية الإنتاجية واتخاذ القرارات المستقبلية كإعادة جدولة الكميات المتبقية في الفترات اللاحقة إلى غاية انتهاء أمر التصنيع.

بناء على ما سبق، هناك مجموعة من التوصيات التي يمكن أن تأخذ بها المؤسسة لتحسين أدائها:

- ✓ ضرورة استخدام الأساليب العلمية لاتخاذ قرارات الإنتاج والتي تنطلق أساسا من ظروف المؤسسة الداخلية والمحيطية بها، وتفادي القرارات التي تقوم فقط على الخبرة الشخصية.
- ✓ ضرورة الاهتمام بإدارة الصيانة نظرا للتعطل المستمر للآلات وتأخر الصيانة، حيث بالإمكان تطبيق شبكات الأعمال لدراسة الزمن الذي تستغله عملية الصيانة.
- ✓ ضرورة الاهتمام بإدارة المخزونات باستخدام النماذج المعروفة في هذا المجال لتفادي الوقوع في مشكل نفاذ المخزون والفرصة الضائعة. من خلال إرسال الطلبات في الوقت الأمثل لتفادي انقطاع العملية الإنتاجية.

قائمة المراجع:

- المراجع باللغة العربية:
- الكتب:
- 1. الجنابي، حسين، (2010)، الأحدث في بحوث العمليات، دار الحامد، عمان.
- 2. زين الدين، فريد عبد الفتاح، (1997)، بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات الجزء الأول: البرامج الخطية، دار النهضة العربية، القاهرة.
- 3. فريج، سامي، (2007)، البرنامج المالي والزماني للمشروع الإعداد والتحكم، دار النشر للجامعات، القاهرة.
- 4. المقالات:
- 5. الزبيدي سوسن، وآخرون. (2012)، استخدام طريقة المسار الحرج لتخطيط أعمال الصيانة في محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة الهندسة و التكنولوجيا، 30-8، (211-197)، بغداد.

6. جمعة زكرياء، كشكوش بومدين، (2014)، جدولة عمليات الإنتاج على الموارد ذات التشغيل المتوازي-دراسة تطبيقية في المؤسسة الوطنية للصناعات الإلكترونية-، مجلة دفاتر اقتصادية، 5-1، (19-26)، الجلفة.
7. داود فضيلة، المواشي زينب، (2006)، دور أسلوب PERT/CPM في تعزيز أداء المشاريع الإنشائية- دراسة تطبيقية في قسم المشاريع في ديوان محافظة بغداد -. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، 94-22، (84-11)، بغداد.
8. علي عدنان، (2016)، استخدام شبكة PERT في تقويم مشروع صناعي، مجلة ديالي للعلوم الصناعية، 9-4، (31-20)، العراق.
9. غراب، رزيقة، (2008)، تطبيق تقنية PERT على العملية الإنتاجية بوحدة المدخرات التابعة للمؤسسة الوطنية للمنتجات الكهروكيميائية بسطيف. مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، العدد 8، (139-107)، سطيف.
10. يوسف، أيمن، (2013)، استخدام التخطيط الشبكي في جدولة العمليات الإنتاجية. مجلة العلوم الهندسية، 35-4، (105-121)، اللاذقية.

➤ المراجع باللغة اللاتينية:

➤ الكتب:

11. BOUCHAOUIR, Fouad, & al, (2017). Gestion de projet 50 outils pour agir,(éd. 4), Dunod, Paris.
12. DEMEULMEESTER Eric, HERROELEN Willy, (2002), Project scheduling: a research hand book, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
13. HILLIER Frederic, LIBERMAN Gerald, (2001), Introduction to operations research, MaGraw Hill Higher Education, New York.
14. JAVEL, Georges, (2004), Organisation et gestion de la production,(éd. 4), Dunod, Paris.
15. KEMPF, Karl, & al, (2011), Planning production and inventories in the extended entreprise (Vol. 1), Springer, New York.
16. KERZNER, Harold, (2009), Project management a system approach to planning scheduling and controlling, (ed. 4), John Wiley & sons, New Jersey.
17. LE MOIGNE, Rémy, (2017), Supply chain management: Achat,production, logistique, vente ,(éd. 2), Dunod, Paris.
18. MATSUDA, kamematsu, (1998), Le guide qualité de la gestion de projet, Dunod, Paris.
19. MOINE, Jean-Yves, (2016), Le grand livre de la gestion des projets, Afnor, Saint-Denis.

-
20. STEVENSON, William, (2015), Operations management, (ed. 12), McGraw-Hill Education, New York.
 21. TAHA, Hamdy, (2007), Operations research an introduction,(ed. 8), Pearson, New Jersey.
 22. VANHOUCKE, Mario, (2012), Project management with dynamic scheduling, Springer, Berlin

➤ الرسائل الجامعية:

23. MOUHOUBE, Nasser Eddine, (2011). Algorithmes de construction de graphes dans les problème d'ordonnancement de projet, Thèse de doctorat, faculté de science, Université Ferhat Abbas, Sétif.