استخدام نظرية صفوف الانتظار

لحل مشكلة عدم التناسب بين أحجام الطاقة الانتاجية لمراحل الإنتاج

دراسة تطبيقية على شركة النصر لصناعة المواسير الصلب

إعداد

دكتور/ ناجى محمد فوزى خشبه

المدرس بقسم إدارة الأعمال

بكلية التجارة - جامعة المنصورة

مُقَدِّمَة

وتشمل على عرض موجز للموضوعات التالية :

١ ــ المشكلة موضوع البحث .

٢ ــ أهداف البحث .

٣ ــ فروض البحث .

٤ ــ منهج البحث .

أولا ــ المشكلة موضوع البحث :

إن وظيفة تخطيط وضبط الإنتاج فى المشروعات الصناعية ــ لاسيما الكبيرة منها ــ أصبحت تواجه فى الآونة الأخيرة مشكلات كثيرة ومعقدة لا تصلح الأساليب الوصفية فى معالجتها ، خصوصا إذا أخذنا فى الأعتبار طبيعة المنافسة الشديدة التى تتعرض لها الشركات الوطنية فى جمهورية مصر العربية ، أثر دخول بعض الشركات الأجنبية كمنافس خطير فى السوق الوطنى . وما أتت به هذه الشركات من تكنولوجيا متقدمة سواء كان ذلك فى طبيعة عملياتها الإنتاجية أو فى أساليب الإدارة والتخطيط بها .

ولاشك أن تلك الظروف يمكن إعتبارها بمثابة دعوة مفتوحة للباحثين فى مجال الإدارة ، لكى يمدوا القائمين على إدارة وظيفة تخطيط وضبط الإنتاج فى الشركات الوطنية ، بالمتاح من الأساليب الكمية الحديثة التى يمكن إستخدامها فى

حل ما يواجهونه من مشكلات ، مع بيان كيفية إستخدام هذه الأساليب عمليا ، وذلك من خلال العروض العلمية والتطبيقية لكيفية إستخدامها .

ولقد كان للباحث نتيجة بعض علاقات شخصية — أن يتعرف على واحدة من هذه الشركات الوطنية ، التى تتعرض لواحدة من تلك المشكلات . فالباحث على علاقة شخصية ببعض القائمين على إدارة شركة النصر لصناعة المواسير الصلب(١) ولقد ذكر له هؤلاء أن شركتهم تعانى من مشكلة خطيرة، تتمثل فى عدم التناسب بين أحجام الطاقة الإنتاجية لمختلف مراحل الإنتاج بها ، وبوجه خاص فان هناك عدم تناسب واضح بين الطاقة الإنتاجية لكل من مرحلتى الانتاج والتشطيب بصناعة المواسير الصلب(٢) ، وذلك على النحو التالى :

---

(١) تأسست شركة النصر لصناعة المواسير الصلب فى مصر عام ١٩٦٢ ، وذلك لتغطية إحتياجات مصر من المواسير الصلب وتوفير العملات الحرة التى كانت تتحملها الدولة لاستيرادها ، والذى بلغ حوالى ١١ مليون جنيه فى عام ١٩٧٧ (وذلك باستطلاع الميزانية العامة للشركة عام ١٩٧٧) وللقيام بالتصدير إلى الأسواق العربية والأفريقية ، وتبرز أهمية هذه الشركة فى أنها المنتج الوحيد الذى يلبى إحتياجات السوق المصرى بأكمله من المواسير الصلب اللازمة لنقل المياه والغاز والبخار والبترول والزيوت ، والمواد الصلبة مثل الفحم والأسمنت ، كما أن هذه المواسير تستخدم كأعمدة للإنارة اللازمة لتوصيل الكهرباء .

(٢) تشتمل مراحل الانتاج فى الشركة على سبعة مراحل هى: مرحلة التحضير للخامات ، ومرحلة التشكيل ، ومرحلة اللحام ، ومرحلة السحب ، ومرحلة القطع ومرحلة التشطيب (وتشتمل على عمليتين فرعيتين هما : عملية الاستعدال ، وعملية الشطف والاختبار) ومرحلة الحماية (وتشتمل على الحمايه بالجلفنة ، والحماية بالبتومين السائل والحماية بالصوف الزجاجى المشبع بالبتومين).

١ — مرحلة إنتاج المواسير وتشمل هذه المرحلة خطى إنتاج :

* خط إنتاج (الماكينة ماز) وطاقته الانتاجية ٣٠٠٠ ماسورة / وردية، ويعمل فقط لمدة ورديتين يوميا (الورديه ٨ ساعات) أى أن طاقته ٦٠٠٠ ماسورة / يوميا .

* خط إنتاج (الماكينة كوكس) وطاقته الانتاجية ١٠٫٠٠٠ ماسورة / وردية ويعمل فقط لمدة وردية واحدة يوميا .

وعلى ذلك فان الطاقة الكلية لمرحلة الانتاج تبلغ ١٣٠٠٠ ماسورة / وردية أى ٣٩٠٠٠ ماسورة/ يوميا ، فى حين لا يتم إنتاج سوى ١٦٠٠٠ ماسورة/يوميا مطلوب القيام بتشطيبها . وعلى ذلك يلاحظ أن معدل استخدام طاقة مرحلة إنتاج المواسير تبلغ $\frac{١٦٠٥٠}{٣٩٠٠٠} \times ١٠٠ = ٤١$ ٪ تقريبا من الطاقة الكلية .

٢ — مرحلة تشطيب المواسير وتشمل هذه المرحلة خطين لتشطيب المواسير وتعمل هذه المرحلة لمدة ورديتين يوميا أى لمدة ١٦ ساعة يوميا وتتوقف الطاقة الانتاجية لهذا القسم على مقاس المواسير المطلوب تشطيبها ، وذلك لاختلاف الوقت اللازم لتشطيب الماسورة الواحدة باختلاف مقاس الماسورة .

ويمكن توضيح كمية الانتاج التى يمكن تشطيبها بالنسبة لكل مقاس من المقاسات الخمس الرئيسية للمواسير المنتجة كما يوضحها الجدول التالى :

جدول رقم (١) يوضح طاقة وحدة التشطيب بالنسبة لكل مقاس
من المقاسات الرئيسية للمواسير المنتجة خلال عام ١٩٨١

المقاس بوصة	الكميات التى شطبت خلال عام ١٩٨١ بالماسورة	النسبة المئوية لكل مقاس	الوقت المستغرق فى تشطيبها بالساعة	الوقت اللازم لتشطيب الماسورة بالدقيقة	طاقة قسم التشطيب ماسورة/ساعة (ورديتين)
½	٦٣٣٢٧٣٣	٨٤٪	١٩٠٠١	,١٨	١٠٦٦٦
¾	٤٢٢٧٧٢	٦٪	١٣٥٦	,١٩٢	١٠٠٠٠
١	٣١٧٥١٢	٤٪	١١١١	,٢١	٩١٤٣
١½	٢٧٧٨٢٣	٤٪	١٢٥٠	,٢٧	٧١١١
٢	١٠٣٩٢٠	٢٪	٧٩٠	,٤٥٦	٤٢١١
	٧٤٥٦٧٦٠	١٠٠٪			

ويلاحظ من الجدول السابق أن طاقة وحدة التشطيب لا تكفى لتشطيب كمية المواسير الوارده من أى مقاس من المقاسات الخمس والبالغه ١٦٠٠٠ ماسورة/يومياً (وهى طاقة وحدة الإنتاج) وبالرغم من هذا القصور فأن وحدة التشطيب لا تعمل إلا بثلثى طاقتها أى حوالى ٦٦,٦٪ تقريباً لأنها تعمل ورديتين فقط فى اليوم، وبالرغم من ذلك فأن الإدارة تستمر فى تشغيل وحدة التشطيب لمدة ورديتين حتى لا تعمل فى الوردية المسائية.

ويلاحظ من الوضع السابق أن استمراره سوف يؤدى إلى التأثير على الشركة فى الإتجاهات التالية :—

١ — ارتفاع قيمة رأس المال المستثمر فى المخزون السلعى المتمثل فى كميات المواسير التى تتراكم أمام وحدة التشطيب انتظارا لتشطيبها نتيجة إنخفاض طاقة

وحدة التشطيب عن طاقة وحدة الانتاج ، ومن مساوىء هذا تجميد رأس مال الشركة فى شكل مخزون سلعى وما يصاحبه ذلك من إنخفاض للسيولة النقدية ، وزيادة المخاطر التى قد تتعرض لها الشركة نتيجة لتقلبات الأسعار ، وأرتفاع التكاليف اللازمة لتخزين هذه الكميات وكذلك عدم القدرة على الوفاء بطلبات المشترين فى المواعيد المحددة ، وفوق هذا وذاك ، فإن رأس المال المغرق فى المخزون السلعى يعتبر رأس مال عاطل لا يعمل ولا يدر ربحا ، بما يؤثر تأثيراً سيئاً على معدل الدوران بالمنشأة وبالتالى على العائد على الاستثمار هذا ويمكن حساب مقدار الربح الضائع على المنشأة نتيجة أغراق مبالغ من الأموال فى صورة المخزون السلعى للمواسير التى فى انتظار التشطيب وذلك بضرب إجمالى ساعات انتظار المواسير × قيمة المواسير × العائد على الاستثمار . هذا ويستلزم حساب مقدار هذا الربح الضائع حساب العطلات التى تحدث للماسورة الواحدة المنتجة من لحظة تمام إنتاجها ودخولها إلى وحدة التشطيب إلى وقت بدء عملية تشطيبها .

٢ — عدم قدرة الشركة على الإنتاج بالطاقة الكلية نتيجة عدم قدرة وحدة التشطيب على تشطيب الكميات المنتجة إذا ماتم الإنتاج بالطاقة الكلية ومايستتبع ذلك من ضياع فرص الربح التى كان يمكن أن تحققها المنشأة فى حالة الإنتاج بالطاقة القصوى ، ويتمثل الربح الضائع هنا فى مقدار الربح الذى يمكن تحقيقه من بيع الفرق بين كميات الإنتاج الحالية وكميات الإنتاج القصوى وتبلغ هذه الكمية ٣٩٠٠٠ — ١٦٠٠٠ = ٢٣٠٠٠ ماسورة يومياً أى حوالى ٢٣٠٠٠ × ٢٦٠ يوم عمل فى السنة = ٥٩٨٠٠٠٠ ماسورة سنوياً . ولما كان متوسط الربح من بيع الماسورة يساوى ٢ر١٨١(١) جنيها فإن هناك ربحا مقداره

---

(١) سجلات إدارة المبيعات بالشركة .

٥٩٨٠٠٠٠ × ٢ر١٨١ = ١٣٠٤٢٣٨٠ جنيها تضيع على المنشأة كل عام نتيجة عدم الإنتاج بالطاقة القصوى .

ومن ذلك يتضح أن الشركة تتحمل نوعين من الخسائر نتيجة الوضع القائم وهو عدم وجود تناسب بين أحجام الطاقة الإنتاجية لمختلف مراحل الإنتاج ويتمثلا فى :

١ — خسائر ناتجة عن اغراق مبالغ معينة من المال فى صورة مخزون من المواسير التى تحتاج للتشطيب ، ويتعلق حساب هذه الخسائر بحساب العطلات التى تتعطلها المواسير المنتجة انتظارا لحين بدء تشطيبها (خسائر العطلات) .

٢ — خسائر ناتجة عن عدم استخدام الطاقة الكاملة للمنشأة وتتمثل فى الربح الضائع نتيجة عدم بيع الفارق بين الكميات المنتجة حاليا ، والكميات القصوى الممكن إنتاجها (خسائر عدم الإنتاج بالطاقة القصوى) .

ومن هنا تجىء مشكلة هذا البحث .

ثانيا — أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى تعريف القائمين على إدارة وظيفة تخطيط وضبط الإنتاج فى الشركات الصناعية عموماً ، والشركة محل البحث على وجه خاص ، بأسلوب كمى حديث وهو أسلوب (صفوف الانتظار) ، وذلك حتى يتمكنوا من استخدامه فى حل المشكلات المترتبة على عدم التناسب بين أحجام الطاقة الإنتاجية لمختلف مراحل الإنتاج .

ثالثا — فروض البحث :

ينبنى هذا البحث على فرض واحد هو :

أنه يمكن استخدام نظرية صفوف الانتظار للمساهمة فى حل مشكلة عدم

التناسب بين أحجام الطاقة الإنتاجية لمختلف مراحل الإنتاج فى الشركة محل التطبيق وأنه يمكن استخدامها أيضاً فى الشركات المشابهة .

رابعا — منهج البحث :

لأن هذا البحث يعتبر من البحوث التطبيقية — حيث يهدف إلى تطبيق أسلوب كمى فى مجال تخطيط ومراقبة الإنتاج فى الشركة محل الدراسة ، ولأن هذا البحث ينبنى على فرض واحد مؤداه : وجود مشكلة فى الشركة محل الدراسة ، وأنه يمكن استخدام أسلوب كمى معين للمساهمة فى علاجها .

فإن منهج البحث سيسير وفق هذا الترتيب ، فسوف يقوم الباحث — لاختبار الشق الأول من الفرض وهو وجود المشكلة — بجمع بيانات فعلية من الشركة محل الدراسة تؤكد وجود المشكلة وسوف يعرض الباحث لكيفية استخدام الأسلوب الكمى المشار إليه (أسلوب صفوف الانتظار) ، وذلك للوصول إلى الحل الأمثل لهذة المشكلة .

وبناء على ذلك فسوف يشتمل البحث على الفصلين التاليين :

الفصل الأول :

ويستعرض الباحث فيه الأساليب التى يمكن استخدامها لحل مشكلة البحث .

الفصل الثانى :

ويستعرض الباحث فيه كيفية استخدام نظرية صفوف الانتظار لحل مشكلة البحث .

الفصل الأول

الأساليب التى يمكن استخدامها لحل مشكلة البحث

بين الباحث عند استعراضه لمشكلة البحث أن هناك نوعين من الخسائر تتحملها المنشأة فى ظل المشكلة القائمة وهى عدم التناسب بين طاقة كل من وحدة الإنتاج ووحدة التشطيب بالشركة محل الدراسة ، ويتمثلا هذان النوعان فى خسائر العطلات وخسائر عدم الإنتاج بالطاقة القصوى وعليه فأن المشكلة تتحدد الآن فى كيفية تقليل إجمالى التكاليف المصاحبة للحالة القائمة .

ويمكن الإتجاه فى حل مشكلة عدم التناسب هذه بالقيام بالتأثير فى إنتاجية كل من وحدتى الإنتاج والتشطيب فى اليوم ، ويتم ذلك من خلال أحد طريقين :

١ — زيادة عدد ساعات العمل بالنسبة للوحدة بالعمل مثلا لمدة وردية أو أكثر بالإضافة إلى فترات العمل الحالية .

٢ — زيادة عدد الآلات أو خطوط الإنتاج الحالية بالنسبة للوحدة .

وعلى ذلك يكون أمامنا العديد من البدائل لحل مشكلة عدم التناسب بين طاقتى وحدة الإنتاج والتشطيب ، وتتمثل هذه البدائل فى الإبقاء على الوضع الحالى أو تغيير الطاقة الإنتاجية لكل من وحدتى الإنتاج والتشطيب ، وفى ضوء ذلك قام الباحث بوضع سبع بدائل لحل المشكلة على النحو التالى :

البديل الأول : تشغيل خطى وحدة التشطيب لمدة ورديتين ، مع تشغيل ماكينة (مارز) بوحدة الإنتاج لمدة ورديتين وطاقتها الانتاجية ٣٠٠٠ ماسورة / وردية أى ١٨٨ ماسورة / نصف ساعة ، وتشغيل ماكينة (كوكس) لمدة وردية

واحدة وطاقتها الانتاجية ١٠٠٠٠ ماسورة/وردية أى ٦٢٥ ماسورة / نصف ساعة(١) ويعتبر هذا الوضع الحالى للشركة ويمكن تمثيله على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الورية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	. . . . .	١٨٨
الثالثة	. . . . .	. . . . .	

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب	
	الخط الأول	الخط الثانى
الأولى	—	—
الثانية	—	—
الثالثة		

(١) ويلاحظ أن الباحث قد أختار نصف ساعة كوحدة زمنية كأساس للحساب وذلك على أعتبار أن خط الانتاج ينتج على دفعات تصل كل منها كل نصف ساعة.

——— الخط يعمل

— — الخط لا يعمل

ويلاحظ فى ظل هذا البديل أن معدل الإنتاج فى الوردية الأولى يصل إلى ٨١٣ ماسورة / ½ ساعة بينما معدل الإنتاج خلال الوردية الثانية يبلغ ١٨٨ ماسورة / ½ ساعة ، بينما طاقة وحدة التشطيب ثابتة خلال ورديتى عملها الأولى والثانية وتتوقف هذه الإنتاجية على مقاس المواسير المطلوب تشطيبها .

البديل الثانى : وفى ظله يتم تشغيل وحدة التشطيب لمدة ثلاثة ورديات مع استمرار الإنتاج بالطاقة الحالية ، ويمكن تمثيله على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	... ...	١٨٨
الثالثة	... ...	... ...	

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب	
	الخط الأول	الخط الثانى
الأولى	—	—
الثانية	—	—
الثالثة	...	...

البديل الثالث : وفى ظله يتم إضافة خط تشطيب جديد والعمل بالخطوط الثلاثة للتشطيب لمدة ورديتين فقط مع استمرار الإنتاج بالطاقة الحالية ، ويمكن تمثليه على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة / ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	... ...	٨١٣
الثالثة	... ...	... ...	

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب		
	خط أول	خط ثانى	خط ثالث
الأولى	—	—	—
الثانية	—	—	—
الثالثة	...	...	...

البديل الرابع : وفيه يتم تشغيل خط تشطيب بالإضافة إلى خطى التشطيب الحاليين وتشغيل وحدة التشطيب بخطوطها الثلاثة لمدة ثلاث ورديات ، مع تشغيل خط إنتاج (كوكس) لمدة ورديتين وخط إنتاج (ماز) لمدة ورديتين ويمكن تمثيله على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثالثة	—	—	

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب		
	الخط الأول	الخط الثانى	الخط الثالث
الأولى	—	—	—
الثانية	—	—	—
الثالثة	—	—	—

البديل الخامس : وفى ظله يتم تشغيل خطى تشطيب بالإضافة إلى خطى التشطيب الحاليين وتشغيل وحدة التشطيب بخطوطها الأربعة لمدة ورديتين ، مع تشغيل خط إنتاج (ماز) لمـــدة ثلاث ورديات وخط إنتاج (كوكس) لمدة ورديتين ويمكن تمثيلة على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة / ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة / ١/٢ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة / ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة / ١/٢ ساعة	٨١٣
الثالثة	١٨٨ ماسورة / ١/٢ ساعة	—	١٨٨

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب			
	الخط الأول	الخط الثانى	الخط الثالث	الخط الرابع
الأولى	—	—	—	—
الثانية	—	—	—	—
الثالثة	—	—	—	—

البديل السادس : وفى ظله يتم تشغيل خطى تشطيب بالاضافة إلى خطى التشطيب الحاليين وتشغيل وحدة التشطيب بخطوطها الأربعة لمدة ثلاث ورديات مع تشغيل خطى الإنتاج (ماز و كوكس) لمدة ثلاث ورديات . ويمكن تمثيله على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة / ½ ساعة	٦٢٥ ماسورة / ½ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة / ½ ساعة	٦٢٥ ماسورة / ½ ساعة	٨١٣
الثالثة	١٨٨ ماسورة / ½ ساعة	٦٢٥ ماسورة / ½ ساعة	٨١٣

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب			
	الخط الأول	الخط الثانى	الخط الثالث	الخط الرابع
الأولى	—	—	—	—
الثانية	—	—	—	—
الثانية	—	—	—	—

البديل السابع : وفى ظله يتم تشغيل ثلاث خطوط تشطيب بالإضافة إلى خطى التشطيب الحاليين ، مع استمرار العمل فى وحدة التشطيب لمدة ثلاث ورديات ، مع استمرار الإنتاج بخطى (ماز وكوكس) لمدة ثلاث دوريات . ويمكن تمثيله على النحو التالى :

وحدة الإنتاج

الوردية	الخط الإنتاجى		كمية المواسير المنتجة كل نصف ساعة
	ماز	كوكس	
الأولى	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثانية	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣
الثالثة	١٨٨ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٦٢٥ ماسورة/ ١/٢ ساعة	٨١٣

وحدة التشطيب

الوردية	خطوط التشطيب				
	الخط الأول	الخط الثانى	الخط الثالث	الخط الرابع	الخط الخامس
الأولى	—	—	—	—	—
الثانية	—	—	—	—	—
الثالثة	—	—	—	—	—

ويلاحظ أن البديل الأفضل من بين السبع بدائل المذكورة هو البديل الذى يصاحبه أقل تكاليف كلية ممكنة. وقد أشار الباحث فيما سبق إلى عنصرى الخسائر هما

— خسائر العطلات .

— خسائر عدم الإنتاج بالطاقة القصوى .

ويلاحظ أنه يجب إضافه عنصر ثالث للعنصرين السابقين ويتمثل فى الزيادة فى قيمة خطوط التشطيب الجديدة عن قيمة خطوط التشطيب الحالية ، لأن هذه الزيادة تتحملها المنشأة عند إضافة خط تشطيب جديد ، أما قيمة الخط نفسه (على أساس قيمة الخطوط القديمة) فهو يتم تغطيته عند حسابه كأحد عناصر تكاليف انتاج المواسير ويتم تغطيتها عن طريق ايراد المبيعات .

ويستلزم الأمر بذلك حساب العناصر الثلاثة السابقة لكل بديل من السبع بدائل على النحو التالى :

١ — ربح ضائع نتيجة عدم الانتاج بالطاقة القصوى .

الفارق بين كمية الانتاج فى ظل كل بديل وكميه الانتاج بالطاقة القصوى مضروبا فى ربح الوحدة من المواسير ، وهذا يسهل حسابه .

٢ — الزيادة فى قيمة خطوط التشطيب الجديدة عن قيمة خطوط التشطيب القديمة ، ويحدث هذا نتيجة زيادة الأسعار من عام لآخر وقد تبين للباحث (١) أن ثمن خط التشطيب الجديد بما فيه تكاليف التركيب يبلغ قيمة أهلاكه السنوى مبلغ ١٠٠١٧٥ جنيه ، فى حين الاهلاك السنوى لخط التشطيب القديم يبلغ ٢٠٠٣٥ جنيه وبذلك يبلغ الفارق بينهما ٨٠١٤٠ جنيه وهو نتيجة زيادة أسعار خطوط التشطيب من عام لآخر .

٣ — خسائر العطلات ويمكن حسابها بضرب إجمالى عدد الساعات التى أنتظرها كل مقاس من المواسير من لحظة وصوله إلى وحدة التشطيب لحين الانتهاء من تشطيبها مضروبا فى قيمة الماسورة الواحدة مضروبا فى عائد الجنيه الواحد للشركة .

---

(١) إدارة التكاليف ، سجلات التكاليف بالشركة عن عام ١٩٨١ .

ويلاحظ أن عائد الجنيه الواحد يسهل حسابه على ضوء بيانات إجمالى الربح وإجمالى الأصول لعامى ١٩٧٦ ، ١٩٧٧ وبقسمة $\frac{\text{إجمالى الربح}}{\text{إجمالى الأصول}}$ نحصل على العائد على الاستثمار كما يلى .

العائد على الاستثمار لعام ٧٦ $= \frac{٩٤٠٠٠٠}{٤٠٨٤٥٢٣٢} \times ١٠٠ = ٢٫٣٠ \%$

« « « « ٧٧ $= \frac{١٠٠٨٠٠٠}{٥٠١١٧٨٠٤} \times ١٠٠ = ٢٫٠١ \%$

وبذلك يبلغ متوسط العائد على الاستثمار حوالى ٢٫١٦ ٪ أى أن كل جنيه مستثمر فى الشركة يدر ربحاً مقداره ٢٫١٦ قرش فى العام . أما بالنسبة لقيمة الماسورة الواحدة فهذا البيان متوافر وسبق عرضه فى جدول رقم (٤) وبذلك تتلخص المشكلة لحساب خسائر العطلات فى حساب الوقت الذى تتعطله المواسير المنتجة فى انتظار دورها للتشطيب ، ويمكن الاستعانة بأسلوب صفوف الانتظار لحساب هذه العطلات وهذا ما سيعرضه الباحث فى الفصل الثانى .

الفصل الثانى

تطبيق أسلوب المحاكاة لحساب التأخيرات

بصفوف الانتظار بالمشكلة محل الدراسة

يقوم الباحث فيما يلى بحساب التأخيرات التى تتعرض لها كميات الإنتاج من المواسير التى تنتظر بدء تشطيبها ، وسوف يقوم الباحث بمحاكاة عمليات الوصول للمواسير إلى وحدة التشطيب ، ومحاكاة أوقات إنتظار هذه المواسير وأزمنة البدء فى تشطيبها والانتهاء من التشطيب ، وذلك للوصول إلى إجمالى أوقات الإنتظار والكمية التى تتعرض لهذا الإنتظار ، وسوف يقوم الباحث بإجراء هذه المحاكاة لمدة تصل إلى عشرة أيام حيث أنها مدة يمكن أن تعكس مدى الاختناقات التى يمكن أن يتعرض لها العمل فى وحدة التشطيب بصورة واضحة ، كذلك فإنه يمكن التنبوء فى ضوء نتائج المحاكاة لعشرة أيام بالنتائج التى يمكن أن تحدث فى مدة أطول . ويجب أن تجرى عمليات المحاكاة هذه فى ضـــوء كل بديل من السبع بدائل الموضحة آنفا .

وفيما يلى يعرض الباحث كيفية تطبيق أسلوب المحاكاة بالنسبة للبديل الأول وسوف يشير الباحث أولا إلى عناصر النظام محل الدراسة ، ثم يشير إلى كيفية إجراء محاكاة صفوف الإنتظار لحساب أوقات الإنتظار بالنسبة لهذا البديل وذلك على النحو التالى :

١ — عناصر نظام الخدمة فى المشكلة محل الدراسة :

هناك أربع عناصر أساسية للنظام وهى :

(أ) المدخلات (ب) أجهزة الخدمة .

(ج) نظام الخدمة . (د) المخرجات :

وسوف يوضح الباحث كل عنصر من العناصر السابقة على النحو التالى :

(ا) المدخلات :

وتتمثل المدخلات فى المواسير التى يتم إنتاجها ثم تنتقل إلى وحدة التشطيب لإجراء عملية التشطيب عليها ، ويجب التعرف على كميات وأنواع المواسير الداخلة إلى نظام التشطيب ، ويكون ذلك على النحو التالى :

١ — **كميات المدخلات :** تصل كميات المواسير إلى وحدة التشطيب طبقا لمعدل الإنتاج فى وحدة الإنتاج ، ولما كانت الوردية الأولى فى وحدة الإنتاج تعمل فيها الماكينة (ماز) بمعدل ٣٠٠٠ ماسورة / وردية ، والماكينة (كوكس) بمعدل ١٠٠٠٠ ماسورة / وردية فان المعدل الكلى للإنتاج فى الوردية الأولى يبلغ ١٣٠٠٠ ماسورة لكل وردية ، أى حوالى ٨١٣ ماسورة / ½ ساعة . أما فى الوردية الثانية فتعمل الماكينة (ماز) فقط بمعدل يصل ١٨٨ ماسورة/ ½ ساعة وبذلك فمعدل وصول المدخلات Arriving Rate هو الوردية الأولى ٨١٣ ماسورة / ½ ساعة ، الوردية الثانية ١٨٨ ماسورة / ½ ساعة .

٢ — **أنواع المدخلات :** تختلف أنواع المدخلات من المواسير باختلاف مقاساتها حيث يتم إنتاج خمس مقاسات رئيسية ، كما يختلف نوع الإنتاج من

ورديه لاخرى ، ولكن عند القيام بالمحاكاة لا يوجد هناك أساس معين يمكن على ضوءه تحديد الأنواع التى تصل فى كل من العشرين وردية محل الدراسة (١٠ أيام × ٢ وردية) وذلك لان تحديد نوع المواسير المنتجة فى كل وردية يتم بصورة عشوائية ، وعلى ذلك فمن خلال عمليات المحاكاة سوف يقوم الباحث بتحديد نوع المواسير التى ستصل فى كل وردية على أساس عشوائى ، وذلك باستخدام جدول الأرقام العشوائية، مع مراعاة أن تعطى الفرصة لظهور كل نوع من الأنواع طبقا للأهمية النسبية له ، وذلك فى ضوء نسبة إنتاجه إلى إجمالى إنتاج الاصناف الخمس ولما كانت نسبة إنتاج كل صنف من الاصناف الخمسة موضحه بالجدول رقم (٣) ، فانه يمكن تحديد الانواع التى ستصل إلى وحدة التشطيب فى كل ورذية وذلك بالسحب من الارقام العشوائية فى المدى (٠٠٠٠ إلى) (٩٩) ويقسم هذا المدى على الانواع الخمس للإنتاج طبقا لنسبة إنتاج كل صنف كما هو موضح بالجدول رقم (٢) .

جدول رقم (٢) يوضح الأهمية النسبية لكل مقاس من مقاسات المواسير

المقاس (بالبوصة)	الأهمية النسبية	المدى		
			إلى	
١/٢	٨٤ ٪	من ٠٠		٨٣
٣/٤	٦ ٪	« ٨٤	«	٨٩
١	٤ ٪	« ٩٠	«	٩٣
١١/٢	٤ ٪	« ٩٤	«	٩٧
٢	٢ ٪	« ٩٨	«	٩٩
	١٠٠ ٪			

وباستخدام الأرقام العشوائية (من جدول الارقام العشوائية) يمكن تحديد الاصناف التى ستصل فى كل وردية .

فمثلا باستخدام الارقام التالية من جدول الارقام العشوائية :

٤١١٢٠٧٩٥٥٦ ١٥٨١٩٢٢٣٩٦

٨٢٦٢١٣٠٨٩٢ ٢٠٦٨٥٧٧٩٨٤

يمكن إعتبار أن كل رقمين من الأرقام المتتالية فى مجموعات الارقام العشوائية المسحوبة تحدد النوع الذى سيصل فى كل وردية ويمكن فى ضوء الارقام العشوائية السابقة تحديد الانواع التى ستصل فى العشرين وردية محل الدراسة بأخذ كل زوج من الارقام المتتالية من اليمين إلى اليسار بالنسبة للسطر الاول ثم السطر الثانى كما موضح بالجدول رقم (٣)

جدول رقم (٢) يوضح الأنواع التي ستحمل من المواسم في العشرين وردية محل الدراسة

الوردية	الرقم العنواني	الصنف	الوردية	الرقم العنواني	الصنف
١	٥٦	٠ ١/٢	١١	٩٢	١ ٠
٢	٩٥	٠١ ١/٢	١٢	٠٨	٠ ١/٢
٣	٠٧	٠ ١/٢	١٣	١٣	٠ ١/٢
٤	١٣	٠ ١/٢	١٤	٦٢	٠ ١/٢
٥	٤١	٠ ١/٢	١٥	٨٣	٠ ١/٢
٦	٩٦	٠١ ١/٢	١٦	٨٤	٠ ٣/٤
٧	٢٣	٠ ١/٢	١٧	٧٩	٠ ١/٢
٨	٩٢	٠١	١٨	٥٧	٠ ١/٢
٩	٨١	٠ ١/٢	١٩	٦٨	٠ ١/٢
١٠	١٥	٠ ١/٢	٢٠	٢٠	٠ ١/٢

(ب) أجهزة الخدمة :

وتتكون أجهزة الخدمة فى وحدة التشطيب من خطين للتشطيب — ويلاحظ أن جهاز الخدمة فى هذه الحالة يعتبر نموذج متعدد الاجهزة مع إتمام الخدمة فى مرحلة واحدة — يتم فى كل خط عدة عمليات لازمة للتشطيب تعتبر كلها مرحلة واحدة .

وتتوقف طاقة وحدة التشطيب على نوع المواسير المطلوب تشطيبها ويبين جدول رقم (٣) طاقة وحدة التشطيب بالنسبة لكل مقاس من المقاسات الخمسة ، ويلاحظ أن حجم الدفعة التى تصل كل نصف ساعة فى الوردية الاولى يختلف عنه فى الوردية الثانية ، كما يختلف الوقت اللازم لتشطيب الوحدة باختلاف مقاس المواسير بالدفعة ، وعلى ذلك يمكن تكوين الجدول رقم (٤) والذى يظهر الوقت اللازم لتشطيب الدفعة بالنسبة لكل مقاس فى كل من الوردية الاولى والثانية وذلك على النحو التالى :

جدول رقم (٤) يوضح الوقت اللازم لتشطيب الدفعة بالنسبة لكل مقاس
فى حالة كل من الوردية الأولى والثانية

الصنف	الوردية	حجم الدفعة بالماسورة	وقت تشطيب الوحدة	وقت تشطيب الدفعة بالدقيقة
½	الاولى	٨١٣	,١٨	١٤٦
	الثانية	١٨٨	,١٨	٣٤
¾	الاولى	٨١٣	,١٩٣	١٥٦
	الثانية	١٨٨	,١٩٢	٣٦
١	الاولى	٨١٣	,٢١	١٧٠
	الثانية	١٨٨	,٢١	٣٩
١½	الاولى	٨١٣	,٢٧	٢١٩
	الثانية	١٨٨	,٢٧	٥١
٢	الاولى	٨١٣	,٤٥٦	٣٧١
	الثانية	١٨٨	,٤٥٦	٨٦

(ح) نظام الخدمة : يسير العمل فى وحدة التشطيب طبقا لنظام خدمة وهو : الاول فى الوصول هو الاول فى التشطيب ، وعلى ذلك تنتظر الدفعات الواصلة إلى وحدة التشطيب عند وصولها إذا كان خطا التشطيب محملين ، وذلك لحين انتهاء العمل على أحدهما ليتم بدء تشطيب أول الدفعات المنتظرة عليه .

(د) المخرجات : وتتمثل فى المواسير التى يتم تشطيبها ، ويلاحظ أنه فى نهاية كل يوم (ورديتين) يكون قد تم تشطيب دفعات من المواسير فى حين تبقى دفعات أخرى لم تشطب بعد تضطر إلى الانتظار إلى بدء الوردية الأولى فى اليوم التالى ، كما يلاحظ أنه من الممكن أن تنتهى الوردية الثانية فى أحد الأيام فى حين تكون أحدى الدفعات التى يتم تشطيبها قد انتهى تشطيب جزء منها بينما يكون هناك جزء باق بدون تشطيب يضطر إلى تخزينه لليوم التالى مع الدفعات التى لم يبدأ فى تشطيبها بعد .

٢ — اجراءات محاكاة صفوف الانتظار لحساب أوقات الانتظار :

يمكن اجراء المحاكاه فى ضوء معرفتنا لعناصر الخدمة وذلك لمدة يوم واحد(١) بالنسبة للبديل الاول كما يلى :

(ا) تحديد معدل الوصول للمدخلات فى كل وردية : وهى دفعات حجمها للوردية الاولى ٨١٣ ماسورة / نصف ساعة وللوردية الثانية ١٨٨ ماسورة / نصف ساعة .

(ب) تحديد نوع الدفعات التى تصل فى كل وردية : ويمكن اجراء ذلك عن طريق الاستعانة بالارقام العشوائية وباستخدام الجدول رقم (٣) نجد أن الصنف الذى سيصل فى الوردية الاولى هو من مقاس ١/٢ بوصه ، والصنف الذى سيصل فى الوردية الثانية هو من مقاس ١ ١/٢ بوصه .

(ج) تحديد الوقت اللازم لتشطيب الدفعة : ويمكن التعرف عليه بالاستعانه بالجدول رقم (٤) كما يلى :

---

(١) سيقوم الباحث بعرض كيفية اجراء المحاكاه لمدة يوم واحد فقط ، على أن يقوم فيما بعد ببيان نتائج الحساب لمدة عشرة أيام كاملة بالنسبة لكل البدائل .

الوردية الأولى : حجم الدفعة ٨١٣ ماسورة من ماسورة من مقاسين/ بوصه يستلزم تشطيبها ١٤٦ دقيقة .

الوردية الثانية : حجم الدفعة ١٨٨ ماسورة من القاس ٢/١ ١ بوصه يستلزم تشطيبها ٥١ دقيقة .

(د) محاكاة زمن الوصول وزمن بدء التشطيب وزمن الانتهاء من التشطيب لكل دفعة من الستة عشر دفعة للوردية الأولى (٢ دفعة كل ساعة × ساعات) ، والستة عشر دفعة للوردية الثانية أى لكل من الاثنين والثلاثين دفعة فى اليوم . وذلك على النحو التالى :

١ — الدفعة الأولى تصل فى الزمن صفر ووحدة التشطيب فى بداية عملها حيث أن خطى التشطيب غير محملين ، ولذلك لا تنتظر الدفعة الاولى ، ولكن يبدأ تشطيبها من لحظة وصولها فى الزمن صفر ١٤٦ دقيقة لينتهى العمل منها فى الزمن ٢,٢٦ [1] .

٢ — تصل الدفعة الثانية بعد نصف ساعة من وصول الدفعة الاولى ، أى عند الزمن ٠,٣٠ . ولما كان هناك خطاً واحد فقط من خطى التشطيب هو المشغول بتشطيب الدفعة الاولى فيمكن تحميل الدفعة الثانية مباشرة على الخط الثانى لحظة وصولها فى الزمن ٠,٣٠ . ويستمر تشطيبها لمدة ١٤٦ دقيقة لينتهى العمل منها فى الزمن ٢,٥٦ .

---

(١) يلاحظ أن الزمن ٢,٢٦ يعنى أنه انقضى ساعتين وستة وعشرون دقيقة من بداية اليوم . أى يعبر الرقم يمين الصلامة عن الدقائق والرقم يسارها عن الساعات .

٣ — تصل الدفعة الثالثة بعد نصف ساعة من وصول الدفعة الثانية ، أى عند الزمن ١٫٠٠ ولما كان الخطان فى هذا الوقت محملين بالعمل فيجب أن تنتظر هذه الدفعة حتى يفرغ أحد الخطين .

ولما كان الخط الاول سيفرغ أولا عند الزمن ٢٫٢٦ فأن الدفعة الثالثة يمكن الابتداء فى تشطيبها على الخط الاول عند هذا الزمن ليستغرق تشطيبها ١٤٦ دقيقة وينتهى عند الزمن ٤٫٥٢ وبذلك فأن الدفعة الثالثة انتظرت من لحظة وصولها فى الزمن ١٫٠٠ الى لحظة بدء تشغيلها فى الزمن ٢٫٢٦ أى لمدة ١٫٢٦ أن ساعة وستة وعشرون دقيقة .

٤ — تصل الدفعة الرابعة بعد نصف ساعة من وصول الدفعة الثالثة أى عند الزمن ١٫٣٠ ولما كان الخطان فى هذا الوقت مشغولين فى تشطيب الدفعة الاولى والثانية والثالثة حتى الزمن ٢٫٥٦ حيث ينتهى الخط الثانى من تشطيب الدفعة الثانية ، فأنه يمكن حينذاك (عند الوقت ٢٫٥٦) تحميله بالدفعة الرابعة والتى يتطلب تشطيبها ١٤٦ دقيقة وينتهى العمل منها عند الزمن ٥٫٢٢ وتكون قد أنتظرت من لحظة وصولها عند الزمن ١٫٣٠ الى لحظة بدء تشطيبها عند الزمن ٢٫٥٦ وقتا قدره ١٫٢٦ أى ساعة وسته وعشرون دقيقة .

٥ — بتكرار تتبع وصول الدفعات وتحميل خطوط التشطيب بمجرد انتهائها من تشطيب أحدى الدفعات التى تقوم بتشطيبها بأول الدفعات المنتظرة تحصل على الشكل الكامل للمتابع .

٦ — يلاحظ أن فى نهاية العمل الورديتين سيكون قد تم تشطيب من الوردية رقم (١) الى الوردية رقم (١٢) بالكامل أما الوردية رقم (١٣) فلن يتمكن

من تحميلها على خط التشطيب إلا لمدة ٨٤ دقيقة ، وبذلك يكون قد تم تشطيب $\frac{٨٤}{١٨ر}$ = ٤٦٧ ماسورة ويتبقى كمية قدرها ٨١٣ — ٤٦٧ = ٣٤٦ ماسورة من الدفعة رقم (١٣) بدون تشطيب . كذلك الدفعة رقم (١٤) فلن يتمكن من تحميلها على خط التشطيب إلا لمدة ٥٤ دقيقة يكون قد تم تشطيب $\frac{٥٤}{١٨ر}$ = ٣٠٠ ماسورة ويتبقى كمية قدرها ٨١٣ — ٣٠٠ = ٥١٣ ماسورة بدون تشطيب .

٧ — يلاحظ أن الدفعات من رقم (١٥) إلى رقم (٣٢) لم يتمكن من البدء فى تشطيبها . فلقد أنتظرت من لحظة وصولها إلى نهاية اليوم (الورديتين) بدون أن تجد الفرصة لبدء تشطيبها، وعلى ذلك فان هذه الدفعات الثمانية عشر بالإضافة إلى ٣٤٦ ماسورة من الدفعة رقم (١٣) ، ٥١٣ ماسورة من الدفعة رقم (١٤) سوف تنتظر إلى اليوم التالى عند بدء تشغيل الوردية الأولى ليستكمل تشطيب الدفعات الناقصة ، وتبدأ فى تشطيب الدفعات التى لم يبدأ فى تشطيبها من اليوم السابق ، وفى نفس الوقت تحدث انتظارات لهذه الدفع لحين أن تبدأ فى تشغيلها لعدم وجود سوى خطين تشطيب هذا بالإضافة إلى الثمان ساعات التى تعرضت لها كل هذه الكميات للانتظار من نهاية الوردية الثانية إلى بداية الوردية الأولى فى اليوم التالى . يضاف إلى هذا وذاك الانتظارات التى ستتعرض لها الدفعات التى ستصل كل نصف ساعة منذ لحظة بدء الوردية الأولى فى اليوم التالى .

(٥) حساب التأخيرات التى تعرضت لها مختلف الكميات : ويمكن لحساب هذه التأخيرات تصميم الجدول رقم (٥) والذى يوضح بالخانة رقم (١) أرقام الدفعات وهم ٣٢ دفعة ، وبالخانة رقم (٢) حجم الدفعة ٨١٣ ماسورة للستة

عشر دفعة الأولى ، ١٨٨ ماسورة للستة عشر دفعة الثانية ، وتبين الخانة رقم (٣) الوقت اللازم لتشطيب الدفعة وهو ١٤٦ دقيقة للستة عشر دفعة الأولى ، ٥١ دقيقة للستة عشر الدفعة الثانية ، وتبين الخانه رقم (٤) وقت الوصول لكل دفعة وهو ابتداءا من الزمن صفر وعلى التوالى كل نصف ساعة حتى الزمن ١٥٫٣٠ ، وتبين الخانة رقم (٥) وقت بدء التشطيب ويمكن استخراجه من الشكل البيانى رقم (٣) بالنسبة للأربعة عشر دفعة التى تم البدء فى تشطيبها ، وتبين الخانة رقم (٦) الكميات التى تم تشطيبها فعلا وهى نفس حجم الدفعة الانتاجية بالنسبة للاثنى عشر دفعة الاولى وبجرد جزء فقط بالنسبة للدفعه رقم (١٣) ، (١٤) ، وتبين الخانة رقم (٧) الأوقات التى أنتظرتها الكميات التى شطبت وهى عبارة عن الفارق الزمنى بين وقت الوصول ووقت بدء التشطيب لكل دفعة . ثم البدء فى تشطيبها ، وتبين الخانة رقم (٨) الكميات التى لم يتم تشطيبها وهى عبارة عن الثمانية عشر دفعة الاخيرة بالاضافة إلى بعض الكميات من الدفعة رقم (١٣) ، (١٤) وتبين الخانة رقم (٩) الوقت الذى أنتظرته الكميات التى لم يتم تشطيبها وهو يشمل وقت الانتظار لكل دفعة من زمن الوصول لكل دفعة إلى نهاية الوردية الثانية فى اليوم الأول مضافا اليها ثمان ساعات هى الفترة مابين نهاية الوردية الثانية لليوم الأول وبداية الوردية الاولى لليوم التالى .

ويمكن حساب إجمالى أوقات الانتظار الحادثة بالتعبير عنها بوقت الانتظار بالدقائق للوحدة - بأستخدام الجدول رقم (٥) - بضرب أرقام الخانة رقم (٦) × أرقام الخانة رقم (٧) مضافا اليها ناتج ضرب أرقام الخانة رقم (٨) × أرقام الخانة رقم (٩) ، مع ملاحظة التفرقة بين أوقات الانتظار بالنسبة للمقاس ١/٢ بوصه الذى يصل فى الوردية الاولى ، والمقاس بين وقت الوصول ووقت بدء التشطيب لكل دفعة . ثم البدء فى تشطيبها ، وتبين الخانة رقم (٨) الكميات التى لم يتم تشطيبها وهى عبارة عن

الثمانية عشر دفعة الاخيرة بالاضافة إلى بعض الكميات من الدفعة رقم (١٣)، (١٤) وتبين الخانة رقم (٩) الوقت الذى أنتظرته الكميات التى لم يتم تشطيبها وهو يشمل وقت الانتظار لكل دفعة من زمن الوصول لكل دفعة إلى نهاية الوردية الثانية فى اليوم الاول مضافا اليها ثمان ساعات هى الفترة مابين نهاية الوردية الثانية لليوم الاول وبداية الوردية الاولى لليوم التالى .

ويمكن حساب إجمالى أوقات الانتظار الحادثة بالتعبير عنها بوقت الانتظار بالدقائق للوحدة — بأستخدام الجدول رقم (٨) — بضرب أرقام الخانة رقم (٦) × أرقام الخانة رقم (٧) مضافا اليها ناتج ضرب الخانة رقم (٨) × أرقام الخانة رقم (٩) ، مع ملاحظة التفرقة بين أوقات الانتظار بالنسبة للمقاس ١ ١/٢ بوصه الذى يصل فى الوردية الاولى ، والمقاس ١ ١/٢ بوصه الذى يصل فى الوردية الثانية . ويمكن عرض طريقة حساب إجمالى أوقات الانتظار بالنسبة لكل من المقاسين كما يلى :

جدول رقم (٦) إجمالى التأخيرات للمقاس ٢/١ بوصه

رقم الدفعة	الكميات التى شطبت (بالماسورة)	الاوقات التى انتظرتها الكميات التى شطبت (بالدقيقة)	اجمالى أوقات الانتظار للكميات التى شطبت (بالدقيقة)	الكميات التى لم يتم تشطيبها (بالماسورة)	الوقت الذى انتظرته الكميات التى لم يتم تشطيبها (بالدقيقة)	اجمالى أوقات الانتظار للكميات التى لم يتم تشطيبها (بالدقيقة)
١	٨١٣	صفر	صفر	—	—	—
٢	٨١٣	صفر	صفر	—	—	—
٣	٨١٣	٨٦	٦٩٩١٨	—	—	—
٤	٨١٣	٨٦	٦٩٩١٨	—	—	—
٥	٨١٣	١٧٢	١٣٩٨٣٦	—	—	—
٦	٨١٣	١٧٢	١٣٩٨٣٦	—	—	—
٧	٨١٣	٢٥٨	٢٠٩٧٥٤	—	—	—
٨	٨١٣	٢٥٨	٢٠٩٧٥٤	—	—	—
٩	٨١٣	٣٤٤	٢٧٩٦٧٢	—	—	—
١٠	٨١٣	٣٤٤	٢٧٩٦٧٢	—	—	—
١١	٨١٣	٤٣٠	٣٤٩٥٩٠	—	—	—
١٢	٨١٣	٤٣٠	٣٤٩٥٩٠	—	—	—
١٣	٤٦٧	٥١٦	٢٤٠٩٧٢	٣٤٦	٩٩٦	٣٤٤٦١٦
١٤	٣٠٠	٥١٦	١٥٤٨٠٠	٥١٣	٩٩٦	٣٤٤٦١٦
١٥	—	—	—	٨١٣	١٠٢٠	٨٢٩٢٦٠
١٦	—	—	—	٨١٣	٩٩٠	٨٠٤٨٧٠
الاجمالى	١٠٥٢٣		٢٤٨٤٣١٢	٢٤٨٥		٢٣٢٣٣٦٢

وعلى ذلك يلاحظ أن إجمالى التأخيرات بالنسبة للمقاس ٢/١ بوصه

= ٢٤٨٤٣١٢ + ٢٣٢٢٣٦٢ = ٤٨٠٧٦٧٤ دقيقة

ويلاحظ أن أجمالى كميات هذا المقاس

= ١٠٥٢٣ + ٢٤٨٥ = ١٣٠٠٨ ماسورة

جدول رقم (٧) أجمالى التأخيرات بالنسبة للمقاس ٢/١ بوصه

المصدر : من أعداد الباحث

رقم الدفعة	الكميات التى شطبت (بالماسورة)	الاوقات التى انتظرتها الكميات التى شطبت (بالدقيقة)	اجمالى اوقات الانتظار للكميات التى شطبت (بالدقيقة)	الكميات التى لم يتم تشطيبها (بالماسورة)	الوقت الذى انتظرته الكميات التى لم يتم تشطيبها (بالدقيقة)	اجمالى أوقات الانتظار للكميات التى لم يتم تشطيبها (بالدقيقة)
١٧	—	—	—	١٨٨	٩٦٠	١٨٠٤٨٠
١٨	—	—	—	١٨٨	٩٣٠	١٧٤٨٤٠
١٩	—	—	—	١٨٨	٩٠٠	١٦٩٢٠٠
٢٠	—	—	—	١٨٨	٨٧٠	١٦٣٥٦٠
٢١	—	—	—	١٨٨	٨٤٠	١٥٧٩٢٠
٢٢	—	—	—	١٨٨	٨١٠	١٥٢٢٨٠
٢٣	—	—	—	١٨٨	٧٨٠	١٤٦٦٤٠
٢٤	—	—	—	١٨٨	٧٥٠	١٤١٠٠٠
٢٥	—	—	—	١٨٨	٧٢٠	١٣٥٣٦٠
٢٦	—	—	—	١٨٨	٦٩٠	١٢٩٧٢٠
٢٧	—	—	—	١٨٨	٦٦٠	١٢٤٠٨٠
٢٨	—	—	—	١٨٨	٦٣٠	١١٨٤٤٠
٢٩	—	—	—	١٨٨	٦٠٠	١١٢٨٠٠
٣٠	—	—	—	١٨٨	٥٧٠	١٠٧١٦٠
٣١	—	—	—	١٨٨	٥٤٠	١٠١٥٢٠
٣٢	—	—	—	١٨٨	٥١٠	٩٥٨٨٠
الاجمالى			صفر	٣٠٠٨		٢٢١٠٨٨٠

وعلى ذلك يلاحظ أن أجمالى التأخيرات بالنسبة للمقاس ١ ١/٢ بوصه يساوى ٢٢١٠٨٨٠ دقيقة كما أن أجمالى كميات المواسير لهذا المقاس تساوى ٣٠٠٨ ماسورة.

ويمكن تكوين الجدول رقم (٨) لتلخيص نتائج أوقات الانتظار نتيجة المحاكاة فى ضوء فروض البديل الاول لمدة قدرها يوم واحد وذلك على النحو التالى:

جدول رقم (٨) ملخص نتائج المحاكاه فى ضوء البديل الاول
لمدة قدرها يوم واحـــد

البيـــان	المقاس (بالبوصة)				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	١٣٠٠٨	—	—	٣٠٠٨	—
اجمالى أوقات الانتظار (بالدقيقة)	٤٨٠٧٦٧٤	—	—	٢٢١٠٨٨٠	—
متوسط الانتظار (دقيقة/ماسورة)	٣٦٩,٥٩	—	—	٧٣٥	—

المصدر : من أعداد الباحث

ويلاحظ أنه من أجل استخراج نتائج الجدول رقم (٨) استلزم الأمر القيام بكل الحسابات السابقة ، هذا بالنسبة لمحاكاة يوم واحد فقط ، ولذلك فانه لإجراء المحاكاة لمدة عشرة أيام فأن الأمر سوف يستلزم مجهوداً شاقا ، هذا بالإضافة إلى أن هذه المحاكاه مطلوبة لكل من السبع بدائل محل الدراسة ، وعلى هذا فقد أعتمد الباحث على استخدام الحاسب الالكترونى لإجراء هذه المحاكاه ، وذلك بوضع برنامج تم أعداده خصيصا للمشكلة محل الدراسة . وقد كانت النتائج التى توصل اليها الباحث للسبع بدائل كما توضحها السبع جداول التالية :

البديل الأول :

جدول رقم (٩) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل الأول

البيـــان	المقاس بالبوصة				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	١٢٨١٢٨	٢٦٠١٦	٣٠٠٨	٣٠٠٨	—
اجمالى اوقات الانتظار (بالدقيقة)	٣,٣٥٠٦ × ١٠^٨	١,١١٩ × ١٠^٨	٣,٩٥٦٥٤ × ١٠^٦	٢,٣٠١٥١ × ١٠^٦	—
متوسط الانتظار (دقيقة / ماسورة)	٢٦١٥,٠٤	٤٣٠١,٢	١٣١٥,٣٤	٧٦٥,١٢	—

البديل الثانى :

جدول رقم (١٠) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل الثانى

البيـــان	المقاس بالبوصة				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	١١٥٢١٠	١٦٠٤٦	٢٦٠٤٦	٣٠٠٨	—
اجمالى أوقات الانتظار (بالدقيقة)	١,٣٨٤٦٢ × ١٠^٨	١,٢٤٧٥٩ × ١٠^٧	٢,١٣٤١٩ × ١٠^٧	٣,٢٩٦١ × ١٠^٦	—
متوسط الانتظار (دقيقة/ماسورة)	١٢٠١,٨٢	٧٧٧,٥٠٨	٨١٩,٣٩١	١١٢٩,٠٢	—

المصدر : من إعداد الباحث

البديل الثالث :

جدول رقم (١١) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام
لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل الثالث

البيان	المقاس بالبوصة				
	½	¾	١	١ ½	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	١٠٥١٢٠	—	١٣٨٠٠	٢٩٠٢٤	١٣٨٠٠
اجمالى اوقات الانتظار (بالدقيقة)	٩,١٩٧١٨ × ١٠^٧	— —	١,٥٤٧٩ × ١٠^٧	٢,٠٥٣٣٩ × ١٠^٧	٢,٥٣٣١٦ × ١٠^٧
متوسط الانتظار (دقيقة/ماسورة)	٨٧٤,٩٢٢	—	١١٨٨,٣٣	٧٠٧,٤٧٩	١٩٤٧,٣٩

المصدر من إعداد الباحث

البديل الرابع :

جدول رقم (١٢) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام
لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل الرابع

البيان	المقاس بالبوصة				
	½	¾	١	١ ½	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	٢٠٨٢٧٢	٢٦٠١٦	١٦٠١٦	٢٦٠١٦	—
اجمالى اوقات الانتظار (بالدقيقة)	٢,٥٩٤٩٦ × ١٠^٨	٤,٢٢٣٤٢ × ١٠^٧	١٦١١٧,٣	٣,٥٩٤٥١ × ١٠,^٧	—
متوسط الانتظار (دقيقة/ ماسورة)	١٢٤٥,٨	١٦٢٣,٣٩	١٠٠٧,٣٣	١٣٨١,٦٥	—

المصدر : من إعداد الباحث

البديل الخامس

جدول رقم (١٢) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل الخامس

البيـــان	المقاس بالبوصة				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	٣١٢١٩٢	١٣٠٠٨	١٣٠٠٨	٣٩٠٢٤	١٣٠٠٨
اجمالى اوقات الانتظار (بالدقيقة)	٨,٧٦٠٧٣ × ١٠^٨	٥,٩٣٣٥٤ × ١٠^٧	٣,٤٥٢٧ × ١٠^٧	٥,٣٩٥٤٣ × ١٠^٧	٤,٤٩٨٠٥ × ١٠^٧
متوسط الانتظار (دقيقة / ماسورة)	٢٨٠٦,٢	٤٥٦١,٤٥	٢٦٥٥,٠٦	١٣٨٢,٥٩	٣٤٥٧,٩١

البديل السادس :

جدول رقم (١٤) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل السادس

البيـــان	المقاس بالبوصة				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	١٨٤١٤٤	٤٥٠٤٠	٢٩٠٢٤	١٣٠٠٨	١٦٠١٦
اجمالى أوقات الانتظار (بالدقيقة)	٣,٧١١٨٨ × ١٠^٨	١,٥٠٧٨٢ × ١٠^٧	١,٠٩١٣١ × ١٠^٧	١,٩٦٣٢٦ × ١٠^٧	٥,٢٦٠٧ × ١٠^٧
متوسط الانتظار (دقيقة/ماسورة)	٢٠١٥,٧٥	٣٣٤٧,٧٢	٣٧٦٠,٠٢	١٥٠٩,٣٥	٣٢٨٤,٦٩

المصدر : من إعداد الباحث

البديل السابع :

جدول رقم (١٨) ملخص نتائج المحاكاه لمدة قدرها عشرة أيام لحساب أوقات الانتظار فى ضوء فروض البديل السابع

البيـــان	المقاس (بالبوصة)				
	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٢	٢
اجمالى كميات الانتاج (بالماسورة)	٣٢٥٢٠٠	١٣٠٠٨	١٣٠٠٨	٢٦٠١٦	١٣٠٠٨
اجمالى اوقات الانتظار (بالدقيقة)	$٢,٦٩٢٢٤ \times ١٠^{٨}$	$١,٥١٦٠٦ \times ١٠^{٧}$	$٦,٥٧٤٠٨ \times ١٠^{٦}$	$٦,١٦٦٩٣ \times ١٠^{٦}$	$١,٢٦٧٩٧ \times ١٠^{٧}$
متوسط الانتظار (دقيقة / ماسورة)	٨٢٧,٨٧١	١١٦٥,٤٤	٥٠٥,٣٨٧	٣١٣,٩١٩	٩٧٤,٧٦٥

المصدر : من أعداد الباحث

وكما أشار الباحث فى بداية هـذا الفصل فأنه ستجرى المقارنة بين البدائل السبع المقترحة طبقاً لمعيار التكاليف المصاحبة لكل بديل من البدائل ،وهى تشتمل على ثلاثة عناصر هى :

١ ــ خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى .

٢ ــ الزيادة فى قيمـة آلات التشطيب الجديدة عن قيمـة آلات التشطيب الحاليـــة .

٣ ــ خسائر التأخيرات للمواسير المنتجة نتيجة الانتظار بوحدة التشطيب .

ويقوم الباحث فيما يلى بحساب هـذه العناصر الثلاثة لكل بديل من السبع بدائل على النحو التالا :

البديل الاول :

تشغيل خطى وحدة التشطيب لمدة ورديتين ، مع تشغيل كل من الماكينة (ماز) والماكينة (كوكس) بوحدة الانتاج لمدة ورديتين .

١ — خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى = الفارق بين كمية الانتاج الحالية وكمية الانتاج بالطاقة القصوى × متوسط ربح الوحدة من المواسير (٢ر١٨١ جنيها) .

الطاقة القصوى = ٣٩٠٠٠ ماسورة / يوم (١)

= ٣٩٠٠٠ × ٢٦٠ يوم عمل = ١٠١٤٠٠٠٠ ماسورة / سنه .

الطاقة المستغلة :

ماكينة (ماز) = ٣٠٠٠ ماسورة/وردية × ٢ وردية = ٦٠٠٠ ماسورة/يوم

ماكينة (كوكس) = ١٠٠٠٠ « « × ١ « = ١٠٠٠٠ « «

إجمالى الطاقة المستغلة = ١٦٠٠٠ « «

= ١٦٠٠٠ × ٢٦٠

= ٤١٦٠٠٠٠ ماسورة / سنه

الطاقة غير المستغلة = ١٠١٤٠٠٠٠ — ٤١٦٠٠٠٠

= ٥٩٨٠٠٠٠ ماسورة / سنة

---

(١) طاقة الماكينة (ماز) فى الوردية ٣٠٠٠ ماسورة أى ٩٠٠٠ ماسورة/يوم

طاقه الماكينة (كوكس) فى الورديه ١٠٠٠٠ ماسورة أى ٣٠٠٠٠ ماسورة/يوم

وبذلك فإن الطاقة الكلية فى اليوم = ٩٠٠٠ + ٣٠٠٠٠ = ٣٩٠٠٠ ماسورة/يوم

الربح الضائع نتيجة عدم الانتاج بالطاقة القصوى (١)

= ٥٩٨٠٠٠٠٠ × ٢٫١٨١ = ١٣٠٤٢٣٨٠ جنيه

٢ — الزيادة فى قيمة آلات التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية تساوى صفر لان هذا البديل يفترض استخدام الآلات الحالية دون اضافة آلات تشطيب جديدة .

٣ — خسائر التأخيرات للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب وهى تساوى (٢) = الكمية المنتجة × متوسط وقت الانتظار للماسورة

= قيمة الماسورة × متوسط عائد الجنية الواحد .

$$\text{مقاس } ٢\frac{1}{2} = \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ٢٦١٥,٠٤ \times ١٢٨١٢٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ١١٢,٣٩ \text{ جنية}$$

$$\text{مقاس } ٣\frac{1}{2} = \frac{٢,١٦ \times ٤,٨٠٠ \times ٤٣٠١,٢ \times ٢٦٠١٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٤٦,٤٨ \text{ جنية}$$

$$\text{مقاس } ١ = \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ١٣١٥,٣٤ \times ٣٠٠٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٢,٢٩ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس } ١\frac{1}{2} = \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ٧٦٥,١٣ \times ٣٠٠٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٢,٥٩ \text{ جنيه}$$

---

(١) يلاحظ أن متوسط ربح الماسورة الواحدة يساوى ٢٫١٨١

(٢) يلاحظ أن متوسط عائد الجنيه الواحد بالشركه يبلغ ٢,١٦ قرش فى المتوسط سنويا .

— يمكن الحصول على قيمة كل ماسورة من الجدول رقم (٤)

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات التى تتحملها الشركة لمدة عشرة أيام هى ١٦٣,٧٥ جنيه ، ونظرا لصعوبة إجراء المحاكاه لمدة عام بأكملة فإن الباحث سوف يعتبر أن إجمالى خسائر التأخيرات للعام = ١٦٣,٧٥×٢٦ = ٤٢٥٧,٥ جنيه حيث أن أيام العمل السنوية ٢٦٠ يوم .

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا البديل

= ١٣٠٤٢٣٨٠ + صفر + ٤٢٥٧,٥ = ١٣٠٤٦٦٣٧ جنيها .

البديل الثانى :

تشغيل وحدة التشطيب لمدة ثلاث ورديات مع استمرار الانتاج بالطاقة الحالية :

١ — خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى = ١٣٠٤٢٣٨٠ جنيه .

٢ — الزيادة فى قيمة آلات التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية تساوى صفر .

٣ — خسائر الانتظار للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب .

$$\text{مقاس } ١/٢ = \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ١٢٠١,٨٢ \times ١١٥٢١٠}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٤٦,٤٤ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس } ٣/٤ = \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ٧٧٧,٥٠٨ \times ١٦٠٤٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٧,٢٤ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ١} = \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ٨١٩,٣٩١ \times ٢٦٠٤٦}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٢٤,٠١ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ١ ١/٢} = \frac{٢,١٦ \times ١٥,٩٢٤ \times ١١٢٩,٠٢ \times ٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٤,٦٨ \text{ جنيه}$$

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشرة أيام = ٨٢,٣٧ جنيه

وعليه فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال العام

= ٢٦ × ٨٢,٣٧ = ٢١٤١,٦٢ جنيه

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا البديل .

= ١٣٠٤٢٣٨٠ + صفر + ٢١٤١,٦٢ = ١٣٠٤٤٥٢١ جنيه

البديل الثالث :

إضافه خط تشطيب جديد والعمل بالخطوط الثلاثة للتشطيب لمدة ورديتين فقط مع استمرار الانتاج بالطاقة الحالية :

١ — خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى = ١٣٠٤٢٣٨٠ جنيه .

٢ — الزيادة فى قيمة آلة التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية تساوى ٨٠١٤٠ جنيه

٣ — خسائر الانتظار للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب .

$$\text{مقاس ١/٢} = \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ٨٧٤,٩٢٢ \times ١٠٥١٢٠}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٣٠,٨٥ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ١} = \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ١١٨٨,٣٣ \times ١٣٠٠٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٨,٩٦ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ١ ١/٢} = \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ٧٠٧,٤٧٩ \times ٢٩٠٢٤}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٢٣,١٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ٢} = \frac{٢,١٦ \times ١٥,٩٢٤ \times ١٩٤٧,٣٩ \times ١٣٠٠٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٣٤,٩٠ \text{ جنيه}$$

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشرة أيام ٩٧,٨١ جنيه

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال العام = ٩٧,٨١ × ٢٦

= ٢٥٤٣,٠٦ جنيه

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا العمل

= ١٣٠٤٢٣٨٠ + ٨٠١٤٠ + ٢٥٤٣,٠٦

= ١٣١٢٥٠٦٣,٠٦ ج

البديل الرابع :

تشغيل خط تشطيب جديد بالاضافة إلى خطى التشطيب الحاليين ، وتشغيل وحدة التشطيب بخطوطها الثلاثة لمدة ثلاث ورديات ، مع تشغيل خط إنتاج (كوكس) لمدة ورديتين وخط إنتاج (ماز) لمدة ورديتين أيضا .

١ — خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى :

الطاقة القصوى للعام = ١٠١٤٠٠٠٠ ماسوره / سنه

الطاقة المستغلة فى اليوم :

الماكينة (ماز) = ٣٠٠٠ ماسورة/وردية × ٢ وردية = ٦٠٠٠ ماسورة/يوم

الماكينة (كوكس)= ١٠٠٠٠ ماسورة/وردية × ٢ وردية = ٢٠٠٠٠ » »

الطاقة المستغلة فى اليوم الماكينتين = ٢٦٠٠٠ » »

الطاقة المستغلة فى العام للماكينتين :

= ٢٦٠٠٠ × ٢٦٠ = ٦٧٦٠٠٠٠ ماسورة / سنة

الطاقة غير المستغلة

= ١٠١٤٠٠٠٠ — ٦٧٦٠٠٠٠ = ٣٣٨٠٠٠٠ ماسورة / سنة

الربح الضائع نتيجة عدم الإنتاج بالطاقة القصوى

= ٣٣٨٠٠٠٠ × ٢,١٨١ = ٧٣٧١٧٨٠ جنية .

٢ — الزيادة فى قيمة آلة التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية يساوى ٨٠١٤٠ جنيه .

٣ — خسائر الإنتظار للمواسير فى صف الإنتظار أمام وحدة التشطيب .

مقاس ١/٢ $= \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ١٢٤٥,٨ \times ٢٠٨٢٧٢}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} =$ ٨٧,٠٣ جنيه

مقاس ١/٢ $= \frac{٢,١٦ \times ٤,٨٠٠ \times ١٦٢٣,٣٩ \times ٢٦٠١٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} =$ ١٧,٥٤ جنيه

مقاس ٢/١ $= \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ١٠٠٧,٣٣ \times ١٦٠١٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} =$ ٩,٣٦ جنيه

مقاس ٢/١ $= \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ١٣٨١,٦٥ \times ٢٦٠١٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} =$ ٤٠,٤٤ جنيه

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشرة أيام ١٥٤,٣٧ جنيه

« « « « « العام = ١٥٤,٣٧ × ٢٦

= ٤٠١٣,٦٢ جنيه

∴ إجمالى التكاليف لهذا البديل

= ٧٣٧١٧٨٠ + ٨٠١٤٠ + ٤٠١٣,٦٢ = ٧٤٥٥٩٣٣,٦٢ ج

البديل الخامس :

تشغيل خطى تشطيب إضافيين مع تشغيل وحدة التشطيب لمدة ورديتين ، مع تشغيل خط إنتاج (ماز) لمدة ثلاث ورديات وخط إنتاج (كوكس) لمدة ورديتين .

١ — خسائر عدم الإنتاج بالطاقة القصوى :

الطاقة القصوى فى العام = ١٠١٤٠٠٠٠ ماسورة / سنة .

الطاقة المستغلة للماكينة (ماز) = ٣٠٠٠ × ٣ = ٩٠٠٠ ماسورة/يوم

الطاقة المستغلة الماكينة (كوكس) = ١٠٠٠٠ × ٢ = ٢٠٠٠٠ « / «

الطاقة المستغلة للماكينتين فى اليوم = ٢٩٠٠٠ « / «

الطاقة المستغلة للماكينتين فى العام

= ٢٩٠٠٠ × ٢٦٠ = ٧٥٤٠٠٠٠ ماسورة / سنة .

الطاقة غير المستغلة :

= ١٠١٤٠٠٠٠ — ٧٥٤٠٠٠٠ — ٢٦٠٠٠٠٠ ماسورة / سنة

الربح الضائع نتيجة عدم الإنتاج بالطاقة القصوى .

٠ = ٢٦٠٠٠٠٠ × ٢,١٨١ = ٥٦٧٠٦٠٠ جنيه

٢ — الزيادة فى قيمة آلات التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية :

= ٨٠١٤٠ × ٢ = ١٦٠٢٨٠ جنيه .

٣ — خسائر الانتظار للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب :

مقاس ½ ١ = $\frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ٢٨٠٦,٢ \times ٣١٢١٩٢}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠}$ = ٢٩٣,٨٥ جنية

مقاس ¾ ٣ = $\frac{٢,١٦ \times ٤,٨٠٠ \times ٤٥٦١,٤٥ \times ١٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠}$ = ٢٤,٦٤ جنية

مقاس ١ = $\frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ٢٦٥٥,٠٦ \times ٠١٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠}$ = ٠,٠٣ جنية٢

مقاس ½ ١ ١ = $\frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ١٣٨٢,٥٩ \times ٣٩٠٢٤}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠}$ = ٦٠,٧١ جنيه

مقاس ٢ = $\frac{٢,١٦ \times ١٥,٩٢٤ \times ٣٤٥٧,٩١ \times ١٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠}$ = ٦١,٩٨ جنيه

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشره أعوام .

= ٢٩٣,٨٥ + ٢٤,٦٤ + ٢٠,٠٣ + ٦٠,٧١ + ٦١,٩٨ = ٤٦١,٢ جنيها.

وبذلك فاى إجمالى خسائر التأخيرات خلال العام

= ٤٦١٫٢ × ٢٦ = ١١٩٩١٫٢ جنيها

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا البديل .

= ٥٦٧٠٦٠٠ + ١٦٠٢٨٠ + ١١٩٩١٫٢ = ٥٨٤٢٨٧١٫٢ جنيه

البديل السادس :

إضافة خطين تشطيب مع تشغيل وحدة التشطيب لمدة ثلاث ورديات مع تشغيل خطى الانتاج (مازوكوكس) لمدة ثلاث ورديات .

١ — خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى = صفر .

٢ — الزيادة فى قيمة آلات التشطيب الجديدة عن قيمة آلات التشطيب الحالية

= ٨٠١٤٠ × ٢ = ١٦٠٢٨٠ جنيه

٣ — خسائر الانتظار للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب.

$$\text{مقاس } ١/٢ = \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ٢٠١٥,٧٥ \times ١٨٤١٤٤}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ١٢٤,٥٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس } ١/٤ = \frac{٢,١٦ \times ٤,٨٠٠ \times ٣٣٤٧,٧٢ \times ٤٥٠٤٠}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٦٢,٦٣ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ١} = \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ٣٧٦٠,٠٢ \times ٢٩٠٢٤}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٦٣,٢٩ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس } ١\,١/٢ = \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ١٥٠٩,٣٥ \times ١٣٠٠٨}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٢٢,٠٩ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس ٢} = \frac{٢,١٦ \times ١٥,٩٢٤ \times ٣٢٨٤,٦٩ \times ١٦٠١٦}{١٠٠ \times ٢٦٠ \times ١٦ \times ٦٠} = ٧٢,٤٩ \text{ جنيه}$$

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشرة أيام ٣٤٥ جنيه

وبذلك فان اجمالى خسائر التأخيرات خلال العام = ٣٤٥ × ٢٦

= ٨٩٧٠ جنيه

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا البديل

= صفر + ١٦٠٢٨٠ + ٨٩٧٠ = ١٦٩٢٥٠ جنيها .

البديل السابع :

تشغيل ثلاث خطوط تشطيب إضافية مع استمرار العمل فى وحدة التشطيب لمدة ثلاث ورديات ، مع استمرار الانتاج بخطى (مازوكوكس) لمدة ثلاث ورديات أيضا .

١ ــ خسائر عدم الانتاج بالطاقة القصوى = صفر .

٢ ــ الزيادة فى قيمة آلات التشطيب الجديدة من قيمة آلات التشطيب الحالية

= ٨٠١٤٠ × ٣ = ٢٤٠٤٢٠ جنيه .

٣ ــ خسائر الانتظار للمواسير فى صف الانتظار أمام وحدة التشطيب :

$$\text{مقاس } ١/٢ = \frac{٢,١٦ \times ٣,٨٧٦ \times ١١٦٥,٤٩ \times ٣٢٥٢٠٠}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٩٠,٣٠ \text{ جنية}$$

$$\text{مقاس } ٣/٤ = \frac{٢,١٦ \times ٤,٨٠٠ \times ٥٠٥,٣٨٧ \times ١٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٦,٣٠ \text{ جنية}$$

$$\text{مقاس ١} = \frac{٢,١٦ \times ٦,٧٠٢ \times ٥٠٥,٣٨٧ \times ١٣٠٠٨}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٣,٨١ \text{ جنيه}$$

$$\text{مقاس } ١ ١/٢ = \frac{٢,١٦ \times ١٣,٠٠٢ \times ٣١٣,٩١٩ \times ٢٦٠١٦}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٩,١٩ \text{ جنية}$$

$$\text{مقاس ٢} = \frac{٨ \times ١٣٠٠ \times ٧٦٥ , ٩٧٤ \times ٩٢٤ , ١٥ \times ١٦ , ٢}{٦٠ \times ١٦ \times ٢٦٠ \times ١٠٠} = ٤٧ , ١٧ \text{ جنيه}$$

وبذلك فان إجمالى خسائر التأخيرات خلال عشره أيام = ٠٧ر١٢٧ جنيه

وبذلك فان اجمالى خسائر التأخيرات خلال العام = ٠٧ , ١٢٧ × ٢٦

= ٨٢ , ٣٣٠٣ جنيه

وعلى ذلك تبلغ إجمالى التكاليف لهذا البديل = ٨٢ , ٢٤٣٧٢٣ جنيها

= صفر + ٢٤٠٤٢٠ + ٨٢ , ٣٣٠٣

وبمراجعه إجمالى التكاليف للبدائل السبعة على النحو المبين ، نجد أن البديل السادس هو البديل الذى يصاحبه أقل تكاليف ممكنه ، وعلى ذلك يعتبر هو البديل الأفضل .

ويلاحظ أن البديل السابع لم يكن هو البديل الأفضل بالرغم من إنخفاض تكاليف الإنتظار فى ظل هذا البديل عنها فى ظل البديل السادس من ٨٩٧٠ جنيه إلى ٨٢ , ٣٣٠٣ جنيه أى بمقدار ١٨ , ٥٦٦٦ جنيها وذلك لأن هذا الانخفاض فى تكاليف الانتظار جاء نتيجة اضافه خط تشطيب إضافى فى ظل البديل السابع عن البديل السادس ، وكانت الزيادة فى التكاليف نتيجة ادخال هذا الخط ٨٠١٤٠ جنيه ، ويلاحظ أن هذه الزيادة فى التكاليف تفوق الوفر المتحقق نتيجة تقليل أوقات الانتظار (١٨ر٥٦٦٦ جنيه) بمقدار ٨٢ر٧٤٤٧٣ جنيه ، وهذه الزيادة هى التى تسببت فى زيادة أجمالى التكاليف فى ظل البديل السابع عنها فى ظل البديل السادس بهذا المقدار (٨٢ر٢٤٣٧٢٣ — ١٦٩٢٥٠ = ٨٢ , ٧٤٤٧٣ جنيها) .

وعلى ذلك يتضح أنه لتقليل تكاليف الانتظار يجب اضافة خطوط تشطيب (خدمه) على أن يكون الوفر الحادث نتيجة تقليل وقت الانتظار أكبر من التكاليف الاضافية نتيجة أضافة خط التشطيب حتى نضمن أن التكاليف الاجمالية ستأخذ فى

الانخفاض مع أضافة كل خط تشطيب اضافى . ولكن يلاحظ أنه عند حد معين يكون الوفر الحادث نتيجة تقليل تكاليف الافتظار عند اضافة خط تشطيب اضافى أقل من التكاليف الاضافية لاضافة هذا الخط ، وعند هذا الحد تأخذ التكاليف الكلية فى الارتفاع ، وهنا ينبغى التوقف عن اضافة أى خطوط . وهذا ما دفع الباحث إلى الاكتفاء بهذه البدائل السبع دون الحاجة إلى وضع بديل ثامن يقترح فيه زيادة خطوط تشطيب اضافية لتقليل أوقات الانتظار حيث أن ذلك حتما سوف يصاحبه زيادة فى التكاليف الكلية .

ومن هنا فأن الباحث يقترح الأخذ بالبديل السادس والذى يفرض بتشغيل خطوط الانتاج بالطاقة الكلية لها أى ٣٩٠٠٠ ماسور يوميا ، بما لا يصاحبه أى ربح ضائع على الشركة نتيجة الانتاج بالطاقة القصوى ، مع تشغيل خطين تشطيب أضافيين مع الخطين الحاليين وتشغيل وحدة التشطيب بخطوطها الأربعة لمدة ثلاث ورديات يوميا .

وهكذا نصل إلى تحقيق فرض البحث ، ونصل أيضا إلى تحقيق هدفه .