

الاقتصاد الهندسي

هناك ارتباط كبير بين العلوم الاقتصادية والهندسية على حد سواء، ويمكن القول بأن الاقتصاد الهندسي يعد جزء من عمل الإدارة الهندسية التي توجه نحو التطبيق المنطقي لعمل الإنتاج الاقتصادي، وفي حالة المشاريع الهندسية يجب أن تتم دراستها من الطرفين الهندسي والاقتصادي بشكل متزامن، وقد جرت العادة أن تبدي الدراسة الاقتصادية أفضليتها على الدراسة الهندسية للمشروع، بعبارة أخرى في حال عدم وجود أي جدوى اقتصادية من المشروع فسيتم إلغائه على الفور، بغض النظر عن المميزات الهندسية التي تتوفر في هذا المشروع، ولهذا تم إيجاد ما يدعى بالاقتصاد الهندسية أو الإدارة الهندسية.

ما هو تعريف الاقتصاد الهندسي هو فرع علم الاقتصاد الذي يُطبق علي المشاريع الهندسية. وفيه يحاول المهندسون إيجاد حلول للمشاكل الهندسية مع الأخذ في الاعتبار كلا من الجدوى الاقتصادية لكل حل محتمل وكذلك الجوانب التقنية.

إن الاقتصاد الهندسي يملك عدة وظائف نوجزها بما يلي:

- معرفة الهدف من وراء المشروع وذلك عبر دراسة سوقية ترتبط بصناعة هندسية محددة، وهذا يتم العمل عليه لمعرفة ما تحتاجه الناس بشكل فعلي.
- بعد تحديد الأهداف يمكن العمل على معرفة الاستراتيجيات المرتبطة بالمشروع، ويمكن اعتبارها نوعاً من العوامل الحساسة التي تعطي أهمية في قيمة الاقتصاد الهندسي.
- تحديد البديل الهندسي المناسب والفعال للمشروع، وبشكل عام يرتبط تحديد هذه البدائل بالتالي توفر العائد المالي أو التي تكون تكلفتها اقتصادية.
- التعرف على البدائل المتعددة في طريقة استعمال رأس المال في المشاريع الهندسية، وذلك بمعرفة القيمة الحالية والمستقبلية للمشروع، ومعرفة المعدل السنوي الذي يمكن من خلاله استقطاب المستثمر، كذلك تحديد المعدل الداخلي والخارجي للعائدات وغيرها.
- يساهم الاقتصاد الهندسي في سهولة العمل على اتخاذ قرار مناسب، وهي ببساطة النتيجة الحقيقية لاختيار مشروع ما، والتي تأتي بعد جملة من الدارسات الطويلة للهدف من المشروع، وبعد هذه الدراسة يمكن أن

يتم التعرف على أرض الواقع عن استحقاق المشروع، سواء من الناحية المالية الإيرادية للمشروع، أو الجدوى من توظيف الناس فيه.

التصميم الأفضل

لكي يتم انتاج أي منتج فأن هناك العديد من الطرق المتاحة لانتاجه، وعلى المهندس الناجح ان يدرس كل الطرق الممكنة لانتاج المنتج المطلوب كي يتمكن من اختيار الطريق الافضل. وعلى اية حال هناك اساسان لاختيار التصميم الافضل هما:

1. التصميم الأفضل اقتصاديا

هو ذلك النوع من التصميم الذي يكون اساسه اقل كلفة اجمالية ولتوضيح ذلك نأخذ في الاعتبار المثال التالي:

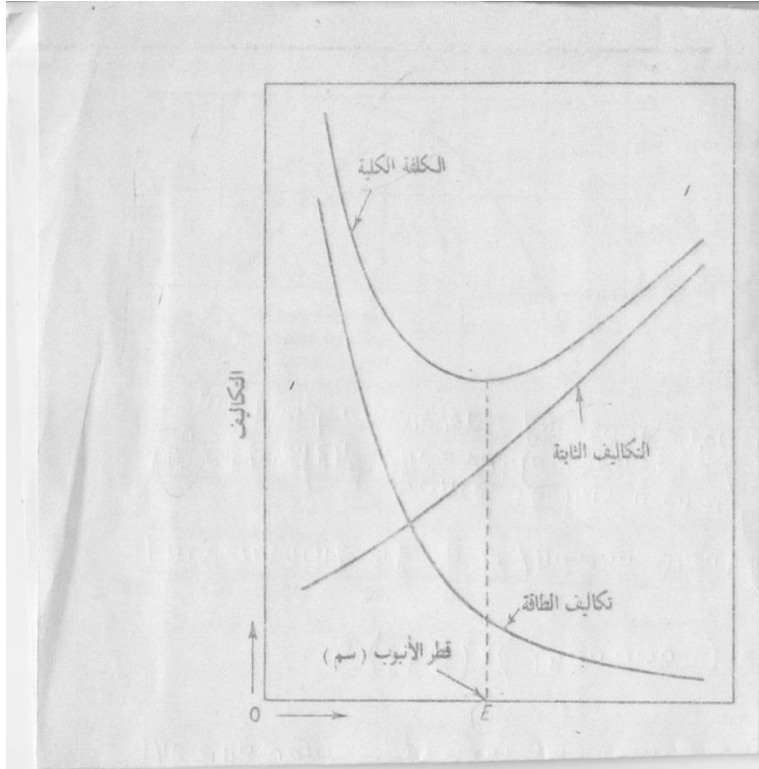
لنفرض انه من المطلوب اقامة خط لنقل النفط الخام الى مصافي التكرير وفي هذه الحالة نجد ان هناك في الاسواق انابيب متباينة الاقطار متوفرة وكل منها يمكنه تادية الغرض المطلوب. ولكن الموازنة الاقتصادية تبين انه يوجد قطر واحد فقط هو الذي يتحقق فيه هذا الشرط (ان تكون الكلفة الكلية اقل ما يمكن) وهذه الموازنة الاقتصادية يمكن اجرائها كما يلي:

الكلفة الكلية للضخ = التكاليف الثابتة لمد الانبوب والدعائم والاساسات + تكاليف الطاقة اللازمة للضخ

ويلاحظ ان:

- تكاليف الطاقة اللازمة للضخ تقل مع زيادة قطر الانبوب وذلك لانه كلما قل قطر الانبوب زاد الاحتكاك المقاوم لحركة المائع. كما مبين في بلشكل اعلاه
- التكاليف الثابتة اي التكاليف اللازمة لشراء الانبوب وتثبيتة وكلفة اقامة الدعائم وخلافة وهذه تتناقص كلما تناقص قطر الانبوب وذلك نظرا لتناقص كمية المواد المستخدمة في ذلك ويمثل ذلك الخط الممثل لتغير التكاليف الثابتة مع قطر الانبوب كما هو مبين في الشكل (1-1).

وعلى ذلك يكون القطر الافضل من وجهة النظر الاقتصادية والذي يحتاج الى ادنى كلفة كلية محددنا بلنهاية الصغرى للكلفة الكلية وتحدده النقطة E .



شكل (1-1)

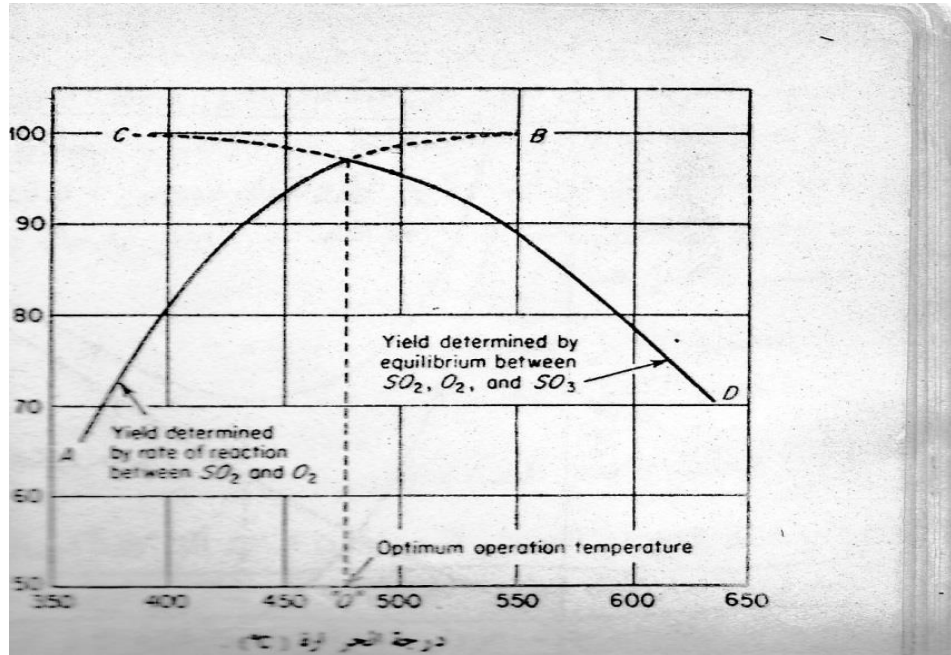
2. التصميم الافضل تشغيليا

الكثير من العمليات تتم تحت ظروف محددة من الضغط ودرجة الحرارة وزمن التلامس بين المفاعلات. وفي التصميم الافضل تشغيليا يكون المطلوب هو ضبط الظروف التشغيلية لتعطي في النهاية افضل الانتاج وفي هزم الحالة يقال ان التصميم للعملية قد تم على اساس الافضلية من وجهة النظر التشغيلية. لكن المهندس الناجح هو ذلك الشخص الذي يستطيع الجمع بين الاثنين في أن واحد اي ان يكون التصميم الافضل تشغيليا هو في الوقت نفسه التصميم الافضل من وجهة النظر الاقتصادية.

ولتوضيح ذلك نأخذ المثال المبين بالرسم ادناه وهو التفاعل بين ثاني اوكسيد الكبريت والاكسجين لانتاج ثالث اوكسيد الكبريت المستخدم في انتاج حامض الكبريتيك وفقا للمعادلة التالية:

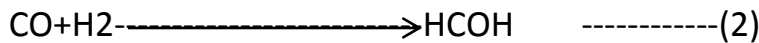
ان رفع درجة الحرارة في المراحل الاولى يؤدي الى التعجيل بسرعة تحول ثاني اوكسيد الكبريت الى ثالث اوكسيده وعلى هذا الاساس تكون كمية ثالث اوكسيد الكبريت المتكون اقل ما يمكن في النقطة (A)

وان رفع درجة الحرارة في هذه المرحلة يؤدي الى زيادة ثالث اوكسيد الكبريت المتكون عند الوصول الى النقطة (O) نجد ان انتاج SO_3 قد بلغ مداه ثم عند تخطي النقطة (O) نجد ان انتاج SO_3 قد تناقص من جديد. وان رفع درجة الحرارة من النقطة (O) الى النقطة (D) يعمل على تفكك ثالث اوكسيد الكبريت الى ثاني اوكسيد الكبريت والاكسجين. ومما سبق يتبين ان النقطة الافضل من وجهة النظر التشغيلية هي النقطة (O). كما مبين في الشكل (2-1)



شكل (2-1)

فعلى سبيل المثال اذا كان المطلوب انتاج مادة الفورمالدهايد فان المسح المكتبي بين ان هناك طريقتان لانتاج هذا المركب وهما:



الطريقة الاولى تعتمد على الكحول الميثيلي وتصبح الطريقة المفضلة اذا ما توفر الكحول الميثيلي باسعار مناسبة وكمية كبيرة, اما الطريقة الثانية تعتمد على الهيدروجين وغاز احادي اوكسيد الكربون وهي المفضلة اذا ما توفر هذين الغازان بكميات واسعار اقتصادية

تطور عملية التصميم للمصانع والعمليات الصناعية:

لابد لمهندس النفط وحتى يستطيع القيام بعملية التصميم ان يكون متجدد المعلومات، واسع الخبرة، ويمكن له ان يستمد هذه المعلومات من الكتب، والمراجع، والمجلات العلمية، والوريات العلمية، والدوريات الصناعية، والمصانع، ومعامل الابحاث، وبراءات الاختراع. ولا تتم عملية تصميم المصانع او العمليات الصناعية على خطوة واحدة. ولكن تتم عبر سلسلة من المراحل، في كل مرحلة يكون التصميم اكثر تطورا عن المرحلة السابقة. وتتضح الملامح من خطوة الى خطوة بصفة اكثر دقة. وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم التصميم وذلك حسب تطورها اي حسب درجة دقتها وكذلك حسب التفاصيل المتواجده بها الى ثلاثة اقسام رئيسية هي:

اولا: التصميم المبدئي

وهذا النوع من التصميم يحتوي على اقل قدر ممكن من التفاصيل ويكون الزمن المصروف في انجازه اقل ما يمكن. ويتم اجراؤه لمعرفة عما اذا كان اقامة مثل هذا المشروع وتنفيذ مثل هذه الفكرة مجدي من الناحية الاقتصادية ام لا.

ويجب ان يشمل هذا النوع من التصميم البنود التالية:

1. مخطط يبين تتابع الخطوات والوحدات الصناعية التي تدخل في عملية التصنيع للمنتج النهائي.
2. دراسة لكافة الطرق التي يمكن بها انتاج المنتج المقترح انتاجه.
3. اجراء موازنة مادية وطاقيه مع حذف الوحدات غير المناسبة.
4. جدولة المواصفات للحدات والاجهزة والمعدات اللازمة لعملية التصنيع فمثلا:
 - بالنسبة لاجراج التقطير: تحدد في مواصفاته القطر الخاص بالبرج وارتفاعه وعدد الصواني ومواد الانشاء والتشييد التي تتحمل ظروف التشغيل.
 - بالنسبة للخزانات يحدد: حجم الخزان وقطره ومواد الانشاء والتشييد التي تتحمل ظروف التشغيل وتناسب وطبيعة الماده المخزونة فيه.
 - بالنسبة للمفاعلات: يحدد قطر المفاعل ونوعية العامل المساعد وسرعة التفاعل وظروف اجراؤه من الضغط ودرجة الحرارة ومواد الانشاء والتشييد.
5. تدرج ايضا مدى الاحتياجات للمنافع العامة كالماء والكهرباء والبخار والهواء المضغوط.
6. تدرس ايضا مدى الاحتياجات من العمال والكوادر الفنية والادارية.

7. يقدر راس المال الازم في الاستثمار لبناء المصنع حتى مرحلة الانتاج.

8. تقدر الكلفة الكلية للانتاج.

9. يكتب في النهاية تقرير بحيث يكون موضحا به كافة الحسابات والمعادلات التي تستخدم في عملية التصميم.

ثانيا: التصميم المفصل:

يبدأ هذا النوع من التصميم بعد الانتهاء من اعداد التصميم المبدئي ويجب ان تكون البنود التالية اكثر تحديدا في هذا النوع من التصميم عما كانت في سابقه.

1. طريقة التصنيع وذلك بعد دراسة جميع الطرق في التصميم المبدئي واختيار افضل هذه الطرق أي بعد اجراء مقارنة شاملة بين كافة الطرق.

2. الموازنة المادية والطاقة. يجب ان تكون حساباتها الان اكثر تحديدا واكثر دقة.

3. يتم تحديد درجات الحرارة والضغط عند كل نقطة من نقاط التشغيل.

4. تحديد دقيق لمواصفات المواد الخام اللازمة لانتاج المنتج النهائي.

5. تحديد مقدار الانتاج وسرعات التفاعل وازمنة الدورات وفترات التشغيل.

6. تحديد دقيق لمواد الانشاء والتشيد

7. تحديد دقيق لمدى الاحتياجات للمنافع العامة

8. دراسة لاختيار موقع المصنع.

ثالثا: التصميم النهائي:

يبدأ هذا النوع من التصميم بعد الانتهاء من اعداد التصميم المفصل، وتكون بدايته باصدار الاوامر اللازمة لشراء الاجهزة والمعدات اللازمة لبناء المصنع، اضافة الى تجهيز الرسومات المفصلة للوحدات الخاصة والتي يجب تصنيعها خصيصا لحساب المصنع ايضا يتم اعداد المواصفات الدقيقة للاجهزة المراد شرائها جاهزة

التصنيع، وعمل رسم تخطيطي للتوزيع النسبي للوحدات المختلفة بالنسبة لبعضها البعض في خطوط الانتاج. وكذلك اعداد رسومات التنفيذ وتحديد الاحتياجات من العمال وتوزيعهم على الوحدات المختلفة، وكذلك تحديد وسائل النقل المطلوبة.

مخططات التتابع

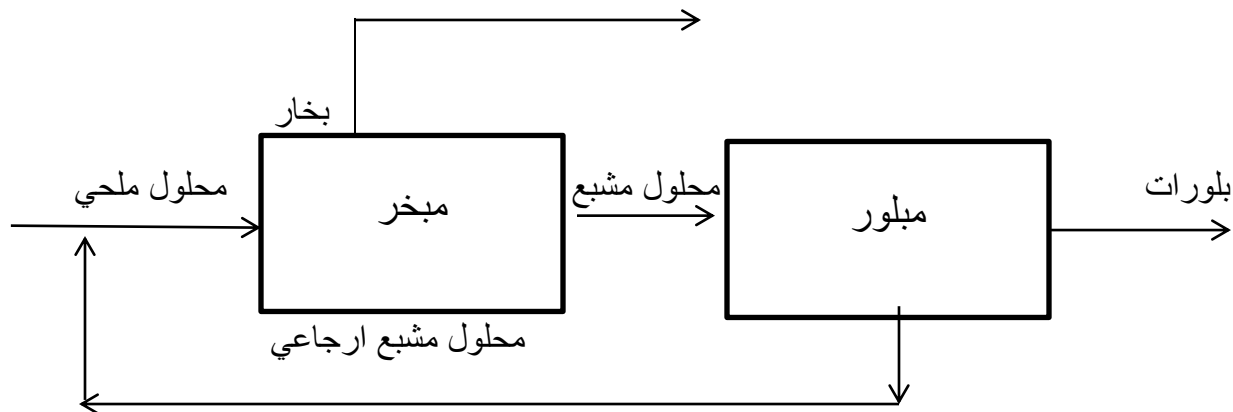
هي مخططات تحدد تتابع العمليات التصنيعية وتتابع الوحدات الصناعية وموقعها النسبي بالنسبة لبعضها البعض ويحدد عليها ايضا توصيلات الانابيب والغاية الاساسية منها تسهيل عملية المتابعة وهناك ثلاثة انواع من مخططات التتابع هم:

1. مخططات التتابع النوعي.

وهذا النوع من مخططات التتابع يوضح كل مما يلي:

- اتجاه سريان كل من المادة والطاقة.
- تتابع خطوات العملية التصنيعية.
- تتابع وترتيب الوحدات الصناعية اثناء عملية التصنيع.
- درجات الحرارة والضغط في نقاط التشغيل المختلفة.

وفيما يلي نموذج لمخطط تتابع نوعي.



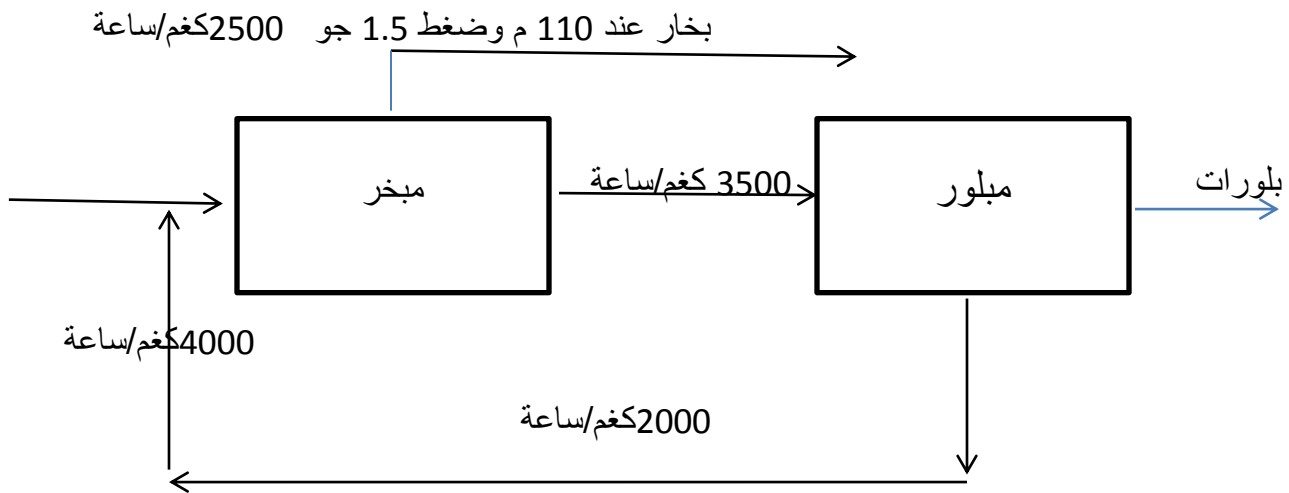
شكل (3-1)

2. مخططات التتابع الكمية.

وهذا النوع من مخططات التتابع الكمية توضح كل مما يلي:

- سريان كل من المادة والطاقة كميًا.
- الوحدات الصناعية المستخدمة في خط الانتاج وسعة كل وحدة .

وفيما يلي نموذج لمخطط تتابع كمي.



شكل (4-1)

3. مخططات التتابع المشتركة.

ويحتوي هذا النوع من المخططات اضافة الى ما يحتويه النوعين السابقين من معلومات الى: مواصفات الاجهزة, وطريقة تصنيعها, وانواع اجهزة التحكم, والسيطرة المطبقة ونوعية المواد الكيميائية المستخدمة في كل خطوة ونموذج من الحسابات المستخدمة في عملية التصميم.

المقارنة بين العمليات الصناعية المختلفة:

في اثناء عملية التصميم يكون من المطلوب تحديد انسب الطرق الصناعية لانتاج المنتج المقترح ولا يتأتى ذلك الا عن طريق دراسة كافة الطرق الصناعية من كافة الوجوه. وتتم عملية المفاضلة هذه بين الطرق الصناعية المختلفة بدراسة العوامل الاساسية التالية:

1.العوامل الفنية:

- مدى مرونة العملية الصناعية.
- التشغيل مستمر ام دفعي.
- وسائل السيطرة الخاصة اللازمة.
- النسبة المئوية لانتاج التجاري ومواصفات هذا الانتاج.
- مدى التعقيدات الفنية الموجودة بالعملية الصناعية.
- الاستهلاك من الطاقة.
- امكانية التوسيع والتطوير في المستقبل.
- المخاطر على الامان والسلامة والصحة.

2.المواد الخام:

كل طريقة تصنيع تعتمد على مواد خام معينة, لذلك وعند المقارنة بين الطرق التصنيعية المختلفة يجب دراسة المواد الخام المطلوبة لكل طريقة ومدى توافر هذه المواد الخام في الوقت الحاضر او المستقبل.

3.النفایات والمنتجات الثانوية:

يمكن للمنتج الثانوي ان يجعلنا نتمسك بطريقة تصنيعية معينة من طرق التصنيع كما يمكن أن يجعلنا نعزف عنها كلية.

4. الاجهزة والمعدات والوحدات الصناعية:

في هذا البند يتم مقارنة العمليات الانتاجية المتاحة لانتاج المنتج من الوجوه التالية.

- مدى توافر الاجهزة لكل طريقة من الطرق الصناعية وهل يتوجب استيرادها ام تصنع محليا وما هي التسهيلات الخاصة باستيرادها.
- مواد الانشاء والتشييد ومدى توافرها في كل حالة.
- الكلفة المبدئية للاجهزة والمعدات والوحدات الصناعية في كل حالة.
- كلفة الاقامة والنصب في كل حالة.
- المتطلبات من احلال وتجديد والزمن الازم بين كل عملية.
- الاحتياجات الى تصميمات خاصة اي ليست قياسية ويلاحظ انه يجب الابتعاد قدر المستطاع عن الطرق الصناعية التي تتطلب اجهزة خاصة بمواصفات غير قياسية.

5. موقع المصنع:

يجب مراعاة النقاط التالية عند دراسة موقع المصنع.

- مساحة الارض المطلوبة حاليا مع الاخذ في الاعتبار احتمال التوسع المستقبلي.
- سهوله وسائل النقل لتصريف المنتج ونقل المواد الخام.
- القرب من الاسواق ومصادر المواد الخام.
- توافر كل من المنافع والطاقة.
- توافر العمال المدربين على هذا النوع من العمل.
- المناخ: فاذا كان المناخ حار يحتاج الى تبريد وكلفه للتبريد واذا كان المناخ بارد يحتاج الى تدفئه وكلفة تدفئة, واذا كان المناخ ممطرا تحتاج بعض الاجهزة الى مسققات .
- القيود القانونيه والضرائب المطبقة: كالاغفاءات الضريبية الممنوحة في المدن الجديدة وكضرورة بناء مساكن للعمال في المناطق النائية .

6. التكاليف

ويشمل هذا البند اجراء مقارنة بين الطرق الصناعية المتاحة لانتاج المنتج لكل مايلي.

- تكاليف المواد الخام في كل الطرق الصناعية المتاحة.
- كلفة التقادم والاندثار او النقص في القيمة بفعل عامل الزمن في كل حالة.
- الكلف المحصلة على عاتق الانتاج في كل حالة.
- الكلفة الثابتة في كل حالة
- كلفة العمال ذوي المهارات الخاصة المطلوبين لهذه الطريقة او تلك.
- حقوق براءة الاختراع في كل حالة.

7. عامل الزمن

تدرس ايضا الفترة الزمنية اللازمة لتنفيذ كل مشروع اذ ان عامل الزمن يوتر في العديد من الاتجاهات,فهو يوتر على كلفة شراء الاجهزة والمعدات والوحدات الصناعية,اذ ان كلما طال زمن المشروع كان من المتوقع ارتفاع اثمان الاجهزة والمعدات واصبحت رؤوس الاموال المطلوبة للاستثمار مرتفعة.