العلوم الأساسية

أهمية قياس الإنتاجية
في المصانع الإنتاجية

أ.د. أبوالقاسم مسعود الشيخ
جامعة التحدى – سرت

الملخص:

تناولت هذه الورقة نبذة مختصرة عن تعريفات الإنتاجية (Productivity) وطرق قياسها. كما أبرزت أحدث نموذج (Model) لقياس الإنتاجية والتي احتوى (Inherdnts Inputs) والتي تمثل التكاليف الغير مباشرة لتكلفة الإجمالية المتعارف عليها مثال خبره الفنين، والمكافأة التشجيعية و Secondary Out puts والتي تمثل النفايات والمنتوجات الغير مطابقة للمواصفات.

كما أبرزت الورقة عشرة خطوات عملية لكيفية قياس الإنتاجية، تشمل تسلسل حساب الإنتاجية من خلال حساب المبيعات والتكاليف وتحديد فترة القياس وتحليل المعلومات ومعايرة الإنتاجية وكيفية تحسينها.

1. مقدمة:

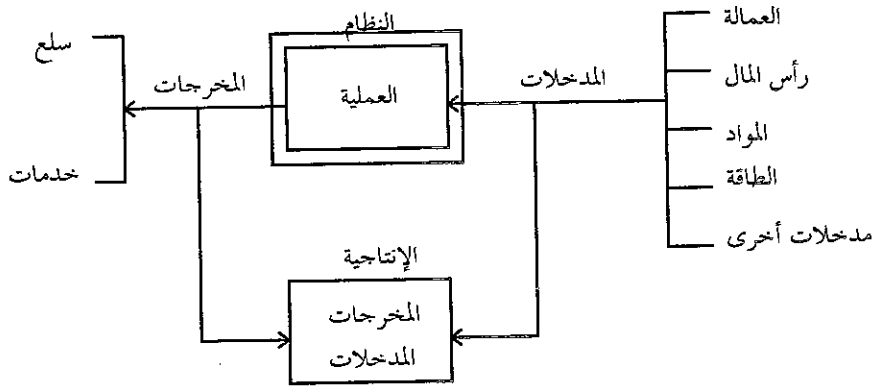
تعتبر الإنتاجية إحدى الوسائل المعروفة في معيارة وقياس الأنشطة الصناعية (الإنتاجية والخدمية). منذ العقد السادس بدأت الدول الصناعة الاهتمام بالبحث العلمي حول كيفية الاستفادة منها وطرق حسابها.

تعتبر الإنتاجية عن مقياس الكفاءة استخدام المدخلات عندما يتم تحويلها إلى مخرجات بواسطة آلية التحويل ومؤشراً فاعلاً عن المحصلة النهائية لجهود منظومة تشغيل أي شركة انتاجية أو خدمية خلال فترة زمنية محددة، ومدلولاً كمياً لمعرفة أسباب انخفاض الإنتاج ومواقع هذا الانخفاض وكيفية معالجته من خلال طرق تحسين الإنتاجية.

المصنعة والعالم الصناعي، حيث اتجهت منظمة العمل الدولية ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية لإصدار تقارير سنوية عن تطور الانتاجية في مختلف دول العالم والوطن العربي بالإضافة إلى أن معظم الدول الآن أسست مراكز نوعية على المستوى الوطني تختص بالإنتاجية والتي نطمح لإنشائها على مستوى المؤسسات الوطنية بالجماهيرية العظمى.

2- تعريف الإنتاجية:

الإنتاجية هي العلاقة بين كمية المخرجات التي تم إنتاجها في عملية صناعية معّينة، وكمية المدخلات المستخدمة مباشرة أو غير مباشرة في الحصول على هذه المخرجات وتشمل المدخلات القوى البشرية، والطاقة - والأصول الثابتة والمتحركة والمواد، والمدخلات الأخرى. بيد أن المخرجات تشمل منتجات أو خدمات كما هو موضح بالشكل رقم (1).



شكل رقم (1) مفهوم الإنتاجية

3- تصنيف مقياس الإنتاجية:

تصنّف الإنتاجية إلى ثلاث أنواع حسب ما ورد في كتاب (Creamer & Kendnick 1965) على النحو الأتي:-

1- الإنتاجية الكلية: هي النسبة بين إجمالي المخرجات الأساسية إلى اجمالي المدخلات كمياً في فترة زمنية ثابتة (شهر، سنة، ... الخ).

2- الإنتاجية المزدوجة: هي النسبة بين الإنتاج الأساسي إلى (مجموع مدخلات الأصول الثابتة والمتحركة + القوة البشرية) في فترة زمنية محددة.

3- الإنتاجية الجزئية: هي النسبة بين اجمال المخرجات الأساسية وأحد المدخلات المشاركة في العملية الصناعية في فترة ثابتة.

وتطور البحث في مجال قياس الإنتاجية على النحو الآتي:-

Craig - Harris	عام 1973 ف
Davis & Tylor	عام 1977 ف
Sumanth	عام 1979ف
Mundel	عام 1983ف
Chang	عام 1984ف
Oden	عام 1986ف
El - Shake, A	عام 1986ف
El - Shake & Abdulmaola	عام 1997ف
(أ.الشيخ، م. الطرابلسي تحت البحث)	عام 1998ف

ويمكن استعراض مختصر لبعض نماذج قياس الإنتاجية وذلك على النحو الآتي:-

1- نموذج الون (Eilon Model):

وضع الون نموذجاً للإنتاجية الجزئية للعمالة وعرف هذا النموذج كما يلي:

$$PP = \frac{V}{(T_b + T_o) * N}$$

حيث:

V: مستوى الطلب على الإنتاج مقاس بمقاييس طبيعية (بالوحدات في الفترة الزمنية (T).

T_b: إجمالي عدد ساعات العمل الاعتبارية في الفترة الزمنية (T).

T_o: إجمالي عدد ساعات العمل الإضافية في الفترة الزمية (T).

N: عدد العمالة التي تتقاضى رواتب.

في هذا النموذج يتم حساب المدخلات والمخرجات بمقاييس طبيعية، ويتم حساب المدخلات وذلك بضرب عدد العمالة في ساعات عملهم.

2- نموذج هنز (Hines Model, 1976).

وضع هنز نموذجاً للإنتاجية الكلية وعرف هذا المقياس كما يلي:

$$T_b = \frac{O_i}{L_i + C_i + R_i + M_i}$$

حيث

O_i: المخرجات في الفترة الزمنية (i).

L_i: مدخلات العمالة في الفترة الزمنية (i).

C_i: مدخلات رأس المال في الفترة الزمنية (i).

R_i: مدخلات المواد في الفترة الزمنية (i).

M_i: مدخلات أخرى في الفترة الزمنية (i).

وعرّف كل من المخرجات والمدخلات كما يلي:

1- المخرجات:

$$O_i = \sum_i P_i * U_{ij} \qquad ,J = 1, 2, \ldots, J$$

حيث: Pj: سعر وحدة المنتج من النوع (j) في فترة الأساس.

Uij: عدد الوحدات المنتجة من المنتج (j) في الفترة الزمنية (i).

2- المدخلات:

أ- مدخلات العمالة:

$$L_i = \sum_k N_{ik} * W_k \qquad , \quad k = 1, 2, \ldots, k$$

حيث: N_{ik}: عدد العمالة في مستوى (k) في الفترة الزمنية (i).

W_k: أجر العمالة محسوب بأسعار فترة الأساس للمستوى (k) مضاف إليه المكافآت.

ب- مدخلات رأس المال:

$$C_i = \sum_j C_{ij} \qquad C_i = C_{ij}$$

حيث: C_{ij}: تكلفة رأس المال المنتج (i) في الفترة الزمنية (i).

وعرف مؤشر الإنتاجية الكلية كما يلي:

$$TPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_{it} * TP_{it}}{\sum_{i=1}^{n} W_{io} * TP_{io}}$$

حيث: Tp_{io} : الانتاجية الكلية المنتج (i) في فترة الأساس.

W_{io} : النسبة بين إجمالي المدخلات لنوع واحد من المنتجات إلى إجمالي المدخلات لـ N من المنتجات في فترة الأساس.

نلاحظ أن هذا النموذج مناسبا عندما تكون المنشأة الصناعية تحتوي على عدد من الخطوط الإنتاجية التي تنتج عدة أنواع من المنتجات.

3- نموذج Elashake:

عرّف الشيخ الإنتاجية الكلية والجزئية والمزدوجة كما يلي:

1 - الإنتاجية الكلية:

$$TP_{it} = \frac{\sum_{k=a}^{k} Y_i \, k_t}{\sum_{j=1}^{} \sum_{i=1}^{} X_{ij} L_t}$$

حيث: Tp_{it} : الانتاجية الكلية للصناعة من النوع (i) خلال الفترة الزمنية (t).

Yikt :قيمة المخرجات المنتجة من الصناعة (i) خلال الفترة الزمنية (t).

للمخرجات من النوع (k)، $(k = a , b , c , d , e)$،

حيث: (a): قيمة المنتجات المباعة.

(b): قيمة المخرجات التي تم لها عمل بعض الاصلاحات.

(c): قيمة المخرجات الغير تامة الصنع.

(d): عوائد أخرى.

(e): قيمة المخرجات المعنية.

Xijlt: قيمة المدخلات من النوع (jl) المستخدمة في الصناعة (i) خلال الفترة الزمنية (t).

حيث : $j = 1 , 2 , 3 , ... , J$

$1 = 1, 2, 3 , ... , L$

L: تمثل عناصر المدخلات لكل نوع (j) من المدخلات الأساسية.

ومن الممكن توضيح كيفية استخدام المعادلة كما يلي:

$$TP_{it} = \frac{Y_{111} + Y_{121} + ... + Y_{ikt}}{X_{111} + X_{1121} + ... + X_{ijlt}}$$

أما مؤشر الإنتاجية الكلية فعرفه كما يلي:

$$Tp_{it} = \frac{TP_{it}}{TP_{it-1}}$$

ب- الانتاجية الجزئية:

$$Pp_{it} = \frac{\sum_{k=1}^{k} Y_{ikt}}{\sum_{j=1}^{J} X_{ijlt}}$$

حيث:

j = 1 مدخلات العمالة.

j = 2 مدخلات رأس المال.

j = 3 مدخلات المواد.

j = 4 مدخلات الطاقة.

j = 5 مدخلات أخرى.

4- نموذج قياس الإنتاجية الشامل في المصانع:

يمكن صياغة استخدام نموذج الإنتاجية الشامل في قياس إنتاجية المصنع على النحو الآتي:

أ- مقياس الإنتاجية الكلية:

عند قياس الإنتاجية الكلية للمصنع استخدمت المعادلة التالية:

$$Tp_{it} = \frac{\sum_{j=1}^{8} \sum_{L=1}^{L_j} P_{jl} Y_{ilt} \sum_{k=1}^{2} \sum_{i=1}^{N_k} P_{kn} V_{iknt}}{\sum_{m=1}^{5} \sum_{L=1}^{L_m} X_{mlt} + \sum_{n=1}^{2} \sum_{q=1}^{Q_n} Z_{ingt}}$$

حيث:

YTP : JT: كمية المخرجات الأساسية من النوع (J) المنتجة في الفترة الزمنية (t).

PIC: سعر وحدة المخرجات الأساسية (yjt).

Vhnt: كمية المخرجات الثانوية من (kn) المنتجة في الفترة الزمنية (t).

Pkn: سعر وحدة المخرجات الثانوية (Vkn).

Xmt: قيمة المدخلات الأساسية من النوع (m) المستخدمة في الفترة الزمنية (t).

Znt: قيمة المدخلات الملازمة من النوع (n) المستخدمة في الفترة الزمنية (t).

ب- الانتاجية المزدوجة:

لقياس الإنتاجية المزدوجة تم استخدام المعادلة التالية:

$$TFP_t = \frac{\sum_{j=1}^{8}\sum_{L=1}^{L_j} P_{jl}\, Y_{ilt} \sum_{k=1}^{2}\sum_{i=1}^{N_k} P_{kn}\, V_{iknt}}{\sum_{m=1}^{5}\sum_{L=1}^{L_m} X_{mlt}}$$

حيث:

TFPt:

m = 1: تمثل مدخلات رأس المال.

m = 2: القوى البشرية.

جـ- الإنتاجية الجزئية:

لقياس الإنتاجية الجزئية لكل نوع من المدخلات الأساسية تم استخدام المعادلة التالية:

$$Tp_{it} = \frac{\sum_{j=1}^{8} \sum_{L=1}^{L_j} P_{jl}\, Y_{ilt} \sum_{k=1}^{2} \sum_{i=1}^{N_k} P_{kn}\, V_{iknt}}{\sum_{q=1}^{Q_n} Z_{ingt}}$$

وفيما يلي توضيح مفصل لكل المدخلات والمخرجات خلال فترة الدراسة كما هي معرفة بنموذج الإنتاجية الشامل الذي يعرض في هذا البحث لأول مرة حتى تاريخه.

أولاً: المدخلات:

تنقسم المدخلات حسب ما تم تصنيفها في نموذج الإنتاجية الشامل إلى قسمين:

المدخلات الأساسية.

المدخلات الملازمة.

أ- المدخلات الأساسية (Primary input):

تشمل المدخلات الأساسية كلاً من: مدخلات رأس المال، ومدخلات العمالة، ومدخلات المواد، ومدخلات الطاقة، والمدخلات الأخرى. ومن الممكن توضيح هذه المدخلات كما هي معرفة بنموذج الإنتاجية الشامل كالآتي:

1- تتضمن مدخلات رأس المال كلاً من: مدخلات رأس المال الثابت، ومدخلات رأس المال العامل.

وتشتمل مدخلات رأس المال الثابت على كل المدخلات: المباني والإنشاءات والمرافق والالات والمعدات والتركيبات ووسائل النقل والانتقال والعدد والأدوات والاثاث والمعدات والمكاتب والمصروفات الأخرى.

ولقد تم حساب قيمة هذه المدخلات بتجميع قيمة استهلاكاتها التي تم حسابها بطريقة النسب الثابتة.

والاستثمارات والنقدية والاعتمادات.

2- مدخلات العمالة: تم حساب قيمة مدخلات العمالة بجمع قيمة المرتبات لكل سنة من العمالة المباشرة وغير المباشرة، وكذلك الحصة الإضافية لهم.

3- مدخلات المواد: لقد تم حساب مدخلات المواد بجمع تكاليف المواد الخام المستخدمة لكل سنة في الحصول على المخرجات.

4- مدخلات الطاقة: تم حساب مدخلات الطاقة، وذلك بجمع تكاليف الطاقة المستخدمة لكل سنة.

5- المدخلات الأخرى: اشتملت الأقيمة السنوية للمدخلات الأخرى على كل من القيمة السنوية للمستلزمات السلعية، الغيار ومواد الصيانة، والمواد والمهمات المتنوعة، والأدوات الكتابية والمطبوعات، والمياه المشتراه وكذلك اشتملت على القيمة السنوية للمصروفات العامة والخدمية التي ضمت كلاً من الضرائب والرسوم، ومصروفات الصيانة، ومصروفات الدعاية والإعلان والمعارض، ومصروفات الانتقال وبدل المبيت، ومصروفات البريد والبرق والهاتف، ومصروفات أخرى.

ب- المدخلات الملازمة (Inherent Input)

تم تجميع البيانات عن المدخلات الملازمة. وكانت المدخلات التي أمكننا التحصّل على معلومات عنها كاملة. وذلك لعدم وجود قيمتها المستقلة. بل كانت تضاف على مدخلات العمالة.

1- مدخلات تدريب المنتجين:

تشتمل مدخلات التدريب على جميع المصاريف التي يتم انفاقها على برامج تدريب العاملين.

2- الحوافز المالية:

تشتمل مدخلات الحوافز على جميع المكافأة المالية التي يتم تقديمها للعاملين.

ثانياً: المخرجات:

تنقسم المخرجات حسب ما تم تصنيفه في نموذج الإنتاجية الشامل إلى قسمين: المخرجات الأساسية والمخرجات الثانوية. وهي موضحة بالتفصيل فيما يلي:

أ- المخرجات الأساسية:

تشتمل المخرجات الأساسية على عدة أنواع من المنتجات تم حساب قيمتها السنوية عن طريق ضرب عدد الوحدات المنتجة سنوياً من كل نوع في سعر بيعها. ثم تمت عملية تجميع القيم لجميع الأنواع للحصول على إجمالي القيمة السنوية لكل نوع منها.

ب- المخرجات الثانوية:

تشمل المخرجات الثانوية على المخرجات التي لاتعتبر أساسية مثل الوحدات المعيبة ومخلفات مواد الخام الناتجة عن التصنيع، وإيرادات أخرى. ولقد تم تجميع البيانات عنها وتم الحصول على قيم نوعين منها وهما: مخلفات مواد الخام المباعة، ومخرجات أخرى اشتملت على: فوائد دائنة المتحصل عليها من المصارف، وتأجير بعض المباني وخدمات مباعة وإيرادات أخرى، والقيمة السنوية لهذين النوعين من المخرجات.

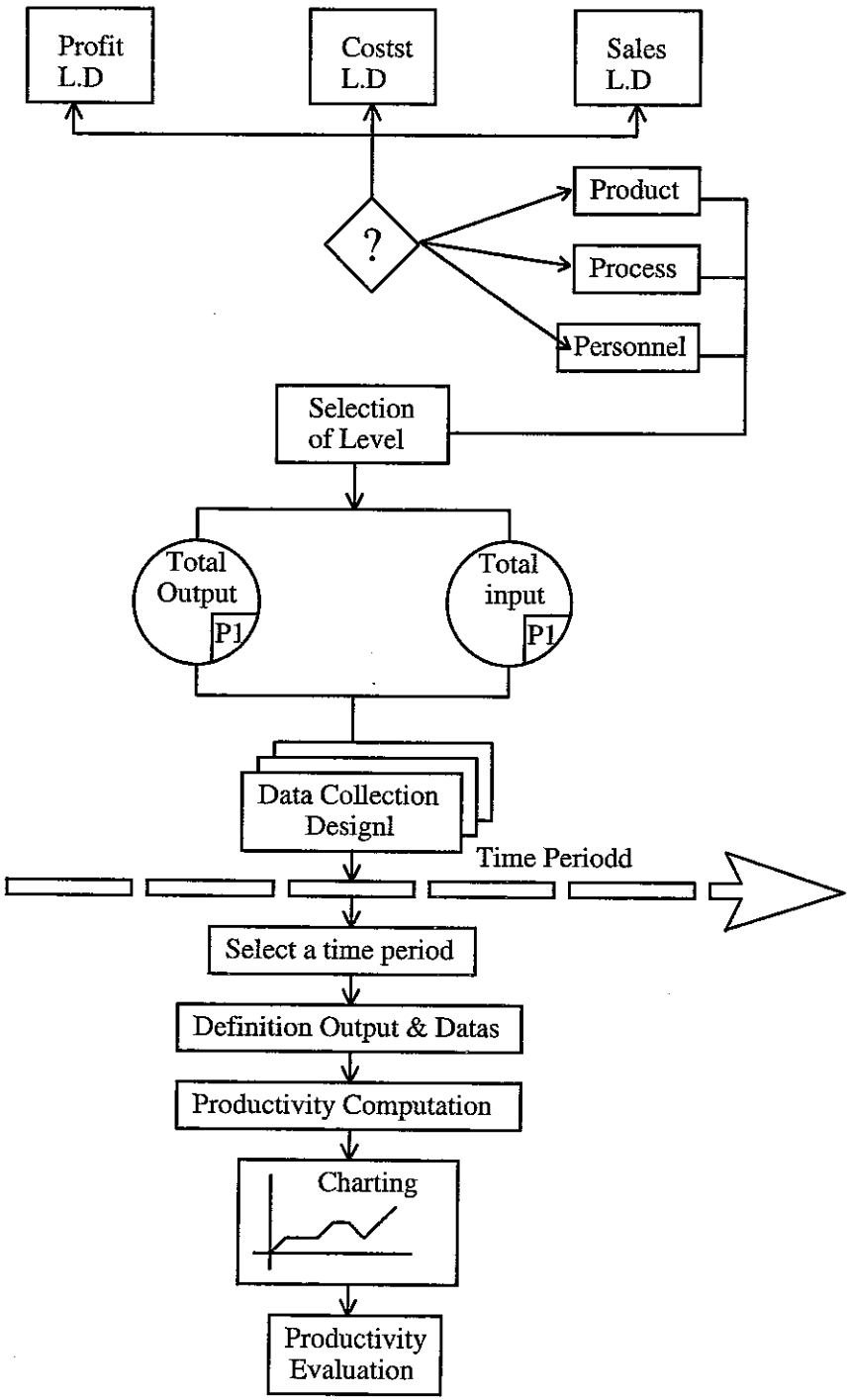
البرنامج التنفيذي لتطبيق طرق قياس الانتاجية:

يقترح هذا البحث من خلال الدراسات السابقة التي تم استعراضها برنامج عملي لكيفية تنفيذ قياس الانتاجية في المصانع على مختلف المستويات: منتج واحد،

بعد اختيار النموذج المناسب للقياس.

1- حساب المبيعات، والأرباح وإجراء كشف تحليلي محاسبي للتكاليف.
2- تحديد موضوع قياس الإنتاجية إما للمنتج (Product) أو للعملية الانتاجية أو للعنصر البشري في منظومة الإنتاج.
3- تحديد المخرجات كمياً والمدخلات كمياً ومواقع استخدامها ونسبة استهلاكها.
4- تصميم منظومة محاسبية لتجميع المعلومات المطلوبة للإيفاء باستخدام النموذج المطبق.
5- اختيار الفترة الزمنية لحساب الانتاجية وبدايتها وفق قاعدة المعلومات.
6- حساب معدل التضخم السنوي للمنتوجات والمدخلات.
7- تحليل المعلومات وتصنيفها.
8- حساب الإنتاجية.
9- تخريط نتائج حسابات الإنتاجية لغرض التحليل والتعرف على مصادر تحسين الإنتاجية والاستفادة منها في تخطيط الإنتاجية.
10- معايرة الإنتاجية.

ويمكن توضيح تسلسل هذه الخطوات وفقاً للشكل رقم (2)


Profit
L.D
Coststt
L.D
Sales
L.D
?
Product
Process
Personnel
Selection
of Level
Total
Output
P1
Total
input
P1
Data Collection
Designl
Time Periodd
Select a time period
Definition Output & Datas
Productivity Computation
Charting
Productivity
Evaluation

الشكل رقم (2)

تحسين الإنتاجية أصبح من أولويات التخطيط الاقتصادي للدول لرفع مستوى المعيشة وانخفاض معدل التضخم وتقليل معدل البطالة وتحسين مستوى المنتوجات. ولايمكن تحقيق تحسين الانتاجية إلا بعد تعريفها الطبيعي كأداة قياس لمستوى الاقتصاد. عليه فإن استخدام النماذج المختلفة التي تم استعراضها يمكن استخدامها لقياس الانتاجية.

علماً بأن نموذج (El - shake & Abdulmula 1997) كان نتاجاً متميزاً لاحتواء كل العوامل الإقتصادية والهندسية لقياس الإنتاجية ويبقى امكانية التطبيق بناء على قاعدة المعلومات المتاحة. ونظراً لأهمية الجانب العملي والتطبيق لحساب الإنتاجية أبرزنا في نهاية الورقة الخطوات العملية والتي تظهر أحياناً صعبة عند التنفيذ.

المراجع

Craig C . E , and Harris . C . R . (1973) Total Productivity Measurement at the Firm Level . Sloan Mangt. Reviey Vol. (14) 13- 39.

El Shake, A. (1986) Productivity Models and Planning Models For Mfg. Industries, Ph . D. Yhesis : university of Manitoba, Canada.

El - shake, A . Abdulmula A. (1997) Productivity Modeling (1983) of Marf. Facilitis: A case study USA.

Kendrick, J . W. and Creamer, D. (1969) Measuring Company productivity; Hand Book. With Case Studies, Stndies in Business Economics National industrial Conf. Board. New York 89.

Mundel, M. E. I Measures of Productivity. Industrial Dngineering vol. 8. (24/26)

Siegl, I. H. 'Measurement of company productivity INCPQ wl) wash . De . 1976 pp 15-25.
Sumanth, D j. (1984) Productivity Engineering and Managemnt, McGraw - Hill Book Company . New york.

Tap lor, B. w. and R. k. Davis "corporate Productivity - Getting it All Together"indust. Eng . vol.9 no.3 , 1977, pp.32 - 36.