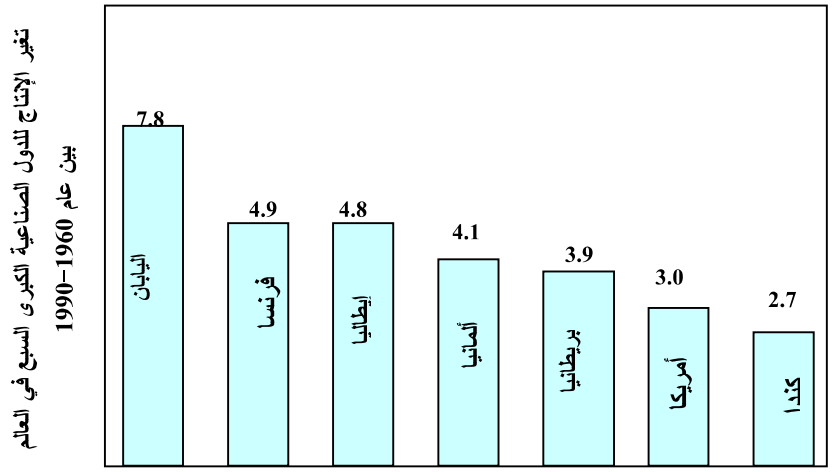
الكلفة في المجتمعات المتقدمة والتي تسمى ايضا بالمجتمعات التكنولوجية التي تتطلب من الفرد ان يقوم بتطوير نفسه من خلال التدريب والتثقيف واكتساب المعرفة. ونتيجة لذلك فان المجتمعات المتقدمة تسمى ايضا بمجتمعات المعرفة Knowledge Societies (وهي تشير الى تحول القوى العاملة من ممارسة الاعمال اليدوية الى الاعمال التي تتطلب معالجة البيانات وثقافة ومعرفة).

تمثل الانتاجية تحدياً صعباً لمدير العمليات وللمنظمة وللمجتمع، ولا يمكن لاي بلد في العالم ان يصبح منافس من الصنف الاول باستخدام مدخلات من الدرجة الثانية فالقوة العاملة قليلة المعرفة وشحة رؤوس الاموال والتكنولوجيا القديمة تعد مدخلات من الدرجة الثانية، ولتحقيق زيادة في الانتاجية ومخرجات ذات جودة عالية فان ذلك يتطلب مدخلات من الصنف الاول.



الشكل (1 – 6)

تغير الإنتاجية بين عام 1960-1990 للدول الصناعية الكبرى في العالم

Source: Lee J. Krajwski, and L. P. Ritzman, Operations Management: Strategy and Analysis, Addison – Wesley Pub. Co., NY,1993, p. 9

1-9 قياس الإنتاجية Productivity Measurement

يمكن قياس إنتاجية اي نظام للإنتاج وذلك بقسمه المخرجات على المدخلات لذلك النظام، وكما يلي:

$$P=\frac{O}{I} \quad .....(1-1)$$

إذ إن: P = الانتاجية O = المخرجات I =المدخلات

ومن الواضح في هذه القاعدة أنه إذا ازدادت المخرجات مع ثبات المدخلات، أو إذا انخفضت المدخلات مع ثبات المخرجات فأن الإنتاجية ترتفع في كلتا الحالتين، وهذا يؤيد ما

ذهبنا إليه ألا وهو أن الإنتاجية هي مقياس لحسن استغلال الموارد وإنتاج السلع والخدمات. فضلاً عن ذلك فأن طريقة حساب المدخلات والمخرجات التي تغذى إلى القاعدة السابقة من شأنها التأثير في الإنتاجية. فمثلاً ينبغي شمول المخرجات الصالحة أو التي تطابق مواصفات الجودة عند حساب كمية المخرجات للشركة، كذلك الحال بالنسبة للمدخلات إذ ينبغي استبعاد المدخلات الرديئة أو التي لا تتماشى مع متطلبات الجودة التي تتبناها الشركة. بمعنى آخر يجب توخي الدقة في حساب المدخلات والمخرجات لكي تحصل الشركة على صورة حقيقية للإنتاجية.

ويعبر عادة عن الإنتاجية بإحدى الطرائق الآتية: الإنتاجية الكلية، الإنتاجية المتعددة العوامل، والإنتاجية الجزئية.

1-9-1 الإنتاجية الكلية Total Productivity

وهي النسبة المئوية التي نحصل عليها بقسمة مجموع المخرجات على مجموع المدخلات وتعبر عادة عن التغيرات الكلية بين المخرجات والمدخلات، وتحسب بالقاعدة الآتية:

$$P_T = \frac{O_T}{I_T} \quad \ldots\ldots\ldots (1-2)$$

إذ إن P_T = الانتاجية الكلية, O_T = المخرجات الكلية, I_T = المدخلات الكلية

فالمدخلات، كما ذكرنا أرقام تتكون من العاملين، التقنية، المواد الأولية ونصف المصنعة، الأموال .... الخ، حيث يجري تحويل هذه المدخلات إلى سلع أو خدمات ذات قيمة نقدية. وينبغي التعبير عن المدخلات والمخرجات بوحدات متشابهة. فمثلا ساعات عمل المكائن والأطنان المستخدمة من المواد الأولية ينبغي تحويلها إلى وحدات نقدية متشابهة (كالدولار) لاستخدامها في حساب مجموع المدخلات، أما مجموع المخرجات فيمكن التعبير عنه بعدد الوحدات أو بقيمتها النقدية بالدولار مثلا. ولتطبيق القاعدة السابقة يجوز أن يكون مجموع المخرجات بالوحدات بينما مجموع المدخلات بالوحدات النقدية، أو المدخلات والمخرجات بوحدات نقدية. ومما يؤخذ على الإنتاجية الكلية هو أنها لا تعكس التفاعل بين كل مورد، بشكل منفرد، والمخرجات لذلك لا تستخدم الإنتاجية الكلية كأداة لتحسين ناحية معينة من العمليات.

2-9-1 الإنتاجية متعددة العوامل Multifactor Productivity

وتمثل هذه الإنتاجية مجموع المخرجات منسوبة إلى مجموعة فرعية من المدخلات. والمجموعة الفرعية من المدخلات قد تتكون من العاملين والمكائن, أو العاملين والأموال. ومن عيوب هذه الطريقة في قياس الإنتاجية هو أنها قد تغفل أو تستبعد عنصرا ما يكون ذا أثر كبير على الإنتاجية الكلية، لذلك لا تعطي هذه الطريقة صورة حقيقية عن الإنتاجية الكلية. وتحسب الإنتاجية متعددة العوامل بالقاعدة الآتية:

$$P_M = \frac{O_T}{I_M} \text{.....(1-3)}$$

إذ إن: P_M = الانتاجية المتعددة العوامل O_T = مجموع المخرجات I_M = عوامل فرعية من المدخلات

1-9-3 الإنتاجية الجزئية Partial -Factor Productivity

وهي النسبة بين مجموع المخرجات وأحد المدخلات، وتحسب بالقاعدة الآتية:

$$P_S = \frac{O_T}{I_S} \text{.....(1-4)}$$

إذ إن: P_S = الانتاجية الجزئية O_T = المخرجات الكلية I_S = احد المدخلات

وغالبا ما يستخدم مديرو الإنتاج والعمليات الإنتاجية الجزئية لتقويم أداء العمليات نسبة إلى أحد عوامل الإنتاج (المدخلات) بهدف اتخاذ إجراءات تصحيحية إذا تطلب الأمر ذلك. وعادة ما تحسب الإنتاجية الجزئية بين مجموع المخرجات وأحد عوامل الإنتاج المختلفة بشكل منفرد، وفيما يأتي بعض الأمثلة عن ذلك:

- انتاجية ساعة العمل (P_H)

$$P_H = \frac{O_T}{T_H} \text{.....(1-5)}$$

إذ إن: T_H = مجموع ساعات العمل

- انتاجية المواد الاولية (P_R)

$$P_R = \frac{O_T}{T_R} \text{.....(1-6)}$$

إذ إن: T_R = مجموع المواد الاولية المستخدمة

- انتاجية الاجور (P_W)

$$P_W = \frac{O_T}{T_W} \text{.....(1-7)}$$

إذ إن: T_W = مجموع الاجور المدفوعة

- انتاجية الطاقة (P_E)

$$P_E = \frac{O_T}{T_E} \text{.....(1-8)}$$

إذ إن: T_E = مجموع الطاقة المستهلكة

وزيادة على ما تقدم، فأن الشركات تقارن إنتاجيتها لاحدى السنوات مع إنتاجية سنة أو سنوات سابقة وذلك بهدف تقويم أداء العمليات* أيضا، أو لمقارنة إنتاجيتها مع الشركات المنافسة لها أو مع الإنتاجية الكلية على الصعيد الوطني. ولاجراء ذلك فأن الشركة تستخدم ما يأتي:

1-9-4 مؤشر الإنتاجية Productivity Index (PI)

ونحصل عليه بقسمة إنتاجية سنة ما على إنتاجية سنة اخرى تسمى بسنة الأساس (base year). فمثلا إذا كانت إنتاجية الشركة في عام 2007 (سنة الأساس) تبلغ 0.85 وإنتاجية عامي 2008 و2009 تبلغ 0.80 و 0.75 على التوالي فأن مؤشر الإنتاجية لهذين العاملين يمكن حسابه بالقاعدة التالية:

$$PI = \frac{P_n}{P_b} \times 100 \ldots\ldots\ldots (1-9)$$

إذ إن: P_n = انتاجية سنة معينة n P_b = انتاجية سنة الاساس b

مؤشر الانتاجية لعام 2008:

$$PI_{2008} = \frac{0.80}{0.85} \times 100 = 94\%$$

مؤشر الانتاجية لعام 2009:

$$PI_{2009} = \frac{0.75}{0.85} \times 100 = 88\%$$

أن مؤشر الإنتاجية لعامي 2008 و 2009 يشير إلى انخفاض ملحوظ في الإنتاجية مما يتيح لمديري العمليات البحث في مسببات الانخفاض وقد تكون أحد أسباب الانخفاض ناتجة عن تطبيق قرارات مثل تقديم منتجات جديدة أو تغيير في تكنولوجيا التحويل، أو أساليب تحفيز العاملين، أو تغيير في جودة المواد الأولية الداخلة في عملية الإنتاج.

1-9-5 تغير الإنتاجية Productivity Change (PC)

ويشير هذا المقياس إلى مقدار الاختلاف في إنتاجية سنة ما نسبة إلى إنتاجية سنة أساس أو أي سنة سابقة. والتغير في الإنتاجية قد يكون موجبا أو سالبا أو صفرا (أي لا يوجد تغيير) وبالإمكان حساب التغير بالإنتاجية بالقاعدة الآتية:

$$PC = \frac{P_n - P_b}{P_b} \times 100 \ldots\ldots (1-10)$$

(*) تستخدم الأدوات التالية لتقويم أداء العمليات: أداء المجهزين، صورة السلع والخدمات، الخدمات المساعدة للإنتاج، أداء العمليات. وهذه الأخيرة تضم إلى جانب الإنتاجية رضا الزبائن، دورة الإنتاج والبيانات المالية (انظر: Evans, 1997, 112).

ومن المثال السابق نتمكن من حساب تغير الإنتاجية لعامي 2008 و 2009 قياساً بعـــام 2007 كما يلي:

تغير الانتاجية لعام :2008

$$PC_{2008} = \frac{0.80 - 0.85}{0.85} \times 100 = -6\%$$

تغير الانتاجية لعام 2009:

$$PC_{2009} = \frac{0.75 - 0.85}{0.85} \times 100 = -12\%$$

ونستنتج من ذلك بأن الإنتاجية قد انخفضت في هاتين السنتين قياسا بعام 2007 وهذا يتفق مع ما توصلنا إليه بقاعدة مؤشر الإنتاجية (1 – 9). وبالإمكان حساب مقدار التغير بالإنتاجية، أيضا باستخدام مؤشر الإنتاجية وكما يلي:

$$PC = (PI - 1) \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1\text{-}11)$$

ومن الجدير بالذكر أنه بالإمكان حساب مؤشر الإنتاجية والتغير في الإنتاجية، لكل مـــن الانتاجية الجزئية والإنتاجية متعددة العوامل. ولتوضيح كيفية حساب الأنواع المختلفة للإنتاجيـــة، فأننا نورد المثال الآتي:

<u>مثال (1 – 1)</u>:

الجدول الآتي يبين البيانات المستخلصة من سجلات إحدى الشركات المنتجة لأحـــد أنـــواع مساحيق الغسيل لعامي 2007 – 2008.

التفاصيل	2007	2008
كمية الإنتاج (وحدات)	426,400	693,000
ساعات العمل المباشرة	40,000	56,000
أجور العمل المباشرة (دولار)	360,000	700,000
الطاقة المستهلكة Kw/h	700,000	800,000
كلفة الطاقة (دولار)	100,000	120,000
المواد الأولية المستخدمة (كغم)	240,000	370,000
كلفة المواد الأولية (دولار)	60,000	80,000

المطلوب/ حساب

1. الإنتاجية الكلية لعام 2007 و 2008.
2. الإنتاجية الجزئية لأجور العمل المباشر، والطاقة المستهلكة، والمواد الأولية.
3. الإنتاجية المتعددة العوامل للعمل والطاقة.
4. التغير في الإنتاجية الكلية لهذين العامين مع تفسير السبب.
5. مؤشر الإنتاجية لعام 2008.

الحل:

1. حساب الإنتاجية الكلية

$$\text{الانتاجية الكلية لعام 2007} = \frac{\text{المخرجات (وحدات)}}{\text{اجور العمل + كلفة الطاقة + كلفة المواد الاولية}} \quad \ldots(1-2)$$

$$= \frac{426400}{60000 + 100000 + 360000}$$

$$= \frac{426400}{520000} = 0.82 \text{ وحدة/دولار}$$

$$\text{الانتاجية الكلية لعام 2008} = \frac{693000}{80000 + 120000 + 700000}$$

$$= \frac{693000}{900000} = 0.77 \text{ وحدة/دولار}$$

2. حساب الإنتاجية الجزئية

$$\text{انتاجية اجور العمل (2007)} = \frac{426400}{360000} = 1.18 \text{ وحدة/دولار} \ldots(1-7)$$

$$\text{انتاجية اجور العمل (2008)} = \frac{693000}{700000} = 0.99 \text{ وحدة/دولار}$$

$$\text{انتاجية الطاقة (2007)} = \frac{426400}{700000} = 0.61 \text{ وحدة/KWH} \ldots(1-8)$$

$$\text{انتاجية الطاقة (2008)} = \frac{693000}{800000} = 0.87 \text{ وحدة/KWH}$$

$$\text{انتاجية المواد الاولية (2007)} = \frac{426400}{240000}$$

$$= 1.78 \text{ وحدة/كغم من المواد الاولية}$$

$$\text{انتاجية المواد الاولية (2008)} = \frac{693000}{370000}$$

$$= 1.87 \text{ وحدة/كغم من المواد الاولية}$$

3. حساب إنتاجية العمل والطاقة:

بما أن العمل يحسب بعدد الساعات والطاقة تحسب بالكيلواط/ساعة (kW/h) لذلك ينبغي استخدام كلف هذين الموردين لأنه لا يمكن جمع ساعات العمل مع عدد الـ kW/h. وباستخدام قاعدة (1– 3) تحسب الإنتاجية متعددة العوامل كما يلي:

$$\text{انتاجية العمل والطاقة (2007)} = \frac{426400}{100000 + 360000}$$

$$= 0.93 \text{ وحدة/دولار للعمل والطاقة}$$

$$\text{انتاجية العمل والطاقة (2008)} = \frac{693000}{120000 + 700000}$$

$$= 0.85 \text{ وحدة/دولار للعمل والطاقة}$$

4. تغير الإنتاجية:

$$\text{تغير الانتاجية بين 2007 و 2008:} \quad \frac{.82 - .77}{.82} \times 100 = -6\%$$

بمعنى أن الإنتاجية قد انخفضت بمقدار 6% والسبب في ذلك يرجع إلى أن إنتاجية أجور العمل والبالغة 1.84 وحدة / دينار في عام 2007 قد انخفضت إلى 0.99 في عام 2008 مما أدى إلى انخفاض الإنتاجية على الرغم من زيادة الإنتاج. إن هذا التغير قد يدفع مدير العمليات إلى البحث عن أسباب ارتفاع أجور العمل وربما توصل إلى أن هناك خطأ في حساب الأجور المدفوعة للعمال أو أن هناك أعطال مفاجئة على خطوط الإنتاج أدت إلى انخفاض كمية الإنتاج.

5. مؤشر الانتاجية لعام 2008 : $\frac{0.77}{0.82} \times 100 = 94\%$

ولمزيد من التوضيح فأن الجدول (1–5) يوضح خلاصة نتائج حساب الإنتاجية الكلية، والإنتاجية الجزئية (بالوحدات ، والدولارات)، ومؤشر الإنتاجية والتغير في الإنتاجية لهذا المثال. باستخدام مثل هذه الجداول، يتمكن مديرو العمليات من متابعة نجاح أو فشل إدارة العمليات في استغلال الموارد المتاحة لها بين فترة وأخرى.

الجدول (1-5)

حساب المقاييس المختلفة للإنتاجية لشركة إنتاج مساحيق الغسيل

التفاصيل	2007	2008	مقياس الإنتاجية	إنتاجية كلية	2007	2008	مؤشر الإنتاجية لعام 2008	تغير الإنتاجية لعام 2008
المخرجات(وحدات)	426,400	693,000			0.82	0.77	0.94	0.06 -
المدخلات								
ساعات العمل المباشرة	40,000	56,000	إنتاجية ساعة العمل وحدة/ساعة	إنتاجية جزئية	10.66	12.34	1.16	0.16
أجور العمل المباشرة	360,000	700,000	إنتاجية دولار العمل وحدة/دولار		1.18	0.99	0.84	0.16 -
الطاقة المستهلكة(kwh)	700,000	800,000	إنتاجية الطاقة(Kwh) وحدة / Kwh		0.61	0.87	1.43	0.43
كلفة الطاقة	100,000	120,000	إنتاجية دولار الطاقة وحدة/دولار طاقة		4.26	5.78	1.36	0.36
المواد الأولية(كغم)	240,000	370,000	إنتاجية المواد الأولية وحدة/كغم		1.78	1.87	1.05	0.05
كلفة المواد الأولية	60,000	80,000	إنتاجية دولار المواد الأولية وحدة/دولار مواد أولية		7.11	8.66	1.22	0.22

طرق تحسين الإنتاجية: هناك عدة طرق يتمكن مدير العمليات بواسطتها من زيادة الإنتاجية:

1. زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات
2. ثبات المخرجات مع تخفيض المدخلات
3. زيادة المخرجات بمعدل أكبر من زيادة المدخلات
4. تخفيض المخرجات بمعدلات أقل من تخفيض المدخلات
5. زيادة المخرجات مع انخفاض المدخلات

يمثل قطاع صناعة الخدمات تحديا خاصاً في قياس وتحسين الانتاجية ويعود السبب في ذلك الى الاطار التحليلي التقليدي لنظرية الاقتصاد التي تُركز بشكل مبدئي على الانشطة التي تنتج السلع، وبعد تطبيق مبادئ ادارة العمليات في القطاعات الخدمية أُجريت محاولات جادة لقياس وتحسين الانتاجية في القطاعات الخدمية، ولكن هذه المهمة أثبتت صعوبتها للآسباب الآتية:

1. تتطلب الخدمات موارد بشرية بشكل مكثف (Labor Intensive) مثل التعليم والمحاماة.
2. معظم عمليات المعالجة للقطاع الخدمي تُنجز على صعيد فردي مثل الاستشارات القانونية.
3. قيام المختصين بانجاز الاعمال التي تتطلب ذكاءً عالياً مثل التشخيص الطبي، واعمال الصيانة الدقيقة.
4. صعوبة مكننة العديد من الخدمات مثل خدمات الحلاقة والتجميل.
5. صعوبة تقييم جودة الخدمات اثناء تقديمها.

10-1.الكفاءة والفاعلية Efficiency & Effectiveness

تعرف **الكفاءة** (E) على أنها القدرة على استغلال الموارد استغلالا صحيحا لتحقيق الاهداف (فعل الاشياء الصحيحة Do the Things Rights)، وتحسب بالقاعدة الآتية:

$$E\% = \frac{O_a}{I_a} \times 100 \ldots\ldots\ldots (1-12)$$

إذ ان: O_a = المخرجات الفعلية

I_a = المدخلات الفعلية