الفصل الثالث

تطوير التقانة

-TECHNOLOGY DEVELOPMENT-

1.3: المفهوم:

تبحث المنظمة عن تطبيقات مختلفة لتقانتها المستخدمة. بمختلف أشكالها و/أو تطويرها أو استخدام أخرى جديدة. وتتجسد التقانة في كل النشاطات الوظيفية من مدخلات وتحويل ومخرجات ولا تقتصر على عملية التحويل فحسب، بل توجد التقانة في ثلاثة مستويات: (Jones, 1995:348).

- مستوى الفرد كالمهارات والمعارف.
- المستوى الوظيفي كالإجراءات والأساليب التي تستخدمها مجموعة العمل لإنجاز مهامها في نشاط معين.
- مستوى المنظمة ككل، كطرائق التصنيع المتقدم ذكرها المتمثلة بأنظمة الإنتاج.

وتعرف التقانة بشكل واسع يمتد ليشمل أوجه النشاط الإنساني بمجمله بوصفها "تطبيق للعلم من اجل تزويد المجتمع وأعضائه بالأشياء المطلوبة أو المرغوبة" (Groover, 1996:1).

ويقصد بها في حقل إدارة الأعمال:

- "الآلات والمعالجات والأساليب والمعلومات المستخدمة في تحويل المدخلات إلى مخرجات" (Robbins, 1987: 125).
- "الأساليب والوسائل والأفعال المستخدمة لتحويل المدخلات إلى مخرجات" (Daft 1992:113).
- "المعارف والأساليب والوسائل والأفعال المطلوبة لتحويل المدخلات إلى مخرجات" (Narayanan & Nath, 1993: 112).
- "المهارات والإجراءات والآلات والأساليب والأنظمة المستخدمة لانجاز العمل" (Dilworth, 1992:213).

- "توليفة من المعارف والمهارات والقابليات والأساليب والوسائل والمواد والآلات، وغير ذلك مما يستخدم لتحويل المواد الأولية إلى منتجات قيّمة"(Jones, 1995:348).
- "أي عملية ذهنية أو يدوية أو مؤتمتة" (Porter, 1986:14, Krajewski & Ritzman, 1993: 216) تستخدم لإنجاز العمل. وهو التعريف الأكثر شمولاً قياساً إلى ما سبقه، إذ إن التقانة لا تقتصر على الآلات والمعالجات المستخدمة في عملية التحويل فحسب، إنما تتجسد في جميع نشاطات المنظمة على هيئة معارف ومهارات بشرية وإجراءات تشغيلية وطرائق تصنيعية ووسائل وأساليب وأنظمة تشترك في تقديم منتج متمايز.

2.3 : المكونات :

تتطلب بيئة اليوم العالية التنافس والمضطربة ، تطوير منتجات وعمليات جديدة، تقدم الاستثنائية منها ميزة تنافسية مستدامة، وفي المقابل تسهم زيادة تنوع التقانة وسرعة تغيرها في تعديل خصائص الأعمال وطبيعة المنافسة ومن ثم إحداث بيئة مضطربة (Wheelwright & Clark, 1992: 29-30) .

تتجسد جهود تطوير التقانة في المنتج نفسه وعملية إنتاجه بالدرجة الأساس. إذ يتألف من مجموعة نشاطات فرعية، تمثل الجهود الهادفة لتطوير المنتج والعملية. (Porter, 1985: 172; Porter, 1986:14; Buffa, 1993: 103; Krajewski & Ritzman, 1993: 38; Lall, 1993: 3; Stonebraker & Leong, 1994: 495; Pitts & Lei, 1996: 61; Martinich, 1997: 340) . كونه يختص "بتصميم المنتجات ومكوناتها ومعالمها من جهة، وتصميم العملية وارتباطه مع تصميم المنتج من جهة أخرى" (Rastogi, 1993: 602) عليه يمكن تبويب تطوير التقانة إلى كل من تطوير المنتج وتطوير العملية.

أ- تطوير المنتج:

سيتم تناول فقرة تطوير المنتج من خلال استعراض مراحل عملية تطوير المنتجات الجديدة ، ومن ثم تأثيرات دورة حياة المنتج في استراتيجية وأهداف أداء العمليات. وكما يأتي:

أولاً: مراحل عملية تخطيط وتطوير المنتجات الجديدة:

تترجم عملية تطوير المنتج متطلبات الزبون إلى تحسينات مستمرة في تصاميم المنتجات القائمة ، وأفكار لأخرى جديدة تصمم بحيث لا تعكس تصور الزبون لتلك المتطلبات فحسب، إنما تحاول أيضا أن تبتكر ما هو ابعد من توقعات الزبون وتطلعات المنافسين.

يعكس شكل رقم (3-1) خطوات عملية تخطيط وتطوير المنتجات الجديدة والتي تتم في إطار توجهات استراتيجية المنظمة ، إذ تؤدي رسالة المنظمة دوراً أساسيا في تصميم المنتجات الجديدة.

وبذا تتألف عملية تطوير المنتج من المراحل الأربعة الآتية: (Evans, 1993:159-168; Krajewski & Ritzman, 1993:37-42;Aquilano et al., 1995:64-65) .

(1): نشوء الفكرة ــ Idea Generation ــ : وذلك من مصادر داخلية عدة منها مختبرات البحث والتطوير، وأخرى خارجية مثل المجهزين والموزعين والابتكارات والاختراعات الجديدة، وكذلك الزبائن.

(2): الغربلة والتحليل الاقتصادي ــ Screening & Economic Analysis ــ :

تستبعد الأفكار غير محتملة النجاح، أما لكونها لا تتلاءم ورسالة المنظمة أو لضعف انسجامها مع نتائج دراسات الجدوى التسويقية والفنية والاقتصادية إلى جانب الاعتبارات البيئية والأخلاقية.

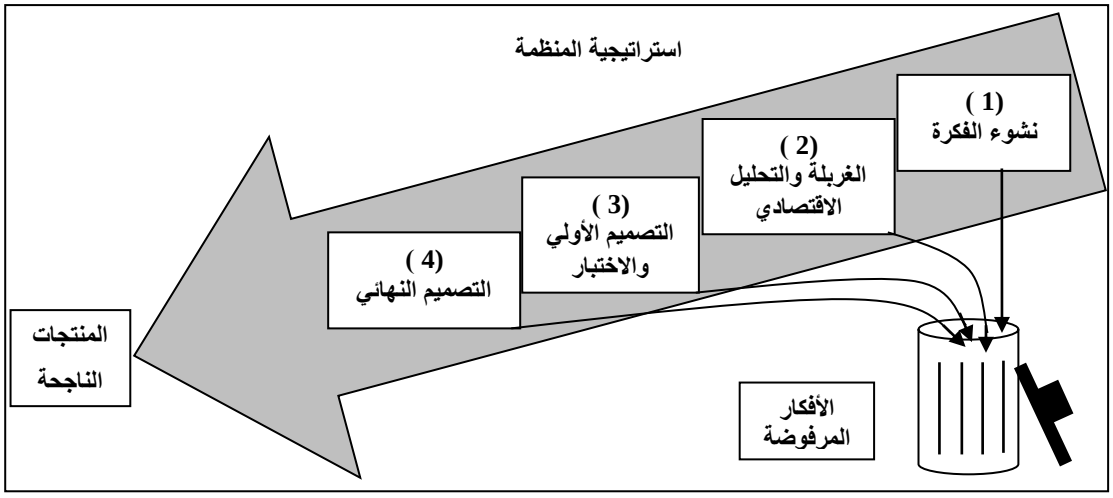
تختبر دراسات الجدوى التسويقية إمكانية تسويق المنتج من ناحية متطلبات الترويج المطلوبة، فضلا" عن قنوات التوزيع المناسبة والتأثير المحتمل للمنتج الجديد في خط المنتجات الحالية ، كذلك الحصة السوقية والقابلية التنافسية للمنظمة. في حين تتوجه دراسات الجدوى الفنية صوب تحديد مستوى توافر الإمكانات الفنية اللازمة لصنع المنتج، ومنها ما يتصل بتوافر عناصر الإنتاج كالآلات والموارد البشرية والمواد الأولية وكذلك مستوى قدرات المجهزين. بينما تهتم دراسات الجدوى الاقتصادية بحجم الاستثمار المطلوب، درجة المخاطرة، المبيعات السنوية المتوقعة، هامش الربح المحتمل، وطول دورة حياة المنتج المتوقعة.

(3): التصميم الأولي والاختبار ــ Preliminary Design & Testing ــ : تحدد مواصفات المواد والأجزاء المكونة، إلى جانب معالم المنتج الوظيفية والجمالية. ثم تبنى وتختبر وتحلل خصائص

التصميم الأولي عبر أنموذج تجريبي وتحت ظروف إنتاج وتسويق فعلية محددة، قبل الإقرار النهائي للتصميم.

(4): التصميم النهائي ــ Final Design ــ : تعالج مشاكل التصميم الأولي وصولاً إلى الهيئة النهائية، ومن ثم تخصص الموارد اللازمة للإنتاج، كما يباشر التسويق بحملته الترويجية من اجل تهيئة السوق المستهدفة لتقبل المنتج الجديد.

تعكس الخطوات الأربعة الطريقة التقليدية المتعاقبة لعملية تطوير المنتج، التي استبدلت بمفهوم الهندسة المتزامنة ــ Concurrent Engineering ــ أو المتوازية ــ Parallel ــ أو المتواقتة -Simultaneous- (Askin & Standridge, 1993:7; Evans, 1993: 174; Hill, 1993: 30; Krajewski & Ritzman, 1996:158). بوصفها مدخلاً تعاونياً لتطوير المنتج، تشترك فيه جميع الوظائف ذات العلاقة، منها التصميم، التصنيع ، التسويق ، التدبير والمالية في الوقت ذاته ضمن فريق عمل تطوير المنتج لتأمين انجاز متطلبات التصميم وضمان القابلية على الإنتاج والتسويق والتمويل، بما يؤمن معالجة مبكرة للمشكلات بكلفة اقل وجودة أعلى ووقت انتظار اقصر.



شكل رقم (3-1) : خطوات عملية تطوير المنتج

Source: Krajewski, Lee J. & Ritzman, Larry P. (1993).”Operation Management: Strategy & Analysis”. (5th ed). Addison-Wesley, USA: 37.

تزداد جودة أداء عملية التصميم عند انخفاض مستوى تكرار وكلفة التغيرات في التصـــميم ســـيما في مرحلة التطوير. ويمكن تحسين أداء هذه العملية عن طريق كل من الآتي :

(1): تخفيض عدد الأجزاء الداخلة في المنتج ما أمكن.

(2): استخدام أجزاء قياسية في صنع نماذج متعددة ضمن الصنف الواحد ، مما يسمح بتقديم تصـــميم معياري ــ Modular Design ــ يقدم خيارات عدة بخصائص مختلفة لكل أنموذج كما في صناعتي المركبات والالكترونيات. إذ تزداد إمكانية شراء تلك الأجزاء بكميات كبيرة تتيح الحصول على خصـــم الكمية فضلاً عن اختزال زمن توفيرها من المنشأ.

(3): تصميم منتج ينسجم مع طبيعة العمليات الإنتاجية القائمة دون الحاجة إلى إعـــادة و/أو تصـــميم عمليات جديدة .

(4): موائمة التصميم المقترح مع إمكانات الإنتاج المتوافرة.

(5): تبسيط عمليات تجميع المنتج.

ب – تأثيرات دورة حياة المنتج في استراتيجية وأهداف أداء العمليات:

تمر المنظمة دورة حياة كما المنتج ، تحدث خلالها تغييرات جوهرية داخلية وخارجية مؤثرة فيها، الأمر الذي يستدعي استراتيجيات حركية تنسجم مع تلك التغييرات. يستعرض الشكل رقم (3-2)، محاور الاهتمام في استراتيجية العمليات وأهداف أدائها خلال دورة حياة المنتج ، نظراً لتغير طبيعة المنافسة ومعايير أداء التأهيل ومن ثم الفوز بالطلب مع اختلاف حجم المبيعات كلما تحرك المنتج من مرحلة إلى أخرى خلال دورة حياته. الأمر الذي يتطلب تغييراً داخلياً ينعكس في استراتيجيات عمليات مرنة استجابة للتغيرات الخارجية المؤثرة على مدار دورة حياة المنتج. إذ يرتكز اهتمام استراتيجية المنظمة في مرحلة التقديم على كيفية زيادة الحصة السوقية في ظل قلة المنافسة، مع التأكيد على مرونة التعامل مع تكرار تغييرات التصميم تماشيا" مع تفضيل الزبون لضمان تأهيل منتجات المنظمة للطلب، وينبغي أن يكون المنتج بمستوى جودة يحافظ على أدائه ويفوز بالطلب. ينتقل محور التركيز في مرحلة النمو إلى الاهتمام بمعيار التنافس على أساس السعر لضمان التأهيل للطلب، وكذلك سرعة

الاستجابة والاعتمادية كأهداف أداء للعمليات تضمن توفر المنتج ومن ثم الفوز بالطلب، مع ضمان مستوى جودة

	التقديم إلى السوق	النمو في السوق	نضوج السوق، استقرار مستوى المبيعات	الانحدار (السوق المشبع)
استراتيجية المنظمة / محاور الاهتمام	– الوقت الأفضل لزيادة الحصة السوقية. – أهمية البحث والتطوير.	– يمكن تغيير السعر أو الجودة أو صورة الشركة. – حصة سوقية قوية.	– الوقت غير كافي لتغيير السعر أو الجودة أو صورة الشركة. – تصبح الكلف التنافسية أكثر حرجة. – موضع تنافسي دفاعي.	– أهمية السيطرة على الكلفة.
الزبائن	المبتكرون	الداخلون الجدد	الجزء الأكبر من السوق	المنسحبون
المنافسون	قلة / أو لا يوجد	عدد متزايد	عدد مستقر	عدد منخفض
الفائزون بالطلب	مواصفات المنتج	التوفر	السعر الأقل التجهيز المعتمد	السعر الأقل
المؤهلون للطلب	الكلفة المدى (التنوع)	السعر المدى (التنوع)	المدى (التنوع) الجودة	الاعتمادية التجهيز
استراتيجية إدارة العمليات / محاور الاهتمام	– أهمية تصميم وتطوير المنتج. – تكرار تغييرات تصميم المنتج والمعالجة. – دورات إنتاج قصيرة. – كلف إنتاج عالية. – نماذج محدودة. – اهتمام في الجودة.	– أهمية التنبؤ. –معوليه المنتج والمعالجة –خيارات وتحسينات المنتج التنافسية. – زيادة الطاقة. – التحول صوب التركيز على المنتج. – تعزيز التوزيع.	– التقييس. – تغييرات ثانوية في المنتج. – طاقة مثلى. – زيادة استقرار المعالجة. – دورات إنتاج طويلة. – تحسين المنتج وتقليص الكلفة.	– تمايز منتج قليل. – تخفيض الكلفة. – طاقة فائضة في الصناعة. – تقليص الفقرات التي لا تعود بهامش جيد. – تخفيض الطاقة.
أهداف أداء العمليات الأساسية	المرونة الجودة	السرعة الاعتمادية الجودة	الكلفة الاعتمادية	الكلفة

شكل رقم (3-2) : تأثيرات دورة حياة المنتج في استراتيجيات العمليات

Sources: - Heizer, Jay & Render, Barry (2012). Operations Management. (10th ed). Parson Education, Inc. USA: 38.

-Slack, Nigle, Chambers, Sturat & Johnston, Robert (2010), "Operations Management 6th ed.: 72.

يحافظ على حصة سوقية قوية لا سيما بعد زيادة حدة المنافسة . ثم يغدو كيفية الدفاع عن الموضع التنافسي بعد أن تستقر المنافسة مركز الاهتمام الأساسي لإدارة العمليات في مرحلة النضوج ، عبر تقليص الكلفة بهدف المحافظة على الربح أو إمكانية تخفيض السعر أو كلاهما، مع أهمية الاستثمار الأمثل للطاقة وزيادة الإنتاجية والتجهيز المعتمد من أجل الفوز بالطلب. فيما تشتد المنافسة السعرية في مرحلة انسحاب الزبائن وانحدار المنتج وانخفاض المنافسة ، وتظهر أهمية التوفر كمعيار للتأهيل للطلب في ما تبقى من السوق، كما يستمر هدف العمليات في تخفيض الطاقة والكلفة.

ب- تطوير العملية:

يشمل تطوير العملية "استخدام وتطوير إجراءات وتطبيقات وآلات جديدة لتحسين طريقة انجاز النشاطات، كاستخدام تصميم جديد للمصنع يخفض مخزون ـWIPـ أو تطوير أساليب تجميع جديدة أو تحسين أنظمة رقابة المخزون" (Pitts & Lei, 1996: 61). وبذا يهدف تطوير العملية إلى تطوير ما مستخدم من تقانة كالإجراءات والأساليب والتطبيقات والآلات أو استخدام أخرى جديدة داعماً وظائف معينة، فيما يدعم تطوير المنتج مجمل وظائف المنظمة.

وتتطرق الفقرة القادمة إلى اختيار وتصميم العملية ومن ثم أنواع التقانات المتقدمة.

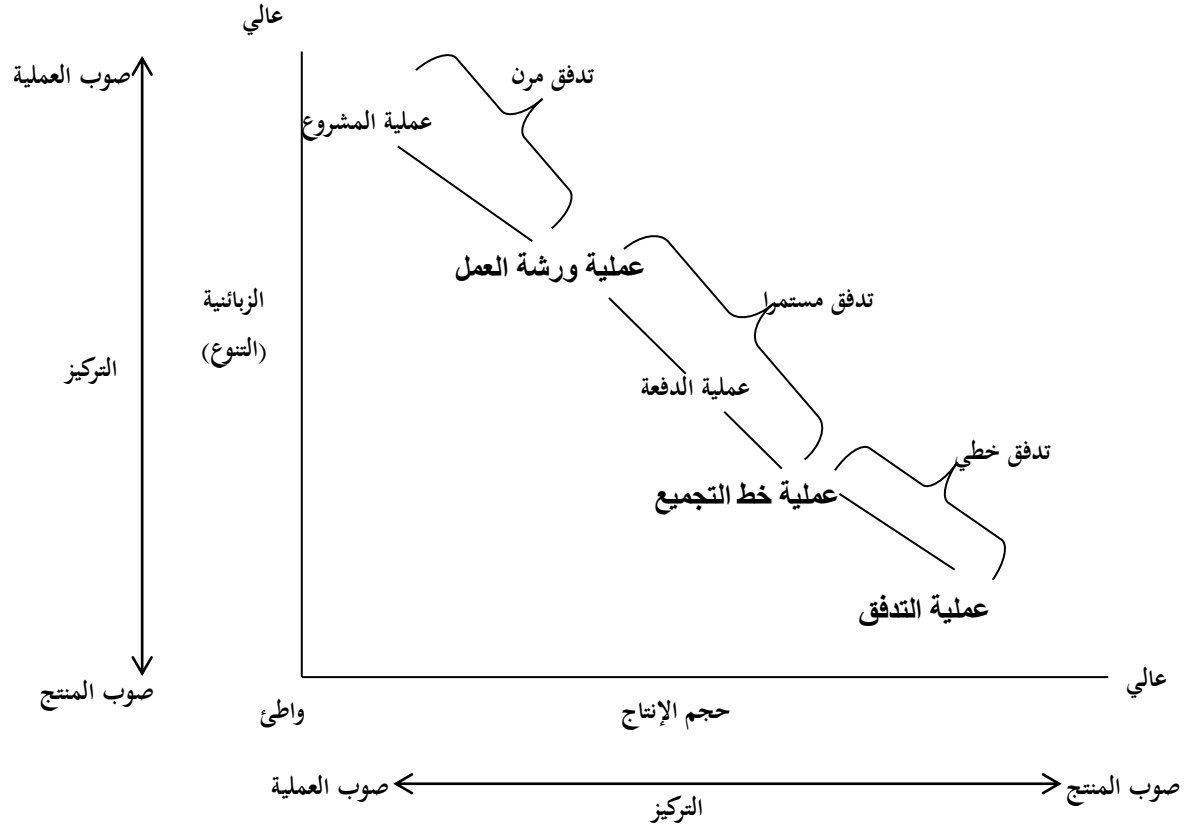
أولاً: اختيار العملية :

يحدد قرار اختيار العملية توجه استراتيجية تركيز المنظمة صوب المنتج أو صوب العملية وفيما إذا كانت الموارد تنظم حول المنتج أو العملية بغية تنفيذ مهمة إدارة العمليات في تحقيق أبعاد تنافسية معينة، وبما ينسجم مع توجه استراتيجية الأعمال .

يوضح شكل رقم (3-3) خيار عملية الإنتاج استناداً إلى حجم الإنتاج ودرجة زبائنية (تنوع) المنتج. ممثلاً باستراتيجيتين رئيسيتين وثالثة وسيطة وفي الآتي إيجازا لكل منها:

(1): استراتيجية تركيز المنظمة صوب المنتج (الصنع لغرض الخزن): إذ يتم تنظيم الآلات والأفراد حول المنتج الذي يصنّع عبر عمليات متعاقبة ذات خط سير منتظم بتدفق ثابت. يتطلب هذا النوع من الاستراتيجية كثافة رأسمالية كبيرة، وبشرية قليلة. كما يمتاز بإنتاج عدد قليل من المنتجات النمطية وبحجم إنتاج كبير استناداً إلى الطلب المتوقع ولكن بتنوع قليل، كما في نظام التدفق المستمر.

(2): استراتيجية تركيز المنظمة صوب العملية (الصنع على وفق الطلب) :تنظم الموارد حول العمليات المتشابهة. إذ يتطلب كل منتج تدفق مرن يختلف بين منتج وآخر. وتكون المنظمة اقل كثافة رأسمالية فيما تزداد فيها الكثافة البشرية ذات المهارات المتنوعة من اجل تقديم مجموعة واسعة من المنتجات الايصائية بدرجة عالية من الزبائنية، كما في نظام ورشة العمل.



شكل رقم (3-3) : استراتيجية تركيز المنظمة صوب المنتج أو العملية

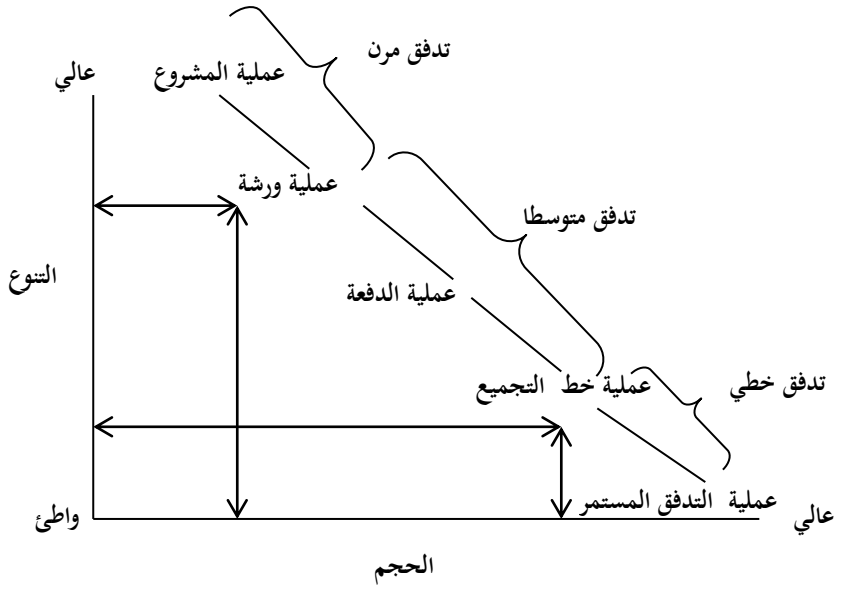
Source: Krajewski, Lee J. & Ritzman, Larry P. (1993). *" Operations Management: Strategy & Analysis* " . (3th ed.). Addison-Wesley, USA: 104.

(3): الاستراتيجية الوسيطة (التجميع على وفق الطلب) : وتقع بين الاستراتيجيتين السابقتين . تقدم حجم إنتاج متوسط بوجبات ذات تنوع معتدل، اعلي من النوع الأول، واقل من النوع الثاني. إذ يمكن تقديم حجم إنتاج منخفض لمنتجات متنوعة بخيارات عدة على وفق طلب الزبون (تدفق مرن) وذلك

عبر تجميع عدد قليل من الأجزاء القياسية التي تصنّع بحجم إنتاج كبير على أساس الخزن (تدفق ثابت) قبل استلام طلبات فعلية من الزبائن ، على أن يكون الطلب على تلك الأجزاء قابلاً للتنبؤ به. في حين لن يكون عملياً و/ أو اقتصادياً خزن المنتجات النهائية نتيجة تعدد الخيارات الزبائنية المحتملة ومن ثم صعوبة التنبؤ بالطلب على كل أنموذج منفرد لتصنيعه مقدماً. وبذا تجمع هذه الاستراتيجية بين استراتيجيتي التركيز المتقدم ذكرهما، كما في نظام الإنتاج بالدفعة.

ثانياً: العوامل المؤثرة في اختيار تصميم العملية:

يقدم شكل رقم (3–4) العوامل المؤثرة في اختيار وتصميم العملية، وفي الآتي إيجازا لكل منها:



حجم واطئ ، تنوع عالي: تكامل عمودي اقل، مرونة موارد اكبر، كثافة رأس مال اقل، مشاركة زبون اكبر، نمط طلب ايصائي (متغير)، جودة منتج تؤمنها الرقابة المحكمة، جودة تصميم عالية، منتج ايصائي.

حجم عالي ، تنوع واطئ: تكامل عمودي أكثر، مرونة موارد اقل، كثافة رأس مال اكبر، مشاركة زبون اقل، نمط طلب مستقر، جودة منتج مقيسة (متجانسة)، جودة مطابقة عالية، منتج معياري.

شكل رقم (3–4) : العوامل المؤثرة في اختيار تصميم العملية

Source: Krajewski, Lee J. & Ritzman, Larry P. (1999).*" Operations Management: Strategy & Analysis "*. (5th ed.). Addison-Wesley, USA: 104.

(1): التكامل العمودي ــ Vertical Integration ــ ويمثل درجة سيطرة المنظمة على سلسلة عرض مدخلاتها من المواد الأولية (المجهزين)، وهذا ما ينضوي تحت مفهوم التكامل العمودي إلى الخلف -Backward Vertical Integration-، فيما يتوجه التكامل العمودي إلى الأمام -Forward Vertical Integration- نحو السيطرة على قنوات التوزيع.

تنخفض فرص التكامل العمودي عند الحجم القليل من الإنتاج. إذ تنخفض جاذبية التكامل العمـــودي إلى الخلف عند التوجه صوب أنظمة الإنتاج على وفق الطلب ، عند التركيز على العملية. إذ تمتاز هذه الأنظمة بتنوع عالٍ يسمح بتقديم منتجات مختلفة تتباين أنواع المواد والأجزاء الداخلة فيها، الأمر الذي يعقد إمكانية السيطرة على سلسلة عرضها عند الدخول في إنتاجها. كما تزداد صعوبة التكامل العمودي إلى الأمام ، إذ يستدعي تنوع المنتجات المقدمة قنوات توزيع متعددة، يتعذر امتلاكها والسيطرة عليهـــا في آن واحد . فيما تزداد جاذبية التكامل العمودي عند التوجه صوب أنظمة الإنتاج، القائمة على أساس الخزن، عند التركيز على المنتج. إذ يبرر حجم الإنتاج الكبير الاستثمار في التكامل العمودي ومع قلـــة تنوع المنتج ، ترتفع إمكانية امتلاك والسيطرة على كل من سلسلة قنوات التوزيـــع وسلســـلة تجهيـــز مدخلات منتج واحد أو قلة من المنتجات ، إذ يساهم التكامل العمودي إلى الخلف في تخفـــيض الكلفـــة، نظراً للتخصص العالي للأفراد، مما ينجم عنه ارتفاع الكفاءة نتيجة تكرار الإنتاج ، فضلاً عـــن زيـــادة الحصة السوقية وتحسين الجودة والتسليم الفاعل قياساً بشراء الأجزاء من الخارج.

(2): مرونة الموارد -Resources Flexibility- المطلوبة: تمثل المرونة إمكانيـــة تعامـــل الآلات والأفراد مع عدد كبير ومتنوع من المنتجات والواجبات والوظائف.

تزداد المرونة كلما كان تصميم المنتج على وفق رغبات الزبون ، بحجم إنتاج قليل وبدورة حيـــاة قصيرة. وهكذا تزداد المرونة عند التوجه صوب أنظمة الإنتاج على وفق الطلب. اذ ترتفـــع الحاجـــة لآلات عامة الأغراض ولأفراد ذو سلسلة واسعة من المهارات لأداء عدة مهام غيـــر متكـــررة عنـــد التعامل مع طلبات متنوعة. فيما تنخفض الحاجة للمرونة عند التركيز على المنتج، في أنظمة الإنتـــاج على أساس الخزن التكرارية المهام والمعيارية المنتجات، ذات التصميم الثابـــت نســـبياً ودورة الحيـــاة الطويلة.

(3): كثافة رأس المال Capital Intensity : تزداد كثافة رأس المال عند التوجه صـــوب التركيـــز على المنتج نظراً لقلة التنوع ،إذ يبرر حجم الإنتاج الكبير لمنتج واحد أو قلة من المنتجات، الاســـتثمار العالي في آلات ذاتية العمل ذات مهام متخصصة تستدعي تدخلاً بشرياً قليلاً (كثافـــة عمـــل منخفضـــة مقابل كثافة رأس مال عالية) مع استغلال مرتفع للآلات. فيما يؤدي حجم الإنتاج الواطئ الى اســـتغلال

منخفض للآلات عند التوجه صوب التركيز على العملية، الأمر الذي لا يبرر شراء آلات ذاتية العمل عالية الكلفة، لا سيما مع ارتفاع كثافة العمل.

(4): مشاركة الزبون ــ Customer Involvement ــ:تتسع مشاركة الزبون عند التوجه صوب التركيز على العملية ،إذ يتدخل الزبون في اختيار وتصميم المنتج ، لا سيما في صناعة الخدمة ، عند تعذر إنتاج وتقديم الخدمة في ظل غياب الزبون، كونه جزءاً أساسياً من عملية الإنتاج مما يستدعي حضوره في مكان وزمان تقديم الخدمة، كما هو الحال في خدمتي الطب أو النقل على سبيل المثال. في حين تنخفض مشاركة الزبون في عملية الإنتاج عند التوجه صوب أنظمة الإنتاج على أساس الخزن ، في التركيز على المنتج ، وقد تختفي تلك المشاركة في نظام الإنتاج المستمر. إذ يتم إنتاج وخزن وتسويق المنتج دون أن يكون الزبون جزءاً من عملية تصميميه أو تصنيعيه.

(5): نمط الطلب -Demand Pattern– : كلما كان الطلب على المنتج مستمراً وقابلاً للتنبؤ به، يصمم نظام الإنتاج على أساس الخزن ، فيما يصمم على وفق الطلب عند صعوبة التوقع بالطلب كونه متغيراً، متفرداً ، وموصى عليه.

(6): جودة المنتج -Product Quality– : يحقق التركيز على المنتج جودة متجانسة نظراً لتكرار العمل في إنتاج منتج معياري ذات مواصفات قياسية بحجم إنتاج كبيرة، مما يؤمن جودة مطابقة ذات معايير محددة عند التركيز على المنتج. بينما تؤدي زيادة كثافة العمل عند التركيز على العملية إلى جودة غير متجانسة لاختلاف مهارات العاملين وكثرة المهام التي يؤدونها ، فضلاً عن تنوع المنتجات وتغير مواصفات وقياسات المنتج بين طلبية زبون إيصائية وأخرى ، مما يستدعي مهارات عالية تؤمن جودة تصميم عالية ورقابة دقيقة تؤمن مستوى الجودة المطلوب.

ثالثاً: تحليل العملية:

يستهدف تحليل تدفق وتعاقب عمليات الإنتاج تحقيق منفعة مثلى ، عبر الاستعانة بمخططات وطرائق خاصة، توثق تفاصيل العملية من اجل تحسين تصميمها، من أهمها:

(1) : خارطة العملية -Process Chart– أو تدفق العملية ، والتي تصف بمعلومات مفصلة انسيابية عملية الإنتاج، عبر تحديد التعاقب الخاص بالنشاطات (العمليات) باستخدام رموز محددة، وكما يأتي:

O المعالجة: تصف حالة تغيير، إضافة، صنع فقرة ما.

→ النقل: وتعكس تحرك الفقرة (مادة ، أداة، جزء، شخص) من موقع لأخر ، أي تغيير مواقع الأشياء والأشخاص.

□ الفحص: وتشير إلى التحقق من فقرة دون تغييرها، من اجل تحديد مستوى قبولها.

D التأخير: ويمثل توقف مؤقت عن العمل مشيراً إلى الانتظار بسبب المادة، الآله و/أو العامل.

▼الخزن: يحدث عند الاحتفاظ بالفقرة إلى وقت آخر.

تصور خارطة العملية جميع النشاطات التي تنجز من قبل العامل أو الآلة على المواد أو مع الزبون ومسار تدفقها.

ويستعرض شكل رقم (3–6) خارطة تدفق عملية دخول صالة الطوارئ. ويظهر فيها خطوات العملية منذ دخول المريض المستشفى حتى مغادرته منها.

يستخدم المحلل هذا النوع من الخارطة لأجل تحسين العملية استناداً إلى فهم جميع جوانبها عن طريق ملاحظة وتسجيل كل خطوة والوقت اللازم لإنجاز كل منها مع تحديد المسافة المطلوبة لكل حركة ، بهدف تقليص عدد الخطوات ومن ثم المسافة والوقت والكلفة. كما قد يتم إعادة تصميم العملية عند إلغاء أو تعديل أو إضافة بعض الجوانب إليها.

(2) : خرائط النشاطات المتعددة -Multiple Activities Charts– ، وتستخدم في تسجيل البيانات الناجمة من المشاهدة الموقعيه لأداء العمليات المتعددة، ومنها مخطط عامل–آلة.

يبين جدول رقم (3–1) العملية التي تؤديها آلة ثقب مسيطر عليها ، وبافتراض كل من الآتي:

(أ) يستغرق العامل دقيقة واحدة في فحص وتحضير ووضع الجزء في الآلة ، وبذا تكون الآلة مشغولة.

(ب) تعمل الآلة على تثقيب الجزء لمدة (3) دقائق، من الدقيقة الثانية حتى الدقيقة الخامسة.

(جـ) يقوم العامل وفي أثناء عمل الآلة بتجميع الجزء السابق مع أجزاء أخرى ووضعه على اللوحة لتحويله إلى المحطة الأخرى، خلال دقيقتان.

سم العملية: دخول صالة الطوارئ الموضوع: مريض مصاب بالكاحل التاريخ: البداية: دخول صالة الطوارئ النهاية: مغادرة المستشفى	الملخص			
	النشاط	عدد الخطوات	الوقت(دقيقة)	المسافة (قدم)
	المعالجة	O	5	23 –
	النقل	→	9	11 815
	الفحص	□	2	8 –
	التأخير	D	3	8 –
	الخزن	▼	–	– –

رقم الخطوة	الوقت (الدقيقة)	المسافة (قدم)	O	→	□	D	▼	وصف الخطوة
1	0,5	15		→				دخول المريض مدخل صالة الطوارئ (مدخل الانتظار).
2	10,00	-	O					جلوس المريض وإملاء استمارة المعلومات .
3	0,75	40		→				اصطحاب المريض من قبل الممرضة إلى مكان المعالجة في صالة الطوارئ.
4	3,00	–			□			تتفحص الممرضة مكان الألم.
5	0,75	40		→				العودة إلى مدخل الانتظار.
6	1,00	–				D		الانتظار لحين توفر سرير شاغر.
7	1,00	60		→				الذهاب إلى السرير في صالة الطوارئ.
8	4,00	–				D		انتظار الطبيب.
9	5,00	–			□			الطبيب يفحص مكان الألم ويستفسر من المريض.
10	2,00	200		→				الممرضة تقود المريض إلى قسم الأشعة.
11	3,00	–	O					الفحص بأشعة (X) من قبل الموظف المختص.
12	2,00	200		→				العودة إلى السرير في صالة الطوارئ.
13	3,00	–				D		انتظار عودة الطبيب.
14	2,00	–	O					يقدم الطبيب التشخيص والوصفة الطبية.
15	1,00	060		→				العودة إلى مدخل الانتظار.
16	4,00	–	O					تسجيل تشخيص الطبيب من قبل الموظف المختص.
17	2,00	180		→				الذهاب إلى الصيدلية.
18	4,00	–	O					استلام الدواء.
19	1,00	20		→				مغادرة المستشفى

شكل رقم (3–6) : خارطة العملية لدخول صالة الطوارئ

Source: Krajewski, Lee J.& Ritzman, Larry P. (1999)." *Operations Management: Strategy & Analysis* ". (5th ed.) Addison- Wesley, USA: 114.

(ء) يتوقف العامل عن العمل في الدقيقة الخامسة بمقدار دقيقة واحدة لحين انتهاء الآلة من تثقيب الجزء.

(هـ) يزيل العامل في الدقيقة الخامسة ،الجزء من الآلة خلال دقيقة واحدة،وبذا تكون الآلة مشغولة ما بين الدقيقة الخامسة والدقيقة السادسة ، لتتوقف عن العمل حتى الدقيقة العاشرة إذ تبدأ بتثقيب الجزء التالي.

(و) ينصرف العامل إلى فحص الجزء المنجز حتى الدقيقة الثامنة فضلاً عن فحص وتحضير الجزء التالي وحتى الدقيقة العاشرة.

يتبين من جدول رقم (3-1) إن وقت الدورة (Cycle Time) يساوي (11) دقيقة من ضمنها(5) دقيقة تبقى الآلة فيها عاطلة عن العمل ، مما يعني إمكانية إنتاج (5.45) جزء فقط في الساعة الواحدة.

جدول رقم (3-1) : خارطة النشاطات المتعددة لآلة ثقب مسيطر عليها رقمياً

العامل	الوقت/ دقيقة	الآلة
وضع الجزء	1	مشغولة
تجميع الجزء السابق	2 3	تعمل
وقت عاطل	4	
إزالة الجزء	5	
	6	مشغولة
فحص الجزء المنجز	7 8	عاطلة
فحص وتحضير الجزء التالي	9 10	

Source: Evans, James R. (1997). *" Production/ Operations Management : Quality, Performance & Value ".* (5th ed.). West Publishing, USA: 355.

ولأجل زيادة الإنتاج ارتأى المحلل تحسين تصميم العملية باستخدام طريقة التجربة والخطأ، عبر أضافة مساعد ، جدول رقم (3-2) . إذ يتم تقسيم العمل بين العامل والمساعد من أجل تقليل وقت العملية الكلي ممثلاً بوقت الدورة إلى (6) دقيقة ، مما يعني زيادة الإنتاجية إلى (10) جزء في الساعة، في حين ينخفض الوقت العاطل للآلة إلى الصفر ، الأمر الذي يبرر إضافة عامل أخر بعد الأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الأخرى كالكلفة والجودة.

جدول رقم (3-2) : خارطة النشاطات المتعددة بعد تحسين تصميم العملية

العامل	المساعد	الوقت	الآلة
وضع الجزء	وقت عاطل	1	مشغولة
فحص الجزء السابق	فحص وتحضير الجزء التالي	2	تعمل
		3	
وقت عاطل	تجميع الجزء السابق	4	مشغولة
إزالة الجزء		5	

Source: Evans, James R. (1997*)." Production/ Operations Management :Quality, Performance & Value ".* (5th ed.). West Publishing, USA: 356.

يتضح مما تقدم أن تحليل تدفق عملية الإنتاج وكيفية تعاقب الخطوات فيها يساهم في إجراء تعديلات على بعض الخطوات، أو حذفها أو إضافة أخرى، مما يعني حدوث تغييرات في طرائق العمل، الآلات، التصميم، ومن ثم التأثير على الكلفة والجودة والإنتاجية، وذلك باستخدام خرائط النشاطات المتعددة في تقييم وإعادة تصميم طرائق بديلة عدة.

3.3: أنواع التقانات المتقدمة:

ينبغي أن تطور المنظمة التقانة القائمة وان تستوعب وتطوّع الجديد منها ، من اجل الحفاظ على استدامة تفوقها التنافسي. وتسهم التقانة المتقدمة المستندة إلى الحاسوب في إحداث تكامل فاعل بين التصميم والتصنيع في مجال تطوير المنتج والعملية. إذ تنضوي أنواعها المختلفة تحت مفهوم التصنيع المتكامل حاسوبياً -Computer- Integrated, Manufacturing, CIM- وفي الآتي توضيح لهذا المفهوم وما يضم من تقانات متنوعة[1(*)]: (O'Brien, 1990:436-442; Dilworth, **1992:218-226; Evans, 1993:274- 276, 280-283; Aquilano et al.,1995:72-75; Dilworth,1996:334-341;Heizer & Render ,1996:324-332;Krajewski & Ritzman, 1996:131-136).**

تتمثل التقانة المتقدمة بنظام التصنيع المتكامل حاسوبياً أو مصنع المستقبل -Future Factory- ويعبر عن تكامل جميع أوجه الإنتاج من طلب الزبون حتى التسليم النهائي ضمن نظام ذاتي العمل يربط وينسق التصميم والتصنيع والتجميع والتوزيع والوظائف الساندة الأخرى عبر قاعدة مشتركة لبيانات شاملة مستخدماً أنواعا عدة من تقانات سبقت تطويره، والآتي موجز عن كل منها:

(1): آلات السيطرة الرقمية الحاسوبية -Computerized Numerical Control,CNC- ظهرت في الخمسينيات وشكلت البداية المبكرة لتقانة التصنيع ذاتي العمل. وتمثل صيغة من آلات قابلة للبرمجة، تنجز معالجات مختلفة لأجزاء متنوعة بدفعات صغيرة ومتوسطة الحجم طبقاً لمجموعة تعليمات سابق برمجتها ، تستلم مباشرة من حاسوبها الذاتي لتتحكم آلياً بنوع المعالجة المطلوبة ، مما يزيد من سرعة ومرونة الإنتاج.

(2): الإنسان الصناعي ــ Industrial Robot ــ استخدم في بداية الستينيات ، ويدعى العامل الفضي اللون ــ Stell –Color ــ تمييزاً له عن الفرد العامل ذي الياقة الزرقاء اللون ــ Blue Color ــ والفرد المشرف ذي الياقة البيضاء اللون ــ White Color ــ ويمثل آلة عامة

[1(*)] **تدعى أيضاً بأنظمة المعلومات الاستراتيجية -Strategic Information Systems, SIS– (O'Brien, 1990: 45) ، لاستنادها إلى قاعدة معلوماتية واسعة.**

الأغراض يمكن إعادة برمجتها على وفق نظام سيطرة حاسوبي لأداء مهمات متنوعة بشكل مستقل عن سيطرة الإنسان ، منها المعالجة ، مناولة المواد والتجميع كما يمكن أن يحوّل من استخدام لآخر. وقد استخدم بشكل واسع في صناعة المركبات والالكترونيات. كما أضيفت له قدرات متقدمة كالقدرة على الإبصار واللمس.

(3): التصميم بمساعدة الحاسوب ــ Computer -Aided Design, CAD ــ يحقق هذا النوع من التقانة مرونة عالية بتقديم هيئات متنوعة عند تصميم منتجات جديدة و/أو تطوير الحالية. إذ تختبر أبعادها البيانية الثلاثة المكونة لشكلها المجسم على وفق خصائص عدة وعلى شاشة الحاسوب مباشرة بسرعة ودقة من دون بناء نماذج فعلية، كما تحاكي المواصفات المصممة لاختبار الأداء تحت ظروف تحميل مختلفة، ثم يعدل ويحوّر التصميم وصولاً إلى الهيئة النهائية. فضلاً عن ذلك ، تنسق قاعدة بيانات التصميم المستخدمة في هذه التقانة جهود الوظائف كافة من اجل ضمان الجودة في أثناء التصميم هذا من جانب، ومن جانب آخر يرافق استخدام ــ CAD ــ نظام آخر هو الهندسة بمساعدة الحاسوب ــ Computer- Aided Engineering, CAE ــ الذي يهتم بمتطلبات التصنيع في أثناء التصميم كقدرات الآلة وطبيعة المعالجة والمناولة من اجل ضمان التصنيع على وفق المواصفات التصميمية المحددة ، إذ تصمم عملية التصنيع من حيث تحديد المدخلات ، مخرجات العملية ، تدفق العمل والطرائق المستخدمة وذلك بهدف تحقيق تصميم قابل للتصنيع ــ Manufacturability Design ــ عبر الاهتمام بقدرات التصنيع أو إعادة تصميمها في مرحلة مبكرة وبما ينسجم مع متطلبات التصميم. وبذا يمكّن نظامي -CAD/CAE– المهندسين من تصميم وتحليل واختبار تصنيع المنتج قبل أن يوجد مادياً.

(4): التصنيع بمساعدة الحاسوب - Computer- Aided Manufacturing, CAM– استندت تقانة ــ CAM ــ إلى مستوى مرتفع من قاعدة المعرفة المرتبطة بتخطيط الإنتاج والسيطرة عليه بعد استخدام -CAD/CAE–. إذ تستخدم تقانة –CAM– للسيطرة على عمليات التصنيع حاسوبياً بما فيها تدفق المواد، عبر تحويل مباشر لمواصفات التصميم النهائي الذي أعده نظام -CAD- إلى خطوات تصنيعية مفصلة تترجم فكرة أنموذج التصميم إلى منتج مادي باستخدام مجموعة آلات،

وبعد تسلم تعليمات الصنع المناسبة لمعالجة جزء معين من قاعدة البيانات الذاتية أو من حاسوب مستقل يربط وينسق الإجراءات فيما بين تلك الآلات.

(5): نظام التصنيع المرن ــ Flexible Manufacturing System, FMS ــ وهو امتداد لمفهوم ــCAMــ . إذ يضم مجموعة آلات معالجة منها ــCNCــ والإنسان الصناعي، تربط فيما بينها بأجهزة مناولة ذاتية العمل كالحزام الناقل والمركبة المسيّرة ذاتياً -Automated Guided Vehicle, AGV- لنقل الأجزاء بين المحطات وفق خط سير منتظم. كما يتكامل أداء آلات المعالجة وأجهزة المناولة عبر حاسوب مركزي يدير ويسيطر على خطوات المعالجة والمناولة ذاتياً بين محطات العمل شبة المستقلة.

(6): أنظمة الخزن والاسترجاع الذاتية -Automated Storage & Retrieval Systems, AS\RS- وتمثل أنظمة خزن واسترجاع ذاتية تستخدم للسيطرة على عملية الخزن في المستودعات عن طريق إتباع تعليمات الحاسوب فيما يتصل بالتزويد والسحب الذاتي من والى الأماكن المحددة.

وبشكل عام تساهم التقانة المتقدمة في تحقيق المزايا الآتية:

- وقت اقصر لتصميم وتصنيع المنتج.
- سرعة في تقديم منتجات جديدة.
- مرونة عالية في حجم الإنتاج ودرجة زبائنيته.
- تسليم فاعل نتيجة انتظام جداول الإنتاج.
- جودة أفضل.
- تقليل المخزون ما بين العمليات.
- كلفة إنتاج اقل.
- زيادة في الإنتاجية.

كما تزداد درجة إسهام التقانة في تحقيق المزايا السابقة كلما كانت أكثر تطوراً. غير أن التركيز على استخدام التقانة المتقدمة قد لا يقود إلى بلوغ التفرد التنافسي، إذ يمكن أن تصبح التقانة سلاحاً تنافسياً او عبئاً ثقيلاً على المنظمة اعتماداً على دقة الاختيار في ضوء اعتبارات عدة، منها الكلفة والخبرة المتوافرة وأهمية بعد المرونة وطبيعة المنافسة وحصة السوق المحتملة لتحقيق العائد المستقبلي المستهدف.

4-3: أساليب اتخاذ القرار في المفاضلة بين منتجات أو طرائق عمليات معينة:

أ- مصفوفة التفضيل -Preference Matrix– :

غالباً ما تتخذ القرارات ومنها قرار اختيار منتج أو طريقة عملية معينة تحت مواقف ذات عوامل نوعية متعددة يتعذر التعبير عنها كمياً. ولأجل أن يكون القرار أكثر موضوعية تستخدم طريقة التقييم النوعي بالنقاط -Factor –Rating Method- أو ما يعرّف بمصفوفة التفضيل كونها تضع أوزانا تفضيلية لكل من تلك العوامل.

تمثل مصفوفة التفضيل، جدولاً يساعد المدير في تقييم عدة بدائل طبقاً إلى معايير أداء متعددة تعكس عواملاً مؤثرة ، تختارها الإدارة. مع تحديد وزن كل عامل طبقاً إلى أهميته النسبية للإدارة ولأهداف المنظمة. ثم يقيم فريق عمل متخصص هذه العوامل على أساس نقاط أو درجات مختارة لمقياس التقييم من الأسوأ إلى الأفضل (0-1 ، 1-10 أو 10-100 نقطة) . وتختار النتيجة النهائية ذات التقييم الموزون الأعلى الناتج عن جمع حاصل ضرب تقييم كل عامل مع وزنه.

أمثلة رياضية :

مثال رقم (3–1):

تدرس شركة الصناعات الالكترونية تقديم صنف جديد من التلفاز ذو شاشة مسطحة عوضاً عن تقديم صنف حديث من الحاسوب أكثر تطوراً. ويظهر الجدول التالي قائمة بالعوامل النوعية التي حددت الإدارة أهميتها النسبية مع أوزان تلك العوامل لكلا المنتجين.

العامل	الوزن (الأهمية بالنسبة للمنظمة) مقياس (0–1)	تقييم العوامل مقياس من (100) نقطة		النقاط الموزونة	
		التلفاز الجديد	الحاسوب الجديد	التلفاز الجديد	الحاسوب الجديد
الفرصة السوقية	0,25	90	60	22,50	15,0
متطلبات التسويق	0,05	50	60	2,50	3,0
إمكانية التصنيع	0,39	95	70	37,05	27,3
الميزة التنافسية	0,21	60	70	12,60	14,7
هامش الربح للوحدة	0,10	85	80	8,50	8,0
المجموع	1,00	----	----	83,15	68

منتج التلفاز الجديد= 0,25×90 + 0,05×50 + 0,39× 95+ 0,21 × 60 + 0,10 × 85 =83,15

منتج الحاسوب الجديد = 0,25 × 60 +0,05× 60 × 0,39+ 60 × 0,21 + 70 × 0,10 × 80 = 68

وبذا يعد منتج التلفاز الجديد ، الخيار الأفضل إذ سجل أعلى مجموع من التقييم الموزون في ضوء العوامل الأكثر أهمية من وجهة نظر الإدارة. إلا انه ينبغي الأخذ بعين الاعتبار العوامل التي يمكن التعبير عنها كمياً.

مثال رقم (3-2):

تفاضل الشركة العامة للصناعات الجلدية بين ثلاث بدائل مقترحة لتقديم تصميم جديد للألبسة الجلدية، وقد تم تشكيل فريق متخصص لتقييم العوامل الأكثر أهمية في قرار اختيار التصميم الأفضل، بعد تحديد وزن كل عامل وكما يلي:

العامل / التصميم	تفضيل الزبون	توافر الإمكانية الفنية	الكلفة	الحداثة
A	60	30	40	40
B	20	20	30	20
C	50	40	60	70
الأهمية النسبية (الوزن)	؟	0,40	؟	0,30

فيما وزع الوزن المتبقي على العاملين الآخرين بالتساوي .

المطلوب /استخدام طريقة العوامل النوعية أو التقييم بالنقاط لتحديد التصميم الأفضل.

الحل:

التصميم / العامل	التصميم -A-	التصميم -B-	التصميم -C-
تفضيل الزبون	60× 0,15 =9	20×0,15=3	50×0,15=7,5
توفر الإمكانية الفنية	30×0,40=12	20×0,40=8	40×0,40=16
الكلفة	40 ×0,15=6	30×0,15=4,5	60×0,15=9
الحداثة	40×0,30=12	20×0,30=6	70×0,30=21
المجموع	39	21,5	53,5

استناداً إلى نتائج التقييم الموزون يعد التصميم -C– الأفضل لتسجيله اكبر عدد من النقـــاط الموزونـــة، بعد أن تم احتساب وزن (15%) لكل من عاملي تفضيل الزبون والكلفـــة ، ليكـــون مجمـــوع الأوزان يساوي (100%).

مثال رقم (3–3):

تدرس إدارة الشركة العامة للصناعات الكهربائية إمكانية تصنيع مكيف هواء ذو وحـــدة منفصـــلة ويظهر الجدول التالي معايير الأداء، أوزانها النسبية ونقاط تقييم كل منها. في الوقت ذاتـــه، تـــم تقيـــيم فكرة التعاقد مع مقاول ثانوي -Subcontractor- لتصنيع مكيف الهواء، وسجلت نتيجة التقييم الكلية التي أجراها فريق عمل متخصص شكل لهذا الغرض (800) نقطة. هل يفضل تصنيع مكيف الهـــواء من قبل الشركة أم عن طريق أسلوب المقاولة الثانوية أو الفرعية.

معايير الأداء	الوزن	مستوى التقييم مقياس من (10) نقطة	النقاط الموزونة
مستوى المهارة المطلوبة	30	9	270
هامش الربح للوحدة	30	10	300
إمكانية التصنيع الفنية	15	9	135
توافر المواد الأولية	10	10	100
متطلبات الاستثمار	10	1	10
الجودة	5	5	25
المجموع	100	--	مجموع التقييم الموزون (840)

بما إن مجموع النقاط الموزونة تساوي (840) نقطة وهي أعلى من مجموع نقاط تقييم فكـــرة المنتج الثاني والبالغة (800) نقطة، لذا ننصح الشركة بتقديم مكيف الهواء إلى السوق.

ب– تحليل مستوى التعادل -Break –Even Analysis-:

يستخدم تحليل مستوى التعادل الطريقتين الجبرية والبيانية لتقييم المنتجات الجديدة وطرائق العمليات المختلفة ، من اجل تحديد مقدار التغير الضروري في الحجم للانتقال من بديل إلى آخر.

ومن اجل تقييم فكرة منتج جديد أو تقييم أداء آخر قائم، يتم إيجاد مستوى التعادل، ويمثـــل الحجـــم الذي يتساوى عنده الإيرادات الكلية مع الكلف الكلية ومن ثم إمكانية تحديد مستوى المبيعات المطلوب لأجل أن يكون بديلاً ما استثماراً مربحاً، وذلك باستخدام المعادلات الآتية :

العوائد الكلية = الكلفة الكلية

سعر البيع للوحدة × الحجم = مج الكلفة الثابتة + (الكلفة المتغيرة للوحدة × الحجم)

الحجم (سعر البيع للوحدة – الكلفة المتغيرة للوحدة) = مج الكلفة الثابتة

$$\text{حجم مستوى التعادل} = Q = \frac{\text{مج الكلفة الثابتة}}{\text{سعر البيع للوحدة – الكلفة المتغيرة للوحدة}} = \frac{F}{P-V}$$

إذ أن:

Q: Quantity (الكمية)
F= Fixed Cost (الكلفة الثابتة)
P= Price (السعر)
V= Variable Cost (الكلفة المتغيرة للوحدة).

أمثلة رياضية :

مثال رقم (3-4):

ينوي مصرف بغداد تقديم خدمة مصرفية جديدة بسعر (250) دينار لكل زبون، وبكلفة ثابتة سنوية تبلغ (300000) دينار، مع كلفة متغيرة للزبون الواحد (100) دينار، ما كمية التعادل لهذه الخدمة، باستخدام الطريقتين الجبرية والبيانية:

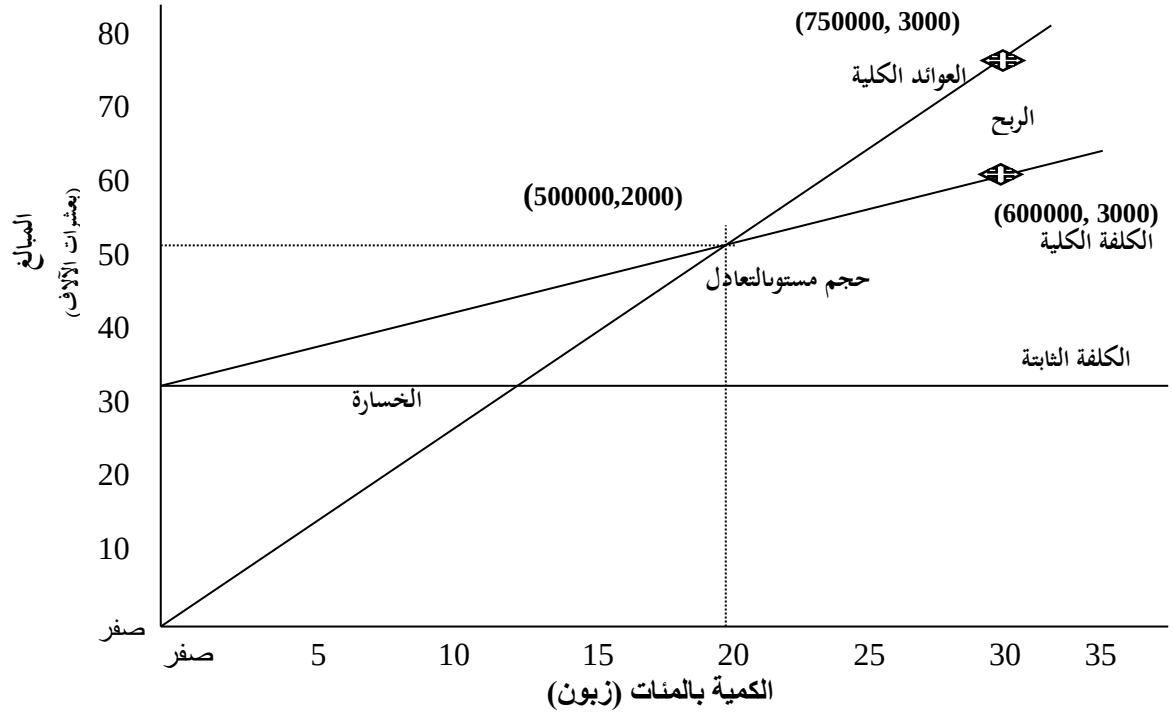
$$\text{مستوى التعادل} = \frac{\text{مجموع الكلفة الثابتة}}{\text{سعر البيع للوحدة – الكلفة المتغيرة للوحدة}}$$

$$= \frac{300000}{250 - 100} = 2000 \text{ زبون}$$

لأجل استخراج الحل بيانياً، يُرسم خطان أحدهما للكلف الكلية والآخر للعوائد الكلية، بافتراض مستويين من المخرجات ،احدهما (Q = صفر) ، والثاني (Q = 3000 زبون) وبالإمكان استخدام أية مستويات أخرى.

الكمية (عدد الزبائن)	الكلفة الكلية (300000 كلفة ثابتة + 100 كلفة متغيرة للوحدة × Q)	العوائد الكلية (250 سعر البيع للوحدة × Q)
صفر	300000+ 100× صفر =300000	250× صفر = صفر
3000	600000=3000 ×100+300000	750000=3000 ×250

وباستخدام النقطتين (صفر، 000 300) و (3000، 000 600)، يمكن رسم خط الكلفة الكلية، فيما يمتد خط العوائد الكلية بين النقطتين(صفر، صفر) ، (3000 ,000 750)، وكما في شكل رقم (3-7).



شكل رقم (3-7) تحليل مستوى التعادل بيانيا

كما يمكن استخدام تحليل مستوى التعادل للمفاضلة بين بديلين عن طريق إيجاد الكمية التي تتساوى عندها كلفتي البديلين ، عبر استخدام المعادلات الآتية :

الكلفة الكلية للبديل الأول = الكلفة الكلية للبديل الثاني

{مج الكلفة الثابتة + (الكلفة المتغيرة للوحدة × الحجم)} للبديل الأول= {مج الكلفة الثابتة+ (الكلفة المتغيرة للوحدة × الحجم)} للبديل الثاني

مج الكلفة الثابتة للبديل الأول – مج الكلفة الثابتة للبديل الثاني = {الكلفة المتغيرة للوحدة × الحجم} للبديل الثاني – {الكلفة المتغيرة للوحدة × الحجم} للبديل الأول

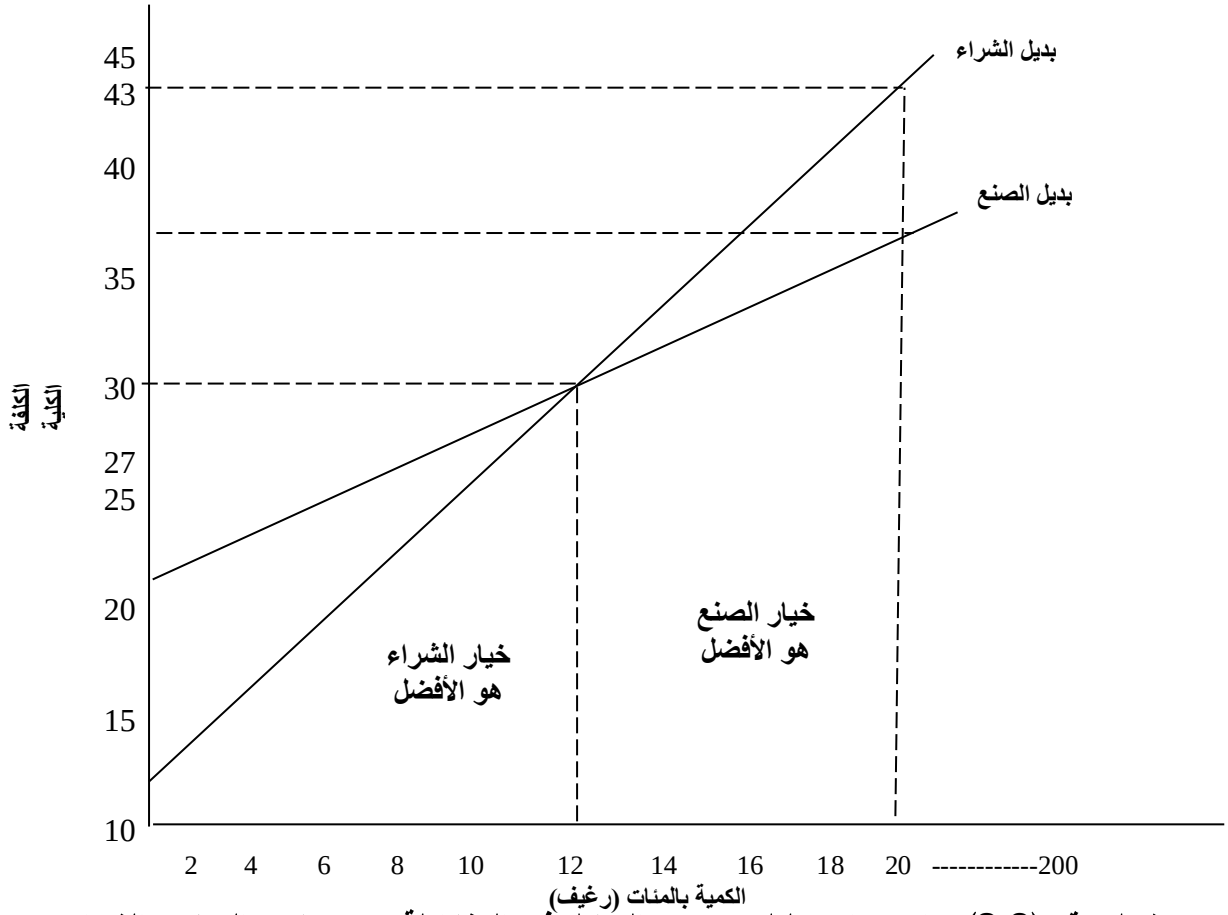
$$\therefore \text{مستوى التعادل} = Q = \frac{\text{مج الكلفة الثابتة للبديل الأول – مج الكلفة الثابتة للبديل الثاني}}{\text{الكلفة المتغيرة للوحدة للبديل الثاني ــ الكلفة المتغيرة للوحدة البديل الأول}} = \frac{F_1-F_2}{V_2-V_1}$$

مثال رقم (3-5):

يدرس مدير مطعم النهرين قرار تصنيع الخبز داخل المطعم الذي يتطلب كلفة ثابتة قدرها (15000) دينار وكلفة متغيرة للوحدة تبلغ (10) دينار، في حين يكلف خيار شراء الخبز من أفران محلية ما قيمته (20) دينار لكل وحدة. وبكلفة ثابتة قدرها (3000) دينار تتعلق بمعدات نقل الخبز. وقدر مدير المطعم حاجته بمقدار (2000) رغيف خلال الفترة ، أي البديلين أفضل مع افتراض عدم تأثير القرار على العوائد؟

$$\text{مستوى التعادل للبديلين} = \frac{\text{مج الكلفة الثابتة لبديل الصنع – مج الكلفة الثابتة لبديل الشراء}}{\text{الكلفة المتغيرة لشراء الرغيف الواحد – الكلفة المتغيرة لصنع الرغيف الواحد}}$$

$$= \frac{15000 - 3000}{20 - 10} = \frac{12000}{10} = 1200 \text{ وحدة مستوى التعادل، شكل رقم (3–8)}$$



شكل رقم (3-8): استخدام تحليل مستوى التعادل في المفاضلة بين خياري الصنع والشراء

وبذا يكون قرار تصنيع الخبز عند حجم مبيعات متوقع قدره (2000) وحدة هو الأفضل استناداً إلى كل مما يأتي:

أولاً- انخفاض مستوى التعادل الذي يغطي تكاليف التصنيع عند (1200) وحدة وهو اقل من مستوى المبيعات المتوقع البالغ (2000) وحدة.

ثانياً- يفضل البديل ذو الكلفة الثابتة الأعلى بعد مستوى التعادل ويمثل بديل الصنع في هذا المثال. إذ سيعوض انخفاض الكلفة الثابتة للوحدة الواحدة ارتفاع الكلفة المتغيرة بمجموعها. فيما يعتمد البديل ذو الكلفة الثابتة لأوطئ قبل مستوى التعادل، أي بديل الشراء ، إذ ستبدأ الكلفة المتغيرة بالارتفاع بعد نقطة

التعادل مما يقلل من ميزة انخفاض الكلفة الثابتة كما سيتضح عند التحقق من نتائج الطريقة الجبرية عن طريق حل المثال بيانياً ، شكل رقم (3–6) وكما يأتي:

الكمية (رغيف)	الكلفة الكلية (بديل الصنع)	الكلفة الكلية (بديل الشراء)
صفر	15000+ 10× صفر =15000	3000+ 20× صفر = 3000
2000	15000+10× 2000=35000	3000+ 20× 2000=43000

وبرسم خطي الكلف للبديلين بدلالة مستويين من الحجم، يحدد البديل الأفضل ويمثل خيار الصنع ذو منحنى الكلفة الأقل عند حجم المبيعات المتوقع.

مثال رقم (3-6):

تفاضل إدارة شركة الوطن للأجهزة الكهربائية المحدودة بين ثلاث طرائق تصنيع جديدة لأجل تقديم إحدى منتجاتها بطراز حديث ، وقد أظهرت الدراسات إن تقديرات الكلفة الثابتة السنوية هي (40000 ، 70000 ، 120000) دينار لكل طريقة على التوالي ، فيما قدرت الكلفة المتغيرة للوحدة (70 ، 40 ، 20) دينار على التوالي ، ما هي الطريقة الأفضل اقتصادياً لحجم طلب متوقع قدره (3000) وحدة.

$$\text{مستوى التعادل بين طريقتي (A ، B)} = \frac{\text{مج الكلفة الثابتة (A-B)}}{\text{الكلفة المتغيرة للوحدة (B- A)}}$$

$$= \frac{\text{(A) 40000 – (B) 70000}}{\text{(B)40 – (A)70}}$$

$$= \frac{30000}{30} = 1000 \text{ وحدة}$$

$$\text{مستوى التعادل بين طريقتي (B ، C)} = \frac{\text{(B) 70000 – (C) 120000}}{\text{(C) 20 – (B) 40}}$$

$$= \frac{50000}{20} = 2500 \text{ وحدة}$$

استناداً إلى النتائج أعلاه، تعد طريقة (A) الأفضل حتى مستوى (1000) وحدة كونها الأقل كلفة كلية، فيما تفضل طريقة (B) ما بين (1000 – 2500) وحدة لذات السبب ، في حين يرجح استخدام طريقة (C) بعد حجم (2500) وحدة ، إذ ستمثل الطريقة الأقل كلفة بعد هذا المستوى .كما يتبين من شكل رقم (3–9) ، الذي يقدم الحل البياني باستخدام النقاط الآتية:

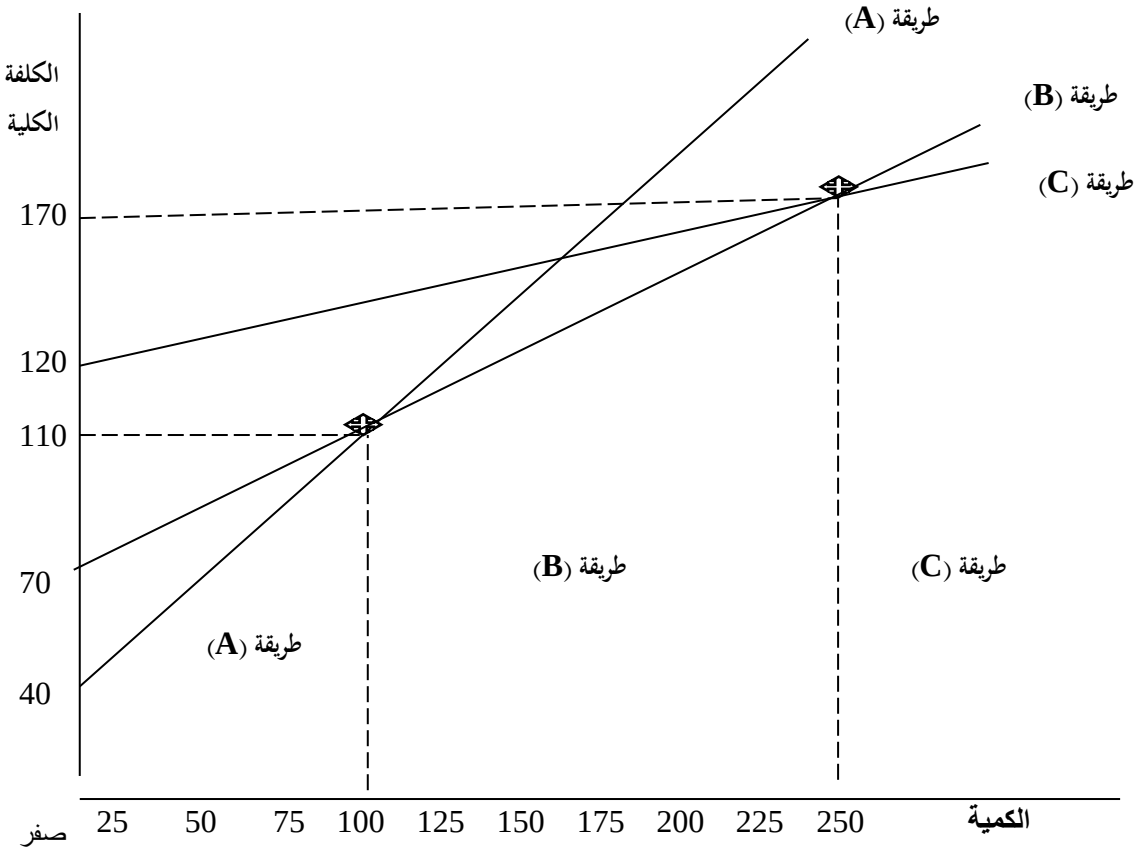
أولاً– رسم خط كلفة طريقتي (A ، B) بدلالة نقاط تعادلهما (1000) وحدة ، أو أي مستوى آخر.

الكمية	الكلفة الكلية (طريقة A)	الكلفة الكلية (طريقة B)
صفر	40000= (70× صفر) +40000	70000 = (40 × صفر) + 70000
1000	110000= (1000 ×70) +40000	110000 = (1000 × 40) + 70000

وبذا يمتد خط كلفتي طريقتي (A ، B) بين نقطتي (صفر ، 40000) ، (1000 ، 110000) و(صفر ، 70000) ، (1000 ، 110000) على التوالي.

ثانياً– تحديد نقاط خط كلفة طريقة (C) بدلالة مستوى التعادل مع طريقة (B) أو أي مستوى آخر.

الكمية	الكلفة الكلية (طريقة B)	الكلفة الكلية (طريقة C)
صفر	70000+ (40× صفر) = 70000	(20 × صفر) + 120000 =120000
2500	170000= (2500×40) +70000	170000= (2500× 20) + 120000



شكل رقم (3-9) : استخدام تحليل مستوى التعادل للمفاضلة بين ثلاث بدائل (طرائق)

ويتضح من الشكل السابق انخفاض خط كلفة الطريقة الأفضل عن مستوى خط كلف الطرائق الأخرى لغاية مستوى حجم معين بوصفها الطريقة الأقل كلفة عند ذلك المستوى من الحجم. ومن الجدير بالإشارة انه يمكن استخدام الطريقتين السابقتين في المفاضلة بين مواقع المصنع المقترحة.

أسئلة ومسائل الفصل الثالث

س1: تتألف عملية تطوير المنتج من مراحل أربعة متعاقبة، تكلم عن كل منها.

س2: يستند خيار عملية الإنتاج إلى بعدين رئيسين هما حجم الإنتاج وتنوع المنتج، ما هي استراتيجيات اختيار العملية وكيف تتباين في ضوء هذين البعدين.

س3: تتباين العوامل المؤثرة في اختيار تصميم العملية على وفق بعدي الحجم والتنوع، وضح باختصار.

س4: يتكون التصنيع المتكامل حاسوبياً -CIM– من عدة تقانات منها ، CAM ،-FMS CAD- ، وضح المقصود بكل منها، مع ذكر ما تقدمه التقانة الحديثة من مزايا.

س5: ينوي مكتب الاستقلال للحسابات استخدام طرائق جديدة في معالجة الحسابات عبر المفاضلة بين أربعة طرائق، وقد تم تحديد ثلاث مجموعات من العوامل تُقيم على أساس مقياس من (5) درجات، اوجد الطريقة الأفضل إذا كان وزن كل عامل من عوامل الكلفة (0,02) و (0,3) وزن كل عامل من عوامل إمكانية التطبيق و(0,12) وزن كل عامل من العوامل المتبقية، ويوضح الجدول الآتي تلك العوامل ونقاط تقييم كل منها على وفق كل طريقة.

العوامل	مستوى التقييم - مقياس من (5) درجات			
	A	B	C	D
أولا: عوامل الكلفة:				
1. كلفة المعالجة لكل نسخة	2	2	4	5
2. كلفة الأعداد	2	4	4	4
مج عوامل الكلفة	4	6	8	9
ثانياً: عوامل إمكانية التطبيق:				
3. سهولة الفهم والتطبيق	5	3	3	3
4. القدرة على التعبير عن المحتوى	3	2	2	5
مج عوامل إمكانية التطبيق	8	5	5	8
ثالثاً: عامل الدقة:				
5. مستوى الدقة	3	4	5	5
رابعاً: العوامل الأخرى:				
6. توافر المهارة المطلوبة	4	2	3	5
7. توافر البرامجيات الحاسوبية	3	1	2	4
مج العوامل الأخرى	7	3	5	9

س6: تفاضل شركة العربي المحدودة بين أربعة بدائل تصميمية لتقديم منتج جديد ، وقد حـــدد فريـــق التطوير (10) عوامل ذات أهمية في تقييم تلك البدائل وعلى وفق مقياس مـــن (1–5) درجـــات لكل عامل، مع تحديد وزن لأهمية العوامل التنافسية بـــ (0,70) و(0,30) لمجمـــوع العوامـــل الأخرى.

معايير الأداء	مستوى التقييم – مقياس من (5) درجات			
	A	B	C	D
أولا: العوامل التنافسية:				
1. مستوى الجودة	5	5	2	5
2. جاذبية المنتجات المنافسة	4	3	3	5
3. كلفة التصنيع	4	2	4	1
مج العوامل التنافسية	13	10	9	11
ثانياً: العوامل الفنية:				
4. توافر المهارة المطلوبة	5	1	4	5
5. توافر التقانة اللازمة	4	2	3	3
مج العوامل الفنية	9	3	7	8
ثالثاً: العوامل التسويقية:				
6. الفرصة السوقية	5	3	1	5
7. توافر قنوات التوزيع	2	1	3	2
8. فاعلية البرامج الإعلانية المطلوبة	3	5	2	1
مج العوامل التسويقية	10	9	6	8
رابعاً: العوامل البيئية والقانونية:				
9. الموائمة مع قوانين حماية البيئة	5	4	2	5
10. الانسجام مع التشريعات الحكومية	3	2	4	1
مج العوامل البيئية والقانونية	8	6	6	6

س7: تدرس شركة السلام المحدودة ثلاثة بدائل تصميمية لتقديم نوع جديد من الكراسي البلاستيكية ، ما هو التصميم الأكثر اقتصادياً ، لحجم طلب يقدر بـ (15000) وحدة ، استناداً إلى بيانات دراسات وتحليل أنواع الكلف المدرجة في الجدول التالي

التصاميم / الكلف (دينار)	التصاميم		
	A	B	C
كلفة العمل للوحدة	0,7	0,8	0,9
كلفة المواد الأولية للوحدة	0,4	0,4	0,8
كلفة الآلات	50000	45000	35000
كلفة معدات إضافية	-	-	5000

س8: يُقيم مدير العمليات ثلاث طرائق لعملية تطوير إحدى المنتجات القائمة ، وتم اختيار الأكثر اقتصادية في ضوء بيانات الكلفة المبينة تفاصيلها في الجدول الآتي:

الكلف / الطرائق	الكلف (دينار)			
	كلفة ثابتة	كلفة متغير للوحدة		
		مواد أولية	عمالة	مصاريف صناعية غير مباشرة
A	10000	0,7	0,55	1,00
B	30000	0,8	0,60	0,75
C	25000	0,8	0,70	0,70