كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة الموصل تنمية الرافدين العدد 97 مجلد 32 لسنة 2010
ص ص[117-136]

# (GBOM) مدخل استراتيجي لمعالجة التنويع العالي في نظام الإيصاء الواســـع

**الدكتورة عقيلة مصطفى الأتروشي**
أستاذ- المعهد التقني
الموصل
Dr.akela08@yahoo.com

**الدكتورة سماء طليع العبيدي**
مدرس- كلية علوم الحاسبات والرياضيات
جامعة الموصل

**أمية غانم عبد الجبار**
مدرس مساعد- المعهد التقني
الموصل

## المستخلص

**يتناول البحث فلسفة جديدة للتخطيط والسيطرة على المواد والأجزاء في عمليات الإنتاج وفق الايصاء ولحجم دفعات صغيرة في ظل التنويع العالي. إذ تعد (GBOM) معالجة برمجية كفوءة للكميات الهائلة من البيانات التي تتولد نتيجة العدد الكبير من التراكيب الفنية المرافقة لكل تنويع، وذلك من خلال الاحتفاظ بالتركيبة الفنية العامة لفصيلة المنتوج فقط.**

**تتجسد الأهداف الأساسية للبحث في بناء قاعدة بيانات بإمكانيات (Oracle) تعتمد في هيكلها على صياغة تركيبة فنية عامة لفصيلة المنتج، ويتم الاحتفاظ بها ويشتق منها التركيبة الفنية لكل تنويع، وذلك بعد أن يختار الزبون المواصفات على وفق منطق المعالجة لـ (GBOM) وبحوار مباشر مع الشركة المصنعة. هذا ويتضمن البحث متابعة لمفهوم وآلية (GBOM) من خلال تطبيق البرمجيات المصممة بوصفها دراسة حالة لأحد منتجات الشركة العامة لصناعة الأثاث المنزلي في الموصل.**

# (GBOM) A Strategic Approach for Treating High Variety in Mass Customization System

**Aqeela Al-Atrooshi (PhD)**
Professor
Mosul Technical Institution
Dr.akela08@yahoo.com

**Samaa T. Al-Ubaidy (PhD)**
Lecturer
Department of Computer Sciences
University of Mosul

**Umaia G. Abd al-Jabbar**
Assistant Lecturer
Mosul Technical Institution

## Abstract

This paper adopts anew philosophy for planning and controlling materials and parts which are necessary for customization production in small payments under high variety.

تأريخ استلام البحث 2008/5/25 تأريخ قبول النشر 2008/11/9

GBOM is a an effective programmed treatment for large volumes of data which are associated with the great number of technical formula of every variety. This is achieved through maintaining the general technical formulae of the product species only.

The main objectives of this paper is building a data base depends on establishing a general formulae for the product species. This formulae is maintained to be the origin of every next formulae of another product. This actually takes place when every customer select his/her specification according to the treatment system of GBOM throng a direct dialogue with the manufacturing company. The paper also includes an illustration for the concept and mechanism of GBOM by applying the designed software on a case study, which is represented by a product of the general company for manufacturing furniture in Mosul.

## 1. المقدمة وبيئة المشكلة

ليس بخاف أن الإنتاج على وفق فلسفة الإيصاء الواسع **(M**ass **C**ustomization **M**anufacturing) يواجه تحديات كبيرة وملازمة للتغييرات والمستجدات التي تخص عمليات التصميم والتصنيع للمنتجات ذات التنويع العالي. فنظم الإنتاج والعمليات التقليدية وبمراحلها ومداخلها المختلفة أصبحت غير قادرة بسماتها وخصائصها الوقوف أمام تلك التحديات وذلك بسبب (Du, 2005, 2):

1. الصعوبة في تحديد التنويع المحتمل في المنتجات المزمع إنتاجها، أي أن التنبؤ عن الإنتاج غير متاح لأن الإنتاج في **(MCM)** يبدأ عند حدوث الطلب.
2. طبيعة وأبعاد التصميم في هذه النظم مهيأة لعدد محدود من المنتجات، وبذلك من الصعوبة تحقيق الاستجابة السريعة لطلبات وتفضيلات الزبائن.
3. الترتيب الداخلي لخطوط الإنتاج غير مؤهلة للتغييرات المستمرة والمتكررة.

وتتمحور **مشكلة البحث** في أن هذه النظم تعالج كل تنويع في المنتج كأنه منتج جديد، وذلك من خلال تحديد تركيبة فنية لكل نوع. وإذا كان هذا المنطق في المعالجة يلائم بيئات التصنيع ذات التنويع المنخفض فإنه لا يفيد عمليات التصنيع عندما يمنح الزبون درجة عالية من الحرية لتحديد مواصفات وخصائص المنتج. والمعضلة هي: أن عدداً كبيراً من التراكيب الفنية تحدث للمنتج الواحد في الوقت الذي هناك عدد كبير من الخصائص المتوافقة والمشتركة بين هذه التراكيب.

فمن أول الأمور التي فكر بها القائمون على إدارة عمليات الإنتاج هي تطبيق فلسفة تكنولوجيا المجاميع (Group Technology) وتقسيم المنتجات إلى فصائل (Families). وإذا تمعنا في فلسفة **(GT)** لتبين بوضوح أن دعم التنويع هو الذي يأخذ المقدمة في فصائل قد هيأت الوسائل الكفيلة لتطبيق التركيبة الفنية العامة **(G**eneric **B**ill **o**f **M**aterial ***GBOM*)** للمنتج. ونظراً لتنوع حاجات الزبائن وتفضيلاتهم باتت الاستعانة بالتركيبة الفنية العامة للمنتج من المسائل الحتمية لإدارة التنويع العالي بكفاءة. ومعها تبرز **الأهمية العلمية للبحث** من خلال حداثة الموضوع ضمن الدراسات والبحوث المحلية وعلى المستوى النظري والتطبيقي، فضلاً عن أن فلسفة ***(GBOM)*** تمنح الزبون حرية كاملة لاختيار خصائص المنتج بغية إكساب المنتج خصوصية معينة في إطار بعض القيود العملياتية الخاصة

بالتصميم والتصنيع. وبالاتجاه نفسه **تعد (*GBOM*) معالجة برمجية كفوءة للكميات الهائلة من البيانات التي تتولد نتيجة العدد الكبير من التراكيب الفنية المرافقة لكل تنويع**، وذلك من خلال الاحتفاظ بالتركيبة الفنية العامة لفصيلة المنتج فقط . بينما **تتجسد الأهداف** الأساسية للبحث في:

1. بناء قاعدة بيانات بإمكانيات (Oracle) تعتمد في هيكلها على صياغة تركيبة فنية عامة لفصيلة المنتج، ويتم الاحتفاظ بها ويشتق منها التركيبة الفنية لكل تنويع، وذلك بعد أن يختار الزبون المواصفات وعلى وفق منطق المعالجة لـ (GBOM) وبحوار مباشر مع الشركة المصنعة.
2. تطبيق البرمجيات المصممة بوصفها دراسة حالة لأحد منتجات الشركة العامة لصناعة الأثاث المنزلي في الموصل.

ولغرض الدخول إلى صلب الموضوع يفترض تأشير أهم الدراسات التي تناولت (GBOM) كمعالجة كفؤة لإدارة التنويع العالي للمنتوج والعملية:

1. تناول (Olsen,1997,29-45) في بحثه تصميم تركيبة فنية عامة (GBOM) لتوفير مرونة عالية لوصف التنويع في المنتج. إذ يوفر هذا التصميم الحرية الكاملة للزبون في تحديد المواصفات على وفق رغباته وتفضيلاته، واستناداً إلى هذه المواصفات يتم تحديد التركيبة الفنية للمنتوج.
2. قام فريق عمل من المهتمين بتوفير متطلبات الإنتاج على وفق الإيصاء بمجموعة من البحوث نؤشر أهمها: هناك دراسة رائدة في مجال تصميم (GBOM) للمنتوج والعملية. وبالاعتماد على مفاهيم معمارية فصيلة المنتج وأنموذج علائقي للبيانات تم تطوير نظام (Graph rewriting) لدعم تصميم فصيلة المنتج. ويتسم النظام المصمم بالجمع بين وجهات النظر المتعددة للتركيبة الفنية العامة (Du and Others, 2002; Du and Others, 2001). في حين تناول الفريق في دراسة أخرى التكامل بين ملف التركيبة الفنية للمنتجات وملف المسار التكنولوجي للعمليات بغية معالجة التنويع العالي. واعتمدت الدراسة أنموذج (Object-Oriented) لتصميم (GBOM) (Du and Others, 2005,1-23).

## 2. الايصاء الواسع مفهوم وخصائص

يعرف الايصاء الواسع بأنه: القابلية على إرضاء الاحتياجات الخاصة والتفضيلات الفردية للزبائن بأسعار تقترب من أسعار مثيلاتها المنتجة بفلسفة الإنتاج الواسع وبخدمات تحقق رغبات الزبائن في الأسواق الكبيرة (Rezendes, 1997, 30). ويشير الكثير من الباحثين إلى أن فلسفة الإيصاء الواسع هو المدخل المتاح فقط للاستراتيجيات التنافسية في القرن الواحد والعشرين (Yassine, 2004, 426). وإن التطبيق العملي لاستراتيجيات المنافسة تقوم على التقنيات الحديثة في التصنيع وإدارة البيانات، ويوضح (Pine) بأن استخدام هذه التقنيات سيحقق (Kotha,1996, 442):

1. المرونة والسرعة في ربط الزبون مع الشركة الصناعية بشبكة لتبادل المعلومات إلكترونياً.
2. المرونة العالية في إجراء التغييرات في نوعية المنتج أي الاستجابة السريعة لطلبات الزبائن.
3. التخفيض الشديد في دورة حياة المنتج وتطويرها.

فضلاً عما تقدم وعلى نطاق الواقع ، فإن الزبون يحصل على **تنويع كبير في المنتج** مع تخفيض في الكلف ونوعية عالية حسب الرغبة، في الوقت الذي تحقق الشركة تخفيضاً وبنسبة كبيرة في الخزين الزائد مع زيادة في حصة التسويق. **هذا وإن العلاقة بين التحديات الاستراتيجية والإمكانيات التقنية الحديثة هي الهدف من نظام الايصاء الواسع**، والذي يعني إنتاج المنتجات والخدمات لأسواق كبيرة نسبياً تفي باحتياجات الزبائن في إطار خصائص المنتج المحددة، أي خيار التنويع (Differentiation Option) وبكلف تتطابق تماماً مع تلك النمطية المنتجة بكميات كبيرة أي خيار الكلفة (Cost Option).

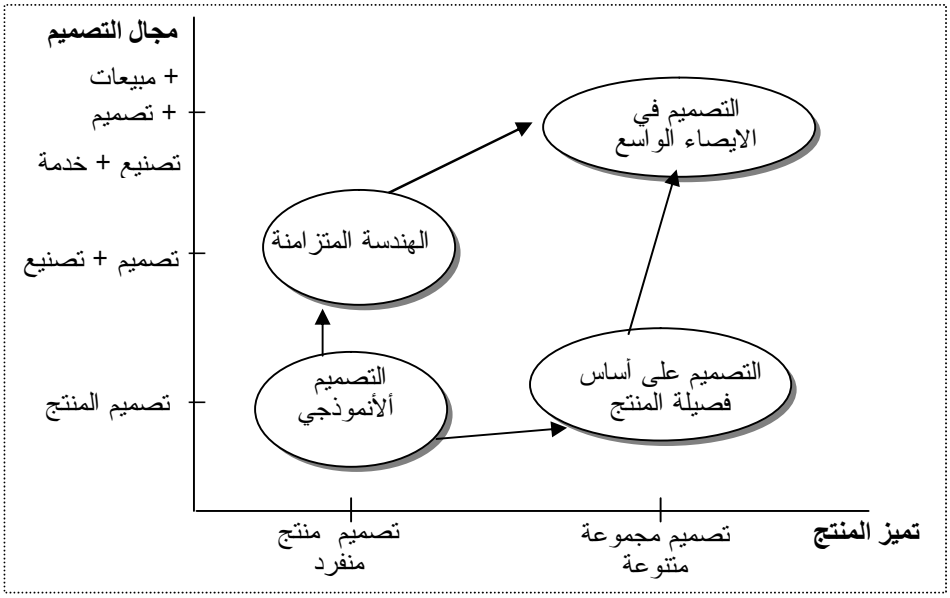
وبغية الإنتاج على وفق هذه المواصفات، تحتاج إدارات التصنيع إلى استخدام النظم الذكية، وتتمثل بالبرمجيات المتطورة والمعتمدة على مفاهيم وصيغ جديدة من الذكاء الصناعي التي تجهز المصممين بوسائل مبدعة وفعالة بغية إعداد التصاميم والقيام بعمليات المحاكاة والاختبار ومعالجة مشكلات التصنيع. هذا ويعد التصميم خطوة في طليعة خطوات التصنيع ذات التأثير البارز في تدنية دورة حياة المنتج (Brown, 1997,132). عليه تتطلب عمليات التصنيع على وفق فلسفة الإيصاء الواسع أنموذجاً جديداً لتصميم التركيبة الفنية وهو (GBOM) يتميز باستيعاب التنويع العالي للمنتج.

**3. التصميم في الايصاء الواسع (Design For Mass Customization)**

يعد التصميم عاملاً أساسياً وحرجاً في الكثير من خصائص المنتج ومنها: الشكل النهائي، الكلفة، المعولية، ومدى قبولها في السوق. فالتحسينات التي تجري على تصميم المنتج ربما تكون ذات تأثير كبير على تخفيض كلفة المنتج، ولكنها تؤثر وبنسبة قليلة في زيادة كلفة التصميم. عليه هناك تأكيد وعلى نحو كبير بأن الايصاء الواسع يبدأ من مرحلة التصميم ولا سيما من المراحل المبكرة لعمليات تطوير المنتج.

يهدف التصميم في الايصاء الواسع إلى الأخذ بنظر الاعتبار كل من اقتصاديات الحجم واقتصاديات المجال في مرحلة مبكرة من عملية إنجاز المنتج. هذا وأن التأكيد الرئيس للتصميم في الايصاء الواسع هو تقييم وتهذيب التطبيقات الضرورية لتصميم المنتجات الفردية ضمن فصيلة المنتج، فضلاً عن أن التصميم في الايصاء يقرر توسيع الحدود التقليدية لتصميم المنتج لتشمل مدى واسع في إطار سلسلة التجهيز من المبيعات والتسويق إلى التوزيع والخدمات. من هنا فقد أصبح توافر مخطط فصيلة المنتج ضرورة ملحة لتحديد خصائص احتياجات

الزبائن وإنجاز هذه الاحتياجات من خلال تهيئة وتعديل النماذج المحددة سابقاً، وكذلك المكونات الداخلة في تركيبها. عليه هناك مفهومان أساسيان للتصميم في الايصاء الواسع وهما: معمارية فصيلة المنتج وتصميم فصيلة المنتج (Tseng, 2000, 5). والشكل 1 يلخص المتضمنات المفاهيمية للتصميم في الايصاء الواسع من أجل توسيع المجال من وجهة نظر **التصميم** ومن وجهة نظر **التميز في المنتج**.




**الشكل 1**

**مكونات التصميم في الايصاء الواسع**

**Source:** Tseng, 2000, 5

### 3-1 فصيلة المنتج (Product Family)

والمقصود بها: مجموعة من المنتجات المستمدة من المخطط العام للمنتوج، وكل منتوج منفرد ضمن الفصيلة أي (عضو في فصيلة المنتج) يسمى (Product Variant). فعلى الرغم من أن معالجة منتجات ذات خصائص أو وظائف محددة لتلبية متطلبات مجموعة من الزبائن، فإن جميع المنتجات داخل الفصيلة الواحدة تتميز بالتشابه في بعض الخصائص منها قيمة المنتج على وفق ما يدركه الزبون، التركيبة العامة و/أو التقنيات العامة للمنتوج والتي تشكل المخطط العام لفصيلة المنتج. هذا وتستهدف فصيلة المنتج عادة جزءاً معيناً من السوق، في حين يوجه كل منتوج منفرد من الفصيلة لتلبية احتياجات مجموعة من الزبائن لجزء من السوق (Meyer, 1997, 48-56). وتعرف فصيلة المنتج على وفق وجهات نظر مختلفة، فمن وجهة نظر التسويق/ المبيعات فإن الهيكل الوظيفي لفصائل المنتج

يصور محفظة المنتجات للشركة، عليه توصف فصائل المنتج بواسطة مجاميع مختلفة من الخصائص الوظيفية المطلوبة لمجاميع مختلفة من الزبائن. ومن وجهة نظر هندسية فإن فصائل المنتج تشمل تقنيات مختلفة للمنتج والعملية (Bladwin, 1995, 225-228).

**أولاً - التنويع أزاء الاشتراك في الخصائص (Modularity and Commonality)**

يرافق فصائل المنتج مسألتان مختلفتان وتربط بينهما علاقات متداخلة ومتكاملة وهما: التنويع (Modularity) والاشتراك (Commonality) في الخصائص، والجدول 1 يسلط الضوء على المتضمنات المختلفة للمسألتين (Ulrich,1995, 420-423).

**الجدول 1**
**مقارنة بين التنويع والاشتراك في الخصائص**

| ت | الخصائص | التنويع | الاشتراك |
|---|---|---|---|
| 1 | العناصر | النوع(الصنف) | أعضاء |
| 2 | خصائص القياس | التفاعل | التشابه |
| 3 | طريقة التحليل | التحليل | العنقدة(التجميع) |
| 4 | تميز المنتج | هيكل المنتج | تغيير المنتج |
| | التكامل / العلاقة | الصنف – المنتج (عنصر في الفصيلة) العلاقة | |

**Source**: Tseng, 2000, 6.

ففي الوقت الذي يوصف (Module) بأنه تجميع مادي أو مفاهيمي للمكونات التي تشترك في بعض الخصائص، فإن (Modularity) تحاول الفصل بين الأجزاء الرئيسة والمستقلة لتمثل وحدات متكاملة يمكن معالجتها من خلال التحليل (Decomposition) والذي يمثل نشاطاً رئيساً وذا أهمية كبيرة في تنويع الخصائص. هذا فضلاً عن أن بناء تركيب المنتج يتم خلال عمليات تطوير المنتج فإنه يتم الوصول إلى التنويع في الخصائص من خلال وجهات نظر متعددة: تتضمن أبعاداً وظيفية، تقنيات المعالجة، الهياكل المادية (Tseng, 2000, 5-7; Newcomb,1997, 7-16) .

وبالاتجاه نفسه، يعد التفاعل (Interaction) بين الوحدات المتكاملة من الأنشطة المهمة عند وصف التنويع في الخصائص: فهناك التفاعل بين الوحدات (Intermodule) وغالباً ما يكون قليلاً، في حين يوصف التفاعل داخل الوحدة المتكاملة (Inframodule) بأنه تفاعل عالٍ. (Tseng, 2000, 5; Yeh,1997,55-60; Tatsiopoulos,1996, 295-300).

وإزاء التنويع في الخصائص، يؤشر الاشتراك في الخصائص الفرق بين معمارية فصائل المنتج ومعمارية المنتج المنفرد ضمن الفصيلة. واستناداً إلى ما تم

تأشيره سابقاً في أن التنويع في الخصائص يشابه تحليل تراكيب المنتجات: إذ يعرف الاشتراك في الخصائص بأنه تجميع المنتجات المتشابهة في الخصائص وفي إطار أنواع المنتجات التي تم تحديدها ضمن التنويع في الخصائص. وهناك ثلاثة أنواع من الاشتراك في الخصائص: إذ يختص **الاشتراك في الخصائص الوظيفية** بتصنيف الوظائف إلى أصناف محددة، وبعدها يتم تجميع المتطلبات المتشابهة في الخصائص الوظيفية للزبائن في صنف واحد. ومن المفيد القول هنا، أن التشابه يقاس بواسطة المسافة الاقليدية (Euclidean Distance) بين الصفات الوظيفية. وفيما يتعلق **بوجهة نظر التصميم** يتم تجميع أو عنقدة (Clustering) التصاميم المتشابهة في المسافة وفي إطار الاشتراك في مجموعة من الخصائص الوظيفية. في حين تختص **وجهة نظر العمليات** بتجميع المكونات الداخلة في تركيب المنتج والتجاميع الفرعية وفق تقييم اقتصادي للكلف الهندسية (Baldwin, 1995, 219-223).

**ثانياً – تنويع المنتج (Product Variety)**

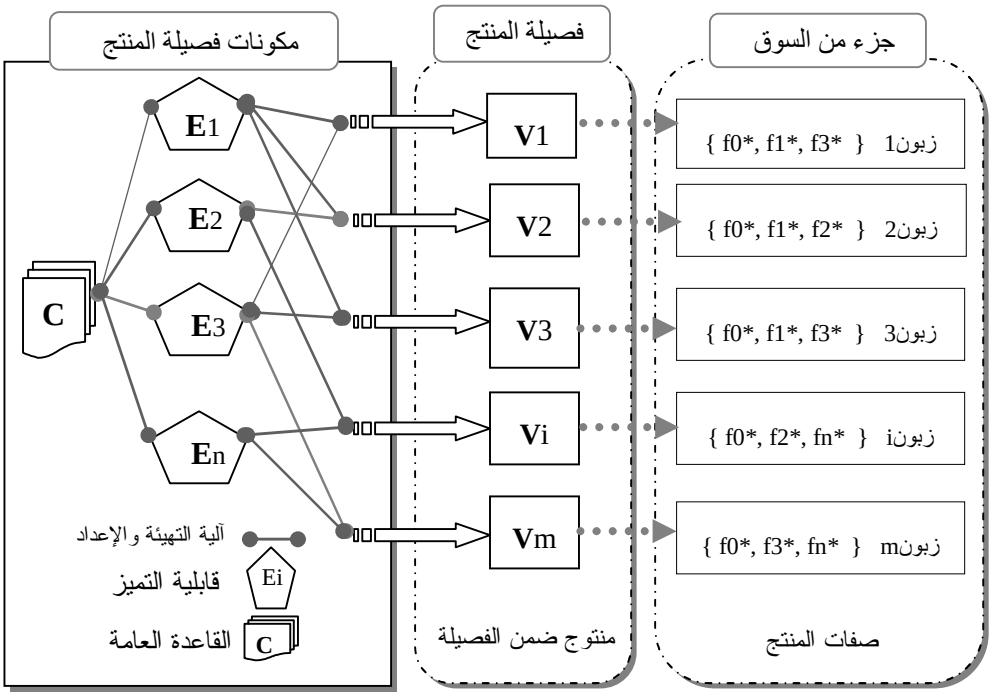
يعرف تنويع المنتج: بأنه التنوع في تشكيلة المنتجات التي توفرها الشركة الصناعية في الأسواق (Ulrich, 1995, 425). وهناك نوعان من التنويع للمنتجات يمكن تأشيرها في (Baldwin, 1995, 231-235):

1. التنويع الوظيفي (Functional Variety): ويطلق بشكل عام على أي تميز في الخصائص ذات العلاقة بوظائف المنتج والتي تعود بفوائد محددة وواضحة على الزبون.
2. التنويع التقني (Technical Variety): ويشير إلى التنويع في التصميم، عمليات التصنيع، المكونات الداخلة في تركيب المنتج، وذلك كله في إطار إنجاز منتجات بخصائص وظيفية محددة ومطلوبة من قبل الزبون. وبعبارة أخرى فإن التنويع التقني ربما يكون غير مرئي للزبائن وهو مطلوب من مهندسي الإنتاج بغية إنجاز منتجات بتنويع وظيفي مطلوب من قبل الزبائن. ويوصف التنويع التقني بأنه تصنيف إضافي لتنويع المنتج وتنويع العمليات.

**2-3 معمارية فصيلة المنتج (Product Family Architecture)**

إن التخطيط الجيد لمكونات فصيلة المنتج والهيكل المفاهيمي والمنطق العام لاستحداث فصائل المنتج يوفر المظلة العامة لتبني واستخدام تطبيقات الاشتراك في خصائص التصميم. وضمن المظلة العامة يتم الإعداد المسبق لكل منتوج جديد لتوفير متطلباته والذي بدوره يصبح مرتكزاً يعتمد عليه في التصاميم المستقبلية لتراكيب المنتجات. هذا وإن الأساس المنطقي لمعمارية فصيلة المنتج لا تكمن في التخفيف عن قاعدة المعلومات وعدم إرهاقها بالاحتفاظ بصيغ مختلفة من التصاميم نفسها بل يهدف كذلك إلى نمذجة عملية التصميم لصنف من المنتجات التي تتنوع تصاميمها وعلى أساس متطلبات الإيصاء الشخصي (Individual

(Customization وضمن إطار عمـــل مترابط (Baldwin, 1995, 229). يوضـــح الشكل 2 المبادىء الأساسية لتطوير مكونات فصيلة المنتج للايصاء الواسع:




**الشكل 2**
**مكونات فصيلة المنتج وعلاقتها بأقسام السوق**

**Source:** Du,2000,437.

فمن وجهة نظر المبيعات يتم تصنيف الزبائن وتمييزهم بواسطة مجموعة من الصفات أو الخصائص الوظيفية للمنتجات {f} والقيمة المرافقة للصفات {f*}. هذا ويتم تصميم فـــصيلة المنـــتج{ V1, V2, V3, .... Vi, .... Vm} لتوجيـــه طلبـــات مجموعة من الزبائن في جزء من السوق{زبون 1، زبون 2، زبون 3، زبـــون i زبون m}. علماً بأن الزبائن في المجموعة يشتركون بالطلبات نفسها {fo*} سواء كانت الطلبات متشابهة أو طلبات خاصة ومتميزة {f1*,f2*,f3*, . Fn*} . بينما من وجهة نظر هندسية: ينشأ كل منتوج ضمن الفصيلة من القاعدة العامة أي (العناصر المشتركة بين المنتجات)، وذلك في مرحلة التهيئة والإعداد{C}، فضلاً عن قابليات التميز{E} والتي يتم تحديدها في فصيلة المنتج.

وقد أشار كل من (Du, & Others, 2002, 9-12, ; Sawhney, & Leveraged, 1998, 54-61) إلى أن فصيلة المنتج تتألف من ثلاثة عناصر أساسية حاكمة نؤشرها في:

1. القاعدة العامة (Common Base): وتعرف بأنها العناصر المشتركة بين مختلف المنتجات في فصيلة المنتج. هذا وأن العناصر المشتركة ربما تكون في صيغة إما صفات وظيفية عامة من وجهة نظر الزبون، آراء من المبيعات أو مكونات عامة داخلة في تركيب المنتج من وجهة نظر هندسية. وتؤشر الصفات والخصائص العامة التشابه لطلبات الزبائن فيما يتعلق بجزء من السوق. وبطبيعة الحال فإن التركيب العام للمنتوج والمكونات والتجاميع الفرعية تتحدد بواسطة تكنولوجيا المنتج، قابليات عمليات التصنيع ومفاهيم اقتصاديات الحجم.
2. قابليات التميّز (Differentiation Enabler): وتعرف بأنها عناصر أساسية تجعل المنتجات مختلفة عن غيرها، إذ توصف بأنها مصدر التنويع ضمن فصيلة المنتج. فمن وجهة نظر الزبون فإن كل عنصر من عناصر التميز قد يكون [مواصفات اختيارية، وأخرى ثانوية أو قيم للمواصفات الاختيارية]. ومن وجهة نظر هندسية: فإن قابليات التميز تتجسد في علاقات هيكلية واضحة المعالم و/أو منتجات متعددة مع أداء مختلف. ويتسم كل عنصر من عناصر التميز بتوفير بدائل قابلة لتطبيق التنوع في المنتجات.
3. آلية التهيئة والتركيب (Configuration Mechanism): وتختص بتحديد القواعد والأساليب التي يُستمد منها تنويع المنتج في الفصائل المحددة. وهناك ثلاثة أنواع من آليات التهيئة:

أ. قيود الاختيار (Selection Constraints): وتتمثل بتخصيص المحددات على المواصفات الاختيارية، وذلك لأن المجموعات المتوافقة من الاختيارات المعينة تكون أحياناً غير مسموح بها أو غير مقبولة أو ربما على العكس تصبح إلزامية (Mandatory) عند الاختيار.

ب. الشروط الضمنية (Include Condition): وتتعلق بتحديد بدائل التنويع لكل عنصر أو قابلية التميز. إذ أن الشروط الضمنية لنوع المنتج تحدد الشرط في إطار إمكانية استخدام المنتج أو عدم إمكانية استخدامه فيما يتعلق بإنجاز الخصائص المطلوبة في المنتج. وتوصف الشروط الضمنية بأنها إما أن تكون بصيغة دالة منطقية (Logic Function) مع قيم لمتغيرات وعناصر التميز أو تكون مقومات أساسية (Parent Constituent) يشتق منها تصاميم فرعية بشكل متغيرات مستقلة.

ج. توليد التنويع (Variety Generation): وتشير إلى طريقة استحداث المواصفات المميزة للمنتجات. وبافتراض أن هناك مكونات لمنتوج أنموذجي ذي تأثير إيجابي في تصميم المنتج، هناك ثلاث آليات (طرائق) يمكن تصنيفها في هذا المجال للاستفادة من هذه المكونات وتوليد التنويع، وتتمثل بالربط بين المكونات (Attaching)، استبدال المكونات (Swapping) والتغيير (Scaling).

وضمن إطار معمارية المنتج، فإن تصميم فصيلة المنتج تتوضح من خلال

عمليات اشتقاق المنتجات من التركيبة العامة لمكونات فصيلة المنتج. إذ يحدد الزبائن اختياراتهم بين مجموعة الاختيارات المعرفة لصفات وظيفية مميزة (Distinctive Function Features). وتمثل الصفات المميزة هذه قابليات التميز لمكونات فصيلة المنتج من وجهة نظر المبيعات.

إن مجموعة الصفات المميزة التي يتم اختيارها والصفات العامة والمطلوبة من قبل الزبائن تشكل احتياجات الزبائن من المنتجات المصممة على وفق الايصاء. ولتحقيق التنويع يتم استخدام التركيب العام للمنتوج (General Product Structure GPS) واعتباره الهيكل العام للبيانات في فصيلة المنتج ومن وجهة نظر هندسية. ففي الوقت الذي يصور الهيكل العام للمنتوج (GPS) خصائص فصيلة المنتج، فإن أي اقتراح أو طلب من (GPS) لتصميم منتوج يجب أن يماثل منتجاً نهائياً ضمن الفصيلة.

**4. إدارة التنويع في تخطيط الإنتاج** (Management Variety in Production Planning)

تعد المرونة (Flexibility) والاستجابة السريعة (Quick Response) عناصر أساسية في فلسفة الايصاء الواسع للوقوف أمام التغييرات المستمرة في الأسواق العالمية. من هنا إن التحدي الكبير الذي يواجه تخطيط الإنتاج في نظام الايصاء الواسع يتمثل بزيادة التنويع، إذ أن التنويع له تأثيرات كبيرة في نشاطات عديدة تتمثل:

1. بزيادة الكلف نسبة إلى معدل النمو في التعقيد.
2. إنهاء الوفورات التي تتحقق من اقتصاديات الحجم.
3. إثارة مشكلات في تنسيق دورة حياة المنتج.

وفي ضوء ما سبق، ولمواجهة مشكلات التنويع تقوم معظم الشركات الصناعية بمحاولة تلبية طلبات زبائنها من خلال اعتماد: هندسة الإنتاج وعمليات التصنيع والتجميع استجابة لطلب الزبون. وبصدد إنجاز المنتج فإن إدارة التنويع ولاسيما عند مستوى المكونات وعمليات التصنيع تتطلب توفير التسهيلات المتطورة لعمليات التصنيع مثل مكائن (CNC) وكذا المرونة (Flexibility) والفعالية(Agility). إذ تدعم هذه التسهيلات التنويع الهندسي الذي يستمد من تنويع احتياجات الزبائن. وبالاتجاه نفسه، وابتداء من احتياجات الزبائن إلى هندسة المنتج وتخطيط العمليات فإن إدارة التنويع لازالت تتسم بالتعقيد). وضمن هذا السياق: فإن نظم التخطيط للموارد الصناعية (MRPII) والتخطيط لموارد الشركة (Enterprise Resources Planning ERP) تخلفت عن غيرها من النظم على الرغم من أنها تعد مقومات مهمة في إدارة عمليات الإنتاج (Erens, 1994, 19-25). فالصعوبة هنا تكمن في تحديد التنويع المحتمل لكل منتوج، ولكن نظم إدارة العمليات والإنتاج التقليدية مصممة لدعم الإنتاج لمنتجات محدودة التنويع.

إذ تعالج هذه النظم كل تنوع في المنتج كأنه منتوج منفصل بواسطة تحديد

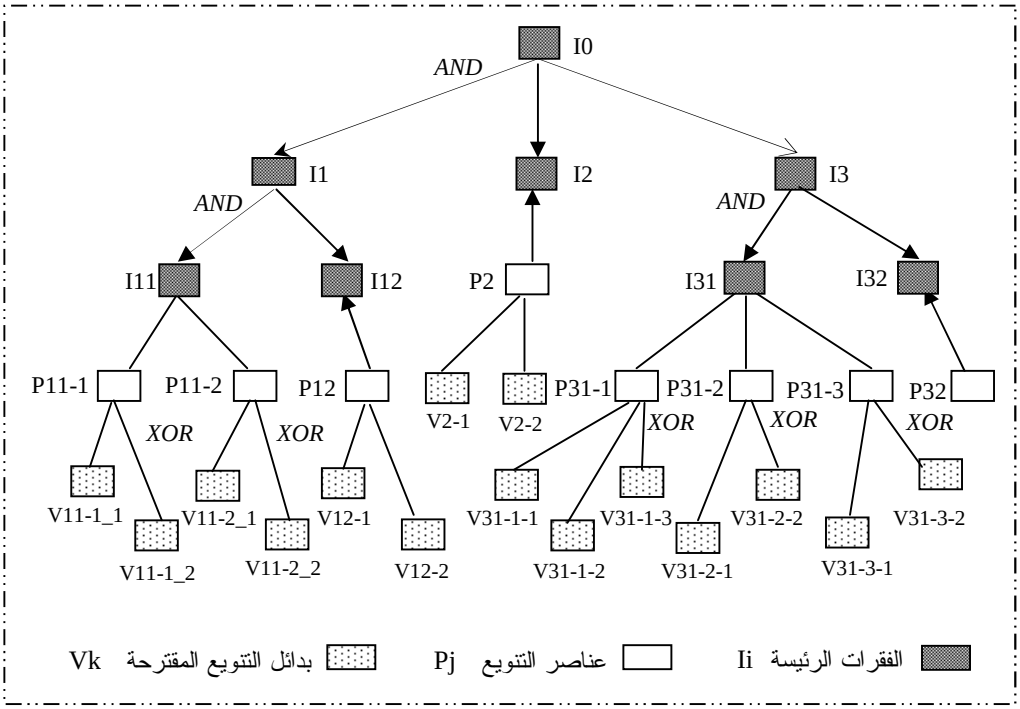
تركيبة فنية منفردة لكل تنويع. وبطبيعة الحال فإن هذا الإجراء يلائم العمل مع الحالات التي يكون فيها التنويع بشكل منخفض، ولكن ليس مع الحالات التي يمنح الزبائن درجة عالية جداً من الحرية في تحديد رغباته وتفضيلاته. وهذا بالتأكيد يؤدي إلى ضرورة الاحتفاظ بعدد كبير من التراكيب الفنية للمنتوج الذي يتم استحداثه على وفق الإيصاء الواسع. فضلاً عن ذلك فإن هناك مدى واسعاً من المجموعات المتوافقة من صفات المنتج تولد ملايين من التنويع لكل منتوج. ومن الجدير بالإشارة أن تصميم عدد من التراكيب الفنية والاحتفاظ بها يعد عملية صعبة إذا لم تكن مستحيلة. وللتغلب على هذه المحددات تم تطوير مفهوم عام للتركيبة الفنية (**GBOM** Generic Bill of Material). والذي يوفر أساليب لمعالجة كمية محددة من البيانات وعدد كبير من التنويع ضمن فصيلة المنتج، مع الإبقاء على تركيبة المنتج الأصلية بوصفها مصدراً مهماً. والشكل 3 يوصف خصائص التنويع في ثلاثة مظاهر وعلى النحو الآتي (Jiao, 2000, 11-13):

1. تركيب المنتج (Product Structure): جميع المنتجات ضمن الفصيلة الواحدة تشترك بهيكل عام والذي يوصف بأنه احتواء هرمي للفقرات الأساسية (Ii) في المستويات المختلفة من التركيبة. إذ أن { Ii } يمكن أن تكون فقرة رئيسة أو كيانات مادية. هذا وأن تحليل التركيب (AND Tree) لـ { Ii } يظهر التركيب البنيوي لعناصر المنتج النهائي.
2. عناصر التنويع (Variety Parameters): عادة هناك مجموعة من الصفات المميزة (Attributes) ترافق كل Ii. ويتعلق بعض من هذه الصفات بالتنويع ويعرف بعناصر التنويع... A {Pj}. وكما هي الحال في متغيرات الصفات المميزة فإن عناصر التنويع تتفرع بشكل عقد فرعية (Child Node) يرمز لها (S)، وذلك من العقد الأصلية (Parent Node). وبطبيعة الحال هناك بدائل مقترحة (Variety Instance) يرمز لها بـ (Vk) عن عناصر التنويع {Pj}. وتجسد هذه البدائل المتشابهة على نحو كبير التنويع للمنتوج. هذا، وهناك نوعان من العلاقات بين (Vk) كبدائل مقترحة وعناصر التنويع{ Pj}، فإذا افترضنا بأن التركيبة الفنية تمثل بشجرة فإن العلاقات تكون:
   - التفرع Pj، مثلاً P32 تؤشر مقترحاً بديلاً من النوع الثنائي، ويعني أن (I32) موجودة في: I3 (V32 =1), or not (V32=0) .
   - التفرع Pj، مثلاً (P2) تؤشر بدائل مقترحة للتنويع يتم الاختيار من بينها: وهو I2 وله تنويع متعدد ذو قيم لـ P2 ... {V2_1,V2_2} V2
3. قيود الإعداد والتركيب (Configuration Constraints): هناك نوعان من القيود يمكن تحديدها للمجاميع المتوافقة من بدائل التنويع {VK}:

أ. النوع الأول من القيود: ويتمثل بالعلاقة بين فئات عناصر التنويع (Vk). فمثلاً في الشكل 3 الذي يمثل التركيب العام للتنويع فإن (V11-1_1) و(V31-3_2) هي بدائل التنويع ولكنها متعارضة (Incompatible)، أي يتم

اختيار واحدة منها فقط ضمن فئات التنويع المتاحة، ويتم التعامل معها بالعلاقة الشرطية (*XOR*).

ب. النوع الثاني من القيود: ويتمثل بالعلاقة بين الفقرات الرئيسة (Items) وعناصر التنويع، ويتم معالجتها بالعلاقة الشرطية (*AND*). وكثيراً ما توصف هذه القيود بشكل قواعد (Rules) بدلاً من إظهارها على شكل رسوم بيانية في التركيب العام.




**الشكل 3**
**التركيب العام لخصائص التنويع**

**Source:** Jiao,2000,29

هذا وهناك ثلاثة مستويات من التنويع يمكن تأشيرها في: الفقرات الرئيسة للتركيبة، عناصر التنويع، البدائل المقترحة (متضمنات التنويع) للمستويات المختلفة من التنويع. وبغية فهم التركيبة العامة للتنويع لابد من تسليط الضوء على الفقرات الأساسية الآتية (Hegge, 1991, 119-125) :

1. الفقرات العامة للتركيبة (Generic Item)، وتتمثل بمجموعة من المفردات المتشابهة (المشتركة) التي تدخل في تركيب المنتج وجميع مستويات التنويع المتفرعة منه وللفصيلة نفسها هذا وتكون الفقرة منتوجاً نهائياً، تجاميع فرعية، أجزاءاً ومكونات، أو ربما تكون علاقات أو عمليات.

2. تحديد النوع بطريقة غير مباشرة (Indirect Identification): فكما معروف في التركيبة الفنية التقليدية يتم تعريف الجزء مباشرة بواسطة (Part Number)، في حين التركيبة العامة تعرف التنويع للفقرات العامة ضمن الفصيلة بطريقة غير مباشرة، وذلك من خلال عناصر التنويع (Variety Parameters) والبدائل المقترحة لهذه العناصر (Variety Instance).

## 4. دراسة حالة لتطبيق (GBOM)

يستلزم التصدي لمشكلة البحث الحالي وتحقيق أهدافه اعتماد منهج تحليلي شامل وعميق للمشكلة المبحوثة، وذلك من خلال استقراء جميع المعلومات والبيانات التي تدعم صياغة صورة واقعية متكاملة عن الواقع الفعلي وتكوين قاعدة أساسية وفعالة للربط بين النظرية (المدخل المقترح) والتطبيق. فقد تم تصميم برمجيات البحث باستخدام قاعدة البيانات (Oracle) وبالاستعانة بطروحات وأفكار كل من (Jun Du, Yuan Jiao and Jianxin Jiao) في بحوثهم مع إضافة تطبيقية للباحثين تخدم متطلبات التطبيق في البيئة العراقية. هذا ومنعاً لتشتت الجهد العلمي ولكثرة تفاصيل المعالجة البرمجية إذا ما تم تأشير جميع أبعادها، **سيتم التركيز على متطلبات (GBOM) كأهداف للبحث الحالي**.

1. ملفات البيانات: استلزمت المعالجة المنهجية لمشكلة البحث تغيير هيكلية ملف الخزين فبعد أن كانت كل مادة مرتبطة مباشرة برقم محدد، ويعالج التنويع في تلك المادة برقم آخر مستقل. أصبح من الضروري معالجة التنويع في المادة بطريقة غير مباشرة، وذلك من خلال تخصيص رقم محدد للمادة ويتم ربط التنويع في المادة بهذا الرقم. فمثلاً في النظام المصمم تم تخزين مادة الخشب برقم مباشر في الملف يرتبط به التنويع المتاح [الصاج، الميلامين، الصلب.. الخ]. وتبرز أهمية التركيبة الجديدة في المعالجة السريعة والكفوءة للوصول إلى المواد والأجزاء والمكونات وتنويعها بغية عرضها على الزبون للاختيار منها. واستكمالاً لتحقيق أهداف البحث يتم الاستعانة **بملف التركيبة الفنية العامة لفصيلة المنتج** في اشتقاق التركيبة الفنية لكل منتوج على وفق اختيارات وتفضيلات الزبون.
2. فصيلة المنتج: لغرض بناء تركيبة فنية عامة لفصيلة المنتج، تم اختيار فصيلة منتوج (منضدة مكتب)، ويتبين من الجدول 2 أن الفصيلة تضم 6 أنواع من منتجات منفردة تشترك في المكونات والأجزاء والتجاميع الفرعية الداخلة في تركيبها وربما تشترك في العمليات التصنيعية والمسار التكنولوجي. وغالباً ما تمتلك هذه المنتجات خصائص وظيفية محددة لإرضاء رغبات وتفضيلات أسواق مختلفة. فضلاً عن ذلك، تم تحديد الخصائص العامة ومجموعة الصفات المميزة وكذا قيود الاختيار المتوافقة مع قابليات التصنيع المتاحة أو على وفق رغبات الزبون، وكما في الجدول 3.

**الجدول 2**
**فصيلة المنتج**

***Product Family***

***Product: December 4, 2007 5:54 PM***
**3 Drawer Desk 150*80 Cm**
**4 Drawer Desk 150*80 Cm**
**Ashor Desk Appendix 120*40 Cm**
**Ashor Ellips Desk 240*120 Cm**
**Warkaa Desk 150*80 Cm**
**Warkaa Desk Appendix 120*40 Cm**

ولأغراض البحث الحالي تم التركيز على المنتج الأول وهو: منضدة مكتب ذات ثلاث مجرات، واستناداً إلى سياقات مبرمجة في قاعدة البيانات المصممة تم بناء تركيبة فنية عامة (GBOM) لفصيلة المنتج في الجدول 4. وغالباً ما يتم صياغة التركيبة الفنية العامة من قبل مهندسي الإنتاج، في حين يتم بناء التركيبة الفنية للمنتوج بعد اختيار المواصفات من قبل الزبون.

**الجدول 3**
**الخصائص وقيود الاختيار لمنتوج منضدة مكتب**

| | الأختيارات | الخصائص |
|---|---|---|
| الخصائص العامة Common features | المتانة: | نعم |
| الخصائص الاختيارية Optional Feature | نوع الخشب المسطح: F1 | الصاج، مضغوط، ميلامين ..... |
| | نوع وقياسات خشب الصلب:F2 | 2م*1*4+6+8مام ..... |
| | نوع الحشو: F3 | الجام ، بلوك بورد |
| | قياسات الخشب المسطح: F4 | 244سم*122سم*4ملم، ..... |
| | نمط لوازم الانتاج: F5 | معجون، اصباغ، أصماغ ..... |
| | نوع الترايش: F6 | أثل، مهوكني ، زان ..... |
| قيود الاختيار | **IF (**F1*=Option 15: "الصاج"**) and (**F4*=Option 47: "244سم*122سم*4ملم"**) Then (**F6*=Option 64: " مهوكني"**) and (**F5*=Option 52;53,54,56,57**)** | |

ويعـد الشكل 4 واجهة تساعد الزبون وبحرية كبيرة لاختيار مواصفات وخصائص المنتج في إطار التنويـع في المـواد والأجزاء الداخلة في تركيبه، ولكن ضمن التنويع المتاح واستنـاداً إلى قيـود تتعلق بعمليات التصنيـع أو الاختيار وكما في الشكل 5.

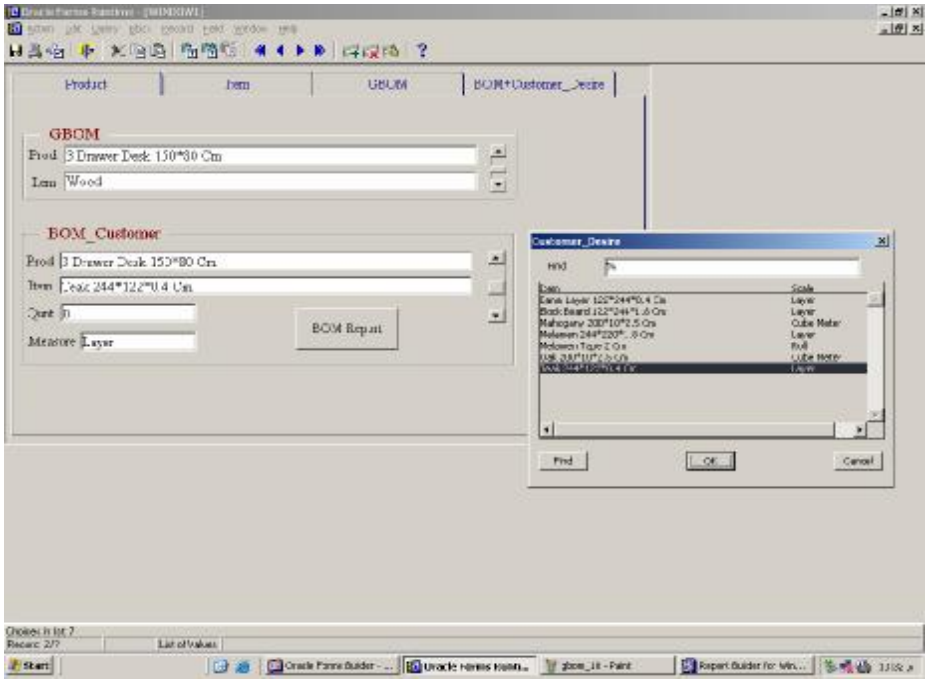
**الجدول 4**
**التركيبة الفنية العامة لفصيلة المنتج**

**GBOM**

Items for **Product** : 3 Drawer Desk 150*80 Cm

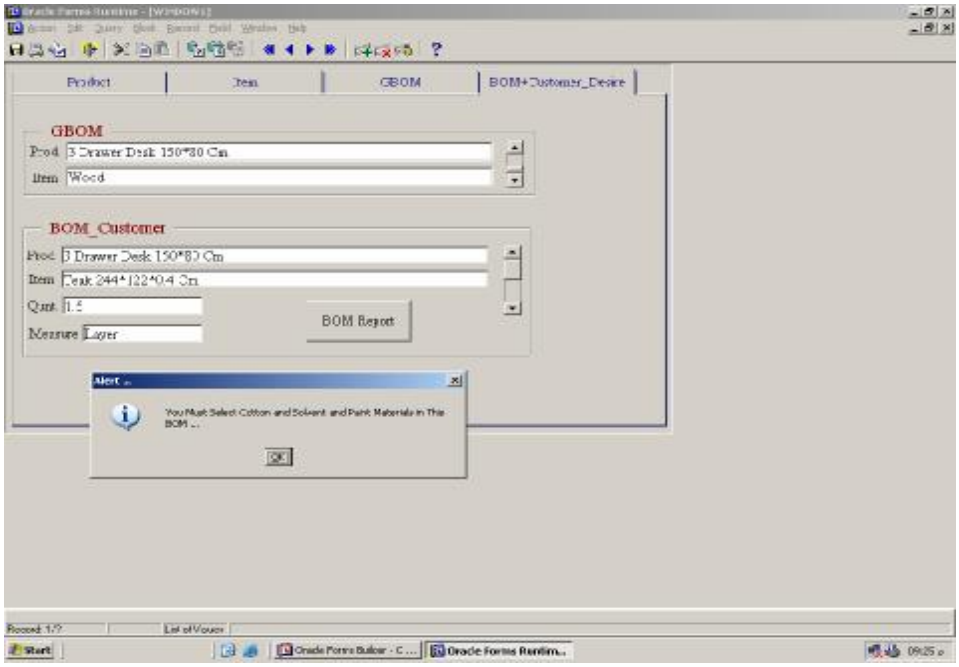
**Cotton**
**Damalock**
**Dough**
**Glue**
**Handle**
**Nail**
**Spirit**
**Switch**
**Wood**

**الشكل 4**
**واجهة اختيار المواصفات من قبل الزبون**



**الشكل 5**

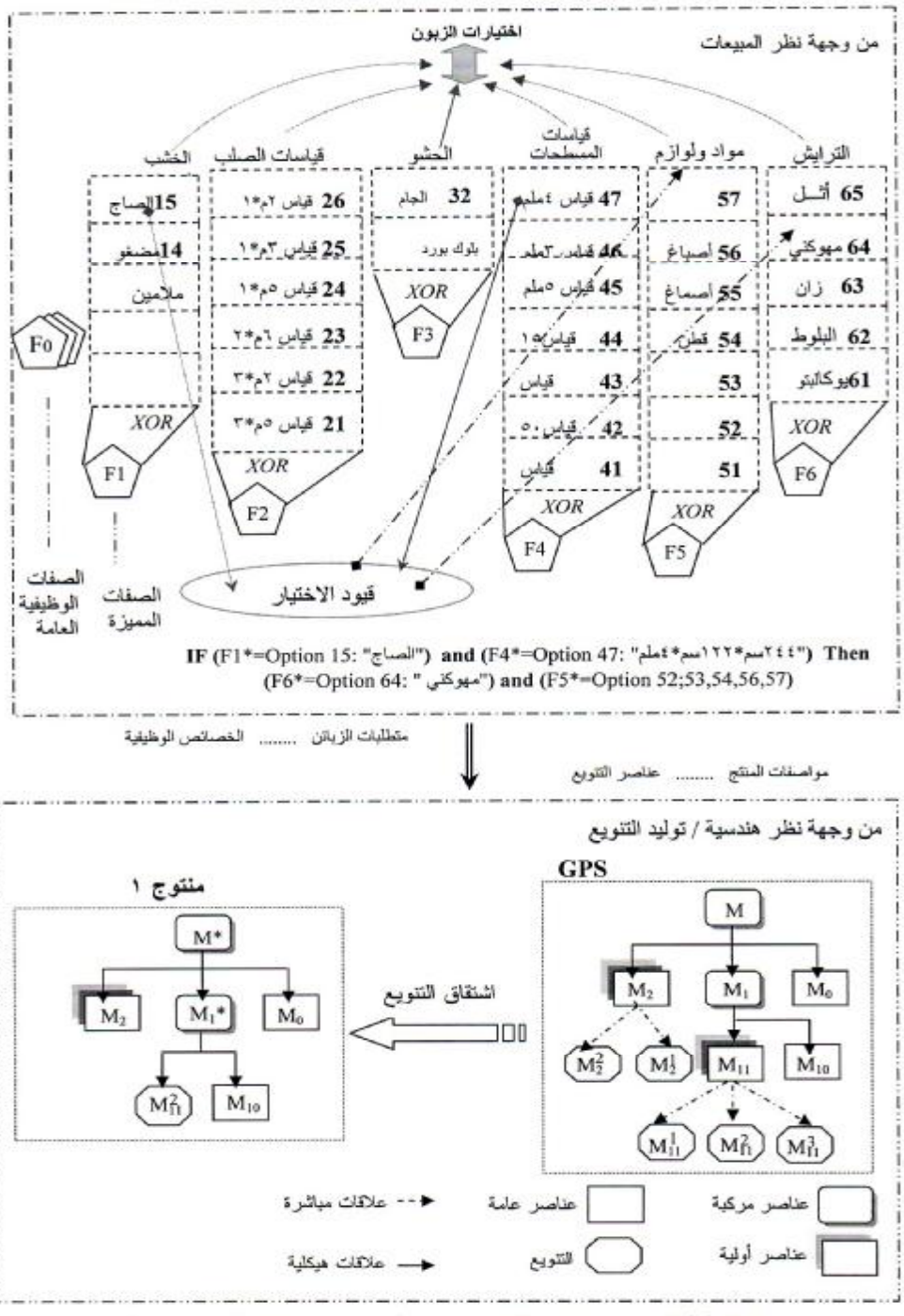
**قيود الاختيار من قبل الزبون**




---

وبالاتجاه نفسه يمثل الشكل 6 آليات بناء التركيبة الفنية للمنتوج على وفق اختيارات وتفضيلات الزبون وذلك على وفق المستويين الآتيين:

1. **من وجهة نظر المبيعات**: تم تحديد ثلاثة عناصر لفصيلة منتوج موضوع البحث وكما في الجدول 3. إذ تعد المتانة والتحمل لأغراض الاستخدام النهائي من الخصائص العامة يتفق عليها جميع طلبات الزبائن. في حين تتمثل الخصائص المتميزة بأنواع الخشب الصلب والمسطح وقياساتها وأنواع الحشو وكذا نمط ولون مقابض المجرات وأنواع الترايش يتم الاختيار بينها من قبل الزبون. ويترتب على اختيار الخصائص المتميزة من قبل الزبون ظهور قيود تتعلق باختيار الخصائص أو بعمليات التصنيع، فعندما تم اختيار نوع الخشب الصاج فإنه تطلب ذلك اختيار نوع الصبغ وكافة المتطلبات المتعلقة بها، في حين لا يتطلب اختيار الميلامين أي نوع من الصباغة.
2. من وجهة نظر هندسية: وبناء على ما تقدم، تشكل اختيارات الزبون على وفق رغباته وتفضيلاته (مواصفات المنتج) والتي يتطلب تحويلها إلى عناصر التنويع. ويتم على أساسها عملية اشتقاق أو توليد عناصر التنويع للمنتوج وذلك من التركيب العام لفصيلة المنتج (GPS). ومن المفيد هنا الإشارة إلى أن التركيب العام لفصيلة المنتج في الشكل 6 تتألف من:




**الشكل 6**

**الخصائص وقيود الاختيار لمنتوج (منضدة مكتب ذات ثلاث مجرات)**

1. عنصر مركب (M1) والذي يشير إلى جزء أو مكون أو منتوج نهائي.
2. عنصر عام (M0)
3. عنصر أولي ($M_2$) ذات تنويع ($M_2^1, M_2^2$)
4. ويتألف العنصر المركب ($M_1$) من عنصر عام ($M_{10}$) وآخر أولي ($M_{11}$) يضم تنويع ($M_{11}^1, M_{11}^2, M_{11}^3$).

ويجسد الجدول 5 التركيبة الفنية لمنتوج منضدة مكتب، وذلك على وفق اختيارات وتفضيلات الزبون ومتطلبات عمليات الإنتاج بعد اشتقاقها من التركيبة الفنية العامة للمنتوج. هذا وأن منطق المعالجة لـ (***GBOM***) في البرمجيات المصممة لا تتضمن إجراءات للاحتفاظ بالتركيبة الفنية لمنتوج منضدة المكتب بعد الانتهاء من عملية الإنتاج، مما يؤكد وعلى نحو كبير مساهمة هذا المدخل في معالجة الكم الهائل من البيانات التي تتطلبها طبيعة التنويع العالي في نظام الايصاء الواسع.

**الجدول 5**
**التركيبة الفنية لمنتوج منضدة مكتب**

***BOM***

***December 4, 2007 5:54 PM***

**Product : 3 Drawer Teak Desk 150*80 Cm 3-151**

| Item_Cod | Item | Item_Type | Qunt | Scale |
|---|---|---|---|---|
| 131-64D | Awacs Glue | Glutinous | 1.5 | Kg |
| 131-54 | Banal Layer 122*244*0.4 Cm | Tabulate Wood | 0.22 | Layer |
| 131-114E | Block Board 122*244*1.8 Cm | Tabulate Wood | 1.16 | Layer |
| 131-460D | Cotton | Materials | 0.1 | Kg |
| 131-98C | Damalock | Solvent And Paint | 0.2 | Kg |
| 131-69E | Dough | Solvent And Paint | 0.03 | Kg |
| 135-675Q | Golden Handle | Decoration | 3 | Num |
| 131-28B | Mahogany 200*10*2.5Cm | Solid Wood | 0.01 | Cube |
| 135-166D | Nail 25 mm | Decoration | 2 | Num |
| 131-98A | Spirit | Solvent | 2 | Liter |
| 135-470C | Switch | Decoration | 1 | Num |
| 131-79 | Teak 244*122*0.4 Cm | Tabulate Wood | 1.62 | Layer |

**الاستنتاجات**

استناداً إلى ما تم عرضه في الجانب النظري والجانب التطبيقي يمكن تأشير أهم الاستنتاجات:

1. حظي التصنيع على وفق فلسفة الإيصاء الواسع باهتمام الباحثين في الدراسات العربية وفي مجال إدارة الإنتاج والعمليات، إلاّ أن كتاباتهم لم تعكس الأليات والمستجدات العلمية في مجال عمليات التصميم والتصنيع لمواجهة التنويع العالي في بيئة التطبيق.
2. يتعامل التصنيع على وفق الإيصاء الواسع مع كميات كبيرة من البيانات، **وأن الاحتفاظ بهذا الكم الهائل من البيانات واسترجاعها عند الحاجة يرهق نظام المعلومات من حيث حجم الخزن وسرعة البحث،** ويمثل (GBOM) أحد الأليات لمعالجة هذه المشكلة في مرحلة التركيبة الفنية.
3. تبين من تصميم البرمجيات أن تقسيم المنتجات إلى فصائل تدعم وعلى نحو كبير معالجة الكمية الهائلة من البيانات. فقد هيأت خاصية الاشتراك في الخصائص لفصيلة المنتج متطلبات تطبيق التركيبة الفنية العامة (GBOM).
4. أكدت لنا نتائج البحث أن الإنتاج على وفق الإيصاء الواسع يحتاج إلى (GBOM) تحقيق المرونة والاستجابة السريعة والتي تعد عناصر أساسية في فلسفة الايصاء الواسع.
5. أثبتت نتائج التطبيق بأن البرمجيات المصممة بإمكانيات (Oracle) تسهم وعلى نحـــو أكيد فـــي:
   أ. تأسيس حوار حقيقي بين الزبون والشركة يتم من خلالها اختيار مواصفات المنتج على وفق رغبات وتفضيلات الزبون .
   ب. تقليل وقت البحث (*Search Time*) عن البيانات ومن ثم تقليل وقت الاستجابة لمتطلبات الزبائن أي تخفيض المهل الزمنية للمنتوج.
   ج. الاحتفاظ بالتركيبة الفنية العامة (GBOM) لكل فصيلة منتوج فقط، ويشتق منها التركيبة الفنية على وفق اختيارات الزبائن من دون الاحتفاظ ببياناتها، وبذلك تسهم بعدم إرهاق النظام بكميات كبيرة من البيانات.
6. أكدت لنا نتائج التطبيق أن منطق المعالجة لـ (GBOM) يتضمن المرحلتين:
   أ. استلام اختيارات الزبون على وفق التنويع الوظيفي لخصائص المنتج وللخصائص الاختيارية.
   ب. تحويل هذه الاختيارات إلى مواصفات هندسية للمنتوج وعلى أساسها يتم اشتقاق التركيبة الفنية للمنتوج من (GBOM).

ويتخلل المرحلتين قيود على المواصفات الاختيارية تؤشر للزبون حال اختياره لعناصر التنويع وأخرى غير مرئية للزبون، وتكون ضمنية تختص بعمليات التصنيع ومن قبل مهندسي الإنتاج.

وبناءً على ما تقدم من نتائج: يتطلب من الشركات الصناعية الاستثمار في

مجال نظم المعلومات والاتصالات المتخصصة باعتبارها البنية التحتية لفلسفة الايصاء الواسع، وذلك لأن حوسبة نظم المعلومات غير كافية من دون شمولها التحولات والمستجدات العلمية كمتطلبات تطبيق فلسفات هذه النظم.

## Reference


1. Bladwin, R.A. and Chung, 1995, M.J., Managing engineering data for complex products, Research in Engineering Design , Vol.7,No.4.
2. Brown,D.C., and others, 1997, Understanding the nature of Design, IEEE, Intelligent Systems and Their Applications Vol.12,No.2.
3. Du,X.; Jiao,J. , 2001; Tseng, M.M. Architecture of Product Family :fundamentals and Methodology. Concurrent Engineering : Researh and Application, Vol.9.No.4.
4. Du,X.; Jiao,J. ,2002; Tseng, M.M. Product family modeling and design Support, AIEDAM, Vol.16,No.2.
5. Du,X.; Jiao,J. ,2005 Integrated BOM and Routing generator for Variety Syncronization in Assembly to – order production, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol.16,No.2.
6. Eren,F.; Mckay, A.and Bloor,S. ,1994, Product Moding using multiple Levels of abstraction instances as types , computers in Industry, Vol.24, No.1.
7. Hegge,H.M and Wortman, J.C. ,1991 Generic Bill of Materials : A New product Model , International Journal of production Economics , Vol.23, No.13.
8. Jiao,J.;Tseng,M.M., Zou,Y. , 2000, Generic Bill-of-Materials and Operations For High-Variety production Management, concurrent engineering: Research and Application, Vol.8,No.4.
9. Kotha,S. , 1997, From Mass Producation to Mass Customization : The case of the National Industrial Bicycle Company of Japan, European Management Journal,Vol.14,No.5,1996. Meyer,M.,and Lehnerd,A.P.,The Power of Product platform-Building Value and cost leadership, Free Press , New York.
10. Newcomb,P.J.;Bras,B. and Rosen,D.W. ,1996, Implications of Modularity on product Design for the Life Cycle, Design Theory and Methodology Journal ,No.96.
11. Olsen,K.A.,Saetre,P. and Thorstenson,1997, A.,A procedure oriented generic bill of matrials, Computers and Industrals Engineering, Vol.32,No.1.
12. Rezendes,C. ,1997,More value added Software Bundled with your Scanners this year, Automatic ED News, Vol.13,No.1.
13. Sawhney,M.S. , 1998, Leveraged High – Variety Strategies : From Portfolio thinking to Platform thinking ,Journal of the academy of marketing Science , Vol.26,No.1.
14. Suh,N.P. ,1997, Design of Systems , Annals of the CIRP, Vol.46,No.1.
15. Tatsiopouls, I.P. ,1996,On the Unification of bill of Materials and routing, Computers Industry, Vol.31,No.3.
16. Tseng,M.M.;Jiao,J. ,2000,Mass Customization , Wiley-Interscience.
17. Yassine,A., and Others,2004, Investigating the role of IT in Customized product design , Journal of production planning and control , Vol.15,No.4.
18. Yeh,C.H. ,1997, Production data modeling : an integrated approach, International Journal of Operations and Production Management, Vol.15,No.8.
19. Urich, K. ,1995, The Tole of Product Architecture in the manufacturing firm, Reaearch policy, Vol.24, No.3.