"أنموذجٌ مقترحٌ لتطبيقِ الهندسةِ المتزامنةِ رُباعيَّةِ الأبعادِ فِي ظلِّ استراتيجيَّةِ التصنيع الفعّال"

"A Proposed Model for the Application of Concurrent Four-Dimensional Engineering Under an Agile Manufacturing Strategy"

الباحث/ مُحمد راضي رهيف الفلاحيّ [1]
جامعة واسط/ كلية الإدارة والاقتصاد
rrrmmmhhhmmm0190@gmail.com

أ.د. عَباس نوار كحيط الموسويّ
جامعة واسط/ كلية الإدارة والاقتصاد
abnawar@uowasit.edu.iq

المستخلص

تَمَثَّلَتْ مُشكلة البحث في إهمال **(بُعْد تصميم استدامة المُنْتَج)** وعدم إدراجه ضمن أبعاد تقنيّة الهندسة المُتزامنة, في الوقتِ الذي أصبحت فيهِ التوجُهاتِ العالميّةِ تسعى بشكلٍ جادٍ وكبيرٍ نحو مراعاته, فضلاً عَنْ ضعفِ استعمالِ الوحداتِ الاقتصاديّةِ الصِناعِيَّةِ العراقيّةِ لِهذهِ التقنيّة بِشَكْلٍ كبير, الأمر الذي أثّر سَلباً عَلى مستوى أدائِها وقدرتها التنافسيّة، ولأجل معالجة هذه المشكلة فإنَّ البحث الحالي يهدف أساساً إلى تحديدِ مدى اعتماد الوحدات الاقتصاديّة الصناعيّة العراقيّة اسراتيجيّة تصنيع فعّال, ومدى استعمالها لهندسةٍ متزامنةٍ رُباعيَّةِ الأبعاد, والإفادة مِنْها في توفيرِ معلوماتٍ ملائِمةٍ لدعمِ البرامجِ والقراراتِ الاستراتيجيّةِ ذات التأثير الاقتصادي والبيئي والاجتماعي؛ لأجلِ تحقيقِ مزايا تنافسيّة معينة.

ولأجل تحقيق هدف البحث واختبار فرضياته تَمَّ اختيار **الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات/ مصنع البطاريّات** الواقع في بغداد محلاً للبحث، وتَمّ بيان مدى استعمال المصنع لتقنيّةِ الهندسةِ المتزامنة, فضلاً عن عرض مدى اهتمامه بجوانب الاستدامة، وَمِنْ ثُمَّ تقديم أنموذج مقترح لتطبيقه فيه, وتقسيم الهندسة المتزامنة إلى أربعةِ مراحلٍ رئيسة, تناولت كل مرحلة بُعْداً واحِداً من أبعاد الهندسة المتزامنة. وقد تَمَّ التوصل إلى مجموعةٍ مِنَ الاستنتاجاتِ كان أهمها: لم تضع الوحدة الاقتصاديّة محل البحث استراتيجيّة تصنيع موثّقة بإسلوبٍ علمي ناجح من قبل وزارة الصناعة والمعادن العراقيّة أسوة ببعض الوحدات الاقتصاديّة الأخرى التابعة للوزارة والتي تُعَدُّ الأساس الذي تسترشد به مستقبلاً في تحديد أهدافها ونشاطاتها, فضلاً عن عدم استعمالها لتقنيّة الهندسة المتزامنة, كما أثبت تطبيق الأنموذج المقترح تحقيق مجموعة كبيرة من المزايا التنافسيّة للوحدة الاقتصاديّة محل البحث, تمثّلت بتخفيض تكاليف التصنيع, وتخفيض وقت وصول المنتجات إلى السوق, وزيادة ولاء الزبون للمنتجات نتيجة للجودة العالية التي تمتعت بها المنتجات الجديدة, والمحافظة على البيئة المحيطة من التلوث مِنْ خلالِ تصنيعِ مُنْتَجاتٍ صديقةٍ للبيئة, فضلاً عن المحافظة على الموارد الطبيعيّة.

الكلمات المفتاحية: استراتيجيّة التصنيع الفعّال؛ الهندسة المتزامنة رُباعِيَّة الأبعاد؛ بُعْد تصميم استدامة المنتج.

Abstract

The problem of research in neglect is (**Dimension Designing the Sustainability of the Product**) has been greatly strengthened, which has negatively affected the limits of the level of its performance and competitiveness, and in order to address this problem and the research gap on dimensional tests, and to use them in providing appropriate information to support programs and strategic decisions with economic, environmental and social impact , To achieve certain competitive advantages.

In order to achieve the objective of the research and test hypotheses, **the General Company for the manufacture of cars and equipment / battery factory** in Baghdad was chosen as a research limelight., its use of the concurrent engineering technology were presented., and the steps required to perform the implementation procedures of the model, and the division of engineering concurrent to four stages, each of which dealt with one dimension of concurrent geometry. A number of conclusions were reached, the most important of which were the following: The Economic Unit did not put in place a strategic map that was documented in a scientific manner by the Iraqi Ministry of Industry and Minerals, as well as some of the economic units of the Ministry which serve as the basis for future targeting of its objectives and activities. The application of the proposed model has proved to achieve a wide range of competitive advantages of the economic unit under consideration, namely reducing manufacturing costs, reducing time of product access to the market and increasing customer loyalty to the product. Quality environment, and the preservation of the surrounding environment from pollution through the manufacture of sustainable products, as well as the preservation of mineral wealth.

key words: Agile Manufacturing Strategy; Concurrent Four Dimensional Engineering; Dimension Designing the Sustainability of the Product.

[1] بحث مستل من رسالة الماجستير للباحث.

المقدمة

شَهِدَ العَقدَان (الأَخِير مِنَ القَرنِ العِشرِين وَالأوَّل مِنَ القَرنِ الواحِدِ وَالعِشرِين) تَغييرات وَتطورات هائِلة فِي تِقَنِيّاتِ الإنتاج, فَضلاً عَنِ ازدِيادِ حِدّةِ المُنافَسَةِ الصِّناعِيّةِ العالَمِيّة, الأمرُ الذِي جَعَلَ الوحدات الاقتصادِيّة الصِّناعِيّة تَتَّجِهُ نَحوَ اختِيار دِينامِيكِيّة عالِية فِي مَجالاتِ الإنتاج وَالتسوِيق, لِذا أصبَحَ تَركِيز تِلكَ الوحدات الاقتصادِيّة الصِّناعِيّة يَنْصَبُ عَلَى تقنيّاتِ الإنتاجِ المُعاصِرة ونُظُمِ المَعلومات, لِذلِكَ أصبَحَ مِنَ المُسَلَّماتِ التِزامِ الوحداتِ الاقتصادِيّةِ الصِّناعيّةِ العِراقِيّةِ بِتَبَنِّي هذِهِ التِقنيّات المُتَطَوِّرَة؛ كَيْ يَتَسَنّى لَها التَّوَجُه وَالتَّحَرُك نَحوَ العَمَلِ عَلَى تَطوِيرِ نُظُمِها الإنتاجِيّةِ عَلَى وفقِ تِلكَ الدِينامِيكِيّةِ العالَمِيّة. إذْ تُعَدُّ استِراتِيجِيّة التَّصنِيع الفَعّال توجُّهاً مُعاصِراً فِي مَجالِ التَّصنِيع تَقْتَضِي عَمَلِيّات تَغيير فِي هَيْكَلَةِ الوحداتِ الاقتصادِيّةِ الصِّناعِيّة, وَصِياغَةِ استراتِيجيّاتِها بِما يَدعَم أداء عَمَلِيّاتِها, وَازدادَتْ أهَمِيّة استِراتِيجِيّة التَّصنِيع الفَعّال فِي بِدايَةِ القَرنِ الحادِي وَالعِشرِين؛ نَظَراً لِما حَقَّقَتْهُ مِنْ قُدرَةٍ كَبِيرَةٍ فِي مُقابَلَةِ رَغَباتِ الزَّبائِنِ وَحاجاتِهم فِي كُلِّ زَمانٍ وَمَكانٍ مِنْ خِلالِ الاستِجابَةِ السَّرِيعَةِ وَالتي تُمَثِّلُ مَخرَجات هذه الاستِراتِيجِيّة, إذْ أنَّ الغَرَض الرَّئِيس مِنْها هُوَ تَخْفِيض التَّكالِيف الصِّناعِيّة غَير الضَّرورِيّة وَغَير المُبَرَّرَة, وَزِيادَة الحُصَّة السوقِيّة للوحداتِ الاقتصادِيّةِ الصِّناعِيّة, وَتَلبِيَة رَغَبات الزَّبائِن وحاجاتهم, وَتَقدِيم مُنْتَجات جَدِيدَة, وَزِيادَة القُدْرَة التَّنافُسِيّة الصِّناعِيّة, وَاستِبْعاد الأنشِطَة التِي لا تُضِيف قيمة. كَما أنَّ تَحقيق تِلكَ المَجموعَة وَغَيرِها مِنَ المَزايا التَّنافُسِيّة يُحَتِّم عَلَى الوحداتِ الاقتصادِيّةِ الصِّناعِيّةِ التِي تَتَبَنّى استِراتِيجِيّة التَّصنِيع الفَعّال أنْ تَستَعْمِل تِقَنِيّات تَكالِيفِيّة وإدارِيّة مُناسِبَة, وَالتِي مِنْها تِقَنِيّة الهَنْدَسَة المُتَزامِنَة.

إذْ كانَ أمام الباحِثِين السابقين العَدِيد مِنَ التَّحَدِّياتِ لِلخَوضِ فِي مَوضوعِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَة (لاسِيَّما عَلَى المُستَوى المَحَلِّي), مِنْها وَأهَمُّها نُدرَة الأدَبِيّات التِي تَناوَلَتْ مُعالَجاتٍ فِكْرِيَّةٍ مُحْكَمَةٍ وَمُعَوَّل عَلَيْها لِهذا المَوضوع بِمَنْظورِ استِراتِيجي إداري, بِوَصفِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ كَتِقَنِيّةٍ تَنافُسِيّة، وَهِيَ وَإنْ تَوَفَّرَتْ فَإنَّها مُشَتَّتَة وَتَفْتَقِر إلى التَّركِيز عَلَى التَّشْخِيصِ المُتَكامِلِ لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ بِمَنظورِ نُظُمِي أوسَع يُحَقِّقُ التَّرابُط بَيْنَ مُحتَوى وَعَمَلِيّات وَأبْعاد الهَنْدَسَة المُتَزامِنَة وَبَيْنَ استِراتِيجِيّة التَّصنِيع الفَعّال بَغْيَة تَحْقِيق المَزايا التَّنافُسِيّة, وَفَضلاً عَنْ ذلك, فَإنَّ مِنَ التَّحَدِّياتِ التِي واجَهَها أُولئِكَ الباحِثين هِيَ عَدَم اكتِمالِ الصُّورَة فِي أذهانِهِم حَولَ أبعاد الهَنْدَسَة المُتَزامِنَة, وَالتِي اكتَمَلَتْ اليوم بِأربَعَةِ أبعادٍ أساس, فَفَضلاً عَنِ الأبعادِ الثَّلاثَةِ التِي تَوَصَّلَتْ لَها الدِّراسات السابِقَة أواخِرَ عَقْدِ التِّسْعِينِيّاتِ مِنَ القَرنِ الماضِي عَلَى يَد (Fine) وَالتِي هِيَ (بُعْد تَصميم المُنْتَج, وَبُعْد تَصميم العَمَلِيّة الإنتاجِيّة, وَبُعْد تَصميم سِلْسِلَة التَّجهِيز) تَمَّ اقتِراح إضافَة بُعْداً رابِعاً لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ فِي الدِّراسَةِ الحالِيّةِ وَالذِي تَمَثَّلَ بـ (بُعْد تَصمِيم استِدامَة المُنْتَج), لِما لِمَوضوع استِدامَة المُنْتَجاتِ مِنْ صِلَةٍ وَثِيقَةٍ بِالمُجْتَمَع بِصورَةٍ عامّة, وَالوحدةِ الاقتصادِيّةِ بِصورَةٍ خاصّة. مِنْ هذا المُنْطَلَق اقتُرِحَتْ فِي هَذِهِ الرِّسالَةِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأبعادِ كَتِقَنِيّةٍ مهمةٍ فِي مَجالِ التَّصنيع, تَهْدُفُ إلى تَحْقِيقِ المَزايا التَّنافُسِيّةِ لِلوحداتِ الاقتصادِيّةِ الصِّناعِيّة, إذْ تَعْمَلُ هذهِ التِّقَنِيّة وَمِنْ خِلالِ عَمَلِيّاتِ التَّصميمِ عَلَى الخُروجِ بِأفْضَلِ النَّتائِجِ مِنْ خِلالِ تَخْفِيضِ التَّكالِيفِ الإنتاجِيّة, وَتَقْلِيلِ وَقت وصول المُنْتَجات إلى السوق, وَالمُحافَظَةِ عَلَى جَوْدَةِ تِلكَ المُنْتَجات, فَضلاً عَنِ المُحافَظَةِ عَلَى البِيئَةِ المُحِيطَةِ بِالوحداتِ الاقتصادِيّةِ مِنَ مُشكلاتِ التَّلَوث.

عليه جاءت فكرة هذا البحث, إذ تم تقسيمه إلى خمسة مباحث، يتناول **المبحث الأول** منهجية البحث ودراسات سابقة وما تميَّزت به الدراسة الحاليّة، أما **المبحث الثاني** فيوضح طبيعة العلاقة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال، فيما خصص **المبحث الثالث** للأنْمُوذَجِ المُقْتَرَح لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأَبْعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّالِ، أما **المبحث الرابع** فيوضح تطبيق الأنموذج المقترح في الوحدة الاقتصاديّة محل البحث، وختم البحث **بالمبحث الخامس** الذي تناول الاستنتاجات والتوصيات التي توصل اليها البحث.

المبحث الأول: منهجية البحث ودراسات سابقة وما تميَّزت به الدراسة الحالية

أولاً: منهجية البحث

1. مشكلة البحث: سعى الباحثون في دراساتهم السابقة والمتعلّقة بإدارة الإنتاج والعمليّات إلى إضفاءِ الأهميّةِ بالتقنيّاتِ والاستراتيجيّات والطرائق الضروريّة؛ بغية تطوير المُنتجات وتحسينها، مِنْ خلالِ الشروع باستعمالِ تقنيّاتٍ جديدةٍ ولعلَّ أبرزُها ما يخص موضوع الدراسة الحاليّة **"تقنيّة الهندسة المُتزامنة"** التي تهتم بتقليل وقت التطوير وتحقيق مستويات عالية من الجودة, والتي بدورها تؤدي إلى **"تنفيذ استراتيجيّة التصنيع الفعّال"** كون هذه الاستراتيجيّة تمثلُ مصدر القوّة التنافسيّة في اتخاذِ القراراتِ بشكلٍ عام، والقرارات الإنتاجيّة منها بشكلٍ خاص؛ في سبيل تحقيق رضا الزبون, إلّا أنّ المشكلة تُكمن في إهمال **(بُعْد تصميم استدامةَ المُنْتَج)** وعدم إدراجه ضمن أبعاد تقنيّة الهندسة المُتزامنة, في الوقتِ الذي أصبحت فيهِ التوجُهاتِ العالميّةِ تسعى بشكلٍ جادٍ وكبيرٍ نحو مراعاته, فضلاً عَنْ ضعفِ استعمالِ الوحداتِ الاقتصاديّةِ الصِناعِيّةِ العراقيّةِ لِهذهِ التقنيّةِ بِشَكْلٍ كبير.

على وفقِ المُشكلةِ المعروضَة, فإنَّ ثمّة تساؤلات يُمكن أنْ تُثار في هذا السِّياق يسعى الباحِثان الإجابةَ عنها من خلالِ هذا البحث, وهي كالآتي:

أ. ما هي طبيعة المُتغيّرات أو المُتطلّبات الأساس لِكُلٍ مِنَ الهندسةِ المُتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال؟
ب. ما هي التأثيرات المُترتّبَة على استعمالِ الهندسةِ المتزامنةِ فِي تنفيذِ استراتيجيّةِ التصنيعِ الفعّال؟
ج. ما مدى تطبيق الوحدات الاقتصاديّة الصناعيّة العراقيّة لأبعادِ الهندسةِ المُتزامنةِ واستراتيجيّة التصنيع الفعّال؟
د. ما مدى إمكانيّة تطبيق الأنموذج المُقترح للهندسةِ المُتزامنةِ رُباعيّةِ الأبعاد لتنفيذِ استراتيجيّةِ التصنيعِ الفعّالِ في الوحداتِ الاقتصاديّةِ الصناعيّةِ العراقيّة؟

2. **أهداف البحث:** في ضوءِ مُشكلةِ البحثِ والتساؤلاتِ المطروحـة، فـإنَّ البحـثَ يهدفُ أساسـاً إلـى تحقيـقِ مجموعـةٍ مـن الأهـدافِ وهـي كالآتي:
أ. دراسـة وتحليـل طبيعـةُ المُتغيّرات أو المُتطلّبات الأساس لِكُلٍ مِنَ الهندسـةِ المُتزامنـة واستراتيجيّـة التصنيع الفعّـال.
ب. دراسـة وتحليـل التأثيرات المُترتِّبَة على استعمالِ الهندسـةِ المتزامـنةِ فـي تنفيـذِ استراتيجيّـةِ التصنيعِ الفعّـال.
ج. بيـان مدى تطبيق الوحـدات الاقتصاديّة الصناعيّة العراقيّـة لأبعادِ الهندسـةِ المُتزامنـةِ واستراتيجيّـة التَصنيع الفعّـال.
د. تطبيـق الأنمـوذج المقتـرح للهندسـةِ المُتزامنـةِ رُباعيّـةِ الأبعـاد لتنفيذِ استراتيجيّـةِ التصنيـعِ الفعّـالِ فِـي الوحـداتِ الاقتصاديّـةِ الصناعيّـةِ العراقيّة.

3. **فرضيات البحث:** يستندُ البحثُ إلى الفرضياتِ الأساس الآتية:

أ. **"هُنـاكَ تَأثيـراتٌ إيجابيّـة تترتَّبُ علـى استعمـالِ الهَنْدَسَـةِ المُتَزامِنَـةِ فِـي تَنْفيذِ استِراتيجيّـةِ التَّصنيـعِ الفَعّال".**
ب. **"لا تَستَعْمِل الوحدة الاقتصاديّة الصّناعيّة محلّ البحث الهَنْدَسَة المُتَزامِنَة رُباعِيّة الأَبْعاد وَاستِراتيجيّة التَّصنيع الفَعّال".**
ج. **"إمكانيّة تَقديم أنموذج مُقتَرح لاستِعمالِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيّةِ الأَبْعادِ لتنفيذِ استراتيجيّةِ التَّصنيع الفعّال في الوحدات الاقتصاديّةِ الصّناعيّةِ العِراقيّة".**
د. **"يُضيف تَطْبيق الأنموذج المُقترح لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيّةِ الأَبْعادِ تَحْسِيناتٍ لاستِراتيجيّةِ التَّصنيعِ الفَعّال, مِمّا يَنْعَكِسُ بِشَكْلٍ إيجابِيٍ فِي تَحْقِيقِ المَزايا التَّنافُسِيّة".**

4. **أهمية البحث:** يستمدُّ البحـث أهميّتـهُ مِـنْ أهميّـةِ التطـرُّق لِموضوعٍ حديثٍ ومهم يُعَدُّ كالشريـان الحيـوي في الوحداتِ الاقتصاديّةِ الصناعيّةِ العالميّةِ بِعامّـة, والحاجة الملحّة لهُ في الوحـداتِ الاقتصاديّةِ الصناعيّةِ العِراقيّةِ منـها بِخاصّة, ألا وهو موضوعِ **"الهندسة المُتزامنة رُباعيّة الأبعاد"**, كتقنيّةٍ مهمةٍ لتحقيـقِ أداءٍ متميّزٍ ومتفوّقٍ نحو **"تنفيذ استراتيجيّة التصنيع الفعّال"**، فضلاً عـن تقديمِ منهجيّةٍ نظريّـةٍ عمليّـةٍ تُساعد الوحدة الاقتصاديّة محـل البحث علـى فهمِ كيفيّةِ استعمالِ الهندسـةِ المُتزامنةِ رُباعيّةِ الأبعادِ لـ **"تحقيقِ المزايا التنافسيّة"**, ويستكمِلُ البحث أهميّتـه من إطارهِ العملي, إذ تَمَّ **تطبيق الأنموذج المقترح للهندسة المتزامنة رُباعيَّة الأبعاد**, وبيان مدى الإفادة من هذا الأنموذج فيما لو تَمَّ اعتماده في الوحدةِ الاقتصاديّةِ محل البحث, وذلك مِنْ خِلالِ التَّحسيناتِ المُتعددةِ التي يُضيـفها الأنمـوذج المقـترح لمنـتجاتِ الوحـدةِ الاقتِصـاديّةِ محل البحث.
5. **مجتمع البحث ومحل تطبيقه:** تَمَّ استهداف **القِطاع الصناعـي فِي العراق** مُتمثِّلاً بالوحداتِ الاقتصاديّةِ الصناعيّةِ العراقيّةِ كمجتمعٍ للبحث؛ وذلك لأهميّةِ هذا القِطاع في التنميةِ الاقتصاديّةِ للبلـد، فضلاً عَنْ تأثيراتِه الكبيـرةِ على بيئةِ البلدِ مِنْ خلالِ ما يطرحه مِنْ مخلّفاتٍ صناعيّةٍ كبيرةٍ تؤثِّرُ على البيئةِ بمُختلـفِ أشكالها وعناصرها، ولكِبرِ حجمِ هذا القِطاع وصعوبة تغطيته مِنْ خلالِ هذا البحث، فقد تَمَّ اختيـار **الشركة العامّة لصناعةِ السيّاراتِ والمعدّات/ مصنع البطاريّات** محلاً للبحـث.
6. **حدود البحث:** وهي كالآتي:
أ. **الحدود المكانيّـة:** تَمّ اختيـار (**الشـركة العامّـة لصناعـةِ السيّـاراتِ والمعدّات/ مصنـع البطاريّـات**) التابع إلى وزارةِ الصناعةِ والمعادنِ العِراقيّـة.
ب. **الحدود الزمانيّـة:** تَمّ اعتماد التقارير والبيانـات الخاصّة بالمصنعِ لِلسنوات **(2013-2014-2015-2016-2017)**، وهي أحدث ما تَمّ الحصول عليهِ مِنْ بياناتٍ وتقارير.
7. **اسلوب جمع البيانات:** اعتمد الباحثان على نِتاجاتِ الكُتّابِ والباحثين التي تَمَّ جمعُها مِنَ المصادرِ العربيّة (المحليّة وغير المحليّة) والأجنبيّة المختلفة المتمثِّلـة بالكتبِ والمجلّاتِ والرَّسائلِ والأطروحات العلميّةِ والبحـوثِ ذات الصلة بموضوعِ البحثِ وما منشـورٌ مِنْها على شبكةِ المعلوماتِ الدوليّة (الأنترنت) في إغناءِ الإطارِ النظري مِنَ البحث، كما تَمَّ اعتماد البياناتِ والمعلومات الماليّة والماديّة المرتبطة بموضوعِ البحثِ الحالي والتي أمكن الحصول عليها لتقييمِ واقعِ نشاطاتِ مصنعِ البطاريّاتِ وتوجُّهاته التكنلوجيّة المستقبليّة وصياغة أنموذج مُقترح لهندسةٍ متزامنةٍ رُباعيّةِ الأبعادِ خاص به, فضلاً عن زياراتِ الباحِثَين الميدانيّةِ المُتكرِّرَةِ وإجراءِ المقابلات الشَّخصيّة مع مديري الأقسام ومسؤولي الشُعَبْ والوحدات الإداريّة والفنيّة في المصنع؛ لأجلِ إغناءِ الإطارِ العملي من البحث.

ثانياً: دراسات سابقة وما تميَّزت به الدراسة الحاليّة

الدراسة	اسم الباحث	عنوان الدراسة
الدراسات المحلية	(البرزنجي, 2007)	"تأثير الهندسة المتزامنة في تطوير المنتج"
	(شلاش وجاسم, 2007)	"أثر مكونات تكنولوجيا التصنيع الفعّال في أداء العمليات"
	(خضير, 2018)	"استعمال الادارة الاستراتيجية للتكلفة والهندسة المتزامنة ثلاثية الابعاد في ترشيد التكاليف"
الدراسات العربية	(عبدالكريم, 2013)	"نحو دمج تكاملي بين إدارة التكاليف الإستراتيجية والهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد لتحقيق ميزة تنافسية لمنظمات الأعمال المعاصرة"

	(علي, 2015)	"إطار مقترح لإستخدام أسلوب الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد في ظل الإدارة الإستراتيجية للتكلفة بهدف زيادة القدرة التنافسية"
الدراسات الأجنبية	(Daghestani, 1998)	"Design and Reconfiguration of Manufacturing Systems in Agile Manufacturing Environments"
	(Barahona, 2003)	"A Ontology – Based Approach to Support the Implementation of Concurrent Engineering in the Innovation Process"
	(Fine et al., 2005)	"Modeling Tradeoffs in Three Dimensional Concurrent Engineering: A Goal Programming Approach"
	(Mostafaeipour & Fallahnezhad, 2010)	"Implementation of Agile Manufacturing into Value Engineering Technique for Industries"
	(Belay et al., 2011)	"Effects of Quality Management Practices and Concurrent Engineering in Business Performance"
	(Ramana, 2012)	"Concurrent Engineering: Impact on New Product Design and Development in Indian Two Wheeler Auto Industry"

مما سبق, يتبين ضيق المساحة التي خُصِّصت في الدراسات السابقة لأبعاد الهندسة المتزامنة, والاكتفاء بما قدّمه الباحثين السابقين في السنوات الأخيرة من القرن الماضي, إذ اكتفت جميع تلك الدراسات بثلاثةِ أبعادٍ لا غير, كذلك نُدرة الدِّراسات السابقة المحليّة (التي وقع عليها نظر الباحثان) التي تناولت موضوع الهندسة المتزامنة, وفضلاً عن ذلك, فإنّ جميع الدراسات السابقة (على حدِّ علمِ الباحِثان) لم تتوفّق باختيار موضوع الهندسة المتزامنة رُباعِيَّة الأبعاد كتقنيّة مهمةٍ لتنفيذِ استراتيجيّةِ التَّصنيعِ الفعّال, باقتراحِ إضافةِ بُعْدٍ رابعٍ ومهمٍ لتلك التقنيّة تمثّل بـ **(بُعْد تصميم استدامة المنتج)**.

المبحث الثاني: طبيعة العلاقة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال

لتحقيقِ أهدافِ وغايات الوحدة الاقتصاديّة بفعّالية ينبغي تخفيض مدة التجهيز, وتحسين الجودة, وتخفيض تكلفة المنتج وتصميمه واستدامته, ووجود مستوىً جيّدٍ مِنَ الاتصالات وتدريب العاملين, وينبغي أنْ يقوم العاملين بمهامهم بشكلٍ متوازٍ مَعَ بعضهم البعض, لتسمح بإنجازِ العمل بأدنى وقتٍ مُمكن, ففضلاً عن أهدافِ الهندسةِ المتزامنةِ التي مرَّ ذكرها في الفقراتِ السابقةِ مِنْ هذا المبحث, فإنَّ لها علاقة مباشرة مع استراتيجيّة التصنيع الفعّال. إذ يذكر (Dongre et al., 2017: 2767) أَنَّ العلاقة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال تتمثّل بتحسينِ جودةِ المُنْتَجاتِ وَتَخْفِيْضِ تكلُفة تصنيعها. كما ذكر (Shouke et al., 2010: 708) أَنَّ الهندسة المتزامنة أصبحت الخيار الرئيس للعديدِ مِنَ الوحداتِ الاقتصاديّة؛ لإعادةِ هندسةِ أعمالها, وتنفيذ نظام إدارة متكامل مكوّن مِنَ الجودةِ والمهنةِ والبيئةِ والصحّةِ والأمان. وأشار (Gunasekaran) إلى أَنَّ الهندسة المتزامنة هي إحدى الأدوات المساعدة لتنفيذِ استراتيجيّةِ التصنيعِ الفَعّال (Gunasekaran, 1998: 1127).

في حين يرى (Bonney et al., 2003: 244) أصبحت بيئة الأسواق اليوم أكثر قدرة على المنافسة تدريجيا؛ نتيجةً لزيادةِ الضُّغوطات على الوحدات الاقتصاديّة في تلك الأسواق, الأمر الذي جعل تلك الوحدات الاقتصاديّة بحاجةٍ إلى أَنْ تكون أكثر استجابة لتلك الضُّغوطات, إذْ تمثّلت استجابتها بإدخال العديد من التغييرات التقنيّة, لاسيَّما في المجال الصناعي, فقد تمَّ الاستثمار في تقنياتٍ جديدةٍ للتكنولوجيا والتنظيم والتصنيع؛ بغية تخفيض الوقت من التصميم إلى الإنتاج, ومن هذه التقنيات هي **(تقنيّة الهندسة المتزامنة)**. وأشار (Winner et al., 1988: 5) إلى أَنَّ الهندسة المُتزامنة يُمكن أَنْ تخفض من تكاليف التصنيع بنسبة (30-40%) مِنْ خلالِ وجودِ الفريقِ المُتَعَدِّدِ الوظائف, فضلاً عن تخفيض معدل التلف والضياع بنسبةٍ تَصِلُ إلى (75%), وذلك بتصميمِ المُنْتَجِ والعمليّات الإنتاجيّة. والشكل (1) الآتي يوضّح **العلاقة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال**.

الشكل (1)

العلاقة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال

المصدر: الشكل مِنْ إعدادِ الباحِثَين.

من الشكل (1), يُمكن مُلاحظة العلاقة المُباشرة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال؛ لأنَّ الهندسة المتزامنة هي واحدة من أدوات استراتيجيّة التصنيع الفعّال, إذْ يعتمد تحقيق أهداف وغايات الوحدة الاقتصاديّة على تنفيذ استراتيجيّة التصنيع الفعّال باستعمال إحدى أدواتها المهمة والمتمثّلة بالهندسة المتزامنة.

كما يرى (Bogus et al.) أَنَّ الهندسة المتزامنة تعمل على تكامل وتصميم وتطوير المُنْتَجات والعمليّات الإنتاجيّة, أي أنَّها فلسفةٌ إداريّةٌ تعمل على تكامُلِ تصميمِ وتطويرِ المُنْتَجِ والعمليّةِ الإنتاجيّةِ مِنْ خلالِ تداخُل جميع العمليّات والوظائف والأنشطة التي تشترك في إنتاجِ وتطويرِ المُنْتَجِ على طولِ سِلْسِلَةِ القيمةِ ابتداءً مِنَ البحثِ والتطويرِ وصولاً إلى خدمةِ الزبائن، إذ يَتِمُّ استعمال المعلومات المُتاحة خلال المراحل الأولى لعمليّةِ التصميم, كما تلقّت الهندسة المتزامنة كثيراً مِنَ الاهتمام في مجالِ التصنيع, على مدى العقود الماضية, مِنْ أجلِ تحقيقِ وفوراتٍ في الوقت, وإنَّها تدعو إلى التزامن والتداخل بين العمليّات الإنتاجيّة بدلاً مِنْ تَتابُعِ تَصمِيمِ المنتج وَالعَمَلِيّات الإنتاجِيّة (Bogus et al., 2005: 1179).

كما أَنَّ عملية التصميم المتكامل ينبغي أَنْ تتميّز بميزاتٍ هي (Wognum et al., 2015: 68-69):

1. ينبغي أنْ يتوافر نظام اتصال قوي لِمُشارَكَةِ المعلومات, ومِنْ ثَمّ تمكين فريق التصميم مِنَ الوصول إلى جميعِ أقسامِ الوحدةِ الاقتصادية.
2. كُلّ عمليات التصميم هِي بالضرورة عمليات تكراريّة تتطلب إعادة تصميم وتعديلات متعاقبة.
3. الهندسة المتزامنة ينبغي أَنْ تُسَهّل عمليّة تحليل البدائِل, والذي يقود للمثالية فِي تصميم المُنْتَج والعمليّة الإنتاجيّة, وَأَنَّ القيود والمتطلبات المتعارضة ينبغي أَنْ تُصَمَّمْ وَتُحَدَّد فِي الوَقتِ نَفسه.
4. جميع الجوانب الملائِمة مِنْ عملية التصميم ينبغي أنْ تكون موثقة؛ لغرض الإفادة منها في المستقبل, وَأَنَّ الأنشطة يمكن أَنْ تتداخل فيما بينها بشكلٍ فعّالٍ بالاعتمادِ على العلاقاتِ بينها.

فِي خِتامِ هذا المَبْحَث, يَتَّضِحُ أَنَّ تِقْنِيَّةِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ بِشَكْلٍ عام, هِيَ إِحْدى تِقْنِيّات استِراتِيجِيّة التَّصنِيعِ الفَعّال, وَلَها تَأثِيرٌ إِيجابِيٌّ كَبِير فِي تَنْفِيْذِ هذهِ الاستِراتِيجِيّة, وَهُوَ ما يُثْبِتْ مِنَ الناحِيَةِ النَّظَرِيَّةِ صِحَّةَ الفَرَضِيَّةِ الأَساس الأُولى التِي تَنُصُّ عَلَى أَنَّ "هُناكَ تَأثِيراتٌ إِيجابِيَّة تترتَّب على استِعمالِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ فِي تَنْفِيذِ استِراتِيجِيّةِ التَّصنِيعِ الفَعّال", فَالوَحَدات الاقتِصادِيّة المُنَفِّذَةِ لِاستِراتِيجِيّةِ التَّصنِيعِ الفَعّالِ سَوْفَ تَتَمَيَّزُ أو عَلَى الأَقل أَنَّها سَتُحافِظُ عَلَى مَكانَتِها فِي دُنيا الأَعْمال, لاسِيَّما لَو كانَ تَنْفِيْذ هذهِ الاستراتيجيّة مَبْنِياً عَلَى استِعْمالِ تِقْنِيّة الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأَبْعاد, بَعْدَ اقتراح إِضافَةِ بُعْداً رابِعاً لَها يُرَكِّزُ عَلَى تَصْمِيْمِ استِدامَةِ المُنْتَجِ, والذِي بِدَورِهِ يُعَزِّزُ مِنْ مَكانَةِ الوحدةِ الاقتِصادِيّةِ مِنْ خِلالِ تصميمِ مُنْتَجاتٍ مُسْتَدامَة, فَضْلاً عَنِ الجَوْدَةِ العالِيَةِ وَالتَّكالِيْفِ المُنْخَفِضَة, وَهُوَ ما يُمَيِّزُ تِلْكَ الوحدة الاقتصادِيّة وَيَجْعَلَها تَحَقِّقُ أَهْدافِها وَغاياتِها المَنْشودَة, وَمِنْ ثُمَّ الاسْتِجابَةِ السَّرِيْعَةِ لِمُتَطَلَّباتِ الزَّبائِنِ وَرَغَباتِهِم وَتَحْقِيْقِ وَلائِهِم بِتِلْكَ المُنْتَجات. عَلَيْه, سَيُقَدِّمُ المَبْحَث القادِم أَنْمُوذَجاً مُقْتَرَحاً لِهَنْدَسَةٍ مُتَزامِنَةٍ رُباعِيَّةِ الأَبْعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّالَ؛ بِهَدَفِ بقاء تلك الوحدات الاقتصادِيّة واستمراها فِي بيئةِ العمل.

المبحث الثالث: أَنْمُوذَجٌ مُقْتَرَحٌ لِهَنْدَسَةٍ مُتَزامِنَةٍ رُباعِيَّةِ الأَبْعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّال

فِي هذا المَبْحَث سَيَتِمُّ التطرُّق إلى أبعادِ الهندسةِ المتزامنةِ مِنْ خلالِ مَرْحَلَتَيْنِ أساس, كانت قد مرَّت بِهِما تِلْكَ الأَبْعاد, وذلك بناءً على المادةِ العلميّةِ التي قدّمها الكُتّاب والباحثين السابقين والخاصّة بموضوعِ الهندسةِ المُتزامنةِ مُنْذُ نُشأتها إلى يومِنا هذا, فضلاً عَن اقتراح مرحلةٍ ثالثةٍ لها بإضافةِ بُعْداً رابعاً ومكملاً للعلاقةِ بين تلك الأبعاد الأربعة والمزايا التنافسيّة فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّالِ, وكما موضّحٌ في الفقراتِ القادمة مِنْ هذا المبحث.

أولاً: مرحلة الهندسة المتزامنة ثُنائيَّة الأبعاد (2D-CE)

يرى (Marchetta et al.) أَنَّ هذهِ المرحلة تقوم على أساسِ تصميمِ كُلٍ مِنَ **المُنْتَجِ والعمليّةِ الإنتاجيّةِ** بشكلٍ مُتزامن، فتصميمِ أجزاءِ المُنْتَجِ المُختلفةِ بالتزامُنِ مع تصميم العمليّة الإنتاجيّة المتضمّنة تخطيطَ الإنتاج, وطرائق التصنيع, والموارد المطلوبة في هذهِ العمليّة، يُمكن أَنْ يؤدي إلى تقصيرِ دورةِ حياةِ المُنْتَج، الأمر الذي يُساعد في وصولِ ذلك المُنْتَج بوقتٍ مبكّرٍ إلى السوق (Marchetta et al., 2011: 672-673). كما يرى (Bogus et al.) أَنَّ **التصميم المُتزامن للمُنْتَجِ والعمليّةِ الإنتاجيّةِ** يُعَدُّ مِنَ المهامِ الأساسِ لتقنيّةِ الهندسةِ المُتزامنة, إذْ يتمكّنُ مِنْ خلالِهِ فريق عمل الهندسة المتزامنة متعدّد الوظائف مِنَ القيامِ بتنفيذِ المهامِ المُكلَّفِ بها بالتزامن, وذلك عَنْ طريقِ تصميمِ كافّةِ أجزاءِ المُنْتَجِ وما يتطلّبه مِنْ مُكوّناتٍ ووظائف ومميّزات، فضلاً عَنْ تصميمِ متطلّباتِ وعمليّاتِ تصنيعِ ذلك المُنْتَجِ مِمّا يجعل العمليّة التصميميّة ذات جَودة عالية وامكانيّة تنفيذها بسُرعة (Bogus et al., 2005: 1180).

كَما أَنَّ **مرحلة الهندسة المتزامنة ثُنائيّة الأبعاد** قَدْ أَثْبَتَتْ فِي نتائِجها الآتي: تخفيض نسبة (30-60%) فِي وَقتِ وصولِ المُنْتَجِ إلى السوق، وَتخفيض نِسبَة (15-50%) في تكاليفِ دورةِ حياة المُنْتَج، وَتخفيض نسبة (55-95%) في طلباتِ التغييراتِ الهندسيّة (Fine et al., 2005: 390). ويرى (Albizzati) أَنَّ **مرحلة الهندسة المتزامنة ثُنائيّة الأبعاد** تفترض أنّ **تصميم المُنْتَج والعمليّة الإنتاجيّة**

ينبغي أنْ يتم آنيّاً مُتضمّناً الفريق المتعدِّد الوظائف، والذي بدورهِ يتضمّن المُجهّزين والزبائن (Albizzati, 2012: 22). كما أَنَّ عدم أخذ سلسلة التجهيز في الحُسبانِ وتصميمها بشكلٍ مُتزامنٍ مع كُلٍ مِنْ **تصميمِ المُنْتَجِ والعمليّة الإنتاجيّةِ** قَدْ يؤدي إلى وقوعِ كثيرٍ مِنَ المُشكلات[2], والتي أسماها بعض الباحثين بـ **"مخاطر سِلسِلَة التجهيز Supply Chain Risks" (SCR)** (علي, 2015: 54).

مِمّا تَقَدَّم, يَتَّضِحُ أَنَّ مرحلة الهندسة المُتزامنة ثنائيّة الأبعاد بحاجةٍ كبيرةٍ إلى تصميمِ سِلسلةِ التَّجهيزِ بالتزامُنِ مع تصميم المُنْتَجِ والعمليّةِ الإنتاجيّةَ؛ للتغلُّبِ عَلى تلك المشكلات التي تواجه الوحدة الاقتصاديّة, الأمر الذي جَعَلَ الباحِثين السابقين يُضيفون بُعْداً ثالِثاً لِلهندسةِ المُتزامنة, إذَنْ, مَنْ أضاف البُعد الثالث للهندسة المتزامنة؟ ومتى تمَّ ذلك؟ وما هو مضمون ذلك البُعْد؟ هذا ما سيكون عليه محور المُناقشة فِي الفقرةِ القادمة.

ثانياً: مرحلة الهندسة المتزامنة ثُلاثيّة الأبعاد (3D-CE)

بَعْدَ أَنْ تَمَّ عرض المرحلة الأولى من المراحل التي مرَّت بها أبعاد الهندسة المتزامنة والمتمثِّلة بـ (مرحلة الهندسة المتزامنة ثنائيّة الأبعاد) سَيَتِمُّ فِي هذهِ الفقرةِ عرض المرحلة الثالثة (**مرحلة الهندسة المتزامنة ثلاثيّة الأبعاد**), إذْ أصبحت فيها الهندسة المتزامنة ذا ثلاثة أبعاد, وذلك بعد أَنْ تَمَّ إضافة البُعْد الثالِث لها والمُتَمَثِّل بـ **(بُعْد تصميم سِلسِلة التَّجهيز)**. إذْ أَكَّدَ (Pal & Trostensson) على أنَّ التصميم المُتزامن للأبعادِ الثلاثةِ يُسمّى بـ (**الهندسة المُتزامنة ثلاثيّة الأبعاد 3D-CE**) وذلك حسب رأي (Fine, 1998) والذي يُعَدُّ أوّلَ مَنِ اقترح إضافة البُعْد الثالث للهندسة المتزامنة (**بُعْد سِلسِلة التَّجهيز**)[3]، لينطلق مِنْ هذا الرأي المزيد مِنَ الأبحاثِ التي تُشِير إلى تطوُّر الأبعاد مِنْ مَرحلةِ الهندسةِ المُتزامنةِ ثُنائيّة الأبعاد (2D-CE) إلى مَرحلةِ الهندسةِ المُتزامنةِ ثُلاثيّةِ الأبعاد (3D-CE) (Pal & Trostensson, 2011: 3).

أمّا للحديثِ عن مضمونِ **سلسلةِ التجهيزِ** فَيَرى (Horngren et al.) أنَّ **سِلسِلة التَّجهيز** هِيَ قُدرة الوحدة الاقتصاديّة عَلى التعامُلِ مَعَ المُجهّزين؛ لتوفيرِ مَوادٍ تتّفقُ مَعَ مَوارِدِها وَقُدراتِها؛ مِنْ أَجْلِ إنتاجِ مُنتجاتٍ يُمكِنُها تلبيةِ احتياجاتِ الزَّبائِنِ وَمُتَطَلَّباتِهِم (Horngren et al., 2012: 713-714)، وخلال تصميم تلك السِلسِلة يَتِمُّ تَحديد الشبكة الاستراتيجيّة التي تربط الزَّبائن والمُجَهّزين والوحدة الاقتصاديّة, بما فِي ذلك عمليات البيع والشراء (Albizzati, 2012: 23) .

كما يرى (Tayal) أَنَّ **مرحلة الهندسة المُتزامنة ثُلاثِيَّة الأبعاد** تُعَدُّ أكثرَ ملاءَمةً لمتطلّباتِ بِيئةِ العَمَلِ التنافسيّة، إذْ تُساعِدُ فِي تقصيرِ دَورةِ حَياةِ المُنْتَج, مِمّا يُؤدِي بِدَورِهِ إلى تَخفيضٍ حقيقي فِي التكاليف, وَتحقيقِ وفوراتٍ فِي الوَقت, وَالمُحافظةِ عَلى أقصى مستوىً مِنَ الجَودَة, فضلاً عَنْ توفيرِ القَدَرِ الكافِي مِنَ المُرونةِ لأجلِ الاستجابةِ للتغيُّراتِ فِي حاجاتِ الزَّبائِنِ وَرَغَباتِهِم (Tayal, 2012: 679) .

فضلاً عَنْ (Fine, **1998**) يَتَّفِقُ كثير مِنَ الكُتّابِ وَالباحِثين وَمِنْهُم: (Holmberg, **2002**: 2)؛ (Pesonen, **2003**: 16)؛ (Fine et al., **2005**: 390)؛ (Branoff, **2005**: 2-6)؛ (Johansson, **2010**: 2)؛ (Pal & Trostensson, **2011**: 3)؛ (Albizzati, **2012**: 22)؛ (Nahmias & Olsen, **2015**: 354) على أَنَّ أبعاد الهندسة المتزامنة هِي **"ثلاثة أبعاد أساس"**, يَتِمُّ تنفيذها بالتزامن, تَتَمَثَّلُ فِي **بُعْدِ تصميم المُنْتَج، وَبُعْد تصميم العمليّة الإنتاجيّة، وَبُعْد تصميم سِلسِلة التَّجهيز**. **أمّا الدِّراسَة الحالِيَّة فَهِيَ تَسْعى لِتَناوُلِ الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ بِصورَةٍ أَكْثَر تَوسُعا مِنْ ناحِيَةِ أَبْعادِها, إذْ سَيَتِمُّ اقتِراح إضافة بُعْداً رابِعاً لَها؛ لتحقيق المزايا التنافسيّة للوحدات الاقتصادِيَّة في ظلِّ استراتيجيَّةِ التصنيع الفعّال, وَهذا ما سَيَتِمُّ التَّطَرُّق إلَيه ومُناقشته بِشَيْءٍ مِنَ التَّفصِيلِ فِي الفَقَرةِ القادِمَة.**

ثالثاً: اقتراح مرحلة الهندسة المتزامنة رُباعيّة الأبعاد (4D-CE)

بَعْدَما اتفق الكثير من الكُتّابِ والباحثين على مرحلة الهندسة المتزامنة ثُلاثيَّة الأبعاد, والتي عُدَّت المرحلة الأكثر شيوعاً واستعمالاً إلى يَوْمِنا هذا في الكثيرِ من الوحداتِ الاقتصاديّةِ التي تتبنّى الهندسة المتزامنة, جاءَتْ الدِّراسة الحاليّة كمرحلةٍ أكثر توسُعاً لأبعادِ الهندسةِ المُتزامنة, لتصبح ذا أربعة أبعاد, وذلك باقتراح إضافة **(البُعْد الرابع)** لَها, وَالمُتَمَثِّل بـ **(بُعْد تصميم استدامة المُنْتَج Dimension Designing the Sustainability of the Product) (DDSP)**، إذْ يشتمل هذا البُعْد على دراسة جوانب الاستدامة[4]؛ لأهميّةِ موضوع الاستدامةِ الكبيرةِ فِي العالَمِ اليَوم, فضلاً عن حجمِ مردودهِ الإيجابيّ الكبيرِ على المجتمع العِراقي بِشَكْلٍ عام, وَعَلَى البِيئةِ الصِناعِيّةِ العِراقيّةِ بِشَكْلٍ خاص, إذْ سَيَتِمُّ التركيز في هذا البُعْد على قضيّتين مهمتين من قضايا الاستدامة, ألا وَهُما **(أَنْ يَكون المُنْتَج صَدِيقاً للبيئة, وَامكانيّة إعادة تدويره)**[5]؛ سعياً لتغطية جوانبِ الاستدامة. إذ يؤكِّد (Dongre et al., 2017: 2766)

---

[2] يرى (Johansson, 2010: 2) أَنَّ الوحدات الاقتصاديّة التي لا تأخذ في الحُسبان **سلسلة التجهيز** كنشاطٍ متزامنٍ مع تصميمِ المُنْتَجِ والعمليّةِ الإنتاجيّةِ فإنَّها عادةً ما تواجه مشكلات خلال المراحِل المبكّرة مِنَ عمليّة التصميم, أو عند الشروع بإنتاجِ مُنْتَجٍ مُعَيَّن, أو فِي الدعمِ اللوجستي, أو الجودة والتكلفة, أو الرقابة؛ لِذا فإنَّهُ لابُدَّ مِنَ الأخذِ فِي الحُسبانِ **تَصميمِ سِلسِلةِ التَّجهيز** فِي مرحلةٍ مُبَكِّرَةٍ مِنْ عمليّةِ التصميم.

[3] ذلك في كتابه **"CLOCKSPEED-BASED STRATEGIES FOR SUPPLY CHAIN DESIGN 1"**.

[4] جوانب الاستدامة هي (الاقتصاديّة, والبيئيّة, والاجتماعيّة).

[5] كَما سَيَأتِي ذلك بتَفْصِيلٍ أكثر فِي الفَقَراتِ القادِمَةِ مِنْ هذا المَبْحَث.

أَنَّ الفكرة الأساس للهندسةِ المُتزامنةِ تدور حول مفهومين, **الأوّل** هو: أَنَّ جميع عناصر دورة حياة المُنْتَج من الناحيةِ الوظيفية، والإنتاجيّة، والتجميع، وقابلية الاختبار، وقضايا الصيانة، **والتأثير البيئي، وإعادة التدوير**, ينبغي أَنْ تُؤخَذُ فِي الحُسبانِ وَبِعِنايةٍ كبيرةٍ فِي مراحلِ التصميمِ المُبَكِّرَة, أمّا المفهوم **الثاني**, فهو: أَنَّ أنشطة التصميم السابقة ينبغي أنْ تحصل جميعها في نفسِ الوقت، والفكرة هِي أَنَّ الطبيعة المُتزامنة لهذهِ العناصرِ تزيد بِشَكْلٍ كبيرٍ مِنَ الإنتاجيّةِ وَجَودَةِ المُنْتَج.

كَما يرتئِي (Kim et al., 2014: 44) أَنَّ أَحَّد الدوافع وراء موضوع الاستدامة هُوَ أَنَّ الزَّبائِن يطلبون المزيد مِنَ المُنْتَجاتِ غَيْرِ الضارّة بِصِحَّتِهِم وَسَلامَتِهِم, وَكذلِك **المُنْتَجات الصَّدِيقة لِلبيئة** المُتَعَلِّقَةِ بإعادَةِ الاستِعمال، **وَإعادَة التَّدوير**، وإعادة تصنيع المُنْتَجات القديمة. ويرى (Ishioka & Yasuda, 2009: 1699) أَنَّهُ في كثيرٍ من الحالات يكون الغرض من تطوير المُنْتَج[6] هو إضافة تحسينات وتعديلات على أداءهِ ووظائِفه؛ لتحقيقِ أفضل مستوىً مِنْ رِضا الزَّبائِن, وَمَعَ ذلك، فَإنَّ تلك التحسينات و/ أو التعديلات على أداء المُنْتَج و/ أو وظائِفه لَيْسَت العوامل الفعّالة لِرضا الزَّبائِن في أسواقِ اليَوم, لذلك، يجب تحديد الاتجاه المختلف لتطوير المُنْتَجات, وهو اتجاه **إنتاج المُنْتَجات المُستدامة**.

كما يَرى (Dyllick & Rost, 2017: 1) أَنَّهُ عادةً ما يُنْظَرُ إلى **موضوع استدامةِ المُنْتَج** مِنْ **مَنظورِ الأعمالِ التجاريّة**؛ بِهَدَفِ تَقليلِ المَخاطِرِ المُرتَبِطَةِ بِالمُنْتَجات, أو تَمييز المُنْتَج عَمّا يُقَدِّمَهُ المُنافِسِين, وَمُعْظَمُها ذاتَ تأثيراتٍ مَحدودَةٍ لِلتنميةِ المُستدامة, أمّا مِنْ **وُجهَةِ النَّظَرِ الاجتماعِيّة**، فيُنْظَرُ إلى **موضوع استدامةِ المُنْتَج** بِهَدَفِ المُساهَمَةِ فِي التَّنميةِ المُستدامة، مِنْ خِلالِ الحَدِّ مِنَ التَّأثيراتِ البِيئيّةِ أو مِنْ خِلالِ تَحسِينِ الحالةِ الاجتماعِيّة. وَالشَكل (2) الآتي يُوَضِّح تصنيف مُستويات تطوير استدامة المُنْتَج.

الشكل (2)
تصنيف مُستويات تطوير استِدامَة المُنْتَج

Source: Dyllick, T., & Rost, Z., (2017), "**Towards true product sustainability**", Journal of Cleaner Production, Vol. (162), p. (3).

مِنَ الشَكْلِ (2), يَتَّضِحُ أَنَّ المُستَوى الأَوَّل يَتَمَيَّزُ بِالتَّطَوُّراتِ التي تَنْتَقِلُ مِنَ **"التَّحْسِينات الإنْتِقائِيَّة"** إلى **"التَّحْسِينات الشّامِلَة"** لِلمُنْتَجات، وَمِنْ ثُمَّ تَتَعَدّى التَّحْسِينات المُحَدَّدَة لِلمُنْتَجات. أمّا المُستَوى الثّانِي فَيَتَمَيَّزُ بِالتَّطَوُّراتِ مِنْ **"مُنْتَجاتٍ أَفْضَل"** إلى **"مُنْتَجاتٍ جَيِّدَة"**, إذْ يَتِمُّ عادَةً تَعريف المُنْتَجات الأَفْضَل بِطَرِيقَةٍ نِسْبِيَّة, عَنْ طَرِيقِ مُقارَنَتِها بِالمُنْتَجاتِ المَوجُودَةِ أو الحلول البديلة فِي السُوق, إلّا أَنَّ المُنْتَجات الجَيِّدَة يَتِمُّ تَحْدِيدِها بِمُقارَنَتِها بِبَعْضِ المَقاييسِ المُطْلَقَةِ أو مَعَ مِعْيارٍ أساسٍ لِأَداءِ الاستِدامَة. فيما يُوَضِّحُ المُسْتَوى الثَّالِث التَّطَوُّرات مِنْ **"قِيْمَةِ المُنْتَج"** إلى **"قِيْمَةِ المُجْتَمَع"**، وَعَلَى وفقِ هذا المُستَوى، فَإنَّهُ لا يَكْفِي أَنْ نُشارِك فِي مُنْتَجٍ مُسْتَدامٍ فَقَط، وَلكِنْ ينبغي المُشارَكَة فِي عالَمٍ مُسْتَدام.

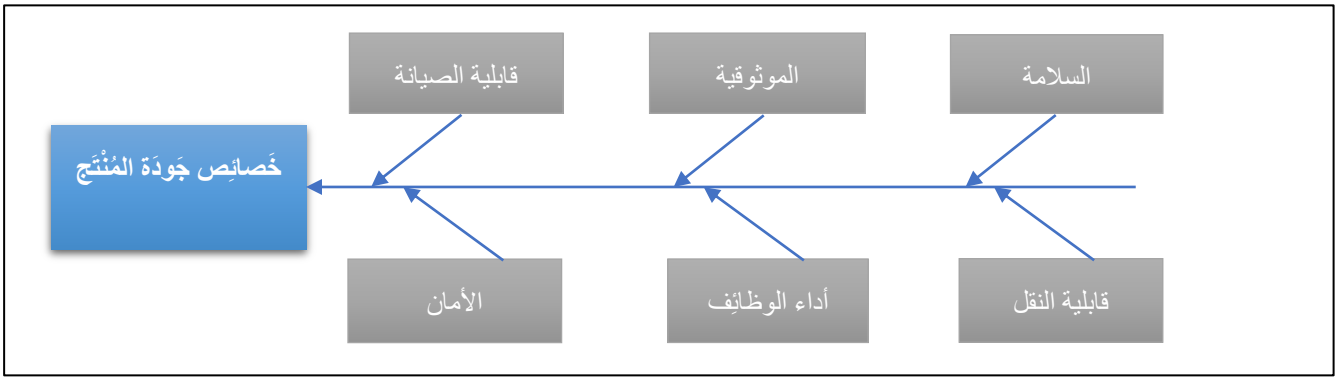
فِي هذا الصَّدَدِ يَرى (Johansson, 2007: 9) أَنَّ التنمية المستدامة تُعرّف على أَنَّها: التنمية التي تُلَبِي احتياجات الجيل الحالي، دون المساس بموارد الأجيال القادمة لتلبية احتياجاتهم الخاصّة. كما يرى (SIVA) أَنَّ الاستدامة هي بمثابة نقطة انطلاق للابتكارات التنظيميّة والتكنولوجيّة التي تحقق عوائد وأرباح عالية في نهايةِ المَطاف، كما أَنَّ الوحدات الاقتصاديّة قادرة على تخفيضِ التكاليفِ من خلال تقليل المُدخلات التي تستعملها إذا أصبحتْ **صديقة للبيئة**، وغالباً ما يُنْظَر إلى موضوعِ التنميةِ المُستدامةِ على أساسِ ثلاثةِ جوانبٍ هِي (الجانب الاقتصادي, والجانب البيئي، والجانب الاجتماعي), إذْ ركَّزت خُطُوات الاستدامة على **استراتيجيّات نهاية عمر المنتج (ELS) End of Life Strategies**, وإيجاد الطرائق المناسبة للتخلص من المُنْتَجاتِ التالفةِ والمُستهلكة, وهذه الطرائق متمثلة بالآتي (Siva, 2016: 1-9):

[6] عَرَّفَتْ جمعية إدارة وتطوير المُنْتَجات (PDMA) في إيطاليا **عَمَلِيَّة تَطوير المُنْتَج** أَنَّها: مَجْمُوعَةً مِنَ المَهامِ وَالخُطُواتِ المُحَدَّدَةِ وَالمُتْقَنَةِ التي تَصِفُ الوَسِيْلَة العادِيَّة التي تُحَوِّل بِها الوحدة الاقتصاديّة بِشَكْلٍ مُتَكَرِّرٍ أفكارَها الأَوَّلِيَّة إلى مُنْتَجاتٍ أو خَدَماتٍ قابِلَةٍ لِلْبَيْع (Albizzati, 2012: 12).

1. التحكُّـم بالمـواد التالفة الخطرةِ الناتجةِ عَنِ الإنتاج, وَالانبعاثاتِ عند التخلص مِنَ المُنْتَجات المُستهلكةِ بِالشكلِ الذي لا يُسَبِّبُ ضَرَرَاً بيئيّا.
2. زِيادة خيارات **إعادة التدوير**[7].

أمّا Hoyle فيرى أنَّ المُنْتَج (أو الخِدمة) إذا كانَ غَيْر مَوثوقاً به, فَمِنَ الواضِح أنَّهُ غَيْرُ صالِح للاستعمالِ وَذِي جَوْدَةٍ رَدِيئة, وإذا كان المُنْتَج موثوقاً بِهِ وَلكنَّه يبعث أبخرة ثقيلة جداً أو سامّة, فهو ذا جودة رَديئة أيضا، كذلك إذا كان المُنْتَج غير آمن, فهو ذا جودة رَديئة على الرغمِ مِنْ أنَّه قد يُلبي المواصفات المرغوبة بطرائِق أُخرى، وفي هكذا حالة فإنَّ المواصفات لَيْسَت انعِكاساً حقيقيّاً لاحتياجاتِ الزَّبونِ ورغباته, إذْ أنَّهُ قد تُلبي المصانع النوويّة جميع متطلبات السَّلامة المحددة, ولكن إذا طالَبَ المجتمع بمعاييرِ أمانٍ أكبر فإنَّ تلك المصانع لا تُلَبِّي متطلَّبات المجتمع, على الرغمِ من أنَّها تلبي متطلَّبات الزبون المباشرة؛ لذا ينبغي تحديد الأطراف المعنيّة لتحديدِ الخصائص التي ينبغي أَنْ يتصف بها المُنْتَج (أو الخِدمة), وينبغي تلبية احتياجات كل هذهِ الأطراف؛ مِنْ أجلِ تحقيقِ الجودة (Hoyle, 2005: 16). والشكل (3) الآتي يبين خصائِص جَوْدَة المُنْتَج.

الشكل (3)
خَصائِص جَوْدَة المُنْتَج



Source: Hoyle, D., (2005), "**Automotive Quality Systems Handbook: ISO/TS 16949: 2002**", edition 2. Elsevier, p. (16).

من الشكل (3) السابِق, يتبّين أَنَّ **استدامة المُنْتَج** تظهر في تكاليف كُلٍّ مِنَ الأمانِ وَالسَّلامة، إذْ أَنَّ أمان وسلامة المُنْتَجات يتضمّن مراعاة الجوانب البيئيّة والصحيّة وغيرها، وعليه يتضح أَنَّ خصائص جودة المُنْتَج تأخذ في الحسبان بعض جوانب الاستدامة.

في حين يرى (Dyllick & Rost, 2017: 1) أَنَّ **استِدامَة المُنْتَج (Product Sustainability)** تَبْحَثُ عَنْ كيفيّةِ تَوفيرِ مُنْتَجاتٍ ذات مزايا اقتصاديّة وبيئيّة واجتماعيّة للوحداتِ الاقتصاديّةِ والمجتمعِ فِي الوَقْتِ نَفْسه, أو بعبارةٍ أُخرى، تهدف **استدامة المُنْتَج** إلى إيجادِ قِيَمٍ مُتعددةٍ ومُشتركةٍ لمختلفِ أصحابِ المصلحة[8]. وَيُبَيِّن (Johansson, 2007: 7) أَنَّ في بيئةِ السوقِ اليوم، تتعرَّض الوحدات الاقتصاديّة لمُنافسةٍ شرسة، فمن أجل البقاء، ينبغي على جميع تلك الوحدات الاقتصاديّة أَنْ تستجيب لتوقعات أصحاب المصلحة, وَأَنْ تعمل بطريقةٍ مستدامةٍ لا تُعَرِّضُ المُجتمع لِلخَطَر.

كما أوضح (Schmidt et al., 2004: 3) أَنَّ أغلب المديرين الألمان يعتقدون أَنَّ سلامة الإدارة بيئيّاً واجتماعياً ستصبح قضيّة مهمة وبشكلٍ متزايدٍ لنجاحِ الوحدات الاقتصاديّة, فالاستبيان الذي أجراه "Oekoradar"[9] و "Ifo"[10] حول إدارة الاستدامة في ألمانيا، والذي تَمَّ فيه استجواب (5788) وحدة اقتصاديّة، أظهر أَنَّ (58%) من المديرين يعتقدون أَنَّ المسؤوليّة البيئيّة والاجتماعيّة ستزداد في المستقبل.

مِمّا تَقَدَّم, يَرَى الباحِثان أَنَّ اقتِراح إضافَة البُعْد الرابع (بُعْد تَصْمِيم استدامَة المُنْتَج) إلى أَبْعادِ الهَنْدَسَةِ المُتزامِنَة, لِتَصْبَح هندسة متزامنة رُباعِيَّة الأبْعاد (4D-CE), هُوَ الأفْضَل؛ كَونِهِ يُمَثِّلُ المَرْحَلَة الأَكْثَر تَطَوُّراً وَتَوَسُعاً لِأَبْعادِ الهَنْدَسَةِ المُتزامِنَة فِي الوَقْتِ الحاضِر, وأَنَّ هذهِ الأَبْعاد هِيَ الأَكْثَر شيوعاً واتِفاقاً مِنْ قِبَلِ الكُتّابِ وَالباحِثين, فَضْلاً عَنْ مُلاءَمَتِها مَعَ تَوَجُّهاتِ الدِراسَةِ الحالِيَّة؛ وعليه, سَيَتِمُّ تطبيق الأُنْمُوذَج المُقْتَرَح لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأَبْعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّالِ في المبحث القادم.

---

[7] من تلك الخيارات: فصل النفايات عند مصدرها, أوفي محطات خاصّة, أو بموقع إعادة التدوير (www.albrari.com).
[8] **أصحاب المصلحة:** هم الزَّبائن، والإدارة، والمستثمرون، والمُجهّزون, وغيرهم (Johansson, 2007: 1).
[9] معهد علم البيئة التطبيقي في ألمانيا.
[10] معهد البحوث الاقتصاديّة في جامعة ميونيخ - ألمانيا.

المبحث الرابع: تطبيق الأَنْمُوذَج المُقْتَرَح لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأَبْعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصْنِيعِ الفَعّالِ

يُقَدِّمُ هذا المَبْحَثُ وَصْفَاً توضيحياً عَنِ الوحدةِ الاقتصاديّةِ محل البحث والمتمثلة بـ **(الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مَصْنَعُ البَطاريّات)**، إذْ يُعَدُّ هذا الصرح (**مَصْنَعُ البَطاريّات**) مِنْ أَهَمِّ الوحدات الاقتصاديّة المحليّة؛ كونه ينتج منتجات صناعيّة وسيطة ينبغي لها أَنْ تتميز بالجودة وتراعي جوانب الاستدامة المُتَعَدِّدَة، فضلاً عن كون أحّد أبرز مسببات التلوث هي الوحدات الاقتصاديّة الصناعيّة, وتوسع مجال صناعة بطاريات السيّارات[11], وعجز الإنسان عن تصور حياته دون الأجهزة الإلكترونية (هواتف, وساعات, وأجهزة تَحَكُّم عن بُعْد, وحواسيب محمولة, وصولاً إلى المعدات الضخمة والسيّارات)، فترتبط حياة تلك الأجهزة بقطعةٍ تتحكم بأدائها وفعاليتها[12]. كذلك, لدراسة طرائق تحسين الإنتاج, وزيادة مبيعات الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, عن طريق التوفيق بين الهندسة المتزامنة رُباعيَّة الأبعاد واستراتيجيّة التصنيع الفعّال؛ لتحقيق المزايا التنافسيّة, ودعماً للمُنْتَج الوطني, لاسيَّما أنَّ الوحدة الاقتصاديّة محل البحث تُعَدُّ الوحدة الاقتصاديّة الوحيدة في العراق لإنتاج البطاريات, إذْ لا يوجد منافس لمنتجاتها سوى المنتجات المستوردة, لذا تكون هذه الوحدة الاقتصاديّة مُناسبة لاختيارها كمحل بحث للدراسة الحاليّة، إذْ سيتم استعراض بعض المعلومات والبيانات عنها، وكما يأتي:

1. نُبذة تأريخيّة عن مصنع البطاريات ومراحل تطوره

تأسّس مصنع البطاريات في عام (1975) كمعملٍ لإنتاج البطاريّات, وبإصدار قانون رقم (91) لعام (1969) تاسّست الشركة العامة لصناعة البطاريات, وفي عام (2015) تمَّ دمج ثلاث شركات[13] هي:

أ. الشركة العامة لصناعة البطاريات (الواقعة في محافظة بغداد, منطقة الوزيريّة).
ب. الشركة العامة لصناعة السيارات (الواقعة في محافظة بابل, منطقة الاسكندريّة).
ج. الشركة العامة للصناعات الميكانيكيّة (الواقعة في محافظة الأنبار, منطقة الفلوجة).

إذ دُمِجَتْ الشركات الثلاث آنفة الذكر في شركةٍ واحدةٍ تحت إسم (**الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات**), وأصبح **مصنع البطاريات** جُزءاً من مصانع هذه الشركة, والذي يضم المعامل الآتية[14]:

أ. معمل بابل (1) لإنتاج بطاريات السيّارات السائلة الحامضيّة, في محافظة بغداد (الوزيريّة).
ب. معمل بابل (2) لإنتاج بطاريات السيّارات السائلة الحامضيّة, في محافظة بغداد (الوزيريّة).
ج. معمل النـــور لإنتاج بطاريات الحركة[15] الجافّة, في محافظة بغداد (أبو غريب).
د. مسبك الرصاص لإنتاج الرصاص النقي والسبائكي, في محافظة بغداد (خان ضاري).

إذْ تأسّس **معمل بابل (1)** في عام (1969) في منطقة (الوزيريّة) ببغداد, وباشر بتقديم الإنتاج إلى الأسواق المحليّة في عام (1971) بطاقةٍ إنتاجيّةٍ بلغت (100,000) بطارية سنويا, لأجل تغطية حاجة السوق المحلي آنذاك من أنواع البطاريات المختلفة الخاصّة بالسيّارات, وانطلاقاً من الحاجة إلى مضاعفة الطاقة الإنتاجيّة للمعمل تَمَّ تأسيس **معمل بابل (2)** في نفس المنطقة (الوزيريّة), وذلك في عام (1982) ليقوم بإنتاج بطاريات السيّارات السائلة الحامضية صغيرة الحجم.

في حين تأسّس **معمل النور** في منطقة (أبو غريب) ببغداد عام (1975) بطاقةٍ انتاجيّةٍ محدودةٍ لإنتاج أنواعٍ خاصّةٍ من بطاريات الحركة الجافّة؛ بهدف تطوير الإنتاج وتغطيـة حاجة الأسواق المحليّـة من هذه البطاريات, وذلك بالاتفاق مع إحدى الوحدات الاقتصاديّة اليابانية لاستيراد مكائن خاصة بصناعة البطاريات ذات الأحجام المختلفة (2G, 3G), فضلاً عن أنواع بطاريات غير قياسية على وفق مواصفات يابانيّة وعراقيّة معتمدة. ولتوفير متطلبات **معملي بابل (1) وبابل (2)** من المواد الخام الرئيسة الداخلة في الإنتاج (الرصاص السبائكي والنقي) تمَّ تأسيس **مسبك الرصاص** في عام (1983) في منطقة (خان ضاري) ببغداد, إذْ يتم فيـه إعادة تدوير البطاريات التالفة والمستهلكة, وعزل مكونات البلاستيك والمطـاط واستخلاص الرصاص منها, وبالطريقة الحرارية, وباستعمال الأفران الدوّارة.

2. تَطبيق الأنموذج المُقترح لِلهَنْدَسَةِ المُتزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأبعادِ فِي ظِلِّ استِراتِيجِيَّةِ التَّصنيعِ الفَعّالِ في الوحدةِ الاقتِصادِيّةِ مَحَلّ البَحْث

لَمْ تَكُنْ تقنية الهندسة المتزامنة موجودة بأبعادها الأربعة في ما أشارت إليه نتاجات الكتّاب والباحثين السابقين (التي وقع عليها نظر الباحثان), إذِ اكتفتْ تلك النتاجات العلميّة السابقة بثلاثةِ أبعادٍ فقط, وفي الوقت الذي جاءَتْ فيه الدِّراسة الحاليّة أصبحتْ تقنية الهندسة المتزامنة ذات أبعادٍ أربعة, وذلك بعد أنْ تَمَّ اقتراح إضافة البُعْد الرابع لها والمتمثل بـ **(بُعْد تصميم استدامة المُنْتَجْ)**, وهو ما تَمَّ التطرق له ومناقشته بصورة نظرية في الأنموذج المقترح في المبحث الثالث من الفصل السابق, أمّا في هذا المبحث فسيتم تطبيق ذلك الأنموذج المقترح في الوحدة الاقتصادِيَّة محل البحث, لمعرفة حجم ونوعية **"التحسينات"** التي يُضيفها تطبيق أنموذج الهندسة المتزامنة رُباعِيَّة

---

[11] أصبح مجال صناعة بطاريات السيّارات قطاعاً اقتصادياً مهماً يقدَّر بـ (4.8) مليار دولار سنوياً على وفق إحصاءات عام (2015), إذ يوجد أكثر من مليار سيّارة حول العالم ترتبط حركتها بوجود هذه القطعة الصغيرة (البطاريّة) (ar.wikipedia.org).

[12] (ar.wikipedia.org).

[13] بحسب الأمر الوزاري المرقم (411 / 24 / 53461) بتأريخ 17/ 12/ 2015.

[14] **المصدر:** الموقع الإلكتروني الرسمي للـ (الشركة العامّة لصناعة السيّارات والمُعدات) (www.sbmc.industry.gov.iq).

[15] هي أحّد أنواع البطاريات, تُستعمل في الأجهزة ذات الحركة (لُعَب الأطفال وما شابه ذلك).

الأبعاد لاستراتيجيّة التصنيع الفعّال, فضلاً عن بيان انعكاس تلك التحسينات على الوحدة الاقتصاديّة محل البحث من خلال تحقيق جملة من المزايا التنافسيّة, وكالآتي:

الجدول (1)

تقرير مُوَحَّد عن المزايا التنافسيّة المتحققة من تطبيق الأنموذج المقترح الحالي

أبعاد الهندسة المتزامنة	المزايا التنافسيّة	بيانات ماليّة					التفاصيل
		مبلـــــغ (دينـار عراقي)	كميّة	نسبـة مئويـة	يوم	عدد	
البُعْد الأول (تصميم المُنْتَج)	معرفـة **تفضيلات الزبائن**	-	-	-	-	-	من خلال إجراء الاستبانة
	زيادة تكاليف **الدعاية والإعلان**	(5,279,950)	-	%3	-	-	لغرض تعريف الزبائن بمنتجات المصنع
	زيادة مصاريف **المستلزمات الخدميّة**	(61,916,247)	-	-	-	-	لغرض تعريف الزبائن بمنتجات المصنع
	تقليـــل أوقـات **وصول المنتج إلى السوق**	-	-	-	4	-	من (7) إلى (3) أيام, لغرض سرعة وصول المنتجات إلى السوق
البُعْد الثاني (تصميم العمليّة الإنتاجيّة)	زيادة كميّة **الإنتـاج الفعلـي**	-	6491	%35	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة
	زيادة وتنظيم **أوقـات العمـل**	-	-	-	-	-	من وجبتي عمل إلى (3) وجبات
	زيـــادة **كميّـة المبيعـات**	-	11897	100 %	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة
	زيـــادة **إيرادات المبيعات**	1,320,567,000	-	-	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة
	زيادة **نسبة تحقق المبيعـات**	-	-	%31	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة
البُعْد الثالث (تصميم سِلْسِلَة التَّجهِيز)	زيـادة عـدد **منافذ التوزيع**	-	-	-	-	6	من (4) إلى (10) منافذ
	زيادة عدد **وسائل نقل المنتجات**	-	-	-	-	6	من (9) إلى (15) وسيلة نقل منتجات
	زيادة عدد **زبائن المصنع** من وزارات الدولة	-	-	-	-	18	من (3) إلى (21) وزارة

	تخفيض تكاليف **شراء مادة الرصاص**	403,741,910	-	-	-	-	-	من خلال إعادة تدوير البطاريّات التالفة والمُستهلكة في المسبك
	تخفيض تكاليف **شراء مادة البلاستيك**	11,920,000	-	-	-	-	-	من خلال إعادة تدوير البطاريّات التالفة والمُستهلكة في المسبك
البُعْد الرابع (تصميم استدامة المُنْتَج)	تقليل **المخاطر الصحيّة والبيئيّة**	-	-	-	-	-	-	من خلال استبدال مواد الشد الأربع بمادة الكالسيوم
	تخفيض تكاليف **شراء مواد الشد الأربع**	257,303,185	-	-	-	-	-	من خلال استبدال مواد الشد الأربع بمادة الكالسيوم
	توفير تكاليف غرامات **المياه المُلَوَّثَة**	1,163,167,911	-	-	-	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة, وإجراء الصيانة لوحدات معالجة المياه
	توفير تكاليف غرامات **الغازات المُلَوَّثَة**	535,500,000	-	-	-	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة, وإجراء الصيانة لوحدات معالجة الغازات
	المُحافظة على **سلامة العاملين**	-	-	-	-	-	-	من خلال الاعتماد على تقنيات حديثة في عمليّات اللحام والحقن
	توفير تكاليف شراء جهاز (**الهيدروميتر**)	48,000	-	-	-	-	-	من خلال اعتماد إنتاج البطاريات الجافّة, لأنها تعتمد على جهاز (العين السحريّة) بدلاً من جهاز (الهيدروميتر)
المجموع	-	**3,625,051,809**	-	-	-	-	-	-

المصدر: الجدول مِنْ إعدادِ الباحِثين.

مِمّا تَقَدَّم, وفي ختام الجانب العملي للدراسة الحاليّة, تَبَيَّن أَنَّ هُنالك جملة من المزايا التنافسيّة التي بالإمكان أَنْ تحصل عليها الوحدات الاقتصاديّة الصناعِيّة العراقيّة فيما لو طبَّقت تلك الوحدات الاقتصاديّة الأنموذج المُقترح الحالي, إذْ تمثلت تلك المزايا التنافسيّة بمجموعة التحسينات التي أضافها تطبيق الأنموذج المُقترح الحالي لاستراتيجيّة التصنيع الفعّال, والذي بدوره انعكس بالإيجاب على تحقيق مجموعة واسعة من المزايا التنافسيّة تمثّلت بتخفيض تكاليف التصنيع, وتخفيض وقت وصول المنتجات إلى السوق, وزيادة ولاء الزبون بمنتجات المصنع نتيجة للجودة العالية التي تتمتع بها المنتجات الجديدة, والمحافظة على البيئة المحيطة من التلوث من خلال تصنيع منتجات صديقة للبيئة وقابلة للتدوير, فضلاً عن المحافظة على الموارد الطبيعيّة المحدودة, وهذا ما يُثْبِت صحة الفرضية الأساس الرابعة التي تنص على "يُضِيف تَطْبِيق الأنموذج المُقترح لِلهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيّةِ الأَبْعادِ تَحْسِيناتٍ لاستِراتِيجِيّةِ التَّصنِيعِ الفَعّال, مِمّا يَنْعَكِسُ بِشَكْلٍ إيجابِيٍ فِي تَحْقِيقِ المَزايا التَّنافُسِيَّة", ولاستكمال متطلبات هذه الدراسة سيتم تثبيت جملة من الاستنتاجات والتوصيات من قبل الباحثين, وهو ما سيكون عليه المبحث القادم والأخير من هذه الدراسة.

المبحث الخامس: الاستنتاجات والتوصيات

أولاً: الاستنتاجات

يَتَناوَلُ هذا المَبْحَث أهم الاستِنْتاجات التي توصَّل إليها الباحثَين ذات الصِّلة بِمَوضوعِ البحث، وَكَالآتي:

1. هناك علاقة مباشرة بين الهندسة المتزامنة واستراتيجيّة التصنيع الفعّال؛ لأنَّ الهندسة المتزامنة هي واحدة من أدوات استراتيجيّة التصنيع الفعّال, إذْ يعتمد تحقيق أهداف الوحدة الاقتصاديّة وغاياتها على تنفيذ هذه الاستراتيجيّة باستعمال إحدى أدواتها المهمة والمتمثِّلة بالهندسة المتزامنة, ومن تلك الغايات والأهداف هو تحقيق المزايا التنافسيّة؛ لأجل البقاء والنمو في بيئة الأعمال التنافسيّة.
2. تُحافِظُ الوَحَدات الاقتِصادِيّة المُنَفِّذَةِ لِاستِراتِيجِيّةِ التَّصنِيعِ الفَعّالِ عَلَى مَكانَتِها فِي دُنيا الأَعْمال, لاسِيَّما لَو كانَ تَنْفِيْذ هذهِ الاستراتيجيّة مَبْنياً عَلَى استِعْمالِ تِقْنِيّة الهَنْدَسَةِ المُتَزامِنَةِ رُباعِيَّةِ الأَبْعاد, بَعْدَ اقتراح إضافَةِ بُعْداً رابِعاً لَها يُرَكِّزُ عَلَى تَصْمِيْمِ استِدامَةِ المُنْتَج, والذي بِدَورِهِ يُعَزِّزُ مِنْ مَكانَةِ الوحدةِ الاقتِصادِيّةِ مِنْ خِلالِ تصميمِ مُنْتَجاتٍ مُسْتَدامَة, فَضْلاً عَنِ الجَوْدَةِ العالِيَةِ وَالتَّكالِيْفِ المُنْخَفِضَة, وَهُوَ ما يُمَيِّزُ تِلْكَ الوحدة الاقتِصادِيّة وَيَجْعَلَها تَحَقِّقُ أَهْدافِها وَغاياتِها المَنْشودَة, وَمِنْ ثُمَّ الاسْتِجابَةِ السَّرِيْعَةِ لِمُتَطَلَّباتِ الزَّبائِنِ وَرَغَباتِهِم وَتَحْقِيْقِ وَلائِهِم بِتِلْكَ المُنْتَجات.
3. تُعَدُّ الدراسة الحاليّة المرحلة الأكثر توسُعاً لأبعادِ الهندسةِ المُتزامنة, إذ أصبحت ذا أربعة أبعاد, وذلك بَعْدَ اقتراح إضافة (**البُعْد الرابع**) لَها, وَالمُتَمَثِّل بـ (**بُعْد تصميم استدامة المُنْتَج Dimension Designing the Sustainability of the Product**), إذْ يؤدي موضوع الاستدامة دوراً كبيراً في الكثير من التقنيات الإداريّة بشكلٍ عام, وتقنيّة الهندسة المتزامنة بشكلٍ خاص, إذْ أنَّ جودة المنتجات وحدها في ظل بيئة تنافسيّة شرسة لا تكفي لسد حاجات ورغبات الزبائن ومتطلباتهم المستمرة والمتنوعة.
4. هناك الكثير من الوحدات الاقتصاديّة التي استعملت تقنيّة الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد ونجحت بذلك, إلّا أَنَّهُ نجاحاً ليس كما ينبغي للبقاء في دُنيا الأعمال, أي أَنَّهُ نجاحاً نسبيّا, وهو ما جعل الدراسة الحاليّة تبحث عن نجاحاً أكثر ضماناً للاستمرار في بيئةِ السوقِ التنافسيّة, وعليه, اتسعت قاعدة المزايا التنافسيّة المتحققة للوحدة الاقتصاديّة من جرّاء استعمالها لهندسةٍ متزامنةٍ رُباعيّةِ الأبعاد, فالبُعْدِ الرابع والمتمثل بـ (**بُعْد تصميم استدامة المنتج**) يُشارك وبشكلٍ كبيرٍ بتحقيق مزايا تنافسيّة إضافيّة, فالبيئة النظيفة لا يمكن أن تتحقّق دون إنتاج مُنْتَجات صديقة للبيئة, فضلاً عن مساهمة هذا البُعْد في المحافظة على الموارد الطبيعيّة المحدودة, وإمكانيّة الإفادة مِنَ المُنْتَجاتِ القديمة بتحويلها إلى مُنتَجَاتٍ جديدةٍ صالحةٍ للاستعمال وهو ما يُسمّى بـ (عمليّة إعادة التدوير).
5. لم تستفد الوحدة الاقتصاديّة محل البحث مِنْ مُخَلَّفاتِ الموادِ البلاستيكيّةِ المتوفرةِ في مسبك الرصاص, إذْ لم تقم شعبة البحث والتطوير بإجراء دراسات علميّة مناسبة للإفادة من مُخَلَّفاتِ تلك المواد عن طريق إعادة تدويرها, على الرغم من توفر كميات كبيرة من تلك المخلفات تصل إلى نحو (70) طُناً تقريبا, فضلاً عن قلّة حصول الوحدة الاقتصاديّة محل البحث على البطاريات التالفة والمستهلكة لأجل إعادة تدويرها, وذلك بعد صدور قرار مجلس الوزراء العراقي المرقم (42) لسنة (2017). كذلك, لم تحصل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث على شهادات الايزو (14001 نظام إدارة الجودة البيئيّة) و (9001 نظام إدارة الجودة), إذْ لَمْ تقم بالإجراءات اللازمة لتأهيل شُعبها وأقسامها للحصول على تلك الشهادات, فضلاً عن عدم تدريب الفريق العامل في شعبة الجودة لتعريفهم بنظم الجودة, على الرغم من تشكيل شعبة الايزو منذ عام (2006).
6. لم يتم رصد أي تخصيص مالي سنوي لتحسين الواقع البيئي لمعامل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, للحد من الملوثات البيئيّة, باستثناء تخصيص مبلغ (مليار دينار عراقي) للمشاريع البيئية في عام (2014) ومع ذلك لم يتم استلامه لغاية الآن.
7. لا توجد وحدات لمعالجة الملوثات الغازيّة المنبعثة من معامل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, فضلاً عن انخفاض مستوى كفاءة وحدات معالجة المياه الخارجة من الوحدة الاقتصاديّة محل البحث.
8. لم تضع الوحدة الاقتصاديّة محل البحث استراتيجية تصنيع موثقة بأسلوب علمي ناجح من قبل وزارة الصناعة والمعادن العراقيّة أسوة ببعض الوحدات الاقتصاديّة الأخرى التابعة للوزارة والتي تُعَدُّ الأساس الذي تسترشد به مستقبلاً في تحديد أهدافها ونشاطاتها, كذلك, لم تستعمل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث تقنيّة الهندسة المتزامنة.
9. أثبت تطبيق الأنموذج المُقترح الحالي تحقيق مجموعة كبيرة من المزايا التنافسيّة للوحدة الاقتصاديّة محل البحث, إذْ تمثلت تلك المزايا التنافسيّة بمجموعة التحسينات التي أضافها تطبيق الأنموذج المقترح الحالي لاستراتيجيّة التصنيع الفعّال, والذي بدوره انعكس بالإيجاب على تحقيق مجموعة كبيرة من المزايا التنافسيّة تمثّلت بتخفيض تكاليف التصنيع, وتخفيض وقت وصول المنتجات إلى السوق, وزيادة ولاء الزبون لمنتجات المصنع نتيجة للجودة العالية التي تمتعت بها المنتجات الجديدة, والمحافظة على البيئة المحيطة من التلوث مِنْ خلالِ تصنيعِ مُنْتَجاتٍ صديقةٍ للبيئة, فضلا عن المحافظة على الموارد الطبيعيّة المحدودة.

ثانياً: التوصيات

بِناءً عَلَى الاستِنْتاجات التي تَمَّ عَرضُها فِي أعلاه، يَضَعُ الباحِثان جُمْلَةً مِنَ التَّوصِياتِ التي يَراها جَدِيرَةً بِالاهتمام, وَكَالأتي:

1. زيادة الجهود الأكاديميّة المبذولة في موضوع الاستدامة, لاسيَّما التركيز على تقنيّةِ الهندسةِ المتزامنةِ رُباعيَّةِ الأبعادِ أثناء تناول ذلك الموضوع.

2. تشجيع الوحدات الاقتصاديّة الصناعيّة العراقيّة على استعمال الهندسة المُتزامنة رُباعيّة الأبعاد وَاستراتيجيّة التَّصنيع الفعّال.
3. تطوير المنتجات الحاليّة في الوحدة الاقتصاديّة محل البحث على وفق متطلبات الأسواق المحليّة ومواكبة التطور الصناعي العالمي.
4. تقديم الدعم الكافي لشعبة البحث والتطوير في الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, من خلال رصد مبالغ ماليّة لأنشطةِ البحثِ والتطوير, وتجهيزها بمختبر متطور لإجراء البحوث والفحوصات الخاصة بعملها, فضلاً عن اشراك أعضاء تلك الشعبة بدورات تدريبية وتطويريّة لمواكبة التطور الحاصل في مجال البحث والتطوير للمنتجات.
5. زيادة عدد منافذ التوزيع التابعة للوحدة الاقتصاديّة محل البحث, وتحسين مستوى النشاط الترويجي, فضلاً عَنْ حَث مؤسسات الدولة على شراء منتجات الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, وذلك بتطبيق المادة (29) من قانون الموازنة الاتحادية لعام (2016).
6. الإفادة من مخلفات المواد البلاستيكية المتوفرة في الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, فضلاً عن تقديم الدعم للمواطنين ومؤسسات الدولة لغرض حصول الوحدة الاقتصاديّة محل البحث على البطاريات التالفة والمستهلكة لأجل إعادة تدويرها.
7. القيام بالإجراءات اللازمة لتأهيل شُعب وأقسام الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, فضلاً عن تدريب الفريق العامل في قسم الجودة لتعريفهم بنظم الجودة, للحصول على شهادات الايزو (14001 نظام إدارة الجودة البيئيّة) و (9001 نظام إدارة الجودة).
8. زيادة التخصيصات الماليّة السنويّة لتحسين الواقع البيئي لمعامل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, للحد من الملوثات البيئيّة.
9. إعداد تقارير التأثير البيئي لبيان أنواع الملوثات وطرائق معالجتها الناتجة عن أنشطة معامل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث للحصول على الموافقات البيئيّة.
10. رفع مستوى كفاءة وحدات معالجة المياه الخارجة من الوحدة الاقتصاديّة محل البحث, فضلاً عن توفير وحدات متكاملة لمعالجة الملوثات الغازيّة المنبعثة من المعامل.
11. وضع استراتيجية تصنيع فعّال موثقة بأسلوب علمي ناجح من قبل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث.
12. اعتماد الأنموذج المقترح في هذه الرسالة من قبل الوحدة الاقتصاديّة محل البحث.

المصادر

1) المصادر العربية:

أولاً: القوانين والتقارير والوثائق الرسمية

1. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات, **"تعليمات السلامة والصحة المهنية"**، لسنة 2018.
2. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات، **"التقارير السنوية"**، لسنة 2017.
3. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات، **"الحسابات الختامية"**، للسنوات 2015/2014/2013.
4. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات، **"النظام الداخلي"**، لسنة 2018.
5. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات، **"تقارير شعبة التكاليف"**، لسنتي 2017/2016.
6. الشركة العامة لصناعة السيّارات والمعدات/ مصنع البطاريات، **"خطة العمل"**، لسنة 2018.

ثانياً: البحوث والدوريات

1. شلاش, فارس جعباز, وجاسم, ماجد جودة, (2007), **"أثر مكونات تكنولوجيا التصنيع الفعّال في أداء العمليات, دراسة استطلاعيّة في معملِ خياطةِ ألبسةِ النجفِ الأشرَف"** مجلة الغزي للعلوم الاقتصادية والإدارية.

ثالثاً: الرسائل والأطروحات

1. البرزنجي، حيدر شاكر نوري، (2007)، **"تأثير الهندسة المتزامنة في تطوير المنتج, دراسة استطلاعية لآراء المديرين في شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية"**، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية الإدارة والاقتصاد، قسم الإدارة الصناعية.
2. خضير، زينة حمزة، (2018)، **"استعمال الادارة الاستراتيجية للتكلفة والهندسة المتزامنة ثلاثية الابعاد في ترشيد التكاليف, بحث تطبيقي في الشركة العامة للصناعات المطاطية والاطارات"**، أطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية، قسم الدراسات المحاسبية.
3. عبدالكريم، عزة فاروق الراوي، (2013)، **"نحو دمج تكاملي بين إدارة التكاليف الإستراتيجية والهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد لتحقيق ميزة تنافسية لمنظمات الأعمال المعاصرة, دراسة ميدانية"**، رسالة ماجستير، أكاديمية السادات للعلوم الإدارية، كلية العلوم الإدارية، قسم المحاسبة.
4. علي، آمال عبدالله حميدة، (2015)، **"إطار مقترح لإستخدام أسلوب الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد في ظل الإدارة الإستراتيجية للتكلفة بهدف زيادة القدرة التنافسية, دراسة تطبيقية"**، أطروحة دكتوراه، جامعة عين شمس، كلية التجارة، قسم المحاسبة والتجارة.

2) المصادر الأجنبية:

First: Formal Publications

1. Holmberg, Gunnar, (2002), "**A Modular Approach to the Aircraft Product Development Capability**", ICAS Congress, Saab AB, Future Products, International Council of the Aeronautical Sciences Publisher.
2. Tayal, S. P., (2012), "**Concurrent Engineering**", Proceedings of the National Conference on Trends and Advances in Mechanical Engineering, YMCA University of Science & Technology, Faridabad, Haryana, (19-20/ October/ 2012), pp. (676-680).

Second: Books

1. Horngren, Charles T., Datar, Srikant M. & Rajan, Madhav V., (2012), "**Cost Accounting – a Managerial Emphasis**", 14th ed., Pearson Education Limited, England.
2. Hoyle, David, (2005), "**ISO 9000: 2000 An A–Z Guide**", Edition 2, Butterworth-Heinemann, Printed and bound in Great Britain.
3. Nahmias, S., & Olsen, T. L., (2015), "**Production and Operations Analysis**", 16 Ed., Waveland Press, (www.waveland.com).
4. Siva, V., (2016), "**Quality Management for Sustainable Product Development: Adaptations of Practices and Tools**", Chalmers University of Technology.
5. Wognum, N., Verhagen, W. J., & Stjepandic, J., (2015), "**Concurrent Engineering in the 21st Century: Foundations, Developments and Challenges**", Springer.

Third: Periodicals and Researches

1. Belay, A. M., Helo, Petri, Takala, Josu, & Kasie, Fentahun Moges, (2011), "**Effects of Quality Management Practices and Concurrent Engineering in Business Performance**", International Journal of Business and Management, Vol. (6), No. (3) pp. (45-62), **(www.ivsl.org)**.
2. Bogus, Susan M., Molenaar, Keith R., & Diekmann, James E., (2005), "**Concurrent Engineering Approach to Reducing Design Delivery Time**", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. (131), No. (11), pp. (1179-1180).
3. Bonney, M., Ratchev, S., & Moualek, I., (2003), "**The Changing Relationship Between Production and Inventory Examined in a Concurrent Engineering Context**", International Journal of Production Economics, Vol. (81), No. (82), pp. (243-254).
4. Branoff, Theodore J., (2005), "**Integrating Linear Design and Concurrent Engineering Design into Engineering Design Graphics Courses Through an Individual Furniture Design Project and a LEGO® Group Project**", ASEE Southeast Section Conference, Citeseer, **(www.ivsl.org)**.
5. Dongre, A. U., Jha, B. K., Aachat, P. S., & Patil, V. R., (2017), "**Concurrent Engineering: A Review**", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. (4), Issue (5), pp. (2766–2770).
6. Dyllick, T., & Rost, Z., (2017), "**Towards true product sustainability**", Journal of Cleaner Production, Vol. (162), pp. (1-33).
7. Fine, Charles H., Golany, B., & Hussein, N., (2005), "**Modeling Tradeoffs in Three - Dimensional Concurrent Engineering: A Goal Programming Approach**", Journal of Operations Management, Vol. (23), No. (4), pp. (389-403).
8. Gunasekaran A., (1998), "**Agile Manufacturing: Enablers and an Implementation Framework**", Int. J. Prod. Res, Vol. (36), No. (5), pp. (1223-1247).
9. Ishioka, Masaru, & Kazuhiko Yasuda, (2009), "**Product Development Concept with Product Sustainability**", Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings (PICMET), pp. (1699–1706), **https://doi.org/10.1109/PICMET.2009.5261968.**

10. Johansson, Eva, (2010), **"Information Management for Materials Supply Systems Design**", International Journal of Production Res., Vol. (47), No. (8), pp. (2217-2229).
11. Kim, S., Moon, S. K., Oh, H. S., Park, T., Choi, H., & Son, H., (2014), "**A Framework to Identify Sustainability Indicators for Product Design**", in Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), IEEE International Conference on, pp. (44-48).
12. Marchetta, Martin G., Mayer, Frederique, & Forradellas, Raymundo Q., (2011), "**A Reference Framework Following a Proactive Approach for Product Lifecycle Management**", Computers in Industry Journal, Elsevier, Vol. (62), No. (7) pp. (672-683), **(www.ivsl.org)**.
13. Mostafaeipour, A., Fallhnezhad, M., S., (2010), "**Implementation of Agile Manufacturing into Value Engineering Technique for Industries**", IDMME, No. (2), pp. (1-8).
14. Pal, Rudrajeet, & Torstensson, Hakan, (2011), "**Aligning Critical Success Factors to Organizational Design - A Study of Swedish Textile and Clothing Firms**", Emerald Group Publishing Limited, Vol. (17), No. (3), pp. (403-436).
15. Pesonen, Pekka, (2003), "**Networking in The Telecom Industry**", 16th, Nokia Mobile Phones, Operations, Logistics and Sourcing, Link to Life Goes.
16. Ramana, V. Venkata, (2012), "**Concurrent Engineering: Impact on New Product Design and Development in Indian Two Wheeler Auto Industry**", International Journal of Modern Engineering Research, Vol. (2), Issue. (4), pp. (2699-2701).
17. Schmidt, I., Meurer, M., Saling, P., Kicherer, A., Reuter, W., & Gensch, C. O, (2004), "**Managing Sustainability of Products and Processes with the Socio-Eco-Efficiency Analysis by BASF**", Greener Management International, Vol. (45), pp. (79-94).
18. Shouke, Chen, Zhuobin, Wei, & Jie, Li, (2010), "**Comprehensive Evaluation for Construction Performance in Concurrent Engineering Environment**", International Journal of Project Management, Vol. (28), No. (7), pp. (708-718), **(www.ivsl.org)**.
19. Winner, R. I., Pennell, J. P., Bertrand, H. E., & Slusarczuk, M. F., (1988), "**The Role of Concurrent Engineering Weapons System Acquisition**", Pre-pared for Office of the Assistant Secretary of Defense for Production and Logistics, Alexandria, Virginia, pp. (1-197).

Forth: Thesis

1. Albizzati, Fabio M., (2012), "**Establishing 3D-CE Approach in Product Development Practices**", PHD Thesis in Management, Economics and Industrial Engineering, University of Politico Milano, Italia.
2. Barahona, D. E. Moreiro, (2003), "**A Ontology – Based Approach to Support the Implementation of Concurrent Engineering in the Innovation Process**", Master Thesis, Department of Economics, University of Applied Sciences of Brandenburg, Germany.
3. Daghestani, Shamil F., (1998), "**Design and Reconfiguration of Manufacturing Systems in Agile Manufacturing Environments**", Master Thesis, State University, Polytechnic Institute.
4. Johansson, Peter, (2007), "**Quality Management and Sustainability – Exploring Stakeholder Orientation**", Doctoral Dissertation, Luleå Tekniska Universitety.

Fifth: Internet

1. ar.wikipedia.org
2. www.albrari.com
3. www.sbmc.industry.gov.iq