الفصل الاول / المقدمة

Chapter One / Introduction

(١-١) تصميم و تطوير الطائرة :-

يمكن إدراج العوامل الرئيسية التالية المحفزة لتطوير أنواع الطائرات المختلفة الجديدة أو الموجودة في الخدمة :-

١- نمو حجم النقل الجوي وهذا للاسباب التالية :-
أ- انخفاض أجرة الركوب .
ب- تحسين نوعية الطائرة (السرعة، الراحة...الخ) .
ج- زيادة نشاط الأعمال ونمو دخل الأيراد .
د- نمو سعة استيعاب الطائرة .
هـ- زيادة عدد الطائرات على خط الطيران الواحد، و زيادة عدد الخطوط .
و- الاستخدام المتعاظم للتسهيلات الأرضية والتسهيلات داخل الطائرة.
٢- عائد الاستثمار (**Return of investment**) وهو المعيار المعقول لأي شركة استثمارية .
٣- رغبات الزبون للحصول على طائرات مدنية أو عسكرية مختلفة الأغراض تلبي رغباته .
٤- استبدال الطائرات التي قاربت اعمارها التشغيلية على الانتهاء.
٥- ادخال التحسينات والتطويرات التكنولوجية لمختلف اجزاء الطائرة كالمحركات وسبائك الهيكل والاجهزة الالكترونية المختلفة.
٦- الاذعان لمتطلبات سلامة الطيران والتحديدات البيئية من ناحية الضوضاء والانبعاثات الغازية.
٧- اعتبارات مختلفة (سياسية، اقتصادية ...الخ) .

❖ يمكن تحديد مراحل تصميم و تطوير الطائرة بما يلي من الأطوار الأساسية :-
١- طور التصميم ألمفاهيم (**Conceptual Design Phase**) .
٢- طور التصميم الابتدائي (**Preliminary Design Phase**) .
٣- طور التصميم التفصيل (**Detailed Design Phase**) .

❖ ويمكن إضافة مراحل أخرى تكميلية وهي :-
٤- تصنيع نموذج التجريب (**Prototype manufacturing**) .
٥- الفحص (**Testing**) .
٦- التصنيع النهائي (**Final production**) .

و يلاحظ إن هذه الأطوار متداخلة مع بعضها نظراً لاتساع مراحل التصميم، خاصة الطورين الأول والثاني . ان دراستنا الحالية تختص ببعض أجزاء طور التصميم الابتدائي . الشكل (١-١) يمثل مخطط لمراحل التصميم الاساسية .

Icecream PDF Editor

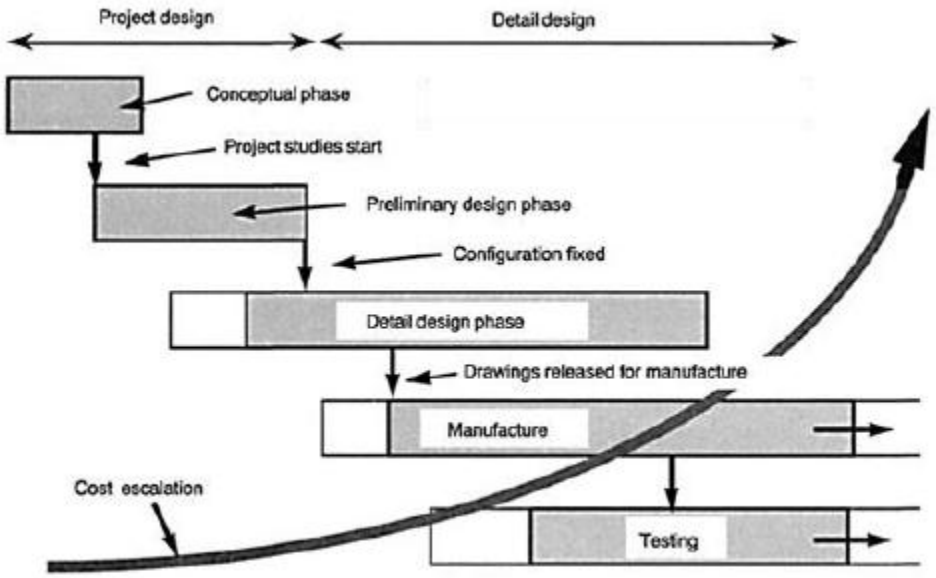

Figure 1-1 : Design Main Stages

- **طور التصميم المفاهيم** :- في هذا الطور تؤخذ بنظر الاعتبار الاشكال التقليدية والمبتكرة للطائرة ومعرفة الاشكال القابلة للتطبيق من الناحية التقنية والتجارية مثل **(الشكل الخارجي للطائرة، عدد وانواع المحركات ومكانها، تصميم مقصورة الركاب، نوع منظومات الملاحة والسيطرة، المواد المستخدمة،طرق التصنيع، طرق التشغيل والصيانة، مستوى التكنولوجيا المقترحة، الكلفة التخمينية ... الخ)** .
- **طور التصميم الابتدائي** : - في هذا الطور يتم التحليل التقني للأشكال المقترحة بعمق **(الايروديناميه، الاداء،الاستقرارية، السيطرة، الاجهادات الهيكلية، الكلف المالية ... الخ)** وايجاد الهيئة المثالية للطائرة وحسب المتطلبات التجارية مع المقارنة بالأنواع المنافسة في السوق .
- **طور التصميم التفصيلي** :- في هذا الطور يتم اعادة التحليل التفصيلي لمجمل اجزاء الطائرة واجراء الحسابات المختلفة التفصيلية النهائية لكل النواحي المتعلقة بالطائرة وفي نهاية هذه المرحلة يتم الإقرار على بداية الانتاج بعد ان يتم تصنيع نماذج تجريبية للفحوصات الارضية والجوية لتحليل اداء الطائرة وفق ما هو مخطط وتحليل كل جزء من الطائرة بعد مروره بالفحوصات اللاتدميرية والتدميرية .

- يحدد الزبون عادةً المواصفات الفنية وغيرها للطائرة المطلوبة وهذه الموصفات بمثابة بيانات إدخال **(Input data)** لتصميم الطائرة الجديدة والشكل (١-٢) يمثل مخطط انسيابي لتصميم عام مطور ومؤلف لأغراض برمجة الحاسوب .
- بعض الشركات العملاقة هي التي تحدد المواصفات المطلوبة من خلال قراءة سوق الطائرات ومتطلبات حركة النقل الجوي لذلك تبدأ الدعاية عادة بوقت مبكر لمحاولة جذب رؤوس أموال المستثمرين .
- يبدأ الإنتاج بعد اجتياز نموذج الاختبار **(Prototype)** جميع الفحوصات الجوية المطلوبة ويمكن لعملية إبرام عقود البيع ان تتم قبل وأثناء وبعد الإنتاج ويكون التسليم حسب القدرة الإنتاجية للشركات وحسب التوقيتات المتفق عليها.

Icecream PDF Editor

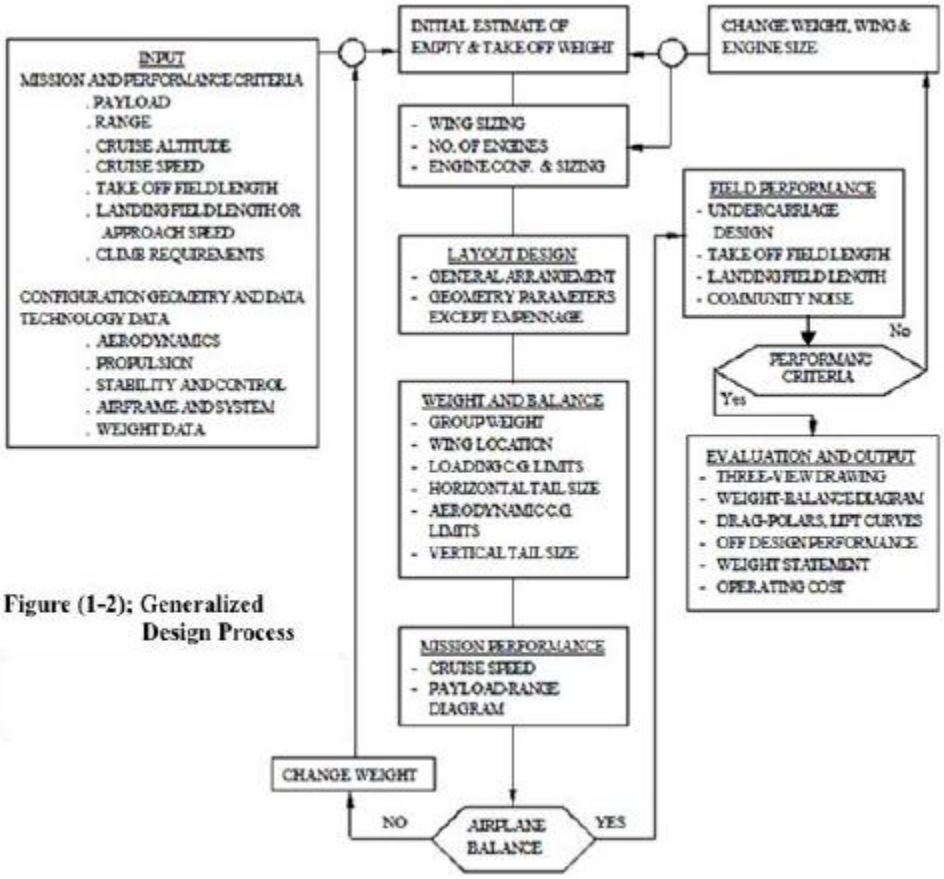

Figure (1-2): Generalized Design Process

(١ – ٢) قسم التصميم الابتدائي :–

حين يتم القرار على تطوير أو تصميم نوع جديد من الطائرات، فان الإجراء المتبع هو تشكيل مجموعة المشروع **(Project group)** من مختلف الاختصاصات، وتتضمن هذه المجموعة خبراء ومهندسي التصميم الابتدائي ويختصون في الفروع التالية :–

١– خبراء الايروديناميةة : وهم يختصون بتصميم الشكل الخارجي.
٢– مهندسو الهياكل : الذين يضعون بدراساتهم تصميم البناء الهيكلي المقترح وينجزون وضع الأبعاد والاختيارات المثلى للهيكل **(Dimensioning & Optimization)** .
٣– خبراء الإنتاج والمواد : لتحديد أفضل طرق الإنتاج الواجب إتباعها ومتابعة آخر إبداعات علم المواد .
٤– مهندسو الوزن : وواجبهم التعامل مع أوزان المنتجات والسيطرة على توزيع الأوزان لتحديد مركز الثقل وانجاز حسابات عزم القصور الذاتي **(Moment of inertia)** .
٥– مهندسو السيطرة وألاستقرارية : لتصميم منظومة السيطرة على الطيران وتحليل النوعية.
٦– مهندسو المنظومات : لتصميم معدات ومنظومات البدن (جسم الطائرة) .
٧– خبراء الاقتصاد والمالية : والذين يكون واجبهم حساب الكلفة التخمينية الأولية والتشغيلية للطائرة، وكذلك التدقيق عن قرب للنواحي المالية لمجمل المشروع .

Icecream PDF Editor

عمل فريق التصميم الابتدائي والذي يكون مرتبطا بشكل دائم بأعمال المشروع، بخلاف باقي أقسام المشروع، يتكون من النشاطات التالية إضافة للواجبات الأساسية حسب اختصاصاتهم :-

١- تحليل السوق ووضع اللمسات للمواصفات الأولية لنوع الطائرة الجديد بالتعاون مع قسم التسويق .
٢- اقتراح الحلول المختلفة لأي مشكلة تصميم معطاة.
٣- تقييم مختلف اقتراحات التصميم باستخدام طرق التصميم الابتدائي لكي يتم اتخاذ القرار المناسب على أساس بيان مختلف الآراء.
٤- وضع وتحديد تفاصيل الأبحاث للمشاكل التي تم مواجهتها، مثلا الايروديناميةوالهيكل وباقي مساحات العمل مثلا تطوير طرق تخمين الكبح، الوزن...الخ.
٥- مناقشات مع الزبائن الحاليين وكذلك الوسطاء للمستقبل في أمور تخص أجزاء الطائرة كالمحرك والعجلات..الخ .
٦- تعزيز قسم المبيعات بالمعطيات الفنية .
٧- إجراء دراسات تطوير المنتج بهدف زيادة استخدام الطائرة .

(١-٣) سلامة الطيران (Airworthiness) .

يمكن تعريف سلامة الطيران على انه تامين المتطلبات الاساسية لضمان الطيران بشروط امنة ضمن الحدود المسموحة.

(١-٣-١) متطلبات سلامة الطيران (Airworthiness requirements) :-

هي أنظمة وقواعد (Rules & Regulations) للتصميم والاشتغال والأنظمة الأخرى التي يتم تحديدها من قبل سلطات الطيران (Aviation Authority) المحلية و تفرض على مصنعي ومستخدمي الطائرات ضمن الحدود الإقليمية لهذه السلطات لضمان مستوى معين من الأمان لعموم الناس.

- لهذه الأنظمة والقواعد الأثر الكبير على تصميم أجزاء الطائرة كالبدن ، مقصورة الركاب، المنظومات...الخ .
- على المصمم اختيار قوانين سلامة الطيران الملائمة لغرض تصميم الطائرة وفقاً لهذه القوانين.
- قواعد سلامة الطيران تختلف من بلد إلى آخر .
- تفرض قواعد السلامة كما قلنا مستوى عالي من الأمان، فيجب أن تُظهر الطائرة القدرة على الإقلاع والتسلق والطيران للمسافة المقررة وكذلك المناورة مع الأحمال المقررة للسرعة المحددة مسبقاً بقيادة طيار مرخص دون أن تصبح الطائرة غير قابلة للقيادة أو متعبة للطيار أثناء الطيران . إن احتمالية الفشل الفاجع في الهيكل أو أي جزء آخر يجب أن تكون اقل من (1 إلى 10^7) طيران .

(١-٣-٢) الأمان وسلطات الطيران (Safety & Aviation Authorities) :-

الامان هو مفهوم رسّخَ عموماً في العقلِ الإنساني لتجنب المخاطر والحفاظ على حياة الناس وإنّ العواملَ التقليديةِ الرئيسيةِ لأمانِ الطيرانِ هي (الانسان،البيئة،الماكنة) وتُصدرُ العديد مِنْ البلدانِ لوائحهم وتعليماتِهم

Icecream PDF Editor

الخاصةِ للحفاظ على مستوى كافي مِنْ الأمانِ بسلطةِ صلاحيةِ طيرانها المدني واهم تلك التعليماتِ والسلطات هي :-

١- **BCAR** (**British Civilian Airworthiness Requirements**) وتعني متطلبات صلاحيةِ الطيران المدني البريطاني مَنْشُور مِن قِبل (**Civil Aviation Authority in Britain/CAA**) سلطة الطيران المدني في بريطانيا وتأسست الـ (**CAA**) في عام ١٩٧٢ وحالياً تم استبدال الـ(**BCAR**) بالـ (**EASA**).

٢- **FAR** (**Federal Aviation Rules**) وتعني قواعد الطيرانِ الإتحاديةِ ؛ وقد تم اصدارها مِن قِبل **FAA** (**Federal Aviation Administration**) وهي إدارة الطيرانِ الإتحاديةِ وقد تَبنّتْ الـ(**FAR**) في الولايات المتّحدةِ وكذلك في العديد مِنْ البلدانِ الأخرى . قانون التجارةِ الجويةِ في ٢٠ مايو/مايس ١٩٢٦ كان بمثابة حجرَ الزاوية لقانون الطيرانِ المدني في الحكومة الإتّحاديةَ وفي عام ١٩٣٨، مثّل عِلْمِ الطيران المدني نقطة تحول لمسؤولياتِ الطيرانِ المدني الإتحادي مِنْ القسم التجاري إلى وكالة مستقلة جديدة وفي ١ أبريل/نيسان ١٩٦٧، أصبحَ (**FAA**) واحداً من عِدّة منظمات شكلية ضمن قسم النقل **DOT** (**Department Of Transportation**).

٣- **JARs** (**Joint Aviation Requirements**) ، متطلبات الطيران المشتركة والصادرة مِن **JAA** (**The Joint Aviation Authorities**) وهي سلطات الطيرانِ المشتركةِ لـ **ECAC** (**European Civil Aviation Conference**) مؤتمر الطيرانِ المدني الأوروبي، حيث بَدأَت **JAA** بالعمل عام ١٩٧٠ عندما كانت تعرف بالـ (**The Joint Airworthiness Authorities**) سلطاتِ صلاحيةِ الطيران المشتركةِ، في عام ١٩٨٧بدأت نشاطات **JAA** تتمدد إلى العمليات والصيانة والترخيص وشهادةَ معاييرَ التصميم لكُلّ أصناف الطائرات (منذ ٢٠٠٢ هناك جُهود لتَحويل كُلّ النشاطات إلى تعليماتِ **EASA**).

٤- تعليمات **EASA** (**The European Aviation Safety Agency**)، وكالة أمانِ الطيرانِ الأوروبيةِ وهي اتفاقية أوربيةِ مستقلة ذات هوية قانونية وحكم ذاتي في الإدارة والأمور المالية وتعتبر هذه السلطةِ هي الوحيدةِ من نوعها والتي انشأت بتبني من البرلمان الأوروبي في ١٥ يوليو/تموزِ ٢٠٠٢ لكي يتم تُطبّيق اتفاقية نظام الأمانِ الجوي والتعليمات البيئيةِ، وقد بَدأَ نشاط الـ **EASA** ، كما هو مخطط، في ٢٨ سبتمبر/أيلول ٢٠٠٣ في بروكسل (عاصمة بلجيكا) وبعد فترة إنتقلَت الوكالةُ إلى كولونيا (ألمانيا).

٥- **ICAO** (**International Civil Aviation Organization**) المنظمة الدولية للطيران المدني والتي انشأت رسمياً في ٤ أبريل/نيسانِ ١٩٤٧. بناءً على دعوة من حكومةِ كندا، إختيرتْ مونـتـريال كموقع للمركز الرئيسي ، مؤخراً اصبح عدد الدول المتعاقدة أكثر مِنْ ١٨٠.ان معايير صلاحيةِ طيران القابلة للتطبيق لـ (**JAA/FAA/EASA**) من اجل تفويض الطائرةِ لكي تَكُونُ معترف بها دولياً بموجب **ICAO** ، ومِنْ وجهة نظر عملية ان اجراء التفويض (**Certification**) مستند على معاييرِ صلاحيةِ الطيران هذه بدلاً مِنْ معايير الـ **ICAO** الدولية.

Icecream PDF Editor

(١-٤) سلامة التحطم عند الهبوط الاضطراري (Crashworthiness) :-

سلامة التحطم بالنسبة لمقصورة الركاب تعني اسهام مجمل عناصر التصميم الاساسية ذات العلاقة لحماية الركاب في "بيئة تحطم قابلة للنجاة" ، تتحقق بيئة التحطم القابلة للنجاة عندما يتعرض الركاب الى قوى تحطم ضمن المستوى المسموح للإنسان وتبقى متانة الهيكل الذي يحوي الركاب سليمة بحيث يمكن اخلاء الركاب سريعا . تصميم الهيكل لضمان سلامة الطائرة يجسد اهداف التصميم لكل من سلامة التحطم وسلامة الطيران ولكن بحدود متفاوتة .ان اهداف سلامة الطيران التصميمية تختص بقابلية الهيكل لتحمل الاحمال التصميمية او الحفاظ على سلامة الرحلة نسبةً لظروف العمل المحيطة اما الاهداف التصميمية لسلامة التحطم فهي تختص بسلامة الركاب.

ان التقارير المعدة من قبل مركزِ بحوث ناسا تُلخّصُ مطلبَ سلامة التحطم عند الهبوط الاضطراري (**Crashworthiness**) كمفهوم يُشيرُ إلى تلك الخصائصِ في تصميمِ المركبة التي تَحْمي الشاغلَ مِنْ الجرحِ أَو الموتِ أثناء حدوث التحطّمِ بشكل مُحدّد، ويجب على المصممُ ان يأخذ بنظر الاعتبار الامور الاتية :-

١- يُزيلُ الإصاباتَ والضحايا في التأثيراتِ المعتدلةِ نسبياً.
٢- يُقلّلُ الإصاباتَ والضحايا في حوادث التحطم العنيفة لانقاذ ما يمكن انقاذه .
٣- يُقلّلُ الضررَ في تركيبِ وهيكل الطائرةَ عند كُلّ حادث تحطّمِ .

بدء التركيز على اهمية سلامة التحطم مبكراً وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية فمثلا في عام1967 نشرت ادارة الطيران الفدرالية (**FAA**) في الولايات المتحدة الامريكية معايير سلامة التحطم التي تخص فئة طائرات النقل وفي عام 1972 تم تحديث هذه المعايير. وينصب اهتمام (**FAA**) على سلامة التحطم في ثلاث مساحات من الاهتمام :-

١- حماية ركاب الطائرة من صدمة التحطم .
٢- التقليل من مخاطر الحريق عند التحطم .
٣- سرعة اخلاء الركاب من الطائرة .

وعلى هذا الاساس لا تحبذ سلطات الطيران استخدام طائرة نقل للركاب ذات الجناح العلوي رغم ميزاته العديدة (تأثير ارضي قليل بسبب بعد الجناح عن الارض، كفاءة ايروديناميه عالية لكون الكبح التداخلي قليل وبناء الضغط المنخفض فوقه يكون مستمراً) وذلك للأسباب التالية :-

١- قد يؤدي ثقل الجناح الى انهيار المقصورة اثناء الهبوط الاضطراري عند سرعة حط العالية (**Touch down**).
٢- عند الهبوط الاضطراري على الماء يؤدي ثقل الجناح الى سرعة غرق المقصورة.

- كما تفرض سلطات الطيران استخدام وقود ذو درجة اتقاد عالية وان تكون خزانات الوقود بعيدة عن مقصورة الركاب الى الجانب والخلف وان تحتوي الطائرة على مخارج طوارئ يتناسب عددها مع عدد الركاب ... الخ.

Icecream PDF Editor