

هزینه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری هواپیماهای مورد نیاز ناوگان هوایی کشور

با توجه به مشکلات کشور در خرید هواپیما و فرسوده شدن هواپیماهای ناوگان هوایی، بایستی برای پاسخ به این نیاز چاره‌اندیشی نمود. یکی از راه‌های رفع این نیاز، طراحی و ساخت هواپیما در داخل کشور است. با توجه به بررسی‌های انجام شده، هواپیماهای مسافربری حدود ۱۸۰ نفره با برد ۵۰۰۰ کیلومتر یکی از نیازهای کشور است. در این کار تحقیقاتی هزینه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری این نوع هواپیما مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، هزینه‌های موجود در کشور آمریکا بررسی و با هزینه‌های موجود در ایران مقایسه شده است. در تحقیقات انجام شده سه هدف اصلی وجود داشت، اول تخمین کلیه هزینه‌ها به تفکیک مراحل مختلف طراحی، ساخت و بهره‌برداری، دوم آنکه هزینه‌های طراحی سهم بسیار کمتری نسبت به هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری دارد، سوم آنکه هزینه‌های موجود در ایران کمتر از آمریکاست. **واژه‌های کلیدی:** خرید هواپیما، هزینه، تخمین، طراحی، ساخت، بهره‌برداری

Costs of the Aircraft Fleet Design, Construction and Operation in the Islamic Republic of Iran

Due to the problems in the country (Islamic Republic of Iran) for purchasing aircraft and aircraft old fleet, a solution should be proposed for this problem. One way to address this need is designing and manufacturing the aircraft in the country. According to the previous investigations carried out, 180-seater passenger planes with a range about 5,000 Km are part of the requirements of the country. In this paper, the costs of design, construction and operation of this type of aircraft has been studied. Also, the inventory costs in the United States of America have been investigated and compared with the costs in the Islamic Republic of Iran. There are three main objectives in this research: the first is to estimate the total expenditures in terms of the different phases of the design, construction and operation; the second concerns reducing design costs to much less than the costs of construction and mining; and finally, the third involves an analogy of the costs of design and production in Iran versus the U.S.

Keywords: Buying Airplanes, Price, Estimating, Design, Construction, Operation

حسین قره‌باغی*، کارشناس ارشد، دانشکده
مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

*نویسنده مخاطب، آدرس: تهران، کد پستی:
۱۶۵۹۸۸۴۱۵۶

hussain.gharehbaghi@gmail.com

H. Ghorbanifar*, M. Sc. Student,
Department of Mechanical Engineering,
University of Science and Technology

*Corresponding Author, Postal Code:
1659884156, Tehran, IRAN
hussain.gharehbaghi@gmail.com

مقدمه

امروزه سرعت در جامعه بشری از اهمیت والایی برخوردار شده است. در این میان حمل و نقل پر سرعت و بی‌خطر یکی از مهم‌ترین نکاتی است که بیشتر کشورهای پیشرفته در جهت رشد جامعه به دنبال آن بوده‌اند. اما، از آنجا که حمل و نقل هوایی معمولاً نیاز به طراحی برای مکان خاص خود را داشته است، در میان حمل و نقل‌های پر سرعت و بی‌خطر سهم کمی را به خود اختصاص داده است [۱]. با توجه به نیاز روز افزون انجام سفرهای هوایی برای جابه‌جایی مسافر و کالا به دلیل رشد و توسعه اقتصادی و نیز در نظر گرفتن عوامل اقتصادی در کاهش هزینه‌های این جابه‌جایی، لازم است به بررسی نیاز ایران به هواپیماهای توربوجت و توربوپراپ منطقه‌ای در یک بازه زمانی بیست ساله پرداخته شود و در نتیجه راه‌کارهای بعدی در ارتباط با مباحث مربوط به تهیه هواپیماها و حتی مواردی نظیر طراحی و ساخت هواپیماهای کوچک توربوپراپ و به دنبال آن جت منطقه‌ای در کشور فراهم شود. با افزایش روند روبه رشد مسافرت‌های هوایی از جمله سفرهای منطقه‌ای و کوتاه مدت در سال‌های اخیر، می‌توان انتظار داشت که در سال‌های آینده تقاضا برای سفرهای هوایی رشد محسوسی داشته باشد. بنابراین، ناوگان هوایی ایران باید پاسخگوی این نیاز باشد. در حال حاضر، رقابت شدیدی بین شرکت‌های مختلف هواپیماساز برای ورود به میدان ساخت جت‌های منطقه‌ای در جریان است که می‌تواند نویدبخش آینده‌ای روشن برای استفاده بیش از پیش این نوع هواپیماها در ناوگان هوایی باشد [۲]. براساس آمارهای ارائه شده از طرف سازمان هواپیمایی کشوری، مقایسه‌ای بین تعداد مسافر و سفرهای انجام شده در سال‌های ۸۳، ۸۴ و ۸۵ تا برد ۵۰۰۰ کیلومتر برای پروازهای داخلی و بین‌المللی توسط شرکت‌های هواپیمایی ایرانی انجام شده است [۳]. این تحقیقات نشان داد با توجه به اینکه بیشترین رشد مسافر در پروازهای داخلی و بین‌المللی از صد نفر به بالا در هر پرواز می‌باشد. با تحلیل و بررسی‌های انجام شده روی این آمار، نرخ رشد سالانه مسافر در سال‌های مذکور برای سفرهای داخلی ۶/۳ و برای سفرهای بین‌المللی ۸/۷ درصد می‌باشد. همچنین، متوسط تعداد مسافر در پروازهای داخلی ۱۵۰ مسافر و در پروازهای بین‌المللی ۱۹۵ مسافر در هر پرواز می‌باشد [۳]. بنابراین، برای نوسازی ناوگان هوایی کشور بایستی از جت‌های ۱۵۰ تا ۲۰۰ نفره استفاده کرد. کشورمان در تأمین ناوگان هوایی با مشکلات عدیده‌ای روبرو است که بخش قابل توجهی از آن مربوط به تحریم است [۴]. کشورها،

مناطق و شرکت‌های مختلف به‌طور منظم، منسجم و هماهنگ راجع به آینده مطلوب در جهانی که به‌صورت فزاینده به سمت پیچیده‌تر شدن در حرکت است مبادرت به اندیشه می‌کنند [۵]. بنابراین، طراحی و ساخت هواپیمای مورد نیاز ناوگان هوایی یکی از راه‌های مفید برای مواجهه با مشکلات ذکر شده، است [۶]. صنعت هوایی یکی از صنایع استراتژیک از لحاظ تکنولوژی، اقتصادی، فنی، سیاسی و فرهنگی در هر کشور به شمار می‌آید و توسعه صنایع هوایی کشور، مستلزم برنامه‌ریزی‌های بلندمدت در همه ابعاد، از جمله تحقیق و توسعه، ساخت، تعمیر و نگهداری وسایل پرنده می‌باشد که زیربنای آن نیز تبیین چشم‌اندازهای آینده است [۷]. انتقال فناوری از راهکارهای بنیادین توسعه صنعتی است و از این رو به‌عنوان یک ضرورت، مورد استفاده حوزه‌های مختلف تخصصی است. عرصه هوایی نیز طی سالیان اخیر از این مقوله مستثنی نبوده و گام‌های مثبتی نیز در این زمینه برداشته است [۸].

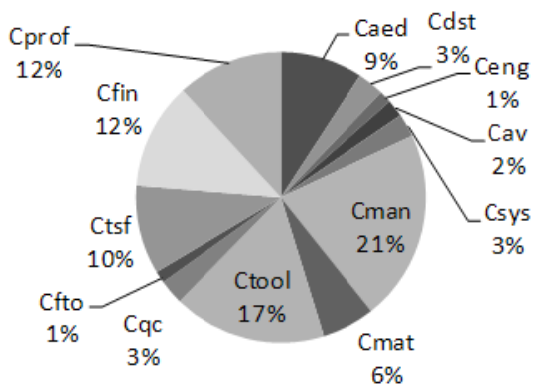
مدد و مظاهری در پژوهشی مدلی برای تخمین هزینه طراحی و ساخت باس^۱ ماهواره‌های کوچک تدوین کرده‌اند [۹]. زارع و همکاران سیر طراحی در صنعت هوافضا را بررسی کردند. آنها با تبیین جایگاه هزینه در این سیر تاریخی، مفهوم مهندسی هزینه را به‌عنوان رکن اساسی در طراحی مدرن مهندسی معرفی کردند. همچنین، انواع هزینه از جمله هزینه چرخه حیات برای مدیریت هزینه در مسیر طراحی المان‌های هزینه وسایل پرنده را معرفی کردند و سپس منحنی یادگیری و روابط حاکم بر آن که تعیین‌کننده هزینه ساخت وسیله در خط تولید است، را مطرح نمودند [۱۰]. فردوسی حسین آبادی و همکاران در مطالعه‌ای، انواع مدل‌ها و روش‌های تخمین هزینه در فرآیند طراحی کشتی را بررسی کردند [۱۱]. بدون تردید قبل از طراحی و ساخت هر وسیله بایستی هزینه‌های طراحی و ساخت آن مورد بررسی قرار گیرد و تخمین زده شود. این فرایند در صنایع هوایی حائز اهمیت می‌باشد و باید با دقت زیاد بررسی شود [۱۲]. از این رو، در این تحقیق هزینه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری یک هواپیمای ۱۸۰ نفره بررسی شده است.

مراحل مختلف تخمین هزینه

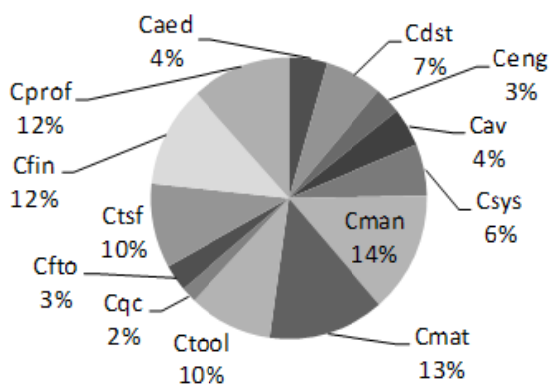
در راستای تجاری‌سازی و به بازار رسانی، فناوری توسعه‌یافته یکی از الزامات قیمت‌گذاری دانش فنی است. ارزشیابی و قیمت‌گذاری دانش فنی از جمله فعالیت‌های دشوار است. پیچیدگی‌های مرتبط با فناوری و دانش فنی، بسیاری از

هزینه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری هواپیماهای مورد نیاز ناوگان هوایی کشور

سود مرحله طراحی و C_{fin_r} هزینه سرمایه‌گذاری مرحله طراحی می‌باشد [۱۶]. هزینه‌های C_{RDTE} به صورت تفکیک شده برای آمریکا در شکل (۲) و برای ایران در شکل (۳) ترسیم شده است. همچنین در جدول (۱) هزینه‌های C_{RDTE} آورده شده است.



شکل ۲- هزینه‌های C_{RDTE} برای آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])



شکل ۳- هزینه‌های C_{RDTE} برای ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

جدول ۱- C_{RDTE} در ایران و آمریکا (اعداد بر حسب میلیون دلار آمریکا) (اطلاعات مرجع [۱۴])

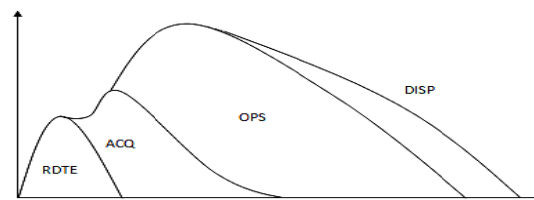
ایران	آمریکا	
۳۱/۷۹	۱۵۰	C_{aed_r}
۴۸	۴۸	C_{dst_r}
۳۵۴/۳۵	۸۴۱/۴۸	C_{fta_r}
۲۱/۸۸	۲۱/۸۸	C_{fto_r}
۶۹/۰۹	۱۶۰/۸۱	C_{tsf_r}
۸۲/۹۱	۱۹۲/۹۷	C_{pro_r}
۸۲/۹۱	۱۹۲/۹۷	C_{fin_r}

هزینه‌های C_{aed_r} از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

سازمان‌های توسعه‌دهنده و دارنده فناوری را از قیمت‌گذاری علمی منصرف ساخته است [۱۳]. تخمین هزینه را می‌توان در مراحل جداگانه طراحی، ساخت و بهره‌برداری انجام داد که این مراحل عبارتند از [۱۴]:

- مرحله اول: برنامه‌ریزی و طراحی مفهومی
- مرحله دوم: طراحی اولیه
- مرحله سوم: طراحی جزئیات
- مرحله چهارم: ساخت و خریداری
- مرحله پنجم: بهره‌برداری و پشتیبانی
- مرحله ششم: از رده خارج کردن و اوراق نمودن

در شکل (۱) طرح کلی هزینه‌های یک هواپیما به صورت شماتیک نشان داده شده است [۶]. همان‌طور که گفته شد و با توجه به بررسی‌های انجام شده، هواپیماهای مسافربری حدود ۱۸۰ نفره با برد ۵۰۰۰ کیلومتر یکی از نیازهای ناوگان هوایی کشور می‌باشد که هواپیمای مذکور را می‌توان در رده هواپیماهای A320، B737، Tu204 و Tu214 قرار داد [۲، ۵]. در ضمن باید توجه داشت که این هواپیما در بازار قیمتی در حدود ۷۳ میلیون دلار (آمریکا) خواهد داشت [۱۵]. لازم به ذکر است که برای تخمین هزینه‌ها در ایران، از داده‌های شرکت هواپیمایی هسا که سابقه تولید هواپیمای ایران ۱۴۰ را دارد استفاده شده است.



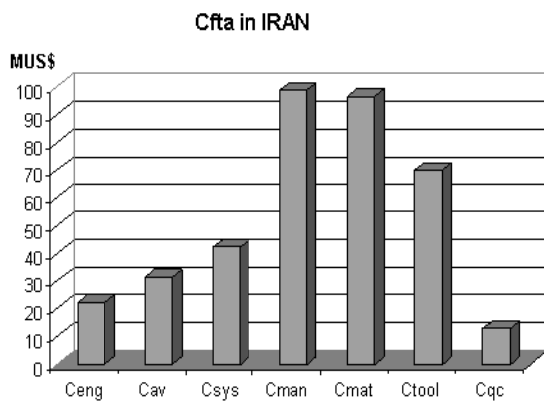
شکل ۱- طرح کلی هزینه‌های یک هواپیما [۶]

هزینه‌های طراحی (C_{RDTE})

مجموع هزینه‌های سه مرحله ابتدایی را با نماد C_{RDTE} نشان می‌دهند که همان هزینه‌های طراحی می‌باشد که با رابطه (۱) تعیین می‌شود.

$$C_{RDTE} = C_{aed_r} + C_{dst_r} + C_{fta_r} + C_{fto_r} + C_{tsf_r} + C_{pro_r} + C_{fin_r} \quad (1)$$

که در آن C_{aed_r} هزینه‌های مربوط به گروه مهندسی طراحی هواپیما، C_{dst_r} هزینه‌های آزمایش‌ها در مرحله طراحی، C_{fta_r} هزینه‌های مربوط به هواپیماهای تست پرواز در مرحله طراحی، C_{fto_r} هزینه‌های بهره‌برداری تست پرواز، C_{tsf_r} هزینه‌های امکانات شبیه‌سازی و آزمایش‌ها، C_{pro_r} هزینه‌های مربوط به



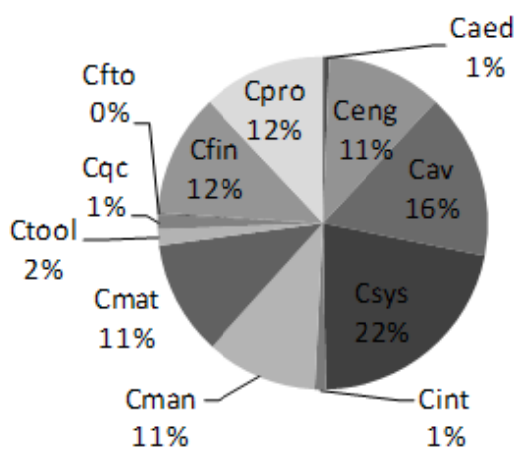
شکل ۵- هزینه‌های C_{fta_r} برای ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

هزینه‌های ساخت (CMAN) و خریداری (CACQ)

هزینه‌های مرحله چهارم، ساخت و خریداری را با نماد C_{MAN} یا C_{ACQ} نمایش می‌دهند که با رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$C_{man} = C_{aed_m} + C_{apc_m} + C_{fto_m} + C_{fin_m} + C_{prom} \quad (4)$$

که در آن C_{aed_m} هزینه‌های مهندسی، C_{apc_m} هزینه‌های تولید هواپیما، C_{fto_m} هزینه‌های بهره‌برداری تست پرواز در مرحله تولید، C_{fin_m} هزینه‌های سرمایه‌گذاری مرحله ساخت، C_{prom} هزینه‌های مربوط به سود مرحله ساخت است [۱۴]. هزینه‌های C_{MAN} برای آمریکا و ایران در شکل (۶) و (۷) ترسیم شده است. همچنین در جدول (۲) به صورت تفکیک شده هزینه‌های C_{ACQ} آورده شده است.



شکل ۶- هزینه‌های C_{MAN} برای آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])

$$C_{aed_r} = (MHR_{aed_r}) (R_{e_r}) \quad (2)$$

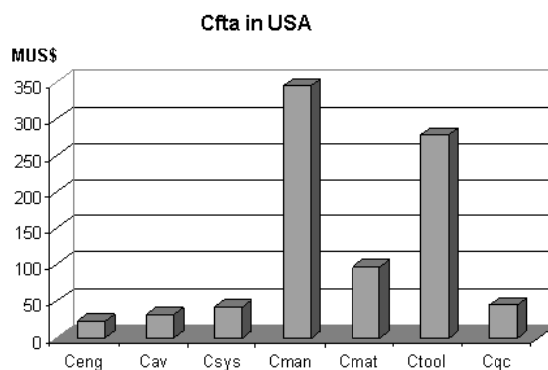
که در آن R_{e_r} هزینه یک ساعت کار مهندسی (به دلار) است. MHR_{aed_r} به وزن، حداکثر سرعت، تعداد هواپیماهای مورد نیاز در مرحله طراحی و به نحوه طراحی بستگی دارد. اصولاً در مرحله طراحی پنج فروند هواپیما ساخته می‌شود. دو فروند آن بدون موتور، اویونیک و سیستم‌های مورد نیاز است که یک فروند برای تست خستگی و یک فروند برای تست سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه فروند دیگر برای تست‌های پروازی ساخته می‌شود، این تعداد براساس قوانین و نوع هواپیما انتخاب شده است.

هزینه‌های C_{dst_r} نیز به وزن، حداکثر سرعت، تعداد هواپیماهای مورد نیاز در مرحله طراحی و به نحوه طراحی وابسته است.

هزینه‌های C_{fta_r} از رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$C_{fta_r} = C_{eng} + C_{av} + C_{sys} + C_{man_r} + C_{mat_r} + C_{tool_r} + C_{qc_r} \quad (3)$$

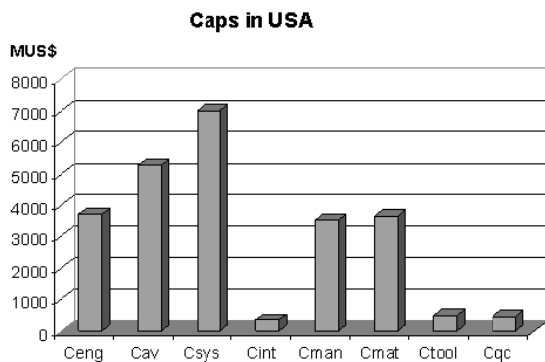
که در آن C_{eng} هزینه خرید شش موتور (برای سه فروند هواپیما)، C_{av} هزینه خرید اویونیک برای سه فروند هواپیما، C_{sys} هزینه خرید سیستم‌های مورد نیاز برای سه فروند هواپیما، C_{man_r} هزینه مربوط به نیروی انسانی، C_{mat_r} هزینه مواد به کار رفته در سازه سه فروند هواپیما و C_{tool_r} هزینه استفاده از ماشین‌آلات و C_{qc_r} هزینه مربوط به کنترل کیفیت است. C_{fta_r} سهم بسیار زیادی در C_{RDTE} دارد، لذا برای تفهیم بیشتر مسئله C_{fta_r} را به صورت تفکیک شده برای آمریکا در شکل (۴) و برای ایران در شکل ۵ ترسیم شده است. هزینه‌های C_{fto_r} به وزن، حداکثر سرعت، تعداد هواپیماهای مورد نیاز برای تست پرواز در مرحله طراحی و نحوه طراحی و خفیه‌کار بودن یا نبودن هواپیما وابسته است. هزینه‌های C_{1sf_r} ، هزینه‌های مربوط به C_{pro_r} و همچنین هزینه‌های مربوط به C_{fin_r} ضریبی از هزینه‌های مرحله طراحی فرض شده است [۱۴].



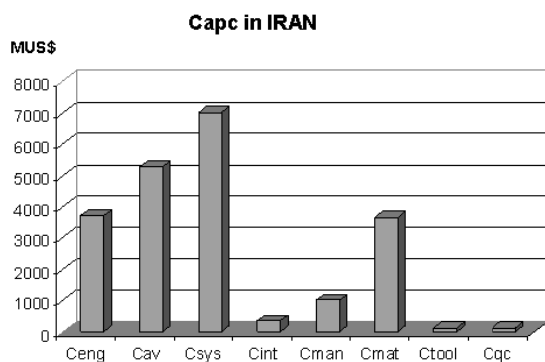
شکل ۴- هزینه‌های C_{fta_r} برای آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])

هزینه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری هواپیماهای مورد نیاز ناوگان هوایی کشور

که در آن C_{av} هزینه‌های مربوط به خرید ادوات اویونیک، C_{eng} هزینه‌های مربوط به خرید موتور، C_{sys} هزینه‌های مربوط به خرید سیستم‌های مورد نیاز و $C_{mat m}$ هزینه‌های مربوط به خرید مواد برای ساخت سازه و بدنه می‌باشد (هر یک از این هزینه‌ها مربوط به هزینه کل تعداد هواپیماهای مورد پیش‌بینی برای ساخت می‌شود). $C_{tool m}$ هزینه‌های مربوط به استفاده از ماشین آلات برای تولید سازه و بدنه هواپیما می‌باشد. $C_{man m}$ هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی و $C_{qc m}$ هزینه‌های مربوط به کنترل کیفیت در مرحله ساخت و تولید می‌باشد. $C_{int m}$ هزینه‌های مربوط به مبله کردن، صندلی‌ها و درون هواپیما می‌باشد که به تعداد مسافر و نوع صندلی‌ها بستگی دارد [۱۴]. به دلیل آنکه $C_{apc m}$ سهم عظیمی در C_{MAN} دارد و برای بررسی بیشتر، $C_{apc m}$ را به صورت تفکیک شده برای آمریکا در شکل (۸) و برای ایران در شکل (۹) ترسیم شده است.

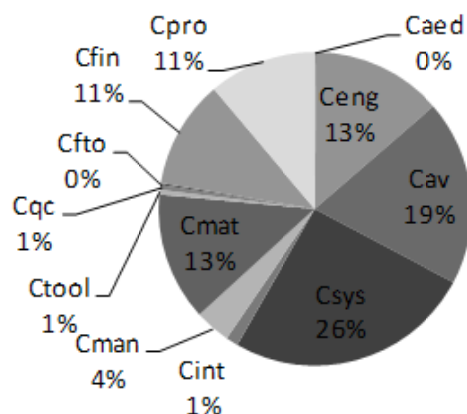


شکل ۸- هزینه‌های $C_{apc m}$ برای آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])



شکل ۹- هزینه‌های $C_{apc m}$ برای ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

هزینه‌های $C_{fto m}$ به تعداد هواپیما پیش‌بینی شده برای تولید، تعداد ساعتی که برای تست پروازی هر هواپیما بر اساس قوانین در نظر گرفته شده و هزینه یک ساعت تست پروازی بستگی دارد. طبق قوانین هر هواپیما مسافری حدود سی ساعت تست پروازی باید انجام بدهد. $C_{pro m}$ و $C_{fin m}$ به صورت درصدی از C_{MAN} در نظر گرفته شده است [۱۶].



شکل ۷- هزینه‌های C_{MAN} برای ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

جدول ۲- C_{ACQ} در ایران و آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])

ایران	آمریکا	
۴۲/۱۸	۱۹۹/۱۸	$C_{aed m}$
۲۱۲۷۸/۳۸	۲۴۵۰۹/۳۶	$C_{apc m}$
۶۰	۶۰	$C_{fto m}$
۳۰۷۵/۷۲	۳۹۱/۸	$C_{fin m}$
۳۰۷۵/۷۲	۳۹۱/۸	$C_{pro m}$

هزینه‌های $C_{aed m}$ از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$C_{aed m} = (MHR_{aed program})(R_{e m}) - C_{aed r} \quad (۵)$$

که در آن $R_{e m}$ هزینه یک ساعت کار مهندسی (به دلار) در مرحله تولید می‌باشد. $MHR_{aed program}$ تعداد هواپیما پیش‌بینی شده برای تولید است که به وزن، حداکثر سرعت و به نحوه طراحی بستگی دارد. تعداد هواپیما پیش‌بینی شده باید براساس بازار باشد، هواپیماهای هم رده از قبیل B737 و A320 بیش از هزار فروند به فروش رسیده‌اند. سازندگان هواپیما در شرق اروپا بیش از پانصد فروند و در آمریکای جنوبی هواپیماهای هم رده را حدود هفتصد فروند ساخته‌اند. با توجه به بررسی‌های انجام شده تعداد پانصد فروند هواپیما برای ساخت پیش‌بینی شده است. هزینه‌های مهندسی طراحی هواپیماست.

هزینه‌های $C_{apc m}$ از رابطه (۶) به دست می‌آید.

$$C_{apc m} = C_{av} + C_{eng} + C_{sys} + C_{int m} + C_{man m} + C_{mat m} + C_{tool m} + C_{qc m} \quad (۶)$$

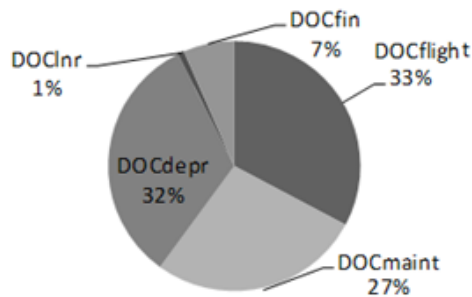
قیمت تمام شده یک هواپیما

مجموع هزینه‌های C_{RDTE} و C_{MAN} قیمت تمام شده یک فروند هواپیما را مشخص می‌نماید. با توجه به متغیر بودن تعداد هواپیمای پیش‌بینی شده برای ساخت، نمودار مربوط به قیمت تمام شده یک هواپیما به ازای تعداد تولید معین می‌کند که تعداد تولید هواپیما با تعداد مفروض پیش‌بینی شده از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود یا خیر. شکل (۱۰) نمودار مربوطه را برای آمریکا و شکل (۱۱) نمودار مربوطه را برای ایران به نمایش گذاشته است. مشاهده می‌شود که با افزایش تعداد هواپیما در مرحله ساخت، یعنی افزایش تولید باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. محاسبات انجام شده نشان داد که در ایران با تولید ۱۲۴ فروند و در آمریکا با تولید ۳۴۵ فروند هواپیما، قیمت تمام شده هواپیما برابر قیمت هواپیماهای هم رده در بازار می‌شود.

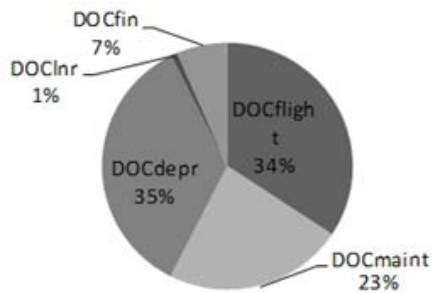
هزینه‌های بهره‌برداری کافی است تعداد ساعت پرواز را در هزینه‌های یک ساعت پرواز ضرب نمود. مجموع هزینه‌های یک ساعت پرواز (DOC) از رابطه (۷) حاصل می‌شود.

$$DOC = DOC_{flt} + DOC_{maint} + DOC_{depr} + DOC_{lnr} + DOC_{fin} \quad (7)$$

که در آن DOC_{flt} هزینه‌های پرواز، DOC_{maint} هزینه‌های تعمیر و نگهداری، DOC_{depr} هزینه‌های استهلاک، DOC_{lnr} هزینه‌های پرداخت اجرت به فرودگاه، ناوبری و اداره مالیات و DOC_{fin} هزینه‌های سرمایه‌گذاری مرحله بهره‌برداری می‌باشد. DOC برای آمریکا در شکل ۱۲ و برای ایران در شکل ۱۳ ترسیم شده است. همچنین در جدول ۳ به صورت تفکیک شده هزینه‌های DOC آورده شده است.



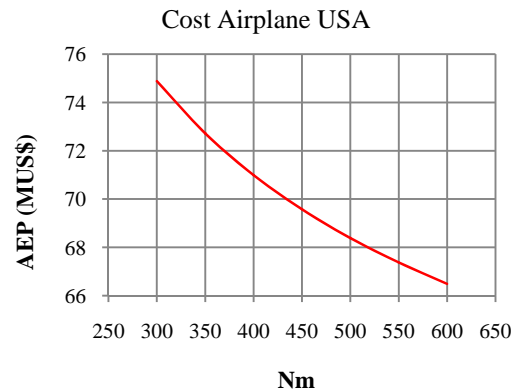
شکل ۱۲- DOC برای آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])



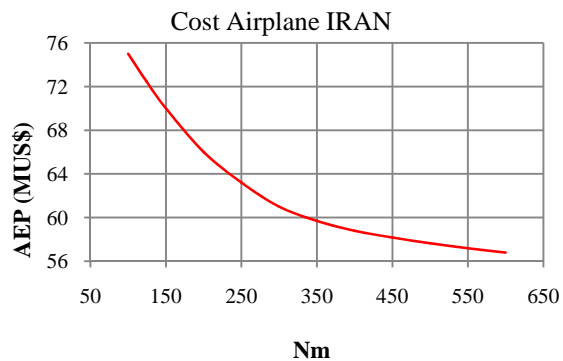
شکل ۱۳- DOC برای ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

جدول ۳- DOC در ایران و آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])

ایران	آمریکا	
۴/۵۰۲	۴/۶۳۱	DOC_{flt}
۳/۰۵۸۳	۳/۸۶۵۹	DOC_{maint}
۴/۵۹۹۶	۴/۵۹۹۶	DOC_{depr}
۰/۱۱۴۴	۰/۱۱۷۱	DOC_{lnr}
۰/۸۶۵۳	۰/۹۳۱۵	DOC_{fin}



شکل ۱۰- قیمت تمام شده هواپیما نسبت به میزان تولید در آمریکا (اطلاعات مرجع [۱۴])



شکل ۱۱- قیمت تمام شده هواپیما نسبت به میزان تولید در ایران (اطلاعات مرجع [۱۴])

مجموع هزینه‌های یک ساعت پرواز (DOC)

در این کار تحقیقاتی هزینه‌های بهره‌برداری به ازای یک ساعت پرواز تخمین زده شده است. برای به دست آوردن مجموع

که در آن C_{dengsp} ، C_{dapsp} ، C_{dav} ، C_{deng} ، C_{dap} و C_{dengsp} به ترتیب هزینه استهلاک بال و بدنه، هزینه استهلاک موتور، هزینه استهلاک اویونیک، هزینه مربوط به انبار کردن قطعات مورد نیاز بال و بدنه و هزینه مربوط به انبار کردن قطعات مورد نیاز موتور است. اویونیک نیاز به انبار کردن ندارد چون به صورت کامل تعویض می‌شود و برای هواپیما مهم نیست که حتماً از همان اویونیک استفاده کند. اما، برای بال و بدنه یا موتور بایستی دقیقاً از همان قطعه مورد نظر استفاده شود [۱۴].

شکل (۱۴) DOC واقعی هواپیمای B737-300 را نشان می‌دهد [۱۷]. با مقایسه اطلاعات شکل (۱۴) با DOC به دست آمده از روابط مشاهده می‌شود که تخمین مناسبی از DOC از طریق روابط صورت گرفته است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود DOC_{flt} تنها یک درصد با DOC_{flt} حقیقی تفاوت دارد. همچنین، تخمین خوبی از DOC_{depr} و DOC_{maint} زده شده است. توجه شود که در شکل (۱۴) هزینه مربوط به خدمه و سوخت جدا آورده شده است که در مجموع همان DOC_{flt} را می‌سازد.

DOC_{flt} از رابطه (۸) به دست می‌آید.

$$DOC_{flt} = C_{crew} + C_{pol} + C_{ins} \quad (8)$$

که در آن C_{crew} به تعداد خلبان و خدمه و حقوق آن‌ها و C_{pol} به مقدار مصرف سوخت و قیمت آن بستگی دارد. C_{ins} هزینه بیمه مسافران، خدمه و بار می‌باشد. DOC_{maint} از رابطه (۹) حاصل می‌شود.

$$DOC_{maint} = C_{lab/ap} + C_{lab/eng} + C_{mat/ap} + C_{mat/eng} + C_{amb} \quad (9)$$

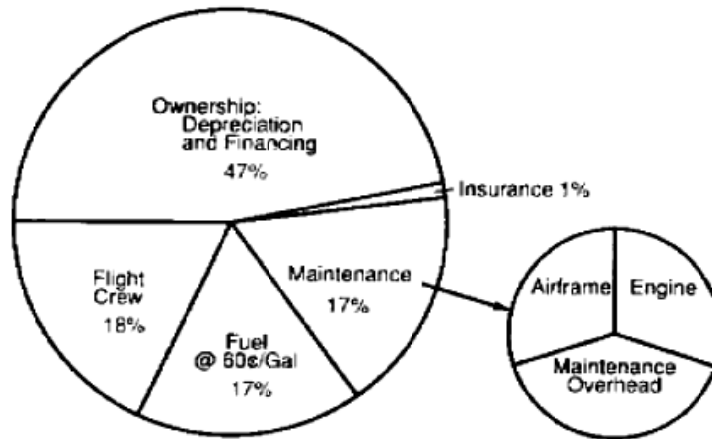
که در آن $C_{lab/ap}$ هزینه تعمیر و نگهداری بال و بدنه، $C_{lab/eng}$ هزینه تعمیر و نگهداری موتورها، $C_{mat/ap}$ هزینه قطعات یا مواد به کار رفته در تعمیر و نگهداری بال و بدنه، $C_{mat/eng}$ هزینه قطعات یا مواد به کار رفته در تعمیر و نگهداری موتورها و C_{amb} هزینه بالا سری تعمیر و نگهداری است.

DOC_{depr} از رابطه (۱۰) به دست می‌آید.

$$DOC_{depr} = C_{dap} + C_{deng} + C_{dav} + C_{dapsp} + C_{dengsp} \quad (10)$$

737-300

Direct Operating Cost U. S. Domestic Rules



شکل ۱۴ - DOC حقیقی هواپیمای B737-300 [۱۷]

نسبت به آمریکا می‌باشد. رسیدن به این اهداف دید کلی از هزینه‌ها به سرمایه‌گذار می‌دهد. سه هدف اصلی این نتایج به صورت نمودار و جداول آورده شده است. همچنین، مشاهده می‌شود که برای ایران با تولید ۱۲۴ فروند و برای آمریکا با تولید ۳۴۵ فروند هواپیما، قیمت تمام شده هواپیما برابر قیمت بازار می‌شود. با تولید بیشتر سود به صورت نمایی افزایش می‌یابد. با توجه به مقایسه قسمتی از محاسبات با هزینه‌های

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نتیجه این کار تحقیقاتی رسیدن به اهداف ذکر شده که عبارت بودند از: تخمین کلیه هزینه‌ها به تفکیک مراحل مختلف طراحی، ساخت و بهره‌برداری، نشان دادن سهم بسیار کمتر هزینه‌های طراحی نسبت به هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری و نشان دادن کمتر بودن هزینه‌های موجود در ایران

Journal of Industrial Technology Development, Vol. 2, No. 4, 2004, pp. 38-43. (In Persian)

- [8] Fallah, A., "The transfer of Aircraft Industries Technology in the Third decade of Revolution", *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, Vol. 3, No. 7, 2005, pp. 45-53. (In Persian)
- [9] Madad, R. and Mazaheri, K., "Compilation of Cost Estimation Model for the Design and Construction of Bus Small Satellite", *8th International Conference of Iranian Aerospace Society, Malek-Ashtar University of Technology, Shahin Shahr*, 2009. (In Persian)
- [10] Zare, H., Darabi, H., Ebrahimi, M. and Roshaniyan, J., "A Review of Cost Engineering Engineering Concepts and Its Application in Optimizing Multidisciplinary Design", *10th International Conference of Iranian Aerospace Society, Tarbiat Modares University, Tehran*, 2011. (In Persian)
- [11] Ferdosi hossein abadi, O., Morshed solook, F. and Khedmati, M. R., "Comparison of various models and cost estimation methods in the ship design process", *16th th Conference on Marine Industries, Bandar Abbas*, 2014. (In Persian)
- [12] Gharehbaghi, H. and Imani, A. H., "Estimation and comparison of the cost of building a passenger plane in Iran and the United States", *10th International Conference of Iranian Aerospace Society, Tarbiat Modares University, Tehran*, 2011. (In Persian)
- [13] Moosai, A., Bandarian, R., Ghadrian, A. A. and Sadrai, S., "Evaluation of know-how value for commercializing a technology", *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, Vol. 8, No. 15, 2010, pp. 65-78. (In Persian)
- [14] Roskam, J., *Airplane Design, part 8, Airplane cost estimation: Design, Development, Manufacturing And Operating*, DARcorporation, 1990.
- [15] <http://www.airbus.com>
- [16] Raymer, D. P., *Aircraft Design: A Conceptual Approach*, Published by. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992.
- [17] Kroo, I., *Aircraft Design: Synthesis and Analysis*, Desktop Aeronautics, 2001.

واقعی ملاحظه شد که تخمینی که انجام شده تقریباً معیار خوبی از هزینه‌های یک هواپیما با مشخصات مذکور است.

مراجع

- [1] Behfarshad, Gh. and Shahroodi Moghadam, H., "Investigation of the Need of the World and Iran for Regional Commercial Turbojet and Turboprop Airplanes in the Next 20 Years", *7th International Conference of Iranian Aerospace Society, Sharif University, Tehran*, 2008. (In Persian)
- [2] Vaziri, M. A., Hosseini, S. J. and AliMehri, Sh., "Estimated number of airplanes required by the country on the horizon of 1400", *7th International Conference of Iranian Aerospace Society, Sharif University, Tehran*, 2008. (In Persian)
- [3] Saeedi, Y., Ghazanfari Nia, S., Amiri Atashgah, M. A. and Malaek, S. M. B., "Preliminary Design of a Small Commercial jet with Short Stairs and Take-off", *7th International Conference of Iranian Aerospace Society, Sharif University, Tehran*, 2008. (In Persian)
- [4] Aghai Vishki, V., "The Initial Feasibility of a Joint Production of an Aircraft of 150 People in Asia", *7th International Conference of Iranian Aerospace Society, Sharif University, Tehran*, 2008, (In Persian)
- [5] Karimi fard, H. and Habibi, M., "Studying the Different (National, Regional and Organizational) Levels of Science and Technology Foresight", *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, Vol. 8, No. 15, 2010, pp. 43-50. (In Persian)
- [6] Safizade, M. S. and Gharehbaghi, H., "Investigating and Estimating the Costs of Designing, Building and Operating a Passenger Airplane", *9th International Conference of Iranian Aerospace Society, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran*, 2010. (In Persian)
- [7] Akhavan, A. N., "Long-term Programs Planning of State Aircraft Industries Development", *Quarterly*