نشریه علمی- پژوهشی مهندسی هوانوردی
سال شانزدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۳

رده‌بندی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی

حسن عیسوند*[۱]

۱- استادیار مهندسی هوافضا، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

(دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۰۲/۳۰)

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

چکیده

آموزش دانشجویان خلبانی نظامی در سه مرحله مقدماتی، پایه و پیشرفته انجام می‌شود و پس از آن وارد مراحل بعدی یعنی ورود به جنگنده، جنگنده پیشرفته و اسکادران آموزشی می‌گردند. در کشورمان به دلیل عدم وجود هواپیمای جت آموزشی پیشرفته، دانشجو پس از طی دوره پایه بلافاصله وارد مرحله چهارم(ورود به جنگنده) می‌شود. هزینه یک ساعت آموزش با هواپیمای مرحله چهارم حدود ۵ تا ۱۰ برابر یک ساعت آموزش با هواپیمای مرحله سوم (جت آموزشی پیشرفته) است که علاوه بر افزایش بار مالی، کیفیت آموزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین قراردادن این نوع هواپیما در مراحل آموزشی ضروری است. در این تحقیق ویژگی‌های مهمی که یک جت آموزشی پیشرفته باید داشته باشد مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین ویژگی‌ها شاخص‌های کیفی چندارزشی اثرگذار در انتخاب هواپیمای جت آموزشی مطرح شده‌اند که در قالب معیارهای شش‌گانه پایه، عملکردی، ایمنی، سامانه‌ها، تجهیزات کمک ناوبری و تعمیر و نگهداری دسته‌بندی شدند و در مجموع ۳۰ معیار و زیر معیار استخراج گردید. در این مقاله، علاوه بر تعیین معیارهای انتخاب هواپیمای جت آموزشی پیشرفته، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی جهت رتبه‌بندی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته جهان استفاده شده و نتایج مقایسه گردیدند. همچنین مزایا و معایب این دو روش در این موضوع خاص بیان شده است.

واژه‌های کلیدی: *آموزش خلبانی، جت آموزشی پیشرفته، فرآیند تحلیل سلسله مراتب، تاکسونومی، عملکردی، ایمنی، سامانه‌های هواپیما*

Classification of Advanced Training Jet Airplane by Using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Taxonomy Method

Abstract

Training the cadets of military aviation is carried out at three levels of primary, basic and advanced which is followed by advanced fighter and training squadron. Due to the lack of advanced training jet in our country, the cadets directly enter the fourth stage (entrance to fighter) in which a one-hour training costs 5 to 10 times more than the advanced training jet (in the third stage), affecting the training quality and increasing the financial burden. As a result, this makes it quite clear that involving and using this kind of aircraft are of paramount importance. In this study, the crucial features and criteria that an advanced training jet needs to possess were investigated. To determine the afore-mentioned features, a set of multi-valued indicators in terms of their efficiency, safety, maintenance and logistics were considered. These indicators were categorized as six distinct groups of base, efficiency, safety, systems, navigational equipment, and maintenance and ultimately thirty criteria and sub-criteria have been extracted. In this article, in addition to specifying the standards for choosing the advanced training jet, Analytical Hierarchy Process (AHP) as well as Taxonomy has been utilized for ranking the world's advanced training jets. Furthermore, the merits and drawbacks of these two procedures have been stated.

Keywords: *Pilot training, advanced training jet, Analytical Hierarchy Process (AHP), Taxonomy, Performance, Safety, Airplane Systems*

* نویسنده پاسخگو، تلفن:۲۱۶۶۶۴۷۱۳۱، پست الکترونیک: isvand@chmail.ir

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

مقدمه

در سال ۱۲۷۰ هجری شمسی برای اولین بار یک بالن توسط یک نفر فرانسوی بر فراز آسمان ایران به پرواز درآمد و بدین ترتیب سرچشمه تخصص هوانوردی در ایران رقم خورده شد. در سال ۱۲۹۸ دو فروند هواپیمای نظامی انگلیسی برای نخستین بار اقدام به بمباران مبارزان ضد استعمار به فرماندهی میرزا کوچک خان نمودند و در پی آن فکر ایجاد قوای هوایی در ارکان حرب آن زمان قوت گرفت و در سال ۱۳۰۱ هسته اولیه نیروی هوایی تحت عنوان"دفتر هواپیمایی نظامی" درارکان حرب شکل گرفت. آموزش نیروی انسانی مورد نیاز نیروی هوایی از جمله خلبانان نیز از بدو ایجاد نیروی هوایی دچار تغییر و تحولات گوناگون بوده است که این تحولات در دو دوره کلی قبل از پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی و دوره بعد از پیروزی انقلاب قابل بررسی می‌باشد. در دوره اول می‌توان به ایجاد آموزشگاه خلبانی در سال ۱۳۱۰ در دوشان‌تپه اشاره نمود که این تشکیلات پس از تصرف ایران توسط متفقین و فروپاشی نیروی هوایی در آن زمان عملاً به تعطیلی کشیده شد. پس از پایان جنگ دوم جهانی و احیای دوباره نیروی هوایی در ایران، تعدادی دانشجوی خلبانی در سال ۱۳۲۳ به لندن (انگلستان) اعزام گردیدند و در سال ۱۳۲۶ آموزشگاه خلبانی نیروی هوایی دوباره ایجاد گردید. لیکن به دلیل وابستگی زیاد کشور به بیگانگان عمده این آموزش‌ها خصوصاً در مرحله پیشرفته در خارج از کشور، از جمله در آمریکا، صورت می‌گرفت. پس از پیروزی انقلاب اسلامی و قطع وابستگی‌های کشور بالاخص در بخش نظامی، ایده خودکفایی در آموزش خلبانی نظامی هم قوت گرفت؛ ولی به دلیل شروع جنگ تحمیلی و ضرورت تربیت فوری نیروی انسانی مورد نیاز تعدادی از دانشجویان خلبانی به کشور پاکستان اعزام گردیدند وآموزش خلبانی تا سطح جت پیشرفته را در آن کشور فرا گرفتند تا به تدریج مقدمات لازم برای ایجاد دانشکده پرواز نهاجا فراهم گردید و از سال ۱۳۶۱ کلیه مراحل آموزش خلبانی از مقدماتی تا پیشرفته درکشور جمهوری اسلامی ایران انجام می‌شود. در سال ۱۳۶۷ با تأسیس دانشگاه هوایی شهید ستاری، دوره جدیدی در بحث علمی از این آموزش‌ها شروع شده است و تاکنون تعداد زیادی خلبان به نهاجا تقدیم نموده است. از آنجایی که تغییر و تحول از الزامات پویایی هر سازمان می‌باشد، در بحث آموزش خلبانی نیز این تحولات کماکان ادامه دارد. در مراحل آموزش خلبانی، عدم وجود هواپیمای جت آموزشی مناسب جهت استفاده در مقطع پیشرفته مشکلی است که هم‌چنان بعد از سال‌ها در آموزش خلبانی شکاری در ایران وجود دارد که مانع از به ثمر رسیدن کامل تلاش‌های خوب مراحل قبلی در این امر نیز می‌شود. برای رفع مشکل عنوان شده دو راه حل خرید و یا ساخت هواپیما پیش‌رو است، که استفاده هر کدام از این راه‌حل‌ها نیز، به علت عدم وجود الگویی کارشناسانه و مناسب برای هر کدام از راه‌حل‌ها، می‌تواند مشکل موجود را حادتر نماید [۱].

به دلیل وابسته بودن انتخاب جت آموزشی به متغیرهای بسیار زیاد، در این انتخاب و تصمیم‌گیری ناچار به استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشیم؛ بنابراین در این تحقیق، ابتدا سعی می‌شود با معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به کلیات آن‌ها پرداخته و در ادامه با برخی از این روش‌ها آشنا و سپس با استفاده از قوی‌ترین این روش‌ها، یعنی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به حل مشکل عنوان شده بپردازیم [۲].

موضوع انتخاب بهترین جت آموزشی در مقطع پیشرفته و توجه به اهمیت آن، یکی از مسائل مهم در امر آموزش خلبانی به حساب می‌آید که می‌تواند تصمیم‌گیری درست در این مورد علاوه بر جلوگیری از هدر رفت سرمایه ملی تأثیر زیادی درکیفیت و قوت آموزش خلبانی در کشور داشته باشد، ما در این تحقیق با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که از روش‌های مطمئن در امر تصمیم‌گیری در سطح جهان می‌باشد و هم‌چنین اعتبارسنجی نتایج آن با استفاده از روشی دیگر، به نام (تاکسونومی) سعی در ارائه الگویی مناسب و علمی درکشورمان جهت استفاده کاربران و مدیران برای رفع مشکلاتی از این قبیل خواهیم داشت.

بررسی سوابق مرتبط با موضوع

تاکنون پژوهش و تحقیق خاصی در زمینه انتخاب هواپیمای جت آموزشی درخارج از کشور انجام نشده و یا در دسترس نمی‌باشد. در این خصوص پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشدی توسط نویسنده تعریف و انجام شده است [۱و۲].

در راهبرد اهداف هر سازمان، آموزش از جایگاه خاصی برخوردار است. در نیروهای مسلح این جایگاه بسیار مهم‌تر و با اهمیت‌تر می‌باشد. به ویژه در بخش آموزش خلبانی که علاوه بر ضرورت انتقال دانش فنی روز و متناسب با فن‌آوری‌های جدید

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

به کار گرفته شده در طراحی و ساخت هواپیماهای نظامی لزوم انتقال تجربه و مهارت آموزی نیز احساس می‌گردد.

یکی از عوامل و فاکتورهای با اهمیت در سامانه آموزش خلبان نظامی انتخاب روش مناسبی است که بتواند همه الزامات آموزشی را برآورده سازد. مطالعه روش‌ها و تجهیزات مورد استفاده دیگر کشورهای جهان و استفاده از تجربیات آنان می‌تواند کمک به سزائی در راستای این انتخاب باشد که طرح و اجرای این تحقیق نیز بر همین اساس صورت گرفته است.

در مبحث آموزش خلبان نظامی به منظور تأمین خلبانان هواپیماهای تاکتیکی و ترابری، پنج مرحله اساسی در سطح کشورهای جهان به اجرا در می‌آید که این مراحل عبارتند از: مرحله آموزش نظری و علمی، مرحله آموزش پرواز مقدماتی، مرحله آموزش پرواز پایه، مرحله آموزش پرواز پیشرفته، مرحلهٔ آموزش ورود به جنگنده [۱].

پس از طی این مراحل و کسب آموزش‌های تئوری و عملی لازم، دانشجویان موفق به دریافت مدرک عمومی خلبانی می‌گردند. بنابراین در کشور جمهوری اسلامی ایران از چنین الگویی که در سطح جهان موفقیت‌آمیز بوده است بایستی پیروی گردد.

با بررسی‌های انجام شده در ایران در سه مرحله اول تقریباً آموزش بر اساس روش‌ها و اسلوب‌های جهانی می‌باشد ولی عملاً پس از مرحله پایه، مرحلهٔ آموزش ورود به جنگنده صورت می‌پذیرد. در مرحلهٔ چهارم یعنی آموزش جت پیشرفته، آموزش‌های لازم و ضروری با توجه به محدودیت‌ها و کمبود امکانات در سطح مطلوب اجرا نمی‌گردد. که علاوه بر افزایش هزینه‌های آموزش، کیفیت آموزشی و مهارتی نیز در سطح پایین‌تری از حد معمول قرار دارد. در خصوص رفع این معضل بایستی تدوین دوره آموزشی مرحله پیشرفته با توجه به شاخص‌های جهانی صورت پذیرد؛ البته اجرای آن نیازمند هواپیمای آموزشی مناسب است.

در بررسی‌های انجام شده در این تحقیق، معیارها و ویژگی‌های لازم برای انتخاب هواپیمای جت آموزشی متناسب با اهداف آتی، مشخص گردیده است. این معیارها شامل پارامترهای عملکردی، ملزومات تجهیزاتی، تعمیر و نگهداری (پشتیبانی) و ایمنی می‌باشند.

بررسی‌های آماری نشان می‌دهند که در کشورهای مختلف جهان غالباً از هواپیماهایی استفاده می‌گردد که فن‌آوری به کار گرفته شده در آن‌ها قادر است علاوه بر تأمین نیازمندی‌های آموزشی روز، توان لازم برای پرواز با هواپیماهای نسل آینده نیز در خلبانان ایجاد گردد.

با توجه به موارد مذکور، بایستی برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در خصوص خرید و یا طراحی و ساخت هواپیمای جت آموزشی که دارای معیارها و ویژگی‌های پیش گفته باشد، در اولویت کاری نهاجا قرار گیرد تا در صحنه نبرد آتی در بخش آفندی با قدرت و اقتدار وارد میدان شد.

در صورتی که شرایط مهیا باشد، سرمایه‌گذاری مشترک ایران با چندین کشور مستقل و دارای منافع مشترک با کشورمان در سطح جهانی جهت طراحی و ساخت هواپیمای جت آموزشی می‌تواند راه‌گشا باشد. این طرح علاوه بر استفاده از توانایی‌های خاص هرکدام ازکشورها، بازار آتی هواپیماهای ساخته شده را نیز تضمین می‌نماید. در غیر این صورت می‌توان با یک کشور سازنده جت آموزشی مشارکت داشته و با اعمال تغییراتی در طرح هواپیمای ساخته شده، انتقال فناوری صورت پذیرد و جت آموزشی در داخل کشور ساخته شود.

مراحل آموزش خلبانی در نیروی هوایی ایران در سه مقطع مقدماتی، پایه و پیشرفته انجام می‌شود، که نیاز است دانشجوی خلبانی در هر یک از این مقاطع با طی دوره‌های تئوری و عملی مربوطه، آمادگی لازم جهت ورود به مقطع بعدی را به‌دست آورده باشد و در نهایت با موفقیت در انتهای دوره، ما خلبانی داشته باشیم که حائز شرایط لازم جهت ورود به گردان‌های تاکتیکی باشد.

حال در طی این مراحل، دانشجوی خلبانی به علت عدم وجود هواپیمای مناسب در مقطع پیشرفته نمی‌تواند انتظارات و خواسته‌های سازمان مربوطه را با توجه به هزینه‌های انجام شده بر طرف کند و در واقع در انتهای این مراحل آموزشی ما خلبانی را خواهیم داشت که بعضی از آموزش‌های لازم قبل از ورود به گردان‌های تاکتیکی را طی نکرده است [۱].

اکنون که با مشکل بر سر راه، آموزش خلبانی شکاری در کشورمان آشنا شدیم، باید هر چه سریع‌تر به جایگزینی هواپیمای استفاده شده در این مقطع اقدام کنیم. البته این جایگزینی، آن‌گونه که ممکن است به نظر برسد، ساده نیست؛ زیرا ما برای انتخاب هواپیمای جایگزین با مسئله‌ای روبرو هستیم که شاخص‌ها و معیارهای مختلفی می‌توانند روی آن تأثیر داشته باشند، به همین دلیل شناخت واستفاده مناسب از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، جهت انتخاب هواپیمای

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

مناسب که بتواند برطرف‌کننده معایب موجود در مراحل آموزشی خلبان شکاری به خصوص مرحله آموزشی پرواز پیشرفته باشد، ضروری می‌باشد.

در این تحقیق با یک کار میدانی و تهیه پرسش‌نامه با بهره جستن از نظرات نفرات یک جامعه نمونه تحقیق، در کنار هدف اصلی تحقیق، وزن بیشتری به الگوی نهایی ارائه شده داده می‌شود. استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی در طراحی الگویی مطلوب در انتخاب جت آموزشی پیشرفته با در نظر گرفتن کلیه متغیرهای مستقل مسئله می‌تواند فرضیه مناسبی با توجه به وجود نقاط قوت بسیار زیاد، در این روش باشد [۲].

در ضمن جامعه نمونه تحقیق از میان یگان‌های مشروحه زیر، به صورت خوشه‌ای تصادفی انتخاب گردیده‌اند:

جامعه مورد تحقیق به پنج گروه تقسیم شده است که گروه اول را کارکنان ستادی و برنامه‌ریزان آموزشی تشکیل می‌دهد. این گروه عمدتاً از بین کارکنان ستاد نهاجا با توجه به تسلط و تجربه آن‌ها در خصوص موضوع انتخاب می‌گردد. گروه دوم اساتید خلبانی مرحله پرواز پیشرفته است که سعی می‌شود غالب آن‌ها انتخاب گردند. گروه سوم را دانش‌آموختگان خلبانی (خلبانان جنگنده) تشکیل می‌دهد که به‌طور تصادفی از پایگاه‌های مختلف انتخاب می‌گردند. گروه چهارم جامعه تحقیق را متخصصین هواپیمایی از جمله متخصصین تعمیر و نگهداری، آماد و پشتیبانی تشکیل می‌دهد که غالب آن‌ها از بین متخصصینی که روی هواپیماهای آموزشی فعالیت دارند انتخاب می‌گردند. گروه پنجم را اساتید و محققین هوافضایی و کارشناسان طراحی و یا ساخت هواپیماهای آموزشی تشکیل می‌دهد که تلاش می‌گردد کلیه صاحب‌نظران کشور در این زمینه انتخاب گردند البته با توجه به محدودیت افراد مدنظر در این گروه از نظرات طراحان و سازندگان در سایر کشورها نیز استفاده خواهد شد. دانشجویان خلبانی که آموزش پایه را به اتمام رسانیده و یا در حال طی دوره آموزش پرواز مرحله پیشرفته می‌باشند، گروه ششم را تشکیل می‌دهند [۲].

جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش با تحقیق کتابخانه‌ای، میدانی و نهایتاً با استفاده از پرسش‌نامه انجام گرفته است.

در این تحقیق با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش تاکسونومی الگویی مطلوب جهت انتخاب هواپیما را در مقطع پیشرفته به کاربران ارائه می‌شود.

در این بخش شاخصه‌های مهمی که یک جت آموزشی جهت آموزش پرواز پیشرفته باید داشته باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. نکات مهم در انتخاب یک هواپیمای جت آموزشی عبارتند از:

* هواپیمای مورد نظر باید زمینه و مقدمه لازم برای دانشجویان خلبانی جهت پرواز با هواپیماهای جنگنده موجود در کشور را تأمین کند.
* هواپیما باید دارای فناوری مشابه با هواپیماهای موجود باشد تا یک هم‌گونی در آموزش ایجاد گردد.
* این هواپیما اهداف آیندهٔ دور و نزدیک سازمان را تأمین کند.
* هواپیمای مورد نظر نه تنها اهداف آموزشی، بلکه قابلیت کاربردهای خاص را نیز داشته باشد.
* این هواپیما با شرایط و موقعیت آب و هوایی و جغرافیایی کشور ما متناسب باشد.
* هواپیما با ساختار و امکانات پشتیبانی و نگه‌داری موجود در نیرو تا حد ممکن نزدیک باشد.
* این هواپیما یک نوع الگو برای ساخت داخلی محسوب شود.
* قابلیت ارتقاء به سیستم روز را دارا باشد.
* با استراتژی دفاعی کشور خودمان و کشورهای منطقه هم‌خوانی داشته باشد (با سیستم پدافند همخوانی داشته باشد).
* قابلیت فرود در مناطق مختلف، به خاطر آموزشی بودن را دارا باشد.
* با توجه به مأموریت آموزشی آن از درجه ایمنی بالایی برخوردار باشد.
* مانورپذیری بالایی داشته باشد.
* در حد امکان قابلیت حمل سلاح‌های موجود در کشور را داشته باشد.
* با اهداف و استراتژی دفاعی و تهاجمی سازگاری داشته باشد.
* در صورت ساخت و تولید این هواپیما در کشور، قابلیت بازاریابی برای فروش را داشته باشد.

ارائه معیارها و ویژگی‌های هواپیمای جت آموزشی پیشرفته:

با توجه به معیارها و ویژگی‌های مطرح شده در بخش قبلی، معیارها و ویژگی‌هایی که یک هواپیمای جت آموزشی پیشرفته لازم است داشته باشد به شرح ذیل می‌باشد [۱].

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

۱ - آموزشی و ضربتی سبک
۲ - نمایشگر بالای سر (HUD)
۳ - سیستم کنترل پرواز با سیم (FBW)
۴ - صندلی پرتاب
۵ - خروج خودکار از فرچرخ
۶ - مجهز به سیستم Anti-icing و DE-icing
۷ - دارای سرعت واماندگی پایین
۸- مانورپذیری در زوایای حمله بالا
۹- سامانه ضبط مکالمات
۱۰- حداکثر زاویه حمله، فاکتور بار و حداکثر سرعت مناسب
۱۱- امکان پرواز معکوس (سوخت مورد نیاز) [۱]
۱۲ - ارتفاع پروازی، برد، سرعت صعود و نرخ صعود مناسب
۱۳- سیستم COM / NAV استاندارد و دیجیتالی
۱۴- ارتفاع‌سنج راداری یا لیزری
۱۵ - سیستم هشداردهندهٔ پدافندهای زمینی [۲]
۱۶ - سیستم ناوبری ماهواره‌ای [۳]
۱۷ - عمر خدمتی بالا (بیش از ۱۰۰۰۰ ساعت پرواز)
۱۸ - استفاده از دو پیشرانه مناسب به جهت آموزشی بودن آن
۱۹ – سیستم‌های هیدرولیک(اصلی و فرعی) مناسب
۲۰ - سیستم تهویهٔ مطلوب و مخازن اکسیژن مناسب
۲۱ - سیستم ترمز هوایی مناسب
۲۲- مخابرات، گیرنده و فرستنده، مکالمه بین خلبان کابین جلو و عقب و ضبط صدا
۲۳- قیمت مناسب
۲۴- حداکثر سرعت، حداکثر ارتفاع و عامل بار(g) مناسب
۲۵ - سامانه هدف‌یابی روی کلاه
۲۶ - جایگاه در زیر بال جهت موشک‌های هدایت‌شونده
۲۷ - رادار جستجو در دماغه
۲۸ - سیستم کنترل اتوماتیک
۲۹ – ارابه‌های فرود سه چرخ مناسب
۳۰ –آینه دید به عقب دردوکابین
۳۱- سیستم استارتر مناسب
۳۲ - تعمیر و نگهداری راحت با هزینهٔ پایین
۳۳ - طول باند مورد نیاز برای نشست و برخاست کم باشد
۳۴ - سیستم سوخت‌گیری هوایی

معیارهای فوق پس از بررسی و دریافت نظریات صاحب‌نظران اصلاح خواهند شد؛ بدین صورت که احتمال دارد که معیار دیگری مد نظر باشد که انتخاب نشده است و یا وجود معیاری ضروری نباشد.

نوع و روش تحقیق، جامعه آماری، جامعه نمونه و محاسبه حجم نمونه، روش نمونه گیری

از لحاظ دسته‌بندی تحقیقات برحسب نوع گردآوری داده‌ها (طرح تحقیق) می‌توان این تحقیق را تحقیقی توصیفی دانست که از نوع پیمایشی بوده و به توصیف ویژگی‌های جامعه آماری شامل ماهیت شرایط، رابطه و چگونگی ارتباط آن‌ها می‌پردازد [۷].

پیمایش[۴] عبارت است از جمع‌آوری اطلاعات که با طرح و نقشه و به عنوان راهنمای عملی توصیف، پیش‌بینی یا به منظور تجزیه و تحلیل روابط بین برخی متغیرها صورت می‌پذیرد. پیمایش معمولاً در مقیاس وسیع انجام می‌شود ونقطه مقابل تجربیات آزمایشگاهی است که هدف آن تمرکز بیشتر بر مقیاس کوچکتر است. روش علی‌مقایسه‌ای و همبستگی نیز در موارد لازم به کار رفته است. از طرف دیگر، دسته‌بندی تحقیقات بر حسب هدف، می‌توان این تحقیق را یک تحقیق کاربردی محسوب کرد که هدف آن ارائه روش انتخاب جت آموزشی پیشرفته است. بنابراین تحقیق حاضر از نوع کاربردی و روش اجرای آن توصیفی به کمک بررسی یا مطالعه میدانی خواهد بود.

جامعه آماری عبارت است ازمجموعه‌ای از افراد یا واحدها که دارای حداقل یک صفت مشترک باشند. معمولاً در هر پژوهش، جامعه مورد بررسی یک جامعه آماری است که پژوهشگر مایل است درباره صفات متغیر واحدهای آن به مطالعه بپردازد [۳].

در این تحقیق از شیوه نمونه‌برداری تصادفی[۵] استفاده شده است و به دلیل ویژگی خاص جامعه که سطوح سه‌گانه را در بر می‌گیرد، نوع به‌خصوصی از نمونه‌برداری یعنی تصادفی طبقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد این شیوه زمانی است که جامعه به طبقات متمایز، تعریف‌پذیر وتقریباً هم‌گون تقسیم شده باشد.

جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق، به شرح جدول ۱ انتخاب شده‌اند. در هر تحقیق و یا مطالعه‌ای این سئوال

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

مطرح است که اندازه نمونه چقدر باشد. سؤال مورد اشاره موضوع مهمی است که هرگز نباید آن را کوچک شمرد. انتخاب نمونه‌ای بزرگتر از حد نیاز، برای حصول نتایج مورد نظر سبب اتلاف وقت می شود، در حالی که انتخاب نمونه‌های خیلی کوچک اغلب، پژوهشگر را به نتایجی سوق می‌دهد که فاقد استفاده عملی است [۴] .

وقتی از یک جامعه نامحدود نمونه‌گیری می‌شود، توزیع میانگین نمونه ($\overline{X}$) میانگینی برابر x_μ و انحراف معیاری مساوی با $\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ خواهد داشت . اگر در یک جامعه آماری نرمال، انحراف معیار نامعلوم باشد به جای x_σ از S_x استفاده می‌کنیم و متغیر تصادفی نرمال با توزیع نرمال استاندارد را به صورت Z نشان می‌دهند. مقدار Z در یک توزیع قرینه که ممکن است مثبت، منفی و یا صفر باشد، مساوی با $Z_{\alpha/2}$ می‌باشد. می‌توان برای تعیین اندازه نمونه از فرمول (۱) استفاده کرد :

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha/2} \times p \times q}{(N-1)\varepsilon^2 + Z_{\alpha/2} \times p \times q} \qquad (۱)$$

که در آن p و q اگر از مطالعات قبلی در اختیار نباشد ۰/۵ فرض می‌شود، انحراف معیار از میانگین نمونه، ε : دقت برآورد، یا تخمین فاصله‌ای یا فاصله اطمینان، $Z_{\alpha/2}$: توزیع نرمال استاندارد در یک توزیع قرینه است [۶].

از آن‌جایی که تاکنون تحقیقی در مورد موضوع صورت نگرفته و انحراف معیاری در دسترس نیست و هم‌چنین تعداد جامعه آماری محرمانه می‌باشد. لذا از نظریه بسیاری صاحب‌نظران آماری استفاده می‌شود. آن‌ها بر اساس یک قاعده تجربی و تخمینی (Rule Of Thumb) معتقدند که صرف نظر از توزیع جامعه آماری حداقل یک نمونه ۳۰ تایی لازم است تا بتوان گفت توزیع آمار نرمال است.

در این تحقیق، جامعه نمونه از بین اساتید پروازی و افسران خلبان نیروی هوایی و هم‌چنین محققین و متخصصین هواپیمایی کشور که پیرامون آموزش خلبانی و هواپیماهای جت‌های آموزشی آگاهی کافی داشته مطابق جدول ۱ به صورت خوشه‌ای تصادفی انتخاب گردیده‌اند.

با توجه به این که جامعه آماری مورد تحقیق یعنی تعداد اساتید پروازی و افسران خلبان نیروی هوایی و هم‌چنین محققین و متخصصین هواپیمایی کشور محرمانه می‌باشد، لذا تعداد ۱۰۰ نفر به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی[۶] تعیین می‌گردد. در ابتدا تعدادی به صورت نمونه‌گیری مرحله‌ای[۷] گزینش و در پایان عناصر نمونه اصلی از میان آن‌ها به طور تصادفی انتخاب شدند[۷].

جدول ۱- جامعه نمونه

ردیف	طبقه شغلی	نمونه آماری
۱	طراحان و برنامه‌ریزان آموزش خلبانی و کارکنان ستادی نهاجا	۳۰ نفر
۲	اساتید پرواز و خلبانان مرتبط با آموزش پرواز پیشرفته	۴۰ نفر
۳	متخصصین هواپیمایی، کارشناسان طراحی و ساخت هواپیما	۳۰ نفر
	جمع	۱۰۰نفر

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها (روش‌های آماری)

شاخص‌های کیفی چندارزشی اثرگذار در انتخاب هواپیمای جت آموزشی از قبیل مشخصات عملکردی، ایمنی، سامانه‌ای، تعمیر و نگهداری و آماد وپشتیبانی مطرح شده‌اند که محقق با طرح سؤالاتی این شاخص‌های چندارزشی را از طریق تکنیک" فرآیند تحلیل سلسله مراتبی" که برای تحلیل الگوهای چندمعیاره به‌کار می‌رود به کمک مقادیر ترجیحی از ۱ تا ۹ (مطلوبیت یکسان تا کاملاً مطلوب‌تر) در ۹ درجه ارزش‌گذاری و از جامعه نمونه پرسش می‌کند و نتایج حاصله را از طریق "فرآیند تحلیل سلسله مراتب" از روش‌های نوین پژوهش‌های عملیاتی مورد تجزیه و تحلیل و سپس به کمک نتایج حاصل از مقادیر نمونه، به پارامترهای جامعه آماری تعمیم می‌دهد.

روش تحلیل تاکسونومی یکی از مهم‌ترین روش‌های درجه‌بندی مناطق از نظر توسعه‌یافتگی می‌باشد، که به طور گسترده در علم جغرافیا مطرح شده است. این روش برای اولین بار در سال ۱۷۶۳ توسط آدنسون مطرح گردید و در سال ۱۹۵۰ توسط گروهی از ریاضی‌دانان بسط داده شد. در سال ۱۹۶۸ به عنوان وسیله‌ای مهم در طبقه‌بندی درجه توسعه‌یافتگی بین ملل مختلف توسط هولینگ در یونسکو مطرح گردید و امروزه در رشته‌های مختلف علوم کشاورزی، زمین‌شناسی، صنایع، دامپزشکی و پزشکی مطرح شده است.

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

آنالیز تاکسونومی برای طبقه‌بندی‌های مختلف در علم به کار برده می‌شود که نوع خاص آن تاکسونومی عددی است. تاکسونومی عددی برای ارزیابی شباهت و نزدیکی‌های بین واحدهای تاکسونومیک و درجه‌بندی آن عناصر به گروه‌های تاکسونومیک به کار می‌رود.

در این روش یک مجموعه به مجموعه‌های کم و بیش همگن تقسیم شده و مقیاس قابل قبول برای بررسی و سنجش میزان توسعه‌یافتگی نواحی در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد.

آنالیز تاکسونومی بر پایه تحلیل یک سری شاخص‌های از قبل تعیین شده است که در اولویت‌بندی یک سری گزینه‌ها به‌کار می‌رود و یک درجه‌بندی کامل برای ارزیابی گزینه‌ها ارائه می‌دهد.

ارائه داده ها و تحلیل نتایج

با مطالعه منابع و مراجع مختلف و آشنایی با مشخصات و قابلیت‌های هواپیماهای جت آموزش پیشرفته، شاخص‌های کمی و کیفی جهت انتخاب این نوع هواپیما مشخص گردید و جهت تعیین صحت انتخاب شاخص‌ها و تکمیل آن‌ها پرسش‌نامه الف تدوین گردید و در چند مرحله برای جامعه آماری ارسال گردید. با استفاده از روش دلفی این شاخص‌ها نهایی گردیدند. پس از تعیین شاخص‌ها، پرسش‌نامه برای جامعه آماری ارسال گردید تا مقایسه زوجی شاخص‌ها صورت پذیرد و در روش فرآیند سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گیرد.

تجزیه و تحلیل سؤالات، اهداف و فرضیه‌های تحقیق

هدف اصلی انجام این تحقیق شناخت و تعیین ویژگی‌های لازم برای انتخاب جت آموزشی جهت آموزش خلبانی در مرحله پیشرفته بوده است [۸].

سؤال اصلی: ویژگی‌های انتخاب هواپیمای جت آموزشی پیشرفته کدامند؟

فرضیه‌های تحقیق: ویژگی‌های عملکردی، ایمنی، سامانه‌ها، تعمیر و نگه‌داری و آماد و پشتیبانی در انتخاب هواپیمای جت آموزشی پیشرفته اهمیت بالایی دارد.

در بررسی انجام شده هر کدام از ویژگی‌های عملکردی، ایمنی، سامانه‌ها، تعمیر و نگهداری و آماد و پشتیبانی در انتخاب هواپیما از اهمیت بالایی برخوردار بودند که هر کدام دارای معیارها و ویژگی‌هایی می‌باشند. پس از دریافت پرسش‌نامه الف از جامعه آماری مشخص گردید با توجه به مشترک بودن بعضی پارامترها در تقسیم بندی فوق بهتر است دسته‌بندی۶ گانه زیر به عنوان معیارهای اصلی انجام شود و شاخص‌های هر کدام به عنوان زیرمعیارها تعیین گردند.

معیارها و زیرمعیارها به شرح زیر می‌باشد:

۱) معیارهای پایه شامل: آموزشی وضربتی سبک - آینه دید به عقب در دو کابین

۲) معیارهای عملکردی شامل: سرعت واماندگی - پرواز معکوس- حداکثر سرعت - حداکثر ارتفاع - حداکثر برد- فاکتور بار- مانورپذیری

۳) معیارهای ایمنی شامل: صندلی پرتاب- خروج خودکار از فرچرخ - سامانه استارتر مناسب- طول باند – سامانه پیشرانه – سامانه ضدیخ – سامانه تهویه مطبوع

۴) معیارهای سامانه‌ای شامل: نمایشگر بالای سر- ضبط مکالمات- ارتفاع‌سنج راداری/ لیزری- هشداردهنده پدافند زمینی- ترمز هوایی- هدف‌یاب روی کلاه- رادار جستجو- کنترل اتوماتیک- سوخت‌گیری هوایی- کنترل پرواز با سیم- هیدرولیک اصلی و فرعی

۵) معیارهای تجهیزات کمک ناوبری شامل : سیستم ناوبری ماهواره‌ای - com/nav دیجیتالی

۶) معیار تعمیر و نگهداری

بنابراین معیارها و زیرمعیارها (شاخص‌ها و زیرشاخص‌های) انتخاب هواپیمای جت آموزشی پیشرفته معین گردید. در این مرحله روش‌های فرایند سلسله مراتبی و تاکسونومی جهت رده‌بندی گزینه‌های (هواپیماهای) موجود اعمال می‌شود [۹].

آشنایی با گزینه ها

گزینه‌ها در این مسئله، تعداد ۳۰ نوع هواپیمای برتر و شناخته شده در سطح جهان می‌باشد که کشورهای مختلف بسته به نیاز خود جهت آموزش خلبانی، نوع خاصی از آن را در مقطع پیشرفته استفاده می‌کنند. که در جدول ۲ آمده است[۱۰].

در فصل قبل عنوان شد که مقایسه‌های زوجی بر اساس نظر شخص و یا گروه تصمیم‌گیرنده نسبت به اجزاء مقایسه‌شونده آن مسئله، بستگی دارد و هر چه این نظر کارشناسی‌تر باشد نتیجه حاصله نیز قوی‌تر خواهد بود.

اقدام به تهیه پرسش‌نامه می‌تواند بهترین وسیله برای قوت بخشیدن به این اعمال نظر اولیه در جداول مقایسه‌ای باشد.

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

مهم‌ترین کاری که در یک تحقیق پرسش‌نامه‌ای باید به آن توجه شود، انتخاب افرادی است که اطلاعات از آن‌ها اخذ می‌شود.

جدول ۲- گزینه‌ها: هواپیماهای جت آموزشی و کشور سازنده

ردیف	نام هواپیما	کشور سازنده	ردیف	نام هواپیما	کشور سازنده
۱	*MB-339*	ایتالیا	۱۶	*L-159*	چک
۲	*Kawasaki T-4*	ژاپن	۱۷	*L-59*	چک
۳	*Mitsobishi T-2*	ژاپن	۱۸	*L-39*	چک
۴	*LAR-99*	رومانی	۱۹	*L-29*	چک
۵	*YAK-130*	روسیه	۲۰	*ALPHA JET*	آلمان و فرانسه
۶	*AT-3*	آمریکا	۲۱	*SAAB-105*	سوئد
۷	*HJT-36*	هندوستان	۲۲	*CACA C-101*	اسپانیا
۸	*F-7*	چین	۲۳	*MAKO AT*	اسپانیا
۹	*K-8*	چین	۲۴	*G-4*	بوسنی وهرزگوین
۱۰	*T-50*	کره وآمریکا	۲۵	*M-96*	لهستان
۱۱	*HAWK*	انگلستان	۲۶	*T-45*	آمریکا
۱۲	*GRIPEN*	سوئد	۲۷	*MIG-AT*	روسیه
۱۳	*AMX-T*	ایتالیا و برزیل	۲۸	*SU-7B*	روسیه
۱۴	*M-346*	ایتالیا	۲۹	*SU-17*	روسیه
۱۵	*MB-326*	ایتالیا	۳۰	*MIG-21*	روسیه

تشکیل بردارهای ارجحیت و تعیین سازگاری وحصول وزن نهایی

اکنون با انجام و مشخص شدن زیرساخت‌های اولیه در روند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌توانیم با استفاده از جدول ترجیحات، جداول مقایسه‌ای تک‌تک معیارها وزیرمعیارها را برای همه هواپیماها با هم و جدول مقایسه‌ایی دیگر برای همه معیارها و زیرمعیارها نسبت به هم را تشکیل دهیم، و حتی سازگاری این مقایسه‌ها را نیز به‌دست آوریم و نهایتاً به‌حصول جواب نهایی در این روند برسیم.

حالا تصمیم‌گیرنده به لطف استفاده از پرسش‌نامه، با داشتن یک خط مشی کلی از اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر می‌تواند با استفاده از جدول ترجیحات، مقایسه بین معیارها و زیرمعیارها با گزینه‌ها و معیارها و زیرمعیارها را نسبت به هم به‌عنوان قدم اول در روند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام دهد.

در اینجا لازم به اشاره است که در این مسئله به علت وجود تعداد زیاد معیارها و گزینه‌ها، حجم محاسبات و جداول بسیار زیاد می‌باشد، یعنی ما بیش از ۳۰ جدول ۳۰ *۳۰ در این روند تا حصول نتیجه نهایی خواهیم داشت به همین دلیل ما با استفاده از نرم‌افزار اکسل و پیاده کردن مراحل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در این نرم‌افزار، هم به دقت این محاسبات افزوده‌ایم و هم به سرعت به نتیجه نهایی رسیدیم.

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد، که این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامیم. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامیم.

سپس در ادامه وزن معیارها نسبت به هدف نیز تعیین شده وبا ترکیب آن‌ها وزن نهایی مشخص می‌گردد.

در این برنامه به محاسبه سازگاری تمام جداول نیز پرداخته شده و CR هر جدول نیز محاسبه شده که محدوده قابل قبول سازگاری همان پیشنهاد آقای ساعتی، یعنی کمتر از ۰/۱در نظر گرفته شده است [۸].

جداول مقایسه‌ای زوجی معیارها و زیر معیارها و بردارهای ارجحیت

نتایج مقایسه‌ای زوجی معیارها و زیرمعیارها و بردارهای ارجحیت در جداول ۳ تا ۸ نمایش داده شده است.

نتایج حاصل از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

بر اساس محاسبات انجام شده بردار ارجحیت تعداد ۳۰ هواپیمای جت آموزشی در جدول ۹ آمده است.

بر اساس معیارهای مطرح شده و استفاده از روش فرآیند سلسله مراتبی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته مطابق جدول۱۰ اولویت‌بندی شده است.

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول۳-جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریسλ-معیارهای اصلی (جدول الف)

	سامانه‌ها	عملکردی	ایمنی	تجهیزات کمک ناوبری	پایه	تعمیر و نگهداری
سامانه‌ها	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۳/۰۰۰۰	۷/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰
عملکردی	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰
ایمنی	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰
تجهیزات کمک ناوبری	۰/۳۳۳۳	۰/۲۵۰۰	۰/۲۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰
پایه	۰/۱۴۲۹	۰/۱۲۵۰	۰/۱۱۱۱	۰/۲۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۲۰۰۰۰
تعمیر و نگهداری	۰/۵۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۲۵۰۰	۲/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

جدول ۳- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیارهای اصلی (جدول ب)

	سامانه‌ها	عملکردی	ایمنی	تجهیزات کمک ناوبری	پایه	تعمیر و نگهداری	بردار ارجحیت
سامانه‌ها	۰/۱۴۳۳	۰/۱۱۸۸	۰/۱۳۹۲	۰/۱۹۷۴	۰/۲۰۰۰	۰/۱۸۶۹	۰/۱۶۴۳
عملکردی	۰/۲۸۶۷	۰/۲۳۷۶	۰/۲۰۸۸	۰/۲۶۳۲	۰/۲۲۸۶	۰/۲۸۰۴	۰/۲۵۰۹
ایمنی	۰/۴۳۰۰	۰/۴۷۵۲	۰/۴۱۷۶	۰/۳۲۸۹	۰/۲۵۷۱	۰/۳۷۳۸	۰/۳۸۰۵
تجهیزات کمک ناوبری	۰/۰۴۷۸	۰/۰۵۹۴	۰/۰۸۳۵	۰/۰۶۵۸	۰/۱۴۲۹	۰/۰۴۶۷	۰/۰۷۴۳
پایه	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۹۷	۰/۰۴۶۴	۰/۰۱۳۲	۰/۰۲۸۶	۰/۰۱۸۷	۰/۰۲۶۲
تعمیر و نگهداری	۰/۰۷۱۷	۰/۰۷۹۲	۰/۱۰۴۴	۰/۱۳۱۶	۰/۱۴۲۹	۰/۰۹۳۵	۰/۱۰۳۹

جدول ۳- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیارهای اصلی(جدول ج)

	سامانه‌ها	عملکردی	ایمنی	تجهیزات کمک ناوبری	پایه	تعمیر و نگهداری	∑ / P.V
سامانه‌ها	۰/۱۶۴۳	۰/۱۲۵۴	۰/۱۲۶۸	۰/۲۲۳۰	۰/۱۸۳۲	۰/۲۰۷۷	۶/۲۷۲۹
عملکردی	۰/۳۲۸۶	۰/۲۵۰۹	۰/۱۹۰۲	۰/۲۹۷۴	۰/۲۰۹۳	۰/۳۱۱۶	۶/۳۲۹۹
ایمنی	۰/۴۹۲۸	۰/۵۰۱۷	۰/۳۸۰۵	۰/۳۷۱۷	۰/۲۳۵۵	۰/۴۱۵۵	۶/۳۰۲۰
تجهیزات کمک ناوبری	۰/۰۵۴۸	۰/۰۶۲۷	۰/۰۷۶۱	۰/۰۷۴۳	۰/۱۳۰۸	۰/۰۵۱۹	۶/۰۶۱۹
پایه	۰/۰۲۳۵	۰/۰۳۱۴	۰/۰۴۲۳	۰/۰۱۴۹	۰/۰۲۶۲	۰/۰۲۰۸	۶/۰۷۲۸
تعمیر و نگهداری	۰/۰۸۲۱	۰/۰۸۳۶	۰/۰۹۵۱	۰/۱۴۸۷	۰/۱۳۰۸	۰/۱۰۳۹	۶/۲۰۳۱

SUM	۳۷/۲۴۲۶
λ(max)	۶/۲۰۷۱
CI	۰/۰۴۱۴
RI	۱/۲۴۰۰
CR	۱/۰۳۳۴

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول ۴-جدول مقایسه‌ای ، وزن نسبی و ماتریس λ-معیارهای پایه (جدول الف)

معیارهای پایه	آموزشی وضربتی سبک	آیینه دید به عقب
آموزشی وضربتی سبک	۱/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰
آیینه دید به عقب	۰/۱۱۱۱	۱/۰۰۰۰

جدول ۴- جدول مقایسه‌ای ، وزن نسبی و ماتریس λ- معیارهای پایه (جدول ب)

وزن نسبی	آموزشی وضربتی سبک	آیینه دید به عقب	بردار ارجحیت
آموزشی وضربتی سبک	۰/۹۰۰۰	۰/۹۰۰۰	۰/۹۰۰۰
آیینه دید به عقب	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰

جدول ۴- جدول مقایسه‌ای ، وزن نسبی و ماتریس λ- معیارهای پایه (جدول ج)

ماتریس به دست آوردنλ	آموزشی وضربتی سبک	آیینه دید به عقب	∑ / P.V
آموزشی وضربتی سبک	۰/۹۰۰۰	۰/۹۰۰۰	۲/۰۰۰۰
آیینه دید به عقب	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰	۲/۰۰۰۰
		SUM	۴/۰۰۰۰
		λ(max)	۲/۰۰۰۰

جدول ۵- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ- معیارهای تجهیزات کمک ناوبری (جدول الف)

معیار تجهیزات کمک ناوبری	COM/NAV دیجیتالی	ناوبری ماهواره‌ای
COM/NAV دیجیتالی	۱/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰
ناوبری ماهواره‌ای	۰/۲۰۰۰	۱/۰۰۰۰

جدول ۵- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ- معیارهای تجهیزات کمک ناوبری (جدول ب)

وزن نسبی	COM/NAV دیجیتالی	ناوبری ماهواره‌ای	بردار ارجحیت
COM/NAVدیجیتالی	۰/۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳
ناوبری ماهواره‌ای	۰/۱۶۶۷	۰/۱۶۶۷	۰/۱۶۶۷

جدول ۵- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ- معیارهای تجهیزات کمک ناوبری (جدول ج)

ماتریس به‌دست آوردنλ	COM/NAV دیجیتالی	ناوبری ماهواره‌ای	∑ / P.V
COM/NAV دیجیتالی	۰/۸۳۳۳	۰/۸۳۳۳	۲/۰۰۰۰
ناوبری ماهواره‌ای	۰/۱۶۶۷	۰/۱۶۶۷	۲/۰۰۰۰
		SUM	۴/۰۰۰۰
		λ(max)	۲/۰۰۰۰

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول۶-جدول مقایسه‌ای ، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار ایمنی (جدول الف)

	طول باند	خروج خودکار از فرچرخ	پیشرانه	تهویه مطلوب	ANTI ICE و DE ICE	صندلی پرتاب	استارتر مناسب
طول باند	۱/۰۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰
خروج خودکار از فرچرخ	۴/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	۷/۰۰۰۰
معیارپیشرانه	۳/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰
تهویه مطلوب	۰/۵۰۰۰	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰
ANTI ICE وDE ICE	۰/۳۳۳۳	۰/۱۶۶۷	۰/۲۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰
صندلی پرتاب	۰/۱۶۶۷	۰/۱۱۱۱	۰/۱۲۵۰	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳
استارتر مناسب	۰/۲۵۰۰	۰/۱۴۲۹	۰/۱۶۶۷	۰/۳۳۳۳	۰/۵۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

جدول۶- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار ایمنی (جدول ب)

وزن نسبی	طول باند	خروج خودکار ازفر چرخ	پیشرانه	تهویه مطلوب	ANTI ICE وDE ICE	صندلی پرتاب	استارتر مناسب
طول باند	۰/۱۰۸۱	۰/۱۰۵۵	۰/۰۸۱۸	۰/۱۵۳۵	۰/۱۶۹۰	۰/۱۶۶۷	۰/۱۷۱۴
خروج خودکار از فر چرخ	۰/۴۳۲۴	۰/۴۲۱۸	۰/۴۹۰۸	۰/۳۸۳۶	۰/۳۳۸۰	۰/۲۵۰۰	۰/۳۰۰۰
معیارپیشرانه	۰/۳۲۴۳	۰/۲۱۰۹	۰/۲۴۵۴	۰/۳۰۶۹	۰/۲۸۷۱	۰/۲۲۲۲	۰/۲۵۷۱
تهویه مطلوب	۰/۰۵۴۱	۰/۰۸۴۴	۰/۰۶۱۳	۰/۰۷۶۷	۰/۱۱۲۷	۰/۱۳۸۹	۰/۱۲۸۶
ANTI ICEوDE ICE	۰/۰۳۶۰	۰/۰۷۰۳	۰/۰۴۹۱	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵۶۳	۰/۱۱۱۱	۰/۰۸۵۷
صندلی پرتاب	۰/۰۱۸۰	۰/۰۴۶۹	۰/۰۳۰۷	۰/۰۱۵۳	۰/۰۱۴۱	۰/۰۲۷۸	۰/۰۱۴۳
استارتر مناسب	۰/۰۲۷۰	۰/۰۶۰۳	۰/۰۴۰۹	۰/۰۲۵۶	۰/۰۲۸۲	۰/۰۸۳۳	۰/۰۴۲۹

جدول ۶- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار ایمنی(جدول ج)

ماتریس به‌دست آوردنλ	طول باند	خروج خودکار از فر چرخ	پیشرانه	تهویه مطلوب	ANTI ICEوDE ICE	صندلی پرتاب	استارتر مناسب	∑ / P.V
طول باند	۰/۱۳۶۶	۰/۰۹۳۵	۰/۰۸۸۰	۰/۱۸۷۶	۰/۱۹۱۵	۰/۱۴۳۲	۰/۱۷۶۱	۷/۴۴۳۳
خروج خودکار از فر چرخ	۰/۵۴۶۲	۰/۳۷۳۸	۰/۵۸۲	۰/۴۶۹۰	۰/۳۸۳۱	۰/۲۱۴۸	۰/۳۰۸۱	۷/۵۵۲۵
معیارپیشرانه	۰/۴۰۹۷	۰/۱۸۶۹	۰/۲۶۴۱	۰/۳۷۵۲	۰/۳۱۹۲	۰/۱۹۰۹	۰/۲۶۴۱	۷/۶۱۱۸
تهویه مطلوب	۰/۰۶۸۳	۰/۰۷۴۸	۰/۰۶۶۰	۰/۰۹۳۸	۰/۱۲۷۷	۰/۱۱۹۳	۰/۱۳۲۱	۷/۲۶۹۹
ANTI ICEوDE ICE	۰/۰۴۵۵	۰/۰۶۲۳	۰/۰۵۲۸	۰/۰۴۶۹	۰/۰۶۳۸	۰/۰۹۵۵	۰/۰۸۸۰	۷/۱۲۴۴
صندلی پرتاب	۰/۰۲۲۸	۰/۰۴۱۵	۰/۰۳۳۰	۰/۰۱۸۸	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۳۹	۰/۰۱۴۷	۷/۱۴۷۱
استارتر مناسب	۰/۰۳۴۱	۰/۰۵۳۴	۰/۰۴۴۰	۰/۰۳۱۳	۰/۰۳۱۹	۰/۰۷۱۶	۰/۰۴۴۰	۷/۰۵۰۹
						SUM		۵۱/۱۹۹۹
						λ(max)		۷/۳۱۴۳
						CI		۰/۰۵۲۴
						RI		۱/۳۲۰۰
						CR		۱/۰۳۹۷

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول ۷-جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار عملکردی(جدول الف)

معیار عملکردی	حداکثر سرعت	پرواز معکوس	حداکثر ارتفاع	حداکثر برد	فاکتور بار	سرعت واماندگی	مانورپذیری
حداکثر سرعت	۱/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۴/۰۰۰۰
پرواز معکوس	۰/۱۲۵۰	۱/۰۰۰۰	۰/۱۴۲۸	۰/۱۱۱۱	۰/۱۲۵۰	۰/۱۱۱۱	۰/۲۰۰۰
حداکثر ارتفاع	۰/۵۰۰۰	۷/۰۰۲۸	۱/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۵۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۳/۰۰۰۰
حداکثر برد	۲/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰
فاکتور بار	۱/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۴/۰۰۰۰
سرعت واماندگی	۲/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰
مانورپذیری	۰/۲۵۰۰	۵/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۲۰۰۰	۱/۰۰۰۰

جدول ۷- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار عملکردی (جدول ب)

وزن نسبی	حداکثر سرعت	پرواز معکوس	حداکثر ارتفاع	حداکثر برد	فاکتور بار	سرعت واماندگی	مانورپذیری	بردار ارجحیت
حداکثر سرعت	۰/۱۴۵۵	۰/۱۷۰۲	۰/۱۷۴۳	۰/۱۳۷۲	۰/۱۴۵۵	۰/۱۳۷۲	۰/۱۸۰۲	۰/۱۵۵۷
پرواز معکوس	۰/۰۱۸۲	۰/۰۲۱۳	۰/۰۱۲۴	۰/۰۳۰۵	۰/۰۱۸۲	۰/۰۳۰۵	۰/۰۰۹۰	۰/۰۲۰۰
حداکثر ارتفاع	۰/۰۷۲۷	۰/۱۴۹۰	۰/۰۸۷۱	۰/۰۹۱۵	۰/۰۷۲۷	۰/۰۹۱۵	۰/۱۳۵۱	۰/۰۹۹۹
حداکثر برد	۰/۲۹۰۹	۰/۱۹۱۵	۰/۲۶۱۴	۰/۲۷۴۴	۰/۲۹۰۹	۰/۲۷۴۴	۰/۲۲۵۲	۰/۲۵۸۴
فاکتور بار	۰/۱۴۵۵	۰/۱۷۰۲	۰/۱۷۴۳	۰/۱۳۷۲	۰/۱۴۵۵	۰/۱۳۷۲	۰/۱۸۰۲	۰/۱۵۵۷
سرعت واماندگی	۰/۲۹۰۹	۰/۱۹۱۵	۰/۲۶۱۴	۰/۲۷۴۴	۰/۲۹۰۹	۰/۲۷۴۴	۰/۲۲۵۲	۰/۲۵۸۴
مانورپذیری	۰/۰۳۶۴	۰/۱۰۶۴	۰/۰۲۹۰	۰/۰۵۴۹	۰/۰۳۶۴	۰/۰۵۴۹	۰/۰۴۵۰	۰/۰۵۱۹

جدول ۷- جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار عملکردی (جدول ج)

ماتریس به‌دست آوردنλ	حداکثر سرعت	پرواز معکوس	حداکثر ارتفاع	حداکثر برد	فاکتور بار	سرعت واماندگی	مانورپذیری	∑ / P.V
حداکثر سرعت	۰/۱۵۵۷	۰/۱۶۰۱	۰/۱۹۹۹	۰/۱۲۹۲	۰/۱۵۵۷	۰/۱۲۹۲	۰/۲۰۷۴	۷/۳۰۳۳
پرواز معکوس	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۰۰	۰/۰۱۴۳	۰/۰۲۸۷	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۸۷	۰/۰۱۰۴	۷/۰۴۶۶
حداکثر ارتفاع	۰/۰۷۷۹	۰/۱۴۰۱	۰/۰۹۹۹	۰/۰۸۶۱	۰/۰۷۷۹	۰/۰۸۶۱	۰/۱۵۵۶	۷/۲۳۹۶
حداکثر برد	۰/۳۱۱۴	۰/۱۸۰۱	۰/۲۹۹۸	۰/۲۵۸۴	۰/۳۱۱۴	۰/۲۵۸۴	۰/۲۵۹۳	۷/۲۷۱۲
فاکتور بار	۰/۱۵۵۷	۰/۱۶۰۱	۰/۱۹۹۹	۰/۱۲۹۲	۰/۱۵۵۷	۰/۱۲۹۲	۰/۲۰۷۴	۷/۳۰۳۳
سرعت واماندگی	۰/۳۱۱۴	۰/۱۸۰۱	۰/۲۹۹۸	۰/۲۵۸۴	۰/۳۱۱۴	۰/۲۵۸۴	۰/۲۵۹۳	۷/۲۷۱۲
مانورپذیری	۰/۰۳۸۹	۰/۱۰۰۰	۰/۰۳۳۳	۰/۰۵۱۷	۰/۰۳۸۹	۰/۰۵۱۷	۰/۰۵۱۹	۷/۰۶۷۰
						SUM		۵۰/۵۰۲۱
						λ(max)		۷/۲۱۴۶
						CI		۰/۰۳۵۸
						RI		۱/۳۲۰۰
						CR		۰/۰۲۱۷

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول ۸ -جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ-معیار سامانه‌ها (جدول الف)

معیار سامانه‌ها	نمایشگر بالای سر	ضبط مکالمات	ارتفاع‌سنج	هشدار پدافند	ترمز هوایی	هدف‌یاب	رادار جستجو	کنترل اتوماتیک	سوخت گیری	کنترل با سیم	هیدرولیک
نمایشگر بالای سر	۱/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۵۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۰/۲۵۰۰
ضبط مکالمات	۲/۰۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۷/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳
ارتفاع‌سنج راداری / لیزری	۰/۵۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۲/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۰/۲۰۰۰
هشداردهنده پدافند زمینی	۰/۳۳۳۳	۰/۲۵۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۴/۰۰۰۰	۰/۱۶۶۷
ترمز هوایی	۰/۲۰۰۰	۰/۱۶۶۷	۰/۲۵۰۰	۰/۳۳۳۳	۱/۰۰۰۰	۰/۱۴۲۸	۰/۱۶۶۷	۰/۳۳۳۳	۰/۲۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۰/۱۲۵۰
هدف‌یاب روی کلاه	۳/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۰/۴۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۷/۰۰۲۸	۱/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰
رادار جستجو	۲/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۷/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳
کنترل اتوماتیک	۰/۳۳۳۳	۰/۲۵۰۰	۰/۵۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۴/۰۰۰۰	۰/۱۶۶۷
سوخت‌گیری هوایی	۱/۰۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۰/۳۳۳۳	۰/۵۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۰/۲۵۰۰
کنترل پرواز با سیم	۰/۱۶۶۷	۰/۱۴۲۹	۰/۲۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۵۰۰۰	۰/۱۲۵۰	۰/۱۴۲۹	۰/۲۵۰۰	۰/۱۶۶۷	۱/۰۰۰۰	۰/۱۱۱۱
هیدرولیک اصلی و فرعی	۴/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۵/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰	۳/۰۰۰۰	۶/۰۰۰۰	۴/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

جدول ۸ -جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ- معیار سامانه‌ها (جدول ب)

وزن نسبی	نمایشگر بالای سر	ضبط مکالمات	ارتفاع سنج	هشدار پدافند	ترمز هوایی	هدف یاب	رادار جستجو	کنترل اتوماتیک	سوخت گیری	کنترل با سیم	هیدرولیک	بردار ارجحیت
نمایشگر بالای سر	۰/۰۶۸۸	۰/۰۵۴۷	۰/۰۹۳۲	۰/۱۰۱۴	۰/۱۰۳۱	۰/۰۵۹۷	۰/۰۵۴۷	۰/۱۰۱۴	۰/۰۶۸۸	۰/۱۰۱۷	۰/۰۷۲۸	۰/۰۸۰۰
ضبط مکالمات	۰/۱۳۷۶	۰/۱۰۹۴	۰/۱۳۹۹	۰/۱۳۵۲	۰/۱۲۳۷	۰/۰۸۹۵	۰/۱۰۹۴	۰/۱۳۵۲	۰/۱۳۷۶	۰/۱۱۸۶	۰/۰۹۷۰	۰/۱۲۱۲
ارتفاع‌سنج راداری/ لیزری	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۶۵	۰/۰۴۶۶	۰/۰۶۷۶	۰/۰۸۲۵	۰/۰۴۴۸	۰/۰۳۶۵	۰/۰۶۷۶	۰/۰۳۴۴	۰/۰۸۴۷	۰/۰۵۸۲	۰/۰۵۴۰
هشداردهنده پدافند زمینی	۰/۰۲۲۹	۰/۰۲۷۳	۰/۰۲۳۳	۰/۰۳۳۸	۰/۰۶۱۹	۰/۰۳۵۸	۰/۰۲۷۳	۰/۰۳۳۸	۰/۰۲۲۹	۰/۰۶۷۸	۰/۰۴۸۵	۰/۰۳۶۹
ترمز هوایی	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۸۲	۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۱۳	۰/۰۲۰۶	۰/۰۲۵۶	۰/۰۱۸۲	۰/۰۱۱۳	۰/۰۱۳۸	۰/۰۳۳۹	۰/۰۳۶۴	۰/۰۱۹۵
هدف‌یاب روی کلاه	۰/۲۰۶۴	۰/۲۱۸۷	۰/۱۸۶۵	۰/۱۶۹۰	۰/۱۴۴۴	۰/۱۷۹۱	۰/۲۱۸۸	۰/۱۶۹۰	۰/۲۰۶۴	۰/۱۳۵۶	۰/۱۴۵۵	۰/۱۷۹۹
رادار جستجو	۰/۱۳۷۶	۰/۱۰۹۴	۰/۱۳۹۹	۰/۱۳۵۲	۰/۱۲۳۷	۰/۰۸۹۵	۰/۱۰۹۴	۰/۱۳۵۲	۰/۱۳۷۶	۰/۱۱۸۶	۰/۰۹۷۰	۰/۱۲۱۲
کنترل اتوماتیک	۰/۰۲۲۹	۰/۰۲۷۳	۰/۰۲۳۳	۰/۰۳۳۸	۰/۰۶۱۹	۰/۰۳۵۸	۰/۰۲۷۳	۰/۰۳۳۸	۰/۰۲۲۹	۰/۰۶۷۸	۰/۰۴۸۵	۰/۰۳۶۹
سوخت‌گیری هوایی	۰/۰۶۸۸	۰/۰۵۴۷	۰/۰۹۳۲	۰/۱۰۱۴	۰/۱۰۳۱	۰/۰۵۹۷	۰/۰۵۴۷	۰/۱۰۱۴	۰/۰۶۸۸	۰/۱۰۱۷	۰/۰۷۲۸	۰/۰۸۰۰
کنترل پرواز با سیم	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۵۶	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۸۵	۰/۰۱۰۳	۰/۰۲۲۴	۰/۰۱۵۶	۰/۰۰۸۵	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۶۹	۰/۰۳۲۳	۰/۰۱۴۸
هیدرولیک اصلی و فرعی	۰/۲۷۵۲	۰/۳۲۸۱	۰/۲۳۳۱	۰/۲۰۲۸	۰/۱۶۴۹	۰/۳۵۸۱	۰/۳۲۸۱	۰/۲۰۲۸	۰/۲۷۵۲	۰/۱۵۲۵	۰/۲۹۱۰	۰/۲۵۵۶

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول ۸ -جدول مقایسه‌ای، وزن نسبی و ماتریس λ- معیار سامانه‌ها (جدول ج)

ماتریس به دست آوردن۸	نمایشگر بالای سر	ضبط مکالمات	ارتفاع سنج	هشدار پدافند	ترمز هوایی	هدف یاب	رادار جستجو	کنترل اتوماتیک	سوخت گیری	کنترل با سیم	هیدرولیک	∑ / P.V
نمایشگر بالای سر	۰/۰۸۰۰	۰/۰۶۰۶	۰/۱۰۸۰	۰/۱۱۰۶	۰/۰۹۷۶	۰/۰۶۰۰	۰/۰۶۰۶	۰/۱۱۰۶	۰/۰۸۰۰	۰/۰۸۸۶	۰/۰۶۳۹	۱۱/۵۰۱۲
ضبط مکالمات	۰/۱۶۰۰	۰/۱۲۱۲	۰/۱۶۱۹	۰/۱۴۷۴	۰/۱۱۷۱	۰/۰۹۰۰	۰/۱۲۱۲	۰/۱۴۷۴	۰/۱۶۰۰	۰/۱۰۳۳	۰/۰۸۵۲	۱۱/۶۷۴۴
ارتفاع سنج راداری /لیزری	۰/۰۴۰۰	۰/۰۴۰۴	۰/۰۵۴۰	۰/۰۷۳۷	۰/۰۷۸۰	۰/۰۴۵۰	۰/۰۴۰۴	۰/۰۷۳۷	۰/۰۴۰۰	۰/۰۷۳۸	۰/۰۵۱۱	۱۱/۳۰۵۱
هشداردهنده پدافند زمینی	۰/۰۲۶۷	۰/۰۳۰۳۰	۰/۰۲۷۰	۰/۰۳۶۹	۰/۰۵۸۵	۰/۰۳۶۰	۰/۰۳۰۳	۰/۰۳۶۹	۰/۰۲۶۷	۰/۰۵۹۱	۰/۰۴۲۶	۱۱/۱۴۶۴
ترمز هوایی	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۰۲	۰/۰۱۳۵	۰/۰۱۲۳	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۵۷	۰/۰۲۰۲	۰/۰۱۲۳	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۹۵	۰/۰۳۲۰	۱۱/۱۲۹۶
هدف‌یاب روی کلاه	۰/۲۴۰۱	۰/۲۴۲۴	۰/۲۱۵۹	۰/۱۸۴۳	۰/۱۳۶۶	۰/۱۷۹۹	۰/۲۴۲۴	۰/۱۸۴۳	۰/۲۴۰۱	۰/۱۱۸۱	۰/۱۲۷۸	۱۱/۷۳۶۵
رادار جستجو	۰//۱۶۰۰	۰/۱۲۱۲	۰/۱۶۱۹	۰/۱۴۷۴	۰/۱۱۷۱	۰/۰۹۰۰	۰/۱۲۱۲	۰/۱۴۷۴	۰/۱۶۰۰	۰/۱۰۳۳	۰/۰۸۵۲	۱۱/۶۷۴۴
کنترل اتوماتیک	۰/۰۲۶۷	۰/۰۳۰۳	۰/۰۲۷۰	۰/۰۳۶۹	۰/۰۵۸۵	۰/۰۳۶۹	۰/۰۳۰۳	۰/۰۳۶۹	۰/۰۲۶۷	۰/۰۵۹۱	۰/۰۴۲۶	۱۱/۱۴۶۴
سوخت‌گیری هوایی	۰/۰۸۰۰	۰/۰۶۰۶	۰/۱۰۸۰	۰/۱۱۰۶	۰/۰۹۷۶	۰/۰۶۰۰	۰/۰۶۰۶	۰/۱۱۰۶	۰/۰۸۰۰	۰/۰۸۸۶	۰/۰۶۳۹	۱۱/۵۰۱۲
کنترل پرواز با سیم	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۷۳	۰/۰۱۰۸	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۹۸	۰/۰۲۲۵	۰/۰۱۷۳	۰/۰۰۹۲	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۴۸	۰/۰۲۸۴	۱۱/۲۴۰۸
هیدرولیک اصلی و فرعی	۰/۳۲۰۱	۰/۳۶۳۶	۰/۲۶۹۹	۰/۲۲۱۱	۰/۱۵۶۱	۰/۳۵۹۹	۰/۳۶۳۶	۰/۲۲۱۱	۰/۳۲۰۱	۰/۱۳۲۹	۰/۲۵۵۶	۱۱/۶۷۲۷
SUM	۱۱۴/۰۵۵۸											
λ(max)	۱۰/۳۶۸۷											
CI	-۰/۰۶۳۱											
RI	۱/۵۱۰۰											
CR	-۰/۰۴۱۸											

جدول ۹- بردار ارجحیت و اولویت‌بندی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته بر اساس روش فرآیند سلسله مراتبی

هواپیما	بردار ارجحیت		هواپیما	بردار ارجحیت		هواپیما	بردار ارجحیت
YAK-130	۰/۰۷۳۸		AT-3	۰/۰۳۴۳		MB-326	۰/۰۲۶۴
ALPHA JET	۰/۰۶۵۵		Kawasaki T-4	۰/۰۳۳۵		F-7	۰/۰۲۵۱
MB-339	۰/۰۵۶۵		Mitsobishi T-2	۰/۰۳۳۴		HJT-36	۰/۰۲۴۸
MIG-AT	۰/۰۴۳۰		LAR-99	۰/۰۳۳۲		L-59	۰/۰۲۴۷
HAWK	۰/۰۴۰۸		CASA-C-101	۰/۰۳۲۶		L-39	۰/۰۲۴۲
M-346	۰/۰۴۰۷		T-50	۰/۰۳۱۲		G-4	۰/۰۲۲۱
GRIPEN	۰/۰۳۶۹		L-159	۰/۰۳۰۶		MIG-21	۰/۰۲۲۰
AMX-T	۰/۰۳۶۰		T-45	۰/۰۲۹۲		L-29	۰/۰۲۱۰
MAKO AT	۰/۰۳۵۵		M-96	۰/۰۲۷۸		SU-17	۰/۰۱۶۸
SAAB-105	۰/۰۳۵۰		K-8	۰/۰۲۷۱		SU-7B	۰/۰۱۶۱

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

جدول۱۰- اولویت‌بندی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته بر اساس روش فرآیند سلسله مراتبی

نام هواپیما	اولویت	نام هواپیما	اولویت	نام هواپیما	اولویت
MB-326	رتبه ۲۱	*T-50*	رتبه ۱۶	*YAK-130*	رتبه ۱
F-7	رتبه ۲۲	*L-159*	رتبه ۱۷	*ALPHA JET*	رتبه ۲
HJT-36	رتبه ۲۳	*T-45*	رتبه ۱۸	*MB-339*	رتبه۳
L-59	رتبه ۲۴	*M-96*	رتبه ۱۹	*MIG-AT*	رتبه ۴
L-39	رتبه ۲۵	*K-8*	رتبه ۲۰	*HAWK*	رتبه ۵
G-4	رتبه ۲۶	*AT-3*	رتبه ۱۱	*M-346*	رتبه ۶
MIG-21	رتبه ۲۷	*Kawasaki T-4*	رتبه ۱۲	*GRIPEN*	رتبه ۷
L-29	رتبه ۲۸	*Mitsobishi T-2*	رتبه۱۳	*AMX-T*	رتبه ۸
SU-17	رتبه ۲۹	*LAR-99*	رتبه ۱۴	*MAKO AT*	رتبه ۹
SU-7B	رتبه ۳۰	*CASA-C-101*	رتبه ۱۵	*SAAB-105*	رتبه ۱۰

اعمال روش تاکسونومی جهت انتخاب جت آموزشی در مقطع پیشرفته

در این روش یک مجموعه به مجموعه‌های کم و بیش همگن تقسیم شده و مقیاس قابل قبول برای بررسی و سنجش میزان توسعه‌یافتگی نواحی در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد. آنالیز تاکسونومی بر پایه تحلیل یک سری شاخص‌های از قبل تعیین شده است که در رتبه‌بندی یک سری گزینه‌ها به کار می‌رود و یک درجه‌بندی کامل برای ارزیابی گزینه‌ها ارائه می‌دهد.

در استفاده از روش تاکسونومی جهت انتخاب نهایی، با توجه به وسعت مسئله و حجم بالای محاسبات (به دلیل وجود ۳۰ گزینه و۳۰ شاخص) با استفاده از نرم‌افزار اکسل سعی در افزایش دقت محاسبات شده است.

بر اساس معیارهای مطرح شده و استفاده از روش تاکسونومی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته مطابق جدول ۱۱ رتبه‌بندی شده است.

مزایای دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی

۱- یکی از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی داشتن پویایی روش است به عبارت دیگر تصمیم‌گیرنده می‌تواند در ابتدای کار با توجه به جدول ترجیحات برای این فرآیند مشخص کند که چه معیار و یا معیارهایی برای او در این انتخاب مهم‌تر از بقیه معیارها است (با توجه به وجود مقایسه زوجی در این فرآیند).

۲- یکی دیگر از مزایای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی داشتن یک نگاه کلی نسبت به همه معیارها و زیرمعیارها به صورت هم‌زمان است؛ زیرا در این فرآیند فرقی نمی‌کند که معیارها کمی باشند و یا کیفی، چون ما می‌توانیم آن‌ها را با توجه به جدول ترجیحات یعنی همان اعداد ۱ الی ۹ به زبان قابل فهم برای این فرآیند تبدیل کنیم، بدین ترتیب به‌سادگی می‌توان بقیه مراحل این فرآیند را روی مسئله مربوطه اعمال کرد.

۳- محاسبات ریاضی نسبتاً ساده استفاده شده در مراحل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی دیگر از مزایای این فرآیند در رسیدن به نتیجه نهایی می‌باشد.

۴- وجود نرخ سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را می‌توان به عنوان یکی از مزایای این روش نسبت به دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره دانست. زیرا ما در مراحلی از این فرآیند با محاسبه نرخ سازگاری که باید عددی کمتر از ۰/۱ باشد، می‌توانیم در قضاوت‌های اولیه خود در اعمال روش نظارت کنیم و حتی در صورت نیاز تجدید نظر کنیم.

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

۵- از مزایای روش تاکسونومی می‌توان به این مورد اشاره کرد که این روش با بی‌بعدکردن واحدها و نرمالیزه‌کردن داده‌ها می‌تواند بدون هیچ‌گونه واسطه‌ای، عیناً کل داده‌های یک شاخص را در محاسبات وارد کند.

۶- یکی دیگر از مزایای این روش نسبت به بعضی از روش‌های موجود، امکان رتبه‌بندی گزینه‌ها در انتهای انتخاب است.

جدول ۱۱- رتبه بندی هواپیماهای جت آموزشی پیشرفته بر اساس روش تاکسونومی

نام هواپیما	رتبه	نام هواپیما	رتبه	نام هواپیما	رتبه
L-159	رتبه ۲۱	*Kawasaki T-4*	رتبه ۱۱	*YAK-130*	رتبه ۱
HJT-36	رتبه ۲۲	*Mitsobishi T-2*	رتبه ۱۲	*ALPHA JET*	رتبه ۲
L-59	رتبه ۲۳	*AT-3*	رتبه ۱۳	*HAWK*	رتبه ۳
SU-17	رتبه ۲۴	*K-8*	رتبه ۱۴	*MB-339*	رتبه ۴
G-4	رتبه ۲۵	*SAAB-105*	رتبه ۱۵	*M-346*	رتبه ۵
T-45	رتبه ۲۶	*CASA-C-101*	رتبه ۱۶	*AMX-T*	رتبه ۶
F-7	رتبه ۲۷	*L-39*	رتبه ۱۷	*T-50*	رتبه ۷
MIG-21	رتبه ۲۸	*MB-326*	رتبه ۱۸	*GRIPEN*	رتبه ۸
L-29	رتبه ۲۹	*M-96*	رتبه ۱۹	*MIG-AT*	رتبه ۹
SU-7B	رتبه ۳۰	*LAR-99*	رتبه ۲۰	*MAKO AT*	رتبه ۱۰

معایب دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی

یکی از معایب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی این مورد می‌تواند باشد که با توجه به محدودیت اعداد اصلی ۱ الی ۹ گاهی اوقات به علت وسعت محدوده یک معیار، پهنای در نظرگرفته شده برای یک عدد مثلاً عدد ۵ مقدار زیادی می‌باشد و این خود باعث می‌شود بسیاری از گزینه‌ها با توجه به اختلاف قابل توجه نسبت به آن معیار در یک دسته در نظر گرفته می‌شوند، مثلاً در دسته عدد ۵ از اعداد جدول ترجیحات. به عنوان مثال اگر معیار سرعت را در انتخاب یک هواپیما در نظر بگیریم و پایین‌ترین سرعت برای همه گزینه‌ها ۸۱ نات و بالاترین سرعت برای همه گزینه‌ها ۱۶۲ نات باشد، ما باید این فاصله ۸۱ تا ۱۶۲ را به ۹ بخش تقسیم کنیم، بدین ترتیب برای عدد ۵ در جدول ترجیحات محدوده ۱۲۱ تا ۱۳۰ در نظر گرفته می‌شود، و در این حالت اگر ما دو گزینه داشته باشیم که یکی معیار سرعت ۱۲۲ نات و دیگری معیار سرعتش ۱۲۹ نات باشد با وجود اختلاف تقریباً قابل توجه، هر دو درحدوده یعنی محدوده عدد ۵ قرار خواهند گرفت و به عبارتی در جدول مقایسه زوجی بین این دو گزینه اختلافی وجود نخواهد داشت. یکی از معایب روش تاکسونومی این است که اگر ما شاخصی را داشته باشیم که مقدار کمینه آن برای ما مهم‌تر و بهتر باشد، کاربر باید حتماً به این موضوع دقت داشته باشد که اعداد صحیح را در جدول داده‌های اولیه به صورت معکوس وارد کند زیرا در غیر این صورت، آن شاخص در رتبه‌بندی نهایی نتیجه عکس خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

همیشه تصمیم گرفتن و انتخاب کردن بین چند گزینه و انتخاب اصلح به سادگی نیست. به‌طوری که قبلاً بیان شد، دنیای اطراف ما مملوء از مسائل چندمعیاره است و شرایطی پیش خواهد آمد که مدیران و کاربران مجبورند بین چندین گزینه با در نظر گرفتن چندین وچند معیار (کمی وکیفی) یک گزینه را به عنوان بهترین گزینه انتخاب کنند. در این موقع ضرورت وجود یک تکنیک قوی که بتواند مدیران را در این زمینه یاری کند کاملاً محسوس می‌باشد. یکی از کارآمدترین این تکنیک‌ها فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020

می‌باشد، همان‌گونه که دیدیم در این تحقیق سعی بر این شد ابتدا، خواننده را با این روش‌ها آشنا کنیم و در نهایت، از این روشدر یک مسئله کاربردی، یعنی انتخاب بهترین هواپیما در بین ۳۰ هواپیما با در نظر گرفتن ۳۰ معیار (کمی وکیفی) استفاده کردیم.

در ابتدای کار و بدون استفاده از این روش‌ها، انتخاب بهترین هواپیما کار بسیار سختی به نظر می‌رسید چون وجود معیارهای مختلف باعث می شد، تصمیم گیرنده در انتخاب خود به شک و تردید بیافتد، که این خود مشکل بسیار بزرگی بود، که تنها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توانستیم بر این مشکل غلبه کنیم، زیرا تکنیک‌هایی در این روش‌ها وجود دارد که تصمیم‌گیرنده می تواند ضمن این‌که همه معیارهای موجود در مسئله را با هم در نظر بگیرد، انتخاب خود را نیز انجام دهد، که ما در این تحقیق با استفاده از دو نمونه از این روش‌ها یعنی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاکسونومی جهت اعتبارسنجی نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی این موضوع را ثابت کردیم.

در عین حال در مبحث مزایا بیان شد که در یکی از این روش‌ها یعنی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نتیجه نهایی کاملاً به سلیقه تصمیم‌گیرنده نسبت به معیارها وزیر معیارها بستگی دارد، یعنی نظر تصمیم‌گیرنده درباره ارجحیت معیارها و زیر معیارها نسبت به هم، می‌تواند تاثیر شگرفی در ارائه نتیجه نهایی گزینه‌ها اعمال کند، پس در این صورت هر چه مدیران و تصمیم‌گیرندگان اشراف کامل به موضوع اصلی داشته باشند، نتیجه نهایی دقیق‌تر و بهتر خواهد بود.

پی‌نوشت‌ها

1-Invert Flight

2- GPWS - Ground Proximity Warning System

3- GNSS – Global Navigation Satellite System4-Survey

5-Cluster Sampling

6-Stage Sampling

منابع و مراجع

[۱] سجادی سید غیاث، عیسوند حسن، بررسی سیستم آموزش خلبانی نظامی با تاکید بر مرحله پیشرفته و معیارهای انتخاب جت آموزشی، دانشگاه هوایی شهید ستاری، مهر ۱۳۸۶

[۲] رسولی مجید ، عیسوند حسن، انتخاب هواپیمای جت آموزشی پیشرفته با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی ، دانشگاه هوایی شهید ستاری شهریورماه ۱۳۸۹.

[۳] نادری، عزت ا...- سیف نراقی، مریم « روشهای تحقیق و چگونگی ارزشیابی آن در علوم انسانی» دفتر تحقیقات و انتشارات بدر، چ سیزدهم، ۱۳۷۸

[۴] هومن، حیدرعلی «استنباط آماری در پژوهش رفتاری» نشر پارسا ، چ ۳ ، ۱۳۷۸

[۵] سرمد ، زهره – بازرگان، عباس- حجازی ، الهه ، «روش های تحقیق در علوم رفتاری» انتشارات آگه، ۱۳۸۵

[۶] آذر، عادل و دکتر رجب زاده، علی، تصمیم گیری کاربردی، انتشارات نگاه دانش، پاییز ۱۳۸۸

[7] Roskam Jan, Airplane Design, part 7,RAEC, 1988

[8] AL-Subhi AL-Harbi, Kamal M, Application of the AHP in project management, 19 May 1999

[9] JANS,۲۰۱٤

Downloaded from joae.ir at 12:03 +0330 on Saturday December 26th 2020