نشریه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت
Journal of Quality & Standard Management (JQSM)
www.jstandardization.ir

نوع مقاله: پژوهشی

پژوهش تطبیقی مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی (مطالعه موردی: ناسا، سازمان فضایی اروپا و روسیه)

سیدمحسن میرباقری*[۱]، امین شفیعی[۲]

۱ دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
۲ کارشناس ارشد استانداردهای فضایی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر، تهران، ایران

سابقه مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰

چکیده

جهت دستیابی به مدل بهینه ارزیابی پروژه‌های فضایی در کشور، بررسی مدل‌های مشابه در سایر سازمان‌های معتبر، ضروری به نظر می‌رسد. هدف این پژوهش نیز، مطالعه تطبیقی مدل‌های ارزیابی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه به عنوان سازمان‌های معتبر در حوزه فضایی است. با توجه به اینکه ارزیابی پروژه‌های فضایی در قالب استانداردهای مصوب جهانی صورت می‌گیرد، با مراجعه به جدیدترین اسناد و استانداردهای مرتبط این سازمان‌ها، مطالب مربوط به مدل‌های ارزیابی پروژه جمع‌آوری شده است تا نقاط حساس در ارزیابی یک پروژۀ فضایی شناسایی شود. سپس، مدل‌های ارزیابی این سازمان‌ها بررسی شده و با یکدیگر مقایسه شده تا نقاط ضعف و قوت آن‌ها مشخص شوند. همچنین، با برآیندگیری از مدل‌های ارزیابی این سازمان‌ها و تحلیل استانداردهای مرتبط، مهم‌ترین شاخص‌ها در طراحی یک مدل ارزیابی، تعیین شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد، ارزیابی ریسک فنی، ایمنی، زمان‌بندی و بودجه مهم‌ترین متغیرهای ارزیابی پروژه‌های فضایی هستند.

کلمات کلیدی: استانداردهای فضایی، پروژه‌های فضایی، ناسا، سازمان فضایی اروپا، سازمان فضایی فدرال روسیه.

1 Seyyedmohsen.mirbaghery@yahoo.com
2 Amin_shafiee@yahoo.com

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۱ مقدمه

ارزیابی پروژه یک امر رایج و بسیار مورد نیاز برای ارزیابی ارزش و ارتباط است. ارزیابی شامل توصیفی از عملکرد برنامه و استانداردها یا معیارهای قضاوت در مورد عملکرد است که هر دو به هم مرتبط هستند و در کنار هم کار می‌کنند (Hickey, 2021). هر پروژه از مرحلهٔ ایده‌پردازی تا مراحل عملیاتی پایانی، بخش‌های متفاوتی را پشت سر می‌گذارد که این بخش‌ها با نقاط تصمیم‌گیری کلیدی از یکدیگر تفکیک می‌شوند. در هر یک از این نقاط، با ارزیابی و بررسی مسیر پروژه و چگونگی پیشرفت پروژه تا آن مرحله، کمیته‌هایی متشکل از متخصصان آن حوزه، دربارهٔ جواز ورود پروژه به بخش بعد، تصمیم‌گیری می‌کنند (Blythe et al., 2014). سازمان‌های فضایی معتبر جهان - مانند ادارهٔ کل ملی هوانوردی و فضایی (ناسا[1]) - با تدوین دستورالعمل‌های کاربردی، مرحله به مرحله و بخش به بخش، به بررسی و ارزیابی پیشرفت پروژه می‌پردازند (NASA, 1968). این ارزیابی‌های مقطعی باعث می‌شود پروژه در مسیری که از ابتدا برای آن در نظر گرفته شده است، حرکت کند و به محض آن‌که پروژه‌ای از پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های زمانی، هزینه‌ای یا عملیاتی عقب بماند، اعضای تیم پروژه متوجه این موضوع شده و تدبیری می‌اندیشند. علاوه بر این، تجربیات هر پروژه را به شکلی مستند گردآوری کنند و برای دیگر پروژه‌ها، آن‌ها را به کار بندند (Khalifa & Daim, 2021).

در بیشتر مباحث مدیریت پروژه، چنین تصور می‌شود که تمام پروژه‌ها یکسان هستند و می‌توان یک نظام مدیریت و ارزیابی متشکل از فرایندها و تکنیک‌هایی یکسان را برای همهٔ پروژه‌ها به کار برد. اما در واقعیت این تصور اشتباه است و نمی‌توان یک مدل مدیریت و ارزیابی را به تمام پروژه‌ها تعمیم داد (Shenhar et al., 2005). با این وجود، سازمان‌های کمی در دنیا به طور رسمی به این موضوع توجه داشته‌اند و نظام ارزیابی مختص به خودشان را ایجاد کرده‌اند. تحقیقات نشان داده است که رویکرد عام به مبحث مدیریت پروژه و استفاده از یک نظام ارزیابی واحد برای پروژه‌های

1 NASA

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

مختلف، به شکست پروژه و نتایج ناامیدکننده می‌انجامد (Dvir et al., 2003). گرایش رویکردهای مدرن‌تر مدیریت پروژه به سمتی است که برای هر پروژه ساختار مدیریتی و فرایند ارزیابی بخصوصی تدوین کند (Shenhar et al., 2005).

از سوی دیگر، عدم وجود استاندارد یا دستورالعمل بهینه برای ارزیابی پروژه‌های فضایی باعث می‌شود بسیاری از پروژه‌ها دستاورد مطلوبی نداشته باشند یا این دستاوردها با مخارج زیاد یا اتلاف زمانی قابل‌توجه همراه باشند. نبود استاندارد چه در مراحل اولیهٔ تعریف و تصویب پروژه، چه در بازنگری‌های میانی و چه در مراحل نهایی و نتیجه‌گیری، منجر به هزینه‌های اضافی می‌شود. حتی پروژه‌هایی که با شکست مواجه می‌شوند هم می‌توانند با بررسی و بازنگری دقیق، تحت مدل معینی مورد ارزیابی قرار گیرند و از تجربیات آن، برای پروژه‌های آتی استفاده شود (Discenza and Forman, 2007). برای جلوگیری از چنین آسیب‌هایی، مدل ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی معتبر جهان دائماً در حال اصلاح و به‌روزرسانی است (Blythe et al., 2014). به نظر می‌رسد، وجود پژوهشی در زمینه مهمترین مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی جهان، می‌تواند زمینه را برای بهینه‌سازی مدل ارزیابی پروژه‌های فضایی کشور، فراهم سازد.

در این مقاله با تکیه بر پژوهش انجام‌شده در مورد سازمان‌های فضایی اروپا، آمریکا و روسیه در حیطهٔ ارزیابی پروژه‌های فضایی، با کنار هم نهادن مدل ارزیابی مرحله به مرحله و بخش به بخش پروژه‌های فضایی، قیاسی بین مدل‌های مختلف انجام می‌شود که مراحل ارزیابی پروژه‌ها و تفاوت‌ها و تشابهات مدل‌های سازمان‌های فضایی مختلف را نمایان می‌کند و حاصل تلفیق دو روش توافق (یافتن تشابه میان واحدهای تطبیقی درباره موضوع پژوهش) (چارلز، ۱۹۸۹) و تفاوت (یافتن علت یا علل متفاوت) (طالبان، ۱۳۸۴) استفاده می‌شود. با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان مسائل مهمی برای تحقیق مطرح کرد، از جمله:

۱. تبیین مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۲. بیان شباهت‌ها و تفاوت‌های مدل ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه.

۳. تعیین مراحلی که پیش از تصویب پروژه‌های سازمان‌های فضایی، باید طی شود.

۴. شناسایی شاخص‌های ارزیابی برای تصویب پروژه‌های فضایی.

۵. بهینه‌سازی شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های سازمان‌های فضایی آمریکا و اروپا برای کشور.

۲ مبانی نظری و پیشینه تحقیق

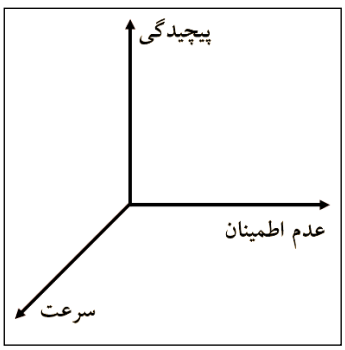
هدف از استانداردسازی، دستیابی به محصولی استاندارد است که خود حاصل سازمان و فرایند استاندارد است. برای تحقق و یا اکتساب محصول استاندارد، توصیه می‌شود هر سازمانی که متولی طراحی و تولید یک محصول است، متناسب با رشد فناوری و زیرساخت‌های موجود و همچنین متناسب با محصول مورد نظر، چرخهٔ عمری که منجر به تحقق و اکتساب محصول می‌شود، طرح‌ریزی کند. سازمان‌های گوناگون متناسب با مأموریتی که بر عهده دارند چرخه‌های عمر متفاوتی را بر حسب پیچیدگی یا سادگی محصول و نوع آن، مانند سخت‌افزاری، نرم‌افزاری یا خدمات، طرح‌ریزی می‌کنند. چرخهٔ عمر پروژه در تمامی سازمان‌ها حداقل شامل چهار فعالیت اصلی است که غیرقابل‌حذف هستند:

- ✓ نیازسنجی و امکان‌سنجی،
- ✓ طراحی،
- ✓ ساخت و تولید،
- ✓ بهره‌برداری/ وارهایی/ تمدید عمر.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۱-۲ مدل ارزیابی UCP

شنهار و دویر (Shenhar and Dvir, 1996) برای ارزیابی پروژه، مدلی سه‌بعدی تعریف کردند که بر سه شاخص بنیادین استوار است: عدم اطمینان[1] از فناوری، پیچیدگی[2] و سرعت[3] انجام پروژه؛ که نام این مدل با کنار هم قرار گرفتن حرف اول این سه شاخص (UCP) تعیین شده است. بدین ترتیب هر پروژه ابتدا بر اساس این سه شاخص ارزیابی می‌شود و به کمک این ارزیابی اولیه، ساختار مدیریتی مخصوصی پیدا می‌کند. تصویر این مدل سه بعدی در نمودار (۱) نشان داده شده است.



نمودار (۱) سه مولفهٔ مدل UCP برای ارزیابی یک پروژه (Shenhar et al., 2005)

برآیند این سه مؤلفه، ریسک و مخاطرات پروژه را تعیین می‌کند. یعنی درصورتی‌که سه شرایط زیر اتفاق بیفتد، ریسک پروژه بالاتر می‌رود:

۱- هرچه فناوری مورد نیاز پروژه بدیع‌تر و نامطمئن‌تر باشد؛

۲- هرچه ابعاد پروژه عظیم‌تر، ساختار پروژه و اجزای آن متنوع‌تر و ارتباط میان اجزای سازندهٔ آن بیشتر باشد (به طور خلاصه پروژه پیچیدگی بیشتری داشته باشد)؛

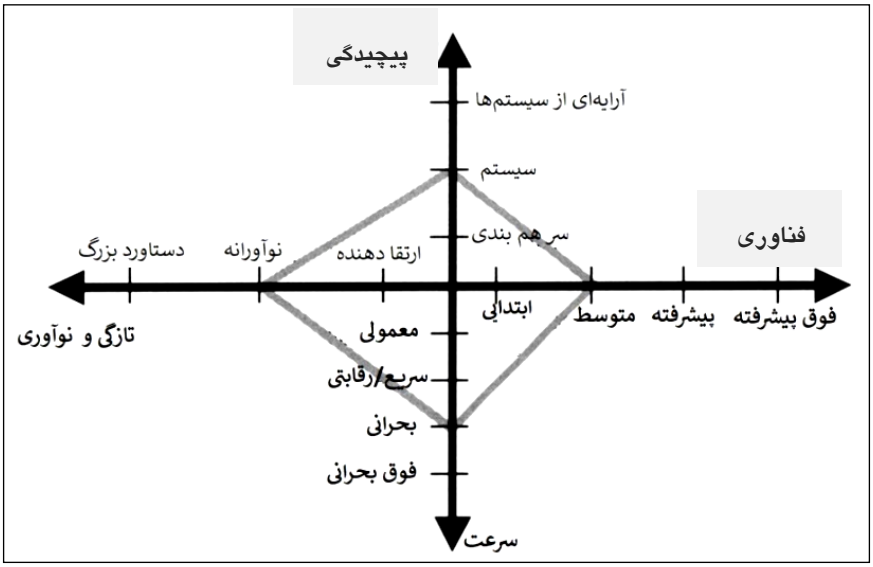
1 Uncertainty
2 Complexity
3 Pace

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۳. هرچه نیاز بیشتری به تسریع در انجام مراحل پروژه باشد.

۲-۲ مدل ارزیابی لوزی NCTP

شنهار (Shenhar, 2004) مدل UCP را یک مرحله ارتقا داد و مدل چهاربعدیِ لوزی NCTP را پیشنهاد داد (نمودار ۲). این مدل هر پروژه را بر اساس چهار معیار تازگی و نوآوری[1]، پیچیدگی[2]، فناوری[3] و سرعت[4] ارزیابی می‌کند.



نمودار (۲) مدل لوزی NCTP (Shenhar, 2004)

جدول (۱) هر یک از شاخص‌های مدل لوزی NCTP را شرح می‌دهد. این مدل نه‌تنها پروژه‌ها را ارزیابی و بر اساس چهار شاخص معرفی‌شده دسته‌بندی می‌کند، بلکه نظام مدیریت مخصوص به آن پروژه را هم پیشنهاد می‌دهد.

1 Novelty
2 Complexity
3 Technology
4 Pace

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

جدول (۱) شاخص‌های مدل لوزی NCTP (Shenhar, 2004)

تازگی و نوآوری: پروژه تا چه اندازه نوآورانه است؟ - ارتقادهنده: تنها یک نظام ازپیش‌طراحی‌شده ارتقا می‌یابد. - نوآورانه: ایجاد نسلی جدید در یک نظام ازپیش‌طراحی‌شده. - دستاورد بزرگ: دستاوردی بی‌سابقه در دنیا.	پیچیدگی: پروژه تا چه اندازه پیچیده است؟ - زیرسامانه: یک زیرنظام با تنها یک کارکرد. - سامانه: مجموعه‌ای از زیرنظام‌ها با کارکردهای متنوع. - ابرسامانه: مجموعهٔ گسترده‌ای از نظام‌ها با هدف مشترک.
فناوری: پروژه تا چه اندازه از فناوری‌های به‌روز استفاده می‌کند؟ - ابتدایی: از هیچ فناوری به‌روزی استفاده نمی‌کند. - متوسط: تا حدی از فناوری روز استفاده می‌کند. - پیشرفته: تمام یا اکثر فناوری‌های مورد استفاده پیشرفته و به‌روز هستند، ولی در دسترسند. - فوق پیشرفته: فناوری مورد نیاز پروژه در ابتدا وجود ندارد و باید ایجاد شود.	سرعت: زمان انجام پروژه تا چه اندازه محدود است؟ - معمولی: تأخیرها بحرانی نیستند. - سریع/رقابتی: زمان انجام پروژه حائز اهمیت است. - بحرانی: موفقیت پروژه وابستگی حیاتی به زمان اتمام آن دارد. - فوق بحرانی: شرایط وخیم- نیاز به انجام فوری پروژه.

لوزی NCTP به دو روش به سازمان‌های فضایی کمک می‌کند. اول، اینکه اولویت‌های یک پروژه و قسمت‌های حساسیت‌زای آن شناسایی شود. دوم، احتمالاً مهم‌ترین تأثیر این روش بر اساس نتیجهٔ روش لوزی NCTP دستورالعمل‌های به‌خصوصی است که برای پروژه اتخاذ می‌شود.

۳-۲ پروژه‌های فضایی در جهان و در ایران

در سال‌های اخیر مطالعات و دستاوردهای فضایی در جهان رشد چشمگیری داشته است. به عنوان نمونه: در سال ۲۰۲۰، دو فضاپیمای چانگ[1] و هایاباسا۲[2] نمونه‌های گران‌بهایی از سیارک‌ها را به دست آوردند. همچنین فضاپیمای اسپیس ایکس[3] با قابلیت حمل انسان ساخته شده و ناسا عملیات بهره‌برداری و آماده‌سازی مریخ نورد پرسورنس[4] را راه‌اندازی کرده و چین نیز مأموریت

1 Chang
2 Hayabusa2
3 SpaceX
4 Perseverance

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

بلند پروازانه مریخ خود را کلید زد که به عنوان عملیات فرود، شناسایی و حرکت روی مریخ طراحی شده است[۱].

جمهوری اسلامی ایران نیز به عنوان یکی از معدود کشورهای منطقه خاورمیانه، از سابقه طولانی در زمینه ارتباطات ماهواره‌ای برخوردار است و از سال ۱۳۴۸ با عضویت در برخی از مجامع بین‌المللی مرتبط با فضا خود را به عنوان کشوری پیشرو در امر هوافضا به دنیا معرفی کرده است[۲]. کشور ایران در حال حاضر دارای فناوری‌های پرتاب فضایی زیرمداری و مداری است. در ۶ اسفند ۱۳۷۵، سازمان فضایی ایران یک پرتابه فضایی را در یک پرواز زیرمداری آزمایش کرد. این موشک حامل محموله‌ای آزمایشی بود که مشترکاً توسط وزارت علوم و وزارت دفاع طراحی و ساخته شده بود. این موشک تا ارتفاع ۱۵۰ کیلومتری زمین بالا رفت و بر طبق برنامه از پیش تنظیم شده، با چتر نجات به زمین فرود آمد. ماهواره "سینا-۱" (ساخت مشترک ایران و روسیه) در روز ۵ آبان ۱۳۸۶ از پایگاه فضایی پلستسک در روسیه توسط موشک کاسموس-۳ به فضا پرتاب شد.

با پرتاب این ماهواره، ایران به جمع ۴۳ کشور دارای ماهواره مداری پیوست. در تاریخ ۱۵ بهمن ۱۳۸۶ موشک ماهواره‌بر فضایی ایران به نام "سفیر" برای پروازی زیرمداری به فضا پرتاب شد. برخی از منابع غربی معتقدند که گونه‌ای تغییریافته از موشک شهاب-۳ ایران به نام "پرتابه فضایی شهاب" برای این منظور استفاده می‌شود. گونه تکامل‌یافته این موشک برای پرتاب ماهواره ایرانی امید به مدار زمین در ۱۴ بهمن ۱۳۸۷ استفاده شد. ماهواره‌های "مصباح" (همکاری مشترک ایران و ایتالیا)، مصباح-۲ و ماهواره ژئوسنکرون زهره (همکاری مشترک ایران و روسیه) نیز برای پرتاب با موشک‌های فضایی ایرانی برنامه‌ریزی شده‌اند. در ۹ بهمن ۱۳۹۱، سازمان فضایی ایران "کاوشگر پیشگام" را به همراه یک میمون با موفقیت به مدت ۲۰ دقیقه به ارتفاع ۱۲۰ کیلومتری زمین پرتاب نمود و آن را بازگرداند.

1 https://sinapress.ir/news/111492

۲ وبگاه سازمان فضایی ایران - https://isa.ir

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

این پرتاب ۵۴ سال پس از پرتاب اولین میمون یعنی خانم بیکر صورت گرفت. هم اکنون پروژه‌های ماهواره مخابراتی ناهید ۲، ماهواره پارس۱ و بلوک انتقال مداری در دست اجرا بوده و طراحی اولیه آن‌ها به اتمام رسیده و در مرحله ساخت مدل مهندسی سیستم قرار دارند و در آینده پرتاب می‌شوند. هدف نهایی حوزه فناوری فضایی ساخت ماهواره بومی سنجشی حرفه‌ای و در کلاس ماهواره‌های جهانی است و تا افق ۱۴۰۴ در مدار بالای زمین (ژئو) قرار گیرد[1].

۲-۴ پیشینه تحقیق

نویسندگان، پژوهشی که به‌طور مستقیم موضوع مقاله را بررسی کرده باشد، نیافته‌اند. اما نمونهٔ مقالاتی که به نحوی مرتبط با موضوع مقاله است بصورت خلاصه آورده می‌شوند.

قطب سیفی (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان « کاربست رویکرد مهندسی هم زمان در پروژه‌های فضایی» مرکز طراحی هم زمان، ساختارها و المان‌های مراکز طراحی هم زمان آژانس فضایی اروپا و ناسا مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، جهت پیاده‌سازی مهندسی هم‌زمان در مراکز طراحی هم‌زمان، تجربه پیاده‌سازی اقتباسی دانشگاه لیسبون پرتغال از آژانس فضایی اروپا بررسی شده است (قطب سیفی، ۱۳۹۸).

پترز[2] و همکاران (۲۰۰۵)، در مقاله‌ای با عنوان «طبقه‌بندی و ارزیابی پروژه‌های فضایی: روشی واحد برای برآورد بازده اجتماعی و خصوصی» چارچوبی را برای طبقه‌بندی و ارزیابی پروژه‌های فضایی بر اساس مفاهیم بازده اجتماعی و خصوصی و پتانسیل استفاده دوگانه معرفی می‌کنند. همچنین، زمینه تاریخی تأمین مالی پروژه‌های فضایی مورد بحث قرار می‌گیرد و مفاهیم اصلی بازگشت اجتماعی و بازگشت خصوصی ارائه می‌شود. در این مقاله، یک طرح طبقه‌بندی یکپارچه ایجاد شده است که می‌تواند در تعیین بهترین روش تأمین مالی برای انواع مختلف پروژه‌ها مفید باشد (Peeters et al., 2005).

---

۱ وبگاه سازمان فضایی ایران

2 Peeters

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

رودریگز[1] و همکاران (۲۰۰۵)، در مقاله‌ای با عنوان «استفاده مجدد از نرم‌افزارهای موجود در پروژه‌های فضایی - رویکرد پیشنهادی و توسعه استانداردهای تضمین محصول و مهندسی نرم‌افزار» چندین توصیه به همراه پیشنهادهای تغییر در خصوص استانداردهای اصلی مهندسی نرم‌افزار و تضمین محصول نرم‌افزاری که توسط صنعت فضایی اروپا دنبال می‌شود، ارائه کرده است. در این مقاله آن توصیه‌ها، دامنه استفاده مجدد در استانداردهای موجود را توصیف می‌کند و توجیهی برای تغییرات پیشنهادی در آن‌ها ارائه می‌دهد (Rodríguez et al., 2005).

بچ[2] و همکاران (۲۰۱۴)، در مقاله‌ای با عنوان « ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه بزرگ: مقایسه بین پروژه‌های بریت یورام[3] و پروژه‌های فضایی ESA» بیان می‌کند که سوال اصلی در هر ارزیابی از یک برنامه تحقیق و توسعه عمومی، ارزیابی سطح انسجام به دست آمده توسط مجموعه طراحی سازمانی جهانی برای تحقق اهداف برنامه است. سپس فرآیند ارزیابی باید پیوند بین روش‌های تعریف و انجام اقدامات عمومی (تعریف اهداف، شیوه‌های نظارت، هماهنگی و کنترل، خط‌مشی تدارکات)، از یک سو، و از سوی دیگر، روش‌های سازمان‌دهی نهادهای خصوصی را بررسی کند. یکی از راه‌های انجام این نوع ارزیابی، تعریف و ارزیابی واضح اثرات اقتصادی است که شرکت‌کنندگان از مشارکت در یک برنامه به دست می‌آورند و سپس این نتایج را با اهداف و طراحی سازمانی این برنامه مقایسه می‌کنند. این طرح روش شناختی برای ارزیابی برنامه بریت یورام و برنامه فضایی ESA، که می‌تواند به عنوان دو الگو از برنامه‌های تحقیق و توسعه عمومی در نظر گرفته شود، اعمال می‌شود (Bach et al., 2014).

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، پژوهشی که مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی را در جهان مورد تحلیل و مقایسه قرار داده باشند، انجام نشده است. این در حالی است که اینگونه مقایسه‌ها

1 Rodríguez
2 Bach
3 Brite/Euram

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

و تحلیل‌ها در حوزه‌های مهمی مانند صنعت فضایی، می‌تواند باعث شناسایی نقاط قوت و ضعف و بهینه‌سازی فرآیندها شود. این مقاله جهت برطرف کردن این شکاف تحقیق تهیه شده است.

۳ روش تحقیق

یکی از روش‌های تحقیق در حوزهٔ علوم، روش مطالعهٔ تطبیقی یا به عبارت دیگر روش مقایسه‌ای است. مطالعهٔ تطبیقی عبارت است از نوعی روش بررسی که پدیده‌ها را در کنار هم می‌گذارد و به منظور یافتن نقاط مشابه و متفاوت، آن‌ها را تحلیل می‌کند. روش مقایسه‌ای به محقق این قابلیت را می‌دهد که با دقت و عینیت بیشتری از ظرایف، پدیده را کشف کند. الزاماً دو پدیدهٔ مورد مقایسه باید مطابقت‌پذیر باشند تا بتوان روی آن دو مطالعهٔ تطبیقی انجام داد. سپس باید به‌دقت تعیین شود چه شاخص‌هایی از دو پدیده قرار است مورد مقایسه قرار بگیرند. بدین ترتیب انتخاب صحیح متغیرها اعتبار مطالعهٔ تطبیقی را بالا می‌برد. طبیعتاً هرچه از جهات بیشتر و متنوع‌تری به پدیده‌های مورد مقایسه نگریسته شود و زوایای مختلفی از آن‌ها مقایسه شود، تحقیق غنی‌تر و کامل‌تر می‌شود و نتایج حاصل از آن بهتر خواهد بود (Bukhari, 2011).

مطالعهٔ تطبیقی را به این ترتیب می‌توان تعریف کرد:

کنار هم نهادن دو پدیده که با یکدیگر حداقل یک وجه اشتراک دارند و بررسی دقیق و تجزیه و تحلیل همه‌جانبهٔ آن‌ها به کمک متغیرها یا ملاک‌های مقایسه‌پذیر به منظور شناخت نقاط تشابه و اختلافشان (الوانی، ۱۳۹۲).

مطالعهٔ تطبیقی روشی است که به مطالعات سطوح بالاتر کمک می‌کند. در مطالعهٔ تطبیقی دو یا چند شیء، ایده یا الگو مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا مشخص شود چه رابطه‌ای میانشان برقرار است. آیا این دو الگو در تضاد با یکدیگر هستند یا در امتداد هم و تکمیل‌کنندهٔ یکدیگرند؟ البته مطالعهٔ تطبیقی -بر خلاف مطالعهٔ همبستگی[1]- بیشتر به نقاط اختلاف دو پدیده نظر دارد و

1 Correlation Study

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

علی‌رغم ذکر نقاط تشابه، بیشتر با ذکر این تفاوت‌ها فهم ما از پدیده را ارتقا می‌دهد. مطالعه، فهم و تشریح هر یک از پدیده‌های مورد بررسی، بخشی از مطالعهٔ تطبیقی است. نباید فراموش شود که هدف از مطالعهٔ وضعیت فعلی الگوها، رسیدن به نتایجی برای اصلاح و ایجاد قابلیت‌های جدید در الگوهای آتی است. به طور کلی مطالعهٔ تطبیقی ۵ عنصر اصلی دارد (Bukhari, 2011):

- چارچوب مرجع[1]: شرایطی که در آن دو یا چند شیء یا پدیده کنار یکدیگر گذاشته می‌شوند تا مقایسه شوند. شبیه چتری که زیر آن پدیده‌های مورد مقایسه جمع شوند. قاب مرجع می‌تواند یک ایده، زمینه، پرسش، مسئله یا یک نظریه باشد. در این مقاله چارچوب مرجع این پرسش است که: چه الگویی برای ارزیابی پروژه‌های فضایی مناسب است؟

- مبنای مقایسه[2]: منطق انتخاب دو مورد از بی‌شمار مورد برای مقایسه باید مشخص باشد. پژوهشگر باید نشان دهد انتخاب هایش برای مقایسه، انتخاب‌هایی تصادفی نبوده‌اند و با آگاهی گزیده شده‌اند. به عنوان مثال در این مقاله باید علت انتخاب سازمان‌های فضایی اروپا، روسیه و ناسا برای مقایسه مشخص باشد. می‌توان گفت این سه سازمان بزرگترین و مطرح‌ترین سازمان‌های فضایی در جهان هستند. همچنین در دسترس بودن پایگاه اطلاعات و داشتن سیستم کاملی از استانداردهای مدیریتی و الگوهای ارزیابی باعث شده است تا این سازمان‌ها نسبت به دیگر سازمان‌های فضایی در اولویت دانسته شوند.

- تز[3]: مبنای مقایسه، تز پژوهش را مشخص می‌کند. تز پژوهش عملا جان‌مایهٔ آن است. اینکه پژوهش چه چیزی را می‌خواهد به دست آورد بستگی به آن دارد که پدیده‌های مورد مقایسه چه ارتباطی با یکدیگر دارند. آیا تکمیل کنندهٔ یکدیگرند؟ یا در امتداد هم و یا حتی در تعارض با همدیگر قرار دارند؟ در تحقیق حاضر، هدف از مقایسهٔ الگوهای ارزیابی سامان‌های فضایی یافتن الگویی کامل است که نیازهای یک پروژه را براورده سازد. در مورد هر یک از پارامترهای ارزیابی

1 Reference Frame
2 Grounds for Comparison
3 Thesis

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

پروژه، موارد اختلاف و تشابه بررسی می‌شوند تا از برایند آن‌ها خصوصیات یک الگوی ارزیابی کامل مشخص شود.

- طرح کلی[1]: پس از مشخص شدن چارچوب مرجع، مبنای مقایسه و تز پژوهش، ساختمان تحقیق باید مشخص شود. ساختمان تحقیق در مطالعات تطبیقی دو الگوی کلی دارد: متن‌به‌متن[2] و نقطه‌به‌نقطه[3]. در حالت متن‌به‌متن، مورد (الف) از ابتدا در انتها بررسی می‌شود و سپس مورد (ب) از ابتدا تا انتها؛ در حالت نقطه‌به‌نقطه هر جنبه از (الف) با هر جنبه از (ب) در کنار هم مقایسه می‌شود. در این مقاله از ساختار متن‌به‌متن استفاده شده است.

- ارتباط دادن (الف) به (ب)[4]: در پنجمین و آخرین قسمت یک مطالعهٔ تطبیقی، موارد مورد مقایسه باید از تمام جنبه‌ها در کنار یکدیگر دیده شوند و مشابهت‌ها و تفاوت‌هایشان بازشناسانده شود.

۴ مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی

۴-۱ سازمان ناسا

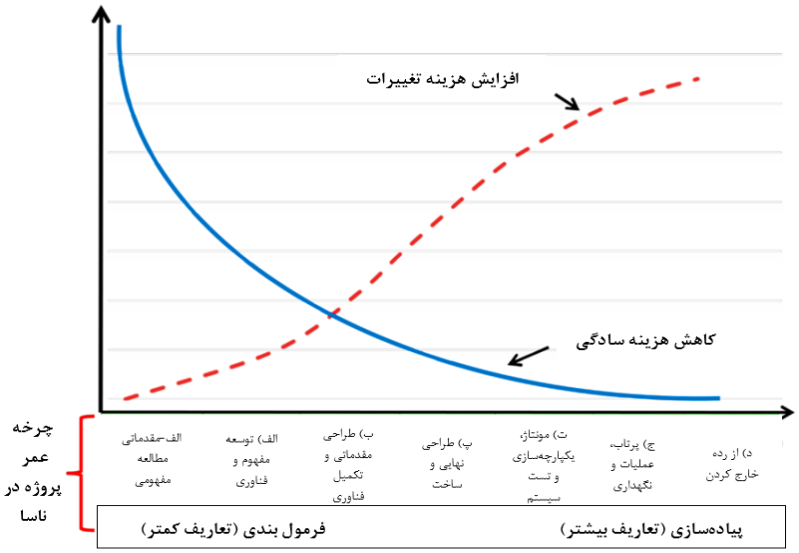
هدف از ادارهٔ کل ملی هوانوردی و فضایی (ناسا) اجرای فعالیت‌های فضایی ایالات متحده است. ارزیابی پروژه‌های فضایی نیز وظیفهٔ ناسا و مدیریت این مجموعه است و توسط مدیریت این سازمان باید هدایت شوند، مگر فعالیت‌هایی که به طور خاص به نظام‌های تسلیحاتی، عملیات نظامی و یا فعالیت‌هایی که وزارت دفاع ایالات متحده عهده‌دار آن‌ها است، که این فعالیت‌ها با مدیریت وزارت دفاع انجام می‌گیرند. در ادامه مهمترین شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی ناسا توضیح داده می‌شود (CFR, 2014).

1 Organizational Scheme
2 Text-by-text
3 Point–by-point
4 Linking of A and B

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۱-۱-۴ ارزیابی هزینه‌ها

نمودار (۳) نمودار هزینهٔ تجمعی پروژه را نشان می‌دهند. هرچه پروژه جلوتر می‌رود و هزینه‌های آن بیشتر می‌شود امکان اصلاح آن کمتر می‌شود. با افزایش هزینه‌های صرف‌شده، عواقب اشتباهات نیز زیاد می‌شوند و لازم است ریسک پروژه به حداقل رسانده شود. در غیر اینصورت جبران آن به‌سختی امکان‌پذیر خواهد بود. این مسئله در منحنی نمودار (۳) نمایش داده شده است.



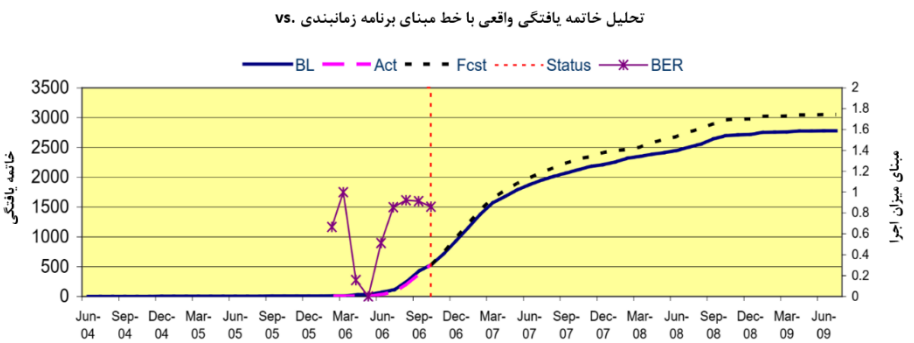
نمودار (۳) نمودار کلی هزینه‌های انباشته در طول یک پروژه (NASA, 2020)

استفاده از تکنیک‌های پیش‌بینی به عنوان بخشی از ارزیابی پروژه، یک کار ضروری است، زیرا بدون اعمال روش پیش‌بینی مناسب، نمی‌توان به تصمیم‌گیری مالی مناسب دست یافت (Shahriar et al, 2021).

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۴-۱-۲ ارزیابی برنامهٔ زمان‌بندی

یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی برنامه زمان‌بندی، بررسی جدول زمان‌بندی جهت پیش‌بینی مغایرت‌های این جدول با واقعیت می‌باشد. بررسی جدول زمان‌بندی شامل محاسبهٔ مسیر بحرانی و تعیین هرگونه تغییر در تاریخ تکمیل پروژه می‌شود. بسیار توصیه می‌شود که در یک جدول زمان‌بندی، تمامی زمان‌ها از یک واحد یکسان تبعیت کنند. در نمودار (۴) مقایسه زمان تجمعی انجام فعالیت‌ها با خط مبنا نشان داده شده است. در این نمودار محور افقی، زمان و محور عمودی تعداد فعالیت‌های انجام‌شده را نشان می‌دهد.



نمودار (۴) خط مبنا و زمان واقعی تجمعی در انجام فرایندها (NASA, 2020)[1]

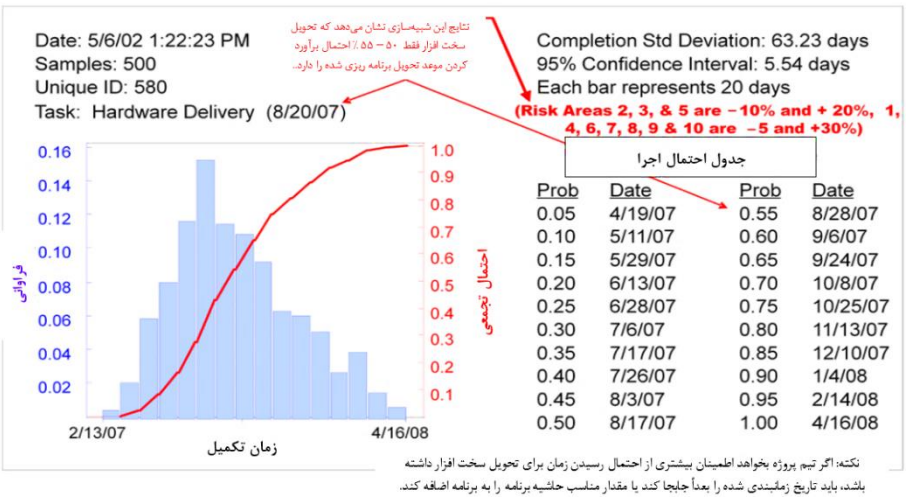
۴-۱-۳ ارزیابی ریسک جدول زمان‌بندی

ارزیابی میزان ریسک جدول زمان‌بندی به معنی سنجیدن احتمال تمام نشدن پروژه طبق جدول زمان‌بندی اصلی است. در این ارزیابی، مطابق جدول زمان‌بندی اصلی، پروژه به فرایندهای متعددی تقسیم می‌شود. بر اساس تخمین‌های واقع‌گرایانه از مدت هر فرایند و توزیع احتمالی مربوط به آن، احتمال طول کشیدن هر فرایند محاسبه می‌شود. به این معنی که برای هر فرایند مدت‌زمانِ بیشینه، کمینه و محتمل‌ترین مدت‌زمانِ طول کشیدن محاسبه می‌شود.

۱ خط مبنای تجمعی: BL - زمان واقعی تجمعی: Act - پیش‌بینی ادامه: Fcst - زمان حال: Status - نرخ اجرای خط مبنا: BER

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

نمودار (۵) نشـان‌دهندهٔ توزیع احتمالی انجام یک فرایند (به عنوان مثال در اینجا فرایند تحویل گرفتن یک سخت‌افزار) است. مشخصاً رسم چنین نموداری وابسته به در دست بودن اطلاعات گسترده از داده‌های زمانی ثبت‌شده در پروژه‌های قبلی است. سازمان‌ها با ثبت و ضبط اطلاعات مربوط به هر پروژه قادر خواهند بودن نمودارهای دقیق‌تر و واقعی‌تری رسم کنند.



نمودار (۵) توزیع احتمالی زمان‌بندی به انجام رسیدن یک فرایند (NASA, 2020)

۴-۱-۴ ارزیابی ریسک

ریسک‌های موجود در خلال پروژه باید بررسی و اولویت‌بندی شوند. این اولویت‌ها به کمک مقایسهٔ شاخص‌هایی چون احتمال وقوع، محاسبه می‌شوند (جدول ۲).

جدول (۲) معیار ارزیابی احتمال وقوع ریسک (NASA, 2017)

نمره	احتمال وقوع ریسک	
۵	تقریباً قطعی	p>۸۰٪
۴	بسیار محتمل	۸۰٪>p>۶۰٪
۳	محتمل	۶۰٪>p>۴۰٪
۲	احتمال کم	۴۰٪<p<۲۰٪
۱	نامحتمل	p<۲۰٪

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

علاوه بر احتمال وقوع، مسئلهٔ زمانی وقوع ریسک نیز حائز اهمیت است. در بررسی مسئلهٔ زمان وقوع ریسک، دو تاریخ به نام‌های تاریخ طلوع[1] و تاریخ غروب[2] در نظر گرفته می‌شوند: تاریخ طلوع نشانگر زودترین زمانی است که آن ریسک می‌تواند ظاهر شود و تاریخ غروب نشانگر دیرترین زمان ظهور ریسک است. بر اساس زودترین زمانی که می‌توان انتظار وقوع حادثه را داشت، می‌توان ریسک‌ها را اولویت‌بندی کرد.

۵-۱-۴ ارزیابی فناوری

همان‌طور که قبلاً ذکر شد فناوری مورد نیاز پروژه و میزان اطمینانی که نسبت به دقت عملکرد آن فناوری وجود دارد، یکی از رئوس لوزی NCTP را تشکیل می‌دهد و از مهم‌ترین عواملی است که باید مورد ارزیابی قرار گیرد. منکینز (Mankins, 1995) در سال ۱۹۹۵ مدلی برای ارزیابی میزان اطمینان از فناوری مورد استفاده ارائه داد و در سال ۲۰۰۴ مدلش را بهبود بخشید. طبق این مدل، برای رسیدن به اطمینان کامل از عملکرد فناوری‌ها، ۹ سطح آمادگی فناوری[3] وجود دارد. این ۹ سطح عبارتند از (Mankins, 1995) (Hirshorn and Jefferies, 2016):

۱) TRL-۱: اصول ابتدایی مشاهده و گزارش می‌شود.

۲) TRL-۲: مفاهیم و یا کاربرد فناوری فرمول‌بندی می‌شود.

۳) TRL-۳: امکان‌پذیر بودن دستیابی به این طراحی مفهومی، مورد بررسی تحلیلی و تجربی قرار می‌گیرد.

۴) TRL-۴: قطعه یا نمونه در شرایط آزمایشگاهی صحت‌سنجی می‌شود.

۵) TRL-۵: قطعه یا نمونه در شرایط شبه عملیاتی صحت‌سنجی می‌شود.

۶) TRL-۶: مدل یا نمونهٔ اولیهٔ نظام/ زیرنظام در شرایط شبه‌عملیاتی (در زمین یا فضا) اجرا می‌شود.

1 Sunrise Date
2 Sunset Date
3 Technology Readiness Level (TRL)

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۷) TRL-۷: نمونهٔ اولیهٔ نظام در شرایط فضایی اجرا می‌شود.

۸) TRL-۸: نظام اصلی کامل می‌شود و پس از آزمایش و اجرا، شایستهٔ پرواز[1] نام می‌گیرد.

۹) TRL-۹: نظام اصلی از طریق عملیات موفق در فضا، اثبات‌شده برای پرواز[2] نام می‌گیرد.

قسمتی از تحقیقات ناسا ارزیابی فناوری‌هایی است که برای بلاغت و رسیدن به مراحل بالاتر باید در اولویت قرار گیرند. عمومِ این تحقیقات، فناوری‌هایی با مرحلهٔ آمادگی کمتر از (۶) را هدف قرار می‌دهند و سعی می‌کنند آن‌ها را حداقل تا آمادگی مرحلهٔ (۶) برسانند (Shishko et al., 2004).

۶-۱-۴ ارزیابی چرخهٔ عمر

برنامه‌ها و پروژه‌ها بر اساس چرخهٔ عمر، مدیریت و ارزیابی می‌شوند. چرخهٔ عمر هر پروژه به بخش‌هایی تقسیم می‌شود که با نقاط تصمیم‌گیری کلیدی[3] از یکدیگر تفکیک شده‌اند. قبل از ورود پروژه به بخش جدید، مروری بر پیشرفت کار انجام می‌شود و اسناد و مدارک مربوط تکمیل می‌شوند. فرایند صدور مجوز ورود پروژه به بخش بعد، متشکل از چندین مرحله با دخالت چندین گروه است. گروهی تحت عنوان هیأت بازنگری[4]، متشکل از متخصصان فنی و برنامه‌ریزی که در زمینهٔ پروژهٔ تحت بررسی صاحب تجربه و مهارت هستند، پروژه را بازنگری می‌کنند.

شکل (۱) چرخهٔ عمر ساده شدهٔ یک پروژه را از ابتدایی‌ترین مرحلهٔ طراحی تا پایان عمر محصول به نمایش می‌گذارد و نقاط تصمیم‌گیری کلیدی را نشان می‌دهد. در سند NPR ۷۱۲۰.۵E (NASA, 2021) مشابه این جدول برای برنامه‌های ناسا نیز جدول کشیده شده است.

1 Flight Qualified
2 Flight Proven
3 Key Decision Point (KDP)
4 Standing Review Board (SRB)

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

شکل (۱): چرخهٔ عمر ساده‌شدهٔ یک پروژه (NASA, 2021)

۲-۴ آژانس فضایی اروپا

آژانس فضایی اروپا یک سازمان معتبر فضایی است که با وجود اینکه این سازمان ارتباط نزدیکی با اتحادیهٔ اروپا دارد، جزئی از بدنهٔ این اتحادیه محسوب نمی‌شود و کشورهایی خارج از اتحادیهٔ اروپا هم در آژانس فضایی اروپا عضویت دارند. مسئولیت استانداردسازی برای آژانس فضایی اروپا بر عهدهٔ سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا[1] است. اسناد سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا به دو شکل استانداردها و کتابچه‌ها، با دسته‌بندی مهندسی، مدیریتی و اطمینان از محصول، منتشر می‌شود.

سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا که مسئولیت اصلی استانداردسازی آژانس فضایی اروپا را بر عهده دارد، همکاری نزدیکی با سازمان‌هایی چون ISO، CEN، CENELEC، ETSI، ESCC، ANSI و دیگر سازمان‌های مرتبط دارد. مدل‌های ارزیابی سازمان‌های فضایی عموماً درون استانداردها و دستورالعمل‌های مدیریتی آن سازمان‌ها ذکر می‌شوند. لذا این استانداردها مهم‌ترین

1 European Cooperation for Space Standardization (ECSS)

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

منبع اطلاع‌یابی از مدل‌های ارزیابی سازمان‌های فضایی هستند. استانداردهای مدیریتی سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا به ۶ دسته تقسیم می‌شوند:

۱) مدیریت برنامه‌ریزی و اجرا؛

۲) مدیریت امور پشتیبانی؛

۳) مدیریت سازمان‌بندی و بازنگری‌ها؛

۴) مدیریت هزینه و زمان‌بندی؛

۵) مدیریت ریسک؛

۶) مدیریت اطلاعات.

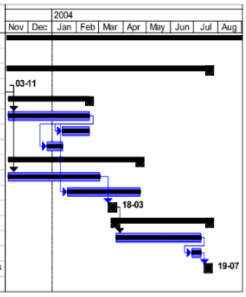
۱-۲-۴ ارزیابی جدول زمان‌بندی و هزینه‌ها

برای هر پروژه مطابق ساختار شکست کار[1] که به توافق طرفین درگیر پروژه رسیده است، فعالیت‌ها تعریف می‌شوند و به صورت یک توالی منطقی در می‌آیند. مدت زمان لازم برای هر یک از فعالیت‌ها تخمین زده شده و در جدول زمان‌بندی ثبت می‌شود. برای تخمین مدت زمان هر فعالیت، تجربیات حاصل از پروژه‌های پیشین، نظرات متخصصین هر حوزه و اطلاعات کارفرما به کمک می‌آیند (ECSS-M-ST-60C, 2008). سازمان فضایی اروپا نمودار برنامه زمان‌بندی پروژه را به عنوان نظام پیشنهادی برای نشان دادن جدول زمان‌بندی معرفی کرده است که در نمودار (۶) نشان داده شده است.

1 WBS

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predecessors
1	**Solar Array Project (5 panels per wing)**	**414 days**	**Mon 03-11-03**	**Mon 30-05-05**	**67%**	
2						
3	**ENGINEERING**	**190 days**	**Mon 03-11-03**	**Tue 20-07-04**	**100%**	
4	**MS#01 Kick-Off Meeting Completion**	**2 days**	**Mon 03-11-03**	**Tue 04-11-03**	100%	
5	**DVT activities**	**75 days**	**Wed 05-11-03**	**Mon 16-02-04**	**100%**	**4**
6	Prelimin. DVT lay-out def. + Drawing Substrate	75 days	Wed 05-11-03	Mon 16-02-04	100%	4
7	DVT Interface Drawing Cells & Wiring	5 wks	Tue 13-01-04	Mon 16-02-04	100%	6FS-5 wks
8	Cup/Cone for DVT Sample	3 wks	Wed 24-12-03	Tue 13-01-04	100%	6FS-2 wks
9	**PDR Phase**	**124 days**	**Wed 05-11-03**	**Thu 22-04-04**	**100%**	
10	Prel.Design & Analyses + PDR Datapackage	17 wks	Wed 05-11-03	Mon 01-03-04	100%	4
11	Substrate production drawings	69 days	Tue 20-01-04	Thu 22-04-04	100%	6FS-4 wks
12	**MS#04 Preliminary Design Review (PDR)**	**2 days**	**Thu 18-03-04**	**Fri 19-03-04**	100%	52FS+3 days;10FS+2 wks
13	**CDR Phase**	**89 days**	**Mon 22-03-04**	**Tue 20-07-04**	**100%**	
14	Detailed Design & Analyses + CDR Datapackage	82 days	Mon 22-03-04	Fri 09-07-04	100%	12
15	Review Datapackage CDR	2 wks	Mon 28-06-04	Fri 09-07-04	100%	14FS-10 days
16	**MS#09 Critical Design Review (CDR)**	**2 days**	**Mon 19-07-04**	**Tue 20-07-04**	100%	15FS+5 days;55FS+5 days
17						



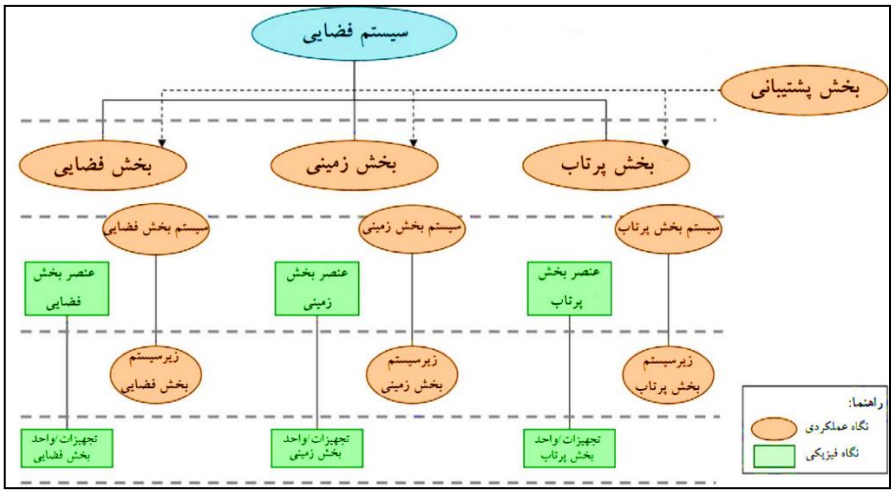
نمودار (۶): نمودار برنامه زمان‌بندی در آژانس فضایی اروپا (ECSS-M-ST-60C, 2008)

۲-۲-۴ ارزیابی برنامه‌ریزی و اجرا

منظور از برنامه‌ریزی و اجرا، تمام فرایندهایی است که در یک پروژهٔ فضایی از ابتدا تا انتها و در تمامی سطوح مورد برنامه‌ریزی و عملیاتی شدن به شکلی جهت‌مند و پر بازده قرار می‌گیرند (ECSS-M-ST-10C, 2009). هر پروژهٔ فضایی به دو قسمت زمینی[۱] و فضایی[۲] تقسیم می‌شود که به طور موازی کار خود را پیش می‌برند. این دو بخش با بخش خدمات پرتاب به فضا[۳] در ارتباط هستند و مجموعهٔ این سه بخش، نظام فضایی[۴] را تشکیل می‌دهد که در شکل (۲) نشان داده شده است. نظام فضایی به گروهی گفته می‌شود که حداقل سه بخش فضایی، زمینی و پرتاب داشته باشد. غالباً این سه بخش را بخشی دیگر تحت عنوان پشتیبانی[۵] همراهی می‌کند.

1 ground segment
2 space segment
3 launch service segment
4 space system
5 support segment

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399



شکل (۲): ساختار نظام فضایی (ECSS-ST-S-00-01C, 2012)

به طور کلی چندین ارزیابی به‌خصوص در زمینهٔ برنامه‌ریزی و اجرا انجام می‌شوند که عبارتنداز (ECSS-M-ST-10C, 2009):

۱) نیاز به دست‌یابی به فناوری‌های جدید؛

۲) در دسترس بودن و نیاز به استفادهٔ مجدد از تجهیزات/محصولات موجود؛

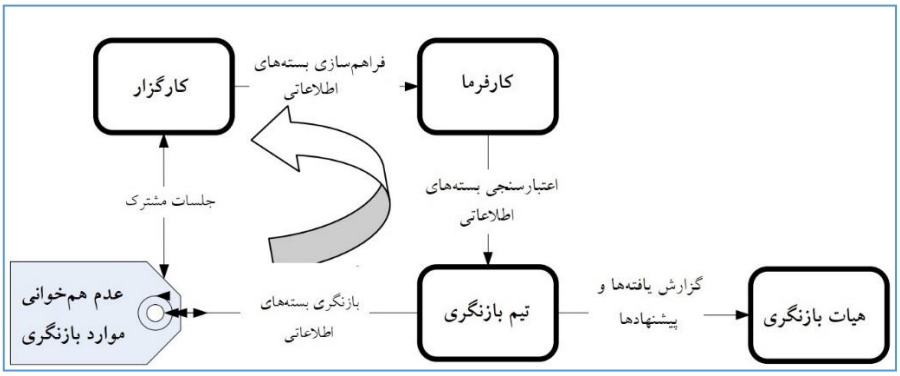
۳) در دسترس بودن و میزان نیاز به منابع انسانی، مهارت‌ها و تجهیزات فنی؛

۴) ارزیابی ریسک.

۳-۲-۴ بازنگری پروژه

بازنگری‌های پروژه، بررسی‌هایی هستند که درباره وضعیت فنی پروژه و مسائل مربوط به آن در نقطهٔ معینی از زمان انجام می‌گیرند. اصلی‌ترین هدف بازنگری، رسیدن به ارزیابی جامع از وضعیت پروژه در مقایسه با اهداف و الزامات است. کیفیت هر فرایند بازنگری وابسته به برنامه‌ریزی و سازمان‌بندی بازنگری است که شامل تخصیص وظایف مشخص به افراد می‌شود. بخش‌های بازنگری در شکل (۳) نشان داده شده است (ECSS-M-ST-10-01C, 2008):

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399



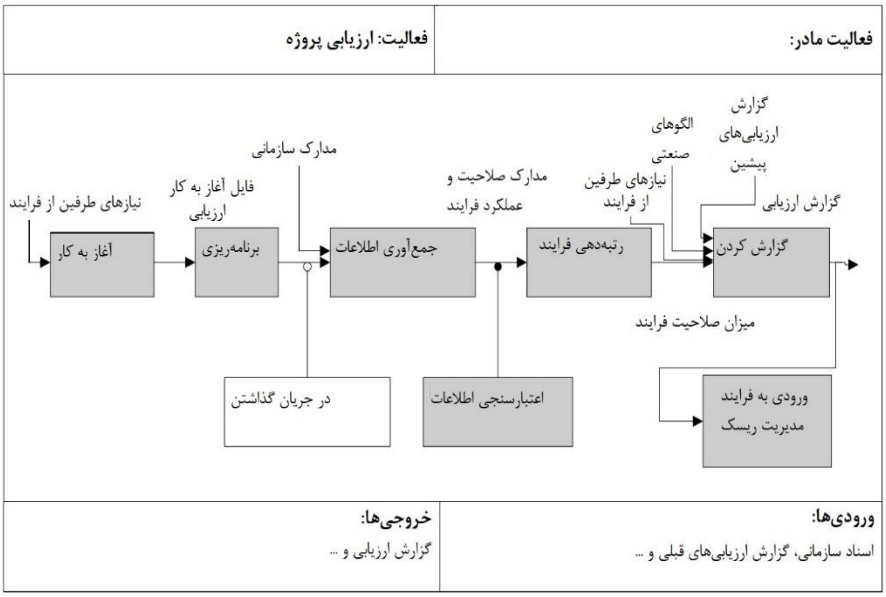
شکل (۳): چرخهٔ بازنگری پروژه (ECSS-M-ST-10-01C, 2008)

۴-۲-۴ ارزیابی فرایند

این فرایندِ ارزیابی به طور خاص برای ارزیابی فرایندهای نرم‌افزاری پروژه تدوین شده است. در استاندارد ISO/IEC-۱۵۵۰۴ برای ارزیابی نظام‌های نرم‌افزاری دو هدف ذکر شده است: تعیین صلاحیت فرایند و پیشرفت فرایند. هدف سومی که سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا اضافه کرده، تعیین مطابقت فرایند با مدل مرجع[1] است (ECSS-Q-HB-80-02 Part 1A, 2010). فرآیند ارزیابی در شکل (۴) نشان داده شده است.

1 Reference Model

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399



شکل (۴): فرایند ارزیابی (ECSS-Q-HB-80-02 Part 1A, 2010)

در شکل (۴) قسمت‌های خاکستری‌رنگ اجباری و قسمت سفید اختیاری است. مرحلهٔ اول، به کار ارزیابی فرایند شامل یک سری اقدامات کلی اولیه، مانند تعیین تامین‌کنندهٔ مالی فرایند ارزیابی، تعیین هدف ارزیابی، حوزهٔ ارزیابی (کدام فرایندها از کدام واحدها مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت)، نگرش ارزیابی، قیود و محدودیت‌های ارزیابی و جمع‌آوری اطلاعات تکمیلی است.

۴-۲-۵ ارزیابی چرخهٔ عمر

چرخهٔ عمر پروژه‌های فضایی آژانس فضایی اروپا عموماً ۷ مرحله (بخش) دارد:

بخش صفر- بررسی مأموریت و تعیین نیازهای اجرایی، بخش A- عملیاتی بودن، بخش B- تعریف اولیه، بخش C- تعریف دقیق، بخش D- کیفیت‌سنجی و تولید، بخش E- استفاده کردن، بخش F- وارهایی.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

بخش‌های صفر، A و B بر موارد زیر تمرکز دارند (ECSS-M-ST-10C, 2009):

- دقیق کردن الزامات فنی و عملکردی نظام و مشخص کردن مفاهیم نظام جهت مطابقت یافتن با تعریف مأموریت طبق نظر سفارش‌دهنده و کارفرمای نهایی پروژه؛
- تعیین تمام اقدامات و منابع مورد نیاز به منظور ایجاد بخش فضایی و زمینی پروژه؛
- ارزیابی اولیهٔ ریسک فنی و برنامه‌ای؛
- آغاز فعالیت‌های اجرایی.

بخش‌های C و D تمام فعالیت‌های مربوط به ساخت و سنجش کیفیت محصولات بخش‌های فضایی و زمینی را شامل می‌شود. بخش E عبارت است از اقدامات مربوط به پرتاب به فضا، استعمال و نگهداری در شرایط کاری. بخش F اقدامات وارهایی تمام اجزای به فضا پرتاب‌شده و همین‌طور محصولات بخش زمینی پروژه را شامل می‌شود. در پایان هر یک از بخش‌های نام‌برده بازنگری انجام می‌گیرد و اگر پیشرفت پروژه در بازنگری مورد قبول ارزیابی شود، آن بخش به پایان رسیده و پروژه مجاز به ورود به بخش بعدی است (ECSS-M-ST-10C, 2009).

۶-۲-۴ ارزیابی در تهیهٔ قطعات

علاوه بر استانداردهای کنترل کیفیت محصولات و اجزایی که سازمان همکاری استانداردسازی فضایی اروپا برای استفادهٔ سازمان فضایی اروپا[1] و دیگر سازمان‌های فضایی فعال در اروپا فراهم کرده است، سازمانی تحت عنوان سازمان قطعات فضایی اروپا[2] وجود دارد که در حوزهٔ قطعات الکترونیکی، الکتریکی و الکترومکانیکی، نظارت تخصصی بر اجزای نظام فضایی دارد. این سازمان به شرکت‌های تولیدکنندهٔ قطعات مرتبط با محصولات فضایی سند استاندارد می‌دهد (تحت عنوان لیست تولیدکننده‌های دارای صلاحیت[3]. اطلاعات تکمیلی درباره مجوز قطعات و تولیدکننده‌ها

1 ESA
2 European Space Component Coordination (ESCC)
3 Qualified Manufacturer List (QML)

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

بعلاوهٔ لیست کامل محصولات مورد تأیید همکاری استانداردسازی فضایی اروپا، در تارنمای سامانهٔ مبادلات اطلاعات قطعات فضایی اروپا[1] و تارنمای سازمان قطعات فضایی اروپا موجود است (ECSS-M-ST-80C, 2008).

۷-۲-۴ ارزیابی ریسک

شاخص ریسک[2]، نمره‌ای است که برای سنجیدن اندازهٔ ریسک به کار می‌رود. این شاخص ترکیبی از احتمال وقوع و وخامت عواقب در صورت وقوع خطر است. این دو شاخص (عواقب و احتمال وقوع) مطابق جداول (۳) و (۴) سنجیده می‌شوند (محدوده‌های دقیق برای دسته‌بندی عواقب در استاندارد نیامده است و در آنجا هم tbd به معنی "متعاقبا تعیین خواهد شد" آمده است).

جدول (۳): نمونهٔ نمره‌دهی وخامت وقوع (ESCIES)

نمره	وخامت	عواقب(مثلا افزایش هزینهٔ پروژه)
۱	قابل صرف‌نظر	اثر اندک یا بدون اثر
۲	مهم	افزایش هزینهٔ پروژه< ٪tbd
۳	اساسی	افزایش هزینهٔ پروژه> ٪tbd
۴	بحرانی	افزایش هزینهٔ پروژه> ٪tbd
۵	فوق بحرانی	منجر به لغو پروژه

جدول (۴): نمونهٔ نمره‌دهی احتمال وقوع (ESCIES)

نمره	احتمال	احتمال وقوع
A	حداقل	تقریباً هرگز، هر ۱۰۰۰۰ پروژه یک بار یا کمتر
B	پایین	به طور میانگین هر ۱۰۰۰ پروژه یک بار
C	متوسط	به طور میانگین هر ۱۰۰ پروژه یک بار
D	بالا	به طور میانگین هر ۱۰ پروژه یک بار
E	حداکثر	وقوع قطعی، یک یا چند مرتبه حین پروژه

1 European Space Component Information Exchange System (ESCIES)
2 Risk index

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

انواع ریسک‌هایی که در پروژه‌های فضایی وجود دارند عبارتنداز (ECSS-M-ST-60C, 2008):

- ریسک فنی؛
- ریسک هزینه؛
- ریسک جدول زمان‌بندی؛
- دیگر ریسک‌ها؛ مثل قیود سیاسی، تصور عموم مردم از پروژه و ... .

۴-۲-۸ ارزیابی فناوری

ارزیابی فناوری در سازمان فضایی اروپا نیز مانند سازمان فضایی ناسا اهمیت بالایی دارد. مشخصات و الزامات ارزیابی فناوری در (ECSS-E-HB-11A, 2017) آمده‌اند. موارد این دستورالعمل شباهت بسیاری به استاندارد ارزیابی فناوری ناسا دارد (Mankins, 1995; Hirshorn and Jefferies, 2016). به همین علت از بازگویی مطالب صرف‌نظر می‌شود (جدولی که در سند استاندارد سازمان فضایی اروپا آمده، دقیقاً مشابه استاندارد ایزو ۱۶۲۹۰ است).

یک تفاوت جزئی در استانداردهای این دو سازمان این است که سازمان فضایی اروپا فرض را بر این گذاشته است که هزینهٔ دستیابی به مراحل بالاتر آمادگی فناوری، با بالا رفتن مراحل بیشتر می‌شود. ولی سازمان فضایی ناسا هزینهٔ مراحل ابتدایی را بسیار کم و نزدیک به هم معرفی می‌کند و در پایان هم هزینهٔ دستیابی به مرحلهٔ ۹ را کمتر از هزینهٔ دستیابی به مرحلهٔ ۸ می‌داند.

۴-۳ سازمان فضایی روسیه

سازمان فضایی روسیه نظام استاندارد مختص به خود طراحی نکرده است و از نظام استاندارد گوست[1] استفاده می‌کند. این نظام استاندارد که هنوز در کشورهای استقلال‌یافته از اتحاد جماهیر شوروی رایج است، در برخی موارد شباهت‌های زیادی به نظام استاندارد ایزو دارد. لیست دقیقی از اینکه کدام استانداردهای گوست به طور مشخص در سازمان فضایی روسیه استفاده می‌شوند

1 ГОСТ (زبان روسی)

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

در دست نیست، ولی برخی از استانداردهایی که به طور قطع در این سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، در ادامه بررسی می‌شوند (SPACELOG, 2017).

۱-۳-۴ استاندارد گوست ۲۱۵۰۰

استاندارد گوست ۲۱۵۰۰ دقیقاً ترجمهٔ روسی‌شدهٔ استاندارد ایزو ۲۱۵۰۰ تحت عنوان راهنمایی مدیریت پروژه است. لذا تمامی مطالبی که در استاندارد ایزو آمده است اعم از چرخهٔ عمر، معیارهای شایستگی اعضای تیم پروژه، حوزه‌های مدیریت پروژه و غیره در سازمان فضایی روسیه نیز به کار برده می‌شود. استاندارد گوست ۵۴۸۶۹ «الزامات مدیریت پروژه» نام دارد و تکمیل‌کنندهٔ مطالب استاندارد گوست ۲۱۵۰۰ است. طبق این استاندارد هر پروژه متشکل از ۵ مرحلهٔ شروع، برنامه‌ریزی، اجرا، کنترل و اتمام است (ГОСТ, 2011). توالی این ۵ مرحله به این ترتیب است:

- اولین مرحلهٔ پروژه باید مرحلهٔ شروع باشد و آخرین مرحله، مرحلهٔ اتمام.
- مراحل کنترل و اجرا نباید قبل از اقدامات مرحلهٔ برنامه‌ریزی به اجرا دربیایند.

در طول یک پروژه مواردی همچون محتوا، زمان‌بندی، هزینه، ریسک، کارکنان و گروه‌های ذی‌نفع، تأمین منابع، ارزیابی کیفی، تبادل اطلاعات و ادغام نظام‌های پروژه باید مورد توجه قرار گیرند. در بحث محتوای پروژه باید الزامات پروژه و حوزهٔ فعالیت پروژه تعیین شود. بخشی از این مسئله برعهدهٔ سفارش‌دهندهٔ پروژه است که خصوصیات محصول نهایی را تعیین می‌کند، ولی ارزیابی عملیاتی بودن چنین خصوصیاتی بر عهدهٔ تیم پروژه است و تمامی موارد باید با سفارش‌دهنده به توافق برسد و مستند گردد. هدف، خصوصیات و مشخصات محصول باید روشن باشد؛ معیار و روش‌های ارزیابی برای پذیرش محصول نهایی و اجزایش و همچنین فرضیات و مستثنائات مربوط به محصول نهایی باید مشخص باشد.

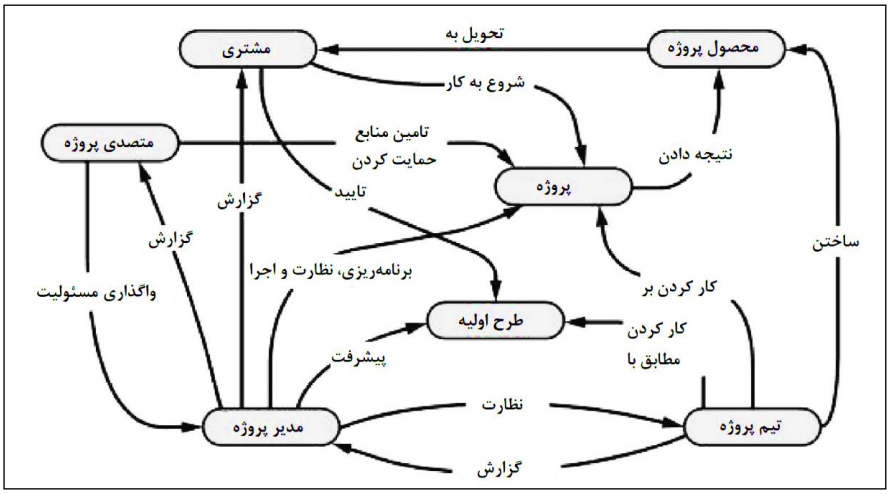
DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

برای هر پروژه باید جدول زمان‌بندی طراحی شود که در آن زمان شروع و پایان پروژه به‌علاوهٔ نقاط کلیدی، بخش‌ها و شمای کلی پروژه می‌بایست مشخص باشند. ارزیابی مدت‌زمان کل پروژه گام مهم این بخش است. این جدول زمان‌بندی در پایان به عنوان خط مبنا، در ارزیابی‌های آتی جدول زمان‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ГОСТ, 2011).

برای ارزیابی بودجه و هزینه اولین موردی که باید تعیین شود این است که منابع مالی پروژه از چه مرتبه‌ای هستند. خروجی ارزیابی بودجه موارد تعیین هزینهٔ تمامی منابع مادی و انسانی پروژه - تعیین هزینهٔ کل پروژه- ثبت و ضبط فرایند حمایت‌های مالی خواهد بود. منابع انسانی مورد نیاز پروژه باید تعیین گردد تا پس از این ارزیابی، نقش هر یک از افراد پروژه و خصوصیاتش مستند شود؛ تعداد نفرات و مهارت‌های هرکدام از آن‌ها همچنین شرایط کاری آن‌ها مشخص گردد؛ افراد شاخص و کلیدی پروژه دقیقاً شناخته شوند.

ریسک‌های اصلی پروژه مورد دیگری است که باید شناخته و ارزیابی شود. این ریسک‌ها باید شناسایی و ثبت شوند. پس از ارزیابی میزان تأثیر و احتمال وقوع آن ریسک‌ها، باید آن‌ها را رتبه‌بندی کرد. پس از آن به کمک اقداماتی کنترلی، احتمال و تأثیر ریسک‌های خطرناک‌تر را باید کاهش داد. شکل (۵) نمودار روابط بین برخی افراد درگیر در پروژه و وظایفشان را نشان می‌دهد.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399



شکل (۵): روابط میان برخی افراد درگیر پروژه (TOCT, 2011)

۵ یافته‌های تحقیق

با توجه به اینکه هدف مطالعهٔ تطبیقی بررسی و مقایسه شاخص‌های مقایسه‌پذیر به منظور شناخت نقاط تشابه و تفاوت آن‌ها است، سعی می‌شود در پاسخ به مسائل مطرح شده در تحقیق هر سه سازمان مدنظر قرار گیرند و مقایسات بصورت دو به دو و یا هر سه با هم انجام شود.

۵-۱ چگونگی مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه.

مدل ارزیابی پروژه‌های این سازمان‌ها در عمل همان مدل ارزیابی پروژه‌ها مطابق با سند استاندارد ایزو ۲۱۵۰۰ است که شامل مباحثی چون ارزیابی هزینه، زمان‌بندی، ارزیابی کیفی، ارزیابی ریسک، تهیهٔ چرخهٔ عمر و همچنین مدل‌هایی برای انتخاب اعضای هیأت ارزیابی و بازنگری‌های دوره‌ای است. هر سازمان با در دست داشتن اطلاعات تاریخی از پروژه‌های پیشین، توصیف دقیق‌تر و معین‌تری از هر یک از این فرایندهای ارزیابی داشته است.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

هیچ سند استانداردی نه در ایزو و نه در سازمان‌های فضایی به طور مستقیم مدل ارزیابی را به عنوان موضوع اصلی بررسی نکرده است و مبحث ارزیابی به عنوان قسمتی از یک فرایند عمومی‌تر مطرح می‌شود. به عنوان مثال استاندارد ایزو ۲۱۵۰۰ مربوط به مبحث مدیریت پروژه است که در ضمن آن مباحث ارزیابی را نیز مطرح کرده است. استانداردهای سازمان فضایی اروپا به سه دستهٔ مدیریتی، مهندسی و کیفیت محصول تقسیم می‌شوند که در ذیل آن‌ها مباحث ارزیابی مرتبط با مدیریت، مهندسی و ارزیابی کیفیت محصول مطرح شده‌اند. استانداردهای سازمان ناسا هم عموماً به مبحث مدیریت پروژه از منظرهای گوناگون (مثلاً مدیریت جدول زمان‌بندی یا مدیریت ریسک) پرداخته‌اند.

۲-۵ شباهت‌ها و تفاوت‌های مدل ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه.

سازمان‌های فضایی اروپا و ناسا استانداردهای متعددی منتشر کرده‌اند. هر دو سازمان تمامی سرفصل‌های ارزیابی پروژه که در استاندارد ایزو ۲۱۵۰۰ درج شده است را پوشش می‌دهند. نمودارهای ارزیابی جدول زمان‌بندی، یا ارزیابی هزینه‌ها و بودجه در استانداردهای سازمان ناسا تنوع بیشتری دارند و از ابزارها و روش‌های بیشتر برای ارزیابی استفاده کرده است. همچنین در زمینهٔ ارزیابی ریسک سازمان ناسا کتابچه‌ها و دستورالعمل‌هایی منتشر کرده است که منحصر به فرد هستند. در زمینهٔ ارزیابی فناوری مورد نیاز پروژه، استاندارد مورد استفادهٔ دو سازمان شباهت زیادی با یکدیگر دارند و از یک نظام ۹ مرحله‌ای برای ارزیابی فناوری استفاده می‌کنند. در زمینهٔ طراحی چرخهٔ عمر، سازمان فضایی اروپا یک مدل ثابت برای چرخهٔ عمر پروژه‌ها معرفی کرده است. سازمان ناسا چرخهٔ عمرهای متفاوتی برای پروژه‌های مختلف معرفی کرده است. در سازمان ناسا میان برنامه‌هایی که تنها از یک پروژه تشکیل شده‌اند و برنامه‌هایی که چند پروژه دارند تفاوت وجود دارد و برای هر کدام از این حالات چرخهٔ عمر مجزایی طراحی شده است. اما، سازمان فضایی روسیه سند استاندارد مشخصی برای تکمیل و دقیق کردن اطلاعات مندرج در

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

استاندارد گوست ۲۱۵۰۰ منتشر نکرده است. لذا جزئیات مدل‌های ارزیابی این سازمان مشخص نیست. به طور خلاصه شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵): مقایسه شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه

ردیف	ناسا	اروپا	روسیه
۱	ارزیابی هزینه‌ها	ارزیابی هزینه‌ها	ارزیابی هزینه‌ها
۲	ارزیابی برنامهٔ زمان‌بندی	ارزیابی برنامهٔ زمان‌بندی	ارزیابی برنامهٔ زمان‌بندی
۳	ارزیابی ریسک پروژه	ارزیابی ریسک پروژه	ارزیابی ریسک پروژه
۴	ارزیابی چرخهٔ عمر	ارزیابی چرخهٔ عمر	ارزیابی چرخهٔ عمر
۵	ارزیابی فناوری	ارزیابی فناوری	-
۶	-	ارزیابی تجهیزات/ محصولات	ارزیابی تامین منابع
۷	-	ارزیابی منابع انسانی و مهارت‌ها	ارزیابی شایستگی تیم پروژه
۸	-	بازنگری پروژه	ارزیابی محتوا
۹	-	ارزیابی فرایند	ارزیابی کیفی

اطلاعات حاصل از تمامی دستورالعمل‌ها و اسناد استاندارد سازمان‌های فضایی یا سازمان‌های بین‌المللی استاندارد مانند ایزو بر لزوم تقسیم‌بندی پروژه به بخش‌ها و تقسیم‌بندی بخش‌ها به فرایندهای مختلف تأکید دارند. مهم است که برای هر بخش و هر فرایند زمان دقیق شروع و زمان دقیق اتمام در نظر گرفته شود. این اطلاعات می‌بایست برای هر پروژه ثبت و ضبط شود تا در دیگر پروژه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. علت تقسیم‌بندی پروژه به فرایندهای ریزتر، سهولت بیشتر در حوزهٔ مدیریت و فرایندهای ارزیابی است. لذا هر ارزیابی و هر اقدام مدیریتی برای فرایندی مشخص انجام می‌گیرد.

همچنین، سازمان فضایی ناسا و سازمان فضایی اروپا، هریک الگوی مشخص و معینی از چرخهٔ عمر دارند (سازمان فضایی روسیه الگوی معینی برای چرخهٔ عمر پروژه تعریف نکرده است).

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

هر دو الگو از ۶ مرحلهٔ اصلی و یک مرحلهٔ ابتدایی (در سازمان ناسا مرحلهٔ قبل از A و در سازمان فضایی اروپا مرحلهٔ صفر) تشکیل شده‌اند. با مقایسهٔ این مراحل و مراجعه به شرح هریک از آن‌ها تقریبا می‌توان اذعان کرد بخش‌بندی یک پروژهٔ فضایی، در سازمان فضایی اروپا و ناسا الگوی مشابهی دارد. فعالیت‌هایی که در طول یک پروژهٔ فضایی به انجام می‌رسند، فعالیت‌هایی مشخص و ثابت هستند. لذا چرخهٔ عمر این دو سازمان تنها در برخی موارد جزئی مانند زمان‌بندی چند مورد از فعالیت‌ها و بازنگری‌ها تفاوت دارند؛ به عنوان مثال بازنگری تعریف مأموریت در سازمان فضایی اروپا در انتهای بخش صفر و به عنوان شرط ورود به بخش A انجام می‌گیرد، ولی در سازمان ناسا این بازنگری در اوایل بخش B انجام می‌شود و شرط ورود به بخش جدیدی نیست. از این مقایسه می‌توان چنین برداشت کرد که تعریف مأموریت - که شامل مشخص کردن دقیق اهداف پروژه و شروط موفقیت آن می‌شود- در سازمان فضایی اروپا خیلی زود انجام می‌شود ولی در سازمان فضایی ناسا این تعریف می‌تواند تا بخش B دستخوش تغییر شود. مثال دیگری از تفاوت چرخهٔ عمر سازمان فضایی اروپا و ناسا، بازنگری اتمام مأموریت[1] است. این بازنگری در سازمان فضایی اروپا پس از وارهایی در چرخهٔ عمر انجام می‌شود. درصورتی‌که در سازمان فضایی ناسا این بازنگری گزارش نشده است. به هر ترتیب، می‌توان گفت وجود یک الگوی سازمان‌یافته برای چرخهٔ عمر پروژه‌های فضایی، یک الزام مهم در نظام استاندارد پروژه‌های فضایی است. بنابراین، با توجه به جدول (۵) می‌توان به این نتیجه رسید که سازمان ناسا شاخص‌های کمتری را برای ارزیابی پروژه‌ها معرفی کرده است اما همانطور که توضیح داده شد، در اکثر موارد، استانداردهای سازمان ناسا جزئیات بیشتری را شامل می‌شوند.

۳-۵ مراحلی که پیش از تصویب پروژه‌های سازمان‌های فضایی، باید طی شود.

ابتدا پروژه‌ها برای فرمول‌بندی باید مجوز بگیرند و پس از آن فرمول‌بندی شوند. در فرمول‌بندی طرح پروژه آماده می‌شود که شامل عناصر پروژه، نیازها و الزامات، زمان‌بندی و هزینه‌ها است. در

1 MCR

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

صورت موافقت سازمان با فرمول‌بندی انجام‌شده، پروژه می‌تواند به اجرا در بیاید. سازمان فضایی باید معیارها و اهداف استراتژیک خود برای تصویب پروژه‌ها را از قبل تعیین کرده باشد تا در صورت مواجهه با یک درخواست جدید، مطابق آن معیارها تصمیم بگیرد.

شاخص‌های ارزیابی برای تصویب پروژه‌های فضایی.

- مطابقت پروژه با اهداف سازمان؛

- قابل انجام بودن پروژه از نظر فنی و مفهومی؛

- مثبت بودن نتایج حاصل از ارزیابی ریسک، تشکیل تیم و استراتژی رسیدن به اهداف پروژه؛

- تعیین الزامات و خصوصیات معیار موفقیت؛

- آماده‌سازی طرح، زمان‌بندی و بودجهٔ مورد نیاز برای موفقیت پروژه.

۴-۵ بهینه‌سازی شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های سازمان‌های فضایی آمریکا و اروپا برای کشور.

تمامی مباحث مطرح‌شده در استانداردهای سازمان فضایی اروپا و ناسا و همچنین اسناد ایزو قابل به‌کارگیری در سازمان فضایی ایران نیز هستند. طبق استعلام صورت گرفته، هم اکنون در کشور جهت استانداردسازی پروژه‌های فضایی، از استانداردهای فضایی اروپا استفاده می‌شود[۱].

گفتنی است، مباحث مندرج در استاندارد ایزو ۲۱۵۰۰ الزامات اساسی ارزیابی پروژه محسوب می‌شوند. این نکته که هم سازمان فضایی اروپا و هم سازمان فضایی ناسا مدل مورد نظر ایزو ۲۱۵۰۰ را پیاده کرده‌اند نیز گواه از اهمیت این سند در ارزیابی پروژه‌ها دارد. در موارد اختلاف میان سازمان فضایی ناسا و سازمان فضایی اروپا (مثلاً دقت بسیار بالای اسناد سازمان ناسا در

۱ - استعلام صورت گرفته از معاونت استانداردسازی فضایی- مرکز استاندارد دفاعی ایران - تاریخ ۱۴۰۱.۵.۱۲ – به دلیل محرمانه بودن اطلاعات، داده‌های بیشتری در اختیار پژوهشگران قرار نگرفته است.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

ارزیابی احتمال وقوع ریسک یا اهمیت سازمان فضایی اروپا برای شرکت‌های تولیدکنندهٔ قطعات و مواد مورد نیاز پروژه) می‌توان برای استاندارد سازمان فضایی ایران جهت بالا بردن دقت و کاهش ریسک بهره برد.

با توجه به موارد مطرح‌شده، اطلاعات مندرج در استانداردهای سازمان فضایی اروپا، ناسا و روسیه و همین‌طور چند مورد از استانداردهای ایزو، بعلاوه اطلاعات استخراج‌شده که از مقایسهٔ داده‌های به دست آمد، می‌توان اهم مطالب موردنظر در ارزیابی پروژه‌های فضایی را چنین معرفی کرد:

- ✓ باید برنامه‌ها به پروژه‌ها، پروژه‌ها به بخش‌ها و بخش‌ها به فرایندهای مشخصی تقسیم شوند. نقاط شروع و پایان این پروژه‌ها بخش‌ها و فرایندها باید مشخص باشد و در مورد نظام مدیریت و ارزیابی آن‌ها تصمیم‌گیری شود.
- ✓ ارزیابی هر فرایند نیاز به معیار ارزیابی دارد. معیار ارزیابی فرایندها می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند؛ مثلاً ارزیابی تأثیر پروژه بر توده‌های مردم معیارهای مخصوص به خود را نیاز دارد که مشخصاً با معیارهای ارزیابی مطابقت پروژه با اهداف استراتژیک سازمان متفاوت است. به هر ترتیب، ضروری است هر سازمان برای ارزیابی‌های دوره‌ای معیارهای ثابتی داشته باشد.
- ✓ سازمان فضایی باید نمودار سازمانی معینی با شرح وظایفی مشخص برای هریک از افراد سازمان داشته باشد. در این شرح وظایف باید به طور دقیق مشخص باشد کدام افراد در تصویب مجوز ورود پروژه به بخش‌های پیشرفته‌تر دخیل هستند. کدام افراد بر بازنگری‌های دوره‌ای، بازنگری‌های ایمنی، مهندسی، بهداشتی و غیره تسلط دارند.
- ✓ شیوهٔ ارتباط میان اعضای ذی‌نفع پروژه اعم از سرمایه‌گذاران، مدیران و اعضای تیم‌های کار بر پروژه مشخص شده و به صورت فرم استاندارد درآمده باشد.
- ✓ در ساختار شکست سازمانی، علاوه بر اینکه نقش هر یک از افراد می‌بایست با دقت تعریف شده باشد، ارتباط آن فرد با پروژه نیز باید مشخص باشد. لازم است بخشی از نظام نظارتی، خارج از پروژه باشند تا از بیرون و بدون پیش آمدن تعارض منافع بر پروژه نظارت نمایند.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

- ✓ محدودیت‌های سازمانی و فراسازمانی مرتبط با پروژه در ابتدا مشخص شوند و راه‌کارهای کنار آمدن با آن محدودیت‌ها بررسی شود.
- ✓ معیارهای انتخاب اعضای تیم پروژه و اعضای هیأت بازنگری همچنین معیار انتخاب رئیس این دو گروه مشخص باشد.
- ✓ نگرش سازمان نسبت به پروژه‌های کوچک و بزرگ باید مشخص باشد. نمی‌توان انتظار داشت الگوی ارزیابی پروژه‌های کوچک مشابه الگوی ارزیابی پروژه‌های بزرگ باشد. لذا علاوه بر مشخص شدن معیار کوچکی و بزرگی پروژه (مثلاً طبقه‌بندی برحسب بودجهٔ تخصیص‌یافته) باید تفاوت الگوی ارزیابی و دقت ارزیابی آن‌ها هم مشخص باشد.
- ✓ جایگاه انطباق‌دهی در پروژه‌های سازمان باید مشخص باشد. بهتر است سازمان‌ها اهمیت انطباق‌دهی را جدی بشمارند و برای آن آماده باشند. الگوی انطباق‌دهی، افراد واجد صلاحیت برای ثبت درخواست انطباق‌دهی و مسئولان تصمیم‌گیرنده در خصوص انطباق‌دهی نیز باید در استانداردها ذکر شوند.
- ✓ سازمان فضایی باید الگوی مشخصی برای چرخهٔ عمر برنامه‌ها و پروژه‌ها و نقاط تصمیم‌گیری کلیدی داشته باشد. در این چرخهٔ عمر بخش‌های اصلی پروژه به وضوح معرفی شده باشند و اهم فعالیت‌ها و فرایندهای هر بخش نیز مشخص باشد.
- ✓ معیارهای سنجش پروژه برای ورود به هر بخش مشخص باشند. این مسئله به دو شکل انجام می‌گیرد: ۱) معیار موفقیت[1] هر بخش در سند استاندارد ذکر شده باشد. ۲) مواردی که هیأت تصمیم‌گیری برای پذیرفتن ورود پروژه به بخش جدید مد نظر قرار می‌دهند، برای تک تک بخش‌های چرخهٔ عمر تعیین و تثبیت شده باشد.
- ✓ می‌توان برای برنامه‌ها یا پروژه بیش از یک چرخهٔ عمر استاندارد تعریف کرد تا مطابق با نیازهای پروژه یکی از آن‌ها انتخاب شود. برای مثال برنامه‌های سازمان ناسا ۴ نوع هستند که هر نوع چرخهٔ عمر مختص خودش را داراست.

1 Success Criteria

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

- ✓ در مورد ارزیابی‌های دوره‌ای مدت زمان تناوب ارزیابی‌ها مشخص شوند.
- ✓ مواردی که می‌تواند باعث شود تیم پروژه درخواست ارزیابی خارجی بدهد، مشخص شوند. همچنین سازمان باید آمادگی پذیرش بازنگی‌های اضافی (مثل بازنگی‌های پرتاب انسان به فضا) را داشته باشد.
- ✓ بر اساس داده‌های موجود از پروژه‌های قبل، بانک اطلاعاتی شامل مدت‌زمان و هزینهٔ فرایندها در اختیار سازمان باشد تا برای هر پروژه بتوان خط مبنای هزینه و زمان‌بندی تعریف کرد و به کمک خط مبنا، هزینه‌ها و زمان‌بندی هر فعالیت محاسبه شوند.
- ✓ تا حد امکان برای ارزیابی‌های جداول زمان‌بندی و هزینه‌ها (و دیگر شاخص‌ها) از کاربرگ‌ها و فرم‌های معین استفاده شود.
- ✓ در هر مرحله، بخش یا فعالیتی از پروژه، داده‌های مالی و زمانی ثبت شوند و با خط مبنا مورد مقایسه قرار گیرند. این جداول و نمودارها کمک می‌کنند میزان عقب‌ماندگی از خط مبنا یا احیاناً جلو بودن از آن مشخص شود.
- ✓ در هر پروژه شاخص‌های ارزیابی کیفیت پیشرفت پروژه از نظر زمانی و هزینه‌ای مانند شاخص انحراف هزینه محاسبه و دائماً به‌روزرسانی شوند. بهتر است شاخص‌های مورد تأیید سازمان فضایی به شکل سندی استاندارد منتشر شوند.
- ✓ الگوی محاسبهٔ احتمال وقوع و عواقب وقوع ریسک بر اساس داده‌های گردآوری‌شده از پروژه‌های قبل، تدوین شود و شاخص ریسک، تشخیص و الگوی اولویت‌بندی ریسک‌ها مشخص شود. برای ارزیابی احتمال وقوع ریسک باید درصد مواردی از پروژه‌های قبلی که در آن‌ها این ریسک اتفاق افتاده است مشخص شود و هر سازمان بنا بر تجربیات خود، عددی (معمولا بین ۱ تا ۵) را به عنوان شاخص احتمال وقوع تعیین کند. برای ارزیابی عواقب وقوع ریسک نیز شاخص‌هایی مثل افزایش هزینه، تأخیر زمانی و امکان جبران خسارت در صورت وقوع ریسک را در نظر می‌گیرند (معمولاً هر سه مورد را برای ارزیابی عواقب بررسی می‌کنند).

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

- ✓ بانک داده‌های تاریخی پروژه‌های سازمان گسترده‌تر و با دقت حداکثری تکمیل گردد. اهمیت این بانک اطلاعات در تعیین شاخص‌هایی همچون احتمال وقوع ریسک و یا ریسک جدول زمان‌بندی به‌خوبی نمایان است.
- ✓ الگوی میزان اطمینان از فناوری به عنوان یکی از شاخص‌های دخیل در ریسک پروژه، تدوین شود. شاخص آمادگی فناوری ۹ مرحله دارد که هر چه آن فناوری در مرحلهٔ بالاتری قرار بگیرد خطر آن کمتر است. معمولاً فناوری‌هایی با شاخص ۶ به بالا در پروژه‌ها استفاده می‌شوند و اگر یک فناوری در شاخص پایین‌تری قرار داشته باشد، با آزمایشات گوناگون به مراحل بالاتر رسانده می‌شود.
- ✓ در مورد قطعات و مواد و محصولات مورد استفاده در پروژه‌های فضایی که از خارج از سازمان تهیه می‌شوند، شرکت‌های مورد تأیید و محصولات مورد تأیید آن‌ها ثبت شود تا در پروژه‌های آتی در اولویت قرار گیرند.
- ✓ نظامی برای ثبت درس‌های آموخته‌شده از هر پروژه ایجاد شود تا مدیران و اعضای تیم پروژه آموخته‌های خود را ثبت کنند و در صورت تأیید مقامات بالایی، این درس‌ها در یک پایگاه داده جمع‌آوری گردند. حتی در بعضی موارد و در صورت اهمیت بالای آن آموزه، در استانداردهای سازمانی وارد شوند.
- ✓ الگوی ارزیابی کیفیت محصول و معیارهای موفقیت محصول نهایی مشخص باشد.

اجرای موارد ذکر شده می‌تواند منتهی به نتایج مهمی شود، از قبیل:

- بازنگری نظام مدیریت پروژه‌ها در سازمان فضایی ایران با تمرکز بیشتر بر ارزیابی پروژه‌ها و ارزیابی مجموعه فعالیت‌های درگیر در یک پروژه؛
- فراهم شدن شرایطی برای بهبود کیفیت و اطمینان از محصولات و کاهش ریسک ناشی از پروژه‌های فضایی؛
- کاهش هزینه‌های مالی و زمان انجام پروژه‌ها و استفادهٔ بهینه از نیروی انسانی.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پروژه با بررسی مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در سازمان‌های فضایی مطرح جهان، شیوهٔ ارزیابی و نحوهٔ استانداردسازی برای پروژه‌ها در سازمان‌های فضایی اروپا، ناسا و روسیه بررسی شد. این نکته که سازمان فضایی روسیه به طور مستقل دست به انتشار سند استانداردی نزده است و از استانداردهای ایزو و گوست برای مدیریت و ارزیابی پروژه‌های فضایی خود استفاده می‌کند، باعث شده است این سازمان از مطالعهٔ تطبیقی کنار گذاشته و بررسی استانداردهای ایزو و گوست ۲۱۵۰۰ جایگزین آن شود.

در سند ایزو ۲۱۵۰۰، بر مدیران پروژه الزام شده است که پروژه را به بخش‌ها و فعالیت‌های مختلف تقسیم کنند تا مدیریت، کنترل و ارزیابی آن بهتر و پربازده‌تر انجام گیرد. اهمیت این مسئله هم در سازمان فضایی اروپا و هم در سازمان فضایی ناسا مشخص است. هر دو سازمان چرخهٔ عمر دقیقی برای پروژه‌های خود طراحی کرده‌اند که در آن تمامی بخش‌ها به دقت مشخص شده‌اند. مشخص شدن تعداد بخش‌ها از ابتدا تا انتها، نام‌گذاری آن‌ها، مشخص شدن نقاط تصمیم‌گیری کلیدی، مشخص شدن معیار ورود پروژه به هر بخش و معیارهای موفقیت پروژه در پیشبرد هر بخش تنها قسمتی از اطلاعاتی هستند که سازمان‌های فضایی همراه با چرخهٔ عمر پروژه منتشر کرده‌اند.

در بررسی این شاخص، مطالعهٔ تطبیقی و مقایسهٔ استانداردهای دو سازمان نشان می‌دهد که چرخهٔ عمر پروژه‌های دو سازمان و نقاط تصمیم‌گیری کلیدی آن‌ها تفاوت‌هایی جزئی با یکدیگر دارند. دیگر تفاوت اساسی موجود بین اسناد این دو سازمان این است که سازمان فضایی ناسا برای برنامه‌های خود نیز چرخهٔ عمر طراحی کرده است. لذا می‌توان دقت سازمان فضایی ناسا در طراحی چرخهٔ عمر را بالاتر از سازمان فضایی اروپا دانست.

در بحث ارزیابی ریسک، ریسک ایمنی، ریسک فناوری، ریسک جدول زمان‌بندی و ریسک هزینه‌ها، چهار شاخص اصلی ارزیابی ریسک معرفی شدند. البته ناسا ریسک‌های دیگری از جمله

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

ریسک درز اطلاعات، ریسک اثر مخرب پروژه بر توده‌های مردم و ریسک عدم صلاحیت کافی اعضای تیم پروژه را نیز جزء موارد خطرآفرین لحاظ کرده است؛ هرچند که توضیحی در زمینهٔ ارزیابی آن ارائه نکرده است. مقایسهٔ استانداردهای سازمان ناسا و سازمان فضایی اروپا نشان می‌دهد هر دو سازمان شاخصی ۹ مرحله‌ای برای ارزیابی ریسک فناوری مورد استفاده در پروژه را لحاظ می‌کنند.

در زمینهٔ ارزیابی جدول زمان‌بندی، ارزیابی هزینه و ارزیابی ریسک، مهم‌ترین عامل کیفیت یک سازمان، داده‌های تاریخی حاصل از پروژه‌های پیشین آن است. نمودارها، جداول و شاخص‌های متنوعی در اسناد سازمان‌ها منتشر شده است که هر کدام از دیدگاه متفاوتی دست به ارزیابی می‌زنند. البته سازمان فضایی ناسا نمودارهای متنوع‌تری برای ارزیابی جدول زمان‌بندی، ریسک جدول زمان‌بندی و هزینه‌ها پیشنهاد داده است. لذا در این زمینه نیز استاندارد سازمان ناسا را می‌توان کامل‌تر یافت.

در زمینهٔ ارزیابی ریسک و ارزیابی احتمال و عواقب وقوع ریسک، هر دو سازمان ماتریس ۵ در ۵ را به عنوان مدل ارزیابی خود قرار داده‌اند. البته این جدول ۵ در ۵ تفاوت‌هایی میان دو سازمان دارد. به عنوان مثال، در ارزیابی احتمال وقوع ریسک، با اینکه هر دو سازمان نمره‌ای بین ۱ تا ۵ برای احتمال وقوع در نظر می‌گیرند، از ملاک نمره‌دهی متفاوتی استفاده می‌کنند. همچنین سازمان ناسا در زمینهٔ ارزیابی ریسک، تحقیق‌های گسترده و کتابچه‌های چند صد صفحه‌ای مفصلی منتشر کرده است که بسیار ویژه و قابل اعتناست و مشابه آن‌ها را در دیگر سازمان‌ها نمی‌توان یافت. به طور خلاصه جدول (۶) را می‌توان به عنوان شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی معرفی کرد:

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

جدول (۶): شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی

قبل از شروع پروژه	حین انجام پروژه
ارزیابی مطابقت پروژه با اهداف سازمان	ارزیابی انتهایی هر بخش و آمادگی ورود به بخش بعد
ارزیابی ابعاد پروژه و سطح نظارت مورد نیاز	ارزیابی زمان انجام هر فرایند و مقایسه با خط مبنا
ارزیابی سرعت انجام پروژه	ارزیابی ریسک فناوری‌های مورد استفاده در پروژه
ارزیابی فناوری مورد نیاز پروژه	ارزیابی هزینهٔ انجام هر فرایند و مقایسهٔ آن با خط مبنا
ارزیابی هزینه‌های پروژه	ارزیابی ریسک ایمنی فرایندهای پروژه
ارزیابی نظام کنترلی مورد نیاز پروژه	ارزیابی نحوهٔ ارتباط و انتقال اطلاعات بین گروه‌های درگیر
ارزیابی اعضای تیم پروژه	ارزیابی کفایت نظام مدیریتی و کنترلی پروژه
ارزیابی چرخهٔ عمر پروژه	ارزیابی کفایت نیروی انسانی و امکانات پروژه

با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح کرد:

۱) با توجه به روندهای موجود، پیشنهادهای آتی می‌تواند پیرامون مسئله تخصیص پروژه به افراد بر مبنای سوابق ارزیابی عملکرد پروژهای آن‌ها باشد؛ یعنی روشی تعیین شود که تخصیص پروژه به افراد (اعم از مدیر پروژه و سایر عوامل پروژه) بر اساس عملکرد افراد در پروژه‌های پیشین صورت پذیرد؛

۲) توسعه مدل‌های ارزیابی پروژه‌های فضایی در کشور با درنظر گرفتن تجربیات سازمان فضایی اروپا، ناسا و روسیه؛

۳) دسته‌بندی اقسام پروژه‌های فضایی بر اساس حدود مجاز هزینه و زمان؛

۴) اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی ذکر شده در مقاله، بر اساس میزان اهمیت آن‌ها.

۷ تقدیر و تشکر

در پایان از تمامی افرادی که ما را در انجام پژوهش حاضر کمک و مساعدت کردند، کمال تشکر قدردانی به‌عمل می‌آید.

۸ مراجع

۱- الوانی، (۱۳۹۲)، مدیریت تطبیقی، چاپ هشتم: نشر دانشگاه پیام نور.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

۲- ریگین، چارلز، (۱۹۸۹)، روش تطبیقی: فراسوی راهبردهای کمی و کیفی، (ترجمه محمد فاضلی، ۱۳۸۸)، تهران، نشر آگه.

۳- قطب سیفی، (۱۳۹۸). کاربست رویکرد مهندسی هم زمان در پروژه‌های فضایی. فناوری در مهندسی هوافضا، ۲ (پیاپی ۹)، ۱۱-۲۲.

۴- طالبان، محمدرضا، (۱۳۸۴)، معضل آزمون استدلال علی در تحقیقات تاریخی تطبیقی. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳(۵۰-۵۱)، ۱۲۳-۱۴۲.

۵- وبگاه سازمان فضایی ایران - https://isa.ir

۶- استعلام صورت گرفته از معاونت استانداردسازی فضایی- مرکز استاندارد دفاعی ایران - تاریخ ۱۴۰۱.۵.۱۲

7- https://sinapress.ir/news/111492

8- Bach, L., Cohendet, P., & Ledoux, M. J. (1995). The evaluation of big R&D projects: A comparison between the Brite Euram projects and the ESA space projects. International Journal of Technology Management, 10(4-6), 525-556.

9- Blythe, M.P., et al., (2014), NASA Space Flight Program and Project Management Handbook.

10- Bukhari, S.A.H., (2011), What is Comparative Study?

11- CFR (Code of Feredal Regulation) § 1201.101 – Purpose, 2014.

12- Hickey, J. V. (2021). PLANNING A PROGRAM OR PROJECT EVALUATION. Evaluation of Quality in Health Care for DNPs.

13- Dvir, D., A.J. Shenhar, and S. Alkaher, (2003), From a single discipline product to a multidisciplinary system: Adapting the right style to the right project. Systems Engineering, 6(3): p. 123-134.

14- Discenza, R. and J. Forman. (2007), Seven causes of project failure: how to recognize them and how to initiate project recovery. in annual North American meeting of the Project Management Institute, Atlanta, GA.

15- European Space Component Information Exchange System (ESCIES). Available from: https://escies.org/.

16- European Space Component Coordination (ESCC). Available from: https://spacecomponents.org/.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

17- Hirshorn, S. and S. Jefferies, (2016), Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team.

18- Khalifa, R. I., & Daim, T. U. (2021). Project Assessment Tools Evaluation and Selection Using the Hierarchical Decision Modeling: Case of State Departments of Transportation in the United States. Journal of Management in Engineering, 37(1), 05020015.

19- Mankins, J.C., (1995), Technology readiness levels. White Paper, vol. 6, p. 135.

20- NASA, (1968), Phased Project Planning Guidelines.

21- NASA, Schedule management handbook. National Aeronautics and Space Administration NASA Headquarters, Washington, DC, 3403, 2020.

22- NASA, S3001: Guidelines for Risk Management, Version: G. National Aeronautics and Space Administration NASA Headquarters, Washington, DC, 2017.

23- NASA, Headquarters, NASA Space Flight Program and Project Management Requirements- NASA Procedural Requirements (NPR) 7120.5 E Changes, 2021.

24- Peeters, W., Gurtuna, O., & Hachem, A. N. (2005, June). Classifying and evaluating space projects: a unified method for estimating social and private returns. In Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2005. RAST 2005. (pp. 834-839). IEEE.

25- Preyssl, C., R. Atkins, and T., (1999), Deak, Risk management at ESA. ESA bulletin, 97: p. 64-68.

26- Rodríguez, M., Silva, J. G., Rodríguez-Dapena, P., Loon, H. V., & Aldea-Montero, F. (2005). Reuse of existing software in space projects—Proposed approach and extensions to product assurance and software engineering standards. In International Conference on COTS-Based Software Systems (pp. 258-267). Springer, Berlin, Heidelberg.

27- Secretariat, E., ECSS-M-ST-10C Space Project Management-Project Planning and Implementation. ESA-ESTEC Requirements and Standards Division, Noordwijk, Netherlands, 2009.

28- Shenhar, A., et al., (2005), Toward a NASA-specific project management framework. Engineering Management Journal, 17(4): p. 8-16.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

29- Shenhar, A.J. and D. Dvir, (1996), Toward a typological theory of project management. Research policy, 25(4): p. 607-632.

30- Shenhar, A.J., (2004), Strategic Project Leadership® Toward a strategic approach to project management. R&d Management, 34(5): p. 569-578.

31- Shahriar, M. S., Hasan, K. B. M., Hossain, T., Beg, T. H., Islam, K. A., & Zayed, N. M. (2021). Financial decision making and forecasting techniques on project evaluation: a planning, development and entrepreneurial perspective. Academy of Entrepreneurship Journal, 27(4), 1-7.

32- Shishko, R., D.H. Ebbeler, and G. Fox, (2004), NASA technology assessment using real options valuation. Systems Engineering, 7(1): p. 1-13.

33- Standard, Space Management- Cost and Schedule Management (ECSS-M-ST-60C). 2008, Jul.

34- Standard, ECSS System- Glossary of terms (ECSS-ST-S-00-01C). 2012, Oct.

35- Standard, Space Management- Organization and conduct of reviews (ECSS-M-ST-10-01C). 2008, Jul.

36- Standard, European Cooperation for Space Standardization (ECSS-Q-HB-80-02 Part 1A) Space product assurance- Software process assessment and improvement – Part 1: Framework. 2010.

37- Standard, Space Project Management-Risk Management (ECSS-M-ST-80C). 2008, Jul.

38- Standard, Space Engineering- Technology Readiness Level (TRL) guidelines (ECSS-E-HB-11A). 2017, Jul.

39- Цветков, А.Б., Вопросы эффективности проектного менеджмента в космической отрасли: российский и международный опыт (Eng: Issues of the effectiveness of project management in the space industry: Russian and international experience). 2-я международная конференция «ЛОГИСТИКА Ракетно-Космической Промышленности» SPACELOG, 2017.

40- ГОСТ, Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом-ГОСТ Р 54869-11. 2011.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399

Research paper

Comparative Research of Evaluation Models of Space Projects (Case study: NASA, European Space Agency and Russia)

Seyyedmohsen mirbaghery*, Amin shafiee

Abstract

Received: 2022/03/09

Accepted: 2022/09/11

To achieve the optimal model for assessment space projects in Iran, it seems necessary to study similar models in other reputable organizations. The purpose of this study is a comparative study of assessment models in Space Agency of European, NASA, and Russia. The assessment of space projects is done in the framework of internationally approved standards, by referring to the latest documents and related standards of these organizations, Content related to project assessment models have been collected to identify critical points in assessment a space project. Also, by evaluating the assessment models of these organizations and analyzing the relevant standards, the most important indicators in designing an assessment model have been determined. The results show that technical risk assessment, safety, scheduling, and budget are the most important assessment variables of a space agency assessment standard.

Keywords: Space standards, space projects, NASA, European Space Agency, Russian Federal Space Agency.

DOI: 10.22034/jsqm.2022.332002.1399