

برنامه ریزی مجدد جایگاه‌های توقف هواپیماها (اپرون) برای فرودگاه‌های مهرآباد و امام خمینی (ره) تهران در شرایط افزایش ناوگان

مقاله پژوهشی

محمدجواد عیسی پور، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

علی عبدی کردانی، دانشیار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، قزوین، ایران

مهدی نصرالهی*، دانشجوی دکتری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، قزوین، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: nimaa.nasrollahi@gmail.com

دریافت: ۹۹/۱۰/۱۸ - پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۵

صفحه ۱-۱۴

چکیده

امروزه با پیشرفت چشمگیر و پرشتاب حمل‌ونقل هوایی در سراسر دنیا، فرودگاه‌ها شاهد رشد ترافیک مسافری که منتج به ناکافی بودن ظرفیت آن‌ها به منظور پاسخگویی به ترافیک در وضع موجود و سال‌های آتی می‌باشد، هستند در این بین کشور ایران با توجه به توافقات صورت پذیرفته به منظور نوسازی و افزایش ظرفیت ناوگان هوایی، پیش‌بینی می‌گردد در آینده نه چندان دور ظرفیت فرودگاه‌های کشور پاسخگوی میزان ترافیک هوایی نباشد؛ در این بین فرودگاه‌های مهرآباد تهران و امام خمینی با توجه به سیاست‌گذاری‌های کلان و همچنین موقعیت استراتژیک خود می‌بایست توانایی پاسخگویی به بیشترین حجم از ترافیک هوایی را دارا باشند و این در شرایطی است که فرودگاه مهرآباد به دلیل قدمت ساخت دچار محدودیت شدید به منظور تملک و توسعه عوامل پروازی می‌باشد و فرودگاه امام خمینی نیز نیازمند برنامه‌ریزی جهت توسعه در سال‌های طرح می‌باشد. در این تحقیق با پیش‌بینی ترافیک هوایی در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۴۰۴ و ۱۴۱۴، تعداد جایگاه مورد نیاز فرودگاه مهرآباد در سال‌های طرح به ترتیب برابر با ۴۴، ۶۱ و ۸۱ جایگاه و تعداد جایگاه مورد نیاز فرودگاه امام خمینی به ترتیب برابر با ۲۱، ۳۸ و ۶۳ جایگاه بدست آمد؛ و سپس با بررسی عوامل تاثیرگذار بر ظرفیت توقفگاه فرودگاه‌ها، ظرفیت فرودگاه مهرآباد و امام خمینی در سال ۱۴۰۴ به ترتیب ۳ و ۴ هواپیمای بارده عملیاتی C و در سال ۱۴۱۴ نیز به ترتیب ۴ و ۶ هواپیمای بارده عملیاتی C در ساعت اوج افزایش یافت. همچنین میزان توسعه مورد نیاز فرودگاه مهرآباد و امام خمینی در سال‌های ۱۴۰۴ به ترتیب برابر با ۱۰۷۰۰ و ۲۸۰۰ مترمربع و نیز در سال ۱۴۱۴ به ترتیب برابر با ۹۵۰۰۰ و ۲۶۷۳۰۰ مترمربع پیش‌بینی گردید.

واژه‌های کلیدی: ترافیک هوایی، توقفگاه فرودگاه، ظرفیت عوامل میدان پرواز، ناوگان هوایی

۱-مقدمه

فرودگاه‌ها به عنوان زیربنایی‌ترین و مهم‌ترین زیرساخت حمل‌ونقل هوایی و محور اصلی ارتباط بین مجموعه خدمات‌رسان و استفاده‌کنندگان شناخته می‌شوند که مشخصات و ظرفیت آن در هر دو بخش زمینی و هوایی تأثیر بسزایی در میزان اقتصادی بودن و کارا بودن این مد حمل‌ونقلی دارد. امروزه در دنیا، حمل‌ونقل هوایی یکی از

در دنیای امروز ترابری یا حمل‌ونقل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حمل‌ونقل هوایی که یکی از مدهای حمل و نقلی در دنیای امروزه شناخته می‌شود؛ یکی از موثرترین و مهم‌ترین محورهای توسعه و رشد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد که از جایگاه حائز اهمیتی به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی برخوردار است. در این بین

هزینه بسیار بالای تملک اراضی در فرودگاه‌ها و همچنین ساخت‌وساز و نگهداری در فرودگاه‌ها باعث از بین رفتن سرمایه‌های ملی و عدم استفاده مناسب از ظرفیت بوجود آمده در شرایط فعلی خواهد شد. (International Civil Aviation Organization, 2013)

امروزه با توجه به هزینه‌های بسیار بالای تملک اراضی در فرودگاه‌ها و همچنین هزینه‌های مربوط به ساخت و نگهداری سطوح پروازی و با توجه به سخت‌گیری‌های اخیر نسبت به رعایت ضوابط زیست محیطی و به حداقل رساندن میزان آلاینده‌ها در محوطه‌های فرودگاهی، مدیران ارشد فرودگاهی در سراسر دنیا به منظور پاسخگویی به ترافیک رو به رشد هوایی و تامین ظرفیت متناسب با عملیات هوایی در فرودگاه‌های بزرگ به فکر مدیریت بهینه سطوح پروازی با استفاده از حداقل توسعه و رسیدن به بیشترین ظرفیت می‌باشند. با توجه به پیشنهادات سازمان ایکنائو و تحقیقات صورت پذیرفته طراحی توقفگاه بسته به عوامل تاثیر گذار آن دستخوش تغییرات در طرح می‌گردد و مهندسین طراح فرودگاه با بررسی تمامی ضوابط و عوامل موثر اقدام به ارائه اقتصادی ترین طرح می‌نمایند. (International Civil Aviation Organization, 2006)

در این تحقیق ابتدا به برنامه‌ریزی و تحلیل ظرفیت موجود فرودگاه و میزان پاسخگویی توقفگاه با توجه به وضع موجود و پس از آن به تخمین ترافیک هوایی در سال‌های آتی و در شرایط افزایش ناوگان پرداخته می‌شود، یکی دیگر از اهداف این تحقیق بررسی عوامل تاثیر گذار بر ظرفیت توقفگاه و استفاده بهینه از جایگاه‌ها در محوطه توقفگاه با استفاده از تحلیل عوامل یاد شده می‌باشد و در نهایت هدف نهایی این تحقیق ارائه طرح‌های پیشنهادی خط‌کشی با توجه به بررسی‌های یاد شده و همچنین استفاده از اصل انعطاف‌پذیری و استفاده بهینه از ظرفیت توقفگاه با کمترین میزان تملک و احداث اراضی می‌باشد که در نهایت منتج به تخمین میزان اراضی مورد نیاز به منظور تملک و احداث اراضی مورد نیاز در بیست سال آتی با توجه به رشد ترافیک هوایی در فرودگاه‌های مهرآباد تهران و امام خمینی می‌باشد.

با توجه به بررسی صورت پذیرفته مشخص گردید تحقیقات انجام شده در خصوص موضوع مورد مطالعه بسیار محدود بوده به صورتی که تنها یک مورد مقاله معتبر بدست آمد. در این تحقیق فرودگاه مورد مطالعه فرودگاه بین المللی سلطان حسن الدین اندونزی می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از آیین‌نامه‌های انجمن هوانوردی آمریکا و همچنین اسناد ایکنائو به برنامه‌ریزی توقفگاه پرداخته است. در این مقاله ابتدا با در نظر گرفتن رشد مسافر حمل و نقل هوایی نسبت به انتخاب

جذاب‌ترین و ایمن‌ترین مدهای حمل‌ونقل محسوب می‌شود که این موفقیت با توجه به پیشرفت همه روزه و همه جانبه انواع هواپیماها به لحاظ مشخصات فنی و ایمنی بالاتر بدست آمده است. در کشور ایران یکی از مشکلاتی که در سال‌های آتی با خرید ناوگان جدید به وجود خواهد آمد، مسئله فضای مورد نیاز جهت توقف هواپیماها می‌باشد. در حال حاضر در فرودگاه‌های امام خمینی (ره) و مهرآباد تهران خط‌کشی هواپیماها در توقفگاه به دو صورت Push back و Self-Maneuvering می‌باشد. (Airports Council International, 2014 & Federal Aviation Administration, 2008)

قابل ذکر است هم اکنون تعداد جایگاه‌های موجود با توجه به حجم بالای پروازها در فرودگاه مهرآباد خصوصاً در ساعات اوج پروازی پاسخگو نبوده و از طرفی این فرودگاه با توجه به قدمت ساخت شرایط مناسبی برای تملک اراضی ندارد و در شرایط آتی در فرودگاه امام خمینی نیز با توجه به عملیاتی شدن و افزایش سفرهای بین المللی پیش‌بینی می‌گردد ظرفیت توقفگاه این فرودگاه پاسخگوی عملیات نشست و برخاست شرکت‌های هواپیمایی نباشد. یکی از نکات قابل توجه در فرودگاه مهرآباد تهران عدم امکان توسعه بدلیل قرار گرفتن در موقعیت داخلی شهر تهران است که مهندسان و متخصصان این صنعت را بر آن داشته است تا با استفاده بهینه از فضای موجود حتی الامکان بتوانند پاسخگوی نیازهای ترافیکی این فرودگاه باشند. نکته حائز اهمیت دیگر ورود هواپیمای ایرباس ۳۸۰ به ناوگان حمل‌ونقل هوایی ایران است. این نوع هواپیما با توجه به ابعاد بسیار بزرگتر در مقایسه با هواپیماهای موجود در ناوگان؛ نیازمند مدیریت و برنامه‌ریزی ویژه‌ای به منظور فراهم آوردن شرایط مساعد و ایمن جهت عملیاتی شدن این هواپیما می‌باشد.

اپرون یکی از بخش‌های اصلی عوامل میدان پرواز است که ظرفیت آن با توجه به محاسبات مربوطه تعیین می‌گردد. در حال حاضر میزان توسعه اپرون‌های فرودگاه‌های کشور غالباً با توجه به طرح‌های جامع و مطالعات ترافیکی سیاست‌گذاری می‌گردند که در شرایط گذشته کشور و روند ادامه تحریم‌ها میزان افزایش ناوگان بدین صورت در مطالعات ظرفیتی لحاظ نمی‌گردید لکن با افزایش ناوگان و همچنین ظرفیت موجود اپرون فرودگاه‌های کشور، نوع و تعداد هواپیماهای آتی در شرکت‌های هواپیمایی بیش از ظرفیت اپرون‌های موجود خواهد شد و چنانچه برنامه‌ریزی دقیق و کارشناسانه‌ای در خصوص حل این مشکل صورت نپذیرد در آینده نه چندان دور احتمالاً شاهد تصمیم‌های لحظه‌ای مدیریتی به منظور حل بحران خواهیم بود که با توجه به

درصد توصیه می‌گردد. حال با در نظر گرفتن رشد ترافیک برای فرودگاه مهرآباد فرودگاه امام خمینی تعداد مسافران در سال طرح به صورت جدول ۱ پیش‌بینی می‌شود. (International Civil Aviation Organization, 2006)

۲-۲- برآورد و پیش‌بینی ترافیک مسافری

به منظور طراحی تسهیلات فرودگاه، برآورد ظرفیت زمان‌های اوج، ضروری می‌باشد. ظرفیت زمان‌های اوج به پارامترهای زیادی از جمله تغییرات فصلی، ویژگی مسافران، ترافیک هوایی، ظرفیت عوامل پروازی و تسهیلات و تجهیزات هوانوردی وابسته است. این ارتباط ممکن است در بخش‌های بین‌المللی و داخلی متفاوت باشد. مطابق آیین‌نامه طراحی محوطه زمینی فرودگاه نشریه شماره ۱۹۷ محاسبه ساعت اوج فرودگاهها در شرایط مسافری گوناگون از روش‌های مدل پروازی (همزمانی پرواز)، مدل "منحنی" جهت محاسبه مسافر و پرواز ساعت اوج و مبنای ضریب ثابت از عملکرد سالیانه فرودگاه استفاده می‌شود. (پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری، ۱۳۷۹)

در روش تعیین ساعت اوج بر مبنای ضریب ثابت از عملکرد سالیانه فرودگاه که دارای عملکرد جابجایی بیش از ۱۵ میلیون نفر مسافر در سال می‌باشند، تعداد مسافران ماه اوج برابر ۱۰ درصد تعداد مسافران سالانه، تعداد مسافران روز اوج برابر ۴ درصد مسافران ماه اوج و تعداد مسافران ساعت اوج برابر ۹ درصد مسافران روز اوج توصیه می‌شود. در جدول ۲ تعداد مسافر ساعت اوج و روش بکار رفته برای تعیین آن آورده شده است.

۲-۳- تعیین تعداد پرواز ساعت اوج در فرودگاه مهرآباد تهران

به منظور دستیابی به تعداد نشست و برخاست ساعت اوج لازم است ابتدا درصد عملیات هر هواپیما در طی سال‌های اخیر را بدست آورد و سپس تعداد مسافران ساعت اوج در سال مورد نظر و درصد عملیات هوایی ناوگان، بخش بر تعداد صندلی که در ضریب بهره‌وری ضرب شده می‌شود، و تعداد نشست و برخاست ساعت اوج را محاسبه می‌گردد. لازم به ذکر است که ضریب بهره‌وری ۰,۹ در نظر گرفته می‌شود. با توجه به داده‌های تعداد نشست و برخاست ساعت اوج، مجموع برخاست هواپیماهای مختلف برای فرودگاه مهرآباد و فرودگاه امام خمینی در سال ۱۳۹۴ برابر ۴۱ و ۱۵ پرواز در ساعت بدست می‌آید. حال با توجه به آمار بدست آمده از شرکت فرودگاه‌ها و ناوبری هوایی ایران تعداد و درصد عملیات ناوگان در رده‌های مختلف برای این فرودگاه

ضرایب رشد اقدام نموده است و سپس با استفاده از فرمول‌های محاسباتی انجمن هوانوردی کشور ژاپن، تعداد پرواز ساعت اوج را بدست آورده است. (Suharman & Sakti, 2015).

۲- روش تحقیق

۲-۱- برآورد و پیش‌بینی ترافیک مسافری

به منظور تعیین درصد رشد ترافیک می‌توان از مدل‌های مختلف پیش‌بینی استفاده نمود. یکی از این مدل‌ها، تعمیم روند گذشته یا تاریخچه ترافیک می‌باشد. با توجه به آمار موجود از مسافران هوایی طی نه سال گذشته که دارای درصد رشد غیر منطقی در فرودگاه امام خمینی می‌باشد امکان استفاده از این مدل را به حداقل رسانده و لزوم استفاده از مدلی که منجر به تعیین درصد رشد پایدار و منطقی ترافیک هوایی گردد را تایید می‌نماید، مدل دیگر، مدل مبتنی بر پایه اقتصاد می‌باشد که در میان شاخص‌های اقتصاد کلان، تولید ناخالص داخلی (GDP) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا نه تنها به عنوان مهمترین شاخص عملکرد اقتصادی در تجزیه و تحلیل‌ها و ارزیابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه بسیاری از دیگر اقلام کلان اقتصاد، محصولات جنبی محاسبه و برآورد آن محسوب می‌گردند. در واقع تولید ناخالص داخلی، ارزش پول کلیه کالاها و خدمات نهایی است که در داخل مرزهای یک کشور در یک دوره زمانی مشخص، تولید می‌شود. تجربه جهانی نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی، می‌تواند معیار مناسبی جهت پیش‌بینی ترافیک مسافری باشد. در شرایط اقتصادی مطلوب، عموماً درصد رشد ترافیک مسافری ۲ تا ۳ برابر درصد رشد GDP می‌باشد؛ در شرایط اقتصادی نامطلوب، ترافیک مسافری با شدت بیشتری از تغییرات GDP، افت خواهد داشت. در این تحقیق فرض می‌شود درصد رشد ترافیک مسافری در فرودگاه‌های امام خمینی و مهرآباد تهران برابر با درصد رشد GDP کل کشور باشد. با توجه به اطلاعات بدست آمده از مقادیر ترافیک مسافری هوایی کل کشور و آمار مربوط به شاخص GDP به نقل از بانک جهانی در سال‌های گذشته میانگین درصد رشد GDP-PPP در ۹ سال اخیر کشور برابر با ۳,۵ درصد و درصد رشد مسافر کل کشور در این سال‌ها برابر با ۶,۶۷ درصد می‌باشد. بنابراین با توجه به میانگین پیش‌بینی‌های بین‌المللی (۵,۷ درصد) و همچنین روند گذشته فرودگاه‌های امام خمینی و مهرآباد تهران و بررسی‌های میدانی صورت پذیرفته درصد رشد ترافیک آینده برای فرودگاه‌های امام خمینی و مهرآباد به ترتیب ۵ و ۳

هوایماهای با این رده برای عملیات در پروازهای داخلی منطقی به نظر می‌رسد با توجه به مذاکرات صورت پذیرفته با شرکت هوایماسازی ایرباس ناوگان‌های در دست خرید از رده‌های E، C و F می‌باشد.

با توجه به توضیحات ارائه شده منطقی به نظر می‌رسد که ناوگان موجود از لحاظ رده‌ای با ناوگانی که در آینده پیش‌بینی می‌گردد یکسان در نظر گرفته شود.

به صورت جدول ۳ و ۴ آورده شده است. (Iran civil organization, 2010)

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با توجه به سیاست‌گذاری‌های شرکت فرودگاه‌ها در خصوص استفاده از فرودگاه مهرآباد صرفاً به عنوان عملیات جهت پروازهای داخلی میزان عملیات و همچنین ناوگان در حال حاضر همسو با سیاست‌های کلان کشوری می‌باشد. با توجه به آمار جمعیتی، ترافیکی و فواصل شهرهای کشور از یکدیگر و همچنین برد پروازی هوایماهای عملیاتی در رده C.

جدول ۱. تعداد مسافر در سال های طرح

سال	مسافران فرودگاه امام خمینی	تعداد مسافران فرودگاه مهرآباد
۱۳۹۴	۷۱۸۱۲۳۶	۱۴۰۳۲۶۲۶
۱۴۰۴	۱۱۶۹۷۴۷۷	۱۸۸۵۸۶۷۶
۱۴۱۴	۱۹۰۵۳۹۵۷	۲۵۳۴۴۴۸۳

جدول ۲. تعداد و درصد عملیات ناوگان در رده های مختلف

فرودگاه	سال	تعداد مسافر سالانه	روش ضریب ثابت (ضرایب)	روش متحنی (ضریب)	روش مدل پروازی	تعداد مسافر ساعت اوج
فرودگاه امام خمینی	۱۹۹۴	۷۱۸۱۲۳۶	-	۰/۱۳۱	-	۲۵۷۸
	۱۴۰۴	۱۱۶۹۷۴۷۷	-	۰/۱۲۸	-	۴۱۰۲
	۱۴۱۴	۱۹۰۵۳۹۵۷	۰/۰۹-۰/۰۴-۰/۱	-	-	۶۸۶۰
فرودگاه مهرآباد	۱۹۹۴	۱۴۰۳۲۶۲۶	-	۰/۱۲۵	-	۴۸۰۶
	۱۴۰۴	۱۸۸۵۸۶۷۶	۰/۰۹-۰/۰۴-۰/۱	-	-	۶۷۸۹
	۱۴۱۴	۲۵۳۴۴۴۸۳	۰/۰۹-۰/۰۴-۰/۱	-	-	۹۱۲۴

سفر و تعداد مسافران، هوایماهای با رده E مناسب می‌باشند، البته قابل ذکر است با توجه به اینکه حجم قابل توجهی از پروازهای بین‌المللی ایران پروازهای زیارتی می‌باشد و این پروازها به مقصد کشورهای همسایه عملیات انجام می‌دهند. در پیش‌بینی‌ها لازم است سهم قابل توجهی از ناوگان را به هوایماهای با رده C اختصاص گیرد، از طرفی همانطور که اشاره شد در سال‌های آتی تقریباً ناوگان هوایی با رده D از عملیات حذف و ناوگان غالب دنیا ناوگان از نوع C و یا E خواهد بود از سوی دیگر غالب هوایماهای عملیاتی در حال حاضر با رده عملیاتی D از نوع ایرباس بوده و و بدلیل عمر

با توجه به سیاست‌های کلان کشور در خصوص استفاده از فرودگاه امام خمینی به عنوان قطب فرودگاهی منطقه‌ای در سال‌های آتی و همچنین انتقال تمامی پروازهای بین‌المللی در سال‌های اخیر به فرودگاه امام خمینی، می‌بایست به منظور پیش‌بینی پروازهای ساعت اوج فرودگاه امام خمینی در سال‌های طرح مقایسه‌ای منطقی بین تعداد عملیات و نوع هوایماها در سال ۱۳۹۴ و سال‌های آتی صورت پذیرد. در این پیش‌بینی بدیهی است که فرودگاه امام خمینی را نمی‌توان به لحاظ رده هوایماهای عملیاتی با فرودگاه مهرآباد یکسان در نظر گرفت؛ زیرا همانطور که در گذشته نیز شاهد اینگونه بوده است به منظور عملیات پروازهای بین‌المللی به دلیل بعد

بالای استفاده از آنها که حدود بیست سال می‌باشد، باید تا چند سال دیگر از ناوگان هوایی کشور خارج شوند. در این تحقیق جهت پیش‌بینی تعداد ساعت پرواز در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۱۴ فرودگاه امام خمینی، هواپیماهای با رده E جایگزین هواپیماهای با رده D شده‌اند، زیرا همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید در ده سال آتی با توجه به عمر مفید هواپیماهای موجود با رده D این نوع هواپیماها، از ناوگان هوایی کشور خارج شوند. با این توضیح در پیش‌بینی تعداد ساعت اوج هواپیما در فرودگاه درصد استفاده از هواپیما با رده‌های E، C و F به ترتیب برابر با ۴۸،۵، ۴۶،۳ و ۵،۲ درصد در نظر گرفته شده‌اند. که به صورت جدول ۵ خلاصه گردیده است.

جدول ۳. تعداد و درصد عملیات ناوگان در رده های مختلف فرودگاه مهرآباد

رده	تعداد در ناوگان	عملیات	درصد تعداد به کل ناوگان عملیاتی در سه سال اخیر	درصد عملیات در کل
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
C	۱۹	۳۰۰۰۸۲	۵۳	۸۹/۹
D	۶	۲۹۵۸۴	۱۷	۸/۸
E	۹	۴۲۸۲	۲۵	۱/۳
F	-	-	-	-

جدول ۴. تعداد و درصد عملیات ناوگان در رده های مختلف فرودگاه امام خمینی

رده	تعداد	عملیات	درصد تعداد به کل ناوگان	درصد عملیات در کل
B	۳	۵۲۰۰	۶	۴
C	۲۲	۶۹۵۳۶	۴۴	۵۰
D	۹	۴۰۳۷۰	۱۸	۲۹
E	۱۶	۲۳۱۸۴	۳۲	۱۷

عوامل به منظور برنامه ریزی اپرون فرودگاه‌ها نوع هواپیماهای عملیاتی در فرودگاه مورد مطالعه می‌باشد.

۲-۴- تعیین تعداد جایگاه مورد نیاز فرودگاه مهرآباد

تهران به روش نامحدود

به منظور تحلیل تعیین ظرفیت جایگاه‌های توقف دو فرض وجود دارد، در فرض اول تمامی هواپیماها می‌توانند از محل‌های توقف موجود در اپرون استفاده نمایند؛ در مدل دیگر فرض می‌شود که هواپیماهایی با ابعاد و اندازه مشخص و یا متعلق به شرکت هوایی خاصی فقط از جایگاهی استفاده کنند که اختصاصاً برای این هواپیماها یا شرکت های هوایی

با توجه به توضیحات ارائه شده، تعداد پرواز ساعت اوج در فرودگاه مهرآباد تهران در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۱۴ محاسبه می‌گردند. در جدول ۶ تعداد پرواز ساعت اوج در فرودگاه مهرآباد و امام خمینی (ره) آورده شده است. با در نظر گرفتن ضریب رشد ۲ درصدی برای فرودگاه مهرآباد تهران و ضریب رشد ۵ درصدی برای فرودگاه امام خمینی برای سال‌های طرح و همچنین تعداد مسافر ساعت اوج برای هر دو فرودگاه در سال‌های طرح و تفاوت قابل توجه تعداد پروازهای ساعت اوج که از محاسبات به دست آمده است می‌بایست به این نکته توجه شود که تنها تعداد مسافر ساعت اوج ملاک برنامه ریزی نمی‌باشد و یکی دیگر از مهمترین

در نظر گرفته شده است. در این تحقیق فرض اولیه ملاک عمل قرار خواهد گرفت و بر طبق این روش ظرفیت اپرون بدست می‌آید. رابطه (۱) بیانگر تعیین تعداد توقفگاه مورد نیاز بر اساس می‌باشد. (Horenjeff & et al,2010)

$$\mu_k \times N_k \geq C_g \times \sum m_i \times Tg_i \quad (1)$$

μ_k : ضریب کارایی جایگاه و یا درصد زمانی در هر ساعت که جایگاه‌های نوع k ممکن است توسط هواپیماهای نوع i مورد استفاده قرار گیرند؛

N_k : تعداد جایگاه‌های نوع k قابل دسترس برای هواپیماهای نوع i

C_g : ظرفیت جایگاه‌های نوع k بر حسب هواپیما در ساعت؛

m_i : درصد هواپیماهای نوع i در ناوگان هواپیمایی استفاده‌کننده از توقفگاه در فرودگاه؛

Tg_i : زمان اشغال مورد نیاز جایگاه توقف برای هواپیماهای نوع i در فرودگاه.

ضریب کارایی جایگاه بین ۰/۵ تا ۰/۸ تغییر می‌کند، اعمال این ضریب به دلیل این واقعیت است که بعید به نظر می‌رسد که تمامی جایگاه‌های توقف موجود، در ۱۰۰ درصد زمان قابل استفاده باشند. با توجه به محاسبات و اطلاعات جدول ۵ ترکیب ناوگان و تعداد عملیات هوایی در فرودگاه مهرآباد تهران نشان می‌دهد که ۹۰ درصد عملیات هواپیماها رده C،

۸/۸ درصد رده D و ۱/۲ درصد رده E می‌باشند. نظر به حذف هواپیماهای رده D تا ده سال آتی و با توجه به سهم عملیات هر ناوگان در سال‌های گذشته و همچنین نوع ناوگانی که تا چند سال آتی وارد کشور می‌شوند، درصد عملیات رده‌های C و E برای فرودگاه مهرآباد در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۱۴ به ترتیب برابر با ۹۵ و ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود. تعداد پرواز در ساعت اوج فرودگاه مهرآباد در سال ۱۴۰۴ و در سال ۱۴۱۴ به ترتیب برابر با ۵۷ و ۷۶ بدست آمده است. با توجه به محاسبات صورت پذیرفته تعداد توقفگاه در سال ۱۴۰۴ در فرودگاه مهرآباد ۶۱ هواپیما و در سال ۱۴۱۴ برابر با ۸۱ هواپیما بدست می‌آید. همچنین ترکیب ناوگان و تعداد عملیات هوایی در فرودگاه امام خمینی نشان می‌دهد که ۴ درصد عملیات هواپیماها رده B، ۵۰ درصد رده C، ۲۹ درصد رده D و ۱۷ درصد رده E می‌باشند. با مد نظر قرار دادن ضریب بهره‌وری ۷۵ درصد، در سال ۱۴۰۴ و در سال ۱۴۱۴ تعداد پرواز در ساعت اوج فرودگاه امام خمینی به ترتیب برابر با ۲۱ و ۳۵ بدست آمده است. با توجه به محاسبات صورت پذیرفته تعداد توقفگاه در سال ۱۴۰۴ در فرودگاه امام خمینی ۳۸ هواپیما و در سال ۱۴۱۴ برابر با ۶۳ هواپیما بدست می‌آید.

جدول ۵. درصد استفاده از هواپیما فرودگاه امام خمینی

رده	درصد تعداد وضعیت موجود	درصد عملیات وضعیت موجود	درصد تعداد در سال طرح	درصد عملیات در سال طرح
A	-	-	-	-
B	۶	۴	-	-
C	۴۴	۵۰	۴۷	۴۸/۵
D	۱۸	۲۹	-	-
E	۳۲	۱۷	۴۴	۴۳/۳
F	-	-	۹	۵/۲

جدول ۶. تعداد پرواز ساعت اوج در فرودگاه مهرآباد و امام خمینی

سال	تعداد پرواز ساعت اوج فرودگاه مهرآباد	تعداد پرواز ساعت اوج فرودگاه امام خمینی
۱۳۹۴	۴۱	۱۵
۱۴۰۴	۵۷/۴	۲۱
۱۴۱۴	۷۵/۶	۳۵

۳- نتایج و بحث

۳-۱- طرح‌های خط‌کشی پیشنهادی فرودگاه مهرآباد

سال طرح ۱۳۹۴

با توجه به ابعاد و اندازه هواپیماها که از شرکت‌های سازنده آنها دریافت گردید. (Airbus commercial aircraft,1983), (Airbus commercial aircraft,1995), (Airbus commercial aircraft,2008), (Airbus commercial aircraft,2009), (Boeing commercial Company,2002).

در رده عملیاتی D و E و همچنین فواصل ایمنی برای این رده از هواپیماها فضای بیشتری را نسبت به رده C اشغال می‌نمایند و این نوع تخصیص در توقفگاه فرودگاه مهرآباد بدین معناست که هم اکنون در جایگاه‌های تخصیص یافته به رده D رده C توقف می‌نماید که این امر ظرفیت توقفگاه را به صورت چشمگیری کاهش می‌دهد. میزان فضای مورد نیاز توقفگاه به ترتیب برای رده های C, D و E برابر با ۰/۳۷ و ۰/۶۹ و ۱/۰۷ که پیشنهاد می‌شود. (International Air Transport Association,2014), (International Air Transport Association,2004).

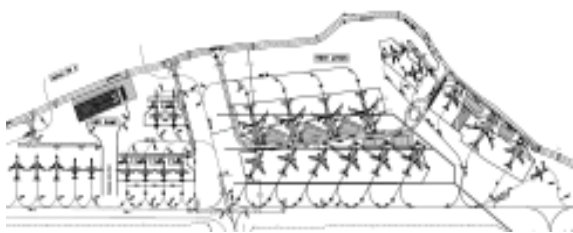
از این مساحت‌های پیشنهادی می‌توان نتیجه گرفت جایگزینی استفاده هواپیمای رده C با رده D مساحتی تقریباً برابر با ۳۲۰۰ مترمربع را بدون استفاده می‌نماید.

در این طرح خط‌کشی در توقفگاه شرقی فرودگاه مهرآباد دو تغییر اصلی ایجاد می‌شود. اولین تغییر اصلی استفاده صرف هواپیماهای با رده عملیاتی C در این توقفگاه می‌باشد و تغییر بعدی تبدیل خط‌کشی خودگردش به خط‌کشی با استفاده از یدک‌کش می‌باشد. با اعمال تغییرات صورت پذیرفته تعداد توقفگاه‌ها در این توقفگاه به ۲۴ توقفگاه افزایش می‌یابد. قابل ذکر است هم اکنون در این قسمت مجموعاً تعداد ۱۳ توقفگاه شامل ۶ توقفگاه برای رده D و ۷ توقفگاه برای رده C، وجود دارد که تمامی این توقفگاه‌ها به صورت خودگردش طراحی شده‌اند.

با تغییر رده عملیاتی D به C، این طرح خط‌کشی با افزایش تعداد توقفگاه‌های رده C هماهنگی بیشتری با درصد عملیات پیدا خواهد نمود به اضافه اینکه تعداد توقفگاه‌ها هم افزایش می‌یابد و همچنین با تغییر طرح خط‌کشی خودگردش به استفاده از یدک‌کش تعداد ۱۳ توقفگاه به ظرفیت توقفگاه افزوده می‌گردد. همانطور که ملاحظه گردید بدون تملک اراضی، ساخت و پرداخت هزینه‌های وابسته با اعمال این اصلاحات ۱۳ توقفگاه به ظرفیت افزوده گردید که با توجه به مساحت‌های پیشنهادی انجمن هوانوردی یاتا و همچنین لزوم توسعه توقفگاه در سال‌های طرح چنانچه بخواهیم طرح فعلی را که به صورت خودگردش می‌باشد را حفظ نماییم، به منظور دستیابی به ۱۳ توقفگاه رده C در این قسمت از توقفگاه فرودگاه، مساحت مورد نیاز تملک و ساخت در حدود ۴۸۱۰۰ متر مربع پیش بینی می‌گردد. به منظور اجرای این طرح لازم است چند یدک‌کش به یدک‌کش‌های موجود اضافه گردد که با توجه به نبود زمین به اندازه کافی جهت توسعه و همچنین هزینه‌های بسیار بالای تملک اراضی و ساخت و نگهداری سطوح پروازی خرید چند یدک‌کش در شرایط فرودگاه مهرآباد اقتصادی‌تر از تملک و ساخت سطوح می‌باشد قابل ذکر است هم اکنون هزینه تملک اراضی و ساخت سطوح پروازی بر عهده شرکت فرودگاه‌ها و ناوبری هوایی ایران بوده و هزینه تهیه دستگاه یدک‌کش بر عهده شرکت‌های هواپیمایی می‌باشد. در حال حاضر در فرودگاه‌های پرتراфик در سطح دنیا نیز طرح‌های خط‌کشی غالباً از نوع یدک‌کش می‌باشد.

در این طرح خط‌کشی اصل بر پایه سابقه ترافیکی عملیات پروازی در نظر گرفته شده است. با توجه به مبانی ذکر شده از تعداد ۴۴ توقفگاه مورد نیاز تعداد ۳۹ توقفگاه به رده C و ۴ توقفگاه به رده D و ۱ توقفگاه به رده E تخصیص می‌یابد. در این طرح با تبدیل طرح خط‌کشی توقفگاه شرقی به استفاده از یدک‌کش و محدود نمودن عملیات رده C در این توقفگاه و همچنین تبدیل دو توقفگاه رده D به سه توقفگاه

جهت عملیات خزش و همچنین توقف این رده در محدوده تاکسیوی‌ها، تاکسی‌لین‌ها و توقفگاه می‌باشد. در طرح پیشنهادی با جایگزینی رده عملیاتی C در جایگاه‌های تخصیص یافته به رده E، تعداد ۱۵ جایگاه رده C جایگزین ۴ هواپیما با رده E می‌شود که با این تغییر مجموع جایگاه‌های رده C به ۵۴ جایگاه افزایش می‌یابد. با توجه به مطالب ذکر شده، در این طرح تعداد جایگاهها مجموعاً به ۵۸ جایگاه افزایش می‌یابد که تعداد ۵۴ جایگاه به رده C و ۴ جایگاه به رده E تخصیص داده شده است. به منظور افزایش جایگاه رده C در قسمت شرقی توقفگاه غربی می‌توان با جایگزینی دو هواپیمای رده C به جای یک هواپیمای رده D، تعداد جایگاه‌های این رده را به ۵۶ جایگاه افزایش داد. همچنین در این طرح می‌توان با استفاده از اصل انعطاف‌پذیری در توقفگاه‌ها، جایگزین ۵ هواپیماهای رده C که در قسمت جنوبی توقفگاه غربی پارک شده‌اند از دو هواپیمای رده E نیز استفاده نمود که در این شرایط تعداد جایگاه‌های رده C به ۴۹ جایگاه کاهش و تعداد جایگاه‌های رده E به ۶ جایگاه افزایش می‌یابد. با این طرح می‌توان در شرایط مختلف، عملیات رده‌های C و E در ساعت اوج پرواز را مدیریت نمود. البته بدین منظور برای استفاده از تاکسیوی E9 تنها هواپیماهای با رده عملیاتی C مجاز خواهند بود.

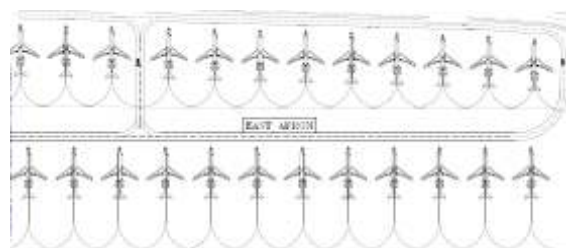


(ب)

رده C در توقفگاه غربی مجموعاً ظرفیت توقفگاه فرودگاه مهرآباد در طرح پیشنهادی به ۵۱ توقفگاه افزایش می‌یابد با افزایش جایگاه‌های رده C در توقفگاه فرودگاه مهرآباد تهران در سال ۱۳۹۴ نه تنها جایگاه‌های بدست آمده پاسخگوی تعداد جایگاه‌های مورد نیاز پیش‌بینی شده می‌باشد بلکه تعداد ۳ جایگاه رده D و ۴ جایگاه رده E بیشتر از پیش‌بینی صورت پذیرفته تامین گردیده است. شکل ۱ طرح پیشنهادی توقفگاه شرقی و غربی فرودگاه مهرآباد را نشان می‌دهد.

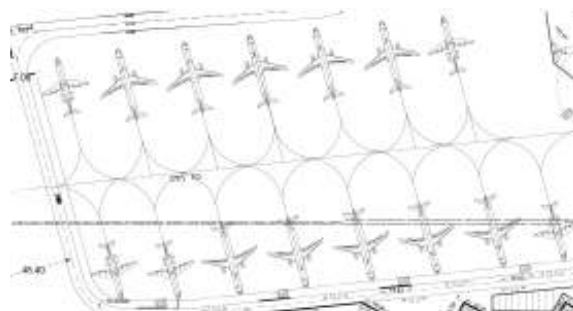
۲-۳- طرح پیشنهادی خط‌کشی سال ۱۴۰۴ فرودگاه مهرآباد

با توجه به محاسبات صورت پذیرفته فرودگاه مهرآباد تهران در سال ۱۴۰۴ نیازمند ۶۱ جایگاه می‌باشد که از این تعداد توقفگاه‌ها ۵۴ جایگاه به رده C و ۶ جایگاه به رده D و ۱ جایگاه نیز به رده E تخصیص یافته است. به منظور تامین این جایگاه‌ها تنها امکان افزایش ظرفیت در توقفگاه فرودگاه مهرآباد تهران اصلاح خط‌کشی و تخصیص جایگاه‌ها در توقفگاه غربی می‌باشد. با بررسی صورت پذیرفته مشخص گردید در توقفگاه غربی مساحت زیادی به جایگاه‌های رده E اختصاص یافته است که با درصد عملیات در این فرودگاه و سیاست‌گذاری‌های کلان کشوری همسو نمی‌باشد. قابل ذکر است به منظور تامین جایگاه برای هواپیماهای رده E در توقفگاه نیازمند اشغال مساحت زیادی از توقفگاه می‌باشیم و این به دلیل تأمین سطوح بی‌خطری

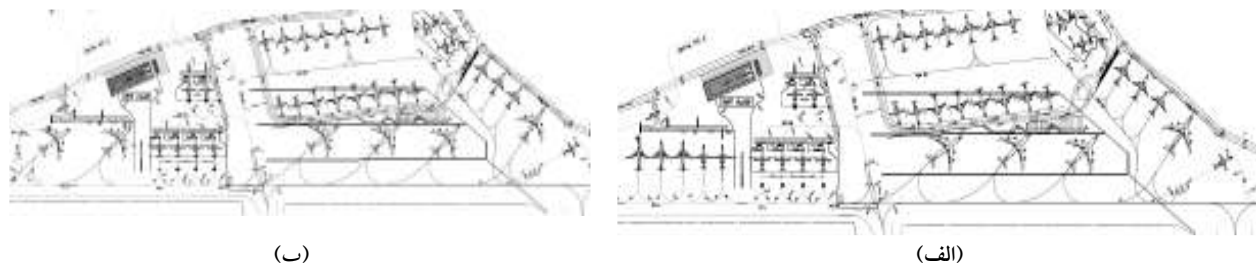


(الف)

شکل ۱. (الف) طرح خط‌کشی توقفگاه شرقی فرودگاه مهرآباد (طرح پیشنهادی) (ب) طرح خط‌کشی توقفگاه غربی فرودگاه مهرآباد (طرح پیشنهادی)



شکل ۲. طرح خطکشی جایگزینی رده C با رده E فرودگاه مهرآباد



شکل ۳. (الف) طرح خطکشی اصلی توقفگاه غربی فرودگاه مهرآباد (پیشنهادی) (ب) طرح خطکشی توقفگاه غربی فرودگاه مهرآباد با استفاده از اصل انعطاف پذیری (پیشنهادی)

۳-۳ طرح پیشنهادی خطکشی سال ۱۴۱۴ فرودگاه مهرآباد تهران

با توجه به محاسبات صورت پذیرفته، فرودگاه مهرآباد تهران در سال ۱۴۱۴ نیازمند ۸۱ جایگاه می باشد، که از این تعداد توقفگاهها ۷۲ جایگاه به رده C و ۹ جایگاه به رده E تخصیص یافته است. جدول ۷ مقایسه طرح پیشنهادی در سال ۱۴۱۴ را به لحاظ تخصیص جایگاه ارائه می دهد. با توجه به جدول ۷ و با انتخاب طرح جایگزینی به عنوان پیش فرض، پیش بینی می گردد توقفگاه فرودگاه مهرآباد در سال ۱۴۱۴ نیازمند ۲۱ جایگاه رده C و ۳ جایگاه رده E باشد. با توجه به مطالعات صورت پذیرفته در سال ۱۴۱۴ می توان با کاهش زمان پیاده و سوار شدن مسافران، ظرفیت جایگاه را تا ۴ رده C در ساعت اوج افزایش داد؛ بنابراین، توقفگاه فرودگاه مهرآباد در سال مورد بررسی، نیازمند توسعه سه جایگاه رده E و ۱۷ جایگاه رده C می باشد.

شکل ۲ طرح خطکشی با در نظر گرفتن جایگزینی رده C با جایگاه تخصیص یافته به رده E را نمایش می دهد شکل ۳ طرح خطکشی اصلی پیشنهادی توقفگاه غربی و شکل ۴ طرح خطکشی پیشنهادی توقفگاه غربی را در شرایط استفاده از اصل انعطاف پذیری با امکان استفاده از ۲ هواپیمای رده E جایگزین ۵ هواپیمای رده C می باشد را نمایش می دهد. در این حالت می توان تعداد استفاده از جایگاهها را با توجه به عملیاتها در ساعت اوج تغییر داد به عبارتی می توان بیان نمود توقفگاه فرودگاه مهرآباد در سال ۱۴۰۴ با کمبود سه جایگاه رده C و یک جایگاه رده E مواجه می باشد. با توجه به مطالعات صورت پذیرفته در سال ۱۴۰۴ می توان با کاهش زمان پیاده و سوار شدن مسافران، ظرفیت جایگاه را تا ۳ رده C در ساعت اوج افزایش داد؛ بنابراین با مدیریت توقفگاه مشکل کمبود ظرفیت رده C قابل حل خواهد بود و توقفگاه فرودگاه مهرآباد در سال مورد بررسی، نیازمند توسعه یک جایگاه رده E در مساحتی به حدود ۱۱۴۰۰ مترمربع می باشد.

جدول ۷. مقایسه تخصیص جایگاه در وضع موجود و طرح پیشنهادی

مقایسه طرح پیشنهادی و مورد نیاز	طرح پیشنهادی	مورد نیاز ۱۴۱۴	طرح پیشنهادی ۱۴۰۴	رده هواپیما
۲۱- یا ۱۶-	۵۱ الی ۵۶	۷۲	۵۱ الی ۵۶	C
-	-	-	-	D
۵- یا ۳-	۴ الی ۶	۹	۴ یا ۶	E
۲۱ جایگاه رده C	۶۰	۸۱	۵۸ یا ۶۲	مجموع

به رده F تخصیص یافته است. در این سال می‌توان دو طرح را پیشنهاد نمود. در طرح اول تعداد دو جایگاه برای رده عملیاتی F، ۲۱ جایگاه برای رده عملیاتی E و ۱۰ جایگاه برای رده C پیشنهاد می‌گردد. جدول ۸ مقایسه تخصیص جایگاه پیشنهاد شده در حالت اول را با تعداد جایگاه مورد نیاز ارائه می‌دهد. همانطور که در این جدول ملاحظه می‌شود، فرودگاه امام خمینی در سال ۱۴۰۴ نیاز به تامین ۴ جایگاه رده E و ۱ جایگاه رده F دارد که با سرعت بخشیدن به عملیات سوار و پیاده شدن مسافران در ساعت اوج به وسیله افزایش درب‌های خروجی و ورودی مسافران، یک رده هواپیمای رده F را به ظرفیت توقفگاه در ساعت اوج اضافه نمود. به احتساب این نکته توقفگاه فرودگاه امام خمینی در سال ۱۴۰۴ تنها نیاز به ۴ جایگاه هواپیمای رده E خواهد داشت. شکل ۴ طرح پیشنهادی سال ۱۴۰۴ را نمایش می‌دهد.

۳-۴- بررسی طرح خط‌کشی سال ۱۳۹۴ فرودگاه امام خمینی

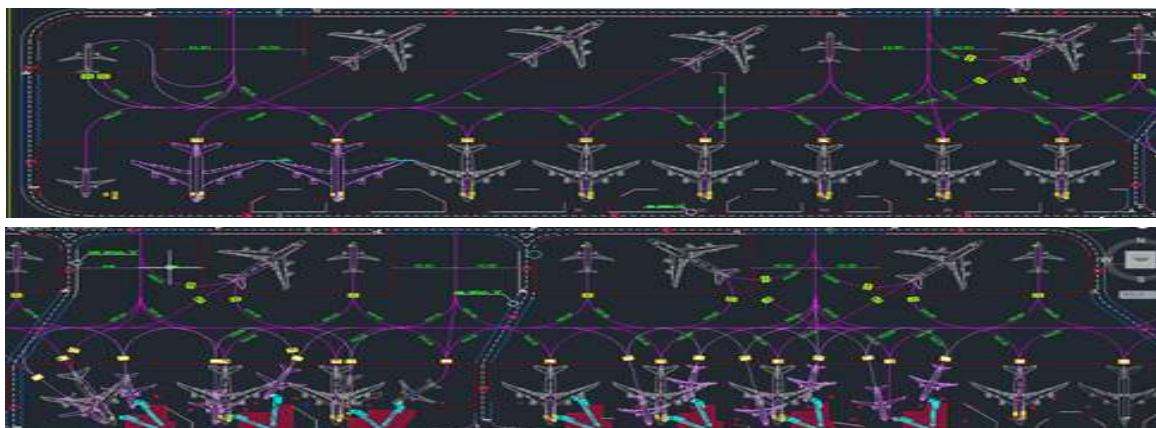
فرودگاه امام خمینی هم اکنون در توقفگاه خود دارای ۳۴ جایگاه و با در نظر گرفتن اصل انعطاف‌پذیری دارای ۳۹ جایگاه در رده‌های مختلف عملیاتی می‌باشد. با توجه به بررسی صورت پذیرفته توقفگاه فرودگاه امام خمینی هم اکنون کمبود جایگاه ندارد.

۳-۵- طرح خط‌کشی پیشنهادی سال ۱۴۰۴ فرودگاه امام خمینی

با توجه به تحقیق صورت پذیرفته و در نظر گرفتن به ترتیب ۴۸/۵، ۶۷/۳ و ۵/۲ درصد عملیات برای رده‌های عملیاتی C، E و F، توقفگاه فرودگاه امام خمینی در سال ۱۴۰۴ نیازمند ۳۸ جایگاه می‌باشد. از مجموع این جایگاه‌ها تعداد ۱۰ جایگاه به رده C، ۲۵ جایگاه به رده E و ۳ جایگاه

جدول ۸. مقایسه تخصیص جایگاه مورد نیاز و طرح پیشنهادی سال ۱۴۰۴

رده هواپیما	تعداد جایگاه مورد نیاز	تعداد جایگاه طرح پیشنهادی	تعداد جایگاه به روش MARS	مقایسه طرح فعلی و مورد نیاز	مقایسه طرح فعلی و مورد نیاز با احتساب زمان ذخیره
C	۱۰	۱۰	۱۹	✓	✓
D	-	-	-	-	-
E	۲۵	۲۱	۱۶	-۴	-۴
F	۳	۲	۲	-۱	✓
مجموع	۳۸	۳۳	۳۷	-۵	-۴



شکل ۴. طرح پیشنهادی سال ۱۴۰۴ فرودگاه امام خمینی

جدول ۹. مقایسه تخصیص جایگاه در طرح ارائه شده و جایگاه مورد نیاز در سال ۱۴۱۴

رده هواپیما	مورد نیاز	طرح پیشنهادی	مقایسه طرح فعلی و مورد نیاز	مقایسه طرح فعلی و مورد نیاز با احتساب زمان ذخیره
C	۱۷	۱۰	-۷	-۱
D	-	-	-	-
E	۳۹	۲۱	-۱۸	-۱۸
F	۷	۲	-۵	-۵
مجموع	۶۳	۳۳	-۳۰	-۲۴

۳-۶- طرح خط‌کشی سال ۱۴۱۴ فرودگاه امام خمینی

با توجه به مطالعات صورت پذیرفته فرودگاه امام خمینی در سال ۱۴۱۴ نیازمند ۶۳ جایگاه در رده‌های مختلف عملیاتی می‌باشد. از مجموع این جایگاه‌ها ۱۷ جایگاه به رده C، ۳۹ جایگاه به رده E و ۷ جایگاه به رده F تخصیص یافته است. با توجه به مساحت توقفگاه فرودگاه امام خمینی بیشترین ظرفیت این فرودگاه به میزان جایگاه‌های ارائه شده در سال ۱۴۰۴ می‌باشد به این دلیل در سال ۱۴۱۴ توقفگاه نیاز بیشتری به تملک و احداث اراضی به منظور توسعه و پشتیبانی عملیات هوایی در ساعت اوج است. جدول ۹ وضعیت جایگاه‌های مورد نیاز در سال ۱۴۱۴ و طرح ارائه شده را در این فرودگاه نشان می‌دهد. حال می‌توان با سرعت بخشیدن به عملیات سوار و پیاده شدن مسافران در ساعت اوج به وسیله افزایش درب‌های خروجی و ورودی مسافران، ۶ رده هواپیمای رده C را به ظرفیت توقفگاه در ساعت اوج اضافه نمود. با احتساب این نکته توقفگاه فرودگاه امام خمینی در سال ۱۴۱۴ نیاز به ۱ جایگاه هواپیمای رده C، ۱۸ جایگاه رده E و ۵ جایگاه رده F خواهد داشت.

۳-۷- مساحت مورد نیاز توقفگاه در فرودگاه‌های مورد مطالعه در سال‌های آتی

در این بخش از تحقیق بر اساس مطالعات صورت پذیرفته به بررسی مساحت‌های مورد نیاز که لازم است در سال‌های آتی تملک و احداث گردند پرداخته می‌شود. در این بخش با جداسازی میزان اراضی مورد نیاز در فرودگاه‌های مورد مطالعه و ارائه آن به مدیریت توقفگاه در سال‌های آتی کمک می‌گردد تا برنامه‌ریزی‌های مورد نیاز پیشاپیش صورت پذیرد و در سال‌های آتی فرودگاه‌های مورد مطالعه با کمبود ظرفیت مواجه نگردند. با توجه به طرح‌های پیشنهادی در این تحقیق، توقفگاه فرودگاه‌های مورد مطالعه هم اکنون پاسخگوی عملیات ساعت اوج می‌باشند و نیاز به توسعه ندارند. جدول ۱۰ و ۱۱ مساحت‌های پیشنهادی انجمن هوانوردی یاتا به همراه مساحت‌های مورد نیاز جهت توسعه توقفگاه در فرودگاه مهرآباد در سال‌های ۱۴۰۴ و ۱۴۱۴ و جدول ۱۲ و ۱۳ مساحت‌های مورد نیاز جهت توسعه توقفگاه در فرودگاه امام خمینی را ارائه می‌دهد. قابل ذکر است مساحت‌های پیشنهادی با طراحی استفاده از یدک‌کش و در شرایط اتصال به ترمینال و یا در حالت دور از ترمینال ارائه شده است. در صورت استفاده از شرایط خودگردش در فرودگاه؛ میزان تملک و احداث اراضی با توجه به تحقیقات صورت پذیرفته به صورت میانگین ۲/۱ برابر بیشتر از حالت استفاده از یدک‌کش خواهد بود. (Kazda & Caves, 2007).

جدول ۱۰. مساحت جایگاه مورد نیاز توسعه در سال ۱۴۰۴ فرودگاه مهرآباد

رده عملیاتی	مساحت پیشنهادی یاتا برای هر جایگاه مترمربع (Remote)	مساحت پیشنهادی یاتا برای هر جایگاه مترمربع (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Remote)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط خودگردش
C	۳۷۰۰	۴۱۰۰	-	-	-
E	۱۰۷۰۰	۱۱۴۰۰	۱	۱	۱
F	۱۴۲۰۰	۱۵۰۰۰	-	-	-
مجموع (m ²)	-	-	۱۰۷۰۰	۱۱۴۰۰	۲۲۴۷۰

جدول ۱۱. مساحت جایگاه مورد نیاز توسعه در سال ۱۴۱۴ فرودگاه مهرآباد

رده عملیاتی	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Remote)	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Remote)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط خود گردش
C	۳۷۰۰	۴۱۰۰	۱۷	۱۷	۱۷
E	۱۰۷۰۰	۱۱۴۰۰	۳	۳	۳
F	۱۴۲۰۰	۱۵۰۰۰	-	-	-
مجموع (m ²)	-	-	۹۵۰۰۰	۱۰۳۹۰۰	۱۹۹۵۰۰

جدول ۱۲. مساحت جایگاه مورد نیاز توسعه در سال ۱۴۰۴ فرودگاه امام خمینی

رده عملیاتی	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Remote)	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Remote)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط خود گردش
C	۳۷۰۰	۴۱۰۰	-	-	-
E	۱۰۷۰۰	۱۱۴۰۰	۴	۴	۴
F	۱۴۲۰۰	۱۵۰۰۰	-	-	-
مجموع (m ²)	-	-	۴۲۸۰۰	۴۵۶۰۰	۸۹۸۸۰

جدول ۱۳. مساحت جایگاه مورد نیاز توسعه در سال ۱۴۱۴ فرودگاه امام خمینی

رده عملیاتی	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Remote)	مساحت پیشنهادی یا تا برای هر جایگاه مترمربع (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Remote)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط (Contact)	مساحت مورد نیاز توسعه در شرایط خود گردش
C	۳۷۰۰	۴۱۰۰	۱	۱	۱
E	۱۰۷۰۰	۱۱۴۰۰	۱۸	۱۸	۱۸
F	۱۴۲۰۰	۱۵۰۰۰	۵	۵	۵
مجموع (m ²)	-	-	۲۶۷۳۰۰	۲۸۴۳۰۰	۵۶۱۳۳۰

۴-مراجع

- planning", France.
- Airbus commercial aircraft, (2008), "Airbus 380 Airplain characteristics for airport planning", France.
- Airbus commercial aircraft, (2009), "Airbus 330 Airplain characteristics for airport planning", France
- Airbus commercial aircraft,(1983) "Airbus 300-600 Airplain characteristics for airport planning", France.
- Airports Council International, (2014), "Runway Safety Handbook", Canada.
- Boeig Company, (2002), "Boeig747-400 Airplain characteristics for airport planning",
- "بازنگری نشریه ۱۹۷ آیین‌نامه طراحی محوطه فرودگاهی"، (۱۳۷۹)، پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی.
- Aerodrames, International Civil Aviation Organization, (2013), "Annex 14,Vol.-1:Aerodrome Design and Operations", Montreal, Canada.
- Airbus commercial aircraft, (1992), "Airbus 321 Airplain characteristics for airport planning", France.
- Airbus commercial aircraft, (1995), "Airbus 320 Airplain characteristics for airport

Manual", Havana, Cuba.

-International Civil Aviation Organization, (2006), "Manual on air traffic forecasting", Montreal, Canada.

-Kazda Antonin, Caves Robert E.(2007),- "Airports Design and Operation", second edition, Amsterdam, Netherlands.

- Robert Horenjeff, Francis X.McKelvey William J.Sproul, Seth B.Young, (2010), "- Planning and Design of Airports" Fifth edition, USA.

- Suharman Hamzah , Sakti Adji Adidsasmita, (2015), "Aircraft parking stands: proposed model for Indonesian airports", Elseveir, pp.324-329.

USA.

-Federal Aviation Administration, (2008), "Airport design, Advisori Circular AC 150/5300-13A", Washington.

- I.R.of Iran civil organization, (2010), "Iran Civil Aviation Standards", ICASS114, Vol.1, Design and Operation", Iran.

- International Civil Aviation Organization, (2006), "Aerodrome Design Manual, part 2: Taxiway, Apron and Holding Bays", Third Edition, Montreal, Canada.

-International Air Transport Association, (2004), "Airport Development reference Manual", Havana, Cuba.

-International Air Transport Association, (2014), "Airport Development reference

Apron Replanning for Tehran's Mehrabad and Imam Khomeini Airports in Conditions of Increased Fleet

Mohammad Javad Esiapour, M.Sc., Grad., Science and Research Branch Azad University, Tehran, Iran.

Ali Abdi Kordani, Associate Professor, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Mehdi Nasrollahi, Ph.D., Stud., Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

E-mail: nimaa.nasrollahi@gmail.com

Received: July 2021-Accepted: August 2021

ABSTRACT

Nowadays, with remarkable and rapid advance in aerial transportation throughout the world, airports are confronted with passenger traffic growth. The world's major airports replace the airport modern management into the absolute development of flying parts, to increase the capacity of airports and prevent the cost surplus to requirements. One of the problems is the lack of available space for the development of the flying field. Meanwhile, duo to the comprehensive sanctions against Iran especially in aviation and increase in aerial traffic, air fleet has been exhausted. According to the recent political agreement and Iran will to modernize the fleet, in the not too distant future it is expected the country's airport capacity will not be adequate for the air traffics. Due to economic policy as well as strategic locations, Tehran Mehrabad and Imam Khomeini airports should have the ability to meet the highest volume of air traffic; while there are problems of land possession and development in Mehrabad airport because of the age of the establishment and Imam Khomeini Airport also requires planning for development in the future. In this study, according to the air traffic prediction in the years 1394, 1404 and 1414, the number of required position in Mehrabad airport will be determined 44, 61 and 81 and 21, 38 and 63 positions in Imam Khomeini International Airport respectively. And then by examining factors affecting the capacity of stopover airports, Mehrabad and Imam Khomeini airport capacity at peak hours will be 3 and 4 aircrafts with operating category C in the year 1404 and, 4 and 6 aircraft in 1414. Moreover, it is predicted that the development area in Mehrabad and Imam Khomeini airports will be 10700 and 42800 square meters in the year 1404 and 95000 and 267300 square meters in the year 1414.

Keywords: Airport, Air Traffic, Capacity of the Airside, Airport Apron, Air Fleet