

ارتقای سطح ایمنی پروازها در فرودگاه بین‌المللی تبریز

از طریق طرح تقرب دقیق بر مبنای نزول پیوسته

پرستاری، جواد^{1*}، ایلامی، کیومرث²

1- استادیار مرکز آموزش عالی هوانوردی و فرودگاهی کشور

2- فارغ التحصیل مرکز آموزش عالی هوانوردی و فرودگاهی کشور

(دریافت مقاله: 1394/3/31 تاریخ پذیرش: 1394/12/18)

چکیده

در این پژوهش طراحی دو طرح "تقرب دقیق" جدید، یک مسیر پروازی جهت پیوستن به نقطه شروع طرح تقرب و همچنین بهینه‌سازی یک طرح تقرب و مسیر پروازی بر اساس دستگاه‌های ناوبری موجود برای فرودگاه بین‌المللی تبریز مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر منافع حاصل از قبیل برآورده شدن نیازهای عملیاتی، تسهیل در مدیریت ترافیک هوایی، صرفه‌جویی در مصرف سوخت، کاهش زمان پرواز، افزایش عمر مفید قطعات هواپیما، مهمترین دستاورد این پژوهش ارتقای سطح ایمنی پروازها می‌باشد. سوال اصلی این پژوهش این است که آیا با توجه به شرایط جغرافیایی فرودگاه تبریز امکان طراحی طرح‌های تقرب پیوسته بر اساس دستگاه‌های ناوبری موجود و یا شیوه‌های جدید ناوبری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: طرح تقرب پیوسته، تقرب دقیق، ایمنی پروازها، کارآمدی پروازها، فرودگاه تبریز

Improving Safety in the TABRIZ Airport via Precision Approach Based on Continues Descent

Abstract

In this manuscript, two new precision approach plans, and a new flight path to join the Initial Approach Fix (IAF) for the TABRIZ airport were designed which enable flights to earn economical and operational benefits. The most important outcome of this research focuses on improving safety matters with introducing continues descent approach in the TABRIZ airport regarding Performance Based Navigation (PBN) requirements.

Keywords: *Continues Descent Approach (CDA), Precision Approach, Safety, Performance, TABRIZ airport*

مقدمه

منظور افزایش هر چه بیشتر ایمنی پروازها، استفاده بهینه از فضا و کارآمدی بیشتر مدیریت ترافیک هوایی مهمترین اهداف این پژوهش هستند. طرح‌های جدید پروازی باید بگونه‌ای باشند که بواسطه سهولت و اطمینان در اجرا توسط خلبان، افزایش ایمنی پروازها را به دنبال داشته باشد.

موضوع ایمنی در صنعت هوانوردی یک اولویت بسیار مهم محسوب می‌شود که طراحی مسیرها و دستورالعمل‌های پروازی به عنوان یک بخش حائز اهمیت نیز از این مهم مستثنی نخواهد بود. ایجاد مسیرها و طرح‌های تقرب پروازی جدید به

* نویسنده پاسخگو : تلفن: 021-66009056 ، پست الکترونیکی: parastari@catc.ac.ir

یک سانحه را می‌توان نتیجه عوامل مختلفی دانست که به صورت حلقه‌های به هم پیوسته یک زنجیره باعث بوجود آمدن آن می‌شوند. پس هرگاه بتوان پیوستگی بین این حلقه‌ها (عوامل) را برهم زد می‌توان از بروز سانحه جلوگیری کرد. در این میان نقش عوامل انسانی به عنوان یک حلقه بسیار مهم در بروز یک سانحه همیشه مورد بحث بوده است.

بنابر قوانین و مقررات، خلبانان موظف به دنبال کردن طرح تقرب هستند. با نگاهی اجمالی به طرح‌های تقرب فرودگاه تبریز متوجه می‌شویم که طرح‌های تقرب به دلیل نیاز خلبان جهت انجام مانورهای مختلف به منظور حفظ مسیر پروازی منتشرشده در طرح، پیچیده و به لحاظ اجرا توسط خلبان جزء طرح‌های دشوار محسوب می‌شوند. بنابراین عکس‌العمل‌های به موقع و سریع خدمه پروازی، انجام محاسبات درست و به موقع در هر فاز پروازی از طرح، بگونه‌ای که عاری از ایراد و خطا باشد، هماهنگی و همکاری بین اعضای تیم پرواز شامل خلبان و کمک‌خلبان، تشخیص به موقع در صورت بروز خطا و اشتباه در هر فاز پروازی و تصحیح آن و قابلیت عملکردی هواپیما و سیستم‌های آن در شرایط اضطراری همگی از عواملی هستند که نقش خطای انسانی در انجام یک طرح تقرب را با توجه به پیچیدگی و یا سهولت اجرای آن برجسته می‌نمایند.

طرح مسئله

هدف از این پژوهش این است که بررسی شود آیا با توجه به شرایط جغرافیایی فرودگاه تبریز امکان طراحی طرح‌های تقرب پیوسته براساس دستگاه‌های ناوبری موجود و یا ناوبری عملکرد مبنا (PBN)¹ و طراحی بر اساس آن وجود دارد؟ اگرچه سعی بر انجام تقرب براساس پرواز با دید (VFR)² توسط خلبانان با توجه به قوانین و مقررات هوایی کاملاً قانونی بوده و هیچ منعی در انجام آن وجود ندارد ولی بهتر آن است که با توجه به توسعه حمل و نقل هوایی و در نتیجه آن استفاده بهینه از فضا و تلاش برای کارآمدی هرچه بیشتر در مدیریت ترافیک هوایی، از طریق طراحی دستورالعمل‌های پروازی جدید برای ترغیب گروه پروازی جهت استفاده از دستورالعمل‌های پروازی منتشرشده اقدام شود. این مهم با ایجاد مسیرها و دستورالعمل‌های پروازی ضمن رعایت تمامی استانداردهای لازم و تسهیل اجرای طرح‌ها توسط خلبانان دست یافتنی است. بازخورد چنین تدبیری افزایش هر چه بیشتر ایمنی پروازها در

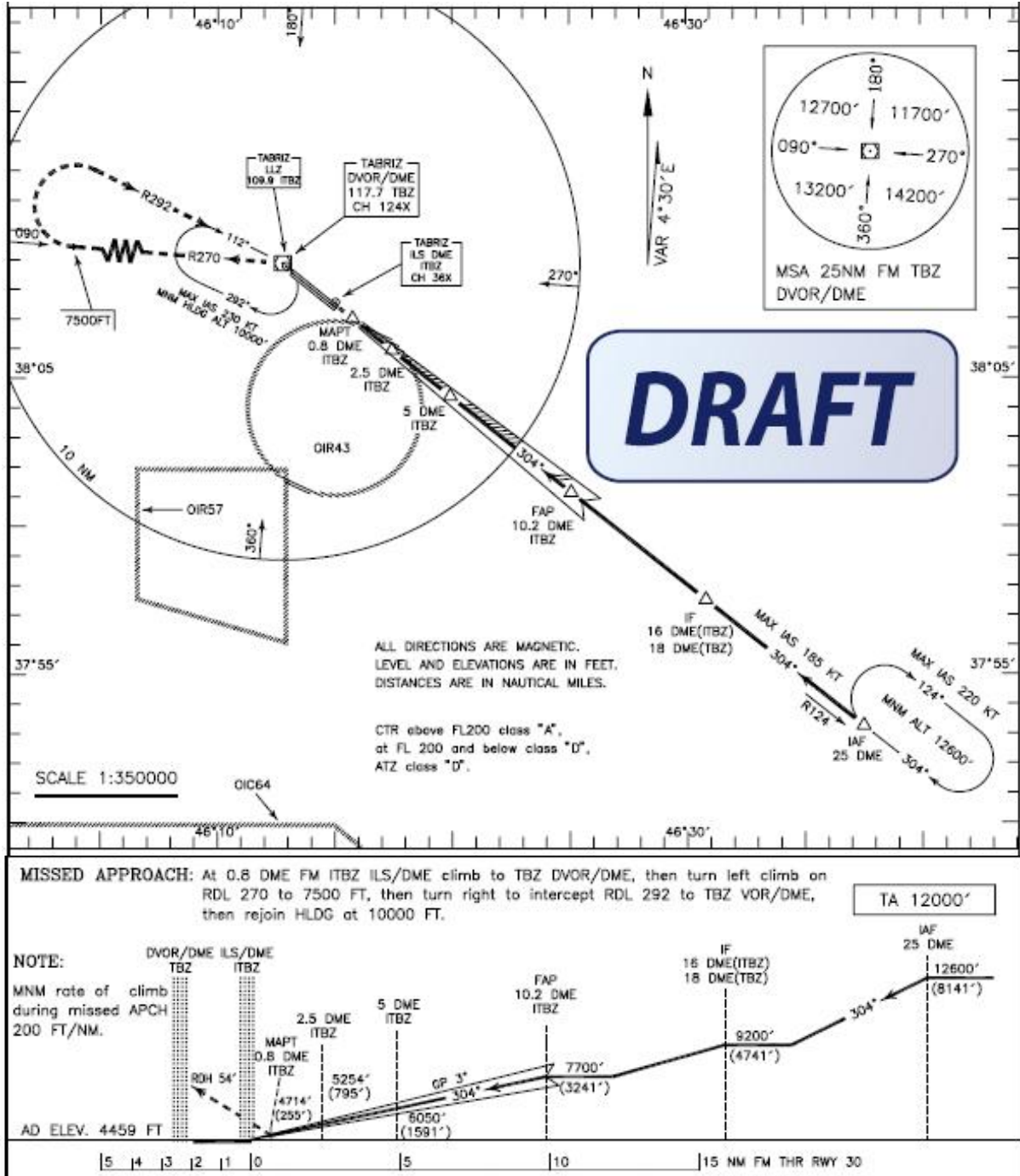
نتیجه انجام دستورالعمل‌های مصوب و منتشر شده می‌باشد. پدیده‌ای که در صنعت حمل و نقل هوایی کشورهای توسعه یافته به خوبی قابل مشاهده است.

مقایسه ویژگی‌های طرح‌های جدید پیشنهادی با طرح-های منتشرشده در AIP³

1) در طرح تقرب پیشنهادی جدید نشان داده شده در شکل 1 برای فرودگاه تبریز برای باند شرقی در سمت پروازی 300 درجه به کمک تجهیزات ناوبری زمینی VOR⁴، DME⁵ و ILS⁶ لازم نیست که خلبان از مسیر مستقیمی که از نقطه روداد⁷ به فرودگاه ختم شود، خارج شده و سپس شروع به انجام طرح تقرب نماید (عملیاتی که در طرح منتشرشده رسمی فرودگاه تبریز انجام می‌شود). به عبارتی خلبان با طی یک مسیر مستقیم طرح تقرب خود را دنبال می‌کند. این بدان معنی است که دیگر خلبان مجبور به انجام مانورهای مختلف همچون گردش و نهایتاً نگاه‌داشتن مسیر کمان به منظور حفظ مسیر پروازی براساس طرح رسمی نمی‌باشد. با ایجاد یک مسیر تقرب مستقیم (CDA)⁸ و بدون انحراف این موضوع به خوبی مرتفع شده و شرایط پروازی ایمن و مطمئن‌تری را برای خلبان به ویژه در پرواز به کمک دستگاه (IFR)⁹ به وجود می‌آورد. این مسئله زمانی پررنگ‌تر خواهد شد که گروه خدمه پروازی با یک شرایط اضطراری مواجه شوند. برای روشن شدن این موضوع مثال‌های زیر قابل ذکر است. فرض کنید که یکی از موتورهای هواپیما خاموش شود. در چنین شرایطی انجام صحیح و به موقع کارهای لازم طبق رویه‌های موجود مهم‌ترین دغدغه گروه خدمه پروازی خواهد بود. با شرایط پیش‌آمده علاوه بر موضوع ذکر شده حفظ حداقل ارتفاع ایمن در قسمت‌های مختلف طرح و باقی‌ماندن در مسیر پروازی به یک دغدغه دیگر تبدیل خواهد شد. گروه خدمه پروازی مجبور هستند دستورالعمل پروازی و طرح تقریبی را دنبال کنند که نیاز به انجام مانورهای مختلف دارد. این در حالی است که به دلیل شرایط بوجود آمده تعادل هواپیما در نتیجه ایجاد گشتاورهای نامتقارن خود دچار مشکل شده است و فشارکاری گروه خدمه پروازی را برای کنترل هواپیما دو چندان کرده است. چنین مشکلاتی در کنترل و هدایت هواپیما زمانی که سیستم هیدرولیک هواپیما دچار خرابی شده است نیز وجود خواهد داشت. چنین شرایطی به طور قطع بر ایمنی پرواز تاثیر خواهد گذاشت. حال با طراحی

شده است به دلیل ایجاد یک مسیر مستقیم نیاز به انجام مانورهای گوناگون جهت حفظ مسیر پروازی نمی‌باشد. تصور چنین شرایطی با در نظر گرفتن یک ترافیک هوایی در طرح منتشر شده و طرح تقرب جدید ارائه شده و مقایسه آن دو ملموس تر خواهد بود.

یک طرح تقرب پروازی مستقیم مطابق آنچه که در شکل 1 نمایش داده شده است میتوان خطر اشتباهاتی را که ممکن است در چنین شرایطی برای گروه خدمه پروازی در حین هدایت و کنترل هواپیما رخ دهد به میزان چشمگیری کاهش داد. اما همانگونه که در طرح تقرب جدید پیشنهادی مشخص



شکل 1- طرح تقرب جدید پیشنهادی VOR/DME ILS 1 RWY 30R برای فرودگاه تبریز (غیر قابل استناد)

طرح تقرب فعلی در شکل 2 طرح جدیدی با انجام اصلاحات طرح رسمی فعلی ارائه شده است.

5) فرض کنید که یک پرواز با تکیه بر ناوبری با دستگاه در حال انجام طرح تقرب است و به ناگاه بخشی از سیستم ناوبری هواپیما دچار اختلال شود. در چنین شرایطی آگاهی داشتن از وضعیت فضایی یک مزیت مهم در ادامه پرواز تلقی می‌شود. گرچه دستورالعمل‌های خاصی در مواجه شدن با چنین شرایطی برای ادامه پرواز به خلبانان آموزش داده شده است ولی قرار داشتن در یک مسیر مستقیم در شرایط اضطراری پیش آمده علاوه بر اینکه فشار کاری خلبان را کاهش می‌دهد، از استرس و دغدغه فکری او نیز در خصوص اینکه چه موقعیتی نسبت به فرودگاه و موانع دارد به شدت می‌کاهد. همانگونه که پیش‌تر بیان شد مسیر انصراف از تقرب در طرح مذکور به بالای ایستگاه ختم می‌شود بنابراین این مزیت آگاهی وضعیت فضایی در دستور "انصراف از تقرب" طرح نیز وجود دارد. وجود ناحیه انتظار در بالای ایستگاه برای پرسنل مراقبت پرواز هم که در برج مراقبت فرودگاه تبریز هستند یک مزیت بزرگ تلقی می‌شود. زیرا می‌دانند که هواپیمایی که تقرب خود را ناقص انجام داده و مجبور به دنبال کردن مسیر انصراف از تقرب شده است هم اکنون در بالای ایستگاه در حال پرواز است و موقعیت آن سبب می‌شود تا وضعیت ترافیک‌های دیگر که در فضای کنترلی فرودگاه تبریز در حال پرواز هستند با مشکل مواجه نشده و واحد مراقبت پرواز بتواند مدیریت و زمان‌بندی خود را برای ترافیک‌های دیگر حفظ نماید که نتیجه آن افزایش ایمنی پروازها و کاهش خطرات ناشی از عوامل انسانی خواهد بود.

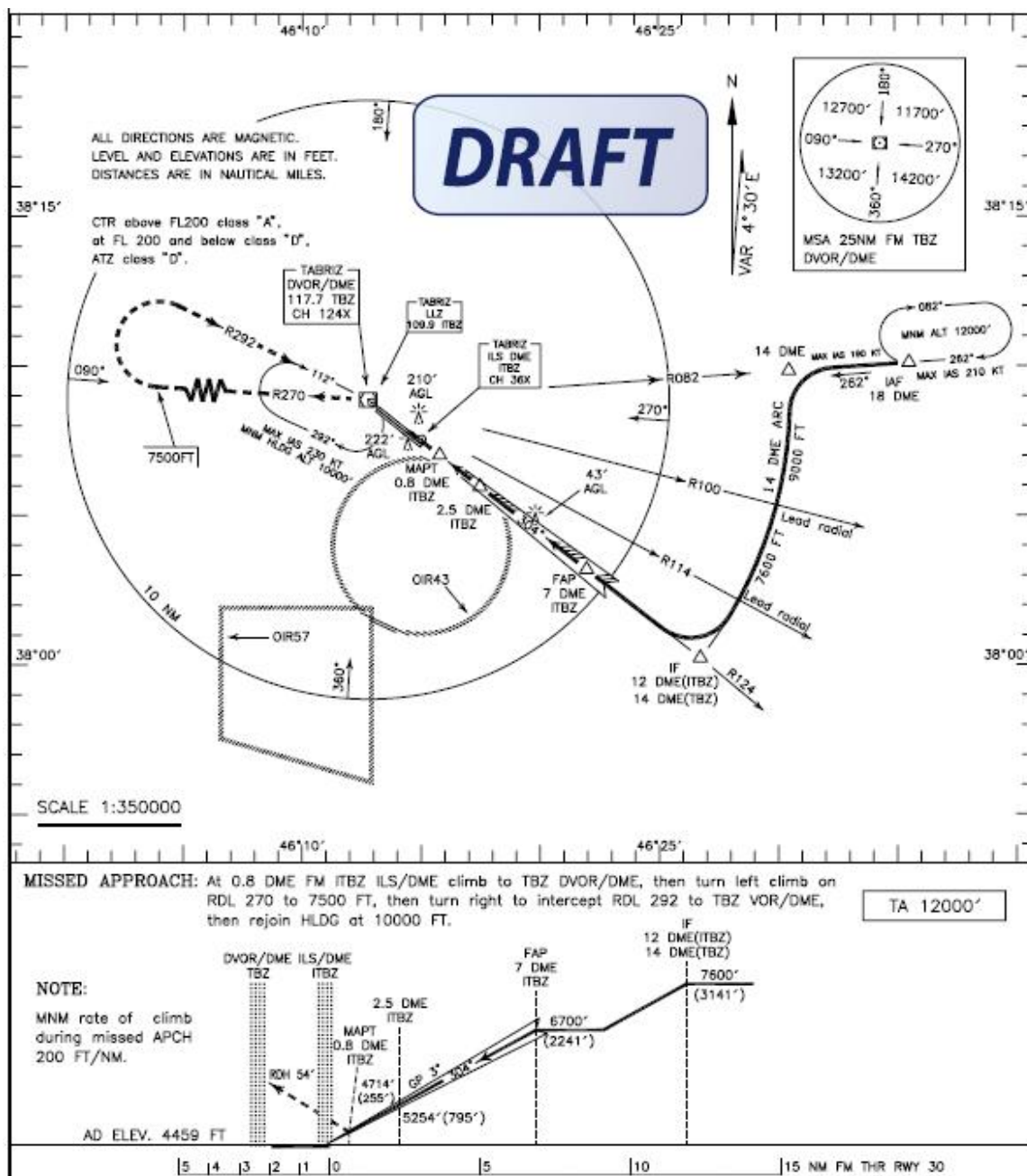
6) دستورالعمل "انصراف از تقرب" بگونه‌ای طراحی گردیده تا بین تمامی طرح‌های جدید پیشنهادی تقرب دقیق فرودگاه تبریز مشترک و قابل استفاده باشد. این مزیت علاوه بر آنچه که به لحاظ عملیاتی برای خلبانان یک مزیت است برای پرسنل مراقبت پرواز که در فرودگاه تبریز حضور دارند یک مزیت بسیار مهم محسوب می‌شود و این بدان جهت است که آنان بایستی تمامی طرح‌ها و دستورالعمل‌های "انصراف از نشست" مربوط به فرودگاه را بدانند تا در صورت درخواست از سوی خلبان آن را قرائت کنند. مشترک بودن یک دستورالعمل انصراف از تقرب بین تمامی طرح‌های تقرب دقیق فرودگاه سبب می‌شود که پرسنل مراقبت پرواز تنها لازم باشد که یک دستورالعمل را بدانند و از دانستن دستورالعمل‌های مختلف

2) فشار کار خلبان در کابین به دلیل عدم انحراف از مسیر و انجام مانورهای خاصی که در طرح منتشرشده وجود دارد، در طرح جدید به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد که این خود به معنی افزایش ایمنی در نتیجه کاهش خطرات عوامل انسانی در فازهای مختلف یک پرواز است. این مزیت از دیدگاه مراقبت پرواز نیز مهم بوده چرا که ترافیک‌های هوایی در یک خط و مسیر مستقیم و پشت سر هم بر اساس فواصل زمانی مشخص به سمت فرودگاه در حرکت خواهند بود.

3) دستورالعمل انصراف از تقرب در طرح پیشنهادی بگونه‌ای است که خلبان در صورت انصراف از ادامه تقرب به یک گردش انتظار موسوم به هلدینگ¹⁰ که بالای ایستگاه تعریف شده است می‌پیوندد. این دستورالعمل به خلبان این امکان را می‌دهد که تمامی گزینه‌های پیش روی خود، یعنی برگشت به فرودگاه مبدا یا پرواز به سمت فرودگاه ثانویه و یا تلاش مجدد به منظور فرود در فرودگاه تبریز را به یک اندازه پیش روی خود داشته‌باشد که در صورت تمایل برای تلاش مجدد جهت فرود در فرودگاه تبریز از طریق طرح مشابه جدید دیگری که در شکل 2 نشان داده شده است می‌تواند این کار را انجام دهد. این طرح دوم نیز بگونه‌ای طراحی شده است که از ابتدای فاز- میانی¹¹ IF آن تمامی قسمت‌های طرح همانند و منطبق بر طرح اول می‌باشد. این سبب می‌شود که گروه خدمه پروازی درک بهتری از اجرای طرح داشته باشند و همچنین از محاسبات جدید برای دنبال کردن طرح دوم خودداری شود. این امر منجر به کاهش خطاهای ناشی از عوامل انسانی و نهایتاً افزایش ایمنی پرواز می‌گردد.

4) نقطه شروع تقرب IAF¹² طرح منتشرشده رسمی فرودگاه تبریز در یک منطقه کوهستانی واقع شده که در نتیجه قسمت عمده طرح تقرب در آن ناحیه قرار گرفته است. وجود پدیده‌های جوی از قبیل شکل‌گیری ابر و در نتیجه کاهش دید، وجود چاله‌های هوایی بسیار به دلیل شرایط جغرافیایی منطقه، از یک سو انجام طرح را برای خلبان با ریسک و مشکلات پروازی مواجه می‌کند و از سوی دیگر عدم راحتی و نگرانی مسافران را بدلیل تجربه کردن چاله‌های هوایی به دنبال خواهد داشت. این در حالی است که در طرح جدید از این مناطق فاصله گرفته شده و مشکلات مذکور تا حد چشمگیری کاهش یافته است. علاوه بر این با توجه به مشکلات ذکر شده برای

برای هر طرح تقرب و در نهایت اشتباهاتی که ممکن است به دلیل تعدد دستورالعمل‌ها به وجود آید، جلوگیری شود.



شکل 2- طرح تقرب جدید پیشنهادی VOR/DME ILS 3 RWY 30R برای فرودگاه تبریز (غیر قابل استناد)

در ارتفاعی کمتر از 2500 پای از سطح زمین دستگاه ارتفاعسنج رادیویی هواپیما فعال شده و برای مدت کوتاهی سیستم هشدار نزدیک شدن به زمین GPWS¹³ را فعال می‌نماید. چنین هشدار در شرایط پرواز با دستگاه که خلبان هیچ معیار بصری خارجی ندارد، میتواند بر ایمنی پرواز تاثیر بگذارد. وجود یک

(7) در مطالعات میدانی غیررسمی که از خلبانان شرکت‌های هواپیمایی مختلف به عمل آمده است مشخص گردید که در طرح منتشرشده رسمی تقرب فرودگاه تبریز به دلیل وجود کوه‌ها و تپه‌های مختلف در این فاز پروازی و تلاش خلبان به منظور حفظ مسیر کمان در موارد بسیاری به دلیل قرار گرفتن

1394 بهای هر لیتر سوخت هواپیما برای پروازهای داخلی 6000 ریال و برای پروازهای بین‌المللی بین 2 تا 2/5 برابر مقدار مذکور می‌باشد با کنار گذاشتن یارانه سوخت برای پروازهای داخلی و فرض نرخ 12000 ریالی برای هر لیتر سوخت، صرفه‌جویی حاصل از کاهش مصرف سوخت در حدود 30 میلیارد ریال (سه میلیارد تومان) در سال خواهد بود.

10) دستاورد اقتصادی مهم دیگر، افزایش طول عمر قطعات هواپیما می‌باشد. به دلیل کوتاه‌شدن مسیر پروازی با اجرای طرح شکل 1، در سال 33740 دقیقه (563 ساعت) در زمان صرفه‌جویی خواهد شد که این مدت زمان در عمر قطعات هواپیما ذخیره می‌شود. با توجه به مشکلات موجود در خصوص خرید و تامین قطعات یدکی هواپیما این دستاورد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

11) همانگونه که پیش‌تر مشخص گردید با اجرای طرح شکل 1 سالیانه 2,600,000 لیتر در مصرف سوخت صرفه‌جویی خواهد شد. این حجم سوخت برابر با 2,080,000 کیلوگرم (2080 تن) سوخت می‌باشد. با فرض اینکه از این میزان حداقل ده درصد را مواد آلاینده و سمی تشکیل می‌دهد که پس از سوختن سوخت در موتور هواپیما وارد محیط زیست می‌شود. بنابراین با اجرای طرح تقرب جدید و صرفه‌جویی در مصرف سوخت، سالیانه از انتشار بیش از 200 تن مواد آلاینده و سمی به محیط زیست نیز جلوگیری خواهد شد. البته کاهش حجم گازهای گلخانه‌ای نیز بسیار قابل توجه خواهد بود.

آنچه که مسلم است با اضافه‌کردن دستاوردهای عملیاتی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاصل از طرح شکل 3 که برای پروازهای خارجی فرودگاه تبریز طراحی شده است می‌توان به نتایج بسیار قابل ملاحظه‌تری دست یافت.

نتیجه‌گیری

طراحی دو طرح "تقرب دقیق" جدید، یک مسیر پروازی جهت پیوستن به نقطه شروع طرح تقرب و همچنین بهینه‌سازی یک طرح تقرب و مسیر پروازی بر اساس دستگاه‌های ناوبری موجود برای فرودگاه بین‌المللی تبریز مورد توجه قرار گرفته است. در طرح پیشنهادی با ایجاد یک مسیر مستقیم و بدون انحراف این موضوع به خوبی مرتفع‌شده و شرایط پروازی ایمن و مطمئن‌تری را برای خلبان به ویژه در شرایط پرواز با دستگاه به وجود می‌آورد. این مسئله زمانی پررنگ‌تر خواهد شد

هشدار برای گروه خدمه پروازی هر چند به لحاظ زمانی کوتاه باشد ممکن است سبب تشویش فکری برای گروه خدمه پروازی شود و ایمنی پرواز را به مخاطره بیندازد. در طرح تقرب پیشنهادی جدید ارائه شده چنین مشکلی وجود ندارد.

8) به منظور کاهش مدت زمان پرواز و در نتیجه آن صرفه‌جویی در مصرف سوخت و سایر مواردی که قبلاً مطرح شد در طرح تقرب منتشرشده رسمی فرودگاه تبریز به دلیل انحراف از مسیر مستقیم در شرایط پرواز با دید، خلبانان تمایل به ادامه پرواز و تقرب بصورت بصری را دارند. این موضوع به دلیل موارد ذکرشده و همچنین پیچیدگی طرح تقرب مربوطه می‌باشد. در طرح تقرب پیشنهادی جدید این موضوع با ایجاد یک مسیر مستقیم به خوبی برطرف شده است. از طرفی این طرح بهینه تقرب پیوسته با رعایت استانداردها و الزامات سند 8168 سازمان هواپیمایی کشوری بین‌المللی طراحی شده است.

9) با ارائه طرح شکل 1 مسیر پرواز به میزان 40 ناتی‌کال مایل (74 کیلومتر) کوتاه‌تر خواهد بود که در نتیجه آن می‌توان به کاهش مصرف سوخت و افزایش عمر قطعات هواپیما اشاره کرد. چنانکه بر اساس:

- آمارگیری در ماه‌های مختلف سال از تعداد پروازهای داخلی به فرودگاه تبریز از طریق مرکز کنترل فضای کشور و واحد مراقبت پرواز فرودگاه تبریز

- مطالعات میدانی از واحد عملیات شرکت‌های هواپیمایی و خلبانان هواپیماهای مسافربری در پرواز به تبریز

- میزان مصرف سوخت هواپیماهای موجود در ناوگان کشور در شرایط واقعی پرواز

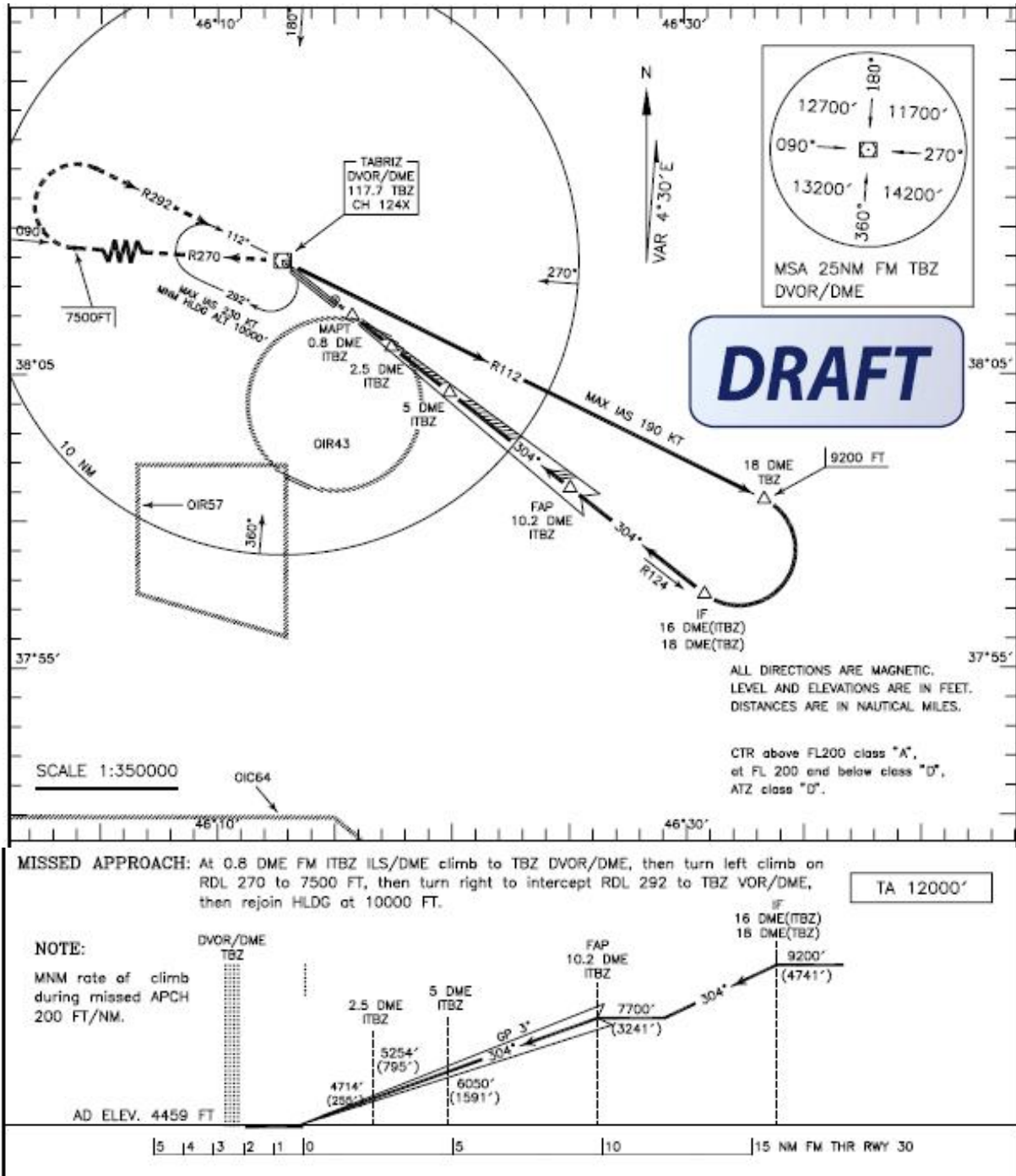
- مطالعه و بررسی مدارک مربوط به چگونگی عملکرد و مصرف سوخت هواپیماهای مسافربری گوناگون

- مطالعه و بررسی وضعیت آب و هوایی فرودگاه بین‌المللی تبریز طی سه سال متوالی 1387 الی 1390 بر اساس اطلاعات و گزارشات جوی دریافت‌شده از اداره کل هواشناسی و سینوپتیک فرودگاه تبریز و همچنین سازمان هواشناسی کشور جهت تعیین تعداد ترافیک‌هایی که به دلیل شرایط جوی و بر اساس قوانین بایستی حتماً از طرح تقرب دقیق جهت فرود استفاده نمایند؛

می‌توان ادعا کرد که در صورت استفاده از طرح ارائه شده در شکل 1، صرفه‌جویی در مصرف سوخت حداقل به میزان به میزان 2,600,000 لیتر در سال قابل حصول است. در سال

ناتیکال مایل (74 کیلومتر) کوتاهتر خواهد بود که در نتیجه آن می توان به کاهش مصرف سوخت و افزایش عمر قطعات هواپیما اشاره کرد. تولید آلودگی کمتر در طرح پیشنهادی از دیگر نکات قابل ذکر است.

که گروه خدمه پروازی با یک شرایط اضطراری مواجه شوند. در طرح پیشنهادی فشار کار خلبان در کابین به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد که این خود به معنی افزایش ایمنی پرواز است. با ارائه طرح شکل 1 مسیر پرواز به میزان 40



شکل 3- طرح تقرب جدید پیشنهادی VOR/DME ILS 2 RWY 30R برای فرودگاه تبریز (غیر قابل استناد)

پی‌نوشت

- 1- Performance Based Navigation
- 2- Visual Flight Rules
- 3- Aeronautical Information Publication
- 4- Very High Frequency Omnidirectional Radio Range
- 5- Distance Measuring Equipment
- 6- Instrument Landing System
- 7- RUDAD
- 8- Constant/ Continuous Descent Approach
- 9- Instrument Flight Rules
- 10- Holding Turn
- 11- Intermediate Fix
- 12- Initial Approach Fix
- 13- Ground Proximity Warning System

منابع و مراجع

- [1] ICAO DOC 8168, *Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations (PANS-OPS, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures.*
- [2] کیومرث ایلامی، مطالعه طرح تقرب یک فرودگاه نمونه و تطبیق آن با عملکرد هواپیما و اجرای طرح توسط خلبان، پروژه کارشناسی، دانشکده صنعت هواپیمایی کشوری، مهرماه 1391.
- [3] ICAO DOC 9613, *Performance Based Navigation*

در پایان لازم به ذکر است که طرح‌های ارائه شده پس از تایید اداره طراحی و دستورالعمل‌های پروازی جهت انجام آزمایشات پروازی به سازمان هواپیمایی کشوری ارسال شده است. طرح‌ها به طور آزمایشی در اختیار برخی از خلبانان زبده شرکت‌های هواپیمایی مختلف قرار گرفت تا مورد بررسی قرار گیرد که مورد استقبال قرار گرفت. لازم به ذکر است که استفاده از طرح‌های ارائه شده در این مقاله بدون تایید سازمان هواپیمایی کشوری و قبل از انتشار رسمی مجاز نمی‌باشد و نویسندگان مسئولیتی را در این خصوص پذیرا نخواهند بود.

قدردانی

نویسندگان مقاله از تمامی اساتید، و دوستانی که در انجام و تکمیل این پژوهش به هر طریق مساعدت کرده‌اند به ویژه آقای مهندس حبیب داوودی دانا و آقای مهندس حسین ترنجی جهرمی قدردانی می‌نمایند.