Archive of SID

ارائه مدل ریاضی و کامپیوتری برای جلوگیری از برخورد عوارض با سطوح عاری از موانع فرودگاهها *

محمود صفارزاده (۱) علی قائمی (۲)

چکیده در فرآیند آنالیز و طراحی کامپیوتری محوطهٔ پروازی فرودگاه باید برای مسائل متعددی نظیر ابعاد و اندازهٔ بهینه باند، منطقه ایمنی، باند توقف، مساحت و ابعاد سطوح عاری از موانع که شامل سطوح افقی، مخروطی، تقرب، انتقالی و غیره می‌باشد پاسخ‌های مطلوب ارائه گردد. از طرف دیگر، احداث ساختمانهای بلند در اطراف فرودگاه‌ها مشکلی است که از دیر باز گریبانگیر طراحان بوده است. در این پژوهش، با ارائه یک مدل ریاضی و کامپیوتری به حل این مشکل پرداخته شده است. محدوده کاربرد این مدل شامل تمام فرودگاههای غیرنظامی و بین‌المللی می‌باشد. روش پژوهش بدین صورت است که سطوح عاری از موانع هر فرودگاه، نسبت به مختصات کلیهٔ نقاط اطراف باند کنترل می‌شود تا هیچ نقطه‌ای برای این سطوح به عنوان مانع تلقی نگردد و در صورت بروز چنین مسئله‌ای، راهکارهایی پیشنهاد می‌شود که کاربر باید با استفاده از آنها موانع را برطرف سازد.آئین نامه و استاندارد استفاده شده در این نرم‌افزار، استاندار سازمان بین‌المللی هواپیمایی غیرنظامی (ایکائو) می‌باشد. نرم افزاری نیز در محیط ویندوز ۹۸ و با زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک ٦ تدوین شده است.

واژه‌های کلیدی طراحی، فرودگاهها، هواپیما، باند، سطوح حد موانع.

A Mathematical and Computerized Model for Design of Airport Obstacle Free Areas

M. Saffarzadeh A. ghaemi

Abstract *In This research, the most important components of an obstacle–free airport design criteria such as ; length and width of runway, safety area, stop way area, and dimensions of clear way, Including horizontal, conica , approach, and transitional surfaces are integrated into a mathematical model .Since high rise buildings and towers have always created problems for airport designers, in this research, a mathematical and computerized model has been developed to resolve these difficulties. The application of the developed model covers various categories of airports, including domestic and international. The methodology of research is such that all the obstacles surrounding the runway are controlled. In this way no point will be considered as an obstacle towards these surfaces. Should there be any obstacle, a solution will be recommended to resolve the problem. The standard code of practice used for this software complies with the documents of International Civil Aviation Organization (ICAO). The developed software operates on Windows 98 and over platform based on Visual Basic 6.*

Key Words Design, Airports, Aircraft, Runway, Obstacle Free Areas.

---

* نسخه اولیه مقاله در تاریخ ۸۰/۹/۵ و نسخه نهایی آن در تاریخ ۸۱/٤/۲۹ به دفتر نشریه رسیده است.

(۱) استادیار، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، گروه مهندسی برق و کامپیوتر

(۲) دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده فنی گروه مهندسی برق و کامپیوتر

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پیشرفت و تحول سریع ترابری هوایی و صنعت هواپیمایی وافزایش حجم و نقل و انتقادات، مسائلی در طراحی فرودگاهها پدید آورده است که حل آنها مستلزم بکار گرفتن دانش و فنون مختلف مهندسی برای شناخت کامل عوامل و عناصر دخیل در طراحی فرودگاهها کاملاً شناخته شوند و نقش هر یک می‌باشد. حریم هوایی هر فرودگاه از عوامل اصلی و تأثیر گذار در محل استقرار فرودگاه و باندهای پروازی است، تا آنجا که قبل از احداث فرودگاه باید مطالعات هوایی پیرامون فرودگاه را با دقت و کفایت انجام داد[۱].

در طراحی و ساخت فرودگاه، انتخاب گزینه‌ای مناسب برای سطوح حد موانع و باند به عنوان بخشی از طرح‌های تفصیلی لازم الاجرا در مجموعهٔ فرودگاه مورد نظر، مطرح است. مشخصات هندسی سطوح حد موانع و باند، به کد فرودگاه، نوع تقریب و مشخصات هواپیما بستگی دارد. بنابراین در هر فرودگاه، طراحی سطوح حد موانع و باند به صورت مجموعه‌ای منسجم و به هم پیوسته انجام می‌شود.

حریم هوایی برای باندهای پرواز بدون وسایل و باندهای پرواز با وسایل متفاوت است. منظور از تعیین حریم فرودگاه، مشخص نمودن فضایی است که باید عاری از موانع نگهداری شود، به طوری که عملیات نشست و برخاست هواپیماها در فرودگاه بدون خطر انجام گرفته و از غیر قابل استفاده شدن فرودگاه به علت ایجاد موانع در اطراف آن جلوگیری به عمل آید. این هدف با تعیین و برقراری یک سری از سطوح حد موانع بدست می‌آید که تعیین کننده حدودی هستند که اجسام بتوانند فقط تا آن حد وارد حریم فضایی شوند و بدین ترتیب یک منطقه عاری از مانع برای پرواز برقرار گردد. ابعاد و مشخصات حریم هوایی که شامل سطوح فرضی عاری از موانع می‌باشد بر اساس درجه فرودگاه، بر مبنای دو عامل طول باند پرواز و مشخصات هواپیمای طرح تعیین می‌گردد[۲].

از جمله مسائل و مشکلاتی که به طور عمده در طراحی و ساخت و بهره برداری عملیاتی از محوطه پروازی فرودگاههای موجود یا در حال توسعه وجود دارد، عدم محاسبه و طراحی و آنالیز و بهره‌وری مطلوب از محوطه پروازی فرودگاه می‌باشد.

برای طراحی یک فرودگاه، توپوگرافی منطقه اولین مسئله‌ای است که باید کنترل شود. کنترل کلیه مختصات نقاط توپوگرافی نسبت به سطوح حد موانع یک فرودگاه بسیار مشکل و وقت گیر می‌باشد و از سوی دیگر تداخل این سطوح بر سختی این کنترل می‌افزاید.

چنانچه لازم باشد در زمینهای اطراف فرودگاه‌های موجود سازه‌ای مانند : دکل برق، دکل مخابراتی یا ساختمانی بلند احداث گردد. باید مختصات سازه‌های جدید نسبت به سطوح حد موانع کنترل شده تا هیچگونه برخوردی بین آنها به وجود نیاید .در فرودگاههای درحال توسعه یا فرودگاهی که در آن هواپیمای طرح تغییر می‌کند، لازم است طول باند افزایش پیدا کند، در نتیجه باید مختصات کلیه نقاط توپوگرافی اطراف فرودگاه و همچنین ساختمانها و سازه‌های پیرامون فرودگاه مجدداً نسبت به سطوح عاری از موانع کنترل شود تا هیچگونه برخوردی بین عوارض و سطوح جدید بوجود نیاید در این پژوهش، ضوابط شده در قالب یک سری از معادلات ریاضی تنظیم و به ارائه الگویی بهینه در تدوین گردیده است.

نرم افزار طراحی فرودگاه که محصول این پژوهش می‌باشد، کلیه موارد فوق راکنترل و از هر گونه برخورد وتداخل سطوح حد موانع با عوارض اطراف فرودگاه جلوگیری می‌نماید و هنگامی که برخوردی نیز بوجود بیاید گزینه‌هایی را به کاربر پیشنهاد می‌نماید تا بتواند با انتخاب آنها از برخورد این سطوح با موانع جلوگیری نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

پیشینه تحقیق

برای کمک به برنامه‌ریزان و طراحان فرودگاه جهت ارائه خدمات حمل و نقل هوایی ایمن و عاری از سوانح، تحقیقات و مطالعات زیادی انجام گرفته است. با توجه به اینکه بخش حمل و نقل هوایی در اختیار دولتها بوده است، بیشتر تحقیقات انجام شده توسط ارگانهای دولتی و سازمانهای بین المللی صورت گرفته است. سازمان بین‌المللی هواپیمایی غیرنظامی (ایکائو) جهت طراحی یکنواخت و ایمن فرودگاهها، استانداردهایی را تدوین نموده که تمام کشورهای عضو این سازمان موظف به رعایت آن می‌باشند. بخش مربوط به سطوح عاری از موانع، تحت عنوان الحاقیه ۱٤ چاپ و منتشر شده است [4].

بیشتر کشورهای توسعه یافته نیز به منظور ارائه تسهیلات فرودگاهی با معیارهای یکسان و با توجه به شرایط ویژه خود استانداردهایی در قالب دستوالعمل تهیه نموده‌اند. از آن جمله می‌توان به دستورالعمل‌های دوره‌ای سازمان هوانوردی فدرال آمریکا (FAA)، سازمان حمل و نقل کانادا (TC) و سازمان هوانوردی ژاپنی (JAA) اشاره نمود [5,4].

نرم افزارهای کامپیوتری متعددی نیز در این زمینه تهیه گردیده است که از آن جمله می‌توان به نرم‌افزار طراحی فرودگاه ۳/۲ [6]، مدل تحلیل وضعیت موجود بخش هوایی فرودگاه SIMMOD [7]، مدل تحلیل وضعیت بخشی زمینی ALSIM [8] و نرم افزار طراحی و آنالیز محوطه ترمینال فرودگاهها AFTM [9] اشاره نمود. تمام مدلهای یاد شده در بالا محدود به تحلیل فرودگاههای موجود با اجزا و بخشهای مشخص و ثابت است. در این مدل‌ها فرودگاهی با مشخصات معین به عنوان مدل تعریف می‌شود و سپس بر اساس برنامه زمان‌بندی پروازی و حجم تقاضای پیش بینی شده در بخشهای مختلف با وضعیت ظرفیت تأخیر عملیاتی را تحلیل و بررسی می‌کند. همچنین مدل‌های یاد شده بیشتر به محوطه درون فرودگاه اعم از بخش هوایی یا زمینی پرداخته و به حریم فرودگاه که تأمین کننده فضای عاری از موانع جهت نشست و برخاست ایمن هواپیماها می‌باشد نپرداخته‌اند.

افزون بر سازمانهای بین‌المللی و دولتها، دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی نیز تحقیقات پراکنده‌ای در زمینه طراحی و عملکرد فرودگاهها انجام داده‌اند که از آن جمله می‌توان به مدل بهینه پردازش مسافران در پایانه‌های فرودگاهها [10]، مدل تحلیل تقاضا برای تعیین تعداد جایگاه‌های توقف هواپیما در محوطه پروازی [11]، مدل حداقل مسافت پیاده‌روی مسافران در ساختمان پایانه [12] و طرح جانمایی بهینه پایانه در فرودگاه [13] اشاره نمود.

مدلهای علیرغم داشتن قابلیتها، بیشتر به پردازش مسافران، تحلیل تقاضا، جابجایی و سرویس دهی مسافر و بار در ساختمان پایانه و جانمایی بهینه توقفگاه‌ها می‌پردازند. نرم افزارهای شبیه سازی نیز به طور معمول محدود به تحلیل فرودگاههای موجود با اجزاء و بخشهای مشخص در محوطه زمینی می‌باشند و نمی‌توانند به عنوان ابزار طراحی فرودگاه و بررسی عملکرد اجزای اصلی بخش هوایی از جمله باند پرواز وسطوح حد موانع به کار روند .

سطوح حد موانع

سطوح حد موانع تعیین کننده محدودیتهای ارتفاعی برای مشخصات توپوگرافی و همچنین ساخت و سازه‌های مجاور فرودگاهها است. استاندارد پذیرفته شده برای کلیه کشورهای عضو سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری، ضوابط درج شده در الحاقیه ۱٤ این سازمان می‌باشد. سطوح مورد آنالیز در این پژوهش که در شکل (۱) نشان داده شده عبارتند از:

(الف) ـ ۸ سطح مخروطی ؛ سطحی است شیب دار که از محیط سطح افقی داخلی به طرف بالا و بیرون ادامه می‌یابد [3].

www.SID.ir

Archive of SID

(ب) ـ ۸ سطح افقی داخلی ؛ سطحی است که بصورت افقی در بالا و اطراف فرودگاه قرار دارد.

(پ) ـ ۸ سطح تقریب ؛ یک صفحه مایل یا مجموعه‌ای از صفحات مایل جلوی خط درگاه می‌باشد.

(ت)ـ ۸ سطح تقریب داخلی ؛ یک صفحه مستطیلی شکل از سطح تقرب می‌باشد که بلافاصله قبل از خط درگاه قرار دارد.

(ث) ـ ۸ سطح انتقالی ؛ عبارت است از یک سطح مرکب در سرتاسر ضلع بستر و قسمتی از ضلع سطح تقرب که به طرف بالا و بیرون شیب می‌گیرد و تا سطح افقی داخلی ادامه دارد.

(ج) ـ ۸ سطح انتقالی ؛ عبارت است از یک سطح مرکب در سرتاسر ضلع بستر و قسمتی از ضلع سطح تقرب که به طرف بالا و بیرون شیب می‌گیرد و تا سطح افقی داخلی ادامه دارد.

(چ) ـ ۸ سطح انصراف از نشستن ؛ صفحه‌ای است مایل که در یک فاصله مشخص بعد از خط درگاه شروع شده و بین دو سطح انتقالی داخلی ادامه می‌یابد.

ح) ـ۸ سطح اوج برخاست ؛ یک صفحه مایل یا هر سطح مشخص شده دیگری که بعد از انتهای باند قراردارد.

تعیین سطوح حد موانع بر اساس نحوه استفاده از یک باند نظیر برخاستن و نشستن و نوع تقرب تدوین می‌شود. چنانچه عملیات پرواز از هر دو طرف باند برای نشستن و یا برخاستن انجام شود در آن صورت ممکن است به علت شرایط سخت‌تر و نیاز به سایر سطوح پایین‌تر، سطوح بالاتر بی‌اثر گردند.

مدل ریاضی سطوح حد موانع

برای بدست آوردن معادلات ریاضی رفع موانع از سطوح ایمن برای عملیات پروازی، ابتدا رابطه سطوح و موانع را با مانع فرضی تداخل داده و حالتهای مختلف این تداخل بررسی می‌شود. مبنای اصلی تحلیل، جلوگیری از تقاطع حدود و مرزهای تعیین شده در ضوابط و استانداردهای طراحی با موانع فرضی اعم از طبیعی و غیر طبیعی می‌باشد.

در این پژوهش، حالتهای مختلف رفع موانع از بخشهای مختلف سطوح فرضی یاد شده قبلی آنالیز و نتایج آن برای بهره‌برداری در نرم‌افزار کامپیوتری مدلسازی می‌گردد.

برخورد موانع با سطح افقی داخلی

اگر مانع، سطح افقی داخلی برخورد کند، شکل (۱) حالتهای مختلف زیر قابل بررسی می‌باشد.

مرحله طراحی فرودگاه . این مرحله به فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی برای ساخت یک فرودگاه جدید اطلاق می‌شود. راهکارهای زیر را می‌توان برای رفع مانع انتخاب نمود:

۱- مرکز باند یا مانع در جهت محور محلی (y') جابجا گردد.

۲- مرکز باند یا مانع را در جهت محور محلی (x') جابجا گردد.

۳- اگر مانع در قسمت دایره‌ای سطح افقی داخلی باشد، می‌توان مانع یا باند را به‌صورت قطری جابجا نمود.(dr).

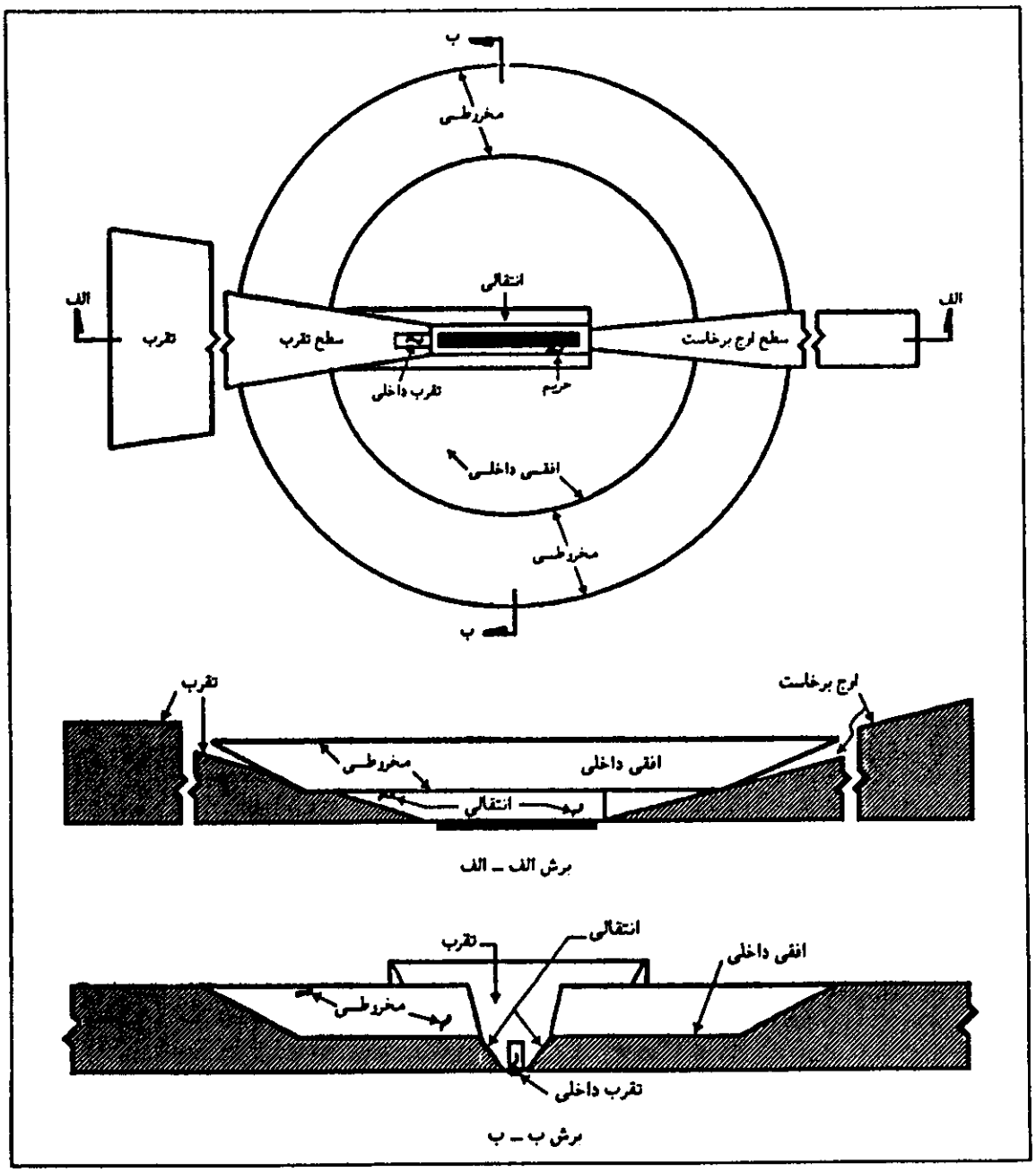
٤- ارتفاع مانع تا حدی که دیگر مزاحمت ایجاد نکند و به عنوان مانع تلقی نشود کوتاه گردد.

یادآوری می‌شود که جابجایی مانع در مرحلهٔ توسعه فرودگاه در خیلی از موارد غیر ممکن می‌باشد، که در آن صورت دیگر نمی‌توان طول باند را افزایش داد و فقط توسط این مدل، می‌توان میزان تغییر مکان مانع را در جهت محورهای محلی بدست آورد، تا جایی که دیگر مانع برای سطوح حد موانع مشکل ساز نباشد.

ضمناً جابجایی مرکز باند در جهت محور محلی (y') باید با توجه به نحوهٔ قرار گیری باندها

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ سطوح حد موانع بر اساس استاندارد ایکائو [3]

www.SID.ir

Archive of SID

صورت پذیرد فواصل باندها نگردند کمتر از مقدار مجاز نباشند. در جهت محورهای محلی نیز سطح افقی داخلی همواره بدین‌صورت می‌باشد که محور (x′) از ربع دوم و سوم مثلثاتی به سمت ربع اول و چهارم امتداد می‌یابد (شکل ۲).

در شکل (۲)، قدر مطلق جابجایی باند و مانع از لحاظ مقدار مساوی اما در خلاف جهت یکدیگر می‌باشند، مقادیر جابجائی‌ها، در راستای محورهای محلی با $\Delta x'$ و $\Delta y'$ و در جهت شعاعی با dr نشان داده شده است.

در شکل (۳) حالتهای برخورد موانع ۱ و ۲ با سطح افقی داخلی برای فرودگاه درجه ۳ یا ٤ نشان داده شده است.

راهکارهای برخورد مانع شماره ۱ با سطح افقی داخلی. (مانع در قسمت مستطیلی سطح افقی داخلی قرار دارد).

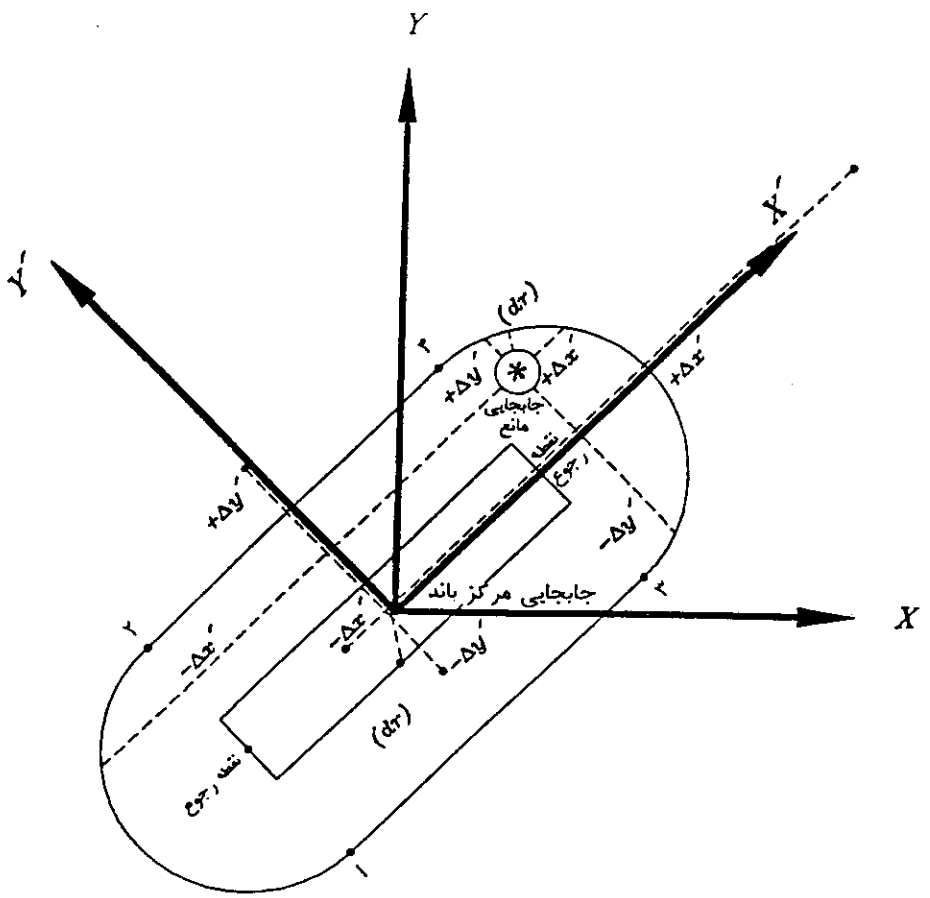
با توجه به شکل (٤) و در نظر گرفتن x و y به عنوان محورهای اصلی، x′ و y′ به عنوان محورهای محلی، مختصات و محدوده مانع شماره ۱ در دستگاه محورهای محلی به صورت ذیل می‌باشد.

$$\frac{-L}{2} \le x'_{(m)} \le +\frac{L}{2} \quad ; \quad -R \le y'_{(m)} \le +R \qquad (۱)$$

$x'(m)$ = طول مانع در مختصات محلی

$y'(m)$ = عرض مانع در مختصات محلی

$z'(m)$ = ارتفاع مانع در مختصات محلی



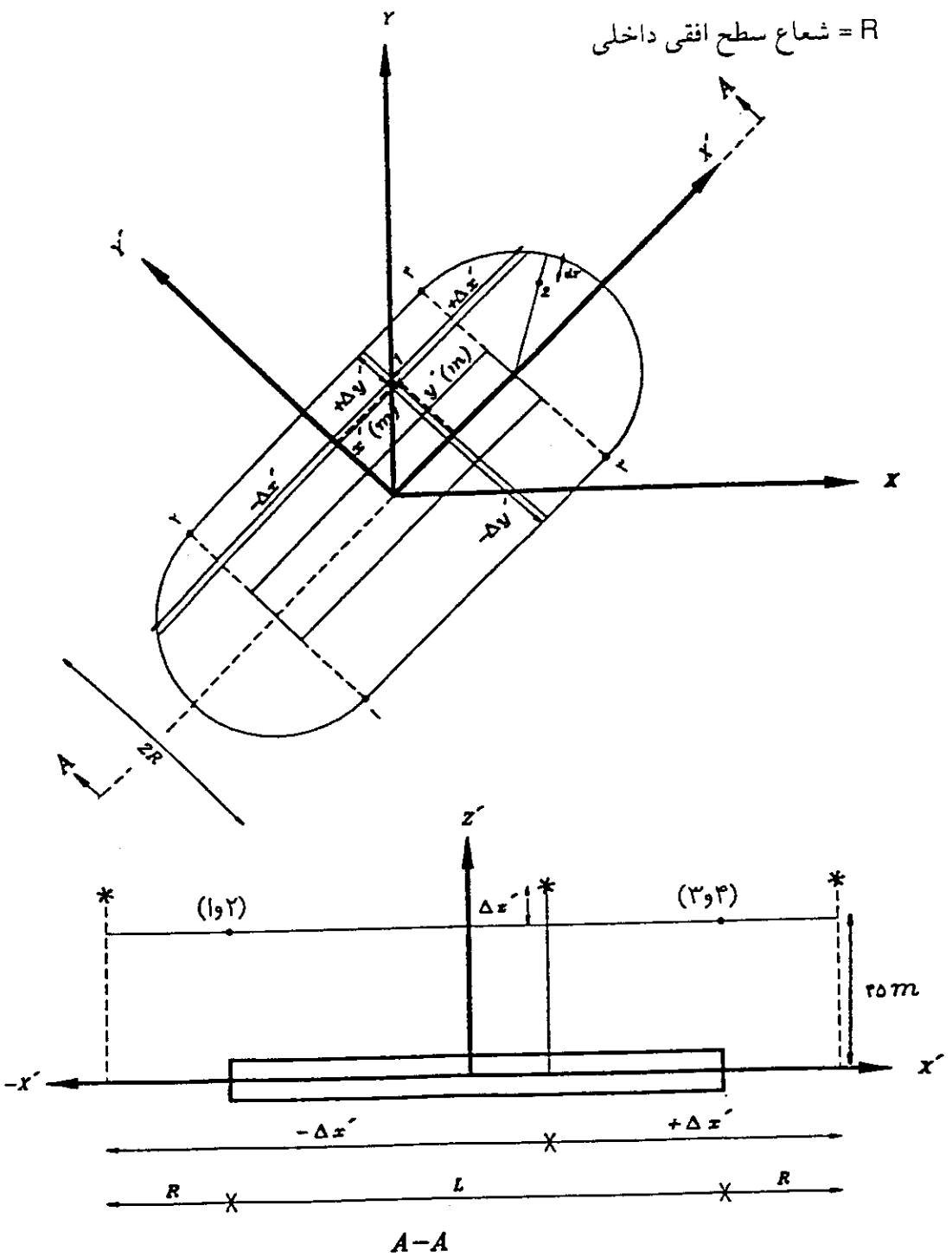
شکل ۲ برخورد مانع با سطح افقی داخلی و جابجایی مانع و باند در راستای محورهای محلی

www.SID.ir

Archive of SID

L = طول باند

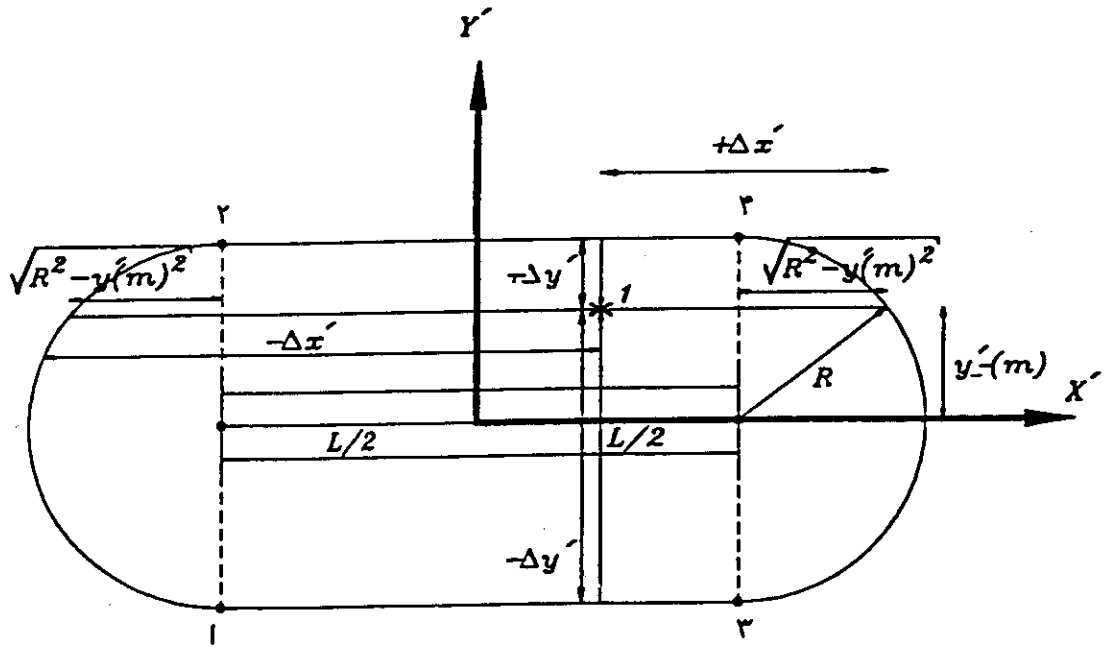
R = شعاع سطح افقی داخلی



شکل ۳ حالتهای مختلف جابجایی مانع در برخورد با سطح افقی داخلی (کد فرودگاه ۳ یا ٤)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ جابجایی مانع ۱ در برخورد با سطح افقی داخلی

میزان جابجایی مانع در جهت‌های مختلف در راستای محورهای اصلی از معادلات زیر می‌آید [١٤].

جابجایی مانع در جهت مثبت محور افقی محلی ($+x'$):

$$+\Delta x' = \frac{L}{2}\sqrt{R^2 - y'^2_{(m)}} - x'_{(m)} \qquad (۲)$$

جابه‌جایی مانع در جهت منفی محور افقی محلی ($-x'$) :

$$-\Delta x' = -\left[\frac{L}{2} + \sqrt{R^2 - y'^2_{(m)}} + x'_{(m)}\right] \qquad (۳)$$

جابه‌جایی مانع در جهت مثبت محور عمودی محلی ($+y'$) :

$$+\Delta y' = \left|R - y'_{(m)}\right| \qquad (٤)$$

• جابه‌جایی مانع در جهت منفی محور عمودی ($-y'$) :

$$-\Delta y' = \left|R + y'_{(m)}\right| \qquad (٥)$$

• میزان کوتاه کردن مانع

$$\left|Z'_{(m)} - 45\right| = \Delta Z' > 0 \qquad (٦)$$

راهکارهای برخورد مانع شماره ۲ با سطح افقی داخلی . (مانع در قسمت نیم دایره‌ای سطح افقی داخلی قرار دارد).

با توجه به شکل (٥) و در نظر گرفتن x و y به عنوان محورهای اصلی، x' و y' به عنوان محورهای محلی، مختصات و محدوده مانع شماره ۲ در دستگاه محورهای محلی به صورت زیر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

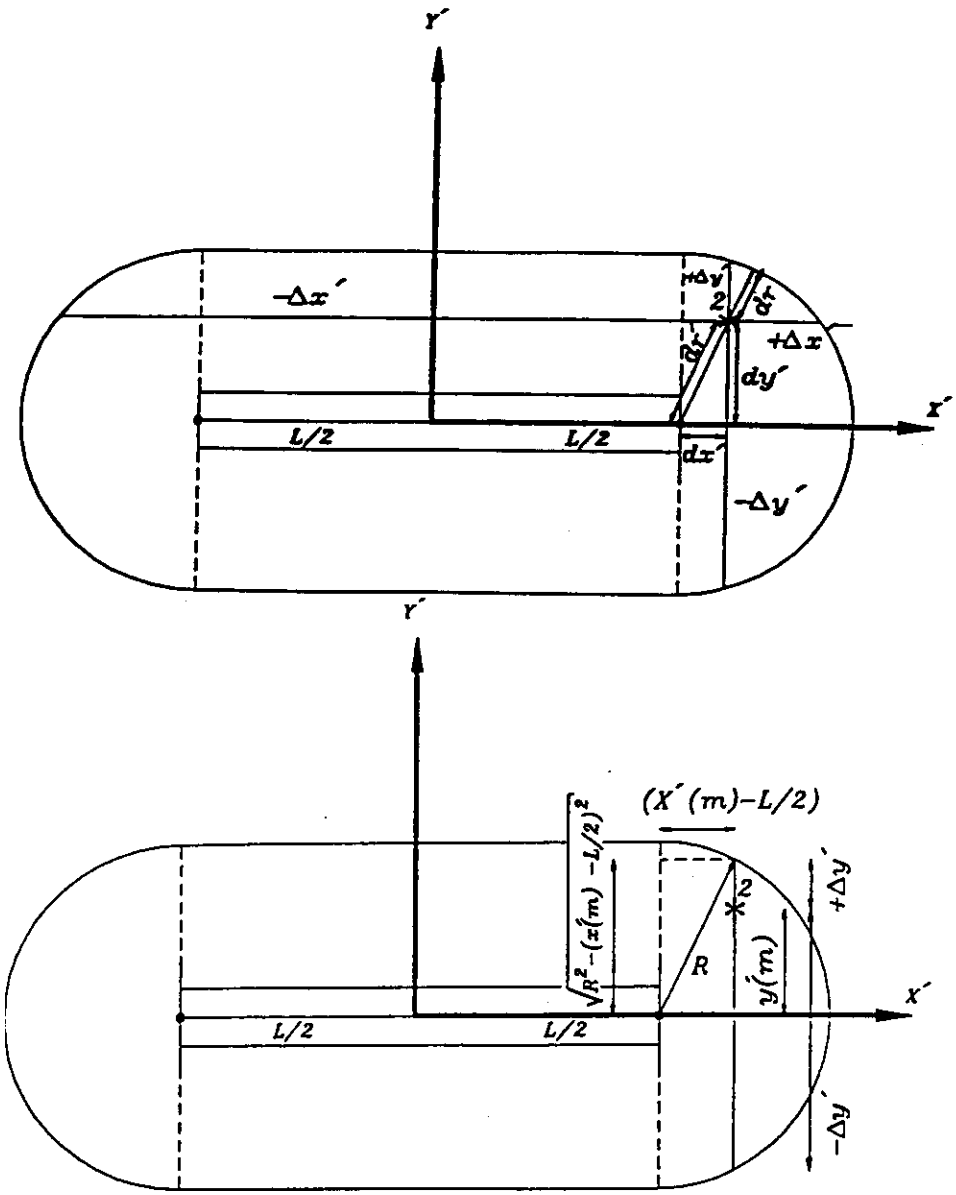
$$\frac{L}{2} \le |x'_{(m)}| \sqrt{\left[|x'_{(m)}| - \frac{L}{2}\right]^2 + [y'_{(m)}]^2} \le R \qquad (۷)$$

میزان جابه‌جایی مانع در جهت‌های مثبت و منفی محور افقی محلی به ترتیب از معادلات (۲) و (۳) بدست می‌آید.

• جابه‌جایی مانع در جهت مثبت محور عمودی محلی $(+y')$:

$$+\Delta y' = \sqrt{R^2 - \left[\left|x'_{(m)} - \frac{L}{2}\right|\right]^2} - y'_{(m)} \qquad (۸)$$

• جابه‌جای مانع در جهت منفی محور عمودی محلی $(-y')$:



شکل ۵ جابجایی مانع ۲ در برخورد با سطح افقی داخلی

www.SID.ir

Archive of SID

$$-\Delta y' = -\left[\sqrt{R^2 - (|x'_{(m)}| - \frac{L}{2})^2} + y'_{(m)}\right] \qquad (۹)$$

• میزان کوتاه کردن مانع :

$$(Z_{(m)} - 45) = \Delta Z' > 0 \qquad (۱۰)$$

• جابجایی مانع در جهت شعاعی (R) :

$$dx' = |x'_{(m)}| - \frac{L}{2}$$

$$dy' = y'_{(m)}$$

$$dr' = \sqrt{dx'^2 + dy'^2}$$

$$dr = R - dr' \qquad (۱۱)$$

در حالتی که کد فرودگاه ۱ یا ۲ باشد، از محاسبات نصف مقدار طول باند ($\frac{L}{۲}$) باید از محاسبات با را حذف شود (شکل ٦).

برخورد موانع با سطح مخروطی

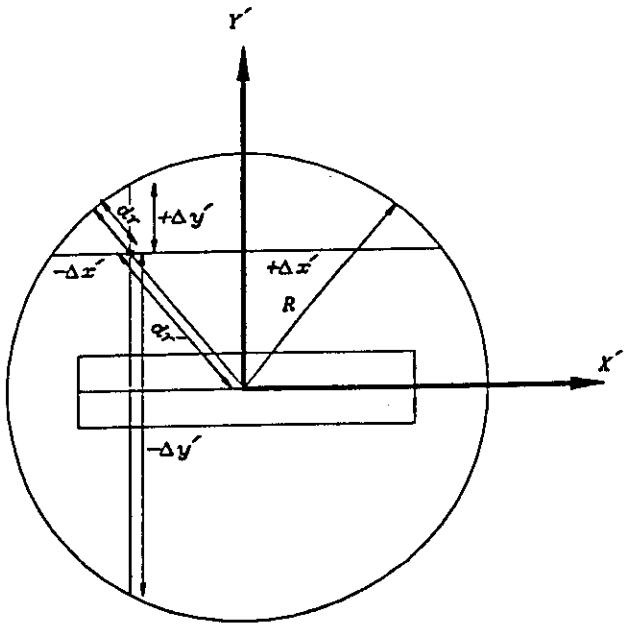
درشکل (۷) حالتهای برخورد مانع ۱ و۲ با سطح مخروطی برای فرودگاه درجه ۳ یا٤ نشان داده شده است. درادامه راهکارهای برخورد مانع شماره ۱ با سطح مخروطی توضیح داده شده است (مانع در قسمت مستطیلی سطح مخروطی قرار دارد).

با توجه به شکل (۸) و در نظر گرفتن x' و y' به عنوان محورهای محلی، مختصات و محدوده مانع شماره ۱ در دستگاه محورهای محلی به صورت زیر است.

$$\frac{-L}{2} \le x'_{(m)} \le +\frac{L}{2} \; R \le y'_{(m)} \le R + \frac{Z}{\alpha} \qquad (۱۲)$$

L = طول باند ؛ α = شیب سطح مخروطی ؛ R = شعاع سطح افقی ؛ Z = ارتفاع سطح مخروطی

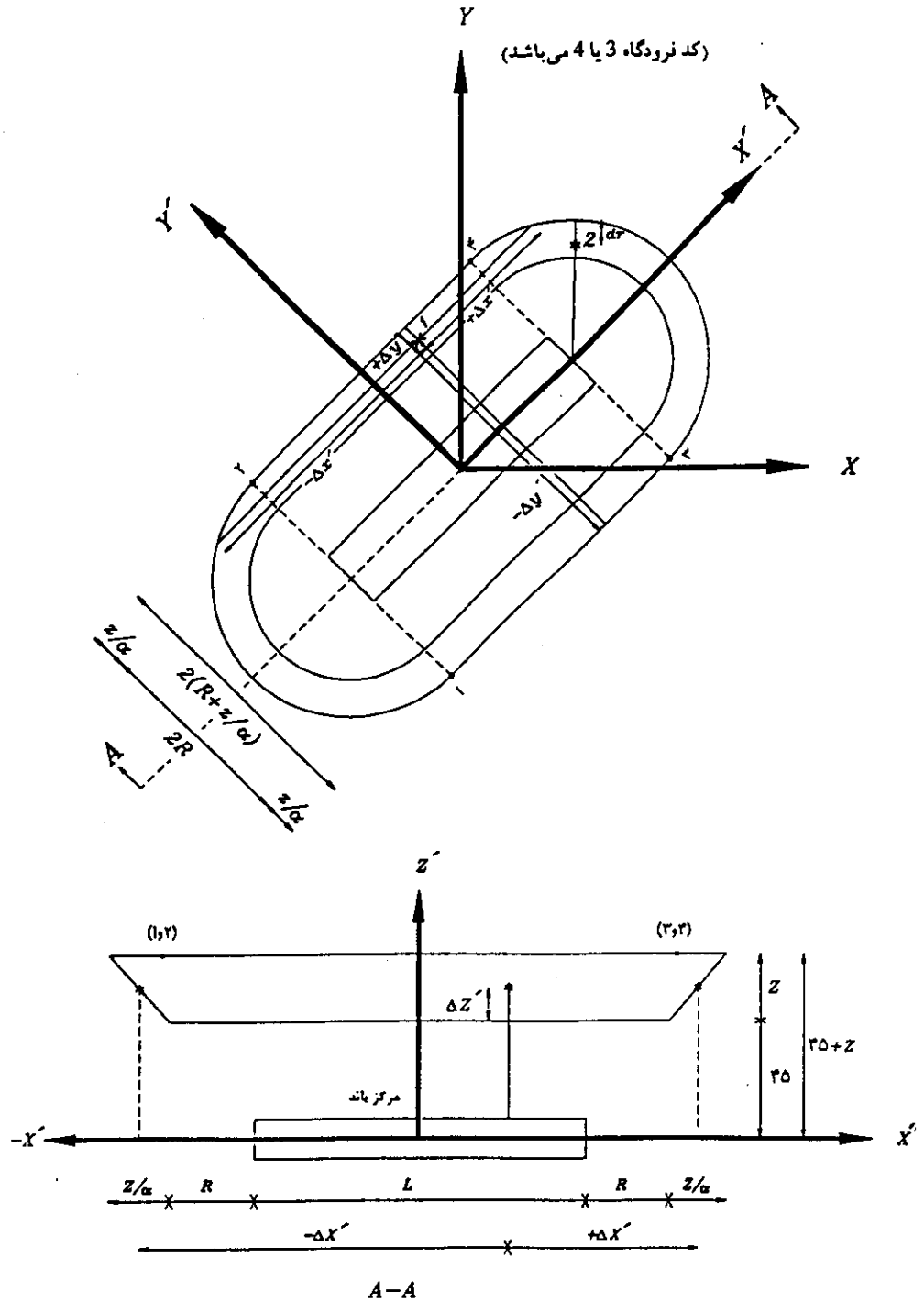
میزان جابجایی مانع در جهت‌های مختلف در راستای محورهای محلی از معادلات زیر بدست می‌آید. [۱٤].



شکل ٦ جابجایی مانع در برخورد با سطح افقی داخلی (کد فرودگاه ۱ یا ۲ می‌باشد)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷ حالتهای مختلف جابجایی مانع در برخورد با سطح مخروطی (کد فرودگاه ۳ یا ٤)

www.SID.ir

Archive of SID

• میزان کوتاه کردن مانع :

$$\Delta Z' = Z(\text{سطح مخروطی}) - Z(\text{مانع}) > 0 \qquad (۱۳)$$

جابه‌جایی مانع در جهت مثبت محور افقی محلی $(+x')$:

$$+\Delta x' = \frac{L}{2} + \sqrt{\left[R + \frac{\Delta z'}{\alpha}\right]^2 - y'^2_{(m)}} - x'_{(m)} \qquad (۱۴)$$

• جابه‌جایی مانع در جهت منفی محور افقی محلی $(-x')$:

$$-\Delta x' = -\left[\frac{L}{2} + \sqrt{\left[R + \frac{\Delta z'}{\alpha}\right]^2 - y''^2_{(m)}} + x'_{(m)}\right] \qquad (۱۵)$$

• جابه‌جایی مانع در جهت مثبت محور عمودی محلی $(+y')$:

$$+\Delta y' = \frac{\Delta z'}{\alpha} \qquad (۱۶)$$

• جابجایی مانع درجهت منفی محور عمودی محلی $(-y')$:

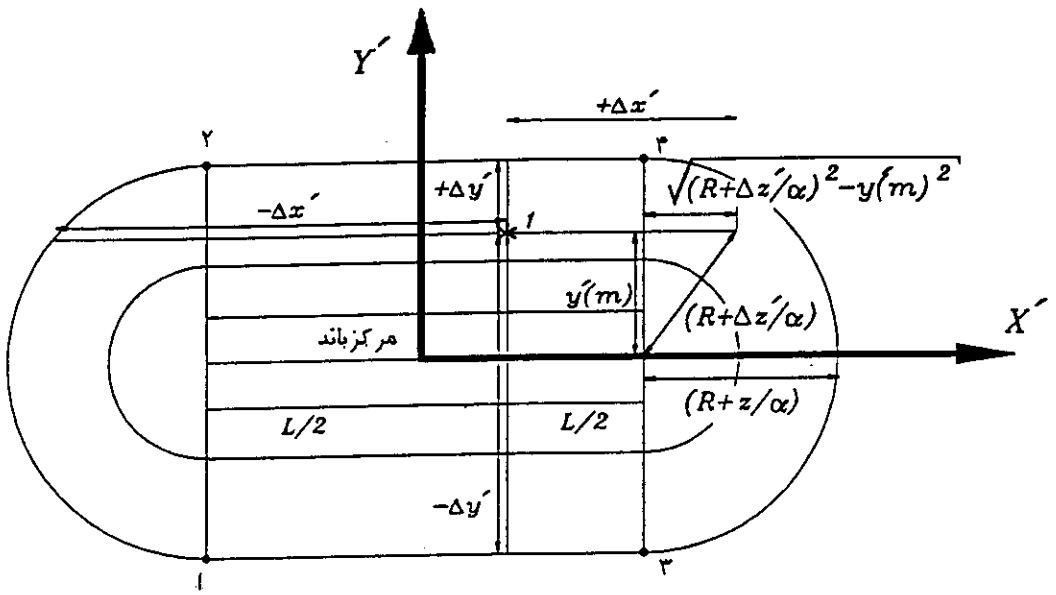
$$-\Delta y' = -2y'_{(m)} + \frac{\Delta z'}{\alpha} \qquad (۱۷)$$

در حالتی که فرودگاه ۱ یا ۲ باشد، نصف مقدار طول باند($\frac{L}{۲}$) باید از محاسبات بالا حذف شود (شکل ۹).

برای جلوگیری از برخورد موانع با دیگر سطوح حد موانع برای، می‌توان معادلات ریاضی آنها را نیز بدست آورد و با بکارگیری مدل ریاضی بدست آمده، نرم افزار طراحی و کنترل سطوح حد موانع را ارائه نمود.

نرم افزار طراحی و کنترل سطوح حد موانع فرودگاه .

مدل ریاضی سطوح حد موانع که در قسمت قبل ارائه شده، در هنگام برخورد موانع با سطوح، راهکارهایی را به صورت فرمولهای ریاضی پیشنهاد می‌نماید. در صورتی که احداث سازه‌ای در اطراف فرودگاه، مورد نظر باشد، قبل از احداث ابتدا باید مختصات سازه را نسبت به سطوح حد موانع فرودگاه کنترل و هر گاه برخوردی بین سازه و این سطوح بوجود بیاید با استفاده از این فرمولها می‌توان از برخورد جلوگیری کرد.



شکل ۸ جابجایی مانع ۱ در برخورد با سطح مخروطی

www.SID.ir

Archive of SID

در احداث یک فرودگاه جدید، کلیهٔ نقاط توپوگرافی باید نسبت به سطوح حد موانع آن فرودگاه کنترل شود. این کار با روش دستی و سنتی بسیار وقت‌گیر و در بعضی مواقع غیر ممکن است. به همین جهت درست است. طراحی و کنترل سطوح حد موانع تدوین گردید. این نرم‌افزار توسط زبان Visual Basic 6.0 در سیستم عامل ویندوز ۹۸ نوشته شده است و برای راحتی کاربر، اطلاعات توسط منوها و پنجره‌هایی به برنامه وارد می‌شود.

برای اینکه بتوان خطوط توپوگرافی را در قالب مختصات دکارتی و به صورت بانک اطلاعاتی، تحت عنوان مجموعه نقاط عوارض طبیعی به برنامه وارد کرد، باید مراحل زیر را به ترتیب انجام داد[۱٤] .

۱- اسکن کردن تصویر خطوط توپوگرافی.

۲- برداری کردن نقشه در محیط " Corell Draw "، با این کار کلیه نقاط نقشه برداری می‌شوند .

۳- نام‌گذاری فایل در محیط " Corell Draw " و سپس ذخیره سازی آن.

٤- بازکردن فایل در محیط " Auto Cad".

۵- قرار دادن مرکز محورهای مختصات در نقطهٔ مرجع فرودگاه.

٦- مشخص کردن ارتفاع کلیه نقاط و خطوط توپوگرافی.

۷- لیست گرفتن از کلیهٔ نقاط و خطوط توپوگرافی نسبت به نقطه مرجع فرودگاه (مرکز محور مختصات).

۸- قرار دادن لیست نقاط و خطوط توپوگرافی در قالب بانک اطلاعاتی در یک فایل جداگانه متنی.

۹- نوشتن مختصات نقطهٔ (o وo وo) در انتهای بانک اطلاعاتی، برای مشخص کردن انتهای فایل در هنگام خواندن آن توسط برنامه.

پارامترهای ورودی این نرم افزار شامل تمام عواملی است که در باند و سطوح حد موانع مؤثر هستند و بطور خلاصه شامل موارد زیر می‌باشد.

۱- مشخصات نقطه مرجع فرودگاه (درجه حرارت و مختصات).

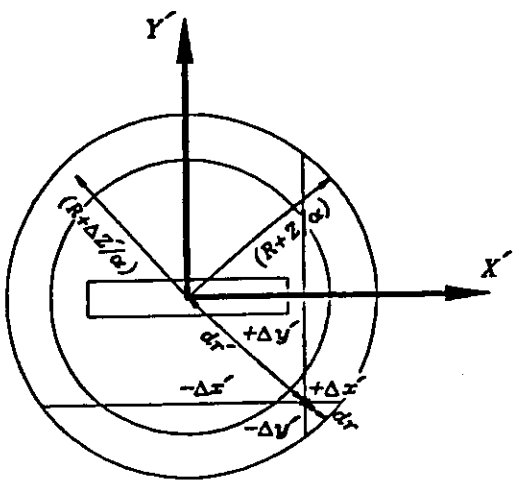
۲ـ مختصات مرکزباند، شیب‌باند و زاویه قرارگیری باند.

۳- مشخصات هواپیمای طرح .

٤- نوع تقرب .

۵- نوع و شرایط عملیات هر باند (نشست، برخاست، نشست و برخاست).

٦- مختصات‌عوارض طبیعی ومصنوعی اطراف فرودگاه.



شکل ۹ جابجایی مانع در برخورد با سطح مخروطی (کد فرودگاه ۱ یا ۲)

www.SID.ir

Archive of SID

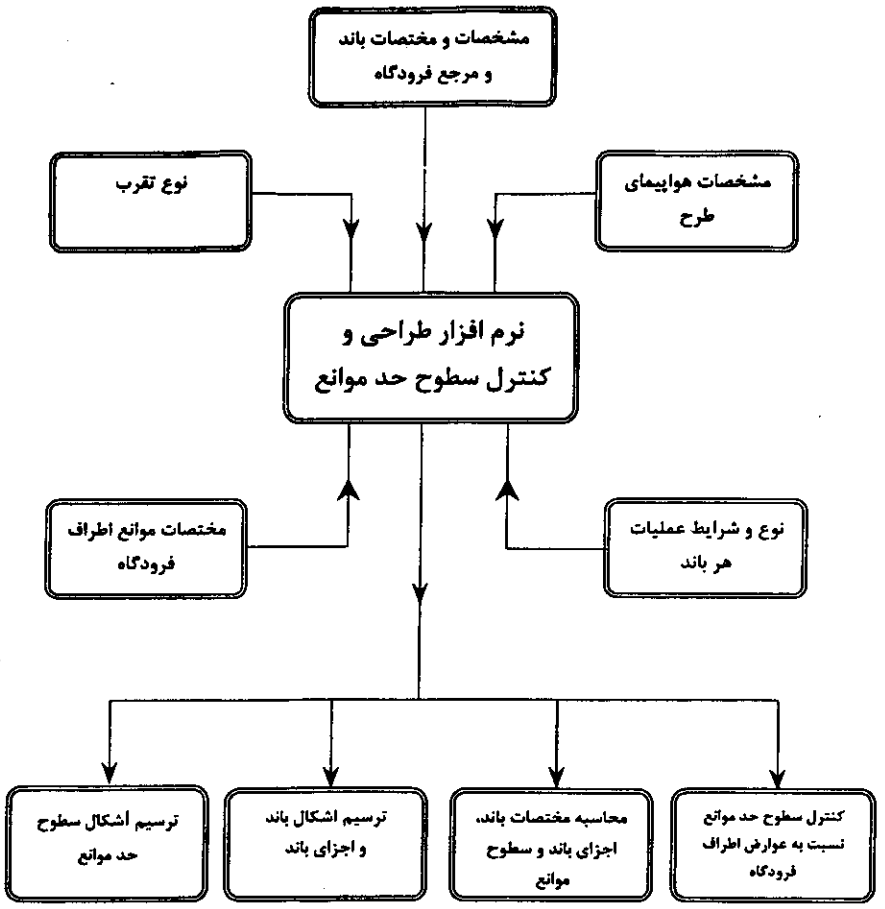
پارامترهای خروجی این نرم‌افزار شامل ترسیم شکل‌ها باند و سطوح حد موانع، محاسبه طول باند و کلیه مختصات نقاط سطوح، باند و اجزای آن در قالب مختصات جغرافیایی و دکارتی نسبت به مرجع فرودگاه می‌باشد. این نرم‌افزار پس از این که کلیه نقاط توپوگرافی اطراف فرودگاه را نسبت به سطوح حد موانع کنترل کرد و بهترین نقطه را برای احداث باند مشخص نمود، قابلیت انطباق تصویر سطوح حد موانع را بر روی خطوط توپوگرافی دارد تا نتیجه را کاربر مشاهده نماید.

پارامترهای ورودی و نتایج خروجی به صورت فلوچارت در شکل (۱۰) قابل مشاهده است.

نتیجه گیری

بر اساس مدل ارائه شده در این مقاله و نرم‌افزار طراحی شده، برنامه‌ریز و طراح قادر خواهد بود که گزینه‌های مطرح را در کمترین فرصت مقایسه نموده و گزینه ایمن و بهینه از دیدگاه اقتصادی را انتخاب نماید.

هنگامی که تعداد باندهای پروازی زیاد است و سرزمین پیرامون فرودگاه کوهستانی باشد، محاسبهٔ سطوح حد موانع و کنترل آنها نسبت به عوارض زمینهای اطراف فرودگاه بسیار مشکل و وقت‌گیر خواهد بود. با استفاده از نرم افزار ساخته شد در این تحقیق طراح قادر خواهد شد که محل باندها را با در نظر گرفتن موانع اطراف فرودگاه بر اساس استاندارد ایمنی تعیین نماید.



شکل ۱۰ فلوچارت پارامترهای ورودی و نتایج خروجی نرم‌افزار طراحی باند، اجزای باند و سطوح حد موانع

www.SID.ir

Archive of SID

به کمک این نرم‌افزار هر گاه لازم باشد سازه‌ای یا ساختمانی در اطراف احداث شود، با وارد کردن مختصات آن در برنامه کامپیوتری می‌توان ارتفاع آن را نسبت به سطوح حد موانع کنترل و دستوالعمل ارتفاع مجاز را برای آن سازه را صادر کرد.

هنگامی که پارامترهای تأثیر گذار مانند هواپیمای طرح برای فرودگاه احداث شده‌ای تغییر کند، می‌بایست باند، اجزای باند و سطوح حد موانع دوباره محاسبه شود و مختصات کلیه عوارض و نقاط توپوگرافی پیرامون فرودگاه نسبت به این سطوح جدید کنترل شوند، با استفاده از این مدل هرگاه ورودیهای سیستم تغییر کند به راحتی می‌توان حالتهای مختلف را بررسی نمود.

به طور کلی پژوهش مورد نظر در واقع آغاز کنندهٔ فرآیندی در گسترهٔ وسیع طراحی و تدوین مدلهای شبیه‌سازی برای آنالیز و بویژه طراحی اجزای مختلف سیستم فرودگاه در بخشهای زمینی و هوایی است. با انجام این کار فرصت مناسبی برای پیشنهاد و شروع پروژه‌های پژوهشی در این راستا ایجاد شده که از جمله می‌توان به تلفیق مدل شبیه‌سازی آنالیز و طراحی سطوح حد موانع فرودگاه با مدلهای نرم‌افزاری که تاکنون برای شبیه سازی سایر اجزای فرودگاهها از جمله محوطهٔ توقفگاه هواپیماها، پایانه و بخش زمینی تهیه و تدوین شده است،اشاره نمود. در صورت تلفیق این مدلها می‌توان از نتایج خروجی مدل مورد بحث به عنوان داده‌های ورودی سایر مدل‌های مربوط به اجزای مرتبط با محوطهٔ پروازی فرودگاه استفاده کرد. این امر موجب هماهنگی فرآیند کنترل و مدیریت جریان و پردازش و خدمات رسانی به مسافران و هواپیما در تمامی مراحل و نهایتاً دستیابی به مدل بهینه‌ای برای تمامی اجزای سیستم فرودگاه خواهد شد.

مراجع

۱- صفارزاده، محمود و معصومی، غلامرضا، " برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه "، شرکت فرودگاههای کشور، سازمان هواپیمایی کشوری، تهران، (۱۳۷۹)

۲- مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری، " آیین‌نامه کاربری اراضی اطراف فرودگاه " ،نشریه شماره ۲۳۳، معاونت فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران،(۱۳۸۰).

3- International Civil Aviation Organiztion, "Aerodrome Design and Operations", Annex 14, Vol. 1, First Edition, Montreal, Canada, (1990).

4- Federal Aviation Administration, AC 150/536013, " Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities ", (1998).

5- Mckelvey, F.X., " A Review of Airport Terminal Simulation Models", Report at the 69th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D. C., (1990).

6- Horonjeff, R., and Mckelvey , F. X., "*Planning and Design of Airport*", Furth Edition, McGraw Hill, (1994).

7- Dunlay, W. l, "Simulation Model Validation: Airport Applications ", *ASCE Journal of Transportation Engineerin,* Vol. 107 TE 4, (1981).

www.SID.ir

Archive of SID

8- McCabe, l., and Gorstein. M., "The Airport Landside simulation Model (ALSIM) Description and Users Guide ", Volum II and III, Federal Aviation Adminstration Washington, D. C., (1982).

9- Transport Canada, "passenger Flow Simutation Model: User,s Manual ", version 3.0, Airports Group, Ottawa, (1991).

10- Saffarzadeh, M., "A Procedure for the Optimum Operation of Airport Passenger Terminals ", Ph.D Thesis, Carelton University, Ottawa, (1995).

11- Hassounah, Mazen. I., and Steuart, Gerald. N., "Demand for Aricraft Gates", paper No. 93 of 72nd Annual Meeting, Transportation Research Board, Washinrton, D. C., (1993).

12-Badara, S., and Wirasinghe, S. C., " Walking Distance Minimzation and Simulation for Airport Terminal", Ph.D Thesis., The University of Calgary, Calgary, Canada, (1992).

13-Braaksma, J. P., " Optimum Airport Terminal Layout Planning", *Engineering optimization journal*, Vol. 3, pp. 1-15, (1977).

۱٤- قائمی، علی، " طراحی کامپیوتری محوطه پروازی فرودگاه" ، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده فنی،دانشگاه تهران، (۱۳۸۰).

www.SID.ir