

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن (مطالعه موردی: فرودگاه مهرآباد تهران)

علی زنگویی (مسئول مکاتبات)، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

عبدالرضا شیخ الاسلامی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: a.az.1210@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۰۵ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۱۴

چکیده:

همه روزه حوادث و تصادفات فراوانی در بخش های مختلف حمل و نقلی اتفاق می افتد که هزینه های گزافی برجای می گذارد. در صنعت هوانوردی به علت پرهزینه بودن امکانات و تجهیزات، هزینه های ناشی از تصادفات بسیار چشمگیرتر خواهد بود. بیش از پنجاه درصد تصادفات هوانوردی، حوادث رمپ فرودگاه هاست که توسط عوامل مختلف (که خطای انسانی علت اصلی آن هاست)، رخ می دهد. هدف از این پژوهش ارائه مدلی است که میزان تصادفات رمپ فرودگاه را در سال های طرح پیش بینی نماید و میزان اثرگذاری هر عامل در بروز تصادفات را نشان دهد تا بتوان در راستای آن عوامل پیشگیرانه ای به منظور کاهش و حداقل نمودن میزان تصادفات اتخاذ نمود. مطالعه موردی بر اساس داده های آماری فرودگاه مهرآباد در بین سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ صورت گرفته است و به طور کلی، از مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیون فازی استفاده شده است. مدل ها کالیبره شده و تحلیل می شوند و در نهایت دو متغیر "تعداد هواپیماهای کوچک" و "متوسط عمر هواپیماها" به ترتیب با ضرایب اهمیت ۰/۳۴ و ۰/۲۹ به عنوان مهم ترین عوامل دخیل در بروز حوادث شناسایی گردید و راهکارهای پیشگیرانه در این رابطه مطرح می شود.

واژه های کلیدی: ایمنی در رمپ فرودگاه، حوادث و مشکلات رمپ های فرودگاه، شناسایی عوامل موثر در حوادث و تصادفات محدوده رمپ ها، کاهش تصادفات رمپ فرودگاه

۱. مقدمه

فوق العاده زیادی است، تعداد تلفات جانی آن است. در هیچ سانحه هوایی صحبت از میزان خسارت به هواییها نیست و موضوعی که بحث اصلی محافل است تعداد کشته و مجروحین آن سانحه است.

ناگفته پیداست که عملکرد کارکنان ایمنی زمینی و آتش نشانی در نجات جان مسافران هوایی دارای چه اهمیت و حساسیتی است، بنابراین توجه و سرمایه گذاری در این بخش نسبت مستقیم با نجات جان انسانها دارد و این موضوع به اندازه ای دارای اهمیت و حساسیت است که جان انسانها داراست. [Kashanian, 2011]

سوانح هوایی، معمولاً ترکیبی از عوامل خطای انسانی و فنی است که با تقدم و تأخر زمانی باعث تشدید حادثه می شوند. تشخیص اینکه کدامیک از این علل مقدمه بروز سایر عوامل گردیده است، موضوع بسیار پیچیده‌ای است که از رهگذر بررسی صدها اثر باقیمانده از سانحه، به علل آن پی برده می شود. قضاوت زمانی دشوار است که آثار باقیمانده نتواند به طور مشخص یک فرضیه را اثبات کند و یا فرضیات مختلف با درجه نسبتاً مساوی طرح شود. به دلیل این پیچیدگی‌ها، در مواقع بروز سانحه، بر اساس مقررات بین المللی و در چارچوب دستور العمل های استاندارد، گروه های مختلف تخصصی به منظور بررسی عوامل مختلف تشکیل می شود. این گروه ها که از ورزیده ترین کارشناسان تشکیل می شوند، زیر نظر سازمان هوایی آن کشور، وظیفه این بررسی ها را بر عهده می گیرند. ابتدا با بررسی های کارشناسانه به جمع آوری اطلاعات پرداخته و سپس با دقت در اطلاعات به دست آمده، اقدام به طراحی فرضیه ها کرده و مستندات واقعی خویش را بر پایه علمی استوار نموده و با جمع بندی، علت بروز سانحه را تشخیص خواهند داد. [Esfahani, 2010]

با این توضیحات در صورتی که بتوان مدلی طراحی نمود تا میزان حوادث و تصادفات رمپ فرودگاه را برآورد نماید، می توان برای جلوگیری از اینگونه حوادث گام بزرگی برداشت. با استفاده از این مدل، می توان سهم هر یک از عوامل دخیل را تعیین کرده و در راستای آن، قوانین پیشگیرانه ای برای سال های آتی طراحی نمود.

همه روزه حوادث و تصادفات فراوانی در بخش های مختلف حمل و نقلی اتفاق می افتد که هزینه های گزافی برجای می گذارد. در صنعت هوانوردی به علت پرهزینه بودن امکانات و تجهیزات، هزینه های ناشی از تصادفات بسیار چشم گیرتر خواهد بود. بخش بزرگی از تصادفات هوانوردی، حوادث رمپ فرودگاه هاست که توسط عوامل مختلف، رخ می دهد که با کنترل این حوادث و رفع و یا حداقل کردن هزینه های ناشی از آن، می توان در توسعه این صنعت نقش بسزایی داشت. [Sheykholeslami, et al. 2010]

ایمنی از ابتدایی ترین ملزومات شکوفائی اقتصاد در هر کشوری است و فرودگاهها به عنوان دروازه هر کشور، در رشد و شکوفایی آن نقش بسزایی دارند. بطور کلی، ایمنی به این صورت تعریف می شود: "شرایط آزاد بودن از مشکلات یا آزاد بودن از شرایطی که موجب آسیب، صدمه یا خسارت می شوند، به عبارت دیگر ایمنی راهی از پتانسیل ضرر و زیان است". ایمنی باید به عنوان خصوصیتی از یک سیستم مانند کیفیت و قابلیت اعتماد باشد که این خصوصیات، بخش تکمیل کننده سیستم هستند. [Kasha-nian, 2011]

گاهی اوقات افراد نسبت به مسائل ایمنی آگاه اند، اما به دلیل کم توجهی و یا فرهنگ غلط، مشکلات و حوادث به وجود خواهند آمد و می توان دید که با رعایت نکات ایمنی هر چند ساده، می توان از حوادث جبران ناپذیر در فرودگاه ها جلوگیری نمود.

هواییها به همان اندازه که جایجائی را برای انسان سهل و آسان نموده است، می تواند آستن تهدیداتی به مراتب سخت و دشوار باشد. وجود عواملی از قبیل سرعت و وزن بالا، سیستم های تحت فشار، مواد قابل اشتعال در ساختمان هواییها، بعلاوه وجود هزاران تن سوخت شرایطی را فراهم می آورد که در صورت بروز سانحه انجام عملیات نجات با تهدیدات قابل ملاحظه ای همراه باشد. [Esfahani, 2010]

سانحه هوایی هر چند کوچک دارای بعد و گستردگی ویژه ای بوده و بلافاصله مورد توجه خبرگزاری ها و رسانه ها قرار می گیرد و موضوعی که در سوانح هوایی شاخص بوده و دارای حساسیت

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن

هیچکدام فاجعه آمیز نبوده است. در واقع ۱۶۶ مورد (۸۱٪) آن صدمه به کارکنان و ۳۸ مورد (۱۹٪) آن صدمه به مسافری است و درکل نرخ صدمات و جراحات برای هر ۱۰۰۰ حرکت هواپیما، ۰/۱۴۷ و یا یک صدمه و آسیب به ازای ۶/۸۱۸ حرکت هواپیما بوده است. هزینه های ناشی از صدمات و آسیب های وارده به کارکنان و اپراتورهای بخش زمینی بسیار اساسی است و شامل از دست دادن زمان، جبران کاستی ها، مداوا و ... است. [Chamber-

lin et al.2004]

با توجه به آماری که در بالا (مربوط به سال ۲۰۰۴) ذکر شد، در ادامه، به منظور توضیحات بیشتر در این رابطه، مطالعات میدانی سال ۲۰۰۷ نیز (که تنها بخشی از حوادث فرودگاه های آمریکا است) در جدول (۱) نشان داده شده است. [Duffy, 2007]

۳. عوامل بروز حوادث در رمپ ها

به طور کلی، عوامل بروز حادثه را می توان به سه دسته تقسیم کرد.

- انسان
- ابزار
- محیط

علی رغم مخاطره آمیز بودن محیط رمپ فرودگاه و نقص و فرسودگی آن، مقصر اصلی حوادث در اغلب موارد، انسان بوده است. البته بی تردید عوامل محیطی و ابزار نیز در به وجود آمدن آن بی تاثیر نبوده اند، اما نقش عامل انسانی غیر قابل انکار به نظر می رسد.

بطور کلی، خطای انسانی، افزایش تعداد پروازها، برنامه های زمانی دقیق و سخت گیرانه هواپیماها، طراحیهای فشرده برای قراردادن تجهیزات زمینی (به طوری که برای هواپیماهای کوچک طراحی شده اند!) طراحی فشرده ترافیکی در محدوده رمپ ها، جزء فاکتورهای دخیل در حوادث هستند [ACRP, 2011].

۴. روش تحقیق

در این بخش، تمامی علت هایی که به گونه ای در تصادفات رمپ های فرودگاهی دخیل هستند، تعیین می شود. این پارامترها

۲. طبقه بندی انواع تصادفات در رمپ فرودگاه

بر اساس مطالعات در سال ۲۰۰۴ (دوره یک ساله در سال ۲۰۰۴ و متوسط کلیه فرودگاه های جهان)، مناطق و محدوده هایی که نیاز به توجه ویژه دارند، تعیین می شود که برای این منظور طبقه بندی زیر در نظر گرفته می شود.

۲-۱ تصادفاتی که هواپیما در آن دخیل است.

بیشتر حوادث جدی محدوده رمپها در برگیرنده هواپیماها است که ممکن است به علت برخورد کامیون حامل پلکان هوایی با هواپیمای ثابت و یا برخورد تجهیزات یا پل عبور مسافری، کامیون های سوخت رسانی، ماشینهای حمل چمدان و بار مسافری و کامیون های تغذیه به هواپیما باشد. این حوادث ۸۶٪ تصادفات را در بر می گیرد که در سال ۲۰۰۳، ۸۱٪ را شامل شده است.

در واقع ۸۶٪ تصادفات شامل برخورد "تجهیزات با هواپیما" و ۱۴٪ شامل برخورد "هواپیمای درحال حرکت با تجهیزات" است که علت این تفاوت به خاطر این است که هواپیمای در حال حرکت، به صورت دقیق توسط کنترلرهای ایمنی پرواز، حفاظت می شود، بنابراین درصد کمتری از تصادفات را شامل خواهد شد. [Aaronson, 2004]

۲-۲ تصادفاتی که هواپیما در آن دخیل نیست.

علت اصلی حوادثی که هواپیما در آن دخیل نیست، به علت برخورد تجهیزات با تجهیزات بوده است که ۶۶٪ کل حوادث را شامل می شود. در سال ۲۰۰۴، این تصادفات ۵۹٪ کل حوادث را شامل می شده است. [Chamberlin, et.al.2004]

۲-۳ تصادفاتی که نتیجه آن صدمه دیدن کارکنان و مسافری بوده است.

طبق مطالعات میدانی مشخص شد که ۲۰۴ مورد از حوادث، منجر به آسیب کارکنان و مسافری شده است که ۲۰۳ مورد آن با درجه وخامت پائین، ۱ مورد با درجه وخامت متوسط و خوشبختانه

علی زنگویی، عبدالرضا شیخ الاسلامی

جدول ۱. داده های آماری تصادفات و حوادث فرودگاهی مربوط به سال ۲۰۰۷

تصادف و حادثه	تعداد	کل %	نرخ
سوانح دربرگیرنده ی هواپیما	۹۶۶	۳۱/۹۲	۰/۰۷۸
سوانح دربرگیرنده ی تجهیزات	۲۰۶۰	۶۸/۰۸	۰/۱۶۷
مجموع	۳۰۲۶	۱۰۰	۰/۲۴۵

سوانح و تصادفات در برگیرنده ی هواپیما	تعداد	کل %	نرخ
آسیب های وارده بر هواپیماهای ساکن، توسط تجهیزات	۷۲۵	۷۵/۰۵	۰/۰۵۹
آسیب های وارد بر هواپیماهای در حال حرکت	۲۴۱	۲۴/۹۵	۰/۰۱۹
مجموع	۹۶۶	۱۰۰	۰/۰۷۸

سوانح و تصادفات دربرگیرنده ی تجهیزات	تعداد	کل %	نرخ
توسط بخش مکش موتور هواپیما	۲۷	۱/۳۱	۰/۰۰۲
آسیب های ناشی از برخورد تجهیزات به تجهیزات	۱۳۹۳	۶۷/۶۲	۰/۱۱۳
آسیب های ناشی از برخورد تجهیزات به ساختمان ها	۶۴۰	۳۱/۰۷	۰/۰۵۲
مجموع	۲۰۶۰	۱۰۰	۰/۱۶۷

آسیب های انسانی	تعداد	کل %	نرخ
وخیم	۱	۰/۲۱	۰
شدید	۶۰	۱۲/۶۸	۰/۰۰۵
جزئی	۴۱۲	۸۷/۱۰	۰/۰۳۳
مجموع	۴۷۳	۱۰۰	۰/۰۳۸

تعداد فرودگاه های مورد بررسی: ۱۵۸ مورد
نرخ تصادفات و حوادث به ازای هر ۱۰۰۰ حرکت هواپیما است.

تعداد کل رفت و آمد هواپیما: ۴۲۵،۴۳۰،۱۲

تصادفات این محدوده تعیین گردید.

در ادامه برخی از علل دخیل در تصادفات بیان گشته است:

- سرعت مجاز وسایل نقلیه در محدوده رمپ

- تعداد محل پارک هواپیما (X1)

- تعداد کل پروازها (X2)

- تعداد وسایل نقلیه (اتوبوس، یدک کش، وانت و ...)

- تعداد کل تجهیزات

- مساحت کل محدوده رمپ

ممکن است در طول سالیان و برای برنامه ریزی در سال طرح، تغییر کنند، ولی از آنجا که در این مقاله از داده های میدانی سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ استفاده شده است، بعضی از آن ها در این سال ها ثابت بوده و بنابراین به عنوان متغیر مستقل بکار گرفته نمی شوند.

برای بررسی تصادفات رمپ فرودگاهی، محوطه ی رمپ فرودگاه مهرآباد در نظر گرفته شده است. خصوصیات فیزیکی و امکانات رمپ این فرودگاه مورد مطالعه قرار داده شد و عوامل مؤثر بر

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن

اندازه‌های کار را آسان کرده اند. این اعداد، نوع خاصی از اعداد فازی هستند که ویژگی خاص آنها در نوع تابع عضویت آنهاست. تعریف - اگر عدد فازی A دارای تابع عضویتی به صورت معادله (۱) باشد.

$$A(x) = \begin{cases} L(\frac{m-x}{\alpha}) & \dots x \leq m \\ R(\frac{x-m}{\beta}) & \dots x > m \end{cases} \quad (1)$$

که در آن L و R توابعی غیر صعودی از R^+ به $[0, 1]$ و $L(0)=R(0)=1$ ؛ آنگاه A را یک عدد فازی LR نامیده و با نماد $A=(m, \alpha, \beta)LR$ نشان می‌دهند. m را مقدار نما یا میانه و α و β را به ترتیب پهنای چپ و پهنای راست A می‌نامند و توابع L و R ، مرجع نامیده می‌شوند.

در استخراج‌های آماری مرسوم، مدل‌های رگرسیون معمولی به طور گسترده در پیدا کردن رابطه بین چند متغیر در یک سیستم بکار می‌روند و به این ترتیب به کمک متغیرهای مشاهده شده، سایر متغیرها را پیش بینی می‌کنند. به طور خلاصه، اگر در سیستم مورد بررسی متغیرها تصادفی نبوده و داده‌ها قطعی نباشند، بلکه متغیرهایی تصادفی و احتمالی باشند، تحلیل رگرسیون فازی می‌تواند ابزار مناسب تری از تحلیل رگرسیون معمولی باشد. به طور عمومی، رگرسیون فازی را می‌توان به دو مقوله اصلی تقسیم کرد:

الف- رگرسیون فازی زمانی که روابط بین متغیرها فازی باشد.

ب- رگرسیون فازی زمانی که خود متغیرها فازی هستند.

یک مدل رگرسیون خطی فازی را می‌توان توسط معادله (۲) تعریف کرد.

$$Y = (y, e)_L = A_1 x_1 + \dots + A_m x_m = Ax \quad (2)$$

که در رابطه فوق $(y, e)_L$ بیان کننده عدد فازی LR با میانه y و پهنای e ؛ بردار متغیر مستقل؛ A بردار مجموعه فازی که حاوی پارامترهای مدل است می‌باشند. با کمک اصل گسترش اعداد فازی برای عملگر جمع، عدد فازی $A_i = (m_i, \delta_i)_L$ وجود خواهد داشت، به گونه‌ای که $(y, e)_L = (\sum_i m_i x_i, \sum_i \delta_i x_i)$ در مدل‌های رگرسیون فازی، پارامترهای فازی بر طبق شرایط

- تعداد کل کارکنان زمینی (X3)

- تعداد هواپیماهای کوچک دارای یک راهرو (ظرفیت زیر ۱۰۰ نفر) (X4)

- تعداد هواپیماهای بزرگ دارای دو راهرو (ظرفیت بالای ۱۰۰ نفر) (X5)

- متوسط عمر مفید هواپیماها (X6)

- تعداد بازدید سالانه از محوطه رمپ در طول سال

- تعداد دوره‌های آموزشی در طول سال

- تعداد ساعات کاری کارکنان رمپ در هر روز

- میانگین بارش برف و باران رمپ، در سال

با توجه به آمار، تعداد تصادفات برای سال‌های ۸۶ تا ۸۹ تعیین گشت. تمامی این علل می‌تواند در دراز مدت بر میزان تصادفات تأثیر بسزایی داشته باشد، اما در بین سال‌هایی که مدنظر این مطالعات (یعنی ۸۶ تا ۸۹) بوده است، بعضی از پارامترها به علت ثابت بودن، حذف گردید و پارامترهایی که در مدل‌سازی مساله از آن استفاده خواهد شد، در پیوست "الف" ذکر گردیده است.

۵. مدل‌سازی

با توجه به داده‌های میدانی که در پیوست "الف" آمده است، در این قسمت به مدل‌سازی در روش‌های مختلف پرداخته می‌شود. قابل ذکر است که محاسبات صورت گرفته توسط نرم افزارهای FuReA و SPSS در پیوست "ب" آورده شده است.

۵-۱- برآزش مدل رگرسیون فازی

روشهای مرسوم در رایانه‌ها (منطق ۰ و ۱) در پیروی از پیچیدگی فکر و سیستم عصبی بشری عاجزند. با پذیرش این مطلب و با توجه به پیچیدگی زیاد سیستم‌های انسانی و یا در مواردی که در تصمیم‌گیریها، آرای انسانی دخالت دارند، ناگزیر باید از درجه بالای دقت کاست. در مدل‌سازی ابهام و عدم دقت، طبیعی است در جستجوی آن چیزی باشیم که فازی^۱ نامیده می‌شود.

معمولاً کار با اعداد فازی مستلزم محاسبات پیچیده و طولانی است. دوپیس و پراد^۲ (۱۹۷۸) با معرفی اعداد فازی LR تا

$$y = -4.481 - 0.2658X_1 + 0.001284X_2 + 0.004799X_3 + 0.4415X_4 + 0.009048X_5 + 0.02421X_6 \quad (3)$$

۲- مدل خطی - رگرسیون

مدل خطی رگرسیون، با استفاده از نرم افزار FuReA، به صورت معادله (۴) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده های آماری) در شکل (۲) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

$$y = 0.8262 + 2.945X_1 + 0.001096X_2 + 0.02718X_3 + 1.946X_4 - 0.9404X_5 - 0.2621X_6 \quad (4)$$

۲-۱-۵ مدل درجه دو

۱- مدل درجه دو - حداقل مربعات

مدل درجه دو حداقل مربعات، با استفاده از نرم افزار FuReA، به صورت معادله (۵) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی

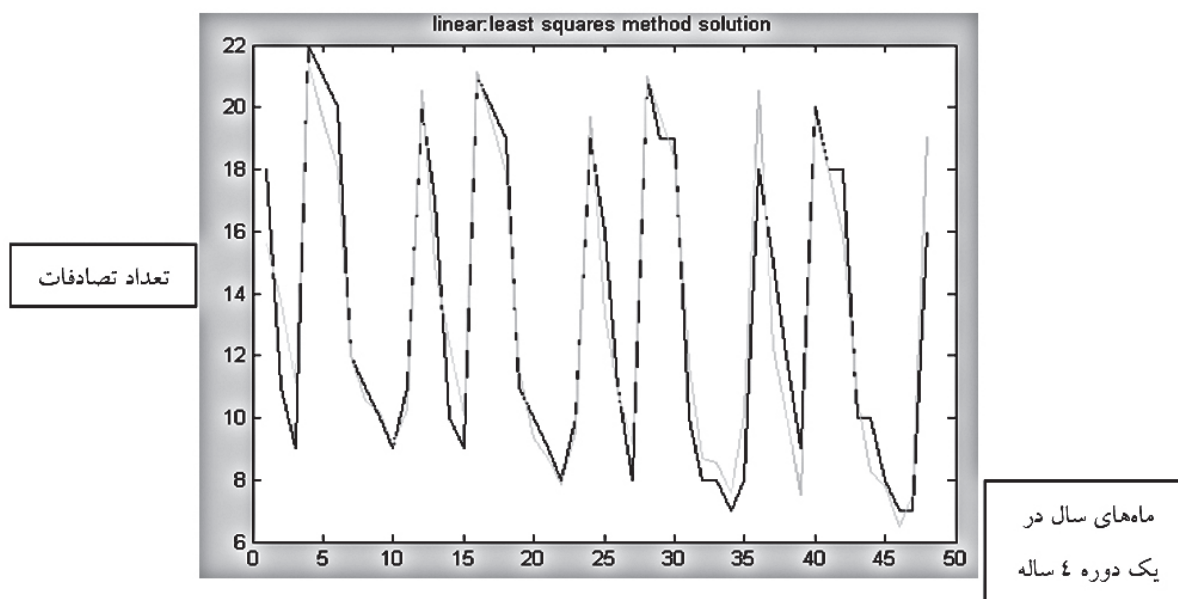
مشخصی، تخمین زده می شوند که یکی از این شرایط عبارت است از اینکه α -برش اعداد فازی تخمین زده شده به کمک مدل، باید شامل تراز α داده های فازی باشد. این ملاک "مساله مینیمم ۳" یا "تحلیل امکان" نامیده می شود.

در ادامه به برازش مدل رگرسیون فازی بین تعداد تصادفات هواپیماها و متغیرهای مستقل پرداخته می شود. مدل های مورد استفاده در این بخش، "مدل خطی"، "درجه دو"، "توانی" و "نمایی" است که با استفاده از نرم افزار FuReA مدل سازی شده اند و نتایج آن در ادامه شرح داده می شود.

۵-۱-۱ مدل خطی

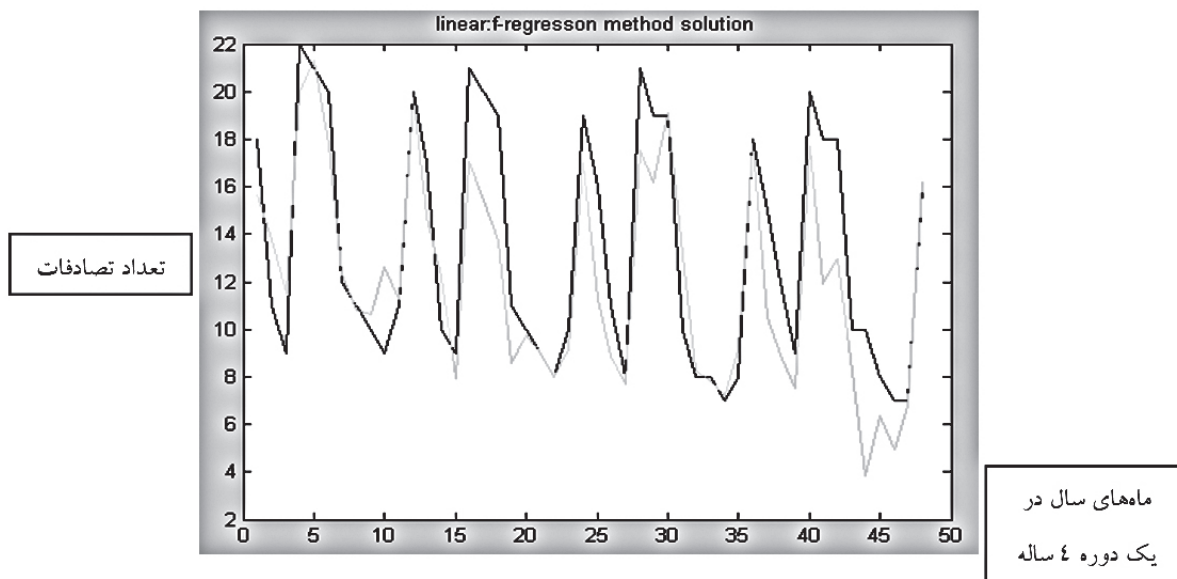
۱- مدل خطی - حداقل مربعات

مدل خطی حداقل مربعات، با استفاده از نرم افزار FuReA، به صورت معادله (۳) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده های آماری) در شکل (۱) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه می باشد) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.



شکل ۱. برازش مدل خطی - حداقل مربعات

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن



شکل ۲. برازش مدل خطی - رگرسیون

(۴) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه‌های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

$$\begin{aligned}
 Y = & 35152 + 118.9X1 - 0.0191X2 - \\
 & 2.16X3 - 487.9X4 - 341.3X5 - 131.5X6 + \\
 & 1.5X1^2 + 1.358 \times 10^{-4}X1X2 + 0.26X1X3 - \\
 & 0.58X1X4 - 1.26X1X5 - 0.58X1X6 - 8.691 \\
 & \times 10^{-8}X2^2 - 5.34 \times 10^{-6}X2X3 + 3.51 \times \\
 & 10^{-4}X2X4 + 3.15 \times 10^{-5}X2X5 - 1.05 \\
 & \times 10^{-6}X2X6 - 7.96 \times 10^{-4}X3^2 + \\
 & 0.25X3X4 + 0.125X3X5 + 0.156X3X6 \\
 & + 3.21X4^2 + 1.96X4X5 + 1.1X4X6 + \\
 & 0.86X5^2 + 0.63X5X6 + 0.089X6^2
 \end{aligned}
 \quad (6)$$

۵-۱-۳ مدل توانی

۱- مدل توانی - حداقل مربعات

مدل توانی حداقل مربعات، با استفاده از نرم‌افزار FuReA، به صورت معادله (۷) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ‌های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده‌های آماری) در شکل (۵) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه‌های سال

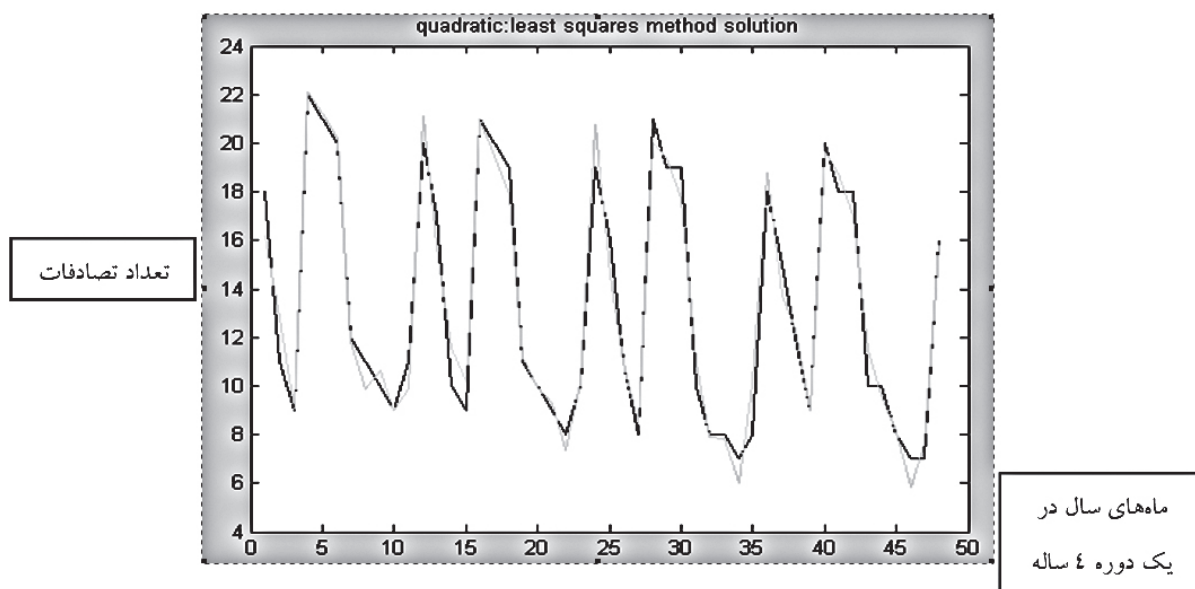
شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ‌های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده‌های آماری) در شکل (۳) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه‌های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

$$\begin{aligned}
 Y = & 34180 + 135.9X1 - 0.009033X2 - \\
 & 3.077X3 - 538.9X4 - 274.2X5 - 120.4X6 + \\
 & 1.007X1^2 + 1.554 \times 10^{-4}X1X2 + 0.023X1X3 \\
 & - 0.48X1X4 - 1.013X1X5 - 0.41X1X6 \\
 & - 7.596 \times 10^{-8}X2^2 - 4.69 \times 10^{-6}X2X3 + \\
 & 2.16 \times 10^{-4}X2X4 + 2.81 \times 10^{-5}X2X5 \\
 & - 1.717 \times 10^{-6}X2X6 - 8.69 \times 10^{-4}X3^2 + \\
 & 0.03X3X4 + 0.013X3X5 + 0.004X3X6 \\
 & + 2.303X4^2 + 1.85X4X5 + 0.92X4X6 + \\
 & 0.61X5^2 + 0.52X5X6 + 0.111X6^2
 \end{aligned}
 \quad (5)$$

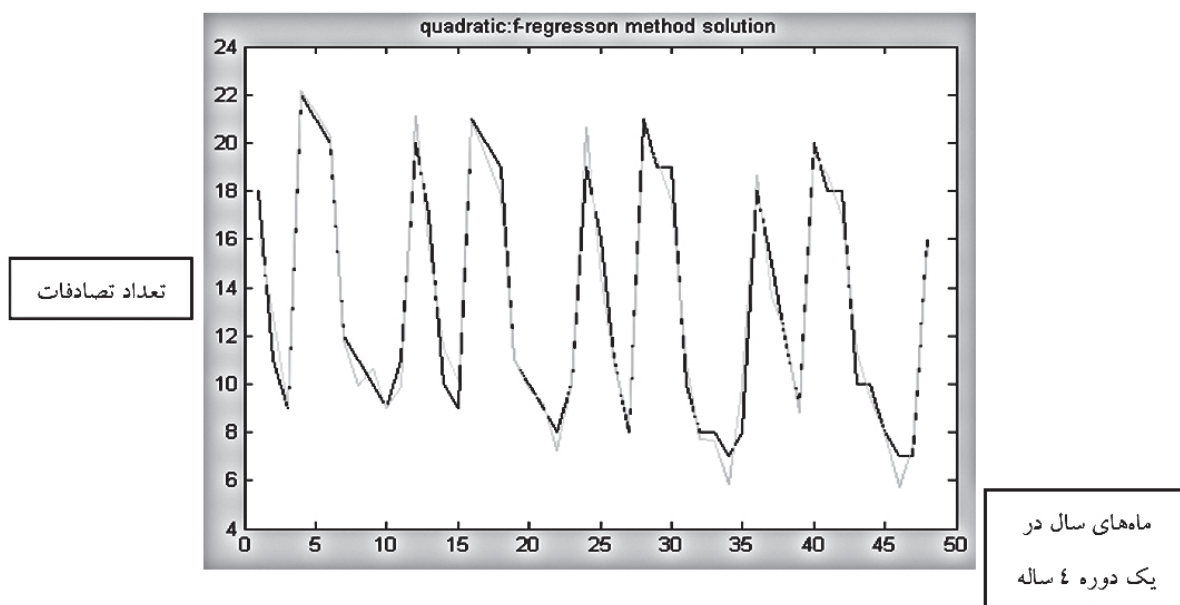
۲- مدل درجه دو - رگرسیون

مدل درجه دو رگرسیون، با استفاده از نرم‌افزار FuReA، به صورت معادله (۶) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ‌های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده‌های آماری) در شکل

علی زنگویی، عبدالرضا شیخ الاسلامی



شکل ۳. برازش مدل درجه دو - حداقل مربعات



شکل ۴. برازش مدل درجه دو - رگرسیون

شد که تمامی ضرایب با مقادیر "صفر" ظاهر شد! بنابراین برای این حالت، هیچگونه مدلی مطرح نمی‌گردد.

(که در مدت ۴سال، ۴۸ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

$$Y = 8.46 \times 10^{-10} X_1^{-0.1754} X_2^{0.8805} X_3^{-0.0533} X_4^{1.548} X_5(Y)$$

۵-۱-۴ مدل نمایی

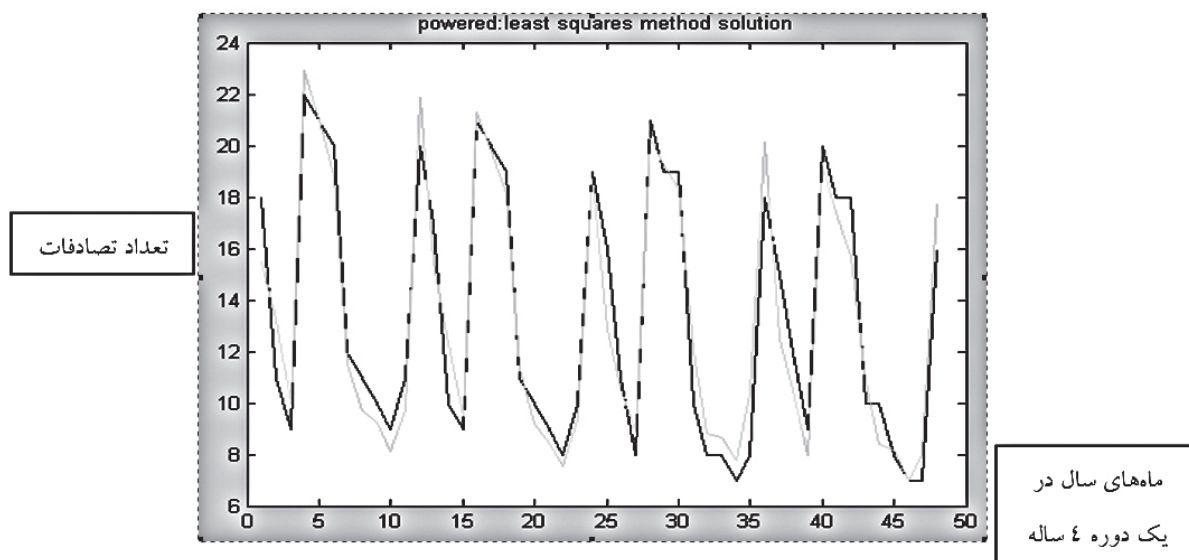
۲- مدل توانی - رگرسیون

۱- مدل نمایی - حداقل مربعات

مدل نمایی حداقل مربعات، با استفاده از نرم‌افزار FuReA، به

مدل توانی رگرسیون، با استفاده از نرم‌افزار FuReA، برازش داده

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن



شکل ۵. برازش مدل توانی - حداقل مربعات

۵-۱-۵ آزمون مربع خطاها

در این قسمت مجموع مربع خطاهای مربوط به هر مدل تعیین شده است تا بتوان بر اساس آن بهترین مدل را در بین مابقی مدل‌ها شناسایی نمود. برای این کار، تفاضل مقادیر مربوط به Y (تعداد تصادفات) در دو حالت مدل و مشاهداتی برای هر داده، محاسبه شده و مجموع مربعات مربوط به آن تعیین می‌گردد که نتایج مربوطه در جدول (۲) نشان داده شده است.

با توجه به مجموع مربع خطاها برای تمامی مدل‌ها، و بررسی میزان هم پوشانی مدل‌ها با داده‌های مشاهداتی، طبق شکل نمودارها، مشاهده می‌شود که مدل "مدل درجه دوم - حداقل مربعات" کمترین میزان خطاها و بیشترین هم‌پوشانی را داشته و بهترین حالت را در میان دیگر مدل‌های رگرسیون فازی داراست.

۵-۲ برازش مدل پیش بینی شبکه عصبی

بر اساس این مدل، ارتباطات بین متغیرها از هر نوعی می‌تواند باشد. یکی از ویژگیهای این مدل این است که در حالتی خاص، می‌توان مدل‌های رگرسیونی از جمله: رگرسیون لجستیک، پواسن و غیره را نتیجه گرفت. تفاوت عمده برازش مدل به داده‌ها از این روش در مقایسه با روش‌های رگرسیونی این است که هیچ

صورت معادله (۸) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ‌های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده‌های آماری) در شکل (۶) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه‌های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

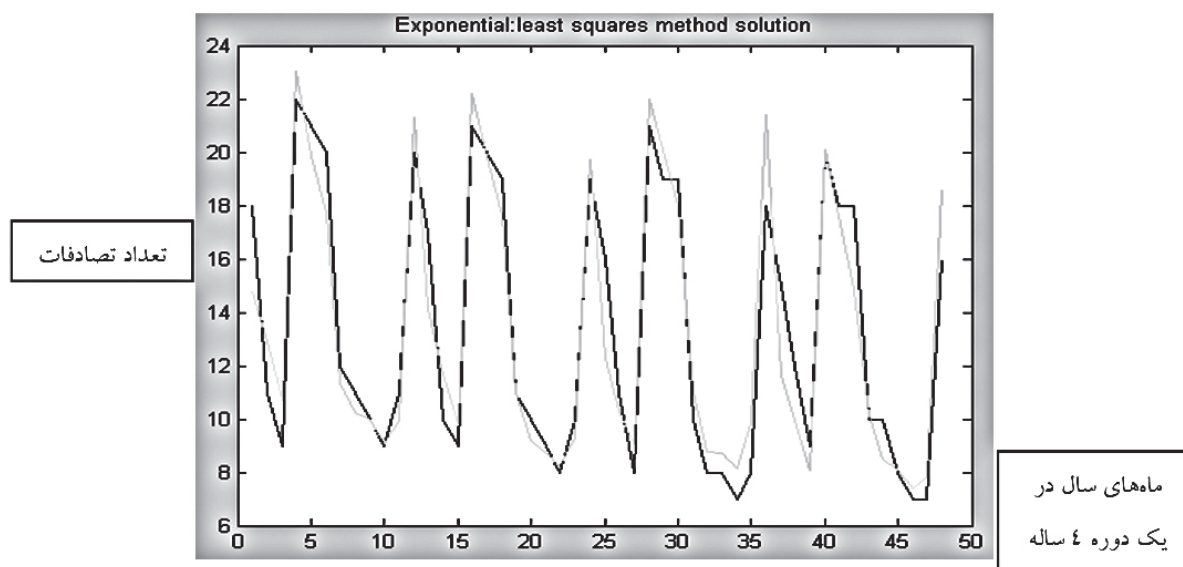
$$Y = 0.529 \exp(-0.036X1 + 9.53 \times 10^{-5}X2 - 3.29 \times 10^{-4}X3 + 0.045X4 + 0.0104X5 + 0.006X6) \quad (8)$$

۲- مدل نمایی - رگرسیون

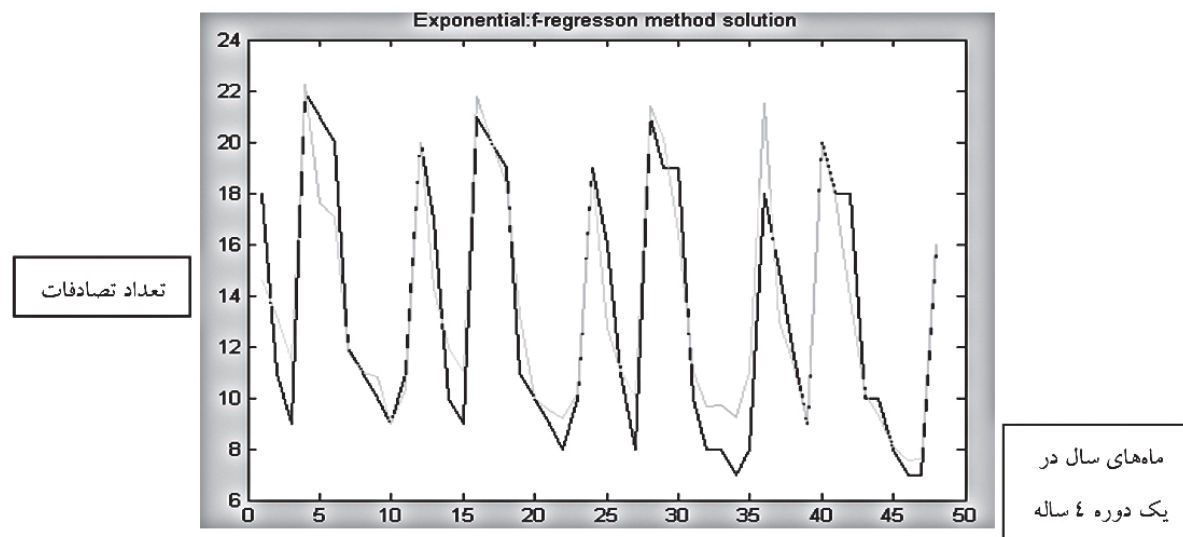
مدل نمایی رگرسیون، با استفاده از نرم‌افزار FuReA، به صورت معادله (۹) برازش شده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده مربوط به تعداد تصادفات رمپ‌های فرودگاه مهرآباد، حاصل از مدل در مقایسه با مقادیر مشاهدات (داده‌های آماری) در شکل (۷) نشان داده شده است که محور افقی نشان دهنده ماه‌های سال (که در مدت ۴ سال، ۴۸ ماه است) و محور قائم نشان دهنده تعداد تصادفات است.

$$Y = 0.2594 \exp(-0.151X1 + 8.1 \times 10^{-5}X2 - 2.09 \times 10^{-4}X3 + 0.0061X4 + 0.0358X5 + 0.0177X6) \quad (9)$$

علی زنگویی، عبدالرضا شیخ الاسلامی



شکل ۶. برازش مدل نمایی - حداقل مربعات



شکل ۷. برازش مدل نمایی - رگرسیون

متغیر پاسخ برآورد می‌شود. در نتیجه برازش مدل توسط شبکه های عصبی در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول، متغیر پاسخ همان متغیر پنهان است که برآورد می‌شود و در مرحله دوم نیز متغیر مستقل مدل همان متغیر پنهان خواهد بود. دو تابع مهم فعالسازی در شبکه عصبی که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند، توابع تانژانت هایپربولیک و توابع سیگموئید هستند که ارتباط میان متغیر پنهان و متغیرهای مستقل را تعیین می‌کنند. این توابع را به صورت معادلات (۱۰) و (۱۱) تعریف می‌کنند.

پیش فرضی بر روی داده‌ها وجود ندارد، بنابراین نتایج برازش مدل تحت تاثیر استقلال و یا نرمال بودن مشاهدات قرار نمی‌گیرد. ویژگی دوم و مهم‌تر شبکه عصبی، یافتن متغیرهای پنهان در مدل است. در برازش مدل از این طریق، ابتدا لایه ای از متغیرهای پنهان به مسئله افزوده می‌شود که این متغیرهای پنهان، توابعی از ترکیبات خطی متغیرهای مستقل هستند. به منظور پیش بینی مقادیر متغیر پاسخ، از این متغیرهای پنهان به عنوان متغیرهای مستقل جدید استفاده می‌شود و پارامترهای مدل ارتباطی آنها با

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن

$$H(1:2) = \tanh(u_2)$$

$$u_2 = 0.157 + 0.304X_1 + 0.255X_2 + 0.086X_3 - 0.138X_4 + 0.007X_5 + 0.422X_6$$

$$H(1:3) = \tanh(u_3)$$

$$u_3 = -0.014 + 0.122X_1 + 0.108X_2 - 0.109X_3 - 0.478X_4 - 0.097X_5 + 0.215X_6$$

$$H(1:4) = \tanh(u_4)$$

$$u_4 = 0.159 + 0.064X_1 + 0.202X_2 + 0.043X_3 - 0.441X_4 - 0.200X_5 + 0.296X_6$$

نتایج برازش مدل پیش بینی، با استفاده از شبکه عصبی و همچنین ارتباطات بین متغیرها در شکل (۸) خلاصه شده است.

۳-۵ نتایج نهایی مقایسه بین مدل ها

از آنجا که از دو روش رگرسیون فازی و شبکه عصبی در این مقاله استفاده شده است و نمی‌توان این دو را با هم مقایسه نمود (چون اساس کار هر دو کاملاً متفاوت بوده و از یک جنس نیست که قابل مقایسه باشد) بنابراین در این قسمت سعی شده است ترکیبی از این دو مدل به عنوان نتیجه نهایی نشان داده شود تا دربرگیرنده هر دو بوده و باعث تکمیل یکدیگر شوند. در واقع با استفاده از مدل رگرسیون فازی، مدل پیشنهادی تعیین می‌گردد و با استفاده از مدل شبکه عصبی میزان اهمیت هر عامل و همچنین مهم ترین عوامل در بروز حوادث تعیین می‌گردد.

با توجه به بررسی تمامی مدل‌های رگرسیون فازی، مشخص شد که مدل درجه دو- حداقل مربعات دارای کمترین میزان مربع خطاها بوده (مجموع مربع خطاها برابر با ۴۰/۵۳ است) و نسبت به مابقی مدل‌ها، دارای هم‌پوشانی بیشتری با مقادیر داده‌های آماری است. بنابراین مدلی که برای پیش‌بینی تعداد تصادفات در رمپ فرودگاه استفاده می‌شود به صورت معادله (۱۳) تعریف می‌گردد که هم‌پوشانی آن با مقادیر واقعی مانند شکل (۹) خواهد بود.

جدول ۲. مجموع مربع خطاها

مربع خطاها	مدل	
۹۴/۹۳۷۲	حداقل مربعات	خطی
۳۳۵/۴۵۶۳	رگرسیون	
۴۰/۵۳۴۸	حداقل مربعات	درجه دو
۴۱/۰۰۵۷	رگرسیون	
۸۴/۴۲۵۰	حداقل مربعات	توانی
-	رگرسیون	
۱۱۸/۲۷۸۵	حداقل مربعات	نمایی
۱۴۴/۸۶۶۲	رگرسیون	

$$y(x) = \tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (10)$$

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (11)$$

که مدل اول معرف تابع تانژانت هایپربولیک و مدل دوم نیز معرف تابع سیگموئید است. در این مدل ها X معرف متغیر مستقل مسئله و Y نیز معرف مقادیر متغیر پنهان خواهد بود.

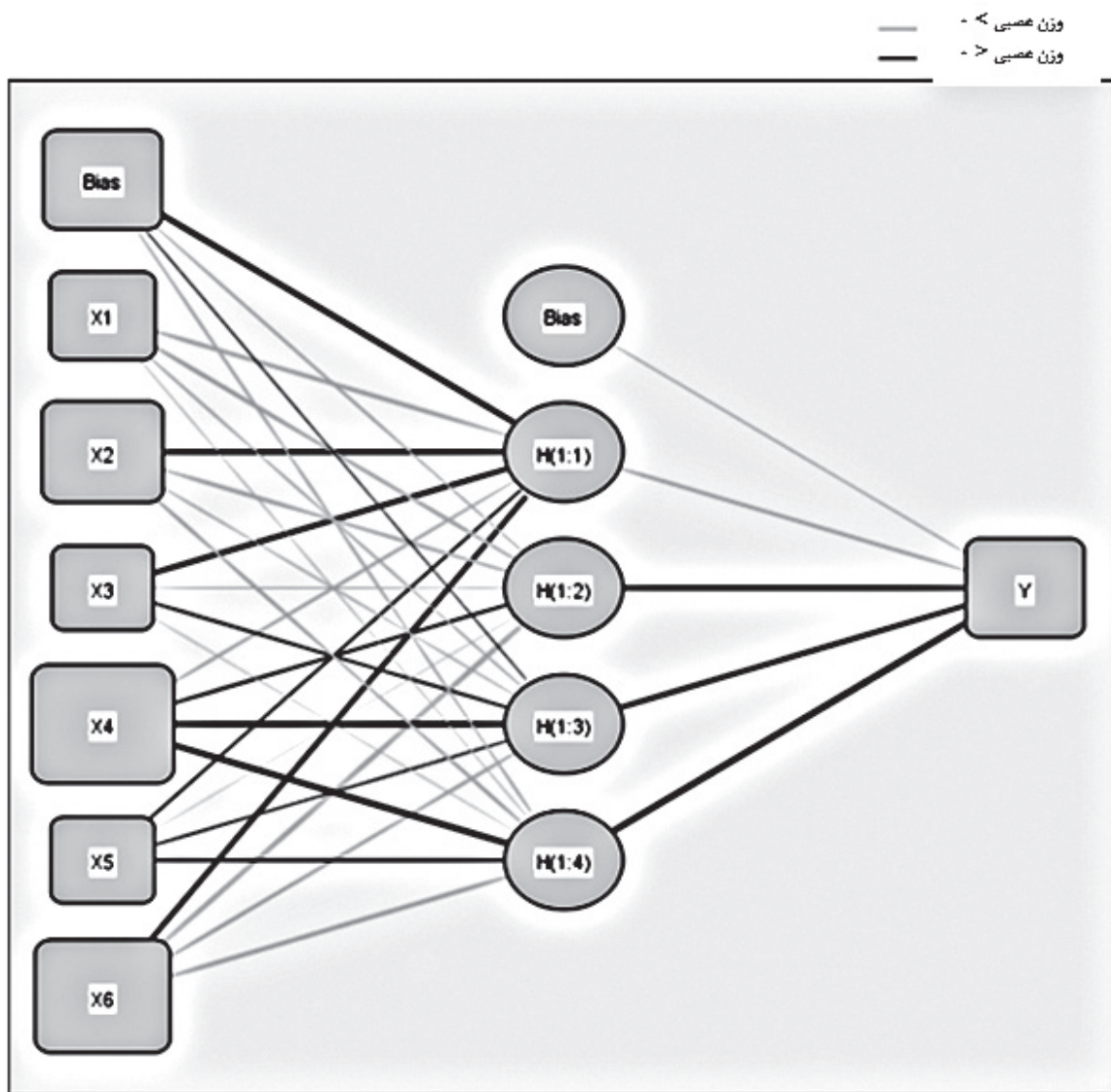
بر اساس پارامترهای بدست آمده، می‌توان مدل پیش بینی کننده توسط متغیرهای پنهان را به صورت معادله (۱۲) ارائه نمود.

$$Y = 0.107 + 0.192H(1:1) - 0.34H(1:2) - 0.32H(1:3) - 0.549H(1:4) + error \quad (12)$$

که در آن:

$$H(1:1) = \tanh(u_1)$$

$$u_1 = -0.419 + 0.29X_1 - 0.393X_2 - 0.343X_3 + 0.162X_4 - 0.109X_5 - 0.352X_6$$



شکل ۸. برازش مدل پیش بینی با استفاده از شبکه عصبی

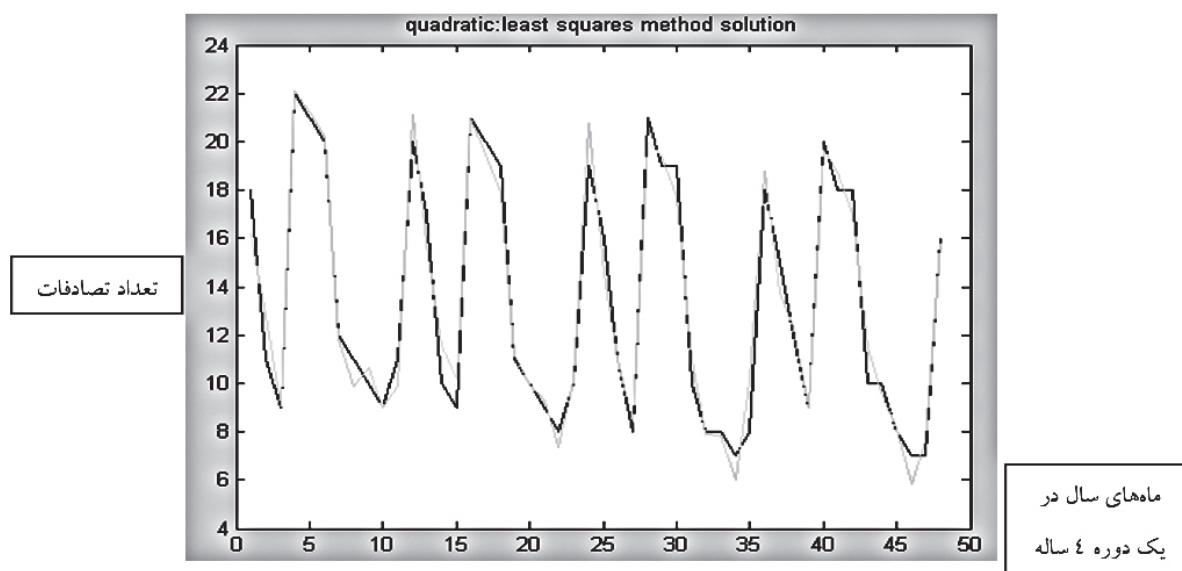
در ادامه با توجه به مدل شبکه عصبی، مشاهده می شود، پارامترهای X4 و X6 دارای درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر پارامترها است، در نتیجه تعداد هواپیماهای کوچک (X4) و متوسط عمر هواپیماها (X6) به عنوان مهم ترین عوامل در بروز حوادث شناسایی می گردد.

۶. جمع بندی و نتایج

- سوانح هوایی، معمولاً ترکیبی از عوامل خطای انسانی و فنی است که با تقدم و تأخر زمانی باعث تشدید حادثه می شوند.

$$\begin{aligned}
 Y = & 34180 + 135.9X1 - 0.009033X2 - \quad (۱۳) \\
 & 3.077X3 - 538.9X4 - 274.2X5 - 120.4X6 + \\
 & 1.007X1^2 + 1.554 \times 10^{-4}X1X2 + 0.023X1X3 \\
 & - 0.48X1X4 - 1.013X1X5 - 0.41X1X6 - \\
 & 7.596 \times 10^{-8}X2^2 - 4.69 \times 10^{-6}X2X3 + 2.16 \times \\
 & 10^{-4}X2X4 + 2.81 \times 10^{-5}X2X5 - 1.717 \times \\
 & 10^{-6}X2X6 - 8.69 \times 10^{-4}X3^2 + 0.03X3X4 + \\
 & 0.013X3X5 + 0.004X3X6 + 2.303X4^2 + \\
 & 1.85X4X5 + 0.92X4X6 + 0.61X5^2 + 0.52X5X6 \\
 & + 0.111X6^2
 \end{aligned}$$

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن



شکل ۹. برازش مدل درجه دو - حداقل مربعات (مدل پیشنهادی نهایی)

- در واقع با استفاده از مدل رگرسیون فازی، مدل پیشنهادی تعیین می‌گردد و با استفاده از مدل شبکه عصبی میزان اهمیت هر عامل و همچنین مهم‌ترین عوامل در بروز حوادث تعیین می‌شود.

- با توجه به بررسی تمامی مدل‌های رگرسیون فازی، مشخص شد که مدل درجه دو - حداقل مربعات دارای کمترین میزان مربع خطاها بوده (مجموع مربع خطاها برابر با $40/53$ است) و نسبت به مابقی مدل‌ها، دارای هم‌پوشانی بیشتری با مقادیر داده‌های آماری است.

- با توجه به مدل شبکه عصبی، مشاهده می‌شود، پارامترهای $X4$ و $X6$ دارای درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر پارامترها است، در نتیجه تعداد هواپیماهای کوچک ($X4$) و متوسط عمر هواپیماها ($X6$) به عنوان مهم‌ترین عوامل در بروز حوادث شناسایی می‌شود.

۷. راهکارها و پیشنهادها

بر طبق تحقیقاتی که در زمینه حوادث رمپ فرودگاه‌ها صورت گرفته است، راهکارها و پیشنهادات زیر در رابطه با کاهش این تصادفات مطرح می‌گردد.

تشخیص اینکه کدامیک از این علل، مقدمه بروز سایر عوامل گردیده است، موضوع بسیار پیچیده‌ای است که از رهگذر بررسی صدها اثر باقیمانده از سانحه، به علل آن پی برده می‌شود.

- گاهی اوقات افراد نسبت به مسائل ایمنی آگاه‌اند، اما به دلیل کم توجهی و یا فرهنگ غلط، مشکلات و حوادث به وجود خواهند آمد و می‌توان دید که با رعایت نکات ایمنی ساده، می‌توان از حوادث جبران ناپذیر در رمپ فرودگاه‌ها جلوگیری نمود.

- به طور کلی، عوامل بروز حادثه را می‌توان به سه دسته انسان، ابزار و محیط تقسیم کرد که علی‌رغم مخاطره آمیز بودن محیط رمپ فرودگاه و نقص و فرسودگی آن، مقصر اصلی حوادث در اغلب موارد انسان بوده است. البته بی‌تردید عوامل محیطی و ابزار نیز در به وجود آمدن آن بی‌تأثیر نبوده‌اند، اما نقش عامل انسانی غیر قابل انکار به نظر می‌رسد.

- از آنجا که از دو روش رگرسیون فازی و شبکه عصبی در این مقاله استفاده شده است و نمی‌توان این دو را با هم مقایسه کرد (چون اساس کار هر دو کاملاً متفاوت بوده و از یک جنس نیست که قابل مقایسه باشد)، بنابراین در این قسمت سعی شده است ترکیبی از این دو مدل به عنوان نتیجه نهایی نشان داده شود تا دربرگیرنده هر دو بوده و باعث تکمیل یکدیگر شوند.

۱-۷ پیشنهادهای کلی

در ابتدا یک سری پیشنهادات کلی که بایستی در تمامی رمپ‌ها رعایت گردند و انجام آنها باعث بهبود ایمنی رمپ‌ها خواهد شد، مطرح می‌شود.

الف- ایجاد کمیته های ایمنی

ارتباطات بین مسئولین فرودگاه و خطوط هوایی و عوامل اجرایی و دیگر بخش های رمپ‌ها بسیار حیاتی است. کمیته ایمنی آپرون نقش بسزایی در تأمین ایمنی آپرون دارد و بایستی در تمامی فرودگاه‌ها وجود داشته باشد. حوادث و تصادفات بایستی تحلیل و آنالیز شده و رابطه مشکلات مربوط با حادثه و سپس دوره‌های آموزشی مربوطه شناسایی شوند. هدف اصلی کمیته ایمنی در فرودگاه‌ها، مدیریت ایمنی، حل مشکلات در رابطه با ایمنی و دور ماندن از منابع دارای ریسک است [Kashanian, 2011].

ب- دوره های آموزشی

بر اساس دلایل ذکر شده در بخش های قبل، نقش آموزش به شکل گسترده‌ای ملاحظه می‌گردد، اپراتوری دستگاه‌های مختلف در رمپ و در کل محیط کاری آن به گونه‌ای است که نیازمند داشتن اطلاعات بیشتری نسبت به مشاغل دیگری در این سطح است. در صورت نبود آگاهی و اطلاعات کافی در کارکنان نمی‌توان انتظار داشت تا استانداردهای لازم جهت ایمنی پرواز از سوی آنان رعایت گردد. بنابراین می‌بایست کلیه کارمندان قبل از ورود به کار و در طی آن تحت آموزش‌های لازم قرار گیرند. همچنین به دلیل تغییرات و پیشرفت‌های مداوم صنعت هوانوردی و تأثیر این تغییرات بر روی قوانین ایمنی، این آموزش‌ها همواره باید به روز باشد و در طی زمان دوره‌های به روز و جدید جهت کارکنان برگزار شود. این اقدام موجب می‌شود همه عوامل انسانی درگیر در یک پرواز از یک سری آگاهی‌های لازم برخوردار شوند. [Sheykhole-Slami et al. 2010]

ج- فرهنگ سازی

آموزش به تنهایی نمی‌تواند تضمین نماید که کارکنان از آگاهی‌ها و توانمندی‌های خود در حین کار استفاده نمایند. بسیار دیده شده است که علی‌رغم داشتن آگاهی لازم و اطلاع از قوانین ایمنی، باز افراد متمایل به رعایت آنها نبوده و ایمنی و سلامت خود و پرواز را به راحتی به مخاطره می‌اندازند. همچنین به کار بردن زور و اجبار مانند وضع کردن جریمه، تنبیه و توبیخ تنها باعث می‌شود تا در صورت وجود بازرسین، قوانین توسط افراد رعایت شود و در مواقع دیگر قوانین به راحتی نادیده گرفته شود. تنها در یک صورت می‌توان همواره از عملکرد ایمن تمامی اجزاء سازمان مطمئن بود که ساختار درست عملکردها به صورت یک فرهنگ کاری شاخص در بین همه رواج یابد. [Sheykholeslami et al. 2010]

۲-۷ پیشنهادهای اختصاصی

با بررسی مدل‌های مختلف آماری بکار برده شده در این مقاله، مشاهده می‌شود که مدل شبکه عصبی به علت اینکه حساسیت هر متغیر در مدل را نشان می‌دهد و در واقع هیچکدام از متغیرها (عوامل موثر در بروز تصادفات) حذف نشده بلکه درجه اهمیت آنها تعیین می‌گردد، مدل بهتری خواهد بود. در این بخش به بررسی این عوامل پرداخته شده و راهکارهای کاهش و کنترل آنها مطرح می‌گردد.

الف- تعداد هواپیماهای کوچک (X4)

طبق بررسی‌های صورت گرفته، این عامل، به عنوان مهمترین عامل بروز حوادث و تصادفات در محدوده رمپ فرودگاه، شناسایی شده است. این در حالی است که با مقایسه بین تعداد هواپیماهای کوچک و بزرگ (X4 و X5) مشخص می‌شود که تعداد هواپیماهای کوچک در محدوده رمپ فرودگاه مهرآباد، کمتر از تعداد هواپیماهای بزرگ بوده و در عین حال عامل مخربتری در بروز تصادفات است! به طور کلی می‌توان در این رابطه مسایل زیر را مطرح نمود:

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن

- فراهم نمودن یک برنامه زمانی دقیق برای کاهش تداخل پروازها و الزام در رعایت نمودن این برنامه زمانی.

- در صورت امکان، افزایش ظرفیت رمپ فرودگاه تا جوابگوی افزایش تعداد پروازها باشد.

- به طور کلی افزایش محدوده ی رمپ، تعداد ناوگان هوایی، تجهیزات، گیت ها، کارکنان و ...

- در صورت امکان، جابجا نمودن پروازها به فرودگاه مجاور.

د- تعداد گیت های ورودی رمپ ها (X1)

این عامل و دیگر عواملی که در ادامه به شرح آنها پرداخته می شود، جزء عوامل کم اهمیت در بروز تصادفات، شناسایی شده اند.

راهکارهایی که در رابطه با کاهش اثر این عامل مطرح می شود، افزایش تعداد گیت ها و همچنین برنامه ریزی دقیق برای استفاده هر چه مفید تر از محدوده گیت ها است.

و- تعداد هواپیماهای بزرگ (X5)

به علت اینکه این عامل، جزء عوامل کم اهمیت است، بنابراین توصیه می شود که با کنترل برنامه ی زمانی ورود و خروج این نوع هواپیماها و رعایت توصیه های ایمنی و فنی، نقش این عامل را در بروز تصادفات کاهش داد.

ه- تعداد کارکنان رمپ (X3)

با توجه به بررسی های صورت گرفته، این عامل کم اهمیت ترین عامل شناسایی شده است و نشان دهنده کافی بودن تعداد کارکنان و همچنین نشان دهنده عملکرد مناسب کارکنان در رابطه با نکات ایمنی و فنی است.

علت اینکه این عامل، نقشی هر چند کوچک در بروز حوادث دارد، کاهش تعداد کارکنان در سال ۸۹ است (کاهش از ۶۵۳ نفر به ۵۲۱ نفر) که بعلا بازنشستگی تعداد زیادی از کارکنان صورت پذیرفته است. بنابراین با افزایش تعداد کارکنان، می توان مسایلی مربوط به محدوده ی رمپ ها را هر چه بهتر کنترل نمود و همچنین با آموزش های اختصاصی و الزام به رعایت نکات

- جایگزین کردن هواپیماهای بزرگ به جای هواپیمای کوچک، در صورت امکان، و اقتضا نمودن مسایل اقتصادی.

- ایجاد مسیرهای ویژه و علامت گذاری شده برای عبور و مرور این نوع هواپیماها و همچنین اختصاص دادن گیت های خاص و امکانات و تسهیلات ویژه برای اینگونه هواپیماها.

- افزایش تعداد کارکنان زمینی در محدوده این هواپیماها و فراهم نمودن هر چه بیشتر ایمنی

- آموزشهای اختصاصی برای کارکنانی که با این هواپیماها در ارتباطند و توجه ویژه کارکنان زمینی هنگام ورود و خروج هواپیماهای کوچک.

ب- متوسط عمر مفید هواپیما (X6)

بعد از پارامتر مربوط به تعداد هواپیماهای کوچک، متوسط عمر مفید هواپیما به عنوان عامل اصلی بروز تصادفات و در واقع دومین عامل اصلی حوادث شناسایی شد. این عامل هم مانند عامل اول، در تمامی مدل های بکار گرفته شده، مشترک بوده و اهمیت ویژه ای دارد و در کل، نشان دهنده فرسوده بودن ناوگان هوایی است.

بر این اساس، پیشنهادات زیر مطرح می شود:

- جایگزین کردن ناوگان جدید به جای ناوگان فرسوده.

- الزام در رعایت نکات فنی مربوط به هواپیما و تجهیزات به منظور افزایش عمر مفید هواپیما.

- آموزش های ویژه برای کارکنان زمینی به منظور کاربرد بهینه از تجهیزات و هواپیماها

- افزایش تعداد ناوگان هوایی که کاهش استفاده ی مکرر از یک هواپیما و افزایش عمر مفید آنرا در بر خواهد داشت.

ج- تعداد کل پروازها در سال (X2)

با توجه به اینکه در هر فرودگاه، هر ساله تعداد پروازها در حال افزایش است، طبیعی است که این عامل، جزء عوامل موثر در بروز حوادث باشد.

در رابطه با این عامل، پیشنهادات زیر مطرح می شود:

۱۱. مراجع

- اصفهانی، ا. (۱۳۸۸) "آموزش و ایمنی رمپ"، نگاه برتر، نشریه تخصصی ایمنی هواپیمایی آسمان، شماره ۲۱، شهریور ماه ۱۳۸۸.

- شیخ الاسلامی، عبدالرضا، سقایتی، مجید و نیکرام، الهام (۱۳۸۸) "بررسی نقش آموزش مسائل ایمنی در کاهش هزینه‌های عملکردی حمل و نقل هوایی"، اولین همایش مدیریت حمل و نقل هوایی، ۱۳۸۸.

- کاشانیان، ح. (۱۳۹۰) "سهام آموزش در ایمنی"، نگاه برتر، نشریه تخصصی ایمنی هواپیمایی آسمان، شماره ۳۲، خرداد ماه ۱۳۹۰.

-Aaronson, J. (2004) "ACI survey on apron incidents/accidents 2004", Published by ACI World Headquarters, Airport Council International, December 2005.

-ACRP (2011) "Ramp safety practices", SYNTHESIS 29, Transportation Research Board of the National Academies, Metropolitan Washington Airports Authority.

-Chamberlin, Roy, Drew, Charles, Patten, Marcia and Maters, Robert (2004) "Ramp safety", United Kingdom Flight Safety Committee, issue NO.8, June 2004.

-Duffy, T. (2007) "Smart solutions for airport capacity and efficient ramp management", Safe Gate Airport Systems, FAA/NASA/Industry Airport Planning, 13 September 2007.

ایمنی، می‌توان نقش این عامل در بروز تصادفات را رفع و یا کم رنگ کرد.

۸. پیشنهاد برای مطالعات آتی

در انتها قابل ذکر است، از آنجا که در این مقاله از داده‌های میدانی سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ استفاده شده است، بعضی از پارامترهای مهم و دخیل در تصادفات رمپ ها به علت کوتاه بودن دوره بررسی، حذف شدند. در حالی که اگر سال طرح دوری مدنظر باشد (مثلاً سال ۱۴۱۰)، بایستی پارامترهای متغیر دیگری را نیز وارد مدل کرد. بنابراین با مطالعه بیشتر سیاست های صنعت هوایی کشوری، بایستی تغییرات پارامترهای دیگری را نیز در نظر گرفت. از طرفی ممکن است طبق سیاستهای هوایی در آینده، فرودگاه مذکور با تغییراتی فراوانی همراه باشد و یا به طور کلی حذف شود. همان طور که در مورد فرودگاه مهرآباد، ابتدا سیاست انتقال پروازهای بین المللی، از مهرآباد به امام خمینی انجام شد و هم اکنون روایاتی بر انتقال کامل پروازها نیز وجود دارد. بنابراین بایستی تمامی عوامل دخیل در سال طرح را پیش بینی نمود تا بتوان مدلی دقیق برای پیش بینی تعداد تصادفات در سال طرح، بیان کرد.

۹. سپاسگزاری

با تشکر فراوان از جناب آقای مهندس خاکسار که در تهیه و تکمیل این مقاله از هیچ کمکی دریغ نکردند. همچنین از کارکنان محترم سازمان هواپیمایی کشوری، به ویژه واحد استاندارد و سوانح که در امر مشاوره و ارائه اطلاعات ما را یاری نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

۱۰. پی نوشتها

- 1- Fuzzy
- 2- Dubis & Prade
- 3- Min problem

ارائه مدل تصادفات رمپ فرودگاه و راهکارهای کاهش آن

پیوست ها

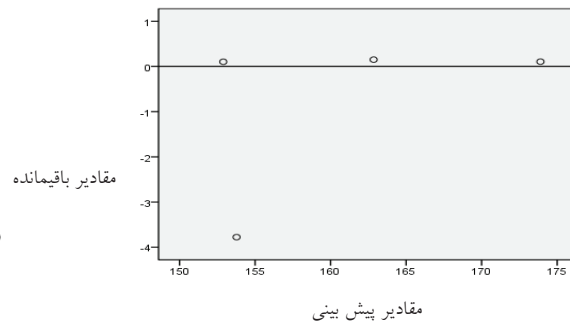
پیوست الف

داده های میدانی از فرودگاه مهرآباد تهران (قابل ذکر است که داده ها به صورت مجموع در یک سال، ذکر شده اند و در حالت کلی به صورت ماهانه هستند و در محاسبات نیز به صورت ماهانه مورد استفاده قرار گرفته اند)

سال ۸۹	سال ۸۸	سال ۸۷	سال ۸۶	
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	سرعت مجاز وسایل نقلیه در محدوده رمپ
۴۰	۳۳	۳۲	۳۲	تعداد گیت ها (X1)
۱۰۷۸۵۲	۱۱۳۱۲۴	۱۰۴۱۶۶	۹۵۹۱۷	تعداد کل پروازها در سال (X2)
-	-	-	-	تعداد وسایل نقلیه (اتوبوس، یدک کش، وانت و ...)
-	-	-	-	تعداد کل تجهیزات
-	-	-	-	مساحت کل محدوده رمپ
۵۲۱	۶۵۳	۶۱۲	۵۱۳	تعداد کل کارکنان زمینی (X3)
۱۹	۲۲	۲۳	۲۵	تعداد هواپیماهای کوچک دارای یک راهرو (زیر ۱۰۰ نفر) (X4)
۸۸	۹۰	۹۲	۸۰	تعداد هواپیماهای بزرگ دارای دو راهرو (بالای ۱۰۰ نفر) (X5)
۲۳/۳	۲۲/۸	۲۲/۴	۲۲	متوسط عمر مفید هواپیماها (X6)
۱	۱	۱	۱	تعداد بازدید سالانه از محوطه رمپ در طول سال
۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	تعداد دوره های آموزشی در طول سال
۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	تعداد ساعات کاری کارکنان رمپ در هر روز
-	-	-	-	میانگین بارش برف و باران رمپ، در سال

نتایج برآورد پارامترهای مدل شبکه عصبی

متغیر پاسخ	پیش بینی شده				پیش بینی کننده	
	Y	H(1:4)	H(1:3)	H(1:2)		H(1:1)
		.159	-.014	.157	-.419	اریبی
		.064	.122	.304	.290	X1
		.202	.108	.255	-.393	X2
		.043	-.109	.086	-.343	X3
		-.441	-.478	-.138	.162	X4
		-.200	-.097	.007	-.109	X5
		.296	.215	.422	-.352	X6
.107						اریبی
.192						H(1:1)
-.340						H(1:2)
-.320						H(1:3)
-.549						H(1:4)



نمودار مقادیر باقیمانده برای مشاهدات در مدل شبکه عصبی

ضرایب تاثیر در مدل شبکه عصبی

متغیرهای مستقل	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت نرمال شده
X1	0,075	٪۲۲,۱
X2	0,۱۸۹	٪۵۵,۴
X3	0,0۴۵	٪۱۳,۱
X4	0,۳۴۰	٪۱۰۰
X5	0,0۶۰	٪۱۷,۷
X6	0,۲۹۱	٪۸۵,۶