



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

تصمیم‌گیری یکپارچه برای مدیریت هدایت زمینی هواپیما¹

HAL یک آرشیو دسترسی آزاد چند منظوره برای نگهداری و انتشار اسناد پژوهش‌های علمی، چه منتشر شده یا نشده، می‌باشد. اسناد ممکن است از مؤسسه‌های آموزشی و تحقیقاتی در فرانسه و یا خارج از کشور و یا از مراکز تحقیقاتی دولتی یا خصوصی باشند.

تصمیم‌گیری یکپارچه برای مدیریت هدایت زمینی هواپیما

چکیده- در این مقاله ساختاری سلسله‌مراتبی برای مدیریت فعالیت‌های مربوط به هدایت زمینی فرود هواپیما بر روی باند در فرودگاه پیشنهاد شده است. فرایندهای اصلی تصمیم‌گیری در مورد واحدهای مدیریتی که یک سازمان مدیریت هدایت زمینی پیشنهادی را ارائه می‌دهند، مورد توجه قرار گرفته است. هدف نهایی این است که منابع هدایت زمینی پرواز در دسترس را به گونه‌ای سازمان‌دهی کنیم تا پروازهای ورودی و خروجی با حداقل زمان تاخیر انجام گیرند. دو حالت عملیاتی در نظر گرفته شده است: یک برنامه معمولی که در آن ترافیک ورودی و خروجی به طور کلی براساس برنامه ریزی انجام می‌گیرد و با تاخیرهای کوچک همراه است و وضعیت بهم ریخته‌ای که ترافیک ورودی یا خروجی با تاخیر بسیار زیاد انجام می‌گیرد.

مقدمه

رشد پایدار اقتصادی جهانی در دهه‌های گذشته با توسعه وسیع تر ارتباطات و حمل و نقل مردم و کالاها امکان پذیر بوده است، این مورد به طور خاص در مورد حمل و نقل هوایی که در طول 40 سال گذشته با هفت برابر افزایش در تعداد مسافر همراه بوده است، نیز صدق می‌کند. این افزایش حجم مسافر باعث ایجاد یک چالش دائمی برای مسئولان هواپیمایی مسافربری، خطوط هوایی و فرودگاه‌ها شده است تا ظرفیت کافی برای ارائه خدمات حمل و نقل ایمن با استانداردهای کیفی قابل قبول فراهم کنند (سانتوس و همکاران، 2010). در دهه گذشته، شیوه‌های جدید

¹ Ground Handling Management

مدیریت ترافیک، مانند تصمیم‌گیری همگانی فرودگاه^۲ (Eurocontro) A-CDM بر اساس مفاهیم تصمیم‌گیری چند عاملی و همکاری در فرودگاه‌ها معرفی شده است. در میان فعالیت‌های گسترده‌ای که با ایمنی و کارایی حمل و نقل هوایی مشارکت می‌کند، هدایت زمینی هواپیما در فرودگاه نقش مهمی، حتی اگر در سایه دیگر فعالیت‌های ترافیکی در متن تحقیقات عملیاتی باقی مانده باشد، ایفا می‌کند. در حالی که در مجموع هزینه‌های عملیاتی فرودگاه، سهم هزینه‌های مربوط به هدایت زمینی هواپیماها، نسبتاً کوچک است، اختلال در عملکرد آنها می‌تواند هزینه‌های هنگفتی برای خطوط هوایی و فرودگاه‌ها و همین‌طور ناراحتی برای مسافران هواپیما ایجاد کند (Pestana, 2008). در این مطالعه، ساختاری سلسله‌مراتبی برای مدیریت فعالیت‌های مربوط به هدایت زمینی در فرودگاه مورد توجه قرار گرفته است. هدف نهایی این است که منابع هدایت زمینی در دسترس را به گونه‌ای مدیریت کنیم تا پروازهای ورودی و خروجی با حداقل تاخیر انجام شوند. دو حالت عملیاتی در نظر گرفته شده است: یک برنامه معمولی که در آن ترافیک ورودی و خروجی به طور کلی براساس برنامه ریزی انجام می‌گیرد و با تاخیرهای کوچک همراه است و وضعیت بهم ریخته‌ای که ترافیک ورودی یا خروجی با تاخیر بسیار زیاد انجام می‌گیرد.

در موقعیت اول، یک هماهنگ‌کننده هدایت زمینی، برآورد منابع لازم را از هر ارائه‌دهنده خدمات هدایت زمینی فراهم می‌کند؛ و این در حالی است که این سرویس‌دهندگان، منابع موجود را به فعالیت‌های برنامه ریزی شده هدایت زمینی اختصاص می‌دهند. در هر دو سطح، فرمولبندی مشکلات مربوط به بهینه‌سازی، منجر به مشکلات کامل NP³ می‌شود در حالی که یک راه حل جدید باید هر زمان که شرایط عملیاتی جدیدی ظاهر می‌شود، در دست باشد. بنابراین، رویکردهای ابتکاری جدیدی برای ایجاد راه حل‌های کاری برای این مشکل کلی توسعه داده شده است. در حالی که در مورد وضعیت عملیاتی عادی، این ابتکارات، پرواز را براساس برنامه اسمی خودشان در نظر می‌گیرند، در عملیات با وضعیت بهم ریخته، پرواز با توجه به میزان تخمین زده شده توسط هماهنگ‌کننده هدایت

² Collaborative Decision Making

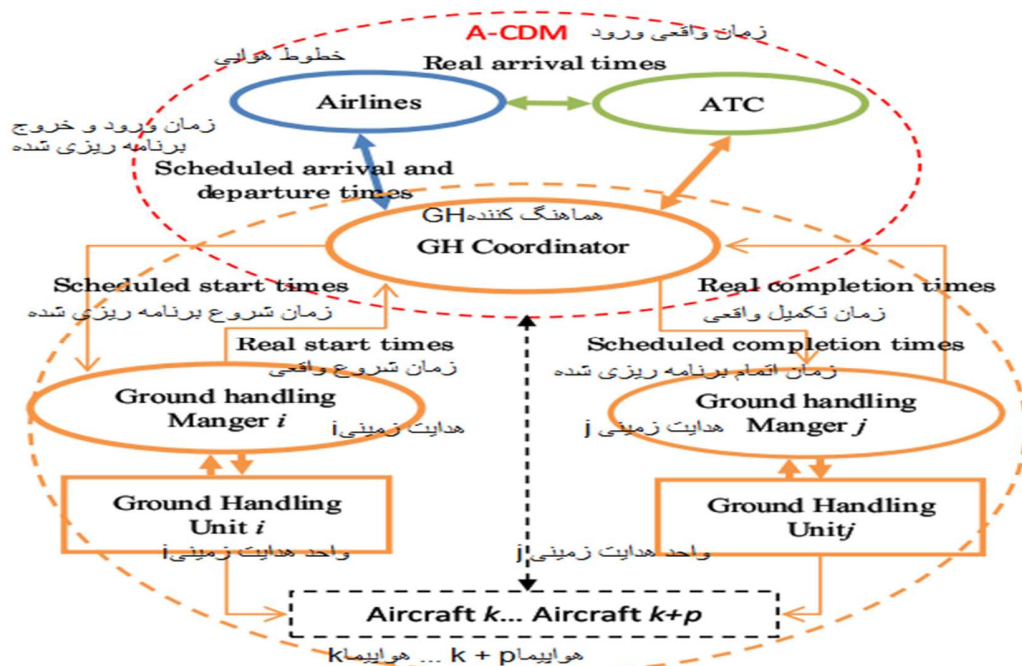
³ NP-Complete

زمینی^۴ برآورد می شود. رویکرد پیشنهادی با داده های ترافیکی از یک فرودگاه بزرگ اروپایی صحنه گذاری شده است.

ساختار سلسله مراتبی برای مدیریت هدایت زمینی در فرودگاه ها

با توجه به سازماندهی هدایت زمینی در فرودگاه های مختلف، به نظر می رسد که این سازمان دهی به شدت به اندازه و عوامل فیزیکی آن سازمان دهی، هواپیما و همچنین حجم و ترکیب ترافیک بستگی دارد. از این رو، تنوع زیادی از سازمان دهی های واقعی مربوط به هدایت زمینی در فرودگاه های بزرگ و متوسط وجود دارد. پس، مطلوب نیست که یک الگوی کلی برای این منظور ارائه شود، زیرا بازدهی حاصل از آن می تواند کاملاً از یک فرودگاه تا فرودگاه دیگر متفاوت باشد. با این حال، هنگامی که برخی از ویژگی های کلیدی برآورده می شوند، تعریف یک کلاس خاص از شرایط هدایت زمینی، و اصول سازماندهی مشترک می تواند مورد توجه قرار بگیرد. در اینجا بعضی از مفروضات مربوط به ویژگی های هدایت زمینی فرودگاه، که اغلب در فرودگاه های متوسط و بزرگ رخ می دهد، مد نظر قرار گرفته شده است. در اینجا فرودگاه هایی در نظر گرفته شده است که در آن سرویس های هدایت زمینی توسط گروه هایی از اپراتورهای تخصصی که به طور موازی تحت مدیریت مسئولین فرودگاه فعالیت می کنند، انجام می شود. فرآیند هدایت زمینی به دنبال رهگیری های از پیش تعیین شده است و در ایستگاه های پارکینگ انجام می شود. پیش بینی شده است که پایگاه های پارکینگ به پرواز، به فرودگاه منتقل می شود و از طریق ATC ارتباط برقرار خواهد شد، پایه های پارکینگ توسط ATC، تحت کنترل راننده حمل هواپیما از ایستگاه پارکینگ، مورد نظارت قرار می گیرد. همچنین فرض شده است که محل پارکینگ هواپیمای ورودی، ایستگاه خروج برای پرواز بعدی است. پیش فرض آخر، محدودیت هایی را در فعالیت های عملیات هدایت زمینی ایجاد می کند. معرفی GHC منجر به ساختاری سلسله مراتبی برای مدیریت هدایت زمینی، همانطور که در شکل 1 مشخص است، شده است.

⁴ Ground Handling Coordinator



شکل 1: ارتباط A-CDM با هدایت زمینی

الف) هماهنگ کننده هدایت زمینی^۵

این هماهنگ کننده مسئول ارتباطی بین سایر A-CDM ها و مدیران هدایت زمینی خواهد بود.

توابع اصلی GHC عبارتند از:

- ارائه به همکاران دیگر فرودگاه ها
- پیش بینی تاخیر در هدایت زمینی
- ایجاد نقطه عطف
- ارائه خدمات به مدیران هدایت زمینی:
- پیش بینی های مربوط به سطوح فعالیت
- منابع مورد نیاز هدایت زمینی در هر دوره مورد نیاز
- نظارت بر هدایت زمینی

⁵ Ground Handling Coordinator

نظارت احتمالی تحت نظارت هماهنگ کننده هدایت زمینی:

زمان شروع عملیات هدایت زمینی پرواز ورودی:

$$T_i^{agh} = \min_{k \in A_{ii}^{gh}} \{t_{ik}^{agh}\} \quad (1)$$

زمان اتمام فعالیت های هدایت زمینی:

$$\tau_i^{agh} = \max_{k \in A_{ii}^{gh}} \{t_{ik}^{agh} + d_{ik}^{agh}\} \quad (2)$$

زمان شروع فعالیت های هدایت زمینی خروج هواپیما:

$$T_i^{dgh} = \min_{k \in D_{ii}^{gh}} \{t_{ik}^{dgh}\} \quad (3)$$

زمان اتمام فعالیت های هدایت زمینی:

$$\tau_i^{dgh} = \max_{k \in D_{ii}^{gh}} \{t_{ik}^{dgh} + d_{ik}^{dgh}\} \quad (4)$$

تمام این متغیرها و پارامتر مربوط به زمان، دو مقدار را در اختیار قرار می دهند: ارزش تخمینی آنها، که می تواند تکامل یابد و ارزش موثر آنها در زمان اتمام.

برنامه ریزی جامع منابع هدایت زمینی⁶ .

برنامه ریزی منابع هدایت زمینی باید در شروع برای یک روز عملیاتی کامل، با توجه به اطلاعات ورودی اولیه، انجام شود.

- زمان پروازهای ورودی و خروجی
- ویژگی های عملیاتی این پروازها.

⁶ Global Planning of Ground Handling Resources

پیش بینی منابع ضروری GH (وسایل نقلیه و نیروی کار) در طول دوره عملیات در سه مرحله انجام می شود:

- مشکل تخصیص زمین برای هدایت زمینی (GGHA) برای برنامه اسمی پروازها حل شده است. یک راه حل سریع ابتکاری پیشنهاد شده است (رویکردی جامع).
- جمع آوری منابع لازم برای هر فاصله زمانی انجام می شود. در اینجا یک فاصله زمانی در دوره عملیاتی برای منابع مورد استفاده توسط تابع t انتخاب می شود:

$$u_t = \max \left\{ \text{Timing}, \min_{j \in K} s_j^t \right\} \quad (5)$$

حاشیه ها به برآورد منابع لازم اضافه می شوند:

برای فعالیت های هدایت زمینی پروازهای ورودی:

$$r_i^k = n_i^k + p_A^k A_i^k \quad (6)$$

برای فعالیت های هدایت زمینی پروازهای خروجی:

$$r_i^k = n_i^k + p_D^k D_i^k \quad (7)$$

ب) مدیر هدایت زمینی

مدیر هدایت زمینی دارای دو وظیفه اصلی است:

- برنامه ریزی عملیات^۷
 - مدیریت عملیات^۸
- برنامه ریزی عملیات

⁷ Planning operations

⁸ Managing operations

برای دستیابی به اهداف این موضوع، مدیر هدایت زمینی باید:

مسأله هماهنگ شدن خود را برای پوشش تمامی خواسته های برنامه ریزی شده برای خدمات خود، در طول فرایند عملیات حل کند. نتیجه: تهیه لیستی از وظایف که توسط GHU انجام شود.

- با اعطای منابع خود به وظایف خود (مشکل مربوط به منابع)، واحدهای هدایت زمینی را ایجاد کند.

ii مدیریت عملیات

مدیریت عملیات اولین بار برای به روز رسانی واگذاری منابع هدایت زمینی به هواپیما با توجه به اطلاعات دریافت

شده از GHC در موارد زیر ایجاد شد:

- اختلال در سطح زمان ورود هواپیما
- اختلال در سطح زمان انجام وظایف
- شرایط آب و هوایی (باران شدید، برف، باد قوی و غیره)

این شامل نظارت بر GHU ها نیز می شود. یک واحد هدایت زمینی می تواند در حالت های زیر قرار بگیرد:

غیرفعال شده⁹: یا تجهیزات آماده نیست (در تعمیر یا نگهداری) یا اپراتورها در دسترس نیستند.

منتظر کسب مسئولیت¹⁰: واحد فعال است، اما به پرواز اختصاص داده نشده است،

اختصاص داده شده: واحد به یک یا چند پرواز اختصاص داده شده است.

آماده انجام فعالیت بعدی خود است: این اتفاق زمانی می افتد که زمان برنامه ریزی شده برای انجام فعالیت هدایت

زمین نزدیک است. این مربوط به زمان لازم برای انطباق منابع با پرواز برای خدمت یا حداقل تاخیر زمانی برای اطلاع

رسانی به اپراتورهای عملیات بعدی است.

عملیات: واحد در حال انجام فعالیت (عملیات انتقال و پردازش در هواپیما یا ترمینال).

فرآیندهای تصمیم گیری اسمی با رویکرد پیشنهادی

الف) سطح هماهنگ کننده هدایت زمینی

⁹ Deactivated

¹⁰ Waiting for Assignment

تصمیم گیری در این سطح برای حل و فصل وظیفه هدایت زمینی جامع در نظر گرفته شده است که اولین گام از برنامه ریزی جامع منابع هدایت زمینی است. سپس GHC هر عملیات هدایت هوایی هواپیما را با پیوند دادن هر یک از کارها به یک مسیر برای ایجاد یک وظیفه هدایت زمینی پردازش می کند:

برای پوشش وظیفه z در هواپیما k ، بین مسیرهای که از قبل ایجاد شده است نوع z را می بیند که می تواند با آن در طی زمان برنامه ریزی شده و هزینه حمل و نقل پایین تر جستجو کند.

اگر هیچ کدام از مسیرهای موجود راه حلی عملی را فراهم نکند:

و ظرفیت باقیمانده نوع z در پایگاه مربوطه وجود نداشته باشد، مسیر جدیدی از نوع z که از این پایگاه شروع شده با اولین توقف هواپیما k ایجاد می شود.

اگر ظرفیت حمل و نقل باقی مانده در پایگاه نوع z وجود نداشته باشد، این وظیفه را به مسیر نوع z اضافه می کند که به ترتیب ترکیب تاخیر ناشی از هواپیما k و فاصله ای که برای رسیدن به آن با وزن λ به دست می آید را کاهش می دهد.

سپس با تمام وظایف مورد انتظار از هدایت زمین در هواپیما در حال ورود یا خروج تکرار می شود. این کار مجموعه ای از وظایف (مسیرها) را که توسط ناوگان و نیروی کار متفاوت هدایت زمینی انجام می شود، را بوجود می آورد. سپس این داده ها توسط هماهنگ کننده هدایت زمینی به منظور محاسبه میزان منابع که هر مدیر هدایت زمینی باید در هر دوره زمانی ارائه دهد را بر اساس فرایند پیشنهاد شده در فصل قبل، مورد استفاده قرار می دهد. این منابع پس از آن به طور موثر برای پردازش هواپیما و مسافران و یا به عنوان یک ذخیره مناسب برای مواجهه با اختلالات و حوادث باقی خواهد ماند.

(ب) سطح مدیریت هدایت زمینی

در یک وضعیت اسمی، مدیران ناوگان هدایت زمینی، یک وسیله نقلیه و یک تیم کاری را برای هر مسیر اختصاص خواهند داد. این وسیله ممکن است توسط شخص دیگری به منظور انجام وظیفه ای مطابق با ملاحظات عملیاتی

(نیاز به سوخت گیری، خرابی مکانیکی و غیره) تغییر کند، این در حالی است که تیم های کاری با توجه به مقررات کار و ایمنی تغییر می کنند.

در اینجا تصور می شود که وسایل نقلیه و وسایل کاری به اندازه کافی برای فائق آمدن بر اختلالات عملیاتی وجود دارد. طرح های ابتکاری^{۱۱} پیشنهادی شامل موارد زیر است:

• برای هر مدیر هدایت زمینی:

➤ سازمان دهی هواپیما ها را با توجه به زمان ورود و خروج شان، بسته به نوع خدمات ناوگان هدایت زمینی.

➤ به منظور تعیین یک وسیله نقلیه برای هر هواپیما:

○ در دسترس بودن تمام وسایل نقلیه ناوگان.

در مورد ناوگان هدایت زمینی که در فعالیت های تخلیه / بارگیری در هواپیما پارک شده فعالیت می کنند، هواپیما با توجه به زمان ورود فعلی برنامه ریزی شده خود و زمان خروج از محل ایستگاه پارکینگ در موقعیت قرار می گیرد. سپس هر تکراری بر اساس زمان افزایش می یابد.

ج) مطالعه موردی^{۱۲}

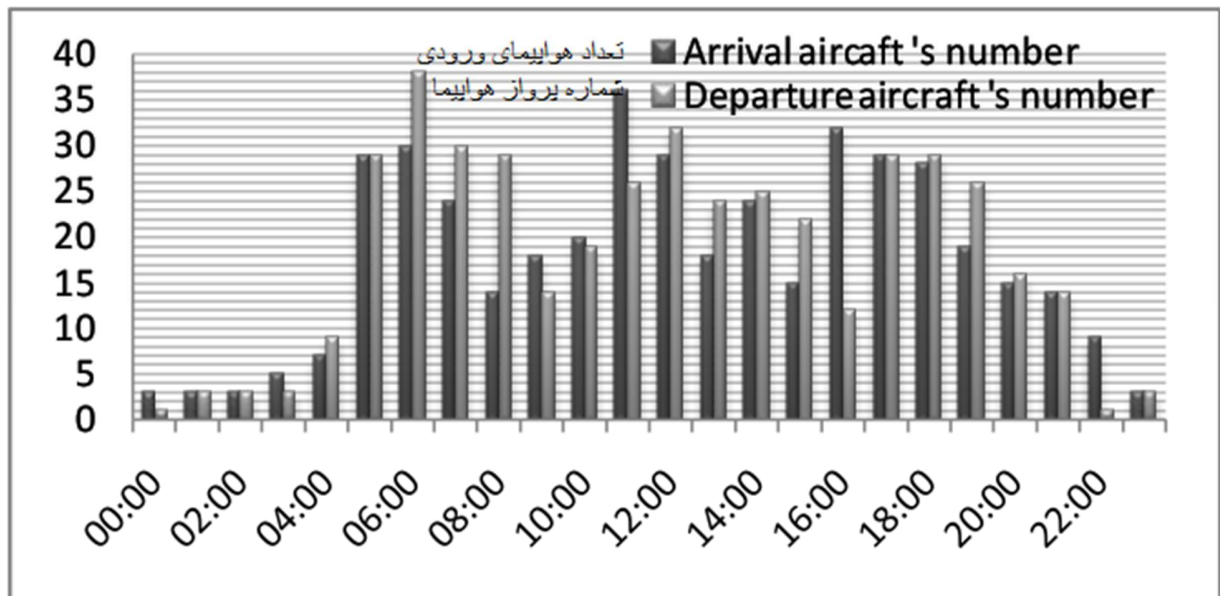
برای صحنه گذاری سازمان دهی هدایت زمینی پیشنهادی و پروسه تصمیم گیری مرتبط، داده های ترافیکی واقعی از فرودگاه پالما د مایورکا در نظر گرفته شده است. فرودگاه پالما د مایورکا، با توجه به هواپیماها و ترافیک مسافری، سومین فرودگاه بزرگ اسپانیا است. در طول تابستان یکی از شلوغ ترین فرودگاه ها در اروپا است و توسط 22.7 میلیون مسافر در سال 2011 مورد استفاده قرار گرفت. این فرودگاه، پایگاه اصلی اپراتور اسپانیایی ایراروپا است و همچنین یک محل تمرکز برای خط هوایی آلمانی ایربرلین است و مساحت 6.3 کیلومتر مربع (2.4 کیلومتر مربع) را اشغال می کند. با توجه به رشد سریع ترافیک هواپیما ها و تعداد مسافر، زیرساخت های اضافی به دو ترمینال A (1965) و B (1972) اضافه شده است. در حال حاضر شامل دو باند، چهار پایانه و 180 ایستگاه پارکینگ (27 آنها

¹¹ Heuristic

¹² Case of study

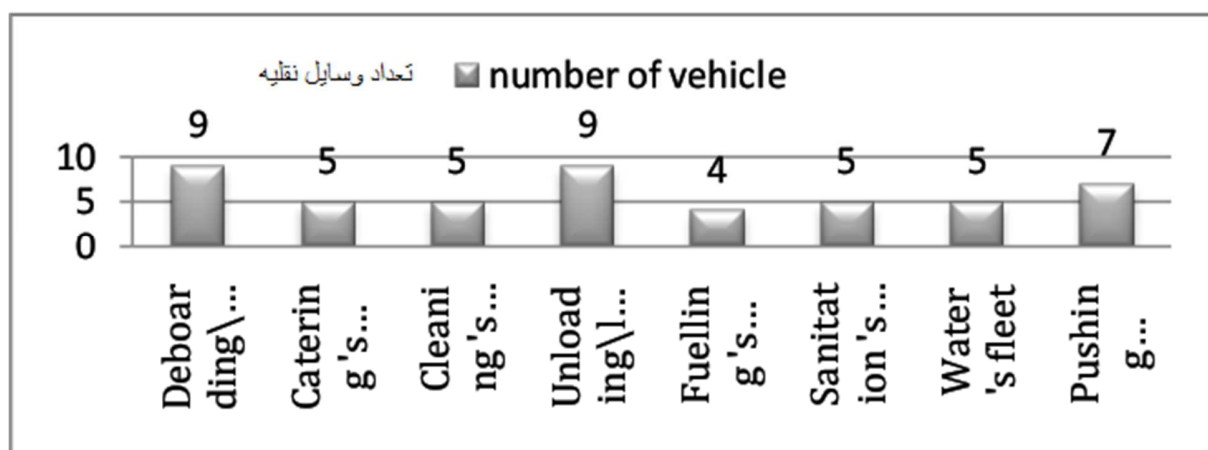
در پیشخوان) است (PDM، 2012) و می تواند تا 25 میلیون مسافر در هر سال، با ظرفیت ارسال 12000 مسافر در ساعت را جابجا کند.

برای ارزیابی رویکرد پیشنهادی، آن را با استفاده از ترافیک هواپیمایی برای یک دوره 24 ساعته (2007/01/08) با 690 پرواز ورودی و خروجی بین چهار پارکینگ مربوط به چهار پایانه فرودگاه پالما د مایورکا تست کردیم. بجز هواپیماهایی که در شب در فرودگاه ماندند، تمام عملیات هدایت زمینی در شرایط عملیاتی به سرعت انجام شد. اندازه های مختلفی از ناوگان هدایت زمینی در نظر گرفته شده بود. نتایج اولیه زمان خروج هواپیما با داده های زمان واقعی خروج مقایسه شد، که نشان می دهد با کاهش تعداد ناوگان در هر ترمینال، طرح ابتکاری کدگذاری شده در نرم افزار جاوای پیشنهاد شده، تاخیر بیشتری را ایجاد نمی کند. در شکل 2 ترافیک ساعتی هواپیماهای در حال ورود و خروج در یک روز تابستانی معمولی در این فرودگاه نمایش داده شده است. در این شکل به نظر می رسد که ترافیک هواپیماها از صبح زود تا ساعات آغازین شب همچنان شدید است.



شکل 2: PDM 2007/08/01 ترافیک ساعتی فرودگاه

رویکرد ابتکاری پیشنهادی برای ترافیک هواپیماها با ناوگان هدایت زمینی در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3: ترکیب اسمی^{۱۳} ناوگان هدایت زمینی

پیاده سازی برنامه ریزی های جامع منابع هدایت زمینی

این رویکرد برای محاسبه تعداد اسمی منابع مورد نیاز برای هر مدیر هدایت زمینی در طول ترافیک روزانه پیشنهاد شده است. راه حل این رویکرد در جدول 1 ارائه شده است. این راه حل نشان دهنده تعداد هواپیماهایی است که توسط هر واحد هدایت زمینی سرویس داده می شوند.

Ground handling activity	GHU1	GHU2	GHU3	GHU4	GHU5	GHU6	GHU7	GHU8	GHU9	فعالیت هدایت زمینی
De-boarding/Boarding passengers	71	58	43	38	32	25	19	12	6	سوار و پیاده سازی مسافران
Unloading/Loading baggage	133	95	93	85	66	79	60	51	28	تخلیه/بارزدن چمدان ها
Catering	86	80	66	58	55					تهیه غذا
Cleaning	97	77	60	61	50					نظافت
Refuelling	103	92	84	66						سوخت گیری
Sanitation	144	94	59	34	14					بهداشت
Water Supply	103	82	66	53	41					تامین آب
Push back	118	112	84	37	31					هل دادن به عقب

جدول 1: راه حل روش سلسله مراتبی^{۱۴}

با استفاده از این راه حل، تنها 14 هواپیما در زمان خروج با حداکثر تاخیر 14 دقیقه ای، تاخیر داشتند.

این برنامه جامع برای مدیریت منابع هدایت زمین همانطور که گفته شد، شامل سه مرحله است:

¹³ Nominal Composition

¹⁴ Hierarchical Approach

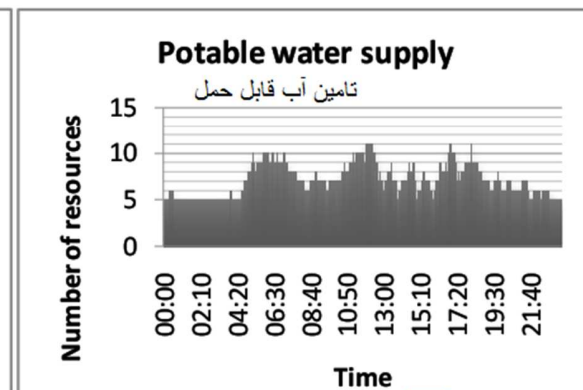
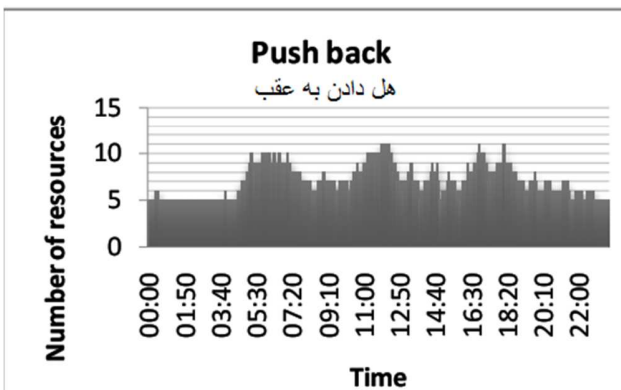
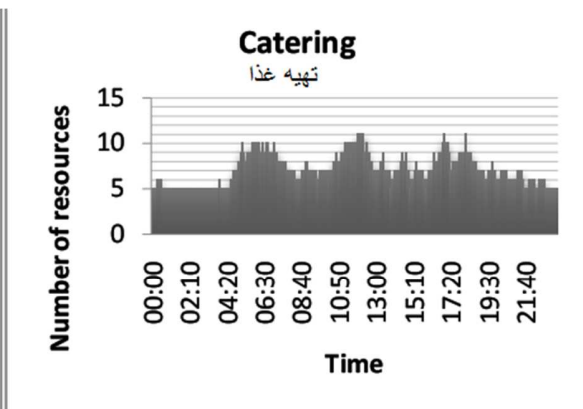
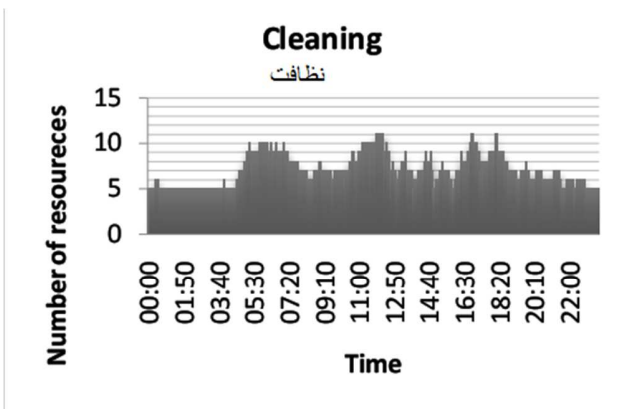
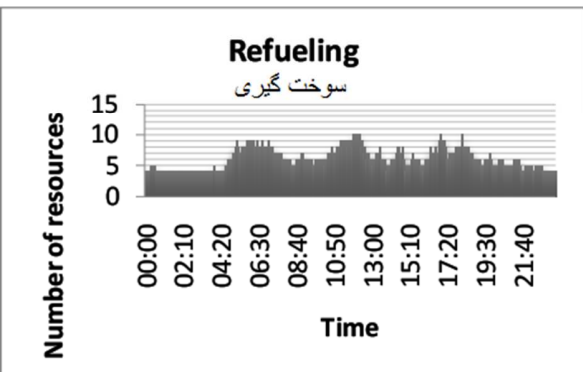
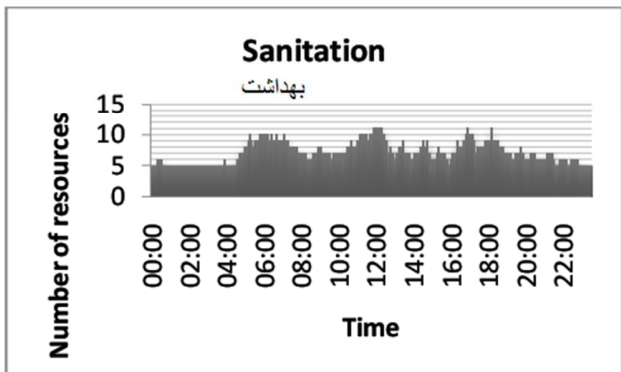
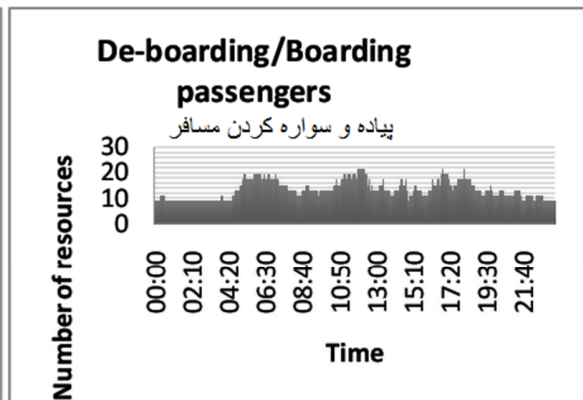
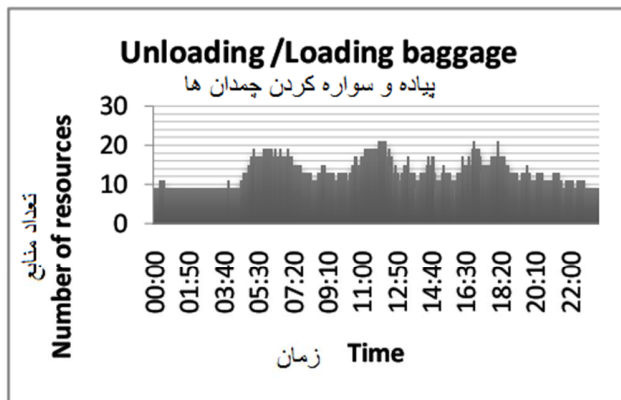
برای اولین قدم، فرض شده است که تعداد اسمی هر یک از منابع هدایت زمین در شکل ارائه شده است. در مرحله دوم، مدت زمانی واحد که در نظر گرفته شده است برابر با حداکثر، بین 5 دقیقه و کوچکترین مدت زمان هدایت زمینی، از جمله زمان انتقال، بر اساس فرمول (5) در نظر گرفته شده است.

هدایت زمینی	زمان (دقیقه)
تخلیه مسافر	5
تهیه غذا	5
نظافت	5
سوار کردن مسافر	5
بار زدن چمدان ها	5
سوخت گیری	5
پیاده سازی چمدان ها	5
بهداشت	5
تامین آب	5
هل دادن به عقب	5

جدول 2: مدت زمانی واحد هر عملیات هدایت زمین

مرحله سوم، برآورد منابع لازم در یک زمان معین برای همه مدیران هدایت زمینی، با اضافه کردن حاشیه¹⁵ به سطح اسمی تقاضا برای ورود و خروج برنامه ریزی شده، است. این مورد بر اساس فرمول (6) و (7) انجام می شود. ارقام ارائه شده در زیر مقدار منابع لازم برای هر مدیر هدایت زمینی را برای انجام وظایف مربوط به هدایت زمینی مربوطه را در صورت بروز اختلالاتی که می تواند در طول روز رخ دهد، فراهم می کند. همانطور که مشاهده می شود، تعداد منابع رزرو شده در شلوغ ترین دوره پرواز (هوایمای ورودی / خروجی) با توجه به شکل 4 افزایش می یابد.

¹⁵ Margin

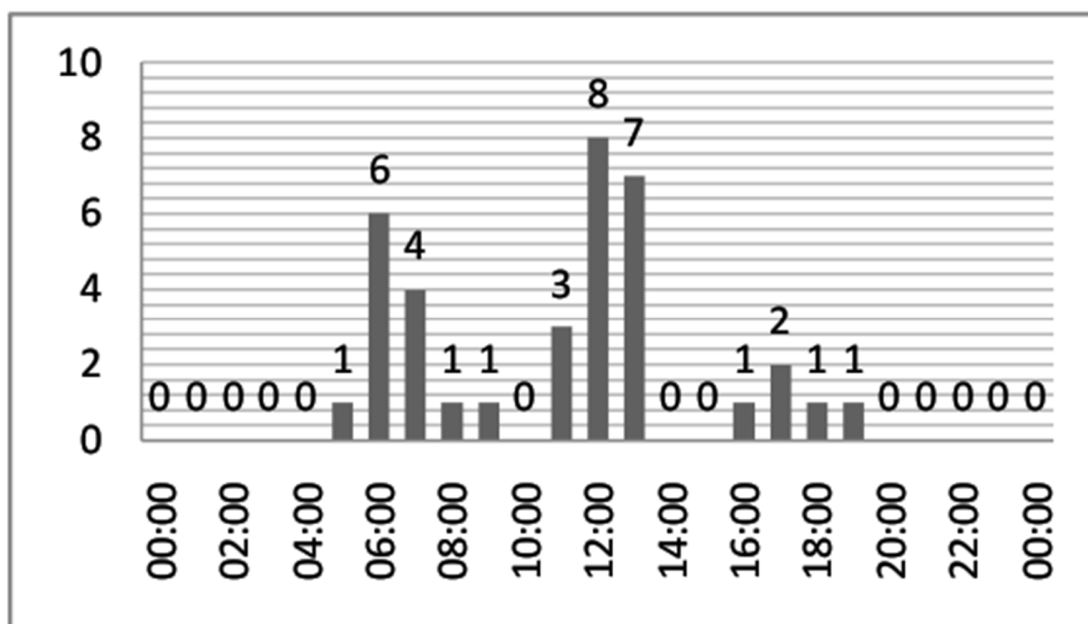


شکل 4: تعداد منابع مورد نیاز برای هر فعالیت هدایت زمینی در هر دوره زمانی

ii پیاده سازی طرح ابتکاری برای خط GHFA

برای آزمایش کارایی این روش، زمان دقیق ورود هر پرواز سی دقیقه قبل از فرود کامل در نظر گرفته شده است و باید به مدیران هدایت زمینی ارسال شود. در اینجا، این اجازه به مدیران هدایت زمینی داده شده است تا مدیریت منابع هدایت زمینی را با توجه به زمان ورود به روز شده در ایستگاه های پارکینگ پرواز اعلام کنند. هیچ پروازی به فرودگاه مورد نظر کمتر از 40 دقیقه طول نمی کشد. سپس زمان خروج واقعی که در مقایسه با آنچه که از طریق رویکرد ابتکاری¹⁶ پیشنهاد شده است، مقایسه شده است. منابع هدایت زمین در نظر گرفته شده به طور موثری در آن فرودگاه وجود داشت. استفاده از رویکرد ابتکاری پیشنهادی به برنامه اسمی پرواز های ورود در طی روز به عنوان مرجع در نظر گرفته شده است، که با تخصیص امکانات برای هر مدیر هدایت زمین حداکثر 3 ثانیه را فراهم می کند. این راه حل ها موجب تاخیر در یادداشت های مربوط به برنامه ریزی ها که شامل 36 هواپیما با حداکثر تاخیر 16 دقیقه می شود. متوسط تاخیر در فرودگاه، تاخیری 7 دقیقه ای است. شکل 5 توزیع زمانی هواپیماهای تاخیردار را در هنگام خروج نشان می دهد که حاصل استفاده از رویکرد غیرمتمرکز پیشنهادی است. واضح است که وقوع این تاخیر ها مربوط به شلوغ ترین دوره های ترافیکی هواپیماها در فرودگاه است که در آن منابع هدایت زمینی کمتری در اختیار است.

¹⁶ Heuristic Approach



شکل 5: توزیع تاخیر ایجاد شده به دلیل طرح ابتکاری پیشنهادی.

داده های تاریخی از 2007/08/01 مربوط به فرودگاه پالما د مایورکا که نشان می دهد که حدود 244 پرواز خروجی به دلایل مختلف که از جمله دلایل اصلی می باشد، به موجب تاخیر در هدایت زمینی به تأخیر افتاده است. حداکثر تاخیر مشاهده شده حدود 520 دقیقه است و متوسط تاخیر برای هر هواپیمای تاخیری 30 دقیقه است. اطلاعاتی در مورد استفاده از یک سیستم خاص برای مدیریت هدایت زمینی در آن فرودگاه وجود دارد. واضح است که در تئوری رویکرد ابتکاری پیشنهادی، بهبود در نتایج قابل توجهی را در رابطه با تاخیرهای پرواز های خروج می توان مشاهده کرد. پس از آن، می توان برای این فرودگاه خاص انتظار داشت که حتی اگر اجرای رویکرد ابتکاری پیشنهادی به طور کامل انجام نشود، برخی از بهبود های قابل ملاحظه بر اقدامات جاری اثر می گذارد.

مدیریت هدایت زمینی در شرایط بحرانی^{۱۷}

به نظر ما تعریف مختصری برای اختلال در فرودگاه وجود دارد، در حالی که برخی از آثار اخیر (Ploog، 2005) و (Tanger and al، 2013) بدون ارائه تعاریف به این وضعیت اشاره دارند. طبق برآوردهای موسسه استاندارد بریتانیا (مدیریت تداوم کسب و کار، 2006)، "اختلال یک رویداد است که منجر به انحراف از برنامه ریزی شده، و با

¹⁷ Disruption

توجه به اهداف سازمان اثرات منفی نسبت به انتظارات در بر دارد ". با توجه به این تعریف، اصطلاح اختلال را می توان به عنوان معادل با بی نظمی در نظر گرفت. اقدامات هدایت زمینی در یک محیط در حال تغییر با بسیاری از عدم اطمینان های عملیاتی انجام داده می شود. به عنوان مثال، زمان مورد انتظار برای رسیدن به پرواز افزایش، و تاخیر های مکرر به وقوع می پیوندد، در این زمان وظیفه هدایت زمینی حساس به رویدادهای غیر منتظره مانند زمان اضافی سفر به علت تراکم ترافیک در راه های مختلف هوایی و یا خرابی دستگاه ها است. سپس می توان به این نکته اشاره کرد که مدیریت و نظارت مداوم در زمینه تقسیم کار به طور دائم در حال انجام است.

الف) طرحی بر مبنای منطق فازی برای مشکل مدیریت هدایت زمینی برخط

مشکل برای هر ناوگان هدایت زمینی، این است که برای اختصاص دادن وسایل نقلیه برای این منظور با توجه به هواپیماهای در حال ورود یا خروج، به طوری که هر هواپیما توسط یک وسیله نقلیه حمل و نقل منتقل شود، نیاز است تا هیچ تاخیر یا حداقل تاخیر بوجود نیاید. برای آن، مدیران ایستگاههای زمینی شرکتهای هواپیمایی به درخواست منابع برای مدیران ناوگان هدایت زمینی دارند. برنامه های تولید شده براساس زمان ورود پیش بینی شده و همچنین زمان های خروج پیش بینی شده، برنامه ریزی شده اند. این برنامه ها نه تنها با توجه به تنوع احتمالی وظایف هدایت زمینی است بلکه با استفاده از فرمول دوگانه فازی (Cosenza, 2011; Cosenza, 2012)، برای در نظر گرفتن اهمیت پرواز نیز می باشد. این بحرانی، بستگی به تاخیر پیش بینی شده فعلی و همچنین پیامدهای عملیاتی در سایر پروازهای دارد. از این رو، پرواز های مهم تر ممکن است راهکارهای دستیابی به هدایت زمینی خود را قبل از پروازهای با اهمیت کمتر بدست بیاورند.

ب) رتبه بندی پرواز بر اساس منطق فازی¹⁸

اولین گام طرح ابتکاری پیشنهادی شامل انجام ترتیبات اولیه است. محدودیت های اتصال هنگام ورود مسافری، باید بدون تأخیر به یکی دیگر از پرواز خارج شونده از فرودگاه برسد. برنامه خروج، زمانی که هواپیمای ورودی باید یک پرواز جدید را با یک برنامه فشرده آغاز کند....

با توجه به محدودیت اتصال، اجازه می دهد مجموعه ای از پروازهای خروجی متصل به پرواز ورودی i شود و حاشیه زمانی بین پرواز i با پرواز j با مقدار توسط C_i بدست می آید:

$$\tilde{m}_{ij}^a = \bar{t}_j^d - \hat{t}_i^a - \max\{\tilde{d}_{db}^i + \tilde{T}_{ij}, \tilde{d}_{ul}^i + \tilde{\theta}_{ij}\} \quad j \in C_i \quad (8)$$

اینجا $T \sim ij$ و $\theta \sim$ به ترتیب تاخیر اتصال برای مسافران و چمدان است. حاشیه بین پرواز ورودی i و پرواز خروجی j که به ترتیب توسط یک هواپیما بطور فزاینده ای سرو کار دارد:

$$\tilde{m}_{ij}^a = \bar{t}_j^d - \hat{t}_i^a - \tilde{D}_{ij} \quad \text{with } j = \sigma(i) \quad (9)$$

تعداد پروازها از طریق ماتریس زیر بدست می آید:

$$\tilde{D}_{ij} = \max \left\{ \begin{array}{l} \tilde{d}_{ul} + \tilde{d}_{fu} + \tilde{d}_{ll} \\ \tilde{d}_{db} + \tilde{d}_{ca} + \tilde{d}_{bd} \\ \tilde{d}_{db} + \tilde{d}_{cl} + \tilde{d}_{bd} \\ \tilde{d}_{sa} + \tilde{d}_{wa} \end{array} \right\} + \tilde{d}_{pb} \quad (10)$$

سپس حاشیه منطق فازی¹⁹ پرواز ورودی به وسیله رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\tilde{m}_i^a = \min_{j \in C_i \cup \sigma(i)} \tilde{m}_{ij}^a \quad (11)$$

زمان ورود اصلاح شده برای پرواز i توسط رابطه زیر بدست می آید:

$$\tilde{t}_i^a = \hat{t}_i^a + \tilde{m}_i^a \quad (12)$$

در مواردی که وظایف هدایت زمینی مرتبط با پرواز خروجی j باشد، زمان پیش بینی شده اصلاح شده شروع اقدامات مربوط به هدایت زمینی مطابق با موقعیت پارکینگ است که توسط رابطه زیر بیان می شود:

¹⁹ Fuzzy Logic Margin

$$\tilde{t}_j^d = \bar{t}_j^d - \min_{i \mid j \in C_i \text{ and } i = \sigma^{-1}(j)} \tilde{m}_{ij}^a \quad (13)$$

با

$$\tilde{m}_{i\sigma(i)}^a = \max \left\{ \begin{array}{l} \tilde{d}_{fu} + \tilde{d}_{ll} \\ \tilde{d}_{ca} + \tilde{d}_{bd} \\ \tilde{d}_{wa} \end{array} \right\} + \tilde{d}_{pb} \quad (14)$$

سپس، به هر پرواز i ، چه ورود یا خروج، یک پارامتر زمان τ_i مانند رابطه زیر نسبت داده می شود:

برای پرواز ورودی:

$$\tau_i = \left\| \tilde{t}_i^a \right\| \quad (15)$$

برای پرواز خروجی:

$$\tau_i = \left\| \tilde{t}_i^d \right\| \quad (16)$$

که $\left\| \cdot \right\|$ عدد شبه دوگانه فازی^{۲۰} است. سپس پرواز، ورودی یا خروجی، در دوره عملیاتی در نظر گرفته شده است، که می تواند براساس شاخص τ_i افزایش یابد. اجازه دهید عدد صحیح i (ra) به عنوان مرتبه تغییر یافته پرواز i باشد.

ج) اختصاص ناوگان هدایت زمینی به پرواز

از آن جایی که پرواز در ترتیب ایجاد شده i (ra) پردازش می شود، در آن وسایل نقلیه هدایت زمینی به هواپیمای مربوطه اختصاص داده می شود. در مورد پروازهای ورودی، وظایف هدایت زمینی ورود (تخلیه بار، بارگیری، تمیز

²⁰ Fuzzy Dual Pseudo Norm

کردن و مسائل بهداشتی) با اختصاص دادن وسایل نقلیه، مطابق با تخصیص های قبلی با سایر هواپیماها، انجام می گیرد. در مورد پروازهای خروجی، هدایت زمینی A، وظایف خروج (سوخت گیری، غذا، بارگذاری چمدان، سوار شدن، آب و...) نیز با تعیین وسایل نقلیه مطابق با وظایف قبلی با سایر هواپیماها، در نظر گرفته می شود. در هر دو مورد، در نظر گرفته شده است که مجموعه ای از وسایل نقلیه مختلف برای هدایت زمینی، که در هنگام ورود یا خروج لازم است، با توجه به برنامه ریزی زمانی مرجع مشترک، تعیین می شود. این تخصیص وسایل نقلیه به پرواز چه ورودی یا خروجی، بر اساس یک طرح خاص با توجه به نزدیکترین وسیله نقلیه در دسترس برای انجام کار مورد نظر انجام می شود. این باعث خواهد شد که در ابتدای فعالیت های عملیاتی هدایت زمینی برای پروازهای ورودی یا خروجی، تمام منابع لازم در مجاورت پارکینگ قرار گیرند و محدودیت های برنامه ریزی شده بین وظایف مربوط به هدایت زمینی اولیه بدون نیاز به ارتباط بین مدیران ناوگان هدایت زمینی گروه های مختلف باشد. این یک راه حل ابتکاری جامع و ساده است که برای هر ناوگانی که تقاضای سرویس دهی را داشته باشد، به یک راه حل کامل از طریق محاسبات دست خواهد یافت. بنابراین هیچ محدودیتی در بازگرداندن این فرآیند در هر زمانی که اختلال قابل ملاحظه ای رخ دهد، وجود دارد.

(د) به تصویر کشیدن روش پیشنهادی

برای ارزیابی رویکرد پیشنهادی، داده مورد استفاده در مورد مطالعه بخش قبلی اصلاح شده است تا موقعیت مصنوعی ایجاد شود. در اینجا به نظر می رسد که برای هر دلیل خارجی، برای مثال برخی از شرایط شدید آب و هوایی، بخشی از پرواز های از قبل برنامه ریزی شده در صبح روز بعد به تأخیر افتاده است و فرودگاه تحت ترافیک ورودی متمرکزی بین ساعت 11 صبح و 1 بعد از ظهر است. پس، ورود موثر و خروج طبق برنامه طبق جدول 3 انجام می گیرد. در نظر گرفته شده است که در طول و بعد از این دوره، ظرفیت فرودگاه های 29 منطقه، از جمله ظرفیت تاکسی با ظهور صف های سواری های هواپیماها، پارکینگ و ظرفیت بارگیری در روی زمین اشباع شده و کافی نباشد. در این شرایط، زمان انتقال برای هواپیما و فعالیت های واحد های هدایت زمینی، دربرگیرنده عدم اطمینان زیادی است. در اینجا دو سناریو برای عدم قطعیت در نظر گرفته شده است: در اولین مورد یک تاخیر اضافی بین 0 تا 40 درصد از

مدت زمان اولیه بین 11 صبح است و 2 بعد از ظهر با بازگشت به وضعیت اسمی پس از آن، در سناریوی دوم، تاخیرهای اضافی بین 0٪ و 40٪ از مدت زمان اولیه بین 11 صبح تا ظهر، بین 20٪ و 60٪ از زمان اصلی بین ظهر تا 1:30 بعد از ظهر، بین 0٪ و 40٪ از مدت زمان اصلی بین 1:30 صبح است.

	10h→11h	11h→12h	12h→13h	13h→14h	14h→15h	15h→16h
ورود Arrival ترافیک	20 + 30	34 + 15	25	7	15	15
Scheduled زمان بندی departures خروج	17	19	28+15	17+20	17+10	17

جدول 3: ورود های موثر و خروجی های برنامه ریزی شده

در مورد این فرودگاه، هیچ ارتباطی بین این پروازها وجود ندارد، زیرا به طور کلی این فرودگاه یک مقصد نهایی برای اکثر مسافری است بنابراین لیست اولویت های ورود و خروج همزمان می شود. این مدت Δ ، که یک عدد i, j دوگانه فازی است، می تواند به صورت زیر بیان شود:

$$\tilde{\Delta}_{ij} = (\tilde{D}_{ij} + \hat{t}_i^a - \bar{t}_j^d) \quad (17)$$

این برنامه یک امکان سنجی²¹ تخصیص برای هر مدیر هدایت زمینی در حداکثر 0.4 ثانیه است تا در این زمان به روز رسانی لیست اولویت ها را ارائه دهد. نتایج عددی نشان می دهد که هواپیماهای تاخیردار به طور کلی بالاترین اولویت در لیست را دریافت می کنند. در طول دوره زمانی بین ساعات 11:00 تا 2:30 صبح عملیات هدایت زمینی برای خدمت رسانی به 200 پرواز (ورود و خروج هواپیما) انجام می شود. نتایج عددی اصلی در جدول 4 نمایش داده شده است.

تاخیر متوسط برای پردازش GH در هنگام ورود

حداکثر تاخیر برای پردازش GH در هنگام ورود

تاخیر متوسط برای پردازش GH در هنگام خروج

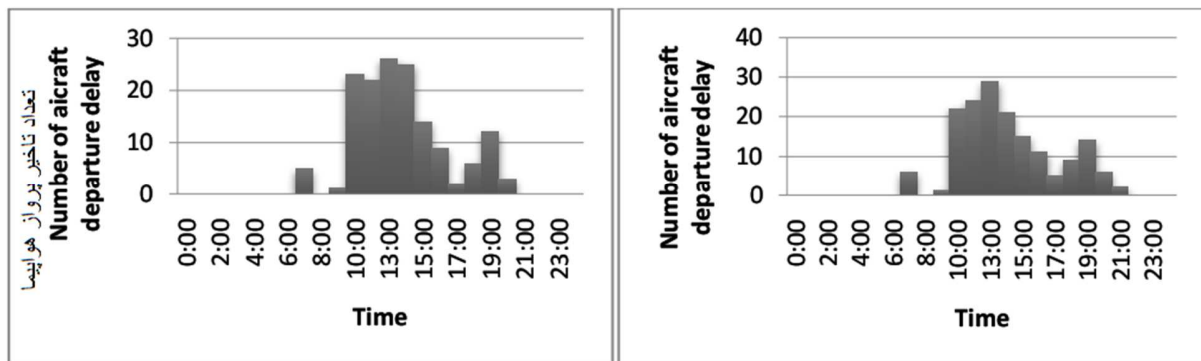
²¹ Feasibility

حداکثر تاخیر برای پردازش GH در هنگام خروج

Scenario 1	Scenario 2
7.36 min	8.86 min
27 min	30 min
45.1 min	59.4 min
195 min	197 min

جدول 4: نتایج آماری برای سناریوهای وضعیت بی نظم

شکل 6، توزیع ساعتی هواپیماهای همراه با تاخیر را در هنگام خروج نشان می دهد که از کاربردهای رویکرد پیشنهادی برای دو سناریو نمایش داده شده است. به نظر می رسد که تأثیر تداوم ترافیک ورودی منجر به اختلال در فرودگاه شده است که در بعدازظهر گسترش یافته است. در سناریو اول می توان در نظر داشت که وضعیت خراب شدن حدود ساعت 5 صبح به پایان می رسد. و در مورد دیگر آن را حدود 8 بعد از ظهر به پایان می رسد سپس به نظر می رسد که عدم اطمینان بیشتر در مورد عملیات های هوایی به تأخیر می افتد، چرا که ظرفیت بارگیری زمین در دسترس، قادر به مقابله با این وضعیت خراب است. سپس تهدید پیش بینی کننده تاخیر هوایی در سیستم های عملیاتی حتی در سطوح فعالیت های سنگین به عنوان یک هدف مهم به نظر می رسد.



شکل 6: توزیع ساعتی هواپیماهای همراه با تاخیر در هنگام خروج برای سناریو 1 و سناریو 2

نتیجه گیری

در این مقاله، ساختاری برای مدیریت هدایت زمینی هواپیماها پیشنهاد شده است. این ساختار پیشنهادی مبتنی بر معرفی یک هماهنگی در هدایت زمینی است که نقش واسطه ارتباطی بین مدیران هدایت زمینی و سایر گروه های دیگر در فرودگاه را دارد. مشکلات مختلف مربوط به تقسیم وظایف توسط هماهنگ کننده زمینی با در نظر گرفتن مدیران هدایت زمینی حل شده است. یک رویکرد ابتکاری در این مورد توسعه یافته است. در مورد مشکلات هماهنگ شدن مدیران هدایت زمینی، یک رویکرد ابتکاری دیگر نیز بوجود آمده و توسعه یافته است.

کل فرایند با در نظر گرفتن یک مطالعه موردی با ترافیک واقعی نشان داده شده است که فرض شده است که زمان ورود به طور کامل نیم ساعت قبل از آن در دست بوده است. حتی اگر زمان های برنامه ریزی شده و موثر متفاوت باشند، وضعیت ترافیک بدست آمده را می توان به عنوان وضعیت عادی^{۲۲} در نظر گرفت. همچنین در مورد اختلال ترافیکی عظیم که مختص اختلال در فرودگاه است، مدیریت هدایت زمینی نیز مورد توجه قرار گرفته است. رویه های برنامه ریزی عملیاتی انجام شده در ساختار مدیریت پیشنهادی هدایت زمینی با اتخاذ اهداف موقت جدید و با توجه به عدم اطمینان در رابطه با تاخیر های فعالیت در این وضعیت، تجدید نظر شده است. در طول دوره اختلال، هماهنگ کننده هدایت زمینی، جهت کمک به مدیریت هدایت زمینی، فهرست اولویت های فرود پروازها را پردازش می کند. محاسبه این لیست های اولویتی، استفاده از محاسبات دوگانه فازی را می طلبد تا عدم اطمینان تاخیر را در نظر بگیرد. امکان سنجی رویکرد پیشنهادی با در نظر گرفتن یک اختلال در فرودگاه پالما د مایورکا نمایش داده شد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی