شناسایی الگوی شکل گیری پادشکنندگی در صنعت حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه

مقاله علمی-پژوهشی

محمد مسعود فرامرزی، دانشجوی دکتری، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
*محسن اکبری (نویسنده مسئول)، استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
دکتر محمدحسن قلی زاده، دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
دکتر میلاد هوشمند چایجانی، استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: M.Akbari@guilan.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۱۱- پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۵
صفحه ۵۷۰-۵۴۹

چکیده

این پژوهش با استفاده از نظریه داده بنیاد به شناسایی الگوی شکل گیری پادشکنندگی در صنعت حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه پرداخت. پژوهش با رویکرد اکتشافی و براساس تکنیک کیفی انجام شده است.. براساس رویکرد کیفی و تکنیک داده بنیاد چارمز به بررسی هدف تحقیق پرداخته شده است. در این پژوهش مآخذ اصلی داده‌ها مصاحبه نیمه ساختاریافته بوده است. جامعه آماری در پژوهش حاضر جامعه آماری تحقیق شامل مدیران و صاحبنظران صنعت حمل و نقل هوایی خواهد بود. ۲۵ نفر از خبرگان تجربی و خبرگان نظری براساس تکنیک گلوله برفی انتخاب شدند. داده‌های جمع آوری شده در نرم افزار MAXQDA تحلیل شدند. الگوی تحقیق مشتمل بر ۱ کد محوری و ۱۰ کد انتخابی و ۴۰ کد نظری و ۱۸۶ کد اولیه بوده است. ۱۰ مضمون اصلی عبارتند از انعطاف‌پذیری عملیاتی سیستم، مدیریت ریسک جامع، پایداری زنجیره تأمین، اطلاعات بلادرنگ هوشمند، همکاری بین‌سازمانی استراتژیک، تداوم خدمات حیاتی، پیش‌بینی سناریوهای بحران، نوآوری فناوری عملیاتی، انطباق قانونی و مقرراتی و پایداری اقتصادی بلندمدت. می‌توان نتیجه گرفت که آینده صنعت حمل‌ونقل هوایی به میزان توانایی آن در پادشکننده شدن وابسته است؛ صنعتی که بتواند از دل بی‌ثباتی، قوی‌تر، هوشمندتر و پایدارتر از گذشته بیرون آید.

واژه‌های کلیدی: پادشکنندگی، صنعت حمل و نقل هوایی، بحران‌های چندگانه

۱-مقدمه

حمل‌ونقل هوایی به‌عنوان یکی از بخش‌های حیاتی اقتصاد جهانی، نقشی اساسی در تسهیل ارتباطات انسانی، گردش سرمایه، تجارت بین‌المللی و توسعه‌ی گردشگری ایفا می‌کند. این بخش در واقع شریان حیاتی جهانی‌شدن و ابزاری کلیدی برای همگرایی اقتصادی و فرهنگی محسوب می‌شود (Becker, 2024). اما پیچیدگی ساختاری و گستردگی شبکه‌های وابسته به آن، موجب شده که حمل‌ونقل هوایی در برابر اختلالات و بحران‌ها بیش از بسیاری از صنایع دیگر آسیب‌پذیر باشد (Demir et al, 2024). بحران‌های اخیر در عرصه جهانی نشان داده‌اند که این صنعت نه تنها در معرض تهدیدهای متنوع قرار دارد، بلکه اغلب با بحران‌هایی مواجه است که هم‌زمان یا متوالی رخ داده و اثرات هم‌افزا ایجاد می‌کنند؛ به بیان دیگر، صنعت حمل‌ونقل هوایی در محیطی مملو از «بحران‌های چندگانه» فعالیت می‌کند (Divya et al, 2024; Gao et al, 2023).

بحران چندگانه به شرایطی اشاره دارد که در آن چند بحران به‌طور هم‌زمان یا متوالی بروز می‌کنند و با برهم‌کنش‌های پیچیده، شدت و دامنه آثار را افزایش می‌دهند. برای مثال، همه‌گیری کووید-۱۹ نه تنها باعث رکود بی‌سابقه در پروازهای مسافری شد، بلکه با بحران‌های اقتصادی، کاهش تقاضا، مشکلات زنجیره تأمین و چالش‌های نیروی انسانی در هم تنیده شد و اثری فراتر از یک بحران منفرد بر صنعت حمل‌ونقل هوایی برجای گذاشت (Hamza et al, 2022). به موازات این وضعیت، تنش‌های ژئوپلیتیکی همچون جنگ روسیه و اوکراین با تغییر مسیرهای پروازی، تحریم‌های اقتصادی و ناامنی‌های منطقه‌ای، فشارهای مضاعفی بر شرکت‌های هواپیمایی و زیرساخت‌های هوایی وارد کردند (Ziegler Haselein et al, 2024). همچنین تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن از جمله طوفان‌ها، سیل‌ها، امواج گرما و ناپایداری‌های جوی، نه تنها ایمنی پروازها را تهدید می‌کنند، بلکه موجب آسیب به فرودگاه‌ها و اختلال در عملیات روزمره نیز می‌شوند. افزون بر این، حملات سایبری به زیرساخت‌های حیاتی و سامانه‌های کنترل ترافیک هوایی نیز به‌عنوان بحرانی نوظهور، امنیت و تداوم خدمات هوایی را با تهدیدی جدی روبه‌رو ساخته است (Pan et al, 2023).

چنین شرایطی نشان می‌دهد که صنعت حمل‌ونقل هوایی با محیطی پویا، غیرقابل‌پیش‌بینی و به‌شدت ناپایدار مواجه است (Rahmani et al, 2023). در گذشته، رویکردهای سنتی مبتنی بر «مدیریت ریسک» و «تاب‌آوری» به‌عنوان پاسخ‌های اصلی به بحران‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند. تاب‌آوری غالباً بر توانایی سیستم برای مقاومت در برابر بحران و بازگشت به وضعیت اولیه تمرکز دارد. با وجود اهمیت این رویکرد، تجربه‌های اخیر حاکی از آن است که تاب‌آوری در مواجهه با بحران‌های چندگانه ناکافی بوده و نمی‌تواند پاسخگوی پیچیدگی‌ها و هم‌افزایی تهدیدها باشد. بازگشت به شرایط پیشین در محیطی که ماهیت آن دائماً دچار تغییر و عدم قطعیت است، نه تنها کافی نیست بلکه می‌تواند مانع نوآوری و یادگیری سازمانی شود (Sevilla-Ruiz et al, 2025).

در زمینه حمل‌ونقل هوایی، دستیابی به پادشکنندگی مستلزم بازاندیشی در نحوه طراحی و اجرای سیاست‌ها است (Han et al, 2023). رویکردهای کنونی عمدتاً بر کاهش ریسک و بازگرداندن شرایط به حالت عادی پس از اختلالات تمرکز دارند، اما این اقدامات ممکن است در دوره‌ای که با افزایش عدم‌قطعیت و نوسان همراه است، ناکافی باشند. درعوض، اهمیت فزاینده‌ای برای ایجاد ظرفیت تطبیقی، نوآوری و یادگیری از شکست در نظر گرفته شده است (Gudmundsson, 2020). برای مثال، مطالعات Alves et al (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که چگونه ایرلاین ها در دوران همه‌گیری با اتخاذ مدل‌های قیمت‌گذاری منعطف، تنوع‌بخشی به جریان‌های درآمدی، و بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال برای افزایش تعامل با مشتریان، خود را با شرایط جدید تطبیق دادند.

مفهوم پادشکنندگی که توسط نسیم نیکلاس طالب معرفی شده است (Taleb, 2013)، چارچوبی قانع‌کننده برای درک سیستم‌هایی ارائه می‌دهد که از نوسانات و عدم‌قطعیت سود می‌برند. برخلاف سیستم‌های تاب‌آور که پس از شوک به وضعیت اولیه خود بازمی‌گردند و سیستم‌های مقاوم که در برابر آسیب مقاومت می‌کنند، سیستم‌های پادشکننده تحت فشار رشد کرده و بهبود می‌یابند. در صنعت هوانوردی، این مفهوم می‌تواند شامل طراحی سیستم‌هایی باشد که آزمایش و نوآوری را تشویق کنند، شکست را تحمل نمایند و از اختلالات به‌عنوان فرصتی برای بهبود استفاده کنند. تحقیقات اخیر بر اهمیت تفکر سیستمی در مقابله با بحران چندگانه تأکید کرده‌اند. بر اساس مطالعات Pelling et al (۲۰۲۱)، مدیریت بحران‌های به‌هم‌پیوسته مستلزم تغییر از حکمرانی واکنشی به حکمرانی پیش‌بینی‌کننده است، به‌گونه‌ای که سیاست‌گذاران به‌جای صرفاً واکنش نشان دادن به تهدیدهای فوری، برای عدم‌قطعیت‌های آینده برنامه‌ریزی کنند. در صنعت هوانوردی، این امر می‌تواند شامل توسعه چارچوب‌هایی باشد که بینش‌های حاصل از چندین حوزه علمی، از جمله نظریه سیستم‌های تطبیقی پیچیده، اقتصاد رفتاری و بازی‌وارسازی را یکپارچه سازد. در این نقطه، نظریه «پادشکنندگی» که توسط نسیم نیکلاس طالب (۲۰۱۳) معرفی شده، به‌عنوان یک رویکرد نوین اهمیت می‌یابد. پادشکنندگی مفهومی فراتر از تاب‌آوری است و به توانایی سیستم برای رشد، یادگیری و تقویت خود در مواجهه با فشارها و بحران‌ها اشاره دارد. در این چارچوب، بحران‌ها نه تهدیدی صرف، بلکه فرصتی برای بازآفرینی و ارتقای سیستم محسوب می‌شوند. به عبارت دیگر، یک سیستم پادشکننده نه تنها تحت فشار و اختلال فرو نمی‌ریزد یا صرفاً به حالت اولیه بازنمی‌گردد، بلکه با استفاده از تجربه‌های بحرانی، ظرفیت‌های جدیدی برای مقابله با تهدیدهای آینده ایجاد می‌کند (Shafi et al, 2023).

کاربست پادشکنندگی در صنعت حمل‌ونقل هوایی می‌تواند پاسخی به چالش‌های ناشی از بحران‌های چندگانه باشد (Li et al, 2020; Zhang et al, 2022). یک الگوی پادشکننده برای این صنعت باید قادر باشد با تکیه بر اصولی چون تنوع، انعطاف‌پذیری، وجود مازاد و افزونگی و یادگیری مستمر از بحران‌ها، شرایطی فراهم آورد که سیستم هوایی نه تنها دوام بیاورد، بلکه کارآمدتر و مقاوم‌تر شود. به‌عنوان مثال، تنوع در منابع انرژی، تنوع در مسیرهای پروازی یا انعطاف‌پذیری در مدل‌های کسب‌وکار خطوط هوایی می‌تواند صنعت را در برابر شوک‌های هم‌زمان اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاسی مقاوم‌تر سازد (Wang et al, 2023).

با وجود این اهمیت، بررسی پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات موجود در حوزه حمل‌ونقل هوایی بر تاب‌آوری و مدیریت ریسک متمرکز بوده‌اند و مفهوم پادشکنندگی در این صنعت به‌طور محدود مورد توجه قرار گرفته است. این خلأ پژوهشی موجب شده که هنوز الگویی جامع و کاربردی برای هدایت صنعت هوایی در مسیر پادشکنندگی، به‌ویژه در شرایط بحران‌های چندگانه، ارائه نشده باشد (Xu et al, 2023). این در حالی است که ماهیت هم‌افزا و زنجیره‌ای بحران‌های اخیر نشان می‌دهد که بدون رویکردی پادشکننده، صنعت حمل‌ونقل هوایی در معرض تهدیدی جدی برای تداوم فعالیت، حفظ امنیت و ایفای نقش حیاتی خود در اقتصاد جهانی قرار دارد.

بنابراین، مسئله اصلی پژوهش حاضر این است که چگونه می‌توان الگویی برای پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی در مواجهه با بحران‌های چندگانه طراحی کرد تا این صنعت قادر باشد نه تنها در برابر اختلالات متنوع مقاومت کند، بلکه از آنها برای ارتقای ظرفیت‌ها، نوآوری و یادگیری بهره گیرد. پرداختن به این مسئله از منظر علمی و کاربردی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا طراحی چنین الگویی می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای امنیت، پایداری و کارآمدی حمل‌ونقل هوایی در عصر بحران‌های پی‌درپی و غیرقابل‌پیش‌بینی باشد.

این پژوهش در تلاش است تا این خلأ را با توسعه یک چارچوب جامع برای شکل گیری پادشکنندگی در صنعت حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه پر کند. این چارچوب بینش‌هایی از نظریه سیستم‌های تطبیقی پیچیده، تلنگرهای اقتصاد رفتاری و بازی‌وارسازی را ترکیب می‌کند. ترکیبی نوآورانه که هم از لحاظ نظری مستحکم و هم از لحاظ عملی کاربردی است. با ترکیب این رویکردها، این پژوهش قصد دارد توصیه‌هایی عملی برای سیاست‌گذاران، فعالان صنعت و دانشگاهیان ارائه دهد.

۲- پیشینه تحقیق

پادشکنندگی مفهومی است که نخستین بار توسط نسیم نیکلاس طالب معرفی شد و به توانایی یک سیستم، سازمان یا فرآیند برای تقویت و بهبود عملکرد خود در مواجهه با فشارها، اختلال‌ها و بحران‌ها اشاره دارد. برخلاف تاب‌آوری که صرفاً به بازگشت سیستم به حالت اولیه پس از شوک‌ها تأکید دارد، پادشکنندگی به این معناست که سیستم‌ها از مواجهه با ناپایداری‌ها، شوک‌ها و عدم قطعیت‌ها بهره می‌برند و قادر می‌شوند با یادگیری، نوآوری و بازآفرینی خود، به سطوح بالاتری از عملکرد و توانمندی دست یابند. این مفهوم در نظریه‌های مدیریت ریسک و سازمانی به‌عنوان رویکردی نوین برای مقابله با محیط‌های پر ابهام و پرتلاطم شناخته می‌شود و در حوزه‌های مختلف از جمله اقتصاد، مهندسی، فناوری و سیستم‌های پیچیده کاربرد دارد (رحیمیان اصل و همکاران، ۱۴۰۲).

صنعت حمل‌ونقل هوایی بخشی از سیستم حمل‌ونقل بین‌المللی است که وظیفه جابجایی مسافران، کالاها و خدمات از طریق هواپیماها را بر عهده دارد و یکی از ستون‌های اصلی اقتصاد جهانی محسوب می‌شود. این صنعت با فراهم کردن امکان ارتباط سریع و گسترده میان شهرها و کشورها، نقش کلیدی در توسعه تجارت، گردشگری، سرمایه‌گذاری، انتقال فناوری و ایجاد شبکه‌های ارتباطی ایفا می‌کند. حمل‌ونقل هوایی به دلیل ماهیت پیچیده و وابستگی‌های متقابل زیرساختی، به شدت تحت تأثیر عوامل اقتصادی، سیاسی، زیست‌محیطی و فناوری قرار دارد و هرگونه اختلال در آن می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای بر اقتصاد و امنیت جهانی داشته باشد (حاجی غلام سریزدی، ۱۴۰۱).

در ادامه به بررسی پژوهش‌های همسو با اهداف تحقیق پرداخته شده است.

Guzman and Alwosheel (۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان برخاستن و پیمایش چالش‌های مخرب و اقلیمی برای ایجاد تاب‌آوری در زیرساخت‌های حمل و نقل هوایی نشان داد توانایی سیستم‌ها، جوامع و زیرساخت‌ها برای پیش‌بینی، آمادگی، واکنش و بازیابی از اثرات منفی تغییرات اقلیمی بسیار مهم است. تاب‌آوری چارچوبی حیاتی برای توسعه استراتژی‌های تطبیقی و تضمین پایداری در مواجهه با چالش‌های مداوم اقلیمی فراهم می‌کند. در دنیای همواره در حال تغییر هوانوردی،

زیرساخت‌های حمل و نقل هوایی با چالش‌های مختلف مرتبط با اقلیم روبرو هستند که آنها را ملزم به تقویت زیرساخت‌های خود برای حفظ ارتباط با محیط اطراف و تضمین عملیات مداوم می‌کند. Bartuseviciene et al (۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان پادشکنندگی برای پیشبرد نوآوری: توسعه یک ابزار ارزیابی سازمانی برای بخش دولتی، با معرفی یک چارچوب جامع متناسب با ارزیابی ضدشکنندگی در سازمان‌های بخش دولتی، تمرکز را محدودتر می‌کند. این چارچوب، عوامل مؤثر حیاتی را شناسایی کرده و به عنوان یک ابزار ارزیابی عملی عمل می‌کند و بینش‌هایی را در مورد چگونگی استفاده سازمان‌های بخش دولتی از ضدشکنندگی برای پیشبرد نوآوری و تاب‌آوری در شرایط اختلال ارائه می‌دهد. Komutanont et al(۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان بررسی استراتژی‌های رقابتی برای تاب‌آوری در برابر بحران‌های ناگهانی در صنعت هواپیمایی نشان داد شواهدی مبنی بر چرخه‌ای بودن بحران‌ها و با بهره‌گیری از داده‌های ثانویه گسترده و تحلیل اسناد مربوط به بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۸، این مطالعه ماهیت واکنشی استراتژی‌هایی را که در پاسخ به بحران به کار گرفته شده‌اند، رد می‌کند و از نیاز به یک رویکرد پیشگیرانه برای بررسی اینکه چه استراتژی‌هایی ممکن است توسط خطوط هوایی در فرآیند ایجاد تاب‌آوری در برابر بحران ناگهانی بعدی در نظر گرفته شود، حمایت می‌کند. فرهادی و همکاران (۱٤۰٤) در پژوهشی با عنوان ارائه الگوی پادشکنندگی شناختی نیروهای مسلح ج.ا.ایران در مقابله با جنگ شناختی دشمن نشان داد ارتقای اثربخش پادشکنندگی شناختی در سازمان نیروهای مسلح نیازمند توجه همه‌جانبه و یکپارچه به این ابعاد و تعاملات پویا میان آنهاست. درنهایت، پیشنهاد می‌شود که این الگو به‌منظور حفظ کارآمدی در برابر تحولات محیطی و ظهور تهدیدات نوین، به‌طور مستمر مورد ارزیابی و روزآمدسازی قرار گیرد. مرادی و همکاران (۱٤۰۳) در پژوهشی با عنوان تحلیل پویایی سیستم مدیریت بحران سوانح هوایی به‌منظور توسعه سیاست‌های پیشگیری سوانح مبتنی بر ارتقای ایمنی پرواز نشان دادند ایمنی همیشه به‌عنوان حیاتی‌ترین ویژگی عملیاتی هوانوردی در نظر گرفته می‌شود. شبکه ایمنی هوانوردی بنیادی است که اطلاعات معتبر، به‌روز، کامل و قابل‌اعتمادی را درمورد سوانح هواپیما و مسائل ایمنی ارائه می‌دهد. پایگاه داده سوانح شبکه ایمنی هوانوردی هر روز به‌روز می‌شود و حاوی توضیحاتی درمورد بیش از ۲۳۰۰۰ هواپیمای مسافربری (هواپیمایی که در اصل برای حمل ۱۲ مسافر یا بیشتر تأیید شده است)، هواپیماهای نظامی و سوانح هواپیماهای جت شرکتی یا خصوصی است. اطلاعات در درجه اول از آژانس‌های دولتی رسمی گرفته می‌شود، مانند هیئت‌های بررسی سوانح هوایی و مقامات هواپیمایی کشوری. همچنین این پایگاه داده حاوی توضیحاتی درمورد بیش از ۲۵۸۰۰۰ حادثه مربوط به هواپیماهای سبک، هواپیماهای نظامی، بالگردها، گلایدرها، بالون‌های هوای گرم و پهپادها است.

۳-روش شناسی

در روش‌شناسی پژوهشی که بر مبنای نظریه داده‌بنیاد با رویکرد ساخت‌گرایانه چارمز انجام شده‌است، ابتدا نوع تحقیق از نظر هدف به‌عنوان یک مطالعه کیفی و اکتشافی تعریف می‌شود. نوع روش تحقیق از نظر ماهیت و رویکرد نظری به‌عنوان روش «داده‌بنیاد ساخت‌گرایانه» توصیف می‌شود. از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، پژوهش معمولاً بر مبنای مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، عمیق یا باز انجام شد. از نظر **فرایند تحلیل داده‌ها**، پژوهش مبتنی بر رویکرد سه‌مرحله‌ای چارمز شامل «کدگذاری آغازین»، «کدگذاری متمرکز» و «کدگذاری نظری» است. در مرحله کدگذاری آغازین، داده‌ها خط‌به‌خط بررسی می‌شوند تا مفاهیم اولیه از دل گفته‌ها استخراج گردد. سپس در مرحله کدگذاری متمرکز، کدهای مهم‌تر و تکرارشونده انتخاب شده و سایر کدها حول آن‌ها سازمان‌دهی می‌شوند. در نهایت در کدگذاری نظری، ارتباطات میان مقولات شکل می‌گیرد و الگوی نظری یا مدل مفهومی پدیده ساخته می‌شود. این فرایند همراه است با مقایسه مستمر داده‌ها با یکدیگر، نوشتن مموهای نظری، و بازگشت چرخه‌ای بین جمع‌آوری داده و تحلیل تا جایی که اشباع نظری به دست آید (Ting et al, 2025). جامعه آماری در پژوهش حاضر جامعه آماری تحقیق شامل مدیران و صاحبنظران صنعت حمل و نقل هوایی خواهد بود. در این پژوهش خبره فردی است که مدرک تحصیلی در زمینه علوم حمل و نقل داشته باشند. حداقل مدرک کارشناسی ارشد داشته باشد. حداقل سابقه ده سال سابقه کاری در حوزه مدیریت در صنعت حمل و نقل داشته باشند. حداقل ۵ سال تجربه و تسلط به خدمات در صنعت هوایی و شیوه‌های نوین مدیریت صنعت هوایی داشته باشند. براساس نمونه گیری گلوله برفی، ۲۵ نفر به عنوان مصاحبه شونده در نظر گرفته شدند. در جدول۱ مشخصات مصاحبه شوندگان مشخص شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی		فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۱۸	٪۷۲
	زن	۷	٪۲۸
سن	کمتر از ۳۵ سال	۳	٪۱۲
	۳۵ تا ٤٥ سال	۱۰	٪٤۰
	٤٥ سال و بیشتر	۱۲	٪٤۸
تحصیلات	کارشناسی ارشد	۱۱	٪٤٤
	دکتری	۱٤	٪٥٦
سابقه‌کاری	۱۰ تا ۲۰ سال	۱۳	٪٥۲
	بالای ۲۰ سال	۱۲	٪٤۸

نمونه آماری شامل ۲۵ نفر از خبرگان تجربی و خبرگان نظری می‌باشد. بخش کیفی این مطالعه براساس دیدگاه ۲۵ نفر از خبرگان حوزه مورد مطالعه انجام شده است. از نظر جنسیت ۱۸ نفر مرد هستند و ۷ نفر نیز زن می‌باشند. از نظر سنی ۳ نفر کمتر از ۳۵ سال سن دارند، ۱۰ نفر بین ۳۵ تا ٤٥ سال سن دارند و ۱۲ نفر نیز بالای ٤٥ سال هستند. از نظر تحصیلات ۱۱ نفر از خبرگان تحصیلات کارشناسی ارشد داشته و ۱٤ نفر دکتری دارند. در نهایت ۱۳ نفر بین ۱۰ تا ۲۰ سال سابقه‌کاری داشته و ۱۲ نفر نیز بالای ۲۰ سال سال تجربه کاری دارند.

در نهایت برای شناسایی مقوله‌های اصلی و فرعی الگوی پادشکنندگی حمل و نقل هوایی در بحرانهای چندگانه از تکنیک داده بنیاد چارمز در MAXQDA استفاده شد.

٤-یافته‌ها

برای اینکه محقق با عمق و گستره محتوایی داده‌ها آشنا شود لازم است که خود را در آن‌ها تا اندازه‌ای غوطه‌ور سازد. غوطه‌ورشدن در داده‌ها معمولاً شامل "بازخوانی مکرر داده‌ها" و خواندن داده-ها به صورت فعال (یعنی جستجوی معانی و الگوها) است. سؤالات مصاحبه عبارتند از:

-از نگاه شما مهم‌ترین ویژگی‌های صنعت حمل‌ونقل هوایی که آن را در برابر بحران‌ها آسیب‌پذیر یا مقاوم می‌کند چیست؟

-تجربه شما از مواجهه با بحران‌های همزمان یا پی‌درپی در صنعت هوایی چیست؟ یک نمونه را شرح دهید.

-به نظر شما مفهوم «پادشکنندگی» در صنعت هوایی چه معنایی پیدا می‌کند؟

-چه نوع بحران‌هایی (زیست‌محیطی، امنیتی، اقتصادی، فناورانه و ...) معمولاً صنعت هوایی را همزمان تحت تأثیر قرار می‌دهند؟

-کدام بحران‌ها بیشترین اثر ترکیبی را ایجاد می‌کنند؟

-در مواجهه با بحران‌های همزمان، چه چالش‌هایی بیشتر بروز می‌کند؟

-به نظر شما چه ظرفیت‌هایی باعث می‌شود یک سازمان هوایی با وقوع بحران نه‌تنها آسیب نبیند، بلکه عملکرد بهتری پیدا کند؟

-نقش انعطاف‌پذیری عملیاتی، تنوع منابع و قدرت بازیابی در پادشکنندگی صنعت هوایی چیست؟

-به نظر شما نوآوری و یادگیری سازمانی چگونه می‌تواند پادشکنندگی را افزایش دهد؟

-سازمان شما در مواقع بحران تا چه حد از فناوری‌های نوین برای سازگاری و رشد استفاده می‌کند؟

-فرآیند تصمیم‌گیری در شرایط بحران‌های همزمان چگونه تغییر می‌کند؟

-در بحران‌های چندلایه، تصمیم‌گیری سریع مهم‌تر است یا دقیق؟ چرا؟

-نقش داده‌های بلادرنگ در مدیریت بحران‌های هوایی چیست؟

-زیرساخت‌های کلیدی که باید در برابر بحران‌ها پادشکننده باشند کدام‌اند؟

-فناوری‌هایی مثل هوش مصنوعی، بلاک‌چین، دیجیتال‌توین و تحلیل پیش‌بینانه چه نقشی در افزایش پادشکنندگی دارند؟

-چه موانعی در پیاده‌سازی فناوری‌های افزایش‌دهنده پادشکنندگی وجود دارد؟

-کارکنان در مواجهه با بحران چه نقشی در تبدیل شرایط تهدید به فرصت دارند؟

-فرهنگ سازمانی چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد تا سازمان هوایی پادشکننده عمل کند؟

-آموزش‌ها و تمرین‌های مرتبط با بحران چقدر در صنعت هوایی کافی است؟

-رهبران در بحران‌های چندگانه چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند؟

-آیا ساختارهای حاکمیتی موجود توان مدیریت بحران‌های ترکیبی را دارند؟ اگر نه، چه تغییری لازم است؟

-نقش ارتباطات شفاف و پاسخ‌گو در پادشکنندگی چقدر حیاتی است؟

-چه ضعف‌هایی در زنجیره تأمین صنعت هوایی مانع پادشکنندگی می‌شود؟
-همکاری بین شرکت‌های هوایی، فرودگاه‌ها و سازمان‌های بین‌المللی چطور می‌تواند پادشکنندگی را تقویت کند؟
-آیا شبکه‌سازی منطقه‌ای و بین‌المللی در بحران‌های چندگانه به‌عنوان یک فرصت مطرح می‌شود؟
-سازمان شما پس از بحران‌ها چه نوع یادگیری‌هایی کسب کرده و چگونه آن را در عملیات جاری به‌کار گرفته است؟
-نمونه‌ای از موقعیتی بگویید که بحران باعث رشد، نوآوری یا اثربخشی بیشتر سازمان شما شده باشد.
-چه سازوکارهایی برای تبدیل بحران به فرصت وجود دارد؟ (مثلاً نوآوری، تغییر مدل کسب‌وکار، بازطراحی فرآیندها)
-از نظر شما سه مؤلفه اصلی پادشکنندگی هوایی کدام‌اند؟
-اگر بخواهید یک الگوی جامع پادشکنندگی برای حمل‌ونقل هوایی طراحی کنید، چه ارکان یا اجزایی را پیشنهاد می‌کنید؟
-چه پیشنهاداتی برای افزایش پادشکنندگی صنعت هوایی در ایران (یا منطقه) دارید؟

به منظور کدگذاری باز، تمامی مصاحبات در نرم افزار MAXQDA وارد شده‌اند. بررسی‌های لازم انجام شده و کدهای مورد نظر استخراج شدند. برچسب گذاری کدها با استناد به مصاحبه‌ها انجام شده است و محقق سعی کرده است تا حد ضرورت به بینش افراد نسبت به پاسخ داده شده پایبند باشد تا از هرگونه سوگیری احتمالی و ناخواسته تا حدامکان جلوگیری شود. محقق در تمام فرایند کدگذاری‌ها به حساسیت نظری که از اصول تحقی نظریه پردازی داده بنیاد است پایبند بوده است و این کار را جهت غنای هرچه بیشتر تحقیق انجام داده است.

جدول۲. برخی از مفاهیم استخراج شده از مصاحبه‌ها

مصاحبه	مفهوم شناسایی شده
وقتی از سامانه‌های زمان‌بندی هوشمند استفاده می‌کنیم، می‌توانیم قبل از وقوع هرگونه تأخیر، شرایط را پیش‌بینی کنیم و واکنش سریع نشان دهیم. این سامانه‌ها با بررسی داده‌های هواشناسی، وضعیت ترافیک هوایی و عملکرد گذشته پروازها، به مدیران کمک می‌کنند که برنامه‌ها را بهینه کنند. نتیجه این کار کاهش تأخیرها و افزایش اعتماد مسافران است.	استفاده از سامانه‌های زمان‌بندی هوشمند و پیش‌بینی تأخیرها
در بحران‌ها، مسیرهای پروازی معمولی ممکن است قابل استفاده نباشند و نیاز است شبکه پروازی به سرعت بازطراحی شود. این بازطراحی باعث می‌شود که خطوط هوایی همچنان بتوانند مسافران و بار را به مقصد برسانند، حتی وقتی فرودگاه‌ها یا مسیرهای مشخص بسته شده‌اند. انعطاف سریع در شبکه مسیرها، کلید حفظ پایداری سیستم حمل و نقل هوایی است.	بازطراحی سریع شبکه مسیرهای پروازی در شرایط بحرانی
الگوریتم‌های یادگیری ماشین کمک می‌کنند که برنامه‌های پروازی در لحظه و با دقت بالا تنظیم شوند. این الگوریتم‌ها با تحلیل داده‌های گذشته و لحظه‌ای، بهترین تصمیم‌ها را برای تغییر زمان پروازها، جابجایی هواپیماها یا تخصیص خدمه پیشنهاد می‌دهند. به این ترتیب، سیستم پروازی می‌تواند در مواجهه با بحران‌ها انعطاف و پاسخگویی بالایی داشته باشد.	بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تنظیم فوری برنامه‌ها
در شرایط بحرانی، بعضی خطوط هوایی ممکن است ظرفیت کافی نداشته باشند و برخی دیگر اضافه داشته باشند. با همکاری و به‌اشتراک‌گذاری ظرفیت‌ها، می‌توان از منابع موجود بهینه استفاده کرد و مسافران را بدون تأخیر زیاد منتقل کرد. این نوع همکاری، نه‌تنها بار شبکه را کاهش می‌دهد، بلکه باعث افزایش تاب‌آوری کل صنعت هواپیمایی می‌شود.	همکاری بین خطوط هوایی برای به‌اشتراک‌گذاری ظرفیت پروازها
در بحران‌ها، همه پروازها اهمیت یکسانی ندارند و باید پروازهای حیاتی و اضطراری اولویت‌بندی شوند. این پروازها شامل انتقال بیماران، تجهیزات پزشکی یا پروازهای امدادی هستند که تأخیر در آن‌ها می‌تواند پیامدهای جدی داشته باشد. اولویت‌بندی درست کمک می‌کند منابع محدود به بهترین شکل استفاده شوند و جان افراد و امنیت مسافران حفظ شود.	اولویت‌بندی پروازهای حیاتی و اضطراری در زمان بحران
وقتی خدمه پروازی چندمهارت باشند، می‌توانند در شرایط بحرانی نقش‌های مختلف را بر عهده بگیرند و خلأهای موجود را سریع پر کنند. این آموزش‌ها باعث می‌شود که اگر یکی از اعضای تیم نتواند کارش را انجام دهد، دیگران بتوانند جایگزین شوند و پروازها با کمترین اختلال ادامه پیدا کنند. در نتیجه، کل سیستم پروازی انعطاف‌پذیری بیشتری پیدا می‌کند و تاب‌آوری آن بالا می‌رود.	آموزش چندمهارتی خدمه برای ایفای نقش‌های جایگزین در بحران

کدگذاری باز تا زمان شناسایی مقولهٔ اصلی ادامه می‌یابد. مقولهٔ اصلی، دل نگرانی و دغدغهٔ اصلی شرکت کنندگان است. چند معیار برای انتخاب یک مقوله به عنوان مقولهٔ اصلی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: مرکزی بودن، مرتبط بودن به سایر مقوله‌ها، اتفاق افتادن مکرر در در ادامه دادهها و صرف زمان بیشتر برای اشباع شدن، آن دسته از مفاهیم استخراج شده که به عقیده پژوهشگر به یک موضوع یا مفهوم مشترک اشاره داشته‌اند، تحت عنوانی انتزاعی‌تر و به عنوان مقوله قرار گرفته‌اند (Wang et al, 2025). این مرحله شامل دسته‌بندی کدهای مختلف در قالب کدهای گزینشی و مرتب کردن همه خلاصه داده‌های کدگذاری شده است. در واقع محقق، تحلیل کدهای خود را شروع کرده و در نظر می‌گیرد که چگونه کدهای مختلف می‌توانند برای ایجاد یکتم کلی ترکیب شوند. در این مرحله ٤٠ کد گزینشی توسط محقق بدست آمد. در این مرحله محققان کدهای ناقص یا نامرتبط و همچنین کدهای تکراری را کنار گذاشتند تا به این تعداد کد گزینشی دست یافتند. در این مرحله، کدگذاری صرفاً برای مقولهٔ اصلی و مقوله‌های مرتبط صورت می‌گیرد و دیگر داده‌های نامرتبط درنظر گرفته نمی‌شوند. نمونه گیری‌های بعدی با هدف توسعهٔ نظریه صورت می‌گیرد. کدگذاری انتخابی تا زمانی ادامه می‌یابد که مقولهٔ اصلی و مقوله-های مرتبط اشباع شوند. اشباع زمانی اتفاق میافتد که ویژگیهای بیشتر و جدیدتری از دادهها حاصل نشود و وقایع به ندرت نشانگرهای جدیدی برای ویژگی‌های موجود ارائه دهند این الگو به نظریه‌پرداز کمک می‌کند تا درکی کلی از فرایند تئوریک داشته باشد. نتایج حاصل از تحلیل نشان می‌دهد که از میان ١٨٦ شاخص (گویه) موجود، ٤٠ کد انتخابی قابل شناسایی است و ١٠ دسته کد نظری به دست آمده است. بر اساس ادبیات، پیشینه و نظریه‌های موجود این مولفه‌ها در جدول زیر نام‌گذاری شد.

جدول ۳. تقسیم و مقوله‌بندی بررسی طراحی الگوی پادشکنندگی حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
انعطاف‌پذیری عملیاتی سیستم	تطبیق سریع برنامه پروازها	استفاده از سامانه‌های زمان‌بندی هوشمند و پیش‌بینی تأخیرها
		بازطراحی سریع شبکه مسیرهای پروازی در شرایط بحرانی
		بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تنظیم فوری برنامه‌ها
		همکاری بین خطوط هوایی برای به‌اشتراک‌گذاری ظرفیت پروازها
		اولویت‌بندی پروازهای حیاتی و اضطراری در زمان بحران
	انعطاف نیروهای انسانی و خدمه	آموزش چندمهارتی خدمه برای ایفای نقش‌های جایگزین در بحران
		طراحی شیفت‌های کاری منعطف بر اساس شدت و نوع بحران
		ایجاد تیم‌های واکنش سریع متشکل از خدمه داوطلب
		حمایت روانی و انگیزشی از نیروهای پروازی برای حفظ عملکرد
		استفاده از سیستم‌های هوشمند برای تخصیص پویا و بهینه نیروی انسانی
	مدیریت تغییر مسیر و فرودگاه جایگزین	ایجاد بانک اطلاعاتی بلادرنگ از فرودگاه‌های جایگزین و ظرفیت‌های آنها
		طراحی پروتکل تصمیم‌گیری سریع برای تغییر مسیر در شرایط اضطرار
		هماهنگی میان کنترل ترافیک هوایی و خلبانان برای تغییر ایمن مسیر
		توسعه سناریوهای چندگانه برای پیش‌بینی و تمرین تغییر مسیر
		استفاده از داده‌های اقلیمی و امنیتی برای انتخاب بهینه فرودگاه جایگزین
	ظرفیت تطبیقی ناوگان هوایی	برنامه‌ریزی پویا برای استفاده از انواع هواپیما بر اساس تقاضای متغیر
		به‌کارگیری هواپیماهای چندمنظوره در مسیرهای بحرانی
		استفاده از مدل‌های نگهداری پیش‌بینانه برای افزایش آمادگی ناوگان
		بهینه‌سازی ترکیب ناوگان از نظر اندازه، سوخت و برد پرواز
		به‌کارگیری ناوگان اجاره‌ای یا اشتراکی در زمان اوج بحران
مدیریت ریسک جامع		استفاده از سامانه‌های هوشمند تشخیص ریسک مبتنی بر داده‌های پروازی و محیطی
		تحلیل سناریوهای چندگانه برای شناسایی تهدیدهای ترکیبی (فنی، اقلیمی، امنیتی)

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
	شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها	اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس شدت، احتمال وقوع و قابلیت کنترل
		ایجاد بانک دانش ریسک با تجربه‌های گذشته خطوط هوایی
	ارزیابی تأثیر بحران‌ها بر عملیات	مدل‌سازی تأثیر زنجیره‌ای بحران‌ها بر زمان‌بندی، ناوگان و خدمه
		تحلیل داده‌های بلادرنگ برای سنجش میزان اختلال در عملکرد عملیاتی
		ارزیابی اقتصادی خسارات ناشی از توقف پروازها و کاهش بهره‌وری
		سنجش تاب‌آوری زیرساخت‌های فرودگاهی در برابر بحران‌های طبیعی و فنی
	توسعه طرح‌های واکنش اضطراری	طراحی سناریوهای واکنش چندلایه برای انواع بحران‌های هم‌زمان (اقلیمی، فنی، امنیتی)
		تشکیل تیم‌های تخصصی واکنش سریع با مسئولیت‌های مشخص و تمرین‌دیده
		تدوین پروتکل‌های ارتباطی میان خدمه، کنترل ترافیک و مراکز عملیات در بحران
		یکپارچه‌سازی سامانه‌های امداد، امنیت و لجستیک در برنامه واکنش اضطراری
		ارزیابی و بهبود مستمر اثربخشی طرح‌های اضطراری از طریق مانورهای دوره‌ای
	بازبینی و به‌روزرسانی مستمر ریسک‌ها	به‌کارگیری سیستم‌های پایش مستمر ریسک و یادگیری سازمانی از بحران‌های گذشته
		بازنگری دوره‌ای در ماتریس ریسک بر اساس تغییرات محیطی و فناورانه
		ثبت و تحلیل بازخوردها از کارکنان، خدمه و مدیران عملیاتی برای اصلاح مدل ریسک
		استفاده از هوش مصنوعی برای شناسایی الگوهای جدید تهدید در داده‌های پروازی
پایداری زنجیره تأمین	تنوع تأمین‌کنندگان حیاتی	شناسایی و ایجاد شبکه چندگانه از تأمین‌کنندگان داخلی و بین‌المللی برای قطعات کلیدی
		ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک هر تأمین‌کننده در شرایط بحرانی
		انعقاد قراردادهای انعطاف‌پذیر با تأمین‌کنندگان برای پاسخ سریع به نوسانات تقاضا
		توسعه ظرفیت تولید مشترک یا محلی‌سازی قطعات استراتژیک در داخل کشور
	مدیریت موجودی قطعات و سوخت	طراحی مدل‌های پیش‌بینانه برای برآورد مصرف قطعات و سوخت در سناریوهای بحرانی
		به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت موجودی بلادرنگ
		ذخیره‌سازی استراتژیک سوخت و قطعات حیاتی در مراکز توزیع منطقه‌ای
		اجرای سیاست‌های بهینه موجودی
		استفاده از فناوری بلاک‌چین برای ردیابی شفاف موجودی و جلوگیری از کمبودهای ناگهانی
	تضمین دسترسی به تجهیزات اضطراری	ایجاد انبارهای اختصاصی تجهیزات امداد و ایمنی در نزدیکی فرودگاه‌های کلیدی
		تدوین پروتکل‌های دسترسی سریع به تجهیزات اضطراری در هنگام اختلال یا حادثه
		برقراری تفاهم‌نامه‌های همکاری با نیروهای امدادی، نظامی و سازمان‌های بین‌المللی
		بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند شناسایی موقعیت تجهیزات اضطراری
		انجام بازرسی‌های دوره‌ای برای اطمینان از آماده‌به‌کاری تجهیزات و ماشین‌آلات اضطراری
	کاهش وابستگی به یک مسیر لجستیکی	طراحی شبکه‌های حمل‌ونقل چندمسیره شامل مسیرهای زمینی، هوایی و دریایی جایگزین
		ایجاد زیرساخت‌های لجستیکی مکمل (مانند پایگاه‌های سوخت‌گیری یا تعمیرگاه‌های منطقه‌ای)
		همکاری با کشورهای همسایه برای ایجاد گذرگاه‌های ترانزیتی جایگزین در بحران‌ها
		استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای بهینه‌سازی انتخاب مسیر در شرایط غیرعادی
		توسعه استراتژی «چابکی لجستیکی «برای انطباق سریع با تغییر مسیرها
اطلاعات بلادرنگ هوشمند	سیستم‌های نظارت و پایش آنلاین	استقرار سامانه‌های نظارت بلادرنگ بر عملکرد پروازها، ناوگان و زیرساخت‌های فرودگاهی
		استفاده از حسگرها و اینترنت اشیاء برای جمع‌آوری خودکار داده‌های فنی و محیطی
		پایش وضعیت سلامت هواپیماهابه‌صورت مداوم
		کنترل و ردیابی برخط مسیرهای پروازی و شرایط جوی با فناوری‌های ماهواره‌ای

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
		ایجاد داشبوردهای مدیریتی برای مشاهده وضعیت کلی عملیات در زمان واقعی
	تحلیل داده‌های عملیاتی و پیش‌بینی	به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی تأخیرها و نقص‌های احتمالی
		تحلیل داده‌های تاریخی پروازها برای شناسایی الگوهای بحرانی و آسیب‌پذیر
		استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی پیشرفته برای پیش‌بینی تأثیر بحران‌ها بر شبکه هوایی
		تلفیق داده‌های محیطی (آب‌وهوا، امنیت، ترافیک هوایی) برای تحلیل جامع عملیات
		استخراج شاخص‌های عملکرد کلیدی جهت تصمیم‌سازی در شرایط ناپایدار
	هشدارهای فوری به تیم‌ها و خدمه	طراحی سامانه هشدار بلادرنگ برای اعلام سریع خطرات فنی، جوی یا امنیتی
		ارسال اعلان‌های خودکار به خدمه و مدیران عملیاتی از طریق اپلیکیشن‌های داخلی
		ایجاد پروتکل‌های واکنش سریع به هشدارها در سطح پرواز، فرودگاه و مرکز کنترل
		استفاده از هوش مصنوعی برای تشخیص خودکار شرایط غیرعادی و ارسال هشدار هدفمند
		یکپارچه‌سازی سامانه هشدار با سیستم‌های ایمنی و اضطراری جهت جلوگیری از خطای انسانی
	یکپارچه‌سازی داده‌ها با سیستم تصمیم‌گیری	توسعه پلتفرم متمرکز داده برای اتصال اطلاعات پروازی، لجستیکی و محیطی
		به‌کارگیری هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های ترکیبی و ارائه پیشنهاد تصمیم به مدیران
		اتصال سیستم‌های اطلاعاتی خطوط هوایی با فرودگاه‌ها و نهادهای نظارتی
		طراحی موتور تصمیم‌یار برای واکنش سریع در بحران
		تضمین امنیت و صحت داده‌ها در فرآیند تبادل بین واحدهای عملیاتی و مدیریتی
همکاری بین‌سازمانی استراتژیک	هماهنگی با فرودگاه‌ها وATC	ایجاد کانال‌های ارتباطی بلادرنگ میان خطوط هوایی، برج‌های مراقبت و مراکز کنترل پرواز
		تدوین پروتکل‌های مشترک برای مدیریت انحراف مسیر، تأخیر و اولویت‌بندی پروازها در بحران
		برگزاری مانورهای هماهنگی بین خلبانان، مراکز کنترل و فرودگاه‌ها برای تمرین واکنش سریع
		تبادل داده‌های پروازی و ترافیکی از طریق شبکه‌های هوشمند و امن
	همکاری با سازمان‌های امنیتی و امدادی	ایجاد پروتکل‌های مشترک واکنش اضطراری میان فرودگاه‌ها و نهادهای امنیتی
		برنامه‌ریزی رزمایش‌های چندسازمانی برای شبیه‌سازی بحران‌های ترکیبی (مانند حمله سایبری + بلای طبیعی)
		تخصیص واحدهای ارتباطی دائمی بین سازمان هواپیمایی و نیروهای امدادی
		به‌اشتراک‌گذاری تجهیزات و منابع امداد هوایی در شرایط بحرانی
		تدوین دستورالعمل هماهنگی عملیات نجات و تخلیه اضطراری با مشارکت نهادهای امنیتی و نظامی
	ارتباط با شرکت‌های حمل‌ونقل و لجستیک	توسعه شبکه همکاری بین‌صنعتی برای توزیع بار در شرایط بحران
		انعقاد توافق‌نامه‌های پشتیبان لجستیکی با شرکت‌های زمینی و دریایی
		ایجاد پلتفرم یکپارچه تبادل اطلاعات پرواز و بار با شرکت‌های حمل‌ونقل
		تخصیص مسیرهای جایگزین حمل‌ونقل ترکیبی (هوایی–زمینی) در زمان انسداد هوایی
		هماهنگی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل اضطراری برای تداوم زنجیره تأمین حیاتی
	تبادل اطلاعات بحران با نهادهای دولتی	ایجاد سامانه بلادرنگ تبادل داده‌های بحران بین سازمان هواپیمایی و وزارتخانه‌های ذی‌ربط
		تدوین پروتکل استاندارد اطلاع‌رسانی فوری بحران‌ها برای تصمیم‌گیران ملی
		به‌کارگیری فناوری‌های رمزنگاری‌شده برای تبادل امن اطلاعات حساس
		توسعه داشبورد هوشمند مشترک برای رصد وضعیت فرودگاه‌ها و پروازها
		برگزاری جلسات منظم ارزیابی بحران میان سازمان هواپیمایی، دولت و نهادهای امنیتی
تداوم خدمات حیاتی	حفظ پروازهای ضروری و پزشکی	تخصیص ناوگان ویژه برای پروازهای امدادی، پزشکی و انتقال فوری بیماران یا تجهیزات حیاتی
		طراحی مسیرهای امن و کوتاه برای انجام پروازهای اضطراری در شرایط محدودیت فضایی یا امنیتی

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
		همکاری با نهادهای درمانی و امدادی برای هماهنگی سریع مأموریت‌های پروازی
		استقرار تیم‌های پرواز آماده‌باش برای مأموریت‌های پزشکی و نجات در هر لحظه
		تسهیل صدور مجوزهای اضطراری پرواز از سوی نهادهای هوانوردی و امنیتی در شرایط بحرانی
	اولویت‌بندی مسافران و بار حیاتی	تدوین دستورالعمل‌های اولویت‌بندی برای جابه‌جایی بیماران، نیروهای امدادی و کالاهای حیاتی
		استفاده از سامانه‌های هوشمند برای شناسایی و ثبت اولویت‌های اضطراری در سیستم رزرو و بارگیری
		هماهنگی بین خطوط هوایی و نهادهای دولتی برای تخصیص ظرفیت به مأموریت‌های ضروری
		تفکیک بار و مسافران حیاتی از سایر پروازها جهت تسریع در عملیات جابه‌جایی
		ایجاد چارچوب اخلاقی و قانونی برای مدیریت منصفانه ظرفیت در زمان بحران
	تضمین دسترسی به سوخت و تجهیزات	ذخیره‌سازی استراتژیک سوخت هواپیما در مراکز منطقه‌ای با مدیریت چرخشی مصرف
		عقد قراردادهای اضطراری با تأمین‌کنندگان سوخت و قطعات در مناطق مختلف
		ایجاد سیستم توزیع ایمن سوخت با نظارت بلادرنگ بر سطح موجودی
		نگهداری قطعات یدکی ضروری در انبارهای نزدیک به فرودگاه‌های عملیاتی
		طراحی شبکه پشتیبان برای حمل سوخت از مسیرهای جایگزین در زمان انسداد مسیر اصلی
	راهکارهای جایگزین برای خدمات قطع‌شده	راه‌اندازی سیستم‌های پشتیبان برای عملیات پرواز و خدمات زمینی
		استفاده از فناوری ارتباطات ماهواره‌ای در صورت قطع شبکه‌های ارتباطی زمینی
		انتقال موقت عملیات به فرودگاه‌های جایگزین با حداقل اختلال در خدمات
		استفاده از پهپادها یا هواپیماهای سبک برای حمل اضطراری محموله‌های حیاتی
		تدوین برنامه تداوم خدماتبرای هر سناریوی بحران
پیش‌بینی سناریوهای بحران	شبیه‌سازی بحران‌های طبیعی و انسانی	ایجاد مدل‌های پیش‌بینی چندعاملی برای بحران‌های ترکیبی
		برگزاری رزمایش‌های شبیه‌سازی عملیات پرواز و تخلیه اضطراری در شرایط بحرانی
		استفاده از فناوری واقعیت مجازی برای آموزش سناریوهای بحرانی به کارکنان فرودگاهی و پروازی
		تحلیل داده‌های تاریخی بحران‌های هوایی برای بهبود دقت شبیه‌سازی‌ها
		ارزیابی عملکرد سیستم‌ها در شرایط فشار بالا و اختلال متقاطع
	تحلیل سناریوهای اقتصادی و سیاسی	مدلسازی اثر تحریم‌ها، نوسانات ارزی و محدودیت‌های بین‌المللی بر تداوم عملیات هوایی
		پایش تحولات ژئوپلیتیکی و سیاست‌های منطقه‌ای مؤثر بر شبکه پروازها
		تحلیل وابستگی اقتصادی خطوط هوایی به تأمین‌کنندگان خارجی در شرایط بحرانی
		شناسایی سناریوهای پرریسک ناشی از بی‌ثباتی سیاسی در مسیرهای پروازی بین‌المللی
		ارزیابی تأثیر سیاست‌های حمایتی دولت‌ها بر تاب‌آوری مالی شرکت‌های هوایی
	شناسایی نقاط ضعف عملیاتی	بررسی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی فرودگاه‌ها (برق، سوخت، ارتباطات، رادار)
		تحلیل نقاط شکست در زنجیره تأمین قطعات و تعمیر و نگهداری ناوگان
		پایش مستمر خطاهای انسانی و ضعف‌های آموزش اضطراری کارکنان
		ارزیابی نارسایی در هماهنگی میان واحدهای کنترل پرواز، عملیات و ایمنی
		تحلیل عملکرد سیستم‌های پشتیبان فناوری اطلاعات در زمان اختلال یا حمله سایبری
	طراحی برنامه‌های جایگزین برای هر سناریو	تدوین طرح‌های جایگزین عملیات پرواز در مسیرهای اضطراری یا مناطق امن
		تعریف سناریوهای جایگزین لجستیکی برای انتقال سوخت، بار و مسافر در بحران
		ایجاد تیم‌های واکنش سریع میان‌بخشی برای هر نوع بحران (انسانی، فنی، طبیعی)
		تدوین چارچوب تصمیم‌گیری تطبیقی برای مدیریت لحظه‌ای بحران‌ها

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
		طراحی پروتکل‌های بازگشت سریع به شرایط عادی پس از اختلال
نوآوری فناوری عملیاتی	استفاده از سیستم‌های هوشمند ناوبری	به‌کارگیری سامانه‌های ناوبری ماهواره‌ای چندمنبعی برای دقت بالا در بحران‌ها
		توسعه الگوریتم‌های مسیریابی تطبیقی برای تغییر خودکار مسیر پرواز در شرایط نامطلوب جوی یا امنیتی
		یکپارچه‌سازی داده‌های هواشناسی بلادرنگ با سیستم ناوبری پرواز
		افزایش خودکار ایمنی پرواز از طریق هشدار هوشمند برخورد و خطای مسیر
		ایجاد شبکه ناوبری مقاوم در برابر اختلالات سیگنال و حملات سایبری
	به‌کارگیری هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی پرواز	بهینه‌سازی مصرف سوخت و مسیر پرواز از طریق تحلیل بلادرنگ داده‌ها
		ایجاد قابلیت برنامه‌ریزی خودکار در شرایط تغییرات سریع عملیاتی و اضطراری
	اتوماسیون عملیات فرودگاهی و بارگیری	استفاده از ربات‌ها و وسایل خودران برای بارگیری و تخلیه بار در شرایط بحرانی
		استفاده از حسگرهای هوشمند برای نظارت دقیق بر ایمنی بار و موقعیت تجهیزات در زمان واقعی
		پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل خودکار ترافیک زمینی در باند و رمپ فرودگاه
		یکپارچه‌سازی فرآیندهای پذیرش، تحویل بار و سوار شدن مسافر با سیستم‌های اتوماسیون هوشمند
	بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیش‌بینی نگهداری ناوگان	استفاده از تحلیل داده‌های سنسوری موتور و بدنه برای پیش‌بینی خرابی پیش از وقوع
		توسعه مدل‌های هوش مصنوعی جهت تعیین زمان بهینه تعمیرات و تعویض قطعات
		ایجاد پایگاه داده بلادرنگ برای مانیتورینگ سلامت ناوگان
		کاهش زمان خواب هواپیما با تعمیرات پیش‌دستانه و مبتنی بر داده
		یکپارچه‌سازی داده‌های نگهداری با سیستم‌های لجستیکی و زنجیره تأمین قطعات یدکی
انطباق قانونی و مقرراتی	رعایت استانداردهای ایمنی بین‌المللی	پایبندی به الزامات سازمان بین‌المللی هوانوردی غیرنظامی در شرایط بحرانی
		استفاده از ممیزی‌های ایمنی بین‌المللی برای ارزیابی آمادگی سیستم‌های هوایی
		تطبیق طراحی و نگهداری ناوگان با استانداردهای جهانی ایمنی پرواز
		به‌کارگیری نظام مدیریت ایمنی با رویکرد پیشگیرانه و داده‌محور
		افزایش ظرفیت آموزش ایمنی پرسنل براساس دستورالعمل‌های بین‌المللی به‌روز
	پیروی از قوانین محلی و بین‌المللی پرواز	رعایت مقررات سازمان هواپیمایی کشوری در حوزه پروازهای اضطراری و نظامی
		هماهنگی با نهادهای بین‌المللی برای رعایت حقوق پرواز در حریم هوایی کشورها
		تطبیق عملیات پروازی با قوانین زیست‌محیطی، امنیتی و بهداشتی بین‌المللی
		ایجاد واحد نظارت حقوقی و انطباق مقررات در شرکت‌های هواپیمایی
		به‌روزرسانی مداوم دستورالعمل‌های تطبیق قانونی با تغییرات جهانی و منطقه‌ای
	بروزرسانی مستمر رویه‌ها و دستورالعمل‌ها	بازنگری دوره‌ای در دستورالعمل‌های ایمنی و عملیات پرواز بر اساس تجارب بحران‌های اخیر
		توسعه مکانیزم یادگیری سازمانی برای بهبود مداوم فرآیندها پس از هر بحران
		ایجاد بانک دانش از رویه‌های موفق در مدیریت بحران‌های چندگانه
		استفاده از فناوری دیجیتال برای بروزرسانی خودکار دستورالعمل‌ها و اطلاع‌رسانی فوری به کارکنان
		نهادینه‌سازی فرهنگ بازنگری و اصلاح مستمر در سطح تمامی واحدهای عملیاتی
	مستندسازی و گزارش‌دهی قانونی بحران‌ها	طراحی سامانه ثبت الکترونیکی حوادث و بحران‌ها مطابق با الزامات ICAO و IATA
		تهیه گزارش‌های رسمی پس از بحران برای نهادهای نظارتی ملی و بین‌المللی
		ایجاد چارچوب گزارش‌دهی شفاف برای تحلیل علل ریشه‌ای بحران‌ها

کد انتخابی	کد محوری	کد باز
		حفظ آرشیو مستندات قانونی جهت پیگیری‌های قضایی و بیمه‌ای در سطح بین‌المللی
		تدوین دستورالعمل واحد برای نحوه ثبت، طبقه‌بندی و ارسال اطلاعات بحران به مراجع ذی‌صلاح
پایداری اقتصادی بلندمدت	مدیریت هزینه‌ها و منابع مالی در بحران	بازنگری فوری بودجه عملیاتی برای شناسایی هزینه‌های غیرضروری در بحران
		تخصیص منابع مالی به واحدهای بحرانی برای تضمین تداوم عملیات حیاتی
		استفاده از نرم‌افزارهای هوشمند مدیریت هزینه و تحلیل داده‌های مالی بلادرنگ
		برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی پرداخت‌ها و تعهدات مالی در شرایط اختلال عملیاتی
		پایش و کنترل دقیق جریان نقدی برای پیشگیری از بحران نقدینگی
	ایجاد ذخیره مالی برای شرایط اضطراری	تشکیل صندوق اضطراری برای پوشش هزینه‌های پیش‌بینی نشده ناشی از بحران
		تعیین سقف مالی اضطراری براساس تحلیل ریسک و سناریوهای بحران
		ایجاد خط اعتباری ویژه برای تأمین مالی سریع در مواقع بحرانی
	کاهش ریسک مالی از طریق بیمه و قراردادها	بیمه جامع ناوگان و زیرساخت‌ها برای پوشش خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم
		تنظیم قراردادهای پایدار با تأمین‌کنندگان و شرکت‌های لجستیکی برای کاهش ریسک اعتباری
		ایجاد پوشش بیمه‌ای برای حوادث طبیعی، سایبری و انسانی در عملیات هوایی
	توسعه استراتژی‌های درآمدی مقاوم	تنوع‌بخشی منابع درآمدی از طریق خدمات جانبی و شبکه حمل‌ونقل ترکیبی
		تحلیل بازار و پیش‌بینی درآمد برای سناریوهای مختلف بحران اقتصادی و سیاسی
		توسعه مدل‌های درآمدی مبتنی بر انعطاف‌پذیری ظرفیت پرواز و بار
		پیاده‌سازی سیاست‌های قیمت‌گذاری تطبیقی برای حفظ درآمد در شرایط تقاضای پایین

انعطاف‌پذیری عملیاتی سیستم

مقوله «انعطاف‌پذیری عملیاتی سیستم» در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی از تلفیق مجموعه‌ای از مفاهیم بنیادین شکل می‌گیرد که همگی به توانایی سیستم در واکنش سریع، سازگاری هوشمندانه و استمرار عملیات در شرایط بحران‌های چندگانه مربوط هستند. نخست، «تطبیق سریع برنامه پروازها» نقش محور این مقوله را تشکیل می‌دهد؛ زیرا امکان بازآرایی آنی شبکه پروازی در مواجهه با اختلالات سیاسی، آب‌وهوایی یا فنی را فراهم می‌سازد. این تطبیق‌پذیری، زمانی کارآمد می‌شود که «انعطاف نیروهای انسانی و خدمه» نیز در کنار آن عمل کند؛ به این معنا که خلبانان، کادر فنی و کارکنان عملیاتی بتوانند در نقش‌های متنوع، شیفت‌های اضطراری و جابه‌جایی سریع فعالیت کنند. به همین دلیل، مهارت‌های چندگانه، آموزش‌های بحران‌محور و آمادگی روانی نیروهای انسانی به عنوان لایه انسانیِ انعطاف عملیاتی، بنیان پایدار این مقوله را تشکیل می‌دهد. «مدیریت تغییر مسیر و فرودگاه جایگزین» به ابعاد تاکتیکی انعطاف عملیاتی مرتبط می‌شود؛ زیرا توانایی اتخاذ تصمیمات سریع برای تغییر مسیر پرواز، انتخاب فرودگاه‌های جایگزین، هماهنگی با کنترل ترافیک هوایی و مدیریت ظرفیت زمینی، به سیستم اجازه می‌دهد در شرایطی که مسیرهای اصلی مختل شده‌اند، همچنان عملیاتی باقی بماند. این قابلیت زمانی کامل می‌شود که «ظرفیت تطبیقی ناوگان هوایی» نیز وجود داشته باشد؛ یعنی شرکت بتواند با استفاده از انواع هواپیماهای کوچک‌تر یا بزرگ‌تر، هواپیماهای چندمنظوره و برنامه‌ریزی پویا، ظرفیت حمل‌ونقل را با شرایط بحران هماهنگ کند.

مدیریت ریسک جامع

مقوله «مدیریت ریسک جامع» در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که مجموعه‌ای از فعالیت‌های ساختاریافته و مکمل، به‌صورت یک چرخه پویا در کنار یکدیگر قرار گیرند. «توسعه طرح‌های واکنش اضطراری» تکمیل‌کننده بخش عملیاتی مدیریت ریسک جامع است و به سیستم اجازه می‌دهد بر اساس ریسک‌های شناسایی‌شده و ارزیابی‌شده، برنامه‌های پاسخ سریع و قابل اجرا شامل تغییر مسیر، تعدیل ظرفیت، تخصیص منابع انسانی، مدیریت بحران در فرودگاه‌ها و ارتباطات اضطراری را طراحی کند. اما این چرخه بدون «بازبینی و به‌روزرسانی مستمر ریسک‌ها» کامل نمی‌شود؛ زیرا شرایط صنعت هوایی، فناوری‌ها، تهدیدها و محیط سیاسی–اقتصادی دائماً در حال تغییر است. از این‌رو، به‌روزرسانی مستمر ماتریس

ریسک، یادگیری از بحران‌های گذشته، پایش تغییرات محیطی و بازنگری در طرح‌های اضطراری باعث می‌شود.

پایداری زنجیره تأمین

مقوله «پایداری زنجیره تأمین» در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که مجموعه‌ای از مؤلفه‌های مکمل در کنار هم، شبکه‌ای مقاوم، چندمسیره و قابل‌اتکا برای تأمین منابع حیاتی ایجاد کنند. نخستین عنصر، «تنوع تأمین‌کنندگان حیاتی» است که ریسک توقف عملیات را در صورت اختلال در یک تأمین‌کننده کاهش می‌دهد و امکان جایگزینی سریع منابعی مانند قطعات فنی، تجهیزات تعمیراتی یا مواد مصرفی را فراهم می‌سازد. در کنار آن، «مدیریت موجودی قطعات و سوخت» لایه‌ای عملیاتی برای استمرار فعالیت ایجاد می‌کند؛ به‌گونه‌ای که با استفاده از سیستم‌های پیش‌بینی، برنامه‌ریزی سطح موجودی ایمن، ذخایر استراتژیک سوخت و قطعات یدکی حیاتی، شرکت بتواند حتی در شرایط اختلال در واردات یا تولید، عملیات پروازی را بدون توقف ادامه دهد. این دو مفهوم، هسته‌ای مقاوم برای تاب‌آوری تأمین ایجاد می‌کنند.

اطلاعات بلادرنگ هوشمند

مقوله «اطلاعات بلادرنگ هوشمند» زمانی در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی معنا پیدا می‌کند که مجموعه‌ای از فناوری‌ها و فرآیندهای داده‌محور در کنار هم یک سیستم هوشمند، سریع و قابل اتکا برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری در شرایط بحران بسازند. نخست، «سیستم‌های نظارت و پایش آنلاین» نقش ستون اصلی این مقوله را ایفا می‌کنند؛ زیرا امکان دریافت لحظه‌ای اطلاعات مربوط به وضعیت ناوگان، شرایط جوی، عملکرد موتور، مسیرهای هوایی، ازدحام فرودگاهی و وضعیت لجستیکی را فراهم می‌سازند. این اطلاعات زمانی ارزش پادشکنندگی می‌یابند که به کمک «تحلیل داده‌های عملیاتی و پیش‌بینی» غنی شوند؛ یعنی سیستم بتواند با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، داده‌های لحظه‌ای را تحلیل کرده، الگوهای اختلال را شناسایی کند و بحران‌های احتمالی مانند نقص فنی، شرایط نامساعد آب‌وهوایی یا تراکم پروازی را پیش‌بینی نماید. ترکیب این دو مفهوم باعث می‌شود داده خام به بینش عملیاتی تبدیل شود. لایه عملیاتی این مقوله با «هشدارهای فوری به تیم‌ها و خدمه» شکل می‌گیرد؛ به این معنا که سامانه هوشمند پس از تحلیل و پیش‌بینی مخاطرات، به‌موقع هشدارهای دقیق برای خلبانان، کنترل‌کنندگان ترافیک هوایی، تیم‌های تعمیر و نگهداری و مدیران عملیات صادر می‌کند تا امکان اقدام سریع وجود داشته باشد.

همکاری بین‌سازمانی استراتژیک

مقوله «همکاری بین‌سازمانی استراتژیک» در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که شبکه‌ای یکپارچه از تعاملات مؤثر و هماهنگ میان بازیگران اصلی صنعت هوایی و نهادهای پشتیبان ایجاد شود. نخستین رکن این مقوله، هماهنگی با فرودگاه‌ها و ATC است؛ زیرا مدیریت ترافیک هوایی، تخصیص باند، مدیریت ازدحام، تغییر مسیر اضطراری و اولویت‌بندی پروازها در شرایط بحران بدون هماهنگی بلادرنگ بین شرکت‌های هواپیمایی و برج‌های مراقبت امکان‌پذیر نیست. این هماهنگی زمانی به سطح پادشکنندگی می‌رسد که با «همکاری با سازمان‌های امنیتی و امدادی» تکمیل شود؛ به این معنا که اطلاعات امنیتی، ارزیابی تهدیدها، برنامه‌های تخلیه اضطراری، عملیات امداد هوایی و مدیریت بحران‌های طبیعی و انسانی، همگی با مشارکت نهادهای امنیتی، پلیس فرودگاهی، هلال‌احمر و واحدهای اضطراری صورت گیرد. اتصال این دو حوزه، یک چارچوب چندنهادی برای مدیریت بحران‌های پیچیده ایجاد می‌کند. «ارتباط با شرکت‌های حمل‌ونقل و لجستیک» نقش حیاتی دارد، زیرا استمرار زنجیره تأمین، انتقال قطعات ضروری، سوخت‌رسانی، جابه‌جایی خدمه و مدیریت تجهیزات اضطراری تنها با همکاری شرکت‌های زمینی، ریلی، دریایی و لجستیکی امکان‌پذیر است.

تداوم خدمات حیاتی

مقوله «تداوم خدمات حیاتی» در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی پاسخی استراتژیک به این واقعیت است که در بحران‌های چندگانه—اعم از سیاسی، اقتصادی، زیست‌محیطی یا بهداشتی—برخی خدمات نه‌تنها باید حفظ شوند، بلکه نقش حیاتی در حفظ جان انسان‌ها، استمرار فعالیت‌های ملی و جلوگیری از فروپاشی شبکه حمل‌ونقل دارند. عنصر حفظ پروازهای ضروری و پزشکی پایه این مقوله است؛ یعنی خطوط هوایی باید قابلیت انجام پروازهای اورژانسی، انتقال بیماران، تجهیزات درمانی و نیروهای امدادی را حتی در شدیدترین اختلالات داشته باشند. راهکارهای جایگزین برای خدمات قطع‌شده به این مقوله ماهیت پادشکننده می‌دهد؛ زیرا وقتی مسیرها، فرودگاه‌ها یا خدمات پشتیبانی دچار اختلال می‌شوند،

الگوهای جایگزینی مانند استفاده از فرودگاه‌های کمکی، حمل‌ونقل ترکیبی (هوا–زمین)، تغییر مسیرهای هوایی یا بهره‌گیری از ناوگان چندمنظوره، امکان استمرار خدمات حیاتی را فراهم می‌کند.

پیش‌بینی سناریوهای بحران

مقوله پیش‌بینی سناریوهای بحران در طراحی الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که چهار مفهوم کلیدی —شبیه‌سازی بحران‌های طبیعی و انسانی، تحلیل سناریوهای اقتصادی و سیاسی، شناسایی نقاط ضعف عملیاتی و طراحی برنامه‌های جایگزین—به‌صورت یک چارچوب یکپارچه در کنار هم قرار گیرند. شبیه‌سازی بحران‌ها نقطه شروع این فرآیند است، زیرا بحران‌های طبیعی مانند زلزله، سیل، آتشفشان یا طوفان و بحران‌های انسانی مانند تروریسم، جنگ، حملات سایبری یا اعتصابات، هرکدام الگوهای متفاوتی از اختلال را ایجاد می‌کنند. این شبیه‌سازی‌ها زمینه‌ای فراهم می‌کند تا پیامدهای محتمل هر تهدید، سرعت گسترش آن، میزان آسیب‌پذیری شبکه پروازی، و نقاط حساس سیستم ارزیابی شود. در کنار آن، تحلیل سناریوهای اقتصادی و سیاسی—شامل تحریم‌ها، بی‌ثباتی‌های ارزی، رکود جهانی، نوسانات قیمت سوخت، یا تغییرات قوانین هوانوردی-ابعاد کلان‌تری را وارد الگو می‌کند و نشان می‌دهد که حتی بدون وقوع بحران فیزیکی، صنایع هوانوردی می‌توانند تحت اثر عوامل برون‌زا دچار اختلال شوند. ترکیب این دو نوع سناریو فضایی می‌سازد که تصویر جامع‌تری از تهدیدهای محتمل در آینده ارائه می‌دهد. طراحی برنامه‌های جایگزین برای هر سناریو باعث می‌شود که پادشکنندگی از مرحله تحلیل به مرحله اقدام وارد شود.

نوآوری فناوری عملیاتی

مقوله نوآوری فناوری عملیاتی در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که چهار مفهوم–سیستم‌های هوشمند ناوبری، هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی پرواز، اتوماسیون عملیات فرودگاهی و تکنولوژی‌های پیش‌بینی نگهداری ناوگان—به صورت یک شبکه فناوری هم‌افزا در کنار هم قرار گیرند. در سطح عملیاتی فرودگاه و مدیریت ناوگان، اتوماسیون عملیات فرودگاهی و بارگیری نقش کلیدی دارد؛ زیرا فرایندهای خودکار در کنترل بار، مدیریت مسافر، تخصیص گیت، عملیات زمینی و امنیت، خطاهای انسانی را کاهش داده و سرعت بازیابی عملیات در بحران‌ها را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. افزوده شدن فناوری‌های پیش‌بینی نگهداری ناوگان— که بر پایه تحلیل داده‌های حسگرها، الگوریتم‌های تشخیص الگو و ابزارهای یادگیری ماشین کار می‌کنند—باعث می‌شود وضعیت سلامت هواپیماها قبل از وقوع خرابی پیش‌بینی شده و عملیات تعمیرات به‌صورت پیش‌دستانه انجام شود. این موضوع نه‌تنها از توقف‌های ناگهانی جلوگیری می‌کند، بلکه آمادگی ناوگان را در شرایط غیرقابل پیش‌بینی بالا می‌برد.

انطباق قانونی و مقرراتی

مقوله انطباق قانونی و مقرراتی در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که چهار مفهوم کلیدی–رعایت استانداردهای ایمنی بین‌المللی، پیروی از قوانین محلی و بین‌المللی پرواز، به‌روزرسانی مستمر رویه‌ها و دستورالعمل‌ها، و مستندسازی و گزارش‌دهی قانونی بحران‌ها—به‌صورت یک سازوکار منسجم و مکمل در کنار یکدیگر قرار گیرند. به‌روزرسانی مستمر رویه‌ها و دستورالعمل‌ها نقش پیونددهنده دارد؛ زیرا قوانین و استانداردها بدون تبدیل شدن به رویه‌های اجرایی به‌روز نمی‌توانند در عمل پادشکنندگی ایجاد کنند. این به‌روزرسانی‌ها سبب می‌شود تجربه بحران‌های گذشته، پیشرفت‌های فناورانه، تغییرات مقرراتی و درس‌آموخته‌های عملیاتی به‌صورت پویا وارد سامانه عملیاتی شرکت شود. افزوده شدن مستندسازی و گزارش‌دهی قانونی بحران‌ها نیز بخش تکمیلی این مقوله است؛ زیرا ثبت دقیق تصمیمات، حوادث، پیامدها و نحوه واکنش سازمان به بحران‌ها نه‌تنها الزامات قانونی را برآورده می‌کند، بلکه امکان بازبینی، تحلیل و ارزیابی عملکرد برای اصلاحات آینده را فراهم می‌آورد.

پایداری اقتصادی بلندمدت

مقوله پایداری اقتصادی بلندمدت در الگوی پادشکنندگی حمل‌ونقل هوایی زمانی شکل می‌گیرد که چهار مفهوم بنیادی–مدیریت هزینه‌ها و منابع مالی در بحران، ایجاد ذخیره مالی برای شرایط اضطراری، کاهش ریسک مالی از طریق بیمه و قراردادها، و توسعه استراتژی‌های درآمدی مقاوم–به صورت یک سازوکار مالی یکپارچه و آینده‌نگر در کنار هم قرار گیرند. مدیریت هزینه‌ها و منابع مالی در بحران نقطه آغاز این سازوکار است، زیرا شرایط بحرانی مانند افت شدید تقاضا، بسته شدن مرزها،

افزایش هزینه سوخت یا اختلال در زنجیره تأمین، فشار سنگینی بر نقدینگی و هزینه‌های عملیاتی شرکت وارد می‌کند. در بخش تکمیلی، کاهش ریسک مالی از طریق بیمه و قراردادهای انعطاف‌پذیر باعث می‌شود ماهیت آسیب‌پذیری مالی شرکت کاهش یابد؛ بیمه‌های تخصصی هوانوردی، پوشش ریسک‌های عملیاتی، بیمه تأخیر، و قراردادهای مشارکتی با تأمین‌کنندگان و شرکای تجاری کمک می‌کند تا بار مالی بحران‌ها از روی دوش شرکت برداشته و در سطح گسترده‌تری توزیع شود. در نهایت، توسعه استراتژی‌های درآمدی مقاوم نقش موتور رشد پادشکنندگی را بر عهده دارد. این استراتژی‌ها شامل تنوع‌بخشی درآمد (خدمات جانبی، کارگو، چارتر، همکاری‌های بین‌خطوطی)، توسعه شبکه حمل‌ونقل ترکیبی، استفاده از ظرفیت‌های دیجیتال برای افزایش بهره‌وری و ایجاد الگوهای درآمدی مبتنی بر انعطاف‌پذیری است.

از چهار معیار کمی برای بررسی قابلیت اعتبار، قابلیت انتقال، قابلیت تأیید و اطمینان پذیری استفاده شده است: ضریب هولستی، ضریب پی اسکات، شاخص کاپای کوهن و آلفای کریپندروف. میزان همبستگی دیدگاه خبرگان با محاسبه ضریب هولستی یا «درصد توافق مشاهده‌شده » ۰/۸۸۷ بدست آمده است که مقدار قابل توجهی است. با توجه به ایراداتی که به روش هولستی وارد است شاخص پی–اسکات نیز محاسبه شده است که میزان آن ۰/۷۵۵ بدست آمده است. چهارمین شاخص برآورد اعتبار تحقیقات کیفی شاخص کاپای کوهن است. شاخص کاپای کوهن در این مطالعه ۰/۷۲۵ بدست آمده است. در نهایت نیز از آلفای کریپندروف استفاده شده است و میزان آن در این مطالعه ۰/۸۱۷ برآورد گردیده است.

۵–نتیجه‌گیری

این پژوهش با استفاده از نظریه داده بنیاد به شناسایی الگوی شکل گیری پادشکنندگی در صنعت حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه پرداخت. پژوهش با رویکرد اکتشافی و براساس تکنیک کیفی انجام شده است.. براساس رویکرد کیفی و تکنیک داده بنیاد چارمز به بررسی هدف تحقیق پرداخته شده است. الگوی تحقیق مشتمل بر ۱ کد محوری و ۱۰ کد انتخابی و ٤٠ کد نظری و ۱۸٦ کد اولیه بوده است. در زمینه پادشکنندگی حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه، نوآوری فناوری عملیاتی به عنوان یکی از عوامل زمینه‌ساز الگو، نقش محوری در افزایش آمادگی و انعطاف‌پذیری سیستم ایفا می‌کند. بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته در ناوبری، نگهداری پیش‌بینانه، مدیریت ظرفیت ناوگان و تحلیل داده‌های عملیاتی، امکان پاسخ سریع و مؤثر به شرایط غیرمنتظره را فراهم می‌آورد. این نوآوری‌ها به شرکت‌های هواپیمایی اجازه می‌دهد تا ضمن حفظ کیفیت خدمات و ایمنی پرواز، ظرفیت خود را با تغییرات تقاضا و اختلالات محیطی تطبیق دهند. در واقع، فناوری عملیاتی نوآورانه پایه‌ای برای ایجاد سیستم پادشکننده فراهم می‌کند که می‌تواند در مواجهه با بحران‌های اقتصادی، طبیعی یا سیاسی، عملکرد سازمان را پایدار نگه دارد.

از سوی دیگر، اطلاعات بلادرنگ هوشمند و انطباق قانونی و مقرراتی به عنوان سایر زمینه‌های سازنده الگو، نقش مکمل و تقویتی دارند. اطلاعات بلادرنگ هوشمند امکان جمع‌آوری، تحلیل و انتشار داده‌ها در لحظه را فراهم می‌کند و به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا بر اساس شرایط واقعی و فوری، اقدامات مناسب را اتخاذ کنند. همزمان، رعایت انطباق قانونی و مقرراتی تضمین می‌کند که تمامی اقدامات عملیاتی و تصمیم‌گیری‌ها در چارچوب قوانین ملی و بین‌المللی انجام می‌شوند و از ایجاد ریسک‌های حقوقی و محدودیت‌های قانونی جلوگیری می‌شود. ترکیب این سه مؤلفه باعث می‌شود که سازمان بتواند ضمن حفظ انطباق قانونی، با بهره‌گیری از فناوری و اطلاعات هوشمند، سیستم حمل و نقل هوایی خود را در مواجهه با بحران‌ها مقاوم و پایداری اقتصادی بلندمدت را تأمین نماید.

در زمینه پادشکنندگی حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه، اقدامات استراتژیکی و مدیریتی به عنوان بخش حیاتی الگو نقش می‌یابند که توانمندی سازمان را در مواجهه با بحران‌ها افزایش می‌دهند. مدیریت ریسک جامع به سازمان امکان می‌دهد تمامی تهدیدها و مخاطرات احتمالی را شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی کند و با طراحی و اجرای اقدامات پیشگیرانه، اثرات منفی بحران‌ها را به حداقل برساند. همزمان، انعطاف‌پذیری عملیاتی سیستم تضمین می‌کند که سازمان قادر باشد ظرفیت ناوگان و منابع خود را با تغییرات محیطی و تقاضای متغیر وفق دهد و عملیات پروازی خود را در شرایط بحرانی با حداقل اختلال ادامه دهد. این انعطاف‌پذیری، پایه‌ای برای حفظ عملکرد سازمان و اطمینان از استمرار خدمات هوایی در شرایط نامطمئن فراهم می‌آورد.

علاوه بر این، همکاری بین‌سازمانی استراتژیک و پیش‌بینی سناریوهای بحران مولفه‌هایی مکمل هستند که سطح پاسخگویی و هماهنگی سازمان را افزایش می‌دهند. همکاری با نهادهای دولتی، فرودگاه‌ها، خطوط هوایی دیگر و خدمات اضطراری باعث ایجاد شبکه‌ای یکپارچه و قابل اتکا برای مقابله با بحران‌ها می‌شود. نتایج به دست آمده با تحقیقات ضرابی و همکاران (۱۳۸۸) همسو است. سقایی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان دادند این صنعت به‌شدت شبکه‌ای است و عملکرد هر بازیگر به عملکرد سایر بازیگران وابسته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در مسیر شکل‌گیری پادشکنندگی، شرکت‌های هواپیمایی از رویکردهای رقابتی صرف فاصله گرفته و به سمت همکاری‌های استراتژیک با فرودگاه‌ها، نهادهای تنظیم‌گر، شرکت‌های لجستیکی، تأمین‌کنندگان سوخت و خدمات فنی حرکت می‌کنند. این همکاری‌ها، امکان اشتراک اطلاعات، توزیع ریسک و هماهنگی در مواجهه با بحران‌های سیستمی را فراهم می‌سازد و ظرفیت کل شبکه را برای یادگیری و تطبیق افزایش می‌دهد.

از سوی دیگر، پیش‌بینی سناریوهای بحران با شبیه‌سازی شرایط اقتصادی، سیاسی و طبیعی، سازمان را قادر می‌سازد تا سناریوهای عملیاتی متنوعی طراحی کرده و برنامه‌های پاسخ سریع و مستمر را آماده کند. ترکیب این چهار مقوله مدیریتی و استراتژیک باعث می‌شود که سازمان ضمن کاهش ریسک‌های عملیاتی و افزایش هماهنگی بین‌سازمانی، توان پادشکنندگی خود را در برابر بحران‌های چندگانه تقویت کرده و خدمات حیاتی خود را حفظ نماید. Guzman and Alwosheel (۲۰۲۵) نیز نشان دادند این آمادگی، در کنار آمادگی عملیاتی، سازمان را قادر می‌سازد تا از شوک‌های واقعی نه‌تنها جان سالم به‌در ببرد، بلکه از آن‌ها برای بازطراحی فرآیندها و بهبود عملکرد استفاده کند.

در زمینه پادشکنندگی حمل و نقل هوایی در بحران‌های چندگانه، پایداری زنجیره تأمین به عنوان یکی از نتایج کلیدی الگو اهمیت ویژه‌ای دارد. این مؤلفه نشان می‌دهد که یک سیستم مقاوم و پادشکننده تنها در صورتی قادر به ادامه فعالیت خواهد بود که منابع حیاتی، قطعات، سوخت و تجهیزات به صورت مستمر و بدون اختلال در دسترس باشند. نتایج به دست آمده با تحقیقات نیک نژاد و همکاران (۱۴۰۰) همسو است. پایداری زنجیره تأمین شامل برنامه‌ریزی دقیق تأمین‌کنندگان، مدیریت موجودی‌ها، انعطاف‌پذیری در انتخاب مسیرها و منابع جایگزین و همچنین تضمین امنیت لجستیک می‌شود. حفظ این پایداری موجب کاهش وقفه‌های عملیاتی، افزایش اعتماد مشتریان و کاهش آسیب‌های ناشی از بحران‌ها می‌شود. کومانتامون و همکاران (۲۰۲۵) نیز نشان دادند چنین فضایی، انعطاف‌پذیری تصمیم‌گیری و نوآوری عملیاتی شرکت‌های هواپیمایی را محدود می‌سازد و امکان آزمایش راه‌حل‌های جدید را کاهش می‌دهد.

علاوه بر این، تداوم خدمات حیاتی و پایداری اقتصادی بلندمدت به عنوان دیگر پیامدهای الگو، نشان‌دهنده کارکرد مؤثر اقدامات استراتژیک و زمینه‌سازها هستند. تداوم خدمات حیاتی به معنی حفظ پروازهای ضروری، خدمات پزشکی و عملیات اضطراری حتی در شرایط بحرانی است که سلامت، امنیت و رفاه جامعه را تضمین می‌کند. همزمان، پایداری اقتصادی بلندمدت نتیجه ترکیب نوآوری، مدیریت ریسک، انعطاف‌پذیری عملیاتی و همکاری بین‌سازمانی است و شامل تنوع‌بخشی منابع درآمد، مدیریت هزینه‌ها و ایجاد ذخایر مالی مقاوم می‌شود. در مجموع، این سه مؤلفه نتیجه عملیاتی و اقتصادی الگوی پادشکنندگی هستند که نشان می‌دهند چگونه سازمان می‌تواند در مواجهه با بحران‌های چندگانه عملکرد خود را حفظ کرده و رشد پایدار را دنبال نماید.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پادشکنندگی در صنعت حمل‌ونقل هوایی، مفهومی فراتر از تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری سنتی است و به توانایی سیستم برای رشد، یادگیری و بهبود عملکرد در مواجهه با بحران‌های چندگانه و شوک‌های غیرمنتظره اشاره دارد. صنعت حمل‌ونقل هوایی به دلیل ماهیت پیچیده، سرمایه‌بر، شبکه‌ای و به‌شدت مقررات‌محور خود، بیش از بسیاری از صنایع دیگر در معرض بحران‌های هم‌زمان اقتصادی، بهداشتی، عملیاتی، مقرراتی و ژئوپلیتیکی قرار دارد. ازاین‌رو، اتخاذ رویکردهای پادشکننده نه یک انتخاب اختیاری، بلکه ضرورتی راهبردی برای بقا و پایداری بلندمدت این صنعت محسوب می‌شود.یافته‌های پژوهش نشان داد که شکل‌گیری پادشکنندگی در صنعت حمل‌ونقل هوایی، نیازمند وجود مجموعه‌ای از عوامل زمینه‌ساز است که مهم‌ترین آن‌ها نوآوری فناوری عملیاتی، دسترسی به اطلاعات بلادرنگ هوشمند و توانایی انطباق سریع با الزامات قانونی و مقرراتی است. این عوامل، بستر لازم را برای تصمیم‌گیری تطبیقی و واکنش هوشمندانه به بحران‌ها فراهم می‌کنند و بدون آن‌ها، سازمان‌ها در مواجهه با شوک‌های محیطی ناگزیر به اتخاذ رویکردهای واکنشی

و کوتاه‌مدت خواهند بود. به بیان دیگر، پادشکنندگی پیش از آنکه به اقدامات مدیریتی وابسته باشد، به کیفیت زیرساخت‌های فناورانه و اطلاعاتی سازمان‌ها گره خورده است. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از استراتژی‌های پادشکننده عمدتاً در شرایطی فعال می‌شود که بحران‌ها ماهیتی چندگانه، هم‌زمان و ساختاری پیدا می‌کنند و سطح عدم قطعیت محیط کسب‌وکار به حدی می‌رسد که رویکردهای سنتی مدیریت بحران کارایی خود را از دست می‌دهند. در چنین شرایطی، افزایش ریسک‌های سیستمی در زنجیره تأمین، عملیات پروازی و بازار تقاضا، همراه با ناکارآمدی راهبردهای صرفاً مقاومتی، شرکت‌های هواپیمایی را به سمت بازاندیشی در منطق تصمیم‌گیری و طراحی الگوهای جدید مواجهه با بحران سوق می‌دهد. این نقطه، آغازی برای گذار از منطق «بازگشت به وضعیت پیشین» به منطق «یادگیری و تحول از دل بحران» است.

فرآیند شکل‌گیری پادشکنندگی، بر اساس یافته‌های پژوهش،مسیری پویا، تدریجی و تکاملی است که از ایجاد بستر فناورانه و اطلاعاتی آغاز شده و با طراحی و اجرای اقدامات استراتژیک و مدیریتی ادامه می‌یابد. مدیریت ریسک جامع، افزایش انعطاف‌پذیری عملیاتی، همکاری بین‌سازمانی و سناریونویسی بحران، مهم‌ترین ابزارهایی هستند که سازمان‌ها از طریق آن‌ها ظرفیت خود را برای مواجهه فعال با عدم قطعیت تقویت می‌کنند. در این مسیر، یادگیری سازمانی از شوک‌ها و بحران‌ها نقش محوری ایفا می‌کند و بحران به منبعی برای تولید دانش، اصلاح فرآیندها و ارتقای عملکرد تبدیل می‌شود. نهایتاً، پادشکنندگی زمانی محقق می‌شود که اختلالات محیطی به فرصت‌هایی برای رشد، نوآوری و ایجاد مزیت رقابتی بدل شوند.

بااین‌حال، الگو نشان می‌دهد که دستیابی به پادشکنندگی با چالش‌ها و موانع قابل‌توجهی همراه است. پیچیدگی هماهنگی مقرراتی و قانونی، محدودیت‌های مالی برای سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های فناورانه، مقاومت سازمانی در برابر تغییر و یادگیری، شکنندگی ذاتی زنجیره تأمین جهانی و وابستگی بالا به بازیگران خارجی، از جمله مهم‌ترین موانعی هستند که مسیر پادشکننده شدن صنعت حمل‌ونقل هوایی را دشوار می‌سازند. این چالش‌ها نشان می‌دهد که پادشکنندگی یک راه‌حل سریع و ساده نیست، بلکه نیازمند تغییرات عمیق در ساختارهای نهادی، فرهنگی و راهبردی سازمان‌ها و حتی در سطح کلان صنعت است.

پادشکنندگی در صنعت حمل‌ونقل هوایی نه یک وضعیت ایستا، بلکه یک قابلیت سیستمی و فرایندی است که در بستر تعامل مستمر سازمان با بحران‌ها شکل می‌گیرد. این قابلیت تنها در صورتی قابل تحقق است که سازمان‌ها از نگاه تدافعی و واکنشی فاصله گرفته و بحران را به‌عنوان بخشی اجتناب‌ناپذیر از محیط فعالیت خود بپذیرند. تغییر این نگرش، مستلزم گذار از مدیریت بحران به مدیریت یادگیری از بحران، تقویت همکاری‌های شبکه‌ای و بازتعریف نقش فناوری، داده و سیاست‌گذاری در صنعت است. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که آینده صنعت حمل‌ونقل هوایی به میزان توانایی آن در پادشکننده شدن وابسته است؛ صنعتی که بتواند از دل بی‌ثباتی، قوی‌تر، هوشمندتر و پایدارتر از گذشته بیرون آید. در ادامه براساس الگوی شناسایی شده، پیشنهادهای زیر ارائه شده است:

– پیشنهاد می‌شود شرکت‌های هواپیمایی و نهادهای مرتبط با صنعت حمل‌ونقل هوایی، سرمایه‌گذاری هدفمند و مرحله‌بندی‌شده‌ای در توسعه زیرساخت‌های فناورانه و دیجیتال انجام دهند. این سرمایه‌گذاری باید فراتر از خرید تجهیزات سخت‌افزاری بوده و بر پیاده‌سازی پلتفرم‌های یکپارچه مدیریت عملیات، تحلیل داده‌های بلادرنگ و سیستم‌های هوشمند نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه تمرکز داشته باشد. اجرای آزمایشی این فناوری‌ها در مقیاس محدود و توسعه تدریجی آن‌ها، می‌تواند ریسک‌های مالی و عملیاتی را کاهش داده و امکان یادگیری سازمانی در مسیر پادشکننده شدن را فراهم سازد.

– استقرار نظام مدیریت ریسک جامع و پویا به‌عنوان یک اولویت راهبردی پیشنهاد می‌شود .این نظام باید کلیه ریسک‌های عملیاتی، مالی، مقرراتی و زنجیره تأمین را به‌صورت یکپارچه پوشش دهد و از رویکردهای ایستا و مقطعی فاصله بگیرد. تشکیل کمیته‌های بین‌بخشی مدیریت ریسک، استفاده از ابزارهای تحلیلی پیشرفته و بازنگری مستمر سناریوهای ریسک، می‌تواند به شناسایی زودهنگام تهدیدها و تبدیل آن‌ها به فرصت‌های بهبود کمک کند.

– توصیه می‌شود شرکت‌های هواپیمایی ساختارهای عملیاتی خود را به سمت انعطاف‌پذیری و ماژولار بودن سوق دهند . تنوع‌بخشی به ناوگان، ایجاد مسیرهای جایگزین پروازی، توسعه منابع تأمین چندگانه و طراحی فرآیندهای قابل بازپیکربندی، از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند شکنندگی سیستم را کاهش دهند. این رویکرد، امکان واکنش سریع به اختلالات و آزمایش

راه‌حل‌های نوآورانه را در شرایط بحران فراهم کرده و زمینه‌ساز ارتقای عملکرد در بلندمدت خواهد بود.

– توسعه همکاری‌های بین‌سازمانی و شبکه‌ای در سطح صنعت به‌عنوان یک راهبرد کلیدی پیشنهاد می‌شود. ایجاد سازوکارهای رسمی برای اشتراک اطلاعات، هماهنگی عملیاتی و مدیریت مشترک بحران میان شرکت‌های هواپیمایی، فرودگاه‌ها، نهادهای تنظیم‌گر و تأمین‌کنندگان، می‌تواند ظرفیت پاسخگویی کل اکوسیستم حمل‌ونقل هوایی را افزایش دهد. این همکاری‌ها نه‌تنها ریسک‌های سیستمی را توزیع می‌کنند، بلکه یادگیری جمعی و نوآوری مشترک را نیز تقویت می‌نمایند.

– نهادینه‌سازی سناریونویسی بحران و تمرین‌های منظم شبیه‌سازی به‌عنوان بخشی از فرآیند برنامه‌ریزی راهبردی پیشنهاد می‌شود .شرکت‌ها باید طیف گسترده‌ای از سناریوهای محتمل و نامحتمل را در حوزه‌های اقتصادی، بهداشتی، عملیاتی و مقرراتی مورد بررسی قرار دهند و برای هر یک برنامه‌های اقتضایی طراحی کنند. برگزاری مانورهای دوره‌ای بحران، می‌تواند آمادگی ذهنی و عملی مدیران و کارکنان را افزایش داده و واکنش‌های سازمان را در شرایط واقعی بهبود بخشد.

– پیشنهاد می‌شود فرهنگ سازمانی مبتنی بر یادگیری از بحران به‌صورت نظام‌مند تقویت شود. ایجاد سازوکارهایی برای ثبت تجربیات بحران، تحلیل خطاها بدون رویکرد تنبیهی و به‌اشتراک‌گذاری دانش حاصل از شوک‌ها، می‌تواند مقاومت سازمانی در برابر تغییر را کاهش دهد. آموزش مدیران در حوزه تفکر سیستمی و پادشکننده، نقش مهمی در تغییر نگرش از «بازگشت به وضعیت قبل» به «بهبود پس از بحران» ایفا می‌کند.

– پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران و نهادهای تنظیم‌گر با بازنگری در چارچوب‌های مقرراتی، فضای انعطاف‌پذیرتری برای نوآوری و آزمایش راه‌حل‌های جدید در شرایط بحران فراهم کنند . طراحی مقررات اقتضایی، حمایت‌های مالی هدفمند و ایجاد بسترهای مشارکتی میان دولت و بخش خصوصی، می‌تواند مسیر حرکت صنعت حمل‌ونقل هوایی به سمت پادشکنندگی را هموار سازد و پایداری بلندمدت این صنعت راهبردی را تضمین کند.

٦–مراجع

-Alves, J., Rodrigues, P., & Santos, A. (2021). Adaptation strategies in airlines during crises. *Journal of Air Transport Management,* 92, 101965.
doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101965

-Bartuseviciene, I., Butkus, M., & Schiuma, G. (2025). Harnessing antifragility to drive innovation: Developing an organizational assessment tool for the public sector. *European Journal of Innovation Management, 28*(11), 242–266.
doi.org/10.1108/EJIM-06-2024-0664

-Becker, M., et al. (2024). Toward antifragile manufacturing: Concepts from nature and complex human-made systems to gain from stressors and volatility. In P. Letmathe et al. (Eds.), *Transformation towards Sustainability*. Springer, Cham.
doi.org/10.1007/978-3-031-54700-3_16

-Demir, G., Moslem, S., & Duleba, S. (2024). Artificial intelligence in aviation safety: Systematic review and biometric analysis. *International Journal of Computational Intelligence Systems,* 17, 279.
doi.org/10.1007/s44196-024-00671-w

-Divya, P., Ganesh, R. S., Sivakumar, S. A., et al. (2024). Integration of artificial intelligence in micro-patch antenna design for AMCA aircraft. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering,* 12(5), 301–308.

-Farhadi, A., Hamedi Sanjabi, A., & Tabarzad, M. S. (2024). Presenting a model of cognitive antifragility of the Armed Forces of the Islamic Republic of Iran in confronting the enemy's cognitive warfare. Strategic *Management Perspective Quarterly, 2*(4), 177–202.(In Persian)

-Gao, L., Xu, C., Wang, F., Wu, J., & Su, H. (2023). Flight data outlier detection by constrained LSTM-autoencoder. *Wireless Networks,* 29(7), 3051–3061.
doi.org/10.1007/s11276-023-03353-1

-Gudmundsson, L. (2020). Volcanic ash crisis response in aviation. *Natural Hazards,* 97(3), 1423–1441.
doi.org/10.1007/s11069-019-03722-w

-Rahimian Asl, M. M., & Maleki, M. (2023). Presenting a model for evaluating supply chain antifragility: A case study of Darou Pakhsh Distribution Company. *Journal of Decision Making and Operations Research,* 8(1).

-Rahmani, H., & Weckman, G. R. (2023). Working under the shadow of drones: Investigating occupational safety hazards among commercial drone pilots. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors, 5*, 1–13.
doi.org/10.1080/24725838.2023.2251009

-Saqaei, M. (2021). Investigating the prevailing problems of Iran's air transportation industry (Case study: Mehrabad Airport). *Applied Research in Geographical Sciences,* 21(60), 279–296.

-Sevilla-Ruiz, J., Nebro-Mellado, J. J., Ruiz-Martín, C., & López-Paredes, A. (2025). Exploring the nexus of organizational resilience and antifragility. In R. Carrasco-Gallego, J. Moreno-Serna, M. Gutierrez, & C. Avilés-Palacios (Eds.), Organizational engineering, coping with complexity. *CIO 2024*
doi.org/10.1007/978-3-031-82334-3_49

-Shafi, I., Sohail, A., Ahmad, J., et al. (2023). Spare parts forecasting and lumpiness classification using neural network model and its impact on aviation safety. *Applied Sciences (Switzerland), 13*(9), 5475.
doi.org/10.3390/app13095475

-Taleb, N. N. (2013). Antifragile: Things that gain from disorder. *Random House.*

-Ting, H., Memon, M. A., Ramayah, T., & Cheah, J.-H. (2025). Snowball sampling: A review and guidelines for survey research. *Asian Journal of Business Research, 15*(1), 1–15.
doi.org/10.14707/ajbr.250186

-Wang, J., Chu, D., Deng, Z., Lu, L., & Zhou, P. (2025). *CHARMS:* A cognitive hierarchical agent for reasoning and motion stylization in autonomous driving. *arXiv.*

-Wang, W., Zhang, H., & Zhang, Z. (2023). Research on emotion recognition method of flight training based on multimodal fusion. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–14.
doi.org/10.1080/10447318.2023.2254644

-Xu, Q., Pang, Y., & Liu, Y. (2023). Air traffic density prediction using Bayesian ensemble graph attention network (BEGAN). *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 153*, 104225.
doi.org/10.1016/j.trc.2023.104225

-Guzman, A., & Alwosheel, A. (2025). Taking off and navigating disruptive and climate challenges for building resilience in air transport infrastructure. In A. Arora, F. Belaïd, & S. Lechtenberg-Kasten (Eds.), Climate-resilient cities (Contributions to Economics). *Springer,* Cham.
doi.org/10.1007/978-3-031-73090-0_14

-Haji Gholam Sarizdi, A., & Manteghi, M. (2019). Designing an aviation technology park using the qualitative system dynamics approach. *Industrial Technology Development Quarterly,* (38), 39–56.

-Hamza, M. H., Polichshuk, R., Lee, H., et al. (2022). Aircraft post-upset flight risk region prediction for aviation safety management. *Advanced Engineering Informatics, 54*, 101804.
doi.org/10.1016/j.aei.2022.101804

-Han, R., Li, H., Knoblock, E. J., Gasper, M. R., & Apaza, R. D. (2023). Joint velocity and spectrum optimization in urban air transportation systems via multi-agent deep reinforcement learning. *IEEE Transactions on Vehicular Technology, 72*(8), 9770–9782.
doi.org/10.1109/TVT.2023.3256067

-Komutanont, W. P. (2025). Examining competitive strategies for resilience to sudden crises in the airline industry (Doctoral thesis). *Open Research Newcastle.*

-Li, G., Lee, H., Rai, A., & Chattopadhyay, A. (2020). Analysis of operational and mechanical anomalies in scheduled commercial flights using a logarithmic multivariate Gaussian model. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 110*, 20–39.
doi.org/10.1016/j.trc.2019.11.011

-Moradi, M., Ahmadvand, A. M., & Samadi Foroushani, M. (2024). System dynamics analysis of air accident crisis management for developing accident prevention policies based on flight safety enhancement. *Journal of Disaster Prevention and Crisis Management Knowledge, 14*(3), 274–291.

-Niknejad, M., Hejbar Kiani, K., Sarlak, A., & Khoshnevis, M. (2021). The effect of value added in the air transportation industry on employment in this industry. *Planning and Development Research,* 2(3), 72–98.

-Pan, P., Xue, M., Zhang, Y., Ni, Z., & Wang, Z. (2023). Study on quantitative prediction scheme of aircraft icing based on random forest algorithm. *Journal of Environmental Accounting and Management, 11*(3), 329–339.
doi: 10.5890/JEAM.2023.09.006

-Zarabi, A., Mohammadi, J., & Saqaei, M. (2009). Challenges of Iran's air transportation industry (Case study: Isfahan air traffic). Geography and Environmental Planning, *Research Journal of Humanities, University of Isfahan,* 20(1, Serial 33), 23–42.

-Zhang, X., Zhong, S., & Mahadevan, S. (2022). Airport surface movement prediction and safety assessment with spatial–temporal graph convolutional neural network. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 144*, 103873. **doi.org/10.1016/j.trc.2022.103873**

-Ziegler Haselein, B., da Silva, J. C., & Hooey, B. L. (2024). Multiple machine learning modeling on near mid-air collisions: An approach towards probabilistic reasoning. *Reliability Engineering & System Safety, 244*, 109915. **doi.org/10.1016/j.ress.2023.109915**

Identifying the Formation Pattern of Antifragility in the Air Transportation Industry during Polycrises

Mohammad Masoud Faramarzi, Ph.D., Student, Faculty of Management and Economics, University of Guilan, Rasht, Iran.

Mohsen Akbari, *Professor, Faculty of Management and Economics, University of Guilan, Rasht, Iran.*

Mohammad Hassan Gholizadeh, Associate Professor, Faculty of Management and Economics, University of Guilan, Rasht, Iran.

Milad Hooshmand Chaichani, Assistant Professor, Faculty of Management and Economics, University of Guilan, Rasht, Iran.

E-mail: m.akbari@guilan.ac.ir

Received: May 2026- Accepted: July 2026

ABSTRACT

This study employs grounded theory to identify the formation pattern of antifragility in the air transportation industry during polycrises. The research adopts an exploratory approach and is based on qualitative techniques. Using a qualitative approach and the Charmaz grounded theory method, the study investigates its research objective. The primary data source consisted of semi-structured interviews. The study population includes managers and experts in the air transportation industry. A total of 25 participants, comprising both experiential and theoretical experts, were selected using the snowball sampling technique. The collected data were analyzed using MAXQDA software. The research model consists of one core category, ten selective codes, forty theoretical codes, and 186 initial codes. The ten main themes are operational system flexibility, comprehensive risk management, supply chain resilience, intelligent real-time information, strategic inter-organizational collaboration, continuity of critical services, crisis scenario forecasting, operational technology innovation, legal and regulatory compliance, and long-term economic sustainability. The findings suggest that the future of the air transportation industry depends on its capacity to become antifragile—an industry capable of emerging stronger, smarter, and more resilient from instability.

Keywords: Antifragility, Air Transportation industry, Polycrisis