

ملاحظات زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در ایران (با تمرکز بر تاکسی هوایی)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۶۰۴

کد موضوعی: ۳۱۰

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۱/۲۵



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

ملاحظات زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در ایران
(با تمرکز بر تاکسی هوایی)

نوع گزارش: طرح/لایحه □، نظارتی □، راهبردی ■

نام دفتر:

مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه توسعه فناوری و تولید دانش بنیان)

مدیر مطالعه:

سهیلا خردمندنیا

تهیه و تدوین:

علی اعظمی

ناظران علمی:

حبیب‌الله ظفریان ریگی، محمدحسن معادی رودسری
میلاذ بیگی

اظهار نظر کنندگان:

فرشاد پازوکی (هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات)،
رضا گلشن خواص، حمیدرضا فوری

گرافیک و صفحه آرایی:

نفیسه حاجی صفری

ویراستار ادبی:

مژگان کاظمی

واژه‌های کلیدی:

۱. هواگرد

۲. زیست‌بوم

۳. جابه‌جایی هوایی پیشرفته

۴. پهپاد

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۳/۵/۱



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۶
۱. مقدمه.....	۸
۲. پیشینه.....	۹
۳. نگاهی کلی به زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری.....	۹
۴. ملاحظات زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در کشور.....	۱۲
۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۲
۶. پیوست.....	۲۶
منابع و مأخذ.....	۲۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱.۱. اهمیت مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری.....	۱۰
شکل ۲.۲. اهمیت ملاحظات در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته.....	۱۳
شکل ۳.۳. اهمیت ملاحظات در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته.....	۲۳

فهرست جداول

جدول ۱.۱. برخی مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد نیاز در طراحی پایانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری.....	۱۸
جدول ۲.۲. تحلیل عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌سازی زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی پیشرفته (تمرکز بر شهری).....	۲۴
جدول ۳.۳. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارشات راهبردی/نظارتی.....	۲۵
جدول ۱.۱. پیوست. ظرفیت‌های اقتصادی هوانوردی عمومی در کشور برحسب مراکز هوانوردی عمومی.....	۲۶



ملاحظات زیست‌بوم سامانه‌های جابجایی هوایی پیشرفته در ایران (با تمرکز بر تاکسی هوایی)

چکیده



سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته طیف وسیعی از هواگردهای جدید با قابلیت عمود بر خاست با پیش‌رانه متنوع (عمدتاً الکتریکی) هستند که امکان جابه‌جایی مسافر و کالا بر حسب تقاضا (به معنی از قبل برنامه‌ریزی نشده) و همین‌طور عملیات ویژه هوایی (حوزه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، صنعت، پدافند غیرعامل و خدمات اورژانس) را به صورت ایمن، پاک و کارآمد در پروازهای کوتاه‌برد و میان‌برد فراهم می‌کنند. در سطح جهانی دیدگاه‌های مختلفی از حیث جنبه‌های حقوقی، رفع چالش‌های گسترده و موانع قانونی خصوصاً در رابطه با بحث هوشمندی و خودران بودن وسایل و تنوع در رویکردهای حاکمیتی در مواجهه با انتقال فناوری و بهره‌گیری از سامانه‌های هوایی پیشرفته قابل بیان است که در گزارش پیش‌رو، این ملاحظات، محدودیت‌ها و الزامات سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته تا حد امکان، شناسایی و در پنج قالب کلی «فناوری و توانمندی صنعتی»، «زیرساخت‌های فیزیکی و ارتباطی»، «سیاست و قانونگذاری»، «شناسایی ظرفیت‌ها» و «پذیرش اجتماعی» دسته‌بندی و تشریح شده‌اند. همچنین اهم عوامل داخلی و خارجی تأثیرگذار برای تبیین محدودیت‌ها و فرصت‌های موجود برای توسعه این حوزه در کشور ما نیز شناسایی و در پایان پیشنهادهایی ارائه شده است.

خلاصه مدیریتی



بیان / شرح مسئله

گزارش حاضر به بیان زیست‌بوم و ملاحظات سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته یا هواگردهای نسل جدید با تمرکز بر تاکسی‌های هوایی پرداخته است. حیطه فعالیت این زیست‌بوم شامل انتقال هوایی ایمن افراد یا کالاها، توسط وسایل نقلیه پرنده، بر فراز ارتفاعات پایین در مناطق شهری، بین شهری و روستایی است که برای ارتقای کیفیت خدمت‌رسانی در محیط‌های اجتماعی معرفی شده است. مهم‌ترین اهدافی که در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته دنبال می‌شود، ارائه خدمات نوین، متنوع و سریع در یک شبکه عملیات ایمن و کارآمد هوایی به صورت گسترده، پویا و پشتیبانی از پایداری آن است.

این گزارش ملاحظات، محدودیت‌ها، الزامات و اهمیت سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته را تا حد امکان شناسایی کرده و در پنج قالب کلی «فناوری و توانمندی صنعتی»، «زیرساخت‌های فیزیکی و ارتباطی»، «سیاست و قانونگذاری»، «شناسایی ظرفیت‌ها» و «پذیرش اجتماعی» دسته‌بندی و به بیان آنها پرداخته و سپس اهم عوامل داخلی و خارجی تأثیرگذار بر کشور برای تبیین محدودیت‌ها و فرصت‌های موجود در منطقه را شناسایی کرده است.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

از بعد قانون: در قانون برنامه هفتم پیشرفت صراحتاً به زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی پیشرفته اشاره‌ای نشده است. اما نظریه بالا بودن سطح فناوری (فناوری‌های-تک) و ارتباط آن با حمل‌ونقل هوایی می‌تواند به مواد (۹۹) و (۱۱۹) قانون برنامه هفتم پیشرفت اشاره کرد. در ماده (۹۹) به افزایش شتاب پیشرفت علمی، فناوری و نوآوری و کسب سهم هفت درصدی (۷٪) محصولات با فناوری متوسط به بالا از تولید ناخالص داخلی تأکید شده است. همچنین در بند «۲۵» ماده (۱۱۹) دولت مکلف است نسبت به تعیین طرح‌های پیشران از جمله «حمل‌ونقل هوایی» و «طراحی، ساخت و تولید هواپیماهای مسافربری و ترابری» اقدام لازم را در چارچوب قوانین به عمل آورد.

مزایا و معایب زیست‌بوم حاضر: در کنار مزایا و فرصت‌هایی همچون جذابیت پرداختن به توسعه صنایع هوایی مخصوصاً از نوع درون‌شهری و دریافت خدمات آن، حد قابل قبولی از توانمندی‌های دانشی در کنار توانمندی‌های زیرساختی خصوصاً در بخش دفاعی با امکان سرریز فناوری و توسعه فناوری‌های چندمنظوره و در عین حال استفاده از ظرفیت شبکه قطب و اقمار کشور وجود دارد. اما **موانع بسیار جدی و چالشی** در مسیر انتخاب راهبردهای مرتبط با توسعه این سامانه‌ها وجود دارد که مهم‌ترین آنها ملاحظات امنیتی و مخاطرات بالقوه استفاده در کلان‌شهر به دلیل تراکم جمعیت بالا، ملاحظات سیاسی و امنیتی در برخی شهرهای دارای تجهیزات حساس و حیاتی کشور، هزینه بالای دریافت این خدمات، امکان ایجاد نابرابری اجتماعی در دریافت این نوع خدمات، عدم انطباق و پذیرش مردم نسبت به تغییرات و چالش در ایجاد هماهنگی بین نهادهای امنیتی، دفاعی، دولتی و خصوصی به عنوان اضلاعی از کنشگران این حوزه است.

از منظر یک **سناریو اقتصادی**، از یک سو اهمیت حمل‌ونقل آن قدر زیاد و گسترده است که می‌توان آن را یک زمینه مناسب در راستای توسعه اقتصادی قلمداد کرد. لذا بر این اساس، برنامه‌ریزی مناسب و دقیق در این زمینه و بهبود و ساماندهی زیرساخت‌های حمل‌ونقل باعث کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و تولید شده و آثار مطلوبی را بر اقتصاد یک جامعه برجامی گذارد. اما از سوی دیگر با توجه به هزینه‌های بالای استقرار و چالش‌های فعلی پیشروی کشور در زمینه ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی همچون فرودگاه‌ها و تجهیزات، تأمین مالی این حوزه توسط دولت، جذب و بازگشت سرمایه بخش خصوصی و وجود برخی ضوابط و مقررات امنیتی، این مطلوبیت و جذابیت اقتصادی نیز حداقل برای کوتاه‌مدت، کاهش می‌یابد.

در سناریوی دیگر و از منظر فرهنگی، اجتماعی و امنیتی شرایط به گونه‌ای دیگر است و کاستی‌ها و نگرانی‌هایی در این باره وجود دارد که در صورت عدم مرتفع ساختن آنها، این رویکرد آسیب‌زا خواهد بود؛ از مصادیق این موانع می‌توان به مواردی از قبیل وجود مناطق متعدد پرواز ممنوع در ایران، الزامات امنیت حریم هوایی خصوصاً در پایتخت، احتمال پذیرش ضعیف توسط مردم ناشی از چالش تفاوت قیمت با سایر مدهای حمل‌ونقل بین‌شهری و عدم مقرون به صرفه بودن با توجه به درآمد مردم، نابرابری و تشدید شکاف اجتماعی ناشی از دسترسی به این خدمت، نقض حریم خصوصی به دلیل پرواز هواگردهای ارتفاع پایین بر فراز منازل مسکونی و احساس عدم امنیت جانی در پرواز با این سامانه‌ها (ناشی از تجارب منفی گذشته نسبت به حوادث هوانوردی که در کشور رخ داده است)، اشاره کرد.

پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

■ با توجه به موارد مطرح شده و ملاحظات مطرح شده، **به نظر می‌رسد راهبرد توسعه سامانه‌های هوایی پیشرفته درون‌شهری در کوتاه‌مدت حائز اولویت و اهمیت برای کشور ما نیست.**

■ با توجه به پیش‌زمینه ایمنی بالا و اعتماد به عملکرد هواگردهای عمود بر خاست و ارزیابی مثبت در سایر کشورها و همچنین ظرفیت‌هایی که در حال حاضر از طریق موضوع ساماندهی پهنادهای غیرنظامی در کشور ما در حال ایجاد شدن است، **انتظار می‌رود که در میان‌مدت اولویت‌ها به نفع خدمات اجتماعی عمومی (همچون اورژانس هوایی) و توسعه گردشگری هوایی جهت‌گیری کند.**

■ اجرای برنامه پایلوت در میان‌مدت و متمرکز بر هدف‌های مشخص و محدود شده، می‌تواند مسیر بلوغ فناوری‌ها، سامانه‌ها و عملیات مورد نیاز در



ابعاد وسیع‌تر و پیچیده‌تر را نیز فراهم سازد و برنامه بلندمدت را به سمت عمومی‌تر کردن این خدمات و اقتصادی‌تر کردن آن سوق دهد. ■ با توجه به زیرساخت‌های گران این حوزه، مقتضی است بخش حاکمیتی در حوزه‌های ارائه خدمات اجتماعی عمومی با بخش خصوصی همکاری و مشارکت نماید و در این راستا حمایت‌هایی انجام دهد.

■ برای پیشبرد اهداف در میان مدت، تدوین طرح‌های عملیاتی که در آن راهبردهای لازم برای پیشبرد این اهداف مشخص (انتخاب مکان عمل، تعداد سامانه مورد نیاز، تخمین منابع مالی مورد نیاز، مدل مشارکت بخش خصوصی، الزامات هوایی، اطلاعاتی و...) تشریح شده باشد و همچنین ترسیم یک چارچوب کلان و آینده‌نگرانه در اسناد بالادستی و زیرساخت‌های قانونی، همچون اصلاحات آتی «سند جامع توسعه هوافضای کشور» و نیز توجه به موضوعات مرتبط با سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری (نظیر تاکسی‌های هوایی) در لوائح مربوط به «ساماندهی پهپادهای غیر نظامی» قابل توجه است.

۱. مقدمه

سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته طیف وسیعی از هواگردهای جدید با قابلیت عمود برخاست با پیشران متنوع (عمدتاً الکتریکی) هستند که امکان جابه‌جایی مسافر و کالا بر حسب تقاضا (به معنی از قبل برنامه‌ریزی نشده) و همین‌طور عملیات ویژه هوایی (حوزه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، صنعت، پدافند غیرعامل و خدمات اورژانس) را به صورت ایمن، پاک و کارآمد در پروازهای کوتاه‌برد و میان‌برد فراهم می‌کنند. مهم‌ترین اهدافی که در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته دنبال می‌شود، ارائه خدمات نوین، متنوع و سریع در یک شبکه عملیات ایمن و کارآمد هوایی به صورت گسترده، پویا و پشتیبانی از پایداری آن است [۱].

پیشنهاد زیست‌بوم سامانه‌های هوایی شهری از سال ۲۰۱۸ میلادی به عنوان یک راه‌حل نوآورانه و کارآمد جهت رفع چالش‌های شهرنشینی مطرح گردیده و در حال پیاده‌سازی در سراسر جهان است. این زیست‌بوم نه تنها از نقطه نظر شهری به جابه‌جایی سریع تر افراد و کالاها کمک می‌کند، بلکه این پتانسیل را دارد که با ارائه خدماتی از جمله امداد و نجات هوایی، آمبولانس‌های هوایی، آتش‌نشانی هوایی و مواردی از این دست به منفعت عمومی بیفزاید [۲].

فاز اول توسعه این سامانه‌ها (از اوایل دهه ۱۹۱۰ تا ۱۹۵۰) با تعریف مفاهیم و توسعه خودروهای پرنده آغاز شد، فاز دوم (از دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰) با ارائه خدمات پروازی شهری از قبل برنامه‌ریزی شده توسط بالگردها ادامه یافت و امروزه در فاز سوم (شروع از سال ۲۰۱۰ تاکنون)، رویکرد ارائه خدمات عمدتاً عمومی (انتقال اقلام ضروری و اورژانسی) به شکل نوآورانه دنبال می‌شود. فازهای آتی نیز شامل سه مورد زیر است:

■ **خدمات کریدور:** با استفاده از هواگردهای عمود برخاست، با هدف ایجاد و توسعه خدمات برنامه‌ریزی شده در مسیرهای کوتاه با پروازهای مکرر (شاتل هوایی) در مسیرهای هوایی خاص (مثلاً از فرودگاه به مرکز شهر) با استفاده از هواگردهای عمود برخاست؛

■ **خدمات قطب و اقماری:** به منظور ارائه خدمات از پیش برنامه‌ریزی شده سفرهای درون شهری یا بین شهری هوایی (مترو هوایی) و متعدد روزانه بین یک هاب عمود برخاست و چند پایگاه عمود برخاست (اقمار)؛

■ **خدمات تاکسی هوایی:** به منظور استقرار سامانه ارائه خدمات غیر متمرکز نقطه به نقطه و بر حسب تقاضا توسط هواگردهای عمود برخاست به کمک زیرساخت سکوها [پرواز] عمود برخاست متعدد و پایگاه‌های عمود برخاست کوچک [۱].

سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار تعریف شده‌اند.

اگرچه تاکنون مطالعات متعددی در سایر کشورهای دنیا در خصوص ابعاد مختلف حمل‌ونقل پایدار انجام گردیده است، لکن بررسی این موضوع در کشور ما به تازگی مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش حتی‌الامکان تلاش شده است مؤلفه‌های مؤثر بر زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته و اهمیت ملاحظات و زوایای متعدد مؤثر بر توسعه سامانه‌های هوایی پیشرفته با توجه به کشور و اوضاع بین‌المللی مورد بررسی قرار گیرد و توصیه‌های مقتضی مطرح شود.

قابل تأکید است که این گزارش عمدتاً بر موضوع ملاحظات زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی پیشرفته متمرکز است و ابعاد فنی آن از منظر حمل‌ونقل (شهری) از جمله دسترسی مسافران به پایگاه‌های عمودبرخاست در مبدأ و مقصد، میزان اثرگذاری از طریق جایگزینی شیوه‌های حمل‌ونقل و کاهش ازدحام و ترافیک، از رده خارج کردن وسیله درون‌سوز و میزان تقاضای این نوع حمل‌ونقل مورد بررسی قرار نگرفته است. گفتنی است پرداختن به چنین موضوعی از زوایای مختلف در پژوهش حاضر، لزوماً به منظور پیاده‌سازی سریع و عملیاتی کردن آن در کشور نیست؛ بلکه شناخت ملاحظات و الزامات و پیش‌بینی، تحلیل مسائل و سناریوهای آینده سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته و شفاف کردن ابعاد آن مدنظر بوده است.

۲. پیشینه

۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

در سال ۱۴۰۲ گزارش «واکاوی زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته (هواگردهای نسل جدید)» به بررسی و واکاوی زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته از ابعاد مختلف پرداخته و هدف آن بیان موضوع و آشنایی سیاستگذاران با این زیست‌بوم بوده است. در این گزارش بیان شده است که محدودیت‌هایی در مسیر توسعه زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته وجود دارد که عبارت‌اند از: عدم آشنایی و اولویت موضوع توسط سیاستگذاران؛ عدم شناسایی مزایا و هزینه فرصت‌ها؛ ملاحظات و ویژگی‌های زیست‌بومی کشور؛ چالش‌های اقتصادی و جذب سرمایه؛ چالش‌های فناوری در سیستم‌های با فناوری بالا؛ ملاحظات معماری شهری؛ ملاحظات پذیرش اجتماعی؛ زیرساخت‌های فیزیکی و ارتباطی؛ ملاحظات ایمنی و امنیتی [۱].

علاوه بر آن، در سال ۱۳۹۹ تحت گزارش «طرح ساماندهی پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور (پهپاد) بررسی شاخص‌های اصلی ساماندهی پرنده‌ها در کشورهای منتخب» منتشر گردید که هدف اصلی آن بررسی الزامات قانون ساماندهی پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور بوده است. در مطالعه مذکور چارچوب و مشترکات عمومی قوانین پهپادی که عمدتاً بر مبنای قوانین بین‌المللی هستند، در قالب ۹ موضوع برای هفت کشور منتخب و سه استاندارد بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه کلی بین هفت کشور منتخب با توجه به شاخص‌های پیشنهادی صورت گرفت. همچنین با توجه به بررسی‌های تطبیقی صورت گرفته پیشنهادها مناسبی برای تدوین قانون ساماندهی پهپادها بر اساس الزامات بین‌المللی، چارچوب‌های قانونی داخلی و ایجاد فضای مناسب جهت فعالیت‌های بخش خصوصی ارائه شد. [۳]

۳. نگاهی کلی به زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری

در حالی که سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته از طیف وسیعی از عملیات مسافربری، محموله و سایر عملیات‌ها در داخل و بین محیط‌های شهری و روستایی پشتیبانی می‌کنند، سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های آن، بر عملیات پرواز در داخل و اطراف مناطق شهری تمرکز دارد. چشم‌انداز جابه‌جایی هوایی شهری با معرفی یک محیط عملیاتی مشارکتی به نام مدیریت ترافیک توسعه‌پذیر^۱ پشتیبانی می‌شود که در آینده مکمل ارائه سنتی خدمات ترافیک هوایی^۲ برای عملیات / پروازهای مسافربری یا حمل بار خواهد شد. در این زیست‌بوم، ذی‌نفعان متعددی در سطوح مختلف از طراحی و توسعه تا پیاده‌سازی و اجرای سرویس‌های حمل‌ونقل، دخیل خواهند بود. [۴].

1. Extensible Traffic Management (XTM)
2. Air Traffic Services (ATS)

فعال‌سازی سامانه‌های جابه‌جایی هوایی در عین جذابیتی که دارد، اما چالش‌های قانونی، نظارتی و صدور گواهینامه را بر جسته می‌کند. توسعه این سامانه‌ها با چالش‌هایی در زمینه‌های کنترل ترافیک هوایی و مدیریت استانداردهای پرواز و همچنین سیاست‌های زیست‌محیطی، خدمات عمومی، کاربری زمین و محدودیت‌های محلی همراه است. علاوه بر این، رویکردهای گاه‌متفاوتی در رابطه با سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته اعم از پهپادها و تاکسی‌های هوایی ممکن است ایجاد شود که ناشی از محدودیت‌های سرزمینی، ملاحظات دفاعی و امنیتی، قوانین محدودیت پروازها و حفاظت هستند [۵]. به‌طور کلی اهم مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه این نوع سامانه‌ها از چند لحاظ قابل بررسی هستند که در شکل ۱ نمایشی از آن آمده است.

شکل ۱. اهم مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری



در توضیح شکل ۱ باید گفت بازار و محصول (هواگرد) دویخشی هستند که برحسب توانمندی و قابلیت فناوریانه و بازار و اهداف عملیاتی در بستر قوانین و مقررات با یکدیگر در ارتباط هستند. از سویی، در بخش بازار مؤلفه‌هایی همچون تبیین مصارف جابه‌جایی هوایی (اعم از ارائه خدمات هوایی نظیر تاکسی هوایی، اورژانس هوایی، خدمات قطب و اقماری، جابه‌جایی کالا و...)، حیطه فعالیت جابه‌جایی هوایی (شهری، بین‌شهری، روستایی و حومه)، فرودگاه، شبکه پروازی و تأمین انرژی، دسترسی و حدود حریم هوایی مجاز، فعالیت غیرانحصاری، تناسب با اقلیم (شامل آثار زیست‌محیطی) و... قابل طرح است. از سوی دیگر، در حوزه هواگرد مواردی از قبیل طراحی و پیکربندی، هدایت، کنترل و ناوبری، سطح هوشمندی، پیشران‌ش اعم از برقی و سوختی، برد پروازی و خدمه، کاربران و مدیریت منابع تعیین‌کننده است.

باید گفت زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل به هم مرتبط قرار دارد. لذا پیاده‌سازی و بهره‌برداری موفق از این سیستم‌ها نیازمند توجه دقیق به محیط‌های تنظیمی، پیشرفت‌های فناوریانه، توسعه زیرساخت، پذیرش اجتماعی و... است که باید در کنار آنها پایداری و منافع عمومی را در اولویت قرار داد. با ادامه رشد مناطق شهری، توسعه چنین زیست‌بومی ظرفیت‌های جدیدی در کاهش تراکم، بهبود تحرک و حمایت از توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. در ادامه به برخی از مؤلفه‌ها و عوامل دخیل در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری اشاره می‌شود.

۱-۳. بازار عرضه و تقاضا و اهداف عملیاتی

امروزه با افزایش جمعیت شهری و گسترش شهرنشینی، نیاز به حمل‌ونقل سریع‌تر و کارآمدتر افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال‌های آتی، شهرهای بزرگ به سیستم‌های حمل‌ونقل جدید نیاز خواهند داشت. در کنار آن، افزایش فعالیت‌های تجاری و نیاز به خدمات حمل‌ونقل سریع، به‌ویژه در صنعت لجستیک، به رشد این بازار کمک می‌کند. باید گفت بازار و محصول (هواگرد) دویخشی هستند که برحسب

توانمندی و قابلیت فناوریانه و بازار و اهداف عملیاتی در بستر قوانین و مقررات با یکدیگر در ارتباط هستند. از سویی، در بخش بازار مؤلفه‌هایی همچون تبیین مصارف جابه‌جایی هوایی، حیطه فعالیت جابه‌جایی هوایی (شهری، بین‌شهری، روستایی و حومه)، فرودگاه، شبکه پروازی، دینامیک بازار و تأمین انرژی، دسترسی و حدود حریم هوایی مجاز، فعالیت غیرانحصاری، تناسب با اقلیم و... قابل طرح است. از سوی دیگر، در حوزه هواگرد مواردی از قبیل طراحی و پیکربندی، هدایت، کنترل و ناوبری، سطح هوشمندی، پیش‌رانش اعم از برقی و سوختی، برد پروازی و خدمه، کاربران و مدیریت منابع تعیین‌کننده هستند.

شایان ذکر است که اهداف عملیاتی مصارف جابه‌جایی هوایی شهری را تبیین می‌کند. اهداف می‌تواند به مسائلی همچون اقتدار ملی، توسعه شبکه پروازی، توسعه خدمات اجتماعی و عمومی، کاهش آلودگی در محیط شهری، بازآرایی شبکه حمل‌ونقل و... معطوف گردد که به تبع آن مصارف این زیست‌بوم بر مواردی از قبیل ارائه خدمات هوایی نظیر تاکسی هوایی، اورژانس هوایی، خدمات قطب و اقماری، جابه‌جایی کالا و... متمرکز خواهد شد.

۲-۳. ظرفیت‌های فنی و زیرساخت‌ها

میزان دسترسی و عملیاتی شدن فناوری‌های نوین و کلیدی در این حوزه در کنار زیرساخت‌های متناسب یکی از ابعاد مهم پیشرفت در این زیست‌بوم هستند؛ فناوری‌های کلیدی در حوزه تولید مواردی از قبیل طراحی و ساخت هواگرد، پیش‌رانش و باتری و همچنین در حوزه کنترل ترافیک هوایی نظیر مرکز کنترل از راه دور و سامانه‌های هدایت خودران قابل بیان است؛ در حوزه زیرساخت‌ها نیز به همین ترتیب می‌توان به باندها و مراکز نشست و برخاست، معماری شهری و اتصال کارآمد بین جابه‌جایی هوایی و سایر مدهای حمل‌ونقلی مانند اتوبوس‌ها، متروها و خدمات سفر اشتراکی اشاره کرد.

۳-۳. بازیگران و ذی‌نفعان

از جمله مهم‌ترین بازیگران و ذی‌نفعان زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی پیشرفته عبارت از دستگاه اجرایی و یا حاکمیتی است که از آن با عنوان حاکمیت یاد می‌شود و به اقتضای ساختار سیاسی کشور متفاوت است؛ آنچه در تعریف این زیست‌بوم از بیان مجری مدنظر است متشکل از دولت با همکاری بخش دفاعی است. نهاد قانونگذار را می‌توان به دو بخش نهاد قانونگذار و ناظر در بالادست و نیز بخش پایین‌دست تنظیم مقررات دسته‌بندی کرد. با فرض زمینه فعالیت بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری و توسعه می‌توان فعالان بخش زیرساخت اعم از دولتی و خصوصی را جزء ذی‌نفعان و بازیگران اصلی این حوزه برشمرد. ارائه‌دهندگان خدمات عمومی و اجتماعی در حوزه‌هایی نظیر امداد، حفاظت از منابع طبیعی، خدمات اورژانس و نیز ارائه‌دهندگان خدمات در مواردی از قبیل جابه‌جایی مسافر و کالا بر حسب تقاضا (برنامه‌ریزی نشده) و همین‌طور عملیات ویژه هوایی (حوزه‌های کشاورزی، صنعت و...) در پروازهای کوتاه‌برد و میان‌برد از جمله بازیگران این زیست‌بوم هستند. در کنار آن می‌توان به فعالان حوزه صنعت و تجارت در زمینه‌های مرتبط با ساخت و تولید و تجاری‌سازی و مسائلی از این دست اشاره کرد. جامعه شهری اعم از کاربران و غیر کاربران نیز به عنوان حلقه آخر بازیگران و ذی‌نفعان شمرده می‌شوند.

۴-۳. چارچوب تنظیمی و قوانین و مقررات

چارچوب‌های تنظیمی را می‌توان در سه قالب کلی مدیریت ترافیک هوایی، استانداردهای ایمنی و امنیتی و مقررات زیست‌محیطی دسته‌بندی کرد.

■ **مدیریت ترافیک هوایی:** مقرراتی که حرکت ایمن و کارآمد هواگردها در فضای شهری را تنظیم می‌کند، از جمله پروتکل‌های کنترل ترافیک هوایی و...؛

■ **استانداردهای ایمنی و ملاحظات امنیتی:** رعایت مقررات، ملاحظات و استانداردهای ایمنی و امنیتی هوایی که توسط نهادهای محلی، ملی و بین‌المللی تعیین شده است؛

■ **مقررات محیط زیستی:** سیاست‌هایی برای کاهش آلودگی صوتی و انتشار گازها که بر مقررات مسیرهای پروازی و محل‌های فرود تأثیر می‌گذارد.



شایان ذکر است در حوزه فناوری‌های راهبردی و زیست‌بوم مرتبط از منظر مفهوم توسعه، فرایندهای همه‌جانبه و ریشه‌داری لازم است که در ساختار دیده شده قوانین و مقررات و نهادهای مرتبط که توسط نظام حاکمیتی پس از تبیین فرایندهای سیاسی و توسعه نهادهای سیاسی مدنظر قرار داده شود. در سایه این تعاریف رشد تدریجی برای پیشرفت و توانمندی در تمام زمینه‌ها بیانی دیگر از توسعه است که به‌طور همه‌جانبه باید صورت گیرد. بنابراین توسعه یک جریان حتی از منظر فناوریانه به‌همراه خود تجدید سازمان نظام اقتصادی، اجتماعی و حتی فرهنگی و تغییر و تحول اساسی در نهادهای اجتماعی، اداری و حتی تغییر در نگرش عمومی مردم را دربردارد. از این رو، قوانین، ساختار و برنامه‌ریزی که در راه رشد و توسعه تعریف شد یکی از ابزارهای مهم و سرمایه اصلی آن برای نیل به اهداف است که هم بازار و هم صنعت را متعادل می‌سازد.

۵-۳. سایر عوامل و موضوعات

همان‌طور که گفته شد، عوامل درهم‌تنیده متعددی بر زیست‌بوم سامانه جابه‌جایی هوایی شهری تأثیر می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به عوامل اقتصادی نظیر تأمین مالی و سرمایه‌گذاری، بازده اقتصادی و هزینه‌های عملیاتی، عوامل اجتماعی نظیر پذیرش اجتماعی و دسترسی همگانی، مسائل حوزه پایداری و حمل‌ونقل پاک، مدل‌های همکاری و شراکت‌ها و... اشاره کرد.

۴. ملاحظات زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در کشور

بازار سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته به‌عنوان یک عرصه نوظهور و پیشرفته، جذابیت بسیاری برای سرمایه‌گذاران جهانی دارد و به‌طور گسترده در حال توسعه است. بسیاری از شرکت‌های تجاری و فعال در صنایع هوایی، شرکت‌های فناوری و نوآور در سرتاسر جهان در حال بهره‌برداری از فناوری‌های موجود و همچنین توسعه و آزمایش فناوری‌های نوین برای پیاده‌سازی زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته به‌منظور خدمت‌رسانی و جابه‌جایی مسافران و کالاهای هستند [۶]. با توجه به اهمیت موضوع تجاری‌سازی زیست‌بوم سامانه هوایی پیشرفته به‌منظور تضمین بازار آینده، این نکته قابل ملاحظه است که با بررسی چشم‌انداز جهانی، رشد بازار حمل‌ونقل هوایی پیشرفته به‌طور متوسط بین ۱۰۰ میلیارد دلار تا ۱٫۵ تریلیون دلار تا سال ۲۰۴۰ تخمین زده شده است و پیش‌بینی صعودی‌تر، حجم بازار را به میزان ۲٫۹ تریلیون دلار تخمین می‌زند. همچنین در مطالعه دیگر پیش‌بینی شده است که ارزش پایگاه‌های عمودبرخاست مربوط به ترابری هوایی پیشرفته طی بیست سال آینده به حدود ۷ تریلیون دلار خواهد رسید که در حال خدمت‌رسانی با بیش از ۳۵۰۰۰ پرنده عمود پرواز الکتریکی باشد [۷]. با بلوغ فناوری‌های پرنده‌های عمود برخاست الکتریکی، انتظار می‌رود بازار خدمات جابه‌جایی هوایی پیشرفته به‌طور قابل توجهی رشد کند هر چند مقیاس حجم بازار هنوز نامشخص است. می‌توان گفت دلیل اصلی آن وابستگی زیاد به چگونگی بلوغ فناوری جابه‌جایی هوایی پیشرفته در هر کشور دارد. هر چند در نگاه کلان برای سازندگان و اپراتورهای هواپیمای عمودبرخاست الکتریکی به دلیل وجود ظرفیت و نبودن موضوع خدمات عمومی جابه‌جایی هوایی پیشرفته، چشم‌انداز قابل قبولی برای دستیابی به یک بازار پایدار و پرتقاضای جهانی برای این نوع از محصولات هوانوردی مرتبط با ترابری هوایی پیشرفته وجود دارد.

در کشور ما هر چند در حوزه سامانه‌های جابه‌جایی شهری با قابلیت حمل مسافر به علت جدید بودن حوزه، اقدام‌های چندانی مشاهده نشده است، اما در مسیر توسعه نوآورانه حمل‌ونقل عمومی و خدمات آن به کمک سامانه‌های هوایی کوچک (در قالب پارک تخصصی فناوری هوایی)، برخی اقدام‌های عملیاتی در حال انجام است که از جمله آن می‌توان به احداث فرودگاه مرکز هوانوردی پردیس یزد و منطقه ویژه اقتصادی و فرودگاه بین‌المللی پیام اشاره کرد. مهم‌ترین اهداف نوآورانه در این مسیر عبارتند از:

- حمایت از توسعه کاربرد فناوری‌های مرتبط با اقتصاد دیجیتال، هوافضا و شهر هوشمند،
- ارتقای کارکردهای نظام نوآوری و فناوری،
- حمایت و بهره‌مندی از ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری،
- تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی،
- همکاری و مشارکت در توسعه بازار تخصصی صنایع هوافضا.

از آنجایی که این حوزه را می‌توان ذیل هوانوردی عمومی تعریف کرد باید گفت برخی اقدامات و برنامه‌ها نیز در تعدادی مرکز هوانوردی عمومی

کشور در حال انجام است که به نوعی زمینه‌ساز توسعه سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته محسوب می‌شود؛ به عنوان مثال:

- توسعه پرواز گردشگری و تفریحی،
 - آموزش خلبانی،
 - تولید، فروش و صادرات بر خی هواگردها،
 - خدمات ویژه هوایی شامل حوزه‌های حوزه کشاورزی، منابع طبیعی، صنعت، پدافند غیرعامل، خدمات فرودگاهی و خدمات اورژانس.
- این فعالیت‌ها و اقدامات البته نوپا هستند و چشم‌انداز مشخصی نیز در رابطه با توسعه سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در قیاس جهانی دنبال نمی‌کنند. با این حال جهت همگام شدن با روند توسعه فناوری‌ها در این عرصه توجه به برنامه‌هایی که در سطح جهانی برای توسعه حمل و نقل هوایی درون شهری و بین شهری دنبال می‌شود در برنامه‌های بلندمدت اجتناب ناپذیر خواهد بود.
- همان‌طور که پیش از این گفته شد، توسعه زیست بوم این نوع سامانه‌ها، به شدت وابسته به سیاست کشورها در ارائه خدمات عمومی، مسائل زیست محیطی و مهم‌تر از همه محدودیت‌های سرزمینی و ملاحظات دفاعی و امنیتی است. از این رو در این بخش تلاش شده است ابعاد مختلف و ملاحظات زیست بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته مورد بررسی قرار گیرند.
- به طور کلی این ملاحظات و زوایا را می‌توان در پنج قالب کلی «شناخت ظرفیت‌ها»، «فناوری و توانمندی صنعتی»، «زیرساخت‌ها»، «پذیرش اجتماعی» و «سیاست و قانونگذاری» دسته‌بندی کرد (شکل ۲) که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

شکل ۲.۱.۲. اهمیت ملاحظات در زیست بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته



در خصوص شناخت ظرفیت‌ها می‌توان به ظرفیت ارائه خدمات عمومی خصوصاً در زمان بروز مخاطرات طبیعی، ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار حمل و نقلی و فرودگاهی، افزایش ظرفیت خدمات کاربردی هوایی، توسعه شبکه قطب و اقماری و توسعه گردشگری هوایی اشاره کرد. در خصوص فناوری و توانمندی صنعتی الزاماتی از قبیل طراحی هواگرد، پیشران‌ش، باتری، مرکز کنترل از راه دور و سامانه‌های هدایت خودران و تناسب با اقلیم قابل بیان است. در رابطه با زیرساخت‌ها می‌توان به موضوع‌هایی از قبیل ایمنی و امنیت فیزیکی و سایبری، زیرساخت‌های بخش فرودگاهی، مسائل تعمیر و نگهداری، تأمین انرژی، معماری شهری و شهرسازی، مقابله با تهدیدات سایبری، مدیریت ترافیک هوایی و ایمنی ارتباطات و ناوبری اشاره کرد. پذیرش اجتماعی موضوع مهم دیگری است که عواملی از قبیل آلودگی صوتی و بصری، حریم خصوصی، ایمنی، امنیت، برابری اجتماعی و مقرون به صرفه بودن در آن نقش دارند. در رابطه با سیاست و قانونگذاری موارد متعددی قابل طرح است که از جمله آنها می‌توان به شناخت و انتخاب رویکردها و اولویت‌های سیاستگذاران، جامعیت قوانین و مقررات، مدل‌های شراکت دولتی-خصوصی، هماهنگی نهادهای امنیتی و برخی ملاحظات امنیتی دیگر اشاره کرد.



۴-۱. شناخت ظرفیت‌ها

۴-۱-۱. ظرفیت ارائه خدمات اجتماعی عمومی

از جمله ظرفیت‌های نوینی که توسط سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته قابل اجراست می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- واکنش به بلایا و کاهش زمان پاسخ اضطراری، شامل مواردی از قبیل هشدار، تخلیه، جستجو و نجات، اطفای حریق، ارزیابی خسارت، ارائه کمک فوری و بازسازی زیرساخت‌های حیاتی؛
- امداد رسانی پس از بلایا، شامل مجموعه مأموریت‌های کمک‌رسانی برای بازگشت جامعه به حالت عادی پس از یک حادثه یا فاجعه (مانند توزیع مواد غذایی، لوازم و...)
- واکنش اورژانسی و انتقال بیمار، اعم از مراقبت‌های پزشکی، تخلیه بیماران از صحنه حادثه و انتقال آنها به مراکز پزشکی، انتقال دارو، اعضای بدن و...؛

■ افزایش دامنه دسترسی به هسته شهری همچون امکان دسترسی سریع به مناطق پر ازدحام و پر ترافیک در مواقع ضروری [۱۳-۱۵].

بلایای طبیعی، رخدادهایی پیش‌بینی نشده و اجتناب‌ناپذیر هستند. در کشور ما موقعیت جغرافیایی، قرار گرفتن در کمربند خشک و زلزله‌خیز کره زمین و همچنین شرایط زمین‌شناختی و اقلیمی باعث شده است تا کشور همواره در معرض انواع بلایای طبیعی قرار داشته باشد. ایران در بین کشورهای جهان به لحاظ بروز حوادث غیرمترقبه جزء ۱۰ کشور بلاخیز جهان است به گونه‌ای که از ۴۳ حادثه طبیعی شناسایی شده در جهان ۳۳ مورد آن در ایران رخ داده است. به همین دلیل ایران به‌رغم داشتن فقط یک درصد از جمعیت جهان، حدود ۶ درصد تلفات بلایای طبیعی جهان را به‌خود اختصاص داده است [۱۶]. از این رو، توسعه این سامانه‌ها می‌تواند ظرفیت‌های جدیدی جهت ارائه خدمات اجتماعی عمومی ایجاد کند.

۴-۱-۲. ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار

سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته می‌تواند در کاهش آثار سوء زیست‌محیطی نظیر آلودگی هوای ناشی از مصرف بالای سوخت‌های فسیلی نقش مؤثری داشته باشد. در کشور ما بحث آلودگی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای مثال هوای شهر تهران در سال ۱۴۰۲ در مجموع ۱۰ روز پاک، ۲۳۶ روز قابل قبول، ۱۰۷ روز ناسالم برای گروه‌های حساس و ۱۲ روز نیز ناسالم داشته است. همچنین در رتبه‌بندی جهانی در سال ۲۰۲۳، ایران با شاخص ۵۲ در رتبه ۱۸ از منظر آلودگی شناخته شده است [۱۷]. از این رو توسعه این سامانه‌ها می‌تواند قابلیت‌های احتمالی همچون تنوع خدمات و سیستم‌های حمل‌ونقل، کاهش استفاده از زمین مناطق متراکم، کاهش آلودگی آب و هوا و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی داشته باشد. با این حال انجام پژوهش‌هایی که بتواند میزان اثربخشی کاهش سوخت فسیلی به واسطه توسعه این سامانه‌ها را در برابر سایر گزینه‌ها همچون بهبود کیفیت بنزین یا ارتقای کارایی اتومبیل‌ها نشان دهد ضروری است [۱].

۴-۱-۳. افزایش ظرفیت‌های حمل‌ونقلی و بهره‌وری در زیرساخت فرودگاهی مراکز هوانوردی عمومی

در حوزه هوانوردی عمومی ظرفیت‌های بسیاری وجود دارد که به کمک آن شبکه مویرگی پروازی کشور تقویت می‌گردد. به عنوان مثال در تقویت گردشگری، بازرگانی، جابه‌جایی مسافر و بار و مرسولات پستی می‌توان از ظرفیت‌هایی که در مراکز هوانوردی عمومی کشور وجود دارد استفاده کرد و در مقاصد با برد نزدیک و بین‌شهری از سامانه‌های هوایی همچون ایر تاکسی بهره برد. در کشور ما مراکز هوانوردی متعددی وجود دارد که از ظرفیت‌های اقتصادی، گردشگری، بازرگانی و حمل‌ونقل آنها می‌توان در راستای توسعه کشور بهره برد؛ در پیوست گزارش حاضر لیستی از فرودگاه‌ها و ظرفیت‌های بالقوه آنها ارائه شده است.

۴-۱-۴. افزایش خدمات کاربردی هوایی

با توجه به اهمیت موضوع تجاری‌سازی زیست‌بوم سامانه هوایی درون‌شهری به منظور تضمین بازار آینده، این نکته قابل ملاحظه است که با بررسی چشم‌انداز جهانی، رشد بازار حمل‌ونقل هوایی درون‌شهری به‌طور متوسط بین ۱۰۰ میلیارد دلار تا ۱،۵ تریلیون دلار تا سال ۲۰۴۰ تخمین زده شده است و پیش‌بینی صعودی‌تر، حجم بازار را به میزان ۲،۹ تریلیون دلار تخمین می‌زند. همین آمار، انگیزه‌ای مهم جهت گام برداشتن کشورها در راستای پیاده‌سازی این زیست‌بوم است. بازار حمل‌ونقل هوایی درون‌شهری به عنوان یک عرصه نوظهور و پیشرفته، جذابیت بسیاری برای سرمایه‌گذاران جهانی دارد و به‌طور گسترده در حال توسعه است. بسیاری از شرکت‌های تجاری و فعال در صنایع

هوایی، شرکت‌های فناوری و نوآور در سرتاسر جهان در حال بهره‌برداری از فناوری‌های موجود و همچنین توسعه و آزمایش فناوری‌های نوین برای پیاده‌سازی اکوسیستم حمل‌ونقل هوایی درون‌شهری برای خدمت‌رسانی و جابه‌جایی مسافران و کالاها هستند [۶]. مهم‌ترین پیش‌نیاز در این زمینه شناخت ظرفیت‌های ارائه خدمات در این حوزه است که قبلاً به آن پرداخته شده است.

۴-۱-۵. بهره‌گیری از ظرفیت‌های مغفول شبکه پروازی (شهری و قطب و اقماری)

باید گفت در بخش حمل‌ونقل هوایی ایران سرمایه‌گذاری انجام شده، متناسب با اهمیت و نقش راهبردی آن نبوده است. آمار موجود نشان می‌دهد که از ظرفیت‌های موجود این بخش نیز استفاده مناسبی صورت نمی‌گیرد و از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده طی سال‌های گذشته بهره‌گیری لازم به عمل نیامده است. در سال ۱۳۹۸ از بین ۶۰ فرودگاه با کاربری تجاری کشور، ۱۵ فرودگاه سهم ۹۰ درصدی از جابه‌جایی مسافر داشته و ۴۵ فرودگاه دیگر مجموعاً سهمی برابر ۱۰ درصد داشته‌اند. حال آنکه عموماً بین فرودگاه‌های کم مسافر با یکی از دو فرودگاه اصلی تهران یا مشهد مسیر پروازی صرفاً با هدف اتصال شهرهای مبدأ مقصد برقرار است و تکمیل شبکه و افزایش دسترسی پذیری کل شبکه مدنظر نبوده است. تعداد زیاد فرودگاه‌های بدون استفاده یا با حداقل عملکرد در کشور از یک سو و خیل مسافران و صاحبان کالا که جهت رسیدن به مقصد نهایی پرواز مناسبی برایشان وجود ندارد یا روزهای متمادی باید منتظر اولین پرواز بمانند از مصادیق عدم بهره‌برداری مناسب از زیرساخت‌های موجود صنعت هوایی کشور است [۱۸].

جابه‌جایی هوایی پیشرفته را می‌توان یک زیرمجموعه اصلی و آینده‌نگرانه از حوزه هوانوردی عمومی نامید [۱۹، ۱۲]. اولین و مهم‌ترین ملاحظه در پرداخت به موضوع توسعه سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته، بررسی و شناخت ظرفیت‌هایی است که در این رابطه ایجاد خواهد شد که مهم‌ترین آنها عبارتند از: ارائه خدمات اجتماعی عمومی، ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار، توسعه فناوری‌های راهبردی و تقویت اقتصاد دانش‌بنیان، کسب سهم از زنجیره ارزش جهانی، ارتقای بهره‌وری زیرساخت فرودگاهی مراکز هوانوردی عمومی، بهره‌گیری از ظرفیت‌های مغفول شبکه پروازی و ظرفیت‌های توسعه گردشگری هوایی.

۴-۱-۶. ظرفیت‌های توسعه گردشگری هوایی

حمل‌ونقل از ارکان اصلی صنعت گردشگری می‌باشد و صنعت گردشگری به عنوان یکی از مهم‌ترین و پردرآمدترین منابع جهان در آغاز هزاره سوم به شمار می‌رود. صنعت توریسم در ایران به دلیل مسائل فرهنگی، سیاسی و فقدان توجه ویژه از سوی برنامه‌ریزان در سال‌های گذشته بسیار مهجور مانده است. این در حالی که توسعه این صنعت می‌تواند جایگزینی مناسب بر بخشی از درآمدهای نفتی باشد. اساساً توسعه و گسترش صنعت گردشگری منوط به توسعه امکانات حمل‌ونقل است و حمل‌ونقل هوایی با ایجاد امکانات دسترسی آسان و راحت، سریع و ایمن به نقاط مختلف و با فواصل زیاد سهم زیادی از جابه‌جایی گردشگران را به خود اختصاص داده است [۲۰]. هوانوردی عمومی این قابلیت را دارد که در کنار هوانوردی تجاری با استفاده از ظرفیت‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته در این زمینه نقش مهمی ایفا کند که مهم‌ترین آن ایجاد جاذبه، تسهیل دسترسی به مناطق گردشگری و کاهش زمان حمل‌ونقل برای گردشگران خارجی با هدف ترویج سفر به ایران است. در این خصوص کسب و کارهای مبتنی بر جابه‌جایی هوایی پیشرفته (ذیل هوانوردی عمومی) می‌توانند در اختیار گروه‌های گردشگری به خصوص تورهای ورودی به کشور قرار گیرد که با سرعت بالا و انعطاف بیشتر در برنامه‌ریزی، در مدت کوتاه، مقاصد بیشتری را به گردشگران خارجی نشان دهد که این بخش نیز در توسعه صنعت گردشگری، بسیار مؤثر است. همچنین سایر فرصت‌های گردشگری چون گردشگری غذا (جابه‌جایی در حداقل زمان بین اقوام و مناطق بومی)، اکوتوریسم یا طبیعت گردی و گردشگری کویری (ایرسافاری) از این طریق ایجاد می‌شود.

۴-۲. فناوری و توانمندی صنعتی

توسعه سامانه‌های هوایی پیشرفته نیازمند به کارگیری فناوری‌های نوینی نظیر پیش‌رانش و ذخیره انرژی، کنترل از راه دور و هوشمندسازی و پیکربندی هستند. از جمله این موارد می‌توان به طراحی هواگرد، سیستم‌های پیش‌رانش و انرژی، سامانه‌های کنترل از راه دور و خودران و... اشاره کرد. از این رو مقتضی است که برنامه‌ریزی‌های هدفمند در مورد این فناوری‌ها و فناوری‌های زیرساختی در کشور مورد توجه قرار گیرد.



۴-۲-۱. طراحی هواگرد

عمده هواگردهای نسل جدید خصوصاً هواگردهای عمودبرخاست از روتورهای متعدد برای به حداقل رساندن آلودگی صوتی (به دلیل سرعت چرخش) و نشست و برخاست در باند کوچک استفاده می‌کنند. این دوره جدید ظرفیت ارائه جستجو و نجات بهبود یافته، سهولت در سفرهای مسافت کوتاه، تحویل سریع تر بسته، بازرسی دقیق تر زیرساخت‌ها، جابه‌جایی بهتر درون شهری، و فرصت‌های بسیار بیشتری برای زندگی پذیرتر کردن شهرها برای جوامع در سراسر جهان را دارد [۵]. اما مشاهده می‌شود در طراحی وسیله پرنده پیکربندی واحدی وجود ندارد. همین امر چالش‌های فنی را افزایش می‌دهد. در این راستا نیاز به یک استاندارد واحد برای صدور مجوزها وجود دارد. مهم‌ترین مزایای این ملاحظه رعایت سقف آلودگی صوتی مجاز برای این هواگردهاست [۲۱].

۴-۲-۲. سامانه‌های پیش‌رانش و انرژی

دارا بودن فناوری‌های پیشرفته یکی از مشخصه‌های اصلی تاکسی‌های هوایی است. در طول دهه گذشته، پیشرفت‌های قابل توجهی به‌ویژه در مورد پیش‌رانه الکتریکی توزیع شده و باتری‌های ذخیره انرژی به دست آمده است [۲۲]. در خصوص ذخیره انرژی امروزه نگرانی‌هایی مربوط به عملکرد و ایمنی مرتبط با وزن باتری و ذخیره انرژی در آب و هواهای مختلف و همین‌طور اضطراب کاربران در میزان برد هواگرد وجود دارد. برای موارد استفاده از واکنش‌های اضطراری نظیر آمبولانس هوایی، دو عامل برق‌رسانی و محدودیت برد می‌تواند موانع قابل توجهی برای پذیرش آن در پی داشته باشد. موارد استفاده از واکنش اضطراری با هواگردهای برقی چالش‌های عملیاتی بالقوه‌ای را ایجاد می‌کند که مقتضی است در نظر گرفته شود؛ از آن جمله می‌توان به افزایش زمان توقف به دلیل شارژ و کاهش انعطاف‌پذیری مأموریت به دلیل محدودیت برد اشاره کرد. از این رو باید ملاحظات سیستم پیش‌رانه هواگردهای پیشرفته، جهت صدور گواهینامه مورد توجه قرار گیرد [۲۳، ۲۱].

۴-۲-۳. سامانه‌های کنترل از راه دور و خودران

در خصوص هدایت خودران و مرکز کنترل از راه دور در سامانه‌های هوایی شهری چالش‌های فنی و عملیاتی مختلفی وجود دارد که باید قبل از استقرار آن در مقیاس شهری بر آنها غلبه کرد. به‌طور خاص، ممکن است نگرانی‌های جامعه در ارتباط با هواگردهایی که از یک مرکز کنترل هدایت می‌شوند (از دیدگاه کاربران و غیر کاربران) وجود داشته باشد. نظر به عدم بلوغ فناوری‌های حوزه یادگیری ماشین و سایر الگوریتم‌های مورد استفاده باید گفت این موارد برای اتوماسیون غیرقطعی هستند، به این معنا که حتی برای ورودی یکسان، الگوریتم ممکن است رفتارهای متفاوتی را در اجراهای مختلف از خود نشان دهد. این دست موارد می‌تواند چالش‌هایی را برای صدور گواهینامه ایمن بودن این سیستم‌ها برای پرواز خودران ایجاد کند. در نگرانی‌های فنی و امنیتی (به‌عنوان مثال، مدیریت ترافیک بدون سرنشین و امنیت سایبری) وجود دارد که باید برای تطبیق عملیات‌های آزمایشی و هدایت از راه دور باید مورد توجه قرار گیرد [۲۳]. علاوه بر چالش‌های فنی، استفاده از سامانه‌های خودران برای اصلاح نقش‌ها، مسئولیت‌ها و صلاحیت‌های خلبانان (و سایر افراد شخص ثالث) مستلزم تغییرات هماهنگ در مقررات هوانوردی خصوصاً در حوزه‌های خط‌مشی عملیات مقطعی، هوانورد و هواگرد است [۲۱].

۴-۲-۴. ایمنی و امنیت: تناسب با اقلیم و تحمل شرایط نامساعد جوی

انتظار می‌رود آب و هوای نامناسب ثبات پرواز حمل و نقل هوایی پیشرفته را به چالش بکشد [۲۱]. انواع شرایط آب و هوایی مانند دید کم، یخبندان (برف / یخ که روی سطوح بدنه هواگرد جمع می‌شوند)، جهت باد و رعد و برق می‌توانند چالش‌های متعدد ایمنی، عملیاتی و قابلیت اطمینان را برای سامانه هوایی شهری ایجاد کنند. برخی از این چالش‌ها می‌تواند برای سامانه هوایی شهری به دلیل عملیات در ارتفاع پایین در مناطق شهری و مراحل حساس پرواز (نظیر، انتقال از پرواز عمودی به افقی برای عملیات نشست و برخاست عمودی) بیشتر باشد. استراتژی‌هایی که معمولاً در هوانوردی تجاری برای غلبه بر شرایط جوی نامطلوب استفاده می‌شوند، مانند تأخیر و تغییر مسیر پروازها به فرودگاه‌های جایگزین، در حوزه جابه‌جایی هوایی شهری کارآمد نیستند. زیرا یکی از ارزش‌های رقابتی سامانه جابه‌جایی هوایی شهری بر راحتی و صرفه جویی در زمان نسبت به سایر حالت‌های حمل و نقل استوار است. علاوه بر این، برخی فناوری‌ها نظیر پروازهای خودران در شرایط دید کم دچار کاهش عملکرد می‌شوند. به هر حال مطلوبیت شرایط جوی می‌تواند عامل مهمی برای موفقیت سامانه جابه‌جایی هوایی شهری باشد [۱۳]. این موضوع در کشور ما با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی، آب و هوای متنوع و نیز آلودگی هوا دارای اهمیت است.

۳-۴. زیرساخت (فیزیکی و ارتباطی)

زیرساخت‌ها را می‌توان به دو دسته زیرساخت‌های فیزیکی و سایبری دسته‌بندی کرد. مهم‌ترین زیرساخت‌های فیزیکی مواردی از قبیل ایمنی و امنیت فیزیکی، بخش فرودگاهی اعم از سکو و پایگاه و فرودگاه‌های عمودبرخاست، تعمیر و نگهداری، تأمین انرژی و همچنین موضوعات مرتبط با بخش معماری و شهرسازی است. زیرساخت‌های سایبری نیز در حوزه‌هایی نظیر امنیت سایبری، سامانه‌های مدیریت ایمنی، مدیریت ترافیک هوایی، ارتباطات، ناوبری و رادارهای نظارتی و... هستند که در ادامه توضیحاتی در خصوص آنها ارائه می‌شود.

۱-۳-۴. ایمنی و امنیت فیزیکی و سایبری

در هواگردهای شهری به دلیل فناوریانه بودن این صنعت ممکن است ویژگی‌های جدیدی توسعه یابد که قبلاً موجود نبوده است و لذا در ارائه خدماتی همچون تحویل کالا یا جابه‌جایی مسافر، تعاملات بالقوه بین افراد آموزش ندیده و پهبادهای یا ایرتاکسی می‌تواند چالش‌های ایمنی قابل توجهی ایجاد کند. به‌طور کلی برخی از مخاطرات قابل توجه در مسائل ایمنی و امنیتی در عملیات سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته که باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

۱. پرواز خارج از حریم هوایی تأیید شده؛
۲. نزدیکی ناامن به افراد / یا دارایی‌ها؛
۳. عدم کارکرد سیستم‌های حیاتی وسیله پرنده (به‌عنوان مثال، تخریب یا از دست دادن فرمان و کنترل، GPS، خرابی موتور و غیره)؛
۴. از دست دادن کنترل وسیله (به‌عنوان مثال، خرابی سیستم کنترل پرواز)؛
۵. خطرات امنیت سایبری؛
۶. خطرات جانی برای افراد داخل کابین؛
۷. سایر مخاطرات بالقوه نظیر عوامل ناشی از بحران جوی، پرندگان، دخالت مسافر (یعنی اختلال، هواپیماربایی، خرابکاری) و غیره [۲۳].

۲-۳-۴. بخش فرودگاهی (سکو و پایگاه و فرودگاه‌های عمودبرخاست)

استقرار موفقیت‌آمیز سامانه هوایی شهری به زیرساخت‌های گسترده‌ای مانند شبکه‌ای از فرودگاه‌های نشست و برخاست عمودی، جایگاه‌های شارژ / سوخت هوایی، ارتباطات، ناوبری، نظارت و زیرساخت فناوری اطلاعات نیاز دارد. در ابتدا شرکت‌های هواپیمایی ممکن است بتوانند از هواپیما و بالگردهای کوچک استفاده کنند. همان‌طور که سامانه هوایی شهری تکامل می‌یابد و سنجش می‌شود، زیرساخت‌ها و ارائه‌دهندگان خدمات توسعه و تطبیق می‌یابند. با این حال، ساخت فرودگاه‌های نشست و برخاست عمودی می‌تواند با چالش‌های مختلفی مانند مخالفت محلی، هزینه و ادغام چندوجهی مواجه شود. نکته مهم در بحث زیرساخت‌ها، شناخت ظرفیت‌های موجود و ارتقا و تطبیق آن با حداقل هزینه و تغییرات فیزیکی هستند. با این حال، ساخت فرودگاه‌های عمودبرخاست می‌تواند با چالش‌های مختلفی اعم از هزینه و ادغام چندوجهی مواجه است. در برنامه‌ریزی شهری، عواملی نظیر نوع عملیات، تقاضای مسافر، تراکم شهری و محیط‌های ساخته شده اطراف تأثیرگذار هستند [۱۳].

۳-۳-۴. تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری در این حوزه نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. اگرچه ملاحظات متعددی در مورد عملیات اولیه و مقیاس جابه‌جایی هوایی شهری موجود است. اما در موضوع‌هایی همچون چرخه‌های بازرسی تا تعمیر و نگهداری طولانی مدت سامانه‌های هیدروژنی یا برقی اقدامی انجام نشده است [۲۱] و به‌طور کلی تا به امروز استانداردهای تعمیر و نگهداری پیرامون جابه‌جایی هوایی شهری وجود ندارد.

۴-۳-۴. تأمین انرژی (ایستگاه‌های شارژ الکتریکی / سوخت‌رسانی)

مسئله تأمین نیرو در حوزه شهری بسیار بااهمیت است. برای هواگردهای عمودبرخاست زیرساخت‌های تقویت شبکه برق‌رسانی شهری ضروری خواهد بود و همچنین مدیریت اوج مصرف و پاسخ تقاضا در شبکه برق شهری موضوع‌های بااهمیتی هستند. در حالی که برقی‌سازی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثر است اما عملیات مقیاس‌پذیر سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری می‌تواند بر کاهش عملکرد شبکه برق شهری تأثیر بگذارد. از طرفی دیگر، مواردی نظیر ایمنی سوخت‌گیری (به‌عنوان مثال، در هواگردهای با سوخت هیبریدی)، زیرساخت شارژ و تعویض باتری نیز می‌تواند چالش‌های لجستیکی، عملیاتی و فنی مختلفی ایجاد کند [۱۳].



۵-۳-۴. معماری و شهرسازی

از دحام بیش از حد هواگردهای ارتفاع پایین در مناطق شهری و به‌ویژه برای استفاده‌های غیرضروری و نیز در استفاده از پهپادها برای تحویل اقلام خرده‌فروشی می‌تواند اختلالات بصری ناخواسته‌ای را ایجاد کند [۲۳].

از این‌رو نحوه معماری و طراحی شهری در امکان و ظرفیت‌های شهری توسعه این نوع سامانه‌ها نقش پررنگی می‌یابد. برخی از پژوهشگران مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد نیاز در طراحی پایانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری اعم از سکوها و پایگاه‌های عمود برخاست که در معماری شهری مورد ملاحظه قرار می‌گیرند دسته‌بندی کرده‌اند که در جدول ۱ به آن پرداخته شده است.

جدول ۱. برخی مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد نیاز در طراحی پایانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری [۲۴]

معیار	شاخص‌ها	توضیحات
ایمنی	فاصله مناسب از ساختمان‌های مجاور، جریان باد و آب و هوا	رعایت ایمنی افراد جامعه، وسایل نقلیه و اموال یکی از مهم‌ترین ملاحظات حین به‌کارگیری سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری هستند. از این‌رو، مخاطرات را نمی‌توان به‌طور کلی از بین برد، اما با اقداماتی نظیر اجتناب از نزدیکی به اجسام و ساختمان‌ها، پرواز در مناطق دارای شدت وزش باد بالا و یا شرایط جوی نامناسب (که می‌تواند پرواز را به خطر اندازد) کاهش یابد.
اجتماعی	رعایت شئون اخلاقی، حریم خصوصی و مالکیت، توجه به آلودگی‌های صوتی و بصری	به‌صورت کلی مطالعات نشان می‌دهد که سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری می‌توانند تحت تأثیر عوامل اجتماعی مختلفی مانند درک اجتماعی از ایمنی و امنیت، حریم خصوصی، مالکیت، آلودگی صوتی و بصری، آلودگی هوا و... قرار بگیرند و در جانمایی و طراحی پایانه‌های / پایگاه‌های نشست و برخاست عواملی از قبیل صدا، آلودگی بصری و حریم خصوصی تأثیر بالایی دارند.
عملکردی (نگرش سیستمی)	مدیریت جریان ترافیک هوایی، مدیریت حوادث غیرمترقبه و مدیریت ظرفیت‌ها و منابع	نگرش سیستمی بر مدیریت ترافیک هوایی اهمیت بسزایی دارد که ترافیک‌های هوایی و توجه به آن مستلزم راه‌حل‌های جدید و نوآورانه و در کل نگرش سیستمی در مدیریت ترافیک هوایی، ارتباطات، ناوبری و نظارت است.
عملکردی	نوع وسیله نقلیه، ظرفیت وسیله نقلیه، هماهنگی میان سایر وسایل نقلیه هوایی و بهره‌وری انرژی	طراحی پایانه هوایی بستگی به ویژگی‌های هواگردهایی دارد که از فضای هوایی استفاده می‌کند این وسایل از نظر اندازه، سرعت، قابلیت مانور، هماهنگی متفاوت هستند.

مأخذ: [۱، ۱۴، ۲۴، ۳۹، ۳۷]

۶-۳-۴. مقابله با تهدیدات سایبری

به‌نظر می‌رسد قابلیت‌های فعلی فناوری اطلاعات در تأمین امنیت سیستم‌های هوانوردی از طریق حفاظت و امنیت داده‌ها، نمی‌تواند برای عملیات حمل‌ونقل هوایی شهری کافی باشد. بنابراین، فناوری‌های جدید امنیت سایبری باید توسعه داده شوند تا عملیات امن حمل‌ونقل هوایی شهری را تضمین نمایند. هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی نقش مهمی در آینده امنیت سایبری هوانوردی خواهد داشت. از این‌رو، با هدف عملیاتی شدن امنیت در جابه‌جایی هوایی، از ابتدا باید مفاهیم عملیاتی با ملاحظه امنیت سایبری توسعه یابد و استانداردهای امنیت سایبری هوانوردی باید توسعه یافته و هماهنگ شوند [۲۱]. حملات سایبری مانند تزریق اطلاعات نادرست پرواز و ایجاد اختلال در مرکز کنترل هوایی و ارتباطات هواگردها، مخاطرات ایمنی و مشکلات امنیتی بالقوه قابل توجهی به‌همراه دارد. در برخی موارد، زیرساخت دیجیتال مشابه تجهیزاتی که در سایر وسایل نقلیه خودران استفاده می‌شود می‌تواند روی پهپادها و سامانه جابه‌جایی هوایی شهری نیز اعمال شود [۱۳].

۷-۳-۴. سامانه‌های مدیریت ترافیک هوایی و مدیریت ایمنی

خدمات جابه‌جایی هوایی شهری نیاز است در شبکه ترابری محلی موجود یکپارچه شود. همچنین تأثیر بصری هواگرد و زیرساخت باید محدود شود و چشم‌انداز شهر حفظ شود [۲۵]. لذا بازآرایی کارکرد حریم/فضای هوایی خصوصاً در مناطق شهری یک موضوع مهم و درعین حال چالش‌زاست. یک سیستم مدیریت ترافیک هوایی قدیمی و آنالوگ می‌تواند چالش‌های قابل توجهی برای سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری ایجاد کند. یکی از چالش‌های اصلی سامانه هوایی شهری این است که احتمالاً باید با زیست‌بوم‌های هوانوردی تجاری در زمینه‌های مختلف تعامل داشته باشد. از سویی، در زیست‌بوم هوانوردی تجاری، عملیات به‌واسطه خلبانان مجرب در ارتفاع مشخص و کنترل شده انجام می‌شود. از سوی دیگر در حوزه پهپادها به‌واسطه عملیات در ارتفاع نسبتاً پایین و کنترل نشده و با استفاده از مجموعه‌ای از مقررات متفاوت، اغلب با اپراتورهای نسبتاً بی‌تجربه، تکامل یافته است. از این‌رو فعال کردن یک سیستم مدیریت ترافیک هوایی نحوی که بتواند افزایش فعالیت پرواز را در یک زیست‌بوم واحد که مجموعه‌ای از کاربران فضای هوایی و روش‌های ارتباطی را در خود جای دهد و آن را مدیریت کند اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا طراحی سیستمی که از آخرین نوآوری‌ها بهره می‌برد و درعین حال امنیت سایبری و سازگاری با سیستم‌های موجود را تضمین می‌کند، کلیدی است [۲۳]. از نظر به برخی از خدمات جابه‌جایی هوایی شهری (شاتل هوایی و مترو هوایی) و همچنین خدمات ترابری قطب و اقماری که عمدتاً در فرودگاه‌های کشور انجام می‌شود نیز اقتضای ملاحظات مدیریت ترافیک هوایی مشاهده می‌شود. این موارد خصوصاً در حین نشست، تقریب و برخاست ایمن در کنار پهپادهایی که معمولاً در ارتفاعی کمتر از ۴۰۰ فوت کار می‌کنند، اهمیت می‌یابد [۱۳]. سامانه‌های هوایی شهری پایدار این ظرفیت را دارند که حمل‌ونقل هوایی و زمینی را با یکدیگر ادغام کرده و از حریم/فضای هوایی برای ایجاد یک سیستم چندحالتی و ایمن استفاده کنند. در کاربری‌هایی نظیر تحویل محموله و نیز حمل و نقل مسافران باید در بالاترین استانداردهای ایمنی و امنیتی باشد [۲۶].

۸-۳-۴. ارتباطات، ناوبری و رادارهای نظارتی

در حوزه ارتباطات و ناوبری، ملاحظات تطبیق و ایجاد ارتباطات امن و پرسرعت، ناوبری، نظارت و سایر زیرساخت‌های فناوری اطلاعات برای عملیات مقیاس پذیر سامانه جابه‌جایی هوایی شهری وجود دارد. اتکا به ارتباطات صوتی حاوی برخی چالش‌ها از جمله پاسخگویی به انتقال، مشکل در انتقال شنیداری و غیره است. انطباق سیستم‌های قدیمی، پیاده‌سازی فناوری‌های جدید، ارتقای سیستم‌ها و تضمین امنیت سایبری همه کاربران فضای هوایی مشترک، چالش‌های کلیدی را نشان می‌دهد [۱۳، ۲۷].

۴-۴. پذیرش اجتماعی

پذیرش اجتماعی فناوری‌های نوین بسیار موضوع بااهمیتی است به نحوی که درک منفی جامعه می‌تواند چالش‌هایی را برای پذیرش و در نتیجه توسعه یک فناوری ایجاد کند. در حالی که در نظرسنجی‌های مختلف تلاش شده است که موانع پذیرش جامعه درک شود، فقدان تجربه عمومی و واقعی با هواگردهای پیشرفته درون شهری باعث شده برای پاسخ‌دهندگان دشوار باشد که به‌طور دقیق در مورد آن اظهار کنند [۲۸، ۳۰]. با این حال برخی موضوعات کلیدی در سطح جهانی و عمومی از منظر پذیرش اجتماعی این نوع سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته وجود دارد که از جمله آنها نگرانی‌های بالقوه کلیدی نظیر آلودگی صوتی، آلودگی بصری و حریم خصوصی (به‌ویژه برای پروازهای بر فراز کاربری‌های مسکونی)، ایمنی و امنیت هستند [۱۳] که در ادامه بیشتر به آن پرداخته شده است.

۱-۴-۴. آلودگی صوتی

آلودگی صوتی یکی از مشکلات بالقوه‌ای است که به شدت بر سطح پذیرش هواگردهای عمودبرخاست در سطح جامعه اثر منفی دارد. این موضوع تنها مختص کشورمان نیست و در همه جای جهان مرتبط با حقوق شهروندی محسوب می‌شود. طبق پژوهشی عمومی که در چهار مکان لس‌آنجلس، مکزیکوسیتی، سوئیس و نیوزیلند انجام شده است، یکی از عوامل مؤثر بر پذیرش اجتماعی در این زمینه، نوع صدای تولید شده توسط هواگردهای و حجم صدای تولید شده از آن است. در مطالعه‌ای دیگر در خصوص آلودگی صوتی پهپادها و تاکسی‌های هوایی به ترتیب ۵۲ و ۵۳ درصد از پاسخ‌دهندگان در این باره ابراز نگرانی کرده‌اند. هرچند پیش‌بینی شده است که با بلوغ بازار سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری نگرانی‌های مربوط به آلودگی صوتی از طریق پیشرفت‌های فناوریانه کاهش خواهد یافت. به هر حال سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری به دلیل ماهیت پرواز در سطح پایین بر فراز مناطق شهری پرجمعیت، همراه با عملیات مقیاس‌پذیر، نیاز به رعایت استاندارد صوتی سخت‌گیرانه‌تری خواهند داشت [۲۳، ۲۹].



۴-۴-۲. حریم خصوصی

یکی دیگر از نگرانی‌های بالقوه در رابطه با پهنپادها و سامانه‌های جابه‌جایی شهری، نگرانی شهروندان نسبت به نقص حریم خصوصی به دلیل پرواز هواگردهای ارتفاع پایین بر فراز منازل مسکونی است؛ در مطالعه انجام شده این نگرانی‌ها خصوصاً در زمان‌های استراحت یا حضور در منزل افزایش می‌یابد [۲۳] و زیرساخت‌های قانونی در مورد آن به شدت احساس می‌شود.

۴-۴-۳. ایمنی و امنیت (از نگاه پذیرش اجتماعی)

نظرسنجی‌های آژانس هوانوردی اروپا در خصوص پذیرش اجتماعی نشان می‌دهد ایمنی به عنوان رایج‌ترین نگرانی برای پاسخ‌دهندگان اروپایی رتبه‌بندی شده است. آژانس ایمنی هوانوردی اروپا در نظرسنجی خود بیان کرده است که ۳۹ درصد پاسخ‌دهندگان در مورد هواگردهای بدون سرنشین و ۲۹ درصد در مورد تاکسی‌های هوایی دیدگاه منفی دارند؛ همچنین سطح اعتماد به امنیت و امنیت سایبری فناوری جابه‌جایی هوایی شهری کمی بالاتر از ۵۰ درصد است. نظرسنجی مشابه دیگری در آلمان نیز نشان می‌دهد که ۵۳ درصد از پاسخ‌دهندگان احساس ایمنی و امنیت از این نوع سفر هوایی ندارند. همچنین تمایل به استفاده از خدمات جابه‌جایی هوایی شهری با هدایت از راه دور در مقایسه با خدمات با خلبان داخلی کمتر است [۳۱]. باین حال، تحقیقات نشان می‌دهد که سطوح اعتماد یا ادراک ایمنی به طور قابل توجهی تحت تأثیر خاصیت جمعیت‌شناسی قرار دارند. به عنوان مثال، افراد جوان تر تمایل بیشتری نسبت به افراد مسن تر به سامانه‌های خودران دارند. همچنین در این مطالعه زنان با سوار شدن به هواگردهای عمود بر خاست با خلبان یا حداقل نوعی نظارت امنیتی در کابین هواپیما احساس راحتی بیشتری می‌کنند [۳۲، ۳۳].

۴-۴-۴. برابری اجتماعی و مقرون به صرفه بودن

خدمات فعلی جابه‌جایی هوایی مسافران در سامانه‌های پیشرفته و عمود بر خاست، در حال حاضر در همه جای دنیا در زمره خدمات لوکس یا ممتازی محسوب می‌شوند. نگرانی‌هایی وجود دارد که سامانه‌های جابه‌جایی هوایی شهری نتوانند یک گزینه حمل و نقل مقرون به صرفه برای خانوارهای با درآمد پایین و متوسط باشد. علاوه بر این، مهم است که با نگاهی به رویکرد حمل و نقل پایدار، برای افراد دارای معلولیت و سایر کاربران با نیازهای ویژه قابلیت دسترسی وجود داشته باشد [۱۴].

همچنین فقدان مقرون به صرفه بودن سامانه‌های جابه‌جایی شهری ممکن است یکی از بزرگ‌ترین موانع پذیرش جامعه باشد. در حالی که طرفداران جابه‌جایی هوایی شهری آن را با هوانوردی تجاری در زمان رشد و متعادل شدن هزینه سفرهای هوایی در زمان بلوغ بازار مقایسه می‌کنند (اگرچه مدل‌های تجاری عملیات هواگردهای برقی درون شهری با هواگردهای تجاری متفاوت است) اما در صورت قیاس صحیح نیز دهه‌ها طول خواهد کشید تا این صنعت به واسطه بازار بالغ بتواند مقرون به صرفه شود. در بعضی منابع قیمت ارائه خدمات جابه‌جایی هوایی به نسبت بالا تخمین زده شده است. اما در مورد اینکه سامانه جابه‌جایی هوایی شهری در نهایت چقدر هزینه خواهد داشت، چقدر طول می‌کشد تا به صرفه شود و چه نوع سرمایه‌گذاری باید از آن پشتیبانی کند، هنوز نامشخص است [۱۲، ۱۳، ۳۴]. از این رو هر چند حمل و نقل هوایی مقیاس بزرگ با این نوع حمل و نقل متفاوت است اما با تأکید بر همین نکات و قیاس قیمت‌های مسافرت هوایی و کاهش تقاضای ناشی از قیمت نسبت به سایر مدهای حمل و نقلی در کشور ما می‌توان چنین پیش‌بینی کرد که در بحث تاکسی‌های هوایی نیز چالش تفاوت قیمت با سایر مدهای حمل و نقل بین شهری یا درون شهری همچنان پا بر جا بماند و در نتیجه افراد ثروتمندتر را به سمت دریافت این خدمات سوق خواهد داد و موضوع شکاف اجتماعی را جدی‌تر خواهد کرد.

۴-۵. سیاست و قانونگذاری

۴-۵-۱. رویکردها و اولویت‌های سیاست‌گذاران

از منظر جابه‌جایی هوایی پیشرفته می‌توان به دو حوزه هواپیماهای کوچک اشاره کرد. این حوزه اگرچه تشابهات بسیاری با تاکسی هوایی دارد اما از دیدگاه حمل و نقل پایدار و هوشمند و نوع زنجیره ارزش باید گفت کاستی‌های غیرقابل اغمازی در هر دو حوزه از بعد قوانین بالادستی مشاهده می‌شود. علاوه بر آن، خاطر نشان می‌شود این زیست‌بوم علاوه بر تمرکز بر تولید هواگردهای پیشرفته به سامانه‌های کاربردی متصل به هواگردها نیازمند است. در ایران موضوع هواپیماهای کوچک مقیاس تا حدی به توسعه زیست‌بوم هوانوردی و حمل و نقل عمومی کشور

وارد شده است. همچنین باید به اولویت‌های مشخص شده در طرح جامع حمل و نقل کشور در موضوع تأمین ناوگان هوایی سبک و فوق سبک (کوچک) و زیرساخت‌های مورد نیاز آن اشاره کرد. همچنین سند جامع توسعه هوافضا نیز به این حوزه اشاراتی دارد. در موضوع ریزپرنده‌ها علاوه بر موارد مطروحه، اقدام‌هایی نیز در رابطه با ساماندهی آنها از سوی برخی دستگاه‌ها در حال انجام است اما در رابطه با تاکسی‌های هوایی تاکنون موردی مشاهده نشده است.

۲-۵-۴. جامعیت و یکپارچگی قوانین از منظر مقررات نظارتی جهانی

برای صدور گواهینامه و استفاده مجاز از بسیاری از این عملیات و فناوری‌های مرتبط با هواگردهای پیشرفته احتمالاً معافیت‌ها، تغییرهای خط‌مشی و مقررات اضافی مورد نیاز است [۱۴]. از آنجا که ساختار نظارتی فعلی جهانی به علت نبودن این حوزه، جامعیت کافی برای انجام این فعالیت‌ها را ندارد، بازار هواگردهای نسل جدید به مقررات هوانوردی اصلاح شده و افزوده‌ای نیاز دارد. از جمله قوانین و مقررات در این باره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مقررات مربوط به پرواز در دید خلبان،^۱
- مقررات مربوط به عملیات بر فراز جمعیت، خیابان‌ها و غیره،
- مقررات مربوط به حمل محموله‌های هوایی تجاری فرامرزی،
- مقررات مربوط به جابه‌جایی مسافر یا بیمار در هواگردهای خودران و پهپادها،
- مقررات مربوط به صدور مجوزها و صلاحیت پروازی هواگردهای خودران،
- آموزش‌های مورد نیاز برای خلبانان و اپراتورها [۱۵].

در کشور ما نیز باید تمهیدات کارشناسی لازم متناسب با الزامات و اقتضائات قانونی و مقرراتی (ملی و بین‌المللی)، امنیتی، اقلیمی و... ملاحظه شود.

۳-۵-۴. مدل‌های تجاری شراکت حاکمیت و بخش خصوصی

چگونگی تأمین مالی زیرساخت‌های مورد نیاز، ملاحظات نحوه فعالیت بخش خصوصی و نحوه مشارکت‌های آن با دولت یکی از جنبه‌های مهم اقتصادی بودن اجرای طرح‌ها در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی پیشرفته است. زیرساخت‌ها به روش‌های مختلفی اعم از دولتی، خصوصی یا مشارکتی تأمین مالی می‌شوند. زیرساخت‌های تأمین مالی دولتی می‌توانند شبکه بزرگ‌تری از ارتباطات لجستیکی در قالب توسعه پایدار ایجاد نمایند به نحوی که از یکپارچگی جامعه حمایت کند در حالی که زیرساخت‌های تأمین مالی خصوصی ممکن است هم سریع‌تر تأمین مالی و ساخته شوند و هم خدمات اختصاصی ارائه دهند [۳۵]. شایان ذکر است در کشور ما به‌طور عملیاتی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح و سپاه پاسداران انقلاب اسلامی و سایر مجموعه‌های ذیل آنها، نقش کلیدی در ساخت هواگردها و پهپادها دارند. همچنین به لحاظ داشتن زیرساخت‌های مهمی به لحاظ فناوری، بازیگر مهمی در این زیست‌بوم به شمار می‌آیند که این امر ضرورت ایجاد یک الگوی مناسب مشارکت را ضروری می‌سازد به نحوی که بخش خصوصی بتواند در تعامل با بخش دفاعی رشد و توسعه یابد.

۴-۵-۴. ایمنی و امنیت - هماهنگی با نهادهای امنیتی جهت پیشگیری از عملیات خرابکارانه، تهدیدات تروریستی و هواپیماربایی

یکی از چالش‌های پیش‌روی هوانوردی، عملیات خرابکارانه، هواپیماربایی و نحوه مقابله با آن است. هواپیماربایی، با اهداف و انگیزه‌هایی چون مقاصد سیاسی و حکومتی، تبلیغاتی، مالی، روانی، جنایی، قومی، مذهبی و... رخ می‌دهد. جامعه بین‌المللی از طریق همکاری جهانی در رابطه با جرم‌انگاری عملیات تروریستی موفقیت‌ها و دستاوردهایی را داشته است. البته رعایت عوامل مؤثر در تأمین امنیت هواگردها به‌ویژه رعایت استانداردها و مقررات مزبور در پیش‌گیری از اقدام‌های تروریستی ضرورتی انکارناپذیر است. این امر از آن جهت حائز اهمیت است که هرگونه اختلال و خرابکاری بر فراز مناطق شهری به علت نزدیکی به ساختمان‌ها و اجتماعات به مراتب پیامدهای قابل توجهی به بار خواهد آورد. گفتنی است در ایران نیز مواردی همچون «ماده‌واحد مجازات اخلاص کنندگان در امنیت پرواز هواپیما و خرابکاری در وسایل و تأسیسات هواپیمایی» مصوب ۱۳۴۹ به‌طور ویژه در خصوص حفظ امنیت هوانوردی همگام با اسناد بین‌المللی به تصویب رسیده است [۳۶].

1. Visual Line Of Sight (VLOS)



به دلیل وجود مناطق متعدد پرواز ممنوع در ایران، رعایت الزامات امنیت حریم هوایی خصوصاً در پایتخت و برخی دیگر از کلان شهرها اهمیت فوق العاده‌ای دارد و استقرار سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته اعم از پهپاد تا تاکسی هوایی و غیره جهت جلوگیری از بروز هرگونه آسیب امنیتی، نیازمند موافقت و هماهنگی دستگاهی و نظارت نهاد‌های امنیتی است. این امر مخصوصاً در مورد سامانه‌های خودران یا کنترل پذیر از راه دور بسیار حائز اهمیت است. در نتیجه امکان رصد و کنترل لحظه‌ای انواع هواگردها از مهم‌ترین ابزارهای بخش امنیتی است که البته به واسطه پیشرفت‌های فناوریانه قابل حصول است.

۵-۴-۵. ایمنی و امنیت - ملاحظات امنیت بخشی به کاربران و غیر کاربران

همان‌طور که قبلاً بیان شد، پذیرش اجتماعی بستگی به درک ایمنی و سایر جنبه‌های مرتبط با مزایای این فناوری‌ها دارد. ایمن نگه داشتن مردم و اطمینان از اینکه مردم احساس امنیت کنند دو چالش متفاوت هستند. لذا فعالان ایمنی در جابه‌جایی هوایی شهری باید به دنبال اجرای برنامه‌هایی باشند که هم ایمنی عملیاتی کاربران و سایر شهروندان و هم احساس امنیت آنها را فراهم آورد. مردم انتظار دارند ارائه دهندگان خدماتی که با آنها در تعامل هستند تضمین کنند که این نوع پروازها خطری برای سلامت جسمی، روانی یا مالی آنها به همراه ندارد. لذا هرگونه حادثه، حتی جزئی و رایج برای جامعه هوانوردی، به دلیل حساس بودن این حوزه ممکن است باعث ایجاد احساس ناامنی عمومی چه برای آنها که از این خدمات بهره می‌گیرند و چه برای آنها که استفاده نمی‌کنند اما در معرض عواقب آن قرار می‌گیرند شود [۲۱].

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

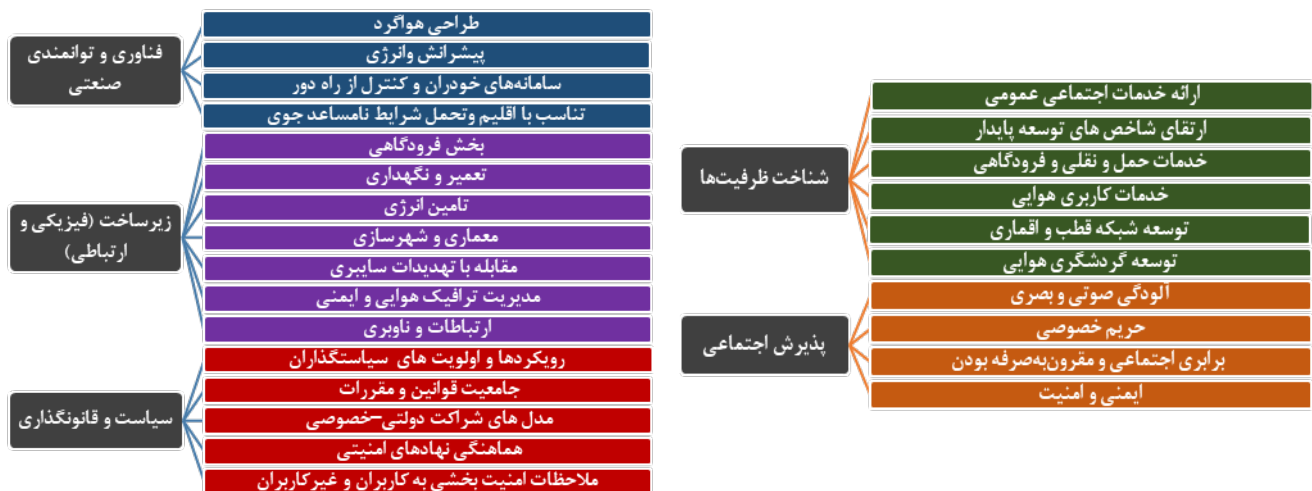
در تعریف کلی، سامانه جابه‌جایی هوایی پیشرفته شامل توسعه و بهره‌برداری از طیف وسیعی از هواگردهای جدید با قابلیت عمودبرخاست با پیش‌رانه متنوع (عمدتاً الکتریکی) است که امکان جابه‌جایی مسافر و کالا برحسب تقاضا (برنامه‌ریزی نشده) و همین‌طور عملیات ویژه هوایی (حوزه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، صنعت، پدافند غیرعامل و خدمات اورژانس) را به صورت ایمن، پاک و کارآمد در پروازهای کوتاه‌برد و میان‌برد فراهم می‌کند. مهم‌ترین اهدافی که در زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته دنبال می‌شود، ارائه خدمات نوین، متنوع و سریع در یک شبکه عملیات ایمن و کارآمد هوایی به صورت گسترده، پویا و پشتیبانی از پایداری آن است. در ایران موضوع هواپیماهای کوچک مقیاس تا حدی به توسعه زیست‌بوم هوانوردی و حمل‌ونقل عمومی کشور وارد شده است.^۱ همچنین باید به اولویت‌های مشخص شده در طرح جامع حمل‌ونقل کشور در موضوع تأمین ناوگان هوایی سبک و فوق سبک (کوچک) و زیرساخت‌های مورد نیاز آن اشاره کرد. سند جامع توسعه هوافضای کشور مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی نیز به این حوزه اشاره‌هایی کلی دارد. با این حال این نکته را باید به شدت تأکید نمود که توسعه این نوع سامانه‌ها با هدف سفرهای هوایی درون شهری کاملاً به ویژگی‌های ساختاری جامعه و ساختار حکمرانی وابسته است. محدودیت‌های سرزمینی، ملاحظات دفاعی و امنیتی، قوانین محدودیت پروازها و حفاظت از آنها، نرخ پذیرش اجتماعی با ملاحظات هم‌چون مقرون به صرفه بودن، برابری اجتماعی، حریم خصوصی و طراحی شهری همگی از جمله این موارد هستند.

در قانون برنامه هفتم پیشرفت صراحتاً به زیست‌بوم مورد بحث در گزارش حاضر اشاره‌ای نشده است. اما نظر به بالا بودن سطح فناوری (فناوری‌های تک) و ارتباط آن با حمل‌ونقل هوایی می‌توان به مواد (۹۹) و (۱۱۹) قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت اشاره کرد. در ماده (۹۹) افزایش شتاب پیشرفت علمی، فناوری و نوآوری و کسب سهم ۷ درصدی محصولات با فناوری متوسط به بالا از تولید ناخالص داخلی تأکید شده است. همچنین در بند «۲۵» ماده (۱۱۹) دولت مکلف است نسبت به تعیین طرح‌های پیشران از جمله «حمل‌ونقل هوایی» و «طراحی، ساخت و تولید هواپیماهای مسافربری و ترابری» اقدام لازم را در چارچوب قوانین به عمل آورد.

در این پژوهش تلاش شد که این ملاحظات و ویژگی‌ها از منظر کلی و از منظر کشور مادر پنج قالب کلی و جزئیات آن مورد بررسی قرار گیرند که در شکل ۳ به طور خلاصه نشان داده شده است.

۱. گفتنی است دو حوزه هواپیماهای کوچک و ریزپرنده‌ها اگرچه تشابهات بسیاری با موضوعاتی نظیر تاکسی هوایی و پهپادهای هوشمند دارند اما از دیدگاه حمل‌ونقل پایدار و هوشمندی و نوع زنجیره ارزش تفاوت وجود دارد.

شکل ۳. اهم ملاحظات در زیست بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته



در کنار مزایایی همچون جذابیت پرداختن به توسعه صنایع هوایی مخصوصاً از نوع درون شهری و دریافت خدمات آن، وجود حد قابل قبولی توانمندی‌های دانشی در کنار توانمندی‌های زیرساختی در بخش دفاعی که امکان سرریز فناوری و توسعه فناوری‌های چندمنظوره را عملی می‌سازد و در عین حال استفاده از ظرفیت شبکه قطب و اقمار کشور موانع بسیار جدی و چالشی در مسیر انتخاب راهبردهای مرتبط با توسعه این سامانه‌ها با هدف توسعه حمل و نقل درون شهری وجود دارد که مهم‌ترین آنها ملاحظات امنیتی و مخاطرات بالقوه استفاده در کلان شهر به دلیل تراکم جمعیت بالا، ملاحظات سیاسی و امنیتی در برخی شهرهای دارای تجهیزات حساس و حیاتی کشور، هزینه بالای دریافت این خدمات، امکان ایجاد نابرابری اجتماعی در دریافت این نوع خدمات، فقدان انطباق و پذیرش مردم نسبت به تغییرات و چالش در ایجاد هماهنگی بین نهادهای امنیتی، دفاعی، دولتی و خصوصی به عنوان اضلاع اصلی کنشگران این حوزه است. به طور کلی با بررسی ابعاد متفاوت این ملاحظات، عوامل تأثیرگذار بر انتخاب یا فقدان انتخاب راهبرد توسعه این نوع سامانه‌های هوایی پیشرفت در قالب جدول زیر احصا شده است.



جدول ۲. تحلیل عوامل تأثیر گذار بر پیاده‌سازی زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی پیشرفته (تمرکز بر شهری)

فرصت (O)	تهدید (T)
- توسعه خدمات اجتماعی عمومی (واکنش به بلایا، امدادرسانی، اورژانس، و...) - وجود یک بازار رو به رشد خدمات هواگردهای پیشرفته در کشور خصوصاً در حوزه کشاورزی و پایش زمین، ظرفیت شبکه ارتباطی قوی و کمربندی‌های مناسب در اطراف فرودگاه، توسعه پروازی شبکه قطب و اقمار و شاتل و مترو هوایی و نیز پروازهای از قبل برنامه‌ریزی نشده، اشتغال‌زایی، تقویت اقتصاد دانش‌بنیان و افزایش درآمدها در صنایع دانش‌بنیان و بخش گردشگری و گردشگری هوایی کشور، - رشد فزاینده فناوری نوظهور و امکان ورود به موقع و کسب سهم در زنجیره ارزش جهانی، - حرکت جهانی به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه شهرهای هوشمند در راستای توسعه پایدار، - بهره‌گیری از راهکارهای موجود در معماری پایدار و توسعه حمل‌ونقل پایدار، امکان ایجاد پایانه عمود برخاست در منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران و یا مجاورت سایر کلان‌شهر، - تمایل نسل جوانان به‌منظور استفاده از این نوع سامانه.	- قوانین سخت‌گیرانه و به‌تبع آن کوچک شدن و از دست رفتن بازار، - ورود بخش‌های حاکمیتی به بازار، انحصارطلبی و تشکیل بازار غیر رقابتی، - محدودیت‌های واردات تجهیزات با کاربرد دوگانه دفاعی - غیردفاعی، - ملاحظات امنیتی و مخاطرات بالقوه استفاده در کلان‌شهر به‌دلیل تراکم جمعیت بالا و همچنین اهمیت سیاسی، اجتماعی کلان‌شهر تهران، - نگرانی در مورد انواع مخاطرات ایمنی و امنیتی در حوزه‌های فیزیکی و سایبری ملاحظات آلودگی صوتی و بصری و حریم خصوصی، - مشکلات جابه‌جایی هوایی شهری در نقاط متراکم شهری، - کمبود زمین‌های بایر در داخل کلان‌شهر به‌منظور تعبیه پایانه هوایی، - سرمایه‌گذاری‌های کلان و رقابت کشورهای همسایه در توسعه بازار و ورود به زنجیره ارزش جهانی، - بازخوردهای منفی به جهت کاهش پذیرش اجتماعی، - نوآوردن ایده زیست‌بوم جابه‌جایی هوایی شهری و فقدان وجود تخصص کافی در میان معماران شهری، - تولید محدود و نابرابری عرضه و تقاضا.
قوت (S)	ضعف (W)
- ظرفیت و توانمندی داخلی اعم از نیروی انسانی نخبه، شرکت‌های دانش‌بنیان، - اسناد بالادستی حمایت‌کننده، نظیر قانون حداکثر، جهش تولید، سندجامع توسعه هوافضا و سند طرح جامع حمل‌ونقل، - توانمندی فنی داخلی ناشی از سرریز فناوری دفاعی، - وجود مراکز متعدد هوانوردی عمومی در کشور، - توانمندی بالای بخش دفاعی کشور در کنترل امن فضا / حریم هوایی سرزمینی، - پذیرش اجتماعی قابل قبول در ارزیابی‌های انجام شده، - آثار مطلوب در ابعاد ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار نظیر کاهش استفاده از منابع تجدیدناپذیر انرژی و کاهش آلودگی، - وضعیت رو به رشد زیرساخت‌های ارتباطی و ابزارهای هوشمند در کشور.	- آشنایی ناکافی با موضوع و فقدان اولویت‌دهی موضوع توسط سیاستگذاران، - فقدان کفایت اسناد و قوانین بالادستی و نبود یک سیاست روشن و شفاف در قبال مقیاس، مأموریت و حیطه عمل زیست‌بوم، - تفاسیر مختلف از سیاست‌های صنعتی و فناوریانه داخلی واردات هدفمند و نظارت بر آن در این حوزه، - عدم کفایت (بلوغ) سطح فناوری و توانمندی صنعتی در برخی گلوگاه‌های فناوری نظیر پیش‌رانش و ذخیره انرژی سامانه‌های خودران و کنترل از راه دور در قیاس با روند پیشرفت فناوری و استانداردهای جهانی - هزینه بالای واردات / تولید تجهیزات و زیرساخت‌ها و محدودیت منابع مالی - عدم صرفه در کوتاه‌مدت (به جهت کند بودن مؤلفه زمان عرضه به بازار)، - چالش‌های معیارسنجی و استاندارددهی به تولیدات داخل در مقایسه با استانداردهای سختگیرانه ایمنی جهانی، - عدم تنوع مدل‌های تجاری شراکت حاکمیت و بخش خصوصی در زیست‌بوم مذکور، - هزینه بالای خدمات جابه‌جایی مسافر با توجه به تفاوت قیمت خدمات با سایر مدهای جابه‌جایی درون‌شهری، - مسائل مدیریت ترافیک هوایی و مدیریت ایمنی هوایی، - کمبود داده‌ها و اطلاعات فنی و پیش‌بینی مخاطرات بالقوه - عدم وجود تخصص کافی در میان معماران و سایر مهندسين - کمبود پژوهش‌های کاربردی.

اهمیت بالا
اهمیت متوسط
اهمیت پایین

مأخذ: [۱، ۱۴، ۲۴، ۳۷-۳۹] و نتایج مطالعه حاضر.

در کلان موضوع، از منظر یک سناریو اقتصادی، اهمیت حمل‌ونقل آن قدر زیاد و گسترده است که می‌توان آن را یک زمینه مناسب در راستای توسعه اقتصادی قلمداد کرد. لذا بر این اساس، برنامه‌ریزی مناسب و دقیق در این زمینه و بهبود و ساماندهی زیرساخت‌های حمل‌ونقل باعث کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و تولید شده و آثار مطلوبی را بر اقتصاد یک جامعه بر جا می‌گذارد. اما در سناریوی دیگر و از منظر فرهنگی، امنیتی و اجتماعی شرایط به گونه‌ای دیگر است و نگرانی‌هایی در این باره وجود دارد که در صورت فقدان مرتفع ساختن آنها، این رویکرد آسیب‌زا خواهد بود. با توجه به موارد مطروحه و ملاحظات مطرح شده، به نظر می‌رسد راهبرد توسعه سامانه‌های هوایی پیشرفته درون شهری نمی‌تواند در کوتاه‌مدت حائز اولویت و اهمیت باشد. با این حال می‌توان گفت با توجه به پیش‌زمینه ایمنی بالا و اعتماد به عملکرد هواگردهای عمودبرخاست و ارزیابی مثبت در سایر کشورها، به‌ویژه در مراحل اولیه انتظار می‌رود که اولویت‌ها به نفع خدمات اجتماعی عمومی جهت‌گیری کند. همچنین با توجه به زیرساخت‌های گران این حوزه، مقتضی است بخش حاکمیتی در حوزه‌های ارائه خدمات اجتماعی عمومی با بخش خصوصی همکاری و مشارکت نماید و در این راستا حمایت‌هایی انجام دهد.

از جمله اقدام‌هایی که برای میان‌مدت می‌تواند مدنظر قرار گیرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

■ توسعه خدمات اورژانس هوایی در مناطق متراکم شهری و نیز در مناطق صعب‌العبور، کم‌برخوردار و عملیاتی؛

■ تقویت گردشگری هوایی در مناطق دارای فرودگاه هوانوردی عمومی با توجه به اقدامات انجام شده تاکنون (در پیوست گزارش حاضر به آنها اشاره شده است).

در این راستا مقتضی است بخش دفاعی و دولت با همکاری بخش خصوصی و شهرداری‌ها طرحی در این خصوص، مثلاً یک نسخه تدبیر عملیات،^۱ پیش‌بینی و آماده‌کند و به‌صورت مفهومی راهبردهای لازم برای پیشبرد این اهداف مشخص (انتخاب مکان عمل، تعداد سامانه مورد نیاز، تخمین منابع مالی مورد نیاز، مدل مشارکت بخش خصوصی، الزامات هوایی، اطلاعاتی و...) را تشریح نماید و سپس در هر مرحله به رفع چالش‌ها و ملاحظات بپردازد. برای مثال، برای فعال کردن این سامانه به شیوه گردشگری هوایی در استان‌های کشور غیر از تهران و کرج و راه‌اندازی اورژانس هوایی در مناطق حادثه‌خیز به‌صورت پایلوت می‌تواند برنامه پنج‌ساله جهت توسعه و دستیابی به این سامانه را مورد ملاحظه قرار دهد. اجرای برنامه پایلوت در میان‌مدت و متمرکز بر هدف‌های مشخص و محدود شده، می‌تواند مسیر بلوغ فناوری‌ها، سامانه‌ها و عملیات مورد نیاز در ابعاد وسیع‌تر و پیچیده‌تر را نیز فراهم سازد و برنامه بلندمدت را به سمت عمومی‌تر کردن این خدمات و اقتصادی‌تر کردن آن سوق دهد. خلاصه موارد در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارش‌های راهبردی / نظارتی

ردیف	نوع توصیه		توصیه سیاستی	الزامات و قیود اجرایی	دستگاه متولی	دستگاه معین	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	ملاحظات
	تداوم*	اصلاح**						
۱		■	اصلاح سند جامع توسعه هوافضای کشور	-	شورای عالی انقلاب فرهنگی	-	کوتاه‌مدت	ملاحظه نظرات بازیگران و ذینفعان
۲		■	ملاحظه در لوابح مربوط به ساماندهی پهپادهای غیر نظامی	-	مجلس شورای اسلامی	-	کوتاه‌مدت	دریافت نظرات بازیگران و ذینفعان
۳	■		توسعه خدمات اورژانس هوایی در مناطق متراکم شهری و نیز در مناطق صعب‌العبور، کم‌برخوردار و عملیاتی	تایید دستگاه‌های امنیتی	وزارت راه و شهرسازی	- وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی - معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان	میان‌مدت	-

1. Concept of Operations (ConOps)



ردیف	نوع توصیه		توصیه سیاستی	الزامات و قیود اجرایی	دستگاه متولی	دستگاه معین	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	ملاحظات
	تداوم	اصلاح						
۴		■	تقویت گردشگری هوایی در مناطق دارای فرودگاه هوانوردی عمومی با توجه به اقدامات انجام شده تاکنون	تأیید دستگاه‌های امنیتی	وزارت راه و شهرسازی	– سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری – معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان	میان‌مدت	–
۵		■	پیش‌بینی و تدوین طرح عملیاتی با هدف تشریح راهبردها و رفع چالش‌ها و ملاحظات	–	وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح	– وزارت راه و شهرسازی	کوتاه‌مدت	دریافت نظرات بازیگران و ذینفعان

* تداوم یا تقویت آیتم‌ها یا اقدامات
** اصلاح رویه‌ها یا ایجاد سازوکارها

۶. پیوست

نظر به مطالعات انجام گرفته توسط مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت ریاست جمهوری (جدول ۱ پیوست)، برخی از مهم‌ترین ظرفیت‌های اقتصادی هوانوردی عمومی کشور احصا شده که حاکی از ظرفیت بالای این حوزه است.

جدول ۱ پیوست. ظرفیت‌های اقتصادی هوانوردی عمومی در کشور بر حسب مراکز هوانوردی عمومی

ردیف	مراکز هوانوردی عمومی	ظرفیت‌های اقتصادی اعم از گردشگری، بازرگانی، جابه‌جایی مسافر و بار و انتقال مرسولات پستی
۱	چابهار	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد ایرانشهر، زاهدان، بندرعباس و بندر گوادر پاکستان، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند جنگل حرا چابهار، محوطه تاریخی تیس، کوه‌های مریخی چابهار، ساحل صخره‌ای چابهار (ساحل دریا بزرگ)، تالاب لیپار و
۲	ایرانشهر	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد چابهار، زاهدان، بندرعباس و کرمان، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند قلعه ناصری ایرانشهر، رودخانه بمپور، چشمه آب گرم بزمان، گورستان اسپیدژ، آبشار پورا، چشمه آب گرم هودیان، چشمه آب معدنی کتوکان، چشمه آب گرم تشت و ...، - امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی جهت ارسال محصولات کشاورزی به‌ویژه خرما به زاهدان، چابهار، و بندرعباس جهت صادرات.
۳	زاهدان	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد چابهار، ایرانشهر، بیرجند و کرمان، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند جاذبه‌های تاریخی زاهدان، کوه لوچو، آبشار لادیز میرجاوه، محوطه تاریخی شهر سوخته و
۴	بیرجند	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد زاهدان، کرمان، یزد، طبس و مشهد، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند جاذبه‌های تاریخی بیرجند (عمارت کلاه‌فرنگی و کهن‌دژ شهر)، آبشار گیوک، سد بند دره، باغ و کوشک امیرآباد، قلعه فورک و ...، - امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی جهت ارسال محصولات کشاورزی به‌ویژه زعفران به مشهد.

ردیف	مراکز هوانوردی عمومی	ظرفیت های اقتصادی اعم از گردشگری، بازرگانی، جابه جایی مسافر و بار و انتقال مرسولات پستی
۵	مشهد	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد بیرجند، طبس، بجنورد، سبزوار، نیشابور، سرخس، فردوس، گرگان و ... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) شهر و منطقه مانند حرم امام رضا، آرامگاه نادرشاه، شانديز، طر قبه، آرامگاه فردوسی، مجموعه هارونیه، کلات نادری و کاخ خورشید، شهر تاریخی تابران توس، برج رادکان چناران، چهارطاقی بازه هوره، سد بند گلستان، میل اخکان، مجموعه کوه سنگی و ...
۶	گرگان	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد مشهد، بجنورد، کلاله، ساری، شاهرود، سمنان و ... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند جاذبه های تاریخی شهر گرگان، جزیره آپسکون، گنبد کاووس، پارک جنگلی گلستان، کاروان سرای کوهستانی قزلق، پارک جنگلی ناهارخوران، آبشار رنگو، سد نومل گرگان، مار سرخ (دیوار تاریخی گرگان) آرامگاه و مجموعه تاریخی خالد نبی، دشت ترکمن و ...
۷	رشت	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد ساری، نوشهر، رامسر، اردبیل، زنجان، تهران و پارس آباد، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند تالاب انزلی، روستای ماسوله، مناطق جنگلی مختلف و متنوع استان، منطقه کسما، پارک جنگلی سراوان، سد منجیل، چشمه آب شور لاکان، پل خشتی لوشان، دریاچه سقالکسار، منطقه ساحلی حاجی بکنده، منطقه جنگلی و ساحل گیسوم و ... - امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی جهت ارسال محصولات کشاورزی به ویژه برنج و چای به تهران و شهرهای دیگر.
۸	تبریز	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد اردبیل، زنجان، پارس آباد، ماکو، ارومیه، مراغه، سنندج و ... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند مجموعه ائل گلی، مسجد کبود، ارگ علیشاه، روستای کندوان، رود ارس، کویر قوم تپه و ... - امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی جهت ارسال محصولات کشاورزی به ویژه محصولات حوزه باغداری به مناطق مختلف.
۹	کرمانشاه	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد سنندج، همدان، اراک، خرم آباد، ایلام و شهرکرد، - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند کوه بیستون، گور دخمه صحنه (گور دخمه دربند)، پارک جنگلی طاق بستان، سراب نیلوفر، تالاب هشیلان و ...
۱۰	اهواز	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد دزفول، یاسوج، دوگنبدان، خرم آباد، ایلام، شهرکرد، آبادان، بندر امام، خارك و ... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند معبد چغازنبیل، محوطه های تاریخی استان مانند شوش، سازه های آبی دزفول، رود کارون، کرخه، دز، اروندرود، گورستان سنگی تپه کوهساران، مناطق منتخب عملیاتی دفاع مقدس و ...
۱۱	بوشهر	- امکان انجام انواع روش های حمل و نقل بازرگانی و جابه جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به صورت برنامه ای و غیر برنامه ای به مقاصد شیراز، یاسوج، دوگنبدان، آبادان، بندر امام، خارك، کیش، بندرعباس و ... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره برداری از جاذبه های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند ساحل زیبای بوشهر، کوه نمک دشتی، کوه جم، عمارت ملک، محوطه تاریخی سیراف، جزایر منتخب خلیج فارس، گور دختر برازجان و ...



ردیف	مراکز هوانوردی عمومی	ظرفیت‌های اقتصادی اعم از گردشگری، بازرگانی، جابه‌جایی مسافر و بار و انتقال مرسولات پستی
۱۲	کیش	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد لار، لامرد، جهرم، بوشهر، لاوان، ابوموسی، بندر لنگه، قشم و بندر عباس و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند سواحل زیبای کیش، تور جزیره، و... - امکان انجام پروازهای Aviation Club در سرتاسر جزیره.
۱۳	بندرعباس	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد چابهار، جیرفت، سیرجان، لار، لامرد، کیش، لاوان، ابوموسی، بندر لنگه، قشم و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند سواحل زیبای منطقه، جزیره هرمز، جنگل‌های حرا، حمام گله‌داری، معبد هندوها بندرعباس، عمارت کلاه‌فرنگی بندرعباس، قلعه فین، کوه نمکی خرسین، چشمه آب گرم گنو، محله باستانی سورو، و... - امکان انجام پروازهای Aviation Club در سواحل.
۱۴	کرمان	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد بم، جیرفت، سیرجان، رفسنجان، یزد و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند بنای جبلیه، باغ شاهزاده ماهان، گنبد مشتاقیه، تخت درگاه قلی بیگ، کویر شهداد، مجموعه تاریخی بم، مجموعه تاریخی تمدن ارته (جیرفت)، باغ فتح‌آباد کرمان (باغ بیگلربیگی) و
۱۵	یزد	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد شیراز، کرمان، طبس، اصفهان، رفسنجان و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند بافت تاریخی شهر یزد، مناطق کویری، مناطق کوهستانی پشتکوه، باغ دولت‌آباد یزد، دخمه زرتشتیان یزد (برج خاموشان)، نارین قلعه، قلعه سر یزد، و
۱۶	شیراز	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد یزد، اصفهان، شهرکرد، یاسوج، بوشهر، لار، لامرد، جهرم، کیش و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند بافت تاریخی شهر شیراز، منطقه تخت جمشید، پاسارگاد، چشم‌انداز باستانی دوره ساسانی منطقه فارس، شهر باستانی بيشاپور، شهر باستانی داراب، و
۱۷	اصفهان	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد یزد، شهرکرد، یاسوج، کاشان، اراک، شیراز و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند بافت تاریخی شهر اصفهان، کوه آتشگاه، کویرگردی، دریاچه چشم شیطان، گورستان تخت فولاد، باغ فین، تپه سیلک کاشان، و
۱۸	تهران	- امکان انجام انواع روش‌های حمل‌ونقل بازرگانی و جابه‌جایی مسافر، بار و مرسولات پستی با هواپیماهای رده هوانوردی عمومی به‌صورت برنامه‌ای و غیربرنامه‌ای به مقاصد سمنان، ساری، نوشهر، رامسر، رشت، زنجان، قم، کاشان، اراک و... - امکان انجام پروازهای گردشگری (ایرتور) و بهره‌برداری از جاذبه‌های دیدنی (تاریخی، طبیعی و فرهنگی) منطقه مانند بافت تاریخی شهر، کوه محوطه تاریخی اطراف شهرری، دریاچه نمک، و



- [۱] علی اعظمی، واکاوی زیست‌بوم سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته هواگردهای نسل جدید، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۹۵۴۶، ۱۴۰۲.
- [2] S. Bharadwaj, S. Carr, N. Neogi, and U. Topcu, "Decentralized Control Synthesis for Air Traffic Management in Urban Air Mobility," *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, vol. 8, no. 2, pp. 598–608, 2021.
- [۳] خدایار جوادی، سعید رستمی، وحید ولایتی و سالار هیئت‌داودیان، «طرح ساماندهی پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور (پهپاد) بررسی شاخص‌های اصلی ساماندهی پرنده‌ها در کشورهای منتخب»، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۷۰۹۳، ۱۳۹۹.
- [4] N. Clattenburg, "Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations, 2023.
- [5] Frances Kim T. de Guzman, "Alpas, Pilipinas: The Emergence of the Philippine Urban Air Mobility," 2020.
- [6] Morgan Stanley, Search | Morgan Stanley, 2021.
- [۷] مهران نصرت‌الهی و سید علی سعادت‌دار آرانی، «مطالعه‌اولیه برای بررسی کاربرد ترابری هوایی پیشرفته در ایران»، فناوری در مهندسی هوافضا، ۱۴۰۲.
- [8] Doug Creighton, "Advanced Aerial Mobility and eVTOL aircraft in Australia: Deakin Mobility Series," Deakin University, 2020.
- [9] L. C. Willey and J. L. Salmon, "A method for urban air mobility network design using hub location and subgraph isomorphism," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 125, p. 102997, 2021.
- [10] World Economic Forum, Advanced air mobility, 2024.
- [11] S. Roy, A. Maheshwari, W. Crossley, and D. DeLaurentis, A study to investigate total mobility using both CTOL and VTOL-capable aircraft, 2019.
- [12] NASA, "URBAN AIR MOBILITY (UAM) MARKET STUDY: NASA Urban Air Mobility," *ntrs.nasa.gov*, 2018.
- [13] A. P. Cohen, S. A. Shaheen, and E. M. Farrar, "Urban Air Mobility: History, Ecosystem, Market Potential, and Challenges," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 22, no. 9, pp. 6074–6087, 2021.
- [14] C. Adam and S. Shaheen, "Urban Air Mobility: Opportunities and Obstacles," *International Encyclopedia of Transportation*, pp. 702–709, 2021.
- [15] "Community Benefits of Urban Air Mobility (UAM)," Community Air Mobility Initiative, 2020.
- [۱۶] محسن ابراهیمی خوسفی، فرزاد پوراصغر سنگاچین، و زهره ابراهیمی خوسفی، «بلایای طبیعی در ایران؛ چالش فراروی کشور در دوران برنامه هفتم توسعه»، فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۱۴۰۱.
- [17] World's Most Polluted Countries 2023.
- [۱۸] محمدرضا ابراهیم‌پور، «واکاوی راهبرد اصلاح شبکه حمل و نقل هوایی کشور»، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۸۶۰، ۱۴۰۰.
- [19] Z. Gao et al., "Challenges and Opportunities: A Strategic General Aviation Exploratory Analysis for 2030," in 2018 AIAA Aerospace Sciences Meeting, Kissimmee, Florida, 01082018.
- [۲۰] اعظم عباسی، نگین کشاورز نیا، معصومه خداداد و سعید شگفت، تأثیر حمل و نقل هوایی بر توسعه صنعت گردشگری (هواپیمایی آسمان)، ۱۳۹۵.
- [21] IFAR, "IFAR Scientific Assessment for URBAN AIR MOBILITY-UAM," 2023.
- [22] Anna Straubinger, Raoul Rothfeld, Michael Shamiyeh, Kai-Daniel Büchter, Jochen Kaiser, and

Kay Olaf Plötner, "An overview of current research and developments in urban air mobility – Setting the scene for UAM introduction," *Journal of Air Transport Management*, vol. 87, p. 101852, 2020.

[23] C. Adam and S. Shaheen, *Urban Air Mobility: Opportunities and Obstacles: International Encyclopedia of Transportation*, 2021.

[۲۴] علیرضا جبازی زاده گان، محمد رضا پورزرگر و ویدا نوروز برازجانی، «بررسی امکان سنجی طراحی و پیاده سازی ایده پایانه هوایی شهری پایدار Sustainable Urban Air Mobility به منظور ارتقا حمل و نقل پایدار درون شهری»، در هشتمین همایش علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم معماری و شهرسازی ایران: ۱۴۰۰.

[25] EASA, *Urban Air Mobility (UAM)* | EASA, 2021.

[26] K. Antcliff, M. Moore, and K. Goodrich, *Silicon Valley as an Early Adopter for On-Demand Civil VTOL Operations*, 2016.

[27] D. P. Thipphavong et al., "Urban Air Mobility Airspace Integration Concepts and Considerations," in *2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, June 25-29, 2018, Atlanta, Georgia: AIAA AVIATION Forum, Atlanta, Georgia, 2018.

[28] P. Colleen Reiche et al., "Urban Air Mobility Market Study," 2018.

[29] J. Holden and N. Goel, "Fast-forwarding to a future of on-demand urban air transportation," San Francisco, CA, 2016.

[30] P. Yedavalli and J. Mooberry, "An assessment of public perception of urban air mobility (UAM)," Airbus UTM: Defining Future Skies, 2046738072.1580045281-1681120550, 2019.

[31] E. T. Chancey and M. S. Politowicz, "Public trust and acceptance for concepts of remotely operated Urban Air Mobility transportation," in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, pp. 1044–1048.

[32] T. Biehle, "Social Sustainable Urban Air Mobility in Europe," *Sustainability*, vol. 14, no. 15, 2022.

[33] S. S. Ahmed, G. Fountas, U. Eker, S. E. Still, and P. C. Anastasopoulos, "An exploratory empirical analysis of willingness to hire and pay for flying taxis and shared flying car services," *Journal of Air Transport Management*, vol. 90, p. 101963, 2021.

[34] M. J. Duffy, S. R. Wakayama, and R. Hupp, "A Study in Reducing the Cost of Vertical Flight with Electric Propulsion," in *17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Reston, Virginia, 2017.

[35] Shaheen, Susan, Cohen, Adam Farrar, Emily, "The Potential Societal Barriers of Urban Air Mobility (UAM)," *Community Air Mobility Initiative*, 10 Aug., 1397. <https://www.communityairmobility.org/public-consumer-acceptance/the-potential-societal-barriers-of-urban-air-mobility-uam>, 2021.

[۳۶] سیدمحسن نجارمشهدی، امنیت هوانوردی در قوانین ایران و سایر کشورها با نگاهی به خلأهای قانونی و حقوقی جرم هواپیمارایی. ۱۴۰۲.

[37] K. Bachanek, "Electromobility in public transport – good practices and experiences of cities in Poland," *Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 5 (1) 2020, pp. 79–93, 2020.

[38] J. Warren, E. Morris, M. Enoch, I. Magdaleno, Z. Parra Arias, and J. Guanche, "Developing an equitable and sustainable mobility strategy for Havana," *Cities*, vol. 23, 2015.

[39] S. Karimi, H. Karami, and M. Samadzad, "The role of travel satisfaction and attitudes toward travel modes in the prospect of adoption of urban air taxis: Evidence from a stated preference survey in Tehran," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 179, p. 103885, 2024.

گزیده سیاستی

در این گزارش ملاحظات، محدودیت‌ها و الزامات سامانه‌های جابه‌جایی هوایی پیشرفته تا حد امکان تبیین و تشریح شده و در پایان پیشنهادهای برای کشور ارائه شده است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، رو بروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc@majles.ir