

مدیریت زیستگاه و پرندگان در فرودگاه پیام به منظور کاهش برخوردها با هواپیماها

بهمن شمس اسفندآباد^۱؛ سمیه حیدری^۲؛ زینب اسدی^۳؛ منوچهر فلاحی^۴؛ محمد کابلی^{۵*}

۱-استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲-شهرداری کرج، معاونت خدمات شهری و محیط زیست، اداره پایش و ارزیابی آلاینده‌های زیست محیطی، کرج،
ایران

۳-دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴-سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران، ایران

۵-استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت ۰۷/۰۹/۰۰-تاریخ پذیرش ۰۰/۱۱/۱۲)

چکیده:

بیش از ۹۰ درصد از برخوردهای هواپیماها را می‌توان به برخورد با پرندگان نسبت داد. فرودگاه پیام در جنوب غربی شهر کرج واقع شده است. نزدیکی این فرودگاه به مرکز دفن زباله حلقه دره منجر به جذب پرندگان به سمت این فرودگاه شده است. در این مطالعه ریسک برخورد پرندگان با هواپیما در این فرودگاه مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور جهت شناسایی پرندگان از روش پیمایش زمینی استفاده شد. نمونه برداری به صورت ماهانه و در طی چهار فصل سال از بهار تا زمستان ۱۳۹۹ صورت گرفت. نتایج به دست آمده حضور ۹ گونه پرندگان در منطقه فرودگاه را تایید کرد. با جمع بندی متغیر احتمال برخورد که در رتبه "متوسط" و نیز شدت برخورد محاسباتی در این فرودگاه که در رتبه "کم" قرار می‌گیرد، ماتریس ارزیابی ریسک برخورد پرندگان نشان دهنده قرارگیری فرودگاه پیام در طبقه سبزرنگ و عدم وجود ریسک بالا است. راهکار بلند مدت برای به حداقل رساندن برخورد پرنده با هواپیما آن است که نباید فرودگاه نزدیک مناطق مهم برای پرندگان و یا در مسیر پرواز آن‌ها باشد. موثرترین روش‌ها برای کنترل پرندگان آن‌هایی هستند که ظرفیت برد محیط زیست در فرودگاه را کاهش می‌دهند. همچنین، روش‌های ترساننده باید به‌طور انتخابی و تناوبی استفاده شوند تا از عادت پذیری پرندگان جلوگیری شود. پرسنل فرودگاه حضور و جابجایی پرندگان در فرودگاه و مجاورت آن را پایش کنند و تمامی برخوردها با هواپیما همراه با شدت برخورد گونه یا گونه‌های مربوطه ثبت شود. همچنین دفن اصولی پسماند در مرکز دفن حلقه دره در نزدیکی فرودگاه می‌تواند در کاهش جمعیت پرندگان فرودگاه تاثیر مثبتی داشته باشد.

کلید واژگان: برخورد با هواپیما، مرکز دفن حلقه دره، فرودگاه پیام کرج، ارزیابی ریسک

۱. مقدمه

شده است (Thorpe, 2003). به همین دلیل، سفرهای هوایی از نظر آماری یکی از ایمن‌ترین سفرها محسوب می‌شود (Blair, 2008). مرور مطالعات (Heidari and Sadighi, 2015) نشان می‌دهد که سه عامل در افزایش نرخ برخورد پرندگان با هواپیما و همچنین افزایش صدمات جدی برخوردها نقش داشته‌اند که عبارتند از: (۱) افزایش برنامه‌های حفاظتی موفق از پرندگان منجر به افزایش تعداد پرندگان به‌ویژه آن دسته از پرندگانی که برای صنعت هوایی مخاطره‌آمیز هستند (پرندگان مهاجری که جثه بزرگی دارند و به صورت گله‌ای پرواز می‌کنند)، شده است. (۲) تراکم ترافیک هوایی و تقاضا برای استفاده از خطوط هوایی در فرایند جابجایی افزایش چشمگیری پیدا کرده است. (۳) هواپیماهای مدرن (جت) دارای تعداد موتور کمتر ولی قوی‌تری هستند که نیروی مکش بسیار بالایی در مقایسه با هواپیماهای نسل قبل دارند که منجر به برخورد بیشتر با پرندگان می‌شود.

امروزه هواپیماهای مدرن روز به روز مسافران بیشتری را حمل می‌کنند به همین دلیل هر گونه برخورد پرنده (حتی پرندگان کوچک جثه) با موتور و شیشه جلوی هواپیما می‌تواند فاجعه بزرگی را رقم بزند. براساس اطلاعات موجود در کمیته بین‌المللی برخورد پرندگان^۱، تعداد ۵۵ حادثه مرگبار بین سال‌های ۱۹۱۲ تا سال ۲۰۰۹ رخ داده است. در طی این حوادث ۱۰۸ هواپیما تخریب و ۲۷۷ مسافر جان خود را از دست دادند. اغلب برخوردهای پرندگان به هواپیماها منجر به تخریب و آسیب نمی‌شود. طبق اطلاعات موجود در سال ۲۰۱۴ بیش از ۹۰ درصد از برخورد پرندگان منجر به آسیب به هواپیما نشدند،

هر گونه برخورد فیزیکی بین هواپیما با موجودات زنده پروازی (مانند پرندگان و خفاش‌ها)، برخورد یا اصابت عنوان شده است. از آن‌جا که بیش از ۹۰ درصد از برخوردهای هواپیماها را می‌توان به برخورد با پرندگان نسبت داد، لذا این پدیده از ابتدا با اصطلاح برخورد پرندگان مرسوم شد (Heidari and Sadighi, 2015). این اصطلاح امروزه گسترش پیدا کرده است و گونه‌های مختلف حیات وحش به‌ویژه پستانداران خشکی‌زی را نیز شامل می‌شود (Heidari and Sadighi, 2015). اولین برخورد پرندگان با هواپیما در سال ۱۹۰۵ توسط Orville Wright ثبت شد. در این حادثه که در بوستون آمریکا رخ داد، به دلیل برخورد دسته‌ای از پرندگان با یک هواپیمای چهار موتوره، دو موتور از کار افتادند که در نهایت منجر به سقوط هواپیما و کشته شدن ۶۲ تن از مسافران شد. از دهه ۱۹۶۰ پرندگان به عنوان خطری برای هواپیماها در نظر گرفته شده است (Desoky, 2014). از این رو حفاظت بیشتر و افزایش جمعیت پرندگان باعث افزایش این خطرات شده است (Dolbeer and Wright, 2004)

برخورد حیات وحش با هواپیما باعث بروز خسارت‌های جزئی و جدی به هواپیما از جمله سوراخ شدن بخش جلویی هواپیما، غیرفعال شدن موتور و در برخی موارد نابودی کامل هواپیما و مرگ انسان‌ها می‌شود. بنابراین خطر برخورد پرندگان با هواپیما یکی از نگرانی‌های خطوط هوایی محسوب می‌شود. با این وجود قابل ذکر است که ریسک برخورد پرندگان با صنایع هوایی به نسبت در حد پائینی است (Heidari and Sadighi, 2015)، به طوری که مرگ‌ومیر انسانی با هواپیما یک در هر ۱۰^۹ ساعت پرواز برآورد

¹International Bird Strike Committee

همچنین در برخی موارد برخورد پرندگان با شیشه جلوی هواپیماها منجر به اختلال در دید خلبان می‌شود. به‌عنوان مثال آمارهای ثبت شده از این حادثه نشان می‌دهد که حداقل ۵۲ هواپیمای غیر نظامی به‌واسطه برخورد پرندگان منهدم و منجر به مرگ ۱۹۰ نفر شده است.

در سال ۲۰۰۰ تعداد ۸۶۷ برخورد پرندگان با هواپیما در آمریکا به‌وقوع پیوست که بسیاری از آن‌ها منجر به فرود اضطراری هواپیما، مرگ مسافران و خسارت شدید اقتصادی به هواپیما شدند (Heidari and Sadighi, 2015). مرور وقایع برخورد پرندگان با هواپیماها نشان داد که: (۱) اغلب برخوردها در کشورهای توسعه یافته با ایمنی مناسب پرواز و فرودگاه صورت گرفته است، (۲) بیشتر برخوردها در نزدیکی فرودگاه‌ها به‌وقوع پیوسته است، (۳) همه وسایل پروازی شامل هواپیماها، هلیکوپترها و هواپیماهای شخصی در معرض خطر برخورد هستند، (۴) درحالی‌که در زمان فرود هم برخوردهایی اما بیشترین تصادفات در زمان برخاستن هواپیماها از باند فرودگاه‌ها به‌وقوع پیوسته است، (۵) بسیاری از این برخوردها توسط پرندگانی صورت می‌گیرد که بیشتر در اطراف فرودگاه‌ها مشاهده شده و یا به‌صورت گله‌ای زندگی می‌کنند و (۶) بنابراین کنترل و مدیریت برخورد پرندگان باید همواره جزئی از ایمنی پرواز در فرودگاه‌ها در نظر گرفته شود. در حال حاضر بیشتر شواهد نشان می‌دهد که خطر برخورد پرندگان با هواپیما روند افزایشی داشته است (Heidari and Sadighi, 2015)، به‌طوری‌که طبق گزارشات ثبت شده تعداد برخورد پرندگان با هواپیما در سال ۲۰۱۴ شش برابر همین حوادث در سال ۱۹۹۰ بوده

چهار درصد منجر به آسیب جزئی و تنها دو درصد منجر به آسیب قابل ملاحظه‌ای شدند (Heidari and Sadighi, 2015). با این وجود همین درصد اندک از برخوردهای جدی، منجر به خسارت اقتصادی زیادی می‌شود (Dolbeer et al., 2000; Dolbeer et al., 2008). برخی از این خسارت‌ها تعمیرات الزامی هواپیماها را قبل از انجام پرواز در پی داشته و در مواردی از تصادفات منجر به لغو شدن پروازها شدند. طبق برآوردها، خسارت اقتصادی سالانه در آمریکا در حدود ۶۱۴ میلیون دلار (۴۷۰ میلیون دلار هزینه مستقیم شامل آسیب و تخریب هواپیما و هزینه تعمیر آن و ۱۴۴ میلیون دلار هزینه‌های جنبی آن‌ها شامل لغو یا تأخیر پروازها) است. به‌همین دلیل، تلاش برای افزایش ایمنی بخش‌های مختلف هواپیما از جمله شیشه جلو، بال‌ها، دماغه، دم و تیغه‌های دم مورد توجه ویژه صنایع هواپیماسازی قرار گرفته است (Cleary and Dolbeer, 2005).

باوجود جثه بسیار کوچک پرندگان در مقایسه با اندازه هواپیماها، اغلب برخوردها با وارد آمدن خسارات کم تا جدی همراه است. دلیل تاثیرات مخرب برخورد پرندگان، سرعت بالای هواپیما است. چرا که با افزایش دوبرابری سرعت هواپیما انرژی تخریبی به واسطه برخورد پرنده چهار برابر می‌گردد (Heidari and Sadighi, 2015). موتورهای هواپیماها حتی در سرعت‌های پایین (در باند فرودگاه) آسیب‌پذیر هستند. فن و کمپرسورهای هواپیماها به دلیل سرعت چرخشی بالای آن‌ها در این مواقع بسیار آسیب‌پذیر هستند. با آسیب دیدن باله‌های هواپیماها در اثر برخورد، نیروی تعادل از بین رفته و این امر می‌تواند بسیار خطرناک باشد.



شکل ۱- پراکنش حوادث برخورد پرندگان با هواپیماها در ۳۱ فرودگاه در سطح کشور ایران بین سالهای ۲۰۱۴ - ۱۹۹۶ (Heidari and Sadighi, 2015)

فرآیند در برنامه‌های نظارتی سازمان، می‌باشند. با توجه به سطح ریسک ایمنی این مخاطره و افزایش سطح آسیب‌پذیری صنعت هوانوردی کشور، عزم جمعی و هم‌افزایی کلیه ذینفعان، ضروری است.

ترافیک هوایی ایران در حدود ۲۰ میلیون در سال گزارش شده است (Heidari and Sadighi, 2015). در بین سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۱ تعداد ۳۱۸ تصادم هوایی با پرندگان در ۳۱ فرودگاه توسط سازمان هواپیمایی کشور ثبت شده است (Heidari and Sadighi, 2015) (شکل ۱). نتایج نشان داده است که به دلیل نرخ مهاجرت بالای پرندگان در ابتدای بهار و انتهای تابستان، اوج برخورد پرندگان با هواپیما در کشور ایران در ماه‌های اوایل بهار (آوریل) و اواخر تابستان (اگوست) بوده است (Heidari and Sadighi, 2015).

به دلیل کمبود امکانات لازم، اطلاعات چندانی در مورد نوع گونه‌های پرندگانی که در ایران با هواپیماها برخورد کرده‌اند در دسترس نیست و در حدود ۶۹ درصد از این پرندگان ناشناخته باقی مانده‌اند. با این

است. بر اساس گزارش‌های عملکرد ایمنی هوانوردی ایران، در سال ۲۰۱۸ میلادی تعداد ۱۰۵ رویداد برخورد پرنده و حیوانات در سامانه گزارش‌دهی ایمنی ECCAIRS^۲ ثبت شده است که ماه اگوست با ثبت ۲۲ رویداد، بیشترین تعداد رویدادهای برخورد پرندگان و حیوانات را به خود اختصاص داده و صنعت هوانوردی کشور را متحمل هزینه‌های قابل توجهی نموده است. در قالب بخش سوم سند ۹۱۳۷ و سند ۹۹۸۱ ایکائو، راهکارهای مهارکننده این مخاطره تشریح شده است. تا پایان ماه ژوئن ۲۰۱۹، تعداد ۴۳ رویداد منتج از این مخاطره در سامانه ECCAIRS سازمان هواپیمایی کشوری گزارش شده است که انتظار می‌رود با اطمینان از انجام فرآیند مدیریت ریسک ایمنی در مراکز، نرخ شاخص عملکرد ایمنی مربوطه در ماه‌های پیش رو تا حد امکان بهبود یابد. بازرسان سازمان هواپیمایی کشوری موظف به انجام صحیح و اثربخش این

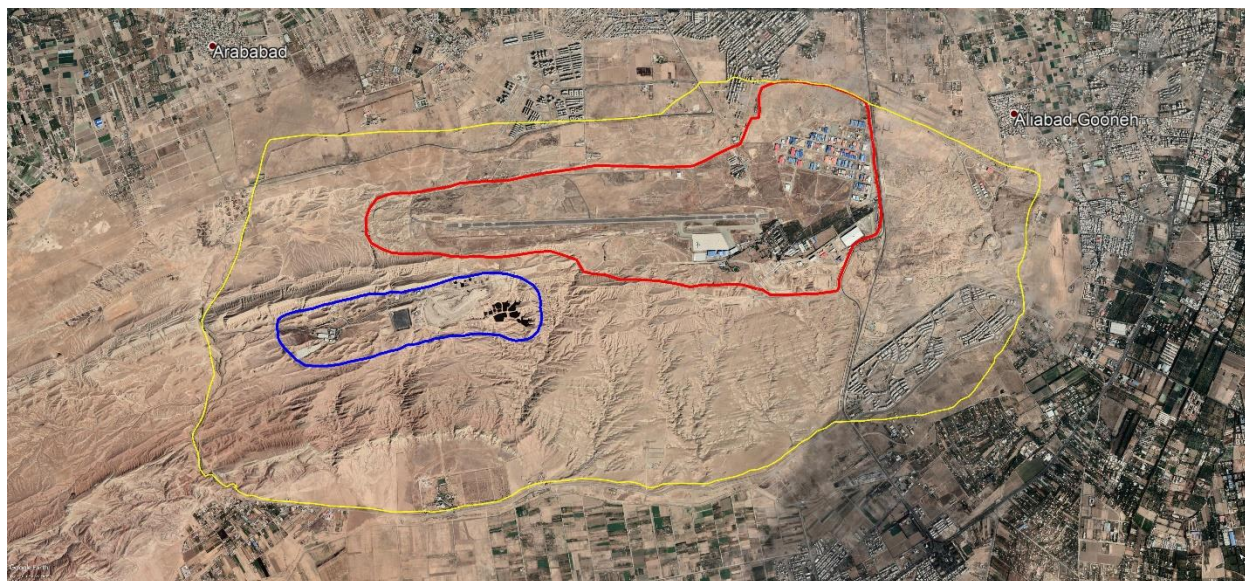
²European Co-ordination center for Accident and Incident Reporting Systems

پذیرش و یا ناچیز هستند. ارزیابی ریسک این امکان را به مدیران خواهد داد تا شدت خطر را در فرودگاه مورد نظر و یا منطقه‌ای که قرار است در آن فرودگاه احداث شود، پیش‌بینی و اقدامات لازم را جهت مدیریت آن از قبل برنامه‌ریزی نمایند (Hu et al., 2020).

به‌منظور کاهش ریسک برخورد حیات‌وحش با هواپیما مدیران فرودگاه باید یک روش منسجم و منظمی را جهت ثبت اطلاعات در خصوص گونه‌هایی که بیشترین خطر برخورد با هواپیما را دارند، لحاظ نمایند. این روش باید شامل ارزیابی خطرات در فرودگاه، تجزیه و تحلیل آمار برخورد حیات‌وحش به‌منظور تعیین فرکانس حادثه در طی ماه‌های مختلف سال، شناسایی گونه‌هایی که بیشترین احتمال برخورد با هواپیما را دارند، توسعه روش ارزیابی ریسک جهت برنامه‌ریزی اصولی برای کاهش خطر برخورد حیات‌وحش با هواپیماها (Dolbeer et al., 2000) و تعیین زیستگاه‌های حیات‌وحش و مکان‌یابی دقیق زیستگاه‌های تولیدمثلی، تغذیه‌ای، استراحت و غیره در محوطه فرودگاه‌ها و اطراف آن باشد. همچنین به‌منظور ارزیابی ریسک برخورد حیات‌وحش با هواپیما، کارشناسان مربوطه باید اطلاعاتی شامل گونه‌های حیات‌وحش موجود در فرودگاه، اندازه و تعداد و زیستگاه‌های آنها، تغییرات فصلی حیات‌وحش و همچنین ارزیابی فراوانی گونه‌هایی که خسارات قابل توجهی به هواپیما وارد می‌کنند، میزان قابل قبول بودن سطح ریسک شامل احتمال و شدت خطر را فراهم نموده تا بتوانند به پیش‌بینی گزینه‌های مدیریتی ممکن و توسعه، اجرا و پایش برنامه‌های عملی برای حذف و یا کاهش ریسک خطر برخورد حیات‌وحش با هواپیما اقدام

وجود، گونه‌های شناسایی شده شامل خانواده کبوترها (۲۵ درصد)، قرقاول (۱۱ درصد) و خانواده گنجشک‌ها (۱۰ درصد) بوده است (Heidari and Sadighi, 2015). همچنین پرندگان کوچک در گله‌های بزرگتر نسبت به پرندگان بزرگ جثه و پستاندارانی که در محوطه فرودگاه‌ها زندگی می‌کنند، احتمال برخورد بیشتری با هواپیماها دارند. از سوی دیگر، پرندگان بزرگ‌جثه به دلیل وزن بیشتری شدت ضربه حاصل از برخوردشان با هواپیماها بیشتر است، بنابراین میزان خسارت بیشتری وارد می‌کنند. همان‌طور که ذکر شد، فاکتورهای مختلفی از قبیل ماه‌های سال، وضعیت جوی و نوع گونه بر فرکانس برخورد با هواپیماها و خسارات اقتصادی و تلفات انسانی وارد شده موثر می‌باشند. قبل از تصمیم‌گیری در خصوص اجرای روش‌های مدیریت پرندگان در فرودگاه و مسیر پروازی آنها، باید ارزیابی ریسک صورت گیرد (Allan, 2002). فرایند ارزیابی ریسک شامل تعیین ارزش کمی و کیفی ریسک در ارتباط با تهدیدهای مشخص شده برای یک منطقه خاص است. سطح ریسک نیز از طریق ترکیب احتمال و شدت خطر مشخص خواهد شد. این فرایند به‌منظور تعیین تحمل‌پذیری خطر و این که آیا تهدیدهای شناسایی شده باید کاهش یابند یا نه، صورت می‌گیرد. در واقع ارزیابی ریسک یکی از مهمترین مراحل به‌منظور شناسایی خطر برخورد حیات‌وحش با هواپیماها در فرودگاه‌ها محسوب می‌شود. در این ارزیابی انواع خطرات ناشی از برخورد حیات‌وحش، ارزیابی احتمال و شدت آنها به‌منظور تشکیل یک ماتریس تحمل‌پذیری^۳ جمع‌آوری می‌گردد. در این ماتریس مشخص می‌شود که آیا خطرات غیرقابل

³Tolerability matrix



شکل ۲ - محدوده فرودگاه پیام در مجاورت لندفیل حلقه دره جنوب غربی شهر کرج. پلیگون زرد رنگ منطقه اقتصادی فرودگاه پیام، پلیگون قرمز رنگ محدوده تقریبی فرودگاه پیام و پلیگون آبی رنگ محدوده تقریبی لندفیل حلقه دره را نشان می دهند. نزدیکترین فاصله باند پرواز تا محل تخلیه و دفن زباله در لندفیل حلقه دره در حدود ۷۶۰ متر است

جدول ۱ - رتبه بندی احتمال برخورد بر اساس تعداد برخورد حیات وحش با هواپیماها در یک دوره پنج ساله. در این جدول اعداد نشان دهنده تعداد برخوردها است.

مقادیر	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
تعداد برخوردها	بیش از ۱۰	۳-۱۰	۱/۹-۲	۰-۱/۹	۰-۰/۲

جدول ۲ - رتبه بندی شدت برخورد بر اساس درصد برخورد حیات وحش با هواپیماها در یک دوره پنج ساله که منجر به آسیب به هواپیماها می شوند. در این جدول اعداد نشان دهنده شدت برخوردها است

مقادیر	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
شدت برخوردها	بیش از ۲۰ درصد	۱۰-۲۰ درصد	۶-۹/۹ درصد	۲-۵/۹ درصد	۰-۱/۹ درصد

نمایند.

۲. مواد و روش ها

۱،۲ - محدوده مورد مطالعه

رسمی فعالیت های خود را از سال ۱۳۷۶ آغاز کرده است. منطقه اقتصادی فرودگاه پیام بالغ بر ۳۶۰۰ هکتار وسعت دارد. این فرودگاه توانایی پذیرایی از یک تا یک و نیم میلیون مسافر را در سال دارد. مرکز دفن حلقه دره در مجاورت فرودگاه پیام قرار گرفته است و دفن غیر اصولی زباله ها منابع غذایی زیادی در اختیار پرندگان قرار داده که باعث تجمع آنها در فرودگاه شده است.

۲،۲ - روش نمونه برداری

شناسایی و نمونه برداری از پرندگان به صورت

کرج شهر کوهپایه ای در شمال غربی استان تهران است که در دامنه رشته کوه های البرز و در ارتفاع ۱۳۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. لازم به ذکر است که جمعیت ساکن در شهرستان کرج ۱،۹۷۳،۴۷۰ نفر برآورد شده است. فرودگاه پیام در جنوب غربی شهر کرج واقع شده است (شکل ۲). این فرودگاه در سال ۱۳۷۱ تاسیس شده است اما به طور

شرایط کنونی با رنگ سبز مشخص می‌شود. احتمال برخورد با جمع‌آوری داده‌ها در یک دوره پنج ساله از برخورد حیات‌وحش با هواپیماها تعیین می‌شود. همچنین برداشت اطلاعات دقیق در خصوص نوع گونه، تعداد و غیره با کمک متخصصان حیات‌وحش ضروری است. احتمال برخورد بر اساس جدول ۱، رتبه‌بندی می‌شود. شدت برخورد نیز بر اساس درصد برخوردهایی که منجر به آسیب به هواپیما می‌شوند، طبقه‌بندی و رتبه‌بندی می‌شوند (جدول های ۲ و ۳).

۳. نتایج

۳-۱. پرندگان موجود در محدوده فرودگاه پیام

و محدوده پراکنش آن‌ها

فهرست پرندگان مشاهده شده در محدوده فرودگاه پیام و محدوده انتشار آن‌ها در جدول ۴ و شکل ۳ ارائه شده است. تعداد ۹ گونه پرنده شناسایی شد که فراوان‌ترین گونه‌های مشاهده شده مربوط به گنجشک، کبوتر چاهی و کلاغ ابلق بود.

۳-۲. ارزیابی ریسک برخورد پرندگان با

هواپیما در فرودگاه پیام

برای تشکیل ماتریس ارزیابی ریسک برخورد حیات‌وحش با هواپیماها در فرودگاه و شناسایی و تعیین سطح و ضرورت اقدامات مدیریتی در حذف یا کاهش مخاطرات، در ابتدا سابقه برخورد پرندگان با هواپیماها در این فرودگاه حداقل در طی پنج سال گذشته مورد ارزیابی قرار گرفت. بایگانی اطلاعات ثبت شده در بخش مدیریت هوانوردی، استاندارد و راهبر عملیات فرودگاهی در این فرودگاه نشان داد که در طی پنج سال گذشته تعداد دو برخورد پرنده با هواپیماها ثبت شده است. بر این اساس رتبه احتمال برخورد

پیمایشی و ماهیانه و در طی چهار فصل سال ۱۳۹۹ انجام شد. شناسایی پرندگان بر اساس نحوه پرواز، شکل ظاهری، رنگ‌آمیزی پر و بال، نوع رفتار و صدای خاص هر گونه با استفاده از کتاب‌های راهنمای صحرایی پرندگان اروپا و اطلس پرندگان ایران (Kaboli et al., 2015) صورت گرفت. جهت مشاهده پرندگان از تلسکوپ 45 - 65 ULTIMA DEGREE با قطر دهانه عدسی ۶۵ میلی‌متر و توانایی بزرگنمایی 18 x-55 x، دوربین دوچشمی ۴۰ × ۱۰ و جهت ثبت تصاویر از دوربین دیجیتالی استفاده شد. بر این اساس، حضور مکانی و زمانی گونه‌های مختلف پرندگان در مکان حلقه دره و فرودگاه پیام ثبت شد. با توجه به مخاطرات بالقوه و بالفعل ناشی از حضور و برخورد پرندگان با هواپیماها در فرودگاه‌ها، به‌منظور پیش‌بینی راهکارهای مناسب برای پرهیز از این مخاطرات؛ وضعیت، زمان حضور و چگونگی فعالیت پرندگان شکاری بلندپرواز و همچنین دسته‌های پرندگان مهاجر مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۲. ماتریس ارزیابی ریسک برخورد پرندگان

با هواپیما

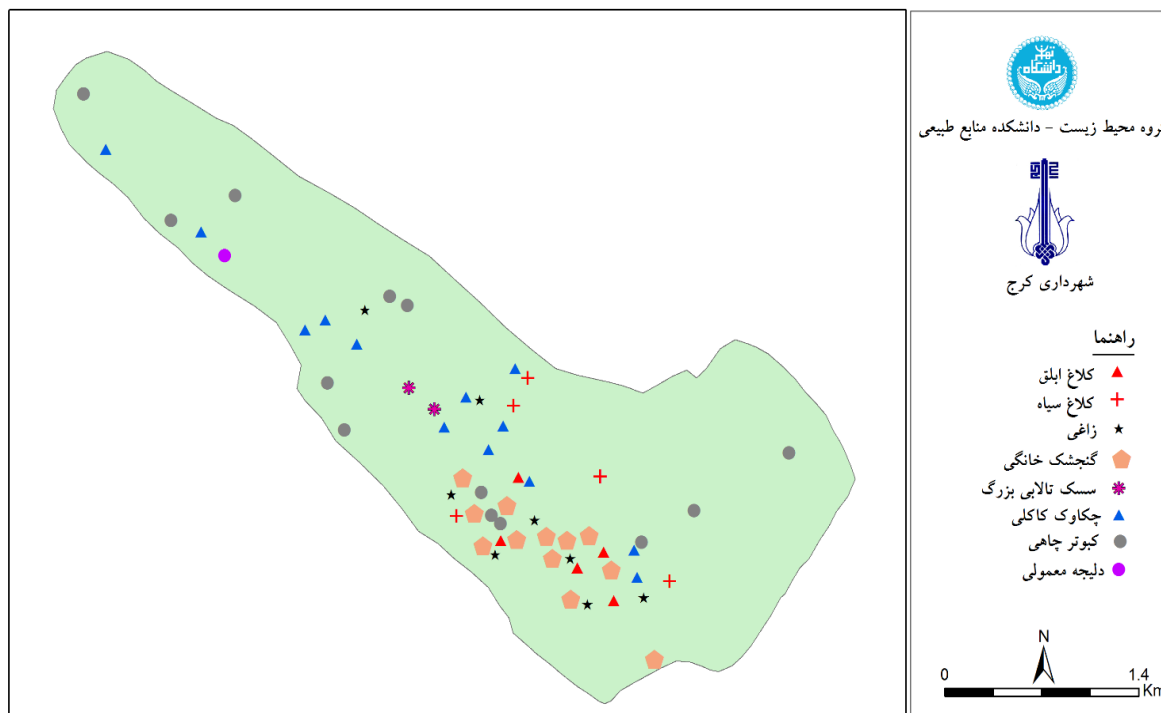
در ارزیابی ریسک برخورد پرندگان با هواپیما از دو معیار احتمال برخورد^۴ و شدت برخورد^۵ جهت تشکیل ماتریس ریسک استفاده می‌شود. در این ماتریس رنگ قرمز به معنای ریسک بالا که ضرورت اقدامات مدیریتی را طلب می‌کند، و رنگ زرد نشان‌دهنده ریسک متوسط است به‌طوری‌که اقدامات مدیریتی بررسی و در صورت لزوم انجام خواهند شد و ریسک کم و عدم نیاز به اجرای اقدامات اضافی در

^۴Probability of strike

^۵Severity of strike

جدول ۳ - درصد احتمال آسیب وارد شده در اثر برخورد پرنندگان به هواپیماها بر حسب گونه (Heidari and Sadighi, 2015)

گونه	درصد آسیب	گونه	درصد آسیب
قوی کنگ	۴۲/۵	کبوتر	۶/۵
غاز کانادایی	۲۶/۷	کاکایی سر سیاه	۴/۶
کاکایی	۱۳	دلپچه	۲/۶
سارگپه	۱۱/۴	سار	۲/۶
خروس کولی	۸/۳	بادخورک	۱/۲
کبوتر جنگلی	۶/۶	چکاوک آسمانی	۰/۷



شکل ۳ - نقشه پراکنش پرنندگان در محدوده فرودگاه پیام.

طبقه سبزرنگ و نشان دهنده عدم وجود ریسک بالا است (شکل ۴).

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. عوامل موثر بر حضور و افزایش تراکم

پرنندگان در فرودگاهها

محوطه فرودگاهها و مجاور آن طیف متنوعی از جاذبهها را برای حیات وحش (بهویژه پرنندگان) فراهم می آورد. به همین دلیل، شناسایی دقیق عوامل جاذب در محوطه فرودگاهها و اراضی اطراف آن به منظور ارائه راهکارهایی مناسب برای پیشگیری، کاهش و یا

پرنندگان با هواپیماها در این فرودگاه متوسط (تا دو برخورد) محاسبه شد (جدول ۵). بنابراین شدت برخورد بر اساس میانگین اعداد شدت برخورد چهار گونه محتمل (کبوتر جنگلی، کبوتر چاهی، کاکایی سر سیاه و سار) محاسبه شد: $۴/۶ + ۲/۶ = ۵/۰۷$ + $۶/۵ + ۶/۶$. با جمع بندی دو متغیر احتمال برخورد (دو برخورد در طی پنج سال گذشته) که در رتبه "متوسط" و شدت برخورد محاسباتی (۵/۰۷) در این فرودگاه که در رتبه "کم" قرار می گیرد، ماتریس ارزیابی ریسک برخورد پرنندگان به شرح زیر تعیین می شود که نشان دهنده قرارگیری فرودگاه پیام در

را برای آشیانه‌ساز، تولیدمثل و استراحت بسیاری از پرندگان فراهم می‌کند. تعدادی از پرندگان (از جمله گنجشک‌سانان و کیبوترسانان) در داخل شکاف‌ها و سوراخ‌های موجود در ساختمان‌های محوطه فرودگاه‌ها اقدام به ساخت آشیانه و جوجه‌آوری می‌کنند. به این دلیل، مدیریت این سازه‌ها جهت جلوگیری از این امر ضروری است.

- **پیکره‌های آبی:** حضور منابع آبی از قبیل استخرها، چاله‌های آبی، کانال‌ها، رودخانه‌ها، برکه‌ها و تالاب‌ها مکان مناسبی را برای تجمع و حضور پرندگان فراهم می‌کند. در کنار عوامل جذب کننده در محیط فرودگاه فاکتورهای دیگری در خارج و یا اطراف فرودگاه هستند که می‌توانند پرندگان را جذب کنند.

- **مکان‌های دفن زباله:** مدیریت نادرست جمع‌آوری و خروج زباله‌ها از محوطه فرودگاه‌ها ممکن است تأثیرات زیادی بر حضور و تجمع دسته‌بزرگی از پرندگان بر جای بگذارد. سایت‌های زباله مکان‌های مناسبی جهت تغذیه آسان و قابل پیش‌بینی برای بسیاری از گونه‌های پرندگان و پستانداران فراهم می‌کند. بسیاری از گونه‌ها به دلیل وجود منابع غذایی با ارزش در سایت‌های دفن زباله، تولیدمثل موفق‌تری داشته و اندازه جمعیت خود را افزایش داده‌اند. مطالعات مختلف نشان داده است که گونه‌های مختلف پرندگان در مکان‌های دپو و دفن زباله تجمع

- **مکان‌های دفن زباله:** مدیریت نادرست جمع‌آوری و خروج زباله‌ها از محوطه فرودگاه‌ها ممکن است تأثیرات زیادی بر حضور و تجمع دسته‌بزرگی از پرندگان بر جای بگذارد. سایت‌های زباله مکان‌های مناسبی جهت تغذیه آسان و قابل پیش‌بینی برای بسیاری از گونه‌های پرندگان و پستانداران فراهم می‌-

حذف برخورد حیات وحش با هواپیما امری مهم می‌باشد. مهمترین عوامل جذب کننده حیات‌وحش به محوطه فرودگاه‌ها عبارتند از (Dolbeer, 2011):

- **فراوانی و دسترسی پذیری به منابع غذایی:** منابع غذایی بسته به گونه اما **کرم‌های خاکی، حلزون‌ها، لاروها و حشرات**، برای تغذیه پرندگان در اولویت می‌باشند. گیاهان آبی در پیکره‌های آبی، پستانداران کوچک از قبیل جوندگان، خزندگان (مارها و مارمولک‌ها) و دوزیستان (قورباغه‌ها و وزغ‌ها)، زباله‌های حاصل از رستوران‌ها و فروشگاه‌ها در محوطه فرودگاه‌ها و زباله‌های موجود در حاشیه ترمینال‌ها، بوته‌ها، درختچه‌ها و درختان حاوی بذر و میوه منابع غذایی پرندگان را تشکیل می‌دهند. همچنین می‌توان دفن غیر اصولی زباله در مرکز دفن زباله حلقه دره در مجاورت فرودگاه پیام نیز اشاره نمود.

- **اراضی باز و مسطح:** اراضی باز و مسطح، علفزارها، باندهای پرواز و غیره شرایط مناسبی را برای حضور پرندگان مختلف فراهم می‌کند. اطلاعات موجود در کشور انگلستان نشان می‌دهد که برداشت چمن و علف‌های موجود در محوطه فرودگاه‌ها یک اقدام مناسب برای کاهش حضور پرندگان و همچنین کاهش خطر برخورد آن‌ها با هواپیماها است.

Brough and Bridgman (1980) ۱۳ در فرودگاه انگلستان، مقدار استفاده خانواده کاکایی‌ها را در گراس‌های ۲۰-۱۵ سانتی‌متری و ۱۰-۵ سانتی‌متری را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که گراس‌های بلند در کاهش تعداد پرندگان به‌ویژه خانواده کاکایی‌ها بسیار موفق بوده است.

- **ساختمان‌ها و سازه‌های انسانی:** ساختمان‌ها و سازه‌های موجود در محوطه فرودگاه‌ها مکان مناسبی

جدول ۴ - فهرست، رده تهدید، فصل و مکان مشاهده و تراکم نسبی پرندگان مشاهده شده در فرودگاه پیام (محدوده باند پرواز).

تراکم نسبی	مکان مشاهده	فصل مشاهده	قوانین ملی	رده تهدید IUCN	نام علمی	نام انگلیسی	نام فارسی	تیره	راسته
۱ عدد	اطراف باند پرواز	همه اوقات سال	حمایت شده	LC	<i>Falco tinnunculus</i>	Common Kestrel	دلیجه معمولی	Falconidae	Falconiformes
۵۰۰ - ۱۰۰ عدد	اطراف باند پرواز آشپانه‌های هواپیماها	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Columba livia</i>	Rock Dove	کبوتر چاهی	Columbidae	Columbiformes
کمتر از ۱۰۰ عدد	اطراف باند پرواز آشپانه‌های هواپیماها	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Columba palumbus</i>	Wood Pigeon	کبوتر جنگلی		
کمتر از ۱۰۰ عدد	اطراف باند پرواز	تابستان و پاییز	غیر حمایت شده	LC	<i>Galerida cristata</i>	Crested Lark	چکاوک کاکلی	Alaudidae	Passeriformes
کمتر از ۱۰۰ عدد	اطراف کانال آب	تابستان و پاییز	غیر حمایت شده	LC	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Great Reed Warbler	تالابی بزرگ سسک	Sylviidae	
۵۰۰ - ۱۰۰ عدد	اطراف باند پرواز آشپانه‌های هواپیماها	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	گنجشک خانگی	Passeridae	
کمتر از ۱۰ عدد	اطراف باند پرواز اطراف برج مراقبت و آشپانه‌های هواپیماها	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Pica pica</i>	Eurasian Magpie	زاغی	Corvidae	
۵۰ - ۱۰ عدد	اطراف باند پرواز	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Corvus frugilegus</i>	Rook	کلاغ سیاه		
کمتر از ۲۰ عدد	اطراف باند پرواز	همه اوقات سال	غیر حمایت شده	LC	<i>Corvus cornix</i>	Hooded Crow	کلاغ ابلق		

سو منجر به انتقال آلودگی به محیط‌های انسانی و از طرفی سبب افزایش ریسک خطر برخورد با هواپیماها می‌شود. در منطقه مورد مطالعه نزدیکی لندفیل حلقه دره به فرودگاه پیام باعث افزایش احتمال برخورد پرندگان با هواپیما می‌شود.

فرودگاه پیام در نزدیکترین فاصله باند پرواز خود تا محل تخلیه و دفن زباله در لندفیل حلقه دره ۷۶۰

کند. بسیاری از گونه‌ها به دلیل وجود منابع غذایی با ارزش در سایت‌های دفن زباله، تولیدمثل موفق‌تری داشته و اندازه جمعیت خود را افزایش داده‌اند. مطالعات مختلف نشان داده است که گونه‌های مختلف پرندگان در مکان‌های دپو و دفن زباله تجمع پیدا کرده و پس از تغذیه، در فاصله شش کیلومتری از محل تجمع زباله‌ها پرواز می‌کنند. این امر از یک

جدول ۵ - درصد احتمال آسیب وارد شده در اثر برخورد پرندگان به هواپیماها بر حسب گونه در فرودگاه پیام

گونه	درصد آسیب
کبوتر جنگلی	۶/۶
کبوتر چاهی	۶/۵
کاکایی سرسیاه	۴/۶
سار	۲/۶
دلیجه	۲/۶
چکاوک کاکلی	۰/۷

جدول ۶ - ماتریس ارزیابی ریسک برخورد پرندگان با هواپیماها در فرودگاه پیام. در این ماتریس احتمال برخورد و شدت برخورد به ترتیب مقادیر متوسط و خیلی زیاد بوده است. بر این اساس فرودگاه پیام در موقعیت رنگ سبز قرار گرفته که بیانگر ریسک پایین در این فرودگاه است

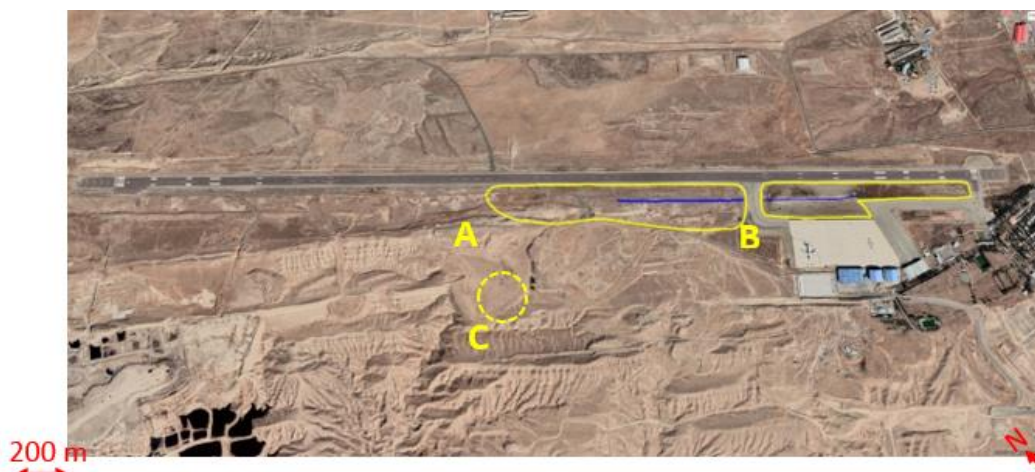
		احتمال برخورد				
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
شدت برخورد	خیلی زیاد					
	زیاد					
	متوسط					
	کم			فرودگاه پیام		
	خیلی کم					

تخلیه آب این دشت‌ها برخوردار نبوده و عدم لایه‌رویی آن نیز در طی سال‌های اخیر سبب تشدید ناکارآمدی آن شده است (شکل ۵). این دشت‌های غرقابی جاذب بسیار قوی برای برخی گونه‌های راسته‌های لک‌شکلان (Ciconiiformes) و به ویژه سلیم‌شکلان (Charadriiformes) هستند تا در مسیر مهاجرت خود فرود آمده و به تغذیه از حشرات آبی و گیاهان غرقابی و استراحت در این آبگیرها مبادرت نمایند. تجمع دسته‌های بزرگ و کوچکی از پرندگان در فاصله بسیار اندک از باند پرواز، ریسک برخورد آن‌ها را با هواپیماهای در حال فرود یا برخاستن از باند پرواز را به شدت تقویت می‌کند.

مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که کبوتر چاهی از تراکم بالایی در محدوده باند فرودگاه و اطراف آن برخوردار بوده و گونه غالب در این محدوده است. این

متر فاصله دارد که متأسفانه نشان دهنده عدم ارزیابی و آمایش صحیح سرزمین در زمان احداث این فرودگاه بوده است به نحوی که عدم توجه به قرارگیری آن در مجاورت لندفیل شهر کرج به عنوان منبعی که سبب جذب پرندگان مقیم و مهاجر بسیاری به آن می‌شود، به طور بالقوه خطرناک است. شکل‌های ۴ و ۵ تصویر ماهواره‌ای فرودگاه پیام را در مجاورت لندفیل حلقه دره کرج نشان می‌دهند.

در کنار باند پرواز در این فرودگاه دشت‌های ماندابی وجود دارد (پلیگون‌های A و B در شکل ۴) که در فصول پاییز و زمستان به علت تجمع آب‌های سطحی ناشی از بارندگی حالت ماندابی به خود می‌گیرند. در میانه این دشت‌ها یک کانال بتنی برای زهکشی آب این دشت‌ها احداث شده است، بنابراین به نظر می‌رسد که این کانال از کارایی کافی جهت زهکشی و



شکل ۴- باند فرودگاه پیام و دشت‌های ماندابی (پلیگون‌های A و B) و آبگیرهای فصلی (دایره C) در مجاورت باند که سبب جلب پرندگان آبی و کنارآبی می‌شوند

گیاهان بن در آب از جمله لوتی (*Typha sp.*) و نی (*Phragmites sp.*) در امتداد کانال زهکشی در پلیگون A (شکل‌های ۴ و ۵) سبب جذب پرندگان شاخه‌نشین از راسته سبک‌بالان (Passeriformes) می‌گردد. این دسته از پرندگان اگرچه کوتاه پرواز بوده و اغلب در لابه‌لای پوشش گیاهی درختچه‌ای و بن در آب به تغذیه مشغول هستند، اما فرود ناگهانی و پرواز هواپیماها از باند که در فاصله چندمتری از این گیاهان قرار دارد، موجب وحشت و پرواز سرگردان آن‌ها به هر طرف شده و خطر برخورد با بدنه هواپیماها و یا ورود به موتور هواپیماها را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد که این خطر برای هواپیماهای آموزشی و سبک به مراتب جدی‌تر است.

۳-۴. راهکارهای اجرایی برای ممانعت از برخورد پرندگان با هواپیما

پرندگان و هواپیماها از فضای یکسانی یعنی آسمان استفاده می‌کنند. به همین دلیل، برخورد آن‌ها با یکدیگر اجتناب‌ناپذیر است (Hedayati and Ziaei-). قبل از هرگونه اقدام بصری در بدنه هواپیما برای کاهش حادثه برخورد پرندگان باید شناخت کافی از سیستم

پرنده در طول روز به وفور در دسته‌های چندتائی در ارتفاع پایین در اطراف باند پرواز نموده و به تغذیه در اراضی اطراف مشغول است. در طول ساعت‌های تاریکی نیز در حفرات موجود در زیر سقف آشیانه‌های هواپیماها واقع در مجاورت ترمینال مسافری، ساکن می‌شوند به نحوی که بقایای فضولات کبوترها به حجم بسیار زیاد در کف آشیانه هواپیماها قابل ملاحظه است. به نظر می‌رسد که امنیت بالای این محدوده و وفور منابع غذایی سبب افزایش تراکم این گونه شده است. پروازهای مکرر دسته‌های کبوتر چاهی در اطراف باند پرواز احتمال برخورد این گونه را با هواپیماهای آموزشی در این فرودگاه افزایش می‌دهد. سایر گونه‌های مشاهده شده در این مرحله از تراکم پایینی برخوردار بوده و به نظر نمی‌رسد که تهدید جدی برای هواپیماهای این فرودگاه ایجاد نماید.

از سوی دیگر برخی آبگیرهای فصلی کوچک و بزرگ در میان تپه‌ماهورهای اطراف باند پرواز می‌تواند جاذب پرندگان درشت جثه‌ای از جمله برخی از اعضای خانواده حواصیل‌ها (*Ardeidae*) و خانواده اردک‌ها (*Anatidae*) باشد (دایره C در تصویر ۴). علاوه بر آن، پوشش درختچه‌ای گز (*Tamarix*) و

در آینده در هر فرودگاه حائز اهمیت است. چهار روش شناخته شده برای جلوگیری از حضور و جذب پرندگان در محیط فرودگاه وجود دارد که عبارتند از (Cleary, 1998; Cleary and Dolbeer, 2005; Dolbeer *et al.*, 2008; Heidari and Sadighi, 2015):

- **اصلاح مسیر و برنامه‌های پرواز هواپیما:** بررسی مسیرهای مهاجرت و زمان پرواز گونه‌های محلی که بیشترین خطر برخورد با هواپیما را دارند یک رویکرد کاربردی تلقی می‌شود. پس از آشنایی با مسیر و زمان پرواز گونه‌های محلی باید مسیر و زمان پرواز هواپیما را طوری تنظیم نمود که وقوع این حادثه به حداقل ممکن برسد.

- **نامطلوب نمودن زیستگاه و یا حذف آن:** اصلاح و یا حذف زیستگاه به معنای غیر جذاب ساختن زیستگاه و عناصر آن برای پرندگان است. تغییرات زیستگاه در بسیاری از فرودگاه‌ها و مکان‌های پروازی در سراسر جهان مورد مطالعه قرار گرفته است (Harris and Davis, 1998). این روش هر دو مبحث از بین بردن و تغییر اجزای زیستگاه را شامل می‌شود.

- **استفاده از تکنیک‌های دفع کننده و آزاردهنده:** از بین بردن تمامی عوامل جذب کننده پرندگان در محوطه فرودگاه امری غیر قابل ممکن و بسیار هزینه‌بر است. دستگاه‌های بازدارنده در مجموع به دو بخش کلی روش‌های ایستا و قابل حمل که در فرم‌های صوتی، بصری و کشنده تقسیم می‌شوند که براساس پیچیدگی به مترسک‌های ترساننده، دستگاه‌های تولید صدای ترساننده متحرک و ثابت، پرندگان شکاری تعلیم دیده، دستگاه‌های پخش نور، استفاده از توربین‌ها یا آسیاب‌های بادی، تقلید شکل و صدای

بصری پرندگان داشت. دید رنگی پرندگان شامل پرندگان و هواپیماها از فضای یکسانی یعنی آسمان استفاده می‌کنند. به همین دلیل، برخورد آن‌ها با یکدیگر اجتناب‌ناپذیر است (Hedayati and Ziaei-Rad, 2011; Heidari and Sadighi, 2015). قبل از هرگونه اقدام بصری در بدنه هواپیما برای کاهش حادثه برخورد پرندگان باید شناخت کافی از سیستم بصری پرندگان داشت. دید رنگی پرندگان شامل طیفی است که توسط انسان‌ها نیز قابل مشاهده است که بخش‌هایی از UV را نیز شامل می‌شود. در حالی که انسان فقط یک ناحیه تیزبینی (وضوح) دارند که کمتر از دو درجه قطر آن است اما پرندگان دارای دو ناحیه تیزبینی در جهت جانبی در هر دو چشم هستند (Mansoori, 2005). فاصله از یک جسم برای پرندگان دارای اهمیت کمتری در مقایسه با جهت آن جسم است. بنابراین می‌توان بیان کرد که پرندگان میدان دید وسیع‌تری نسبت به انسان دارند. به همین دلیل مطالعه در خصوص سیستم بصری و بینایی پرندگانی که بیشتر مستعد برخورد با هواپیما هستند، می‌تواند در طراحی روش‌های کارآمد کمک قابل توجهی کند.

محققان متوجه شدند که استفاده از روش‌هایی برای غیر جذاب ساختن فرودگاه و محیط آن برای پرندگان یکی از روش‌های بهتر و کارآمدتر برای کاهش حضور پرندگان محسوب می‌شود (Allan and Baxter, 2000). به همین منظور تمامی ساختارهایی که باعث جذب شدن پرندگان به محیط فرودگاه می‌شوند (از قبیل غذا، آب، گراس‌ها و پناه) باید حذف شود.

بنابراین جمع‌آوری اطلاعات دقیق در خصوص برخورد پرندگان، تجزیه و تحلیل آن‌ها در راستای اجرای اقدامات موثر برای کاهش احتمالی تصادفات



شکل ۵ - دشت‌های ماندابی و آبیگرهای فصلی در مجاورت باند پرواز که سبب جلب پرندگان آبی و کنسار آبی می‌شود. - عدم لایروبی کانال زهکشی و هدایت آب از اطراف باند پرواز سبب تجمع آب در فصول پاییز و زمستان در اطراف باند می‌شود.

باشد (Johnson, 2000).

۵. نتیجه گیری

طی مطالعات انجام شده نه گونه پرنده در محوطه فرودگاه شناسایی شد. آنالیز ریسک نشان داد که احتمال کمی برای برخورد پرنده با هواپیما در فرودگاه شهر کرج وجود دارد. با این وجود، روش‌هایی که برای به حداقل رساندن برخورد پرنده با هواپیما به کار می‌روند شامل راه‌حل‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت هستند. به کارگیری روش‌های بلند مدت بایستی در مرحله برنامه‌ریزی و ساخت فرودگاه از جمله فرودگاه نباید نزدیک مناطق مهم برای پرندگان و یا در مسیر پرواز آن‌ها باشد، به کار گرفته شوند (Godsey, 1997). موثرترین روش‌ها برای کنترل پرندگان آن‌هایی هستند که ظرفیت برد محیط‌زیست در فرودگاه کاهش می‌دهند. اساس آن‌ها بر تغییر شرایط بوم‌شناسی فرودگاه است مانند از بین بردن منبع آب، غذا و پناه تا در نتیجه آن دیگر فرودگاه مکان مطلوب و جذابی برای پرندگان نباشد (Desoky, 2014). این روش‌ها به طور قطع تمامی پرندگان را از فرودگاه حذف نمی‌کنند و باید با دامنه‌ای از روش‌های ترساندن و پراکنده کردن پرندگان استفاده شود. روش‌های ترساننده باید به طور انتخابی و تناوبی استفاده شوند تا از عادت‌پذیری پرندگان جلوگیری شود. انتخاب روش کنترل پرنده بستگی به شدت و ماهیت مشکل با پرندگان دارد. بنابراین بسیار مهم

گونه‌های طعمه‌خوار، استفاده از بالون‌ها و بادبادک‌های ترساننده (Allan and Baxter, 2000)،

تقسیم می‌شوند. علاوه بر روش‌های بازدارنده مصنوعی و دست‌ساز می‌توان از روش‌های بازدارنده طبیعی شامل پرندگان شکاری آموزش دیده (قرقری، شاهین و غیره)، سگ‌های آموزش دیده استفاده کرد. این روش در برخی از کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی استفاده شده است. امروزه با توجه به پیشرفت تکنولوژی در روش‌های کنترل از راه دور از شکارچیان مصنوعی و دست‌ساز استفاده می‌کنند (Baxter and Allan, 2006). از صداهایی که پرندگان در مشاهده خطر برای هوشیاری دیگر اعضای گروه تولید می‌کنند نیز می‌توان برای پراکنده کردن و یا دور کردن پرندگان استفاده نمود. (Fitzwater, 1988; Johnson, 2000; Harris et al., 2020).

- حذف گونه آسیب‌رسان: در مواردی که هیچ یک از روش‌های بازدارنده کارایی خوبی نداشته باشند حذف جمعیت حیات وحشی که در معرض خطر انقراض نباشند در دستور کار قرار می‌گیرد. به همین منظور کارکنان فرودگاه باید به تجهیزات مناسب از قبیل سلاح گرم و تله دسترسی داشته باشند. استفاده از روش‌های کشنده ممکن است یک روش موثر کوتاه مدت باشد. به همین منظور ترکیب روش‌های بازدارنده (غیرکشنده) و کشنده می‌تواند کارایی بیشتری داشته

تشکر و قدردانی

لازم به ذکر است مقاله حاضر بخشی از یک پروژه پژوهشی با شماره قرارداد ۸۹/۵/۱۴۴۴ است که با حمایت مالی و نظارت اجرایی معاونت خدمات شهری و محیطزیست شهرداری کرج صورت پذیرفته است. بدینوسیله نویسندگان این مقاله کمال تشکر و قدردانی را از این معاونت دارند.

References

Allan, J.R., 2002. The costs of bird strikes and birdstrike prevention, in Clark, L. (ed.) Human conflicts with wildlife: economic considerations. Proceedings of the National Wildlife Research Center special symposium, Fort Collins, Colorado, USA. 147-153.

Allan, J., Baxter, A., 2000. An evaluation of techniques for the control of birds on landfills near airports. Bird Strike Committee-USA/Canada, second Annual Meeting, Minneapolis, MN. 24.

Baxter, A.T., Allan, J.R., 2006. Use of raptors to reduce scavenging bird numbers at landfill sites. Wildlife Society Bulletin 34(4), 1162-1168.

Blair, A., 2008. Aeroengine fan blade design accounting for bird strike. Department of mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, Bachelor of Applied Science thesis.

Cleary, E.C., Dolbeer, R.A., 2005. Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel. USDA National Wildlife Research Center-Staff Publications 133.

Desoky, A.S., 2014. A review of bird control methods at airports. Global Journal of Science Frontier Research 14(2).

Dolbeer, R.A., 2011. Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures. Human-Wildlife Interactions 5(2), 235-248.

Dolbeer, A.R., Wright, S.E., Cleary, E.C., 2000.

است که کارکنان فرودگاه حضور و جابجایی پرندگان در فرودگاه و مجاورت آن را پایش کنند و تمامی برخوردها با هواپیما همراه با شدت برخورد و گونه یا گونه‌های مربوطه را ثبت نمایند (Dolbeer and Wright, 2004; Desoky, 2014). نکته دیگر نیاز به آمایش سرزمین در انتخاب مناطق مناسب برای احداث فرودگاه است تا از تأسیس فرودگاه در نزدیکی مناطقی نظیر مکان‌های دفن زباله جلوگیری شود.

Ranking the hazard level of wildlife species to aviation, Wildlife Society Bulletin 28(2), 372-378. Dolbeer, R.A., Wright, S.E., 2004. Bird hazards to aircraft: General guideline for airports, flight crews and air carrier personnel. Proceedings of 49th Corporate Aviation Safety Seminar, Tucson, AZ. 27-29.

Dolbeer R.A., Begier, M.J., Wright, S.E., 2008. Animal ambush: the challenge of managing wildlife hazard at general aviation airports. Proceedings of 53rd annual Corporate Aviation Safety Seminar. Palm Harbor, Florida.

Fitzwater, W.D., 1988. "Solutions To Urban Bird Problems". Proceedings of the Thirteenth Vertebrate Pest Conference (1988).52. <https://digitalcommons.unl.edu/vpcthirteen/52>.

Godsey, O.L., 1997. Bird Aircraft Strike Hazard (BASH) Management Techniques. Departement of the US Airforce.14. International Bird Strike Committee, 1998. IBSC 24. Proceedings and papers of 24thconference at Stará Lesná, Slovakia, 14-18 September 1998.

Harris, R.E., Davis, R.A., 1998. Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control. LGL Limited for Aerodrome Safety Branch, Transport Canada.

Harris, E., de Crom, E.P., Fouche, J., Wilson, A., 2020. Comparative study on the short-term effects of audio and visual raptor presence on a pigeon population, with a view towards pest control, International Journal of Pest Management 66(1), 31-39.

Hedayati, R., Ziaei-Rad, S., 2011. Effect of impact orientation on bird strike analysis. *International Journal of Vehicle Structures & Systems* 3(3), 184.

Heidari, R., Sadighi, M., 2015. *Bird strike: an experimental, theoretical and numerical investigation*. Woodhead Publishing.

Hu, Y., Xing, P., Yang, F., Feng, G., Yang, G., Zhang, Z., 2020. A birdstrike risk assessment model and its application at Ordos airport, China, *Scientific Reports* 10(19627).

Kaboli, M., Aliabadian, M., Tohidifar, M., Hashemi, A., Roselar, K., 2015. Atlas of birds of Iran. Publications of department of environment,

Iran.

Johnson, R. J. 2000. Management of pest birds in urban environments. *Other Publications in Wildlife Management*, 16.

Mansoori, J., 2005. Ornithology. Publications of Tenekabon branch, Islamic Azad University. 307 pp (In Persian).

Thorpe, J., 2003. Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, 1912-2002. In *International Bird Strike Committee, 26th Meeting*. Warsaw, Poland.