

بررسی تاثیر آلاینده‌گی فرودگاه مهرآباد در کیفیت هوای منطقه

مهدی ابراهیمی^۱، علیرضا جهانگیریان^۲

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دفتر گروه دانشکده هوا فضا
Mebrahimi@cic.aut.ac.ir

چکیده

در سالهای اخیر و با افزایش فزاینده ترافیک هوایی، میزان آلاینده‌گی ناشی از این بخش از حمل و نقل به شدت در حال افزایش است. این تحقیق با هدف بررسی میزان انتشار این آلاینده‌ها ناشی از کارکرد هواپیماها در هر سیکل نشست و برخاست و بررسی تاثیر جریان‌ات جوی بر پخش و انتشار آنها در فرودگاه مهرآباد صورت گرفته است. در این تحقیق دو دسته آلاینده مورد بررسی قرار گرفته‌اند، دسته اول ذرات معلق با اندازه 2/5 میکرون و کوچکتر را شامل می‌شود و دسته دوم مشتمل بر آلاینده‌های SO₂ و CO₂, N₂O, NO_x, CO می‌باشد. میزان انتشار دسته اول به کمک رابطه مرتبه اول انتشار یافته در سازمان فدرال هوایی ایالات متحده (FAA) و با استفاده از ضرائب دود (Smoke Number) که از خصوصیات هر نوع موتور می‌باشد تقریب زده شده است و مقدار سایر آلاینده‌های دسته دوم به کمک داده‌های مربوط به کمیته حفاظت هوایی محیط زیست (CAEP) بدست آورده شده است. به این ترتیب و با در نظر گرفتن آمار نشست و برخاست سالانه فرودگاه مهرآباد و نوع ناوگانی که در این فرودگاه نشست و برخاست می‌کنند تقریبی از میزان انتشار آلاینده‌ها در سطح منطقه، در هر دو دسته به طور جداگانه محاسبه می‌گردد. در انتها با در نظر گرفتن تقریبی از کل میزان سوختی که هواپیماها در یک روز عادی در این منطقه به مصرف می‌رسانند به مقایسه ای بین میزان معادل خودروبی که همین مقدار سوخت را در یک شبانه روز به مصرف می‌رسانند پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: پخش آلودگی، ضریب دود، فرودگاه، سیکل نشست و برخاست

1- مقدمه

با توجه به اهمیت مبحث حمل و نقل در انتشار آلودگی تحقیقات زیادی در رابطه با این مقوله و صنعت هوایی به عنوان یکی از زیر شاخه‌های آن انجام شده است، ولی از آنجایی که اغلب ساعات پروازی هواپیماهای مسافربری و باربری که بیشترین مصرف سوخت صنعت هوانوردی را به خود اختصاص می‌دهند در حالت کروز و در ارتفاعات بالا صورت می‌گیرد، غالب مطالعات صورت گرفته در زمینه آلودگی در بخش حمل و نقل هوایی متوجه تاثیرات مخرب دود خروجی از موتور هواپیماها بر لایه‌های فوقانی جو و اثرات گلخانه‌ای مرتبط معطوف گشته و تحقیقات زیادی در رابطه با اثرات زیان بار پرواز هواپیماها در لایه‌های پائینی جو (استرا پوسفر) و مناطق شهری صورت نگرفته است [1 و 2]. این در حالیست که در سطح بین المللی ترافیک هوایی بین سالهای 1999 تا 2001 حدود 50 درصد رشد از خود نشان می‌دهد و بعد از یک وقفه به دلیل حوادث 11 سپتامبر مجدداً با نرخ بالایی در حال تغییر است [3]. این رشد فزاینده در حمل و نقل هوایی افزایش محسوس آلودگی در مناطق اطراف فرودگاه‌ها را سبب شده است ولی عمدتاً به سبب اهمیت حمل و نقل هوایی، اثرات زیان بار آلاینده‌گی حاصل از

1- دانشجوی کارشناسی ارشد هوا فضا

2- استادیار دانشکده هوا فضا

کارکرد موتور هواپیماها در ارتفاعات پائین و مناطق شهری در سایه اهمیت این بخش از حمل و نقل مخفی مانده است. این در حالیست که وجود یک فرودگاه همانند مهرآباد در منطقه شهری علاوه بر هواپیماها، تعدادی زیادی اتومبیل را به این قسمت از شهر هدایت کرده و تمرکز آلودگی در این منطقه از شهر را به میزان قابل ملاحظه ای تشدید می نماید. از مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته می توان به بررسی میزان CO , NO , NO_2 و تاثیر باد محلی در پخش آلودگی در فرودگاه زوریخ به کمک 4 ایستگاه آلودگی سنج واقع در فرودگاه اشاره کرد که نشان داد میزان CO بیشترین تاثیر را از حرکت هواپیماها بر روی باند گرفته است، NO تابعی از حرکت اتومبیل های محلی بر روی باند می باشد¹ و NO_2 تابعی از وضعیت هوای زمینه است [4]. از دیگر تحقیقات صورت گرفته می توان به مدلسازی میزان توزیع SO_2 و CO در فرودگاه هنگ کنگ اشاره کرد (Yu et al., 2004). فرودگاه مهر آباد نیز به عنوان یکی از پرترددترین فرودگاه های منطقه، هر روزه حجم عظیمی از مواد سمی را وارد هوای شهر می کند. در این تحقیق با توجه به هر سیکل نشست و برخاست (LTO^2) شامل مرحله تاکسی با حدود 7 درصد ماکزیمم تراست³، مرحله نشست با حدود 30 درصد ماکزیمم تراست، مرحله اوج گیری با حدود 85 درصد ماکزیمم تراست و مرحله جدایش از باند با 100 درصد ماکزیمم تراست که هر یک به ترتیب زمانی در حدود 26، 4، 2/2 و 0/7 دقیقه را به خود اختصاص می دهند میزان کل سوخت مصرفی و آلاینده های منتشر شده طی سیکل های یاد شده، بدست آورده شده اند [5]. این در حالیست که طی بیشترین وضعیت تراست (جدایش از باند) به دلیل قرار گرفتن موتور در حداکثر دمای ممکن، کمترین انتشار CO و بیشترین انتشار NO_x را شاهد بوده و طی کمترین وضعیت تراست (تاکسی) عکس این حالت اتفاق می افتد [6 و 7].

2- روش انجام تحقیق

در این تحقیق به بررسی دو دسته آلاینده حاصل از کارکرد هواپیما می پردازیم. دسته اول ذرات معلق $2/5$ میکرون و کوچکتر را شامل می شود و دسته دوم مشتمل بر ترکیبات سمی خارج شده از موتور هواپیما حاصل از سوخت بنزین در سیکل های مختلف پرواز می باشد. دسته اول از معادلات مرتبه اول⁴ سازمان فدرال هوایی ایالات متحده (FAA^5) برگرفته شده است (WAYSON ET AL., 2003) که در آن میزان انتشار تابعی از ضریب دود (Smoke number) و نرخ جریان سوخت می باشد.

$$EI = 0.6 \times (SN)^{1.8} \times (FF) \quad (1)$$

در عبارت فوق EI معادل میزان انتشار ذرات بر حسب میلی گرم بر ثانیه، FF معادل نرخ جریان جرم سوخت بر حسب کیلوگرم بر ثانیه و SN معادل ضریب دود که یک عبارت بی بعد می باشد، نامگذاری شده اند. ضریب دود در عبارت فوق به کمک فیلتر نصب شده بر روی قسمت خروجی گازهای حاصل از احتراق موتور در واحد سطح اندازه گیری شده و با مقایسه با استاندارد فیلترها بدست می آید. در تعیین میزان انتشار آلودگی، دقت در محاسبه این ضریب در فازهای مختلف پرواز (نشست، تاکسی، جدایش و اوج گیری) از اهمیت خاصی برخوردار است. از آنجایی که این ضریب تنها برای ماکزیمم کارکرد موتور محاسبه می شود به کمک روابط بعد مقادیر اصلاح شده آن در فازهای مختلف پرواز بر حسب حالت جدایش به تفکیک زیر بدست آورده می شوند [8]. نمودار شماره (1) این ضریب را برای فازهای مختلف پرواز نشان می دهد.

$$SN_{Clim-out} = 0.86 \times SN_{Take-off} \quad (2)$$

$$SN_{Approach} = 0.51 \times SN_{Take-off} \quad (3)$$

$$SN_{Idle} = 0.41 \times SN_{Take-off} \quad (4)$$

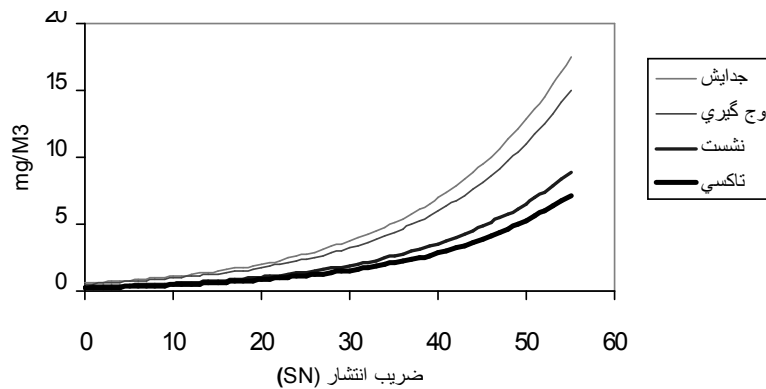
¹ Ground Support Equipment

² Landing/Take Off

³ Thrust

⁴ First Order Approximation

⁵ Federal Aviation Administration



شکل 1- مقایسه ضرایب دود در مدهای مختلف پرواز

در بررسی میزان انتشار دسته دوم آلاینده‌ها از اطلاعات مربوط به میزان پخش این سموم طی هر سیکل نشست و برخاست هواپیما استفاده شده است [9]، به این صورت که با تقسیم بندی سیکل نشست و برخاست به مدهای ذکر شده، میزان آلاینده‌گی هر نوع موتور قابل محاسبه می‌گردد. در ادامه به کمک جداول آلاینده‌گی ارائه شده از سازمان ایکائو [10]، که قبل از وارد شدن هر هواپیما مسافری و بازرگانی به بازار میزان انتشار آلاینده‌های موتور آن را مورد محاسبه قرار می‌دهد، علاوه تعداد نشست و برخاست‌های صورت گرفته در فرودگاه مهرآباد، مقدار آلاینده‌های منتشر شده در محوطه فرودگاه قابل محاسبه می‌باشد. جدول شماره (1) میزان انتشار هر یک از این آلاینده‌ها را بر حسب یک فاز نشست و برخاست هواپیماهای متعلق به ناوگان هوایی کشور نشان می‌دهد. به این ترتیب میزان انتشار آلاینده‌ها از فرودگاه مهرآباد با توجه به نوع ناوگان و تعداد سیکل‌های LTO انجام شده از این فرودگاه، در یک بازه زمانی مشخص بدست آورده می‌شود.

جدول 1- میزان انتشار آلاینده‌ها بر حسب کیلو گرم طی یک سیکل LTO (KG/LTO)

نوع هواپیما	CO ₂	N ₂ O	NO _x	CO	SO ₂	مصرف سوخت	درصد LTO
A300	5450	0/2	25/86	14/80	1/72	1720	9
A310	4760	0/2	19/46	28/30	1/51	1510	4
B747	11370	0/4	49/52	79/78	3/60	3600	7
B737	2460	0/1	9/12	8/00	0/78	780	3
B727	4610	0/1	11/97	27/16	1/46	1460	8
B707	5890	0/2	10/96	92/37	1/86	1860	5
TU-154	5960	0/2	12/00	82/88	1/89	1890	22
FOKKER 100	2390	0/1	5/75	13/84	0/76	760	27
سایر	2880	0/1	10/66	10/22	0/91	910	15

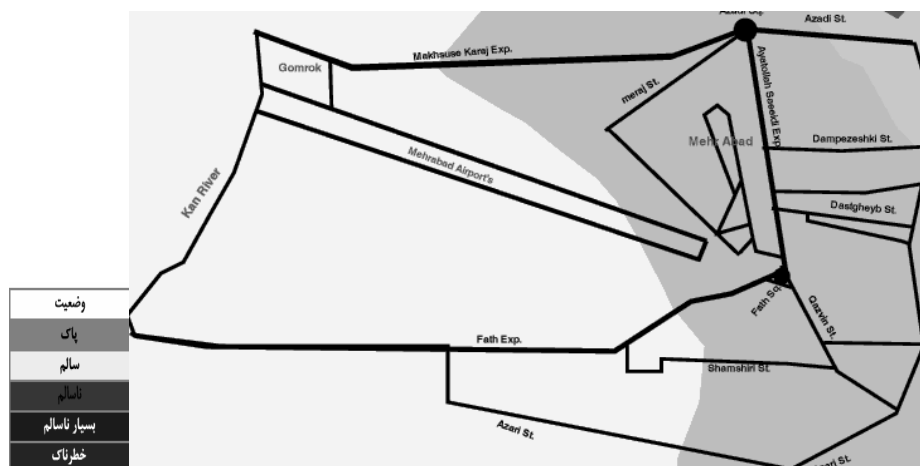
3- بحث پیرامون نتایج

با توجه به اینکه سالانه قریب به 110 هزار سیکل LTO در فرودگاه مهرآباد صورت می‌پذیرد و همچنین با در نظر گرفتن ناوگان هوایی داخلی و هواپیماهای متعلق به خطوط خارجی که از فرودگاه مهرآباد تردد می‌کنند [11]، سالانه 160 تن ذرات معلق کوچکتر از 2/5 میکرون و قریب به 660 هزار تن دی اکسید کربن در فضای اطراف فرودگاه پراکنده می‌شود. به این ترتیب با توجه به جدول شماره (1) و برآورد 2100 لیتر مصرف سوخت به ازاء هر سیکل LTO هر ساله حدود 230 میلیون لیتر بنزین طی این سیکل در محوطه اطراف فرودگاه سوزانده می‌شود. جدول بعد مقادیر انواع آلاینده‌های انتشار یافته از موتور هواپیماها را در یک سیکل LTO به مدت یک شبانه روز در فرودگاه مهرآباد مشخص می‌کند.

جدول 2- میزان انتشار آلاینده‌ها ناشی از سیکل LTO بر حسب کیلو گرم طی یک شبانه روز

MP2,5 (کیلو گرم)	SO2 (کیلو گرم)	CO (کیلو گرم)	NOX (کیلو گرم)	N2o (کیلو گرم)	CO2 (تن)
500	540	7500	3300	60	1800

با در نظر گرفتن میانگین 7 لیتر مصرف سوخت به ازاء هر روز تردد یک خودرو در شهر [12]، این فرودگاه به عنوان یک منبع در هر روز تقریباً برابر با 90 هزار خودرو سوخت مصرف می کند. از سوی دیگر با توجه به جابجایی سالانه نزدیک به 4/5 میلیون مسافر از این فرودگاه، هر روزه تعداد زیادی خودرو به این منطقه از شهر هدایت می شوند. این در حالیست که این منبع در قسمتی از شهر تهران واقع شده است که با توجه به باد غالب، عمدتاً ذرات آلاینده را وارد شهر می کند. در شکل بعد میزان پراکندگی CO به عنوان بیشترین تاثیر کارکرد هواپیماها در هوای منطقه طی میانگین 10 روز از فصول مختلف در منطقه 9 تهران نشان داده شده است (البته قسمت عمده ای از این آلودگی متأثر از حمل و نقل زمینی می باشد). همانطور که از این شکل مشخص است عمده آلودگی CO به سبب جهت باد غالب به سمت شهر کشیده شده است



شکل 2- ناحیه 9 تهران و نمایی از میزان آلودگی

4- نتیجه گیری

در این تحقیق به کمک محاسبه ضرائب دود هواپیماهای مختلف و تحلیل اطلاعات مربوط به خصوصیات هواپیماهای وارد شده به فرودگاه مهرآباد به بررسی میزان دو دسته آلاینده پرداخته شده است که بیانگر نشر سالانه 160 تن ذرات معلق کوچکتر از 2/5 میکرون و قریب به 660 هزار تن دی اکسید کربن در فضای اطراف فرودگاه می باشد، این فرودگاه همچنین علاوه بر ایجاد آلودگی مستقیم تعداد زیادی خودرو را نیز به این منطقه از شهر هدایت می کند که این امر آلودگی را در این محدوده تشدید می کنند، این انتشار از منابع ذکر شده در حالی اتفاق می افتد که این منطقه در قسمت غربی شهر واقع گشته و با توجه به باد غالب، عموماً این آلودگی‌ها به داخل شهر هدایت می شوند. به این ترتیب کاهش ترافیک این فرودگاه با توجه به قابلیت های فرودگاه امام امری ضروریست که عدم توجه به آن خسارات زیست محیطی جبران ناپذیری را به همراه خواهد داشت. همچنین به جهت حفظ سلامت کودکان و سالمندان شناسایی دقیق مناطق مجاور با فرودگاه که با توجه به توزیع چیدمان شهری و جریان‌های لایه مرزی جو، منجر به تمرکز آلودگی می شوند از اهمیت بالایی برخوردار می باشد که به عنوان تحقیقات بعدی در این زمینه توصیه می گردد.

مراجع

- 1- Brasseur, G.P., Cox, R.A., Hauglustaine, I.D., Isaksen, I.J., Lister, D.H., Sausen, R., chumann, U., Wahner, ., Wiesen, P., 1998. European Scientific Assessment of the Atmospheric Effects of Aircraft Emissions. Atmospheric Environment 32, 2327-2422.
- 2- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), 2002. Proposed regulations transposing the EC Air Quality Framework Directive and 1st Daughter Directive. <http://www.defra.gov.uk/environment/consult/aqframe/02.htm>
- 3- Department of Transportation grounds all U.S. private aircraft, <http://www.dot.state.fl.us>
- 4- Kreuzeckbahnstr, Garmisch-Partenkirchen, The impact of NOx, CO and VOC emissions on the air quality of Zurich airport, Institute of Meteorology and Climate Research, Atmospheric Environmental Research, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (IMK-IFU).
- 5- Schroder, F.P., Karcher, B., Petzold, A., Baumann, R., Busen, R., Hoell, C., Schumann, U., 1998. Ultrafine aerosol particles in aircraft plumes: in situ observations. Geophysical Research Letters 25 (15), 2789-2792.
- 6- Hu, Y., Cohan, D., Odman, M.T., Russell, A.G., 2004a. Air quality modeling of the August 11-20, 2000 episode for the fall line air quality study. Atlanta, GA, Prepared for Georgia, Department of Natural Resources, Environmental Protection Division.
- 7- ابراهیمی، م، " بررسی آلودگی ناشی از حرکت هواپیماها در فرودگاه‌های شهری"، سمینار کارشناسی ارشد مهندسی هوا-فضا (آیرودینامیک)، دانشکده هوافضا، دانشگاه امیر کبیر، 1385.
- 8- Wayson, R.L., Fleming, G.G., Kim, B., 2003. Status report on proposed methodology to characterize jet/gas turbine engine particulate matter emissions. US Department of Transportation, Federal Aviation Adm Administration.
- 9- Airports Council International, 2003. Air traffic figures, <http://www.airports.org>
- 10- ICAO Annex 16 "International Standards and Recommended Practices Environmental Protection", Volume II "Aircraft Engine Emissions", 2nd edition (1993)

11- سایت سازمان هواپیمایی کشوری www.cao.ir

12- سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران <http://www.tehrantraffic.org>