



دانشکده مهندسی مکانیک

شبه سازی عددی آلودگی هوا

نقاش

احسان عباسیان برفه

استاد راهنما: دکتر شعبان علیاری

استاد مشاور: دکتر کامران مبینی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی

آذر 1391

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب احسان عباسیان برفه‌متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی اثر متعلق به دانشگاه شهید رجایی می‌باشد.

احسان عباسیان برفه

فرم داوران

تقدیم به:

مادر فداکار

پدر زحمتکش

و همسر مهربانم

تشکر و قدردانی:

حمد و سپاس خدایی که توان آموختنم بخشید. امید آنکه بتوانم خالصانه در راه رضای او گام بردارم. بر دستان پر مهر و محبت پدر و مادرم بوسه می زنم که علیرغم تمام مشکلات امکان پیمودن این راه را برایم فراهم آوردند. از همسر مهربانم که امید بخش این راه برای این جانب بوده اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از استاد عزیز و گرامیم آقای دکتر علیاری که در نهایت صفا و دوستی در تمام مراحل انجام این تحقیق راهگشایم بودند صمیمانه تشکر می کنم. همچنان از آقای دکتر مبینی به خاطر مشاوره های دلگرم کننده شان سپاسگزارم. از اساتید دوران تحصیل آقایان دکتر جوارده، دکتر علیگودرز، دکتر خواجوی- که از کلاس های آنها درس علم و اخلاق آموختم- تشکر و قدردانی می کنم.

چکیده

کلیه مواد آلوده کننده ای که در نقاط مختلف از منابع آلوده کننده به اتمسفر منتقل می شوند، در جو پراکنده شده و در شرایط مختلف جوی و منطقه ای غلظت آنها تغییر می کند. در حقیقت مواد آلوده کننده موجود در جو یک سیکل را طی می نمایند، بدین معنا که مواد متصاعد شده توسط گیاهان، خاک، جانوران، منابع آبی، جانداران و سایر مواد جذب می شود و یا توسط باد و باران از جو خارج و میزان آن توسط عوامل ذکر شده، در جو کاهش می یابد. گاهی مواد آلوده کننده در اثر وزش باد مجدداً به جو باز می گردند. به علل فوق، در صورتی که بتوان نحوه پراکندگی و یا توزیع و انتشار مواد آلوده کننده در جو را مشخص کرد، می توان یک مدل ریاضی تهیه نمود و موضوع را مورد بررسی قرار داد. این مدل را می توان با اندازه گیری های عملی از یک منطقه توأم نمود و به نتایج قابل توجهی نایل آمد. در صورتیکه نقشه های توزیع، انتشار و پراکندگی صحیح باشد، باید با اطلاعاتی که از طریق اندازه گیری ارائه می شود مطابقت نماید. در این صورت است که می توان با توجه به این نقشه ها استانداردهای لازم جهت کنترل آلودگی هوا را تدوین نمود.

در این پژوهش نحوه توزیع آلاینده های خروجی از دودکش ذوب مس خاتون آباد واقع در استان کرمان مورد بررسی قرار می گیرد. دودکش مورد نظر دارای ارتفاع 100 متر و قطر خروجی 4 متر و گاز خروجی دی اکسید گوگرد با سرعت خروجی 2 متر بر ثانیه می باشد. محیط اطراف دودکش به ابعاد 1000×400×200 متر مکعب را به عنوان حجم مورد نظر در نظر می گیریم. از آنجاییکه در اکثر فصول سال سرعت باد منطقه 5 متر بر ثانیه میباشد نتایج حاصل از نحوه توزیع آلودگی را با توجه به تغییر ارتفاع دودکش و تغییر سرعت باد مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، حل عددی، ارتفاع دودکش، سرعت باد

فهرست

عنوان	صفحه
چکیده.....	ا.....
فهرست مطالب.....	ب.....
فهرست جداول.....	ز.....
فهرست اشکال.....	ه.....
فهرست علائم اختصاری.....	ی.....

فهرست مطالب

فصل اول

1-1-مقدمه.....	2.....
2-1- تاریخچه آلودگی هوا.....	3.....
3-1- مشکلات آلودگی هوا.....	3.....
4-1-قانون کنترل آلودگی هوا.....	4.....
5-1- اجرای قانون هوای تمیز.....	4.....

فصل دوم

1-2- مقدمه.....	7.....
2-2-دی اکسید گوگرد.....	8.....
2-2-1- ماهیت و منابع آلاینده	8.....
2-2-2- اثرات بهداشتی.....	8.....
2-2-3- اثرات زیست محیطی.....	9.....

- 9.....3-2- گردش باد.....
- 10.....1-3-2- باد ژئوستروفیک.....
- 11.....2-3-2- باد گرادیان (باد متغیر).....
- 12.....4-2- لایه مرزی زمینی.....
- 15.....5-2- تغییرات سرعت باد با ارتفاع.....
- 18.....6-2- توزیع گلباد.....
- 19.....7-2- نرخ افت.....
- 21.....8-2- شرایط پایداری اتمسفر.....
- 22.....9-2- شرایط معکوس بودن هوای اتمسفر.....
- 23.....1-9-2- وارونگی جابجایی.....
- 24.....2-9-2- وارونگی تشعشی.....
- 25.....3-9-2- وارونگی مرکب.....

فصل سوم

- 27.....1-3- مقدمه.....
- 27.....2-3- شبیه سازی cfd.....
- 27.....3-3- روشهای حل عددی معادلات دیفرانسیل.....
- 27.....4-3- معرفی حجم محدود و ارائه کلیات آن.....
- 29.....1-4-3- روش رو به باد یک.....
- 30.....2-4-3- روش قاعده توانی.....
- 32.....3-4-3- روش رو به باد مرتبه 2.....

- 33.....3-4-4-4-روش مرتبه 3
- 33.....3-5-3- فرم خطی شده معادله مجزا
- 34.....3-6-3- زیر تخفیف و فوق تخفیف
- 35.....3-7-3- محاسبه میدان جریان
- 35.....3-8-3- الگوهای حل در فلوئنت
- 35.....3-8-3-1- روش حل تفکیکی
- 37.....3-8-3-2- روش حل پیوسته
- 39.....3-9-3- مدل‌های توربولانس
- 40.....3-10-3- مدل‌های $k-\epsilon$
- 42.....3-11-3- جریانهای تراکم پذیر و تراکم ناپذیر
- 42.....3-12-3- معادلات حرکت در شبیه سازی این تحقیق
- 43.....3-13-3- متوسط تجمع بی بعد آلاینده ها
- 43.....3-14-3- صورت مساله این پژوهش

فصل چهارم

- 45.....4-1-1- مقدمه
- 45.....4-2-2- معادلات حاکم بر توزیع میدان سرعت باد
- 45.....4-2-1-1- حل عددی
- 51.....4-2-2-2- تخمین میدان اولیه
- 51.....4-2-2-1- میانبایی افقی
- 52.....4-2-2-2- برونیابی عمودی

- 4-2-2-2-1- نحوه نسبی طول Monin.Obakhov بر حسب زبری سطح.....54
- 4-2-2-2-2- نحوه تعیین طول زبری 20 در هر نقطه.....55
- 4-3- معادلات گسستگی.....55

فصل پنجم

- 5-1- ویژگی های شبکه73
- 5-2- نمایش کنتور سرعت.....75
- 5-3- محدوده آلوده شده و میانگین غلظت در اثر تغییر ارتفاع دودکش و سرعت باد.....77
- 5-3-1- گسترده‌گی آلودگی در اثر تغییر سرعت باد و تغییر ارتفاع دودکش.....77
- 5-3-2- غلظت آلودگی در اثر تغییرات سرعت و ارتفاع دودکش.....78
- 5-4- میزان غلظت آلاینده‌گی در ارتفاع های مختلف از سطح زمین با تغییر ارتفاع دودکش و سرعت باد80
- 5-4-1- غلظت آلاینده در ارتفاع 50 متر از سطح زمین با ارتفاع های دودکش و سرعت های مختلف.....80
- 5-4-1-1- تغییرات ارتفاع دودکش80
- 5-4-1-2- تغییرات سرعت باد81
- 5-4-2- غلظت آلاینده در ارتفاع 100 متری از سطح زمین با ارتفاع های مختلف دودکش و سرعت های مختلف باد82
- 5-4-2-1- تغییرات ارتفاع دودکش.....82
- 5-4-2-2- تغییرات سرعت باد.....83
- 5-4-3- غلظت آلاینده‌گی در ارتفاع 150 متری با ارتفاع های مختلف دودکش و سرعت های مختلف باد.....84

- 84.....1-3-4-5- تغییرات ارتفاع.....
- 85.....2-3-4-5- سرعت های مختلف باد.....
- 86.....4-4-5- غلظت آلاینده‌گی در ارتفاع 200متری از سطح زمین با ارتفاع های مختلف دودکش و سرعت های باد مختلف
- 86.....1-4-4-5- تغییرات ارتفاع.....
- 87.....2-4-4-5- تغییرات سرعت باد
- 88.....5-5- نتایج نهایی از مقایسه دیاگرام ها.....
- 91.....6-5- نتایج کلی.....

فهرست جداول

17.....	جدول 1-2
17.....	جدول 2-2
40.....	جدول 1-3
54.....	جدول 1-4
55.....	جدول 2-4
74.....	جدول 1-5

فهرست اشکال

4.....	شکل 1-1.....
10.....	شکل 1-2.....
11.....	شکل 2-2.....
12.....	شکل 3-2.....
14.....	شکل 4-2.....
15.....	شکل 5-2.....
16.....	شکل 6-2.....
18.....	شکل 7-2.....
21.....	شکل 8-2.....
22.....	شکل 9-2.....
23.....	شکل 10-2.....
24.....	شکل 11-2.....
28.....	شکل 1-3.....
31.....	شکل 2-3.....
36.....	شکل 3-3.....
37.....	شکل 4-3.....
73.....	شکل 1-5.....
74.....	شکل 2-5.....

75.....	شكل 3-5
76.....	شكل 4-5
76.....	شكل 5-5
77.....	شكل 6-5
78.....	شكل 7-5
79.....	شكل 8-5
80.....	شكل 9-5
81.....	شكل 10-5
82.....	شكل 11-5
83.....	شكل 12-5
84.....	شكل 13-5
85.....	شكل 14-5
86.....	شكل 15-5
87.....	شكل 16-5
88.....	شكل 17-5
89.....	شكل 18-5
90.....	شكل 19-5

فهرست علائم اختصاری

α	ضریب جذب
BTU	واحد انرژی و کار در سیستم انگلیسی
PPM	قسمت در میلیون
ISO	سازمان بین المللی استاندارد
H	ارتفاع دودکش
V	سرعت
EPA	آژانس حفظ محیط زیست
SENECA	سنکا
F_{CO}	نیروی کریولیس
Hp	فشار بالا
Lp	فشار پایین
Vg	سرعت باد وئوستروفیک
T	درجه حرارت
Cp	گرمای ویژه
h	آنتالپی
U	انرژی داخلی
dq	مقدار حرارت منتقل شده

فصل اول

تاریخچه آلودگی

1-1- مقدمه

آلودگی هوا عبارتست از حضور یک و یا بیش از یک آلاینده در هوای آزاد مانند گرد و خاک، دود غلیظ، گاز مه آلود، بوی نامطبوع به مقدار کافی، با خواص مشخص و تداوم که می تواند حمایت انسان، گیاه و جانوران و اصول انسانی را به مخاطره اندازد.

اولین آلاینده های هوا احتمالاً دارای منشأ طبیعی بوده اند. دود، بخار بدبو، خاکستر و گازهای متصاعد شده از آتشفشانها و آتش سوزی جنگلها، گرد و غبار ناشی از توفانها در نواحی خشک، در نواحی کم ارتفاع مرطوب و مه های رقیق شامل ذرات حاصل از درختهای کاج و صنوبر در نواحی کوهستانی، پیش از آنکه مشکلات مربوط به سلامت انسانها و مشکلات ناشی از فعالیتهای انسانی محسوس باشند. کلاً جزئی از محیط زیست ما به شمار می رفته اند. به استثنای موارد حاد، نظیر فوران آتشفشان.

آلودگیهای ناشی از منابع طبیعی معمولاً ایجاد چنان مشکلات جدی برای حیات جانوران و یا اموال انسانها نمی کنند. این در حالی است که فعالیت های انسانی ایجاد چنان مشکلاتی از نظیر آلودگی می نمایند که بیم آن می رود، بخشهایی از اتمسفر زمین تبدیل به محیطی مضر برای سلامت انسانها گردد.

1-2- تاریخچه آلودگی

دود یکی از قدیمی ترین آلاینده های هوا است که برای سلامت بشر مضر است. زمانی که دود ناشی از آتش حاصله از سوختنچوب توسط ساکنین اولیه غارها جای خود را به دود ناشی از کوره های زغال سوز در شهرهای پر جمعیت داد، آلودگی هوا ، بقدری افزایش یافت که زنگ خطر برای برخی از ساکنان آن شهرها به صدا در آمد. در سال 61 بعد از میلاد ، "سنکا (Seneca) "فیلسوف رومی از هوای روم بعنوان هوای سنگین و از دودکشهای هود با عنوان تولید کننده بوی بد نام برد.

در سال 1273 میلادی ، "ادوارد اول "پادشاه انگلستان عنوان کرد که هوای لندن به حدی با دود و مه آلوده شده است و آزار دهنده است که از سوختن زغال سنگدرباریی جلوگیری خواهد کرد. علی‌رغم هشدار پادشاه مذکور ، نابودی گسترده جنگلها ، چوپرا تبدیل به یک کالای کمیاب نمود و ساکنان لندن را وادار ساخت تا بجای کم کردن مصرف زغال سنگ به میزان بیشتری از آن استفاده کنند.

تا سال 1661 میلادی یعنی بیش از یک قرن بعد ، تغییر قابل ملاحظه‌ای در آلودگی هوا بوجود نیامد. چاره جویی و پیشنهادات عبارت بودند از برچیدن تمامی کارخانه‌های اطراف شهر لندن و بوجود آمدن کمربند سبز در اطراف شهر. بالاخره این چاره جویی‌ها کارساز شد .

1-3- مشکلات آلودگی هوا

شواهدی دال بر علاقمندی جوامع انسانی در غلبه بر مشکل آلودگی هوا وجود دارند که از جمله آنها می‌توان از تصویب و اجرای قوانین کنترل دود در شیکاگو سینسنیاتی به سال 1881 نام برد. ولی اجرای این قوانین و قوانینی مشابه آنها با دشواریهایی مواجه گردید و برای تمیز نمودن هوا یا جلوگیری از آلودگی بیشتر آن ، تقریباً کاری انجام نشد. در سال 1930 در دره بسیار صنعتی میوز در کشور بلژیک در اثر پدیده وارونگی ، مه دوددر یک فضای معین محبوس گردید. در نتیجه 63 تن جان خود را از دست داده ، چندین هزار تن دیگر بیمار شوند.

حدود 18 سال بعد در شرایط مشابهی در ایلات متحده آمریکا ، یکی از اولین و بزرگترین فاجعه‌های زائیده آلودگیها رخ داد، یعنی 17 نفر جان خود را باختند و 43 درصد جمعیت نورا در پنسیلوانیا بیمار شدند. درست سه سال بعد از فاجعه مه دود لندن در سال 1952 ، نادیده گرفتن عواقب جدی آلودگی هوا غیر ممکن گردید.

در روز سه شنبه 4 دسامبر سال 1952 حجم عظیمی از هوای گرم به طرف قسمت جنوبی انگلستان حرکت کرده ، با ایجاد یک وارونگی دمایی سبب نشست یک مه سفید در لندن شد. این مه دود به دستگاه تنفسی انسان سخت آسیب می‌رساند. در نتیجه بیشتر مردم بزودی با مشکلاتی از قبیل قرمز شدن چشمها ، سوزش گلو و سرفه‌های زیاد مواجه شدند و پیش از آنکه در 9 دسامبر از سطح شهر دور شوند، 400 مورد مرگ مربوط به آلودگی هوا گزارش کردند. این تعداد تلفات برای متوجه ساختن افکار بریتانیایی‌ها جهت تصویب قانون هوای تمیز در سال 1956 کافی بود .

1-4- قانون کنترل آلودگی هوا

این قانون در ایالات متحده امریکا به نام قانون کنترل آلودگی هوا قانون عمومی (159_84) به تصویب رسید. اما این مصوبه تنها موجب به تصویب رسیدن یک قانون مؤثرتر گردید. این قانون یکبار در سال 1960 و بار دیگر در سال 1962 بازنگری شد و به قانون هوای تمیز سال 1963 قانون عمومی (88_206) که برنامه‌های ناحیه‌ای

محلی و ایالتی را برای کنترل هوا تشویق می‌کرد و در عین حال حق مداخله را برای دولت فدرال در صورت به خطر افتادن سلامت و رفاه اهالی ایالت در اثر آلودگی ناشی از ایالات دیگر محفوظ نگه می‌داشت، الحاق گردید. این قانون معیارهایی برای کیفیت هوا وضع کرد که بر اساس آنها، استانداردهای کیفیت هوا و گازهای متصاعد شده در دهه 1960 میلادی پی‌ریزی شد.

1-5- اجرای قانون هوای تمیز

اجرای قانون هوای تمیز در سال 1970 به آژانس نو بنیاد حفاظت محیط زیست (EPA) محول گردید. قانون به وضع استانداردهای درجه اول و دوم کیفیت هوای محیط زیست پرداخت. استانداردهای اولیه متکی بر معیارهای کیفیت هوا، برای حفظ سلامت عموم مردم، دامنه وسیعی از ایمنی را در نظر می‌گیرد. شکل 1-1-نمایی از آلودگی ذوب مس سرچشمه را نشان می‌دهد.



شکل 1-1

در حالی که استانداردهای ثانوی که آنها نیز متکی بر معیارهای کیفیت هوا باشند، برای حفظ رفاه عموم انسانها، به علاوه گیاهان، جانوران، اموال و دارائی هستند.

اصطلاحات قانون هوای تمیز به سال 1977 به تقویت باز هم بیشتر قوانین موجود پرداخته است. اگر چه این امکان وجود دارد که تغییرات بیشتری نیز انجام شود، کاملاً محتمل است که کنترل آلودگی هوای برای ایجاد