

صلى الله عليه وسلم



دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی

گروه آب و هواشناسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته آب و هواشناسی

گرایش مخاطرات آب و هوایی

عنوان

بررسی تاثیر پایداری‌های جوی بر پتانسیل آلودگی هوای شهر تبریز

استاد راهنما

دکتر علی محمد خورشید دوست

استادان مشاور

دکتر بهروز ساری صراف و مهندس غلام‌حسن محمدی

پژوهشگر

فریبا عقلمند

شهریور ۱۳۹۳

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

و

خواهر نازنینم

شکر خدا که هر چه طلب کردم از خدا بر منتهای همت خود کامران شدم

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان‌نامه را به پایان برسانم. از زحمات استاد گران‌قدرم جناب آقای دکتر علی‌محمد خورشید دوست که با راهنمایی‌های خویش این تحقیق را غنا بخشیدند قدرانی می‌نمایم و همچنین از مشاوره‌های اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر بهروز ساری صراف و جناب آقای مهندس غلام‌حسن محمدی که با توصیه‌های ارزشمند خود در پربار نمودن این پایان‌نامه کوشیدند صمیمانه سپاسگزارم.

از اساتید محترم گروه آب و هواشناسی دانشگاه تبریز، آقای دکتر جهانبخش، آقای دکتر رضایی بنفشه، آقای دکتر رسولی، آقای دکتر ولی زاده، آقای دکتر رستم زاده و سایر اساتید گروه جغرافیای طبیعی که در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد از راهنمایی‌هایشان بهره‌جستم کمال تشکر و امتنان را دارم.

از مسئولین و کارشناسان اداره کل آب و هواشناسی و اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی کمال تشکر را دارم.

نام خانوادگی : عقلمند	نام : فریبا
عنوان پایان نامه : بررسی تاثیر پایداری های جوی بر پتانسیل آلودگی هوای شهر تبریز	
استاد راهنما : دکتر علی محمد خورشید دوست استادان مشاور : دکتر بهروز ساری صراف و مهندس غلام حسن محمدی	
مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد	رشته : آب و هواشناسی (مخاطرات آب و هوایی)
دانشگاه : تبریز	دانشکده : جغرافیا
تعداد صفحه : ۱۲۸	
کلیدواژه ها : پایداری هوا، وارونگی دمایی، آلودگی هوا، نقشه های سینوپتیکی، Skew-T، شهر تبریز	
<p>چکیده</p> <p>آلودگی هوا یکی از مشکلات شهری به شمار می رود به طوری که اکثر شهرهای بزرگ از جمله تبریز با این پدیده مواجه هستند. آلاینده های شیمیایی در لایه تروپوسفر به همراه آلاینده های ناشی از فعالیت های انسانی نسبت ترکیبات هوا را تغییر داده و احتمالاً بر روی هوای محلی، منطقه ای و اقلیم جهانی تاثیر می گذارند. در بروز آلودگی های شدید در شهرهای بزرگ، پایداری هوا و وارونگی دمایی از طریق قطع تبادل هوا بین لایه های نزدیک به سطح زمین با لایه های فوقانی جو بیشترین تاثیر را در افزایش غلظت آلاینده ها و بروز شرایط بحرانی دارند. جو و هوای شهر تبریز به دلیل کمبود تهویه طبیعی، کمی سرعت باد و پایداری اتمسفر، با وارونگی دما مواجه است و این شرایط باعث ایجاد و یا تشدید آلودگی هوا می شود، که لزوم بررسی های دقیق در این زمینه را به وجود می آورد. در این تحقیق شرایط به وجود آورنده ی پایداری ها و تاثیر آن ها بر پتانسیل آلودگی هوای شهر با استفاده از داده های مربوط به غلظت آلاینده های نظیر SO_2، CO، PM_{10} و $PM_{2.5}$، داده های هواشناسی مربوط به روزهای دارای آلودگی هوا و تحلیل نقشه های سینوپتیکی، داده های رادیوسوند و نمودارهای ترمودینامیکی (Skew-T)، به بررسی پایداری جو در طی دوره ی سرد سال های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ پرداخته شده و تعیین مقدار تاثیرگذاری پایداری جو بر پتانسیل آلودگی هوا با توجه به غلظت آلاینده ها و با استفاده از روش های کمی و آمار استنباطی انجام شده است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد پایداری جو از سامانه های پرفشار، عناصر اقلیمی، وارونگی دمایی و غلظت بالای آلاینده ها در طی چندین روز تاثیر می پذیرد. غلظت آلاینده ها کاملاً تحت تاثیر پایداری جو قرار دارد. پایداری های شدید در جو آلودگی شدید و پایداری ضعیف هم باعث تجمع غلظت کمتری از آلاینده ها در هوا می شود.</p>	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : طرح تحقیق.....
۲	۱-۱ مقدمه.....
۳	۲-۱ بیان مسئله.....
۵	۳-۱ ضرورت تحقیق.....
۶	۴-۱ اهداف تحقیق.....
۶	۵-۱ سوالات تحقیق.....
۷	۶-۱ فرضیات تحقیق.....
۷	۷-۱ جمع بندی.....
۸	فصل دوم : مبانی نظری و پیشینه تحقیق.....
۹	۲-۱ مبانی نظری.....
۹	۲-۱-۱ مخاطرات اقلیمی.....
۹	۲-۱-۲ آلودگی هوا.....
۹	۲-۱-۳ آلاینده‌ها.....
۱۱	۲-۱-۴ شاخص استاندارد آلاینده‌گی PSI.....
۱۳	۱-۲-۵ افتاهنگ (لپس ریت).....
۱۴	۲-۱-۶ افتاهنگ بی درو.....
۱۴	۲-۱-۷ لایه مرزی.....
۱۴	۲-۱-۸ ناپایداری جو.....

عنوان..... صفحه

۱۵	۲-۱-۹ پایداری هوا
۱۵	۲-۱-۱۰ وارونگی دمایی
۱۵	۲-۱-۱۰-۱ انواع وارونگی دمایی
۱۸	۲-۱-۱۱ نقشه‌های هوا
۱۸	۲-۱-۱۱-۱ بندال امگا
۱۹	۲-۱-۱۲ نقشه‌های سینوپتیک
۱۹	۲-۱-۱۳ نمودار Skew-T
۲۰	۲-۲ بررسی منابع
۲۱	۲-۲-۱ منابع خارجی
۲۲	۲-۲-۲ منابع داخلی
۳۰	۲-۲-۳ جمع بندی
۳۱	فصل سوم : ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۳۲	۳-۱ موقعیت و وسعت شهر تبریز
۳۳	۳-۲ ویژگی‌های توپوگرافی منطقه
۳۴	۳-۲-۱ ارتفاعات عون بن علی
۳۴	۳-۲-۲ ارتفاعات بخش جنوبی
۳۴	۳-۲-۳ بخش مسطح و جلگه‌ای شمالغربی
۳۴	۳-۳ توده هواهای موثر بر منطقه
۳۵	۳-۴ طبقه‌بندی اقلیمی شهر تبریز
۳۵	۳-۵ ویژگی‌های آب و هوایی شهر تبریز
۳۹	۳-۶ ویژگی‌های جمعیتی

عنوان	صفحه
۳-۷ آلودگی هوای شهر تبریز	۳۹
۳-۸ جمع بندی	۴۲
فصل چهارم : مواد و روش تحقیق	۴۳
۴-۱ مقدمه	۴۴
۴-۲ جمع آوری داده‌ها	۴۴
۴-۳ بررسی داده‌های جمع آوری شده	۴۵
۴-۴ تحلیل و بررسی نتایج	۴۹
۴-۴-۱ محاسبه‌ی همبستگی بین داده‌ها	۴۹
۴-۴-۱-۱ ضریب همبستگی پیرسون	۴۹
۴-۴-۲ مدل آماری رگرسیون	۵۰
۴-۴-۳ رگرسیون چند متغیره	۵۰
۴-۴-۳-۱ رگرسیون چند متغیره گام به گام	۵۰
۴-۵ تحلیل و بررسی همبستگی	۵۱
فصل پنجم : یافته‌های تحقیق	۵۲
۵-۱ مقدمه	۵۳
۵-۲ بررسی و تحلیل داده‌ها	۵۳
۵-۳ تحلیل ضریب همبستگی پیرسون	۵۷
۵-۳-۱ تحلیل ضریب همبستگی پیرسون PM_{10}	۵۷
۵-۳-۲ تحلیل ضریب همبستگی پیرسون CO	۵۹
۵-۳-۳ تحلیل ضریب همبستگی پیرسون SO_2	۶۰
۵-۴ تحلیل رگرسیون چند متغیره گام به گام	۶۱

عنوان..... صفحه

- ۵-۴-۱ تحلیل رگرسیون گام به گام ذرات معلق (PM_{10}) ۶۲
- ۵-۴-۲ تحلیل رگرسیون گام به گام منوکسیدکربن (CO) ۶۲
- ۵-۴-۳ تحلیل رگرسیون گام به گام دی کسیدگوگرد (SO_2) ۶۳
- ۵-۵ جمع بندی ۶۳
- ۵-۶ بررسی دوره‌های مطالعاتی ۶۴
- ۵-۷ بررسی دوره‌ی ۲۰ روزه پایداری و آلودگی شدید در جو (از ۱۵ دسامبر ۲۰۱۳ تا ۳ ژانویه ۲۰۱۴) ۶۴
- ۵-۷-۱ مقدمه ۶۴
- ۵-۷-۲ مشخصات هواشناختی وضعیت پایداری هوا ۶۶
- ۵-۷-۲-۱ بررسی شاخص‌های پایداری جو و غلظت ذرات معلق ($PM_{2.5}$) ۶۶
- ۵-۷-۲-۲ بررسی شاخص‌های پایداری جو و غلظت دی کسیدگوگرد (SO_2) ۶۷
- ۵-۷-۳ تحلیل نمودارهای اسکيوتی (شدت و عمق وارونگی) ۶۷
- ۵-۷-۴ تحلیل شرایط همدیدی (سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال) ۷۰
- ۵-۷-۵ تحلیل اقلیمی دوره ۷۵
- ۵-۷-۶ جمع بندی ۷۹
- ۵-۸ بررسی دوره‌ی ۲۳ روزه‌ی پایداری و آلودگی شدید در جو (از ۱۸ نوامبر تا ۱۰ دسامبر ۲۰۱۰) ۸۱
- ۵-۸-۱ مقدمه ۸۱
- ۵-۸-۲ مشخصات هواشناختی وضعیت پایداری هوا ۸۱
- ۵-۸-۲-۱ بررسی شاخص‌های پایداری جو و غلظت ذرات معلق (PM_{10}) ۸۱
- ۵-۸-۲-۲ بررسی شاخص‌های پایداری جو و غلظت منوکسیدکربن (CO) ۸۲
- ۵-۸-۲-۳ بررسی شاخص‌های پایداری جو و غلظت دی کسیدگوگرد (SO_2) ۸۳
- ۵-۸-۳ تحلیل نمودارهای اسکيوتی (شدت و عمق وارونگی) ۸۳

عنوان..... صفحه

۵-۸-۴ تحلیل شرایط همدیدی (سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال)..... ۸۵

۵-۸-۵ تحلیل اقلیمی دوره ۹۱

۵-۸-۶ جمع بندی ۹۴

۵-۹ بررسی دوره‌ی چهار روزه پایداری و آلودگی شدید در جو (از ۱۴ تا ۱۷ اکتبر ۲۰۰۹)..... ۹۵

۵-۹-۱ مقدمه ۹۵

۵-۹-۲ مشخصات هواشناختی وضعیت پایداری هوا..... ۹۶

۵-۹-۳ تحلیل نمودارهای اسکیوتی (شدت و عمق وارونگی دمایی)..... ۹۷

۵-۹-۴ تحلیل شرایط همدیدی (سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال)..... ۹۸

۵-۹-۵ تحلیل اقلیمی دوره ۹۹

۵-۹-۶ جمع بندی ۱۰۰

فصل ششم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۲

۶-۱ نتیجه‌گیری ۱۰۳

۶-۱-۱ شاخص‌های پایداری جو..... ۱۰۳

۶-۱-۲ آلاینده‌ها ۱۰۶

۶-۱-۳ سامانه‌های همدیدی ۱۰۷

۶-۱-۴ وارونگی دمایی ۱۰۸

۶-۱-۵ پارامترهای اقلیمی ۱۰۹

۶-۲ تحلیل فرضیات ۱۱۰

۶-۳ پیشنهادات ۱۱۱

پیوستها ۱۱۲

منابع ۱۱۹

فهرست اشکال

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۲-۱ وارونگی تشعشعی در چارت Skew-T	۱۶
شکل ۲-۲ وارونگی فرونشینی در چارت Skew-T	۱۷
شکل ۲-۳ وارونگی جبهه‌ای در چارت Skew-T	۱۷
شکل ۳-۱ نقشه موقعیت جغرافیایی شهرستان تبریز.....	۳۳
شکل ۳-۲ توپوگرافی شهر تبریز.....	۳۳
شکل ۳-۳ نمودار میله‌ای بارش شهر تبریز (۱۹۷۰ - ۲۰۰۰).....	۳۷
شکل ۳-۴ نمونه‌ای از گلباد سالیانه شهر تبریز از سال ۲۰۰۲-۲۰۰۶.....	۳۸
شکل ۳-۵ نمودار تغییرات جمعیت شهر تبریز (۱۳۳۵-۱۳۸۵).....	۳۹
شکل ۳-۶ نمودار روند افزایش آلودگی هوای شهر تبریز در نتیجه ازیاد وسایط نقلیه موتوری.....	۴۰
شکل ۴-۱ نمونه‌ای از داده‌های رادیوسوند.....	۴۸
شکل ۵-۱ نمودار غلظت $PM_{2.5}$ در روزهای آلوده از ۲۴ آذر تا ۱۳ در سال ۱۳۹۲.....	۶۵
شکل ۵-۲ نمودار شاخص SI و غلظت $PM_{2.5}$	۶۶
شکل ۵-۳ نمودار شاخص K و غلظت $PM_{2.5}$	۶۶
شکل ۵-۴ نمودار شاخص SI و غلظت SO_2	۶۷
شکل ۵-۵ نمودار شاخص K و غلظت SO_2	۶۷
شکل ۵-۶ نمودار غلظت ذرات معلق را با توجه به شدت وارونگی.....	۶۹
شکل ۵-۷ چارت اسکیوتی روزهای ۲۶ و ۲۷ دسامبر.....	۷۰
شکل ۵-۸ نقشه هم فشار سطح زمین در ۱۵ دسامبر.....	۷۱

عنوان..... صفحه

- شکل ۵-۹ نقشه‌های هم فشار سطح زمین در تاریخ‌های ۲۲ و ۲۵ دسامبر، ۳ و ۸ ژانویه..... ۷۳
- شکل ۵-۱۰ نقشه‌های هم ارتفاع در ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روزهای ۲۱، ۲۶ و در ۲۹ دسامبر، تاریخ ۵ ژانویه..... ۷۴
- شکل ۵-۱۱ نقشه‌های هم ارتفاع سطوح ۸۵۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال..... ۷۵
- شکل ۵-۱۲ نمودار میزان دید افقی و غلظت $PM_{2.5}$ ۷۶
- شکل ۵-۱۳ نمودار میزان دید افقی و غلظت $PM_{2.5}$ ساعتی در روز ۳۱ دسامبر..... ۷۷
- شکل ۵-۱۴ نمودارهای مقایسه غلظت $PM_{2.5}$ با پارامترهای اقلیمی..... ۷۹
- شکل ۵-۱۵ نمودارهای غلظت آلاینده‌ها CO و PM_{10} در روزهای آلوده از ۲۷ آبان تا ۱۹ آذر سال ۸۹..... ۸۱
- شکل ۵-۱۶ نمودار غلظت ذرات معلق و منوکسیدکربن نسبت به شاخص K ۸۳
- شکل ۵-۱۷ نمودار غلظت ذرات معلق با توجه به شدت وارونگی دمایی..... ۸۴
- شکل ۵-۱۸ چارت $Skew-T$ روز ۱ و ۵ دسامبر..... ۸۵
- شکل ۵-۱۹ نقشه‌های هم فشار سطح زمین در تاریخ ۱۸ و ۲۲ نوامبر..... ۸۶
- شکل ۵-۲۰ نقشه‌های هم فشار سطح زمین، روزهای ۲۴ و ۲۸ نوامبر ۲۰۱۰..... ۸۷
- شکل ۵-۲۱ نقشه هم فشار، روز ۴ دسامبر و ۱۰ دسامبر (روز پایانی دوره)..... ۸۸
- شکل ۵-۲۲ نقشه‌های هم ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال، مربوط به روزهای ۱۸ و ۲۴ نوامبر..... ۸۹
- شکل ۵-۲۳ نقشه‌های هم ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۶ دسامبر و ۱۰ دسامبر در ساعت ۱۲..... ۹۰
- شکل ۵-۲۴ نقشه‌های هم ارتفاع در سطوح ۸۵۰، ۷۰۰، ۴۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال..... ۹۱
- شکل ۵-۲۵ نمودار میزان دید افقی و غلظت ذرات معلق..... ۹۳
- شکل ۵-۲۶ نمودار غلظت PM_{10} و CO در روزهای آلوده از ۲۲ تا ۲۵ مهر ۱۳۸۸..... ۹۶
- شکل ۵-۲۷ نمودار اسکیوتی وارونگی تشعشی در روز چهاردهم و وارونگی جبهه‌ای در شانزدهم دسامبر..... ۹۷
- شکل ۵-۲۸ نقشه‌های هم فشار سطح زمین و هم ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال در تاریخ ۱۵ و ۱۶ اکتبر..... ۹۸

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۲-۱ شاخص آلودگی هوا.....	۱۱.....
جدول ۲-۲ رابطه بین غلظت آلاینده‌ها و PSI.....	۱۲.....
جدول ۲-۳ شاخص AQI که سازمان COMEAP برای پنج گروه از آلاینده‌ها رتبه بندی کرده است.....	۱۳.....
جدول ۳-۱ آلاینده‌های ناشی از وسایط نقلیه موتوری شهر تبریز بر حسب تن.....	۴۱.....
جدول ۴-۱ رابطه‌ی بین شاخص SI و ناپایداری جوی.....	۴۷.....
جدول ۵-۱ کمترین، بیشترین و میانگین داده‌ها طی دوره‌های آماری از بین سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲.....	۵۴.....
جدول ۵-۲ ضریب همبستگی پیرسون PM_{10} ، CO و SO_2 با پارامترهای اقلیمی و.....	۵۸.....
جدول ۵-۳ P محاسبه شده در جدول نهایی مدل رگرسیون گام به گام در رابطه با PM_{10}	۶۲.....
جدول ۵-۴ P محاسبه شده در جدول نهایی مدل رگرسیون گام به گام در رابطه با CO.....	۶۳.....
جدول ۵-۵ P محاسبه شده در جدول نهایی مدل رگرسیون گام به گام در رابطه با SO_2	۶۳.....
جدول ۶-۱ محدوده‌ی پایداری جو از لحاظ شاخص‌های پایداری، برای شهر تبریز.....	۱۰۴.....

فصل اول
طرح تحقیق

۱- فصل اول طرح تحقیق

۱-۱ مقدمه

هوا و تغییرات و ثبات عناصر آن در دراز مدت شرایط گوناگون آب و هوایی را در هر نقطه از کره زمین به وجود آورده که این شرایط ثابت نبوده و همواره در طول زمان‌های مختلف تغییر کرده و ماهیت قبلی خود را از دست داده و به شکلی جدید درآمده است. یکی از عوامل مهم در زندگی بشر آب و هواست؛ از این رو جغرافیدانان همواره به عنوان یکی از اجزاء اصلی چشم انداز جغرافیایی بدان نگرسته‌اند و مطالعه‌ی ویژگی‌های آن را به صورت یک علم دقیق، مورد بررسی قرار داده‌اند، تا جایی که امروزه آب و هواشناسی به صورت یک رشته‌ی کاملاً محرز علمی درآمده، که تیپ هوای غالب در یک مکان معین را در دوره‌ای طولانی مطالعه می‌کند، اما هدف هواشناسی شناخت مطلق و عام اتمسفر است (کاوایی، ۱۳۸۶: ۱).

مطالعه‌ی لایه‌های تشکیل دهنده‌ی هوا (اتمسفر)، مشخصات و ویژگی‌های هر کدام از این لایه‌ها ما را در درک بهتر وضعیت جوی یاری می‌رساند. لایه‌ی تروپوسفر اولین لایه و نزدیک به سطح زمین، اتمسفر است که تغییرات این لایه آثار زیادی بر روی زندگی موجودات زنده به ویژه انسان‌ها می‌گذارد. وزش باد، بارش نزولات جوی و برخی مخاطرات ناشی از آن‌ها از جمله طوفان، گردباد، یخبندان، سیل و... که در این لایه به وقوع می‌پیوندند، همچنین برخی مسائل دیگر مانند وارونگی دمایی، پایداری و ناپایداری جوی که در صورت به وقوع پیوستن در این لایه باعث بروز یک سری مشکلات برخاسته از آن می‌شوند. وقوع برخی از این پدیده‌ها در صورت نبود سکنه‌ی انسانی و یا آلودگی‌های ناشی از مصنوعاتش به خودی خود ایجاد مشکل و چالش نمی‌کنند، ولی از زمانی که محیط زیست و طبیعت توسط انسان و ساخته‌های دست او، محاصره و تخریب شد، آلودگی‌های ناشی از آن هم موجبات مخاطراتی جدید در جو را به وجود آوردند. از جمله این مشکلات برای شهرهای بزرگ و چند میلیونی آلودگی هواست، که وجود مقادیر زیاد آلاینده‌ها در هوا، باعث بروز شرایطی از جمله بارش باران‌های اسیدی و به تبع آن آلودگی خاک‌ها و آب‌ها و در نتیجه تهدیدی برای سلامت و حیات انسانی و جانوری و نباتی می‌باشند و همه‌ی این مسائل زنجیر وار به هم متصل هستند و در رأس چنین مشکلاتی دستکاری انسان در طبیعت و آلودگی‌های به بار آورده ناشی از آن

قرار دارد. شرایط بحرانی غلظت آلاینده‌ها در اتمسفر می‌تواند ناشی از وقوع پایداری و وارونگی دمایی باشد، که آلاینده‌ها خود هم می‌توانند باعث قوی‌تر شدن لایه پایدار شوند. لایه وارونگی باعث قطع تبادل بین لایه‌ی بالایی و زیرین شده و موجبات به دام افتادن و افزایش غلظت آلاینده‌ها در زیر آن را فراهم می‌کند. در چنین شرایطی است که حیات موجودات زنده‌ای که در گرو هوا است، به وسیله‌ی آلودگی آن در معرض خطر و نابودی قرار می‌گیرد. لذا بررسی شرایط تشدید کننده‌ی وضعیت آلودگی، روابط متقابل، علل و عوامل آن امری ضروری در دانش آب و هواشناسی و محیط زیست می‌باشد.

۲-۱ بیان مسئله

آلودگی هوا هر گونه تغییر در ترکیبات ایده‌آل است که باعث تغییر در کیفیت آن می‌شود، آلاینده‌ها عناصری هستند که در جو در شرایط و مقادیر معین سبب صدمه به انسان، حیوان، نبات و حیات میکروبی می‌شوند (کاویانی، ۱۳۸۷: ۲۵۴). آلودگی هوا یکی از مشکلات به شمار می‌رود که اکثر شهرهای بزرگ از جمله تبریز با این پدیده مواجه هستند. منبع اصلی آلودگی هوا فعالیت‌های صنعتی و سکونت‌گاه‌های شهری انسان است به نحوی که پس از توسعه تمدن انسانی و گسترش شهرها و بالا رفتن سطح زندگی، مواد زاید فراوانی تولید شده و وارد اتمسفر می‌شوند (علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۲۱). آلاینده‌های شیمیایی در لایه‌ی تروپوسفر همراه با آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی نسبت ترکیبات هوا را تغییر داده و بر روی هوای محلی، منطقه‌ای و اقلیم جهانی تاثیر می‌گذارند. عوامل مختلفی در آلودگی هوای شهر تبریز دخیل هستند که مهمترین و عمده‌ترین آن‌ها تا دهه‌ی هشتاد، صنایع بزرگ مستقر در غرب و جنوب غرب تبریز معرفی شده‌اند (زاهدی و همکاران، ۱۳۷۸). ولی در سال‌های اخیر طی گسترش استفاده از وسایل نقلیه موتوری در سطح شهر آلودگی ناشی از منابع متحرک آلودگی افزایش یافته و در تحقیقات اخیر حتی مهم‌ترین و بیشترین منبع آلودگی هوای شهر تبریز را وسایل نقلیه موتوری معرفی کرده‌اند (عباسی، ۱۳۹۱).

در شهر تبریز آلاینده‌های متعددی تولید می‌شوند که مجموع آن‌ها آلودگی هوا را در این شهر به وجود می‌آورد، عمده‌ترین این آلاینده‌ها عبارتند از: منواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، ازون و غبار. آلوده

کننده‌ها بر هوا و شرایط جو بر آلوده کننده‌ها تاثیر متقابل دارند. باران و برف آلاینده‌ها را از هوا شسته و به آب و خاک منتقل می‌نمایند. از سوی دیگر تراکم بالای ذرات، در احتمال ریزش برف و باران موثر می‌باشند. عناصر اقلیمی در آلودگی هوا موثر می‌باشند (پرکنز، ۱۳۷۷: ۱۱)، که از آن جمله عناصر، تابش، دما، رطوبت، پایداری جو، وارونگی دما، فشار، سمت و سرعت باد می‌باشند و همچنین عواملی چون توپوگرافی شهر، استقرار پرفشارها به ویژه در دوره‌ی سردسال، در شدت و تراکم آلاینده‌ها موثر می‌باشند.

دو گروه از عوامل تعیین کننده‌ی مقادیر آلاینده‌ها در هر مکان است: طبیعت مربوط به انتشار و شرایط جوی (کاویانی، ۱۳۸۸: ۲۵۴). در بروز آلودگی‌های شدید در شهرهای بزرگ، پایداری جو و وارونگی دمایی یکی از مهمترین علل افزایش پتانسیل آلودگی هوا است. در شرایط ناپایداری هوا در جو زیرین (تروپوسفر) دما با افزایش ارتفاع کم می‌شود و نقل و انتقالات جوی به خوبی انجام می‌گیرند، زیرا هوای گرم و سبک پایین، به سمت بالا می‌رود و هوای سرد و سنگین فوقانی جای آن را می‌گیرد و در نتیجه مواد آلوده سازی که در نزدیکی سطح زمین وجود دارند، نیز به طرف بالا می‌روند (اسکانی کزازی و پیرانی، ۱۳۷۷). هنگامی هم که درجه حرارت با افزایش ارتفاع، افزایش یابد وارونگی دمایی ایجاد می‌شود، که این حالت فقط زمانی که در جو پایداری اتمسفر حکم فرماست رخ می‌دهد. در این شرایط هوای گرم‌تر درست بالای یک لایه هوای سرد قرار می‌گیرد و هوای پایدار را ایجاد می‌کند که باعث می‌شود حرکت آلاینده‌ها و یا هر بسته هوایی دیگری متوقف شود. در واقع این لایه‌ی وارونگی مانند سقفی مانع حرکت عمودی هوا می‌شود، و از آن جا که منابع آلاینده هوا، به طور دائم آلاینده‌های خود را در داخل لایه‌ی سطحی تزریق می‌کنند، غلظت آن‌ها در این شرایط به شدت افزایش می‌یابد.

آلودگی هوا موقعی به شدیدترین حد خود می‌رسد که پدیده وارونگی، در نزدیک به سطح زمین و برای مدت طولانی‌تر ایجاد بشود که مانع اختلاط هوای سطح زمین با سطوح بالایی شده و با افزایش غلظت آلاینده‌ها در زیر آن، آلودگی هوا را تشدید می‌کند. چهار نوع وارونگی دمایی وجود دارد که عبارتند از: تشعشی، توربولانسی، فرونشینی، جبهه‌ای. وارونگی تشعشی که در لایه‌های پایین جو رخ می‌دهد بیشتر از دیگر وارونگی‌ها در آلودگی‌های هوایی مناطق مختلف کشور تاثیر دارد. با توجه به اینکه که بیش از ۸۰ درصد وارونگی‌های دمایی تبریز از نوع

تشعشی می‌باشد (روشنی، ۱۳۸۹)، که این حالت در شب‌های سرد با آسمان صاف و بدون ابر رخ می‌دهد و کلاً شدیدترین حالت وارونگی‌ها اعم از تشعشی و فرونشینی در موقع استقرار پرفشارها، در فصول سرد سال اتفاق می‌افتند و همچنین تشدید پایداری جو و غلظت آلاینده‌ها همواره در دوره‌ی سرد سال در زمان استقرار پرفشارها می‌باشد، بنابراین بنابه دلایل عنوان شده در این تحقیق فقط پایداری‌ها و آلودگی‌های رخ داده در دوره‌ی سرد سال مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به اثراتی که آلودگی هوا بر روی آب، خاک، هوا، اقلیم، موجودات زنده و از جمله تأثیری که بر سلامت انسان دارد، بررسی شرایط به وجود آورنده و تشدید کننده‌ی غلظت آلودگی هوا الزامی می‌باشد. پایداری جو هم یکی از عوامل افزایش دهنده‌ی میزان و غلظت آلاینده‌هاست. جو شهر تبریز به دلیل کمبود تهویه‌ی طبیعی، کمی سرعت باد و پایداری اتمسفر همواره با وارونگی دما مواجه است (سلطانی و امیدفر، ۱۳۹۰)، که با آغاز دوره‌ی سرد سال اغلب روزهای آن با آلودگی هوا همراه است که این امر بیشتر ناشی از وارونگی دما می‌باشد، به همین جهت هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان پایداری جو و تأثیر آن بر پتانسیل آلودگی هوای شهر تبریز می‌باشد.

۳-۱ ضرورت تحقیق

گسترش شهرنشینی و توسعه‌ی شهرها در دهه‌های اخیر به همراه افزایش شتابان جمعیت و توسعه‌ی فعالیت‌های صنعتی با مصرف بی‌رویه‌ی سوخت‌های فسیلی به شدت آلودگی‌ها را افزایش داده و میزان آن را بیش از حد ظرفیت قابل تحمل محیط نموده است و باعث بروز انواع بیماری‌های تنفسی و تشدید بیماری‌های قلبی و ریوی در ساکنان شهرها شده است (محمدی، ۱۳۸۵). انسان با ایجاد تغییر در ترکیب گازهای موثر در حیات موجودات کره زمین و با برهم زدن موازنه و چرخه‌ی آن‌ها علاوه بر صدمه‌ای که به خود و محیط زیست پیرامون خود زده، سبب ایجاد تغییرات وسیع در الگوهای آب و هوایی کره زمین شده، و در چرخه‌ی زیستی محیط پیرامونی خود اختلال ایجاد کرده است (بری و چورلی^۱، ۲۰۰۳: ۳۲۱ و ۳۴۸).

¹ . Barry and Chorley

در سال ۲۰۰۶ میلادی ایران در جدول شاخص هوا با کسب نمره ۳۱/۱ در میان ۱۳۳ کشور جهان در رتبه ۱۱۷ قرار گرفت. تبریز بعد از تهران، دومین شهر آلوده کشور محسوب می‌گردد و همواره با معضل افزایش غلظت آلاینده‌ها مواجه بوده است. عوامل مختلفی در آلودگی هوای شهر تبریز موثر هستند که عمده‌ترین آن‌ها، وسایط نقلیه موتوری می‌باشند. در رتبه‌ی بعدی صنایع بزرگ مستقر در غرب و جنوب غرب تبریز قرار دارند. علاوه بر این مسائل در دوره‌ی سرد سال با استقرار کانون‌های پرفشار و ایجاد و تشدید شرایط پایداری جو، به همراه افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی برای گرمایش منازل-ادارات و دود ناشی از وسایل نقیه موتوری باعث به هشدار رسیدن وضعیت غلظت آلاینده‌ها می‌شود. در شرایط هوای پایدار، یعنی هنگامی که افت محیطی دما ضعیف‌تر از کاهش آدیاباتیک است، شرایط همرفت محدود بوده و هوا نمی‌تواند به طور آزاد صعود کند. این شرایط به ویژه در مواقع استقرار وارونگی دمایی وجود دارد (کاویانی، ۱۳۸۷: ۸۵).

با توجه به اثراتی که آلودگی هوا بر روی آب، خاک، هوا، اقلیم، موجودات زنده و از جمله تاثیری که بر سلامت انسان دارد، بررسی شرایط به وجود آورنده و تشدید کننده‌ی غلظت آلودگی هوا الزامی می‌باشد، که پایداری هوا یکی از عوامل افزایش دهنده‌ی میزان و شدت آلاینده‌هاست. جو شهر تبریز به دلیل کمبود تهویه‌ی طبیعی، کمی سرعت باد و پایداری اتمسفر همواره با وارونگی دما مواجه است، که با آغاز دوره‌ی سرد سال اغلب روزهای آن با آلودگی هوا همراه است که این امر بیشتر ناشی از وارونگی دما می‌باشد. به همین جهت هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان پایداری جو و تاثیر آن بر پتانسیل آلودگی هوای شهر تبریز می‌باشد.

۴-۱ اهداف تحقیق

۱. دست یابی بر میزان و شدت تراکم آلاینده‌ها در شرایط پایداری جو در شهر تبریز.
۲. مشخص شدن آستانه‌ی پایداری جو که باعث شکل گیری لایه وارونگی دما در منطقه مورد مطالعه می‌شود.
۳. شناسایی کانون‌های پرفشار در دوره‌ی سرد سال در سطوح نزدیک به سطح زمین که باعث به وجود آمدن پایداری‌های شدید در سطح شهر تبریز می‌شود.

۵-۱ سوالات تحقیق

۱. سامانه‌های همدیدی ایجادکننده پایداری هوا و لایه وارونگی دما در دوره سرد سال در منطقه مورد مطالعه کدامند؟
۲. آستانه شدت پایداری برای ایجاد لایه وارونگی دما در شهر تبریز چقدر می‌باشد؟
۳. چه ارتباطی بین وقوع پایداری‌های جوی و افزایش غلظت آلودگی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد؟

۶-۲ فرضیات تحقیق

۱. با استقرار کانون‌های پرفشار در سطوح نزدیک به سطح زمین در دوره‌ی سرد سال پایداری‌های شدید جوی ایجاد می‌شود که در وارونگی‌های دمایی منطقه مورد مطالعه تأثیر می‌گذارد.
۲. تراکم آلاینده‌های شهری هوا همراه با وارونگی دما به تداوم شرایط پایداری هوا در منطقه مورد مطالعه کمک می‌کند.

۷-۱ جمع بندی

انواع آلودگی‌ها و از جمله آلودگی هوا از جمله مشکلات اساسی شهرهای بزرگی همچون تبریز می‌باشد. بنابراین بررسی آلودگی هوا، علت‌ها و شرایط به وجود آورنده و تشدید کننده آن از مسایل مهم در این زمینه می‌باشد که بستر را برای پیش بینی کوتاه مدت شرایط اضطرار آلودگی فراهم می‌کند. پایداری و وارونگی جو به ویژه در ماه‌های سرد سال از عواملی هستند که باعث به حد هشدار رسیدن غلظت آلاینده‌ها می‌شوند. در فصل بعدی به منظور روشن شدن موضوع پژوهش، پیشینه تحقیقات انجام شده در رابطه با پایداری جو، وارونگی دما و آلودگی هوا به همراه پایه‌های نظری تحقیق، به اختصار مطرح خواهند شد.