بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده منابع طبیعی

باسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین وسیله گواهی می‌شود خانم **معصومه جاوید** دانشجوی رشته **محیط زیست** در تاریخ **۱۳۹۱/۱۲/۱۵** از پایان نامه ٦ واحدی خود با عنوان: **توزیع مکانی وتغییرات فصلی نشت آلاینده-های هوا در ایستگاه‌های هواشناسی انتخابی استان تهران**، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آنرا برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تائید می‌نمایند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اصلی	دکتر سید محمد تقوی	استادیار	
استاد راهنمای دوم	دکتر نادر بهرامی فر	استادیار	
استاد ناظر (داخلی)	دکترحبیب ا... یونسی	دانشیار	
استاد ناظر (خارجی)	دکترحسن نصراله زاده ساروی	دانشیار	
نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	مهندس سید محمود قاسمپوری	مربی	

دستور العمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی
دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها/ رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین نامه‌های مصوب انجام می شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با همهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هر گونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

نام و نام خانوادگی:
معصومه جاوید
تاریخ و امضا

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به " دفتر نشر آثار علمی " دانشگاه اطلاع دهید.

ماده۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کنید:

« کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده معصومه جاوید در رشته مهندسی منابع طبیعی،محیط زیست است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید محمد تقوی و دکتر نادر بهرامی فر از آن دفاع شده است. »

ماده۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های دانشگاه، یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به " دفتر نشر آثار علمی " دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰ % بهای شمارگاه چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتاب های عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده۶: اینجانب معصومه جاوید دانشجوی رشته مهندسی منابع طبیعی،محیط زیست مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملزم می‌شوم.

تاریخ و امضا

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور
گروه محیط زیست
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی

توزیع مکانی و تغییرات فصلی نشست آلاینده های هوا در ایستگاه‌های هواشناسی انتخابی استان تهران

معصومه جاوید

استادان راهنما:

دکتر سید محمد تقوی

دکتر نادر بهرامی فر

زمستان ۱۳۹۱

تقدیر و تشکر

سپاس و ستایش پروردگار یکتا را می‌سزد که با عنایت خویش یاریم داد تا در حد بضاعت خود گامی برای تجربه و معرفت اندوزی بردارم. پژوهشی که پیش رو دارید حاصل عملکرد دوساله نگارنده نیست، بلکه جلوه‌گاه تلاش محققان بزرگی است که آثار ایشان دستمایه این حرکت علمی و ارائه این پایان‌نامه شد و برآمده از تابش پرتوهای ژرف فرهیختگانی است که به راستی اگر درک محضر ایشان نمی‌بود، نیل به هدف والای آموزش و پرورش امکان‌پذیر نمی‌شد. گرچه حجم کارهای صورت پذیرفته در کنار تجربه و آگاهی محدود نگارنده قطعا بروز کاستی‌هایی را در پی داشته است، اما مسلما موفقیت آن در سایه تیم کاری اندیشمند و همدلی محقق شده که اعضای آن از هیچ تلاشی در جهت ارتقای سطح علمی این حقیر دریغ ننموده‌اند. ذکر نام این عزیزان تنها ادای گوشه‌ای از دینی است که بر دوش خود احساس می‌کنم. **از استاد فرزانه و مهربانم جناب آقای دکتر نادر بهرامی فر که مرا به زیبایی رهنمون و در محضر کریمانه خود درس ادب و فروتنی آموختند و در نهایت سعه صدر و خالصانه مرا حمایت نمودند، خالصانه سپاسگزاری می‌نمایم.** از استاد محترم این پایان‌نامه جناب آقای دکتر سید محمد تقوی صمیمانه قدردانی می‌نمایم. از استاد بزرگوار و عزیزم جناب آقای دکتر عباس اسماعیلی ساری، استاد علم و اخلاق که در مقام و مدیر گروه محترم، محیط آرام و علمی با امکانات مطلوب را در دانشکده فراهم نمودند، صمیمانه تشکر می‌کنم و همچنین از جناب دکتر حبیب الله یونسی که مشاور افتخاری پایان نامه مرا پذیرفتند و همواره در کنارم بودند بسیار سپاسگذارم از اساتید فرهیخته و گران قدرم جناب آقای مهندس سید محمود قاسمپوری و جناب آقای دکتر علیرضا ریاحی که همواره با رویی گشاده در بهبود پژوهش مرا مساعدت نمودند، کمال قدردانی و سپاس را دارم. هم‌چنین از جناب آقای دکتر حسن نصرالله زاده ساروی که با وجود مشغله کاری و کمبود وقت، مسئولیت قضاوت این پایان‌نامه را تقبل نمودند، کمال امتنان را دارم. سلامتی و توفیق روزافزون این عزیزان و خانواده محترمشان را آرزومندم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه خانم منظر حقدوست و آقای مهندس صادق بور به خاطر دلگرمی‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان صمیمانه تقدیر می‌گردد. مضافا از حمایت‌های سازمان هواشناسی استان تهران کمال تشکر را دارم. مراتب ارادت و حق شناسی خود رانسبت به آقایان مهندس سعید معیا ، مهندس ایزدفر، مهندس خورشیدی، کادر محترم سازمان هواشناسی، به خاطر کمک‌های علمی و معنوی ایشان اعلام می‌نمایم. در نهایت از همکاری و هم‌فکری دوستان عزیزم خانم‌ها مریم خرازی، ملیحه امینی، حوری شریف نیا، زهره علی اکبری، سمیرا سبحانی، رخساره عظیمی، مهرنوش محمدی، زینب شکری، نوشین بیرجندی و آقایان علی کاظمی، علی دانشی، مظاهر معین الدینی، مجتبی هادوی فر، رسول زمانی، کامران سعادتمند، رضا مشروفه، علی‌محمد صنعتی، فرشید قربانی و سایر دوستان عزیزم سپاسگزارم.

خلاصه

شهر تهران از آلودگی اتمسفری رنج می‌برد که ناشی از شهری شدن در ۳ تا ۴ دهه اخیر می‌باشد. تحقیق حاضر در راستای دستیابی به اهداف الف) بررسی بررسی تغییرات مکانی نشست ذرات معلق (آمونیوم، سولفات، نیترات، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و کلرید) در هشت ایستگاه شامل چیتگر، فرودگاه مهرآباد، ژئوفیزیک، اقدسیه، فرودگاه امام، آبعلی، ورامین و فیروزکوه در استان تهران، ب) بررسی تغییرات زمانی نشست ذرات معلق (آنیون ها وکاتیون ها) در هشت ایستگاه فوق الذکر در استان تهران. در این مطالعه جز در ایستگاه‌های ژئوفیزیک و شمیران که به علت کمبود داده‌های موجود داده های ۴ فصل آن آنالیز شد ولی سایر ایستگاه در ۵ فصل مورد بررسی قرار گرفتند. روش مورد استفاده به این شرح بوده است که فیلترهای ۴۷ میلی متری را به دو نیم تقسیم کرده و ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه به آن اضافه شده و سپس دو ساعت در حمام فراصوت و دو ساعت در دستگاه تکان دهنده قرار داده شد. مایع مورد نظر را از صافی عبور داده و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگه داشته تا زمانی که به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تزریق شود. نتایج نشان داد بار آلودگی در ایستگاه های داخل شهر نظیر ژئوفیزیک و مهرآباد نسبت به چیتگر و شمیران بسیار بیشتر بود و همچنین ایستگاه فیروز کوه در مقایسه با ایستگا های آبعلی و ورامین بسیار آلوده‌تر بود. در ایستگاه هاپر تردد آنیون غالب نیترات یا سولفات بود و در ایستگاه های با آلودگی کمتر کربنات آنیون غالب بود. ایستگاه های ورامین، آبعلی و ژئوفیزیک در پاییز ۱۳۹۰ نسبت به سایر فصول بار آلودگی بیشتری داشتند. ایستگاه های شمیران، مهرآباد و فیروز کوه در پاییز ۱۳۸۹ نسبت به سایر فصول بار آلودگی بیشتری داشتند. و تنها ایستگاه چیتگر در تابستان ۱۳۹۰ بیشترین بار آلودگی را نسبت به سایر فصول نشان داد. نتایج نشان داد شرایط حاد آلودگی معمولا در شرایطی اتفاق می افتد که سرعت باد کمتر است و ذرات به راحتی روی سطح نشست پیدا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، نشست ذرات، آنیون، کاتیون، تهران

فهرست مطالب

بخش	عنوان	صفحه
فصل اول	مقدمه و کلیات	۱
۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	انواع و اندازه ذرات	۳
۱-۲-۱	ذرات معلق اولیه	۳
۲-۲-۱	ذرات معلق ثانویه	۳
۳-۱	ترکیب شیمیایی کلی ذرات	۴
۱-۳-۱	سولفات	۴
۲-۳-۱	نیترات	۴
۳-۳-۱	آمونیوم	۵
۴-۳-۱	کلرید	۵
۵-۳-۱	کربن و کربن‌های آلی	۵
۶-۳-۱	ذرات پوسته‌ای	۶
۷-۳-۱	ذرات بیولوژیکی	۶
۴-۱	نشست خشک	۷
۵-۱	روش‌های اندازه‌گیری نشست خشک	۹
۱-۵-۱	روش های مستقیم	۱۰
۱-۱-۵-۱	روش سطوح جایگزین	۱۰
۲-۱-۵-۱	روش سطوح طبیعی	۱۰
۲-۵-۱	روش های غیر مستقیم	۱۰
۱-۲-۵-۱	روش استنتاجی	۱۰
۶-۱	اثرات نشست خشک	۱۲
۷-۱	شبکه های فعال پایش در زمینه نشست آلاینده های هوا	۱۳
۱-۷-۱	NADP (NTN)	۱۳
۲-۷-۱	NADP_AIRMON	۱۳
۳-۷-۱	CASTNet	۱۴
۴-۷-۱	IADN	۱۴

۱-۸	منابع آلودگی هوا درتهران	۱۵
۱-۸-۱	منابع متحرک	۱۵
۱-۸-۲	منابع ساکن	۱۵
۱-۹	اهداف تحقیق	۱۶
۱-۱۰	فرضیه ها	۱۶
فصل دوم	سابقه تحقیق	۱۷
۲-۱	تاریخچه مطالعات آلودگی در سطح جهان و ایران	۱۷
۲-۲	مطالعات انجام شده در جهان	۱۸
۲-۳	مروی بر مطالعات انجام شده در تهران	۲۶
۲-۴	جمع بندی کلی و لزوم انجام تحقیق	۳۱
فصل سوم	مواد و روش ها	۳۳
۳-۱	منطقه مورد مطالعه	۳۳
۳-۲	توپوگرافی	۳۴
۳-۳	اقلیم	۳۵
۳-۴	جمعیت	۳۷
۳-۵	صنعت	۳۸
۳-۶	شبکه حمل و نقل	۳۹
۳-۷	روش انجام تحقیق	۳۹
۳-۷-۱	نقاط نمونه گیری	۳۹
۳-۷-۱-۱	ایستگاه آبعلی	۴۰
۳-۷-۱-۲	ایستگاه ورامین	۴۰
۳-۷-۱-۳	ایستگاه فیروز کوه	۴۱
۳-۷-۱-۴	ایستگاه شمیران	۴۱
۳-۷-۱-۵	ایستگاه چیتگر	۴۲
۳-۷-۱-۶	ایستگاه ژئوفیزیک	۴۲
۳-۷-۱-۷	ایستگاه مهرآباد	۴۲
۳-۷-۲	روش نمونه برداری	۴۳
۳-۷-۳	آماده سازی نمونه	۴۵

۳-۸	تجزیه تحلیل آماری	۵۰
۳-۸-۱	آزمون همبستگی اسپیرمن	۵۱
۳-۸-۲	آزمون مولفه اصلی	۵۱
فصل چهارم	نتایج و بحث	۵۳
۴-۱	موازنه آنیون ها و کاتیون‌ها در ایستگاه‌های مختلف	۵۳
۴-۱-۱	کربنات	۵۶
۴-۲	تعادل آنیون و کاتیون	۵۹
۴-۳	تغییرات هفتگی آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه	۶۱
۴-۳-۱	ایستگاه آبعلی	۶۱
۴-۳-۲	ایستگاه ورامین	۶۵
۴-۳-۳	ایستگاه فیروز کوه	۶۷
۴-۳-۴	ایستگاه چیتگر	۶۹
۴-۳-۵	ایستگاه شمیران	۷۱
۴-۳-۶	ایستگاه ژئوفیزیک	۷۴
۴-۳-۷	ایستگاه مهرآباد	۷۶
۴-۴	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه های مختلف	۷۸
۴-۴-۱	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه آبعلی	۷۸
۴-۴-۲	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه ورامین	۸۰
۴-۴-۳	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه فیروز کوه	۸۱
۴-۴-۴	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه چیتگر	۸۳
۴-۴-۵	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه شمیران	۸۴
۴-۴-۶	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه ژئوفیزیک	۸۵
۴-۴-۷	همبستگی اسپیرمن در ایستگاه مهرآباد	۸۷
۴-۵	منشا یون ها در ایستگاه های مختلف	۸۸
۴-۵-۱	کلرید	۸۸
۴-۵-۲	نیترات	۸۹
۴-۵-۲	سولفات	۹۰
۴-۵-۳	سدیم	۹۱

۴-۵-۴	پتاسیم	۹۱
۵-۵-۴	کلسیم	۹۲
۶-۴	نتایج آزمون مولفه اصلی در ایستگاه های مختلف	۹۳
۱-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه آبعلی	۹۳
۲-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه ورامین	۹۵
۳-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه فیروزکوه	۹۶
۴-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه چیتگر	۹۷
۵-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه مهرآباد	۹۹
۶-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه ژئوفیزیک	۱۰۰
۷-۶-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه شمیران	۱۰۱
۷-۴	تغییرات فصلی یون ها در ایستگاه های مختلف	۱۰۲
۱-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه ورامین	۱۰۳
۲-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه شمیران	۱۰۶
۳-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه مهرآباد	۱۰۹
۴-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه ژئوفیزیک	۱۱۱
۵-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه آبعلی	۱۱۴
۶-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه چیتگر	۱۱۷
۷-۷-۴	تغییرات فصلی در ایستگاه فیروز کوه	۱۱۹
۸-۴	نسبت سولفات/ نیترات و نیترات/سولفات در ایستگاه های مختلف	۱۲۲
۱-۸-۴	ایستگاه ورامین	۱۲۴
۲-۸-۴	ایستگاه شمیران	۱۲۴
۳-۸-۴	ایستگاه آبعلی	۱۲۴
۴-۸-۴	ایستگاه چیتگر	۱۲۵
۵-۸-۴	ایستگاه فیروز کوه	۱۲۵
۶-۸-۴	ایستگاه ژئوفیزیک	۱۲۵
۷-۸-۴	ایستگاه مهرآباد	۱۲۵
۹-۴	فاکتور خنثی سازی	۱۲۶
۱-۹-۴	ایستگاه آبعلی	۱۲۶

۴-۹-۲	ایستگاه ورامین	۱۲۷
۴-۹-۳	ایستگاه فیروز کوه	۱۲۷
۴-۹-۴	ایستگاه شمیران	۱۲۷
۴-۹-۵	ایستگاه چیتگر	۱۲۷
۴-۹-۶	ایستگاه مهرآباد	۱۲۸
۴-۹-۷	ایستگاه ژئوفیزیک	۱۲۸
۴-۱۰	نتیجه گیری کلی	۱۲۹
۴-۱۱	پیشنهادها	۱۳۱
	منابع	۱۳۲

فهرست جدول‌ها

جدول	عنوان	صفحه
۱-۳	بازه زمانی مورد مطالعه	
۲-۳	معادلات کالیبراسیون و تنظیمات وحد تشخیص دستگاه جذب اتمی شعله	۴۸
۱-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه آبعلی	۷۸
۲-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه ورامین	۸۰
۳-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه فیروزکوه	۸۱
۴-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه چیتگر	۸۳
۵-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه شمیران	۸۴
۶-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه ژئوفیزیک	۸۵
۷-۴	همبستگی اسپیرمن بین یون ها در ایستگاه مهرآباد	۸۷
۸-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه آبعلی	۹۳
۹-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه ورامین	۹۵
۱۰-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه فیروز کوه	۹۶
۱۱-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه چیتگر	۹۷
۱۲-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه مهرآباد	۹۹
۱۳-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه ژئوفیزیک	۱۰۰
۱۴-۴	آزمون مولفه اصلی در ایستگاه شمیران	۱۰۱
۱۵-۴	نسبت سولفات/نیترات و نیترات/سولفات در ایستگاه های مختلف	۱۲۳
۱۶-۴	فاکتور خنثی سازی در ایستگاه های مختلف	۱۲۶

فهرست شکل‌ها

شکل	عنوان	صفحه
۱-۱	شکل شماتیک مقاومت ها	۱۲
۱-۳	موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه در تهران	۳۴
۲-۳	SIGMA-2	۴۴
۳-۳	مراحل آماده سازی نمونه	۴۵
۴-۳	دستگاه HPLC	۴۷
۵-۳	منحنی کالیبراسیون رسم شده برای اندازه گیری آنیون ها و کاتیون ها (الف) کلسیم، منیزیم (ب) کلرید، نیترات، پتاسیم.(ج) سولفات، سدیم (د) آمونیوم.	۴۹
۶-۳	کروماتوگرام های حاصل از تزریق استاندارد به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا: (الف) کروماتوگرام کاتیون ها (ب) گروماتوگرام آنیون ها	۵۰
۱-۴	موازنه آنیون و کاتیون در (الف) ایستگاه شمیران، (ب) ایستگاه ورامین، (پ) ایستگاه ژئوفیزیک، (ت) ایستگاه مهرآباد، (ث) ایستگاه چیتگر، (ج) ایستگاه آبعلی، (چ) ایستگاه فیروز کوه	۵۳
۲-۴	همبستگی بین کربنات و کلسیم، (الف) ایستگاه ژئوفیزیک، (ب) ایستگاه آبعلی، (پ) ایستگاه چیتگر، (ت) ایستگاه فیروز کوه، (ث) ایستگاه مهرآباد، (ج) ایستگاه شمیران، (چ) ایستگاه ورامین	۵۷
۳-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه آبعلی	۶۱
۴-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه آبعلی	۶۲
۵-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه ورامین	۶۵
۶-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه ورامین	۶۶
۷-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه فیروزکوه	۶۷
۸-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه فیروز کوه	۶۸
۹-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه چیتگر	۶۹
۱۰-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه چیتگر	۷۰
۱۱-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه شمیران	۷۱
۱۲-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه شمیران	۷۲

۱۳-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه ژئوفیزیک	۷۴
۱۴-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه ژئوفیزیک	۷۵
۱۵-۴	تغییرات هفتگی غلظت یون های مختلف و جرم ذرات ایستگاه مهرآباد	۷۶
۱۶-۴	تغییرات هفتگی سرعت باد ایستگاه ژئوفیزیک	۷۷
۱۷-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه ورامین	۱۰۳
۱۸-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه ورامین	۱۰۳
۱۹-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه شمیران	۱۰۶
۲۰-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه شمیران	۱۰۶
۲۱-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه مهرآباد	۱۰۹
۲۲-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه ژئوفیزیک	۱۱۱
۲۳-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه ژئوفیزیک	۱۱۲
۲۴-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه آبعلی	۱۱۴
۲۵-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه آبعلی	۱۱۴
۲۶-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه چیتگر	۱۱۷
۲۷-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه چیتگر	۱۱۷
۲۸-۴	تغییرات فصلی آنیون‌ها و کاتیون‌ها به همراه خطای معیار در ایستگاه فیروزکوه	۱۱۹
۲۹-۴	تغییرات فصلی یون های آمونیوم، پتاسیم و منیزیم به همراه خطای معیار در ایستگاه فیروزکوه	۱۲۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

حضور آلاینده‌ها در اتمسفر در مقداری که به احتمال زیاد برای زندگی انسان، گیاه، حیوان و سازه‌های ساخته دست بشر آسیب‌رسان است و ناشی از مواد طبیعی و انسانی می‌باشد را آلودگی هوا می‌گویند و همچنین باعث تغییر در آب و هوا یا تغییر اقلیم می‌شود (Abbaspour و همکاران, ۲۰۰۴).

امروزه آلودگی هوا یکی از معضلات مهم شهرنشینی شهرهای بزرگ صنعتی بوده و بدون هیچ محدودیت مرزی یک مشکل جهانی است. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی[1] در سال ۲۰۰۰ میلادی افزون بر ۲۰۰ میلیون نفر از مردم جهان در محیط‌هایی به سر برده‌اند که در آن سطح آلاینده‌ها بالاتر از استاندارد-های کیفیت هوا بوده است (Klasner و همکاران, ۱۹۹۸). پدیده آلودگی هوا در مناطق شهری یکی از ره-آوردهای انقلاب صنعتی بوده که از سیصد سال قبل شروع شده، با توسعه صنعتی شدن و زیادتر شدن شهرها، بر میزان و شدت آن روز به روز افزوده می‌شود. تکیه اساسی برمنابع جدید انرژی از قبیل ذغال سنگ، نفت و گاز و در نهایت آزاد شدن هوای ناشی از احتراق این مواد، فرآورده‌های مضر و زیان بخش را به همراه می‌آورد (ندافی و همکاران، ۱۳۸۹). در سال‌های اخیر به منظور ارزیابی مناسب تاثیر آلاینده‌ها بر روی اکوسیستم ها از قبیل اسیدی شدن دریاچه‌ها، صدمه به جنگل‌ها و سایر اثرات اکولوژکی آلودگی هوا،

[1] World Health Organization

اندازه‌گیری کمی نشست خشک[1] مورد توجه محققین قرار گرفت (J. F. Clarke و همکاران, ۱۹۹۷; Endo و همکاران, ۲۰۱۱). شبکه پایش نشست اسیدی در شرق آسیا از سال ۲۰۰۱ آغاز به کار کرده است و اندازه‌گیری نشست خشک و تر و همچنین پایش اثرات اکولوژیکی نشست در این موسسه انجام می‌شود (Endo و همکاران, ۲۰۱۱). گازها و ذرات معلق در اتمسفر در نهایت از طریق نشست خشک و تر[2] حذف می‌شوند. ارجح بودن نشست خشک نسبت به نشست تر به عوامل زیر بستگی دارد:

- شکل گاز یا ذره بودن ماده‌ی نشست پیدا کرده
- میزان حلالیت ماده در آب
- مقادیر بارش در منطقه
- عوارض زمین یا سطحی که روی آن نشست پیدا می‌کند.

ذرات در اتمسفر معمولا از منابع طبیعی از قبیل گرد وخاک‌های حمل شده توسط باد، اسپری از آب دریا، آتشفشان و از منابع انسان‌ساز مانند احتراق سوخت‌های فسیلی بوجود می‌آیند. در حالیکه آئروسل به عنوان ذرات جامد و یا مایع معلق در گاز تعریف می‌شوند، آئروسل‌ها ذراتی هستند که معمولا قطرشان از چند نانومتر تا ۱۰ میکرومتر در نظر گرفته می‌شوند (Seinfeld و همکاران, ۲۰۰۶).

[2] Dry deposition

[1] Wet deposition

۲-۱ انواع و اندازه ذرات

۱-۲-۱ ذرات معلق اولیه

این ذرات معمولا مستقیما وارد هوا می‌شوند و منابع زیادی دارند از جمله دودکش‌ها، گرد و خاک ناشی از محل‌های ذخیره‌سازی، انتشار از ساختمان، سطح جاده‌ها، وسایل نقلیه، محل‌های ساخت و ساز، گردوغبار و اسپری ذرات از دریا به خشکی.

۲-۲-۱ ذرات معلق ثانویه

این ذرات معمولا از واکنش‌های اکسیداسیون دی‌اکسیدگوگرد و دی‌اکسیدنیتروژن در اتمسفر به وجود می‌آیند که شامل نمک‌های نیترات، سولفات و آمونیوم را شامل می‌شوند. معمولا قطر آنها کمتر از ۱۰ میکرومتر است. رفتار ذرات توسط اندازه آنها در اتمسفر تعیین می‌شود، ذرات درشت‌تر در جو زیاد باقی نمی‌مانند و زودتر نشست پیدا می‌کنند ولی ذرات کوچکتر مسافت زیادی را قبل از نشست طی می‌کنند. اندازه ذرات به سه دسته تقسیم می‌شود:

(۱)- حالت هسته: قطر این ذرات کمتر از ۰/۲ میکرومتر می‌باشد و به مقدار زیاد در هوای شهر وجود دارد.

(۲)- حالت توده: قطر این ذرات بین ۰/۲تا ۲ میکرومتر می‌باشد، این ذرات معمولا در اثر تغلیظ و انعقاد بخارات موجود حاصل می‌شوند و طول عمر آنها در جو بین ۷ تا ۳۰ روز می‌باشد.

(۳)- ذرات درشت: این ذرات در اثر فرآیندهای هوازدگی ایجاد می‌شوند و شامل گرد و غبار خاک، اسپری دریا و گرد و غبار صنعتی می‌باشد و طول عمر آنها در اتمسفر کوتاه می‌باشد. ذرات با قطر بین ۴ تا ۱۰ میکرومتر توسط مخاط گیر افتاده و از نفوذ آنها به شش و مجاری هوا جلوگیری می‌کند (Seinfeld و همکاران, ۲۰۰۶).

۳-۱ ترکیب شیمیایی کلی ذرات

نمونه‌های هوا در مناطق شهری سراسر دنیا ترکیبات اصلی مشترکی دارند. اگرچه نسبت این ترکیبات با توجه به مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. بخشی از آن‌ها شامل یون‌های موجود در هوا می‌باشد که اصلی‌ترین آن‌ها به شرح زیر می‌باشند.

۳-۱-۱سولفات

منشا سولفات عمدتاً از اکسیداسیون دی‌اکسیدگوگرد در اتمسفر می‌باشد. دی‌اکسیدگوگرد به آهستگی اکسید می‌شود و به همین‌خاطر سولفات در مقیاس مکانی ده‌ها مایلی بسیار کوچک به نظر می‌رسد. در طول صدها مایل تغییرات آن قابل‌توجه و در طول قاره‌ها بسیار بزرگ خواهد بود.

۳-۱-۲ نیترات

این ذره اساسا از اکسیداسیون دی‌اکسید نیتروژن در اتمسفر تشکیل می‌شود و یک شکل اصلی آن آمونیوم نیترات می‌باشد که پیش ماده‌های آن آمونیاک و بخار اسید نیتریک است. در بعضی مناطق نیترات سدیم گونه غالب می‌باشد. به دلیل اینکه اکسیداسیون نیتروژن سریعتر از اکسید گوگرد است و همچنین با توجه به حساسیت غلظت آمونیوم نیترات به غلظت آمونیاک در هوای آزاد اتمسفر، انتظار می‌رود الگوی مکانی نیترات یکپارچگی کمتری نسبت به سولفات داشته باشد.

۳-۱-۳ آمونیوم

وقتی سولفات و نیترات در اتمسفر به شکل اسید سولفوریک و اسید نیتریک باشند بوسیله آمونیاک خنثی می‌شوند و نمک‌های آمونیوم را در تشکیل می‌دهند، در بیشتر محیط‌های شهری یون آمونیوم از یون هیدروژن به طور قابل توجهی بیشتر می‌باشد که این امر باعث جایگزینی در پروسه خنثی سازی می‌شود.

۱-۳-۴ کلرید

نمک دریا یکی از منابع اصلی یون کلرید در اتمسفر است که حتی صدها مایل دور تر از ساحل نیز انتقال پیدا می‌کند و منبع دیگر آن نمکی است که برای یخزدایی جاده‌ها در طول زمستان استفاده می‌شود. کلرید همچنین می‌تواند در نتیجه واکنش اسید هیدروکلریدیک و آمونیاک وارد اتمسفر شود که منشا آن می‌تواند کوره‌های زباله سوز یا نیروگاه‌های برق باشد.

۱-۳-۵ کربن و کربن‌های آلی

ترافیک جاده‌ای که یکی از مهمترین پروسه‌های احتراق می‌باشد، ذرات دوده را در اتمسفر منتشر می‌کند که حاوی کربن عنصری با سطحی پوشیده از ترکیبات آلی نیمه فرار[1] است که از گازهای خروجی اگزوز متراکم شده‌اند. همچنین کربن آلی در ذرات موجود در اتمسفر وجود دارد و در نتیجه پروسه‌های فتوشیمیایی اتمسفر کربنی را تولید می‌کندکه فراریت آن کمتر است.

۱-۳-۶ ذرات پوسته‌ای

این ذرات شامل گرد و غبار خاک و مواد معدنی حاصل از سنگ‌ها می‌باشد که به وسیله باد حرکت می-کنند. ترکیب ذرات پوسته‌ای شاخصی از زمین‌شناسی محلی و شرایط سطح است و در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. این ذرات عمدتا جزء ذرات درشت می‌باشند که غلظت آنها وابسته به شرایط آب و هوایی است. هوای خشک و بادهای تند ذرات را به حالت تعلیق درمی‌آورند و غلظت آنها را در اتمسفر افزایش می‌دهند (Harrison و همکاران, ۲۰۰۰).

[1] semi-volatile organic compounds