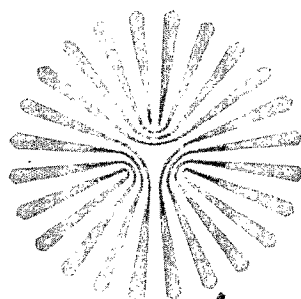


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۰۳۹۸۸



دانشگاه گیلان  
پیتام نور

## دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی

بررسی اثرات آلاینده های هوای شهر تهران بر تشریح، عکس العمل روزنه ها و  
فعالیت برخی آنزیمهای آنتی اکسیدان در گیاهان خرزهره *Nerium oleander* L و  
اقاقیا *Robinia pseudo acacia* L

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته زیست شناسی (علوم گیاهی)

### اساتید راهنما:

خانم دکتر مه لقا قربانلی  
آقای دکتر غلامرضا بخشی خانیکی

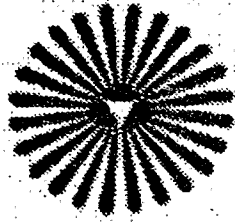
### نگارش:

زینب باکند

آبان ۱۳۸۵

۱۰۳۹۸۸





دانشگاه پیام نور

تصویب نامه

پایان نامه تحت عنوان

دانشگاه پیام نور - کتابخانه مرکزی  
بخش نشریات

شماره ثبت	۹۱
شماره مدرک	۵۷۴
شماره رکورد	۸۵ / ۱۵

## بررسی اثرات آلاینده های هوای شهر تهران بر تشریح، عکس العمل روزنه ها و فعالیت برخی آنزیمهای آنتی اکسیدان در گیاهان خرزهره و اقاچیا

تاریخ دفاع: ۸۵ / ۱۸ / ۲۱      نمره: ۱۹،۷۵      درجه: عالی

### اعضای هیات داوران

کتابخانه مرکزی  
دانشگاه پیام نور

نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبۀ علمی	امضاء
۱- سرکار خانم دکتر قربانلی	استاد راهنما	استاد	
۲- جناب آقای دکتر برفشی فانیکی	استاد راهنما	دانشیار	
۳- جناب آقای دکتر عصری	استاد داور خارجی	استاد	
۴- جناب آقای دکتر حاجی مسینی	استاد داور داخلی	استاد	
۵- جناب آقای دکتر ناظم	نماینده گروه		

۱۳۸۷ / ۲ / ۲۶

۱۵۳۹۸۸

## سپاسگزارى :

سپاس مخصوص خداوندى است كه پروردگار جهان نيان است . بدىنوسيله مراتب سپاس خود را از تمام كسانيكه در انجام اين پايان نامه مرا يارى نمودند اعلام مى دارم و از درگاه خداوند سلامتى و موفقيت برايشان طلب مى كنم .

از استاد گرانقدر سركار خانم دكتر مه لقا قربانلى كه راهنمايى اين پايان نامه را بر عهده داشتند و از تجربيات مفيد ايشان بهره گرفتم سپاسگزارى مى كنم .

از استاد ارجمند جناب آقاى دكتر غلامرضا بخشى خانىكى كه راهنمايى اين پايان نامه را بر عهده داشتند نهايت تشكر را دارم .

از استاد محترم جناب آقاى دكتر حاج حسيني كه داورى اين پايان نامه را پذيرفتند و همچنين پيگيرى ها و همكارى هاى ايشان باعث شد تا بتوانم از امكانات آزمائشگاهى مركز تهران استفاده كنم كمال تشكر را دارم .

از استاد محترم جناب آقاى دكتر عصرى كه داورى اين پايان نامه را پذيرفتند نهايت تشكر را دارم . از همكارى هاى خانم دكتر فرزامى كمال تشكر را دارم .

۱۳۸۷ / ۲ / ۲۰

از سرکار خانم جمشیدی که راهنمای ما و همکاری های ایشان در انجام کار های آزمایشگاهی این پایان نامه بسیار موثر بود کمال تشکر را دارم .

همچنین از خانم دکتر منفرد و کارشناسان محترم آزمایشگاه های شیمی و زیست شناسی خانم مظفری ، خانم فاضلی، خانم فرهادی ، خانم فرهی، خانم ترابی ، آقای عسگری و آقای صبحی که امکان استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی را برای من فراهم نمودند تشکر می کنم .

از همکاری های مسئولین آموزش و پرورش منطقه ۹ تهران جناب آقای نیلوفری و همچنین سرکار خانم قادری و خانم بشیری که امکان استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی پژوهش سرای رازی را برای من فراهم نمودند کمال تشکر را دارم .

از مسئولین سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کنترل کیفیت هوای شهر تهران ، اداره فضای سبز منطقه ۹ و ۱۳ شهرداری تهران کمال تشکر را دارم .

از کمکهای بی دریغ همکار خوبم سرکار خانم پیدایی بسیار سپاسگزارم .

همچنین از پدر ، مادر، برادران و خواهرانم مخصوصاً " خواهر عزیزم خانم دکتر شهناز باکند که در انجام این پایان نامه از کمکهای فراوان ایشان بهره گرفتم تشکر می نمایم .

و در نهایت از همسر ؛ پسر و دختر عزیزم که هر کدام در انجام این پایان نامه زحمتهای زیادی متحمل شدند قدر دانی<sup>ت</sup> می کنم .

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	هدف
۴	۱- فصل اول - آلودگی هوا
۵	۱-۱ اصول آلودگی هوا
۵	۱-۱-۱-تعریف آلودگی هوا
۵	۱-۱-۲-مراحل بررسی آلودگی هوا
۶	۱-۱-۳-تقسیم بندی آلاینده ها
۶	۱-۱-۴-منابع آلودگی هوا
۱۰	۱-۱-۵-شاخص آلودگی هوا
۱۴	۲-۱-آلودگی هوای شهر تهران
۱۴	۱-۲-۱-ویژگی های جغرافیایی شهر تهران
۱۴	۲-۲-۱-زمین شناسی و توپوگرافی دشت تهران
۱۵	۱-۲-۳-ویژگی های جغرافیایی - اقلیمی تهران
۱۵	۱-۲-۴-نقش عوامل جوی در آلودگی هوای تهران
۱۸	۱-۲-۵-رویش ها و تنوع گیاهان شهر تهران
۱۸	۱-۲-۵-۱-وضع رویش های طبیعی تهران و الگوهای پراکنش گونه ها
۱۸	۱-۲-۵-۲-رویش و تنوع گیاهان شهر تهران
۲۰	۱-۳-گیاهان و تنش های محیطی
۲۱	۱-۳-۱-مسیر انتقال علائم تنش های غیر زیستی در سلول های گیاهی
۲۱	۱-۳-۲-مروری بر پژوهش های انجام شده در زمینه اثرات آلودگی هوا بر گیاهان
۲۴	۱-۳-۲-۱-تأثیر آلاینده های مختلف بر روی گیاهان
۲۴	۱-۳-۲-۱-۱-اجرام معلق در هوا
۲۵	۱-۳-۲-۱-۲-کلر و اسید کلریدریک
۲۵	۱-۳-۲-۱-۳-اتیلن
۲۶	۱-۳-۲-۱-۴-ترکیبات فلوئور
۲۷	۱-۳-۲-۱-۵-اکسید های ازت
۲۷	۱-۳-۲-۱-۶-دی اکسید گوگرد
۳۱	۱-۳-۲-۱-۷-پراکسی استیل نترات (PAN)

۳۴	۱-۳-۲-۸-ازون
۴۱	۱-۳-۲-عوامل موثر در اثر گذاري آلاینده ها
۴۲	۱-۳-۲-۱-عوامل ژنتيکي
۴۲	۱-۳-۲-۲-عوامل اقليمي
۴۲	۱-۳-۲-۳-عوامل ادافيکي
۴۳	۱-۳-۲-۴-سايبر عوامل
۴۳	۱-۳-۳-تاثير متقابل آلاینده هاي هوا بر يکديگر
۴۴	۱-۳-۴-بررسي و شناسايي خسارت ايجاد شده
۴۷	۱-۳-۵-مکانيسم هاي دفاعي گياه
۴۸	۱-۳-۶-آنتي اکسידان هاي آنزيمي
۴۸	۱-۳-۶-۱-پر اکسيدازها
۴۹	۱-۳-۶-۱-۱-نقش پراکسيداز ها در کنترل رشد سلول گياهي
۴۹	۱-۳-۶-۱-۲-پر اکسيداز هاي گياهي و تمايز سلولي
۵۰	۱-۳-۶-۱-۳-پراکسيداز ها و تنش
۵۰	۱-۳-۶-۲-کاتالاز
۵۱	۱-۳-۶-۳-آسکوربات پراکسيداز
۵۲	۱-۳-۶-۴-پرولين
۵۴	۲-فصل دوم (معرفي گياهان خرزهره و افاقيا)
۵۵	۲-۱-تيره خرزهره
۵۵	۲-۱-۱-اختصاصات دستگاہ رويشي
۵۵	۲-۱-۲-اختصاصات دستگاہ زائيشي
۵۵	۲-۱-۲-۱-گل
۵۶	۲-۱-۲-۲-نافه گل
۵۶	۲-۱-۲-۳-مادگي
۵۷	۲-۱-۲-۴-ميوه
۵۷	۲-۱-۲-۵-صفات تشریحي
۵۸	۲-۱-۳-خرزهره
۶۲	۲-۲-تيره نخوديان
۶۲	۲-۲-۱-زير تيره گل پروانه اي ها
۶۲	۲-۲-۱-۱-اختصاصات دستگاہ رويشي
۶۳	۲-۲-۱-۲-اختصاصات دستگاہ زائيشي
۶۳	۲-۲-۱-۲-۱-گل آذين

۶۳	۲-۲-۱-۲-۲-۲-۲ نافه گل
۶۳	۲-۲-۱-۲-۲-۳ مادگی
۶۳	۲-۲-۱-۲-۲-۴ میوه
۶۳	۲-۲-۱-۲-۲-۵ دانه
۶۴	۲-۲-۱-۲-۲-۶ گرده افشانی
۶۴	۲-۲-۱-۲-۲-۷ وجود گرهکهای ریشه ای در پروانه آسها
۶۴	۲-۲-۱-۲-۲-۸ کاربرد و اهمیت اقتصادی
۶۵	۲-۲-۲ جنس اقاچیا -
۶۵	۲-۲-۲-۱ اقاچیا معمولی
۶۶	۲-۲-۲-۲ اقاچیا چتری
۷۱	۳- فصل سوم ( مواد و روشها )
۷۲	۳-۱ چگونگی انتخاب مناطق و برداشت نمونه ها
۷۳	۳-۲ تعیین وزن تر و خشک گیاه در دو منطقه مورد بررسی
۷۳	۳-۳ تعیین سطح برگ
۷۳	۳-۴ تثبیت نمونه ها
۷۴	۳-۵ شمارش روزنه ها ، کرکها و سلولهای اپیدرمی
۷۴	۳-۶ برش برداری و رنگ آمیزی
۷۴	۳-۷ اندازه گیری میزان رنگی-زده های فتوسنتزی (کلروفیل ها و کارتنوئیدها)
۷۵	۳-۸ اندازه گیری کربوهیدراتهای محلول
۷۶	۳-۹ اندازه گیری غلظت پرولین
۷۷	۳-۱۰ استخراج پروتئین
۷۷	۳-۱۱ روش سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز
۷۸	۳-۱۲ روش سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز
۷۸	۳-۱۳ روش سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز
۸۸	۳-۱۴ بررسی های آماری
۷۹	۴- فصل چهارم (نتایج)
۸۰	۴-۱ تغییرات وزن تر برگ
۸۸	۴-۲ تغییرات وزن خشک برگ
۹۶	۴-۳ تغییرات سطح برگ
۱۰۴	۴-۴ تغییرات تعداد روزنه سطح تحتانی برگ
۱۱۲	۴-۵ تغییرات تعداد کرک سطح تحتانی برگ
۱۲۰	۴-۶ تغییرات تعداد سلولهای اپیدرمی سطح فوقانی برگ



۱۲۸	۷-۴- تغییرات مقدار کلروفیل a
۱۳۲	۸-۴- تغییرات مقدار کلروفیل b
۱۳۶	۹-۴- تغییرات مقدار کلروفیل کل
۱۴۰	۱۰-۴- تغییرات مقدار کارتنوئید ها
۱۴۴	۱۱-۴- تغییرات مقدار کربوهیدراتهای محلول در برگ
۱۴۸	۱۲-۴- تغییرات مقدار پرولین برگ
۱۵۲	۱۳-۴- تغییر فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ
۱۵۶	۱۴-۴- تغییر فعالیت آنزیم کاتالاز برگ
۱۶۰	۱۵-۴- تغییر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز
۱۶۴	۱۶-۴- مقایسه صفات تشریحی
۱۶۴	۱-۱۶-۴- مقایسه برش برگ اقاچیا آلوده و پاک
۱۶۵	۲-۱۶-۴- مقایسه برش برگ خرزهره
۱۶۶	۳-۱۶-۴- مقایسه برش دمبرگ اقاچیا
۱۶۷	۴-۱۶-۴- مقایسه برش دمبرگ خرزهره
۱۶۸	۶-۱۶-۴- مقایسه برش ساقه خرزهره
۱۶۸	۱۷-۴- مقایسه صفات ظاهری برگ
۱۷۱	۵- فصل پنجم (بحث و تفسیر)
۱۷۲	۵-۱- تاثیر آلودگی هوای محیط بر وزن تر و خشک و سطح برگ
۱۷۳	۵-۲- تاثیر آلودگی هوای محیط بر روی روزنه ها ، کرکها و سلولهای اپیدرمی
۱۷۴	۵-۳- تاثیر آلودگی هوای محیط بر روی پیگمانهای فتوسنتزی
۱۷۶	۵-۴- تاثیر آلودگی هوای محیط بر روی غلظت کربوهیدراتهای محلول
۱۷۷	۵-۵- تاثیر آلودگی هوا بر میزان پرولین
	۵-۶- تاثیر آلودگی هوا بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان (پراکسیداز ، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز )
۱۷۸	
۱۸۱	۵-۷- تاثیر آلودگی هوا بر صفات تشریحی برگ ، دمبرگ و ساقه
۱۸۲	۵-۸- تاثیر آلودگی هوا بر صفات ظاهری برگ
۱۸۳	جمع بندی
۱۸۴	پیشتهادات
۱۸۵	منابع

## چکیده

در این پژوهش اثر آلاینده های هوای شهر تهران بر روی روزنه ها، صفات تشریحی و سطحی برگ و فعالیت برخی از آنزیمهای آنتی اکسیدان در گیاهان خرزهره و افاقیا مورد بررسی قرار گرفت .

ابتدا با استفاده از اطلاعات سازمان حفاظت محیط زیست شهر تهران و اداره کنترل کیفیت هوا ی تهران، پارک سرخه حصار به عنوان منطقه پاک و جنوب آزادی به عنوان منطقه آلوده تعیین شد و نمونه های گیاهی برای آزمایشات از این مناطق بطور همزمان برداشت شد .

وزن تر و خشک با ترازو ، سطح برگ با کاغذ شطرنجی، تعداد روزنه ، تعداد کرک ، تعداد سلولهای اپیدرمی در دو ماه آبان و خرداد با روشهای میکروسکوپی ، میزان کلروفیل a و b و کاروتنوئید ها و میزان پرولین و کربوهیدراتهای محلول و فعالیت آنزیمهای پراکسیداز ، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در تیر ماه با روشهای اسپکترو فتومتر ی در گیاهان هر دو منطقه تعیین و مقایسه شد .

نتایج نشان داد که آلودگی هوا باعث کاهش وزن تر و خشک و سطح برگ در هر دو گیاه افاقیا و خرزهره شده است.

همچنین تعداد کرک تحت تاثیر آلودگی هوا در هر دو گیاه خرزهره و افاقیا افزایش یافته است و این افزایش فقط در افاقیا آبان ماه معنی دار نبوده است .

آلودگی هوا باعث کاهش تعداد سلولهای اپیدرمی سطح فوقانی برگ در افاقیا و افزایش تعداد سلولهای اپیدرمی سطح فوقانی برگ در خرزهره شده است .

تحت تاثیر آلودگی هوا تعداد روزنه های سطح تحتانی برگ در افاقیا کاهش یافته است و تعداد کریپت سطح تحتانی برگ خرزهره افزایش یافته است ولی این افزایش در مورد خرزهره معنی دار نبوده است .

میزان پرولین تحت تاثیر آلودگی هوا در هر دو گیاه افزایش یافته است . ولی این افزایش فقط در مورد خرزهره معنی دار نبوده است .

تحت تاثیر آلودگی هوا میزان کربوهیدراتهای محلول در افاقیا کاهش و در خرزهره افزایش یافته است .

در اثر آلودگی هوا میزان رنگیزه های فتوسنتزی شامل ( کلروفیل a و b و کلروفیل کل و کاروتنوئید ها ) در خرزهره افزایش یافت و در افاقیا کلروفیل a و

کلروفیل کل و کارتنوئید ها کاهش یافت که این کاهش در مورد کارتنوئید ها معنی دار نبود و میزان کلروفیل b تغییر چندانی نکرد .  
همچنین میزان فعالیت پراکسیداز و کاتالاز در اثر آلودگی هوا در هر دو گیاه افزایش یافت ولی فقط این افزایش در مورد پراکسیداز افاقیا معنی دار بود .  
تحت تاثیر آلودگی هوا میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز در خرزهره کاهش یافت و در افاقیا تغییر چندانی نکرد .  
محاسبه احتمال معنی دار بودن تفاوتها در سطح  $P < 0/05$  انجام شد نتایج به جز موارد ذکر شده در بالا در بقیه موارد معنی دار بوده است .

#### مقدمه

مسئله آلودگی هوای تهران به عنوان یک معضل بزرگ، سلامتی تعداد زیادی از افراد را تهدید می کند و گیاهان نیز ضمن اینکه می توانند تا اندازه ای در کاهش آلودگی مؤثر باشند تحت تاثیر آلاینده های مختلف قرار گرفته و آسیب می بینند .  
گسترش افقی و عمودی بیش از ظرفیت توان زیست محیطی و افزایش روز افزون وسایل نقلیه موتوری شهری و رها شدن آلاینده های مختلف در هوای شهر تهران و قرار گرفتن شهر در یک منطقه گود و دره مانند که از سه طرف توسط کوههای اطراف احاطه شده و واقع بودن در کمربند ۳۰ درجه عرض شمالی که جریانهای نزولی از صعود هوا جلوگیری می کنند و عواملی مانند وارونگی دمایی که حدود ۲۴۰ روز در سال در تهران وجود دارد ؛ میزان ناچیز باران و وجود کارخانه ها و منابع آلوده کننده هوا در سمت جنوب و جنوب غرب تهران و وزش باد که در تهران از غرب به شرق می وزد و هوای آلوده را وارد تهران می کند ؛ این شهر را به یکی از بزرگترین شهر های آلوده دنیا تبدیل کرده است .  
گیاهان نیز تحت تاثیر سوء آلاینده ها دچار کمبود رشد و اختلال در رفتار های بیولوژیکی می شوند و در برابر تنش های محیطی با مکانیسم های دفاعی شان خود را برای بقا افزایش می دهند .

بیشتر آلاینده های هوا داخل بافت های گیاه شده و تولید آکسیژن های آزاد واکنش گر می کنند که سه ترکیب مهم آنها شامل سوپر اکسید ( $O_2^{-}$ ) و  $OH^-$  و  $H_2O_2$  می باشد که بسیار سمی هستند و باعث تخریب DNA ، پروتئین و لیپید ساختار های غشایی می شوند .



# فصل اول

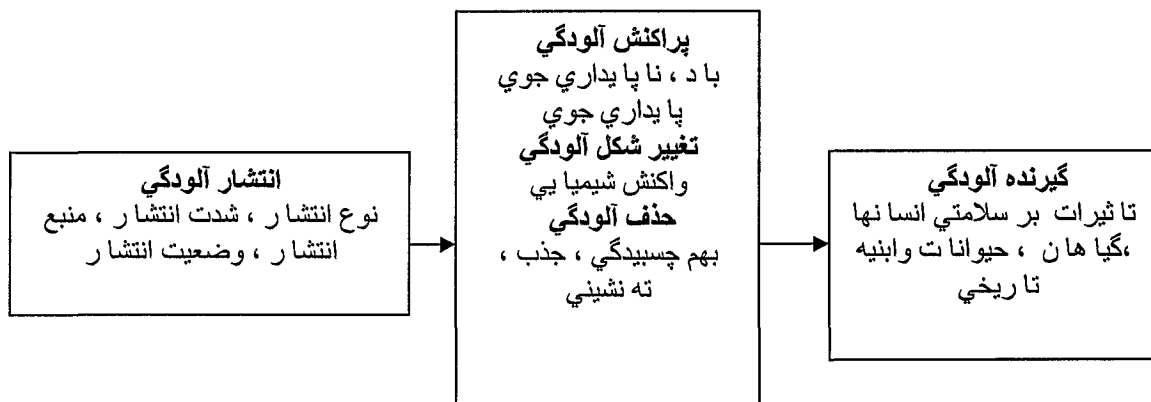
آلودگي هوا

## ۱-۱ اصول آلودگی هوا

### ۱-۱-۱ تعریف آلودگی هوا

آلودگی هوا عبارت است از وجود هر نوع آلاینده اعم از جامد، مایع، گاز و یا تشعشع پرتوزا در هوا به مقدار و در مدت زمانی که کیفیت زندگی را برای انسان و دیگر جانداران به خطر اندازد و یا به آثار باستانی و اموال خسارت وارد آورد.

### ۱-۱-۲ مراحل بررسی آلودگی هوا



### ۱-۱-۳- تقسیم بندی آلاینده ها

آلاینده های هوا بر اساس منشاء به دو دسته اولیه و ثانویه، از نظر ترکیب به دو دسته معدنی و آلی و از نظر حالت ماده به سه دسته جامد و مایع و گاز تقسیم بندی می شوند .

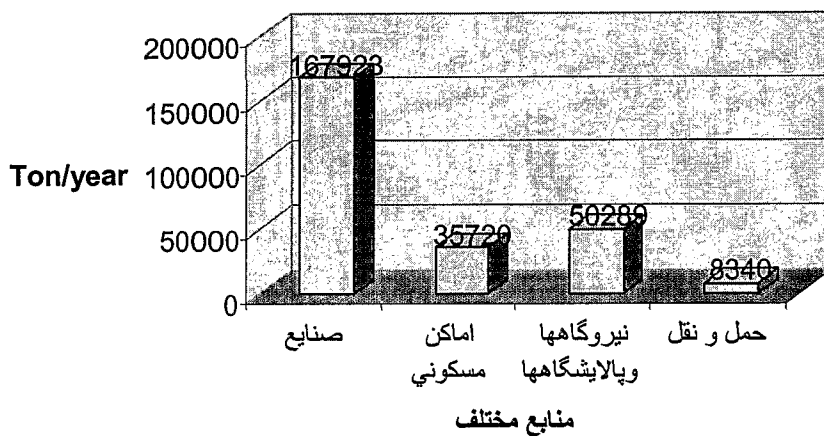
موسسه حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA ، Environmental Protection Agency) شش آلاینده اصلی را به عنوان معیار انتخاب نموده و این ها را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کرده است . آلاینده های اولیه موادی هستند که در اثر منابع مستقیماً به هوای محیط وارد می شوند و شامل پنج آلاینده منواکسید کربن (CO) ، دی اکسید نیتروژن (NO<sub>2</sub>) ، دی اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>) ، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون (PM-10) و سرب (Pb) می باشد . آلاینده های ثانویه به موادی اطلاق می شود که در اثر فرآیندهای و انفعالات موجود در هوای اطراف زمین به وجود می آیند و در این گروه می توان از اوزون (O<sub>3</sub>) نام برد.

### ۱-۱-۴- منابع آلودگی هوا

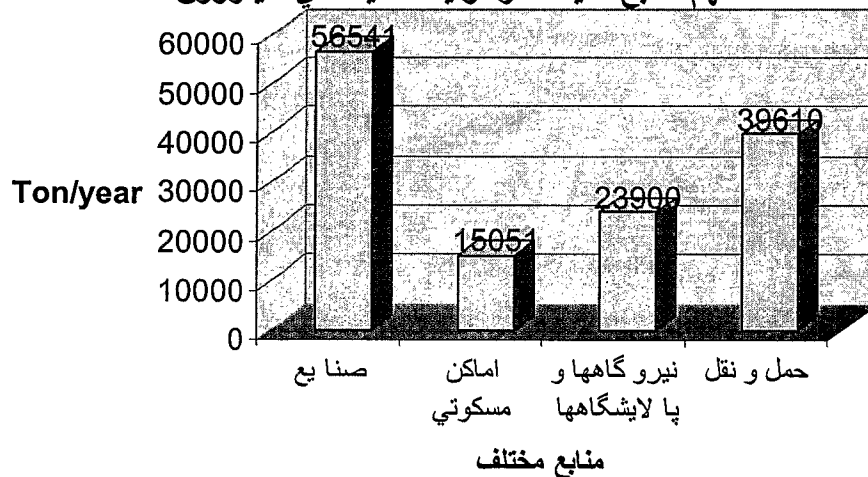
بشر مهمترین عامل آلودگی هوا می باشد فعالیت هایی نظیر حمل و نقل ، تولید (تبدیل) انرژی و فعالیت های صنعتی مرتبط با انرژی عمده ترین منابع مولد آلاینده ها هستند .

منابع آلودگی هوا را می توان به دو دسته ثابت و متحرک تقسیم نمود . منابع ثابت منابعی هستند که آلوده کننده هوا بطور دائم از آن در حال تصعید باشد . بعنوان مثال می توان از یک کارخانه فولاد سازی نام برد که انیدرید سولفور و اسید فلئوروئیدریک و ذرات جامد معلق در فضا بطور دائم از آن بوجود می آیند . نقطه مقابل منبع ثابت منبع متحرک می باشد که شامل وسایط حمل و نقل مختلف از قبیل اتومبیل های سواری ، اتوبوس ها ، کامیون ها و هواپیماها می باشند (Kenaga, 1975). معمولاً سیستم های ثابت نظیر نیروگاه ها و یا سایر منابع ثابت ، از سوخت و یا زغال سنگ استفاده می کنند . در حالی که در سیستم های متحرک ، نوع سوخت بنزین ، گازوئیل یا سوخت موتور جت می باشد . (عباسپور ، ۱۳۷۱).

سهم منابع آلاینده در تولید اکسید های گوگرد

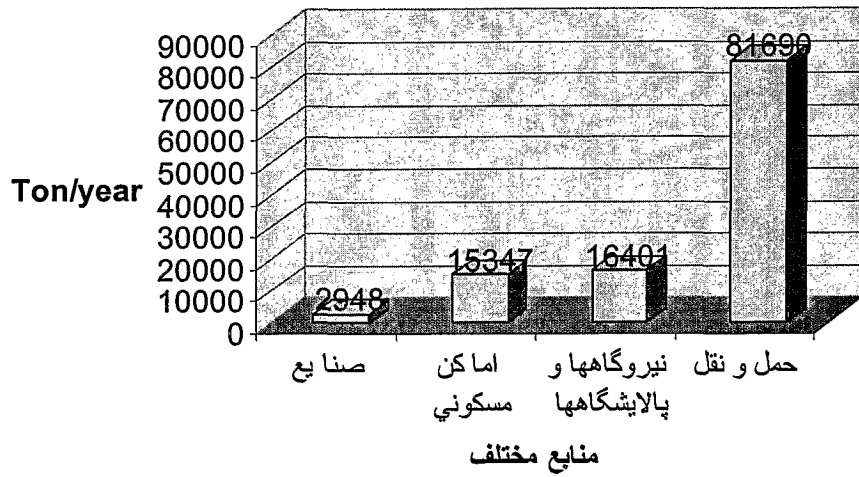


سهم منابع آلاینده در تولید اکسید های نیتروژن

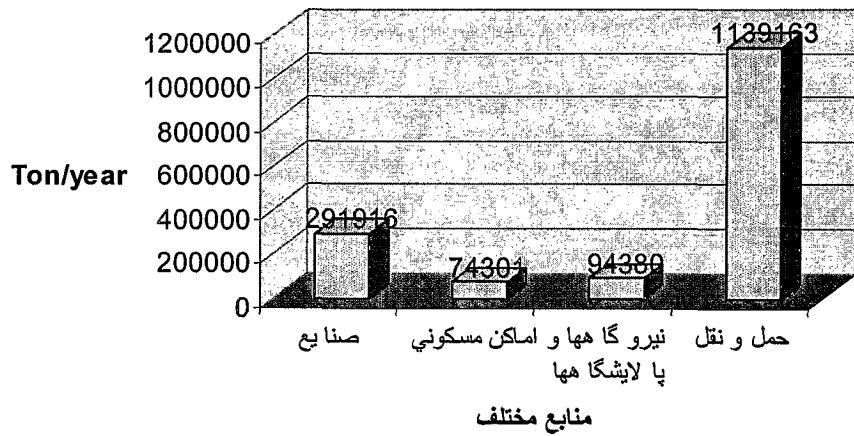




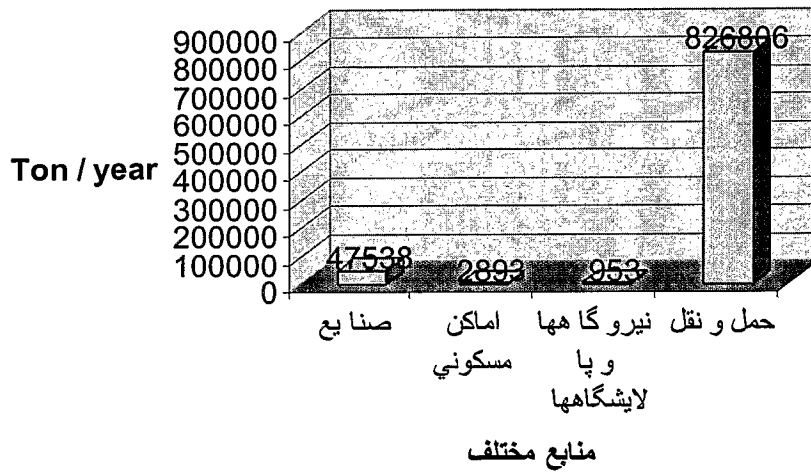
سهم منابع آلاینده در تولید هیدروکربن ها



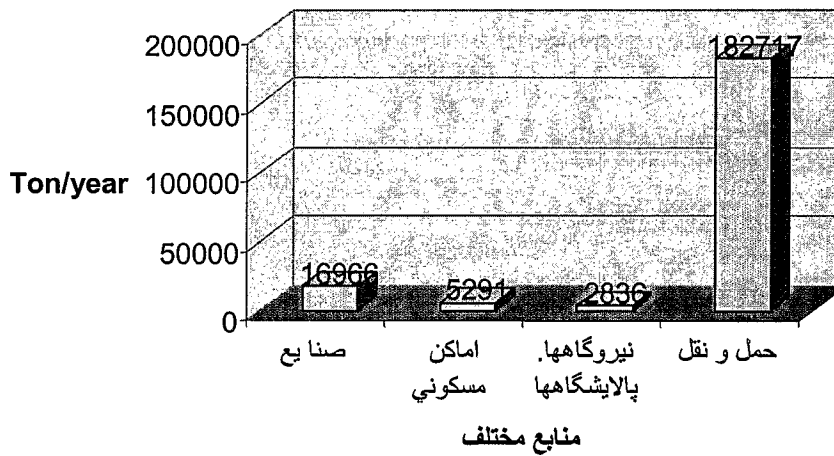
سهم منابع آلاینده در تولید مجموع آلاینده ها



سهم منابع آلاینده در تولید منو اکسید کربن



سهم منابع آلاینده در تولید ذرات معلق



### ۱-۱-۵- شاخص آلودگی هوا

تأثیر هر آلاینده بستگی به غلظت و مدت زمان تماس دارد. به همین دلیل استانداردهای آلودگی هوا به منظور مشخص ساختن حد بالایی مواجهه، بطوریکه آسیب جدی به بدن نرسد به دو صورت استاندارد اولیه و استاندارد ثانویه به شکل زیر تعریف می شوند:

۱- استاندارد های اولیه: سطحی از غلظت آلاینده است که باعث محافظت حساس ترین افراد جامعه، شامل افراد مسن و آنان که دچار نارسایی های تنفسی هستند، می شود. مطابق این استاندارد در یک ناحیه ناپیوستگی غلظت های اولیه شده در (جدول ۱) بیش از یکبار در طی یکسال نقض شود.

۲- استاندارد های ثانویه: این استاندارد ها به گونه ای وضع می شوند که باعث حفاظت بهداشت عمومی (ساختمانها، مزارع و حیوانات علاوه بر سلامتی افراد جامعه) شوند. در شرایطی که دست یافتن به استاندارد های اولیه مشکل است استاندارد های ثانویه هیچ نقشی در سیاستگذاری های کنترل آلودگی هوا بازی نمی کنند.

برای استاندارد و خطوط راهنمای کوتاه مدت نوعا میانگین یک ساعته، ۸ ساعته و ۲۴ ساعته در نظر گرفته می شود، جدول زیر خطوط راهنمای (Guide Line) آلودگی هوا اقتباس از سازمان جهانی بهداشت (WHO) جهت ارزیابی آثار آلودگی هوا روی سلامتی انسان را نشان می دهد.

جدول ۱- ۱ خطوط راهنمای WHO

نوع آلاینده	میانگین وزنی ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PPM میانگین	میانگین زمانی
SO <sub>2</sub>	۳۵۰	۰/۱۴	۱ ساعته
	۱۰۰-۱۵۰	۰/۰۴-۰/۰۶	۲۴ ساعته
	۴۰-۶۰	۰/۰۱۵-۰/۰۲۳	یک سال
CO	۳۰	۲۶	۱ ساعته
	۱۰	۹	۸ ساعته
NO <sub>x</sub>	۴۰۰	۰/۲۱	۱ ساعته
	۱۵۰	۰/۰۸	۲۴ ساعته
O <sub>3</sub>	۱۵۰-۲۰۰	۰/۰۸-۰/۱	۱ ساعته
	۱۰۰-۱۲۰	۰/۰۵-۰/۰۶	۸ ساعته
PM-10	۷۰	--	۲۴ ساعته

مقادیر استاندارد های WHO-EPA توسط سازمان های مختلف از قبیل سازمان بهداشت و موسسه حفاظت محیط زیست برای شش آلاینده اصلی در (جدول ۱-۲) ارائه شده است

جدول ۱- ۲- استاندارد آلودگی هوا

CO	۸ ساعته	۹ ppm	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	۱ ساعته	۳۵ ppm	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
SO <sub>2</sub>	۲۴ ساعته	۱۴۰ ppb	$365 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	سالانه	۳۱ ppb	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub>	۱ ساعته	۲۱۰ ppb	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	سالانه	۵۳ ppb	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
O <sub>3</sub>	۱ ساعته	۱۲۰ ppb	$235 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PM-10	۲۴ ساعته		$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	سالانه		$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Pb	سه ماهه	$1/5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	