

بررسی ارتباط بین آلاینده های شاخص کیفیت هوا و پارامترهای هواشناسی در تهران با

رویکرد آنالیز رگرسیون سال ۱۳۸۴

ستاره جوان بخت امیری^{۱*}

سید هادی خاتمی^۲

چکیده

یکی از مشکلات زندگی در شهرهای بزرگ و صنعتی جهان امروز مسئله آلودگی هوا است. جهت کاهش اثرات ناشی از آلودگی هوا باید پارامترهای موثر در آلودگی و میزان تاثیر آن ها را به خوبی بشناسیم از جمله پارامترهای بسیار مهم در تعیین میزان آلودگی هوا پارامترهای هواشناسی است که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است.

داده های هواشناسی از ایستگاه های سینوپتیک سازمان هواشناسی و داده های آلاینده ها از ایستگاه های مطالعاتی سازمان حفاظت محیط زیست فراهم شده و چگونگی تغییرات میانگین سالانه این پارامترها، همبستگی، مدل خطی آلاینده های زیست محیطی بر اساس پارامترهای هواشناسی با استفاده از نرم افزار آماری به دست آمده است. متغیرها آلاینده های شاخص کیفیت هوای تهران ($NO_2, SO_2, O_3, CO, PM-10$) و عناصر هواشناسی دما، رطوبت نسبی، سرعت باد می باشند.

در نتایج حاصل از برآورد ۶۰ معادله به دست آمد که تنهادر ۴۰ معادله ارتباط بین آلاینده ها و پارامترهای هواشناسی دیده شد که در آن ها تفاوت هایی در تعداد نمونه، نوع ارتباط و درجه همبستگی وجود دارد. در ایستگاه آزادی معادله ازن در برابر دما با ضریب تعیین کنندگی بیش از ۴۰٪ به عنوان بهترین معادله ایستگاه شناخته شد. در ایستگاه ویلا این همبستگی برای SO_2 در مقابل سرعت باد به دست آمد که ضریب تعیین کنندگی آن بیش از ۲۴/۹٪ می باشد. در مورد ایستگاه پردیسان نیز بهترین معادله برای SO_2 در مقابل دما است با ضریب تعیین کنندگی بیش از ۳۲/۳٪ و در مورد ایستگاه تجریش معادله ازن در مقابل دما با ضریب تعیین کنندگی بیش از ۲۲/۴٪ بهترین معادله انتخاب شد. با توجه به معنی دار بودن ارتباط بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده ها مشخص گردید که پارامترهای هواشناسی می توانند در میزان آلاینده های شهر تهران موثر واقع شوند.

کلمات کلیدی: آمار، آلاینده های شاخص آلودگی هوا، پارامترهای هواشناسی، شهر تهران.

۱- کارشناس ارشد علوم محیط زیست دانشگاه محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (مسئول مکاتبات).

۲- دکتری مدیریت اکولوژی محیط زیست دانشگاه ولز انگلستان.

مقدمه

امروزه آلودگی هوا از جمله معضلات زندگی شهری به ویژه برای ساکنین شهرهای بزرگ می باشد به طوری که بی توجهی و عدم اتخاذ راهکارهای مناسب و به موقع برای جلوگیری و مبارزه با آن خسارات جبران ناپذیری را برای سلامت جوامع شهری در بر خواهد داشت.

امروزه پیامدهای مختلف آلودگی هوا باعث شده است که نظارت و کنترل کیفیت هوا به صورت امری گریزناپذیر در جوامع مطرح شود. در مسئله آلودگی هوا به طور کلی ۳ عامل موثر می باشند که عبارتند از:

۱. منبع آلودگی

۲. جو

۳. دریافت کننده آلودگی

در مطالعات پخش آلودگی هوا مطالعه پارامترهای هواشناسی در لایه مرزی جو امری ضروری است. این لایه در واقع تحت تاثیر سطح زمین است و عمده انتقال بین جو و زمین از طریق اختلاط تلاطمی در این لایه صورت می پذیرد عمق این لایه بسته به میزان سرعت باد، شرایط محیطی، میزان سرد و گرم شدن سطح زمین (گرما)، رطوبت و ... متفاوت است (۱).

بیشتر فعالیت های انسانی و موجودات زنده در لایه مرزی جو اتفاق می افتد برای داشتن محیطی سالم و ایجاد کمترین خسارت به محیط زیست باید شناخت بیشتری از فرایندها و پدیده هایی که در لایه مرزی اتفاق می افتد به دست آوریم. بسیار مهم است که از چگونگی پخش و اختلاط تلاطمی آلاینده ها در آن آگاه باشیم تا در شرایط هواشناسی مشابه بهتر بتوانیم وضعیت آلوده محیط را کنترل و پیش بینی کنیم (۱).

شناخت لایه مرزی علاوه بر این که تاثیر مستقیم بر انسان و موجودات زنده می گذارد، در تمام زمینه ها اعم از پارامتریزه کردن کمیت های هواشناسی، کشاورزی، انرژی، کارهای صنعتی و ساختارسازی نوین شهری و تغییر اقلیم و دگرگونی شرایط آب و هوایی (اثر جزیره حرارتی) موثر است (۱).

از ویژگی های دیگر این لایه، تغییرات شدید روزانه کمیت های هواشناسی در آن است و هدف این مقاله نیز بررسی و پژوهش تعیین مدل خطی آلاینده های هوای شهر تهران شامل $NO_2, SO_2, PM_{10}, CO, O_3$ در ارتباط با پارامترهای هواشناسی از جمله دما، رطوبت نسبی و سرعت باد می باشد.

قابل ذکر می باشد که در این باره در سال ۱۳۷۹ آقای رضا برهانی مطالعاتی در مورد تاثیر ۲ پارامتر هواشناسی (سرعت باد و دما) در آلودگی هوای تهران انجام دادند که نتایج حاصل از این بررسی ها نشان داد که نقش تابش در آلودگی هوای تهران بارزتر از سرعت باد است همچنین خانم طاهره قسامی وضعیت آلوده شهرمان را در سال ۱۳۸۱ با شرایط هواشناسی هم‌دیدگی مقایسه کردند و الگوهای بر اساس پیش بینی آلودگی هوا ارائه دادند (۱).

در جدول ۱ ایستگاه های انتخابی از میان ایستگاه های پایش آلودگی شهر تهران شامل ایستگاه های ویلا - آزادی - تجریش و پردیسان می باشند و ایستگاه های منتخب هواشناسی تهران شامل: ژئوفیزیک - مهر آباد - اقدسیه و چیتگر است که موقعیت قرار گیری ایستگاه ها در شهر تهران در نقشه های زیر نشان داده شده است:

نقشه محدوده مناطق شهرداری تهران





جدول ۱- نام و تعداد ایستگاه های هواشناسی و اندازه گیری آلودگی هوای شهر تهران

سال تاسیس	ارتفاع از سطح دریا	مختصات جغرافیایی		نام و شماره ایستگاه های آلودگی	
		عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
۱۳۷۰	۱۱۹۶	۳۵° ۴۲'	۵۱° ۲۰'	آزادی	۱
۱۳۷۰	۱۱۲۱	۳۵° ۴۲'	۵۱° ۲۵'	ویلا	۲
۱۳۷۰	۱۱۲۷	۳۵° ۴۸'	۵۱° ۲۶'	تجریش	۳
۱۳۷۷	۱۳۷۷	۳۵° ۴۲'	۵۱° ۲۰'	پردیسان	۴

سال تاسیس	ارتفاع از سطح دریا	مختصات جغرافیایی		نام و شماره ایستگاه های هواشناسی	
		عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
۱۳۲۱	۱۱۹۱	۳۵° ۴۱'	۵۱° ۱۹'	مهرآباد	۱
۱۳۴۲	۱۴۲۳	۳۵° ۴۴'	۵۱° ۲۳'	ژنوفیزیک	۲
۱۳۶۷	۱۵۴۸	۳۵° ۴۷'	۵۱° ۳۷'	شمال تهران (اقدسیه)	۳
۱۳۷۵	۱۲۱۵	۳۵° ۴۵'	۵۱° ۰۸'	چیتگر	۴

در این جدول ایستگاه های انتخابی پایش آلودگی هوا و ایستگاه های سینوپتیک شهر تهران را که از نظر موقعیت مکانی و منطقه ای در یک محل واقع بودند ارایه شده است :

مواد و روش ها

در این پژوهش ۴ ایستگاه پایش آلودگی هوای شهر تهران همراه با ۴ ایستگاه هواشناسی که نزدیکترین محل به ایستگاه های پایش هستند انتخاب گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از برنامه های نرم افزاری MINITAB استفاده

شده است (۳). داده های هواشناسی ایستگاه های سینوپتیک بر اساس ثبت روزانه در سال ۱۳۸۴ و آلودگی هوا از ایستگاه های پایش سازمان حفاظت محیط زیست به صورت روزانه در سال ۱۳۸۴ دریافت شده که میانگین آن ها در تجزیه و تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفته است. در تجزیه و تحلیل آماری همبستگی بین پارامترهای مورد محاسبه قرار گرفته و رابطه همبستگی ارایه گردید (۲).

جدول ۲- میانگین پارامترهای هواشناسی $\pm SE$ در ایستگاه های سینوپتیک مورد مطالعه (n = تعداد نمونه)

ایستگاه های سینوپتیک	میانگین دما (°C) (Mean ± SE)	میانگین رطوبت نسبی (%) (Mean ± SE)	سرعت باد (m/s) (Mean ± SE)
مهر آباد	۱۹/۲۲۸ ± ۰/۵۰۰ n= ۳۶۵	۴۰/۳۳ ± ۱/۰۰ n = ۳۵۹	۵/۳۷۳ ± ۰/۲۰۰ n = ۲۸۷
شمال تهران (اقدسیه)	۱۶/۷۳۹ ± ۰/۵۹۵ n=۳۶۵	۴۷/۸۸۱ ± ۰/۷۹۷ n = ۳۶۱	۲/۳۴۷۲ ± ۰/۰۷۲۴ n=۲۸۶
ژئوفیزیک	۱۷/۶۴۸ ± ۰/۵۰۶ n=۳۶۴	۴۰/۲۲۵ ± ۰/۹۰۱ n = ۳۴۶	۵/۲۷۱ ± ۰/۱۳۴ n = ۲۸۶
چیتگر	۱۶/۹۲۶ ± ۰/۵۱۱ n=۳۶۴	۳۷/۲۲۲ ± ۰/۸۹۰ n = ۳۳۸	۳/۲۱۷ ± ۰/۱۳۰ n = ۲۸۶

جدول ۳- میانگین پارامترهای آلاینده شهری $\pm SE$ در ایستگاه های مورد مطالعه (تعداد نمونه = n)

ایستگاه های پایش آلودگی هوا	NO ₂ (ppm) Mean ± SE	SO ₂ (ppm) Mean ± SE	PM-10 (µg/m ³) Mean ± SE	CO (ppm) Mean ± SE	O ₃ (ppm) Mean ± SE
آزادی	۰/۰۶۰۷۱ ± ۰/۰۰۱۰۱ n = ۳۴۳	۰/۰۴۸۱ ± ۰/۰۰۲۲ n = ۳۴۵	۱۲۶/۸۶ ± ۳/۰۰ n = ۳۱۰	۸/۵۰۳ ± ۰/۲۱۷ n = ۳۳۶	۰/۰۳۲۶۶ ± ۰/۰۰۱۰۳ n = ۳۴۳
تجریش	۰/۰۵۴۵۴ ± ۰/۰۰۱۴۷ n = ۳۶۱	۰/۰۲۳۰۷۹ ± ۰/۰۰۰۴۰۵ n = ۳۶۰	۱۲۸/۳۴ ± ۲/۳۲ n = ۳۲۹	۷/۳۷۰ ± ۰/۱۳۰ n = ۳۵۵	۰/۰۳۷۸۳ ± ۰/۰۰۱۱۷ n = ۳۶۲
ویلا	۰/۰۱۵۲۱ ± ۰/۰۰۱۱۱ n = ۳۶۰	۰/۰۲۹۳۶۸ ± ۰/۰۰۰۵۳۵ n = ۳۶۲	۷۱/۳۹ ± ۱/۳۵ n = ۳۵۴	۷/۳۰۹ ± ۰/۱۷۵ n = ۳۴۷	۰/۰۳۳۸۶۵ ± ۰/۰۰۰۸۹۵ n = ۳۶۲
پردیسان	۰/۰۳۱۹۴۸ ± ۰/۰۰۰۸۱۲ n = ۳۴۳	۰/۰۱۱۷۲۵ ± ۰/۰۰۰۳۵۷ n = ۳۴۲	۹۹/۰۰ ± ۲/۴۴ n = ۳۰۶	۷/۲۰۰ ± ۰/۱۲۷ n = ۲۹۱	۰/۰۱۸۳۷۶ ± ۰/۰۰۰۵۳۰ n = ۳۴۳

نتایج آزمون ANOVA بین ایستگاه ها بر اساس میانگین سالانه پارامترهای هواشناسی و داده های آلودگی در جدول ۴ ارایه شده است. بدیهی است که در ایستگاه مهر آباد و ژئوفیزیک هیچ تفاوتی از نظر پارامترهای هواشناسی دما، رطوبت نسبی، سرعت باد وجود ندارد پس این عوامل نمی توانند در اختلاف آلاینده ها در این ایستگاه ها موثر باشند.

جدول ۴- تفاوت و عدم تفاوت بین ایستگاه های هواشناسی شهر تهران

از نظر دما، رطوبت، باد بر اساس آزمون ANOVA.

شماره ایستگاه های سینوپتیک	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
ایستگاه ۲-۱	$p=0/02$	$p=0/9$	$p=0/6$
ایستگاه ۳-۱	$p=0/001$	$p=0/000$	$p=0/000$
ایستگاه ۴-۱	$p=0/001$	$p=0/02$	$p=0/000$
ایستگاه ۳-۲	$p=0/2$	$p=0/000$	$p=0/000$
ایستگاه ۴-۲	$p=0/3$	$p=0/01$	$p=0/000$
ایستگاه ۴-۳	$p=0/8$	$p=0/000$	$p=0/000$

جدول ۵- تفاوت یا عدم تفاوت بین ایستگاه های آلودگی هوای شهر تهران

از نظر آلاینده ها اساس آزمون ANOVA.

شماره ایستگاه های آلودگی	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	CO	O ₃
ایستگاه ۲-۱	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/3$
ایستگاه ۳-۱	$p=0/001$	$p=0/000$	$p=0/6$	$p=0/000$	$p=0/001$
ایستگاه ۴-۱	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$
ایستگاه ۳-۲	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/7$	$p=0/007$
ایستگاه ۴-۲	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/6$	$p=0/000$
ایستگاه ۴-۳	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/000$	$p=0/3$	$p=0/000$

طریق رگرسیون میزان همبستگی، نوع ارتباط معنی دار بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده های هوای شهر تهران به دست آمد.

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود ایستگاه آزادی و پردیسان از نظر آلودگی متفاوتند که علت را می توان ناشی از اختلاف معنی دار دما و باد بین این دو ایستگاه جستجو کرد. بعد از تعیین اختلاف یا عدم اختلاف بین ایستگاه ها از

جدول ۶- همبستگی بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده های هوای شهر تهران
در ایستگاه هواشناسی مهرآباد و ایستگاه آلودگی آزادی .

ایستگاه آلودگی آزادی	ایستگاه هواشناسی مهرآباد		
	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂	نوع ارتباط: منفی n = ۳۴۳ r ^۲ = ۳۱/۸٪ P=0	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۳۸ r ^۲ = ۶/۸٪ P=0	نوع ارتباط: منفی n = ۲۶۹ r ^۲ = ۱۹/۶٪ P=0
SO ₂	نوع ارتباط: منفی n = ۳۴۵ r ^۲ = ۴/۵٪ P=0	ارتباطی وجود ندارد n=۳۴۰ r ^۲ = ۰/۵٪ p = ۰/۲	نوع ارتباط: منفی n = ۲۶۹ r ^۲ = ۲۱/۲٪ P=0
PM-10	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۱۰ r ^۲ = ۰/۹٪ P= ۰/۰۹	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۰۵ r ^۲ = ۲/۷٪ p = ۰/۰۰۴	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۴۱ r ^۲ = ۱٪ p = ۰/۱
CO	نوع ارتباط: منفی n = ۳۳۶ r ^۲ = ۳۴/۵٪ P=0	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۳۱ r ^۲ = ۱۱/۵٪ P=0	نوع ارتباط: منفی n = ۲۶۰ r ^۲ = ۲۰/۶٪ P=0
O ₃	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۴۴ r ^۲ = ۴۰٪ P=0	نوع ارتباط: منفی n = ۳۳۸ r ^۲ = ۱۲/۳٪ P=0	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۶۷ r ^۲ = ۲/۸٪ p = ۰/۰۰۶

همان طور که از نتایج آشکار است ارتباط بسیار
معنی داری بین میزان O₃ و دما در ایستگاه هواشناسی مهرآباد
تهران و ایستگاه آلودگی آزادی وجود دارد .

جدول ۷- همبستگی بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده ها هوای شهر تهران در ایستگاه های

هواشناسی ژئوفیزیک و آلودگی ویلا

ایستگاه آلودگی ویلا	ایستگاه هواشناسی ژئوفیزیک		
	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۵۹ r ^۲ = ۰/۴٪ P=۰/۲	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۴۷ r ^۲ = ۰/۳٪ P=۰/۳	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۸۴ r ^۲ = ۰/۴٪ P=۰/۳
SO ₂	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۶۱ r ^۲ = ۰/۶٪ P=۰/۱	ارتباطی وجود ندارد n=۳۴۳ r ^۲ = ۰/۵٪ P=۰/۱	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۶ r ^۲ = ۲۴/۹٪ P=0
PM-10	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۵۳ r ^۲ = ۶/۳٪ P= 0	ارتباطی ضعیف وجود دارد n = ۳۳۶ r ^۲ = ۳/۲٪ P=۰/۰۰۱	نوع ارتباط: منفی n = ۲۷۸ r ^۲ = ۸/۹٪ p = 0
CO	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۴۶ r ^۲ = ۲۳/۷٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۳۲۹ r ^۲ = ۱۴/۵٪ P=0	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۷۱ r ^۲ = ۱/۹٪ P=۰/۰۲
O ₃	نوع ارتباط : مثبت n = ۳۶۱ r ^۲ = ۱۳/۲٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۳۴۴ r ^۲ = ۵٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n = ۲۸۶ r ^۲ = ۵/۱٪ p = 0

همان طوری که از نتایج آشکار است ارتباط بسیار

معنی داری بین میزان SO₂ و سرعت باد در ایستگاه

هواشناسی ژئوفیزیک و ایستگاه آلودگی ویلا وجود دارد .

جدول ۸- همبستگی بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده ها هوای شهر تهران در ایستگاه

هواشناسی شمال تهران و ایستگاه آلودگی تجریش وجود دارد.

ایستگاه آلودگی تجریش	ایستگاه هواشناسی شمال تهران		
	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂	نوع ارتباط : منفی n = ۳۶۱ r ^۲ = ۱۰/۱٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n = ۳۶۲ r ^۲ = ۱۱/۲٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۶ r ^۲ = ۱۲/۴٪ P=0
SO ₂	نوع ارتباط : منفی n = ۳۶۲ r ^۲ = ۵٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n=۳۶۲ r ^۲ = ۱۲/۸٪ p = 0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۵ r ^۲ = ۱۲/۳٪ P=0
PM-10	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۳۰ r ^۲ = ۰/۶٪ P= ۰/۱	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۲۵ r ^۲ = ۱/۴٪ p = ۰/۰۳	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۵۸ r ^۲ = ۰/۳٪ p = ۰/۳
CO	نوع ارتباط : منفی n = ۳۵۵ r ^۲ = ۶/۸٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n = ۳۵۱ r ^۲ = ۱۲/۷٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۱ r ^۲ = ۸/۵٪ P=0
O ₃	نوع ارتباط : مثبت n = ۳۶۲ r ^۲ = ۲۲/۴٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۳۵۸ r ^۲ = ۱۷٪ P=0	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۸۶ r ^۲ = ۰/۳٪ p = ۰/۳

همان طوری که از نتایج آشکار است ارتباط معنی

داری بین میزان O₃ و دما در ایستگاه هواشناسی شمال تهران

و ایستگاه آلودگی تجریش وجود دارد .

جدول ۹- همبستگی بین پارامترهای هواشناسی و آلاینده ها هوای شهر تهران

در ایستگاه هواشناسی چیتگر و ایستگاه آلودگی پردیسان وجود دارد.

ایستگاه آلودگی پردیسان	ایستگاه هواشناسی چیتگر		
	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂	نوع ارتباط : منفی n = ۳۴۳ r ^۲ = ۲۵٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n = ۳۱۶ r ^۲ = ۷/۳٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۶ r ^۲ = ۹/۳٪ P=0
SO ₂	نوع ارتباط : منفی n = ۳۴۲ r ^۲ = ۳۲/۳٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n=۳۱۵ r ^۲ = ۱۴/۶٪ p = 0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۸۵ r ^۲ = ۹/۲٪ P=0
PM-10	نوع ارتباط: مثبت n = ۳۰۵ r ^۲ = ۱۹/۶٪ P=0	نوع ارتباط: منفی n= ۲۸۲ r ^۲ = ۹/۵٪ p = 0	ارتباطی وجود ندارد n = ۲۵۳ r ^۲ = ۰/۶٪ P = ۰/۲
CO	نوع ارتباط : منفی n = ۲۹۰ r ^۲ = ۱۸٪ P=0	نوع ارتباط : مثبت n = ۲۷۰ r ^۲ = ۱۲/۴٪ P=0	نوع ارتباط : منفی n = ۲۳۴ r ^۲ = ۱۵/۴٪ P=0
O ₃	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۴۲ r ^۲ = ۰/۴٪ P = ۰/۲	ارتباطی وجود ندارد n = ۳۱۶ r ^۲ = ۰/۵٪ P = ۰/۱	ارتباطی ضعیف وجود دارد n = ۲۸۶ r ^۲ = ۳/۷٪ P= ۰/۰۰۱

همبستگی بین آن ها بستگی دارد و قدرت پیش بینی رابطه توسط ضریب تعیین کنندگی (r^2) به دست می آید. در واقع مجذور r^2 برای تطابق بیشتر نمونه با توزیع نظری داده هاست که به صورت تصحیح شده می باشد و در آن تعداد محاسبه نمونه، تعداد متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است پس از تعیین در جه همبستگی بین داده ها، معادلات آلاینده ها برای هر ایستگاه بر اساس میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی و سرعت باد مشخص شد .

همان طور که از نتایج آشکار است ارتباط معنی داری بین میزان SO₂ و دما در ایستگاه هواشناسی چیتگر و ایستگاه آلودگی پردیسان وجود دارد .

یافته ها

زمانی که بین دو متغیر همبستگی وجود دارد، می توان یک متغیر را از طریق متغیر دیگر بر آورد یا پیش بینی کرد ، دقت پیش بینی معادلات به تعداد تکرار متغیرها و شدت

جدول ۱۰- فرمول های معادلات آلاینده ها برحسب دما ، رطوبت و سرعت باد برای

ایستگاه آلودگی آزادی و ایستگاه سینوپتیک مهرآباد

آلاینده	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂	NO ₂ = 0.08246 - 0.001100 MT	NO ₂ = 0.05071 + 0.000256 MRh	NO ₂ = 0.06495 - 0.001838 WS
SO ₂	SO ₂ = 0.06662 - 0.000939 MT		SO ₂ = 0.08760 - 0.006404 WS
PM-10			
CO	CO = 13.24 - 0.2409 MT	CO = 5.710 + 0.07086 MRh	CO = 10.38 - 0.5123 WS
O ₃	<u>O₃ = 0.007939 + 0.001253 MT</u>	O ₃ = 0.04633 - 0.000349 MRh	

جدول ۱۱- فرمول های معادلات آلاینده ها برحسب دما ، رطوبت و سرعت باد برای

ایستگاه آلودگی ویلا و ایستگاه سینوپتیک ژئوفیزیک

آلاینده	میانگین دما	میانگین رطوبت نسبی	سرعت باد
NO ₂			
SO ₂			<u>SO₂ = 0.04153 - 0.001836 WS</u>
PM-10	PM- ₁₀ = 59.87 + 0.6512 MT		PM- ₁₀ = 91.30 - 3.221 WS
CO	CO = 4.477 + 0.1603 MT	CO = 10.24 - 0.07322 MRh	
O ₃	O ₃ = 0.02252 + 0.000640 MT	O ₃ = 0.04220 - 0.000224 MRh	O ₃ = 0.02562 + 0.001799 WS

جدول ۱۲- فرمول های معادلات آلاینده ها بر حسب دما ، رطوبت و سرعت باد برای

ایستگاه آلودگی تجریش و ایستگاه سینوپتیک شمال تهران

سرعت باد	میانگین رطوبت نسبی	میانگین دما	آلاینده
$NO_2 = 0.06947 - 0.008161 WS$	$NO_2 = 0.02498 + 0.000617 MRh$	$NO_2 = 0.06763 - 0.000778 MT$	NO_2
$SO_2 = 0.02754 - 0.001648 WS$	$SO_2 = 0.01434 + 0.000182 MRh$	$SO_2 = 0.02561 - 0.000150 MT$	SO_2
			PM-10
$CO = 8.649 - 0.5984 WS$	$CO = 4.594 + 0.05792 MRh$	$CO = 8.309 - 0.05585 MT$	CO
	$O_3 = 0.06634 - 0.000600 MRh$	$O_3 = 0.02233 + 0.000924 MT$	O_3

جدول ۱۳- فرمول های معادلات آلاینده ها بر حسب دما ، رطوبت و سرعت باد برای

ایستگاه آلودگی پردیسان و ایستگاه سینوپتیک چیتگر

سرعت باد	میانگین رطوبت نسبی	میانگین دما	آلاینده
$NO_2 = 0.03693 - 0.002099 WS$	$NO_2 = 0.02302 + 0.000247 MRH$	$NO_2 = 0.04491 - 0.000753 MT$	NO_2
$SO_2 = 0.01213 - 0.000629 WS$	$SO_2 = 0.006627 + 0.000139 MRH$	$SO_2 = 0.01819 - 0.000377 MT$	SO_2
	$PM_{-10} = 127.9 - 0.7697 MRH$	$PM_{-10} = 68.24 + 1.829 MT$	PM-10
$CO = 7.977 - 0.3892 WS$	$CO = 5.388 + 0.04757 MRH$	$CO = 8.775 - 0.1002 MT$	CO
			O_3

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه کوششی برای تعیین ساختار فیزیکی معادلات در اثر بر هم کنش جو با آلاینده ها در مورد هوای شهر تهران است. کیفیت محاسبه مدل به طور گسترده به تغییرات پارامترهای جوی وابسته است. بنابراین با مشاهده تغییرات پارامترهای هواشناسی در هر ایستگاه ما توانستیم به معادلات آلودگی متفاوتی برای هر آلاینده با توجه به داده های هواشناسی برسیم. در این تحقیق ارتباط پارامترهای هواشناسی از قبیل دما، رطوبت نسبی و سرعت باد با مقدار غلظت

آلاینده ها بررسی شد و در نهایت ارتباط بین این آلاینده ها و متغیرهای هواشناسی به دست آمد.

از مهم ترین ویژگی های مدل ها قابلیت آن ها در سنجش کمی آلاینده ها در شرایط جوی متفاوت است. بر اساس الگوهای توابع یک متغیره معادلات رگرسیون مدل ها، فرمول های معتبری برای تخمین روابط خطی بین آلاینده ها و یکی از پارامترهای هواشناسی استخراج شد. نتایج حاصل از انجام این محاسبات نشان می دهد که آلاینده ها در

پارامترها در تغییر غلظت آلاینده های مذکور هستند. از میان ۶۰ معادله رگرسیون به دست آمده ۴۰ مورد آن ارتباط بین آلاینده ها و پارامترهای هواشناسی را به صورت منفی و مثبت معنی دار نشان داد.

قابل ذکر می باشد تنها با آزمون خطی رگرسیون ما توانستیم به معادلات آلاینده های این پژوهش دست پیدا کنیم، لیکن ممکن است مدل های رگرسیونی مربعی و مکعبی نتایج را به گونه دیگر توصیف نمایند .

پیشنهادها و آرایه راهکار

پس بعد از انجام محاسبات تعیین ارتباط بین آلوده کننده های شاخص هوای شهر تهران و عناصر هواشناسی دما، رطوبت نسبی و سرعت باد هوای شهر تهران و دستیابی به فرمول های خطی برای این آلاینده ها می توان با در دست داشتن میزان آلودگی آلاینده ها از طریق کنترل و کاهش تناژ آلاینده های منابع آلوده کننده متحرک، استفاده از مبدل های کاتالیزوری، اصلاح کیفیت سوخت و اصلاح موتورهای احتراقی در جهت کاهش تولید آلودگی در حین احتراق، افزایش سرعت خودرو ها و مراعات اصول شهرسازی و نکات معماری در طراحی شهر ها به منظور عبور سریع خودروها و جلوگیری از ترافیک سنگین، اجرای برنامه های کنترل آلودگی هوا و همچنین پایش زیست محیطی منابع آلوده کننده ثابت و تدوین استانداردهای زیست محیطی روز آمد و جامع در زمینه آلودگی هوا ناشی از منابع ثابت، تدوین بانک اطلاعاتی صنایع موجود در شهر مثل کارخانجات، صنایع و مراکزی که با سوخت های فسیلی کار می کنند در نظر گرفتن محل احداث کارخانه از لحاظ شرایط جوی و جهت باد و یا پستی و بلندی و دیگر عوامل ناشی از آن ، انتقال و تاسیس کارخانه ها یا کارگاههای صنعتی در شهرک های صنعتی اطراف شهر، ایجاد و توسعه کمربندهای سبز و افزایش جنگلکاری به کاهش غلظت آن ها برسیم و وضعیت آلوده شهر تهران را برآورد کنیم زیرا که مشخص نبودن و قابل پیش بینی نبودن عناصر هواشناسی و عدم تخمین عددی این پارامترها کنترل ما را در مهار آلودگی کاهش می دهد .

ایستگاه های مختلف تنها با یکی از پارامترهای هواشناسی ارتباط معنی داری نشان می دهند هر چند که الگوهای چند متغیره این ارتباط را به صورت تلفیقی نشان می دهد برای مثال در نتایج به دست آمده در ایستگاه آزادی نشان می دهد که ارتباط معنی داری بین گاز NO_2 و CO با هر سه پارامتر (دما، رطوبت نسبی، سرعت باد) وجود دارد هر چند که گاز SO_2 ارتباط خوبی با رطوبت نسبی نشان نداد ولی بین این گاز با دما و سرعت باد ارتباط معنی داری وجود دارد، در مورد O_3 نیز این ارتباط با دما و رطوبت نسبی به دست آمد ولی با سرعت باد ارتباطی معنی داری به دست نیامد ذکر این نکته ضروری است که $PM-10$ در این ایستگاه با هیچکدام از پارامترهای هواشناسی ارتباط معنی داری نشان نداد . همچنین نتایج به دست آمده در ایستگاه آلودگی ویلا نشان می دهد که تنها گاز O_3 با هر سه پارامتر هواشناسی ارتباط داشته که منجر به استخراج فرمول های خطی در این بررسی گردید، CO نیز در این ایستگاه با دما و رطوبت نسبی ، $PM-10$ با دما و سرعت باد و SO_2 فقط با سرعت باد ارتباط نشان دادند گاز NO_2 در این ایستگاه با هیچکدام از پارامترهای هواشناسی ارتباط نشان نداد. در ایستگاه تجریش نیز آلاینده های CO, SO_2, NO_2 این ایستگاه با تمام پارامترهای هواشناسی ارتباط معنی داری را نشان داده و بین گاز O_3 و دما و رطوبت نسبی نیز ارتباط معنی داری وجود دارد هر چند که این ارتباط برای سرعت باد وجود نداشت. $PM-10$ این ایستگاه با هیچکدام از پارامترهای هواشناسی (دما، رطوبت نسبی و سرعت باد) ارتباطی نشان نداد. در ایستگاه آلودگی پردیسان نیز همانند ایستگاه تجریش ارتباط معنی داری بین CO, SO_2, NO_2 با تمام پارامترهای هواشناسی دما، رطوبت نسبی و سرعت باد وجود دارد و O_3 آن با هیچکدام از پارامترهای هواشناسی دما، رطوبت نسبی و سرعت باد ارتباطی نداشت و $PM-10$ این ایستگاه با رطوبت نسبی و دما ارتباط معنی داری نشان داد بنابراین می توان گفت NO_2 و CO ایستگاه آزادی و O_3 ایستگاه ویلا و CO, SO_2, NO_2 ایستگاه آلودگی تجریش و پردیسان به طور کامل با پارامتر دما، رطوبت نسبی و سرعت باد ارتباط معنی داری را نشان دادند که حاکی از تاثیر این

سپاسگذاری

از آقای مهندس یویان حسین زاده برای کمک در انجام محاسبات آماری قدردانی و از سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل محیط زیست استان تهران، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، سازمان هواشناسی کشور به جهت ارایه اطلاعات تشکر می گردد .

آنالیز رگرسیون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران .
 ۲. خاتمی، سید هادی، ۱۳۸۲، آزمون های آماری در علوم زیست محیطی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست .
 ۳. علیزاده، جواد ، ۱۳۸۵، کتاب کنترل کیفیت آماری با نرم افزار MINITAB، شرکت ناقوس اندیشه.

منابع

۱. جوانبخت امیری، ستاره، ۱۳۸۵، محاسبه اثر بین آلودگی هوا و عناصر هواشناسی در تهران با رویکرد