



# بررسی روند تغییرات شبانه روزی آزون تروپوسفری در اصفهان

دکتر عباسعلی آروین (اسپانی)  
عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

## چکیده

جهت بررسی وجود روند تغییرات شبانه‌روزی آزون تروپوسفری در اصفهان از روش‌های آماری تحلیل خوشه‌ای و مقایسه خط روند استفاده شده است. در ابتدا الگوهای مشابه تغییرات روند را در کل دوره آماری با بهره‌گیری از تحلیل خوشه‌ای گروه‌بندی کردیم. بر این اساس تغییرات شبانه‌روزی آزون به چهار گروه روند (حداکثر روزانه، حداقل شبانه، روند افزایش روزانه و روند کاهش شبانه) تقسیم شد. اعتبار گروه‌بندی‌های بدست آمده با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس یکطرفه آزمون شد. به این ترتیب اختصاص ۶۴۶ روز (۸۸/۳ درصد) به گروه بندی مزبور در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد تأیید شد. در ایستگاه لاله ۹۴/۶ درصد از روزهای سال از الگوی افزایش روزانه و کاهش شبانه پیروی می‌کردند. همچنین بررسی خط روند مقادیر میانگین و حدی فصلی و سالانه آزون نشان داد، آزون دارای روند تغییرات شبانه‌روزی منظم است که این روند در ایستگاه لاله دارای نظم بهتری است. واژه‌های کلیدی: آزون، اصفهان، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل واریانس یک طرفه.

## ۱- مقدمه

آزون در سطح زمین یکی از مهمترین گازهای آلاینده و مضر برای سلامتی انسان است. بررسی‌ها نشان داده آزون دارای روند تغییرات شبانه‌روزی منظمی است که این روند با تغییرات شبانه‌روزی ویژگی‌های اقلیمی پیوند می‌خورد. از این رو بررسی این تغییرات و شناخت آن می‌تواند ما را در تصمیم‌گیری و مدیریت بحران ناشی از تمرکز آزون در ساعات خاص شبانه روز یاری نماید. لذا هدف این تحقیق بررسی تغییرات شبانه‌روزی آزون صرف نظر از تأثیرپذیری آن از عوامل جوئی، است.

## ۲- پیشینه تحقیق

در خصوص ویژگی‌های ساختار آزون سطحی و قوانین حاکم بر آن تا کنون تحقیقات بسیاری انجام شده ولی تحقیقات کاربردی مبتنی بر بکارگیری آمار و اطلاعات در تحلیل شرایط آزون سطحی کمتر در ایران انجام شده و بیشتر این تحقیقات در خارج کشور انجام گرفته است.

ویلیام ام کوکس<sup>(۱)</sup> و شائو هنگ چو<sup>(۲)</sup> (۲۰۰۳) در تحقیق خود با عنوان «روندهای تعدیل یافته هواشناختی آزون در نواحی شهری به عنوان یک راه

حل احتمالی» ارتباط و اثر عوامل هواشناختی را با تغییرات آزون بررسی کرده است. ذولقدری و دی هنری<sup>(۳)</sup> (۲۰۰۴) در مقاله‌ای با عنوان «مطالعه حدی (حداکثر و حداقل) برای سری‌های زمانی آلودگی هوا- بکارگرفته شده برای آمار سری زمانی آزون اندازه‌گیری شده در بوردوکس (فرانسه)» کاربرد تکنیک مینیم-ماکسیمم (حدها) را برای مدل سازی فراوانی بالای آمار آلودگی هوا بحث می‌کنند. آر آر ردی<sup>(۴)</sup> و دیگران (۲۰۰۸) در مقاله با عنوان «اندازه‌گیری آزون سطحی در منطقه نیمه خشک آنانپور هند» فرایندهای فتوشیمیایی تشکیل آزون در مکان‌های روستایی را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییرات شبانه‌روزی متوسط آزون در سه فصل زمستان، تابستان و مونسون متفاوت است و این تغییرات در فصل تابستان مشخص‌تر است بطوری که مقادیر بعدازظهر در فصل تابستان تقریباً سه برابر بیشتر از مقادیر شبانه است.

فرد ام و کوویچ (۱۹۹۷) در مقاله با عنوان «مقیاس زمانی تغییرات آزون سطحی در محیط‌های غیر شهری» یک سری زمانی ۵ ساله (۱۹۸۵-۱۹۸۹) از متوسط حداکثر روزانه تمرکز آزون در فاصله ۵ درجه عرض و ۵ درجه طول جغرافیایی در شرق ایالات متحده را آزمون کرده است و نشان داده تغییرات آزون به آزون انتقال یافته و عوامل سینوپتیک مربوط می‌شود. پی زانیس و دیگران (۱۹۹۹) در مقاله با عنوان «مقایسه تمرکز آزون سطحی اندازه‌گیری شده و مدلی شده در دو ناحیه مختلف اروپا در زمان وقوع کسوف خورشید» اثرات کسوف ۱۱ آگست ۱۹۹۹ را بر روی آزون در دو سایت دسالونیک یونان (شهری) و هوهن پیزنبرگ آلمان (روستایی مرتفع) مطالعه کردند. مقدار آزون سطحی در زمان وقوع کسوف ۱۵-۱۰ ppb در سایت شهری کاهش داشت، در حالی که در هوهن پیزنبرگ هیچ گونه اثری از کسوف مشاهده نشد. اختلاف قابل توجه به علت کم شدن فرایند خورشیدی بر روی NOx شهری ناشی از وقوع کسوف است. آر مکنزی (۱۹۹۵) در مقاله با عنوان «افزایش‌های آزون در اعماق شهر» بیان داشتند افزایش آزون در نواحی مرکزی شهرها به علت افزایش تولید NOx در این نواحی و تبدیل آن به آزون است. کاهش سرعت وزش باد در مرکز شهرها به علت تراکم ساختمان‌ها است که منجر به تمرکز NOx می‌شود.

## ۳- پایگاه داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل کل داده‌های ساعتی آزون در سال ۱۳۸۷ در دو ایستگاه بزرگمهر و لاله در شهر اصفهان است که مجموعاً ماتریسی به ابعاد ۷۳۲\*۲۴ مربوط به تعداد ۱۷۵۶۸ عدد داده ساعتی برای



سال ۸۷ در دو ایستگاه بزرگمهر و لاله را شکل می‌داد.

بر اساس نمودار خوشه‌ای مذکور، ۲۴ ساعت شبانه روز در چهار گروه روند به شرح جدول شماره ۱ تقسیم‌بندی شده است که روند موجود تغییرات اُزون را در سال ۸۷ در دو ایستگاه بزرگمهر و لاله بصورت مجموع نشان می‌دهد.

بر اساس نمودار خوشه‌ای نگاره شماره (۱)، ۲۴ ساعت شبانه روز به چهار گروه روند به شرح زیر تقسیم می‌گردد (جدول شماره ۱).

الف: گروه اول شامل ساعات حداقل شبانه از ساعت ۱ نیمه شب تا ۶ صبح است که مقدار اُزون در حداقل مقدار شبانه روزی قرار دارد. این روند مربوط به عدم تولید فتوشیمیایی اُزون در فقدان تابش خورشیدی در شب و حداقل دمای شبانه می‌باشد که در پایان شب و صبح دم به حداقل میزان خود می‌رسد.

ب: گروه دوم مربوط به روند افزایشی روزانه است که از ساعت ۷ صبح همزمان با فعالیت انسانی و آغاز نورافشانی تابش خورشید شروع می‌گردد و به تدریج بر مقدار اُزون اضافه می‌شود که با افزایش دمای روزانه همراه می‌گردد.

ج: گروه سوم مربوط به اوقات حداکثر روزانه از ساعت ۱۲ تا ۱۵ بعدازظهر است که با اوج زاویه تابش و حداکثر شدت تابش خورشید در ظهر و بعدازظهر و دمای حداکثر روزانه همراهی می‌گردد. این رویه در ظهر و بعدازظهر با حداکثر فعالیت بشری و شدت تراکم ناشی از تولید و انتشار مستقیم گاز اوزن و غیر مستقیم گازهای ترکیب شونده با فعالیت فتوشیمیایی خورشید در اوج روزانه همراه است.

د: گروه چهارم مربوط به روند کاهش شبانه اُزون است که از ساعت ۱۹ همزمان با افول خورشید و کاهش دما در شب آغاز می‌گردد و به حداقل میزان خود در میانه شب می‌رسد. اگر چه در آغاز شب مقدار اُزون به واسطه فعالیت بشری و حمل و نقل مقدار اُزون هنوز زیاد است ولی با کاهش فعالیت روزانه نیز مقدار اُزون کم می‌گردد.

جدول ۱: تقسیم‌بندی ساعات اوج و حوضی مقدار اُزون روزانه به

چهار گروه

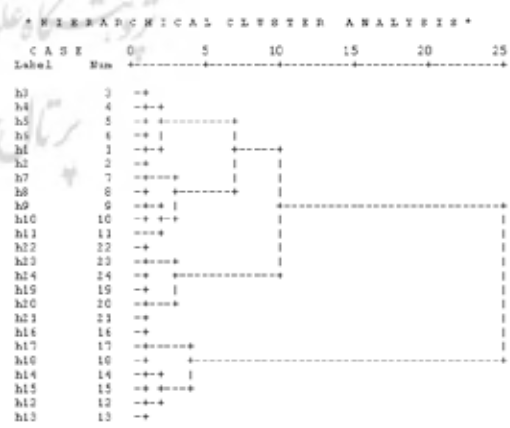
گروه ۴	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	
روند کاهشی شبانه	حداکثر روزانه	روند افزایشی روزانه	حداقل شبانه	
ساعات پیوسته شبانه روز	ساعات پیوسته	ساعات پیوسته	ساعات پیوسته	
از ساعت ۱۹ تا ۲۴ بطور پیوسته	از ساعت ۱۲ تا ۱۸ بطور پیوسته	از ساعت ۷ تا ۱۱ بطور پیوسته	از ساعت ۱ تا ۶ تا ۱۱ بطور پیوسته	از ساعت ۱۹ تا ۲۴ و ۲۳ و ۲۴

گروه‌بندی‌های بدست آمده از طریق تحلیل خوشه‌ای با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه<sup>(۱)</sup> آزمون شد و روزهایی که اختصاص آنها به گروه بندی مزبور دارای سطح معنی داری<sup>(۱)</sup> زیر ۰/۰۵ بود (سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد) مشخص شدند. به این ترتیب از ۷۳۲ روز تحلیل شده،

۴- تجزیه و تحلیل  
۴-۱- الگوی شبانه‌روزی روند تغییرات اُزون

با توجه به اینکه هدف این تحقیق دست‌یابی به الگوی تغییرات شبانه روزی است لذا برای اینکه نقش تمام روزها صرف نظر از میانگین‌ها و مقادیر حدی در تحلیل دخالت داده شود و الگوی حاکم بر روند تغییرات شبانه روزی استخراج گردد، اقدام به گروه بندی ساعات شبانه روز بر اساس الگوی تغییرات آن در ۷۳۲ روز دوره آماری در دسترس نمودیم. با توجه به زیاد بودن داده‌های ساعتی جهت استخراج روند تغییرات که تمام روزها و ساعات را مورد ملاحظه قرار دهد، از روش تحلیل خوشه‌ای<sup>(۵)</sup> جهت دسته بندی ساعات روز بر اساس تشابه الگوی تغییرات و یا اختلاف (فاصله) الگوی تغییرات آنها استفاده شد.

روش‌های مختلفی برای تجزیه خوشه‌ای مطرح است که با توجه به خاصیت داده‌ها از تکنیک سلسله مراتبی<sup>(۶)</sup> استفاده شد. در تکنیک مراتبی (شجره ای) ابتدا فاصله هر فرد از بقیه افراد محاسبه می‌شود. سپس طبق روش جمع‌آوری<sup>(۷)</sup> و یا تقسیم، گروه‌ها را تشکیل می‌دهیم. تجزیه خوشه‌ای بر اساس ضریب تشابه بین افراد، میزان تقارن افراد را نسبت به یکدیگر بدست می‌آورد، سپس با استفاده از روش‌های دسته بندی آنها را در گروه‌های جداگانه قرار می‌دهد. در این تحقیق برای محاسبه ضریب شباهت بین ساعات شبانه روز از روش متوسط فاصله اقلیدسی<sup>(۸)</sup>، و برای دسته بندی از روش تجمعی حداقل واریانس وارد<sup>(۹)</sup> استفاده شده است. تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریسی به ابعاد ۷۳۲\*۲۴ مربوط به تعداد ۱۷۵۶۸ عدد داده ساعتی برای سال ۸۷ در دو ایستگاه بزرگمهر و لاله انجام گرفت. به این ترتیب که ۲۴ ساعت شبانه روز را بر اساس ۷۳۲ روز دسته بندی کردیم که نمودار خوشه‌ای آن در نگاره شماره ۱ آورده شده است.



نگاره (۱) نمودار خوشه‌ای مربوط به گروه بندی ساعات شبانه روز در ۷۳۲ روز مجموع دو سال ۸۷ در دو ایستگاه بزرگمهر و لاله بر اساس تحلیل خوشه‌ای



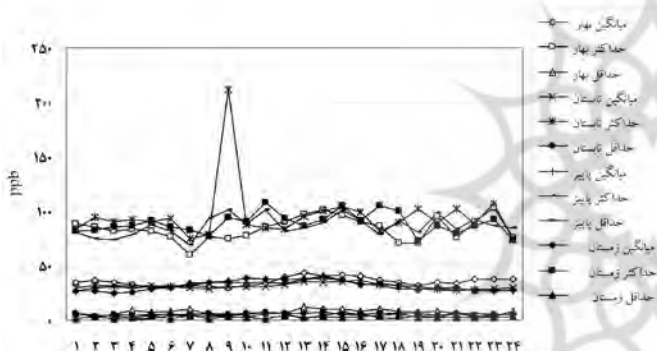
#### ۴-۲- بررسی خط روند

با توجه به اینکه تعداد روزهای مورد مطالعه (۷۳۲ روز) زیاد بود و بررسی خط روند تک تک روزها و ارائه نتیجه مطلوب غیر ممکن بود، لذا برای بررسی خط روند از مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل فصلی و سالانه بصورت جداگانه در دو ایستگاه استفاده شد. برای این منظور میانگین، حداکثر و حداقل فصلی و سالانه هر یک از ۲۴ ساعت شبانه روز محاسبه و در نمودار بصورت ساعات پیوسته شبانه روز ترسیم شد. بررسی خط روند مقادیر میانگین و مقادیر حدی اُزون نیز تغییرات منظم شبانه روزی را در بیشتر روزها تأیید می‌کند. البته منطقی است که این روند منظم در کلیه مقادیر محاسبه شده دید نشود زیرا نمودارها نه بر اساس مقادیر واقعی، که بر اساس مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل ترسیم شده است. همانطور که در نمودار ۳ دیده می‌شود روند افزایش روزانه در مقادیر میانگین و حداکثر در کلیه فصول در ایستگاه بزرگمهر بصورت بسیار جزئی دیده می‌شود ولی در مقادیر حداقل روند معینی وجود ندارد.

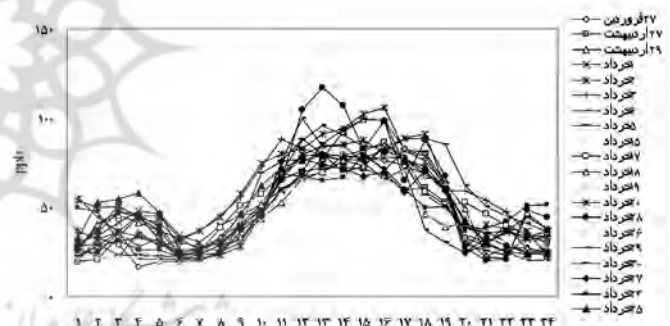
۶۴۶ روز یا ۸۸/۳ درصد از روزهای سال در دو ایستگاه از روند مزبور در بالا پیروی می‌کنند و فقط ۸۶ روز یا ۱۱/۷ درصد از روزها اختصاص آنها به گروه‌بندی مزبور زیر ۹۵ درصد بود.

این بدان معناست که ۱۱/۷ درصد از روزهای سال در دو ایستگاه از روند روزانه ارائه شده در جدول ۱ پیروی نمی‌کنند. البته این روند در دو ایستگاه باز متفاوت است به این صورت که از ۸۶ روز مذکور ۲۰ روز متعلق به ایستگاه لاله و ۶۶ روز متعلق به ایستگاه بزرگمهر است. بدین مفهوم که از ۳۶۶ روز ایستگاه لاله، فقط ۲۰ روز یا ۵/۴ درصد از روزهای سال در ایستگاه لاله از روند معمول افزایش روزانه و کاهش شبانه پیروی نمی‌کند و ۳۴۶ روز یا ۹۴/۶ درصد روزها از روند جدول ۱ پیروی می‌کنند. ولی در ایستگاه بزرگمهر ۶۶ روز یا ۱۸/۰۳ درصد روزهای سال از روند معمول پیروی نمی‌کنند و این نشانگر این مطلب است که تغییرات اُزون در ایستگاه لاله انطباق بهتری با شرایط جوئی نشان می‌دهد و با تغییرات شبانه روزی پارامترهای جوئی ارتباط می‌یابد.

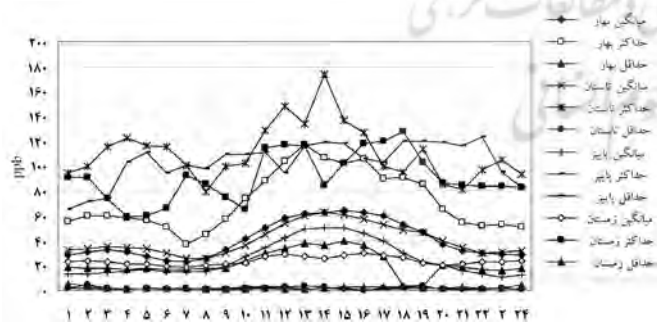
با توجه به اینکه نمایش نمودارهای تمام روزهای سال در مقاله غیر ممکن بود لذا یک نمونه از نمودارهای روند معمول افزایش روزانه و کاهش شبانه (نمودار شماره ۱) و یک نمونه از نمودارهای روند غیر معمول تغییرات روزانه اُزون را انتخاب و در (نمودار شماره ۲) نشان داده‌ایم.



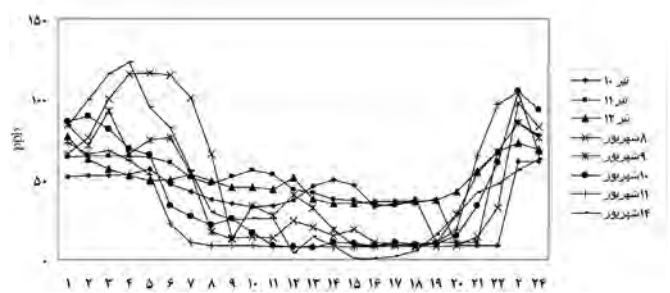
نمودار ۳: روند تغییرات ۲۴ ساعته مقادیر فصلی اُزون ایستگاه بزرگمهر



نمودار ۱: روند معمول و نرمال با افزایش روزانه و کاهش شبانه مقدار اُزون



نمودار ۴: مقایسه روند تغییرات ۲۴ ساعته مقادیر سالانه اُزون در دو ایستگاه



نمودار ۲: روند غیر معمول و نامنظم کاهش روزانه و افزایش شبانه مقدار اُزون

در ایستگاه لاله روند افزایش روزانه و کاهش شبانه در مقادیر میانگین و حداکثر در کلیه فصول کاملاً مشهود است که در فصل زمستان این روند بطئی است. اما مقادیر حداقل در کلیه فصول روند معینی ندارند. در تحلیل قبلی نیز دیدیم که ۹۴/۶ درصد روزها در ایستگاه لاله دارای تغییرات منظمند

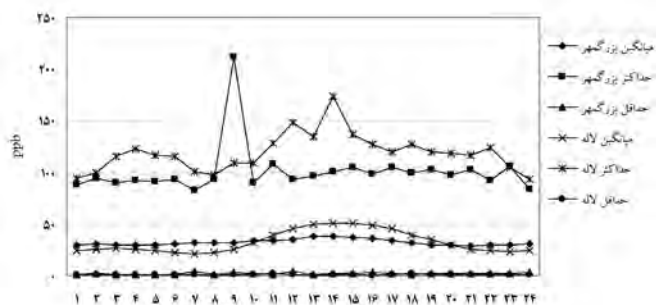


استخراج شد تا مشخص شود روند عمومی تغییرات شبانه روزی آزون چه روندی دارد. بررسی این نمودارها نشان داد تغییرات آزون با افزایش روزانه و کاهش شبانه همراه است. این رویه در ایستگاه لاله نسبت به ایستگاه بزرگمهر غلبه بیشتری دارد. بهترین جور شده گی با مدل فوق در فصل بهار در ایستگاه لاله دیده می‌شود. بطور کلی روند شبانه روزی میانگین‌ها، و مقادیر حدی در ایستگاه لاله نسبت به بزرگمهر منظم‌تر است. همچنین بررسی میانگین‌ها و مقادیر حدی سالانه نیز در دو ایستگاه خط روند را در ایستگاه لاله نسبت به ایستگاه بزرگمهر بهتر تأیید می‌کند و این حاکی از جورشدگی بهتر تغییرات شبانه روزی آزون با شرایط جوی در ایستگاه لاله نسبت به ایستگاه بزرگمهر است.

### منابع و مآخذ

- بخش آمار و اطلاعات آلودگی هوای سازمان حفاظت محیط زیست استان اصفهان.
- مرکز آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی استان اصفهان.
- A. Zolghdri, D. Henry, (2004), *Minimax Statistical Models for Pollution Time Series. Application to Time series Data Measured in Bordeaux, Environmental Monitoring and Assessment 98: 275-294.*
- Andrew C. Comrie, Brent Yarnal, (1992), *Relationships between synoptic-scale atmospheric circulation and ozone concentrations in Metropolitan Pittsburgh, Pennsylvania, Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere, Volume 26, Issue 3, PP: 301-312.*
- A.R. MacKenzi, R.M. Harrison, I. Colbedk, P.A. Clark, R.H. Vary, (1995) *The ozone increments in urban plumes, The science of the Total Environment, 159, 91-99.*
- Bordignon, Carlo Gaetan, Francesco Lisi, (2002), *Nonlinear models for ground level-ozone forecasting Silvano, Statistical Models and Application 11: 227-245*
- B. Rappenengluck, K. Kourtidis and P. FABion, (1993), *Measurment of ozone and Peroxy acetyl Nitrate (pan) in Munich, Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere, Volume 27, Issue 3, PP 293-305.*
- C.K. Varshney, Maneesha Aggarwal, (1992), *Ozone pollution in the urban atmosphere of Delhi, Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere, Volume 26, Issue 3, PP: 291-294.*
- Cristina Nali, Marco Ferretti, Marco Pellegrin and Giacomo Lorenzini, (2001), *Monitoring and Bio-Monitoring of Surface Ozone in Florence, Italy, Environmental Monitoring and Assessment 69: 159-174.*
- D.G. Kaskaoutis, H.D. Kambezidis, Shailesh Kumar Kharol

و جالب است که بدانیم فقط یک روز در فصل بهار بر اساس گروه‌بندی بدست آمده از روند منظم افزایش روزانه و کاهش شبانه پیروی نمی‌کرد.



نمودار ۵: مقایسه روند تغییرات ۲۴ ساعته مقادیر سالانه آزون در دو ایستگاه

### ۵- بحث و نتیجه‌گیری

نظر به اینکه هدف این پژوهش تشخیص و تعیین روند تغییرات شبانه روزی آزون تریپوسفری است، برای دست یابی به الگوی حاکم بر روند تغییرات شبانه روزی اقدام به گروه بندی ساعات شبانه روز بر اساس الگوی تغییرات آنها در روزهای مختلف سال در دوره آماری موجود در دو ایستگاه نمودیم. برای این منظور از روش تحلیل خوشه‌ای برای طبقه بندی ساعات شبانه روز جهت دست یابی به الگوی تغییرات شبانه روزی استفاده کردیم. تحلیل خوشه‌ای انجام گرفته، ۲۴ ساعت شبانه روز را به چهار گروه روند بر اساس تغییرات شبانه روزی آزون تقسیم کرد. به این ترتیب چهار گروه روند در ۷۳۲ روز سال در دو ایستگاه تشخیص داده شد. که روند افزایش روزانه در صبح، حداکثر روزانه در ظهر و بعدازظهر، روند کاهش در اوایل شب و حداقل شبانه را شامل می‌شد.

در مرحله بعد برای اینکه عضویت روزهای سال در گروه بندی مزبور اثبات گردد از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد و روزهایی که عضویت آنها در گروه روند مزبور با ضریب اطمینان بالای ۹۵ درصد تأیید شد مشخص شدند.

بر این مبنا از ۷۳۲ روز، ۶۴۸ روز (۸۸/۲ درصد) آن از الگوی افزایش روزانه و کاهش شبانه آزون پیروی می‌کرد که به نام الگوی منظم تغییرات شبانه روزی نام گرفت و ۸۶ روز (۱۱/۸ درصد) که از روند افزایش روزانه و کاهش شبانه پیروی نمی‌کرد، الگوی تغییرات نامنظم نام گرفت. تحلیل واریانس یکطرفه همچنین نشان داد در ایستگاه لاله ۹۴/۶ درصد روزها از الگوی تغییرات منظم شبانه‌روزی پیروی می‌کنند، در حالی که در ایستگاه بزرگمهر ۸۱/۹۷ درصد روزها چنین الگویی را دارند. این رویه در میانگین‌های ماهانه، فصلی و سالانه در دو ایستگاه نیز تأیید شد که تغییرات شبانه روزی آزون با تغییرات شبانه‌روزی پارمترهای جوی در روزهای عادی و نرمال در ایستگاه لاله نسبت به ایستگاه بزرگمهر جور شده گی بیشتری دارد. برای این منظور میانگین‌های فصلی و سالانه تغییرات شبانه روزی آزون



Ding, (2008), Observational study of surface ozone at an urban site in East China, *Atmospheric Research*, Volume 89, Issue 3, PP: 252-261

21. William M. Cox , Shao-Hang Chu, (1993), Meteorological adjusted ozone trends in urban area: A Probabilistic approach, *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, Volume 27, Issue 4, PP 425-434.

22. P. Zanisa, C.S. Zerefos, S. Gilge, D. Melas, D. Balis, I. Ziomas, E. Gerasopoulos, P. Tzoumaka, U. Kaminski, W. Fricke, (2001) Comparison of measured and modeled surface ozone concentrations at two different sites in Europe during the solar eclipse on August 11, 1999, *Atmospheric Environment* 35 pp. 4663 4673

23. Fred M. Vukovich (1997) Time Scales of Surface Ozone Variations in the Regional, Non-Urban Environment, *Atmospheric Environment*, Vol. 31, No. 10, pp. 1513-1530.

1-William M. Cox

2-Shao-Hang chu

3-A.Zolghadri and D.Henry

4-R.R.Reddy at all

5-Cluster Analysis

6-Hierarchical Techniques

7-Agglomeration

8-Euclidean distance

9-Ward

10-One-Way ANOVA

11-Significance Value

and K.V.S. Badarinath, (2007), Investigation of the ozone and trace gases contribution to the total optical depth in the polluted urban environment of Athens, *Atmospheric Research*, Volume 86, Issues 3-4, PP: 286-296.

11. J. Zabalza , D. Ogulei , D. Elustondo , J. M. Santamaría , A. Alastuey , X. Querol ,

P. K. Hopke, (2007), Study of urban atmospheric pollution in Navarre (Northern Spain), *Environ Monit Assess* 134:137 151

12. Jingchun Duan, Jihua Tan, Liu Yang, Shan Wu , Jimin Hao, (2008), Concentration, sources and ozone formation potential of volatile organic compounds (VOCs) during ozone episode in Beijing, *Atmospheric Research*, Volume 88, Issue 1, April, PP: 25-35.

13. Markku Rummukainen, Tuomas Laurila, Rigel Kivi, (1996), Yearly Cyclic of Lower Tropospheric Ozone at the Arctic Circle, , *Atmospheric Environment*, Vol. 30, No. 10/11, pp. 1875-1885.

14. Ian G. McKendry, (1993), Ground-level ozone in Montreal, Canada *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere* Volume 27, Issue 1, PP: 93-103.

15. Nikolaos Hatzianastassiou & Basil D. Katsoulis & Basil Antakis, (2007), Extreme Nitrogen Oxide and Ozone Concentrations in Athens Atmosphere in Relation to Meteorological Conditions, *Environ Monit Assess* 128:447 464

16. Patricia E. Korsog , George T. Wolff, (1991), An examination of urban ozone trends in the Northeastern U.S. (1973 1983) using a robust statistical method

*Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere* Volume 25, Issue 1, , PP: 47-57

17. R. R. Reddy , K. Rama Gopal , L. Siva Sankara Reddy , K. Narasimhulu , K. Raghavendra Kumar ,Y. Nazeer Ahammed , C. V. Krishna Reddy, (2008), Measurements of surface ozone at semi-arid site Anantapur (14.62°N, 77.65°E, 331 m asl) in India, *J Atmos Chem* 59:47 59

18. S.M. Robeson , D.G. Steyn, (1990), Evaluation and comparison of statistical forecast models for daily maximum ozone concentrations, *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, Volume 24, Issue 2, PP 303-312

19. Thomas S. Shively, (1990), An analysis of the long-term trend in ozone data from two Houston, Texas monitoring site, *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, Volume 24, Issue 2, PP: 293-301

20. Wenpo Shan, , Yongquan Yin, Jianda Zhang, and Yuping

پی نوشت

مجله علمی پژوهشی مطالعات فرسنگی

پژوهش‌های علمی در علوم انسانی