

## تجزیه و تحلیل سیستمی مکانیزم‌های اولیه و ثانویه موثر بر آلودگی هوای شهر تهران

امین فرجی<sup>۱\*</sup>، مسعود مرتضوی<sup>۲</sup>، علی حمیدی زاده<sup>۳</sup>

۱ و ۳- استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد مدیریت دولتی گرایش خط مشی گذاری عمومی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه

تهران، ایران

### چکیده

آلودگی هوا از جمله مهمترین معضل کشور های در حال توسعه می باشد که هر ساله خسارات جانی و مالی بسیاری به این کشور ها وارد می سازد. از این لحاظ تهران چهاردهمین شهر آلوده دنیا است. در این راستا هدف از انجام این پژوهش تحلیل سیستمی مکانیزم‌های اولیه و ثانویه موثر بر آلودگی هوای شهر تهران می باشد. روش تحقیق این پژوهش توصیفی و نمونه آماری پژوهش متشکل از اساتید دانشگاه ها و کارکنان سازمان های تصمیم گیرنده و متولی امر آلودگی هوا در حوزه محیط زیست و بالاحص آلودگی هوا می باشد. عوامل موثر بر آلودگی هوا بر اساس مطالعات تحقیقات مختلف شناسایی و با دریافت نظرات خبرگان به دو دسته عوامل اولیه و ثانویه تقسیم بندی شد. بعد از شناسایی و دسته بندی عوامل موثر بر آلودگی هوا با کمک نرم افزار سناریو ویزارد به سناریو نویسی پیرامون معضل آلودگی هوای شهر تهران پرداخته شد که در مجموع دو سناریو سازگار توسط نرم افزار ارائه شده است. سناریوی اول با سازگاری قوی و ارزش سازگاری ۷ و امتیاز اثر ۲۳۱ و سناریو دوم با سازگاری قوی و ارزش سازگاری ۱ و امتیاز اثر ۲۱۶ نمایش داده شده است. همچنین توسط هر سناریو عوامل نیز رتبه بندی شده است. مهمترین عوامل ثانویه موثر بر آلودگی هوای شهر تهران از لحاظ ساختاری طبق تحلیل سیستم گرید ارائه شده توسط نرم افزار می توان به ترتیب به طرح و برنامه و خط مشی گذاری، اختصاص بودجه مناسب، مهاجرت و تراکم جمعیت، دولت الکترونیک، عوامل فرنگی، گسترش و رشد صنعت، گسترش بی رویه شهر تهران و ساخت بزرگراه شهری، بلند مرتبه سازی، مدیریت پسماند و دفن زباله، فضای سبز، وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و فعالیت کشاورزی و معدنی اشاره کرد.

**کلید واژه‌ها:** آلودگی هوا، عوامل اولیه، عوامل ثانویه، سناریو ویزارد، تهران.

## مقدمه

به مقاله‌ای که باتیستا در سال ۲۰۱۷ درباره تجزیه و تحلیل منابع آلوده کننده هوا در شهر رم اشاره کرد که نتایج حاکی از آن است که افراد مهاجر از حومه شهر سبب افزایش فعالیت کارخانه‌ها و سیستم گرمایش و به تبع آن آلودگی هوا می‌شود یا پژوهشی که توسط ریچ و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شده است به بررسی غلظت آلاینده‌ها پرداخته که نتایج نشان می‌دهد ترافیک وسایل نقلیه عامل اصلی غلظت آلاینده‌های کربن منو اکسید و نیتریک اسید است. بر اساس آنچه که ذکر آن گذشت این سوال پیش می‌آید که چه مکانیزم‌های اولیه و ثانویه باعث ایجاد و تشدید آلودگی هوای شهر تهران می‌شود.

با توجه به مطالب گفته شده با رشد و توسعه کشورها پدیده‌ها و معضلات جدید شهری نیز ظهور می‌کند که باعث ایجاد چالش‌های بسیاری برای دولت‌ها است. مشکل آلودگی هوا از آن دست معضلاتی است که با توجه به مشکلات عدیده‌ای که ایجاد می‌کند، نیازمند نگاه ویژه و اتخاذ تصمیم‌گیری برای حل آن است. در این بین باید از راه‌حل‌های مقطعی و کوتاه‌مدت فاصله گرفت و با رویکرد سیستمی در جهت شناسایی ریشه‌های آن اقدام کرد نه توجه به عارضه‌های آن، چرا که هر مسئله و مشکلی دارای ریشه و عارضه است و توجه به عارضه‌های ناشی از آن می‌تواند باعث خطای تصمیم‌گیری شود و عملاً حل مشکل را ناممکن کند.

## مبانی نظری

آلودگی محیط زیست یک معضل عمده در کشورهای توسعه یافته و کشورهای نوظهور است (Eswari & et al, 2017) که یکی از مهمترین مسائل خطرناک محیط‌زیستی در زندگی انسان، آلودگی هوا است (Raoufi & et al, 2018). آلودگی هوا در سال ۱۹۵۲ در لندن هنگامی که مه‌دود بزرگ هوا موجب مرگ ۱۲۰۰۰ نفر شد، تبدیل به یک معضل عمومی گردید (Berend, 2016). بلک و کالدرون و گالسیدوئنس گزارش دادند که آلودگی هوا یک محرک ضدالتهابی شایع در سی ان اس (دستگاه عصبی مرکزی)، بوده که تاکنون به عنوان یک عامل خطر برای بیماری‌های عصبی مغزی در نظر گرفته نشده بود (Bandyopadhyay, 2016).

سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۹۹ آلودگی هوا را اینگونه تعریف نموده است «حضور مواد در هوای آزاد ناشی از

امروزه ۷.۸۳۷.۲۳۲.۳۵۰ میلیارد نفر، جمعیت جهان در سال ۲۰۲۱ است (www.worldometers.info) و ۵۴ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند و انتظار می‌رود این روند تا سال ۲۰۵۰ به ۶۶ درصد افزایش یابد (un.org). به عبارت دیگر در حال حاضر نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا ۹۰ سال آینده ۹۵ درصد رشد جمعیت در شهرهای در حال توسعه رخ خواهد داد. این در حالی است که تا سال ۱۸۰۰ تنها ۳ درصد از جمعیت در شهرها و تا سال ۱۹۰۰ کمتر از ۱۵ درصد در شهرها زندگی می‌کردند. رشد شهرنشینی علاوه بر مزیت‌هایی که ممکن است داشته باشد معایبی از جمله شکاف درآمد شهری و روستایی را در پی دارد که حتی اگر به خوبی مدیریت شود، شهرنشینی و تحول اقتصادی توجه به مسائلی چون توسعه یکپارچه و برابری را می‌طلبد (worldbank.org). در میان معضلات توسعه شهرنشینی یکی از مهمترین خطرات بحث آلودگی هوا است که به شکل گسترده‌ای زندگی جوامع بشری را تحت تاثیر قرار داده و سبب ایجاد هزینه‌های بسیاری در حوزه سلامت و مدیریت شهری شده است (unhabitat.org). طبق گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، از هر ۱۰ نفر ۹ نفر هوای آلوده را تنفس می‌کنند و برآوردها نشان می‌دهد که سالانه ۷ میلیون نفر در اثر آلودگی‌های محیطی و خانگی جان خود را از دست می‌دهند (WHO, 2021). کشور ایران به طور عام و کلانشهر تهران به طور خاص از این قاعده مستثنی نیست به طوری که براساس داده‌های آماری در سال ۲۰۱۷، ۲۹.۰۹۸ نفر بر اثر آلودگی هوا در ایران جان باخته‌اند (ourworldindata.org). همچنین بر اساس داده‌های آماری از تاریخ ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۷/۰۳/۲۳ شهر تهران دارای ۹۰ روز هوای پاک، ۱۵۸۹ روز هوای سالم، ۹۰۰ روز هوای ناسالم برای گروه‌های حساس، ۵۷ روز هوای ناسالم و ۵ روز هوای خیلی ناسالم بوده است (airnow.tehran.ir). در راستای بهبود کیفیت هوا و به تبع آن بهبود سلامت مردم سازمان جهانی بهداشت شناسایی تاثیر گذارترین آلاینده‌ها و منابع آلودگی را کانون فعالیت‌های خود قرار داده است (Berglind, 2017). از جمله پژوهش‌هایی در زمینه آلودگی هوا انجام شده می‌توان

### داده و روش‌ها

فرایند پژوهش صورت گرفته در این تحقیق بر اساس مدل پیاز پژوهش است که بر اساس این مدل، پژوهش حاضر از لایه‌های مختلفی تشکیل می‌شود. در این مدل هر لایه متأثر از لایه‌های بالاتر است. این مدل دارای هشت لایه مختلف که بر اساس آن پژوهش حاضر مشتمل بر لایه‌هایی به شرح زیر است:

در لایه فلسفه پژوهش می‌توان این مقاله را در دسته‌بندی نوع تفسیری قرار داد؛

لایه جهت‌گیری پژوهش که دومین لایه است از نوع کاربردی می‌باشد؛

لایه سوم پژوهش یعنی لایه رویکرد پژوهش در این تحقیق از نوع ترکیبی است؛

در روش پژوهش که لایه چهارم تحقیق است ما شاهد روش کمی و کیفی هستیم؛

همچنین در لایه پنجم که لایه مکانی پژوهش است به صورت فعالیت میدانی - کتابخانه‌ای این تحقیق صورت پذیرفته است؛

راهبردهای پژوهش لایه ششم ما در این تحقیق است که از نوع پیمایشی می‌باشد؛

لایه هفتم پژوهش به اهداف آن می‌پردازد که از نوع توصیفی بوده است؛

و در نهایت لایه هشتم که آخرین لایه است به بررسی شیوه و رویه‌های جمع‌آوری داده‌ها می‌پردازد که رویه و شیوه به کار رفته در این پژوهش از نوع پرسشنامه و اسناد و مدارک است (دانایی فرد، الوانی و آذر، ۱۳۸۳).

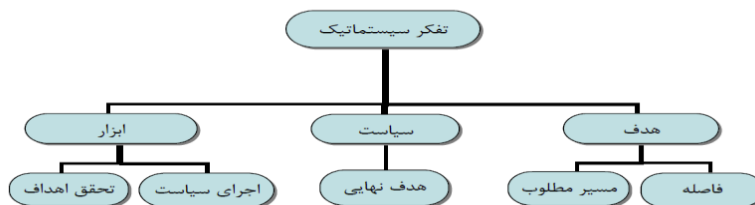
روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این مقاله با توجه به عنوان پژوهش روش نمونه‌گیری غیراحتمالی و از نوع نمونه‌گیری هدفمند یا قضاوتی است که نوعی نمونه‌گیری است که در آن افراد نمونه، از میان افرادی انتخاب می‌شوند که دارای خصوصیات تعریف شده‌ای می‌باشند. در پژوهش حاضر تعداد نمونه شامل ۱۰ نفر از کارشناسان و معاونت‌های سازمان‌های مسئول در امر آلودگی هوا و اعضای هیئت علمی دانشگاه تهران است. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و برای پاسخ به سوالات و اهداف پژوهش از نرم-افزار سناریو ویزارد استفاده می‌گردد.

فعالیت‌های انسان، که در غلظت و زمان، باعث ایجاد اثرات مضر بر سلامتی، اموال و گیاهان شده و مانع استفاده کامل و لذت‌بخش از اموال می‌گردد" (Bandyopadhyay, 2016). حال با توجه به تعریف آلودگی هوا به دلیل اینکه با نگاه سیستمی باید به این مقوله نگاه شود نیاز به تعریف سیستم و اجزای آن است.

سیستم مجموعه‌ای سازمان‌یافته از قطعات (یا زیرسیستم‌ها) است که برای دستیابی به یک هدف کلی کاملاً یکپارچه هستند. هر سیستم دارای ورودی و خروجی می‌باشد که ورودی اطلاعاتی است که وارد سیستم می‌شود و خروجی، نتیجه پردازش است. همچنین پردازنده‌ها عنصری از سیستم بوده که ممکن است ورودی را به طور کامل یا بخشی بسته به مشخصات خروجی تغییر دهند. علاوه بر اجزای درونی، سیستم‌ها با چیزهایی خارج از خود و مربوط به محیط نیز سر و کار دارند. عنصر کنترل سبب حفظ تعادل سیستم از طریق مشخص نمودن میزان ورودی برای تبدیل شدن به خروجی مورد نظر می‌شود. عاملی که سبب می‌شود کنترل یک محیط پویا انجام گیرد بازخورد نام دارد که شامل بازخورد منفی و مثبت می‌شود. در آخر، سیستم به وسیله مرزهای آن تعریف می‌شود و مرزها مولفه‌ها، فرایندها و ارتباطات یک سیستم را وقتی با یک سیستم دیگر در ارتباط هستند مشخص می‌کند (رضائیان ۱۳۹۰). علاوه بر شناخت سیستم و اجزای آن، نیاز هست برای تجزیه و تحلیل مسئله آلودگی هوا به عناصر تفکر سیستماتیک برای پرهیز از تک-بعدنگری به این مسئله نیز توجه شود.

همان طور که در شکل (۱) نشان داده شده است تفکر سیستماتیک از سه زیر مجموعه هدف، سیاست و ابزار تشکیل می‌شود که هدف هم مبین فاصله موجود تا شرایط مطلوب بوده و هم یک مسیر یا ترکیبی از آنها را برای دسترسی به هدف مشخص می‌کند. در سیاست چگونگی رسیدن به اهداف مخصوصاً اهداف نهایی را شرح داده و در نهایت به کمک ابزار تحقق اهداف و اجرای سیاست‌ها ممکن می‌شود (شاهپوری ۱۳۹۰).

در این تحقیق، پس از بررسی مقالات و پایان‌نامه‌ها در پایگاه‌های علمی داخلی و خارجی مجموعه عواملی که بر آلودگی هوای موثر می‌باشند جمع‌آوری و در جدول شماره ۱ به همراه منابع نشان داده شده است.



شکل ۱- عناصر تفکر سیستماتیک (منبع: شاه‌پوری ۱۳۹۰)

جدول ۱- عوامل موثر بر آلودگی هوای شهر تهران

منبع	عامل	ردیف
(Fang& et al,2013)	عوامل طبیعی	۱
(Sivaramanan,2014)		
(Perera,2017)		
(رضایی و همکاران، ۱۳۹۴)	سوخت فسیلی	۲
(شایسته فرد، ۱۳۹۲)		
(موهان و همکاران، ۲۰۱۶)	فناوری های ناسازگار با محیط زیست	۳
(Han&sun,2019)		
(نظری و همکاران، ۱۳۹۴)	مهاجرت و تراکم جمعیت	۴
(Mayors,2018)		
(ملکی و سجادیان، ۱۳۹۶)	حمل و نقل و ترافیک	۵
(زمانی و جواهریان، ۱۳۹۴)		
(محمدی و همکاران، ۱۳۹۷)	طرح و برنامه و خط مشی گذاری	۶
(باستان فرد، ۱۳۹۷)		
(bagheri & et al,2017)	تخریب فضای سبز	۷
(کرامتی و سپهر، ۱۳۹۵)		
(نوابخش و رحمانی، ۱۳۸۹)	بلند مرتبه سازی	۸
(قربانعلی و همکاران، ۱۳۹۶)		
(فرازمند و دیسفانی، ۱۳۹۶)	دولت الکترونیک	۹
(تاران و همکاران، ۱۳۹۲)		
(متصدی زرنندی و رزاقی، ۱۳۸۸)	عدم اختصاص بودجه مناسب	۱۰
(هادی پور و نادری، ۱۳۹۶)		
(خراسانی زاده و همکاران، ۱۳۹۴)	مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری	۱۱
(مدیری و همکاران، ۱۳۹۳)		
(قربانی و همکاران، ۱۳۹۱)	استقرار کارخانه در غرب تهران	۱۲
(سیف الدینی و منصوریان، ۱۳۹۰)		
(قربانی و همکاران، ۱۳۹۱)	گسترش بی رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری	۱۳
(عبدلی و همکاران، ۱۳۹۳)		
(Mayors,2018)	ضعف در مدیریت پسماند و دفن زباله	۱۴
(Harizanova-Bartos& Stoyanova,2018)		
(Sablier & Garrigues,2014)	عوامل فرهنگی	۱۵
(لطیفیان و نصری فخر داود، ۱۳۹۷)		
(پور احمد و حیدری، ۱۳۹۵)	فعالیت های کشاورزی و معدنی	۱۶
(Wagner,2012)		
(راهیما، ۱۳۹۶)	گسترش و رشد صنعت	۱۷
(محبوب فر همکاران، ۱۳۹۷)		
(Trinh & et al,2018)	وسایل سرمایه‌گذاری و گرمایش خانگی و صنعتی	۱۸

می‌شود. نحوه امتیازدهی در این روش از به صورت امتیازهای ۳- (تاثیر محدودکننده قوی)، ۲- (تاثیر محدودکننده متوسط)، ۱- (تاثیر تقویت‌کننده ضعیف)، ۰ (بدون تاثیر)، ۱ (تاثیر تقویت‌کننده ضعیف)، ۲ (تاثیر تقویت-کنندگی متوسط)، ۳ (تاثیر تقویت‌کنندگی قوی) است.

### نتایج و بحث

روش تجزیه و تحلیل در این بخش از مقاله بر اساس نرم افزار سناریو ویزارد و سناریو نویسی است. برای این منظور ابتدا باید عوامل موثر بر آلودگی هوای شهر تهران شناسایی گردد. همچنین دسته‌بندی عوامل به اولیه و ثانویه توسط خبرگان انجام شده است که در جدول (۲) نظرات آنها به شرح زیر ارائه شده است.

جدول ۲- مجموعه عوامل اولیه و ثانویه

عوامل اولیه	عوامل ثانویه
عوامل طبیعی	مهاجرت و تراکم جمعیت
سوخت فسیلی	گسترش و رشد صنعت
فناوری های سازگار با محیط زیست	وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی
استقرار کارخانه در غرب تهران	فضای سبز
مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری	طرح و برنامه و خط مشی گذاری
حمل و نقل و ترافیک	عوامل فرهنگی
	بلند مرتبه سازی
	دولت الکترونیک
	اختصاص بودجه مناسب
	گسترش بی رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری
	مدیریت پسماند و دفن زباله
	فعالیت کشاورزی و معدنی

نگارندگان، ۱۳۹۹

یک محاسبه کارآمد و کامل از تمام سناریوهای سازگار نیاز به یک نرم افزار ارزیابی دارد که الگوریتم سی آی بی را به داده‌های متقابل تاثیر می‌رساند. نرم‌افزار سناریو ویزارد توسط مرکز ارزیابی فناوری، زیرن و زیریوس و به منظور حمایت از روش CIB توسعه داده شده و مورد استفاده و آزمایش قرار گرفته است و در پروژه‌های کاربردی و روش‌های آزمایشگاهی توسعه یافته است. سناریو ویزارد امکان استفاده از روش ارزیابی CIB را فراهم می‌کند، یعنی تولید یک ماتریس متقابل، محاسبه سناریوهای سازگار و تجزیه و تحلیل نتایج سناریو (cross-impact.de). اکنون باید بر اساس ادبیات موضوع، مصاحبه با خبرگان یا تحقیقات مناسب درباره اثر متغیر xi از توصیفگر X روی متغیر Yi از توصیفگر Y داوری کرد. در این داوری فقط اثر مستقیم لحاظ می‌شود. آثار غیرمستقیم توسط نرم‌افزار ایجاد

مختلف و مقاله‌ها، حالت‌های مختلف بیان شده است. پس از مشخص نمودن حالت‌ها و توصیف‌گرهای آن پرسشنامه تحلیل اثرات متقابل طراحی گردید که توسط ۱۰ نفر از خبرگان صاحب‌نظر در امر آلودگی هوا تکمیل گردید. که هر کدام دارای مدارک کارشناسی‌ارشد یا دکتری در حوزه محیط‌زیست و خط‌مشی‌گذاری می‌باشند. سپس با مد‌گیری

برای انجام فرایند تجزیه و تحلیل نیاز است که برای هر شاخص یا عامل شناسایی شده حالت‌های مختلف (توصیف‌گر) تعریف شود چرا که برای کار با نرم‌افزار سناریو ویزارد باید حالت‌های مختلف یک عامل مشخص شده باشد تا بتواند تحلیل دقیقی از شرایط پیش رو به ما ارائه دهد و با استفاده از منابع مختلف از جمله کتاب‌های

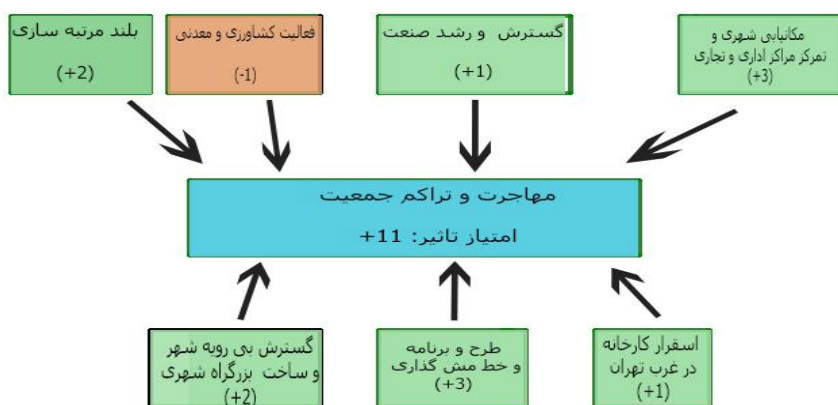
توصیف‌گر «مهاجرت و تراکم جمعیت» فرض «مهاجر پذیری شهر تهران» با توجه به تحلیل نرم‌افزار تحت تاثیر عناصری که در شکل ۲ نشان داده شده است قرار می‌گیرد که امتیاز تاثیر آن ۱۱ است.

توصیف‌گر «فناوری‌های سازگار با محیط زیست»، فرضیه «عدم تکنولوژی‌های نوین و سازگار با محیط زیست» با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته توسط نرم افزار دارای امتیاز تاثیر ۹ می‌باشد که در شکل ۳ عوامل تقویت کننده این فرض نشان داده شده است.

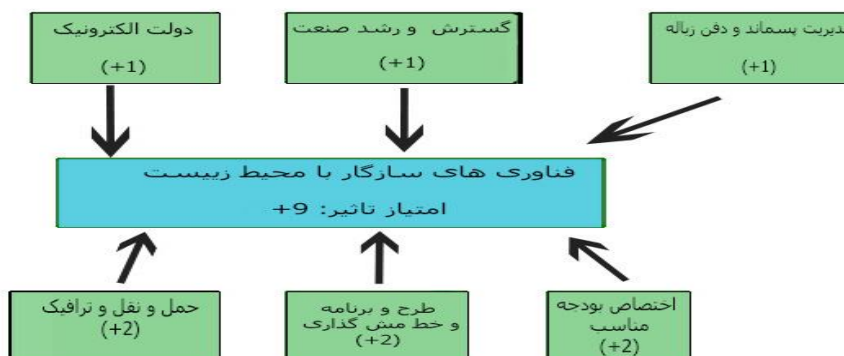
توصیف‌گر «گسترش و رشد صنعت» فرض «افزایش فعالیت کارخانجات و گسترش صنایع سنگین و آلوده‌کننده» توسط هشت عامل تحت تاثیر قرار می‌گیرد با امتیاز تاثیر ۱۳ که در شکل ۴ تاثیر هر عامل با امتیاز مربوط به آن نمایش داده شده است.

(فراوانی بیشترین عدد انتخاب شده) از پاسخنامه خبره‌ها عددهای نهایی در فرم مربوط به نرم‌افزار بارگزاری می‌شود. با قرار دادن عوامل و توصیف‌گرها در نرم‌افزار سناریو ویزارد و همچنین امتیازهای مربوط به توصیف‌گرها در ماتریس موجود در نرم‌افزار خروجی داده‌ها، نرم‌افزار سناریو ویزارد تعداد ۶.۷۱۸.۴۶۴ سناریو ارائه داده است که از این میان تنها دو سناریو سازگار و قابل بهره‌برداری است. که این دو سناریو به شرح زیر می‌باشد:

سناریو شماره یک دارای سازگاری قوی بوده و دارای ارزش سازگاری ۷ و همچنین امتیاز اثر کلی ۲۳۱ است. این سناریو کاملاً سازگار است و عناصر سناریو که از مجموعه مفروضات پشتیبانی متقابل انجام می‌دهد. این سناریو با توجه به عناصر آن تدام روند فعلی را نشان می‌دهد. که این حالت بدبینانه سناریو است.



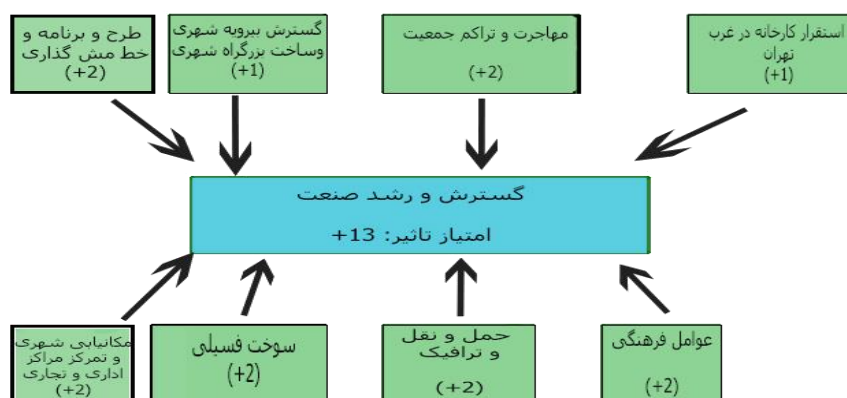
شکل ۲- فرضیات تاثیر گذار بر عنصر سناریو «مهاجرت و تراکم جمعیت» فرض «مهاجر پذیری شهر تهران»



شکل ۳- فرضیات تاثیر گذار بر عنصر سناریو «فناوری‌های سازگار با محیط زیست»: عدم فناوری‌های نوین و سازگار با محیط زیست

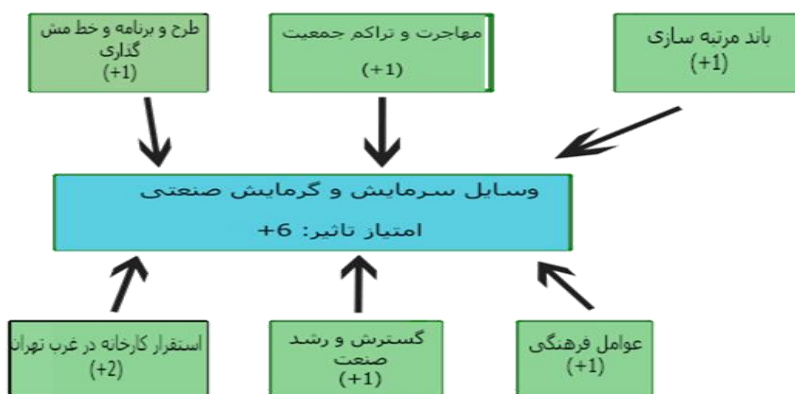
قرار می‌گیرد. این پنج عامل شامل عوامل طبیعی با امتیاز ۱، مهاجرت و تراکم جمعیت با امتیاز ۱، طرح و برنامه و خط مشی‌گذاری با امتیاز ۱، دولت الکترونیک با امتیاز ۱ و اختصاص بودجه مناسب با امتیاز ۱ است. اما فرض خوشبینانه آن یعنی «آگاه‌سازی و تبیین خطرات و فرهنگ سازی و آموزش افراد جامعه در مورد آلودگی هوا» توسط هیچ یک از عناصر سناریو دیگر پشتیبانی (حمایت- تقویت) نمی‌شود و توسط عناصر سناریو جدول ۳ رد می‌شود.

توصیفگر «وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی»، فرضیه «افزایش استفاده و تولید وسایل سرمایش و گرمایش فاقد استانداردهای زیست‌محیطی» نیز با توجه به تحلیل‌های نرم‌افزار تحت تاثیر شش عامل قرار با امتیاز تاثیر ۶ قرار می‌گیرد که در شکل ۵ نحوه تاثیر گذاری فرضیات را نشان می‌دهد. توصیف‌گر «عوامل فرهنگی» فرض «عدم مسئولیت‌پذیری شهروندان و نبود برنامه صحیح در جهت ارتقا سطح فرهنگ مرتبط با آلودگی هوا» توسط پنج عامل با امتیاز ۵ تحت تاثیر



شکل ۴- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «گسترش و رشد صنعت: افزایش فعالیت کارخانجات و گسترش صنایع سنگین و آلوده-

کننده»



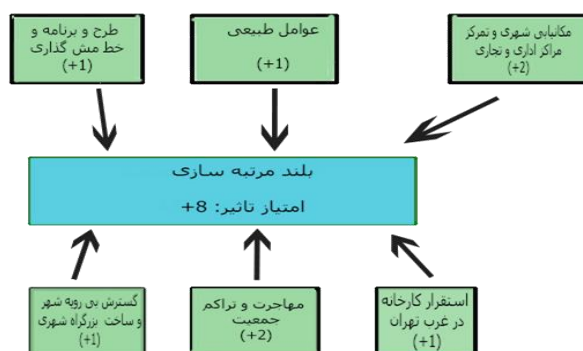
شکل ۵- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی: افزایش استفاده و تولید وسایل سرمایش و گرمایش فاقد استانداردهای زیست‌محیطی»

جدول ۳- عوامل محدودکننده فرض «آگاه‌سازی و تبیین خطرات و فرهنگ‌سازی و آموزش افراد جامعه در مورد آلودگی هوا»

وزن	توصیفگر
-۱	عوامل طبیعی
-۱	مهاجرت و تراکم جمعیت
-۱	طرح و برنامه و خط مشی‌گذاری
-۱	دولت الکترونیک
-۱	اختصاص بودجه مناسب

توسط هیچ یک از عناصر سناریو دیگر پشتیبانی (حمایت- تقویت) نمی شود و توسط عناصر جدول ۴ رد می شود. توصیف گر «دولت الکترونیک» فرض «گسترش پیدا نکردن پلتفرم اجرای کامل دولت الکترونیک و سنتی ادامه پیدا کردن فعالیت‌های دولتی» با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته تحت تاثیر پنج عامل با امتیاز تاثیر ۸ قرار گرفته است که در شکل ۷ این عوامل و نحوه تاثیرگذاری آن نشان داده شده است.

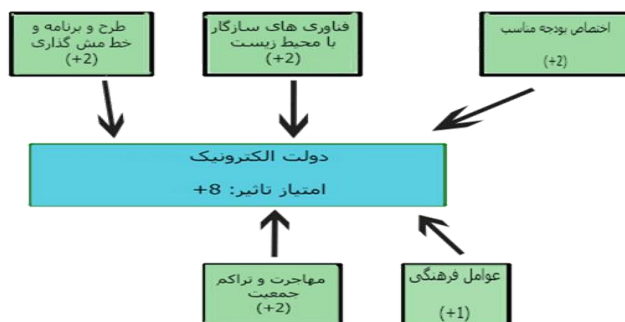
توصیف گر «بلند مرتبه‌سازی» فرض «افزایش بلند مرتبه سازی در مسیر تهویه شهر و بر هم خوردن مقیاس‌های انسانی در محیط شهری» با توجه به تجزیه و تحلیل صورت گرفته تحت تاثیر شش عامل با امتیاز تاثیر ۸ که در شکل ۶ نشان داده شده است، قرار گرفته است. همچنین فرض مخالف آن یعنی «کاهش و جلوگیری از بلند مرتبه سازی در مسیر تهویه شهر و عدم ارائه مجوز ساخت»



شکل ۶- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «بلند مرتبه‌سازی»: افزایش بلند مرتبه‌سازی در مسیر تهویه شهر و بر هم خوردن مقیاس‌های انسانی در محیط شهری»

جدول ۴- عوامل محدود کننده فرض «کاهش و جلوگیری از بلند مرتبه‌سازی در مسیر تهویه شهر و عدم ارائه مجوز ساخت»

وزن	توصیفگر
-۱	عوامل طبیعی
-۱	طرح و برنامه و خط‌مشی گذاری
-۱	استقرار کارخانه در غرب تهران
-۲	مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری
-۱	گسترش بی رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری



شکل ۷- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «دولت الکترونیک»: گسترش پیدا نکردن پلتفرم اجرای کامل دولت الکترونیک و سنتی ادامه پیدا کردن فعالیت‌های دولتی»



نمی‌شود و توسط عناصر سناریو زیر رد می‌شود که در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

همچنین فرض مخالف آن «رشد و گسترش دولت الکترونیک و کاهش رفت و آمدهای شهری» توسط هیچ یک از عناصر سناریو دیگر پشتیبانی (حمایت - تقویت)

جدول ۵- عوامل محدود کننده فرض «رشد و گسترش دولت الکترونیک و کاهش رفت و آمدهای شهری»

وزن	توصیفگر
-۱	مهاجرت و تراکم جمعیت
-۲	فناوری‌های سازگار با محیط زیست
-۲	طرح و برنامه و خط مشی گذاری
-۱	عوامل فرهنگی
-۲	اختصاص بودجه مناسب

فعالیت‌های دولتی و تخریب محیط‌زیست در اثر انجام فعالیت‌های غیراصولی کشاورزی و معدنی (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۶، توصیفگر فضای سبز با فرض از بین رفتن فضای سبز و پوشش گیاهی شهری (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۵، توصیفگر فناوری‌های سازگار با محیط زیست و بلندمرتبه‌سازی به ترتیب با فرض‌های عدم فناوری‌های نوین و سازگار با محیط‌زیست و افزایش بلند مرتبه‌سازی در مسیر تهویه شهر و بر هم خوردن مقیاس‌های انسانی در محیط شهری (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۴، توصیفگر مدیریت پسماند و دفن زباله با فرض عدم دفن اصولی و امحای زباله و افزایش حجم تولید زباله (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۳، توصیفگر وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی و عوامل فرهنگی به ترتیب با فرض‌های افزایش استفاده و تولید وسایل سرمایش و گرمایش فاقد استانداردهای زیست-محیطی و عدم مسئولیت‌پذیری شهروندان و نبود برنامه صحیح در جهت ارتقا سطح فرهنگ مرتبط با آلودگی هوا (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۰ و توصیفگر استقرار کارخانه در غرب تهران با فرض افزایش ساخت و راه‌اندازی کارخانه‌ها در غرب تهران (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۷ براساس درجه اهمیت رتبه‌بندی شده است که در جدول شماره ۶ قابل مشاهده است.

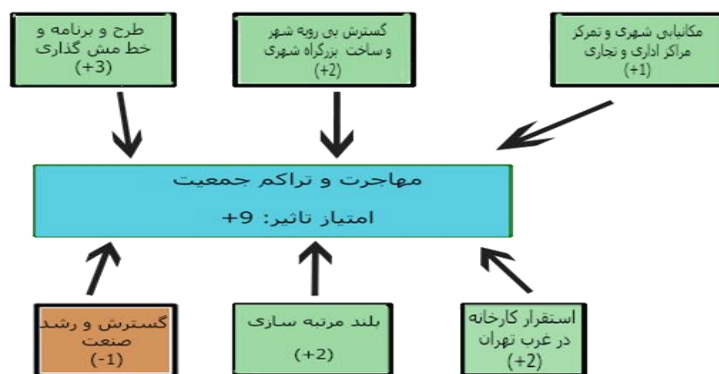
در سناریو شماره دو نیز که حالت خوشبینانه برای آلودگی هوای شهر تهران متصور است و دارای سازگاری قوی است که ارزش سازگاری آن ۱ و امتیاز اثر کلی آن ۲۱۶ می‌باشد. این سناریو حالت ایده آل را نشان می‌دهد که معنای آن

در سناریو شماره یک توصیفگر طرح و برنامه و خط‌مشی گذاری با فرض توجه به فرایندها و برنامه‌ریزی‌ها به صورت مقطعی و بخشی و کوتاه‌مدت (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۴۶، توصیفگر حمل و نقل و ترافیک با فرض عدم نوسازی ناوگان حمل و نقل شهری و تولید خودرو استاندارد و استفاده بیشتر از خودرو شخصی (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۳۸، توصیفگر عوامل طبیعی و سوخت فسیلی به ترتیب فرض‌های افزایش ظرفیت و توانمندی‌های محیط برای جذب آلودگی‌ها و عدم مدیریت تولید سوخت باکیفیت و افزایش مصرف سوخت-های فسیلی (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۳۲، توصیفگر و مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری با فرض عدم توجه به اصول مکانیابی شهری و بی‌توجهی به اصولی که سبب تشدید آلودگی هوا می‌شود (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۲۴، توصیفگر گسترش و رشد صنعت و گسترش بی‌رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری به ترتیب با فرض‌های افزایش فعالیت کارخانجات و گسترش صنایع سنگین و آلوده‌کننده و افزایش رشد و گسترش بدون ضابطه شهر در اثر شرایط اقتصاد (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۲۱، توصیفگر اختصاص بودجه مناسب با فرض عدم تخصیص بودجه مناسب و کافی برای مقابله با آلودگی هوا (حالت بدبینانه) و ارزش سازگاری ۱۷، توصیفگر مهاجرت و تراکم جمعیت و دولت الکترونیک و فعالیت‌های کشاورزی و معدنی به ترتیب با فرض‌های مهاجرت‌پذیری شهر تهران و گسترش پیدا نکردن پلتفرم اجرای کامل دولت الکترونیک و سنتی ادامه پیدا کردن

تجدید نظر در سیاست‌های هجده عامل ذکر شده برای آلودگی هوای تهران است. توصیفگر «مهاجرت و تراکم جمعیت»، فرضیه «مهاجرفرستی از شهر تهران به سایر مناطق» انتخاب شده است. این فرضیه توسط عناصر شکل ۸ که امتیاز ۹ را نشان می‌دهد تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین این عامل توسط توصیفگر گسترش و رشد صنعت و فرض کاهش فعالیت و کنترل کارخانجات و نیروگاه‌های غیراستاندارد و اتکا بر روی فناوری‌های نو رد می‌شود.

جدول ۶- رتبه بندی توصیفگرهای سناریو شماره ۱

ارزش سازگاری	توصیفگر
۴۶	طرح و برنامه و خط‌مشی‌گذاری
۳۸	حمل و نقل و ترافیک
۳۲	عوامل طبیعی
۳۲	سوخت فسیلی
۲۴	مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری
۲۱	گسترش و رشد صنعت
۲۱	گسترش بی‌رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری
۱۷	اختصاص بودجه مناسب
۱۶	مهاجرت و تراکم جمعیت
۱۶	دولت الکترونیک
۱۶	فعالیت‌های کشاورزی و معدنی
۱۵	فضای سبز
۱۴	فناوری‌های سازگار با محیط زیست
۱۴	بلند مرتبه سازی
۱۳	مدیریت پسماند و دفن زباله
۱۰	وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی
۱۰	عوامل فرهنگی
۷	استقرار کارخانه در غرب تهران



شکل ۸- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «مهاجرت و تراکم جمعیت: مهاجرفرستی از شهر تهران به سایر مناطق»

در توصیفگر «فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست»، فرضیه «استفاده از فناوری‌های نوین و سازگار در امر محافظت از محیط زیست» دارای امتیاز تاثیر ۱۱ توسط عواملی است که در شکل ۹ نشان داده شده است.

و آمد های شهری و تخصیص بودجه کافی جهت مقابله با آلودگی هوا و تدوین معیارها و استاندارد های مناسب جهت مکانیابی شهرک ها و شهرک های مسکونی (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۱۶، توصیفگر فعالیت های کشاورزی و معدنی با فرض بکارگیری تمهیدات لازم جهت کنترل فعالیت های غیر مجاز در بخش کشاورزی و معدنی (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۱۵، توصیفگر گسترش بی رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری و مدیریت پسماند به ترتیب با فرض های جلوگیری از رشد و گسترش بی رویه شهر با توجه به عوامل اقتصادی و اجتماعی و دفن اصولی و امحا زباله و بازیافت آن براساس روش های نوین (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۱۳، توصیفگر عوامل فرهنگی با فرض آگاه سازی و تبیین خطرات و فرهنگ سازی و آموزش افراد جامعه در مورد آلودگی هوا (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۱۲، توصیفگر وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی و بلند مرتبه سازی به ترتیب با فرض های اعمال مالیات سبز بر سوخت های مصرفی خانگی در جهت کاهش تقاضای سوخت های آلاینده خانگی و کاهش و جلوگیری از بلند مرتبه سازی در مسیر تهویه شهر و عدم ارائه مجوز ساخت (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۸، توصیفگر مهاجرت و تراکم جمعیت با فرض مهاجر فرستی از شهر تهران به سایر مناطق (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۷، توصیفگر استقرار کارخانه در غرب تهران با فرض انتقال صنایع مزاحم به مکان یا شهر های دیگر (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۵، توصیفگر گسترش و رشد صنعت با فرض کاهش فعالیت و کنترل کارخانجات و نیروگاه های غیر استاندارد و اتکا بر روی فناوری های نو (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۳، توصیفگر فناوری های سازگار با محیط زیست با استفاده از فناوری های نوین و سازگار در امر محافظت از محیط زیست (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۲ و توصیفگر فضای سبز با فرض ایجاد سازوکار افزایش مشارکت مردمی در مدیریت فضای سبز شهری (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۱ براساس درجه اهمیت رتبه بندی شده است که در جدول شماره ۱۰ قابل مشاهده می باشد.

فرض دیگر آن یعنی «عدم فناوری های نوین و سازگار با محیط زیست» توسط هیچ یک از عناصر دیگر پشتیبانی (حمایت - تقویت) نمی شود و توسط عناصر جدول ۷ زیر رد می شود.

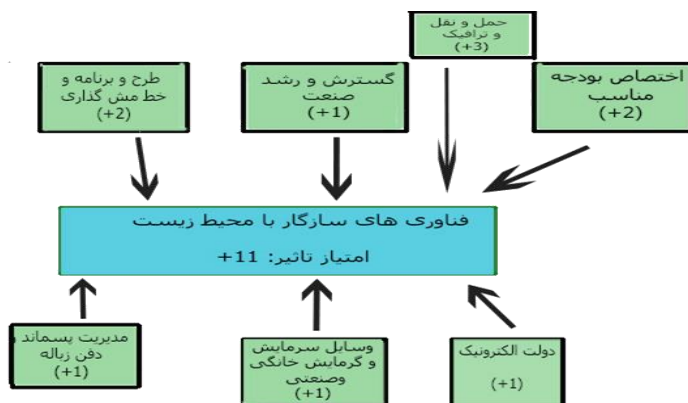
توصیفگر «وسایل سرمایش و گرمایش خانگی»، فرضیه «اعمال مالیات سبز بر سوخت های مصرفی خانگی در جهت کاهش تقاضای سوخت های آلاینده خانگی» با توجه به شکل ۱۰ مجموعه عواملی که این توصیفگر را تحت تاثیر قرار می دهد دارای امتیاز ۴ بوده که دو فرض نیز در محدود کردن آن نقش دارد.

همچنین با توجه به جدول شماره ۸ فرض بعدی «افزایش استفاده و تولید وسایل سرمایش و گرمایش فاقد استانداردهای زیست محیطی» توسط عناصر سناریو زیر محدود می شود.

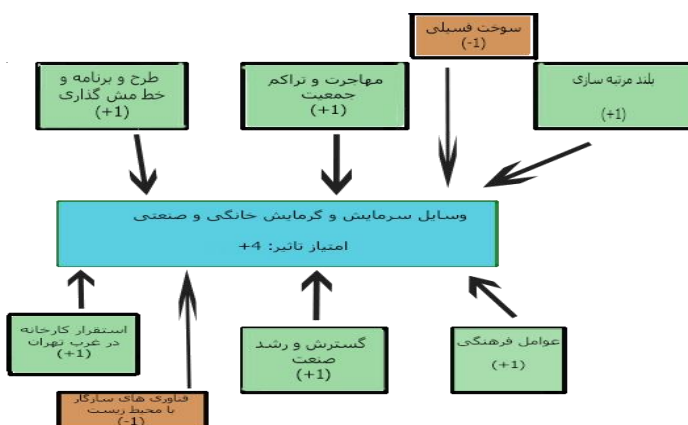
توصیف گر "فضای سبز"، فرضیه "ایجاد سازوکار افزایش مشارکت مردمی در مدیریت فضای سبز شهری" تحت تاثیر عواملی است که دارای امتیاز تاثیر ۱۰ بوده که در شکل ۱۱ عوامل تاثیر گذار نشان داده شده است.

همچنین پیش فرض بعدی «از بین رفتن فضای سبز و پوشش گیاهی شهری» توسط عناصری که در جدول ۹ مشهود است محدود می شود.

در سناریو شماره دو توصیفگر طرح و برنامه و خط مشی - گذاری با فرض ایجاد رویکرد جامع و استراتژیک در بررسی و مطالعه و ارزشیابی آلودگی هوا (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۴۳، توصیفگر عوامل طبیعی با فرض عوامل طبیعی سبب تخلیه و پاکسازی محیط و ظرفیت های محیطی تقویت می شود (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۳۱، توصیفگر سوخت فسیلی با فرض ایجاد بهره وری در مصرف سوخت و تولید و توزیع سوخت با کیفیت (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۳۲، توصیفگر حمل و نقل و ترافیک با فرض نوسازی ناوگان حمل و نقل شهری و کاهش استفاده از خودرو شخصی و توسعه حمل و نقل عمومی (حالت خوشبینانه) و ارزش سازگاری ۲۷، توصیفگر دولت الکترونیک و اختصاص بودجه مناسب و مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری به ترتیب با فرض های رشد و گسترش دولت الکترونیک و کاهش رفت



شکل ۹- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «فناوری‌های سازگار با محیط زیست»: استفاده از فناوری‌های نوین و سازگار در امر محافظت از محیط زیست»



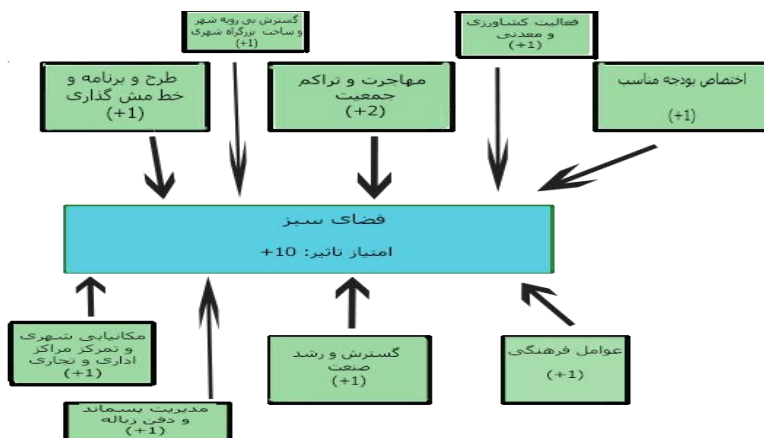
شکل ۱۰- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «وسایل سرمایش و گرمایش خانگی: اعمال مالیات سبز بر سوخت‌های مصرفی خانگی در جهت کاهش تقاضای سوخت‌های آلاینده خانگی»

جدول ۷- عوامل محدود کننده فرض «عدم فناوری‌های نوین و سازگار با محیط زیست»

وزن	توصیفگر
-۲	طرح و برنامه و خط‌مشی گذاری
-۱	دولت الکترونیک
-۱	اختصاص بودجه مناسب
-۱	مدیریت پسماند و دفن زباله
-۲	حمل و نقل و ترافیک

جدول ۸- عوامل محدود کننده فرض «افزایش استفاده و تولید وسایل سرمایش و گرمایش فاقد استانداردهای زیست محیطی»

وزن	توصیفگر
-۱	مهاجرت و تراکم جمعیت
-۱	گسترش و رشد صنعت
-۱	طرح و برنامه و خط‌مشی گذاری
-۱	عوامل فرهنگی
-۱	بلند مرتبه سازی



شکل ۱۱- فرضیات تاثیرگذار بر عنصر سناریو «فضای سبز»، فرضیه «ایجاد سازوکار افزایش مشارکت مردمی در مدیریت فضای سبز شهری»

جدول ۹- عوامل محدودکننده «از بین رفتن فضای سبز و پوشش گیاهی شهری»

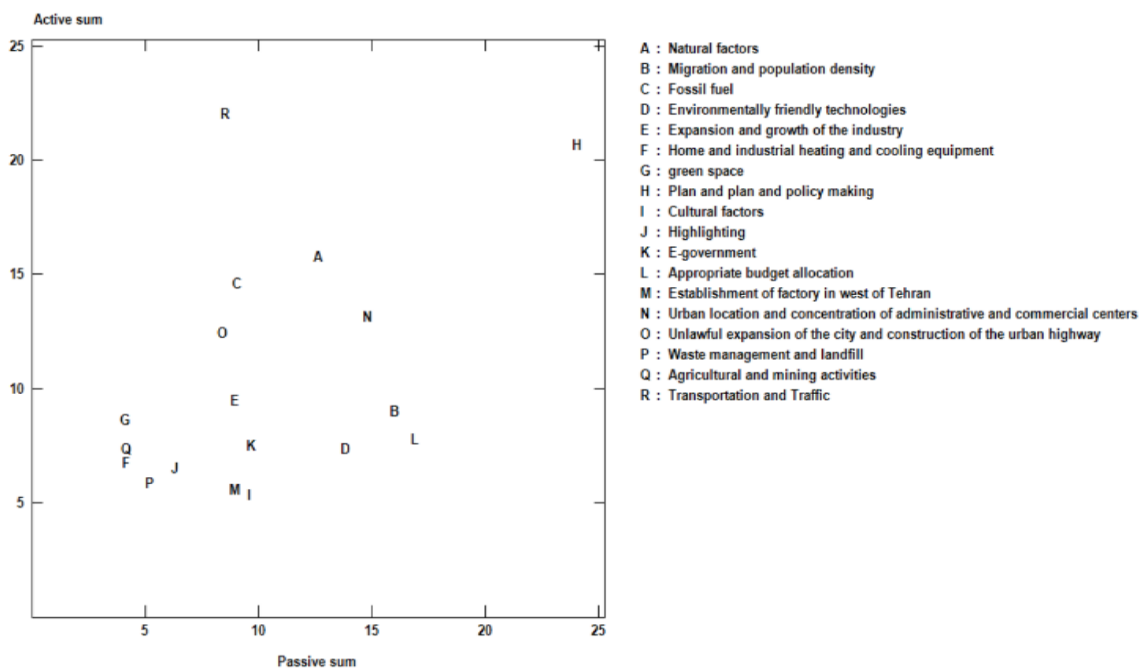
وزن	توصیفگر
-۱	مهاجرت و تراکم جمعیت
-۱	سوخت فسیلی
-۱	گسترش و رشد صنعت
-۱	حمل و نقل و ترافیک
-۱	طرح و برنامه و خط مشی گذاری
-۱	عوامل فرهنگی
-۱	اختصاص بودجه مناسب
-۱	استقرار کارخانه در غرب تهران
-۱	مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری
-۱	گسترش بی‌رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری
-۱	مدیریت پسماند و دفن زباله
-۱	فعالیت‌های کشاورزی و معدنی
-۱	حمل و نقل و ترافیک

سیستم می‌باشد. البته هم مکانیزم‌های تاثیرگذار داریم و هم تاثیر پذیر که در اینجا مکانیزم‌های تاثیر گذار مطرح شده است. مکانیزم طرح و برنامه و خط مشی گذاری جزو آن دسته از مکانیزم‌هایی می‌باشد که درجه تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیادی نسبت به سیستم دارد و یا مکانیزم عوامل فرهنگی جز عواملی است که کمترین تاثیرپذیری از سیستم را دارد. مکانیزم فعالیت‌های کشاورزی و معدنی جزو آن دسته از مکانیزم‌هایی است که کمترین تاثیرگذاری را دارا می‌باشد که این مکانیزم‌ها همه از نوع مکانیزم‌های ثانویه است.

همچنین مهمترین عوامل ثانویه موثر بر آلودگی هوای شهر تهران از لحاظ ساختاری طبق تحلیل سیستم گرید ارائه شده توسط نرم افزار می‌توان به ترتیب به طرح و برنامه و خط مشی گذاری، اختصاص بودجه مناسب، مهاجرت و تراکم جمعیت، دولت الکترونیک، عوامل فرهنگی، گسترش و رشد صنعت، گسترش بی‌رویه شهر تهران و ساخت بزرگراه شهری، بلند مرتبه سازی، مدیریت پسماند و دفن زباله، فضای سبز، وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و فعالیت کشاورزی و معدنی اشاره کرد. در واقع در این این مکانیزم‌های ثانویه نشان دهنده بحث تاثیرات مستقیم بر

جدول ۱۰- رتبه‌بندی توصیفگرهای سناریو شماره ۲

امتیاز	توصیفگر
۴۳	طرح و برنامه و خط مشی گذاری
۳۳	عوامل طبیعی
۳۱	سوخت فسیلی
۲۷	حمل و نقل و ترافیک
۱۶	دولت الکترونیک
۱۶	اختصاص بودجه مناسب
۱۶	مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری و تجاری
۱۵	فعالیت های کشاورزی و معدنی
۱۳	گسترش بی رویه شهر و ساخت بزرگراه شهری
۱۳	مدیریت پسماند و دفن زباله
۱۲	عوامل فرهنگی
۸	وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و صنعتی
۸	بلند مرتبه سازی
۷	مهاجرت و تراکم جمعیت
۵	استقرار کارخانه در غرب تهران
۳	گسترش و رشد صنعت
۲	فناوری های سازگار با محیط زیست
۱	فضای سبز



شکل ۱۲- عوامل تاثیرگذار و تاثیرپذیر بر آلودگی هوای شهر تهران

## نتیجه‌گیری

شهر تهران به عنوان بزرگ‌ترین شهر ایران هم از نظر وسعت و هم از نظر جمعیت است. این شهر به مانند بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا دارای جذابیت‌های متعدد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... است که در کنار این جذابیت‌ها می‌بایست به آسیب‌ها و یا چالش‌هایی که این شهر با آن دست به‌گریبان است نیز اشاره کرد. شهر تهران دارای بیشترین پهنه بافت فرسوده (بیش از ۴ هزار هکتار)، دارای بیشترین ساکن در سکونتگاه‌های غیررسمی (محلاتی مانند پل مدیریت و ...)، بیشترین سهم را حوزه آسیب‌های اجتماعی به خود اختصاص داده و ... اما در کنار این مسائل و صدها مسأله‌ای که شهر تهران با آن دست و پنجه نرم می‌کند، موضوع آلودگی هوا شاید در صدر انواع مسائل شهر تهران قرار دارد.

آنچه در این مقاله به دنبال موشکافی آن بودیم به واقع پاسخی به این سوال بود که در آلودگی هوا تهران چه مکانیزم‌هایی در پیدایش این مسأله و چه مکانیزم‌هایی در تشدید آن تاثیرگذار بوده‌اند؟ در عین حال سطوح تاثیرگذاری چگونه است؟ و نیز سناریو منتخب در این حوزه چه سناریویی است؟ نتایج مقاله حاضر حکایت از آن دارد که مهمترین عوامل ثانویه موثر بر آلودگی هوای شهر تهران از لحاظ ساختاری طبق تحلیل سیستم گرید ارائه شده توسط نرم افزار می‌توان به ترتیب به طرح و برنامه و خط مشی‌گذاری، اختصاص بودجه مناسب، مهاجرت و تراکم جمعیت، دولت الکترونیک، عوامل فرنگی، گسترش و رشد صنعت، گسترش بی‌رویه شهر تهران و ساخت بزرگراه شهری، بلند مرتبه‌سازی، مدیریت پسماند و دفن زباله، فضای سبز، وسایل سرمایش و گرمایش خانگی و فعالیت کشاورزی و معدنی اشاره کرد. شاید این سوال مطرح گردد که نقش و جایگاه حمل و نقل و وسایل متحرک در شهر تهران چگونه است؟ به واقع با توجه به تحلیل سیستمی مقاله، بیش از صورت و شکل ظاهری مسأله آلودگی هوا، محرک‌های ورود وسایل نقلیه به شهر تهران بیش از خود آنها دارای اهمیت هستند. به عنوان مثال موضوع طرح و برنامه و خط‌مشی‌گذاری به موضوعاتی مانند تنظیم و ساماندهی صنوف مزاحمی دلالت دارد که تعداد آنها به بیش

۲۵۰۰ مورد می‌رسد. بی‌شک در این راستا ورود ایجاد تقاضای سفر بیش از خود سفر در تحلیل و برنامه‌ریزی مکانیزم‌های آلوده‌ساز واجد اهمیت است.

به هر روی برای رسیدن به راهکارهای درست در حوزه آلودگی هوای تهران این مقاله به دو سناریو منتخب منتهی شده به تفصیل شرح داده شد. در این خصوص شاید وری نگاه سیاسی، فقدان مدیریتی که در کنار آن خط‌مشی صحیح در راستای بهینه‌سازی سفر مد نظر قرار گیرد اولین پیشنهاد اساسی این مقاله است. آنچه در بازنگری طرح‌های تفصیلی می‌بایست به جد دنبال شود کاهش سفر و توسعه خانه-کارها (Home-Office) است. در ادامه همین پیشنهادها موضوع شهر هوشمند و تمرکز بر الکترونیکی کردن فرایندها و کاهش مراجعات نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به واقع تجربه همه‌گیری کرونا به رغم تمام جوانب منفی و تبعات شومی که بر جامعه نهاد اما بستر توسعه شهر هوشمند و یا حداقل الکترونیک را فراهم ساخت و این امر را اجتناب‌ناپذیر جلو نمود.

در نهایت امر می‌بایست تاکید کرد پیچیدگی‌های مسائل شهری آنچنان گسترده است که به منظور شناخت بخشی از آن ناگزیر به در قالب درآوردن ابعاد آن هستیم و این موضوع خالی از اشکال نیست. چنان که برای صید ماهی از تور استفاده می‌شود اما ماهی لمس نمی‌شود. در مطالعات این چنینی نیز به مدل در آوردن در قالب یک تحلیل سیستمی حداقل کار در شناخت دلایل اصلی است. موضوع آلودگی هوای تهران چنان که ذکر شد در دو دسته عوامل اولیه و ثانویه دسته‌بندی می‌شود که برخی از عوامل به جهت ارتباط سیستمی بیشترین تاثیرگذاری را دارند.

نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از نرم افزار سناریو ویزارد، از نظر ساختاری مهمترین عوامل اولیه تاثیرگذار بر آلودگی هوای شهر تهران به ترتیب شامل مکانیابی شهری و تمرکز اداری و تجاری، فناوری‌های سازگار با محیط زیست، عوامل طبیعی، سوخت‌های فسیلی، استقرار کارخانه‌ها در غرب تهران و حمل و نقل می‌باشد. در این دسته بندی مکانیزم‌های تاثیرگذار اولیه بر سیستم مورد بررسی قرار گرفت که هر مکانیزم علاوه بر تاثیرگذار بودن بر سیستم مقدار معینی تاثیرگذاری نیز نسبت به سیستم دارد و

- Chemistry and Physics doi:10.5194/acp-13-1377-2013
10. Farazmand, A. Rasooli Disfani, M. (2017). Investigating the role of government in implementing the smart city using the Internet of Things, the first international conference on IoT applications and infrastructure, [https://www.civilica.com/Paper-IOTCONF01-IOTCONF01\\_023.html](https://www.civilica.com/Paper-IOTCONF01-IOTCONF01_023.html)
  11. Keramati, A. Sepehr, M. (2016). The Impact of High-Ranking on Air Pollution Case Study: Tehran, 5th National Conference on Sustainable Development in Geography and Planning, Architecture and Urban Planning, [html.042\\_GPACONF05-GPACONF05-Paper/com.civilica.www://h](http://html.042_GPACONF05-GPACONF05-Paper/com.civilica.www://h).
  12. Khorasanizadeh, A. A. Bahr Pima, s. Yari. F (2015), Clean fuel production roadmap, Public Relations Publications of National Iranian Oil Refining and Distribution Company.
  13. Ghorbani, r. Hosseinzadeh Dalir, K. Shukri Firooz Jah, p. (2012). A study of air pollution in Tabriz based on principal components analysis (PCA), *Journal of Geography and Planning*, Year 16, No. 39, pp. 89-108.
  14. Ghorbani, M. Khaki, M. Abui Mehrizi, M. Mortazavi, C.I.(2017). E-government is a way to achieve excellence in public services (Looking at the state of public services provided by e-government in Iran and Australia, China, Denmark and the United Kingdom, the first national conference on excellence in public services, <http://ipsa.atu.ac.ir/>
  15. Hadipoor, M. Naderi, M. (2017),. Environmental location of Arak urban land uses to increase the efficiency of the transportation network in the GIS environment, *Environmental Science and Technology*, Year 19, No. 3, pp. 102-110.
  16. Han , Sh . Sun , B .(2019). Impact of Population Density on PM2.5 Concentrations: A Case Study in Shanghai, China. *Sustainability*, [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability).
  17. Harizanova-Bartos, H. Stoyanova, Z.(2018). Impact of Agriculture on Air Pollution. *International Conference on Innovation in Science and Eeducation*, doi: <http://dx.doi.org/10.12955/cbup.v6.1296>.
  18. Lotfian, S. Nasri Fakhr Daud, p.(2018). Environmental Policy in Iran: Challenges and Solutions, *Politics*, *Journal of the Faculty of Law and Political Science*, Year 48, No. 1, pp. 97-121.
- تاثیرگذاری مطلق یا تاثیرپذیری مطلق وجود ندارد. در بین مکانیزم های تاثیرگذار اولیه مکانیابی شهری و تمرکز مراکز اداری تجاری بیشترین تاثیرگذاری بر سیستم را دارد و در مقابل کمترین تاثیرگذاری بر سیستم و بیشترین تاثیرپذیری را حمل و نقل و ترافیک دارد.
- منابع**
1. Abdoli, M. A. Mehrdadi, N. Rezazadeh, M. (2014). Waste management system in the coastal strip of Mazandaran province, *Environmental Science*, Year 4, No. 4, pp. 861-873.
  2. Bagheri, Z .Ahmadi Nadoushan, M. Foroughi Abari, M.(2017). Evaluation the Effect of Green Space on Air Pollution Dispersion Using Satellite Image and Landscape Metrics: a Case Study of Isfahan City. *Fresenius Environmental Bulletin*:pp. 8135-8145.
  3. Bandyopadhyay, A.(2016). Neurological Disorders from Ambient (Urban) Air Pollution Emphasizing UFPM and PM2.5. *Curr Pollution Rep*,DOI 10.1007/s40726-016-0039-z.
  4. Bastani Fard, m.(2018). Control of air pollution by bio-based shells (a solution to control air pollution in Tehran), *Bagh-e Nazar*, Year 15, No. 65, pp. 25-40.
  5. Berend, N.(2016). Contribution of air pollution to COPD and small airway dysfunction. *Respirology*,21,PP: 237–244.
  6. Berglind, N. (2017). Cardiovascular and Respiratory Effects of Air Pollution-Application of Different Observational Study Designs and Analysis Approache, Thesis for Doctoral Degree (Ph.D.), From the Institute of Environmental Medicine Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.
  7. Danaei Fard, H. Alwani, S. M Azar, A., (2004). *Qualitative research methodology in management: a comprehensive approach*. Publishing Saffar.
  8. Eswari, D.Soniya,R. Premalatha.(2017). Air Pollution Monitoring Using Zigbee in Wsn. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research (IJRTER)*, Volume 03 Issue 08,PP:249-256
  9. Fang1,Y . Naik, V. Horowitz, L.W . Mauzerall, D. L.(2013). Air pollution and associated human mortality: the role of air pollutant emissions, climate change and methane concentration increases from the preindustrial period to present. *Atmospheric*



- International Journal of Environmental Research and Public Health, 15:pp.1-17.
30. Poor Ahmad, A. Heydari, R. (2016). Investigation of environmental pollution in the countries of the Islamic world, Political Research of the Islamic World, Year 6, No. 1, pp. 143-170.
  31. Rahpima, A. (2017). Civil liability of industry owners towards air pollution, Master Thesis, Islamic Azad University, Safashahr Branch.
  32. Raoufi, S. s. Goharnejad, H. Zakeri Niri, Mahmoud. (2018). Air Pollution Effects on Climate and Air Temperature of Tehran City Using Remote Sensing Data. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, Vol. 15, No. 2, PP: 79-87.
  33. Rezaian, (2011). Analysis and system design. Publications of the Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books, SAMT Press.
  34. Rezaei, Sh. Khanjani, N. Mohadi senjedkouh, S. Darabifard, Z. (2015). The effects of air pollution on the referral of respiratory patients to the hospital emergency department in Kerman, Health and Development, Fourth Year, No. 4, pp. 306-314.
  35. Sablier, M S . Garrigues, Ph. (2014). Cultural heritage and its environment: an issue of interest for Environmental Science and Pollution Research. Environmental Science and Pollution Research, DOI 10.1007/s11356-013-2458-3.
  36. Seifodini, f. Mansoorian, H. (2011). Analysis of the pattern of concentration of urban services and its environmental effects in Tehran, Environmental Science, Thirty-seventh year, No. 60, pp. 53-64.
  37. Shahpour, N. (2011). Investigating the effect of systems thinking on the revenue collection of Tehran Municipality, M.Sc. Thesis, Faculty of Economics and Accounting, Islamic Azad University, Tehran Branch Center.
  38. Shayestehfard, F. (2013). Investigating the role of increasing the price of energy carriers (gasoline) on air pollution: A case study of selected provinces. Master Thesis, Energy Economics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Faculty of Economics and Accounting.
  39. Sivaramanan, S. (2014). Air Pollution sources, pollutants and mitigation measures. DOI: 10.13140/2.1.5106.8485
  40. Taran, M. Azizi, S.A khaman (2013), Pathology of the comprehensive plan to reduce air pollution, the first national
  19. Mahboob Far, M. Ramesht, M.H, Yazdan Panah, H. Azani, M. (2018). The role of climate inversion management in controlling the threshold of urban air quality index (Case study: Isfahan), Natural Geography Research, Vol. 50, No. 2, pp. 255-270.
  20. Maleki, S. Sajjadian, M. (2017). A study on the interaction or interaction of topographic features and air pollution from transportation in the metropolis of Tehran, Urban Development Studies, Year 1, No. 3, pp. 87-101.
  21. Mayor, b p. (2018). Air information & response plan, Natural Resources Defense Council. Pune Municipal Corporation [www.ahmedabadcity.gov.in](http://www.ahmedabadcity.gov.in)
  22. Modiri, m. Rafati, Harr. Brandcom, F.(2014). Effects of passive defense requirements on air pollution in Tehran, passive defense and security, third year, number 8, pp. 83-104.
  23. Mohammadi, M. Aliabadi Farahani, M. Hatami Nejad, A. (2018). Green life with green nature, special issue of environment and energy, Deputy of Research and Technology of Jihad University of Markazi Province, No. 1.
  24. Mohan, M . Saini, R . Bhati, Sh.(2016). Air Pollution Control Technologies. UNIDO, <https://www.researchgate.net/publication/281655498>
  25. Motasadi Zarandi, S. Razzaqi, A. (2009). Proposal to review the comprehensive plan to reduce air pollution in Tehran regarding carbon monoxide, environmental science and technology, Year 11, No. 3, pp. 51-60.
  26. Nawabakhsh, M. Rahmani, M. (2009). Pathology of tower construction in physical pollution of urban spaces is a case study of Arian Tower of Hamedan, Environmental Science and Technology, Twelfth Year, No. 1, pp. 163-176.
  27. Nazari, r. Mahdavi Adeli, M. H. Dadgar, Y. (2015). Investigating the factors affecting environmental pollution in Iran during the period 1353-1392, Economic Growth and Development Research, Year 6, No. 21, pp. 47-60.
  28. Ogunbayo, A O.(2016). Retrospective Study of Effects of Air Pollution on Human Health. Bachelor's Thesis, Tampere University of Applied Sciences.
  29. Perera, F .(2017). Pollution from Fossil-Fuel Combustion is the Leading Environmental Threat to Global Pediatric Health and Equity: Solutions Exist.

43. WHO. (2021), Pesticide residues in food - 2019: toxicological evaluations (Extra), Extra Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Gatineau, Canada, 7–17 May 2019.
44. Zamani, L. Javaherian, Z. (2015). Research on the evolution of sustainability indicators in the international system, environmental science and technology, Year 17, No. 4, pp. 183-202.
45. [www.worldometers.info/](http://www.worldometers.info/) (2020).
46. [www.un.org/en/index.htm](http://www.un.org/en/index.htm) (2019).
47. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org) (2019).
48. [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org) (2018).
49. [ourworldindata.org](http://ourworldindata.org)(2017).
50. [airnow.tehran.ir](http://airnow.tehran.ir)(2020).
- conference on air pollution, monitoring, effects and control measures in Iran.
41. Trinh, Thi Thuy . Trinh, Thi Tham . Le, Thi Trinh . Nguyen. The Duc Hanh . Tu Binh Minh. (2018). Temperature inversion and air pollution relationship, and its effects on human health in Hanoi City, Vietnam. Environmental Geochemistry and Health, DOI 10.1007/s10653-018-0190-0.
42. Wagner, W C. (2012). The Role of Industry in Air Pollution. Journal Air Repair, <https://doi.org/10.1080/00966665.1953.10467576>.