

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۳/۲۴  
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۰۷/۱۸

اسفندیار زبردست<sup>۱</sup>، احمد خلیلی<sup>۲</sup>، موسی پژوهان<sup>۳</sup>، ایوب انصاری<sup>۴</sup>

## ارزیابی پایداری کاربری اراضی کلان‌شهر تهران بر اساس تلفیق مدل‌های ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی

### چکیده

در طرح‌های توسعه شهری، کاربری اراضی شهری از مهم‌ترین ابزارهای برنامه‌ریزی در دستیابی به اهداف به شمار می‌آید، و تمامی فعالیت‌ها و عملکردهای شهری و منطقه‌ای، هر کدام به طریقی محتوایی در آن نمایان است. در کنار کاربری اراضی شهری به مفهوم عام، موضوع پایداری کاربری اراضی شهری به مفهوم خاص، مقوله‌ای پراهمیت در پژوهش‌های کنونی شهرسازی جهان است که موفقیت طرح‌های پیشنهادی را به لحاظ تحقق‌پذیری و استقبال عمومی فراهم می‌آورد. مقاله حاضر بر آن است تا موضوع پایداری کاربری اراضی شهری و معیارهای مربوط به آن را در اسناد مطالعات طرح جامع (ساختاری - راهبردی) شهر تهران مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد. روش تحقیق در این مطالعه تبیینی و تحلیلی است و مدل‌های مورد استفاده در آن مدل‌های ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که در طرح جامع تهران، به برخی از معیارهای علی از جمله کاربری‌های مختلط توجه چندانی نشده است؛ و این در حالی است که بر اساس دیدگاه‌های افراد متخصص، این معیارها اهمیت زیادی در پایداری کاربری زمین دارند. از سوی دیگر، به معیارهای معلولی همچون حفظ زمین‌های کشاورزی، توجه بیشتری معطوف گردیده است.

**کلیدواژه‌ها:** ارزیابی، پایداری کاربری زمین، طرح جامع تهران، ANP، Fuzzy DEMATEL گروهی

<sup>۱</sup> استاد دانشکده شهرسازی، دانشگاه تهران، استان تهران، شهر تهران

Email: zebardst@ut.ac.ir

<sup>۲</sup> پژوهشگر دکتری شهرسازی، دانشگاه تهران، استان تهران، شهر تهران (نویسنده مسئول)

Email: ahmadkhalili@ut.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، استان تهران، شهر تهران

Email: musa\_2007nb@yahoo.com

<sup>۴</sup> کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه تهران، استان تهران، شهر تهران

Email: ansarinejad@gmail.com

## مقدمه

از جمله نکات اساسی در موفقیت طرح‌های توسعه شهری، توجه به نظام مطلوب کاربری اراضی شهری به مفهوم عام و در نظر گرفتن چارچوب ثبات نسبی و پایداری مطلوب آن به مفهوم خاص است. این خود بیانگر چالشی است که کلان‌شهر تهران از دیرباز با آن مواجه بوده است. طرح‌های مرتبط نیز، از اولین طرح جامع تهران در سال ۱۳۴۷ گرفته تا طرح جامع تهران ۱۳۸۵، همواره بر آن بوده‌اند تا برای نارسایی‌های موجود در این زمینه، پاسخ درخور یابند. اهمیت توجه به پایداری کاربری اراضی شهری کلان‌شهر تهران به دلایل مختلفی است که از جمله آن می‌توان به استفاده از اراضی و ساختمان‌های درون شهری، توجه به کاربری‌های مختلط و سیاست تشدید کاربری‌ها، ایجاد نظام حمل‌ونقل پایدار و توجه به حفاظت از زمین‌های کشاورزی و مخاطرات طبیعی و نظایر اینها اشاره کرد. بدین ترتیب پرسش اساسی که در این پژوهش مطرح می‌شود، این است که طرح جامع (ساختاری - راهبردی) شهر تهران تا چه حد توانسته است به معیارهای جهانی پایداری کاربری اراضی شهری توجه، و در فرایند مطالعات و خروجی‌های نهایی آنها را اعمال کند. خلأ مربوط به این جنبه از پژوهش در توجه به این نکته است که در کلان‌شهر تهران مطالعات چندانی در زمینه پایداری کاربری اراضی شهری بر اساس آمیزه‌ای از مدل‌های تلفیقی جدید صورت نگرفته است. از سوی دیگر، با توجه به تهیه طرح جامع تهران در سال‌های اخیر هنوز مطالعات وسیعی به منظور بررسی آن انجام نشده است. بر این اساس هدف اصلی مقاله حاضر ارزیابی طرح جامع تهران بر اساس معیارهای پایداری کاربری اراضی شهری و بر اساس تلفیق مدل‌های ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی است. علت استفاده از روش‌های مذکور نیز امتیازات بسیار آنها در قیاس با روش‌های پیشین است، که در بخش‌های آتی به آنها اشاره خواهد شد.

ساختار مقاله حاضر، به منظور رسیدن به اهداف پژوهش بدین صورت است که ابتدا با مروری بر متون معتبر جهانی، مبانی نظری و چارچوب مفاهیم پایه برای استخراج معیارهای مربوط به پایداری کاربری اراضی شهری شکل گرفته است. بر اساس مدل Fuzzy DEMATEL گروهی، روابط علت و معلولی بین معیارها شناسایی شده است. در مرحله بعد با استفاده از مدل ANP و با توجه به قابلیت‌های روش یادشده، معیارهای مربوط به پایداری کاربری اراضی شهری در طرح جامع تهران مورد تدقیق و ارزیابی قرار گرفته‌اند و در نهایت نتایج نهایی تحلیل و ارائه شده‌اند.

## طرح مسئله

در بیشتر طرح‌های توسعه شهری، مانند طرح‌های جامع و تفصیلی شهری، از جمله مسائل مهم و چالش‌برانگیز در عرصه برنامه‌ریزی، تغییرات کاربری اراضی شهری است. در بسیاری از شهرها، شدت این تغییرات به حدی است که بر اساس کثرت‌شان، اساس طرح‌های توسعه شهری به گونه‌های مختلف دستخوش تحولات ساختاری می‌گردند. این در حالی است که با تدقیق در مقوله‌هایی چون «شاخص‌مداری، روش‌مندی و شبکه‌بندی» در تعیین کاربری اراضی در طرح‌های توسعه شهری مختلف، می‌توان از بروز مسائل و مشکلات این حوزه کاست. بر این اساس، در مقاله پیشرو سعی بر آن بوده است تا سه ویژگی مذکور در ارزیابی پایداری کاربری اراضی شهری کلان‌شهر تهران تا حد امکان رعایت گردد.

مراد از «شاخص‌مداری» آن است که تهیه طرح کاربری اراضی شهری به مدد تدوین شاخص‌ها و سنجه‌های ذی‌ربط بر اساس طرح‌های موفق جهانی و نیز بومی‌سازی آنها بر اساس شرایط خاص شهر هدف بررسی، صورت پذیرد. منظور از «روش‌مندی» آن است که فرایند تهیه و

دستیابی به خروجی‌های نهایی در طرح‌های مختلف توسعه شهری به مفهوم عام و طرح‌های کاربری اراضی شهری به مفهوم خاص با استفاده از روش‌های تحلیلی معتبر که روایی نظری آن در نوشتارهای تخصصی شهرسازی، پذیرفته شده باشد صورت پذیرد. مراد از «شبکه‌بندی» نیز آن است که طرح‌های توسعه شهری تا حد امکان و در صورت دسترسی به اطلاعات لازم دارای تقسیمات سطح (منطقه، ناحیه، بلوک و...) باشند، تا هم از یک سو جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مربوط به تفکیک در سطح انتخابی هدف مطالعه محقق گردد و هم اینکه پیشنهادها و راهکارهای تدوین‌شده از حالت کلی و انتزاعی درآیند و به چارچوب ارتقای عملیاتی بدل شوند.

بدین ترتیب، تدوین شاخص‌های پایداری کاربری اراضی شهری صورتی از ویژگی شاخص‌مداری است، و تلفیق مدل‌های موفق در عرصه نوشتارهای تخصصی شهرسازی همچون ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی تعبیری از ویژگی روش‌مندی است. ویژگی شبکه‌بندی نیز، به دلیل چارچوب پژوهشی مطالعه حاضر، که بیشتر به ارزیابی بعد از تهیه طرح می‌پردازد، در نظر گرفته شده است. علاوه بر موضوع تغییرات کاربری اراضی شهری، موضوع زیست‌پذیری و کیفیت زندگی مطلوب شهر نیز رابطه نزدیکی با پایداری کاربری اراضی شهری دارد. در نظر گرفتن سرانه مناسب فضای سبز، به همراه وجود حمل‌ونقل پایدار و کاربری‌های خدماتی مختلط در پهنه زون‌های مسکونی که در واقع معیارهای مشترک کیفیت زندگی شهری و پایداری کاربری اراضی شهری‌اند، نمونه‌ای بر این مدعاست. معیارهای مذکور به همراه چندین معیار دیگر در مطالعه حاضر به منظور تدقیق در پایداری کاربری اراضی کلان‌شهر تهران، با استناد به معتبرترین متون این حوزه برگزیده شده‌اند؛ آن هم با هدف پاسخ به اینکه در طرح جامع (ساختاری - راهبردی) شهر تهران تا چه حد به معیارهای جهانی پایداری کاربری اراضی شهری توجه شده، و این معیارها در فرایند مطالعات و خروجی‌های نهایی اعمال گردیده‌اند.

### مروری بر متون مرتبط، و استخراج معیارهای پایداری کاربری اراضی شهری

مفاهیم توسعه پایدار در جست‌وجوی راه‌حلهایی برای بحران‌های جاری در زمینه مسائل زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی در سطوح محلی و جهانی‌اند (Wallner, 1999, 50). هدف توسعه پایدار، ایجاد یا شکل‌دهی، نوعی رفتار اجتماعی - اقتصادی در برابر طبیعت، به شیوه‌ای است که حیات سیستم‌های محیطی و طبیعی برای نسل‌های آینده حفاظت گردد. همچنین توسعه پایدار در پی دستیابی به نوعی عدالت اجتماعی با توجه به توزیع منابع طبیعی است. به هر حال به نظر می‌رسد که توافقی کلی بر پایداری وجود دارد که مشتمل است بر جنبه‌های اقتصادی - اجتماعی و همچنین زیست‌محیطی، با هدف مبادله بادوام و پایدار بین سیستم‌های موجود در جنبه‌های مذکور (Enemark, 2001, 380). بدین ترتیب اگر توسعه پایدار شهری در کارآمدی اقتصادی، عدالت اجتماعی، حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی خلاصه شد، از جمله شرایط مهم تحقق آن بهره‌برداری بهینه از زمین‌های شهری است. در این میان ارتباط تنگاتنگی میان کاربری زمین به عنوان محور اصلی برنامه‌ریزی شهری و توسعه پایدار شهری وجود دارد. در واقع کاربری زمین در هسته مفاهیم پایداری، پیوندهنده میان خواسته‌های برنامه‌ریزی و مفهوم پایداری است (Beinat & Nijkamp, 1997, 3; Stallworthy, 2002, 175).

با توجه به مطالب مذکور، در مطالعه حاضر بر اساس اهمیت موضوع و برحسب ارزیابی پایداری کاربری اراضی، دو مرحله اساسی عبارت‌اند از ارزیابی و استخراج معیارهای مربوط به موضوع، و به‌کارگیری روش ارزیابی قوی، که در واقع متدولوژی یا روش‌شناسی مطالعه

را تشکیل می‌دهد. در این قسمت سعی بر آن است تا معیارهای مرتبط، از متون معتبر جهانی استخراج گردند.

### استفاده از اراضی درون شهری

گسترش افقی شهر که از حدود نیم قرن پیش ابتدا با رواج حومه‌نشینی در کشورهای توسعه‌یافته و بعد از آن به علت افزایش مهاجرت‌های روستا - شهری در کشورهای در حال توسعه به وجود آمد، نتایج و پیامدهای بسیاری را به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین نتایج این نوع توسعه ناموزون که اصولاً در اراضی آماده‌سازی‌نشده شهرها اتفاق می‌افتد، افزایش زمین‌های بایر و یا استفاده نادرست از زمین‌های درون شهر است (Zhang, 2000, 123). در شهر مورد مطالعه (کلان‌شهر تهران) نیز بررسی‌های مربوط به وزارت مسکن و شهرسازی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۱ نزدیک به ۳۰۰۰ هکتار از اراضی داخل محدوده شهر بایر و بی‌استفاده مانده‌اند (وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۱، ۱۹). آمارهای مربوط به شهر تهران حاکی از آن‌اند که نرخ مصرف زمین در این شهر بسیار بالاست؛ و این خود باعث شده است که مساحت و وسعت این شهر، فوق‌العاده رشد کند، و از جمله در فاصله سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۷۵ مساحت این شهر ۱۰۹ برابر گردیده، در حالی که در همین دوره جمعیت آن ۳۳ برابر شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۷۷). پیشی گرفتن رشد مساحت بر رشد جمعیت، سبب شده است تا پدیده پراکنده‌رویی شهری و توسعه افقی بی‌رویه و به دنبال آن کاهش تراکم در شهر رخ نماید. بررسی تراکم جمعیتی شهر در دوره‌های مختلف حاکی از روند نزولی شدید تراکم در کلان‌شهر تهران است، به طوری که تراکم آن در سال ۱۳۰۰ ه.ش، ۲۹۱/۶ نفر در هکتار بوده است. که این میزان در دوره‌های بعدی کاهش یافته و در سال ۱۳۷۵ به ۹۱ نفر در هکتار رسیده است. جدول ۱ جزئیات روند تغییرات تراکم را در دوره‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱. میزان جمعیت و مساحت و تراکم جمعیتی در شهر تهران در دوره‌های مختلف

سال	۱۳۰۰	۱۳۲۰	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵
جمعیت	۲۱۰۰۰۰	۶۹۶۰۰۰	۱۰۱۲۰۸۲	۲۷۱۹۷۳۰	۴۵۳۰۲۲۳	۶۰۴۲۰۸۴	۶۷۵۸۸۴۵
مساحت (هکتار)	۷۲۰	۴۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۹۰۰۰	۳۲۰۰۰	۶۲۰۰۰	۷۳۹۵۰
تراکم (نفر در هکتار)	۲۹۱/۶	۱۵۴	۱۵۱	۱۴۳	۱۴۱	۹۷/۴	۹۱

منبع: مرکز آمار ایران، ۱۳۷۷

### حفظ زمین‌های کشاورزی

بسیاری از نظریه‌پردازان توسعه پایدار شهری بر استفاده بهینه از فضاهای شهری و جلوگیری از هدر دادن آنها تأکید می‌ورزند. به عنوان مثال، در سیاست‌های اجرایی کنفرانس بین‌المللی توسعه و محیط زیست که در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برگزار شد، تأکید گردیده است که پایداری تنها از طریق هدایت توسعه به گسترده‌های موجود شهری امکان‌پذیر است، و نه با گسترش شهر به سوی پیرامون و زمین‌های زراعی بلکه تنها از طریق افزایش تراکم می‌توان بدان دست یافت. این

به معنای تشویق فرایند شدت استفاده از زمین برای مقاصد گوناگون است (عزیزی، ۱۳۸۳، ۱۰۵). شواهد حاکی از آن‌اند که در کلان‌شهر تهران که در دهه‌های اخیر با رشد و گسترش افقی سریعی مواجه بوده است، زمین‌های کشاورزی و باغ‌های بسیاری نابود شده و ساخت‌وسازهای شهری در آنها صورت گرفته است. طی بررسی‌های به عمل آمده در دوره‌های ۲۲ ساله - از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۹ - با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نتایج نشان داده شده در جدول ۲ ارائه گردیده‌اند.

جدول ۲. محاسبات مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای و تغییر کاربری‌ها

سال	نام کاربری	مساحت (متر مربع)	درصد	میزان تغییرات (متر مربع)	درصد تغییرات
۱۳۵۷	شهری	۲۹۰۱۰۴۸۲۱	۱۳/۵۹	-	-
	کشاورزی	۳۸۹۵۲۰۹۱۲	۱۸/۲۴	-	-
	بایر	۱۴۵۴۹۳۹۳۸۱	۶۸/۱	-	-
۱۳۷۹	شهری	۷۲۱۹۱۵۴۵۴	۳۳/۸۲	+۴۳۱۷۶۰۶۲۳	+۲۰/۳۳
	کشاورزی	۱۹۵۵۲۸۰۵۵	۹/۱۶	-۱۹۳۹۹۲۸۵۷	-۹/۰۸
	بایر	۱۲۱۶۸۲۴۱۰۳	۵۷	-۲۳۸۱۱۵۳۷۸	-۱۱/۱

منبع: مرکز GIS شهر تهران، ۱۳۸۹

بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در محدوده کلان‌شهر تهران حدود ۱۹۴ میلیون متر مربع یا ۱۹۴۰۰ هکتار زمین طی دوره (۱۳۵۷-۱۳۷۹) نابود شده، که علت اصلی آن رشد فیزیکی بی‌رویه شهر در اراضی کشاورزی و زمین‌های اطراف آن بوده است. در فاصله سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ نیز بسیاری از اراضی کشاورزی دیگر بر اساس پدیده‌هایی چون پراکنده‌رویی شهری و گسترش افقی شهر، تبدیل به اراضی شهری شده‌اند. چنانچه این روند ادامه یابد، در سال‌های آتی همین مقدار باقی‌مانده از اراضی کشاورزی نیز با ساخت‌وسازهای شهری از بین خواهند رفت. با توجه به واقعیات موجود در مورد زمین‌های کشاورزی در شهر تهران، وجود راهبردهای مؤثر در حفظ اراضی و استفاده بهینه از آنها در طرح‌های توسعه شهری از جمله طرح جامع شهر تهران بیش از پیش ضروری است.

### کاربری‌های مختلط<sup>۱</sup>

کاربری‌های مختلط هم‌سو با اهداف توسعه پایدار عمل می‌کنند، که از جمله از طریق کاهش نیاز به سفر به‌ویژه با خودروی شخصی و تشویق به سفرهای پیاده و همچنین سهولت دسترسی‌هاست. کاربری‌های مختلط در عین حال می‌توانند حامی تجارت و حمل‌ونقل جمعیت زیاد نیز باشند. این ویژگی در پایداری کاربری زمین در شهرها به‌ویژه شهر تهران با توجه به جمعیت میلیونی آن، بی‌چون و چراست. به اعتقاد محققان کاربری‌های مختلط می‌توانند سفرهای پایدار را از طریق کاهش نیاز به سفر با خودرو، ارتقا دهند (مثنوی، ۱۳۸۴، ۲۹).

### حمل‌ونقل پایدار

دیدگاه‌ها و تفسیرهای متفاوتی از پایداری حمل‌ونقل شهری وجود دارد، اما از دیدگاهی کلی، در حمل‌ونقل پایدار ضمن اینکه ارتباط مناسبی بین تقاضاها با زیرساخت‌ها و امکانات وجود دارد، کوشش بر کاهش استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر است. همواره ارتباط نزدیکی بین رشد

اقتصادی و افزایش تقاضا برای حمل کالاها و مسافران وجود داشته است. در این فرایند، می‌بایست برای فعالیت‌های حمل‌ونقلی در جست‌وجوی راه‌هایی بود که از تراکم بیش از حد حمل‌ونقل جلوگیری گردد، در عین حال که کفایت و کارایی آن در روند توسعه اقتصادی حفظ می‌شود (Shore, 2006, 37). حمل‌ونقل پایدار شهری در درازمدت می‌تواند نقش مؤثری در موفقیت کاربری اراضی بر اساس تسهیل دسترسی‌ها به عملکردها و فعالیت‌های شهری ایفا کند (Zhang et al., 2010). در واقع می‌توان گفت که موفقیت در کاربری اراضی پایدار و توفیق در حمل‌ونقل شهری، همواره لازم و ملزوم یکدیگرند (Thin et al., 2002).

### تشدید کاربری‌ها

بسیاری از برنامه‌ریزان معتقدند که تشدید کاربری‌ها تأثیر مثبتی بر کیفیت زندگی می‌نهد. ساکنان حومه‌های شهری به انواع مختلف تسهیلات جدید دسترسی دارند و از تمرکز انبوه خدمات بهره می‌برند؛ و ساکنان مرکز شهرها نیز از افزایش تسهیلات و مراکز خرید در نزدیکی محل زندگی خود بهره‌مند می‌گردند. به علاوه، سیاست تشدید کاربری‌ها با استدلال اقتصادی نیز همراه است. در انگلستان این عقیده وجود دارد که تشدید کاربری‌ها به قدرتمند شدن مناطق شهری برای جذب سرمایه‌ها و ساکنان جدید، و در نتیجه احیا و بازساخت شهری منجر می‌شود (Dixon, 2009, 546-552). هدف از سیاست تشدید کاربری‌ها - و شکل‌گیری شهری که آن را در اصطلاح شهر متراکم می‌نامند - دستیابی به شهر پایدار است. بر طبق این نظریه، با فشرده‌سازی شهرها و افزایش تراکم همراه با اعمال کاربری مختلط می‌توان شهرها را به سمت توسعه پایدار هدایت کرد (مثنوی، ۱۳۸۴، ۲۷). در واقع اهداف عمده سیاست تشدید کاربری‌ها، استفاده از زمین به روش‌های پایدارتر همچون حفظ و حمایت از حومه و زمین‌های باارزش روستایی، توسعه مناطق سبز و تمرکز در مناطق شهری و به‌ویژه توسعه زمین‌های خالی و متروک و آلوده است (ویلیامز، ۱۳۸۳، ۵۶). در تحقیقی که کتی ویلیامز دربارهٔ سه منطقه هارو و بروملی و کمندن در شهر لندن انجام داده است، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در این هر سه ناحیه سیاست تشدید کاربری‌ها در بهبود شرایط اقتصادی و نیز پویا شدن محله‌ها تأثیر تقریباً مثبتی داشته است.

### بازیابی ساختمان‌های شهری

نوسازی شهری شامل احیا و بازتوسعه فیزیکی و اجتماعی کالبد قدیمی شهرهاست می‌تواند در قالب طرح‌های نوسازی و بهسازی و با هدف استفاده بهینه از زمین‌های درون‌شهری با اهداف ساخت و تأمین مسکن به اجرا درآید (Ng, 1998, 414). بازسازی شهری هم‌سو با توسعه پایدار، و دارای کارایی اقتصادی از جنبه کاهش هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه زمین، و برابری اجتماعی از لحاظ برآورده ساختن تمامی نیازهای ساکنان، و سرانجام کاهش فقر و حفاظت محیطی از طریق حمایت از منابع در سطح محلی تا جهانی است (Symes & Grant, 2004, 38). سطوح بالای جمعیتی در شهرها، بازسازی شهری و کفایت آن را بسیار دشوار می‌سازد. در رویکردهای جدید تأکید فراوانی بر توسعه زمین و افزایش کارایی آن، همچون بهبود طراحی ساختمان‌ها و تراکم‌های بالا، شده است (Stallworthy, 2002, 164).

### کاهش مخاطره‌های محیطی

طرح کاربری زمین از بُعد پایداری، با مخاطرات محیطی و شناسایی زمین‌های در معرض خطرهای

طبیعی و اعمال محدودیت‌های توسعه در این زمین‌ها همراه است. این محدودیت‌های توسعه همچنین از طریق مقررات منطقه‌بندی که فشار و تراکم توسعه را در نواحی خطرناک محدود می‌کند، مشتمل‌اند بر تشخیص نواحی خطرناک با ارزش‌های محیطی یا فضای باز، مقررات تفکیک اراضی شهری، مکان‌یابی مجدد و تغییر مکان‌های توسعه در معرض خطر و تعیین استانداردهای طراحی زیرساخت‌ها (Asgari, 1994, 30). در نواحی و شهرهایی که احتمال بروز سوانح طبیعی به ویژه زلزله در آنها زیاد است، تخصیص زمین برای کاربری پناهگاه‌ها و حفاظتگاه‌ها بایستی بر طبق مقررات و تدابیر مناسب انجام گیرد. بدین منظور تهیه راهنمای کاربری زمین با مشارکت برنامه‌ریزان، توسعه‌دهندگان دولتی و خصوصی، مهندسان ساختمان و معماران و نیز قانون‌گذاران ضروری است (Garcia et al., 2006, 435).

### کاداستر و روزآمدسازی تغییرات کاربری زمین شهری

کاداستر به عنوان سیستم اطلاعات زمین بر مبنای قطعات زمین شناخته می‌شود که شامل ثبت کردن مواردی چون حقوق مالکیت و محدودیت‌ها و مسئولیت‌هاست. این سیستم به طور معمول دربرگیرنده ابعاد هندسی دقیق قطعات زمین با توجه به گرایش‌های کاربردی آن، حق مالکیت و نظارت بر این حق و نیز ارزش قطعات زمین و ارتقای آنهاست. سیستم کاداستر برای اهداف مالیاتی (ارزش‌یابی و مالیات‌بندی)، اهداف قانونی (انتقال سند)، کمک به مدیریت و برنامه‌ریزی کاربری زمین و در نهایت بهبود محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار تشکیل می‌گردد (Enemarik, 2001, 382). همچنین بایستی با استقرار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تمامی تغییرات کاربری زمین شهری روزآمد و به‌نگام گردند تا مدیران از این تغییرات آگاهی یابند و سیاست‌ها و اقدامات لازم را برای هدایت آنها در پیش گیرند (Enemarik, 2001, 385). به طور کلی ارتباطی قوی و محکم بین اداره زمین و توسعه پایدار وجود دارد. علاوه بر معیارهای مذکور، سنجه‌هایی چون درصد کاربری فضای سبز، درصد زمین‌های متعلق به معابر شهری، تراکم جمعیتی و میزان کاربری خرده‌فروشی، دیگر معیارهای پایداری کاربری اراضی شهری به شمار می‌آیند. حال با توجه به شرایط خاص کلان‌شهر تهران و ماهیت ذهنی پژوهش حاضر، معیارهایی که برای اهداف این بررسی انتخاب شده، در جدول ۳ درج گردیده است.

جدول ۳. معیارهای پایداری کاربری اراضی شهری منتخب

ردیف	معیار	متون مورد استفاده
۱	• استفاده از اراضی درون شهری	Irwin and Bockstael (2004), Zhang (2010), L.J. Pearson (2010).
۲	• حفظ زمین‌های کشاورزی	Li et al. (2009), Shen et al. (2009), Landry (2010).
۳	• توجه به کاربری‌های مختلط	Shen et al. (2009), Li et al. (2009), X.L. Zhang et al. (2010).
۴	• حمل‌ونقل پایدار	N.X. Thinh et al. (2002), Shore (2006), X.L. Zhang et al. (2010).
۵	• سیاست تشدید کاربری‌ها	Ne.X. Thinh et al. (2002), X.L. Zhang et al. (2010), L.J. Pearson (2010).
۶	• بازیابی ساختمان‌های درون شهری	Stallworthy (2002), N.X. Thinh et al. (2002), Syms and Grant (2004).
۷	• کاهش مخاطرات محیطی	Asgari (1994), Irwin and Bockstael (2004), Garcia et al. (2006).
۸	• کاداستر و روزآمد (به‌نگام) سازی کاربری اراضی	Enemarik (2001), I. Bicik (2001), Lowicki (2008).

## روش‌شناسی تحقیق

این مطالعه به روش تبیینی و تحلیلی انجام شده، و روش‌شناسی به‌کاررفته در آن مدل‌های ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی است. در مقاله حاضر سعی بر آن است که ابتدا معیارهای پایداری کاربری زمین منتخب که درباره آنها در سطح جهانی توافق کلی وجود دارد، معرفی شود و نقش آنها در برنامه‌ریزی کاربری زمین پایدار با تأکید بر شهر تهران تبیین گردد. در مرحله بعد با تنظیم پرسشنامه‌ای از متخصصان، خواسته شده تا این معیارها را در دو سطح مورد ارزیابی قرار دهند: نخست از لحاظ اهمیت هر معیار با توجه به شرایط شهر تهران (وزن هر معیار)، و دیگری میزان در نظرگیری هر معیار در سیاست‌ها و راهبردهای کلی طرح جامع تهران<sup>۲</sup>. تعداد این پرسشنامه‌ها ۱۵ بود که بین متخصصان دانشگاهی و حرفه‌ای توزیع گردید؛ و سرانجام ۱۱ پرسشنامه از آن میان «نهایی» گردیدند و در این تحقیق از آنها استفاده شد. سپس با توجه به وجود ارتباطات درونی بین معیارها، از کارشناسان خواسته شد تا تأثیر هر معیار را بر معیارهای دیگر مورد ارزیابی قرار دهند. برای بررسی و تحلیل نتایج پرسشنامه روش‌های Fuzzy DEMATEL گروهی و (Analytical Network Process) ANP به کار رفته‌اند، بر اساس آنها وزن هر معیار، میزان توجه به آن در سیاست‌ها و راهبردهای طرح و نیز میزان روابط درونی و تأثیر آن بر دیگر معیارها ارزیابی گردیده است.

## تجزیه و تحلیل

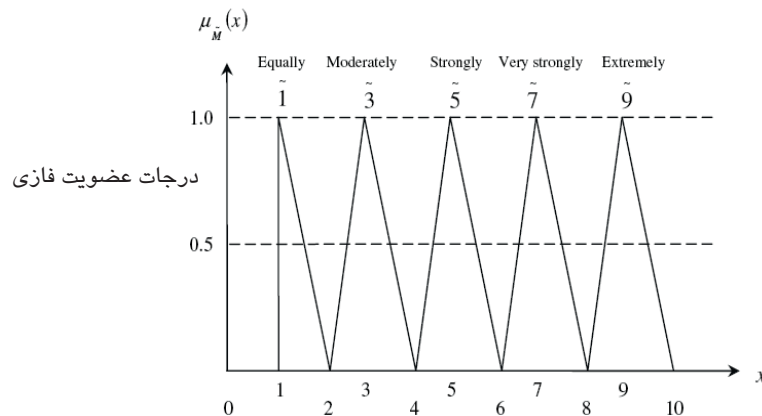
در این بخش به تحلیل یافته‌های گردآوری شده با پرسشنامه، با استفاده از روش‌های Fuzzy DE- MATEL گروهی و ANP پرداخته می‌شود. ابتدا کارشناسان به ارزیابی ارتباطات درونی معیارها و میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر کدام از آنها پرداختند. سپس با توجه به وزن هر معیار و میزان در نظر گرفتن آن در سیاست‌ها و راهبردهای طرح جامع تهران با توجه به نظر کارشناسان، اهمیت هر معیار به طور مستقل محاسبه گردید. از ترکیب دو نتیجه ذکرشده به کمک روش ANP، طرح مورد نظر ارزیابی می‌گردد، و سیاست‌ها و راهبردهای طرح جامع تهران نیز از منظر معیارهای معرفی شده با توجه به اهمیتی که هر یک از معیارها دارند، و میزان در نظر گرفته شدن آنها در طرح و دیده شدن روابط درونی بین آنها، مورد مطالعه و ارزیابی قرار می‌گیرند. مزیت روش به کار گرفته شده، توجه به هر سه نوع سنجش برای معیارهاست. در ادامه، مراحل مختلف تحلیل با استفاده از روش‌های یادشده معرفی می‌گردد.

## معرفی روش Fuzzy DEMATEL گروهی

پرفسور لطفی عسکرزاده (Zadeh, 1965) تئوری مجموعه فازی را درباره عدم قطعیت ناشی از ابهام در مسائل واقعی مطرح کرد. مهم‌ترین قابلیت مجموعه فازی، توانایی آن در نشان دادن داده‌های مبهم و نامشخص است. ویژگی این مجموعه، تابع عضویت است، و در آن درجه عضویتی بین صفر و یک به هر عضو تعلق می‌گیرد (KE-JUN et al., 2003). کاراکتر «-» برای نشان دادن مجموعه‌های فازی بر روی علائم قرار می‌گیرد. در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی برای دریافت دیدگاه‌های افراد مختلف استفاده شده است. عدد فازی مثلثی  $\tilde{M}$  که در شکل ۱ به چشم می‌خورد، در قالب  $l, m, r$  بیان می‌شود. به عنوان مثال، در شکل ۱ نمونه‌ای از درجات عضویت فازی به کار رفته در این مقاله آورده شده است. در پژوهش حاضر برای تدقیق درجات عضویت فازی از الگوی<sup>۳</sup> CFCS که تزنگ و آپریکیویچ (Tzeng et al., 2007) آن را برای نخستین بار ارائه کردند، بهره



گرفته شده و در واقع برای رسیدن به مقادیر قطعی غیرفازی به کار رفته است. دلیل استفاده از اعداد فازی مثلثی، سادگی و دقت آنها در تبیین دیدگاه‌های افراد، و نیز سادگی انجام محاسبات غیرفازی‌سازی است.



شکل ۱. عدد فازی مثلثی

بر اساس این مقادیر و به منظور دقت بالا و غیر قطعی بودن ماتریس مقادیر زبانی و ارجحیت‌ها در فازی مثلثی بر اساس سه دامنه بالا، دامنه متوسط و دامنه پایین تمامی ماتریس‌های مقادیر به مانند شکل ۲ تشکیل گردید و در فرایند مطالعات بسط داده شده‌اند.

$$\tilde{A} \approx \begin{pmatrix} (1, 1, 1) & (a_{11}^l, a_{11}^m, a_{11}^u) & \dots & (a_{1n}^l, a_{1n}^m, a_{1n}^u) \\ \left(\frac{1}{a_{11}^u}, \frac{1}{a_{11}^m}, \frac{1}{a_{11}^l}\right) & (1, 1, 1) & \dots & (a_{2n}^l, a_{2n}^m, a_{2n}^u) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{1}{a_{1n}^u}, \frac{1}{a_{1n}^m}, \frac{1}{a_{1n}^l}\right) & \left(\frac{1}{a_{2n}^u}, \frac{1}{a_{2n}^m}, \frac{1}{a_{2n}^l}\right) & \dots & (1, 1, 1) \end{pmatrix}$$

شکل ۲. ماتریس مقادیر فازی مثلثی

روش DEMATEL در فاصله سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶، توسط مؤسسه Battle Memorial در جنوا معرفی شد (Gabus & Fontela, 1972). این روش روابط علی - معلولی بین شاخص‌ها را در مقوله‌های تصمیم‌گیری، به مدل ساختاری ملموس تبدیل می‌کند (Tzeng et al., 2007). DEMATEL در ژاپن شهرت زیادی دارد و از جمله کاربردهای آن تهیه و تجزیه و تحلیل مدل‌هایی است که روابط علی - معلولی بین عوامل را در مسائل پیچیده با عوامل متعدد دربر می‌گیرند (Wu, 2008). نتیجه نهایی روش DEMATEL، تقسیم عوامل مورد بررسی به دو گروه علت و معلول است. دلایل استفاده از روش DEMATEL در این پژوهش عبارت‌اند از:

۱. به دست آوردن روابط علی و معلولی بین معیارها؛ و
۲. به دست آوردن برآوردی از وزن درونی بین معیارها برای رتبه‌بندی نهایی آنها به کمک روش ANP.

در این تحقیق از شکل فازی و گروهی روش DEMATEL استفاده می‌شود؛ یعنی از دیدگاه افراد

گونگون (۱۱ فرد متخصص در این مقاله) در قالب مقادیر فازی. به منظور بررسی چگونگی تأثیرات متقابل معیارها برای تقسیم این عوامل به عوامل علی و معلولی استفاده شده است. استفاده از مقادیر فازی، انجام عملیات و محاسبات غیرفازی مرتبط را الزامی می‌سازد (در ادامه در این باره بیشتر توضیح داده خواهد شد) (Lin & Wu, 2008).

### تهیه ماتریس روابط مستقیم فازی

برای بررسی روابط درونی بین معیارهای مورد نظر از افراد صاحب نظر و متخصص درخواست می‌شود تا در گام نخست به مقایسه‌های زوجی بین معیارها از نظر میزان تأثیر آنها بر یکدیگر بپردازند. برای رفع مشکل ابهامات موجود در ارزیابی‌های انجام شده افراد مختلف، همان‌گونه که ذکر شد، از مقیاس‌های زبانی فازی برای بیان میزان تأثیرات معیارها بر هم استفاده می‌شود. مقادیر مقیاس‌های زبانی به کار رفته برای بیان شدت تأثیرات و اعداد مثبت فازی متناظر با آنها که در این مقاله از آنها استفاده شده، در جدول ۴ درج گردیده‌اند.

جدول ۴. متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر

اعداد فازی مثلثی	مقادیر مقیاس‌های زبانی
(0.75,1.0,1.0)	تأثیر بسیار بالا
(0.5,0.75,1)	تأثیر بالا
(0.25,0.5,0.75)	تأثیر پایین
(0,0.25,0.5)	تأثیر بسیار پایین
(0,0,0.25)	بدون تأثیر

منبع: Wu & Lee, 2007

نمونه‌ای از جداول تأثیرات معیارها بر یکدیگر - یا قدم نخست در روش DEMATEL - در جدول ۵ نشان داده شده است. به همین ترتیب، دیدگاه‌های دیگر افراد نیز جمع‌آوری می‌شود. به منظور ساده‌تر شدن، برای هر معیار کدی در نظر گرفته می‌شود. همچنین فرض شده است که معیارها بر خود تأثیر ندارند.

جدول ۵. تأثیرات معیارها بر یکدیگر بر اساس دیدگاه یکی از افراد متخصص

کد	معیار	استفاده از اراضی درون شهری	حفظ زمین‌های کشاورزی	کاربری‌های مختلط	حمل‌ونقل پایدار	تشدید کاربری‌ها	بازایی ساختمان‌های شهری	اداره زمین از طریق سیستم کاداستر	کاهش مخاطرات محیطی
C1	استفاده از اراضی درون شهری	NO	H	H	L	H	H	H	H
C2	حفظ زمین‌های کشاورزی	H	NO	L	L	L	L	L	L
C3	کاربری‌های مختلط	H	VH	NO	L	H	H	H	L
C4	حمل‌ونقل پایدار	H	VH	VH	NO	VH	VH	H	VH
C5	سیاست تشدید کاربری‌ها	NO	VH	H	H	NO	L	NO	L
C6	بازایی ساختمان‌های شهری	VH	VH	NO	L	L	NO	H	H
C7	اداره زمین از طریق سیستم کاداستر	L	H	L	L	NO	H	NO	H
C8	کاهش مخاطرات محیطی	L	L	NO	H	NO	NO	NO	NO

پس از آگاهی از دیدگاه‌های افراد مختلف در خصوص تأثیرات معیارهای تحقیق بر هم، از روش CFCS<sup>۴</sup> که تزنگ و آپریکوچ (Tzeng et al., 2007) آن را نخستین بار ابداع و معرفی کردند، برای غیرفازی‌سازی دیدگاه هر فرد به صورت مستقل استفاده می‌شود؛ که خود شامل پنج مرحله است. مراحل روش CFCS به پرهیز از طولانی شدن مطلب ذکر نمی‌گردند. پس از غیرفازی‌سازی دیدگاه‌های افراد خبره، این دیدگاه‌ها با هم به روش میانگین‌گیری حسابی ترکیب شده و ماتریس Z که به نوعی ورودی اولیه روش DEMATEL است، به دست می‌آید. سپس از رابطه (۱) ماتریس X یا ماتریس روابط مستقیم نتیجه می‌گردد، که در جدول ۶ نیز نشان داده شده است (Ying et al., 2006).

رابطه (۱)

$$X = s.Z,$$

$$s = \min\{1/\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}, 1/\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n z_{ij}\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

جدول ۶. ماتریس روابط مستقیم از ترکیب دیدگاه‌های افراد مختلف

X								
0.01	0.17	0.15	0.13	0.13	0.15	0.05	0.10	
0.16	0.01	0.12	0.17	0.08	0.06	0.03	0.02	
0.16	0.18	0.01	0.18	0.18	0.15	0.03	0.11	
0.15	0.19	0.18	0.01	0.19	0.08	0.03	0.06	
0.13	0.19	0.15	0.18	0.01	0.12	0.01	0.05	
0.19	0.17	0.08	0.10	0.06	0.01	0.03	0.16	
0.13	0.15	0.08	0.10	0.06	0.15	0.01	0.17	
0.06	0.10	0.03	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	

در گام نهایی ماتریس روابط کلی T یا نتیجه نهایی DEMATEL با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود، در رابطه مذکور، I یک ماتریسی همبندی یا واحد است (ماتریسی که درایه‌های قطر اصلی آن ۱ و بقیه درایه‌های آن صفر است) (Tzeng et al., 2007):

$$T = X(1-X)^{-1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

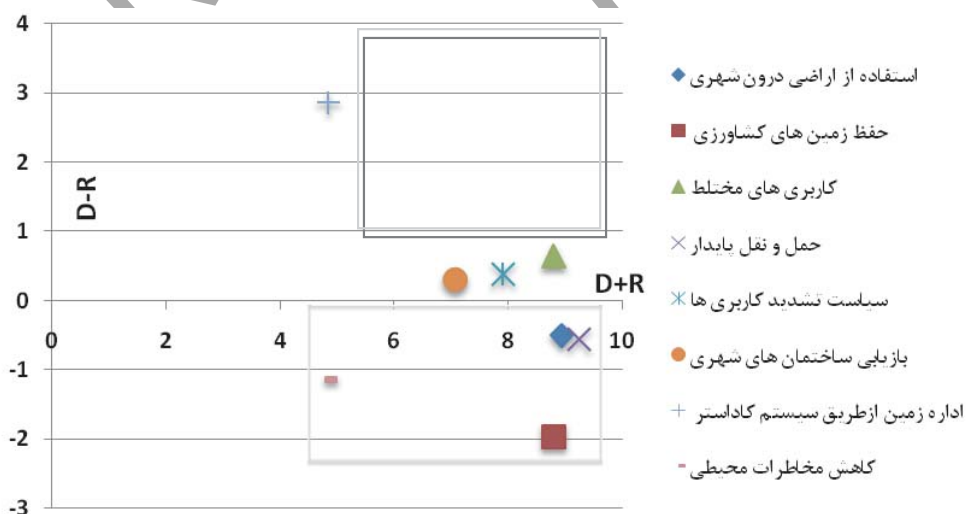
از ماتریس T، هم برای ترسیم نمودار علی به کمک رسم نقاطی با مختصات (D+R, D-R) برای هر معیار در دستگاه مختصات دکارتی استفاده می‌شود، و هم برای رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها به عنوان وزن درونی بین معیارها در ANP (در این باره، در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد).

جدول ۷. ماتریس روابط کلی

ماتریس T									D		D+R	D-R
	0.55	0.76	0.60	0.68	0.55	0.51	0.16	0.42	<b>4.22</b>	استفاده از اراضی درون شهری	8.95	-0.51
0.58	0.51	0.50	0.60	0.43	0.38	0.13	0.29	<b>3.42</b>	حفظ زمین های کشاورزی	8.81	-1.97	
0.74	0.84	0.53	0.78	0.65	0.56	0.16	0.47	<b>4.73</b>	کاربری های مختلط	8.81	0.64	
0.69	0.80	0.64	0.59	0.62	0.48	0.15	0.39	<b>4.35</b>	حمل و نقل پایدار	9.25	-0.55	
0.65	0.77	0.60	0.71	0.44	0.49	0.12	0.37	<b>4.15</b>	سیاست تشدید کاربری ها	7.91	0.39	
0.63	0.68	0.48	0.58	0.43	0.33	0.13	0.43	<b>3.69</b>	بازیابی ساختمان های شهری	7.08	0.29	
0.60	0.68	0.49	0.60	0.44	0.47	0.11	0.46	<b>3.85</b>	اداره زمین از طریق سیستم کاداستر	4.86	2.85	
0.29	0.35	0.24	0.37	0.20	0.17	0.06	0.14	<b>1.83</b>	کاهش مخاطره های محیطی	4.80	-1.14	
R	<b>4.73</b>	<b>5.39</b>	<b>4.08</b>	<b>4.90</b>	<b>3.76</b>	<b>3.39</b>	<b>1.00</b>	<b>2.97</b>				

### تهیه نمودار علی از ماتریس T

مجموع عناصر سطرها و ستون های ماتریس T یا نتیجه نهایی DEMATEL، برای هر معیار به ترتیب و به صورت بردارهای  $Dn \times 1$  و  $R1 \times n$  نام گذاری می شوند (n تعداد معیارهای مسئله است). برای تهیه نمودار علی و معلولی بین معیارها، مقدار محور افقی نمودار (که «محور اهمیت» نامیده می شود و درجه اهمیتی را نمایان می سازد که آن معیار به لحاظ تعامل با سیستم به معنای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری از دیگر معیارها دارد) نشان دهنده جمع بردارهای R و D،  $(D+R)$  است. محور عمودی نمودار (که «محور وابستگی» نامیده می شود)، مقادیر  $D-R$  را برای هر معیار نشان می دهد. مقادیر  $D+R$  و  $D-R$  برای هر معیار، جداگانه محاسبه می شود. هنگامی که  $D-R$  برای معیاری مثبت باشد، آن معیار متعلق به گروه علت است و در غیر این صورت، به گروه معلول تعلق دارد.



شکل ۳. نمودار علی و معلولی بین معیارها بر اساس روش DEMATEL

همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود، معیارها به ۴ دسته تقسیم می‌گردند. دسته نخست معیارهایی چون کاربری‌های مختلط، تشدید کاربری‌ها، و بازیابی ساختمان‌های شهری‌اند که بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را در تعامل با دیگر معیارها در خود دارند. قرارگیری این دسته در بالای محور علی بدین معناست که اینها تأثیر کلی بیشتری بر دیگر معیارها می‌گذارند. علی‌ترین معیار در این میان سیستم کاداستر است که در بالاترین مکان نمودار جای دارد و نشان‌دهنده بیشترین تأثیرگذاری - و در عین حال کمترین تأثیرپذیری - است.

دسته دوم، معیارهای استفاده از اراضی درون شهری، حفظ زمین‌های کشاورزی، حمل‌ونقل پایدار و کاهش مخاطره‌های محیطی‌اند که تأثیرپذیری آنها در مقایسه با تأثیرگذاری‌شان کمتر است و موقعیت قرارگیری‌شان در زیر محور معلولی است. معلولی‌ترین معیار نیز حفظ زمین‌های کشاورزی است که در پایین‌ترین مکان نمودار قرار گرفته است و نشان از بیشترین تأثیرپذیری - و در عین حال کمترین تأثیرگذاری - دارد. بعد از مشخص شدن روابط علت و معلولی در بین معیارهای هدف تحقیق، در مرحله بعد با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) به ارزیابی طرح جامع تهران بر اساس معیارهای منتخب پرداخته می‌شود.

### روش ANP

در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (روش AHP) که ساعتی<sup>۹</sup> (Saaty, 1980) آن را در سال ۱۹۸۰ معرفی کرد، فرض بر این است که سطوح بالاتر نسبت به سطوح پایین‌تر و معیارها و شاخص‌های دیگر نسبت به هم دارای استقلال هستند. در مواردی که ساختار مسئله سلسله‌مراتبی نیست (مانند آنچه که در این تحقیق مشاهده می‌شود) و بین معیارها روابط داخلی به چشم می‌خورد، ساعتی روش ANP را به عنوان بسطی از AHP ارائه کرد (Saaty, 1996). به پرهیز از تفصیل موضوع، از ذکر مراحل انجام محاسبات به کمک روش ANP پرهیز می‌شود. برای انجام محاسبات در ANP در این تحقیق، مستقلاً به وزن هر معیار نیاز است، و همچنین وزن درونی بین معیارها، که در ماتریسی به نام سوپر ماتریس<sup>۱۰</sup> قرار می‌گیرد. در ادامه ابتدا به محاسبه وزن مستقل هر معیار پرداخته می‌شود، و سپس ترکیب نتایج DEMATEL در سوپر ماتریس نهایی ANP به عنوان تخمینی از روابط درونی بین معیارها به کار می‌رود (Wu, 2008). در فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، هر موضوع و مسئله‌ای به مثابه شبکه‌ای از معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند در نظر گرفته می‌شود. تمامی عناصر موجود در شبکه می‌توانند به هر شکل با یکدیگر مرتبط باشند. به عبارت دیگر، در شبکه‌ها، بازخورد و ارتباط متقابل بین خوشه‌ها و میان هر یک از آنها امکان‌پذیر است. بنابراین می‌توان ANP را متشکل از دو قسمت دانست: سلسله‌مراتب کنترلی و ارتباطات شبکه‌ای. سلسله‌مراتب کنترلی دربرگیرنده ارتباط بین هدف و معیارها و زیرمعیارها است، و بر ارتباط درونی سیستم تأثیر می‌نهد؛ ارتباط شبکه‌ای ارتباط بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود. این قابلیت ANP امکان در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل بین عناصر را فراهم می‌آورد و بدین ترتیب نگرش دقیقی را به مسائل پیچیده شهرسازی مهیا می‌سازد (برای مطالعه جزئیات بیشتر روش ANP، ن.ک. زبردست، ۱۳۸۹، مجله هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص. ۷۹ تا ۹۰).

همان‌گونه که ذکر شد، برای به کار بردن روش ANP در گام نخست به محاسبه میزان اهمیت مستقل هر معیار نیاز است. وزن مستقل هر معیار با توجه به دو شاخص «میزان اهمیت هر معیار» و همچنین «میزان در نظر گرفتن آن معیار در راهبردها و سیاست‌های طرح جامع تهران» به دست می‌آید. در واقع معیاری وزن مستقل بیشتری می‌گیرد که شاخص «میزان اهمیت معیار» آن بالا

باشد و شاخص «میزان در نظر گرفته شدن آن معیار در راهبردها و سیاست‌های طرح جامع تهران» پایین باشد. بدین منظور از ۱۱ نفر از متخصصان این حیطه خواسته شد تا دیدگاه‌های‌شان را به صورت وزنی به ترتیب اهمیت (خیلی کم=۱، کم=۲، متوسط=۳، زیاد=۴ و خیلی زیاد=۵) برای هر دو شاخص بیان کنند. خلاصه نتایج در جدول ۸ درج شده است.

جدول ۸. وزنی افراد متخصص در مورد اهمیت معیارهای منتخب و میزان در نظر گرفته شدن آنها در طرح جامع شهر تهران

معیار	متخصص															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	4	1	5	2	5	3	4	2	5	2	5	3	5	3	5	3
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	4	4	5	4	5	4	5	4	5	2	4	4	5	4	5	3
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	5	1	5	3
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	5	5	4	4	5	3	5	4	5	2	5	4	5	1	5	1
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	4	1	5	1	5	1	5	1	5	2	5	2	4	1	5	1
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	3	4	5	5	5	5
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	5	2
میزان در نظر گرفته شدن اهمیت	3	4	4	5	5	4	4	3	5	3	4	4	3	3	4	2

به منظور محاسبه میزان اهمیت مستقل هر معیار، پس از آگاهی از دیدگاه‌های افراد متخصص در مورد دو شاخص، اختلاف عددی بین دیدگاه‌های افراد برای وزن هر معیار و میزان در نظر گرفته شدن آن در طرح محاسبه گردید. برای ساده‌تر شدن محاسبات و به دلیل منفی شدن اختلاف عددی بین دیدگاه‌های افراد برای وزن هر معیار و میزان در نظر گرفته شدن آن در طرح (مثلاً دیدگاه ششم در مورد معیار ششم، که اختلاف دو مقدار به ۱- می‌رسد)؛ و برای جایگزینی مقادیر اختلاف با مقادیر وزن هر معیار به کار می‌رود. در این تحقیق فرض شده است که بالاترین وزن یا اهمیت مستقل به معیارهایی تعلق می‌گیرد که بالاترین اختلاف را بین اهمیت هر معیار و میزان در نظر گرفته شدن آن در طرح داشته باشند (به عنوان مثال، نظر فرد نهم در مورد معیار هفتم با اختلاف مقادیر ۴، نشان‌دهنده نادیده انگاشتن آن معیار در سیاست‌ها و راهبردهای طرح - به‌رغم اهمیت زیاد آن است). در جدول ۹ مقادیر جایگزین شده با مقادیر اختلاف دیدگاه‌های افراد نشان داده شده است.

جدول ۹. وزن‌دهی به اختلاف دیدگاه‌های افراد

اختلاف	وزن
-1	0
0	1
1	2
2	3
3	4
4	5

سپس بر اساس جدول ۱۰ میانگین وزن‌ها برای هر معیار به دست می‌آید. به عنوان مثال جدول ۱۰ به کمک داده‌های جدول ۸، مقدار عددی اختلاف بین دو شاخص و وزن جایگزین شده و همچنین میانگین این وزن‌ها را برای معیار اول و با توجه به دیدگاه‌های ۱۱ فرد متخصص نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. نمونه انجام محاسبه میانگین وزنی برای معیار نخست (C1)

فرد خبره	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	میانگین وزن
میزان عددی اختلاف بین دو شاخص	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	1	
وزن	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	3.455

از تقسیم مقدار میانگین هر معیار بر جمع کل میانگین معیارها، وزن مستقل هر معیار محاسبه می‌گردد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱. وزن مستقل هر معیار

میانگین وزن هر معیار	وزن مستقل هر معیار
3.455	0.135
2.545	0.100
4.545	0.178
3.091	0.121
4.273	0.167
1.000	0.039
4.545	0.178
2.091	0.082

سپس این نتایج در ستون پایین عنوان "Goal" در سوپرماتریس موزون ANP وارد می‌گردد، زیرا این مقادیر نشان از اهمیت مستقل معیارها با توجه به گره Goal در مدل ANP دارند. در گام دوم برای تکمیل ورودی‌های روش ANP از ماتریس نرمال‌شده T (ماتریس T به دست آمده از روش DEMATEL که جمع ستون‌های آن برابر ۱ شده است)، سوپرماتریس موزون<sup>v</sup> ANP کامل می‌گردد. ماتریس نرمال ماتریس T در واقع جایگزین وزن داخلی بین معیارها در روش ANP می‌شود. سوپرماتریس موزون در جدول ۱۲ آمده است. از این سوپرماتریس به کمک نرم‌افزار Super Decision سوپر ماتریس محدودشده<sup>h</sup> به دست می‌آید که در بردارنده وزن نهایی هر معیار است (چه به لحاظ اهمیت و چه به لحاظ دیده شدن در طرح و همچنین روابط درونی بین معیارها) (جدول ۱۳).

جدول ۱۲. سوپرماتریس موزون روش ANP

Weighted	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Goal
C1	0.11612	0.141	0.14685	0.13814	0.14615	0.15	0.157	0.141	0.135
C2	0.12312	0.095	0.12288	0.12212	0.11411	0.112	0.127	0.098	0.001
C3	0.15616	0.156	0.12987	0.15916	0.17317	0.165	0.157	0.158	0.178
C4	0.14615	0.148	0.15684	0.12012	0.16517	0.142	0.147	0.131	0.121
C5	0.13714	0.143	0.14685	0.14515	0.11712	0.145	0.118	0.125	0.167
C6	0.13313	0.126	0.11788	0.11812	0.11411	0.097	0.127	0.145	0.039
C7	0.12713	0.126	0.11988	0.12212	0.11712	0.139	0.108	0.155	0.178
C8	0.06106	0.065	0.05894	0.07508	0.05305	0.05	0.059	0.047	0.082

جدول ۱۳. سوپرماتریس محدود شده روش ANP

Limited	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Goal
C1	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175	0.14175
C2	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609	0.11609
C3	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606	0.15606
C4	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552	0.14552
C5	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563	0.13563
C6	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074	0.12074
C7	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245	0.1245
C8	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971	0.05971

همان‌گونه که در شکل ۴ شماره مشاهده می‌گردد، نتایج ارزیابی نهایی بیانگر این است که معیارهای کاربری‌های مختلط (C3) و حمل‌ونقل پایدار (C4)، به رغم آنکه بالاترین وزن را به لحاظ اهمیت و روابط متقابل درونی دارند، در سیاست‌ها و راهبردهای طرح جامع تهران توجه کمتری به آنها شده است. این در حالی است که معیارهای حفظ زمین‌های کشاورزی (C2) و کاهش مخاطره‌های محیطی (C8) با وجود وزن و میزان تأثیرگذاری کمتر بر دیگر معیارها، در طرح به آنها بیشتر توجه شده است و به همین دلیل هم در نتیجه نهایی وزن کمتری گرفته‌اند.



شکل ۴. وزن و رتبه نهایی هر معیار



## نتیجه‌گیری

در این مقاله طرح جامع تهران بر اساس معیارهای پایداری کاربری زمین و به کمک مدل‌های ANP و Fuzzy DEMATEL گروهی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که در وهله نخست از لحاظ روابط درونی بین معیارها، آنها را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: معیارهای علی و معیارهای معلولی. دوم اینکه در رتبه‌بندی نهایی معیارها با توجه به وزن آنها، میزان در نظرگیری در طرح و نیز روابط درونی آنها به لحاظ تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، مشخص گردید که دو معیار کاربری‌های مختلط و حمل‌ونقل پایدار با وجود بیشترین اهمیت و همچنین تأثیرپذیری از (یا تأثیرگذاری بر) دیگر معیارها، کمتر در طرح مورد توجه قرار گرفته‌اند. این در حالی است که معیارهای حفظ زمین‌های کشاورزی و کاهش مخاطره‌های محیطی، که معلولی‌ترین معیار در تمامی معیارها به شمار می‌آیند، توجه بیشتری را در طرح جلب کرده‌اند. به عبارت دیگر، به جای اینکه به معیارهای علی همچون کاربری‌های مختلط و سیاست تشدید کاربری‌ها و بازیابی ساختمان‌های درون شهری توجه شود، عمدتاً معیارهای معلولی مورد توجه قرار گرفته‌اند.

## پی‌نوشت‌ها

1. Mixed use
۲. مصوب سال ۱۳۸۶ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران
3. Convert Fuzzy Number to Crisp Score
4. Convert Fuzzy Number to Crisp Score
5. Saaty
6. Supermatrix
7. Weighted Supermatrix
8. Limited Supermatrix

## منابع

- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹) «کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای»، مجله هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص. ۷۹-۹۰.
- عزیزی، محمدمهدی (۱۳۸۳) تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تراکم بهینه)، انتشارات دانشگاه تهران.
- کتی ویلیامز (۱۳۸۳) دستیابی به شکل پایدار شهری، ترجمه: وراز مرادی مسیحی، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.
- مثنوی، محمدرضا (۱۳۸۴) «شهر فشرده: شکل شهری پایدار»، ماهنامه شهرداری‌ها، شماره ۶۴، صص. ۳۱-۲۷.
- مرکز اطلاعات مکانی شهر تهران (۱۳۸۹) سامانه اطلاعات طرح تفصیلی جدید شهر تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۷۷) سالنامه آماری کشور.
- وزارت مسکن و شهرسازی (۱۳۸۱) سنجش ظرفیت جمعیت‌پذیری و کیفیت زندگی در تهران، معاونت شهرسازی و معماری.
- William B. Shore (2006) «Land-use, transportation and sustainability», Journal of Technology in Society, No. 28, PP. 27-43, Elsevier.
- Zhang, T. (2000) «Land market forces and governments role in sprawl», Cities, Vol. 17.
- Asgari, Ali (1994) *Limitation of Planning for Reduction of Earthquake Hazard*, Mcgraw Hill, London.
- Bic. Ivan mhk, Leos Jelec ek, Vmht Stepanek (2001) «Land-use Changes and Their Social Driving Forces in Czechia in the 19th and 20th Centuries», Land Use Policy 18, 65-73.
- Dixon T. (2009) «Urban Land and Property Ownership Patterns in the UK: Trends and Forces for Change», Land Use Policy; 26, PP. 543-553.
- Enemark, Stig (2001) «Land Administration Infrastructures for Sustainable Development», Journal of Property management, Vol. 19, No. 5, PP. 366-383, Emerald.
- Euro Beinat and Peter Nijkamp (1997) *Land Use Planning and Sustainable Development*, University of Vrije, Amsterdam.
- Gabus, A. & Fontela, E. (1972) *World Problems an Invitation to Further thought Within the Framework of DEMATEL*.
- Irwin E. (2004) «Land use externalities, open space preservation, and urban sprawl», Regional Science and Urban Economics, 34(6), PP: 705-725.
- Isaac Ng (1998) «Urban redevelopment in Hong Kong The partnership experience International Journal of Public Sector Management», Vol. 11, No. 5, PP. 414-420, MCB University Press, Emerald.
- KE-JUN, Z., YU, J. & DA, Y.C. (2003) «A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP», European journal of operation research.
- Landry, Shawn, Pu, Ruiliang (2010) «The impact of land development regulation on residential tree cover: An empirical evaluation using high-resolution IKONOS imagery», Landscape and Urban Planning 94, PP. 94-104.
- Li, F., Liu, X. S., Hu, D., Wang, R. S., Yang, W. R., Li, D. et al. (2009) «Measurement indicators and an evaluation approach for assessing urban sustainable development: a case study for China's Jining City», Landscape and Urban Planning, 90 (3e4), PP. 134-142.

- Lin, C. & Wu, W. (2008) «A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment», *Expert Systems with Applications*, 34(1), PP. 205-213.
- Lowicki, Damian (2008) «Land use changes in Poland during transformation Case study of Wielkopolska region», *Landscape and Urban Planning*, 87, PP. 279-288.
- Mark Stallworthy (2002) *Sustainability, land use and environment, a legal analysis*, Cavendish Publishing Limited, London.
- Martin Symes and Marcus Grant (2004) «The HQER tool kit for sustainable neighborhood regeneration and European application review», *International conference of sustainable renovation of building for sustainable neighborhood*, March, UK.
- Pearsona, Leonie J, Park. Sarah, Harman. Benjamin, Heyenga. Sonja (2010) «Sustainable land use scenario framework: Framework and outcomes from peri-urban South-East Queensland», *Australia, Landscape and Urban Planning* 96, PP. 88-97.
- Renato, Garcia, K.W. Chau and Siu-Yu Lau (2006) «Sustainable resorts: learning from the 2004 tsunami» *Stephen Disaster Prevention and Management*, Vol. 15, No. 3, PP. 429-447, Emerald.
- Saaty, T. (1980) *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*, New York, London: McGraw-Hill International Book Co.
- Saaty, T. (1996) *Decision making with dependence and feedback: the analytic network process: the organization and prioritization of complexity*, 1st ed., Pittsburgh PA: RWS Publications.
- Shen, Q.P., Chen, Q., Tang, B.S., Yeung, S., Hu, Y.C., & Cheung, G. (2009) «A system dynamics model for the sustainable land use planning and development», *Habitat International*, 33, PP. 15-25.
- Stephan, Wallner (1999) «Sustainable economic development and the environment», *International Journal of Social Economics*, Vol. 30, No. 1/2, PP. 53-62, Emerald.
- Thinh, Nguyen Xuan, Arlt, Gu`nter, Heber, Bernd, Hennersdorf, Jo`rg, Lehmann, Iris (2002) «Evaluation of urban land-use structures with a view to sustainable development», *Environmental Impact Assessment Review* 22, PP. 475-492.
- Tzeng, G., Chiang, C. & Li, C. (2007) «Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL», *Expert Systems with Applications*, 32(4), PP. 1028-1044.
- Wu, W. & Lee, Y. (2007) «Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method». *Expert Systems with Applications*, 32(2), PP. 499-507.
- Wu, W. (2008) «Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach». *Expert Systems with Applications*, 35(3), PP. 828-835.
- Ying, H.H., Seng, C.T.C. & Gwo, H.T. (2006) *Using a fuzzy group decision approach knowledge management adoption*, In University of Tokyo, Japan.
- Zadeh, L. (1965) «Fuzzy sets», *Information and Control*, 8(3), PP. 338-353.
- Zhang Xiaoling, Wu Yuzhe, Shen. Liyin (2010) «An evaluation framework for the sustainability of urban land use: A study of capital cities and municipalities in China», *Habitat International* xxx, PP. 1-9.
- Zhou Q., Huang W., Zhang Y. (2011) «Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy DEMATEL method», *Safety Science*; 49(2), PP. 243-252.