

ارزیابی پایداری اجتماعی با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: شهر تهران)

دکتر ایرج تیموری^۱، دکتر رحمت‌الله فرهودی^۲، دکتر محمدتقی رهنمائی^۳ و دکتر مهدی قرخلو^۴

چکیده

تهران یکی از ۱۰ کلانشهر توسعه نیافته در بین ۱۲۴ کلانشهر موجود در جهان است که با مشکلات متعددی از قبیل آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب، مشکلات ترافیکی، کمبود مسکن، از بین رفتن و تخریب محیط زیست و تنوع زیستی موجود، آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیرمترقبه طبیعی از قبیل زلزله، رانش، سیل، کمبود خدمات، سرانه‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری، فقر و نابهنجاری و... مواجه است. ایجاد شاخص‌های ارزیابی و بکارگیری روشی کارا به منظور دستیابی به آرمان توسعه پایدار جزو نیازهای اساسی و ضروری شهرهای امروزی ایران است. در حال حاضر حدود ۴۴۰ شاخص برای ارزیابی و سنجش پایداری در دنیا وجود دارد. از بین این شاخص‌ها تعداد اندکی را بخاطر محدودیت در موجودیت داده‌ها و اطلاعات در کشور ایران می‌توان بکار گرفت. این مقاله قصد دارد با انتخاب شهر تهران به عنوان مطالعه موردی، شاخص‌هایی را برای ارزیابی پایداری شهر در بعد اجتماعی بیان دارد. پس از جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های موردنیاز، اطلاعات موجود برای هر شاخص بی‌مقیاس گردید سپس با استفاده از منطق فازی و استدلال ممدانی به بررسی وضعیت و سنجش پایداری شهری در بین مناطق شهر تهران پرداخته شد. نهایتاً شاخص‌هایی پایداری با استفاده از منطق فازی محاسبه شد. نتایج حاکی از نابرابری در پایداری اجتماعی در بین مناطق شهر تهران است. در بین مناطق شهرداری تهران مناطق ۱، ۲ و ۱۴ از وضعیت مطلوبی نسبت به سایر مناطق بر اساس شاخص‌های انتخاب شده دارا هستند.

کلیدواژگان: توسعه پایدار شهری، شاخص‌های پایداری، پایداری اجتماعی، منطق فازی، تهران.

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز

۲. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

۳. دکترای جغرافیا، دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۴. دکترای جغرافیا، دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه

مقدمه

نگرانی‌های موجود دربارهٔ اضمحلال محیط و کاهش منابع طبیعی، توسعه پایدار را به عنوان مفهوم کلیدی در سیاستگذاریهای ملی و بین‌المللی مطرح کرده است (Vouvaki & Xepapadeas, 2008, 473). به‌طوری‌که از اواسط دهه ۱۹۸۰ و به‌دنبال گزارش برانت *لند* اصطلاح "توسعه پایدار" در مجامع مختلف به عنوان رویکرد جدید توسعه مطرح می‌شود (Baker, 2006, 6). گزارش برانت *لند* (۱۹۸۳)، توسعه پایدار را به صورت "توسعه‌ای که نیازهای نسل حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خودشان" تعریف می‌کند (WCED^۱, 1987, 43)؛ (Luc & Bhaskar, 2005). در کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲، مشکلات محیطی بوجود آمده در ارتباط تنگاتنگی با شرایط اقتصادی و اجتماعی کشورها دیده می‌شود، بنابراین در توسعه پایدار لازم است که به سه بعد محیط و اقتصاد و اجتماع اهمیت یکسانی داده شود (Brandon & Lombardi, 2005, 12). چشم‌اندازهای جغرافیائی را می‌توان نتیجه و انعکاس الزامات و ویژگی‌های فرهنگی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی مردمان ساکن یک منطقه، در طول زمان دانست. به‌طوری‌که ساختارهای غالب جامعه در طول زمان منجر به تولید چشم‌اندازهای مد نظر آن ساختار در جامعه می‌شوند. بنابراین چشم‌اندازهای موجود در جامعه به‌عنوان دید بصری ساختار قدرت، فرهنگ و اقتصاد و پتانسیل‌های طبیعی آن جامعه در طی زمان‌های متفاوت به شمار می‌رود (Wylie, 2007, 94). پس روند حاضر در هر جامعه‌ای نتیجه و محصول فعالیت مکانیسم‌های متفاوتی است. آنچه که امروزه به عنوان توسعه پایدار یا ناپایدار در جوامع دیده می‌شود محصول خواست و اراده ساختارهای مختلف قدرت، اقتصاد، فرهنگ در جامعه به شمار می‌رود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر عوامل اجتماعی در برقراری توسعه پایدار خیلی مهم و مؤثر است. شهر تهران یکی از ۱۰ کلانشهر توسعه نیافته در بین ۱۲۴ کلانشهر موجود در جهان است که با مشکلات متعددی از قبیل آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب، مشکلات ترافیکی، کمبود مسکن، از بین رفتن و تخریب محیط زیست و تنوع زیستی موجود، آسیب‌پذیری در برابر حوادث غیرمترقبه طبیعی از قبیل زلزله، رانش، سیل، کمبود خدمات، سرانه‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری، فقر و نابهنجاری و... مواجه است (طرح

1. World Commission on Environment and Development

جامع تهران، ۱۳۸۵، ۱۶-۱۷). بنا نمودن جامعه شهری شهروندمدار، سالم و کارآ، که دربرگیرنده مسکن قابل زیست و امنیت منطقه‌ای و اکولوژیکی، سطح بالای کیفیت زندگی، حفاظت از منابع طبیعی و تاریخی-فرهنگی باشد جزو اولویتهای اساسی برای استراتژی‌های توسعه کلانشهرها است. پس مسائل و مشکلات محیطی و اجتماعی و اقتصادی شهرها ضرورت رسیدن به توسعه پایدار را تأکید می‌کند (Zellner & et al, 2008) از آنجایی که پژوهش حاضر پایداری اجتماعی را عامل مهمی در برقراری پایداری نهایی در یک شهر می‌داند بنابراین با استفاده از شاخص‌های اجتماعی منتخب می‌خواهد به این سؤال پژوهش "آیا مناطق شهرداری تهران از وضعیت یکسانی در پایداری اجتماعی برخوردار هستند" جواب دهد. شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. کارهای متعددی در ارتباط با سنجش توسعه پایدار در داخل و خارج صورت گرفته است؛ که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های ارزنده زیر اشاره نمود:

مرصوصی (۱۳۸۳) در مقاله "توسعه یافتگی و عدالت اجتماعی شهر تهران"، دستیابی به توسعه پایدار را در گرو سیاستگذاریهای مبتنی بر مباحث مربوط به حق تقدم گروه‌های محروم و تخصیص کارآمدتر منابع، می‌داند و نهایتاً به این نتیجه می‌رسد که نابرابری فضایی استانداردهای زندگی بین مناطق تهران وجود داشته و روند آن در حال افزایش است (مرصوصی، ۱۳۸۳).

حکمت‌نیا و زنگی‌آبادی (۱۳۸۳) در مقاله "بررسی و تحلیل سطوح پایداری در محلات شهر یزد و ارائه راهکارهای در بهبود روند آن"، ۲۸ شاخص اجتماعی، کالبدی و اقتصادی را معرفی نموده و از بین این ۲۸ شاخص ۸ شاخص را جزو شاخص‌های عامل در برقراری توسعه پایدار به شمار می‌آورند. نهایتاً با استفاده از مدل «شاخص توسعه» به بررسی سطوح پایداری در محلات شهر یزد می‌پردازند (حکمت‌نیا و زنگی‌آبادی، ۱۳۸۳).

حسین‌زاده دلیر و ساسان پور (۱۳۸۴) در مقاله "روش جا پای اکولوژیکی در پایداری کلانشهرها با نگرشی بر کلان شهر تهران" به این نتیجه می‌رسند که فضای اکولوژیک تهران توان برآوردن نیازهای اساسی خود را ندارد و این عدم توان، ناپایداری را از یک سو به درون خود و از سویی دیگر به منطقه پشتیبان که مواد و انرژی را تأمین می‌کند سوق می‌دهد (حسین‌زاده دلیر و ساسان پور، ۱۳۸۴). «عدنان، خضری^۱ و استفان دوورس^۲» (۲۰۰۶) در مقاله، "شاخص‌های پایداری، سیاست و

1 . Adnan Hezri
2 . Stephen R. Dovers

حفاظت؛ در آمدی بر اقتصاد اکولوژیک“ اقتصاد اکولوژیک را مهمترین مبحث تئوریک در بحث مربوط به سنجش پایداری می‌داند. (Hezri & Dovers, 2006).

«زلنر^۱ و همکارانش» (۲۰۰۸) در مقاله “چارچوبی جدید برای ارزیابی پایداری شهری: پیوند سیاست، اطلاعات و پیچیدگی” کلید اصلی حل مسائل شهر برای سیاستگذاران شهری در فهم پیچیدگی سیستم شهری است و برای این منظور یک چارچوب ارزیابی با دو بخش مهم ارائه می‌دهند: ۱. بخش اول، مدل ساده‌ای برای ارزیابی فضائی شهر در زمینه اقتصاد، اجتماع، محیط زیست، انرژی و مصرف سوخت، انتشار و جذب آلاینده‌ها است؛ ۲. بخش دوم تأثیر سیاستها و تصمیم‌گیرها را در پایداری شهر بیان می‌کند (Zellner & et al, 2008).

«فنگ - لی^۲» و همکارانش (۲۰۰۹) در مقاله “شاخص‌های قابل اندازه‌گیری و رویکرد ارزیابی برای سنجش توسعه پایدار شهری، مطالعه موردی شهر جینینگ^۳ در چین؛“ از ۵۲ شاخص توسعه پایدار شهری و با استفاده از تحلیل رادار به بررسی وضعیت پایداری این شهر می‌پردازد و به این نتیجه می‌رسد که رشد و توسعه شهر جینینگ سطح پایین پایداری را نشان می‌دهد (Li, 2009).

تکنیک‌های مختلفی از قبیل شاخص توسعه (حکمت‌نیا، ۱۳۸۴)، تحلیل اسپایدر (Li, 2009)، داشبورد پایداری، رد پای اکولوژیکی (Chen, 2008) را می‌توان در سنجش پایداری در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیطی به کار گرفت. از آنجایی که منطق فازی قابلیت بالائی را برای ارزیابی پایداری سیستمهای پیچیده دارد بنابراین در این پژوهش از منطق فازی برای سنجش پایداری اجتماعی در بین مناطق تهران استفاده می‌شود. هدف پژوهش حاضر استفاده از منطق فازی برای سنجش پایداری اجتماعی مناطق تهران در راستای نشان دادن عدم وضعیت مشابه در پایداری اجتماعی بین مناطق شهرداری تهران است. ماهیت پژوهش سبب به کار گرفتن روش مطالعه‌ای شد که در ادامه به شرح و بیان بیشتر آن خواهیم پرداخت.

-
1. Moria L. Zellner
 2. Feng . Li
 3. Jining

مواد و روش‌ها

معرف و شاخص

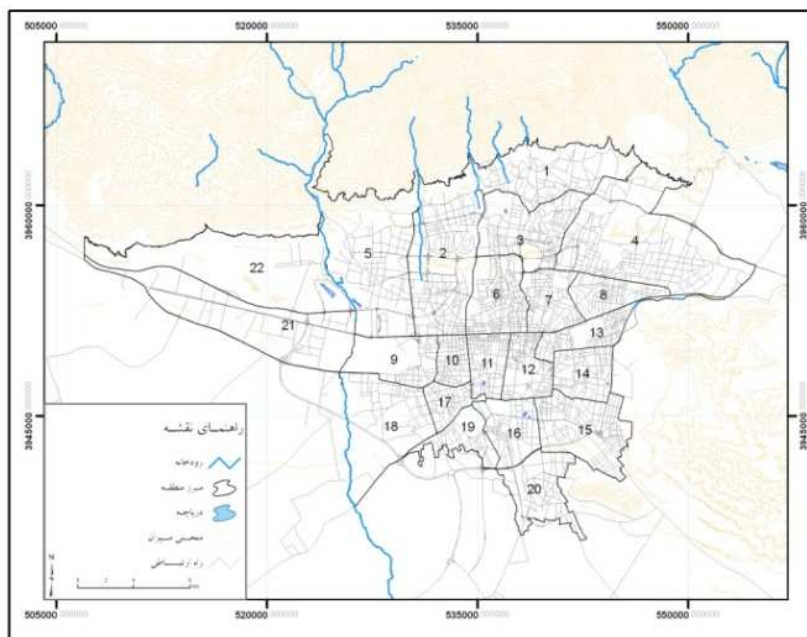
شاخص‌سازی یکی از فعالیت‌های مهم در ارزیابی‌های مختلف است که فواید بسیاری دارد. اینکه چگونه می‌توان پایداری توسعه را ارزیابی کرد، سؤال است که با بررسی روشها، چارچوبها و معرف‌های مناسب انجام می‌شود. مسائل پیچیده توسعه پایدار نیازمند مجموعه‌های یکپارچه و بهم پیوسته از معرفها یا ترکیبی از معرفها در قالب شاخص‌ها است. حال این سؤال مطرح می‌شود که معرف چیست، شاخص کدام است و معرفها و شاخص‌های پایداری کدامند؟ معرفها نمودهایی از اندازه‌گیری‌ها هستند. آنها اطلاعاتی هستند که خصوصیات نظامها را خلاصه کرده یا آنچه را که در یک نظام روی می‌دهد، شفاف و آشکار می‌سازند. معرفها پدیده‌های پیچیده را ساده می‌کنند و سنجش وضعیت عمومی را امکان‌پذیر می‌سازند (بدری و دیگران، ۱۳۸۲، ۲۴). معرف‌های پایداری ممکن است مهم‌ترین ابزاری باشند که به افراد، نهادها، اجتماعات و جوامع کمک می‌کنند تا درباره آینده خود به انتخاب‌های متفاوت و بهتری دست بزنند. این معرفها به خودی خود «پاسخ» محسوب نمی‌شوند بلکه می‌توانند در صورت ارائه اطلاعات معتبر درباره چیزهایی که در زندگی برای آنها ارزش قائل می‌باشیم، ما را به سوی پاسخ‌های بهتر هدایت کنند (بدری، ۱۳۸۲، ۲۵؛ موسی کاظمی و شکویی، ۱۳۸۱، ۲۳-۲۷).

بر اساس اطلاعات و داده‌های موجود از بین شاخص‌های مطرح شده توسط سازمان ملل ۸ شاخص برای ارزیابی پایداری اجتماعی (Un,2007) به شرح جدول زیر انتخاب گردید.

جدول ۱: شاخص‌های اجتماعی استفاده شده

کد شاخص	نام شاخص
S1	ضریب وابستگی
S2	درصد بیکاری زنان
S3	درصد بیسوادی زنان
S4	میزان طلاق به ازای ۱۰۰ هزار نفر
S5	تعداد نفر در اتاق
S6	مساکن زیر ۵۰ متر مربع
S7	جرایم ثبت شده به ازای ۱۰۰ هزار نفر
S8	مجروحین ناشی از تصادفات درون شهری

ماخذ: نگارنده



شکل ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه

اطلاعات و داده‌های خام هر شاخص به تفکیک مناطق شهرداری تهران در جدول (۲) نشان داده می‌شود.

جدول ۲: شاخص‌های اجتماعی توسعه پایدار شهری

مناطق	کد شاخص‌های اجتماعی							
	S۱	S۲	S۳	S۴	S۵	S۶	S۷	S۸
۱	0.62	10	3	1463	0.92	7	2504	53
۲	0.58	14	4	1468	0.93	4	4285	89
۳	0.62	10	3	1867	0.88	6	6542	219
۴	0.64	15	7	1010	1.14	14	3847	75
۵	0.59	16	4	1239	1.01	5	3566	102
۶	0.59	10	3	1829	0.96	5	10685	633
۷	0.63	9	7	1972	1.07	17	4190	96
۸	0.69	13	8	1339	1.07	15	3508	112
۹	0.67	17	12	940	1.24	21	5242	4
۱۰	0.69	15	10	1420	1.17	32	3574	119
۱۱	0.64	13	8	1567	1.14	23	4503	155
۱۲	0.71	14	12	1301	1.11	18	6168	173
۱۳	0.67	15	7	1265	1.08	14	3258	69
۱۴	0.72	11	8	902	1.08	19	1616	46
۱۵	0.77	17	13	717	1.35	25	3703	132
۱۶	0.80	19	16	891	1.33	25	4929	160
۱۷	0.83	20	18	740	1.41	35	1670	59
۱۸	0.76	20	13	556	1.49	24	3434	210
۱۹	0.79	16	17	510	1.58	26	3184	2
۲۰	0.80	16	13	789	1.36	17	4181	65
۲۱	0.62	18	7	826	1.21	12	4582	367
۲۲	0.65	22	6	661	1.19	7	2942	144

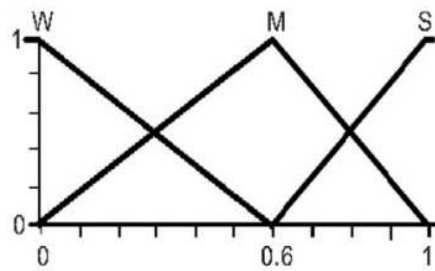
مأخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵

تابع عضویت فازی

برخلاف منطق کلاسیک که دارای دو ارزش صفر و یک است، منطق فازی ارزشهای خود را به صورت درصد عضویت در بازه $[0,1]$ نشان می‌دهد. عدد ۱ نشان‌دهنده درجه عضویت کامل است (Zadeh, 1973). فرض کنید: X یک مجموعه مرجع متناهی و محدود به صورت $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ باشد. تابع عضویت A را بر روی مجموعه مرجع X به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \mu_A(X^1)/X^1 + \mu_A(X^2)/X^2 + \dots + \mu_A(X_n)/X_n \\ \sum_{i=1}^n \mu_A(X_i)/X_i \end{array} \right.$$

که در آن μ_A نشان‌دهنده درجه عضویت است. توابع فازی به صورت مثلثی، دوزنقه‌ای و یا نمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Klir & Bo, 1995, 183). که در این تحقیق در ابتدا از یک تابع عضویت مثلثی با سه ارزش زبانی برای وصف وضعیت پایداری (ضعیف، متوسط و قوی) استفاده شد. این تابع عضویت را می‌توان به صورت شکل (۲) نشان داد.



شکل ۲: تابع عضویت مثلثی برای شاخص‌های پایداری

ماخذ: نگارنده

با توجه به شکل (۲) سه مجموعه از تابع عضویت فازی به دست خواهیم آورد که شامل:

- مجموعه ضعیف: اگر اندازه شاخص از $0/1$ کمتر باشد آنگاه درجه عضویت شاخص مورد نظر در مجموعه ضعیف ۱ یعنی کاملاً ضعیف قلمداد می‌شود و اگر بیش از $0/1$ و کمتر مساوی $0/6$ باشد آنگاه از فرمول (ج) استفاده خواهیم نمود:

$$(ج) : \frac{(x-0.6)}{(0.1-0.6)}$$

برای شاخص‌های بالاتر از ۰/۶ درجه عضویت در مجموعه ضعیف صفر در نظر گرفته می‌شود.

۲. **مجموعه متوسط:** اگر اندازه شاخص از ۰/۴ بیشتر و از ۰/۸ کمتر باشد آنگاه با استفاده از فرمول (د) درجه عضویت برای مجموعه متوسط حساب خواهد شد:

$$(د) : \frac{x-0.8}{0.6-0.8}$$

درجه عضویت فازی در این مجموعه، برای ارزشهای کمتر از ۰/۴ و بیشتر از ۰/۸ صفر در نظر گرفته می‌شود و اگر ارزشی برابر با ۰/۶ باشد درجه عضویت آن در مجموعه متوسط برابر با ۱ است.

۳. **مجموعه قوی:** اگر اندازه شاخص از ۰/۷ بیشتر باشد آنگاه درجه عضویت آن برای مجموعه قوی از فرمول (ز) حساب خواهد شد:

$$(ز) : \frac{x-0.7}{1-0.7}$$

پس یک شاخص می‌تواند همزمان درجه عضویت در همه مجموعه‌ها را دارا باشد. هر سه تابع عضویت در داخل تحلیل فضائی سیستم اطلاعات جغرافیائی برای تک تک لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های پایداری اعمال گردید و با توجه به سه مجموعه فازی تعریف شده برای هر لایه اطلاعاتی سه لایه اطلاعاتی فازی (ضعیف، متوسط، قوی) به دست آمد. در کل در این مرحله از کار ۵۷ لایه اطلاعاتی فازی برای کل شاخص‌ها تهیه شده و ذخیره گردید (جدوال ۶الی ۱۳، درجه عضویت برای سه مجموعه فازی این مرحله را نشان می‌دهد).

استدلال فازی

یکی از روشهای متداول برای استدلال فازی استفاده از روش ممدانی است. در این روش از

شرط منطقی «اگر A آنگاه B» استفاده می‌شود (Klir & Bo, 1995, 185-186). برای مثال اگر سرانه فضای آموزشی ضعیف و سرانه فضای سبز متوسط باشد آنگاه پایداری «نسبتاً ضعیف» است. دو مجموعه فازی ضعیف (L) و قوی (G) را برای دو شاخص X و Y در مجموعه فازی توسعه پایدار تعریف می‌کنیم. برای استدلال فازی از روش ممدانی به صورت فرمول (س) استفاده خواهیم نمود:

$$\mu_{L \rightarrow G}(x, y) = \min[\mu_L(x), \mu_G(y)] \text{ (س)}$$

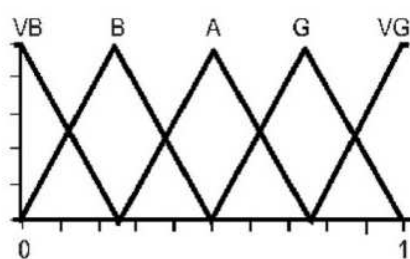
یعنی برای استدلال ممدانی مینیمم درجه عضویت این دو شاخص در نظر گرفته خواهد شد. در این مرحله شاخص‌ها یک به یک با هم مورد استدلال قرار می‌گیرند. چون هر شاخص دارای سه تابع عضویت (ضعیف، متوسط و قوی) دارد، بنابراین ترکیب دو شاخص با استدلال ممدانی ۹ قاعده را به شرح جدول (۳) نتیجه خواهد داد (Chen & Pham, 2000, P.76). نهایتاً از ۹ قاعده با استفاده از تابع ماکزیمم ۵ مجموعه «خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب» به دست خواهد آمد. این تابع برای مجموعه‌های فازی بد، متوسط و خوب به‌خاطر تکرار آنها به‌کار گرفته شد. برای مثال در جدول (۳) قواعد استدلال ممدانی برای دو شاخص ضریب وابستگی و بیسوادی زنان به‌کار گرفته شده است.

جدول ۳: قواعد استدلال ممدانی برای مرحله اول

آنگاه : پایداری =	و		قاعده
	بیسوادی زنان	ضریب وابستگی	
خیلی بد	ضعیف	ضعیف	۱
بد	متوسط	ضعیف	۲
متوسط	قوی	ضعیف	۳
بد	ضعیف	متوسط	۴
متوسط	متوسط	متوسط	۵
خوب	قوی	متوسط	۶
متوسط	ضعیف	قوی	۷
خوب	متوسط	قوی	۸
خیلی خوب	قوی	قوی	۹

مأخذ: نگارنده

شکل (۳) تابع عضویت برای استدلال اولیه ممدانی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. تابع عضویت اولیه برای استدلال ممدانی

وقتی دو مجموعه فازی که هر کدام دارای ۵ تابع عضویت در مجموعه‌های (خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب) است را با استدلال ممدانی ترکیب کنیم ۲۵ قاعده به دست خواهد آمد. جدول (۴) روش ترکیب نهایی با استفاده از استدلال ممدانی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: استدلال ممدانی در مرحله نهایی

نتیجه	خیلی خوب	خوب	متوسط	بد	خیلی بد	
	متوسط	نسبتاً بد	بد	خیلی بد	کاملاً بد	خیلی بد
	نسبتاً بالا	متوسط	نسبتاً بد	بد	خیلی بد	بد
	بالا	نسبتاً بالا	متوسط	نسبتاً بد	بد	متوسط
	خیلی بالا	بالا	نسبتاً بالا	متوسط	نسبتاً بد	خوب
	کاملاً بالا	خیلی بالا	بالا	نسبتاً بالا	متوسط	خیلی خوب

ماخذ: نگارنده

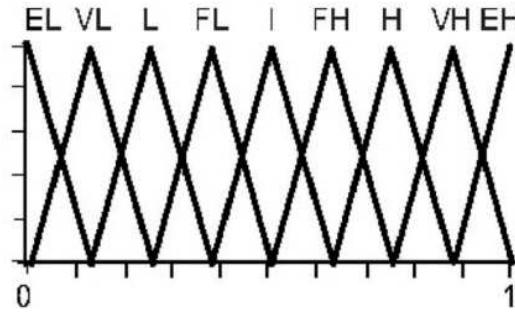
آخرین استدلال را جدول (۴) نشان می‌دهد. پس از اعمال قواعد فوق برای لایه‌های اطلاعاتی نهایتاً ۹ لایه اطلاعاتی فازی برای مجموعه‌های (کاملاً بد، خیلی بد، بد، نسبتاً بد، متوسط، نسبتاً بالا، بالا، خیلی بالا، کاملاً بالا) به دست آمد. پس از این مرحله با استفاده از روش نافازی کردن وضعیت واقعی هر محله به دست آمد که نشان‌دهنده میزان پایداری آن محله است. برای نافازی نمودن از فرمول (ص) استفاده شد (Phillis & Kouikoglou, 2009, 46).

$$(ص): \frac{\sum_{L \in T(n=1)} y_L \mu_L}{\sum_{L \in T(n=1)} \mu_L}$$

برای مثال :

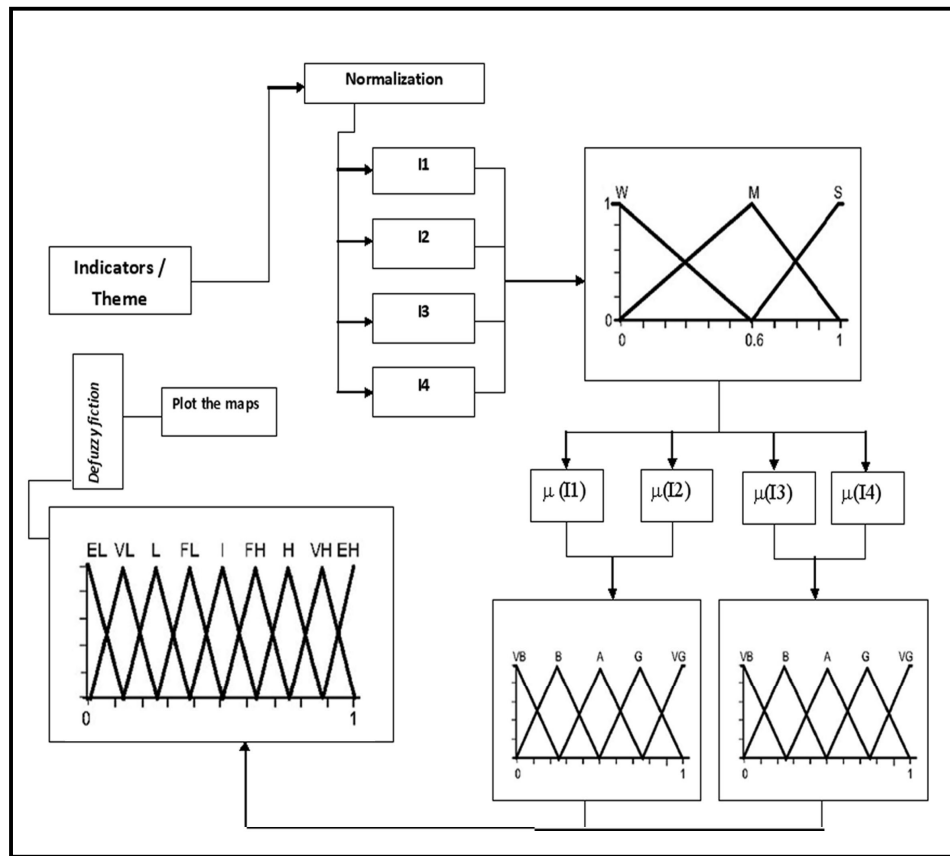
$$(ص): \frac{(EL \cdot 0.1) + (VL \cdot 0.2) + (L \cdot 0.3) + (FL \cdot 0.4) + (I \cdot 0.5) + (FH \cdot 0.6) + (H \cdot 0.7) + (VH \cdot 0.8) + (EH \cdot 1)}{(EL + VL + L + FL + I + FH + H + VH + EH)}$$

که EL تا EH به ترتیب بیانگر مجموعه‌های فازی کاملاً بد تا کاملاً بالا است. شکل (۴) تابع عضویت فازی را برای استدلال نهایی ممدانی نشان می‌دهد.



شکل ۴: تابع عضویت نهایی برای استدلال ممدانی

مدل ارزیابی به کار گرفته شده در این پژوهش به صورت گرافیکی در شکل (۵) نشان داده می‌شود.



شکل ۵: مدل ارزیابی پایداری اجتماعی

ماخذ: نگارنده

یافته‌های تحقیق

برای تحلیل داده‌ها لازم بود که داده‌ها بی‌مقیاس شوند. این امر سبب می‌شود که بتوان داده‌ها را در تحلیل‌های به‌کار رفته در این پژوهش به‌کار گرفت. چون شاخص‌های به‌کار رفته غیرهمسو (هر چه مقدار شاخص پایین باشد، مطلوبیت بیشتری دارد) بود، بنابراین از فرمول (ض) برای بی‌مقیاس نمودن آنها استفاده شد و پس از بی‌مقیاس شدن داده‌ها ارزشی بین صفر تا یک گرفتند. نتیجه کار در جدول (۵) آمده است.

فرمول (ض):

$$\frac{Uc-X}{Uc-Tc}$$

که Uc ، اندازه استاندارد شاخص مورد نظر، X ، ارزش شاخص مورد نظر، Tc ، حداقل ارزش موردنیاز برای آن شاخص، را نشان می‌دهد.

جدول ۵: شاخص‌های بی‌مقیاس شده

مناطق	شاخص‌های اجتماعی							
	s _۱	s _۲	s _۳	s _۴	s _۵	s _۶	s _۷	s _۸
۱	0.36	0.78	0.98	0.3	1.00	0.9	0.77	0.92
۲	0.45	0.55	0.96	0.3	1.00	1	0.60	0.86
۳	0.35	0.81	1.00	0.1	1.00	0.94	0.39	0.35
۴	0.32	0.49	0.74	0.7	0.58	0.68	0.64	0.88
۵	0.43	0.44	0.92	0.5	0.78	0.97	0.67	0.16
۶	0.41	0.80	1.00	0.1	1.00	0.97	0.00	0.00
۷	0.33	0.85	0.74	0.0	0.70	0.58	0.61	0.15
۸	0.23	0.64	0.66	0.4	0.70	0.65	0.67	0.18
۹	0.26	0.34	0.42	0.7	0.42	0.45	0.51	1.00
۱۰	0.23	0.48	0.53	0.4	0.53	0.1	0.67	0.19
۱۱	0.31	0.59	0.64	0.3	0.58	0.39	0.58	0.24
۱۲	0.17	0.57	0.40	0.5	0.63	0.55	0.42	0.27
۱۳	0.26	0.48	0.74	0.5	0.68	0.68	0.70	0.89
۱۴	0.16	0.72	0.65	0.7	0.68	0.52	0.85	0.93
۱۵	0.05	0.36	0.29	0.9	0.25	0.32	0.65	0.21
۱۶	0.00	0.24	0.13	0.7	0.27	0.32	0.54	0.25
۱۷	0.00	0.12	0.00	0.8	0.15	0	0.84	0.91
۱۸	0.08	0.18	0.30	1.0	0.02	0.35	0.68	0.33
۱۹	0.02	0.40	0.04	1.0	0.13	0.29	0.70	1.00
۲۰	0.00	0.40	0.30	0.8	0.23	0.58	0.61	0.90
۲۱	0.37	0.31	0.72	0.8	0.46	0.74	0.57	0.00
0.00	0.83	0.9	1.00	0	0.50	0.9	0.72	0.23

برای هر کدام از شاخص‌ها جداگانه تابع عضویت فازی حساب شد، نتیجه نشان‌دهنده درجه عضویت شاخص‌ها در مجموعه ضعیف، متوسط و قوی بود. جدول (۶) تابع عضویت فازی را برای شاخص ضریب وابستگی در بین مناطق شهرداری تهران نشان می‌دهد.

جدول ۶: تابع عضویت فازی برای شاخص ضریب وابستگی

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.40	0.25	0.41	0.47	0.29	0.32	0.44	0.62	0.57	0.62	0.48	0.72	0.56	0.73	0.91	1.00	1.00	0.87	0.97	1.00	0.39	0.52
متوسط	0.60	0.75	0.59	0.53	0.71	0.68	0.56	0.38	0.43	0.38	0.52	0.28	0.44	0.27	0.09	0.00	0.00	0.13	0.03	0.00	0.61	0.48
قوی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: نگارنده

جدول ۷: تابع عضویت فازی برای شاخص نرخ بیکاری زنان

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.00	0.08	۰	0.18	0.27	0.00	0.00	0.00	0.44	0.21	0.01	0.05	0.21	۰	0.40	0.60	0.80	0.71	0.34	0.34	0.49	۰
متوسط	0.55	0.92	0.47	0.82	0.73	0.49	0.38	0.90	0.56	0.79	0.99	0.95	0.79	0.71	0.60	0.40	0.20	0.29	0.66	0.66	0.51	0.00
قوی	0.45	0.00	0.53	0.00	0.00	0.51	0.62	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

مأخذ: نگارنده

جدول ۸: تابع عضویت فازی برای شاخص درصد بیسوادی زنان

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.12	0.00	0.34	0.00	0.00	0.51	0.79	1.00	0.50	0.93	0.50	0.00	0.00
متوسط	0.04	0.09	0.00	0.66	0.20	0.00	0.64	0.84	0.00	0.00	0.90	0.00	0.65	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.42
قوی	0.96	0.91	1.00	0.34	0.80	1.00	0.36	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.58

مأخذ: نگارنده

جدول ۹: تابع عضویت برای شاخص میزان طلاق به ازای ۱۰۰ هزار نفر

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.42	0.43	0.88	0.00	0.16	0.84	1.00	0.28	0.00	0.37	0.54	0.23	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
متوسط	0.58	0.57	0.12	0.85	0.84	0.16	0.00	0.72	0.74	0.63	0.46	0.77	0.81	0.67	0.35	0.65	0.39	0.08	۸0.0	0.48	0.54	0.26
قوی	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.65	0.61	0.92	0.92	0.52	0.46	0.74

مأخذ: نگارنده

جدول ۱۰: تابع عضویت فازی برای شاخص تعداد نفر در اتاق

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.59	0.55	0.75	0.97	0.78	0.61	0.23	0.17
متوسط	0.00	0.00	0.00	0.97	0.54	0.00	0.75	0.75	0.70	0.88	0.97	0.92	0.79	0.81	0.41	0.45	0.25	0.03	0.22	0.39	0.77	0.83
قوی	1.00	1.00	1.00	0.00	0.46	1.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.08	0.21	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ماخذ: نگارنده

جدول ۱۱: تابع عضویت فازی برای شاخص مسکن زیر ۵۰ متر مربع

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.00	۰	۰	۰	۰	۰	0.03	۰	0.25	0.83	0.35	0.08	۰	0.13	0.47	0.47	۰	0.42	0.52	0.03	۰	۰
متوسط	0.25	0.00	0.15	0.80	0.08	0.08	1.05	0.88	1.38	2.25	1.53	1.13	0.80	1.20	1.70	1.70	2.50	1.63	1.78	1.05	0.65	0.25
قوی	0.75	1.00	0.85	0.20	0.93	0.93	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.75

ماخذ: نگارنده

جدول ۱۲: تابع عضویت برای شاخص جرائم ثبت شده به ازای ۱۰۰ هزار نفر

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0	0	0.35	0	0	1	0	0	0.15	0	0.03	0.3	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.05	0
متوسط	0.575	1	0.65	0.9	0.825	0	0.975	0.825	0.85	0.825	0.97	0.45	0.75	0.375	0.85	0.99	0.375	0.8	0.725	0.975	0.95	0.675
قوی	0.425	0	0	0.1	0.175	0	0.025	0.175	0	0.175	0	0	0	0.25	0.15	0	0.625	0.2	0.275	0.025	0	0.325

ماخذ: نگارنده

جدول ۱۳: تابع عضویت برای شاخص مجروحین ناشی از تصادفات درون شهری به ازای ۱۰۰ هزار نفر

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ضعیف	0.00	0.00	0.42	0.00	0.74	1.00	0.75	0.71	0.00	0.69	0.59	0.55	0.00	0.00	0.66	0.58	0.00	0.45	0.00	0.00	1.00	0.62
متوسط	0.20	0.35	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.27	0.18	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.25	2.50	0.00
قوی	0.80	0.65	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.73	0.82	0.00	0.00	0.77	0.00	1.00	0.75	0.00	0.00

ماخذ: نگارنده

جدول ۱۴: استدلال اولیه ممدانی برای شاخص‌های (گروه ۱)

(ضریب وابستگی، بیکاری زنان، خانه‌های زیر ۵۰ مترمربع و تعداد نفر در اتاق)

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	
ضریب وابستگی -	۰.۴	۰.۲۳	۰.۴	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۴	۰.۴۱	۰.۳۳	۰.۱۷	۰.۱۸	۰.۲۹	۰.۲۸	۰	۰.۳۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیکاری زنان	A	B	B	B	B	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
خانه زیر ۵۰ و تعداد نفر در اتاق	۰.۹۳	۱	۰.۹۶	۰.۵۳	۰.۸۲	۰.۹۸	۰.۵۳	۰.۶	۰	۰.۱۸	۰.۱۹	۰.۵	۰.۶۲	۰.۵۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱۹	۰.۵۳	۰.۵۳	۰.۵۳
	VG	VG	VG	A	G	VG	A	A	VB	B	B	A	A	A	A	VB	VB	VB	VB	B	A	A	A

مأخذ: نگارنده

جدول ۱۵: استدلال اولیه ممدانی برای شاخص‌های (گروه ۲)

(بیسوادی زنان، میزان طلاق، جرائم ثبت شده و تصادفات درون شهری)

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	
بیسوادی زنان - میزان طلاق	۰.۴۸	۰.۴۶	۰.۵	۰.۶۲	۰.۵۳	۰.۵	۰.۳۷	۰.۴۷	۰.۴۹	۰.۳	۰.۳	۰.۳	۰.۳	۰.۴۲	۰.۵۷	۰.۴۲	۰.۳۷	۰.۴۲	۰.۴۸	۰.۵	۰.۴	۰.۶۹	۰.۵۹
جرائم ثبت شده - تصادفات درون شهری	۰.۷۷	۰.۶۳	۰	۰.۶۷	۰.۳۴	۰	۰.۳۱	۰.۳۴	۰.۶۱	۰.۳۴	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۷۲	۰.۸۳	۰.۳۳	۰.۱۸	۰.۸۱	۰.۳۶	۰.۷۸	۰.۶۶	۰.۲۸	۰.۳۷	۰.۳۷
	G	G	VB	G	B	VB	B	B	G	B	B	B	B	G	VG	B	G	B	G	G	A	B	A

مأخذ: نگارنده

جدول ۱۶: استدلال ثانویه ممدانی برای کلیه شاخص‌ها

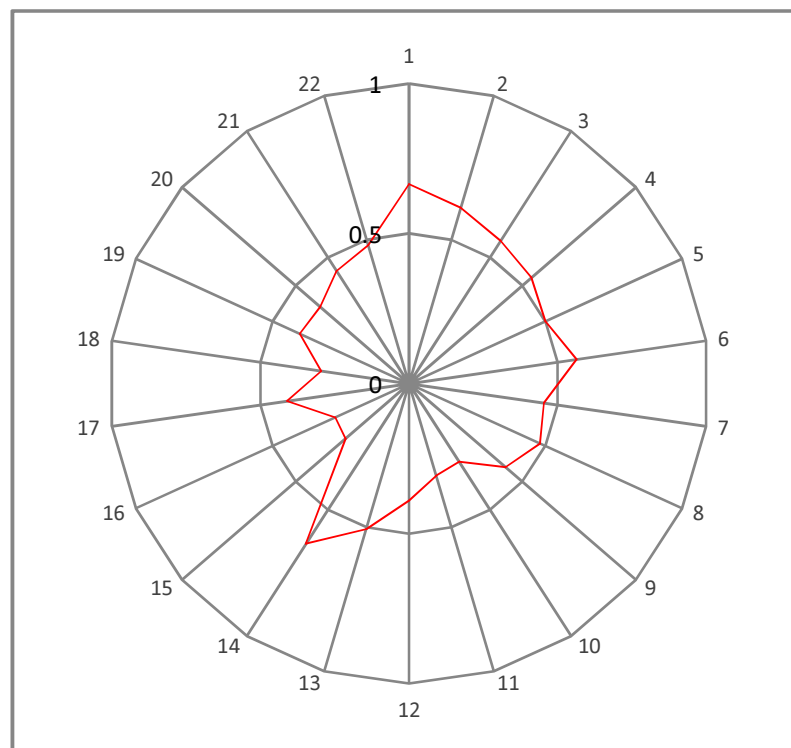
مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
گروه ۱	۰.۷۱	۰.۶۸	۰.۷۳	۰.۴۶	۰.۵۹	۰.۷۳	۰.۵۷	۰.۵۷	۰.۲۵	۰.۳۱	۰.۳۴	۰.۴۷	۰.۵	۰.۵۶	۰.۲	۰.۲	۰.۲	۰.۲	۰.۲	۰.۲۶	۰.۴۱	۰.۴۱
گروه ۲	۰.۶۲	۰.۵۴	۰.۴	۰.۶۲	۰.۴۱	۰.۴	۰.۳۴	۰.۳۹	۰.۶	۰.۳۱	۰.۳	۰.۳۱	۰.۵۱	۰.۷۱	۰.۳۶	۰.۳۴	۰.۶۲	۰.۳۹	۰.۶	۰.۵۲	۰.۴۸	۰.۵۵
	FH	I	L	FH	FL	L	L	L	FH	L	VL	L	I	H	L	L	FH	L	L	I	FL	I

مأخذ: نگارنده

جدول ۱۷: استدلال نهایی ممدانی برای سنجش وضعیت پایداری در بین مناطق شهرداری تهران

مناطق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
استدلال نهایی	0.665	0.61	0.565	0.54	0.5	0.565	0.455	0.48	0.425	0.31	0.32	0.39	0.505	0.635	0.28	0.27	0.41	0.295	0.4	0.39	0.445	0.48
	FH	FH	I	I	I	I	FL	FL	FL	L	L	L	I	FH	VL	VL	FL	VL	FL	L	FL	FL

ماخذ: نگارنده

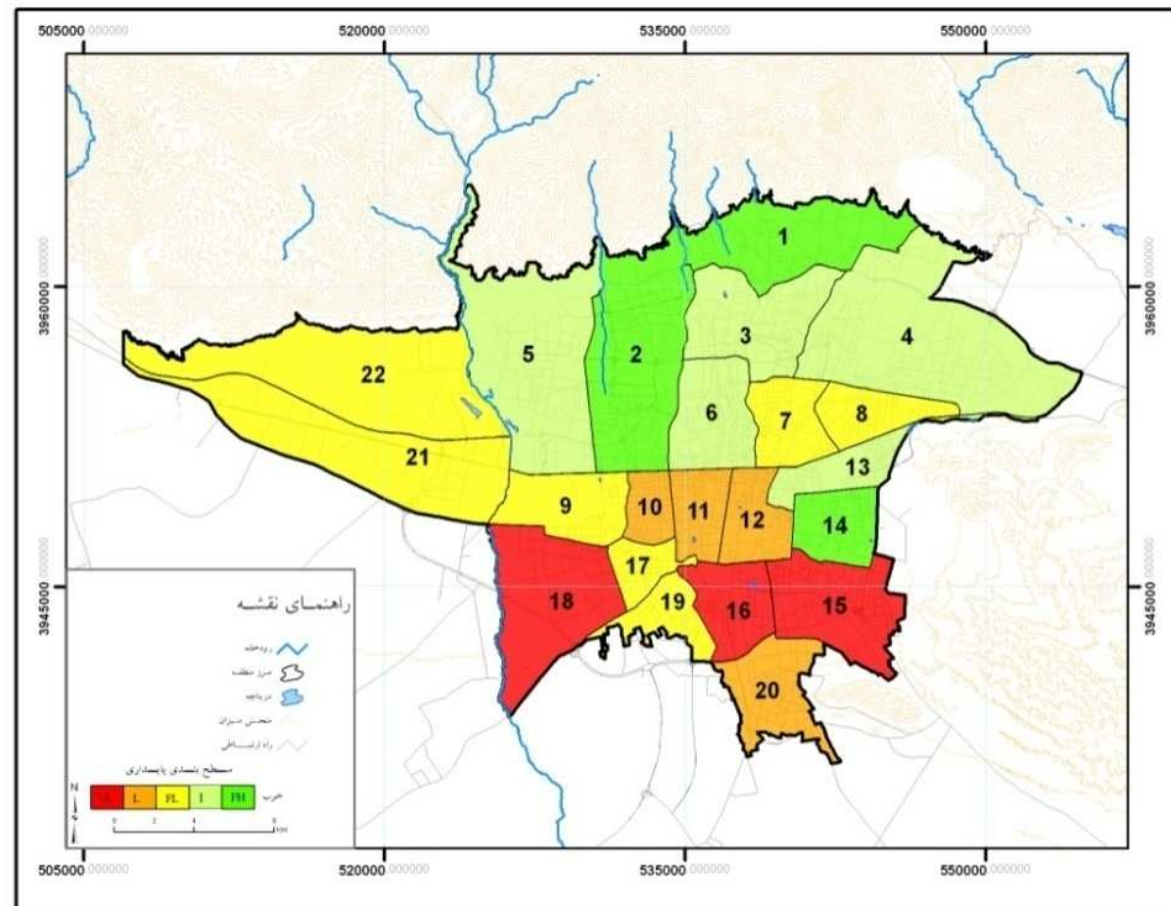


شکل ۶: نمودار اسپایدر برای استدلال نهایی توسعه پایدار اجتماعی

با استفاده از نرم افزار اکسل^۱ نمودار اسپایدر^۲ برای وضعیت نهایی پایداری اجتماعی ترسیم شد. همانطور که شکل (۶) نیز نشان می‌دهد از بین مناطق شهرداری تهران مناطق ۱، ۲ و ۱۴ دارای وضعیتی بالاتر از متوسط هستند که نشان‌گر مطلوب بودن شاخص‌های منتخب پژوهش است. برای ارائه دید بهتر از توزیع فضایی وضعیت پایداری اجتماعی نتایج به دست آمده در جدول (۱۷) در داخل سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شد، شکل (۷) نتیجه کار را نشان می‌دهد.

1. Excel
2. Spider

شکل ۷: نقشه وضعیت پایداری اجتماعی در بین مناطق شهرداری تهران



مأخذ: نگارنده

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در بخش یافته‌های تحقیق نشان داد که وضعیت پایداری اجتماعی در بین مناطق ۲۲ شهرداری تهران در شرایط مساعدی قرار ندارد و این شرایط مقبول پارادایم توسعه پایدار شهری و رویکردهای توسعه شهری پایدار نیست. بنابر یافته‌های تحقیق، پاسخ سوال پژوهش مورد تأیید است. بر اساس یافته‌های تحقیق و نتایج نشان داده شده در جدول (۱۷) و شکل (۷) بهترین شرایط برای پایداری اجتماعی در بین مناطق شهری تهران را منطقه ۱، ۲ و ۱۴ شهرداری تهران با سطح کمی بالا (FH) دارا هستند. علت بالا بودن پایداری اجتماعی در منطقه ۱ شهرداری بدلیل مطلوبیت منطقه در همه شاخص‌ها، بجز در شاخص‌های ضریب وابستگی و میزان طلاق به ازای ۱۰۰ هزار نفر است. براساس جدول (۵) وضعیت شاخص‌های S5، S3، S2، S5، S6، S8 و S8 به ترتیب، ۰/۳۶، ۰/۷۸، ۰/۹۸، ۰/۳، ۱، ۰/۹، ۰/۷۷ و ۰/۹۲ است. در منطقه ۲، مطلوبیت بالا برای شاخص‌های S3، S5، S6 و S8 با ارزش، ۰/۹۶، ۱، ۱، ۰/۸۶ سبب پایداری

بیشتر این منطقه شده است. وضعیت شاخص‌های S1 و S4 در این منطقه زیر حد متوسط و شاخص‌های S2 و S7 بین متوسط تا بالا است.

در منطقه ۱۴ نیز مطلوبیت بالا برای شاخص‌های S2، S4، S7 و S8 با ارزش، ۰/۷۲، ۰/۷، ۰/۸۵، ۰/۹۳ منجر به بهبود پایداری اجتماعی این منطقه نسبت به سایر مناطق شده است. در این منطقه وضعیت شاخص S1 کمتر از متوسط و وضعیت شاخص‌های S3، S5 و S6 نیز در حد متعادل است.

پس از آن مناطق ۳، ۵، ۶ و ۱۳ در سطح متوسط (I) قرار دارند. بر اساس اطلاعات جدول (۵) در منطقه ۳ شاخص‌های S1، S4، S7 و S8 وضعیت مناسبی را ندارند. سایر شاخص‌ها در این منطقه وضعیت مطلوب و بیش از متوسط هستند. در منطقه ۵ نیز شاخص‌های S1، S2، S4 و S7 مطلوبیتی در حد متوسط به پایین را دارند. سایر شاخص‌ها در این منطقه مطلوبیت متوسط به بالا دارند. در منطقه ۶ بد بودن شرایط شاخص‌های S7 و S8 سبب شده است که این منطقه در وضعیت پایداری متوسط قرار بگیرد. منطقه ۱۳ نیز به خاطر مطلوب نبودن شاخص‌های S1، S2، S4 در این طبقه قرار گرفته است.

مناطق ۷، ۸، ۹، ۱۷، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ در وضعیت کمی پایین (FL) قرار دارند. در منطقه ۷، شاخص S4 وضعیت بدی را نشان می‌دهد. در منطقه ۸ نیز شاخص‌های S1، S4 و S8 وضعیت مطلوبی ندارند. در منطقه ۹ شاخص S8 وضعیت مطلوب دارد، سایر شاخص‌ها از متوسط پایین است. در منطقه ۱۷ شاخص‌های S1، S3 و S6 وضعیت بدی دارند. منطقه ۱۹ نیز در شاخص‌های S1، S2، S3، S6 وضعیت بدی را دارد. در منطقه ۲۱ شاخص‌های S1، S2، S5 و S8 شرایط بدی را دارد. نهایتاً در منطقه ۲۲ نیز وضعیت شاخص‌های S4 و S8 مطلوب نیستند.

و مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۲۰ در وضعیت پایین (L) است. در بین مناطق شهرداری تهران بدترین شرایط برای مناطق ۱۵، ۱۶ و ۱۸ به دست آمد. این مناطق در وضعیت (VB) خیلی پایین قرار دارند. در این مناطق وضعیت شاخص‌ها کاملاً نامطلوب است. بر اساس یافته‌ها مشخص است که شاخص‌های ضریب وابستگی و درصد بیکاری زنان، درصد بیسوادی زنان، تعداد نفر در اتاق، مسکن زیر ۵۰ مترمربع و جرائم ثبت شده به ازای ۱۰۰ هزار نفر در مناطق جنوبی شهر وضعیت نامطلوبی را نسبت به مناطق شمالی شهر دارا است در حالیکه در مناطق شمالی شهر

شاخص میزان طلاق به ازای ۱۰۰ هزار نفر تفاوت بارزی را با مناطق جنوبی نشان می‌دهد. همچنین شاخص مجروحین ناشی از تصادفات درون شهری در مناطق ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۱ وضعیت نامطلوبی را دارا است.

برقراری توسعه پایدار اجتماعی در وهله اول مستلزم برخورداری یکسان در بین مناطق شهرداری تهران از جنبه‌های متعدد است. در این بین به‌کارگیری استراتژی‌های مناسب توسعه شهری در مناطقی که وضعیت پایداری آنها از سطح متوسط به پایین بوده از اولویت‌های اساسی و ضروری توسعه شهری در سالهای آتی است. ایجاد فرصتهای شغلی، ارائه برخی تسهیلات لازم و ضروری در زمینه تأمین مسکن، ازدواج، زمینه‌سازی برای ارتقا فرهنگی، بالا بردن کیفیت زندگی می‌تواند پیشنهاداتی برای التیام مسأله ناپایداری اجتماعی مناطق شهرداری تهران باشد.

منابع

۱. بدری، سیدعلی و رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا (۱۳۸۲)، ارزیابی پایداری، مفهوم و روش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۲؛
۲. حسین‌زاده دلیر، کریم و ساسان‌پور، فرزانه (۱۳۸۵)، روش جای پای اکولوژیکی در پایداری کلانشهرها با نگرشی بر کلانشهر تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۲، ص ۸۳-۱۰۱؛
۳. حکمت‌نیا، حسن و زنگی‌آبادی علی (۱۳۸۳)، بررسی و تحلیل سطوح پایداری در شهر یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، ص ۳۷-۵۱؛
۴. رهنمائی، محمدتقی و پورموسوی، سید موسی (۱۳۸۵)، بررسی ناپایداری‌های امنیتی کلان شهر تهران براساس شاخص‌های توسعه پایدار شهری، پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۵۷، پاییز ۱۳۸۵؛
۵. مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)، گزارشات سرشماری عمومی نفوس و مسکن تهران؛
۶. مرصوصی، نفیسه (۱۳۸۳)، توسعه‌یافتگی و عدالت اجتماعی شهر تهران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۱۴، ص: ۱۹-۳۱؛
۷. مهندسین مشاور بوم سازگان (۱۳۸۵)، گزارشات طرح جامع شهر تهران؛
۸. موسی کاظمی، سیدمهدی و شکوئی، حسین (۱۳۸۱)، سنجش پایداری اجتماعی شهر قم؛ فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۴۳، ص ۴۷-۲۱؛
۹. مولدان، بدریچ و بیلهارز، سوزان (۱۳۸۱)، شاخص‌های توسعه پایدار، ترجمه نشاط حداد تهرانی، ناصر محرم نژاد، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران؛
10. Baker. Susan & et al, (2005), The politics of sustainable development , Routledge, London – New York;
11. Baker. Susan,(2006), Sustainable Development, Rout ledge, London- New York;
12. Chen, Haiyan & Jia, Beisi & Lau, S.S.Y,(2008), Sustainable Urban Form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy, habitate International, N32, P. 28-40;
13. Chen. Guanrong & Tat Pham. Trung, (2000), Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems. CRC Press, Boca Raton, London, New York Washington, D.C;
14. Hens. Luc & Nath. Bhaskar, (2005), The World Summit on Sustainable Development, The Johannesburg Conference, Springer, Netherlands;
15. Hezri, Adnan A& Dovers, Stephen R,(2006), Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics, Ecological Economics, N,60,p. 86-99;
16. J. Klir. George & Yuan. Bo, (1995), Fuzzy Sets Fuzzy Logic; Theory and

- Application, Prentice Hall. PTR;
17. Li. Feng & 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, Volume. 90, pp. 134-142;
 18. Peter S. Brandon & Patrizia Lombardi,(2005), EVALUATING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE BUILT ENVIRONMENT , by Blackwell Science Ltd
 19. Phillis. Yannis. A & Kouikoglou. Vassilis S, (2009), Fuzzy Measurement of Sustainability, Nova Science Publishers, Inc. New York;
 20. UN,(2007), Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, United Nations, New York;
 21. Vouvaki. Dimitra & Xepapadeas. Anastasios,(2008), Changes in social welfare and sustainability: Theoretical issues and empirical evidence, ECOLOGICAL ECONOMICS, Vol 67, Pp: 473-484;
 22. WCED,(1987),The Brundtland report; Our common Future , Oxford University Press, Oxford, UK;
 23. Wylie, John, (2007), Landscape , Routledge, 1st ED, New York, USA;
 24. Zadeh, L. A, (1973), the concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Memorandum ERL-M 411, Berkeley;
 25. Zellner. Moira & et al, (2008), A new framework for urban sustainability assessment: Linking complexity, information and policy, Computers, Environment and Urban Systems, Article in press.