



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، شماره پیاپی ۲۴

کاربرد سیستم استنتاج فازی در زمینه سنجش کیفی مبلمان شهری (مطالعه موردی منطقه ۱ و ۲ شهر تبریز)

معصومه حافظ رضازاده (استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران، نویسنده مسئول)

rezazadeh2008@gmail.com

محمودرضا انوری (استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران)

rezaanvari2000@yahoo.com

سلمان اسدپور (دانشجوی دکتری - گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری - دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان)

azar.masahan@yahoo.com

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴

صص ۲۴-۱

چکیده

امروزه مبلمان شهری به دلیل نقش چشم‌گیری که در زمینه بهبود کیفیت زندگی شهری دارد، مورد توجه مدیران و برنامه ریزان شهری قرار گرفته است. از این رو تغییری هرچند کوچک در کیفیت هرکدام از مؤلفه‌های آن، تأثیر مستقیمی بر کمیت و کیفیت مؤلفه‌ها و متغیرهای دیگر آن دارد. هدف پژوهش حاضر ارزیابی کیفی مبلمان شهری مناطق ۱ و ۲ شهر تبریز با استفاده از سیستم استنتاج منطق فازی است در محیط نرم‌افزار **Matlab** است. پژوهش حاضر از نظر روش‌شناسی توصیفی و از نظر هدف کاربردی است. به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در پژوهش از روش کتابخانه‌ای و بررسی میدانی استفاده شده است. مؤلفه‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل دو مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری و استاندارد مبلمان شهری است که هرکدام در قالب سه شاخص اصلی با تکیه بر استنتاجات منطق فازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که منطقه ۱ و ۲ شهر تبریز از نظر کیفیت مبلمان شهری به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۳۹ و ۰/۳۵ وضعیت مناسبی ندارد و نتوانسته است رضایت مردم را جلب کند. از این رو ضرورت بازنگری در برنامه‌های مصوب مبلمان شهری و همچنین تدوین برنامه‌های جدید مبتنی بر نقاط ضعف و قوت مناطق مورد بررسی احساس می‌شود. در پایان باید اشاره کرد که استفاده از روش مقایسه‌ای به منظور سنجش وضعیت کیفی مبلمان مناطق مختلف شهری می‌تواند ضمن ارائه دیدی جامع نسبت به شناخت میزان اختلاف مناطق در زمینه برخورداری از امکانات شهری، برنامه‌ریزی‌های لازم به منظور برقراری عدالت فضایی بین مناطق محروم و مناطق برخوردار را فراهم آورد.

کلیدواژه‌ها: تبریز، مبلمان شهری، منطق فازی، متلب.

۱. مقدمه

شهر مانند موجود زنده‌ای است که مردم شهر و فعالیت‌هایشان به مثابه روح آن و کالبد شهر به مثابه جسمش است. شهرنشینی و پیری دو روند جهانی در مناطق شهری به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه است (سریچوا^۱ و همکاران، ۲۰۱۶، ص ۲۶). شهر طی حیات خود بر اثر عوامل مختلف تغییر شکل و گسترش می‌یابد. اما شهر خوب شهری است که کالبدش نیازهای ساکنانش را با توجه به تغییرات زمان تأمین کند (مزینی، ۱۳۹۵، ص ۲۸). فضای عمومی شهری صحنه نمایش زندگی روزمره مردم شهری است و مبلمان شهری که چیدمان این فضا محسوب می‌شود، نقش مهمی در کیفیت این صحنه دارد (لی^۲، ۲۰۱۱، ص ۱۵۱). از این رو با گسترش فزاینده شهرنشینی و افزایش جمعیت شهری و مشکلات ناشی از آن، فراهم آوردن امکاناتی برای رفاه حال شهروندان بیش‌ازپیش ضروری می‌نماید. یکی از مهم‌ترین موارد این امکانات، مبلمان شهری است (مشیری و همکاران، ۱۳۹۳، ص ۴۲). مبلمان شهری اجزای غیر ثابت محیط‌های شهری است که به‌عنوان عناصر مکمل در میان فضاهای بین ساختمان‌ها و بناها قرار دارد (آزادخانی، طهماسبی کیا، ۱۳۹۵، ص ۹۴). در واقع مبلمان شهری در تعریف شخصیت عملکردی فضاها نقش مهمی ایفا می‌کند و در چگونگی روحیه شهر و شهروندان بسیار مؤثر است (شربتی و همکاران، ۱۳۹۶، ص ۱۱۰). در این میان یکی از مسائل مهم در زمینه برنامه‌ریزی مبلمان شهری آگاهی از شدت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مؤلفه‌ها و شاخص‌های مختلف آن است (بسلاوا^۳ و همکاران، ۲۰۱۴، ص ۷۷۰). به‌عبارتی دیگر تنها با شناسایی میزان تأثیر و تأثرات شاخص‌های مختلف مبلمان شهری بر یکدیگر و شناسایی تأثیرگذارترین مؤلفه‌ها در مقاطع مختلف است که می‌توان نسبت به تدوین برنامه‌های جامع و مؤثر اقدام کرده (خوان، زان و وی^۴، ۲۰۱۱، ص ۵۵۶) و حتی در مراحل مختلف اجرا، مورد پایش و ارزیابی قرار داد (شمس و مرادی، ۱۳۹۳، ص ۱۰). از این رو در این پژوهش با عنوان کاربرد سیستم استنتاج فازی در زمینه سنجش کیفی مبلمان شهری هدف آن است تا با استفاده از زبان برنامه‌نویسی متلب و منطق استدلالی فازی مجموعه‌ای یکپارچه از مجموع عوامل، مؤلفه‌ها و زیر شاخص‌های تأثیرگذار بر کیفیت مبلمان شهری تشکیل شود تا به‌صورت پویا و برخط با امکان تغییر در مقادیر هر کدام از شاخصه‌های مبلمان شهری، تأثیر آنی آن بر مؤلفه‌ها و شاخص‌های دیگر مبلمان شهری رؤیت و اندازه‌گیری شود. به‌منظور عملیاتی سازی این ابزار، دو منطقه مرکزی شهر تبریز (منطقه ۱ و ۲) از سویی به دلیل تراکم جمعیتی بالا و از سوی دیگر به دلیل حضور عناصر متنوع و مختلط مبلمان شهری انتخاب شده است. طبیعی است که با این روش هم هزینه‌های ناشی از فاز مطالعات و برنامه‌ریزی مبلمان کاهش می‌یابد، همچنین سرعت عمل به بالاترین حد خود می‌رسد. در نتیجه از نظر نگارندگان این ابزار می‌تواند الگوی مناسبی جهت ساماندهی و برنامه‌ریزی‌های آتی مبلمان شهری باشد.

1. Srichuae
2. Lee
3. Beslerova
4. Xun, Zun and Wei

بسارووا و دزوریکووا^۱ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان اندازه‌گیری کیفیت زندگی شهری در کشورهای عضو اتحادیه اروپا با استفاده از چهار شاخص اقتصادی، بهداشت، آموزش و پرورش و طول عمر جمعیت و با هدف مقایسه تطبیقی شاخص‌های انتخابی، به بررسی میزان تأثیرات آن‌ها در توسعه انسانی پرداخته‌اند و در نهایت با استفاده از روش‌های آماری به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص‌های اقتصادی کلان از مهم‌ترین عوامل نابرابری و مشخص‌کننده ضعف‌های پایه‌ای در این منطقه است. سولتوس و پرالیا^۲ (۲۰۰۷) در مقاله‌ای با نام طرحی نو برای طراحی، ضمن داشتن نگاهی تحلیلی به موضوع مبلمان شهری، به بررسی موردی آیت‌هایی می‌پردازند که در طراحی مبلمان شهری مربوط به فضاهای سبز شهری تأثیر نافذ دارد. نتایج این پژوهش با پیشنهاد تنظیم قوانین مناسب در این زمینه تکمیل شده است. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان کاربرد فنون تحلیل چندمعیاری و منطق فازی در تحلیل و ساماندهی مبلمان شهری (مطالعه موردی: منطقه یک رشت) سعی کرده‌اند با هدف ساماندهی و بهسازی مبلمان شهری، هر یک از عناصر مبلمان را با توجه به استانداردهای رایج و با تکیه بر روش تاپسیس فازی مورد ارزیابی قرار دهند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که وضعیت مبلمان شهری موجود در محدوده مورد مطالعه با استانداردهای رایج تفاوت بسیاری را چه از نظر ساخت، طراحی، مکان‌یابی و چه از لحاظ سنخیت با محیط دیده می‌شود و تقریباً هیچ نظارتی از طرف سازمان‌های مسئول در این زمینه صورت نمی‌گیرد. غفاری و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش تحت عنوان کاربرد منطق فازی و فنون تحلیل چندمعیاری در تحلیل و ساماندهی مبلمان شهری (مطالعه موردی: شهر بوکان) اقدام به بررسی وضعیت مطلوبیت تعدادی از عناصر منتخب از مبلمان شهری در یکی از خیابان‌های شهر بوکان پرداخته است و برای ارائه الگوی مقایسه‌ای از سطح‌بندی مبلمان شهری، سعی کرده است خیابان مذکور در قالب سه زیرمجموعه A، B و C تقسیم‌بندی شده و با محاسبه شکاف مطلوبیت عناصر مورد مطالعه از مبلمان شهری وضعیت سنجیده شود. نتایج نشان داد که وضعیت عناصر مبلمان شهری در محدوده‌های مختلف در سطوح متفاوتی قرار دارند.

۲. روش شناسی

۱.۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر روش توصیفی و از نظر هدف کاربردی - توسعه‌ای است. متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش شامل دو مؤلفه عمده زیبایی و استاندارد می‌باشد که هر کدام دارای سه شاخص عمده و چند زیر شاخص می‌باشند. در این پژوهش به منظور استخراج ارزش اولیه مستخرج از پرسش‌نامه از نرم‌افزار SPSS و مدل T چند نمونه‌ای و به منظور تحلیل اوزان اولیه و تشکیل جدول قوانین مربوطه از مدل سیستم استنتاج فازی در قالب نرم‌افزار متلب استفاده شده است. جدول زیر تقسیم‌بندی اولیه مؤلفه‌ها و شاخص‌های پژوهش را نشان می‌دهد.

1. Beslerova and Dzurickova

2. Soltus, and Peralia

جدول ۱. شاخص‌ها و مؤلفه‌های مورد استفاده برای ارزیابی مبلمان شهری

عنوان مؤلفه	عنوان شاخص	عنوان زیر شاخص‌ها
زیبایی و تناسب مبلمان شهری	رنگ مبلمان شهری	شکل و فرم سطل زباله- شکل و فرم صندوق پست- شکل و فرم تابلو معابر- شکل و فرم تیر روشنایی- شکل و فرم نیمکت- شکل و فرم نرده‌ها- شکل و فرم وسایل بازی ورزشی- شکل و فرم کف‌پوش- شکل ایستگاه اتوبوس- شکل تندیس و مجسمه و غیره
		رنگ سطل زباله- رنگ صندوق پست- رنگ تابلو معابر- رنگ تیر روشنایی- رنگ نیمکت- رنگ نرده‌ها- رنگ وسایل بازی ورزشی- رنگ کف‌پوش- رنگ ایستگاه اتوبوس- رنگ تندیس و مجسمه و غیره
استاندارد مبلمان شهری	راحتی مبلمان شهری	خوانایی چراغ راهنمایی و رانندگی- خوانایی معابر- خوانایی تابلو راهنمایی و رانندگی- خوانایی نام کوچه‌ها و خیابان‌ها- خوانایی خطوط خودرویی و عابر پیاده و غیره
		تعداد سطل زباله- تعداد صندوق پست- تعداد تابلو معابر- تعداد تیر روشنایی- تعداد نیمکت- تعداد نرده‌ها- تعداد وسایل بازی ورزشی- تعداد کف‌پوش- تعداد ایستگاه اتوبوس- تعداد تندیس و مجسمه و غیره
کارایی مبلمان شهری	کارایی مبلمان شهری	راحتی استفاده از سطل زباله- راحتی استفاده از صندوق پستی- راحتی استفاده از تابلو اسامی معابر- راحتی استفاده از نیمکت- راحتی استفاده از نرده‌ها- راحتی استفاده از راه‌بندها- راحتی استفاده از وسایل ورزشی- راحتی استفاده از آب‌نما و غیره
		کارایی سطل زباله- کارایی تابلو معابر- کارایی نیمکت- کارایی راه‌بندها- کارایی وسایل ورزشی- کارایی چراغ‌های روشنایی- کارایی آب‌نماها و غیره

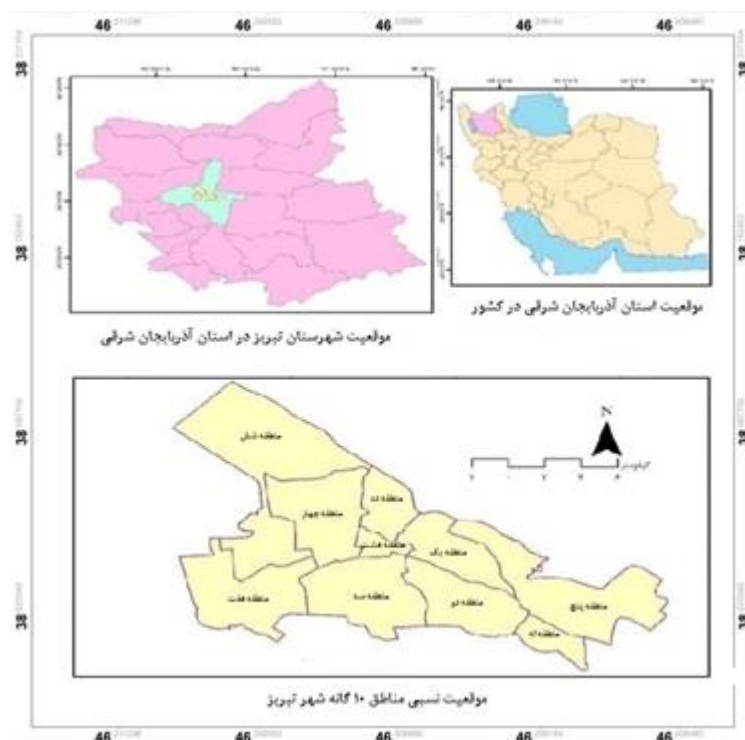
لازم به ذکر است که سیستم استنتاج فازی در محیط نرم‌افزار متلب در مقایسه با دیگر مدل‌های مرسوم در امر برنامه‌ریزی مبلمان شهری، به دلیل امکان برنامه‌نویسی و بازتعریف مؤلفه‌ها و شاخص‌های پژوهش با توجه به اهداف و رویکردهای برنامه ریزان شهری، بستر مناسب تری به‌منظور مقایسه مجموعه‌ای از شاخص‌های مختلف و گاه متضاد مرتبط با مبلمان شهری است. از سوی دیگر قابلیت نمایش عانی تغییرات و ارائه خروجی تغییرات بر روی محورهای سهمی و در واقع بصری سازی آن، درک تغییرات ایجاد شده بر روی هر کدام از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و در نهایت ارائه گزارش‌ها را تسهیل می‌کند.

۲.۲. محدوده پژوهش

شهر تبریز با وسعتی در حدود ۲۵ هزار هکتار در ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی از مدار مبدأ واقع شده است. ارتفاع میانگین شهر از سطح دریا حدود ۱۳۴۰ متر است. شهر تبریز از سمت جنوب به ارتفاعات سه‌نند، از شمال به کوه عون بن علی، از شرق به زمین‌های کشاورزی شهر باسمنج و از غرب به دشت تبریز و زمین‌های پست و شوره‌زار حاشیه‌ی دریاچه‌ی ارومیه محدود می‌گردد (پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱، ص. ۹۱-۱۰۴).

شهر تبریز به ۱۰ منطقه شهرداری تقسیم شده است. همان‌طور که اشاره شد این شهر با ۲۵ هزار هکتار وسعت، سومین شهر بزرگ ایران پس از تهران و مشهد محسوب می‌شود. شکل شماره ۱ موقعیت نسبی شهر تبریز و مناطق

۱۰ گانه آن در سطح کشور و شهر و جدول زیر وضعیت جمعیتی و مساحت مناطق مورد مطالعه (منطقه ۱ و ۲ شهر تبریز) را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت نسبی شهر تبریز و مناطق ۱۰ گانه

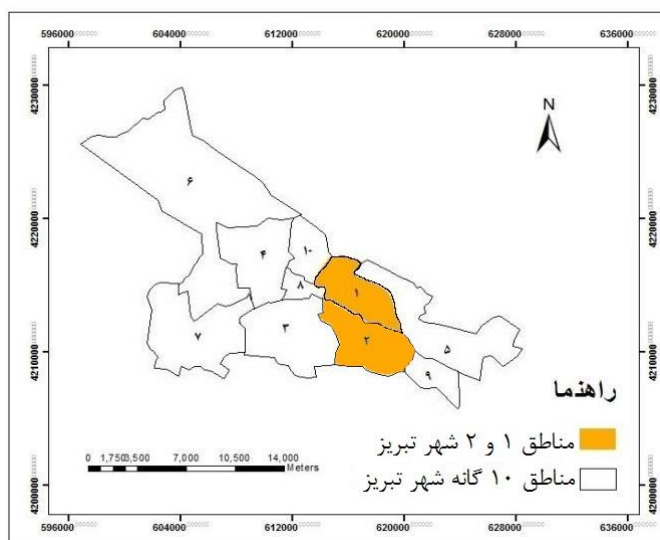
جدول ۲. وضعیت جمعیتی و مساحت محدوده مورد مطالعه

ردیف	نام منطقه	جمعیت (۱۴۰۰)	مساحت (کیلومتر مربع)
۱	تبریز	۱/۷۷۱/۰۹۶	۲۴۴/۵۱
۲	منطقه ۱ (شرق) تبریز	۲۳۶۳۶۹	۱۵/۴۱
۳	منطقه ۲ (جنوب شرق) تبریز	۲۱۴۲۳۰	۲۰/۸۰

۱.۲.۲. موقعیت نسبی مناطق ۱ و ۲

منطقه ۱ شهر تبریز در قسمت شمال شرقی تبریز قرار گرفته که از طرف شمال غربی با منطقه ۱۰ و از طرف جنوب با منطقه ۲ و از طرف شرق با منطقه ۵ هم‌جوار می‌باشد. حدود جغرافیایی این منطقه از شمال به بزرگراه شمالی پاسداران، از جنوب به بزرگراه استاد شهریار و از غرب به بلوار شهید رجایی و هفت تیر محدود می‌شود. از لحاظ ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی محدوده مورد مطالعه از شرایط عمومی شهر تبریز پیروی می‌کند. بر اساس سالنامه آماری ارائه شده از سوی شهرداری در تبریز در سال ۹۶ محدوده مورد مطالعه مجموعاً دارای جمعیتی در حدود ۲۱۸۶۴۷ نفر بوده که معادل ۱۴ درصد کل جمعیت شهر تبریز می‌باشد. تراکم ناخالص جمعیت در سطح

محدوده مورد مطالعه به طور متوسط برابر با ۱۳۷.۷ نفر در هکتار می باشد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ تعداد خانوارهای موجود در محدوده مورد مطالعه ۶۳۱۶۶ خانوار بوده که برابر با ۱۳/۹ درصد از کل خانوارهای شهر تبریز است. بعد خانوار در محدوده مورد مطالعه برابر با ۳/۴ نفر بوده برای شهر تبریز برابر با ۳/۳ نفر در هر خانوار است. منطقه ۲ شهر تبریز در قسمت جنوب شرقی تبریز قرار گرفته که از طرف شمال شرقی با منطقه ۵ و از طرف شمال با منطقه ۱ و از طرف غرب با منطقه ۳ هم جوار است. حدود جغرافیایی این منطقه از شمال به بزرگراه شمالی پاسداران، از جنوب و شرق به بزرگراه شهید کسایی و از غرب به خیابانهای شهید رجایی و هفت تیر محدود می شود. از لحاظ ویژگی های جغرافیایی و اقلیمی محدوده مورد مطالعه از شرایط عمومی شهر تبریز پیروی می کند. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ محدوده مورد مطالعه مجموعاً دارای جمعیتی در حدود ۱۹۶۵۰۷ نفر بوده که معادل ۲۰/۸۵ درصد کل جمعیت شهر تبریز می باشد. تراکم ناخالص جمعیت در سطح محدوده مورد مطالعه به طور متوسط برابر با ۹۱/۲۱ نفر در هکتار می باشد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ تعداد خانوارهای موجود در محدوده مورد مطالعه ۵۱۸۵۹ خانوار بوده که برابر با ۱۱/۴ درصد از کل خانوارهای شهر تبریز است. بعد خانوار در محدوده مورد مطالعه برابر با ۳/۳ نفر بوده برای شهر تبریز نیز برابر با همین میزان خانوار است.



شکل ۲. موقعیت نسبی مناطق ۱ و ۲ تبریز

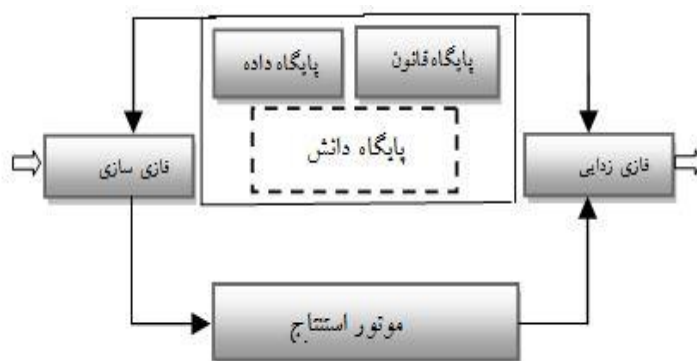
۳.۲. مدل سیستم استنتاج فازی

ابهام^۱ و عدم قطعیت^۲ ذاتی حاکم بر علوم انسانی به طور کلی و به ویژه محیطهای برنامه ریزی و تصمیم گیری، نیازمند روش هایی است که امکان بررسی و صورت بندی ریاضی مفاهیم نادقیق و ناخوش تعریف این علوم را فراهم

1. Vagueness
2. Uncertainty

نمایند. تئوری مجموعه‌های فازی^۱ و منطق فازی^۲، به‌عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل‌سازی و صورت‌بندی ریاضی ابهام و عدم قطعیت موجود در فرایندهای شناختی انسانی (لوستما^۳، ۱۹۹۷، ص. ۱۲)، ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی برای این منظور به شمار می‌روند. این نظریه که نخستین بار توسط پرفسور زاده^۴ دانشمند ایرانی‌الاصول دانشگاه کالیفرنیا در سال ۱۹۶۵ مطرح شد، حوضه‌های بسیاری از علوم مختلف مانند طبیعی، زیستی، علوم اجتماعی، مهندسی، علوم کامپیوتر، علوم سیستمی و همچنین مدیریت، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری را فراگرفته است (کلیر^۵ و فولگر^۶، ۱۹۹۸: ۵۶). نظریه مجموعه‌های فازی ابزارهایی را فراهم می‌آورد که می‌توان به‌وسیله‌ی آن‌ها نحوه‌ی استدلال و تصمیم‌گیری انسانی را صورت‌بندی ریاضی بخشید و از الگوهای ریاضی به‌دست‌آمده در زمینه‌های گوناگون علوم و تکنولوژی استفاده کرد (طاهری، ۱۳۷۸: ۴۵).

سیستم استنتاج فازی در حالت کلی دارای یک ورودی فازی شده، یک پایگاه دانش (شامل پایگاه قانون و پایگاه داده) که مبنا و زمینه منطقی لازم برای فرایند استدلال را فراهم آورده و به‌عنوان اصلی‌ترین مرحله تحلیل، وظیفه استدلال تقریبی و استنتاج فازی به شکل قواعد اگر-آنگاه فازی بر روی ورودی‌های مدل در مراحل مختلف آن را بر عهده دارد (آندریان شیسولینیا، ۱۳، ص. ۲۰۰۴)، در ادامه از خروجی هر مرحله به‌عنوان ورودی مرحله بعد استفاده می‌شود تا آخرین خروجی فازی سیستم استخراج‌شده و در گام بعدی مقادیر قطعی نهایی از طریق عملیات نافازی‌سازی^۷ برای مبلمان شهری سیستم و هرکدام از مؤلفه‌های اولیه و پایه آن حاصل می‌شود. شکل (۳) مراحل اصلی و شمای کلی فرایند استنتاج را در منطق فازی نشان می‌دهد.



شکل ۳. شمای کلی و مراحل اصلی در یک سیستم استنتاج فازی (راجر جانگ^۸، ۱۹۳۳)

1. Fuzzy Set Theory
2. Fuzzy Logic
3. Lootsma
4. L. A. Zadeh
5. Klier
6. Folgers
7. Defuzzification
8. Rojer Jang

۴.۲. جامعه آماری

جامعه آماری مورد پژوهش در این تحقیق شامل ساکنان منطقه ۱ و ۲ شهر تبریز بر اساس آخرین اطلاعات جمعیتی ارائه شده از سوی مرکز آمار ایران است. تعداد جامعه آماری برابر با ۴۵۰،۵۵۹ در نظر گرفته شده و تعداد نمونه بر اساس فرمول کوکران برابر با ۳۸۰ نفر تعیین شده است. در این پژوهش جهت محاسبه حجم نمونه مورد نیاز پژوهش از رابطه زیر استفاده شد.

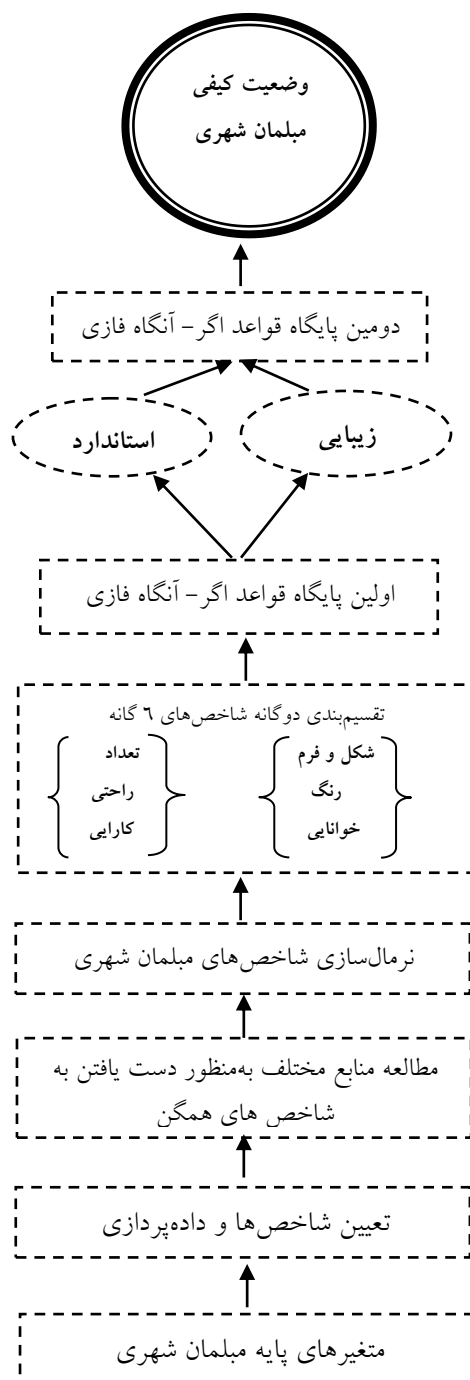
$$N = \frac{t^2 pq}{d^2} \left(1 + \frac{1}{n} \left(\frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right) \right)$$

در این فرمول N حجم جامعه مورد مطالعه، t اندازه متغیر در توزیع طبیعی، P درصد توزیع صفت در جامعه، q درصد افرادی که فاقد آن صفت هستند، d تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه را نشان می دهد (حافظ نیا، ۱۳۸۶، ص. ۱۴۰-۱۳۸).

۵.۲. مراحل استنتاج برای سنجش کیفی مبلمان شهری

در این بخش مجموعه های فازی متناظر با شاخص ها و مؤلفه های مبلمان شهری را تعریف کرده، قواعد منطقی برای ترکیب آن ها و استنتاجات مرحله ای ارزیابی مبلمان را بیان نموده و با پیاده کردن آن در جعبه ابزار منطق فازی نرم افزار متلب، استدالات تقریبی را انجام می دهیم (شکل ۵). همان طور که از دقت در شکل شماره (۵) و مؤلفه های مبلمان شهری توصیف شده در آن استنباط می شود، داده های واقعی تنها در اولین سطح مدل یعنی در رابطه با متغیرهای پایه مبلمان وجود دارند. بنابراین هر کدام از شاخص ها، مؤلفه های مطرح شده و شاخص نهایی مبلمان شهری در واقع متغیرهای زبان شناختی^۱ هستند که با به کارگیری منطق فازی و استدلال تقریبی از داده های پایه استنتاج می شوند. از این رو ضرورت اصلی در طراحی یک سیستم خبره فازی، نخست انتخاب توابع عضویتی^۲ با کارایی بالا برای متغیرهای زبان شناختی فوق و تعریف مجموعه های فازی ورودی و خروجی هر مرحله (تشکیل پایگاه داده) و سپس جمع آوری دانش در مورد مسئله مورد بررسی و کد کردن دانش جمع آوری شده در قالب قوانین منطقی اگر- آنگاه فازی^۳ (تشکیل پایگاه قانون) می باشد (کاتبی، ۱۳۸۱، ص. ۳۲).

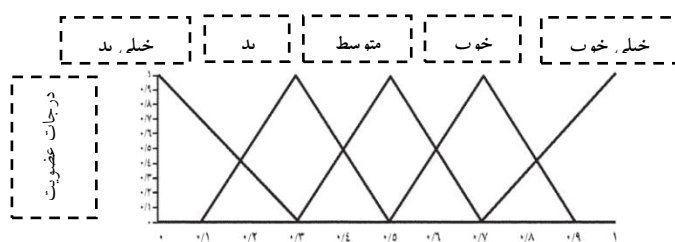
1. Linguistic Variables
2. Membership Functions (MF)
3. Fuzzy IF-THEN Logical Rules



شکل ۴. نمودار درختی مراحل استنتاج مبلمان شهری

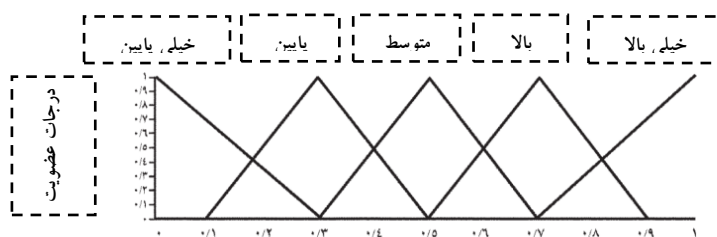
۱.۵.۲. تشکیل پایگاه داده‌ها

برای متغیر زبانی وضعیت کیفی مبلمان شهری، مجموعه‌های فازی با ۵ ارزش زبانی خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب و با توابع عضویتی مثلثی در نظر می‌گیریم.



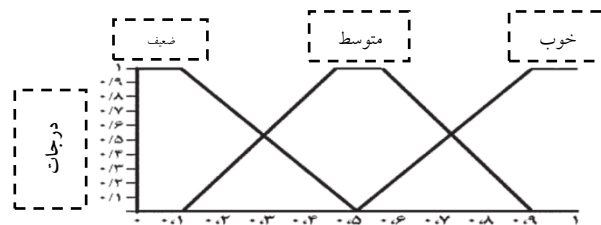
شکل ۵. ارزش‌های زبانی و توابع عضویت مربوطه نهایی

برای هرکدام از دو مؤلفه‌ی ثانویه مبلمان شهری یعنی زیبایی مبلمان شهری و استاندارد مبلمان شهری توابع عضویتی گوسی شکل و به صورت مجموعه‌های فازی دیگری با ۵ ارزش زبانی خیلی پایین (VL)، پائین (L)، متوسط (I)، بالا (H)، و خیلی بالا (VH) در قالب شکل (۴) تعریف شد.



شکل ۶. ارزش‌های زبانی و توابع عضویت مربوطه برای مؤلفه‌های ثانویه

لازم به ذکر است که در ادامه، ورودی‌های دومین مرحله استنتاج، خروجی‌های مرحله اول بوده که در آن هرکدام از ۲ گروه شاخص‌های سه‌گانه برای استنتاج هرکدام از دو متغیر اولیه به‌طور مجزا ترکیب می‌شوند. در اولین پایگاه داده نیز شاخص‌های ۶ گانه (شکل و فرم- رنگ- خوانایی و تعداد- راحتی- کارایی) در قالب مجموعه‌های فازی با توابع عضویت ذوزنقه‌ای شکل به صورت زیر و با سه مقدار خوب، متوسط، و ضعیف تعریف می‌شود.



شکل ۷. ارزش‌های زبانی و توابع عضویت برای شاخص‌های ۶ گانه

لازم به ذکر است که ۶ شاخص بیان‌شده را نیز می‌توان طبق روش بالا و به صورت جداگانه مورد استنتاج قرار داده و ارزش زبانی و توابع عضویت برای آن قائل شد لیکن به دلیل کثرت تعداد قوانین برای تشکیل پایگاه قانون

مربوطه و ابهام زیاد در تعریف توابع عضویت متفاوت و مناسب برای تک تک متغیرها، پیچیدگی سیستم بسیار افزایش یافته و به زمان بسیار بیشتری برای تشکیل پایگاه دانش لازم است. به این دلیل برای تحلیل متغیرهای پایه ارزیابی کیفی مبلمان شهری به استفاده از روش‌های آماری و نرمال‌سازی^۱ داده‌ها اکتفا شده است.

۲.۵.۲. تشکیل پایگاه قانون (قواعد منطقی فازی)

حساس‌ترین بخش در روش استنتاج فازی ساختن پایگاه قانون است که قوانینی از سطح شاخص‌های پایه تا بالاترین سطح یعنی ارزیابی کیفی مبلمان شهری را به دست دهد. این قوانین در واقع بیانگر وابستگی‌های متقابل بین شاخص‌ها و مؤلفه‌های مبلمان و نحوه تعامل و تأثیر و تأثر آن‌ها بر یکدیگر است (فولر^۲ و کارلسون^۳، ۲۰۰۱، ص. ۲۳).

مثالی از قواعد اگر - آنگاه فازی مورد استفاده برای استنتاج مؤلفه نهایی مبلمان شهری به شرح زیر است.
- اگر وضعیت زیبایی و تناسب مبلمان شهری پایین و وضعیت استاندارد مبلمان شهری خیلی پایین باشد آنگاه مبلمان شهری دارای وضعیت خیلی بدی است.

مثالی از قواعد اگر - آنگاه فازی مورد استفاده برای استنتاج مؤلفه ثانویه زیبایی و تناسب مبلمان شهری به شرح زیر است.

- اگر وضعیت شکل و فرم مبلمان شهری پایین و وضعیت رنگ مبلمان شهری خیلی پایین باشد آنگاه مبلمان شهری از نظر زیبایی و تناسب دارای وضعیت خیلی پایینی است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود هر قانون از دو بخش مقدم (اگر) و تالی (آنگاه) تشکیل شده است که بخش تالی همواره یک عبارت اسمی ولی بخش مقدم معمولاً شامل چندین عبارت (یا اصطلاحاً چندین شرط) است که با رابطه ((و)) منطقی باهم مرتبط می‌شوند. تعداد این قوانین به تعداد ورودی‌ها و تعداد طبقات بین ورودی‌ها (سطوح مختلف مؤلفه‌ها) و همچنین نوع مجموعه‌های فازی تعریف شده در پایگاه داده (تعداد ارزش‌های زبانی هر کدام از مؤلفه‌های اولیه، ثانویه و شاخص‌ها) بستگی دارد (آتار^۴، ۲۰۰۲: ۱۴).

همان‌طور که در شکل شماره (۵) بیان شد ما دارای دو پایگاه قانون هستیم. در دومین پایگاه قانون استنتاج مؤلفه وضعیت نهایی مبلمان شهری از روی مؤلفه‌های ثانویه مربوطه (زیبایی و تناسب - استاندارد) مستلزم تنظیم $۲۵=۵^۲$ قانون (دو متغیر زبانی و ۵ مقدار زبانی) می‌باشد که این ۲۵ قانون در جدول شماره (۳) پیاده‌سازی شده است.

1. Normalization
2. Fuller
3. Carlson
4. Attar

جدول ۳. ۲۵ قانون پایگاه دوم برای استنتاج وضعیت نهایی مبلمان شهری

VH	H	A	L	VL	زیبایی و تناسب
استاندارد					
A	A	L	VL	VL	VL
A	A	L	L	VL	L
H	A	A	L	L	A
VH	H	A	A	A	H
VH	VH	H	A	A	VH

در اولین پایگاه قانون نیز هرکدام از ۲ مؤلفه ثانویه از ترکیب $۲۷=۳۳$ قانون استنتاج می‌شود. یعنی سه شاخص (متغیر زبانی) یعنی شکل و فرم، رنگ، خوانایی (از زیرمجموعه مؤلفه زیبایی و تناسب) و تعداد-راحتی و کارایی (از زیرمجموعه مؤلفه استاندارد) و هرکدام با ۳ ارزش زبانی ضعیف، متوسط و خوب در آن دخیل هستند که در مجموع تعداد $۲۷ \times ۵۴ = ۱۴۵۸$ قانون نیز در اولین پایگاه وجود خواهد داشت.

جدول ۴. ۲۷ قانون پایگاه اول برای استنتاج مؤلفه زیبای و تناسب مبلمان شهری

خروجی	ورودی‌ها				خروجی	ورودی‌ها			
	و خوانایی	و رنگ	اگر شکل و فرم	قانون X		و خوانایی	و رنگ	اگر شکل و فرم	قانون X
آنگاه (زیبایی مبلمان شهری))	و	و	اگر	قانون	آنگاه (زیبایی مبلمان شهری))	و	و	اگر	قانون
پایین	ضعیف	متوسط	متوسط	۱۵	خیلی بالا	خوب	خوب	خوب	۱
متوسط	خوب	ضعیف	متوسط	۱۶	بالا	متوسط	خوب	خوب	۲
پایین	متوسط	ضعیف	متوسط	۱۷	متوسط	ضعیف	خوب	خوب	۳
خیلی پایین	ضعیف	ضعیف	متوسط	۱۸	بالا	خوب	متوسط	خوب	۴
بالا	خوب	خوب	ضعیف	۱۹	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	۵
متوسط	متوسط	خوب	ضعیف	۲۰	متوسط	ضعیف	متوسط	خوب	۶
خیلی پایین	ضعیف	خوب	ضعیف	۲۱	بالا	خوب	ضعیف	خوب	۷
متوسط	خوب	متوسط	ضعیف	۲۲	پایین	متوسط	ضعیف	خوب	۸
پایین	متوسط	متوسط	ضعیف	۲۳	خیلی پایین	ضعیف	ضعیف	خوب	۹
خیلی پایین	ضعیف	متوسط	ضعیف	۲۴	بالا	خوب	خوب	متوسط	۱۰
پایین	خوب	ضعیف	ضعیف	۲۵	بالا	متوسط	خوب	متوسط	۱۱
خیلی پایین	متوسط	ضعیف	ضعیف	۲۶	پایین	ضعیف	خوب	متوسط	۱۲
خیلی پایین	ضعیف	ضعیف	ضعیف	۲۷	بالا	خوب	متوسط	متوسط	۱۳
					متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	۱۴

جدول شماره ۳ و ۴ نحوه ترکیب قوانین و نتایج حاصل از آن‌ها را در ۲ پایگاه قانون فوق نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از کثرت صفحات مقاله، از اولین پایگاه تنها یک گروه ۲۷ تایی (زیبایی و تناسب مبلمان شهری) آورده شده است و از ارائه جدول قوانین برای مؤلفه مشابه یعنی استاندارد مبلمان شهری اجتناب شده است.

۳. یافته‌ها

۱.۳. نرمال‌سازی داده‌های پایه

اطلاعات پایه وارد شده به سیستم که برگرفته از داده‌های خام پرسش‌نامه است، با وجود پردازش‌های موازی و اعمال روش‌های استاندارد، دارای مقیاس‌های متنوع و همچنین در دامنه‌های متفاوتی هست لذا بجای استفاده مستقیم از اطلاعات هر شاخص، جهت به دست آوردن یک مقیاس عمومی و واحد برای تمامی شاخص‌ها به منظور سهولت تلفیق قوانین، انجام عملیات استنتاج و محاسبات فازی، تک‌تک شاخص‌ها در دامنه‌ای از ۰ تا ۱ نرمال می‌شوند. ضرورت این عملیات از گستردگی دامنه و پراکندگی بسیار مقادیر ورودی‌ها ناشی می‌شود (دیکسون، ۲۰۰۱، ص. ۱۳۶). لازم به ذکر است که برای هر شاخص پایه I ، مقادیری به‌عنوان هدف، یک حداقل I و یک حداکثر \bar{I} اختصاص می‌دهیم. مقدار هدف T_i ، مقدار واحدی است برابر مقدار ماکزیمم شاخص (در صورتی که وضعیت واحد یا منطقه دارای مقدار ماکزیمم، بهینه و ایدئال باشد) و در غیر این صورت (که اغلب نیز چنین است) مقداری بزرگ‌تر از مقدار ماکزیمم و با توجه به وضعیت تمامی واحدها خواهد بود. مقدار مینیمم نیز از مجموعه اندازه‌گیری‌های در دسترس شاخص از مجموعه واحدهای مورد ارزیابی (واحدهای برنامه‌ریزی یا مناطق مختلف) اخذ می‌شود (آندریان، ۲۰۰۴، ص. ۱۵۱). در رابطه مورد استفاده چنانچه X_i مقدار شاخص I از واحد مورد ارزیابی باشد، مقدار نرمال شده آن (N_i) از رابطه شماره (۱) به دست می‌آید.

$$N_i(X_i) = \frac{X_i - I}{T_i - I}$$

رابطه ۱:

جدول ۵. مقادیر نرمال شده شاخص‌های ۶ گانه

شاخص مکان	زیبایی و تناسب مبلمان شهری			استاندارد مبلمان شهری		
	شکل و فرم	رنگ	خوانایی	تعداد	راحتی	کارایی
منطقه یک	۳/۲۹	۳/۰۶	۲/۵۹	۲/۳۹	۲/۷۴	۲/۴۸
منطقه دو	۳/۰۸	۲/۸۹	۲/۲۶	۲/۱۲	۲/۳۵	۲/۱۸

1. Dixon
2. Adrian

تا اینجای کار با تشکیل پایگاه داده، متغیر نهایی مبلمان شهری و دو مؤلفه ثانویه آن (زیبایی و تناسب - استاندارد) به صورت متغیرهای زبانی (فازی) و در قالب توابع عضویت مشخصی برای سیستم تعریف و مشخص شدند و داده‌های اولیه شاخص‌های پایه نیز نرمال شده و به عنوان ورودی‌های اصلی به سیستم معرفی شدند (لوستما، ۱۹۹۷، ص. ۵۳).

اکنون در این مرحله به عنوان اصلی‌ترین مرحله تحلیل، استدلال تقریبی و استنتاج فازی به شکل قواعد اگر-آنگاه فازی بر روی ورودی‌های مدل در مراحل مختلف آن اعمال شده، از خروجی هر مرحله به عنوان ورودی مرحله بعد استفاده خواهد شد تا آخرین خروجی فازی سیستم استخراج شده و در گام بعدی مقادیر قطعی نهایی از طریق عملیات نافازی سازی برای ارزیابی کیفی مبلمان شهری و مؤلفه‌های اولیه آن حاصل شود.

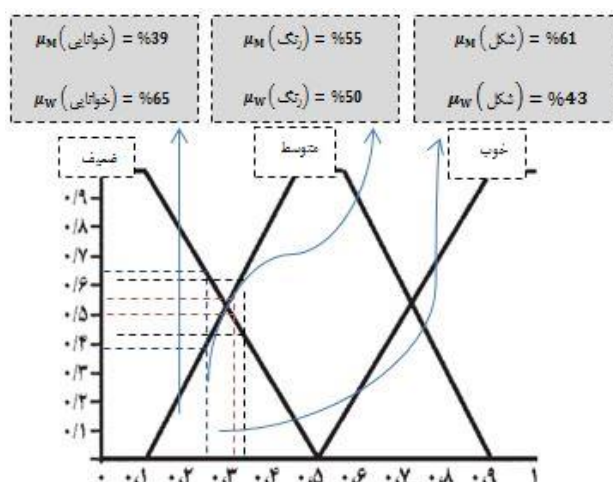
همان‌طور که در شکل شماره (۴) مورد اشاره قرار گرفت، سیستم استنتاج فازی ترکیبی از سه مرحله عملیات فازی سازی^۲، استنتاج^۳ و نافازی سازی^۴ است و هر دسته از مؤلفه‌های ثانویه و اولیه در این مقاله برای سنجش فازی وضعیت کیفی مبلمان شهر تبریز، این عملیات سه‌گانه جدول فوق را شامل می‌شود. در ادامه با ذکر مثالی به توضیح عملیات فازی سازی، استنتاج و نافازی سازی و محاسبات مربوطه خواهیم پرداخت.

مقادیر نرمال شده سه شاخص مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری برای منطقه ۱ شهر تبریز از جدول شماره (۵) به ترتیب برابر با $3/29 =$ شکل و فرم، $3/06 =$ رنگ، $2/49 =$ خوانایی می‌باشد. بنابراین مؤلفه اولیه زیبایی و تناسب مبلمان شهری بر اساس قوانین منطقی جدول شماره ۴ (پایگاه قانون) و با توجه به توابع عضویت شکل‌های شماره ۶ و ۷ (پایگاه داده) استنتاج خواهد شد.

۲.۳. فازی سازی

در این مرحله سه شاخص انتخابی مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری (شکل و فرم، رنگ و خوانایی) را با توجه به شکل شماره ۵ و معادلات خطی توابع عضویت، تبدیل به مقادیر فازی می‌کنیم. شکل ۶ فرایند فازی سازی داده‌های نرمال را نشان می‌دهد.

1. Lostma
2. Fuzzification
3. Inference
4. Defuzification



شکل ۸. مقادیر زبانی و فازی سازی ورودی‌های قطعی

شکل = ۳/۲۹ رنگ = ۳/۰۶ خوانایی = ۲/۴۹

ورودی اول: شکل و فرم مبلمان منطقه یک شهر تبریز به میزان ۴۳٪ ضعیف و به میزان ۶۱٪ متوسط می‌باشد.

ورودی دوم: رنگ مبلمان منطقه یک شهر تبریز به میزان ۵۰٪ ضعیف و به میزان ۵۵٪ متوسط می‌باشد.

ورودی سوم: خوانایی مبلمان منطقه یک شهر تبریز به میزان ۶۵٪ ضعیف و به میزان ۳۹٪ متوسط می‌باشد.

۳.۳. استنتاج

تنها قوانینی از پایگاه قانون با این ورودی‌ها سازگاری دارد که در آن‌ها شکل و فرم مبلمان شهری با مقادیر زبانی ضعیف یا متوسط، رنگ مبلمان شهری با مقادیر زبانی ضعیف یا متوسط و خوانایی مبلمان شهری با مقادیر زبانی ضعیف یا متوسط تعریف شده باشند. با مراجعه به قوانین مؤلفه اولیه زیبایی و تناسب مبلمان شهری (جدول ۴) تنها هشت قانون به شماره‌های ۱۴-۱۵-۱۷-۱۸-۲۳-۲۴-۲۶ و ۲۷ بیانگر این شرایط می‌باشند و همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیبایی و تناسب مبلمان شهری را تنها با سه مقدار زبانی "متوسط"، "پایین" و "خیلی پایین" استنتاج می‌کنند (تالی ۸ قانون مورد اشاره).

به کمک ورودی‌های فازی شده و قوانین هشت‌گانه فوق، وضعیت را بر اساس ((قانون ترکیبی استنتاج))^۱ (CRI) و طی دو مرحله استنتاج می‌کنیم (کورنلیسن^۲).

در این مرحله فرایند استنتاج^۳ صورت می‌گیرد یعنی بر اساس مقادیر عضویت مقدمات (صغرای^۴ منطقی) هر قانون، برای ترم زبانی بخش تالی (کبرای^۵ منطقی) نیز درجه‌ای از عضویت محاسبه می‌شود (امینی فسخودی، ۱۳۸۴،

1. Compositional Rule of Inference
2. Cornelissen
3. Implication Process
4. Minor Promise
5. Major Promise

ص. ۵۱). روش های متنوعی به منظور استلزام وجود دارد. از جمله معروف ترین و پرکاربردترین آن ها روش استلزام پرفسور زاده، سوگنو^۱ و ممدانی^۲ می باشد. در روش ممدانی - روش مورد استفاده در این مقاله - از عملگر \min برای بیان ((و)) منطقی در قسمت مقدمات قوانین استفاده می شود. بدین ترتیب حداقل مقادیر عضویت مقدمات هر قانون تعیین کننده درجه عضویت تالی آن قانون خواهد بود (ستورم^۳، ۲۳، ص. ۲۰۰۵؛ وحیدیان، طارقیان ۱۳۸۱، ص. ۱۸).

بر این اساس نتیجه قوانین هشت گانه فوق بر روی منطقه ۱ شهر تبریز عبارت خواهد بود از:

- قانون شماره ۱۴: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۶۱٪ متوسط و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۵٪ متوسط و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۳۹٪ متوسط باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.61, 0.55, 0.39\} = 0.39\%$ متوسط است.
- قانون شماره ۱۵: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۶۱٪ متوسط و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۵٪ متوسط و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۶۵٪ ضعیف باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.61, 0.55, 0.65\} = 0.55\%$ پایین است.
- قانون شماره ۱۷: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۶۱٪ متوسط و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۰٪ ضعیف و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۳۹٪ متوسط باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.61, 0.50, 0.39\} = 0.39\%$ پایین است.
- قانون شماره ۱۸: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۶۱٪ متوسط و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۰٪ ضعیف و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۶۵٪ ضعیف باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.61, 0.50, 0.65\} = 0.50\%$ خیلی پایین است.
- قانون شماره ۲۳: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۴۳٪ ضعیف و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۵٪ متوسط و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۳۹٪ متوسط باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.43, 0.55, 0.39\} = 0.39\%$ پایین است.
- قانون شماره ۲۴: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۴۳٪ ضعیف و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۵٪ متوسط و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۶۵٪ ضعیف باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.43, 0.55, 0.65\} = 0.43\%$ خیلی پایین است.
- قانون شماره ۲۶: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۰.۴۳٪ ضعیف و رنگ مبلمان به میزان ۰.۵۰٪ ضعیف و خوانایی مبلمان به میزان ۰.۳۹٪ متوسط باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{0.43, 0.50, 0.39\} = 0.39\%$ خیلی پایین است.

- قانون شماره ۲۷: اگر شکل و فرم مبلمان به میزان ۴۳٪ ضعیف و رنگ مبلمان به میزان ۵۰٪ ضعیف و خوانایی مبلمان به میزان ۶۵٪ ضعیف باشد؛ آنگاه زیبایی و تناسب مبلمان شهری منطقه یک تبریز به میزان $\min\{۴۳\% و ۵۰\% و ۶۵\% \} = ۴۳\%$ خیلی پایین است.

لازم به ذکر است که مقدار عضویت ۱۹ قانون دیگر برای استنتاج مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان در شهر تبریز برابر صفر است. شکل شماره ۹ استلزام فوق را در قالب زبان برنامه‌نویسی و در محیط نرم‌افزار Matlab نمایش می‌دهد.

قانون شماره ۱۴



{۳۹٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۳۹٪، خوانایی مبلمان} و {۵۵٪، رنگ مبلمان} و {۶۱٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۱۵



{۵۵٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۶۵٪، خوانایی مبلمان} و {۵۵٪، رنگ مبلمان} و {۶۱٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۱۷



{۳۹٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۳۹٪، خوانایی مبلمان} و {۵۰٪، رنگ مبلمان} و {۶۱٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۱۸



{۵۰٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۶۵٪، خوانایی مبلمان} و {۵۰٪، رنگ مبلمان} و {۶۱٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۲۳



{۳۹٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۳۹٪، خوانایی مبلمان} و {۵۵٪، رنگ مبلمان} و {۴۳٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۲۴



{۴۳٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۶۵٪، خوانایی مبلمان} و {۵۵٪، رنگ مبلمان} و {۴۳٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۲۶



{۳۹٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۳۹٪، خوانایی مبلمان} و {۵۰٪، رنگ مبلمان} و {۴۳٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

قانون شماره ۲۷



{۴۳٪، زیبایی و تناسب مبلمان} آنگاه {۶۵٪، خوانایی مبلمان} و {۵۰٪، رنگ مبلمان} و {۴۳٪، شکل و فرم مبلمان} اگر

شکل ۹. استنتاج قوانین شماره ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷

در این مرحله از استنتاج، هدف ترکیب نتایج فازی هشت قانون فوق و تولید خروجی واحدی برای مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری در قالب یک مجموعه فازی می‌باشد.

در رابطه با منطقه ۱ شهر تبریز از بین پنج مقدار زبانی خیلی بالا، بالا، متوسط، پایین و خیلی پایین تعریف شده برای مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان منطقه ۱ در پایگاه داده، تنها سه مقدار متوسط، پایین و خیلی پایین در نتایج هشت قانون مورد استفاده وجود دارد. بنابراین در خروجی فازی نهایی نیز همین سه مقدار استفاده خواهد شد.

از آنجایی که مقدار زبانی متوسط تنها در نتیجه قانون ۱۴ و با درجه عضویت ۰/۳۹ وجود دارد، با همین درجه نیز در خروجی مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری استفاده می‌شود. اما مقادیر زبانی پایین و خیلی پایین که در نتیجه هفت قانون بعدی و با درجات مختلف وجود دارد. بدین منظور درجه عضویت نهایی برای مقدار پایین و خیلی پایین از تلفیق این درجات محاسبه می‌گردد. در روش ممدانی از عملگر max برای حل این مسئله استفاده می‌شود (ستورم، ۲۰۰۸: ۲۵ و وحیدپام، ۱۳۸۱، ص. ۲۲). در نتیجه میزان پایین بودن مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان برابر ۰/۵۵ = {۰/۳۹، ۰/۳۹، ۰/۳۹} max در نظر گرفته خواهد شد. بنابراین مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری در منطقه ۱ شهر تبریز با درجه عضویت ۰/۳۹ متوسط و با درجه عضویت ۰/۵۵ پایین است.

$$\text{زیبایی و تناسب مبلمان شهری} = \left\{ \frac{L}{0.55}, \frac{A}{0.39} \right\}$$

۴.۳. نافازی‌سازی

با توجه به استنتاجات صورت گرفته، نتیجه نهایی فرایند استنتاج یک خروجی فازی است. برای استفاده عملی و امکان به‌کارگیری آن در تحلیل‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های بعدی و مشخص شدن ماهیت عمل انجام‌گرفته به‌وسیله سیستم (روس^۱، ۱۹۹۵: ۶۴)، باید خروجی فوق از حالت فازی به مقدار قطعی و قابل استفاده در تحلیل‌ها تبدیل شود.

سومین و آخرین قسمت فرایند استنتاج، که به نافازی‌سازی معروف است، در واقع واحدی است که به‌صورت تابعی از یک مجموعه فازی به یک مقدار قطعی عمل کرده (کارنلیسون، ۲۰۰۱، ص. ۱۷۹) و مقادیر متوسط زیبایی و تناسب مبلمان شهری را به مقدار ۰/۳۹ و پایین آن به مقدار ۰/۵۵ برای منطقه ۱ شهر تبریز را به مقدار قطعی واحدی به‌عنوان درجه کیفی مبلمان شهری این منطقه تبدیل می‌کند.

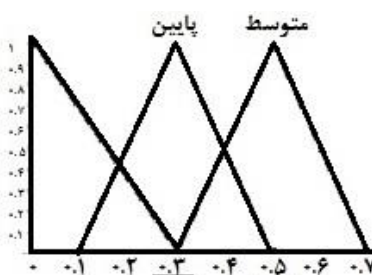
روش‌های متنوع و زیادی برای نافازی‌سازی نتایج فازی استنتاج وجود دارد مانند روش بایسکتور^۲، مرکز ثقل^۳، سام^۴، مام^۵، لام^۶ و ... که در این مقاله از روش مرکز ثقل بدین منظور استفاده شده است. در روش مرکز ثقل، مقدار قطعی نهایی، مرکز سطح زیر منحنی در مجموعه فازی نهایی است. فرمول محاسبه مرکز ثقل برای مثال مورد بررسی عبارت است از:

$$Def(T_{CD}) = \frac{\sum_j x_j \cdot \mu_{T_{CD}}(X_j)}{\sum_j \mu_{T_{CD}}(X_j)} * 2$$

1. Ross
2. Bicester
3. Centroid
4. Som
5. Mom
6. Lom

در رابطه بالا X_j معرف مقدار یا مرکزیت Z امین عضو یا مقدار زبانی (سطح زیر منحنی تابع عضویت مربوطه) در مجموعه فازی خروجی روی محور افقی و $\mu_{TCD}(X_j)$ نیز درجه عضویت Z امین مقدار زبانی در مجموعه فازی خروجی است. به این ترتیب ملاحظه می شود که مرکز ثقل را می توان نقطه ای روی محور X (افقی) در نظر گرفت که با فرض سطح کل زیر منحنی به عنوان صفحه ای با چگالی یکسان، حول آن تعادل داشته باشد (روس، ۱۹۹۵، ص ۶۶). در مثال مورد بررسی ما یعنی استنتاج مؤلفه زیبایی و تناسب مبلمان شهری، مقدار نافازی نهایی به عنوان خروجی سیستم استنتاج فازی برابر است با:

$$0/44 = 2 \times (0/55 + 0/39) / ((0/3 \times 0/55) + (0/5 \times 0/39)) = \text{زیبایی و تناسب مبلمان منطقه یک}$$



شکل ۱۰. نمایش گرافیکی نافازی سازی به روش مرکز ثقل

که در آن مقدار $0/3$ مرکزیت سطح زیر منحنی پایین و مقدار $0/5$ نیز مرکزیت مقدار زبانی متوسط را نشان می دهد. که بر اساس معادله تابع عضویت مربوطه محاسبه شده است.

عملیات استنتاج تشریح شده در پژوهش برای ارزیابی و محاسبه مؤلفه استاندارد مبلمان شهری و شاخص نهایی وضعیت کیفی مبلمان شهری و برای هر دو منطقه یک و دو شهر تبریز به تفکیک و با کمک موتور استنتاج فازی و نرم افزار متلب اجرا شد. جدول زیر خروج حاصل از استنتاجات انجام شده را نشان می دهد.

جدول ۶. مقادیر نهایی مؤلفه های پژوهش

میانگین	منطقه دو	منطقه یک	منطقه مؤلفه
۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۴	زیبایی و تناسب مبلمان شهری
۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۳۷	استاندارد مبلمان شهری
۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۳۹	کیفیت نهایی مبلمان شهری

نتایج فوق در کل ارتباط معناداری را بین ابعاد مختلف مبلمان شهری مناطق ۱ و ۲ شهر تبریز نشان می دهد. به عبارتی منطقه ۱ در زمینه تمامی شاخص های مبلمان شهری نسبت به منطقه ۲ وضعیت بهتری دارد. در این بین بالاترین امتیاز مبلمان منطقه ۱ و ۲ مربوط به مؤلفه زیبایی به ترتیب با امتیاز نهایی $0/44$ و $0/41$ درصد می باشد.

همچنین در حوزه مؤلفه استاندارد مبلمان شهری نیز منطقه ۱ وضعیت بهتری دارد و با کسب امتیاز ۰/۳۷ نسبت به منطقه ۲ (با کسب ۰/۳۳ درصد رضایت مردم) در جایگاه اول قرار می‌گیرد.

۴. بحث

مبلمان شهری با توجه به حوزه تاثیر وسیعی که بر عملکردهای شهری دارد همواره مورد توجه مدیران و برنامه ریزان شهری بوده است (شاه حسینی و عاشورمراد، ۱۳۹۴، ص. ۱۵). زیرا طیف وسیعی از جنبه های کمی و کیفی را شامل می شود که به صورت توامان در بهبود کیفیت زندگی شهری و کسب رضایت شهروندان نقش اساسی دارد (زنگی آبادی و نوری، ۱۳۹۴، ص. ۱۰۳). از این رو در این پژوهش مبلمان شهری از دو جنبه زیبایی شناسی (به عنوان بعد کیفی) و جنبه استاندارد (به عنوان بعد کمی) مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. که این نوع ارزیابی با پژوهش های محمودی و همکاران (۱۳۹۴) و حمزه و همکاران (۱۳۹۶) در یک راستا قرار دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که مناطق ۱ و ۲ شهر تبریز از نظر مولفه های دوگانه و زیر شاخص های شش گانه آن ها وضعیت مناسبی ندارد که این مساله در منطقه ۲ بیشتر نمایان است. مقایسه یافته های این پژوهش با تحقیقات مشابه مانند تحقیق قراملکی و همکاران (۱۳۹۳) و تحقیق موهبتی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که این پژوهشگران نیز در بررسی وضعیت مبلمان شهری تبریز به وجود ضعف و عدم هماهنگی در جنبه های مختلف مبلمان شهر تبریز مخصوصا در زمینه جنبه های زیبایی و همچنین عدم توجه به استانداردهای شهری در زمینه تعداد مبلمان شهری پی برده اند. کسب امتیاز ضعیف برای مولفه استاندارد مبلمان شهری و فاصله آن با مولفه دیگر مورد بررسی برای هر دو منطقه یک و دو به ترتیب با مقادیر ۰/۳۷ و ۰/۳۳ نشان داد که از نظر مردم مناطق مورد بررسی، این جنبه از مبلمان شهری به مراتب وضعیت بدتری نسبت به جنبه زیبایی شناسی مبلمان شهری دارد که این بخش از یافته های تحقیق با پژوهش آزادخانی (۱۳۹۵) مطابق است زیرا او نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسید که مبلمان شهری تبریز از جانمایی صحیحی برخوردار نیست و بین عدم رعایت اصول استانداردهای مبلمان شهری و به وجود آمدن ساختار ناموزون شهری و کاهش کیفیت محیط شهری همبستگی بالایی یافت.

لازم به ذکر است که مهم ترین تفاوت پژوهش حاضر با تحقیقات نامبرده و حتی دیگر پژوهش های مطرح در زمینه بررسی کمی و کیفی مبلمان شهری در بخش روش پژوهش نهفته است. اغلب پژوهش های صورت گرفته در زمینه بررسی وضعیت مبلمان شهری مبتنی بر روش های سلسله مراتبی است ولی در این پژوهش با ارائه مدل سیستم استنتاج فازی در قالب نرم افزار برنامه نویسی متلب، به عنوان روشی نوین در زمینه سنجش مولفه های کیفی و عملیاتی سازی آن بر روی مبلمان شهری تبریز تلاش شده است تا با تکیه بر مهم ترین حسن این روش یعنی پویایی و امکان سنجش گام به گام و مشاهده عانی تغییرات در کمیت و کیفیت مولفه های مختلف و زیر مجموعه آن ها، راه کاری جدید برای برنامه ریزان شهری در زمینه ارتقا کمی و کیفی مبلمان شهری ارائه گردد.

۵. نتیجه گیری

در این پژوهش امکان استفاده از مدل سیستم استنتاج فازی به منظور استنتاج مقادیر کیفی مبلمان شهری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کار حاکمی از آن بود که این مدل به دلیل ویژگی های مختلفی مانند امکان تعریف قوانین استنتاجی متنوع براساس ظرفیت ها و منابع شهرها و امکان رویت عانی وضعیت شاخص های مختلف در صورت تغییر مقادیر یکی از شاخص ها، می تواند جایگزین شایسته ای برای روش های مرسوم سلسله مراتبی مانند AHP و ANP در اندازه گیری و تحلیل شاخص های مختلف مبلمان شهری باشد.

خروجی نهایی پژوهش که حاصل استنتاجات دو مؤلفه زیبای و تناسب و استاندارد مبلمان شهری بوده و بر مبنای قوانین تعریف شده نتیجه گیری شده بود نشان داد که منطقه ۱ و ۲ شهر تبریز از نظر کیفیت مبلمان شهری به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۳۹ و ۰/۳۵ وضعیت مناسبی ندارد و نتوانسته است رضایت مردم را جلب کند. از این رو ضرورت بازنگری در برنامه های مصوب مبلمان شهری و همچنین تدوین برنامه های جدید مبتنی بر نقاط ضعف و قوت مناطق مورد بررسی احساس می شود.

در نهایت با توجه به خروجی پژوهش و به منظور بازدهی هر چه بیشتر مدل معرفی شده پیشنهادت زیر ارائه می شود.

- ضرورت تعویض و بازسازی مبلمان های فرسوده محدوده خیابان دانشگاه تا خیابان امام خمینی (ره) به دلیل تراکم جمعیت و تردد بالای خودرویی
- تهیه بانک اطلاعات پویا برای مقادیر کمی مبلمان شهری تبریز مانند، تعداد، موقعیت و مدت زمان استفاده از مبلمان شهری
- ارائه برنامه ریزی کوتاه مدت تا بلندمدت برای ارتقا کیفی مؤلفه های مختلف مبلمان شهری مخصوصاً مؤلفه استاندارد مبلمان شهری و زیرمجموعه های آن مانند افزایش تعداد مبلمان نسبت به جمعیت منطقه، ایده پردازی به منظور طراحی و تولید مبلمان های کارآمدتر و راحت تر
- استفاده از ظرفیت های ارگان های دانش بنیان تبریز مانند دانشگاه ها و پارک های علم و فن آوری به منظور افزایش ظرفیت های کیفی تولید
- تهیه نسخه خام و از قبل برنامه نویسی شده مدل منطق فازی و ارائه کلاس های ضمن خدمت به منظور آموزش روش های به کارگیری این مدل

کتاب نامه

۱. ابراهیمی، س.، زالی، ن.، و شکرگزار، ا. (۱۳۹۲). کاربرد فنون تحلیل چندمعیاری و منطق فازی در تحلیل و ساماندهی مبلمان شهری (مطالعه موردی منطقه یک رشت). رشت: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.
۲. امینی فسخودی، ع. (۱۳۸۴). کاربرد منطق فازی در مطالعات و برنامه ریزی منطقه ای. مجله دانش و توسعه (علمی) -

- پژوهشی)، ۱۷، ۳۹-۶۱.
۳. آزادخانی، پ.، و طهماسبی کیا، ز. (۱۳۹۵). بررسی نقش و عملکرد مبلمان شهری در ارتقا کیفیت محیط شهری و رضایتمندی شهروندان (مطالعه موردی: منطقه ۴ شهرداری کرمانشاه). نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۷ (۲۷)، ۹۳-۱۱۰.
 ۴. پیشگاهی فرد، ز.، اقبالی، ن.، فرجی راد، ع.، و بیگ بابایی، ب. (۱۳۹۱). سیستم اطلاعات جغرافیایی و نقش آن در مکان یابی مناطق مخاطره آمیز شهری جهت استفاده در مدیریت بحران (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز). فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، ۱۳ (۵)، ۹۱-۱۰۴.
 ۵. حمزه، ف.، معیتی، ج.، و مرتضایی، ش. (۱۳۹۶). بررسی و تجزیه و تحلیل طراحی و بازطراحی مبلمان شهری در راستای زیباسازی شهری در ابعاد مختلف با تاکید بر توسعه گردشگری و پویایی اقتصادی در آستارا. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱ (۱)، ۱۵۲-۱۲۹.
 ۶. زنگی آبادی، ع.، و نوری، م. (۱۳۹۴). تحلیل و ارزیابی تطبیقی وضعیت مبلمان شهری در پارک‌های درون شهری کلانشهرها از دیدگاه شهروندان، مطالعه موردی: کلانشهر اصفهان. فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۵ (۵۷)، ۸۴-۱۰۵.
 ۷. شاه حسینی، پ.، و عاشور مراد، م. (۱۳۹۴). تحلیلی بر وضعیت مبلمان شهری منطقه ۱۵ شهرداری تهران. فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، ۳ (۱۱)، ۲۳-۱۱.
 ۸. شربتبی، ا.، بدرق نژاد، ا.، و سارلی، ر. (۱۳۹۶). تحلیل عملکرد مبلمان شهری در فضاهای شهری: مطالعه موردی: شهر گرگان. دو فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش های بوم شناسی شهری، ۹ (۲)، ۱۱۶-۱۰۵.
 ۹. شمس، م.، و مرادی، خ. (۱۳۹۳). مبلمان شهری و تأثیر آن بر سلامت روانی، نمونه مورد مطالعه شهر ملایر. فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱ (۱)، ۱۹-۱۰.
 ۱۰. طاهری، س. م. (۱۳۷۸). آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی. چاپ دوم، مشهد: جهاد دانشگاهی مشهد.
 ۱۱. غفاری، ع.، یزدانی، م. ح.، موسی زاده، چ. (۱۳۹۴). کاربرد فنون تحلیل چند معیاری در تحلیل وضع موجود مبلمان شهری (مطالعه موردی: شهر بوکان). نشریه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، ۶ (۱۸)، ۲۵-۵۲.
 ۱۲. قراملکی، ط.، و زبردست، ا. (۱۳۹۳). تحلیل مبلمان شهری خیابان های شهر تبریز (مطالعه موردی: خیابان امام خمینی، محدوده چهارراه شریعی تا تقاطع شهید بهشتی). تبریز: همایش ملی معماری، عمران و توسعه نوین شهری.
 ۱۳. کاتبی، س. ا. (۱۳۸۱). یادگیری تکاملی سیستمهای فازی. (مجموعه مقالات مباحثی در نظریه مجموعه‌های فازی، گردآورنده رجبعلی برزوی). زاهدان: دانشگاه سیستان و بلوچستان.
 ۱۴. محمودی، ح.، و علیمردانی، م. (۱۳۹۴). نقش مبلمان شهری در ارتقای کیفیات بصری و زیبایی شناختی پیاده راه های ساحلی (مطالعه موردی: پیاده راه های ساحلی شهر بوشهر). فصلنامه معماری و شهرسازی پایدار، ۳ (۱)، ۳۱-۴۶.
 ۱۵. مزینی، م. (۱۳۹۵). مقالاتی در باب شهر و شهرسازی. تهران: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

۱۶. مشیری، س. ر.، رحمانی، ب.، و اسلامی راد، ق. (۱۳۹۳). مقایسه تطبیقی منظر بافت‌های شهر براساس شاخص‌های مبلمان شهری، مطالعه موردی: شهر بهشهر. *فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس*، ۶ (۸)، ۳۹-۵۸.
۱۷. موهبتی، م.، و قهری، س. (۱۳۹۵). بررسی طراحی مبلمان شهری در منطقه پیاده راه تربیت تبریز. تهران: چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری.
۱۸. وحیدیان کامیاد، ع.، و طارقیان، ح. (۱۳۸۱). *مقدمه‌ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن*. جلد شونیز، چاپ یکم، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

19. Adriaenssens, V., Baets, B.D., Goethals, P., & Pauw N.D. (2004). Fuzzy rule-based models for decision support in ecosystem management. *The Science of Total Environment*, 319, 1-12.
20. Andriantiatsaholiniaina, L.A., Kouikoglou, V.S., & Phillis, Y.A. (2004). Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and senility analysis. *Ecological Economics*, 48 (2), 149-172.
21. Attar Software (2002). Fuzzy logic in knowledge builder, a white paper. <http://www.intellicrafters.com/fuzzy.htm>
22. Beslerova, S., Dzurickova, J. (2014). Quality of life measurements EU in countries. *Procardia Economics and Finance*, 12(4), 37-47.
23. Carlsson, C., & Rujet, F. (2001). Optimization under fuzzy IF-THEN rules. *Fuzzy Sets and Systems*, 119 (1), 111-120.
24. Cornelissen, A.M.G., Berg, J.V.D., Koops, W.J., Grossman, M., & Udo, H.M.J. (2001). Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 86, 173-185.
25. Dixon, L. (2001). *A Comparison of the interpretation methods for fuzzy inference*. Edinburgh: University of Edinburgh.
26. Klir, G., Tombson, A. (1998). Fuzzy sets, uncertainty, and information. New Jersey: Prentice Hall.
27. Lee, j. (2011). Quality of life and semipublic spaces in high-rise mixed-use housing complexes in South Korea. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 10(1), pp 149- 156.
28. Lootsma, F.A. (1997). Fuzzy logic for planning and decision making. *Dordrecht: Kluwer Academic Publisher*, 35, 149- 156.
29. Soltus, A., & Peralia, M. (2007). A new way to design. *Journal of Urban Mobility*, 2(1), 184- 195.
30. Srichuae, S., & Nitivattananon, V. (2016). Aging society in Bangkok and the factors affecting mobility of elderly in urban public spaces and transportation facilities. *IATSS Research*, 40(2), 26-34.
31. Storm, R. (2005). Artificial Intelligence: Fuzzy Expert Systems, DeMolay Popoola, Department of Computing. *University of Surrey*, 15 (1), 12-25.
32. Xun, Ch., Zun, U., & Wie, S. (2011). Analysis on Urban Vitality Elements and Model Construction, *Journal of Urban Planning*, 46 (4), 552 – 557.