ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر الگوی پهنه‌بندی
(مورد پژوهی: منطقه ٦ شهر تهران)

مجتبی رفیعیان (استادگروه شهرسازی، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، نویسنده مسئول)
rafiei_m@modares.ac.ir
آساره رشیدی (کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران)
yahoo.com@asarehrashidi

چکیده

امروزه با توجه به شاخص سرانه مصرف انرژی در ایران و عدم کارایی انرژی شهرها، تهیه ضوابط و مقررات شهری در اجرایی‌ترین سطح سیاست‌گذاری شهری با هدف افزایش کارایی انرژی در پهنه‌بندی، به عنوان خروجی اصلی طرح‌های تفصیلی، امری الزامی است. هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی و سنجش کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر الگوی پهنه‌بندی و شامل سه سوال اصلی است: ارتباط میان مفاهیم ضوابط و مقررات شهری و کارایی انرژی چیست و پارامترهای تاثیرگذار بر کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری کدام‌اند؟ چارچوب ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری در پهنه‌بندی، معیارها، شاخص‌ها و اوزان آن‌ها چگونه است؟ چگونه می‌توان کارایی انرژی بافت موجود شهری و بافت شهری شبیه‌سازی شده مبتنی بر ضوابط و مقررات شهری پهنه‌بندی را ارزیابی و مقایسه نمود؟ این پژوهش در تقسیم‌بندی تحقیقات علمی بر اساس هدف، کاربردی، بر مبنای روش، توصیفی-تحلیلی و ترکیبی از پژوهش‌های کیفی و کمی تلقی می‌شود. این پژوهش با بکارگیری روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی شامل پرسشنامه و تحلیل داده‌های ثانویه و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP توسط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و نرم افزار Expert Choice انجام شده است. همچنین قابل ذکر است منطقه ٦ شهر تهران به عنوان محدوده مطالعاتی پژوهش انتخاب شده است.یافته‌ها نشان می‌دهد کارایی انرژی در منطقه ٦ تهران با اعمال ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی طرح تفصیلی در مقایسه با وضع موجود ۲۲,۲۵٪ کاهش یافته، که این امر موجب افزایش مصرف انرژی و در نتیجه پیامدهای محیط زیستی نامطلوب ناشی از آن شده است. بنابراین پژوهش حاضر با تکیه بر یافته‌های خود بر تهیه دستورالعمل‌های ضوابط و مقررات پهنه‌بندی منطبق بر انواع اقلیم در ایران و همچنین در نظر گرفتن پارامترهایی کاربردی در راستای افزایش کارایی انرژی در ضوابط و مقررات پهنه‌بندی، تاکید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: کارایی انرژی، ضوابط و مقررات شهری، پهنه‌بندی، تهران، نرم‌افزار GIS

۱. مقدمه وطرح موضوع

امروزه علیرغم این که شهرها از مصرف‌کنندگان اصلی انرژی به‌شمار می‌روند، کارایی انرژی [1]را تضمین نکرده و این مصرف بی‌رویه، آن‌ها را به سمت پیامدهای مخرب محیط زیستی سوق داده است. بر اساس آمارهای بین المللی سرانه مصرف نهایی انرژی ایران در بخش‌های کشاورزی، خانگی، تجاری و عمومی، حمل و نقل

1.Energy Efficiency

و صنعت به ترتیب ۳,٤، ۲,۱، ۱,۵ و ۱,۵ برابر متوسط جهانی است، همچنین بر اساس آخرین آمار مرتبط با این امر (۱۳۹۷)، شاخص سرانه نهایی مصرف انرژی نسبت به سال گذشته خود (۱۳۹٦) به میزان ۵,۱ درصد افزایش یافته است که این امر ناشی از بهره،وری پایین در بهره،برداری، مصرف بالای انرژی و همچنین استفاده از کالاها و خدمات انرژی بر می‌شود (دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، ۱۳۹۹، ص. ۱۲-۱۱). داده‌های جهانی نشان‌دهنده افزایش سریع دما در سطح جهان طی قرن بیستم است که اغلب با افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است که نتیجه فعالیت انسان می‌باشد. اگر این روند بدون تغییر ادامه یابد، از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۱۰۰ منجر به افزایش درجه حرارت جهانی به میزان ۲ الی ٤ درجه سانتیگراد خواهد شد. بنابراین، توسعه شهری از عوامل حیاتی برای انتشار دی‌اکسید کربن به‌شمار می‌رود. تقاضای بیشتر برای فعالیت در شهرها منجر به انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای خواهد شد که این موضوعات در نهایت به تاثیر شهرها بر اقلیم منجر خواهد شد. در نتیجه آسیب پذیری آن‌ها در برابر چالش های تحمیل شده توسط تغییرات اقلیمی افزایش خواهد یافت (عقیلی[1]، ۲۰۱۷، ص. ٦-۵). دغدغه ظرفیت تحمل، سیستم‌های طبیعی را با چالش های موجود در جوامع بشری گره می‌زند و به مسائل محیط زیستی می پردازد (هدمن[2]، ۲۰۱٦، ص. ۱۵-۱٤). از سوی دیگر برنامه‌ریزی برای شهرها در همه زمینه‌ها و با تاکید بر زمینه مصرف و کارایی انرژی و با هدف تعدیل پیامدها و آثار سوء، آن، از طریق نظام شهرسازی قابل دستیابی است .اجرایی ترین سطح سیاست‌گذاری در حوزه برنامه ریزی شهری،مربوط به پهنه‌بندی و ضوابط و مقررات شهرسازی در طرح‌های توسعه شهری است که به عنوان خروجی اصلی طرح‌های تفصیلی شهری نیز مطرح شده‌اند و ساز و کار اجرایی چگونگی توسعه های شهری جدید را ارائه می دهند. دستیابی به شهرهایی انرژی کارا، نیازمند دو مرحله شامل سیاست-گذاری و اجرا می باشد. سیاست‌گذاری شهری در تفصیلی‌ترین سطح خود که به صورت مستقیم با نحوه اجرا نیز در ارتباط است، مربوط به پهنه‌بندی و ضوابط و مقررات شهری مرتبط با آن است و کیفیت آن‌ها می‌تواند تاثیر به سزایی بر کارایی انرژی بگذارد. درصورتی که این عوامل، کارایی انرژی کمی داشته باشند، حتی در صورت تحقق پذیری کامل در اجرا نیز موجب کارایی انرژی در شهرها نخواهند شد.

مبتنی بر جدول شماره ۱ اکثریت پژوهش های صورت گرفته در حوزه انرژی در شهرسازی به ارزیابی و تدوین الگوی انرژی کارا در زمینه کاربری زمین، حمل و نقل، فرم شهر و استانداردهای طراحی شهری در مقیاس واحد همسایگی و محلات در بستر موجود پرداخته است که بیشتر آن ها شامل تدوین یک چارچوب نظری بوده و به صورت کاربردی مورد تحلیل قرار نگرفته‌اند،حال آن که پژوهش حاضر سعی دارد تا به ارتباط اجرایی‌ترین سطح سیاست‌گذاری شهری شامل ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی در ارتباط با کارایی انرژی توجه نموده و به شبیه‌سازی و ارزیابی آن در مقیاس یک منطقه شهری بپردازد که شامل سه سوال اصلی است: ارتباط میان مفاهیم ضوابط و مقررات شهری و کارایی انرژی چیست و پارامترهای تاثیرگذار بر

1.Aghili
2.Hedman

کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری کدام‌اند؟ چارچوب ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری در پهنه‌بندی، معیارها، شاخص‌ها و اوزان آن‌ها چگونه است؟ چگونه می‌توان کارایی انرژی بافت موجود شهری و بافت شهری شبیه‌سازی شده مبتنی بر ضوابط و مقررات شهری پهنه‌بندی را ارزیابی و مقایسه نمود؟

جدول ۱. پیشینه پژوهش

نویسنده	عنوان پژوهش	روش	اهم یافته‌ها
فتح جلالی و همکاران (۱۳۸۹)	تدوین معیارهای برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد کارایی انرژی با مطالعه موردی واحد همسایگی در شهر جدید هشتگرد	بررسی اجمالی معیارها و اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد کارایی و شناخت تحلیلی مورد مطالعاتی و ارائه سه سناریوی برنامه‌ریزی کاربری زمین برای محدوده مورد مطالعه با توجه به معیارها واندازه‌گیری شاخص‌های انرژی در دو بخش ساختمان و حمل و نقل توسط نرم افزارهای Communityviz و Ecotect و ارزیابی میزان مصرف انرژی سناریوهای مختلط	ارتباط مستقیم بین برنامه‌ریزی کاربری زمین و میزان مصرف انرژی بوده و این امر در سطح واحد همسایگی نیز قابل تعمیم می‌باشد. بکارگیری معیارهای تبیین شده در فرآیند برنامه-ریزی کاربری زمین، موجب کاهش ٤٥ درصدی در میزان مصرف انرژی در سطح واحد همسایگی خواهد شد.
حاجی علی اکبری و همکاران (۱۳۹۱)	تحلیل ریخت شناسی بافت شهری با رویکرد انرژی کارایی با مطالعه موردی شهر یزد	ارائه گزینه‌ها و ارزیابی آن‌ها با استفاده از نرم افزار Ecotect در مدلسازی و شبیه‌سازی میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان	با تغییر در فرم کالبدی بافت شهری، میزان مصرف انرژی مورد نیاز برای سرمایش و گرمایش تغییر می‌یابد که بیانگر تاثیر این بعد بر میزان وابستگی به انرژی های فسیلی می‌باشد.
کانگ کو[1] (۲۰۱۲)	تاثیر انرژی فرم شهری: رویکردی به منظور ارزیابی ریخت‌شناسی عملکرد انرژی محلات	استفاده از مدل‌های پیشرفته سه بعدی شهری مشتق شده از داده‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تشخیص و تابش نور (LiDAR) و آنالیز چند متغیره برای ارزیابی تاثیر شکل شهری بر مصرف انرژی و کنترل تولید انرژی در محل برای سایر عوامل پس از استخراج فرم شهری و متغیرهای جمعیت-شناختی از طریق تجزیه و تحلیل فضایی	فرم شهری در کاهش تقاضای انرژی خنک‌کننده و افزایش تامین انرژی خورشیدی در شهرها اهمیت دارد. تراکم جمعیتی بیشتر، جهت‌گیری خیابان شرقی–غربی، تراکم بالای فضای سبز تاثیر قابل توجهی در کاهش استفاده از انرژی خنک کننده تابستان دارد.

1.Ye Kang Ko

نویسنده	عنوان پژوهش	روش	اهم یافته‌ها
برائی و سرده (۱۳۹۲)	تأثیر شاخص های فرم شهری بر میزان استفاده از اتومبیل شخصی و مصرف انرژی در مناطق شهر تهران	جمع‌آوری اطلاعات سفر و شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی ۳۰۰ نفر از افراد ساکن در تهران (صورت تصادفی) و نیز شاخص‌های فرم شهری منطقه محل سکونت آن‌ها و استفاده از تحلیل رگرسیون جهت استخراج میزان همبستگی شاخص‌های فرم شهری و همچنین شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی با مسافت طی شده افراد با اتومبیل شخصی به تفکیک برای سفرهای چهارگانه	تنها سفرهای شغلی را می توان تحت مدلی از ویژگی های کالبدی شهر درآورد و سایر سفرها به صورت مدلی از شاخص های فردی، اقتصادی و اجتماعی هستند. تأثیر شاخص‌های فرم شهری بر مصرف انرژی، در بخش حمل و نقل بیش از ۱۰ درصد است.تعداد ایستگاه های حمل و نقل عمومی در فاصله ۵۰۰ متری از مبدأ تأثیر مشخصی بر میزان مسافت طی شده با اتومبیل شخصی نداشته است.
فاضلی و حیدری (۱۳۹۲)	بهینه سازی مصرف انرژی در مناطق مسکونی شهر تهران با استفاده از رویکرد برنامه ریزی انرژی رتردام (REAP)	استفاده از روش توصیفی-تحلیلی، بررسی اطلاعات مربوط به مصرف انرژی تهران در زمینه برق، گاز و نفت به وسیله اطلاعات گرفته شده از شهرداری، شرکت برق منطقه‌ای تهران، شرکت گاز و شرکت نفت و استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی انرژی رتردام (REAP) جهت ارائه راهکارهایی در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در مناطق مسکونی	با انتخاب فرم شهر به صورت فشرده، ارائه طرح های متفاوت برای اقلیم های متفاوت، جهت-گیری مناسب ساختمان‌ها و معابر منطبق با تابش آفتاب و جهت جریان باد، بهره گیری از جریان باد با توجه به فرم شهرها و نحوه استقرار ساختمان‌ها نسبت به هم، مکانیابی مناسب عناصر شهری و ساختمان‌های بلند مرتبه ، استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی مناسب و کار می‌توان موجب کاهش مصرف انرژی در شهر شد.
عزیزی و قرائی (۱۳۹٤)	برنامه ریزی کاربری زمین در راستای توسعه پایدار محله ای با تاکید بر بهینه سازی مصرف انرژی با مطالعه موردی محله دروس در تهران	روش تحقیق تحلیلی با استفاده از مدل AHP و اولویت‌بندی زیر معیارهای برنامه‌ریزی کاربری با رویکرد بهینه‌سازی مصرف انرژی در محله دروس با استفاده از پرسشنامه، مطالعات میدانی، نرم افزار GIS و موارد دیگر	توزیع متمرکز و پراکنده کاربری‌ها، اختلاط کاربری‌ها، پیاده مداری و قابلیت دوچرخه سواری، حمل و نقل عمومی کارا و یکپارچه و فرم فشرده و متراکم می توانند موجب کاهش مصرف انرژی و آلودگی های محیطی شده و به کارایی انرژی کمک کنند.

نویسنده	عنوان پژوهش	روش	اهم یافته‌ها
رضایی جهرمی و یزک پور (۱۳۹۵)	ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دو روش لید و تریس با مورد مطالعاتی محله ظهیرآباد شهر تهران	روش ارزیابی و تحلیلی، انتخاب دو مدل در دو سطح ، با تمرکز بر شناسایی مدل‌ها و روش-های مختلف ارزیابی کارایی انرژی: ارزیابی میزان مصرف انرژی توسط مدل تریس در سطح شهر تهران، با شاخص‌ها و ابزارهای مختلف و سپس ارزیابی کارایی انرژی در یکی از محلات شهر تهران یعنی محله ظهیرآباد منطقه ۲۰ شهر تهران با مدل لید با استفاده از گردآوری داده‌ها بر اساس مطالعات کتابخانه ای و برداشت میدانی	با اقداماتی چون ترویج اختلاط کاربری، افزایش تراکم و فشردگی، توزیع سلسله مراتبی خدمات در مراکز اصلی فعالیت، توسعه حمل و نقل محور، ایجاد شبکه معابر پیوسته و یکپارچه، مدیریت و قیمت گذاری پارکینگ و افزایش قابلیت دسترسی پیاده و دوچرخه و حمل و نقل عمومی و تغییر الگوی انرژی مصرفی در بخش خانگی، ساختمان و زیرساخت ها و غیره می توان موجب کاهش مصرف انرژی و دست یافتن به کارایی انرژی شد.
هلمن[1] (۲۰۱۶)	نقش و اهمیت ضوابط و مقررات عملی در برنامه ریزی شهری انرژی کارا	بررسی مزایای یک رویکرد جامع در برنامه ریزی سیستم های انرژی را هم هنگام ساخت مناطق جدید و هم در نوسازی مناطق و اهمیت ابزارهای حمایتی برای برنامه ریزان شهری و برنامه ریزان سیستم های انرژی	راه حل‌ها و مقررات باید متناسب با زمینه‌های محلی باشد. این پایان نامه توصیه های مشخصی در مورد چگونگی بهبود ضوابط و مقررات در فرایند برنامه ریزی شهر ارائه می دهد تا بتواند یک محیط ساخته شده با کارایی انرژی بیشتر داشته باشد.
مرتضایی و همکاران (۱۳۹۶)	چارچوب تحلیلی ریخت-گونه شناسی بافت های شهری از منظر کارایی انرژی با مطالعه موردی سپاهان شهر	استخراج شاخص های ریخت-گونه شناسی و پارامترهای تاثیرگذار بر مصرف انرژی از اندیشه‌های صاحبنظران با شیوه مرور متون و تحلیل اسناد کتابخانه‌ای، تبیین پنج مقیاس کاربردی با تاکید بر گونه شناسی بافت‌های شهری. روش برداشت میدانی و مدل‌سازی انرژی و کدبندی به صورت کمی-کیفی بر اساس الگوی ریخت-گونه و میزان مصرف انرژی	مقیاس پژوهش در سطح شهر، ناحیه، منطقه، واحد همسایگی، بلوک، قطعه و بنا بوده است و عوامل مداخله گر، اقلیم، رفتار ساکنان ، نوع سیستم‌های سرمایشی – گرمایشی ، مصالح ساختمانی و روشنایی مصنوعی بوده‌اند و پس از مدل سازی مصرف هر یک از گونه های انرژی اعم از سرمایشی، گرمایشی و روشنایی می‌توان برای آن ها کدبندی کمی و کیفی انجام داده و برای هریک از کدها ضوابط طراحی انرژی کارا ارائه داد.

1.Asa Hedman

نویسنده	عنوان پژوهش	روش	اهم یافته‌ها
جیگ کوان[1] (۲۰۱۷)	طراحی محلات انرژی کارا با تاکید بر مقررات منطقه بندی مسکونی در شانگهای	آزمایش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری بر روی سناریوهای طراحی پارامتریک در مطالعه موردی یک محله فرضی در شانگهای	تراکم و عملکرد انرژی با یک تراکم آستانه که دارای بهترین عملکرد است، ارتباط پیچیده‌ای دارند و ارتفاع ساختمان و مصرف انرژی با توجه به کدهای طراحی بالا برنده، دارای یک رابطه تقسیم شده با همان تراکم هستند. دامنه عملکرد انرژی با همان تراکم ساختمانی و با همان تعداد طبقات تأثیر زیادی از ارتفاع ساختمان و تأثیر چیدمان محله بر مصرف انرژی ساختمان را نشان می دهد. نتایج شبیه سازی حاکی از طراحی بهینه با بهترین عملکرد انرژی با زمینه تراکم متفاوت می‌باشد.
بهی نژاد (۱۳۹۸)	راهنمای طراحی شهری ارتقاء انرژی کارایی معطوف به کاهش اثرات نامطلوب جزایر حرارتی	تشریح ریشه و خواستگاه مفاهیم و اصطلاحات مرتبط با کارایی انرژی و جزیره حرارتی شهری، طرح اصول و مفاهیم حاکم بر آن در تجارب عملی و پژوهش‌های جهانی نیز در پژوهش‌های ایران و تدوین سند راهنمای شهری	با در نظر گرفتن اصولی چون: بهره‌گیری از سیستم حمل‌ونقل انرژی کارا، کاهش بار ترافیکی وسایل نقلیه در سطح معابر شهری (حمایت از پیاده رهواری و دوچرخه‌سواری)، مکان‌یابی کاربری زمین، حداکثر استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، توجه به تابش خورشیدی (آفتاب و سایه) در طراحی شهری، بهره‌گیری از جریان باد (باد و تهویه طبیعی) در طراحی شهری، حداکثر بهره‌گیری از مواد و مصالح سرد (سطوح سرد شهری)، افزایش پوشش گیاهی و افزایش دسترسی به آب و رطوبت؛ به تدوین سند راهنمای شهری پرداخته شده است.
حسینی (۱۳۹۸)	مطالعه تطبیقی ریخت شناسی بافت قدیم و جدید شهر بیرجند از منظر انرژی کارایی با مطالعه موردی دو بافت قدیم و جدید منتخب از شهر بیرجند	روش آمیخته شبیه‌سازی، توصیفی و تحلیلی و استفاده از روش اسنادی–میدانی، تجزیه تحلیل توصیفی و تحلیل تک متغیره جهت یافته اندوزی و تجزیه تحلیل داده.	بافت جدید عملکرد بهتری نسبت به بافت قدیم از منظر انرژی‌کارایی داشته است. نتایج به سطح بالای تاثیرگذاری شاخص‌هایی نظیر الگوی ساختمانی، جهت‌گیری، کشیدگی، مساحت کف، تعداد طبقات، نسبت سطح به حجم و نسبت ارتفاع به عرض بر اختلاف تقاضای انرژی در بافت قدیم و جدید اشاره دارد.

1.Jige Quan

مأخذ: (فتح جلالی، ۱۳۸۹، حاجی علی اکبری زفره، ۱۳۹۱، کانگ کو، ۲۰۱۲، براتی و سردره، ۱۳۹۲، فاضلی و حیدری، ۱۳۹۲، عزیزی و قرائی، ۱۳۹٤، رضایی جهرمی و برک پور، ۱۳۹۵، هدمن، ۲۰۱٦، مرتضایی و همکاران، ۱۳۹٦، جیگ کوان، ۲۰۱۷، تقی نژاد، ۱۳۹۸ و حسینی، ۱۳۹۸)

- **رویکرد برنامه ریزی شهری مبتنی بر کارایی انرژی**

منظور از کارایی انرژی در واقع مصرف بهینه و کارآمد انرژی با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی، تقلیل قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی و به دنبال آن افزایش عرضه انرژی سالم است (رضایی جهرمی و برک پور، ۱۳۹۵، ص. ۱۹). افزایش مداوم جمعیت شهری و مصرف زمین باعث شده است که تقاضای زیاد انرژی به منظور روشنایی، گرمایش، سرمایش و حمل و نقل در شهرها متمرکز شود (سانتاموریس[1]، ۲۰۰٦، ص. ۱). به این ترتیب یکی از مهم‌ترین وظایف برنامه‌ریزان شهری، ایجاد شهرهای انرژی کارا است (رضایی جهرمی و برک پور، ۱۳۹۵، ص. ۱۹). در برنامه‌ریزی شهری، ساختار فضایی توسط متغیرهایی مانند کاربری زمین، جانمایی، فرم کلان شهری، اندازه شهر، تراکم، ارتباطات و امکانات حمل و نقل ایجاد می شود. هرگونه تغییر در هر یک از این متغیرها تأثیر قابل توجهی بر نیازهای انرژی دارد. بنابراین لازم است متغیرها با توجه به اصول برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر کارایی انرژی در نظر گرفته شوند. از اوایل دهه ۱۹۹۰، رویکردهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری تحت نام هایی مانند شهر پایدار، شهر بوم شناختی یا اکولوژیکی، شهر سبز، رشد هوشمند، شهر هوشمند، شهر کم سرعت، شهر کم کربن، شهر قابل زندگی، شهر دیجیتال و ابتکارات شهر هوشمند در شهرها و مناطق مختلف در سراسر جهان توسعه یافتند (ییلدیریم[2] و همکاران، ۲۰۱۷، ص. ۳).

- **ارتباط میان برنامه ریزی شهری، ضوابط و مقررات شهری و فرم شهری با کارایی انرژی**

ضوابط و مقررات شهرسازی فصل مشترک شهرسازی و حقوق به شمار می‌روند و می‌توان از آن‌ها به عنوان سازوکاری برای تبدیل ایده‌ها به عمل استفاده کرد (صالحی، ۱۳۸۵، ص. ۵۵). ضوابط و مقررات شهری، قوانین و الزاماتی هستند که کاربری‌های شهری، ساخت‌وساز ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها را کنترل می‌کنند (مونکونن[3] و رونکونی[4]، ۲۰۱۳، ص. ۱۹۵۲). اجرایی‌ترین سطح طرح‌های توسعه شهری مربوط به طرح‌های تفصیلی است. "طرح تفصیلی عبارت از طرحی است که بر اساس معیارها و ضوابط کلی طرح جامع شهر، نحوه استفاده از زمین‌های شهری در سطح محله‌های مختلف شهر و موقعیت و مساحت دقیق زمین برای هر یک از آن‌ها، وضع دقیق و تفصیلی شبکه عبور و مرور و میزان تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی در واحدهای شهری و اولویت‌های مربوط به مناطق بهسازی،نوسازی و توسعه، و حل مشکلات شهری و موقعیت کلیه عوامل مختلف شهری در آن تعیین می‌شود." (بهزادفر، ۱۳۹٤، ص. ٤۹). مهمترین عنصر خروجی طرح های تفصیلی یعنی پهنه بندی، به

1.Santamouris
2.Yildirim
3.Monkkonen
4.Ronconi

یکی از ابزارهای ساختاری برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است که امکان ایجاد تعادل بین اشکال مختلف فعالیت، منافع بازیگران مختلف و مقیاس توسعه را فراهم می کند. در اسپانیا، پهنه‌بندی یک اصطلاح شهری است که برای تقسیم مناطق شهر به زون‌های مختلف مبتنی بر ضوابط و مقررات به منظور هدایت توسعه و رشد شهری، استفاده می شود (گاتیکا[1]، ۲۰۱۹، ص. ۲). هدف در نظام پهنه‌بندی اراضی در درجه اول حصول اطمینان از استقرار مناسب کاربری‌ها در ارتباط با یکدیگر می‌باشد. همچنین امکان کنترل عملکردی شهر و برنامه ریزی در جهت کنترل توسعه تراکم در هر پهنه و در ارتباط با خدمات عمومی، محورهای عبور و مرور، تسهیلات رفاهی و ... پدید می‌آید و توسعه، به سمت اهداف مورد نظر خود، هدایت می‌شود. در این راستا، پهنه‌های کلان شکل می‌گیرند. همچنین در راستای تنظیم سند هدایت و کنترل توسعه در چارچوب ضوابط و مقررات و پیوند آن‌ها، تراکم، سطح اشغال مجاز، تعداد طبقات، عرصه‌های گوناگون شهری و تنوع این عرصه‌ها، زیرپهنه‌ها را شکل می‌دهند (مهندسین مشاور شهر و خانه، ۱۳۹۳، ص. ۸). فرم شهری تا حد زیادی بر استفاده از انرژی تاثیر می‌گذارد. تحول در فرم‌های شهری عمدتاً تحت تأثیر اقتصاد سیاسی، فناوری‌های حمل و نقل، بازار زمین و سیاست های توسعه شهری است (برنامه کمک مدیریت بخش انرژی[2]، ۲۰۱٤، ص. ۹-۳). اصول پایه‌ای برای دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی شهری کارآمد در مقیاس شهر، محله و قطعات زمین بدین صورت است: از شرایط اقلیمی و سایت برای پشتیبانی از استراتژی های طراحی منفعل پایدار برای تکنیک‌های گرمایش و سرمایش و آسایش داخلی و خارجی انرژی کارا استفاده شود؛ روش‌های حمل و نقل انرژی کارا مانند حمل و نقل عمومی (انبوه) و حمل و نقل غیر موتوری (مانند دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی) تشویق شود؛ استراتژی های رشد فشرده شهری و تراکم شهری برای حفظ امکان‌پذیری اقتصادی تأسیسات عمومی و حمل و نقل ارتقا داده شود. عملکردهای مسکونی در توسعه کاربری مختلط ادغام شود و همچنین امکان توزیع خدمات در فواصل کوتاه نیز فراهم گردد؛ امکانات رفاهی برای فضای بیرونی دارای سایه‌اندازی و فضای عمومی فراهم شود؛ به منظور به حداقل رساندن بیشتر اثر کربن، از طریق یکپارچه‌سازی و انعطاف‌پذیری در برنامه‌ریزی و طراحی، راه حل های انرژی تجدیدپذیر در نظر گرفته شود (کارایی انرژی در بخش ساخت و ساز در مدیترانه[3]، ۲۰۱۳، ص. ٦). استفاده از انرژی در شهر ها عمدتا تحت تأثیر این موارد است: ابعاد فضایی؛ تراکم مسکونی و فعالیت و کار؛ تراکم قابل دسترس و طراحی محیط زیستی با تاکید بر اقلیم محلی (برنامه کمک مدیریت بخش انرژی، ۲۰۱٤، ص. ۹-٤).اجرای این اصول کلیدی باعث کارایی انرژی و در نتیجه رشد پایدار شهری خواهد شد: اجرای سیاست‌ها و مقررات رشد فشرده شهری، توسعه شبکه‌های متراکم و به هم پیوسته خیابان‌ها، یکپارچه‌سازی طرح‌های فضایی، حمل و نقل و زیرساخت، اطمینان از فضای سبز قابل دسترس، ایجاد بلوک‌های

1.Gatica
2.Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP)
3.Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean

کوچک مقیاس با کاربری های متنوع، توسعه مبتنی بر کاربری مختلط، طراحی خیابان‌ها برای مردم و نه ماشین و حداکثرسازی پتانسیل طراحی‌های زیست اقلیمی (برنامه کمک مدیریت بخش انرژی، ۲۰۱٤، ص. ۲۰-۱۳).

- **ضوابط و مقررات شهری مبتنی بر رهیافت کارایی انرژی**

اولین حوزه‌ای که ضوابط و مقررات مرتبط با آن می‌تواند بر کارایی انرژی تاثیر بگذارد، حوزه برنامه‌ریزی شهری و در مقیاس کوچکتر طراحی شهری می‌باشد (فاضلی و حیدری، ۱۳۹۲، ص. ۹۱). ضوابط و مقررات مرتبط با کارایی انرژی در شهرها در مقیاس‌های متفاوتی بدین شرح تدوین می شوند: حوزه کلان: ضوابط و مقررات شهری؛ حوزه میانی: ضوابط و مقررات معماری؛ و حوزه خرد: ضوابط و مقررات عمرانی. اصلی ترین عامل در دستیابی به کارایی انرژی توجه به ضوابط و مقررات شهری می‌باشد؛ زیرا فرم شهری و مورفولوژی در شهرها که بیشترین نقش در کارایی انرژی را ایفا می‌کنند، مبتنی بر این ضوابط و مقررات شهری شکل می‌گیرند. در این بخش عواملی چون فرم شهرها، نحوه استقرار ساختمان‌ها و سایر ویژگی‌های مرتبط با آن‌ها با تاکید بر ویژگی‌های اقلیمی و طراحی‌های محیط زیستی و ... مد نظر قرار می‌گیرند (کاکاوند و جباری، ۱۳۹۰، ص. ٤). معیارهای تاثیرگذار بر کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی بدین شرح است:

- **پهنه‌بندی کاربری اراضی**: پهنه‌بندی کاربری اراضی و در سطح پایین‌تر کاربری اراضی، به دلیل ارتباط مستقیم با فعالیت‌های شهری بر روی کارایی انرژی شهرها و مناطق، تاثیر به‌سزایی می‌گذارد. با این وجود در حال حاضر، بیشتر روندها و الگوهای کاربری زمین منجر به تولید سفرهای غیر ضروری با مسافت‌های طولانی جهت تامین نیازهای روزانه شده است، که بیشتر این سفرها نیز توسط حمل‌ونقل شخصی انجام شده و در نتیجه مصرف انرژی را افزایش داده است. بنابراین، برنامه‌ریزی در راستای انرژی کارایی شهرها یکی از اهداف بسیار مهم برنامه‌ریزی شهری می‌باشد که می‌توان توسط برنامه-ریزی کاربری زمین و پهنه‌بندی کاربری زمین، آن را محقق ساخت (رضویان و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۲۲٤).
- **فشردگی**: فشردگی به صورت کلی یک تعریف ندارد اما معمولا از آن تحت عنوان تراکم بالا و یا توسعه تک مرکزی یاد می شود (قاضی[1] و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۸۰). فرم فشرده شهری به روش‌های مختلف و مختلطی همچون دسترسی به انرژی خورشیدی، تهویه طبیعی، انتقال گرما و اثر جزایر حرارتی شهری و کاهش تقاضای سفر، بر خرداقلیم تاثیر می گذارد (کانگ کو[2]، ۲۰۱۲، ص. ۱۸). همچنین این فرم فشرده می‌تواند بر جابه‌جایی شهری و کارایی زیرساخت‌ها تاثیر بگذارد که این امرمی تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم موجب کاهش مصرف انرژی شود (قاضی و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۸۰). با توجه به اثرات ترکیبی ذکرشده، گزینه‌های متنوع فشردگی باید از طریق شبیه‌سازی

1.Ghazi
2.Kang Ko

و پژوهش‌های تجربی مورد ارزیابی قرار گیرند تا از این طریق بتوان استراتژی‌های برنامه‌ریزی و طراحی شهری که منجر به افزایش منفعت و کارایی انرژی در هر اقلیم می‌شوند را افزایش داد. بنابراین وجود مطالعات ارزیابی جامع در جهت دستیابی به میزان فشردگی بهینه جهت تضمین کارایی انرژی امری ضروری می‌باشد. به عنوان مثال، در هنگام افزایش تراکم و فشردگی باید از دسترسی به انرژی خورشیدی به صورت همزمان نیز اطمینان حاصل کرد (کانگ کو، ۲۰۱۲، ص. ۱۸).

- **شبکه متصل**: اتصال، هدف اولیه و اصلی هر شبکه حمل و نقل می باشد که مکان‌هایی که مردم می‌خواهند میان آن‌ها جابه‌جا شوند را به یکدیگر متصل می‌سازد. سفر، معمولا به صورت تقاضای مشتق شده در نظر گرفته می‌شود. ما عمدتا به منظور دسترسی به مکان‌های دیگر و نه فقط لذت بردن از مسیر، سفر می‌کنیم. مدل سازی تقاضای سفر، به طور کلی هزینه ای را به سفر اختصاص می دهد که شامل "هزینه" زمان است. در شرایطی که سایر موارد برابر باشد، زمان سفر کوتاه‌تر ترجیح داده می‌شود. این امر به ویژه در مورد دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی که معمولاً کندتر از حمل و نقل‌های موتوری هستند، صادق است. در ارتباط با این مسئله که یک فرد چه مقداری از مسیر را می‌تواند به صورت پیاده و یا با دوچرخه طی کند، محدودیت‌هایی وجود دارد. افزایش اتصال شبکه می‌تواند به کاهش مسافت سفر در همه مدهای حمل و نقل از جمله پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری منجر شود (قاضی[1] و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۸۱).
- **طراحی منفعل شهری**: یک اصل بسیار مهم در برنامه‌ریزی و طراحی شهری جهت دستیابی به آسایش حرارتی، طراحی منفعل می‌باشد. طراحی منفعل، روشی برای طراحی است که از معماری ساختمان، جهت به حداقل رساندن مصرف انرژی و بهبود آسایش حرارتی استفاده می‌کند. در این رویکرد طراحی، فرم ساختمان و عملکرد حرارتی عناصر ساختمان با دقت در نظر گرفته شده و برای تعامل با اقلیم محلی بهینه شده است. چشم انداز نهایی طراحی منفعل، از بین بردن کامل نیاز به سیستم‌های مکانیکی فعال (و مصرف انرژی مبتنی بر سوخت فسیلی) و آسایش ساکنین می‌باشد (مهندسی کبالت و هیوز کاندون مارلر: معماران[2]، ۲۰۰۹، ص. ۳). برنامه‌ریزی شهری می‌تواند تاثیر به سزایی در اقلیم حرارتی تجربه شده در فضاهای بیرونی داشته باشد. در ابتدا می‌بایست روند افزایش دما به دلیل تغییرات اقلیمی بهبود یابد تا از این طریق امکان حرکت افراد در فضاهای شهری را فراهم کند. ثانیا، یک فضای خارجی خنک‌تر به کاهش تنش گرمایی در شرایط داخلی ساختمان کمک می‌کند. و در نهایت، یک مرکز شهر خنک‌تر به کاهش اثرات جزایر حرارتی در سطح شهر و منطقه کمک خواهد کرد. خرد اقلیم های حرارتی شهری از نظر سرعت و جهت باد، میانگین دمای تابشی، دمای هوا و رطوبت نسبی مشخص می‌شوند. از پارامترهای کلیدی مزتبط با برنامه‌ریزی شهری و تاثیرگذار بر این

1.Ghazi
2.Cobalt Engineering and Hughes Condon Marler: Architects

خرد اقلیم‌ها می‌توان به مواردی همچون بافت و تراکم شهری، هندسه خیابان و جهت‌گیری آن اشاره نمود. به همین منظور در اقلیم گرم و خشک، برنامه‌ریزی برای پارامترهای ذکر شده به منظور جلوگیری از تنش بیش از حد گرمایی امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد (فهمی[1] و شارپلس[2]، ۲۰۰۸، ص. ۱). اصول رعایت شده در معماری بومی مناطق اقلیمی چهارگانه ایران می‌تواند مبنایی در جهت تعیین ضوابط و مقررات پهنه‌بندی متناسب با هر اقلیم باشد. این اصول در اقلیم گرم و خشک بر مصالح با ظرفیت حرارتی زیاد، پلان فشرده، جهت قرارگیری جنوب تا جنوب شرقی، استفاده از تهویه طبیعی کم، بافت متراکم و رنگ خارجی روشن تاکید می‌کند (کسمائی، ۱۳۸٤، ص. ۹٦).

از جمله پارامترهای تاثیرگذار بر ضوابط و مقررات شهری مبتنی بر کارایی انرژی نیز می‌توان به این موارد اشاره نمود:

- **پهنه‌بندی:** استقرار کاربری‌های مختلط در مسافت‌های پیاده‌روی، دسترسی عابران پیاده را به خدمات شهری و امکانات رفاهی ترغیب می‌کند. این امر می‌تواند با ایجاد کریدورهایی با کاربری مختلط و مراکزی که توزیع ترافیک را در دوره های مختلف روز انجام می‌دهد، وابستگی به وسایل نقلیه را کاهش دهد که به نوبه خود باعث افزایش کارایی انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمای نهفته می‌شود. هر محله باید ترکیبی از کاربری‌ها و خدمات شهری و امکانات رفاهی زیر را با فاصله متوسط ۳۵۰ متر از هر خانه در خود داشته باشد: ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی؛ مختلط خرده‌فروشی و اداری؛ امکانات عمومی؛ و پارک‌ها و فضاهای باز (کارایی انرژی در بخش ساخت و ساز در مدیترانه[3]، ۲۰۱۳، ص. ١٤).
- **تراکم جمعیتی:** تراکم کافی از امکان پذیری اقتصادی حمل و نقل عمومی انبوه پشتیبانی می‌کند و می‌تواند به کارایی انرژی اضافی در محیط ساخته شده برسد. از طریق انواع مختلف ساختمان‌ها و اندازه واحدها، طیف گسترده ای از جمعیت را می‌توان اسکان داد. این امر با کاهش مسافت رفت و آمد و به کارگیری خدمات، گزینه هایی مقرون به صرفه فراهم کرده و جامعه را حفظ می‌کند (کارایی انرژی در بخش ساخت و ساز در مدیترانه، ۲۰۱۳، ص. ١٦).
- **تراکم ساختمانی:** در صورت عدم کنترل ارتفاع ساختمان‌ها در شهر ، میزان دسترسی ساختمان‌های مسکونی به نور خورشید، به عنوان یکی از منابع تجدیدپذیر انرژی، و سایه اندازی ساختمان‌ها بر یکدیگر تغییر می‌کند بنابراین ساختمان‌های مسکونی انرژی بیشتری را صرف تأمین روشنایی و گرم کردن فضای داخل خانه می‌کنند. تراکم ساختمانی نیز که با میزان استفاده از زمین و ارتفاع ساختمان در ارتباط می باشد، بر میزان مصرف انرژی در ساختمان تأثیرگذار می باشد. در واقع، هر چه تراکم

1.Fahmy
2.Sharples
3.Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean

ساختمانی افزایش یابد، میزان سطح پوشیده شده از زمین کاهش یافته و خرد اقلیم محدوده از شرایط بهتری برخوردار می گردد. لازم به ذکر است که در صورت افزایش بیش از حد تراکم ساختمانی در شهر، ارتفاع ساختمان‌ها افزایش یافته و این امر موجب به وجود آمدن کوران باد در اطراف ساختمان و در نتیجه کاهش دما می شود. بنابراین انرژی بیشتری در ساختمان صرف گرمایش فضای خانه می‌گردد (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰، ص. ۱۱۱-۱۱۰)

- **الگوی خیابان:** تغییر الگوهای خیابان بر الگوی جریان هوا و در نتیجه دما تأثیر می‌گذارد. بهینه‌سازی الگوی خیابان‌ها به منظور کاهش گرما باید فضاهای عمومی مهم را در هر سایت هدف قرار دهد و الگوی کلی باد را در نظر بگیرد، زیرا در صورت گسترده بودن سطوح می توانند، خرد جزایر هوای گرم یا سرد تولید کنند (هریس[1] و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۱۱-۹). بنابراین جهت‌گیری خیابان نیاز به سازگاری با بادهای ورودی دارد، که باعث کاهش گرما و تقویت تهویه طبیعی می‌شود. همچنین قابل ذکر است خیابان‌های اصلی باید در جهت اصلی باد قرار گیرند (کارایی انرژی در بخش ساخت و ساز در مدیترانه[2]، ۲۰۱۳، ص. ۱۱).
- **اندازه و طول بلوک‌های شهری:** به استثنای برخی از محققان، سایر برنامه‌ریزان و طراحان شهری از اندازه‌های کوچک و طول کوتاه برای بلوک های شهری پشتیبانی می‌کنند. آنها بر بسیاری از مزایای مربوط به اندازه کوچک و طول کوتاه بلوک‌های شهری تاکید می‌کنند، مانند: تولید الگوی گردش شبکه‌ای دقیق‌تر و الگوی بلوک شهری و بافت ریزدانه، ایجاد درجه بالایی از اتصال، ارائه گزینه‌های متعدد که می‌تواند دسترسی پیاده‌روها به حمل و نقل را همچون دسترسی حمل و نقل به کاربری‌های بیشتر، افزایش دهد، ایجاد یک الگوی افقی چند جهته از فضاهای شهری و ترویج تنوع و اختلاط (پاکزاد[3] و سالاری[4]، ۲۰۱۸، ص. ٤-۳).
- **پیکربندی و دانه‌بندی بلوک‌های شهری:** هنگامی که در مورد پیکربندی و دانه‌بندی بلوک‌های شهری صحبت می‌شود، در واقع به خصوصیاتی مانند شکل، ورودی‌ها، تقاطع‌ها، تغییر شکل‌ها و ارتباط متقابل بلوک‌های شهری اشاره می‌شود. تقاطع‌های بیشتر، اما تقاطع‌های بالقوه کوچکتر، فرصت‌های بیشتر برای جلوگیری از مسیرهای پر حجم، می‌تواند به طور بالقوه ترافیک را آرام کند و فرصت‌های بیشتری را برای عبور ایمن ارائه دهد، اما پیکربندی بلوک‌های خیابان در امتداد اتصال محله باید به گونه‌ای انجام شود که در صورت امکان، تعداد تقاطع های ٤ طرفه کنترل شده با اولویت را به حداقل برساند. محله‌های ریزدانه به تعداد بیشتری از فضاهای کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. محله های درشت دانه با تقسیم فضایی بزرگتر و زیادتر مشخص می‌شوند. طرح‌هایی با بلوک های مستطیلی متناسب با

1.Heris
2.Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean
3.Pakzad
4.Salari

فضای خیابان نسبت به طرح‌هایی با بلوک های مربع، از مساحت بلوک بیشتری برخوردار هستند. تعداد بلوک‌های شهری تقسیم بر تعداد واحدهای مسکونی می‌تواند بر اتصال تأثیر بگذارد؛ هرچه تعداد بلوک‌ها کمتر باشد، اتصال داخلی بیشتر است. به منظور افزایش اتصال، ایجاد پیکربندی ساختمان‌ها با استفاده از برش کوچه‌ها در بلوک‌های شهری، صورت می‌گیرد. به منظور دسترسی به فضای داخلی بلوک‌های بزرگ، از سیاست تکه‌تکه شدن استفاده می‌شود تا زمین شهری بتواند با بهره‌وری بهتر استفاده شود (پاکزاد و سالاری، ۲۰۱۸، ص. ٤).

- **جهت‌گیری بلوک‌های شهری**: ملاحظات جهت‌گیری بلوک‌ها به طور کلی برای دستیابی به خورشید یا مربوط به یک ویژگی توپوگرافی یا طبیعی است. هیچ توافقی در مورد بهترین جهت‌گیری برای یک بلوک شهری وجود ندارد. جهت‌گیری شمال به جنوب به منظور کاهش قرار گرفتن در معرض جهت شمال با کوچکترین نما و قرار گرفتن در معرض شرق به غرب برای بیشتر نماها توصیه شده است. برخی توصیه می کنند، جهت‌گیری بلوک با محور طولانی‌تر، به سمت جنوب باشد. آن‌ها اصرار دارند که این شرایط بهینه برای صرفه جویی در انرژی را تأمین می‌کند، زیرا مصرف انرژی برای روشنایی بیشتر از مصرف انرژی برای گرما به جهت بلوک بستگی دارد. برخی دیگر بر این باورند که جهت گیری بلوک به صورت شرقی - غربی به منظور توسعه و پتانسیل فتوولتائیک، بهتر در نظر گرفته می شود. همچنین بخش‌های مختلف خیابان نیز باید از نظر جهت‌گیری متفاوت باشند (پاکزاد[1] و سالاری[2]، ۲۰۱۸، ص. ٥-٤).
- **ارتفاع ساختمان**: ارتفاع ساختمان میزان فضای باز را در سطح زمین تغییر می‌دهد و بر قابلیت دسترسی به نور خورشید تأثیر می‌گذارد (عقیلی[3]، ۲۰۱۷، ص. ٥٧-٥٦). همچنین، فاصله بین ساختمان‌ها در مناطق شهری که مساحت آن ها کم، اما نیاز به ساختمان در آن‌ها زیاد است، مهم می‌باشد. ایجاد فاصله کافی بین ساختمان‌ها به منظور اجازه عبور باد از میان آن‌ها در نظر گرفته شده است (قاضی[4] و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۸۲-۸۰).
- **جهت‌گیری ساختمان**: واضح است که جهت گیری یک ساختمان با تغییر زاویه برخورد و مدت‌زمان تابش خورشید، بر بهره خورشیدی و تقاضای انرژی تاثیر می‌گذارد. جهت‌گیری یکی از مهمترین متغیرهای کارایی انرژی ساختمان است، هنگامی که جهت ساختمان به درستی ترسیم شود، بهره خورشیدی به حداکثر می رسد، ساختمان از نور روز با کیفیت بهتری بهره‌مند می‌شود و نیاز به گرمایش اضافی به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (عقیلی، ۲۰۱۷، ص. ٥٧).

1.Pakzad
2.Salari
3.Aghili
4.Ghazi

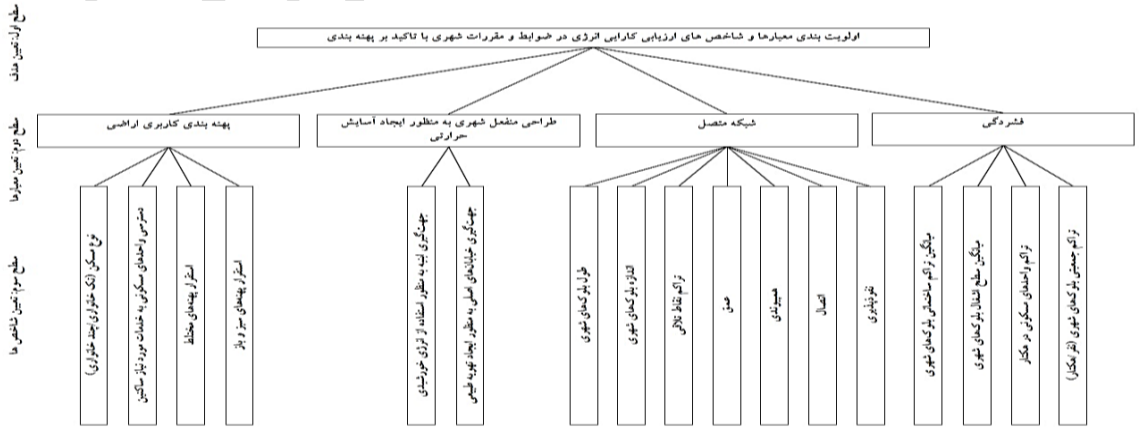
- **پیکربندی ساختمان:** ترکیب ارتفاع نامنظم و خیابان‌های باریک منجر به یک محیط فشرده‌تر می‌شود که دسترسی خورشیدی و پتانسیل فتوولتائیک را کاهش می‌دهد. پیکربندی ساختمان می تواند اثرات سایه‌اندازی روی ساختمان‌های همسایه را کاهش یا افزایش دهد (عقیلی، ۲۰۱۷، ص. ۵۷). پیکربندی توده ساختمان، مربوط به نوع خاص اقلیم، بر آسایش داخلی و بیرونی تأثیر می‌گذارد. برخی از گونه‌های خاص ساختمان سایه‌اندازی و تهویه را افزایش می‌دهند، که این امر همچنین می تواند بار خنک‌کننده را کاهش دهد. پیکربندی توصیه شده برای اقلیم گرم و خشک و گرم و مرطوب متفاوت است. پیکربندی ساختمانی در اقلیم گرم و خشک با توجه به تراکم‌های پیشنهادی باید استراتژی‌های زیر را مد نظر قرار دهد: ارتفاع کم، تراکم زیاد و خیابان های باریک. از آنجا که سایه‌اندازی بر خیابان‌ها به حداکثر می‌رسد، خرداقلیم مناسب‌تری را برای عابران پیاده ایجاد می‌کند. نتیجه دیگر در هنگام ایجاد سایه بر روی ساختمان‌ها، کاهش بار خنک کننده ساختمان‌ها است (کارایی انرژی در بخش ساخت و ساز در مدیترانه[1]، ۲۰۱۳، ص. ۱۷).

۲. متدولوژی

پژوهش حاضر در تقسیم‌بندی تحقیقات علمی بر اساس هدف، در زمره تحقیقات کاربردی و بر مبنای ماهیت و روش، در گروه پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی قرار می‌گیرد و ترکیبی از پژوهش‌های کیفی و کمی می‌باشد. در این پژوهش از هر دو روش گردآوری اطلاعات شامل روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است (حافظ‌نیا، ۱۳۹۶، ص. ۷۸-۵۸). اما روش گردآوری اطلاعات در بخش‌های مختلف این پژوهش یکسان نمی-باشد. در بخش‌های زیادی از مبانی نظری و همچنین برخی از داده‌های مربوط به محدوده مطالعاتی از طریق روش کتابخانه ای استفاده شده است. که این مطالعات کتابخانه‌ای شامل بررسی منابع موجود و همچنین جست‌وجو در شبکه جهانی اطلاع‌رسانی و از طریق متن‌خوانی و فیش‌برداری، آمارخوانی و استفاده از جدول، تصویرخوانی و استفاده از نقشه، سندخوانی و استفاده از مدارک و مستندات و در نهایت از ترکیب آن‌ها می‌باشد. در جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مرتبط با مورد مطالعاتی نیز علاوه بر مطالعات کتابخانه‌ای از روش میدانی شامل پرسشنامه و همچنین تحلیل داده های ثانویه با استفاده از داده‌ها، آمار و اطلاعات موجود از جمله بلوک‌های آماری و پایگاه‌های اطلاعات مکانی (داده) در طرح‌های اسنادی و سایر منابع اطلاعاتی (شهرداری، سازمان نقشه‌برداری و سایر سازمان‌های وابسته و همچنین مهندسین مشاور و ...) استفاده شده است. فرایند پژوهش حاضر دارای شش مرحله اصلی بدین شرح است. در گام نخست این پژوهش با مد نظر قرار دادن بنیان‌های نظری، مطالعه پژوهش‌ها و مرور تجارب پیشرو، به تعیین ارتباط میان کارایی انرژی و برنامه‌ریزی شهری با تاکید بر سیاست گذاری شهری پرداخته و اصول، معیارها و شاخص‌های موثر در ارزیابی کارایی انرژی ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی را تعیین نموده است. در گام دوم با در نظر گرفتن امکانات

1.Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean

و محدودیت‌ها در زمینه داده‌ها، اطلاعات و منابع، طبق شکل شماره ۱ به انتخاب معیارهای اصلی و شاخص‌های مورد نیاز به منظور سنجش هر یک از معیارها و تدوین چارچوب ارزیابی کارایی انرژی پرداخته است. گام سوم به شناخت تحلیلی معیارها و شاخص‌های منتخب در محدوده مطالعاتی (منطقه ٦ شهرداری تهران) اختصاص دارد. بدین منظور با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS[1] به شناخت و بررسی هر یک از معیارها و شاخص‌ها، در دو سناریو وضع موجود و سناریو پیشنهادی پهنه‌بندی طرح تفصیلی (در صورت وجود) پرداخته شده است. در گام بعدی یعنی گام چهارم، به تعیین اولویت‌ها و وزن‌دهی هر یک از معیارها و شاخص‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی[2] مبتنی بر دریافت نظرات و دیدگاه‌های ۱۵ نفر از متخصصین حوزه توسط پرسشنامه متخصصین و تحلیل آن‌ها توسط نرم افزار Expert Choice پرداخته شده است تا بتوان با استفاده از درجه اهمیت و تعیین اوزان نهایی، در بخش‌های بعدی به همپوشانی آن ها پرداخت. در گام پنجم، لایه‌های شناختی که بر اساس شاخص‌ها و معیارها در محیط نرم‌افزار GIS[3] تهیه شده‌اند، در محدوده مورد مطالعه (منطقه ٦ شهرداری تهران) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. . بدین منظور برای هر یک از شاخص‌ها در دو سناریو وضع موجود و پهنه‌بندی پیشنهادی طرح تفصیلی، توسط نرم افزار GISلایه‌های تحلیلی تهیه شده و به بررسی، تحلیل و مقایسه میان آن‌ها پرداخته شده است. در گام ششم، بر مبنای وزن‌های از پیش تعیین شده، همپوشانی وزن‌دار[4] لایه‌های GIS مرتبط با هر یک از شاخص‌ها در محدوده مورد مطالعه (منطقه ٦ شهرداری تهران) صورت گرفته است و از همپوشانی آن‌ها در دو سناریو وضع موجود و سناریو پیشنهادی پهنه‌بندی طرح تفصیلی ابتدا، معیارها و لایه مربوط به آن‌ها استخراج شده است و سپس با همپوشانی وزن‌دار معیارها بر اساس وزن‌های تعیین شده، به ارزیابی کارایی انرژی و مقایسه آن در هر دو سناریو پرداخته شده است.

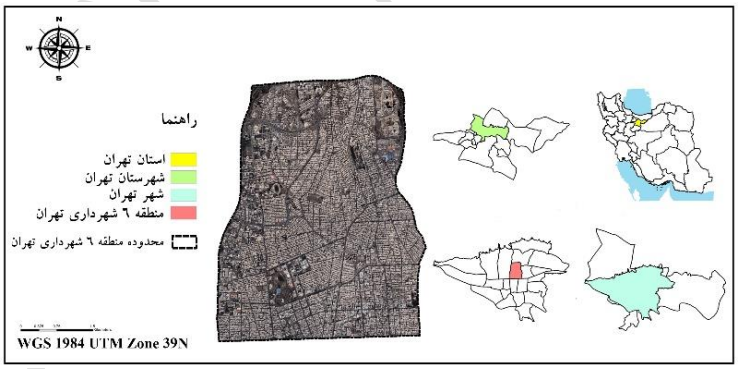


شکل ۱. چارچوب ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی

1.Geographic Information System
2.Analytic Hierarchy Process
3.Geographic Information System
4.Weighted Overlay

- **محدوده مورد مطالعه**

منطقه ٦ شهرداری تهران همانگونه که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، یکی از قدیمی‌ترین مناطق شهر تهران می‌باشد که در قسمت شمالی حوزه مرکزی آن قرار گرفته‌است. این منطقه دارای وسعتی در حدود ۲۱۳۷،۹ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۲۵۱۳۸٤ نفر (۱۳۹۵) می‌باشد. بنابراین می توان بیان نمود که این منطقه دارای سطحی معادل ۳ درصد مساحت شهر تهران و ۲،۹ درصد کل جمعیت آن می‌باشد. این منطقه همچنین در مرکزیت جغرافیایی شهر تهران نیز واقع شده و تقسیمات فضایی این منطقه نیز شامل ٦ ناحیه و ١٤ محله می‌شود. همچنین قابل ذکر است که منطقه از چهار جهت غرب، شرق، شمال و جنوب به ترتیب به وسیله بزرگراه های چمران، مدرس، همت و محور انقلاب- آزادی محاط شده است که این امر دسترسی به آن را تسهیل می‌کند. این منطقه در حال حاضر یک مرکزیت فضایی- فعالیتی پیدا کرده و کاربری‌هایی در مقیاس های مختلف از فراملی تا محله ای را در خود جای داده است. به عنوان مثال در حال حاضر بیش از ۳۰ درصد ساختمان‌های حکومتی- دولتی، نهادها و بانک‌های دولتی و خصوصی و ارگان‌های اصلی کشور در این منطقه واقع شده‌اند. به عبارت دیگر مغز متفکر حکومتی، سیستم تصمیم‌سازی، مدیریت دولتی و همچنین موتور نظام بازرگانی – اقتصادی نوین تهران در منطقه شش استقرار یافته است (شهرداری منطقه ٦ تهران، ۱۳۹۹). با توجه به نقش تاثیرگذار اقلیم بر کارایی انرژی این نکته قابل ذکر است که منطقه ٦ شهر تهران به تبعیت از شهر تهران در پهنه اقلیمی گرم و خشک واقع شده است و قرارگیری در این پهنه اقلیمی ویژگی های منحصر به فردی را برای آن به وجود آورده است (کسمائی، ١٣٨٤، ص. ٨٣).



شکل ۲. جایگاه و موقعیت منطقه ٦ شهر تهران

۳. یافته‌ها

به منظور شناخت معیارهای ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی، ابتدا جمع‌آوری اطلاعات و پایگاه‌های اطلاعات مکانی از منابع مختلف همچون شهرداری، سازمان نقشه‌برداری و مهندسین مشاور طرح تفصیلی منطقه ٦ شهرداری تهران صورت گرفته است، سپس با استفاده از نرم افزار

اطلاعات جغرافیایی GIS[1] به آماده‌سازی داده‌ها و رفع خطاهای توپولوژی[2] آن‌ها پرداخته شده است. به منظور شناخت تحلیلی از منطقه ٦ تهران، با استفاده از داده‌های خام و تحلیل آن‌ها در محیط نرم افزار GIS، با بکارگیری ابزارهای تحلیلی مختلف، به تولید دیتابیس‌ها و نقشه‌های مختلف تحلیلی برای معیارها و شاخص-های نهایی در هر دو سناریو وضع موجود و پیشنهادی پهنه‌بندی طرح تفصیلی پرداخته شده است. همچنین به منظور شناخت تحلیلی در ارتباط با برخی شاخص‌ها از جمله اتصال، همپیوندی و عمق از تکنیک چیدمان فضا[3] توسط نرم‌افزار UCL Depthmap 10 استفاده شده است و سپس خروجی این نرم‌افزار توسط تبدیلگرها به شیپ فایل[4] تبدیل شده و در محیط نرم‌افزار GIS[5] مورد استفاده قرار گرفته است. سپس به منظور تعیین اولویت، اهمیت و وزن نهایی هر یک از معیارهای ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری و شاخص‌های مربوط به آن، از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP[6] توسط نرم افزار Expert Choise استفاده شده است. در اولین گام از تحلیل سلسه مراتبی، ساخت سلسله مراتبی معیارها و شاخص‌ها بر اساس هدف ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری شکل گرفته است و سپس به مقایسات زوجی میان آن‌ها پرداخته شده است. در این راستا ۱۵ پرسش‌نامه برای کارشناسان حوزه شهرسازی و دارای تخصص‌های مختلفی از جمله برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای تهیه شده است، بدین ترتیب کارشناسان بر مبنای دانش و تجربه خود و بر پایه جدول راهنمای امتیازدهی، مقایسات زوجی را انجام داده و پرسشنامه‌ها را تکمیل کرده‌اند. سپس به ورود اطلاعات حاصل از پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار Expert Choise پرداخته شده است تا وزن هر یک از معیارها و هر یک از شاخص‌های آن معیار تعیین گردد که جدول شماره ۲ مبین این وزن‌ها است. به منظور بررسی پایایی این مقایسات زوجی از بررسی و تحلیل نرخ ناسازگاری استفاده می‌شود که این نرخ همواره باید کمتر از ۰,۱ باشد. نرخ ناسازگاری وزن‌دهی به معیارها و شاخص‌های پژوهش حاضر برابر با ۰,۰۲ بوده که بیانگر دقت قابل قبول این مقایسات زوجی می‌باشد.

1.Geographic Information System
2.Topology
3.Space Syntax
4.Shapefile
5.Geographic Information System
6.Analytic Hierarchy Process

جدول ۲. وزن‌نهایی هر یک از معیارها و شاخص‌های ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی

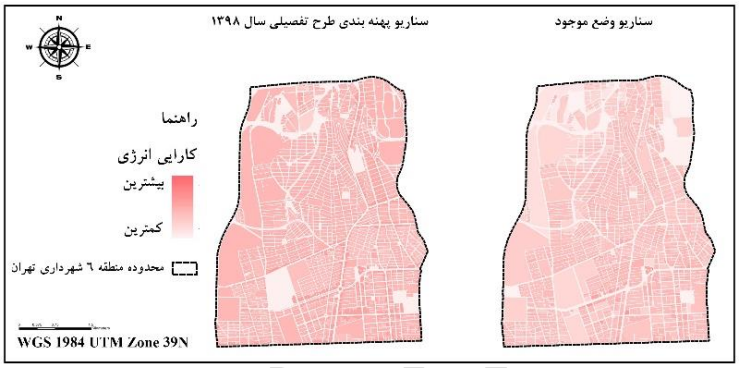
ردیف	شاخص		معیار	
	عنوان	وزن نهایی	عنوان	وزن نهایی
۱	تراکم جمعیتی بلوک‌های شهری (نفر/هکتار)	۰,۲۷۳	فشردگی	۰,۱۷۹
۲	تراکم واحدهای مسکونی (در هکتار)	۰,۲۱٦		
۳	میانگین سطح اشغال بلوک‌های شهری	۰,۱٦۹		
٤	میانگین تراکم ساختمانی بلوک‌های شهری	۰,۳٤۲		
٥	نفوذپذیری	۰,۲۱۱	شبکه متصل	۰,۱٥۸
٦	اتصال	۰,۲۰۷		
۷	همپیوندی	۰,۲۰۷		
۸	عمق	۰,۱۰۱		
۹	تراکم نقاط تلاقی	۰,۱۰٥		
۱۰	اندازه بلوک‌های شهری	۰,۰۷۰		
۱۱	طول بلوک‌های شهری	۰,۰۹۹		
۱۲	جهت‌گیری خیابان‌های اصلی به منظور ایجاد تهویه طبیعی	۰,٥۹۰	طراحی منفعل شهری به منظور ایجاد آسایش حرارتی	۰,۲۲۲
۱۳	جهت‌گیری ابنیه به منظور استفاده از انرژی خورشیدی	۰,٤۱۰		
۱٤	استقرار پهنه‌های سبز و باز	۰,۱۲۱	پهنه‌بندی کاربری اراضی	۰,٤٤۱
۱٥	استقرار پهنه‌های مختلط	۰,۳٥٤		
۱٦	دسترسی واحدهای مسکونی به خدمات مورد نیاز ساکنین	۰,۳۷۹		
۱۷	نوع مسکن (تک خانواری/چند خانواری)	۰,۱٤٦		

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰)

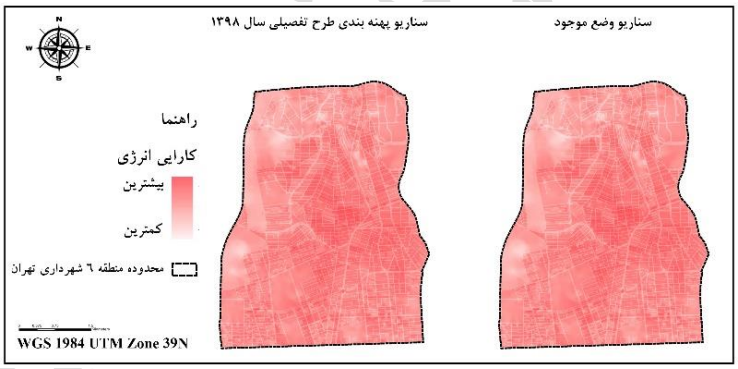
به منظور ایجاد لایه‌های نهایی برای هر معیار در هر دو سناریو وضع موجود و سناریو شبیه‌سازی شده در صورت اعمال ضوابط و مقررات شهری (در صورت وجود) در محیط نرم‌افزار GIS[1]، و به منظور همپوشانی وزن‌دار آن‌ها، تمامی لایه‌های مرتبط با شاخص‌ها به رسترهای[2] فازی تبدیل شده‌اند. بدین منظور، برخی لایه‌ها به صورت مستقیم و برخی دیگر با استفاده تکنیک‌ها و ابزارهای درون‌یابی[3] همچون فاصله معکوس وزن‌دار که به اختصار از آن تحت عنوان IDW[4] نیز یاد می‌شود، به رستر تبدیل شده‌اند. پس از آن همه رسترها با استفاده

1. Geographic Information System
2. Raster
3. Interpolation
4. Inverse Distance Weighted

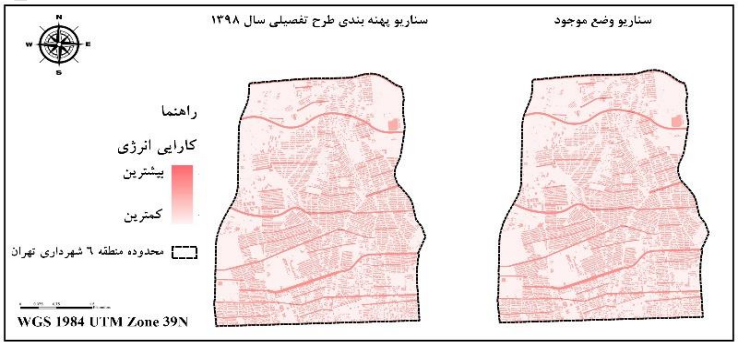
از توابع فازی[1]، هم جهت، هم مقیاس و استاندارد فازی (بین صفر و یک) شده‌اند تا امکان همپوشانی و مقایسه آن‌ها وجود داشته باشد. چنانچه در سناریو پیشنهادی پهنه‌بندی طرح تفصیلی پیشنهاد یا ضوابط و مقررات خاصی برای شاخصی مطرح نشده باشد یا به عبارتی طرح تفصیلی در پهنه‌بندی خود برای آن تعیین تکلیف نکرده باشد، آن معیار ثابت در نظر گرفته شده است تا امکان مقایسه دو سناریو وجود داشته باشد. با استفاده همپوشانی وزن دار شاخص‌های ذکر شده بر مبنای اوزان از پیش تعیین شده، لایه نهایی معیارها برای هر دو سناریو وضع موجود و پیشنهادی طرح تفصیلی طبق شکل‌های شماره ۳ الی ٦ ایجاد شده است.



شکل ۳. کارایی انرژی بر اساس معیار فشردگی

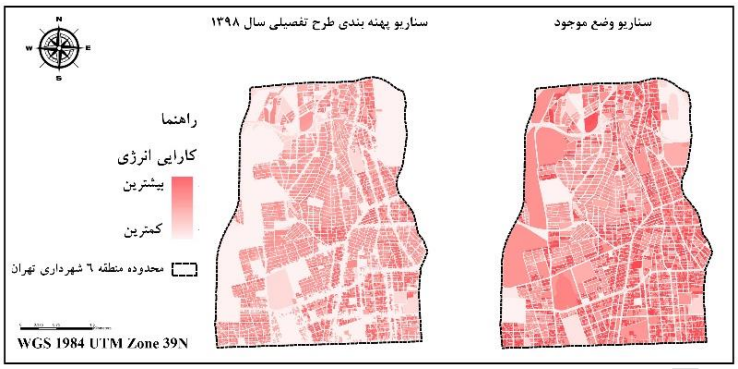


شکل ٤. کارایی انرژی بر اساس معیار شبکه متصل



شکل ۵. کارایی انرژی بر اساس معیار طراحی منفعل شهری به منظور ایجاد آسایش حرارتی

5. Fuzzy Membership



شکل ٦. کارایی انرژی بر اساس معیار پهنه‌بندی کاربری اراضی

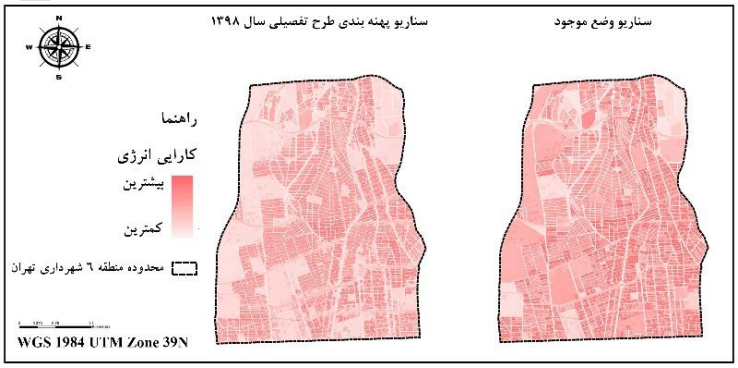
٤. بحث

به منظور ارزیابی کارایی انرژی در سناریو وضع موجود و ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی ، لایه‌های هر چهار معیار مربوط به آن‌ها شامل فشردگی، شبکه متصل، طراحی منفعل شهری به منظور ایجاد آسایش حرارتی و پهنه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از اوزان حاصل از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی همپوشانی شده است و از این طریق نقشه ارزیابی کارایی انرژی در وضع موجود و در سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی، به صورت رسترهایی متشکل از تعداد بسیار زیادی سلول‌های ۱×۱ متر مربع طبق شکل شماره ۸ در محدوده مورد مطالعه یعنی منطقه ٦ شهر تهران، ارزیابی و نشان داده شده است. به منظور محاسبه امتیاز کل کارایی انرژی در هر دو سناریو از میانگین امتیازات کل سلول‌های رستر استفاده شده است تا از دقت بالایی برخوردار باشد. ارزیابی کارایی انرژی در هر دو سناریو وضع موجود و بافت شبیه‌سازی شده مبتنی بر اعمال ضوابط و مقررات پهنه‌بندی طرح تفصیلی بر اساس معیارها و مقایسه میان آن‌ها حاکی از آن است که به دلیل عدم وضع ضوابط و مقرراتی در پهنه‌بندی طرح تفصیلی سال ۱۳۹۸ منطقه ٦ شهر تهران، در زمینه دو معیار شبکه متصل و طراحی منفعل شهری به منظور ایجاد آسایش حرارتی، این دو معیار در هر دو سناریو ثابت فرض شده‌اند، بنابراین بر فرض اعمال ضوابط و مقررات پهنه‌بندی، تغییری در سناریو وضع موجود ایجاد نخواهد شد. همچنین بر اساس شکل شماره ۷ در زمینه معیار فشردگی، سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی در فرایند ارزیابی کارایی انرژی منطبق بر شاخص‌های خود و وزن هر یک از آن‌ها، امتیاز بیشتری نسبت به وضع موجود کسب کرده است که این امتیاز نشانگر این امر است که در این معیار ضوابط و مقررات پهنه‌بندی شامل سطح اشغال و تراکم به افزایش فشردگی بافت نسبت به وضع موجود کمک کرده و از این طریق کارایی انرژی را افزایش داده است همچنین بر مبنای مقایسه میان امتیازهای هر سناریو نیز می‌توان نتیجه گرفت که کارایی انرژی بر اساس معیار فشردگی با اعمال ضوابط و مقررات پهنه‌بندی در حدود ۳۹,۸۵ درصد نسبت به وضع موجود افزایش یافته است که این امر نشان می‌دهد این ضوابط و مقررات بر اساس این معیار، نقش موثری بر افزایش کارایی انرژی ایفا کرده‌اند. . همچنین در مقایسه میان سناریو وضع موجود و سناریو

پهنه‌بندی طرح تفصیلی در شکل شماره ۷ در ارتباط با معیار متغیر دیگر تحت عنوان پهنه‌بندی کاربری اراضی که مهمترین معیار پژوهش نیز می‌باشد مشهود است که کارایی انرژی پس از اعمال ضوابط و مقررات پهنه‌بندی نسبت به وضع موجود کاهش پیدا کرده است که مبین این موضوع است که این ضوابط و مقررات بر اساس شاخص‌های معیار پهنه‌بندی کاربری اراضی همچون پهنه‌های سبز و باز، پهنه‌های مختلط و نوع مسکن، کارایی انرژی را تضمین نمی‌کنند. بنابر مقایسه صورت گرفته میان هر دو سناریو می‌توان نتیجه گرفت که کارایی انرژی در سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی در حدود ٤٥,٥٥ درصد نسبت به وضع موجود کاهش یافته است.

بدین ترتیب کارایی انرژی در سناریو وضع موجود، دارای امتیازی در حدود ۰,۲۹۲۵ و کارایی انرژی در سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی، دارای امتیازی در حدود ۰,۲۲۷٤ می‌باشد. بدین ترتیب پس از ارزیابی و تحلیل کارایی انرژی در هر دو سناریو، مشخص گشته‌است که کارایی انرژی در سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی در مقایسه با سناریو وضع موجود، در حدود ۲۲,۲۵ درصد کاهش پیدا کرده و از کارایی کمتری برخوردار است. بنابراین می‌توان بر همسویی یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش‌های گذشته در ارتباط با تاثیر معیارها و شاخص‌های ذکر شده بر مصرف و کارایی انرژی تاکید نمود.

شکل ۷. ارزیابی کارایی انرژی بر مبنای شاخص‌های همپوشانی شده مرتبط با هر معیار و استخراج کارایی انرژی معیارها در دو سناریو وضع موجود و پهنه‌بندی طرح تفصیلی سال ۱۳۹۸



شکل ۸. ارزیابی کارایی انرژی با تاکید بر پهنه‌بندی

۵. نتیجه‌گیری

مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر از نتیجه همپوشانی معیارها در و ارزیابی کارایی انرژی در هر دو سناریو وضع موجود و سناریو پهنه‌بندی طرح تفصیلی به دست آمده است. در این راستا کارایی انرژی در دو سناریو ، مورد ارزیابی قرار گرفته است و مشخص گردیده که کارایی انرژی، با اعمال ضوابط و مقررات شهری پهنه‌بندی طرح تفصیلی، نسبت به وضع موجود بافت شهری در محدوده مورد مطالعه (منطقه ٦ شهرداری تهران)، در حدود ۲۲,۲۵ درصد کاهش یافته است. بنابراین ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر الگوی پهنه‌بندی که در پژوهش حاضر توسط اعمال ضوابط پهنه‌بندی بر بافت شهری موجود، شبیه‌سازی شده است، بیانگر این موضوع می‌باشد که ضوابط و مقررات پهنه‌بندی در شهر تهران در صورت اعمال، نه تنها نقشی در افزایش کارایی ایفا نمی‌کنند، بلکه آن را به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهند. این امر موجب افزایش مصرف انرژی و پیامدهای مخرب ناشی از آن همچون خطر اتمام منابع انرژی تجدیدناپذیر، تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی می‌شود. بنابراین توصیه می‌گردد، در هنگام وضع قوانین و مقررات پهنه‌بندی که ملاک عمل کلیه ساخت و سازهای آینده قرار می‌گیرد، به نقش انکارناپذیر آن‌ها در کارایی انرژی توجه شده و تمامی تصمیمات بر مبنای معیارهای مرتبط با کارایی انرژی در آن محدوده وضع شود. در این راستا پژوهش حاضر پس از ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر پهنه‌بندی در منطقه ٦ شهر تهران، با تکیه بر نتایج خود پیشنهادات زیر را ارائه می‌دهد:

- تهیه دستورالعمل‌های ضوابط و مقررات پهنه‌بندی منطبق بر انواع اقلیم در ایران
- در نظر گرفتن پارامترهایی کاربردی نظیر تراکم جمعیتی، تراکم واحدهای مسکونی، الگوی کلی شبکه معابر، اندازه بلوک‌های شهری، طول بلوک‌های شهری، جهت‌گیری خیابان‌های اصلی، جهت‌گیری ابنیه و نوع مسکن در ضوابط و مقررات پهنه‌بندی به منظور بهبود عملکرد آن‌ها در راستای کارایی انرژی

کتاب‌نامه

۱. براتی، ن. و سردره، ع.ا. (۱۳۹۲). تاثیر شاخص های فرم شهری بر میزان استفاده از اتومبیل شخصی و مصرف انرژی در مناطق شهر تهران. *باغ نظر*، ۱۰(۲٦)، ۱۲-۳.

۲. بهزادفر، م. (۱۳۹٤). *طرح‌ها و برنامه‌های شهرسازی: مفاهیم، روندها و الزامات طرح های جامع و تفصیلی در ایران با تاکید بر وضعیت تهران*. چاپ چهارم، تهران: موسسه نشر شهر.

۳. تقی نژاد، ص.، ذکاوت، ک. و نعمتی مهر، م. (۱۳۹۸). راهنمای طراحی شهری ارتقاء انرژی کارایی معطوف به کاهش اثرات نامطلوب جزایرحرارتی. پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.

٤. حاجی علی اکبری، ح.، قلعه نویی، م. و بحرینی، س.ح. (۱۳۹۱). تحلیل ریخت شناسی بافت شهری با رویکرد انرژی کارایی (نمونه موردی: شهر یزد). پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشگاه هنر اصفهان، ایران.

۵. حافظ‌نیا، م. ر. (۱۳۹۶). *مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی*. چاپ هفدهم، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

٦. دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی (۱۳۹۹). ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۷. تهران: معاونت امور برق و انرژی.

۷. حسینی، م.، شکوهی، م.، نصراللهی، ف. و چنگلوایی، ی. (۱۳۹۸). مطالعه ی تطبیقی ریخت شناختی بافت قدیم و جدید شهر بیرجند از منظر انرژی کارایی (مطالعه ی موردی: دو بافت قدیم و جدید منتخب از شهر بیرجند). پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشگاه هنر اصفهان، ایران.

۸. رضایی جهرمی، پ. و برک پور، ن. (۱۳۹۵)، ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دو روش لید و تریس با نمونه مطالعاتی: محله ظهیرآباد شهر تهران. *نقش جهان*، (۱-٦)، ۳۰-۱۸.

۹. رضویان، م. ت.، مؤذن، س. و قورچی، م. (۱۳۹۸). ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس محله ای با استفاده از مدل لید در راستای توسعه پایدار (مطالعه موردی: محله ولنجک شهر تهران). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ٦(۱)، ۲۳۷-۲۲۳.

۱۰. رفیعیان، م.، فتح جلالی، الف. و داداشپور، ه. (۱۳۹۰). بررسی و امکانسنجی تأثیر فرم و تراکم بلوک‌های مسکونی بر مصرف انرژی شهر، نمونه موردی شهر جدید هشتگرد. *آرمان شهر*، ٤(٦)، ۱۱٦-۱۰۷.

۱۱. صالحی، ا. (۱۳۸۵). نقش ضوابط و مقررات شهرسازی در تحقق شهر خوب و توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: تهران). *محیط شناسی*، ۳۲(٤۰)، ٦۲-۵۱.

۱۲. عزیزی، م.م.، قرائی، الف. (۱۳۹٤). برنامه ریزی کاربری زمین در راستای توسعه پایدار محله ای با تاکید بر بهینه سازی مصرف انرژی (مطالعه موردی: محله دروس، تهران). *هویت شهر*، ۹(۲۲)، ۱۸-۵.

۱۳. فاضلی، ع. و حیدری، ش. (۱۳۹۲). بهینه سازی مصرف انرژی در مناطق مسکونی شهر تهران با استفاده از رویکرد برنامه ریزی انرژی رتردام (REAP). *پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی*، ۱(۳)، ۹٦-۸۳.

۱٤. فتح جلالی، الف.، رفیعیان، م. و داداش پور، ه. (۱۳۸۹). تدوین معیارهای برنامه ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد کارایی انرژی(نمونه موردی: واحد همسایگی در شهر جدید هشتگرد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه-ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

۱۵. کاکاوند، ا. و جباری، س. (۱۳۹۰). ارزیابی پایداری مصرف انرژی در بافت قدیم و جدید شهر یزد. همایش ملی عمران، معماری، شهرسازی و مدیریت انرژی، ۱۰-۱.

۱٦. کسمائی، م. (۱۳۸٤). *اقلیم و معماری*. چاپ سوم، اصفهان: نشر خاک.

۱۷. مرتضایی، گ.، محمدی، م.، نصراللهی، ف. و قلعه نویی، م. (۱۳۹٦). چارچوب تحلیلی ریخت-گونه‌شناسی بافت‌های شهری از منظر کارایی انرژی: مطالعه موردی سپاهان‌شهر. *فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی*، ۳(۹)، ۱۷۷-۱٤۷.

۱۸. مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). بلوک آماری سال ۱۳۹۵. تهران: مرکز آمار ایران.

۱۹. مرکز آمار ایران، معاونت برنامه و بودجه (۱۳۹۵). نتایج کلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن -۱۳۹۵. چاپ اول، تهران: مرکز آمار ایران، دفتر ریاست روابط عمومی و همکاری های بین الملل.

۲۰. معاونت شهرسازی و معماری شهرداری تهران (۱۳۹۸). پایگاه داده کاریری شهر تهران.

۲۱. مهندسین مشاور پارس بوم (۱۳۹۱). ضوابط و مقررات طرح تفصیلی جدید شهر تهران. تهران: معاونت شهرسازی و معماری شهرداری تهران.
۲۲. مهندسین مشاور شهر و خانه (۱۳۹۳). طرح تفصیلی شهر شیراز (ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی به استثناء منطقه تاریخی – فرهنگی). شیراز: معاونت شهرسازی و معماری شهرداری شیراز.
۲۳. مهندسین مشاور نقش جهان‌پارس (۱۳۸٤). تهیه الگوی توسعه و طرح تفصیلی منطقه و همکاری با شهرداری منطقه ٦ با موضوع گزارش نهایی اسناد ۱:۱۰۰۰۰. تهران: مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران و نهاد مشترک مسئول تهیه طرح های جامع و تفصیلی شهر تهران.
۲٤. وبسایت رسمی منطقه ٦ شهرداری تهران به نشانی https://region6.tehran.ir

25. Aghili, M. (2017). Energy Efficient Urban Form: A Simulation of Building Energy Performance in Wynyard Quarter Auckland. Master Thesis of Art and Design, Auckland University of Technology, New Zealand.
26. Cobalt Engineering and Hughes Condon Marler: Architects (2009). Passive Design Toolkit. Vancouver: City of Vancouver.
27. Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean (2013). Energy Efficient Urban Planning Guidelines.
28. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) (2014). Planning Energy Efficient and Livable Cities. USA: Energy Sector Management Assistance Program (The World Bank).
29. Fahmy, M. and Sharples, S. (2008). Passive design for urban thermal comfort: a comparison between different urban forms in Cairo, Egypt. 25th International Conference of Passive and Low Energy Architecture, Ireland. 1-6.
30. Gatica, Y. C. (2019). *Zoning, the Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*. John Wiley & Sons Ltd.
31. Ghazi, F., Charehjoo, F. and Mirmoghtadaee, M. (2019). Spatial Evaluation of Energy Performance at Neighborhood Scale Case Study: Sanandaj City. *Space Ontology International Journal*. 8(2), 77-88.
32. Hedman, A. (2016). Energy-Efficient City Planning -The Role and Importance of Actionable Regulations. Doctoral Dissertation, Aalto University, Finland.
33. Heris, M., Middel, A. and Muller, B. (2020). Impacts of form and design policies on urban microclimate: Assessment of zoning and design guideline choices in urban redevelopment projects. *Landscape and Urban Planning*. 202, 1-15.
34. Jige Quan, S. (2017). Energy efficient neighborhood design under residential zoning regulations in Shanghai. *Energy Procedia.* 143, 865-872.
35. Kang Ko, Y. (2012). The Energy Impact of Urban Form: An Approach for Morphologically Evaluating the Energy Performance of Neighborhoods. Doctoral Dissertation in Landscape Architecture and Environmental Planning, University of California, Berkeley, USA.
36. Monkkonen, P. and Ronconi, L. (2013). Land Use Regulations, Compliance and Land Markets in Argentina. *Urban Studies*. 50(10), 1951-1969.
37. Pakzad, E. and Salari, N. (2018). Measuring sustainability of urban blocks: The case of Dowlatabad, Kermanshah city. *Cities*. 75, 90-100.
38. Santamouris, M. (2006). *Environmental Design of Urban Buildings: An Integrated Approach*. UK, and USA: Earthscan.

39. Yildirim, H., Gultekin, A. and Tanrivermis, H. (2017). Evaluation of Cities in the Context of Energy Efficient Urban Planning Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 245(7), 1-10.

Evaluation of energy efficiency in urban regulations with emphasis on zoning (Case study: District 6 of Tehran)

Abstract

Nowadays, considering the energy consumption index in Iran and the inefficiency of energy in cities, it is necessary to prepare urban regulations at the most executive level of urban policy to increase energy efficiency in zoning, as the main output of detailed plans. The main purpose of this study is the evaluation of energy efficiency concerning urban regulations with emphasis on zoning, which for this purpose has answered three main questions as follows: What is the relationship between the concepts of urban regulations and energy efficiency, and the parameters affecting energy efficiency in terms of urban regulations? What is the framework of the evaluation of energy efficiency concerning urban regulations with emphasis on zoning, and what are the criteria and indicators for evaluating energy efficiency in urban zoning regulations, and the weights of each of them? How can an individual evaluate, analyze, and compare energy efficiency in the current urban fabric and simulated urban fabric based on zoning? This research is considered applied research based on purpose, descriptive-analytical research based on method, and also is considered a combination of qualitative and quantitative research. In this research, two library and field methods have been used, including questionnaires and secondary data analysis and also the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique by Geographic Information System (GIS) software and Expert Choice Software. District 6 of Tehran has been selected as its case study. Findings show that energy efficiency in District 6 of Tehran by applying urban regulations with emphasis on the zoning of the detailed plan has decreased by 22.25% compared to the current situation of the urban fabric. This increases energy consumption and consequently the adverse environmental consequences.

Keyword: Energy Efficiency, Urban Regulations, Zoning, Tehran, GIS Software