

## تحلیل نقش بازآفرینی شهری بر کاهش مصرف انرژی در کاربری مسکونی (مورد مطالعه: منطقه ۱۰ تهران)

نوع مقاله پژوهشی

حدیث نصیرزاده<sup>۱</sup>، علی شماعی<sup>۲</sup>، علیرضا سپه‌وند<sup>۳</sup>

تعداد صفحات: ۶۵-۷۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵

### چکیده

زمینه و هدف: بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی، هدفی متعالی در راستای کاهش مخاطرات محیطی و توسعه پایدار شهری است. از این رو، در این پژوهش به نقش بازآفرینی شهری در کاهش مصرف انرژی در کاربری مسکونی منطقه ۱۰ شهرداری تهران پرداخته شده است. روش پژوهش: تحقیق حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای-کاربردی و از نظر ماهیت و روش، تحقیقی توصیفی-تحلیلی است. این تحقیق، مشتمل بر تلفیقی از الگوریتم‌های یادگیری است که به روش کمی اجرا شده است. جامعه آماری، کلیه ساختمان‌های مسکونی منطقه ۱۰ شهرداری تهران می‌باشد. شاخص‌های ارزیابی مشتمل بر میزان مصرف آب، برق و گاز خانوارها به علاوه ۳۵ شاخص دیگر است که در چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی قرار داده شده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش فرآیند گوسی با کرنل جنگل تصادفی و روش پرستیرون چند لایه بهره گرفته شده است. همچنین از نرم افزار Arc GIS برای تحلیل فضایی واحدهای ساختمانی و نرم افزار Excel برای محاسبات و دسته بندی داده ها استفاده شده است. یافته‌ها و نتیجه: یافته‌ها بیانگر آن هستند که با توجه به ضریب همبستگی ۰/۴۲ و ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۲۴ میانگین خطای مطلق ۰/۱۹، بخش آزمایش برای پارامتر خروجی آب دارای بهترین عملکرد در مدل فرآیند گوسی بوده است و در بخش آزمایش پارامتر برق، ضریب همبستگی ۰/۹۹، ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۰۰۱ و میانگین خطا مطلق ۰/۰۰۱ در مدل فوق، دارای بهترین عملکرد از بین مدلسازی بوده و همچنین در بخش آزمایش مصرف گاز، ضریب همبستگی ۰/۴۷، ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۳۹ خطا و خطای مطلق ۰/۳۳ در بین مدلها مدل فوق دارای بهترین عملکرد بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر این شاخص درصد قابل قبولی برای تعیین بهترین مدل با توجه به ضریب همبستگی بالاتر و ریشه میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق کمتر برای آنالیز حساسیت پارامترهای مستقل قرار دارد.

کلید واژه گان: بازآفرینی شهری، کاربری مسکونی، مصرف انرژی، فرایند گوسی، منطقه ۱۰ تهران.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران

۲- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران

۳- استادیار گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

## مقدمه

انسان ها تاکنون منجر به بزرگ ترین فجایع محیطی همچون گرم شدن زمین، از بین بردن سامانه های زیستی و ... با تصاحب زمین کوچک کردن طبیعت و گسترش شهرو کشف سوخت فسیلی شده است (قادری، ۱۳۹۷). بیش از یک دهه است که بحران های مختلف ناشی از تغییرات اقلیمی و الایند های زیست محیطی به بحث های اصلی و مهم میان سیاستمداران، نظریه پردازان و عموم مردم تبدیل شده است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸). به ترتیب روند افزایش جمعیت شهر و شهرنشینی و ظهور کلانشهر جامعه بشری به خصوص در کشورهای توسعه یافته را در معرض نامتعادل و ناموزون قرار داده که یکی از مهمترین آنها مربوط به فرسودگی و ناکارآمدی شهری است (صفری، ۱۳۹۵). در ایران بافت های ناکارآمد شهری به عرصه های از محدوده های قانونی شهری اطلاق می شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم بر خورداری مناسب از دسترسی سواره، تاسیسات، خدمات، زیر ساخت های شهری آسیب پذیر بوده و در عین حال از ارزش مکانی-محیطی و اقتصادی و اجتماعی برخوردارند. این بافت به دلیل فقر ساکنان و مالکان آنها مکان نوسازی خود به خودی را نداشته است و نیز سرمایه گذاران انگیزه ای جهت سرمایه گذاری در آن ندارند در حال حاضر سکونت بیش از ۱/۴ جمعیت شهری کشور در محدوده بافت های ناکارآمدی حکایت از اهمیت موضوع برنامه ریزی برای این محدوده ها دارد. در این میان بخشی از بافت های شهری متاثر از شهرنشینی شتابان در دهه های اخیر است که بدون توجه به معیارهای شهر سازانه و معمارانه در جهت خلاف واحدهای زیستی پدید آمده و چهره بی هویت برای شهرها به وجود آورده است. این نوع از بافت های میانی که عمدتاً در شهرهای بزرگ کشور رفاه یافته اند (ادموند سی ام هو، ۲۰۱۲). هدف از بهینه سازی مصرف انرژی انتخاب الگوها، و اتخاذ به کارگیری روش ها و سیاست هایی مناسب در مصرف انرژی و کاهش مخاطرت طبیعی و زیست محیطی است. ساختمان های مسکونی بخش مهمی از مصرف کنندگان انرژی به شمار می آیند (رضایی و همکاران، ۱۴۰۰). با توجه به آماری که سازمان

های مختلف از جمله سازمان انرژی جهانی در خصوص میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف منتشر کرده اند. حدود ۳۰٪ انرژی جهان در بخش خانگی و تجاری مصرف می شود که بخش مهمی صرف سرمایه و گرمایش ساختمان به ویژه در مناطق گرم و مرطوب می شود. با افزایش رشد جمعیت میزان تقاضا انرژی برای بخش ساختمان و رفاه در این بخش را افزایش داده است و اطمینان می رود که این آمار روند صعودی داشته این آمار در دهه اخیر احساس مسئولیتی جدی در مصرف بهینه انرژی افزایش راندمان آن به امری اجتناب ناپذیر مبدل گردید (شاه حسنی، ۱۳۸۷).

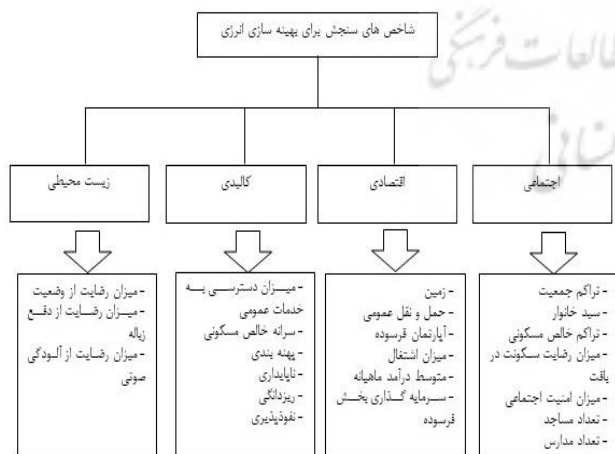
پژوهش حاضر به منظور بهینه سازی میزان مصرف انرژی در بخش خانگی- تجاری با انتخاب الگو الگوریتم های یادگیری و اتخاذ سیاست در کنار پارامترهای همچون مترژ، تعداد اعضا خانواده، کیفیت، کاربری اراضی، تعداد طبقات، جهت، حمل و نقل، که از مهمترین فاکتورهای میزان مصرفی در انرژی محسوب می گردد. پیش بینی میزان مصرف انرژی و بهینه سازی این انرژی ها همگی به تاثیر پارامترهای مطرح در مقدار مصرف انرژی (آب، گاز، برق) موجود در واحدهای مسکونی محسوب می گردد. که خود به طور مستقیم به بهینه سازی مصرف انرژی کمک شایان می کند. از آن جا که کاهش مصرف انرژی در واحدهای مسکونی یکی از مسائل مهمتر در ایران است و از سوی دیگر اندازه گیری آن دشوار، پر هزینه است، لذا مدل های تعیین میزان مصرف انرژی نقش مهمی در مدیریت انرژی بر عهده دارد. بنابراین انواع مختلفی از این مدل ها با درجات مختلفی از پیچیدگی به جای رسیدن به این هدف توسعه یافته اند. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می دهد که در دهه های گذشته از رگرسیون فرآیند گوسی، برنامه نویسی بیان ژن، شبکه عصبی تعمیم یافته، ماشین بردار پشتیبانی، جنگل تصادفی و شبکه عصبی مصنوعی به- عنوان ابزار غالب در حل مشکلات بهینه سازی مصرف انرژی، استفاده شده است.

با توجه به اهمیت موضوع بر اساس مطالعات انجام شده الگوریتم های یادگیری ماشین عملکرد چشم گیری در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی در واحدهای مسکونی داشته است. لذا

کارایی انرژی یکی از مولفه های مهم و اثرگذار معرفی گردید که منظور از کارایی در واقع بهینه سازی کارآمد انرژی با هدف رشد تقاضا است خلاصه بیان صرفه جویی انرژی در سایت خود بیشتر به کارایی انرژی در رفتار مصرف انرژی تغییر در ساختار صنعتی به شیوه زندگی اشاره می شود در سطح کلان نیز صرفه جویی کلی انرژی برای یک کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است که شامل عوامل رفتاری ساختاری وقتی در سطح کلان می باشد شدت انرژی به همین منظور مورد استفاده قرار می گیرد (SUehire ۲۰۰۷) طی دو دهه اخیر از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید نام برده می شود که در کنار سایر عوامل تولید نظیر کار سرمایه مواد اولیه نقش تعیین کننده ای در حیات اقتصادی کشور بر عهده دارد لیکن مطالعه در خصوص روند تحول ساختار سیستم های انرژی بررسی نوسان قیمت و مصرف انرژی بررسی جایگزین های سوخت با همدیگر صرفه جویی انرژی و کاهش شدت انرژی می توان از مواردی باشد که از اهمیت خاصی برخوردار هستند (دوستارمنور: ۱۳۹۳).

#### معرفی متغیرها و شاخص ها

در پژوهش حاضر به بررسی عامل بازآفرینی و تاثیر شاخص های ان بر کاهش مصرف انرژی در کاربری مسکونی منطقه ۱۰ شهری تهران متغییر اصلی بوده و برای تبیین عامل باز آفرینی این بافت اقدام به بررسی و ارزیابی میزان پایداری بافت با رویکرد همه جانبه (به لحاظ ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی کالبدی) و تعیین شاخص های قابل سنجش ذیل گردید است.



شکل ۱ شاخص های سنجش برای بهینه سازی انرژی منبع نگارنده

#### مواد و روش

##### منطقه مورد مطالعه

منطقه ۱۰ تهران در غرب استان تهران واقع که پس از منطقه ۱۷ کوچکترین منطقه شهرداری تهران به محسوب می شود، یکی از

روش الگوریتم یادگیری به دلیل توانمندی بالای که در مدل کردن مسائل پیچیده و سیستم های خطی دارد برای مسئله بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان ها مسکونی-تجاری به عنوان روش سودمند شناخته شده است. مهمترین هدفی که این پژوهش به دنبال دارد با تمرکز بر تحلیل حساسیت و تعیین سیاست جهت تاثیرگذارترین عامل بر مصرف انرژی ساختمان تعیین می شود. که اولین قدم برای رسیدن به این هدف یافتن سیاست و نقش آن ها در باز آفرینی مناطق فرسوده می باشد و تاثیر این سیاست به میزان مصرف انرژی این واحدهای فرسوده است. بنابراین در این مقاله ها بررسی سیاست های اتخاذ شده و مدل سازی با استفاده از مدل های مبتنی بر هوش مصنوعی از- جمله الگوریتم های یادگیری، میزان انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش ساختمان تعیین می گردد و بهترین سیاست جهت ارائه بهتر معرفی می گردد.

#### سیاست های کاهش مصرف انرژی

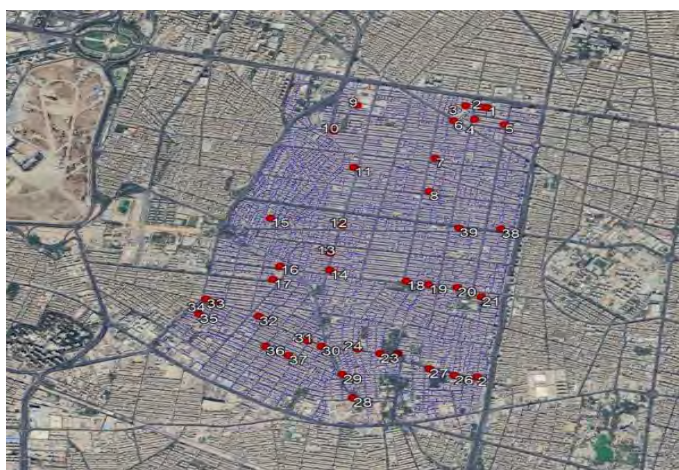
با توجه به تحقیقات انجام گرفته با موضوع سیاست گذاری در کاهش مصرف انرژی در مجموع سیاست کلی در برنامه ریزی کاربری واحدهای مسکونی برای کاهش مصرف انرژی واحدهای مسکونی ارائه شده سیاست اول به صرفه جویی های ناشی از افزایش تراکم و فشردگی و سیاست دوم تاثیرگذاری به سفرهای درون شهری رابا مدل های ارائه شده مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و با ارائه شاخص های موجود در این تجزیه و تحلیل سیاست اصلی مدنظر تحلیل حساسیت می گردد.

#### شاخص سرانه مصرف انرژی

مصرف سرانه انرژی که از شاخص های مهم سنجش بهره وری انرژی میباشد و شامل مصرف انرژی به ازای هر نفر در یک جامعه می باشد اما مصرف سرانه انرژی در جامعه توسعه یافته به دلیل درآمد بالا و امکان بهره برداری از کالا و خدمات متنوع بیشتر می باشد در عین حال در این کشورها افزایش بهره وری منجر به تعدیل مصرف انرژی شده است (وزارت نیرو ترازنامه انرژی، ۱۳۹۹).

#### کارایی انرژی

در واقع منظور از کارایی انرژی مصرف بهینه و کارآمد انرژی بوده که با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی و تغییر قابل توجه مصرف سوخت فسیلی را به دنبال داشته و آن را افزایش اعضا انرژی سالم همراه است (Vettoratorato, ۲۰۱۱ ۹۷) در توسعه پایدار شهری



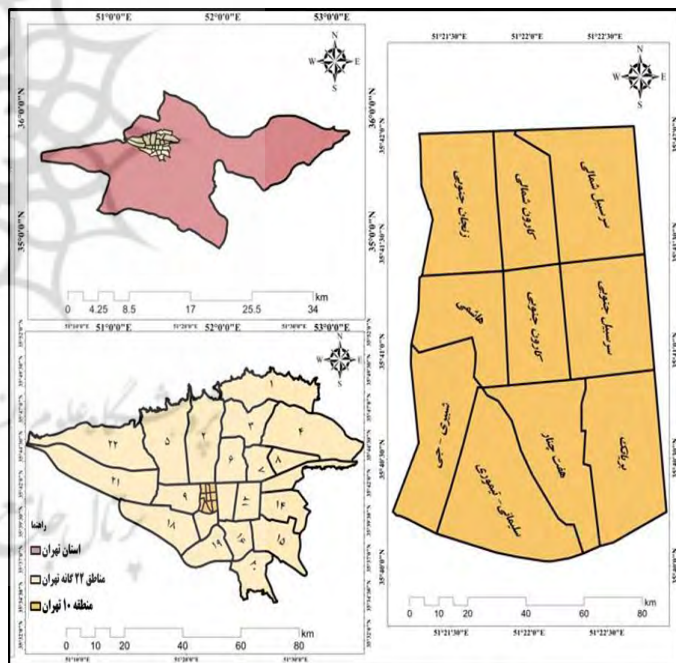
شکل ۲ موقعیت محلات منطقه ۱۰ تهران منبع: نگارنده، ۱۴۰۱.

جدول ۱: توزیع کاربری اراضی منطقه ۱۰ شهرداری تهران

ژ	کاربری	مساحت	درصد	سرانه زمین
۱	مسکونی	۴۶۱۰۴۴۰	۵۷/۱	۱۶/۳
۲	تجاری	۳۷۵۷۷۴	۴/۷	۱/۳
۳	آموزشی	۱۵۲۶۴۲	۱/۹	۰/۵
۴	آموزش عالی	۲۲۸	۰/۰	۰/۰
۵	مذهبی	۳۸۶۵۳	۰/۵	۰/۱
۶	فرهنگی	۷۲۰۰۳	۰/۹	۰/۳
۷	بهداشتی	۶۰۴۲۱	۰/۷	۰/۱
۸	درمانی	۳۴۷۰۸	۰/۴	۰/۱
۹	اداری	۶۸۵۶۱	۰/۳	۰/۲
۱۰	فضای سبز	۱۴۳۱۶۶	۱/۸	۰/۵
۱۱	صنایع	۸۵۷۹۲	۱/۱	۳/۰
۱۲	تاسیسات شهری	۸۶۳۹۶	۱/۱	۰/۳
۱۳	حمل و نقل و انبار	۱۱۷۴۴۳	۱/۵	۰/۴
۱۴	خدمات اجتماعی	۳۳۲۰	۰/۰	۰/۰
۱۵	تفریحی	۴۶۰۲۰	۰/۶	۰/۲
۱۶	ورزشی	۱۹۹۷۱	۰/۲	۰/۱
۱۷	سایرو متروکه	۶۱۴۸۴	۰/۸	۰/۲
۱۸	بایر	۱۲۷۰۴	۰/۲	۰/۰
۱۹	باغ	۴۵۸۱۶	۰/۶	۰/۲
۲۰	معابر	۲۰۳۶۲۳۴	۲۵/۲	۷/۲
۲۱	جمع مساحت منطقه	۳۰۷۱۷۸۳	۱۰۰/۰	۲۸/۶

ماخذ: شهرداری منطقه ۱۰ تهران، ۱۳۹۵

قدیمی‌ترین مناطق در تهران می باشد که قدمت این منطقه حدود یک قرن می‌رسد بافت بسیار قدیمی و متراکمی دارد این منطقه دارای مناطق جدید و قدیمی هست که قدیمی‌ترین محلات منطقه به سال ۱۳۰۴ و جدیدترین به سال ۱۳۵۳ بازمی‌گردد و از ویژگیهای منطقه تهران می توان ساختار و بافت شهری فرسوده با تراکم بالا جمعیت، فقدان فضای سبز مناسب، اشاره کرد این منطقه دارای ۳ ناحیه خدمات شهری و ۱۰ محل قدیمی که شاخص ترین آنها محلات سرسبیل، بریانک، حسام الدین و قصرالدشت است مساحت منطقه معادل ۸۰۷ هکتار می باشد که ۳۰۴ هزار نفر را در خود جای داده که با تراکم ۴۲۰ نفر در هکتار جزو از پرتراکم‌ترین طق تهران محسوب می‌شوند موقعیت جغرافیایی منطقه در واقع از شمال به خیابان آزادی از غرب خیابان شهیدان از جنوب خیابان قزوین و شرق بزرگراه نواب صفوی منتهی می‌شود به دلیل قرار گرفتن این ناحیه در مرکز شهر آب و هوای آن در تابستان گرم و زمستان سرد را طی می کند.



## روش کار

این تحقیق در منطقه ۱۰ شهر تهران مطابق با روندنمای شکل ۲ انجام شد. در این پژوهش با توجه به هدف پژوهش مبنی بر مدل سازی میزان مصرف انرژی در دوره یک ساله مورد استفاده قرار گرفت است. تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش از نوع توصیفی-تحلیلی بوده که به روش کمی اجرا شده است بر این اساس با استفاده از نرم افزار GIS ۴۱ نقطه به شکل تصادفی در سه نمونه ویلایی، آپارتمانی، فرسوده در نقشه ای GIS شده منطقه ۱۰ تهران تعیین گردید. نتایج حاصل از تحقیق در غالب نمودارهای توصیفی-تحلیلی بیان گردید یافته های حاصل از این پژوهش نشان داد که چه مولفه های و پارامترهای بیشترین وجه پارامترهای کمترین تاثیر را بر میزان مصرف انرژی واحدهای مسکونی محلات منطقه ۱۰ تهران دارد.

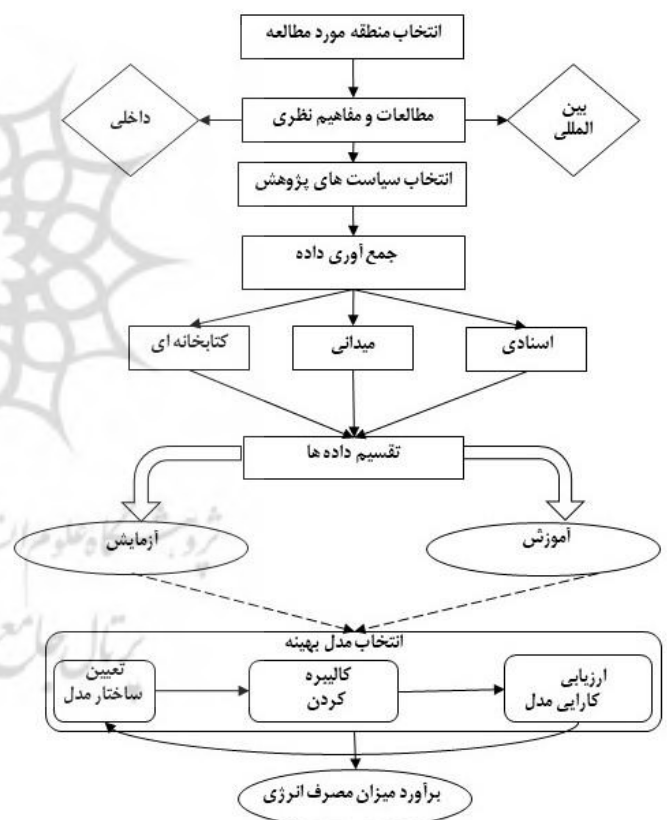
شامل مقادیری مصرف (اب، گاز، برق) در یک بازه زمانی ۱۲ ماهه است. همچنین در این پژوهش ۷۰ درصد داده ها برای آموزش و ۳۰ درصد باقی مانده برای آزمایش مدل استفاده شده در این پژوهش از مدل های (MLP, RF, GP-PUK, GP-RBF) برای مدل سازی با استفاده از نرم افزار weka استفاده شد مدل ها مبتنی بر یادگیری به لحاظ یادگیری الگوریتم های تخمین و توزیع، طبیعت داده محور و تکرار بالای فرایند مدل سازی، توانایی بالایی در شناسایی رفتار وقوع پدیده مورد نظر داشته و در پژوهش های علمی زیادی برتری خود را نسبت به دیگر مدل ها آماری دو متغیره و چند متغیره اثبات نموده اند. که در ادامه توضیح مختصری در مورد این مدل ها آورده شده است.

### مدل رگرسیون فرآیند گوسی (GP)

فرآیند گوسی یک روش یادگیری ماشینی غیر پارامتری قوی برای ایجاد مدل های احتمال گرایانه جامع از مسائل دنیای واقعی است. یک فرآیند گوسی یک فرآیند تصادفی است که متشکل از مقادیر تصادفی در هر نقطه در یک دامنه زمانی یا مکانی است به طوری که هر یک از متغیرهای تصادفی دارای توزیع نرمال می باشند. به علاوه، هر مجموعه متناهی از این متغیرهای تصادفی دارای توزیع نرمال چند متغیره است. فرآیندهای گوسی، توزیعات گوسی چند متغیره را به بعدیت نامتناهی توسعه می دهند. به طور رسمی، یک فرآیند گوسی تولید داده هایی می کند که در طول این طیف قرار دارد به طوری که هر زیرمجموعه متناهی دامنه یک توزیع گوسی چند متغیره را دنبال می کند (اسدی و همکاران، ۲۰۱۷).

### مدل جنگل تصادفی (RF)

مدل جنگل تصادفی یک تکنیک یادگیرنده فعال است که توسط بریمان در ۲۰۰۱ ارائه شده است. این مدل (RF) توسعه یافته از مدل طبقه بندی و رگرسیون درختی (CART) است. روش CART روشی است که داده ها را به طور تکراری برای به دست آوردن ارتباط بین متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل و انجام تخمین جداسازی می کند. در روش RF برخلاف سایر روش های درختی که تعداد محدودی درخت ترسیم می کنند، صدها یا هزاران درخت طبقه بندی تولید می شود (بریمان و کوتلر ۲۰۰۴). این روش یک روش یادگیری گروهی است و برای طبقه بندی با ساختن تعداد درختان زیاد عمل می نماید (بریمان ۲۰۰۱). اساس روش های یادگیرنده گروهی این است که گروهی از یادگیرنده های ضعیف، مجموعه های از یادگیرنده های قوی را تشکیل می دهند. روش RF با استفاده از آنالیز حساسیت، اهمیت متغیرها در مدل سازی را نیز تعیین می کند. RF به روش میانگین کاهش حداقل



شکل ۳: مراحل انجام تحقیق

### مجموعه داده های استفاده شده در مدلسازی

داده ای استفاده شده برای مدل سازی در این پژوهش شامل دو گروه داده های ورودی و داده های خروجی می باشد. داده های ورودی شامل پارامترهای (متر، کیفیت ابنیه، جهت، تعداد اعضای خانواده، کاربری اراضی، تعداد طبقات، حمل نقل) و داده های خروجی

مناسب ترین مدل برای تعیین میزان مصرف انرژی در واحد های مسکونی مورد مطالعه انتخاب شد

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (H - F)^2}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |H_k - F_k|}{K}$$

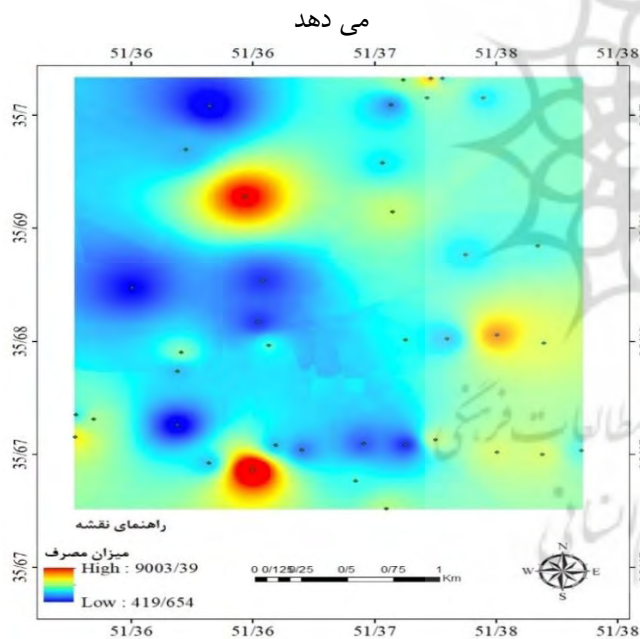
$$CC = \frac{n \sum HF - (\sum H)(\sum F)}{\sqrt{n(\sum H^2) - (\sum H)^2} \sqrt{n(\sum F^2) - (\sum F)^2}}$$

در رابطه فوق  $F$  مقدار برآورد شد  $H$  مقدار مشاهده شد  $H$  میانگین مقادیر مشاهده شد و  $n$  تعداد داده های اندازه گیری میزان مصرف انرژی است.

در نهایت با توجه به کاربرد مدل های ذکر شد و معیار های ارزیابی مدل مشخص می شود که با توجه به داده های استفاده شد کدام

یک از مدل ها از عملکرد بهتری نسبت به مدل های دیگر

برخوردارند به طور کلی شکل ۵ نمودار جریانی مراحل پژوهش را نشان



شکل ۵: میزان مصرف آب

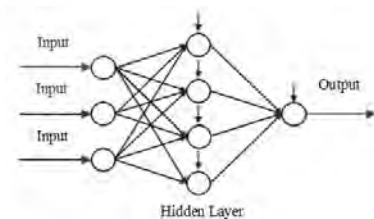
#### نتایج و بحث

شکل های ۳ تا ۵ میزان مصرف آب، برق و گاز را در منطقه ۱۰ شهرداری استان تهران نشان می دهند. نتایج شکل ۳ نشان می دهد که بیشترین مصرف آب در بخش شمال غربی منطقه و کمترین میزان مصرف آب در بخش های جنوبی و جنوب شرقی منطقه مشاهده شده است. همچنین شکل ۴ میزان مصرف برق منطقه را نشان می دهد که مطابق نتایج آن، بیشترین مصرف برق در بخش شرقی و مرکز منطقه و کمترین میزان مصرف برق در بخش های شمال

(MDA)، قادر به ارائه اهمیت متغیرهای مورد استفاده در فرآیند مدل سازی می باشد. در روش MDA، مقادیر درست متغیرها با مقادیری که به طور تصادفی برای هر درخت تولید شده است جایگزین می شود و اگر این جایگزینی اثری روی خطای اندازه گیری نداشته باشد اهمیت آن کم است و اگر مقدار خطای اندازه گیری افزایش یابد، آن متغیر مهم است (بریمان و کوتلر، ۲۰۰۴).

#### مدل شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)

در یک دهه گذشته تمایل به استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در بین هیدرولوژیست‌ها به شدت افزایش یافته است که از آن جمله می توان به هسو و همکاران (۲۰۰۲)، توکار و ماکوس (۲۰۰۰) و بسیاری دیگر اشاره کرد. همه‌ی این محققین به قدرتمند بودن این روش برای مدل سازی پدیده‌های مختلف به ویژه پدیده‌های غیرخطی اذعان کرده اند. از جمله ساختارهای مهم شبکه‌های عصبی، پرسپترون چند لایه (MLP) با الگوریتم پس انتشار خطا می باشد. این الگوریتم به خوبی قادر به تقریب توابع دلخواه می باشد (گومز و همکاران، ۲۰۰۲). مبانی نظری این الگوریتم همان مبانی نظری روش‌های معمول مبتنی بر مشتقات جزئی گوس-نیوتون و نیتون-رافسون است. در این شبکه از یک لایه ورودی جهت اعمال ورودی‌های مسئله، یک لایه پنهان و یک لایه خروجی که نهایتاً پاسخ‌های مسئله را ارائه می نماید، استفاده می شود. برای کار با شبکه عصبی مصنوعی ابتدا باید پارامترهای تاثیرگذار بر خروجی مورد نظر، به عنوان لایه‌های ورودی به شبکه داده شوند و سپس تعدادی نقاط تعلیمی در اختیار شبکه قرار بگیرد، تا شبکه با استفاده از این نقاط میزان تاثیر هر یک از لایه‌های ورودی را تعیین نماید (دیاز و همکاران، ۲۰۱۸). در شکل زیر ساختار شبکه عصبی پرسپترون چند لایه نمایش داده شده است.



شکل ۴- شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)

#### معیار های ارزیابی کارایی مدل

در این پژوهش از پارامترهای ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) میانگین خطای مطلق (MAE) و ضریب همبستگی (CC) برای ارزیابی دقت مدل ها استفاده شد از بین مدل های مذکور مدلی که از ضریب همبستگی بالاتر، ریشه میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق نزدیک به صفر برخوردار باشد به عنوان

همانطور که گفته شد توسعه پایدار و تغییر در نحوه استفاده درست از انرژی های موجود دو مبحث حیاتی است که در ارتباط با موضوع بهینه سازی انرژی قرار می گیرد این دو مبحث از اواخر قرن بیستم ذهن بشر را به خود مشغول ساخته جدول زیر نشان می دهد که مراجع محلی چگونه می توانند شکل دادن به مکان ها کمک کننده که مصرف انرژی در آنها کاهش یافته باشد نمونه ای از سیاست های مطرح شده در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۲ ارائه سیاست کاهش مصرف انرژی با تاکید بر پارامترهای ورودی

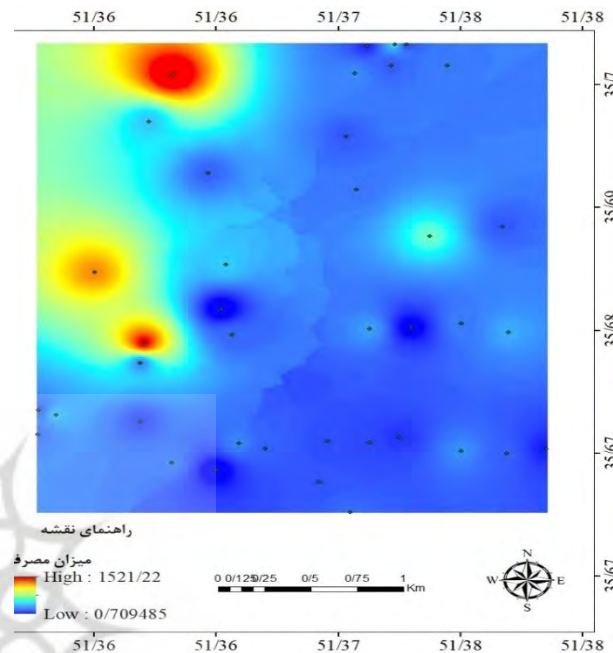
پارامتر	ارائه سیاستهای تاثیر گذار در کاهش مصرف انرژی
متراژ	<ul style="list-style-type: none"> <li>بام سبز</li> <li>تراکم فشردگی سکونتگاه شهری: صرفه جویی ناشی از افزایش تراکم فشردگی</li> </ul>
جهت	<ul style="list-style-type: none"> <li>کم نمودن بار گرمایش و سرمایش-معماری اقلیمی</li> </ul>
کیفیت	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از سیستم کنترل هوشمند در ساختمان با تاکید بر بهسازی، نوسازی، بازسازی ساختمان فرسوده</li> </ul>
تعداد اعضا خانوار	<ul style="list-style-type: none"> <li>فرهنگ سازی: تغییر رفتار افراد در استفاده از بهینه سازی انرژی</li> <li>ارتقاء درک رفتار افکار عمومی درباره نوحومصرف انرژی</li> </ul>
تعداد طبقات	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده مشترک از زیر ساخت ها</li> <li>استفاده مشترک از تجهیزات ساختمانی</li> </ul>
حمل و نقل	<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از وسایل نقلیه عمومی</li> </ul>
کاربری اراضی	<ul style="list-style-type: none"> <li>مدیریت و کنترل روشنائی</li> <li>مدیریت مصرف انرژی در ساعات اوج مصرف</li> </ul>

### مدل سازی تعیین شاخص مصرف انرژی ساختمان

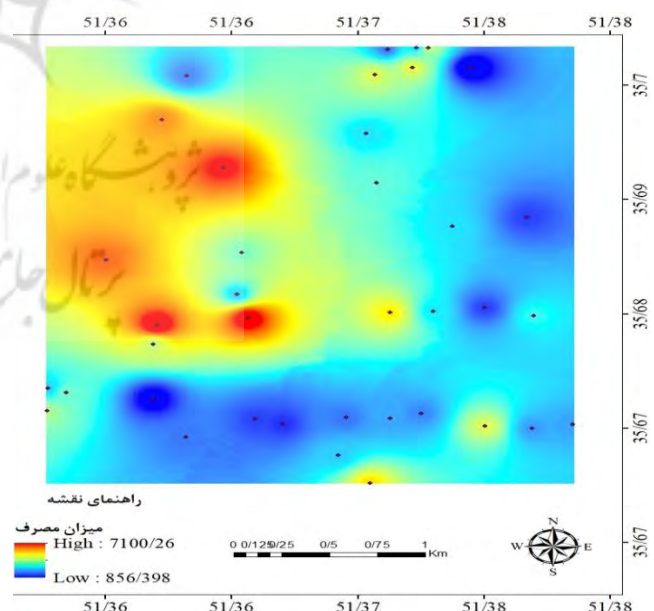
جدول ۲ خصوصیات آماری دارای مصرف انرژی آب - گاز، برق - مربوط به آموزش و آزمایش منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. مطابق پیام جدول ۲ مشخص شده که به ترتیب شیرین و کمترین میزان مصرف در مرحله آموزش برابر با ۸۵۵ و ۵۰ در روز در مرحله آزمایش به ترتیب برابر ۹۰۰۹ و ۰ است.

جدول ۳: برای اجزای بهینه ای مدل های مختلف در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد جدول ۴ نتایج عملکرد برای مدل های مختلف در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. مطابق جدول ۴ مشخص شده که در تمامی پارامترها مدل های - در سنجش آموزش دارای نتایج مطلوب بودند اما در بخش آزمایش نتایج با تغییرات زیادی همراه بوده به این اساس در میزان مصرف آب نتایج مرحله آزمایش نشان داد که مدل RBF

غربی و غرب منطقه مشاهده شده است. علاوه بر این شکل ۶؟ میزان مصرف گاز منطقه را نشان می دهد که مطابق نتایج آن، بیشترین مصرف گاز در بخش های شمال غرب، مرکز و غرب منطقه و کمترین میزان مصرف گاز در بخش های جنوبی، شمال شرق و شرق منطقه مشاهده شده است.



شکل ۶ نقشه میزان مصرف آب در منطقه مورد مطالعه



شکل ۷ نقشه میزان مصرف گاز در منطقه مورد مطالعه

اطلاعات توصیفی پارامترهای سیاستگذاری در بهینه سازی مصرف انرژی

جدول ۳- خصوصیات آماری داده های آموزش و آزمایش مصرف انرژی

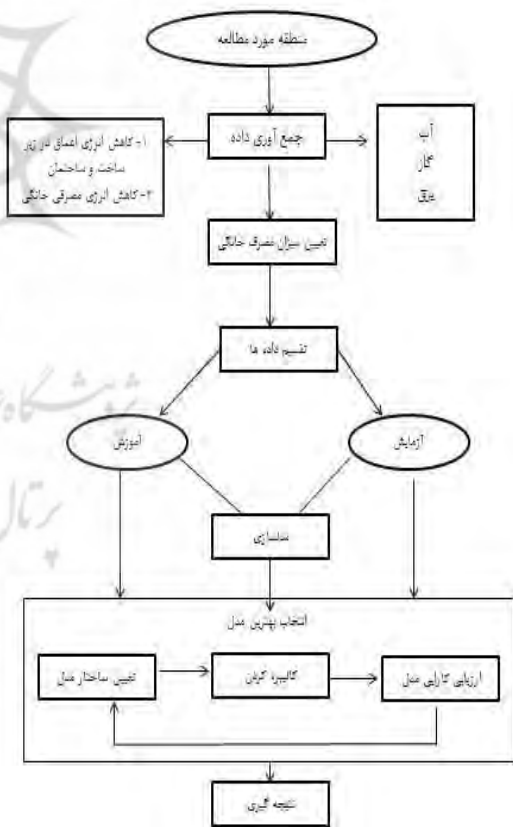
پارامتر	آموزش				آزمایش			
	کمتر	بیشتر	میانگین	انحراف	کمتر	بیشتر	میانگین	انحراف
مصرف آب	۵۰	۱۵۵۲	۳۷۹.۳	۳۶۷.۶	۲۶	۵۸۰	۲۶۴.۴	۱۳۰.۹
مصرف برق	۴۱۸	۶۷۴۰	۲۸۸۴.۰	۱۴۵۳.۰	۴۱۹	۹۰۰۹	۳۱۲۹.۰	۲۵۳۶.۰
مصرف گاز	۸۵۵	۱۶۸۹	۴۰۷۵.۰	۲۹۴۹.۰	۰	۴۹۵۰	۲۵۰۷.۰	۱۳۱۰.۰

منبع: نگارنده

جدول ۴ پارامترهای مدل های مختلف مصرف انرژی در منطقه

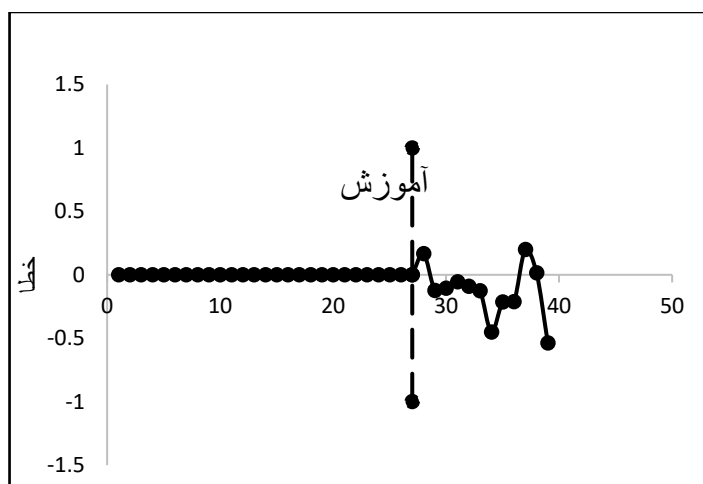
پارامترهای بهینه	
آب	برق
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۶۰۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰
L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۰ -depth ۲ -batch-size ۵۰	L ۰,۰۱ -M ۰,۰۱ -N ۰ -V ۰ -S ۰ -E ۲۰ -H ۰ -K ۰ -I ۱۰ -num-slots ۱ -depth ۲ -batch-size ۵۰

GP - با ضریب همبستگی ۰/۴۲ بیشتر میناکاری مربعات خطا ۰/۲۴ و میانگین خطای معلق ۰/۱۰ در مرحله دارای بهینه عملکرد است. همچنین در شکل ۵ پارامتر اندازه گیری مصرف برق با توجه به نتایج بخش آزمایش مدل GP-PUK با ضریب کارایی ۰/۹۹ ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۰۰۱ و میانگین خطای مطلق ۰/۰۰۱ به عنوان بهترین مدل ایجاب گردیده است با عملکرد بسیار بالای که دارد. در شکل ۶ پارامتر اندازه گیری میزان مصرف گاز مدل GP-PUK با ضریب همبستگی ۰/۴۷ و ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۳۹ و میانگین خطای مطلق ۰/۳۳ در مرحله آزمایش دارای بهترین کارایی است. شکل ۳ نمودار داده های مشاهداتی و پیش بینی بخش آموزشی و آزمایش را پارامترهای خروجی آب را نشان می دهد. شکل ۴ نمودارهای دارای خطای مبحث آموزش و آزمایش پارامترهای خروجی (آب-) را نشان می دهد.



شکل ۸ نمودار جریانی مراحل پژوهش



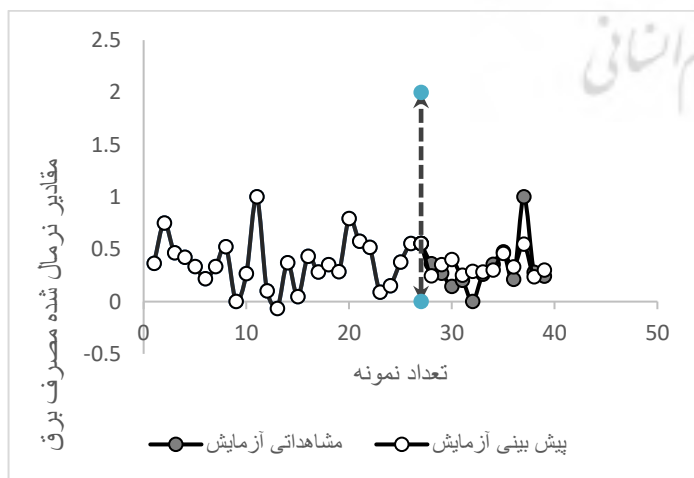


شکل ۴ (ب)

شکل ۹- نمودار کارایی مدل GP-RBF در پارامتر آب، (الف)  
داده های مشاهداتی و پیش بینی در مرحله آموزش و آزمایش  
(ب) نمودار میزان خطا

جدول ۶ پارامترهای ارزیابی عملکرد مدل های MLP, RF, GP-PUK, GP-  
RBF در مصرف انرژی برق

آموزش			آزمایش			مدل
MAE	RMSE	CC	MAE	RMSE	CC	
۰.۳۴	۰.۳۷	۰.۶۷	۰.۰۸	۰.۱۰	۰.۹۳	MLP
۰.۱۵	۰.۲۰	۰.۶۸	۰.۱۵	۰.۱۹	۰.۶۷	RF
۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	۰.۹۹	۰.۱۳	۰.۱۸	۰.۷۱	GP-PUK
۰.۱۳	۰.۱۹	۰.۶۱	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۹۹	GP-RBF

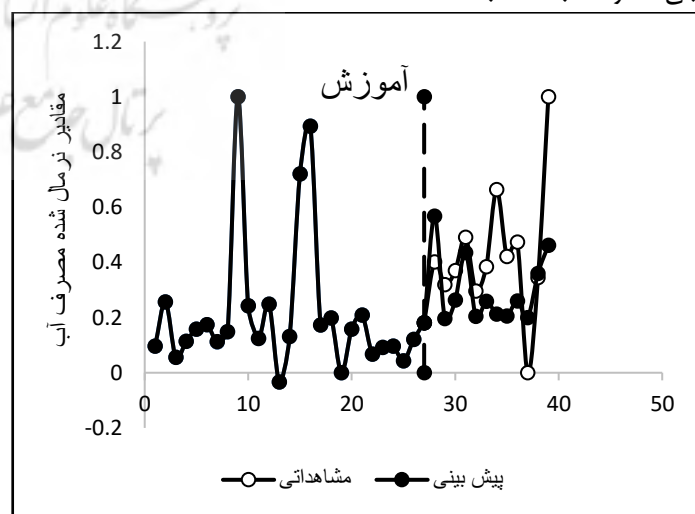


الف

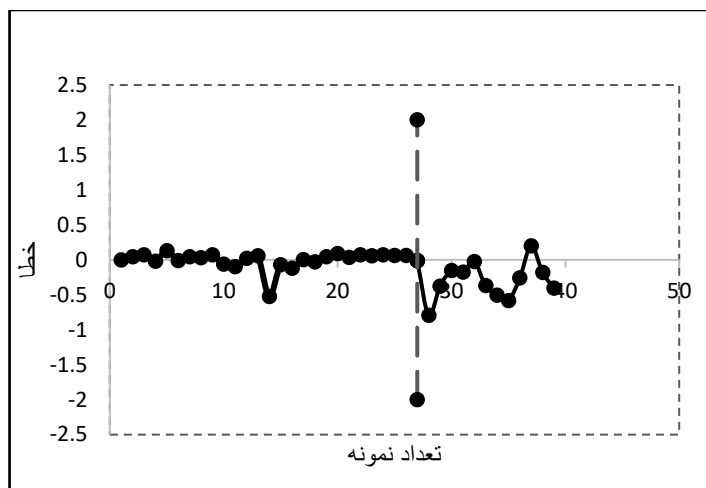
جدول ۵ پارامترهای ارزیابی عملکرد مدل های MLP, RF, GP-PUK, GP-  
RBF مصرف انرژی آب در منطقه مورد مطالعه

آموزش			آزمایش			مدل
MAE	RMSE	CC	MAE	RMSE	CC	
۰.۲۴	۰.۳۰	۰.۴۱	۰.۱۴	۰.۲۳	۰.۶۰	MLP
۰.۱۹	۰.۲۷	-۰.۰۷۶	۰.۰۹	۰.۱۳	۰.۸۶	RF
۰.۲۵	۰.۳۱	۰.۲۴	۰.۱۴	۰.۲۳	۰.۹۹	GP-PUK
۰.۱۹	۰.۲۴	۰.۴۲	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	۰.۹۹	GP-RBF

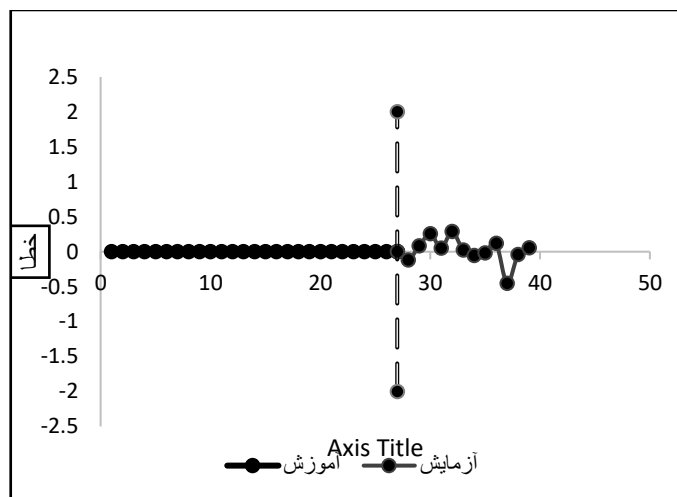
نتایج جدول ۴ نتایج ارزیابی عملکرد مدل های MLP, RF, GP-  
PUK, GP-RBF در مصرف آب در منطقه ۱۰ تهران را نشان می دهد  
مطابق این جدول مشخص شد که در بخش آموزش مدل GP-RBF  
با ضریب همبستگی ۰/۹۹، ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۰۰۱ و  
میانگین خطای مطلق برابر ۰/۰۰۱، و همچنین همین مدل در بخش  
آزمایش با ضریب همبستگی ۰/۴۲، ریشه میانگین مربعات خطای  
۰/۲۴ و میانگین خطای مطلق برابر ۰/۱۹ دارای بهترین عملکرد بود و  
در نتیجه مدل GP-RBF به عنوان بهترین مدل برای پیش بینی میزان  
مصرف آب در منطقه ۱۰ تهران انتخاب شد. علاوه بر این نتایج نشان  
داد که مدل MLP با ضریب همبستگی ۰/۶، ریشه میانگین مربعات  
خطای ۰/۲۳ و میانگین خطای مطلق برابر ۰/۱۴، و در بخش آزمایش  
با ضریب همبستگی ۰/۴۱، ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۳ و  
میانگین خطای مطلق برابر ۰/۲۴ به عنوان ضعیف ترین مدل برای پیش  
بینی مصرف آب انتخاب شد.



شکل ۳ (الف)



شکل ۶- نمودار کارایی مدل GP-PUK در پارامتر گاز، (الف) داده های مشاهداتی و پیش بینی در مرحله آموزش و آزمایش (ب) نمودار میزان خطا



شکل ۵- نمودار کارایی مدل GP-PUK در پارامتر برق، (الف) داده های مشاهداتی و پیش بینی در مرحله آموزش و آزمایش (ب) نمودار میزان خطا

### تحلیل حساسیت

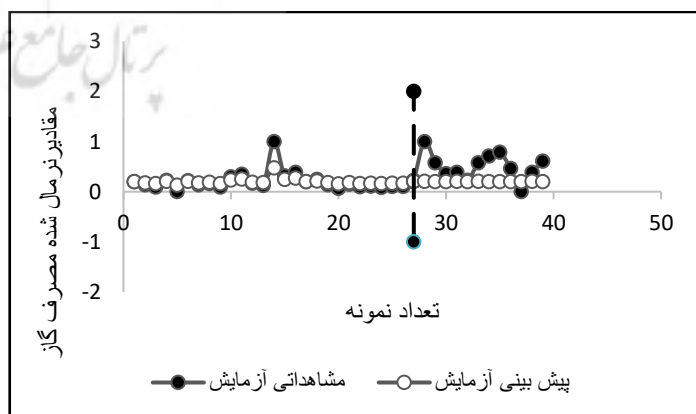
جدول ۷ تحلیل حساسیت بهترین مدل برای هر پارامتر ورودی در میزان مصرف انرژی را نشان می دهد. مطابق جدول تحلیل حساسیت در پارامتر خروجی اب با حذف پارامتر کیفیت بنا نتایج مدل دچار بیشترین تغییرات شده است مطابق نتایج کیفیت بنا و متراژ بنا با ضریب همبستگی به ترتیب برابر ۰/۱۸ و ۰/۲۱، ریشه میانگین مربعات خطا به ترتیب برابر ۰/۳۲ و ۰/۳۱ و همچنین میانگین خطای مطلق به ترتیب برابر ۰/۲۲ و ۰/۲۲، به عنوان اثر بخش ترین پارامترها در مصرف آب می باشند.

همچنین در پارامتر خروجی برق پارامتر خروجی برق از بین پارامترهای خروجی آب و گاز دارای بهترین تاثیر می باشد با درصد خطای کمتر و ضریب همبستگی بالاتر در آنالیز حساسیت ورودی، های مصرف برق با حذف هر پارامتر، پارامتر ورودی کاربری اراضی، تعداد طبقات و جهت به ترتیب با ضریب همبستگی ۰/۶۷، ۰/۶۵، ۰/۵۴ بهترین عملکرد دارا بود همچنین با حذف پارامتر کیفیت با ضریب همبستگی ۰/۰۶، ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۲۴ و میانگین خطا مطلق ۰/۱۳ دارای کمترین تاثیر در بین پارامترهای ورودی در کاهش مصرف انرژی در واحدهای فرسوده منطقه ۱۰ دانست.

در پارامتر خروجی گاز، با حذف پارامتر کاربری، نتایج مدل دچار بیشترین تغییرات می شوند. مطابق نتایج کاربری با ضریب همبستگی برابر ۰/۹۹ و ریشه میانگین مربعات خطا برابر ۰/۱۱ و همچنین میانگین خطای مطلق برابر ۰/۷، به عنوان اثر بخش ترین پارامتر در مصرف گاز می باشد.

جدول ۷ پارامترهای ارزیابی عملکرد مدل های GP-PUK, RF, MLP در مصرف انرژی گاز

مدل	آموزش			آزمایش		
	MAE	RMSE	CC	MAE	RMSE	CC
MLP	۰.۲۷	۰.۳۵	۰.۴۵	۰.۰۸	۱۴/۰	۰.۶۲
RF	۰.۲۵	۰.۳۲	۰.۴۲	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۶۴
GP-PUK	۰.۳۳	۰.۳۹	۰.۴۷	۰.۰۷	۰.۱۱	۰.۹۹
GP-RBF	۰.۳۶	۰.۲۹	۰.۴۹	۰.۰۸	۰.۱۵	۰.۶۱



الف

### نتیجه گیری

در این مقاله سعی شده است با استفاده از الگوریتم های یادگیری (MLP,RF,GP-PUK,GP-RBF) گامی در جهت مدل سازی مصرف انرژی خانگی با توجه به متغیر های مستقل (پارامتر ورودی) بافت فرسوده منطقه ۱۰ تهران برداشت شود که هدف اصلی بهینه سازی مصرف انرژی در بخش خانگی است.

به منظور ارزیابی مدل به دست آمده از پارامتر اماری چون ضریب همبستگی، ریشه میانگین مربعات خطا، میانگین خطای مطلق نتایج پژوهش حاکی از برتر بودن مدل فرایند گوسی با دو کرنل PUK-RBF است. نتایج حاصل از تحلیل داده های تهیه شده در پارامتر خروجی آب نشان دهنده خصوصیت های آماری داده های آموزشی و آزمایش به ترتیب کمترین مصرف ۵۰ و ۲۶ بیشترین مصرف ۱۵۵۲ و ۵۸۰ میانگین ۳۰/۳۷۹ و ۴۱/۲۶۴ و انحراف معیار ۶۸/۳۶۷ و ۹۱/۱۳۰ است. با توجه به مقادیر ارائه شده میزان مصرف آب نسبت به پارامتر برق کمترین مصرف را داشته در نتیجه ارزیابی عملکرد مدل های (Mlp,RF,GP\_PUK,GP\_RBF) در مصرف آب نشان می دهد که مدل GP\_RBF ضریب همبستگی ۹۹/۰ ریشه میانگین مربعات خطا ۰۰۱/۰ میانگین خطای مطلق برابر ۰۰۱/۰ در بخش آزمایش دارای بهترین عملکرد است. که نسبت به مدل GP\_PUK عملکرد خوبی برتری دارد و به عنوان بهترین مدل ارائه گردید. با مشخص شدن بهترین مدل از بین مدل سازی انجام گرفتن مدلی برتر مورد توجه در آنالیز حساسیت قرار گرفته که با حذف پارامترهای ورودی در آنالیز پارامترهای خروجی آب تعداد طبقات می تواند با تاکید بسیار است و نوسازی در بافت های فرسوده بهبود میزان مصرف انرژی در واحدهای مسکونی آپارتمانی تا حدود زیادی متاثر باشد می توان گفت بعد از پارامتر تاثیرگذار تعداد طبقات پارامتر ورودی جهت ساختمان در میزان مصرف آب بهینه سازی انرژی واحدهای مسکونی کمک شایانی در کاهش مصرف انرژی دارد کاهش مصرف آب در پارالمپیک تعداد طبقات میتواند استفاده مشترک از زیرساخت های ساختمان و تجهیزات ساختمانی باشد با ارائه استفاده مشترک ساکنین ساختمان از زیرساخت ها و تجهیزات می توان درصد بالایی از مصرف آب را کنترل و کاهش داد.

نتایج حاصل از خصوصیت داده های آموزشی و آزمایش برق به ترتیب کمترین ۴۱۸ و ۴۱۹ بیشترین ۶۷۴۹ و ۱۰۰۹ همچنین میانگین داده های خام و آموزشی و آزمایشی مصرف برق به ترتیب ۲۸۸۴/۴۰ و ۲۵/۳۱۲۹ و ۲۵/۳۱۲۹ و ۴۰/۲۸۸۴ و ۲۵/۳۱۲۹ و ۴۰/۲۸۸۴ می باشد داده های خام مصرف برق بعد از لگاریتم و نرمال سازی

جدول ۸-۱- آنالیز حساسیت بهترین مدل (GP-RBF) در مصرف انرژی آب

آنالیز حساسیت	پارامتر حذف شده	CC	RMSE	MAE
M,A,Q,NFM,NF,T,L	-	۰.۴۲	۰.۲۴	۰.۱۹
A,Q,NFM,NF,T,L	M	-۰.۲۱	۰.۳۱	۰.۲۲
M,Q,NFM,NF,T,L	A	۰.۳۳	۰.۲۷	۰.۲۱
M,A,NFM,NF,T,L	Q	-۰.۱۸	۰.۳۲	۰.۲۲
M,A,Q,NF,T,L	NFM	۰.۳۲	۰.۲۶	۰.۲۲
M,A,Q,NFM,T,L	NF	۰.۳۹	۰.۲۲	۰.۱۷
M,A,Q,NFM,NF,L	T	۰.۲۰	۰.۲۶	۰.۲۰
M,A,Q,NFM,NF,T	L	۰.۲۴	۰.۲۸	۰.۲۳

M متر از، A جهت، Q کیفیت، NFM تعداد اعضای خانواده، NF تعداد طبقات، T حمل و نقل، L کاربری

آنالیز حساسیت بهترین مدل (GP-puk) در مصرف انرژی برق

آنالیز حساسیت	آنالیز حساسیت	CC	RMSE	MAE
M,A,Q,NFM,NF,T,L	-	۰.۶۱	۰.۱۹	۰.۱۳
A,Q,NFM,NF,T,L	M	۰.۱۸	۰.۲۴	۰.۱۹
M,Q,NFM,NF,T,L	A	۰.۵۴	۰.۲۰	۰.۱۶
M,A,NFM,NF,T,L	Q	۰.۰۶	۰.۲۴	۰.۱۳
M,A,Q,NF,T,L	NFM	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۱۶
M,A,Q,NFM,T,L	NF	۰.۶۵	۰.۱۸	۰.۱۴
M,A,Q,NFM,NF,L	T	۰.۶۷	۰.۲۱	۰.۱۵
M,A,Q,NFM,NF,T	L	۰.۶۷	۰.۱۷	۰.۱۳

M متر از، A جهت، Q کیفیت، NFM تعداد اعضای خانواده، NF تعداد طبقات، T حمل و نقل، L کاربری

آنالیز حساسیت بهترین مدل (GP-puk) در مصرف انرژی گاز

آنالیز حساسیت	آنالیز حساسیت	CC	RMSE	MAE
M,A,Q,NFM,NF,T,L	-	۰.۴۷	۰.۳۹	۰.۳۳
A,Q,NFM,NF,T,L	M	۰.۳۸	۰.۳۹	۰.۳۳
M,Q,NFM,NF,T,L	A	۰.۵۰	۰.۳۹	۰.۳۳
M,A,NFM,NF,T,L	Q	۰.۵۰	۰.۳۹	۰.۳۳
M,A,Q,NF,T,L	NFM	۰.۵۴	۰.۳۹	۰.۳۳
M,A,Q,NFM,T,L	NF	۴۹/۰	۰.۳۹	۰.۳۳
M,A,Q,NFM,NF,L	T	۰.۴۲	۰.۳۹	۰.۳۳
M,A,Q,NFM,NF,T	L	۰.۹۹	۰.۱۱	۰.۷

M متر از، A جهت، Q کیفیت، NFM تعداد اعضای خانواده، NF تعداد طبقات، T حمل و نقل، L کاربری

آنالیز حساسیت مورد استفاده قرار گرفته در آنالیز حساسیت پارامتر کاربری با ضریب همبستگی بسیار بالا دارای بهترین تاثیر را در بین پارامترهای ورودی داشته و در نتیجه با حذف پارامتر ورودی کاربری نتایج مدل دچار بیشترین تغییرات می شود.

### منابع فارسی

رسولی، محسن؛ رهبر، نادر؛ قریشی نژاد، محسن (۱۳۹۵) مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه مدلسازی انرژی در ساختمان با استفاده از نرم افزار انرژی پلاس

اکبری، حسن؛ حسینی نژاد، فاطمه سادات؛ (۱۳۹۸) زوایای قرارگیری ساختمان برای بهره مندی از انرژی تابشی خورشید مطالعات موردی شهر تهران

پورجعفر، محمدرضا؛ شجاعی، سعیده؛ طبیبیان منوچهر؛ (۱۳۹۸) فراتحلیل رابطه فرم شهر و انرژی مروری بر رویکردهای روشهای مقیاس و متغیرها

یوسفی، فاطمه؛ قلی پور، یعقوب؛ (۱۳۹۷) ارزیابی مصرف انرژی طول عمر یک ساختمان مسکونی واقعی در شهر تهران

شیران، عبدالحمید؛ حسین پور، محمد امین؛ (۱۳۹۵) بررسی عوامل موثر بر بهره وری انرژی در فضاهای آموزشی در اقلیم شهر تهران

هریسچیان، مهدی؛ هادی، نقیبه؛ شری زاده، عادل؛ (۱۳۹۸) نقش انرژی خورشیدی در کاهش مصرف انرژی و آلاینده های محیط زیست در کاربری های مسکونی مطالعه موردی شهر تهران

طیبه چهره، فرانک؛ کامران کمیایی، حدیثه؛ (۱۳۹۹) تاثیر نقش انرژی خورشیدی بر ساختمان های اداری شمال شهر تهران با هدف کاهش مصرف انرژی

مداحی، سید مهدی؛ عباسی، مهسا؛ (۱۳۹۷) تحلیل رفتار حرارتی پوسته خارج ساختمان ها با مثال و تکنولوژی اجرای سنتی و نوین با هدف بهینه سازی مصرف انرژی مورد مطالعه ساختمان مسکونی شهر مشهد

شفیعی، مسعود؛ صادقی، نگین؛ رفیع، مریم (۱۳۹۹) کمیته سازی مصرف انرژی از طریق بهینه سازی مساله پوسته خارجی در مقیاس بلوک های شهری نمونه موردی بافت فرسوده همت آباد منطقه ۶ تهران

عزیزی، محمد مهدی؛ قرائی، آزاده؛ (۱۳۹۳) برنامه ریزی کاربری زمین در مقیاس توسعه پایدار محله ها با تاکید بر بهینه سازی مصرف انرژی

در مدلسازی استفاده گردید از مدل های ارائه شده مدل GP\_PUK با ضریب همبستگی ۹۹/۰ باریشه میانگین مربعات خطای مطلق برابر ۰۰۱/۰ و میانگین خطای مطلق برابر ۰۰۱/۰ همچنین مدل در بخش آموزش با ضریب همبستگی ۷۱/۰ ریشه میانگین مربعات خطای مطلق ۱۸/۰ میانگین خطای مطلق برابر ۱۳/۰ دارای بهترین عملکرد از بین مدل های مورد استفاده در مدل سازی الگوریتم های یادگیری در بهبود وضعیت بافت های فرسوده مسکونی منطقه ۱۰ تهران میباشد می توان گفت در نرمال سازی داده های مصرفی در بافت فرسوده مدل RF ضعیف ترین مدل در بافت فرسوده منطقه ۱۰ تهران در بهبود وضعیت مصرف انرژی است. نکته حائز اهمیت در مدلسازی میزان خطای مصرف برق واحدهای مسکونی است مدل RF و مدل MLP دارای خطای بیشتر نسبت به مدل GP\_PUK می باشد.

نشان دهنده عملکرد مهم و تاثیرگذار مدل فرایند گوسی در بهینه سازی و کاهش مصرف برق در منطقه ۱۰ تهران در واحدهای مسکونی (ویلائی، آپارتمانی و فرسوده) است. بنابراین آنالیز حساسیت برق با تاکید بر مدل GP\_PUK و با حذف پارامترهای ورودی پارامتر کاربری دارای بهترین تاثیر می باشد بعد از کاربری می توان گفت با توجه به مصرف آب و گاز پارامتر تعداد طبقات و جهت دارای بیشترین تاثیر بر میزان مصرف برق در بافت فرسوده منطقه ۱۰ تهران دارد بنابراین با ارائه سیاست های کاهش مصرف انرژی در واحد مسکونی با تاکید به شاخص ارائه شده در فصل سوم) اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، کالبدی (پارامترهای ورودی کاربری با سیاست مدیریت و کنترل روشنایی و سیاست مدیریت مصرف انرژی در ساعات اوج مصرف به کاهش مصرف برق در بافت فرسوده منطقه ۱۰ بهبود بخشید.

همچنین در این پژوهش به بررسی خصوصیت ها و تحلیل داده های آماری مصرف گاز پرداخت شده طبق نتایج ارائه شده بیشترین مصرف شامل پارامتر و خروجی گاز میباشد در مدل سازی که خود نشان دهنده مصرف بالای گاز خانگی در منطقه شهرداری تهران است مدل GP\_PUK به مانند مصرف برق برای بهترین عملکرد با ضریب همبستگی ۴۷/۰ ریشه میانگین مربعات خطا ۳۹/۰ و میانگین خطای مطلق ۳۰/۰ در بخش آزمایش و همچنین با ضریب همبستگی ۹۹/۰ ریشه میانگین مربعات خطا ۱۱/۰ و خطای مطلق ۰۷/۰ در بخش آموزش در بین مدل های ارائه شده داشته است با مشخص شدن بهترین مدل از مدل های استفاده شده در مدل سازی داده های نرمال سازی شده مصرف گاز مدل GP\_PUK بهترین عملکرد را دارا بوده و به عنوان مدل برتر در

امیدی، محمد رضا؛ امیدی، نبی؛ عسگری، حشمت الله (۱۳۹۵) مدل سازی و پیش بینی تولید و مصرف برق در ایران

زارع، مهناز؛ زارع، حسن؛ خادمی، محمد باقر (۱۳۹۲) بهینه سازی سبد مصرف انرژی و خوشه بندی ساختمان های مسکونی با بهبود شبکه عصبی فازی با او و معماری AHP

مسئین زاده، فرناز؛ (۱۳۹۰) پایان نامه بررسی مقایسه سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی در حوزه برنامه ریزی کاربری زمین در ایران و انگلیس با راهنمایی ناصر برک پور دانشگاه هنر تهران  
رهنما، نائقه (۱۳۹۸) پایان نامه بهسازی ساختمان های موجود با رویکرد کاهش مصرف انرژی نمونه موردی مطالعه یک مجتمع مسکونی در شهر تبریز به راهنمایی محمدرضا حافظی بهروز محمد کاری دانشگاه شهید بهشتی تهران

فاطمی عقدا، سید احسان؛ (۱۳۹۸) پایان نامه ارائه روش تصمیم گیری در بهسازی انرژی ساختمان های اداری نمونه موردی و مطالعات ساختمانی شهرداری منطقه ۱۰ تهران به راهنمایی محسن سرتیپ پور بهروز محمد کاری دانشگاه شهید بهشتی تهران  
اصغرزاده، مینا (۱۳۹۴) پایان نامه نقش مدیریت شهر های بهسازی و نوسازی بافت فرسوده مطالعه موردی منطقه ۱۰ تهران به راهنمایی علیرضا صیاف زاده دانشگاه پیام نور واحد مرکزی ر  
طرح تفصیلی منطقه ۱۰ شهرداری تهران (۱۳۸۴)

برزگرد، زهرا؛ حیدری، شاهین؛ (۱۳۹۱) بررسی تاثیر تابش دریافتی و خورشید در بدنه های ساختمان و مصرف انرژی بخش خانگی نمونه موردی جهت گیری جنوب غربی - جنوب شرقی در شهر شیراز

ابلاغیه مقام معظم رهبری سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف

مبینی دهکردی، علی؛ حوری جعفری، حامد؛ (۱۳۹۶) (بررسی تحلیل سیاست ها و برنامه های اصلاح الگوی مصرف و تاثیر اجرای آنها بر شدت انرژی در ایران

رجبانی، ندا؛ ثقفی، فاطمه؛ کاظمی، عالییه؛ (۱۳۹۹) (ارائه مدل مفهومی شبکه اهداف کاهش مصرف انرژی برق و گاز خانگی با استفاده از روش تفکر مبتنی بر ارزش

حاجی پور، خلیل؛ فروزان، نرجس؛ (۱۳۹۳) (بررسی تاثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی نمونه موردی شهر شیراز ترکی، فروغ؛ رفیعی، حمید؛ زارع پور، حسین؛ مروری بر روش های بهینه سازی مصرف انرژی و رسیدن به توسعه پایدار

زارع، مهسا؛ (۱۳۹۳). تحلیلی بر بهینه سازی سبد مصرف انرژی در نواحی شهری مورد پژوهش کلان شهر شیراز

رضایی جهرمی، پگاه؛ برک پور، ناصر؛ (۱۳۹۵). ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شب در مقیاس دوروش لیدو ترس

مرادخانی، ایوب؛ نیک قدم، نیلوفر؛ طهباز، منصوره؛ (۱۳۹۷). شاخصهای موثر بر مصرف انرژی و الگوهای مسکن در مقیاس محله با تاکید بر کارایی انرژی نمونه موردی شهر سنندج

فاضلی، عبدالرضا؛ حیدری، شاهین (۱۳۹۲). بهینه سازی مصرف انرژی در منطقه مسکونی شهر تهران با استفاده از رویکرد برنامه ریزی انرژی رترو دام RFAP

شاه حسینی، رویا؛ افلاطونیان، زین العابدین؛ اهمیت بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان

اصغرپور، محمد جواد (۱۳۹۶)، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران. آمار و اطلاعات شهرداری منطقه ۱۰ تهران، ۱۳۹۴.  
پور محمدی، (۱۳۸۵)؛ برنامه ریزی مسکن، انتشارات سمت.

چکیده مطالعات طرح جامع مسکن در استان تهران، دفتر برنامه ریزی و اقتصاد مسکن، ۱۳۹۲

حکمت نیا، حسین و موسوی، میر نجف (۱۳۸۵)، کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای، انتشارات علم نوین، یزد.

سایت منطقه ۱۰ شهرداری تهران، ۱۳۹۵.

شهرداری منطقه ۱۰ تهران، ۱۳۹۶.

شهرداری منطقه ۱۰ تهران، ۱۳۹۱.

یاوری، کاظم؛ ذوالفقاری، مهدی؛ (۱۳۹۱). مدل سازی و پیش بینی مصرف کوتاه مدت برق کشور با استفاده از شبکه های عصبی و تبدیل موجک با تاکید بر اثرات محیطی و اقلیمی

فلاح زاده، سجاد؛ محمودی پاتی، فرزین؛ (۱۳۹۴). اولویت بندی سیاست های مشارکتی در بازآفرینی شهری با تاکید بر احتمال وقوع ناسازگاری میان بهره وران

داغبندان، الهیار؛ ستایش، نسا، (۱۳۹۵) مدل سازی و پیش بینی میزان مصرف گاز طبیعی به کمک شبکه های عصبی نوع GMDH چند هدف مطالعه موردی شرکت گاز شهر رشت

غفاری جباری، شهلا؛ غفاری جباری، شیوا؛ صالح، الهام (۱۳۹۲) راهکارهای طراحی مسکن در بهینه سازی مصرف انرژی شهر تهران

.مرکز مطالعات مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۰.

مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، ۱۳۹۳.

Hol tedah p ,Joutzfl.۲۰۰۴ Residentialelectiti city demand in Taiwan  
Energj econo mics,۲۶ pp۲۰۱-۲۴

Jones Dw ۲۰۰۴ urbanization and energj Rcf economic and  
financilconsulting Ine.chicagounited states.

Jones Dw ۱۹۸۹ urbanization and energj usein economic  
development Energj Journal ۱۰ (۱) pp.۲۹-۴۴.

Rennolls, K., & Al-Shawabkeh, A. (۲۰۱۷). Formal structures for data  
mining, knowledge ,discovery and communication in a knowledge  
management environment. Intelligent Data Analysis, ۱۲(۲), ۱۴۷-۱۶۳.

Y i-Ling, C (۲۰۲۰). Housing Prices Never Fall the Development of  
Housing

FinanceinTaiwan,journalHousingPolicyDebate,doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۰  
۵۱۱۴۸۲,۲۰۲۰,۱۷۱۴۶۹۱.

Gater, Jand, Trevor, ۲۰۱۵, Social Geography.

دهقان، مریم؛ قاسم زاده، محمد؛ انصاری سامانی، حبیب؛ (۱۳۹۸) الگوریتم  
های یادگیری ماشین برای سری های زمانی در بازارهای مالی

اسدی، مهدی؛ جبرئیل جمالی، محمد علی؛ پارسا، سعید؛ (۱۳۹۹) مقایسه  
الگوریتم های یادگیری ماشین نظارت در تشخیص الگوریتم های تولید  
دامنه شبکه های بات

شیخ، رضا؛ آذری، مریم (۱۳۹۴) بهینه سازی سبد پروژه بر اثر متقابل  
استفاده از الگوریتم های بهینه سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری TLBO  
فروتن، علی؛ رستگار، محمد؛ (۱۳۹۹) مدیریت مصرف انرژی خانگی با  
استفاده یادگیری تقویتی چندعاملی.

وب سایت شهرداری منطقه ۱۰ تهران، ۱۳۹۶.



## Analysis of the role of urban regeneration on the reduction of energy consumption in residential use

(Study case: District ۱۰ of Tehran)

### Abstract

Energy is considered as a valuable commodity in estimating the biological, economic and social needs of every household. Increasing urbanization has always brought with it problems. One of the problems of urbanization today in Tehran, especially in District ۱۰ of Tehran Municipality, is improving the quality of life, organizing and optimizing energy consumption in worn-out structures, Considering the importance of this issue, while sensitizing and informing the society about the limitations of existing energy, we should take steps towards the correct use of energy and the development of renewable and clean energy instead of fossil fuel energy. The aim of this research is to optimize and reduce consumption. Energy is in worn-out tissues of district ۱۰ of Tehran municipality which requires the adoption of superior energy consumption policies and solutions. Is The current research was of an applied type in terms of its purpose, and in terms of its nature and research method, it was descriptive-analytical and a combination of learning algorithms, which was implemented quantitatively, and the statistical population includes all residential buildings in District ۱۰ of Tehran Municipality for analysis. The data collected in output parameters (water, electricity, gas) as dependent variables and ۳۰ indicators (economic, socio-cultural, physical) in the entire level of ۱۰ regions of Tehran municipality have been considered as independent research variables. For research-related investigations, the method of Gaussian process with kernel (puk, RBF) of random forest, multi-layer Persteron has been used, also gis software has been used for spatial analysis of building units and Excel software has been used for data classification. The results of the research show that based on the correlation coefficient of ۰,۴۲ and the root mean square error of ۰,۲۴ and the average absolute error of ۰,۱۹ in the test section for the water output parameter, it has the best performance in the Gp\_RBF model and in the test section Gas parameter correlation coefficient ۰,۹۹ root mean square error ۰,۰۰۱ and absolute mean error ۰,۰۰۱ GP\_Pukdata model has the best performance among the models and also in the gas consumption test section correlation coefficient ۰,۴۷ root mean square error ۰,۳۹ and absolute error ۰,۳۳ among the models The GP\_PUK model has the best performance The results of this research showed that the values of this index are an acceptable percentage for determining the best model due to the higher correlation coefficient and the root mean square error and the lower mean absolute error for the sensitivity analysis of independent parameters.

**Keyword:** evaluation of regeneration policies, energy consumption, Gaussian process, random forest, multi-layered Per Citron, ۱۰-th district of Tehran