



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

گزارش نوشتاری درس روش پژوهش و ارائه

بررسی الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پیش بینی  
مصرف انرژی ساختمان‌ها

نگارش  
فرشید نوشی

استاد راهنما  
دکتر رضا صفا بخش

فروردین ۱۴۰۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپربلای مشکلات و ناملایمات  
کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

# سپاس‌گزاری

به مصداق «من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق» بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر رضا صفابخش که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن‌سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کارساز و سازنده بارور ساختند تقدیر و تشکر نمایم.

فریدنوشی  
فروردین ۱۴۰۱

## چکیده

پیش‌بینی مصرف انرژی برای ساختمان‌ها ارزش بسیار زیادی در تحقیقات بهره‌وری انرژی و پایداری دارد. مدل‌های پیش‌بینی دقیق انرژی، فواید متعددی در برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌ها و پردیس‌ها دارند. برای ساختمان‌های جدید، که در آن داده‌های ثبت شده گذشته در دسترس نیستند، از روش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری برای تجزیه و تحلیل انرژی و پیش‌بینی سناریوهای آینده استفاده می‌شود. با این حال، برای ساختمان‌های موجود با داده‌های انرژی سری زمانی ثبت شده گذشته، تکنیک‌های آماری و یادگیری ماشین دقیق‌تر و سریع‌تر عمل کرده‌اند. این گزارش بررسی‌ای بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی موجود برای پیش‌بینی مصرف انرژی سری زمانی انجام داده است. اگرچه تأکید بر یک تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی منفرد است، اما بررسی فقط به آن محدود نمی‌شود زیرا داده‌های انرژی اغلب با سایر متغیرهای سری زمانی مانند آب و هوای بیرون و شرایط محیطی داخلی تجزیه و تحلیل می‌شوند. نه روش محبوب پیش‌بینی که بر اساس یادگیری ماشینی است، تجزیه و تحلیل می‌شوند. یک بررسی از "مدل ترکیبی"، که ترکیبی از دو یا چند تکنیک پیش‌بینی است نیز ارائه شده است. ترکیبات مختلف مدل ترکیبی موثرترین در پیش‌بینی انرژی سری زمانی برای ساختمان هستند.

## واژه‌های کلیدی:

یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، پیش‌بینی داده‌های سری زمانی، مصرف انرژی ساختمان‌ها

# فهرست مطالب

عنوان

صفحه

۱	مقدمه	۱
۱-۱	اهمیت بهینه سازی عملکرد ساختمان‌ها	۲
۲-۱	اهداف بررسی	۳
۲	روش‌های موجود برای پیش‌بینی مصرف انرژی ساختمان‌ها	۶
۱-۲	روش آماری	۷
۲-۲	روش مهندسی	۷
۳-۲	روش هوش مصنوعی	۷
۴-۲	خلاصه	۷
۳	الگوریتم‌های هوش مصنوعی مورد بررسی	۸
۱-۳	شبکه‌های عصبی مصنوعی	۹
۲-۳	ماشین بردار پشتیبان	۹
۳-۳	میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه	۱۰
۴-۳	سری زمانی فازی	۱۱
۵-۳	استدلال مبتنی بر مورد	۱۱
۶-۳	خلاصه	۱۱
۴	نتایج تجربی بر روی مجموعه‌های داده	۱۲
۱-۴	معرفی مجموعه‌های داده	۱۳
۲-۴	مقایسه‌ی روش‌های مورد بررسی	۱۳
۳-۴	انتخاب بهینه‌ترین روش پیشنهادی	۱۳
۴-۴	خلاصه	۱۳
۵	نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۱۴
۱-۵	نتیجه‌گیری	۱۵
۲-۵	پیشنهادها	۱۵
۱۶	منابع و مراجع	
۱۷	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی	
۱۹	واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی	

شکل	فهرست اشکال	صفحه
۱-۱	اهمیت پیش‌بینی انرژی ساختمان‌ها برای بهینه‌سازی ساختمان‌ها	۵
۱-۳	نمونه یک مقاله در گوگل اسکولار	۹
۲-۳	پنجره‌ی باز شده در گوگل اسکولار	۱۰

صفحه

## فهرست جداول

جدول



# فهرست نمادها

نماد	مفهوم
$\mathbb{R}^n$	فضای اقلیدسی با بعد $n$
$S^n$	کره $n$ یکه بعدی
$M^m$	خمینه $m$ -بعدی $M$
$\mathfrak{X}(M)$	جبر میدان‌های برداری هموار روی $M$
$\mathfrak{X}^1(M)$	مجموعه میدان‌های برداری هموار $1$ یکه روی $(M, g)$
$\Omega^p(M)$	مجموعه $p$ -فرمی‌های روی خمینه $M$
$Q$	اپراتور ریچی
$\mathcal{R}$	تانسور انحنای ریمان
$ric$	تانسور ریچی
$L$	مشتق لی
$\Phi$	۲-فرم اساسی خمینه تماسی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای
$\Delta$	لاپلاسین ناهموار
$\nabla^*$	عملگر خودالحاق صوری القا شده از التصاق لوی-چویتای
$g_s$	متر ساساکی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای وابسته به متر ساساکی
$\Delta$	عملگر لاپلاس-بلترامی روی $p$ -فرم‌ها

# فصل اول

## مقدمه

آژانس بین‌المللی انرژی، بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها را به عنوان یکی از پنج اقدام برای تضمین کربن زدایی طولانی مدت بخش انرژی شناسایی کرده است [۳] در کنار مزایای زیست محیطی، بهره‌وری انرژی ساختمان دارای مزایای اقتصادی گسترده ای نیز می باشد. ساختمان‌هایی با سیستم‌های انرژی کارآمد و استراتژی‌های مدیریتی هزینه‌های عملیاتی بسیار کمتری دارند. اکنون بسیاری از کشورها اجرای قوانین و مقررات انرژی را برای انواع ساختمان‌ها تسریع کرده اند. این مقررات الزامات اساسی برای دستیابی به یک طراحی کارآمد انرژی برای ساختمان‌های جدید با هدف کاهش مصرف انرژی نهایی و انتشار CO2 مرتبط را ترسیم می‌کند. علاوه بر این، بسیاری از نرم افزارهای کامپیوتری نیز برای طراحی بهینه انرژی ساختمان‌های جدید توسعه یافته و به طور گسترده پیاده سازی شده اند. در مورد تکنیک‌های موجود تجزیه و تحلیل انرژی ساختمان به کمک کامپیوتر و ابزارهای نرم افزاری در [۱، ۲] اطلاعات دقیقی موجود هستند. این مقررات و ابزارهای کامپیوتری مربوط به ساختمان‌های جدید است و در واقع بسیار موثر هستند. با این حال، هنگامی که ساختمان در حال فعالیت است، عوامل زیادی بر رفتار انرژی یک ساختمان حاکم هستند، مانند شرایط آب و هوایی، برنامه حضور ساکنین ساختمان، خواص حرارتی مصالح ساختمانی، فعل و انفعالات پیچیده سیستم‌های انرژی مانند گرمایش و تهویه‌ها و روشنایی و غیره. به دلیل این فعل و انفعالات پیچیده، محاسبه ی دقیق مصرف انرژی از طریق مدل شبیه سازی کامپیوتری بسیار دشوار است. به این دلایل، تکنیک‌های داده‌محور برای تجزیه و تحلیل مصرف انرژی ساختمان‌های موجود بسیار حیاتی است. این تکنیک‌ها بر داده‌های ثبت‌شده گذشته تکیه دارند و تلاش می‌کنند مصرف انرژی را بر اساس الگوهای مصرف انرژی قبلی مدل‌سازی کنند. سایر عوامل مؤثر بر مصرف انرژی را می‌توان برای بهبود دقت چنین مدل‌های سری زمانی استفاده کرد. این تکنیک‌ها که از داده‌های گذشته استفاده می‌کنند، اغلب تحت «یادگیری ماشین» قرار می‌گیرند و در دو دهه اخیر به طور فعال در مطالعات پیش‌بینی انرژی ساختمان به کار رفته‌اند

## ۱-۱ اهمیت بهینه سازی عملکرد ساختمان‌ها [۳]

برای دستیابی به سطح بهینه عملکرد انرژی در ساختمان‌ها، نصب سیستم‌های انرژی کارآمد باید با استراتژی‌های عملیاتی و مدیریتی مناسب دنبال شود. این امر مستلزم نظارت و مدیریت مداوم داده‌های انرژی سری زمانی همراه با سایر عوامل مؤثر بر عملکرد انرژی ساختمان‌ها است. در رابطه با نظارت مستمر و مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌های موجود، پیش‌بینی نقش بسزایی دارد. می‌تواند مجموعه‌ای از شرایط مرزی و اهداف را برای مدیران و مالکان تأسیسات ساختمانی فراهم کند که مصرف انرژی ساختمان به طور ایده‌آل باید در آن قرار گیرد (هدف‌های روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه). همانطور که مدل پیش‌بینی سری‌های زمانی از الگوهای مصرف انرژی قبلی یاد می‌گیرد، افزایش تدریجی مقادیر مصرف انرژی پیش‌بینی‌شده در یک دوره زمانی ممکن است مدیران تأسیسات را در مورد جنبه‌های تعمیر و نگهداری ساختمان و سیستم‌های انرژی آگاه کند. علاوه بر رویکرد پیش‌بینی سری‌های زمانی، سایر رویکردهای سری غیرزمانی را می‌توان برای اهداف بهینه‌سازی ساختمان اتخاذ کرد و همچنین می‌توان

آنها را با سایر مدل‌های شبیه‌سازی کامپیوتری برای استخراج اشغال و سایر عوامل عملیاتی ترکیب کرد. یانگ<sup>۱</sup> و همکاران در بهینه‌سازی انرژی مبتنی بر شبیه‌سازی برای یک ساختمان آزمایشی در اسپانیا، یک چارچوب بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک موازی مبتنی بر وب<sup>۲</sup> که از منابع محاسباتی توزیع‌شده استفاده می‌کند تا زمان محاسبه را کاهش دهد استفاده کردند. پتری<sup>۳</sup> و همکاران یک سیستم بهینه‌سازی مبتنی بر مدولار ارائه کردند که شبیه‌سازی انرژی و بهینه‌سازی را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ترکیب می‌کند. این برنامه کاهش قابل توجه انرژی (کیلووات ساعت) را در یک سناریوی واقعی نشان داد. با این حال، این امر مستلزم تجهیز ساختمان به حسگرها و عملگرها برای نظارت، کنترل و بهینه‌سازی بود. این ممکن است در مورد اکثر زیرساخت‌های ساختمان موجود نباشد. چنین چالش‌هایی مورد بحث قرار می‌گیرند. با این حال، همچنین خاطرنشان می‌شود که پتانسیل صرفه جویی انرژی مرتبط در ساختمان‌ها به راه‌اندازی، ردیابی عملکرد و استراتژی‌های کنترل پیشرفته مربوط می‌شوند. این امر به عوامل بسیاری از جمله منابع مالی، حمایت از سیاست، آگاهی سبز، مواد سبز و فناوری و غیره وابسته است. زونگ<sup>۴</sup> و همکاران در مورد چالش‌های اجرای یک مدل اقتصادی استراتژی کنترل پیش‌بینی<sup>۵</sup> برای ساختمان‌های هوشمند بحث کردند. مشاهده شد که هنوز چالش‌هایی در کاربرد کنترل پیش‌بینی مدل از جمله سازش بین ساده‌سازی و پیچیدگی مدل‌سازی دینامیکی حرارتی ساختمان و تعادل بین سیستم‌های چند انرژی وجود دارد. هو و همکاران با درک چالش‌ها در ادغام داده‌های عملکرد ساختمان با سایر داده‌های مربوط به ساختمان. روش جدیدی را برای پیوند دادن داده‌های قطع شده سنتی برای ساخت منابع داده ارائه کرد تا ارزیابی عملکرد ساختمان را به صورت عمیق و روشن‌تر فراهم کند. پیش‌بینی سری‌های زمانی برای بهینه‌سازی عملکرد ساختمان ضروری است. هر تکنیک بهینه‌سازی به اطلاعاتی در مورد سناریوهای آینده یا یافتن بهترین راه‌حل‌ها در برابر یک معیار آزمایشی نیاز دارد. تکنیک‌های یادگیری ماشین در این زمینه مفید هستند و اغلب در حل این دو مشکل استفاده می‌شوند. با این حال، این بررسی بر جنبه‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی بهینه‌سازی ساختمان تمرکز دارد تا اینکه به طور کلی به مسئله بهینه‌سازی نگاه کند. ادغام این دو باید در یک بررسی جداگانه مورد بررسی قرار گیرند.

## ۲-۱ اهداف بررسی [۳]

مطالعات بررسی اخیر در مورد پیش‌بینی انرژی، گزارش‌های دقیقی از مدل‌های پیش‌بینی موجود و طبقه‌بندی آنها ارائه می‌دهد. ژائو<sup>۶</sup> و ماگولس<sup>۷</sup> روش‌های موجود برای پیش‌بینی مصرف انرژی ساختمان

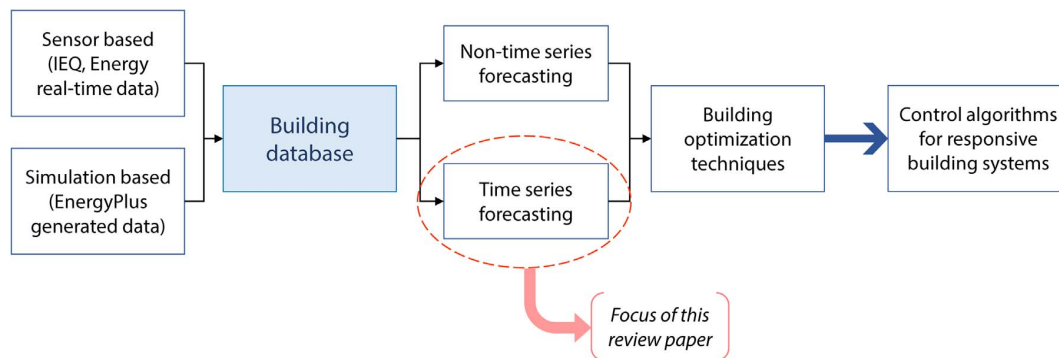
Yang<sup>۱</sup>GA<sup>۲</sup>Petri<sup>۳</sup>Zong<sup>۴</sup>EMPC<sup>۵</sup>Zhao<sup>۶</sup>Magoules<sup>۷</sup>

را در پنج دسته بررسی و طبقه بندی کردند. هیپرت<sup>۸</sup> و همکاران مروری بر پیش بینی بار کوتاه مدت ارائه کرد. سوگانتی<sup>۹</sup> و ساموئل<sup>۱۰</sup> مروری بر مدل های تقاضای انرژی برای پیش بینی تقاضا ارائه کردند. فومو<sup>۱۱</sup> مروری بر برآورد انرژی ساختمان ارائه کرد و همچنین نحوه طبقه بندی مدل های برآورد را مورد مطالعه قرار داد. مارتینز-آلوارز<sup>۱۲</sup> و همکاران یک نظرسنجی در مورد تکنیک های داده کاوی برای پیش بینی سری های زمانی الکتریسیته ارائه کرد. این نظرسنجی بر روی ویژگی های مدل ها و پیکربندی آنها متمرکز بود. رضا و خسروی مروری بر تکنیک های پیش بینی بار کوتاه مدت بر اساس تکنیک های هوش مصنوعی ارائه کردند. مطالعه اخیر توسط مت داوت<sup>۱۳</sup> و همکاران مروری بر تحلیل پیش بینی مصرف انرژی الکتریکی ساختمان با استفاده از روش های مرسوم و هوش مصنوعی ارائه کرد. همه این بررسی ها اطلاعات حیاتی در مورد مدل های پیش بینی انرژی در مقیاس های مختلف ارائه می کنند و بر عملکرد برتر مدل های ترکیبی تأکید می کنند. یک مدل پیش بینی می تواند مبتنی بر داده های استاتیکی باشد که معمولاً یک متغیر وابسته را با مجموعه ای از متغیرهای مستقل منطبق می کند، یا می تواند از داده های سری زمانی منفرد یا موازی استفاده کند. این مطالعه بر تکنیک های پیش بینی با استفاده از داده های سری زمانی تأکید دارد که در عنوان این بررسی نیز منعکس شده است. اهمیت تجزیه و تحلیل سری های زمانی به دلیل افزایش آگاهی در جمع آوری و پایش داده ها در زمان واقعی است. مصرف انرژی سری زمانی را نیز می توان با داده های سری زمانی شرایط محیطی داخل ساختمان تنظیم کرد. با استقرار حسگرهای بیشتر در ساختمان ها و جمع آوری داده های سری زمانی بیشتر، یک چارچوب مناسب برای تجزیه و تحلیل و شناسایی قابلیت های پیش بینی مهم است. هدف این بررسی درک تکنیک های پیش بینی سری های زمانی موجود و ارائه مزایا و چالش های آنها است. ارزیابی دقیق مدل ترکیبی نیز به دلیل استفاده فزاینده در ادبیات ارائه شده است. از آنجایی که ترکیبات مدل هیبریدی بسیار زیاد است، اینها در بخش بعدی پس از بررسی انتقادی تکنیک های اصلی مانند شبکه ی عصبی مصنوعی<sup>۱۴</sup> و میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه<sup>۱۵</sup> مورد بررسی انتقادی قرار می گیرند. این مقاله مروری همچنین باید مبنایی برای مقایسه کیفی و کمی برای تمام ۹ تکنیک ذکر شده در اینجا فراهم کند. شایان ذکر است که مدل ترکیبی به عنوان یکی از تکنیک های موجود در بین ۹ تکنیک ارائه شده در نظر گرفته شده است. در مدل هیبریدی، در مجموع ۲۹ ترکیب وجود دارد که در این بررسی به آنها پرداخته شده است

Hippert<sup>۸</sup>Suganthi<sup>۹</sup>Samuel<sup>۱۰</sup>Fumo<sup>۱۱</sup>Martinez-Alvarez<sup>۱۲</sup>Mat Daut<sup>۱۳</sup>artificial neural network<sup>۱۴</sup>ARIMA<sup>۱۵</sup>

اهداف این مقاله مروری عبارتند از:

- ارائه بررسی‌ای جمعی و جامع از تکنیک‌های اصلی هوش مصنوعی پیش‌بینی سری‌های زمانی با توجه به مصرف انرژی ساختمان
- انجام یک تحلیل تطبیقی که شامل هر دو جنبه کیفی و کمی این تکنیک‌ها باشد
- تشریح ترکیبات مختلف مدل هیبریدی در حین ارزیابی عملکرد و تازگی آن‌ها



شکل ۱-۱: تمرکز این گزارش نوشتاری در حوزه بهینه‌سازی ساختمان [۳]

## فصل دوم

# روش‌های موجود برای پیش‌بینی مصرف انرژی ساختمان‌ها

## ۱-۲ روش آماری

به نام خدا در حال تست سیستم هستیم :) تست

## ۲-۲ روش مهندسی

آیا کار میکند؟

## ۳-۲ روش هوش مصنوعی

بله (:

## ۴-۲ خلاصه



## فصل سوم

# الگوریتم های هوش مصنوعی مورد بررسی

## ۱-۳ شبکه های عصبی مصنوعی

برای نوشتن مراجع پایان نامه، برای راحتی کار به صورت زیر عمل می کنیم:

## ۲-۳ ماشین بردار پشتیبان

در ابتدا مراجع را باید از سایت های معتبر بارگیری کنیم، مثلا برای ارجاع دادن به مقاله ی A classifica- tion of some Finsler connections and their applications به سایت [گوگل اسکولار](#) رفته و این مقاله را جستجو می کنیم. پس از پیدا کردن این مقاله، مانند شکل زیر، در زیر نام و چکیده ی مقاله، 5 گزینه وجود دارد که عبارتند از:

۱. Cited by

۲. Related articles

۳. All 6 versions

۴. Cite

۵. Save

### A classification of some Finsler connections and their applications

[B Bidabad, A Tayebi - arXiv preprint arXiv:0710.2816, 2007 - arxiv.org](#)

Abstract: Some general Finsler connections are defined. Emphasis is being made on the Cartan tensor and its derivatives. Vanishing of the hv-curvature tensors of these connections characterizes Landsbergian, Berwaldian as well as Riemannian structures. This view ...

Cited by 13 Related articles All 6 versions Cite Save

شکل ۱-۳: نمونه یک مقاله در گوگل اسکولار

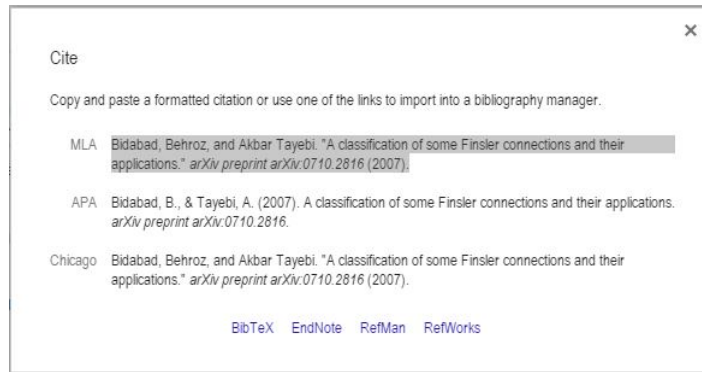
در اینجا ما به گزینه ی چهارم یعنی Cite احتیاج داریم. بر روی آن کلیک کرده و پنجره ای مانند شکل ۲-۳ باز می شود که دارای 4 گزینه ی زیر است:

۱. BibTeX

۲. EndNote

۳. RefMan

۴. RefWorks



شکل ۳-۲: پنجره‌ی باز شده در گوگل اسکولار

روی گزینه‌ی اول، یعنی BibTeX کلیک کرده و همه‌ی نوشته‌های پنجره‌ی باز شده را مانند زیر، کپی کرده و در فایل references.bib موجود در فایل AUTthesis پیست می‌کنیم. سپس کلیدهای Ctrl+s را می‌زنیم تا فایل ذخیره شود.

```
@ article{bidabad2007classification,
title={A classification of some Finsler connections and their applications},
author={Bidabad, Behroz and Tayebi, Akbar},
journal={arXiv preprint arXiv:0710.2816},
year={2007}
}
```

### ۳-۳ میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه

برای ارجاع دادن به مقاله‌ی بالا، باید در جایی که می‌خواهید ارجاع دهید، دستور زیر را تایپ کنید:

```
\cite{bidabad2007classification}
```

همانطور که مشاهده می‌کنید از کلمه‌ای که در سطر اول ادرس مقاله آمده (یعنی کلمه‌ی پس از @article{ استفاده کرده‌ایم. پس از دستور فوق، به صورت [؟] و [؟] مرجع خواهد خورد. توجه شود که در صورتی مراجع چاپ خواهند شد که در متن به آنها ارجاع داده شده باشد. همچنین برای ارجاع چندتایی از دستور \cite{name1, name2,...} استفاده کنید که به صورت [؟، ؟، ؟] ارجاع خواهند خورد.

## ۴-۳ سری زمانی فازی

ابتدا فایل AUT\_thesis.tex را باز کرده و آن را دو بار اجرا کنید. سپس حالت اجرا را از Quick Build به حالت Bibtex تغییر داده و دوباره برنامه را اجرا کنید. دو بار دیگر برنامه را در حالت Quick Build اجرا کرده و نتیجه را مشاهده کنید. در این روش تمامی مراجع بر اساس اینکه کدام یک در متن زودتر به آن ارجع داده شده لیست خواهند شد.

## ۵-۳ استدلال مبتنی بر مورد

برای نوشتن مراجع فارسی باید به صورت دستی، در همان فایل قبلی به صورت زیر عمل می کنیم:

```
@article{manifold,  
title={هندسه منیفلد},  
author={دکتر بهروز بیدآباد},  
journal={دانشگاه صنعتی امیرکبیر},  
year={1389},  
LANGUAGE={Persian}  
}
```

همانطور که مشاهده می کنید تنها تفاوت آن با حالت مراجع انگلیسی، سطر آخر آن می باشد که زبان را مشخص می کند که حتماً باید نوشته شود.

## ۶-۳ خلاصه

به دلیل پیچیدگی واژه نامه های موجود در سایت پارسی لاتک، از روش زیر برای نوشتن واژه نامه استفاده کنید:

ابتدا با استفاده از اکسل، واژه های خود را یکبار براساس حروف الفبای فارسی و بار دیگر انگلیسی مرتب کنید. سپس واژه ها را در فایل dicen2fa و dicfa2en قرار دهید.

## فصل چهارم

### نتایج تجربی بر روی مجموعه های داده

۱-۴ معرفی مجموعه های داده

۲-۴ مقایسه ی روش های مورد بررسی

۳-۴ انتخاب بهینه ترین روش پیشنهادی

۴-۴ خلاصه

## فصل پنجم

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پایان گزارش‌های علمی و فنی لازم است که جمع‌بندی یا نتیجه‌گیری نهایی ارائه شود. در این موارد می‌توان آخرین فصل پایان نامه که پیش از مراجع قرار می‌گیرد را به این امر اختصاص داد.

## ۱-۵ نتیجه‌گیری

در این بخش پیشنهاداتی که محقق جهت ادامه تحقیقات دارد ارائه می‌گردد. دقت شود که پیشنهادات باید از تحقیق انجام شده و نتایج آن حاصل شده باشد و از ذکر جملات کلی باید پرهیز کرد.

## ۲-۵ پیشنهادها



## منابع و مراجع

- [1] Al-Homoud, Mohammad Saad. Computer-aided building energy analysis techniques. *Building and Environment*, 36(4):421–433, 2001.
- [2] Crawley, Drury B., Hand, Jon W., Kummert, Michaël, and Griffith, Brent T. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. *Building and Environment*, 43(4):661–673, 2008. Part Special: Building Performance Simulation.
- [3] Deb, Chirag, Zhang, Fan, Yang, Junjing, Lee, Siew Eang, and Shah, Kwok Wei. A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74:902–924, 2017.

# واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

Automorphism . . . . . خودریختی	آ
د	اسکالر . . . . . Scalar
Degree . . . . . درجه	ب
ر	بالابر . . . . . Lift
microprocessor . . . . . ریزپردازنده	پ
ز	پایا . . . . . Invariant
Submodule . . . . . زیرمدول	ت
س	تناظر . . . . . Correspondence
Character . . . . . سرشت	ث
ص	ثابت‌ساز . . . . . Stabilizer
Faithful . . . . . صادقانه	ج
ض	جایگشت . . . . . Permutation
Inner product . . . . . ضرب داخلی	چ
ط	چند جمله‌ای . . . . . Polynomial
Loop . . . . . طوقه	ح
ظ	حاصل ضرب دکارتی . . . . . Cartesian product
Valency . . . . . ظرفیت	خ
ع	

Nonadjacency . . . . . عدم مجاورت

ف

Vector space . . . . . فضای برداری

ک

Complete reducibility . . . کاملاً تحویل پذیر

گ

Graph . . . . . گراف

م

Permutation matrix . . . ماتریس جایگشتی

ن

Disconnected . . . . . ناهمبند

و

Invertible . . . . . وارون پذیر

ه

Connected . . . . . همبند

ی

Edge . . . . . یال

# واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

<b>A</b>	Invariant . . . . . پایا
Automorphism . . . . . خودریختی	<b>L</b>
<b>B</b>	Lift . . . . . بالابر
Bijection . . . . . دوسویی	<b>M</b>
<b>C</b>	Module . . . . . مدول
Cycle group . . . . . گروه دوری	<b>N</b>
<b>D</b>	Natural map . . . . . نگاشت طبیعی
Degree . . . . . درجه	<b>O</b>
<b>E</b>	One to One . . . . . یک به یک
Edge . . . . . یال	<b>P</b>
<b>F</b>	Permutation group . . . . . گروه جایگشتی
Function . . . . . تابع	<b>Q</b>
<b>G</b>	Quotient graph . . . . . گراف خارج‌قسمتی
Group . . . . . گروه	<b>R</b>
<b>H</b>	Reducible . . . . . تحویل پذیر
Homomorphism . . . . . همریختی	<b>S</b>
<b>I</b>	Sequence . . . . . دنباله
	<b>T</b>

Trivial character . . . . . سرشت بدیهی

Unique . . . . . منحصر بفرد

**V****U**

Vector space . . . . . فضای برداری