

# نگاه راهبردی به متغیرهای مؤثر بر قیمت مسکن: شناسایی فاصله زمانی اثر گذاری متغیرهای اقتصادی بر قیمت مسکن در ایران

محمدباقر نوبخت\*

محمدحسین رفیعی\*\*

## چکیده

نوسانات قیمت مسکن از متغیرهای کلان مؤثر بر شالوده اقتصادی کشورهاست که در کشورهای در حال توسعه چون ایران، تحت تأثیر تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی است که خود نتیجه سیاست‌های راهبردی کشور در درازمدت است. با توجه به اینکه در دهه گذشته، به‌طور متوسط بین ۹۵ تا ۹۸ درصد سرمایه‌گذاری‌ها در این بخش توسط بخش خصوصی صورت گرفته است (عسگری و چگنیالیف، ۱۳۸۷، ص ۲۵). لزوم بررسی عوامل کلان تأثیرگذار بر قیمت مسکن با توجه به آمار فعالیت این بخش و اتخاذ تصمیمات راهبردی مناسب جهت جلوگیری از ایجاد بحران در بازار مسکن نمود بیشتری پیدا می‌کند. برای این منظور، با کمک الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی-فازی (ANFIS)، ۲۰ متغیر به عنوان بهترین ترکیب اثرگذار بر قیمت ساخت و فروش مسکن از میان ۱۹ متغیر مؤثر در طول ۵ فصل قبل از شروع ساخت نمونه‌ها (جمعاً ۹۵ متغیر)، با استفاده از اطلاعات ۳۷۲ نمونه ساختمان مسکونی ساخته‌شده بین سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۹ در مناطق مختلف شهر تهران به‌صورت تقریباً یکنواخت، برای آموزش شبکه عصبی فازی، به همراه مدت زمان متوسط اثربخشی هر یک بر بازار مسکن، شناسایی می‌شوند. این تحقیق نشان می‌دهد که از نظر راهبردی، کنترل نوسانات متغیرهای کلان اقتصادی در حال حاضر، ثبات قیمت مسکن را به‌طور میانگین در ۷ تا ۹ فصل آینده رقم می‌زند.

## واژگان کلیدی

متغیرهای کلان اقتصادی، ثبات قیمت مسکن، هوش مصنوعی

\* استاد پژوهشی مرکز تحقیقات استراتژیک و استاد مدعو دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران  
Email: nobakht@csr.ir

\*\* کارشناس ارشد مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران  
Email: mhrafiei@srbiau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۲۰

تاریخ ارسال: ۹۱/۸/۱۴

فصلنامه راهبرد/سال بیست و دوم/شماره ۶۷/تابستان ۱۳۹۲/صص ۲۸۳-۳۰۹

## جستارگشایی

زمانی درازمدت هر یک را به‌طور میانگین در طی بازه زمانی ۱۷ سال مورد مطالعه قرار دهد. مسئله اساسی این تحقیق آن است که به‌طور متوسط، چقدر طول می‌کشد تا متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت مسکن، بر قیمت مسکن اثر گذارند؟ به عبارت دیگر، تأخر زمانی<sup>۱۰</sup> هر یک از متغیرهای تأثیرگذار چقدر است؟ تأخر زمانی همان فاصله زمانی اثرگذاری متغیرهای اثرگذار (از نوع وابسته و یا مستقل) بر متغیر وابسته و یا هدف است. تأخر زمانی در اقتصاد به سه نوع تقسیم می‌شود: نوع اول، تأخیر شناسایی یا تشخیص<sup>۱۱</sup> است که دوره زمانی میان تغییر در شرایط اقتصادی و تشخیص تغییر توسط سیاستگذاران می‌باشد. نوع دوم، حتی پس از تشخیص نیاز برای تغییر در رویکردها، به‌طور کلی یک دوره زمانی دیگری قبل از اعمال تغییر رویکرد وجود دارد که به آن تأخیر زمانی اجرایی<sup>۱۲</sup> گفته می‌شود. نوع سوم، تأخیر زمانی اثر<sup>۱۳</sup> است که فاصله زمانی میان اعمال یک تغییر کلان در رویکرد مالی و اولین اثرات این تغییر در اقتصاد است (Stroup&Macpherson,2009,p.313). در این تحقیق نوع سوم تأخر زمانی مد نظر است. توجه به مسئله تحقیق فرضیه‌های مختلفی قابل

در مباحث اقتصاد کلان<sup>۱</sup>، یکی از عوامل تأثیرگذار بر ثبات بدنه اقتصادی کشورها، ثبات بازار مسکن<sup>۲</sup> است. با توجه به نظریه‌های اقتصادی در بازار مسکن، قیمت مسکن بایستی واقعی باشد، یعنی افزایش آن در بلندمدت بایستی معادل تورم<sup>۳</sup> و یا تابعی از نسبت قیمت به درآمد<sup>۴</sup>، تقاضا<sup>۵</sup> و عرضه<sup>۶</sup> مسکن باشد. با توجه به تقاضای سوداگری<sup>۷</sup> در بازار مسکن که خود ناشی از عواملی چون رشد نقدینگی<sup>۸</sup>، شرایط بازار سرمایه و موارد مشابه است، سیاست‌های کلان<sup>۹</sup> اقتصادی فعلی که سمت‌وسوی تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی را رقم می‌زند، بر کنترل تقاضای کاذب و عرضه بهینه مسکن تأثیرگذار است. اغلب مطالعات در زمینه متغیرهای مسکن، بر شناسایی متغیرها و تأثیر آنها در درازمدت و کوتاه‌مدت متمرکز بوده‌اند. با توجه به این موضوع، هدف این مقاله این است که ضمن شناسایی متغیرهای کلیدی از میان متغیرهای مؤثر بر قیمت مسکن، اثر

1. Macroeconomics
2. Housing market
3. Inflation
4. Income
5. Demand
6. Supply
7. Speculative demand
8. Liquidity
9. Strategic policies

10. Time lag
11. Recognition lag
12. Administrative lag
13. Impact lag

عمده فروشی مصالح ساختمانی و شاخص بهای خدمات ساختمانی، فعالیت در بخش مسکن با رکود نسبی مواجه بوده است. در طی برنامه دوم توسعه، رونق بازار مسکن از همان سال‌های ابتدایی برنامه آغاز و تا اواسط سال ۱۳۷۵ ادامه داشت و بعد از آن، بر اثر کاهش تقاضای مؤثر که منجر به کاهش سرمایه‌گذاری در این بخش شد، بازار مسکن وارد دوره رکود گردید. در طی برنامه سوم، روند رونق بازار تا اواخر سال ۱۳۸۱ ادامه داشت و پس از آن به دلیل محدودیت‌های ساخت‌وساز به ویژه در تهران، افزایش هزینه ساخت، رشد قیمت‌های معاملاتی مسکن و موارد مشابه، بخش مسکن دوباره در فاز رکودی قرار گرفت (نگاره شماره ۱).

### نگاره شماره (۱). رشد ارزش افزوده بخش ساختمان (درصد) در برنامه‌های اول تا سوم توسعه اقتصادی

مقادیر	برنامه اول توسعه اقتصادی (۱۳۷۲ تا ۱۳۶۸)	برنامه دوم توسعه اقتصادی (۱۳۷۸ تا ۱۳۷۴)	برنامه سوم توسعه اقتصادی (۱۳۸۳ تا ۱۳۷۹)
هدف سالانه	۱۴/۵	۴/۰	۹/۹
درصد تحقق یافته	۵/۳	۲/۹	۴/۲

(کرمی، ۱۳۸۶)

در طی برنامه چهارم توسعه، با هدف تأمین سالانه حدود یک میلیون واحد مسکونی، علی‌رغم

مطرح است، اما فرضیه اصلی<sup>۱۴</sup> آن است که شناسایی تأخر زمانی اثرگذاری متغیرهای اقتصادی بر قیمت مسکن می‌تواند به ایجاد سیاست راهبردی مناسب جهت کنترل قیمت مسکن در طول زمان کمک شایانی نماید.

در این مقاله تأخر زمانی اثر هر یک متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت مسکن ساخته شده توسط بخش خصوصی شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفته است که نشان می‌دهد دولت می‌تواند رفتار بازار مسکن را از حیث نوسانات قیمت از طریق تصمیمات کلان راهبردی و در کنار آن مدیریت اقتضایی متغیرهای اقتصادی، اصلاح و کنترل کند. لذا جلوگیری از ایجاد سونامی قیمت در بازار مسکن، نیاز به تشخیص میزان اهمیت هر یک از متغیرهای اقتصادی مؤثر بر آن و تأخر زمانی اثر آنها بر عرضه و تقاضا و در نهایت قیمت مسکن در آینده دارد.

اهمیت این موضوع، با توجه به فاصله نسبتاً زیاد هدف‌گذاری‌ها در سیاست‌های کلان اقتصادی با مقادیر تحقق یافته رشد ارزش افزوده بخش ساختمان در طی برنامه‌های توسعه کشور نمود بیشتری پیدا می‌کند. در برنامه اول توسعه، به دلیل افزایش هزینه احداث و قیمت مسکن، افزایش بهای

14. The main hypothesis

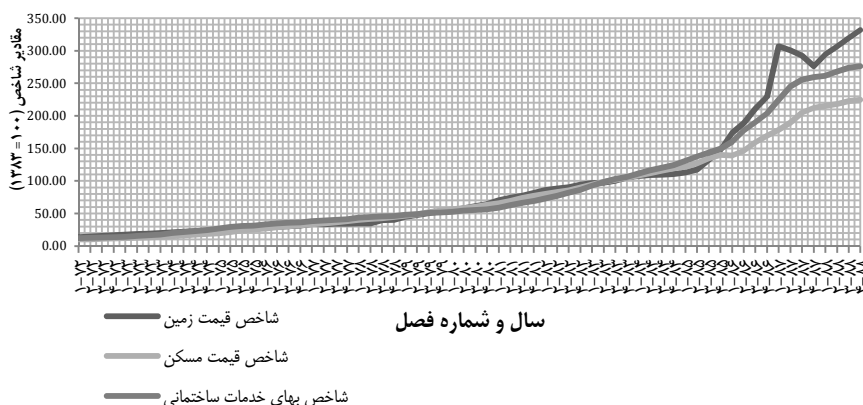
افزایش ۳/۸ درصدی سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ۹ ماهه اول سال ۱۳۸۵ نسبت به مدت مشابه سال قبل، این سرمایه‌گذاری‌ها به دلیل افزایش ۱۶/۶ درصدی هزینه ساخت هر متر مربع بنا و روابط منطقی که رشد ۱۷ درصدی را لازمه رشد ساخت‌وساز در کشور عنوان می‌کند، نتوانست منجر به رشد ساخت‌وساز شود. در طی این سال، متوسط قیمت فروش هر متر مربع آپارتمان در تهران به عنوان کانون شوک، در بهار از حدود ۷۲۴ هزار تومان به یک میلیون و دویست هزار تومان در زمستان افزایش می‌یابد. در همان سال، تنها در منطقه ۴ و ۵ تهران، رشد قیمت‌ها در زمستان نسبت به زمستان سال گذشته، به ترتیب حدود ۸۵ و ۹۴ درصد بوده است. همچنین

رشد تعداد پروانه‌های ساختمانی در تهران در بهار ۱۳۸۶ از رشد حدود ۷۱ درصدی برخوردار بوده که به وضوح نشان‌دهنده رشد ساخت‌وساز در این دوره است (کرمی، ۱۳۸۶)

موارد فوق به روشنی نشان می‌دهد نوسان‌های قیمت، شاخص‌ها و متغیرهای اقتصادی مرتبط، در زمان رونق باعث افزایش سرمایه‌گذاری‌ها و افزایش تولید و در دوران رکود منجر به کاهش تولید و سرمایه‌گذاری می‌شوند. نمودار شماره (۱)، حرکت تقریباً موازی شاخص قیمت زمین و بهای خدمات ساختمانی را با شاخص قیمت مسکن در بین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای ۱۳۸۸ نشان می‌دهد.

نمودار شماره (۱). مقایسه شاخص قیمت زمین، مسکن و بهای خدمات ساختمانی

برگرفته از متغیرهای موجود در سری‌های زمانی اقتصاد بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران



با افزایش درآمد، مصرف (تقاضا) هم افزایش می‌یابد و همواره افزایش مصرف کمتر از میزان درآمد است. با توجه به این موضوع همواره تقاضا در کالای عمده‌ای چون مسکن تابع میزان درآمد متقاضی است و پرواضح است که درآمد بیشتر یا به عبارت دیگر افزایش نقدینگی در جامعه ناشی از سیاست‌های کلان در راهبرد اقتصاد، تقاضا را در بخش مسکن به‌طور هم‌عملی و هم‌بالقوه افزایش خواهد داد. سامولسون<sup>۱۹</sup>، مودیگیلانی<sup>۲۰</sup>، توبین<sup>۲۱</sup>، اسلو<sup>۲۲</sup> و فرایدمن<sup>۲۳</sup> نیز از جمله اقتصاددان‌هایی هستند که در زمینه عوامل مؤثر بر میزان مصرف بخش خصوصی و توسعه‌بخشی به نظریه کینزی صاحب‌نام می‌باشند.<sup>(۱)</sup>

به منظور کاهش مشکلات مسکن از نگاه راهبردی، پیش‌بینی نوسانات و بررسی متغیرهای تأثیرگذار، با استفاده از ابزارهایی چون الگوریتم‌های تکاملی<sup>۲۴</sup>، هوش مصنوعی<sup>۲۵</sup> و برآوردهای مالی<sup>۲۶</sup>، تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است. در ادامه به ذکر نمونه‌ای از این تحقیقات پرداخته شده و در نهایت روند

با توجه به نوسانات قیمت مسکن در کشور، متغیرها و شاخص‌های اقتصادی مرتبط و این مسئله که ترکیب این متغیرها در کنار هم و اثرات هم‌افزایی و کاهندگی آنها به‌طور مؤثر نوسانات قیمت ساخت و فروش را رغم می‌زند، محاسبه تأخر زمانی هر یک از این متغیرها می‌تواند از نظر کلان، سمت و سوی تصمیمات راهبردی را برای کنترل نوسانات آینده بازار مسکن رقم بزند.

پس از مقدمه، به مبانی نظری موضوع تحقیق اشاره می‌گردد و سپس با ذکر متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق، به ساختار مدل و الگوریتم محاسبات و تحلیل نتایج تحقیق پرداخته و نتیجه‌گیری و پیشنهادهای مقاله ارائه می‌شود.

## ۱. مبانی نظری

همان‌طور که اشاره شد، شاخص‌ها و متغیرهای اقتصادی<sup>۱۵</sup>، به‌وضوح در قیمت مسکن مؤثرند. یکی از نظریه‌های مهم در زمینه تقاضا و مصرف در بخش خصوصی نظریه کینز<sup>۱۶</sup> است. مفاهیمی همچون میل نهایی به مصرف<sup>۱۷</sup> و قاعده روان‌شناسی مصرف<sup>۱۸</sup> از نتایج شاخص نظریه کینز می‌باشد. مطابق این نظریه

19. Paul Samuelson  
20. Franco Modigliani  
21. James Tobin  
22. Robert Solow  
23. Milton Friedman  
24. Evolutionary algorithm  
25. Artificial Intelligence  
26. Financial Estimation

15. Economic factors  
16. John Maynard Keynes  
17. Propensity to Consume  
18. Consumption Theory

کلی تحقیق جاری به منظور ایجاد دید بهتر برای خوانندگان تشریح خواهد شد.

### ۱-۱. مروری بر تحقیقات گذشته

یزدانی در مقاله‌ای با عنوان مقدمه‌ای بر مباحث نظری ارتباط بین سیاست‌های کلان اقتصادی و بخش مسکن، ریشه‌های مشکلات این بخش را خارج از این بخش توصیف و دو مقوله مخارج دولت و سیاست‌های پولی را به عنوان نمونه مورد بررسی قرار داده است (یزدانی، ۱۳۸۶، صص ۱۵-۳).

جهانی با اشاره به افزایش و کاهش قیمت مسکن به ترتیب در سال‌های ۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷، با بررسی و مقایسه شاخص‌های مرتبط با مسکن مانند نرخ رشد قیمت یک متر مربع واحد مسکونی در شهر تهران در فاصله سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۸، شاخص قیمت مسکن در تهران در قیاس با تورم (۸۸-۱۳۷۰)، روند کل سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید، نرخ رشد سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در مسکن، تعداد پروانه‌های صادره در شهر تهران، مقایسه تعداد و نرخ رشد قیمت و مقایسه تسهیلات و سرمایه‌گذاری در بخش مسکن، به علل و عوامل مؤثر در نوسانات قیمتی و رکود پرداخته است (جهانی، ۱۳۸۸، صص ۲۸-۱۱).

عسگری و چگنی با تعیین عوامل مؤثر بر قیمت مسکن به روش داده‌های تابلویی<sup>۲۷</sup>، متغیرهای مؤثر را در کوتاه‌مدت و بلندمدت شناسایی و متغیرهای مؤثرتر را معرفی کردند. تحلیل ایشان نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت عواملی چون شاخص قیمت بازار بورس، سطح عمومی قیمت‌ها در سنوات گذشته، قیمت زمین، هزینه ساخت و موارد مشابه و در بلندمدت تعداد خانوار، مخارج خانوار، قیمت طلا و غیره بر قیمت مسکن مؤثرند. این تحقیق نوسان‌های اقتصادی در حوزه قیمت مسکن را در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ بررسی کرده است (عسگری و چگنی، ۱۳۸۶، صص ۳۶-۱۹).

با توجه به تحقیقات مشابه، هزینه ساخت به عنوان یکی از عوامل مؤثر در تعیین قیمت مسکن در درازمدت، شناسایی شده است. هرچه سازنده هزینه بیشتری نماید، تا جایی که ملاحظات قانونی و ظرفیت منطقه‌ای بازار مسکن اجازه دهد، می‌تواند قیمت فروش بیشتری پیشنهاد دهد. برای برآورد هزینه ساخت<sup>۲۸</sup>، در سال ۲۰۰۴، جی وانگ هی کیم<sup>۲۹</sup> و همکارانش با بررسی تعداد ۵۳۰ آپارتمان مسکونی در شهر سئول کره جنوبی جهت مقایسه روش‌های ریاضی آنالیز

27. Panel data

28. Cost Estimation

29. Gwang-Hee Kim

تولید به تصمیم‌گیران کمک می‌کند. اسمیت و ماسون (Smith&Mason,1997,pp.137-61)، بُد (Bode,1998, pp.25-30; Bode, 2000, pp. 54-1231، عادلی (Adeli&Wu, 1998, pp.18-24) و غیره، از محققانی هستند که از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای برآوردهای مالی استفاده نموده‌اند.

قیمت ساختمان‌های مسکونی، به دلیل ابهامات، تغییرات قیمت‌ها و شاخص‌ها، به‌طور روشنی اثر نوسانات شاخص‌های اقتصادی را در شرایط اقتصادی گوناگون نشان می‌دهند. آزاده و همکاران (Azadeh, et al., 2012, pp.298-315)، از الگوریتم ترکیبی رگرسیون خطی فازی<sup>۳۶</sup> و ترسیم نگاشت فازی<sup>۳۷</sup> برای مواجهه با مشکل پیش‌بینی نوسانات بازار مسکن<sup>۳۸</sup> استفاده کردند. این الگوریتم ترکیبی به تصمیم‌گیران این امکان را می‌دهد که داده‌های مبهم و غیر دقیق را برای نتایج مقادیر به‌دست‌آمده از مدل به‌کار گیرند.

الگوریتم ژنتیک به عنوان ابزاری جهت بهینه کردن توابع مختلف به‌طور وسیع مورد استفاده قرار گرفته است (Gen&Cheng, 2000,p.1)، به عنوان نمونه، دابرو<sup>۳۹</sup> و کراتی<sup>۴۰</sup>

رگرسیون<sup>۳۰</sup>، شبکه عصبی مصنوعی<sup>۳۱</sup> و استدلال مبتنی بر مورد پژوهشی<sup>۳۲</sup>، شبکه عصبی را در تخمین هزینه‌های ساخت دقیق‌تر معرفی می‌نمایند (Kim,et al.,2004(a),pp.1235-42) گروه جی وانگ هی کیم بر پایه اطلاعات موجود در تحقیق اول، به مقایسه روش‌های تعیین لایه‌ها و ساختار شبکه عصبی پرداخته و ترکیب روش پیش‌انتشار<sup>۳۳</sup> با الگوریتم ژنتیک<sup>۳۴</sup> را در تخمین هزینه‌های ساخت از روش آزمایش و خطای<sup>۳۵</sup> مرسوم موثرتر معرفی می‌کنند (Kim,et al.,2004(b),pp.1333-40). در این پژوهش‌ها، با در نظر گرفتن متغیرهای مرتبط با عملیات ساخت و مشخصات ساختمان‌ها در بازه زمانی کوتاه‌مدت، قیمت تمام‌شده ساخت برآورد شده است.

بسیاری از محققین برای برآوردهای دقیق‌تر مالی، به‌جای روش‌های مرسوم گذشته، از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده کرده‌اند. رابونال و دورادو (Rabunal & Dorado, 2006, p.302) نشان دادند که شبکه‌های عصبی برای برآورد هزینه نهایی و مدت پروژه در برنامه‌ریزی

30. Regression analysis
31. Artificial neural networks (ANN)
32. Case-based reasoning (CBR)
33. Back propagation (BP)
34. Genetic algorithm (GA)
35. Trial and error

36. Fuzzy linear regression (FLR)
37. Fuzzy cognitive map (FCM)
38. Fluctuation in housing market
39. Tuhas-Dubrow D
40. Krati M

## ۱-۲. شمای کلی تحقیق

در تحقیق جاری، با بهره‌گیری از نتایج تحقیقات گذشته پیرامون عوامل تأثیرگذار بر قیمت و بازار مسکن، استفاده از شبکه‌های عصبی-فازی، الگوریتم ژنتیک و اطلاعات جمع‌آوری شده از ۳۷۲ نمونه تصادفی از ساختمان مسکونی ساخته شده در مناطق مختلف شهر تهران به صورت تقریباً یکنواخت بین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای ۱۳۸۸، ضمن شناسایی تعداد ۲۰ متغیر کلیدی تأثیرگذار بر قیمت مسکن از میان ۱۹ متغیر در ۵ تأخر زمانی (فصل اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم قبل از شروع ساخت نمونه پروژه)، میانگین زمان اثرگذاری هر یک از این متغیرها بر بازار مسکن شناسایی و کاربرد آن در تصمیمات کلان راهبردی در اقتصاد مسکن تشریح می‌شود.

در ادامه، با توجه به نکات مطرح شده در بخش قبل پیرامون الگوریتم ژنتیک به عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی و یافتن نقاط بهینه یک تابع مفروض، و همچنین در نظر گرفتن خطای برآورد شبکه عصبی-فازی به عنوان این تابع، ابتدا متغیرهای استفاده شده و دلایل انتخاب آنها توضیح داده می‌شوند، سپس ضمن تشریح کلی ساختار مدل ژنتیک و تابع تناسب آنکه یک شبکه عصبی-فازی است، روش انتخاب متغیرهای معرفی شده با کمک

((Tuhas-Dubrow&Krati, 2010, pp.1574-81)

از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی شکل سازه و مشخصات ساختمان‌های مسکونی استفاده کردند. کاستیلهو<sup>۴۱</sup> و همکاران، (Castilho, et al., 2007, pp.519-30) و لیاو<sup>۴۲</sup> (Liao, 2009, pp.11358-62) نیز از جمله محققینی بودند که از الگوریتم ژنتیک برای مینم کردن برآوردهای مالی استفاده کردند. از آنجا که شبکه عصبی-فازی<sup>۴۳</sup> نوع خاصی از شبکه‌های عصبی هستند که با بهره‌گیری از منطق فازی<sup>۴۴</sup> پروسه آموزش<sup>۴۵</sup> شبکه را سریع‌تر می‌نمایند (Jeon, 2008, pp.60-61)، در نظر گرفتن خطای برآورد شبکه عصبی-فازی به عنوان تابع تناسب<sup>(۳)</sup> به منظور ترکیب شبکه عصبی-فازی با الگوریتم ژنتیک<sup>۴۶</sup> در مقایسه با سایر شبکه‌های عصبی مصنوعی، می‌تواند منجر به صرفه‌جویی زمان در برآوردها و مینم کردن تابع تناسب شود (Huang, et al., 2008, p.470). در این تحقیق از این روش به عنوان روشی جدید در کنار سایر روش‌ها برای مقایسه‌های زمانی مانند سری‌های زمانی و غیره، استفاده شده است و مقایسه این روش‌ها با یکدیگر مد نظر نمی‌باشد.

41. Castilho V

42. Liao H

43. Adaptive neuro-fuzzy interference system (ANFIS)

44. Fuzzy logic

45. Training process

46. GA-ANFIS



## ۲. متغیرهای مورد بررسی

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق در دو گروه طبقه‌بندی شده‌اند؛ گروه اول، متغیرهای مرتبط با مشخصات فیزیکی و مالی نمونه ساختمان‌های ساخته‌شده در شهر تهران و گروه دوم متغیرهای مرتبط با شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی مرتبط با قیمت مسکن می‌باشد.

### ۱-۲. متغیرهای مرتبط با مشخصات فیزیکی و مالی نمونه ساختمان‌های ساخته‌شده در شهر تهران

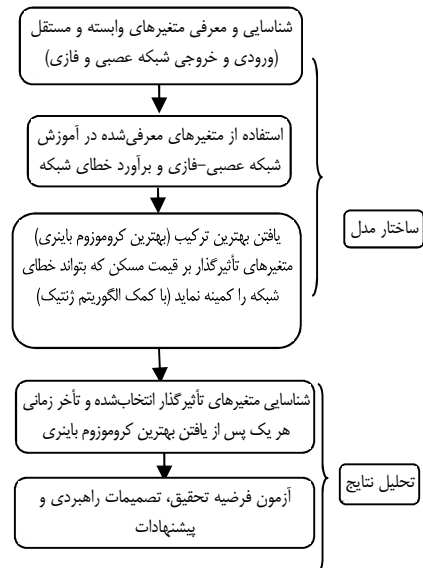
این دسته از متغیرها متغیرهایی هستند که بایستی حداقل اطلاعات مورد نیاز از تعدادی از ساختمان‌های مسکونی ساخته‌شده در شهر تهران را مشخص نمایند (نگاره شماره ۲). در ادامه دلایل انتخاب این متغیرها شرح داده می‌شود.

#### نگاره شماره (۲). متغیرهای مرتبط با مشخصات فیزیکی و مالی نمونه ساختمان‌های ساخته‌شده در شهر تهران

شماره متغیر	شرح	مقیاس
۱	حداقل مساحت	-
۲	سال شروع پروژه	-
۳	فصل شروع پروژه	-
۴	سال پایان ساخت	-
۵	فصل پایان ساخت	-
۶	کل بنا	مترمربع
۷	مساحت زمین	مترمربع
۸	قیمت کل ساخت	۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال
۹	قیمت معامله‌شده فروش در پایان پروژه	۱۰۰۰۰۰۰ ریال
۱۰	هزینه تمام‌شده ساخت در پایان پروژه	۱۰۰۰۰۰۰ ریال
۱۱	معمول قیمت تمام‌شده ساخته در شروع پروژه	۱۰۰۰۰۰۰ ریال
۱۲	معامل قیمت تمام‌شده ساخت در ابتدای پروژه در سال ۱۳۸۸	۱۰۰۰۰۰۰ ریال
۱۳	مدت زمان ساخت	فصلی
۱۴	قیمت مسکن در ابتدای پروژه	۱۰۰۰۰۰۰ ریال

کروموزوم باینری<sup>۴۷</sup> الگوریتم ژنتیک و انتقال آنها به شبکه عصبی-فازی و همچنین نحوه عملکرد الگوریتم ژنتیک به‌طور دقیق‌تر، در قالب بخش الگوریتم محاسبات توضیح داده می‌شود. پس از آن، به بیان مقادیر تناسب به‌دست‌آمده از الگوریتم ژنتیک پرداخته و متغیرهای انتخابی نهایی و تأخر زمانی آنها معرفی می‌شوند. در نهایت، نتایج محاسبات از منظر سیاست‌گذاری راهبردی در تعیین سمت و سوی این متغیرها برای ایجاد ثبات در قیمت مسکن بررسی و فرضیه اصلی تحقیق آزمون می‌شود. شکل شماره (۱)، مدل مفهومی فرآیند تحقیق را نشان می‌دهد.

#### شکل شماره (۱). مدل مفهومی فرآیند تحقیق



با توجه به نگاره شماره (۲)، متغیرهای ۱ تا ۱۰ توسط پرسشنامه جمع‌آوری و متغیرهای ۱۱، ۱۲ و ۱۴ با توجه به متغیرهای ۹ و ۱۰ و با کمک روش‌های مرتبط با اقتصاد مهندسی محاسبه شدند. همچنین، متغیر ۱۳ با کمک متغیرهای ۲ تا ۵ محاسبه می‌شود. به‌طور کلی دقت برآورد در پروژه‌های ساخت به‌طور مؤثری با اطلاعات در دسترس پروژه، مانند اندازه ساختمان، مکان آن و موارد مشابه مرتبط است (Skitmore, 1987, pp.327-36). بنابراین اثر متغیرهای ۱ تا ۸ و ۱۳ در قیمت ساخت و فروش کاملاً واضح است. به عنوان مثال هر چقدر بنای ساختمان بیشتر باشد، در قیاس با ساختمانی با بنای کمتر و کیفیت مشابه، هزینه ساخت آن بیشتر است و با طولانی‌تر شدن زمان پروژه، هزینه‌های بالاسری و هزینه‌های تأخیر و دیرکرد بر هزینه نهایی ساخت اضافه می‌شود (Kim, et al., 2004(a), pp.1235-42). متغیری است که به نوعی کیفیت ساخت مد نظر سازنده را در ابتدای شروع پروژه مشخص می‌نماید. متغیر ۱۲، جهت قیاس کیفیت ساخت در زمان مبنا استفاده شده است. متغیرهای ۹ و ۱۰ به ترتیب قیمت فروش و هزینه ساخت است که بر اثر تورم و عوامل مشابه، در انتهای پروژه به‌دست می‌آید و در حال حاضر معلوم نیست و

شبکه آن را برای سازنده برآورد کرده و با توجه به مقدار واقعی آنها، خطای برآورد را محاسبه می‌کند. متغیر ۱۴ همان قیمت‌های فروش حال حاضر است که سازنده در همین ابتدای کار می‌تواند واحدهای ساختمانی را که در حال شروع است و هنوز ساخته نشده‌اند، بر مبنای در صدی از آن پیش‌فروش کند. بنابراین متغیرهای معرفی شده در نگاره شماره (۲)، همگی به‌جز متغیرهای ۹ و ۱۰ که متغیرهای خروجی شبکه عصبی-فازی هستند، به عنوان متغیرهای ورودی شبکه عصبی-فازی ۳۷۲ نمونه جمع‌آوری شده، استفاده شده‌اند.

## ۲-۲. متغیرهای مرتبط با شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی مرتبط با قیمت مسکن

متغیرهای مرتبط با شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی مرتبط با قیمت مسکن، با توجه به تحقیقات گذشته (مطالعات یزدانی، جهانی و عسگری در بخش‌های قبل) و محدودیت‌های محقق (از نظر زمان تحقیق و دسترسی به متغیرها در بازه زمانی مشترک با تواتر مشترک که نهایتاً به‌صورت ماهانه در نظر گرفته شده) مد نظر بوده‌اند. نکته‌ای که در مورد این متغیرها حائز اهمیت است، دسترسی به این متغیرها و بازه زمانی که این متغیرها ارائه شده‌اند، می‌باشد. با توجه به این

سالانه	
متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران - ساختمان‌های تکمیل شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۲۵
متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران - ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۲۶
نرخ ارز مرجع (ریال)	۲۷
ارز غیر رسمی (ریال)	۲۸
شاخص کل بهای کالاها و خدمات مصرفی در کشور (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۲۹
شاخص کل مسکن سوخت روستایی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۳۰
شاخص قیمت سهام بورس	۳۱
جمعیت شهری، تجمعی (هزار نفر)	۳۲
قیمت سکه بهار آزادی، طرح قدیم (ریال)	۳۳

مقادیر این متغیرها از گزارش‌های نماگرهای اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی (www.cbi.ir)، سری‌های زمانی اقتصاد (www.tsd.cbi.ir) و مرکز آمار ایران (www.amar.org.ir) به صورت فصلی بین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای ۱۳۸۸ مطابق نگاره شماره (۴)، جمع‌آوری شده‌اند.

محدودیت‌ها متغیرهای گروه دوم مطابق نگاره شماره (۳) در نظر گرفته شدند.

### نگاره شماره (۳). متغیرهای مربوط به شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی مرتبط با قیمت مسکن

شماره متغیر	شرح
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده در شهر تهران
۱۶	شاخص بهای خدمات ساختمانی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)
۱۷	شاخص بهای تولیدکننده مصالح ساختمانی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)
۱۸	برآورد سطح زیر بنای طبقات ساختمان‌ها بر اساس پروانه‌های صادر شده (میلیون متر مربع) در تهران
۱۹	تقدینگی تجمعی (میلیارد ریال)
۲۰	سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید مناطق تهران (میلیارد ریال)
۲۱	شاخص قیمت زمین در تهران (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)
۲۲	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (هزار فقره)
۲۳	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (میلیارد ریال)
۲۴	نرخ سود مورد انتظار تسهیلات بانکی در بخش مسکن صندوق پس‌انداز بانک مسکن (درصد)

نگاره شماره (۴). مقادیر متغیرهای مربوط به شاخص‌ها و فاکتورهای اقتصادی مرتبط

### با قیمت مسکن به صورت فصلی بین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای ۱۳۸۸

سال	فصل	مقادیر متغیر شماره ۱۵	مقادیر متغیر شماره ۱۶	مقادیر متغیر شماره ۱۷	...	مقادیر متغیر شماره ۳۳
۱۳۷۲	۱	۲۵۸۱	۱۲/۱	۱۰/۰۳	...	۱۴۱۵۴۲/۶
۱۳۷۲	۲	۲۶۱۱	۱۲/۷	۱۱/۵۶	...	۱۴۶۸۷۲/۱
۱۳۷۲	۳	۲۶۴۱	۱۳/۱	۱۳/۰۹	...	۱۵۵۱۸۱/۷
۱۳۷۲	۴	۲۶۷۱	۱۳/۶	۱۴/۶۳	...	۲۱۷۰۰۰/۱
۱۳۷۳	۱	۱۸۱۸	۱۴/۳	۱۶/۱۶	...	۲۶۲۱۵۹/۴
۱۳۷۳	۲	۲۱۹۷	۱۵/۵	۱۷/۶۹	...	۲۶۸۸۴۳/۷
۱۳۷۳	۳	۱۵۶۲	۱۶/۸	۱۹/۲۲	...	۲۷۹۵۳۲/۲
۱۳۷۳	۴	۱۸۹۲	۱۷/۴	۲۰/۷۵	...	۴۱۰۴۹۰/۱
۱۳۷۴	۱	۱۷۸۵	۱۹/۹	۲۲/۲۸	...	۵۱۹۶۷۹/۸
۱۳۷۴	۲	۲۴۲۲	۲۱/۴	۲۳/۸۱	...	۴۲۸۷۲۵/۰
۱۳۷۴	۳	۲۰۲۸	۲۳/۱	۲۵/۳۴	...	۴۰۵۵۴۱/۸

۴۲۰۷۰۰/۵	...	۲۶/۸۷	۲۴/۳	۲۳۰۹	۴	۱۳۷۴
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
۲۴۴۵۰۰۴/۳	...	۱۹۸/۵۵	۲۲۴/۷	۶۴۵۸	۱	۱۳۸۷
۲۳۰۳۲۴۸/۱	...	۲۲۵/۰۰	۲۴۵/۱	۴۲۴۲	۲	۱۳۸۷
۲۳۱۰۱۰۱/۴	...	۲۱۶/۴۸	۲۵۵/۸	۳۰۹۸	۳	۱۳۸۷
۲۲۱۷۷۰۸/۷	...	۲۰۴/۰۲	۲۵۹/۵	۳۱۳۱	۴	۱۳۸۷
۲۱۸۳۴۴۵/۰	...	۱۸۶/۸۰	۲۶۱/۵	۲۵۷۶	۱	۱۳۸۸
۲۲۷۱۵۴۳/۷	...	۱۹۲/۱۰	۲۶۷/۸	۲۲۶۵	۲	۱۳۸۸
۲۶۰۶۳۲۱/۰	...	۱۹۵/۱۰	۲۷۴/۰	۲۴۰۶	۳	۱۳۸۸
۲۸۲۵۲۳۶/۷	...	۲۰۰/۴۰	۲۷۶/۰	۳۵۲۹	۴	۱۳۸۸

### ۳. ساختار مدل

#### ۳-۱. الگوریتم ژنتیک و تابع

##### تناسب

همان‌طور که اشاره شد، الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن (ماکزیمم یا مینیمم کردن) توابع و مقادیر مختلف به‌طور وسیعی استفاده شده است. تابع تناسب همان تابعی است که الگوریتم ژنتیک آن را بهینه می‌نماید و معمولاً یافتن ماکزیمم و یا مینیمم مطلق آن با روش‌های ریاضی و سنتی دشوار و یا زمان‌بر است.

برخی از مزایای الگوریتم ژنتیک به شرح زیر است:

- ✓ توانایی انجام بهینه‌سازی با متغیرهای گسسته و پیوسته؛
- ✓ عدم نیاز به اطلاعات مبتنی بر مشتق؛
- ✓ جستجوی همزمان با نمونه‌برداری

وسیع از رویه هزینه؛

✓ توانایی کار کردن با تعداد متغیرهای

زیاد؛

✓ مناسب برای پیاده‌سازی روی

کامپیوترهای موازی؛

✓ توانایی بهینه‌سازی متغیرهایی با رویه

هزینه بسیار پیچیده (الگوریتم ژنتیک

می‌تواند از روی کمینه‌های محلی بپرد)؛

✓ ارائه فهرستی از متغیرهای بهینه، و

نه فقط یک راه حل؛

✓ امکان رمزگذاری متغیرها به‌طوری که

عملیات بهینه‌سازی با متغیرهای رمز شده

انجام شود؛

✓ توانایی کار با داده‌های عددی،

داده‌های تجربی و توابع تحلیلی.

با این مزایای فوق‌العاده، الگوریتم ژنتیک

در شرایطی که روش‌های بهینه‌سازی سنتی

بسیار بد شکست می‌خورند، به نتایج بسیار

همزمان مفید باشد (البرزی، ۱۳۸۸، صص ۲۰-۱۹).

با توجه به اینکه تحقیق جاری به منظور به دست آوردن متغیرهای برتر بر قیمت ساخت و فروش صورت گرفته است، می توان چنین برداشت نمود که ترکیب متغیرهای برتر بایستی به گونه ای باشد که صحت برآورد قیمت ساخت و فروش را در شبکه عصبی - فازی بیشینه نماید. به بیان دیگر، خطای برآورد داده های تست در شبکه عصبی - فازی بایستی کمینه شود. بنابراین در نظر گرفتن شبکه عصبی - فازی به عنوان تابع تناسب الگوریتم ژنتیک می تواند خطای متوسط مربعات<sup>۴۸</sup> داده های تست را کمینه نماید.

### ۳-۲. الگوریتم محاسبات

به منظور شناسایی تأخر زمانی متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت فروش، ابتدا ترکیبی تصادفی از متغیرهای گروه دوم تأثیرگذار بر قیمت مسکن برای ۳۷۲ نمونه جمع آوری شده در سطح تهران، به همراه قیمت های فروخته شده این واحدها در داخل شبکه عصبی - فازی مدل می شوند و پس از آموزش شبکه با کمک این متغیرها، خطای برآورد داده های آزمون به عنوان خطای شبکه محاسبه می گردد. اگر مراحل محاسبه این

خوبی دست پیدا می کند (نچارپور و صادق زاده، ۱۳۸۹، صص ۵۸-۵۷).

از تفاوت های عمده الگوریتم ژنتیک نسبت به سایر روش های بهینه سازی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓ الگوریتم ژنتیک فضای نقاط را نه به صورت تک نقطه ای، بلکه به صورت موازی جستجو می کند.

✓ الگوریتم ژنتیک نه از قواعد قطعی، بلکه از قواعد تبدیل احتمالاتی استفاده می کند.

✓ الگوریتم ژنتیک بر متغیرهای کدگذاری شده عمل می کند، مگر در مواردی که متغیرها به صورت اعداد حقیقی نمایش داده شده باشند.

✓ الگوریتم ژنتیک نیازی به اطلاعات کمکی ندارد. تنها اعضای تابع هدف (تناسب) و میزان برازش مسیر حرکت در فضای جستجو را معین می کند.

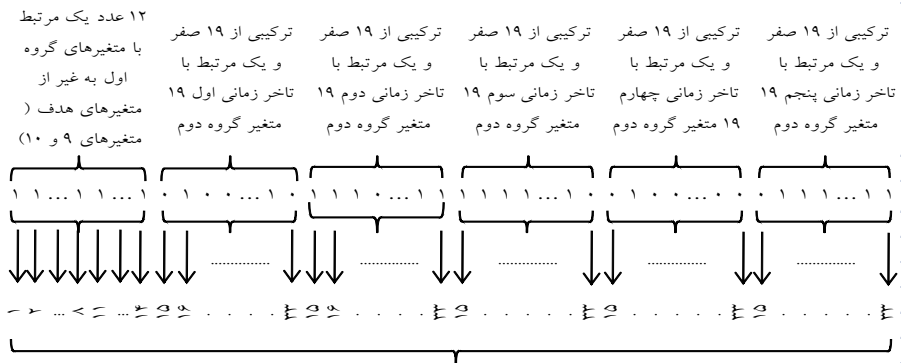
✓ باید در نظر داشت که الگوریتم ژنتیک صرفاً جواب های بالقوه مسئله را ارائه می دهد. انتخاب نهایی جواب مطلوب به عهده کاربر خواهد بود. در مواردی که مسئله جواب یکتا ندارد، مثلاً در الگوریتم ژنتیک می تواند در تعیین جواب های جایگزین به طور

خطا به عنوان تابع تناسب یک مدل الگوریتم ژنتیک در نظر گرفته شود، الگوریتم با کمک کروموزوم باینری و فرآیند تولید نسل، نسل جدیدی تولید می‌نماید تا ترکیب جدیدی از متغیرهای تأثیرگذار (این بار نه به‌طور تصادفی، بلکه با توجه به نتایج قبل) ایجاد کرده و دوباره با آموزش شبکه عصبی فازی خطای نمونه‌های آزمون محاسبه شود و باز بر مبنای مقادیر این خطا و ویژگی‌های الگوریتم و محدودیت‌های تعریف‌شده، نسل جدید ایجاد و پروسه تا جایی ادامه می‌یابد که محدودیت‌های مدل ژنتیک پروسه را متوقف کند. ترکیب نهایی به‌دست‌آمده از متغیرهای تأثیرگذار، ایده‌آل‌ترین ترکیب با توجه به مقادیر تناسب الگوریتم ژنتیک می‌باشد. این ترکیب نه تنها نشان‌دهنده

ایده‌آل‌ترین ترکیب تأثیرگذار بر قیمت مسکن است، بلکه تأخر زمانی فصلی متغیرهای انتخاب‌شده را نشان می‌دهد. در ادامه این مراحل به‌طور جزئی‌تر و با کمک نمودارهای مرتبط توضیح داده می‌شود.

اطلاعات مرتبط با ۳۷۲ نمونه ساختمان مسکونی ساخته‌شده بین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای ۱۳۸۸ در تهران، به صورت تصادفی به دو گروه داده‌های تست (۲۰ درصد کل نمونه‌ها) و داده‌های آموزش (۸۰ درصد کل نمونه‌ها) تقسیم شدند. در ادامه با شروع الگوریتم ژنتیک، کروموزوم باینری با طول رشته ۱۰۷ و محدودیت‌های خاصی ایجاد می‌شود (نمودار شماره ۲). وظیفه اصلی این کروموزوم انتخاب متغیرها از منبع داده‌هاست.

#### نمودار شماره (۲). ساختار کروموزوم باینری



متغیرهای گروه اول (به غیر از متغیرهای هدف یعنی متغیرهای ۹ و ۱۰) می‌باشد و ۹۵

همان‌طور که در نمودار شماره (۲) نشان داده شده است، ۱۲ بیت اول متعلق به

توجه به ساختار صفر و یک کروموزوم ۱۰۷ بیتی<sup>۵۰</sup> یادشده که ۱۲ بیت اول همگی یک و ۹۵ بیت بعدی ترکیبی از صفر و یک هستند، ۱۲ متغیر از گروه اول از بانک اطلاعات نمونه‌ها (نگاره شماره ۲) به غیر از متغیرهای هدف یعنی متغیرهای ۹ و ۱۰ و ۲۰ متغیر (۲۰ تایی که در ۹۵ بیت بعدی یک شده‌اند) از بانک مقادیر متغیرهای اقتصادی (نگاره شماره ۴) استخراج شده و هر نمونه ساختمان دارای ساختاری ماتریسی با ابعاد  $1 \times 34$  خواهد شد (۱۲ متغیر به همراه ۲ متغیر هدف از گروه اول و ۲۰ متغیر از گروه دوم که جمعاً ۳۴ متغیر می‌شود). مقادیر هر نمونه در بانک اطلاعات موقت نمونه‌ها (TSDB)<sup>۵۱</sup> ثبت شده و به دلیل اینکه در این تحقیق تعداد ۳۷۲ نمونه وجود دارد، ابعاد ماتریسی آن  $372 \times 34$  خواهد بود.

در ادامه با توجه به ماهیت از قبل تعیین شده نمونه‌های تست و آموزش و تفکیک آنها در TSDB، داده‌های آموزش برای آموزش شبکه عصبی - فازی به کار گرفته شده و با اعمال داده‌های تست، مقدار MSE آنها محاسبه می‌شود (رابطه شماره ۱). لازم به ذکر است برای آموزش و تست شبکه، متغیرهای ورودی، ۳۲ متغیر غیر هدف از هر

بیت بعدی متعلق به ۱۹ متغیر گروه دوم در ۵ تأخر زمانی‌اند. عدد یک نشان‌دهنده انتخاب متغیر و عدد صفر نشان‌دهنده عدم انتخاب است. ۱۲ بیت اول، یک در نظر گرفته می‌شوند (به دلیل آنکه این بیت‌ها برای انتخاب متغیرهای گروه اول هستند که ویژگی‌های فیزیکی و مالی هر نمونه پروژه ساختمانی را نشان می‌دهند و ترکیب آنها همواره ثابت است) و ۹۵ بیت بعدی ترکیبی از صفر و یک هستند؛ به گونه‌ای که تعداد یک‌ها بیشتر از ۲۰ عدد نشود (در واقع ۹۵ بیت بعدی برای انتخاب متغیرهای گروه دوم هستند و در هر بار ترکیب جدیدی از صفر و یک دارند تا به بهترین ترکیب ایده‌آل برسند). با این روش تعداد ۲۰ متغیر برتر از میان ۹۵ متغیر بالقوه موجود شناسایی می‌شود. لازم به ذکر است از آنجا که برای انتخاب ۲۰ متغیر از ۹۵ متغیر در حدود  $10^{20} \times 1/71$  حالت وجود دارد، الگوریتم ژنتیک پروسه رسیدن به بهترین ترکیب را که بتواند صحت پیش‌بینی<sup>۴۹</sup> اطلاعات را بیشینه کند، سریع‌تر می‌نماید.

پس از شکل‌گیری اولین کروموزوم، انتخاب و یا عدم انتخاب متغیرها بر مبنای صفر و یک ترجمه می‌شود. به عبارت دیگر، با

نمونه بوده و متغیرهای هدف متغیرهای ۹ و ۱۰ مرتبط با هر نمونه می‌باشد و مقدار MSE داده‌های تست بر اساس مقادیر واقعی متغیرهای هدف و مقادیر برآوردشده آنها توسط شبکه آموزش دیده به دست می‌آیند. در ادامه، با تشکیل کروموزوم باینری جدید، نگاره TSDB جدید ایجاد شده و مراحل یادشده تکرار می‌شود. این پروسه تا جایی تکرار می‌شود که شروط توقف الگوریتم ژنتیک<sup>۵۲</sup> (مانند تعداد ماکزیمم نسل‌ها<sup>۵۳</sup> و موارد مشابه) ایجاد نشده باشند. پروسه الگوریتم ژنتیک در نمودار شماره (۳) نشان داده شده است.

رابطه شماره ۱.

$$MSE = \frac{\sum (S_e - S_a)^2}{n}$$

MSE: خطای متوسط مربعات

$S_e$ : مقادیر برآورد شده قیمت فروش

$S_a$ : مقادیر واقعی قیمت فروش

$n$ : تعداد نمونه‌های تست

با توجه به توضیحات فوق، به عنوان مثال، اگر بیت ۱۵، ۳۳ و ۳۴ از کروموزوم باینری مفروض مقداری برابر یک داشته باشند، برای نمونه‌ای با تاریخ شروع پروژه

سومین فصل از سال ۱۳۷۴، با توجه به نمودار شماره (۲)، به ترتیب متغیرهای شماره ۱۷ از تأخر زمانی اول، ۱۶ از تأخر زمانی دوم و شماره ۱۷ از تأخر زمانی دوم انتخاب شده‌اند و مقدار آنها با توجه به نگاره شماره (۴) به ترتیب ۲۳/۸۱، ۱۹/۹ و ۲۲/۲۸ خواهد بود و بدین ترتیب نگاره TSDB در هربار تکرار شکل می‌گیرد.

#### ۴. تحلیل نتایج

##### ۴-۱. ترکیب نهایی متغیرهای برتر از نظر اثرگذاری بر قیمت مسکن

با کمک نرم‌افزار متلب<sup>۵۴</sup>، برنامه الگوریتم ژنتیک مطابق پروسه یادشده در بخش قبل نوشته و اجرا گردید. در نهایت پس از ایجاد ۳۰۰ نسل، مقادیر تناسب مطابق نمودار شماره (۴) به دست آمد.

با توجه به نمودار شماره (۴)، هر بار که یک نسل بر مبنای یک کروموزوم جدید تولید می‌شود، با توجه به مقادیر تناسب قبلی به دست آمده، ژنتیک خطای شبکه عصبی-فازی را بهینه کرده و مقادیر تناسب عملکرد محاسبه می‌شود، هرچه مقدار تناسب کمتر و نزدیک به صفر باشد، خطای به دست آمده بهینه‌تر (کمینه‌تر) است. به

52. Stop criterias

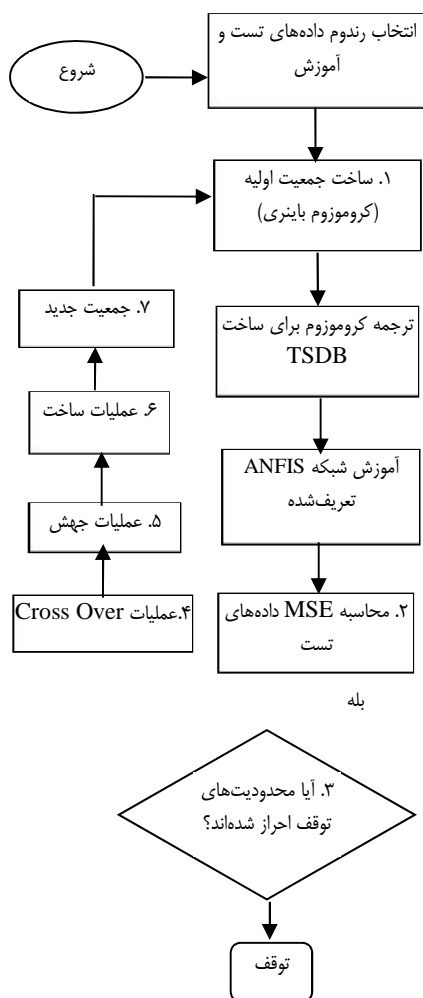
53. Generation

54. MATLAB



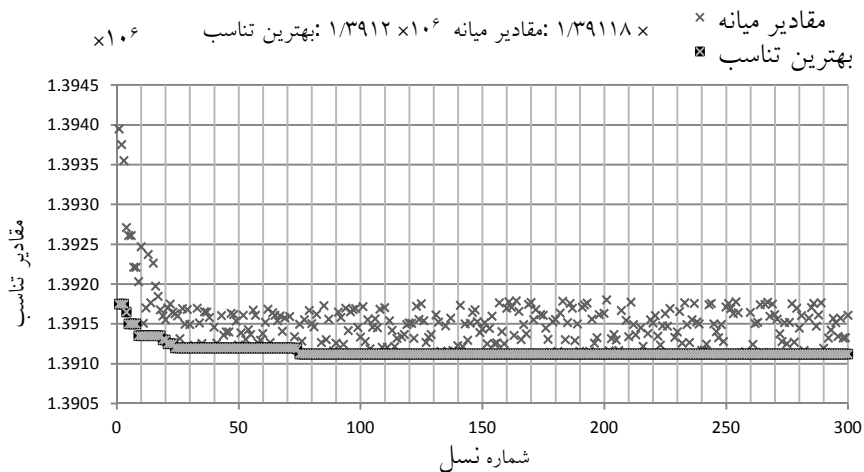
مقادیر MSE و مقادیر تناسب از نظر مقادیری، اعداد بزرگی خواهند بود.

**نمودار شماره (۳). پروسه الگوریتم ژنتیک برای تعیین ۲۰ متغیر برتر اقتصادی**



عبارت دیگر، همواره بهترین مقدار تناسب هر نسل بایستی از نسل بعدی کوچک‌تر شود و در صورتی که این مقدار به صفر برسد، مادامی که سایر محدودیت‌های توقف مانند حداکثر تعداد نسل‌ها (در اینجا ۳۰۰ نسل) رخ نداده باشد، الگوریتم متوقف می‌شود. در غیر این صورت، آخرین مقدار تناسب به دست آمده کمترین مقدار تناسب و پاسخ مسئله (در اینجا ترکیب بهینه) مرتبط با آخرین نسل است. باید توجه داشت از آنجا که مقادیر خطای داده‌های تست در شبکه عصبی- فازی برای برآورد قیمت ساخت و فروش در نگاره‌های مرتبط در مقیاس ۱۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده، مقادیر MSE از نظر مقادیری اعداد بزرگی بوده، لذا مقادیر تناسب در الگوریتم ژنتیک در مقیاس بزرگ‌تری ثبت شده‌اند. به عنوان مثال اگر قیمت واقعی ساخت هر متر مربع یک نمونه ساختمان متری ۴ میلیون ریال باشد و شبکه مقادیری برابر ۴ میلیون و سی هزار ریال برآورد نماید، علی‌رغم آنکه خطای ۳۰ هزار ریال از نظر فنی خطای کمی است، از نظر عددی مقدار ۳۰ هزار ریال عدد بزرگی می‌باشد و لذا

## نمودار شماره (۴). پروسه بهینه سازی مقادیر تناسب در الگوریتم ژنتیک

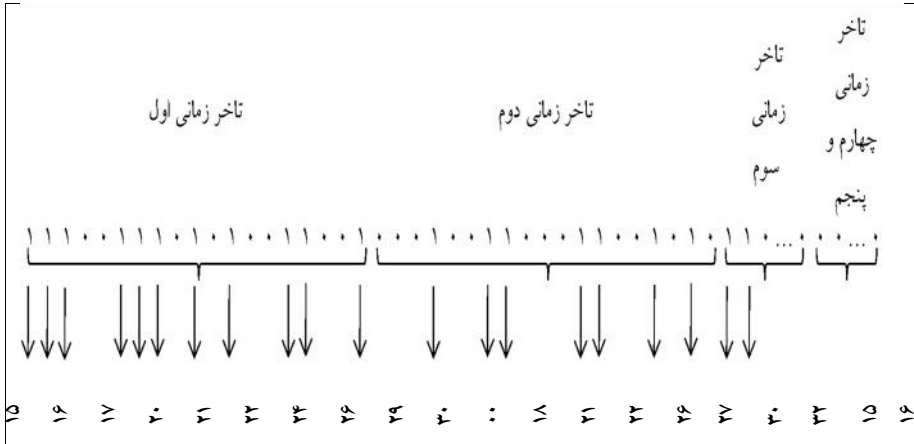


ژنتیک در زمان کمتری یافت شوند و از نظر صحت پیش بینی داده‌های تست به ایده‌آل ترین ترکیب ممکن نزدیک باشد. مقادیر تناسب هرچه کمتر باشند، ترکیب انتخابی به ترکیب ایده‌آل نزدیک تر است به همین دلیل ترکیب به دست آمده در این تحقیق، بهترین ترکیب ثبت شده پس از ۳۰ بار تکرار کل پروسه الگوریتم ژنتیک می‌باشد.

در پایان پروسه الگوریتم ژنتیک، ۹۵ بیت پایانی کروموزوم باینری نهایی مطابق نمودار شماره (۵) به دست آمده است. با توجه به نگاره شماره (۳) و نمودار ۵، متغیرهای ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۹، ۳۰ و ۳۳ در تأخر زمانی اول، متغیرهای ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۶، ۲۷، ۳۰ و ۳۲ در تأخر زمانی دوم و متغیرهای ۱۵ و ۱۶ در تأخر زمانی سوم به عنوان ترکیب مؤثرتر از ۲۰ متغیر مؤثر بر قیمت ساخت و فروش انتخاب شده‌اند (نگاره شماره ۵).

لازم به ذکر است که ترکیب این ۲۰ متغیر به عنوان ترکیب برتر از میان حدود  $1020 \times 1/71$  ترکیب بالقوه به گونه‌ای انتخاب شده است که با کمک الگوریتم

قیمت ساخت و فروش



لازم به ذکر است به منظور ارزیابی تحقیق و نتایج حاصل از آن، با کمک پرسشنامه ۱۱ رتبه‌ای تورستون، از تعدادی از اساتید و متخصصین داخلی و خارجی مرتبط و دارای تجربه در زمینه‌های مهندسی عمران، ریاضیات و مدیریت، اقتصاد، مسکن، هوش مصنوعی و موارد مشابه، پیرامون تحقیق جاری و نتایج آن، نظرسنجی شده و با توجه به میانگین ۹/۰۸ به دست آمده، متغیرها، مدل تحقیق و نتایج نهایی آن مورد تأیید جمیع اساتید و متخصصین یادشده واقع شده است.

با توجه به نمودار شماره (۵)، ترکیب نهایی متغیرهای اقتصادی به گونه‌ای است که در تأخرات زمانی نزدیک‌تر به زمان شروع پروژه متغیرهای بیشتری انتخاب و در تأخر زمانی چهارم و پنجم هیچ متغیری در ترکیب حضور ندارد. این مسئله به دلیل آن است که متغیرهای اقتصادی در زمان‌های دورتر از زمان شروع یک پروژه نسبت به متغیرهای نزدیک‌تر به آن اثر کمتری بر قیمت‌های ساخت و فروش پروژه در انتهای مراحل ساخت آن خواهد داشت. لازم به ذکر است تا به این مرحله و همچنین در نمودار شماره (۵)، تأخرات زمانی تا زمان شروع پروژه‌ها محاسبه شده‌اند.

نگاره شماره (۵). ترکیب مؤثرتر از ۲۰ متغیر اقتصادی مؤثر بر قیمت ساخت و فروش

### ساختمان‌های مسکونی در تهران

شماره متغیر	شرح	تأخر زمانی
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده در شهر تهران	۱
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده در شهر تهران	۳
۱۶	شاخص بهای خدمات ساختمانی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۱
۱۶	شاخص بهای خدمات ساختمانی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۳
۱۷	شاخص بهای تولیدکننده مصالح ساختمانی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۱
۱۸	برآورد سطح زیر بنای طبقات ساختمان‌ها بر اساس پروانه‌های صادرشده (میلیون متر مربع) در تهران	۲
۲۰	سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید مناطق تهران (میلیارد ریال)	۱
۲۱	شاخص قیمت زمین در تهران (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۱
۲۱	شاخص قیمت زمین در تهران (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۲
۲۲	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (هزار فقره)	۱
۲۲	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (هزار فقره)	۲
۲۴	نرخ سود مورد انتظار تسهیلات بانکی در بخش مسکن صندوق پس انداز بانک مسکن (در صد - سالانه)	۱
۲۶	متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران-ساختمان‌های شروع‌شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۱
۲۶	متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران-ساختمان‌های شروع‌شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۲
۲۷	نرخ ارز مرجع (ریال)	۲
۲۹	شاخص کل بهای کالاها و خدمات مصرفی در کشور (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۱
۳۰	شاخص کل مسکن سوخت روشنایی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۱
۳۰	شاخص کل مسکن سوخت روشنایی (بر مبنای ۱۰۰=۱۳۸۳)	۲
۳۲	جمعیت شهری، جمعی (هزار نفر)	۲
۳۳	قیمت سکه بهار آزادی، طرح قدیم (ریال)	۱

۴-۲. تأخر زمانی اثر هر یک از متغیرهای ترکیب نهایی بر قیمت مسکن

میانگین<sup>۵۵</sup> در حدود ۶ فصل و میانه<sup>۵۶</sup> آن نیز ۶ فصل می‌باشد، می‌توان تأخر زمانی متغیرهای کلان اقتصادی بررسی‌شده بر بازار مسکن را به صورت فصلی مشخص نمود. این مقادیر در نگاره شماره (۶) نشان داده شده‌اند. در واقع در نگاره شماره (۶)، تأخر زمانی، این

نگاره شماره (۶) نشان‌دهنده ترکیب ایده‌آل متغیرهای تأثیرگذار و تأخر زمانی اثر هر یک بر قیمت مسکن می‌باشد. با توجه به اینکه مدت زمان ساخت نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در این تحقیق به‌طور

55. Average

56. Mean

	(۱۳۸۳=۱۰۰)	
۸	برآورد سطح زیر بنای طبقات ساختمان‌ها بر اساس پروانه‌های صادر شده (میلیون متر مربع) در تهران	۱۸
۷	سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید مناطق تهران (میلیارد ریال)	۲۰
۷	شاخص قیمت زمین در تهران بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۲۱
۸	شاخص قیمت زمین در تهران بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۲۱
۷	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (هزار فقره)	۲۲
۸	تسهیلات پرداختی بانک مسکن (هزار فقره)	۲۲
۷	نرخ سود مورد انتظار تسهیلات بانکی در بخش مسکن صندوق پس‌انداز بانک مسکن (در صد - سالانه)	۲۴
۷	متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران- ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۲۶
۸	متوسط هزینه ساخت هر متر مربع بنا در استان تهران- ساختمان‌های شروع شده توسط بخش خصوصی (هزار ریال)	۲۶
۸	نرخ ارز مرجع (ریال)	۲۷
۷	شاخص کل بهای کالاها و خدمات مصرفی در کشور بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۲۹
۷	شاخص کل مسکن سوخت روشنایی بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۳۰
۸	شاخص کل مسکن سوخت روشنایی بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۳۰
۸	جمعیت شهری، تجمعی (هزار نفر)	۳۲
۷	قیمت سکه بهار آزادی، طرح قدیم (ریال)	۳۳

بار تا پایان متوسط زمان نمونه‌ها (یعنی زمان متوسط تکمیل پروژه و زمان آغاز فروش) در نظر گرفته شده که در واقع همان زمان تأخر اثر است. با توجه به این نگاره، به عنوان مثال، افزایش قیمت مسکن در تابستان ۱۳۸۶ تابعی است از مقادیر تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده در تهران مابین بهار تا پاییز ۱۳۸۴، شاخص بهای خدمات ساختمانی در پاییز ۱۳۸۴ و بقیه نیز به طریق مشابه قابل ردگیری‌اند. بنابراین ایجاد تغییر در سیاست‌های کلان اقتصادی و به تبع آن سیاست‌های دولت و مدیریت اقتضایی متغیرهای اقتصادی در سال ۱۳۸۴ می‌توانست از افزایش قیمت مسکن در تابستان ۱۳۸۶ جلوگیری نماید.

### نگاره شماره (۶). زمان تأخیر تخمینی اثرگذاری متغیرهای اقتصادی انتخاب شده بر بازار مسکن به صورت فصلی (تأخر زمانی)

شماره متغیر	شرح	تأخر زمانی (فصلی)
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده در شهر تهران	۷
۱۵	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده در شهر تهران	۹
۱۶	شاخص بهای خدمات ساختمانی بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۷
۱۶	شاخص بهای خدمات ساختمانی بر مبنای (۱۳۸۳=۱۰۰)	۹
۱۷	شاخص بهای تولیدکننده مصالح ساختمانی بر مبنای	۷

### ۴-۳. تصمیمات راهبردی و آزمون فرضیه تحقیق

نمودار شماره (۶)، نوسانات برخی از متغیرهای اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن را که در نگاره شماره (۶) به دست آمده‌اند، به همراه متغیرهای نقدینگی و شاخص قیمت سهام بورس<sup>۵۷</sup>، که خود از جمله متغیرهای مؤثر بر قیمت مسکن می‌باشند، مابین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ نشان داده است. نمودار شماره (۷)، تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده و همچنین برآورد سطح زیربنای طبقات ساختمان‌ها بر اساس پروانه‌های صادرشده مابین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ را نشان داده است. همان‌طور که در نمودار شماره (۶) مشخص است، به‌جز شاخص قیمت سهام بورس به عنوان نماینده بازار سرمایه و نرخ ارز مرجع که نوسانات اندکی داشته‌اند، سایر متغیرهای اقتصادی مؤثر بر قیمت مسکن تقریباً همواره افزایش داشته‌اند. از طرفی، نمودار شماره (۷) به روشنی نشان می‌دهد که بر خلاف روند قبل از سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده در شهر تهران (به عنوان کانون شوک‌های بازار مسکن در کشور) در طول این سال‌ها، رکود و کاهش قابل توجهی داشته است. به عبارت دیگر، عرضه مسکن در سال‌های

پس از ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ قطعاً کاهش یافته و از طرفی افزایش قیمت نهاده‌های تولید مسکن، قیمت تمام‌شده این محصول را افزایش داده است. بنابر این، کاهش عرضه، افزایش قیمت، روند صعودی نقدینگی و در نتیجه افزایش قدرت خرید و تقاضا و رکود نسبی بازار سرمایه در طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶، مطابق مفاهیم اقتصاد کلان نظریه کینزی، از عوامل اصلی تأثیرگذار بر قیمت مسکن بوده است.

نمودار شماره (۶). نوسانات برخی از متغیرهای

#### اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن



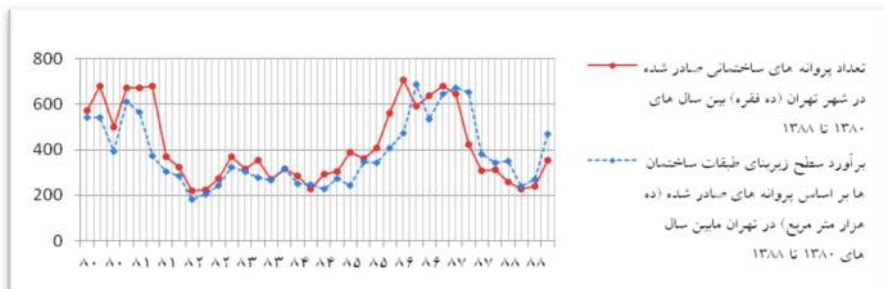
برگرفته از متغیرهای موجود در سری‌های زمانی اقتصاد بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

با توجه به نگاره شماره (۶) که اثر تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده را بر قیمت

بخش‌های خاص مد نظر، دولت را قادر می‌سازد تا با پیش‌بینی زمانی عوارض خاص ناشی از این اقدام در سایر بخش‌های اقتصادی مانند بازار مسکن، با تصمیم‌گیری‌های راهبردی درازمدت و یا مقتضی، از بروز بحران در این بخش جلوگیری و یا حداقل اثرات آن را تا حدی کنترل نماید.

با توجه به مطالب یادشده، می‌توان ضمن تأیید فرضیه مهم تحقیق، با صراحت بیان کرد که شناسایی تأخر زمانی اثرگذاری متغیرهای اقتصادی بر قیمت مسکن می‌تواند به ایجاد سیاست راهبردی مناسب جهت کنترل قیمت مسکن در طول زمان کمک شایانی نماید. باید توجه داشت که ارائه این سیاست‌های کلان به صورت موردی در حوزه این پژوهش نیست، اما نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند برای ارائه پیشنهادات و راهکارهای مقتضی در سیاست‌گذاری‌های کلان اقتصادی در حوزه اقتصاد مسکن، در تحقیق جداگانه‌ای بررسی شود.

### نمودار شماره (۷). نوسانات تعداد پروانه‌های ساختمانی صادره در تهران و برآورد سطح زیربنای طبقات ساختمان‌ها بر اساس آن مابین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸



برگرفته از متغیرهای موجود در سری‌های زمانی اقتصاد بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

## فرجام

در این تحقیق با کمک اطلاعات جمع‌آوری‌شده از ۳۷۲ نمونه ساختمان ساخته‌شده مابین سال‌های ۱۳۷۲ تا انتهای سال ۱۳۸۸ و متغیرهای اقتصادی مؤثر بر قیمت ساخت و فروش ساختمان‌های مسکونی، با به‌کارگیری ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی- فازی، ترکیب برتر شامل ۲۰ متغیر اقتصادی تأثیرگذار شناسایی شدند. علاوه بر آن زمان تخمینی تأثیر متغیرهای یادشده بر بازار مسکن به‌دست آمده است. بنابراین با تغییرات کاهشی و افزایش این متغیرها با سیاست‌های کلان مقتضی، می‌توان بازار مسکن را در فصول آتی به ثبات قیمت رساند.

در این تحقیق سعی شده که ترکیب به‌دست‌آمده تا حد قابل قبولی به ترکیب ایده‌آل که دست یافتن به آن عملاً از طریق آزمون و خطا و سایر روش‌های سنتی بهینه‌سازی دشوار است، نزدیک باشد. لازم به ذکر است مدل ایجادشده توانایی ارتقاء برای بازه‌های زمانی مختلف را در صورت ثبت داده‌های اقتصادی مرتبط داراست. متغیرهای به‌دست‌آمده را می‌توان به عنوان متغیرهای مؤثر بر قیمت ساخت و فروش ساختمان‌های مسکونی به‌گونه‌ای در نظر گرفت که ترکیب

آنها در کنار هم، صحت پیش‌بینی داده‌های تست را در شبکه عصبی- فازی بالاتر برده و خطای متوسط مربعات را کمینه نماید.

با توجه به نتایج تحقیق، ترکیب نهایی متغیرهای اقتصادی به‌گونه‌ای است که در تأخرات زمانی نزدیک‌تر به زمان شروع پروژه متغیرهای بیشتری انتخاب و در تأخر زمانی چهارم و پنجم هیچ متغیری در ترکیب حضور ندارد. این مسئله به دلیل آن است که متغیرهای اقتصادی در زمان‌های دورتر از زمان شروع یک پروژه نسبت به متغیرهای نزدیک‌تر به آن اثر کمتری بر قیمت‌های ساخت و فروش پروژه در انتهای مراحل ساخت آن خواهد داشت. از طرفی متغیرهای اقتصادی نزدیک به زمان شروع و یا حتی پایان پروژه‌ها نیز نیازمند زمان کافی برای اثرگذاری بر بازار مسکن هستند، لذا با در دست داشتن تأخر زمانی مناسب برای هر متغیر مؤثر، می‌توان مدل پیشنهادی تحقیق را ارتقا بخشید و در راستای تحقق اهداف برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز، تصمیمات راهبردی مقتضی را اتخاذ نمود.

## پیشنهاد‌های تحقیق

تحقیق جاری یک تحقیق منحصر به فرد در حوزه اقتصاد مسکن و برآورد فاصله زمانی اثرگذاری متغیرهای اقتصادی بر قیمت



مصنوعی جاری. این تکنیک‌ها نیز می‌توانند در تحقیق جداگانه‌ای استفاده و نتایج آن با تحقیق حاضر مقایسه شوند.

در انتها پیشنهاد می‌شود در تحقیقی مشابه و با توجه به نتایج تحقیق حاضر، با کمک الگوریتم ژنتیک، مدلی راهبردی جهت تحقق ثبات قیمت در زمان آینده ایجاد شود. به عبارت دیگر، مقادیر مناسب و بهینه برای متغیرهای کلان اقتصادی در مقطع فعلی با هدف به ثبات رساندن قیمت‌ها در آینده مشخص به‌دست آمده و سیاست‌های کلان و راهبردی در جهت رسیدن به مقادیر یادشده تنظیم شوند.

### پانوشتها

برای اطلاعات بیشتر به منابع زیر مراجعه شود:  
(Jespersen E, Stockhammer E, 2011) (Hein E, 2009), (Davidson P, 2011)  
۲. تابع هدف (Fitness Function)

### منابع فارسی

۱. البرزی، محمود (۱۳۸۸)، *الگوریتم ژنتیک*، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
۲. جهانی، محمود (۱۳۸۸)، «رکود بازار مسکن و راهکارهای برون‌رفت از آن»، *فصلنامه اقتصاد مسکن*، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، شماره ۴۵.
۳. عسگری، حشمت‌اله و علی چگنی (۱۳۸۷)، «اثر تسهیلات اعطایی مسکن بر توسعه سرمایه‌گذاری

مسکن است، بنابراین نتایج حاصل از این برآورد می‌تواند گسترده باشد. به منظور ارتقاء مدل‌های تحقیق و افزایش کارایی و دقت الگوریتم و همچنین با هدف ایجاد مدلی جامع‌تر و مطمئن‌تر برای تصمیمات راهبردی و اقتضایی، پیشنهادات زیر برای تحقیقات آتی ارائه می‌شوند:

✓ افزایش تعداد نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از طریق پرسشنامه یا مصاحبه و یا سایر روش‌های در دسترس جهت کاهش خطای شبکه عصبی مصنوعی؛  
✓ یافتن سایر متغیرهای مؤثر بر قیمت ساخت و فروش مسکن و استفاده از آنها در روند تحقیق؛

✓ استفاده از سایر روش‌های موجود در هوش مصنوعی مانند روش الگوریتم مورچه‌ها و غیره و مقایسه آن با نتایج حاصل از این تحقیق. در این خصوص می‌توان مقادیر اوزان شبکه عصبی مصنوعی و یا سایر ویژگی‌های شبکه مفروض را با بهره‌گیری از این تکنیک محاسبه و نتایج آن را با روش‌های به‌کار رفته در تحقیق جاری مقایسه نمود.

✓ استفاده از تکنیک‌های <sup>۵۸</sup> MRA و CBR در برآورد قیمت ساخت و فروش و مقایسه آنها با نتایج حاصل از شبکه عصبی

- Fluctuations”, *Expert Systems with Application*, 39(1), 298-315
10. Bode J., (1998), “Neural Networks for Cost Estimation”, *Cost Engineering*, 40(1), 25–30.
11. Bode J., (2000), “Neural Networks for Cost Estimation: Simulations and Pilot Application”, *International Journal of Production Research*, 38(6), 1231–54.
12. Castilho V, El debs M., Nicoletti M. (2007), “Using a Modified Genetic Algorithm to Minimize the Production Costs for Slabs of Precast Prestressed Concrete Joists”, *Engineering Application of Artificial Intelligence*, 20(4), 519-530
13. Davidson P. (2011), *Post Keynesian Macroeconomic Theory: A Foundation for Successful Economic Policies for the Twenty-First Century*, Edward Elgar Publishing limited.
14. Gen M, Cheng R. (2000), *Genetic Algorithm and Engineering Optimization*, Jon Wiley and Sons.
15. Hein E. Stockhammer E. (2011), *A Modern Guide to Keynesian Macroeconomics and Economic Policies*, Edward Elgar Publishing limited.
16. Huang D, Wunsch II D, Levine D, Jo K., (2008), *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications*, بخش خصوصی». *فصلنامه اقتصاد مسکن*، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، شماره ۴۱.
۴. عسگری، حشمت‌اله و علی چگنی (۱۳۸۶)، تعیین عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در مناطق شهری کشور به روش داده‌های تابلویی، *فصلنامه اقتصاد مسکن*، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، شماره ۴۰.
۵. کرمی، افشین (۱۳۸۶)، *بررسی وضعیت بازار مسکن در ایران*، مؤسسه تحقیقاتی تدبیر اقتصاد.
۶. نجارپور، امین و مهدی صادق‌زاده (۱۳۸۹)، *الگوریتم‌های ژنتیک کاربردی*، شرکت انتشاراتی پارس پیدور.
۷. یزدانی، فردین (۱۳۸۶)، «مقدمه‌ای بر مباحث نظری ارتباط بین سیاست‌های کلان اقتصادی و بخش مسکن»، *فصلنامه اقتصاد مسکن*، معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، شماره ۴۲.

### منابع لاتین

8. Adeli H, Wu M., (1998), “Regularization Neural Network for Construction Cost Estimation”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(1):18–24.
9. Azadeh A, Ziaei B, Moghaddam M., (2012), “A Hybrid Fuzzy Regression-Fuzzy Cognitive Map Algorithm for Forecasting and Optimization of Housing Market

- Price Forecasts”, in: Brandon PS, Editor. *Building Cost Modeling and Computers*, London, E. & FN Spon, p. 327–36.
24. Smith AE, Mason AK., (1997), “Cost Estimation Modeling: Regression Versus Neural Network”, *Engineering Economist*, 42(2), 137–61.
25. Stroup G, Macpherson S. (2009), *Economics: Private and Public Choice*, South-Western Cengage learning, p. 313.
26. Tuhas-Dubrow D, Krati M. (2010), “Genetic-Algorithm Based Approached to Optimize Building Envelope Design for Residential Buildings”, *Building and Environment*, 45(7), 1574-81.
- with Aspects of Artificial Intelligence*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
17. Jeon J., (2008), *Fuzzy and Neural Network Models for Analyses of Piles*. ProQuest Information and Learning Company.
18. Jespersen J. (2009), *Macroeconomics Methodology: A Post-Keynesian Perspective*, Edward Elgar Publishing limited.
19. Kim G, An S, Kang K. (2004a), “Comparison of Construction Cost Estimating Models Based on Regression Analysis, Neural Networks and Case-Based Reasoning”, *Building and Environment*, 39(10), 1235-42.
20. Kim G, Yoon J, An S, Cho H, Kang K., (2004b), “Neural Network Model Incorporating a Genetic Algorithm in Estimating Construction Costs”, *Building and Environment*, 39(11), 1333-40.
21. Liao H. (2009), “Using Ga to Dispatch the Obtaining Quantity for Minimizing the Total Cost Based on Consideration of Patient Safety in HSCM”, *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11358-62.
22. R.Rabunal J, Dorado J. (2006), *Artificial Neural Networks in Real-Life Application*, Idea Group Publishing.
23. Skitmore M. (1987), “The Effect of Project Information on the Accuracy of Building