

## ارزیابی و مقایسه الگوریتم‌های بهینه‌سازی ژنتیک، شبیه‌سازی تبرید و فاخته‌ها

### در مکان‌یابی رقابتی تسهیلات (مطالعه موردی: بانک‌ها)

فرشاد حکیم‌پور<sup>۱</sup>، سیامک طلعت‌اهری<sup>۲</sup>، ابوالفضل رنجبر<sup>۳\*</sup>

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۲۷	این مقاله به مکان‌یابی بانک‌ها تحت شرایط رقابتی با سطوح جذابیت متفاوت پرداخته است. مساله مکان‌یابی بانک‌ها به فاکتورهای زیادی نیاز داشته و جزء مسایل NP-HARD طبقه‌بندی می‌شود. استفاده از روش‌های فراابتکاری برای حل مسایل NP-HARD علی‌رغم تقریبی بودن، مناسب‌ترین راه حل به نظر می‌رسد. در این تحقیق از روش‌های بهینه‌سازی ژنتیک، شبیه‌سازی تبرید و الگوریتم بهینه‌سازی فاخته‌ها در حل مساله مکان‌یابی رقابتی بانک‌ها استفاده شده است. روش‌ها به طوری آماده شدند که قابلیت پیدا نمودن مکان بانک جدید با وجود بانک‌های رقیب را دارند و مکان بانک جدید از بانک‌های هم نوع خودش تا حد ممکن دورتر باید باشد (هدف بازاریابی). همچنین در مجموع کل مشتریان این نوع بانک نیابستی از یک حدی کمتر شده و میزان جذب مشتری شعبه جدید التاسیس بانک از یک تعدادی کمتر نشود (محدودیت‌ها). بدین منظور قسمتی از شهر تبریز جهت پیاده‌سازی انتخاب شد. در نهایت به منظور ارزیابی کیفیت و دقت الگوریتم‌ها از تست تکرارپذیری و مقایسه اعداد همگرایی برای نتایج حاصل از اجرای هر الگوریتم روی داده‌ها استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون‌ها عملکرد دقیقتر و همچنین سرعت همگرایی بیشتر، الگوریتم فاخته‌ها نسبت به روش‌های بهینه‌سازی ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید در بهینه‌سازی مکان‌یابی رقابتی بانک‌ها را نشان می‌دهد.
پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۲۰	
<b>واژگان کلیدی:</b> مکان‌یابی رقابتی، الگوریتم بهینه‌سازی فاخته‌ها، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم شبیه‌سازی تبرید، بانک‌ها.	

#### ۱- مقدمه

مساله مکان‌یابی صحیح بانک‌ها یکی از مسائل بسیار مهم در تصمیم‌گیری مدیران ارشد بانک‌ها محسوب می‌شود. چرا که مکان‌یابی صحیح بانک‌ها، باعث جذب مشتری بیشتر و افزایش بهره‌وری می‌شود. از این رو این مساله یکی از

موضوعات مورد علاقه دانشمندان تحقیق در عملیات و علوم مدیریت بوده و مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. در مسایل مکان‌یابی راه‌حل‌های ممکن مساله با افزایش تعداد نقاط تقاضا و مراکز ارائه تسهیلات<sup>۳</sup>، به سرعت افزایش یافته، بررسی تمامی حالت‌های ممکن برای رسیدن

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: ranjbar57@yahoo.com

۱. استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، پردیس دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۲. استادیار گروه عمران، دانشکده فنی، دانشگاه تبریز

۳. دانشجوی دکتری عمران، نقشه برداری گرایش سیستم اطلاعات مکانی

پردیس دانشکده فنی دانشگاه تهران، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

<sup>3</sup>Facilities

نماید. این روش مستلزم هزینه است، لذا بهتر آنست که مکان صحیح مرکز پیش از تاسیس، حتی الامکان صحیح انتخاب شود تا از اتلاف سرمایه و زمان جلوگیری شود. همچنین امروزه مشتریان جهت انجام کارهای مالی خود نیاز دارند تا به بانک‌ها مراجعه نمایند و بانک‌ها درصدد این هستند که جهت جلب مشتریان بیشتر خدمات بیشتری را ارائه نمایند تا از بانک‌های رقیب موجود در منطقه پیشی بگیرند. تحقیقات نشان می‌دهد که هر چه تعداد بانک‌ها زیاد و خدمات بیشتری (اعم از خدماتی، مالی، انسانی و فیزیکی) ارائه نمایند [7]، می‌توانند در جذب مشتری موفق باشند. بنابراین کاهش زمان رسیدن مشتریان به بانک‌ها و داشتن سطح جذابیت بالا امری حیاتی در جهت جذب مشتری می‌باشد. لذا توسعه یک روش مناسب برای بهینه‌سازی مکان‌یابی بانک‌ها در جهت جذب مشتری، می‌تواند کمک زیادی به اقتصاد بانک‌ها به همراه داشته باشد.

در این تحقیق، ابتدا مطالعات انجام شده در زمینه حل مسائل مکان‌یابی در بخش دوم مقاله بررسی خواهد شد. در بخش سوم جزئیات مساله مورد مطالعه و روش پیشنهادی مورد بحث قرار خواهند گرفت. نحوه طراحی و پیاده‌سازی مساله بر پایه سه روش فراابتکاری: الگوریتم ژنتیک<sup>8</sup> (GA)، الگوریتم شبیه‌سازی تبرید<sup>9</sup> (SA) و الگوریتم بهینه‌سازی فاخته‌ها<sup>10</sup> (COA) برای بهینه‌سازی مکان‌یابی بانک‌ها جهت جذب مشتری بیشتر با استفاده از قابلیت‌های علوم سیستم اطلاعات مکانی در بخش چهارم تشریح می‌شود. پیاده‌سازی سه الگوریتم بر روی داده‌های قسمتی از منطقه ۳ شهرداری تبریز در بخش پنجم ارائه شده است. سپس در بخش ششم نتایج حاصله از سه الگوریتم مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. همچنین به منظور ارزیابی دقت الگوریتم‌ها از روش تکرارپذیری استفاده شده و نتایج آنها در بخش هفتم ارائه شده و در بخش هشتم پیشنهاداتی برای کارهای آینده ارائه شده است.

به بهترین مکان ایجاد بانک‌ها امکان پذیر نباشد. این مساله مکان‌یابی از نوع مسائل NP-HARD<sup>4</sup> می‌باشند [1-2]. از روش‌های قطعی<sup>5</sup> نمی‌توان در حل مسائل مکان‌یابی رقابتی تسهیلات به علت زمان‌بر بودن، استفاده نمود و باید از روش‌های فراابتکاری برای حل مناسب این مسائل توسعه داده شود.

سیستم اطلاعات مکانی<sup>6</sup> (GIS) قابلیت جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی را در اختیار دارد [3]. لذا موفقیت بانک‌ها در بازار رقابتی امروزی بستگی به رویکرد مدیریت داده‌های مکانی دارد. از این رو، برنامه‌ریزی برای بهبود عملکرد بانک‌ها در ترکیب با مدل‌سازی مکانی در GIS مزایای ملموسی را برای بانک‌ها در پی خواهد داشت. پیشرفت‌های اخیر در جمع‌آوری، ذخیره، تحلیل و ارائه نمایش داده‌های مکانی اجازه می‌دهند تا به طور دوره-ای داده‌های مکانی برای تسهیلات موجود را جمع‌آوری کنیم و لذا با استفاده از چنین داده‌های دقیق و جامع می‌توان مدل‌های کاربردی توسعه داد [4].

مدل‌های موقعیتی-رقابتی<sup>7</sup> براساس رابطه هاف (Huff) در تحقیق در عملیات<sup>8</sup> (OR) به طور فراوان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. مدل‌های رقابتی OR رایج، فقط مساله سطح جذابیت و فاصله تا مشتریان را در نظر می‌گیرند. اما جنبه‌های مکانی نظیر پراکندگی مشتریان و تعداد مشتریان در هر نقطه منطقه، مکان بانک‌های رقیب و غیره را در نظر نمی‌گیرند. همچنین قابلیت حذف مکانهای نظیر خیابانها و پلها و غیره را در تحلیل، ندارند. لذا از روش‌های GIS جهت بهبود نتایجی که از مدل‌های جذب بدست می‌آیند، استفاده می‌شود [5]. همچنین اعمال قیود به مساله مکان-یابی بانک‌ها به آسانی توسط ابزارهای GIS قابل اعمال هستند [6].

تاثیر انتخاب صحیح مکان بهینه مراکز تنها موقعی خودش را نشان می‌دهد که یک مرکز ایجاد شده و شروع به کار

<sup>8</sup> Operational Research

<sup>9</sup> Genetic Algorithm

<sup>10</sup> Simulated Annealing

<sup>11</sup> Cuckoo Optimization Algorithm

<sup>4</sup> Non Polynomial Hard Problems

<sup>5</sup> Deterministic

<sup>6</sup> Geospatial Information System

<sup>7</sup> Location-Competitive

## ۲- مروری بر کارهای گذشته

مکان‌یابی رقابتی مراکز تا حدی شبیه به روش‌های P-مرکز و P-میانه می‌باشند [8]. اما در این روش‌ها هدف مینیمم کردن هزینه برای مشتریان می‌باشد و رقابت بین مراکز مختلف در جهت جذب مشتری دیده نشده است [9]. مدل‌های مکان‌یابی-تخصیص<sup>۱۲</sup> هم نمی‌توانند جنبه رقابت بین بانک‌ها را که یکی از اصل‌های مهم در تعیین موقعیت بانک‌ها می‌باشد، را در نظر بگیرند [10].

هدف در تعیین مکان‌یابی رقابتی، انتخاب مکان بهینه و کیفیت خدماتی است که به مشتریان ارائه می‌شود، به طوریکه شرکتهای به دنبال کسب بیشترین سهم بازار می‌باشند و همچنین تاثیر ایجاد مراکز جدید به مراکز قبلی شرکت کمتر باشد [11-12]. پیشینه مکان‌یابی‌های انجام شده در تئوری و عمل حدوداً به هشتاد سال قبل برمی‌گردد. مشکل مکان‌یابی رقابتی برای اولین بار توسط هاتلینگ در سال ۱۹۲۹ مطرح شد و آن زمان ایشان مکان‌یابی را بر روی یک خیابان نشان دادند [13]. در اولین مدل جاذبه بکار برده شده، رفتار انسانها براساس قانون نیوتن فرض شده و در مدل کردن رفتار مشتری نسبت به مراجعه به بانک استفاده شده است. اساس مدل‌های جاذبه بر این است که تاثیر عوامل مختلف با عکس فاصله بین آنها رابطه دارد [14-15]. مدل هاف جهت بهبود مدل ریلی (Reilly) معرفی شد. در این مدل علاوه بر در نظر گرفتن فاصله مشتری نسبت به بانک، پارامترهای جاذبه بانک نیز در نظر گرفته شده است. اساس این مدل به این صورت می‌باشد که در شرایط یکسان جذابیت<sup>۱۳</sup> دو شعبه، مشتری شعبه نزدیکتر را انتخاب خواهد کرد و همچنین در شرایط سطح دسترسی یکسان به شعبه‌ها، شعبه‌ای را انتخاب خواهد کرد که جذابیت بیشتری داشته باشد [16]. سوارز - وگا و همکاران نیز نشان دادند که تابع جذب ارتباط مستقیم با کیفیت خدمت‌رسانی مراکز و متناسب با عکس فاصله بین مشتری و مرکز خدمت‌رسانی دارد [17]. لذا اگر شرکتی

می‌خواهد یک مرکز خدمت‌رسانی با توجه به وجود رقابت بین شرکتهای مختلف تاسیس نماید، قدر مسلم آن است که مرکز جدید باید به مشتریان خود نزدیکتر و دارای سطح جذابیت بالایی نسبت به مراکز رقیب خود در آن منطقه باشد [5]. پلاستریا مدل‌های رقابتی را به دو قسمت کلی قطعی و احتمالی تقسیم می‌کند. در مدل قطعی مشتری جذب مرکزی می‌شود که بیشترین جذابیت را داشته باشد و در این روش از فاصله ورونی<sup>۱۴</sup> جهت اختصاص مشتری به مرکز استفاده می‌شود. اما در روش مدل‌های رقابتی احتمالی، مشتری به صورت احتمالی به مرکز مراجعه می‌کند. لذا ممکن است فروشگاهی با کیفیت خیلی بالا در فاصله خیلی دور قرار گرفته باشد و بتواند مشتری جذب کند [18].

از کارهای انجام شده به روش تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان به مدل DEA، آزاده و همکارانش [19] و از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی می‌توان به کار چو و تبری در جهت حل مسایل مکان‌یابی اشاره کرد [20-21]. از روش‌های ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان به کار تحقیق انوت و همکارانش اشاره نمود که ایشان از تصمیم‌گیری چند مشخصه به روش Topsis فازی برای تعیین رتبه‌بندی مناطق برای مراکز خرید استفاده نمودند. اما مشکلاتی که در این مقاله به چشم می‌خورد نیاز به اطلاعات کارشناسی برای وزن‌دهی معیارها و همچنین ناتوانی در ارائه جواب مستقل برای مکان بهینه مراکز خرید را می‌توان ذکر نمود [22].

یو و همکاران برای بهینه‌سازی توزیع مراکز خرید از الگوریتم ژنتیک در حالت تک هدفه برای دستیابی کمترین میزان سفر برای مشتریان براساس معیارهای شبکه حمل و نقل و ترافیک آن استفاده نمود. با توجه به مد نظر قرار ندادن شرایط رقابتی بین مراکز خرید و پراکندگی جمعیت، عملاً توزیع مراکز خرید در یک ناحیه متمرکز شد [23]. در کار تحقیقاتی از درنزر و همکار ایشان، مکان‌یابی تسهیلات

<sup>14</sup> Voronoi

<sup>12</sup> Location-Allocation

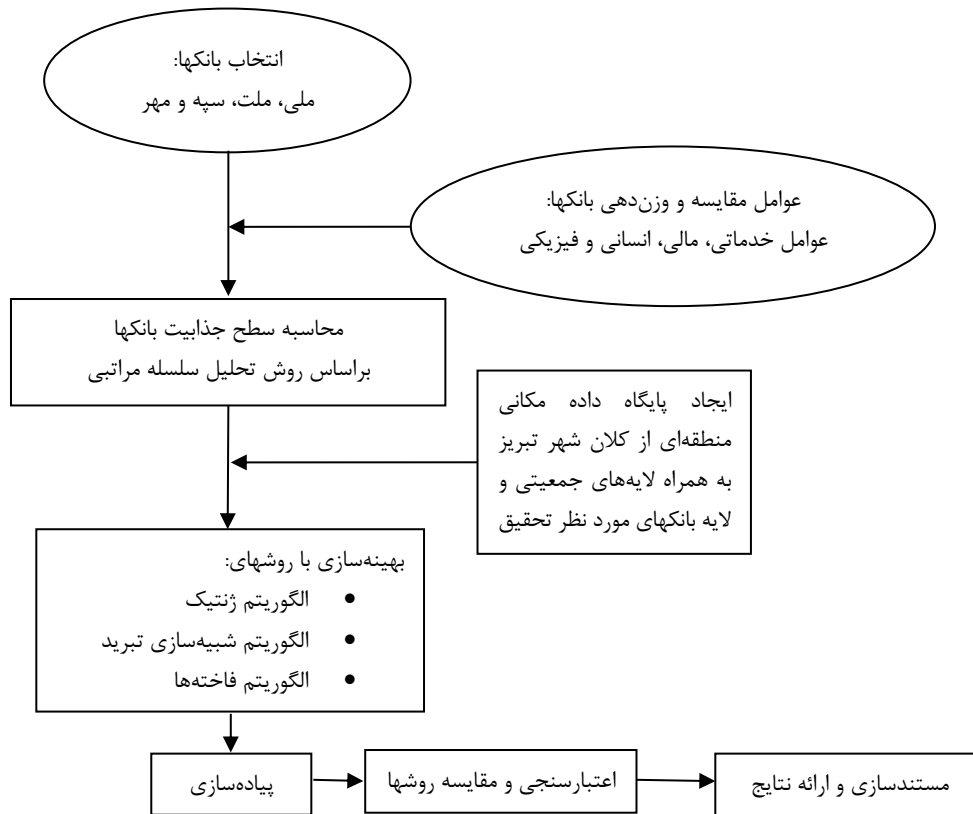
<sup>13</sup> Attractiveness

بیشتر در محیط GIS، از الگوریتم ژنتیک و جستجو ممنوع استفاده کردند. در این تحقیق برای حل مشکل مسیریابی از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 استفاده شده که این نرم‌افزار برای حل مشکل VRP از الگوریتم فراابتکاری جستجو ممنوع استفاده می‌نماید. که برای اینکار ابتدا ماتریس هزینه کوتاهترین فاصله (کمترین زمان) مبدا-مقصد را تعیین نموده و سپس از الگوریتم جستجوی ممنوع استفاده می‌نماید. در این مرحله راه‌های خوب تولید شده در کمترین زمان به عنوان ورودی الگوریتم ژنتیک برای حل مشکل مکان‌یابی استفاده می‌شود [31].

متاسفانه در زمینه توسعه مدل‌های مناسب برای مکان‌یابی رقابتی تسهیلات در مساله مکان‌یابی بانک‌ها کارهای کمی انجام شده است. مطالعات قبلی فقط دو مرکز را با تعداد محدودی از نقاط کانیدا در نظر گرفته‌اند در صورتیکه در روش پیشنهادی این مقاله چهار نوع مرکز با سطح جذابیت متفاوت به همراه جمعیت مراجعه‌کننده به بانک‌ها در منطقه‌ای از شهرداری کلان شهر تبریز به صورت پیوسته، به همراه هدف و قیود مختلف در نظر گرفته شده و مساله پیشنهادی با سه روش بهینه‌سازی ژنتیک، شبیه‌سازی تبرید و الگوریتم بهینه‌سازی فاخته‌ها پیاده‌سازی و نتایج آنها با هم مقایسه شده است. روش پیشنهادی این تحقیق در شکل ۱ نمایش داده شده است. در جهت انجام این تحقیق ابتدا توسط تحلیل سلسله مراتبی، سطح جذابیت بانک‌ها وزن‌دهی شده و سپس با استفاده از مدل جاذبه هاف، میزان احتمالی مراجعه مشتریان به بانک‌ها محاسبه و سپس اقدام به نوشتن تابع هزینه می‌نماییم. تابع هزینه شامل یک هدف و دو قید ذکر شده در قسمت مدل پیشنهادی می‌باشد. برای انجام بهینه‌سازی تابع هدف و بدست آوردن مکان بهینه بانک‌ها تحت شرایط رقابتی از سه روش بهینه‌سازی ژنتیک، شبیه‌سازی تبرید و فاخته‌ها استفاده شده و در نهایت به مقایسه عملکرد سه روش بهینه‌سازی پرداخته و در نهایت به ارزیابی الگوریتم‌ها پرداخته و پیشنهادهای برای کارهای آینده ارائه شده است.

با سه روش بهینه‌سازی (الگوریتم نزولی، الگوریتم جستجو ممنوع و الگوریتم شبیه‌سازی تبرید) انجام داده‌اند [24]. بولیان و همکاران دو الگوریتم نزولی و حریمانه را برای بهینه‌سازی موقعیت مراکز جدیدی که با در نظر گرفتن مشتریان و رقبا موجود در منطقه انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که الگوریتم نزولی برای مسایل پیچیده از لحاظ دقت و زمان مناسب می‌باشد [25]. ارس و همکارانش چند روش ابتکاری غیرقطعی را براساس الگوریتم ژنتیک و روش شبیه‌سازی تبرید برای حل انواع مسائل چند مرکزی ظرفیت‌دار ویر (CMSWP) پیشنهاد کرده‌اند [26]. برسنف با هدف ماکزیمم کردن جذب مشتری بیشتر (سود بیشتر) به دو شرکت رقابت‌کننده از الگوریتم شاخه و حد استفاده نمود [27].

در مسایل مکان‌یابی، عموماً از GIS برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی، محاسبه فواصل و تحلیل‌های مکانی استفاده می‌گردد. در روش ارائه شده توسط کاراگانیس و میمیس راه کار مبتنی بر نمودار ورونوی و الگوریتم جستجوی ممنوعه جهت مکان‌یابی شعبه‌های بانک می‌باشد [28]. از روش‌های ترکیبی GIS به همراه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مسایل مکان‌یابی می‌توان به کار زوکا و همکارانش [29] و از روش‌های ترکیبی GIS به همراه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مسایل مکان‌یابی رقابتی می‌توان به تحقیقی که توسط سوارز-وگا و همکاران انجام شده، اشاره نمود. ایشان ابتدا سطح جذابیت مراکز فروش را براساس مدل هاف بدست آورده و سپس جهت تعیین مراکز با استفاده از GIS و روش AHP و با در نظر گرفتن فاصله از جاده‌ها، شیب زمین، کاربری اراضی و فاصله از مراکز جمعیتی اقدام به تعیین مکان بهینه فروشگاه‌های خود نموده‌اند [5]. همچنین در ترکیب روش‌های MADM و MODM می‌توان به کار بدری اشاره نمود که در آن از روش بهینه‌سازی آرمانی به همراه AHP در جهت حل مسایل مکان‌یابی استفاده نموده‌اند [30]. بوزکایا و همکاران در تحقیقی برای حل مشکل مسیریابی- مکان‌یابی تسهیلات تحت شرایط رقابتی با هدف کسب سود



شکل ۱- فلوچارت تحقیق

### ۳- طرح مساله (مدل پیشنهادی)

مساله مطرح شده در این تحقیق، مکان‌یابی رقابتی بانک‌ها با سطح جذابیت متفاوت جهت جذب مشتری بیشتر می‌باشد. به عبارت دیگر می‌خواهیم شعبه‌ای از بانک تاسیس نماییم که فاصله بیشتری تا شعبه موجود بانک داشته باشد و همزمان بتواند مشتری بیشتری (بخصوص از بازار رقبا) جذب کند. در کل از مجموع مشتریان دیگر شعب بانک نیز نباید بیش از یک حد تعیین شده کاسته شود. متقاضیان خدمات بانک‌ها، مشتریان هستند که در سطح منطقه‌ی مورد مطالعه پراکنده بوده و تراکم آنها نیز متغیر می‌باشد. مساله مطرح شده و فرضیات آن در این تحقیق به صورت گزاره‌های زیر قابل بیان هستند.

الف- ۴ نوع بانک (ملی-ملت-سپه-مهر) در سطح منطقه انتخاب شده‌اند.

ب- هر بانک سطح خدمات متفاوتی (خدماتی-مالی-انسانی-فیزیکی) را ارائه می‌دهند [7]. در انتخاب بانک‌ها

توسط مشتری، سطح خدماتی که بانک‌ها ارائه می‌دهند، به همراه فاصله مشتریان تا بانک‌ها تاثیرگذار هستند.

پ- تراکم جمعیت در هر پیکسل در طول مطالعه ثابت بوده و این تراکم جمعیت (بالای سنین ۱۵) از جمعیت بلوکهای ساختمانی استخراج شده‌اند. این تراکم جمعیتی، تراکم افرادی فرض شده که نیاز به مراجعه به بانک‌ها را دارند تا کارهای مالی خود را در نزدیکترین بانک با سطح جذابیت بالا انجام دهند.

ت- در این پژوهش بانک‌ها با ظرفیت نامحدود در نظر گرفته شده‌اند.

ث- شعبه بانک جدید التاسیس باید حداکثر فاصله را با شعب بانکی هم نوع خود داشته باشد تا بتواند:

-مشتریان بانک‌های رقیب را به خود جذب کند.

-و همچنین در کل از مشتریان شعب دیگر همان بانک از یک حد آستانه کمتر نشود.

ج- هر مشتری برای نیازهای اساسی خود تنها به یک بانک مراجعه می‌نماید.

دارد. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. بعلاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و براساس اصول بدیهی بنا شده است. در تصمیم‌گیری چندمعیاره، بر پایه چندین شاخص، گزینه‌ها<sup>۱۷</sup> را رتبه بندی<sup>۱۸</sup> می‌کنیم [33]. در ماتریس مقایسات زوجی، سطر نام با ستون نام مقایسه می‌شود [32]. بنابراین همه عناصر قطر اصلی این ماتریس عدد یک می‌باشد. همچنین هر مقدار زیر قطر اصلی، معکوس مقدار بالای قطر است. مقایسات زوجی در این فرایند تصمیم‌گیری جهت شکل-دهی ماتریس داده‌های کیفی به مقادیر عددی بکار می‌رود.

(طبق جدول شماره ۱)

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسات زوجی ساعتی [32]

ارزشهای بینابین	برتری فوق العاده زیاد	برتری بسیار زیاد	برتری زیاد	برتری متوسط	اهمیت یکسان	تعریف ترجیحات
۲ و ۴ و ۸	۹	۷	۵	۳	۱	مقدار عددی

مراحل اصلی این روش شامل توسعه ماتریس مقایسه در هر سطح سلسله مراتب، مقایسه وزن‌ها برای هر جزء سلسله مراتب و برآورد نرخ سازگاری تصمیم‌گیری می‌باشند. بر مبنای اجزاء مساله، ترجیحات و مقایسات خلاصه می‌شوند به نحوی که به هر جزء یک اهمیت نسبی تعلق می‌گیرد. روش مقدار ویژه روشی متداول در رسیدن به وزن پارامترها از یک ماتریس مقایسه زوجی می‌باشد که در آن مقادیر ویژه یک ماتریس مقایسه زوجی از رابطه شماره ۴ بدست می‌آید [32].

$$|A - \lambda I| = 0 \quad (4)$$

با توجه به مطالب اشاره شده، مدل ریاضی تابع هدف بهینه‌سازی را می‌توان به شکل کلی زیر نوشت:

هدف مساله: بانک جدید التاسیس بیشترین فاصله با بانک‌های هم نوع داشته باشد.

قید ۱: کمتر نشدن جذب احتمالی مشتری به بانک جدید التاسیس از یک حد مشخص (جهت توجیه اقتصادی ایجاد بانک جدید)

قید ۲: کمتر نشدن مشتریان شعب دیگر همین بانک از یک حدی پس از ایجاد شعبه جدید بانک (جهت توجیه اقتصادی ایجاد بانک جدید)

$$\max \sum_j d_{j,new}, \quad \forall \text{ all } j \quad (1)$$

$$\sum_i p_{i,new} \geq C_{new} \quad (2)$$

$$\Delta \sum_i \sum_j p_{ij} < \% C_p \quad (3)$$

که در آن:

$d_{j,new}$ : فاصله شعبه جدید التاسیس (new) تا دیگر شعب موجود همین بانک (شعبه زام).

$p_{i,new}$ : تعداد مشتریان موجود در پیکسل نام که به شعبه جدید التاسیس (new) مراجعه می‌نمایند.

$C_{new}$ : حداقل ظرفیت خدمت‌رسانی بانک جدید التاسیس (new) که باید تأمین شود.

$\% C_p$ : کل تغییرات مشتریان بانک‌های هم نوع در اثر ایجاد بانک جدید نباید از این حد آستانه کمتر شود.

#### ۴- روش تحقیق

##### ۴-۱- تحلیل سلسله مراتبی

روش تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱۵</sup> (AHP) توسط ساعتی پیشنهاد شده [32] و یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۱۶</sup> است. چرا که امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی دارد تا اولویتها، بر پایه اهداف، دانش و تجربه تنظیم شوند. همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله

<sup>17</sup> Alternative

<sup>18</sup> Ranking

<sup>15</sup> Analytical Hierarchical Process

<sup>16</sup> Multi Attribute Decision Making (MADM)

الگوریتم ژنتیک توسط هالند ارائه شده و از اصل بقای داروین (مدل سازی تکامل در طبیعت که همیشه در پی رسیدن به بهترین شرایط) پیروی می کند [36]. به طور کلی الگوریتم های ژنتیک با توجه به شرایط مساله می تواند به شیوه های متفاوتی طراحی و پیاده سازی گردد. لذا مروری اجمالی بر مفاهیم الگوریتم ژنتیک پرداخته و نحوه تنظیم این عناصر در زیر ارائه می شوند [37].

**جمعیت اولیه:** همانند سایر الگوریتم های تکاملی، مجموعه ای از جوابهای مساله هستند که می تواند به صورت تصادفی و یا اگر جواب اولیه با دقت مناسب برای حل مساله موجود باشد، وارد الگوریتم شوند. می توان از آن به عنوان مقادیر اولیه در تولید جمعیت اولیه استفاده کرد، که این مساله به نوبه خود می تواند در بهبود جوابهای خروجی کمک کند و همچنین زمان حل مساله را کاهش دهد. تعداد جمعیت اولیه بستگی به پیچیدگی مساله نیز دارد. ژن: هر کدام از پیکسل ها به عنوان ژن در نظر گرفته می شوند.

**کروموزم:** به مجموعه ای از ژن ها گویند که مشخص کننده یک مجموعه جواب مساله هستند.

**تابع هزینه:** در واقع همان معیار بهینه سازی است که اصلی ترین قسمت برای نیل به جواب مطلوب، تعریف صحیح تابع هزینه است. عمل هدایت الگوریتم بر عهده این تابع است که کروموزم ها را به سمت یافتن بهترین جواب هدایت می کند.

**روش کدگذاری:** همه ژن های یک کروموزوم را به صورت دودویی، یا بصورت اعداد صحیح و یا متناسب با دامنه تعریف مقادیر ژن کدگذاری کرد. در این مساله همه ژنهای یک کروموزوم را می توان به صورت مختصات نقطه ای که برای ایجاد بانکها مناسب هستند، در نظر گرفت.

**تولید مثل:** یک سری کروموزوم از میان جمعیت به عنوان والد انتخاب شده که در نهایت با عمل ادغام منجر به تولید فرزندان می شوند. براساس نظریه تکامل باید بهترین

در این رابطه A یک ماتریس مقایسه،  $\lambda$  مقادیر ویژه ماتریس A و I ماتریس همانی می باشد. وزن های نهایی از قرار دادن مقدار ویژه بیشینه در رابطه شماره ۵ قابل محاسبه خواهد بود.

$$AW = \lambda_{\max} W \Rightarrow (A - \lambda_{\max} I)W = 0 \quad (5)$$

به منظور اندازه گیری نرخ سازگاری در ابتدا شاهد سازگاری CI<sup>۱۹</sup> از رابطه شماره ۶ محاسبه می گردد.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

در این رابطه n تعداد معیارها یا ابعاد ماتریس A و  $\lambda_{\max}$  بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس A می باشد. سپس نرخ سازگاری CR<sup>۲۰</sup> از رابطه ۷ تعیین می گردد.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

اگر CR کوچکتر از 0.10 باشد در اینصورت، در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد و می توان کار را ادامه داد. اگر نه، تصمیم گیرنده باید در مقایسات زوجی بازنگری کند [34]. مقدار RI را نیز ساتی و وارگاس در سال ۱۹۹۱ برای ماتریس هایی در ابعاد مختلف آماده کرده اند. این اعداد در جدول شماره ۲ آورده شده است [35].

جدول ۲- شاخص ناسازگاری تصادفی [35]

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

#### ۴-۲- مدل جاذبه

احتمال اینکه مشتری i مرکز j را برای مراجعه انتخاب کند از رابطه شماره ۸ بدست می آید [16].

$$p_{ij} = \frac{a_j}{d_{ij}^2} \quad (8)$$

که در آن:  $a_j$ : کیفیت سرویس دهی یا میزان جاذبه مرکز j و  $d_{ij}$ : فاصله مشتری i تا مرکز j می باشد.

#### ۴-۳- بهینه سازی ژنتیک

<sup>20</sup> Consistency Ratio

<sup>19</sup> Consistency Index

شروع و سپس در یک حلقه تکرار به جوابهای همسایه حرکت می‌کند. اگر جواب همسایه بهتر از جواب فعلی باشد، الگوریتم آن را به عنوان جواب فعلی قرار می‌دهد. در غیر اینصورت الگوریتم آن جواب را با احتمال  $e^{-\left(\frac{\Delta F}{T}\right)}$  به عنوان جواب فعلی می‌پذیرد. که در آن  $\Delta F$  اختلاف بین تابع هدف فعلی و جواب همسایه‌هاست و  $T$  یک پارامتر کنترلی به نام دماست. به این صورت که در هر دو چندین تکرار انجام شده و سپس دما به آرامی کاهش می‌یابد. کاهش دما شبیه به کاهش مقدار هدف در مسایل کمینه‌سازی و یا افزایش مقدار هدف در مسایل بیشینه‌سازی است. این الگوریتم مثال روش جستجو ممنوع دارای حافظه نیست؛ بلکه تمام اطلاعاتی را که در طول اجرای الگوریتم بدست می‌آید را در مراحل بعدی الگوریتم لحاظ نمی‌کند.

**جواب اولیه:** جواب اولیه در این الگوریتم نشان دهنده یک نقطه از فضای شدنی مساله بوده که توسط کاربر در ابتدا معرفی می‌شود. انتخاب جواب اولیه مناسب سرعت همگرایی به سمت جواب بهینه کلی را افزایش می‌دهد. برای گریز از بهینه‌های محلی، بهتر است الگوریتم از چندین نقطه شروع مختلف اجرا شود.

**مکانیزم ایجاد جواب همسایگی:** به طور تصادفی یک متغیر از بردار جواب انتخاب و در صورت یک بودن تبدیل به صفر و بالعکس می‌شود تا براساس آن به بردار جواب همسایه قبلی، تبدیل شود.

**انتخاب دمای اولیه:** تاثیری مستقیم در رد یا قبول جواب‌ها دارد چرا که در ابتدا وضعیت انرژی سیستم بسیار بالا بوده و به نوبه خود می‌تواند در جهت یافتن بهترین مسیر کاهش دما در دستیابی به انرژی پایدار سیستم باشد. White پیشنهاد کرده که دمای اولیه معادل با انحراف استاندارد هزینه‌های سیستم از میانگین هزینه‌ها در نظر گرفته شود [40].

**مکانیزم کاهش دما:** دمای سیستم درجه تصادفی بودن حرکت به سوی جواب را تعیین می‌کند. لذا مکانیزم کاهش دما در هر تکرار طبق رابطه شماره ۹ انجام می‌گیرد.

فرزندان انتخاب شوند تا نسل جدید بهتری تولید شود. روش‌های مختلفی برای انتخاب کروموزوم‌ها در ژنتیک وجود دارند، که روش‌های تصادفی، باقیمانده، چرخ رولت و تورنمنت را می‌توان برای آن نام برد.

**عملگر تقاطع:** به یکی از روش‌های تک‌نقطه‌ای و چندنقطه‌ای و اکتشافی قابل انجام است که نقش اساسی در همگرایی الگوریتم دارد.

**عملگر جهش:** به تغییر تصادفی ژن در هر کروموزوم که ساختار دودویی دارد، (شامل تبدیل عدد صفر به یک و بالعکس) جهش گفته می‌شود. عملگر جهش تغییراتی در کروموزوم‌ها ایجاد کرده و اغلب روند جستجو را به دور از نقطه بهینه محلی سوق می‌دهد.

**عملگر انتخاب:** از بین کروموزوم‌های موجود در جمعیت، تعدادی کروموزوم را برای تولید مثل انتخاب می‌کند. از عملگرهای انتخاب می‌توان به انتخاب تصادفی، انتخاب متناسب با شایستگی بیشتر، چرخ رولت، انتخاب رتبه‌ای و غیره اشاره نمود.

#### ۴-۴- بهینه‌سازی شبیه‌سازی تبرید

این الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر علم فیزیک بوده و ابتدا توسط متروپولیس و همکاران مطرح [38] و سپس توسط کیرکپاتریک و همکارانش توسعه داده شده است [39]. اساس این روش بر مبنای فرآیند تبرید است که شامل قرار دادن ماده‌ای در دمای بالا و سپس کم کردن دما به صورت تدریجی می‌باشد. دما نباید (به ویژه در مراحل اولیه) سریع پایین بیاید؛ چرا که در اینصورت کاستی‌هایی در ماده پدیدار شده و ماده به وضعیت کمینه (استحکام ماده) نمی‌رسد [39].

در این الگوریتم هر نقطه  $p$  در فضای جستجو مشابه یک حالت از یک سیستم فیزیکی است و تابع  $F(p)$  که باید کمینه شود، مشابه با انرژی داخلی سیستم در آن حالت است. هدف انتقال سیستم از حالت اولیه دلخواه به حالتی است که سیستم کمترین انرژی را داشته باشد. برای حل مساله بهینه‌سازی این الگوریتم ابتدا از یک جواب اولیه



**محل سکونت:** برای حل یک مساله بهینه‌سازی لازم است تا مقادیر متغیرهای مساله بفرم یک آرایه شکل گیرند. در PSO و GA این آرایه‌ها با نامهای کروموزوم و موقعیت ذرات مشخص می‌شوند. ولی در الگوریتم بهینه‌سازی فاخته به این آرایه محل سکونت<sup>۲۱</sup> می‌گوییم.

**حداکثر دامنه تخمگذاری:** دیگر عادت هر فاخته حقیقی این است که آنها در یک دامنه مشخص تخم‌های خود را می‌گذارند. در یک مساله بهینه‌سازی به حد بالای متغیرهای  $Var_{hi}$  و حد پایین  $Var_{low}$  هر فاخته دارای ELR<sup>۲۲</sup> (حداکثر دامنه تخمگذاری) خواهد بود که متناسب است با تعداد کل تخم‌ها، تعداد تخم‌های فعلی فاخته و همچنین حد بالا و پایین متغیرهای مساله. بنابراین ELR بصورت رابطه شماره ۱۰ تعریف می‌شود [42]:

$$ELR = \alpha \times \frac{\text{Number of current cuckoo's eggs}}{\text{Total number of eggs}} \times (Var_{hi} - Var_{low}) \quad (10)$$

$\alpha$  متغیری است که حداکثر مقدار ELR را با آن تنظیم می‌کنیم.

**مهاجرت فاخته‌ها:** وقتی جوجه فاخته‌ها بالغ شدند و زمان تخمگذاری نزدیک شد، فاخته‌ها به زیستگاه‌های بهتر که در آنجا شانس زنده ماندن تخم‌ها بیشتر است، مهاجرت می‌کنند. پس از تشکیل گروه‌های فاخته (گروه‌بندی فاخته‌ها توسط روش کلاس‌بندی K-means انجام می‌شود) در مناطق مختلف زیست، (فضای جستجوی مساله) گروه دارای بهترین موقعیت به عنوان نقطه هدف برای سایر فاخته‌ها جهت مهاجرت انتخاب می‌شود. همچنین هنگام مهاجرت به سمت نقطه هدف فاخته‌ها تمام مسیر را به سمت محل هدف طی نمی‌کنند. آنها فقط قسمتی از مسیر را طی کرده و در آن مسیر هم انحرافی دارند. نحوه حرکت در شکل ۲ بوضوح مشاهده می‌شود.

$$T_i = \alpha \times T_{i-1} \quad (9)$$

که در آن  $\alpha$  ضریب تبرید یا کاهش دما می‌باشد و معمولاً به مقداری بین 0.5 تا 0.99 تنظیم می‌شود. لازم به ذکر است که نرخ کاهش بزرگ دما، باعث همگرایی زود هنگام در بهینه محلی شده، در حالیکه نرخ کاهش دمای کوچک، زمان محاسباتی الگوریتم را افزایش می‌دهد.

**تعداد نقاط جستجو در هر دما:** تعداد نقاط جستجو در فضای جواب مساله در دمای ثابت جهت اطمینان از جستجوی نزدیک به تمام جوابهای محتمل در الگوریتم می‌باشد. بهترین راه حل انتخاب یک مقدار مبتنی بر اندازه مساله می‌باشد.

**معیار پذیرش یک حرکت:** در این الگوریتم نه تنها جوابی که باعث بهبود تابع هدف می‌شود انتخاب می‌شود بلکه جواب‌های نامناسب نیز بطور احتمالی انتخاب می‌شوند.

#### ۴-۵- الگوریتم بهینه‌سازی فاخته

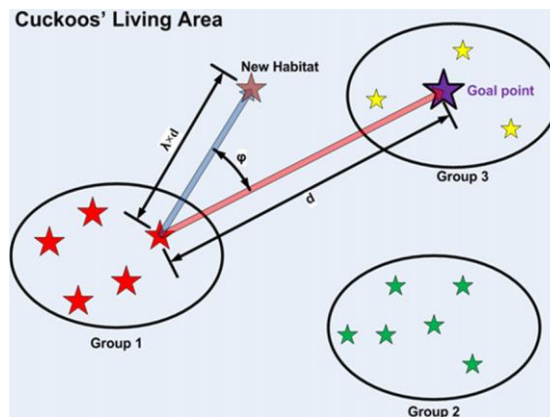
الگوریتم فاخته با الهام از زندگی یک پرنده بنام فاخته، توسط یانگ و دب پیشنهاد شده [41] و توسط رجبیون توسعه داده شده است [42]. الگوریتم بهینه‌سازی فاخته همانند سایر الگوریتمهای تکاملی با یک جمعیت اولیه (فاخته‌ها) کار خود را شروع می‌کند. این جمعیت از فاخته‌ها تعدادی تخم دارند که آنها را در لانه تعدادی پرنده میزبان خواهند گذاشت. تعدادی از این تخم‌ها که شباهت بیشتری به تخم‌های پرنده میزبان دارند شانس بیشتری برای رشد و تبدیل شدن به فاخته بالغ خواهند داشت. سایر تخم‌ها توسط پرنده میزبان شناسایی شده و از بین می‌روند. میزان تخم‌های رشد کرده، مناسب بودن لانه‌های آن منطقه را نشان می‌دهند. هرچه تخم‌های بیشتری در یک ناحیه قادر به زیست باشند و نجات یابند به همان اندازه سود (تمایل) بیشتری به آن منطقه اختصاص می‌یابد. بنابراین موقعیتی که در آن بیشترین تعداد تخم‌ها نجات یابند پارامتری خواهد بود که COA قصد بهینه‌سازی آنرا دارد.

<sup>22</sup> Egg Laying Radius

<sup>21</sup> Habitat

مراتبی به صورت شکل ۴ تشکیل شد. بعد از انجام محاسبات لازم سطح جذابیت بانک‌ها طبق جدول شماره ۳ بدست آمد.

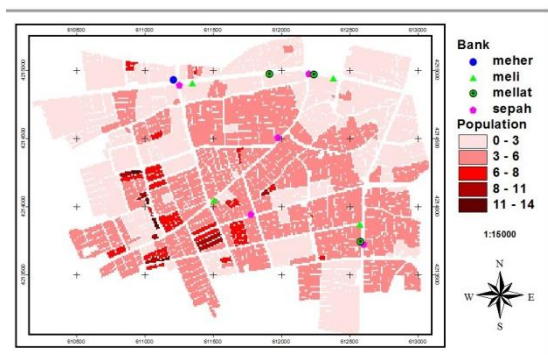
هدف در این پیاده‌سازی تاسیس یک بانک ملت با توجه به مکان شعب بانک ملت موجود و بانک‌های رقیب در منطقه می‌باشد. بطوریکه فاصله بانک جدید التاسیس ملت تا شعب موجود بانک ملت بیشینه شده تا اولاً تعداد مشتری جذب شده از ۲۱۲۵ نفر کمتر نشده و همچنین کلیه تغییرات مشتریان تمام شعب فعال موجود در آن منطقه در اثر تاسیس بانک جدید ملت از ۳۰ درصد جمعیت جذب شونده قبلی، کمتر نشود. نمونه‌ای از خروجی پیاده‌سازی انجام شده طبق شکل شماره ۵ می‌باشد که در آن بانک‌های رقیب (ملی-سپه-مهر اقتصاد) با مثلث توخالی و بانک ملت با مثلث توپر (مثلث بعلاوه ستاره) و بانک جدید التاسیس ملت با علامت ستاره مشخص شده است.



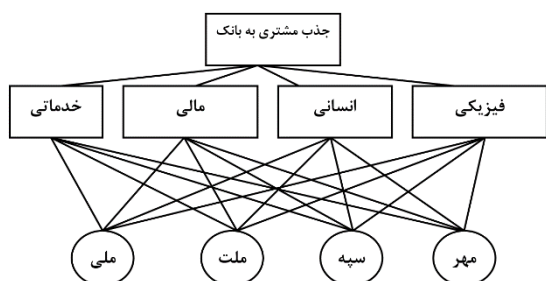
شکل ۲- مهاجرت فاخته‌ها به سمت زیستگاه هدف [42]

### ۵- مکان‌یابی بانک‌ها در منطقه‌ای از شهر تبریز

برای پیاده‌سازی الگوریتم طراحی شده توسط سه روش بهینه‌سازی فراابتکاری، قسمت اعظمی از شهرداری منطقه ۳ تبریز به مساحت ۲۸۵/۶۱ هکتار به عنوان منطقه نمونه آزمایشی انتخاب گردید. جمعیت کل این بخش ۱۹۳۸۷ نفر (بالای ۱۵ سال) با تراکم متوسط جمعیتی معادل حدود ۶۸ نفر در هر هکتار می‌باشد و تعداد بانک‌های در نظر گرفته شده (ملی ۴ شعبه - سپه ۵ شعبه - ملت ۳ شعبه - مهر ۱ شعبه) در کل منطقه مورد مطالعه، ۱۳ بانک می‌باشد. اگر ابعاد پیکسل‌های مورد جستجو را ۱۰ در ۱۰ مترمربع در نظر بگیریم، الگوریتم مورد استفاده باید از بین حدود ۲۸۵۶۱ پیکسل منطقه به جستجو بپردازد. محدوده مطالعاتی و نحوه پراکندگی مکانی بانک‌های موجود و بلوکهای ساختمانی به همراه پراکندگی جمعیت در شکل ۳، نشان داده شده است. لازم به توضیح است که این داده‌ها در قالب Geodatabase در نرم افزار ArcGIS10 بکار گرفته می‌شوند.



شکل ۳- نحوه پراکندگی مکانی بانک‌های موجود به همراه پراکندگی جمعیت در محدوده مورد مطالعه



شکل ۴ - سلسله مراتبی جذب مشتری به بانک‌ها

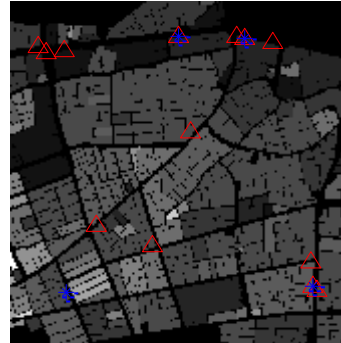
### ۶- پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج مکان‌یابی رقابتی بانک‌ها

برای بدست آوردن سطح جذابیت چهار گزینه (بانک ملی، ملت، سپه و مهر)، با توجه به معیارهای کیفی چون عوامل خدماتی، مالی، انسانی و فیزیکی از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. با توجه به هدف مساله سلسله

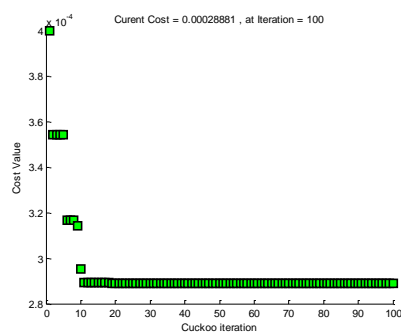
برای ارزیابی دقت الگوریتم‌ها در مساله پیشنهادی این تحقیق از تکرارپذیری و همگرایی الگوریتم‌ها استفاده شده است. نتایج حاصل از همگرایی الگوریتم‌ها در اشکال ۶، ۷ و ۸ ارائه شده است. در جدول شماره ۴ جواب و هزینه در تکرار ۱۰۰ الگوریتم‌ها ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که الگوریتم فاخته‌ها در یافتن جواب مساله بهتر عمل کرده و نتیجه تکرارها در این الگوریتم به هم نزدیک می‌باشند و همچنین میزان هزینه بدست آمده نیز در این الگوریتم نسبت به دو الگوریتم دیگر بهتر است. از دلایل اینکه الگوریتم فاخته‌ها بهتر از دو الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید عمل می‌کند، می‌توان کارکرد چندگانه عملگرهای آن مثل تخم‌گذاری، خوشه‌بندی و مهاجرت فاخته‌ها را ذکر نمود [42].

جدول ۳ - سطح جذابیت بانک‌ها

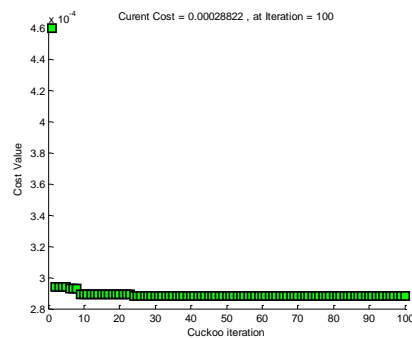
نام بانک	ملی	ملت	سپه	مهر
ارزش	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۰۷	۰/۱۴



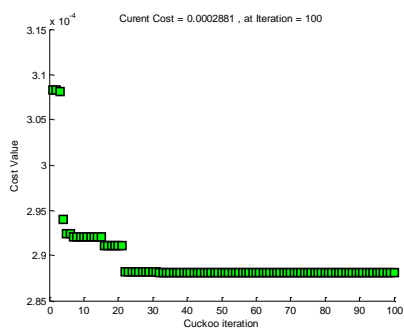
شکل ۵ - نمونه‌ای از خروجی الگوریتم طراحی شده که نحوه پراکندگی بانک‌های مورد نظر در منطقه مطالعاتی



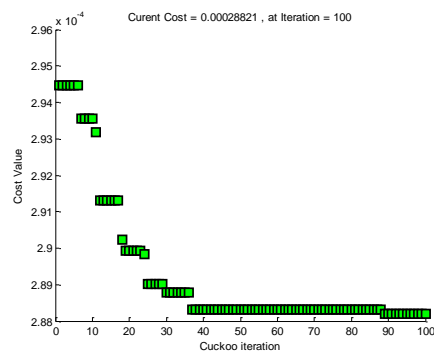
تکرار دوم



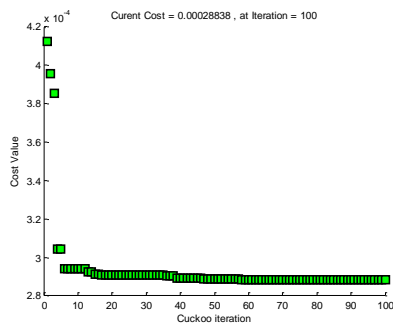
تکرار اول



تکرار چهارم

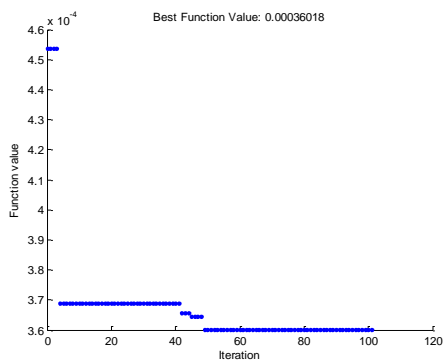


تکرار سوم

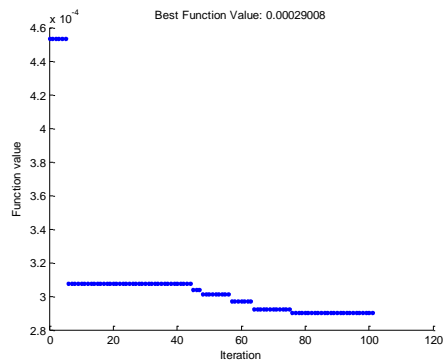


تکرار پنجم

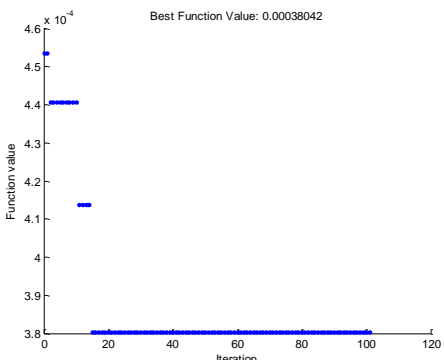
شکل ۶- همگرایی الگوریتم COA در تکرارهای مختلف



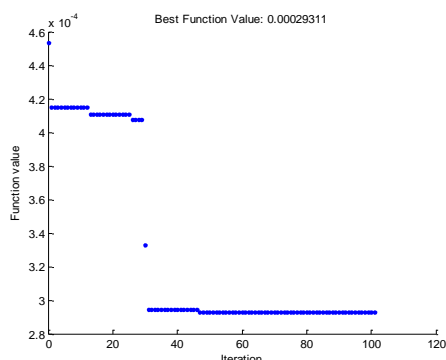
تکرار دوم



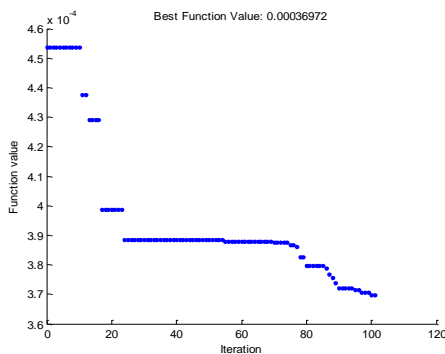
تکرار اول



تکرار چهارم

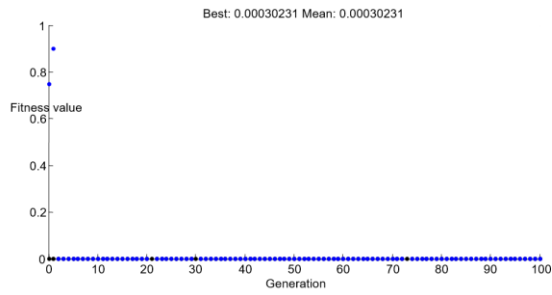


تکرار سوم

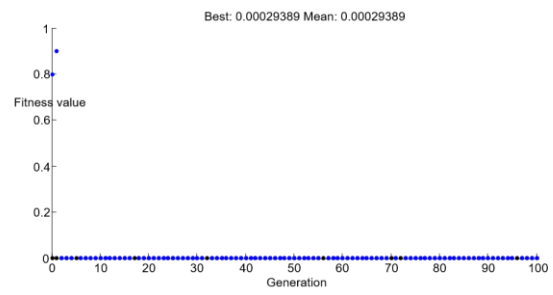


تکرار پنجم

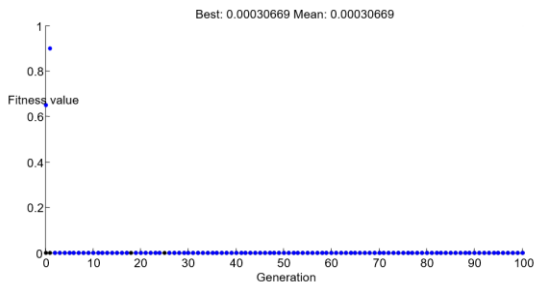
شکل ۷- همگرایی الگوریتم SA در تکرارهای مختلف



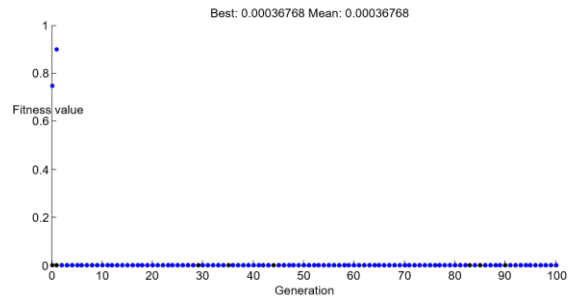
تکرار دوم



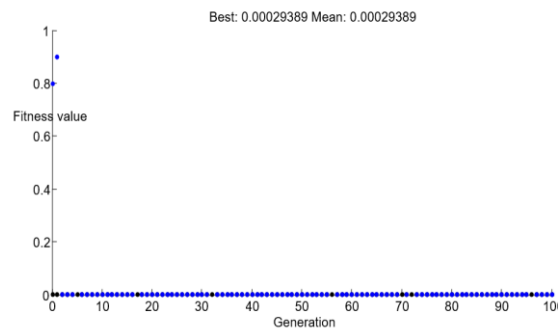
تکرار اول



تکرار چهارم



تکرار سوم



تکرار پنجم

شکل ۸ - همگرایی الگوریتم GA در تکرارهای مختلف

جدول ۴ - جواب الگوریتم COA ، SA و GA در تکرارهای مختلف به همراه مقدار تابع هزینه (تعداد تکرار الگوریتم در هر بار اجرای الگوریتم: ۱۰۰ تکرار)

تکرار	COA		GA		SA	
	مختصات بانک جدید التاسیس بانک ملت	مقدار تابع هدف $10^{-6}$	مختصات بانک جدید التاسیس بانک ملت	مقدار تابع هدف $10^{-6}$	مختصات بانک جدید التاسیس بانک ملت	مقدار تابع هدف $10^{-6}$
۱	(28.61,143.88)	288.22	(41.15,135.07)	321.68	(30.68,144.42)	290.08
۲	(28.61,143.51)	288.81	(21.03,133.09)	293.89	(86.67,136.05)	360.18
۳	(28.25,143.58)	288.21	(25.58,132.12)	302.31	(30.33,142.33)	293.11
۴	(28.24,143.54)	288.10	(64.66,127.45)	367.68	(109.38,128.42)	380.42
۵	(28.25,143.48)	288.38	(34.99,138.30)	306.69	(121.01,132.51)	369.72

## ۷- نتیجه‌گیری

میزان هزینه بدست آمده نیز در این الگوریتم نسبت به دو الگوریتم دیگر بهتر است. الگوریتم‌ها از لحاظ تکرارپذیری و همگرایی مورد سنجش قرار گرفت که نتیجه حاصل نشانگر ثبات و همگرایی الگوریتم فاخته‌ها است. از دلایل اینکه الگوریتم فاخته‌ها بهتر از دو الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید عمل می‌کند، می‌توان کارکرد چندگانه عملگرهای آن مثل تخم‌گذاری، خوشه‌بندی و مهاجرت فاخته‌ها را ذکر نمود.

## ۸- پیشنهادات

- پیشنهاد می‌شود همزمان دو یا چند مرکز خدماتی به صورت همزمان در سطح منطقه مورد مطالعه مکان‌یابی شود تا پیچیدگی این مساله نیز بررسی شود.
- پیشنهاد می‌شود این کار با دیگر روش‌های بهینه‌سازی مثل الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) و الگوریتم زنبورها (BA) انجام شود تا از لحاظ سرعت، تکرارپذیری، همگرایی و دقت الگوریتم‌ها مقایسه شود.

مکان‌یابی صحیح تسهیلات مانند بانک‌ها قبل از تاسیس آن امری حیاتی در جهت جذب مشتری می‌باشد تا از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد. لذا توسعه یک روش مناسب برای بهینه‌سازی مکان‌یابی بانک‌ها می‌تواند در درآمد آنها اثر به‌سزایی داشته باشد. در این تحقیق ابتدا با توجه به نظر کارشناسان خبره در زمینه مکان‌یابی بانک‌ها تحت شرایط رقابتی، پارامترهای لازم برای مکان‌یابی بهینه بانک‌ها تحت شرایط رقابتی تعیین شدند. سپس این پارامترها در دو گروه کلی تابع هدف و قیدها تقسیم‌بندی شده و پیاده‌ازیه‌ای بر این اساس انجام شد.

اما با توجه به اینکه مسائل مکان‌یابی از نوع مسائل NP-HARD می‌باشد لذا برای حل مناسب این مساله سه روش الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک، شبیه‌سازی تبرید و الگوریتم فاخته‌ها انتخاب و نتیجه آنها با هم مقایسه شدند. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم فاخته‌ها در یافتن جواب مساله بهتر عمل کرده و نتیجه تکرارها در هر بار اجرای الگوریتم به هم نزدیک می‌باشند و این پایداری این الگوریتم را در بدست آوردن جواب مساله را نشان می‌دهد و همچنین

## ۹- مراجع

- [۱] آقا محمدی، ح.، سعدی مسگری م.، مولایی، د.، کریمی، و. (۱۳۹۱)، توسعه یک روش ابتکاری برای بهینه‌سازی مساله مکان‌یابی و تخصیص در عملیات امداد رسانی به مصدومان زلزله، نشریه علمی پژوهشی برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره شانزدهم، شماره ۲، صفحه ۱۹-۱.
- [2] Megiddo, N., Supowit, K.J. (1984). "On the complexity of some common geometric location problems", SIAM Journal on Computing, Vol. 13, pp. 182-96.
- [3] Worboys, M. (1995). "GIS: A Computing Perspective", Bristol, PA: Taylor and Francis.
- [4] Zhang, L., Rushton, G. (2008). "Optimizing the size and locations of facilities in competitive multi-site service systems", Computers and Operations Research, Vol. 35, pp. 327-338.
- [5] Suárez-Vega, R., Santos-Peñate, D.R., Dorta-González, P., Rodríguez-Díaz, M. (2011). "A multi-criteria GIS-based procedure to solve a network competitive location problem", Applied Geography, Vol. 31, pp. 282-291.
- [6] Suárez-Vega, R., Santos-Peñate, D.R., Dorta-González, P. (2012). Location models and GIS tools for retail site location, Applied Geography, Vol. 35, pp. 12-22.
- [۷] دائی کریم زاده، س.، علیمرادی ریزی، م.، حبیبی پور، ح. (۱۳۸۹)، بررسی عوامل مؤثر بر تجهیز منابع بانکی از دیدگاه مدیران شعب بانک رفاه شهر اصفهان، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت و نوآوری، شیراز.

- [8] Daskin, M.S. (1995). "Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications", Wiley, New York.
- [9] Drezner, Z., Hamacher, H. (2002). "Facility Location: Applications and Theory", Springer, Berlin.
- [10] Zhao, L. (2002). "The Integration of Geographical Information Systems and Multicriteria Decision Making Models for the Analysis of Branch Bank Closures", University of New South Wales, Sydney, Australia, pp. 59-80.
- [11] Current, J.R., Storbeck, J.E. (1994). "A multiobjective approach to design franchise outlet networks", Journal of the Operational Research Society, Vol. 45, pp. 71-81.
- [12] Drezner, T. (2011). "Cannibalization in a competitive environment", International Regional Science Review, Vol. 34, pp. 306-322.
- [13] Hotelling, H. (1929). "Stability in competition", Economic Journal, Vol. 39, pp. 41-57.
- [14] Reilly, W. J. (1931). "The law of retail gravitation", New York: Knickerbocker Press.
- [15] Converse, P. D. (1949). "New laws of retail gravitation", Journal of Marketing, Vol. 14, pp. 379-384.
- [16] Huff, D.L. (1964). "Defining and estimating a trading area", Journal of Marketing, Vol. 28, pp. 34-38.
- [17] Suárez-Vega, R., Santos-Peñate, D.R., Dorta-González, P. (2004). "Competitive multifacility location on networks", Journal of Regional Science, Vol. 44, pp. 569-588.
- [18] Plastria, F. (2001). "Static competitive facility location, an overview of optimization approaches", European Journal of Operational Research, Vol. 129, pp. 461-470.
- [19] Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Maghsoudi, A. (2008). "Location optimization of solar plants by an integrated hierarchical DEA PCA approach", Energy Policy; Vol. 36, pp. 3993-4004.
- [20] Tabari, M., Kaboli, A., Aryanezhad, M.B., Shahanaghi K., Siadat, A. (2008). "A new method for location selection: A Hybrid Analysis", Applied Mathematics and Computation, Vol. 206, pp. 598-606.
- [21] Chou, C.C. (2007). "A fuzzy MCDM method for solving marine transshipment container port selection problems", Applied Mathematics and Computation; Vol. 186, pp. 435-444.
- [22] Onut, S., Efeşendiği, T., Soner, K.S. (2009). "A Combined Fuzzy MCDM Approach for Selecting Shopping Center Site: A Example form Istanbul, Turkey", Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 1973-1980.
- [23] Yu, B., Yang, Z., Cheng, C. (2006). "Optimizing the Distribution of Shopping Centers with Parallel Genetic Algorithm", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 20, pp. 215-223.
- [24] Drezner, T., Drezner, Z. (2011). "The gravity multiple server location problem, Computers and Operations Research", Vol. 38, pp. 694-701.
- [25] Aboolian, R., Berman, O., Krass, D. (2007). "Competitive facility location and design problem", European Journal of Operational Research, Vol. 182, pp. 40-62.
- [26] Aras, N., Yumusak, S., Altmel, I.K. (2007). "Solving the capacitated multi-facility Weber problem by simulated annealing, threshold accepting and genetic algorithms", Springer, Operations Research/Computer Science Interfaces Series, Vol. 39, pp. 91-112.
- [27] Beresnev, V. (2013). "Branch-and-bound algorithm for a competitive facility location problem", Computers and Operations Research, Vol. 40, pp. 2062-2070.
- [28] Karaganis, A., Mimis, A. (2010), "A Geographical Information System Framework for Evaluating the Optimum Location of Point-Like Facilities," Asian Journal Of Information Technology, Vol. 10, pp. 129-135.
- [29] Zucca, A., Sharifi, A.M., Andrea, G.F. (2008). "Application of spatial multi-criteria analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo Province, Italy", Journal of Environmental Management, Vol. 88, pp. 752-769.
- [30] Badri, M.A. (1999). "Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem", International Journal of Production Economics, Vol. 62, pp. 237-248.

- [31] Bozkaya, B., Yanik, S., Balçisoy, S. (2010). "A GIS-Based Optimization Framework for Competitive Multi-Facility Location-Routing Problem", Springer Science+Business Media, Netw Spat Econ, Vol. 10, pp. 297–320. (DOI 10.1007/s11067-009-9127-6)
- [32] Saaty, T.L. (1980). "The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation", McGraw-Hill, New York, NY, Vol. 437.
- [۳۳] قدسی پور، س.ح. (۱۳۸۵)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران.
- [34] Ying, X., Guang-Ming, Z., Gui-Qiu, C., Lin, T., Ke-Lin, W., Dao-You, H. (2007). "Combining AHP with GIS in Synthetic Evaluation of Eco-environment Quality—A Case Study of Hunan Province, China", Ecological Modelling, Vol. 209, pp. 97–109.
- [35] Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1991). "Prediction, Projection and Forecasting", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Vol. 251.
- [36] Holland, J.H. (1975). "Adaptations in Natural and Artificial Systems", Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- [37] Goldberg, D.E. (1989). "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison-Wesley.
- [38] Metropolis, N., Rosenbluth, A.W., Rosenbluth, M.N., Teller, A.H., Teller, E. (1953). "Equation of State Calculations by Fast computing Machines", Journal of Chemical Physics, Vol. 21, pp. 1087–1092.
- [39] Kirkpatrick, S., Gelat, C.D., Vecchi, M.P. (1983). "Optimization by simulated annealing", Science, Vol. 220, pp. 671–680.
- [40] White, S.R. (1984). "Concept of Scale in Simulated Annealing", Proceeding IEEE International Conference on Computer Design, Portchester, Vol. 122, pp. 261-270.
- [41] Yang, X.S., Deb, S. (2009). "Cuckoo search via Lévy flights, Proceedings of World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009, India)", IEEE Publications, USA, pp. 210-214.
- [42] Rajabioun, R. (2011). "Cuckoo Optimization Algorithm", Applied Soft Computing, Vol. 11, pp. 5508–5518.