



ارائه یک الگوریتم ابتکاری برای تعیین تعداد شعب بهینه بانک سپه پس از ادغام



نگارنده:

سبحان جویبار

جهت:

شرکت در رویداد دیتاتون

خرداد ماه ۱۴۰۳





فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه.....	۱
۲- مبانی نظری تحقیق.....	۱
۲-۱- مدل های اقتصادی.....	۲
۲-۱-۱- مدل بازار سپرده (روزو و همکاران، ۲۰۰۸).....	۲
۲-۱-۲- مدل د-نرمال (روزو و همکاران، ۲۰۰۸).....	۲
۲-۱-۳- مدل وام-سپرده (روزو و همکاران، ۲۰۰۸).....	۳
۲-۱-۴- مدل مبتنی بر عملکرد SME و رفتار وام دهی بانک (حسین و همکاران، ۲۰۲۰).....	۴
۲-۲- مدل های بهینه سازی.....	۵
۲-۲-۱- مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها (DEA) (ری، ۲۰۱۱، ۲۰۱۶).....	۵
۲-۲-۲- مدل مبتنی بر برنامه ریزی خطی (یونو و ماوری، ۲۰۰۷).....	۷
۲-۲-۳- مدل مبتنی بر برنامه ریزی پویا (سیسترناس ورا و همکاران، ۲۰۱۶).....	۹
۲-۲-۴- مسأله بهینه سازی شبکه شعب بانک (زیکین و همکاران، ۲۰۱۹).....	۱۰
۲-۳- مدل های آماری.....	۱۱
۲-۳-۱- مدل رگرسیون چندمتغیره لجستیک (حنان و هانویک، ۲۰۰۸).....	۱۱
۲-۳-۲- مدل رگرسیون (معاونت امور بانکی، بیمه و شرکتهای دولتی، ۱۳۹۷).....	۱۲
۳- نقد و بررسی مدل ها.....	۱۲
۴- الگوریتم پیشنهادی.....	۱۴
۴-۱- تعاریف و اصطلاحات.....	۱۴
۴-۲- مفروضات الگوریتم.....	۱۵
۴-۳- الگوریتم پیشنهادی.....	۱۵
۴-۴- شاخص های عملکردی و جذابیت فیزیکی.....	۱۶
۵- حل مثال عددی.....	۱۸
۵-۱- حل یک مثال کوچک.....	۱۸
۵-۲- حل مسائل با ابعاد بزرگ.....	۲۳
۵-۲-۱- تحلیل حساسیت.....	۲۴
۶- نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد برای تحقیقات آتی.....	۲۵
۷- منابع.....	۲۶

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی نقاط بر روی مختصات دکارتی	۲۰
شکل ۲: تعیین مقدار B_z برای هریک از شعب براساس شعاع همسایگی	۲۰
شکل ۳: اولین تکرار الگوریتم برای حل مثال کوچک	۲۱
شکل ۴: تعیین شعب مانا در تکرار آخر الگوریتم	۲۱
شکل ۵: تخصیص شعبه مانا به جذاب‌ترین شعبه در شعاع همسایگی	۲۲
شکل ۶: پراکندگی جغرافیایی شعب استان تهران	۲۳
شکل ۷: پراکندگی شعب مانا (رنگ سبز) پس از اجرای الگوریتم با شعاع همسایگی ۵ کیلومتر	۲۴
شکل ۸: پراکندگی شعب مانا (رنگ سبز) پس از اجرای الگوریتم با شعاع همسایگی ۲۰۰ متر	۲۴
شکل ۹: تحلیل حساسیت پارامتر شعاع همسایگی	۲۵

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱: شاخصهای مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی خطی	۸
جدول ۲: شاخص‌های عملکردی پیشنهادی شعب	۱۷
جدول ۳: شاخص‌های جذابیت فیزیکی پیشنهادی شعب	۱۸
جدول ۴: مثال عددی در ابعاد کوچک	۱۹
جدول ۵: نتیجه نهایی الگوریتم	۲۲



۱- مقدمه

ادغام بانکهای وابسته به نیروهای مسلح در بانک سپه منجر به افزایش چشمگیر شعب بانک پس از ادغام شده است. در حقیقت، تا پیش از ادغام، تمامی بانکهای ادغامی و بانک سپه با یکدیگر بانک رقیب بوده و این بانکها در مناطق مختلف و با پتانسیل تجاری بالا دارای شعبی با فواصل نزدیک به یکدیگر بوده‌اند. براین اساس، در مناطق مختلف به خصوص در مناطق مهم تجاری و مراکز شهرها با تراکم زیاد شعب مواجه هستیم که این شعب پس از ادغام، با نام بانک سپه مشغول فعالیت هستند. کاملاً بدیهی است که نگهداری این حجم از شعب در فواصل جغرافیایی نزدیک به هم امری غیرعقلانه و پرهزینه است. بنابراین بانک سپه باید تعداد بهینه شعب خود پس از ادغام را مشخص کرده و شعب مجاور هم را ادغام نموده و یا در برخی از موارد شعب مازاد را تعطیل کند. در حال حاضر ادغام شعب به صورت دستی و در مقیاس کوچک بدون لحاظ کردن تعداد شعب بهینه بانک انجام می‌شود. تعیین تعداد شعب بهینه بانک پس از ادغام یک مسأله اساسی است که باید بدان پاسخ گفت. هدف از تحقیق حاضر، طراحی یک الگوریتم محاسباتی است که به طور همزمان تعداد شعب بهینه بانک، شعب ادغام پذیر، شعب ادغام شونده و مکان جدید آنها را با توجه به شاخصهایی چون مجاورت شعب، مناطق پر تراکم، عملکرد شعب، جذابیت شعب (موقعیت مکانی، متراژ، شکل هندسی و ...) و ... تعیین می‌کند.

۲- مبانی نظری تحقیق

همچون هر پژوهش دیگری، یکی از مهمترین بخش‌های انجام هر تحقیق، مطالعه پیشینه و مبانی نظری است. هدف از این کار، شناخت هرچه بهتر مسأله پیش رو، نحوه مواجهه پژوهشگران پیشین با مسأله مورد بررسی و شناخت روش‌شناسی‌های مورد استفاده در تحقیقات پیشین است تا با بررسی موشکافانه آنها، شکاف نظری موجود شناسایی شده و با انجام پژوهش‌های بیشتر از جمله پژوهش حاضر، این شکاف پر شده و پاسخ مناسبی برای مسأله تحقیق ارائه گردد. هدف از ارائه این بخش، بررسی روش‌شناسی‌های مطرح در زمینه تعیین تعداد بهینه شعب است. بدین منظور تلاش شده تا از مقالات و گزارشات ارائه شده در این زمینه برای دستیابی به این هدف استفاده شود. بر این اساس، یک دسته‌بندی از این روش‌شناسی‌ها ارائه شده و نهایتاً با توجه به نقاط ضعف و قوت هر یک از دسته‌ها، روش‌شناسی مطلوب برای بانک سپه ارائه می‌گردد.



۲-۱- مدل های اقتصادی

ساختار کلی این مدل ها بدین صورت است که با در نظر گرفتن شاخص هایی برای درآمد و هزینه بانک به عنوان بنگاه اقتصادی، تابعی را برای سود معرفی می نمایند که در این تابع یکی از متغیرها، تعداد شعب است. فرض می شود که تابع مذکور پیوسته و مشتق پذیر بوده در نتیجه با گرفتن مشتق اول از تابع سود و برابر با صفر قرار دادن آن، فرمول ریاضی تعداد بهینه شعب حاصل می گردد. در ادامه خلاصه ای از سه مدل اقتصادی که در پژوهش روزو و همکاران (۲۰۰۸) ذکر شده ارائه می شود.

۲-۱-۱- مدل بازار سپرده (روزو و همکاران، ۲۰۰۸)

در این مدل تعداد بهینه شعب تابعی از احتمال آگاهی مشتری از محصولات سپرده بانک های رقیب، هزینه ثابت راه اندازی شعبه و هزینه ایاب و ذهاب مشتری به مکان شعبه است. در این مدل، شعاع دسترسی به شعبه در قالب یک دایره فرض می شود که در آن یک پیوستار از سپرده گذاران وجود دارد که به طور یکنواخت در امتداد یک دایره توزیع شده اند و n بانک تنها یک شعبه دارند. در این مدل، فاصله میان دو شعبه مجاور بانک برابر با $\frac{1}{n}$ در نظر گرفته می شود که کمان یک دایره است. باتوجه به این مفروضات و تعریف تابع مطلوبیت برای سپرده گذاران، تعداد بهینه شعب با در نظر گرفتن اطلاعات ناقص مشتریان از خدمات بانک های رقیب به صورت زیر خواهد بود:

$$n^* = (2 - \Phi) \sqrt{\frac{t}{f}} \quad (1)$$

در این فرمول، f نشان دهنده هزینه های ثابت راه اندازی شعبه جدید، و Φ احتمال داشتن اطلاعات از خدمات بانک های رقیب از سوی مشتریان است. در این میان t هزینه حمل و نقل مشتریان برای رسیدن به شعبه جهت دریافت خدمات می باشد.

۲-۱-۲- مدل د-نرمال (روزو و همکاران، ۲۰۰۸)

در این مدل، تعداد بهینه شعب، علاوه بر موارد فوق تابعی از بازده به مقیاس، سپرده ها، اندازه فضای جغرافیایی بازار (دایره با شعاع کیلومتر) است. در این مدل فرض می شود که شعب بانک و مشتریان بر روی یک دایره واحد قرار دارند. منطقه جغرافیایی بازار در کیلومتر مربع با اندازه Km لحاظ شده که $Km > 0$. همچنین هزینه هر شعبه رابطه مستقیمی با اندازه شعبه دارد که تابعی از تعداد کارکنان و دیگر منابع شعبه است که برای جذب سپرده بیشتر باید استفاده شوند. بر این اساس، تعداد بهینه شعب برای سیستم بانکی مبتنی بر رابطه ۲ خواهد بود.



$$n^* = \left(\frac{\tau}{f}\right) \left(\frac{D_i}{Km}\right)^{1-\beta} \quad (2)$$

در این فرمول β نشان دهنده صرفه به مقیاس، $\tau = t \left(\frac{2-\phi}{\phi}\right)$ و D_i موجودی حسابهای سپرده بانک i ام است.

۲-۱-۳- مدل وام-سپرده (روزو و همکاران، ۲۰۰۸)

این مدل به نسبت مدل‌های پیشین، مدل کاملتری است. در این مدل، تعداد بهینه شعب تابعی از هزینه حمل و نقل مشتری برای رسیدن به شعبه، کل تعداد وام‌های موجود در بازار، تسهیلات اعطایی به مشتری، احتمال بازپرداخت وام از سوی مشتری، حداقل مبلغ بازپرداخت وام از سوی مشتری و تابع هزینه بانک است. همچون مدل پیشین، n بانک بر روی یک دایره واحد به شکل یکنواخت قرار دارند و فرض می‌شود که هر مشتری هزینه حمل و نقلی به ازای هر واحد فاصله جابه جایی برای رسیدن به شعبه در راستای سپرده‌گذاری یا دریافت وام پرداخت می‌نماید. الزاماً هزینه حمل و نقل به ازای هر فعالیت یکسان نیست. هزینه حمل و نقل برای سپرده‌گذاری با نماد t نشان داده می‌شود در حالیکه برای دریافت وام این هزینه به صورت t_1 خواهد بود.

با در نظر گرفتن محدودیت ترازنامه، حجم کل وام‌هایی که هر بانک ممکن است پیشنهاد دهد با نماد V نشان داده شده که فرض می‌شود کمتر از مقدار کل سپرده‌هایی است که هر بانک در اختیار دارد. همچنین در این مدل فرض می‌شود که برای هر وام یک احتمال پیشفرض عدم بازپرداخت وجود دارد که با نماد p نشان داده می‌شود. به عبارت دیگر بانک به احتمال $1-p$ تنها بخشی از وام (η) را دریافت خواهد نمود. بر این اساس، η حداقل پرداختی است که بانک دریافت خواهد کرد. فرض می‌شود که بانک قادر است تا بر هر وامی به طور مستمر نظارت نماید تا از مخاطرات اخلاقی در شعب جلوگیری نماید.

با توجه به مفروضات فوق، تعداد بهینه شعب بانک در بازار برای دوره کوتاه عبارتست از:

$$n^* = \sqrt{\left(t + \frac{Vt_1}{L}\right) \left(\frac{1}{C - (1-p)\eta}\right)} \quad (3)$$

در این فرمول، C معرف تابع هزینه بانک و L معرف وام‌های اعطایی از سوی بانک است. نویسندگان فرض کردند که هزینه هر شعبه رابطه مستقیمی با اندازه نسبی شعبه دارد که با افزایش تعداد کارکنان و



منابع هر شعبه افزایش یافته و باید منجر به رشد موجودی سپرده‌ها و وام‌ها شود. بر این اساس تابع هزینه بانک بر اساس رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$C = f \left(\frac{D_i}{km} \right)^\gamma \left(\frac{L_i}{km} \right)^\phi \quad (4)$$

در این فرمول، D_i و L_i به ترتیب بیانگر میزان سپرده و تسهیلات بانک و γ ، ϕ و f پارامترهای فرمول است.

۲-۱-۴- مدل مبتنی بر عملکرد SME و رفتار وام دهی بانک (حسین و همکاران، ۲۰۲۰)

این مدل بر اساس بانکداری شرکتی (SME) و با هدف ارائه حداکثری خدمات به آنها و انتقال از توسعه اقتصادی به رشد ارائه شده است. تعداد بهینه شعب تابع ریسک پیشفرض بانک، مقدار وام و حاشیه زیان است. این معادله در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$b_{it}^* = -\frac{1}{2c_2} \frac{\delta \rho_{it}(b_{it})}{\delta b_{it}} L_{it}^s \quad (5)$$

در رابطه فوق، c_2 معرف حاشیه زیان، ρ_{it} نرخ پیشفرض اعتباری یک بانک در منطقه i در زمان t و L_{it}^s حجم وام بانکی در منطقه i در زمان t است. برای دستیابی به این مدل تابع سود برای بانک تعیین شده که تابعی از هزینه و درآمد بانکی است. هزینه تابعی از عرضه وام، تعداد شعب و حجم سپرده جمع-آوری شده است که در آن c_1 تا c_4 پارامترهای معادله درجه دوم است. درآمد بانکی تابعی از نرخ سود وام (r_{it})، حجم وام بانکی، نرخ پیشفرض اعتباری یک بانک، نرخ سود سپرده (r_{dt}) و حجم سپرده جمع‌آوری شده (d_{it}) توسط بانک است. رابطه ۵ بر اساس برابر با صفر قرار دادن مشتق مرتبه اول تابع سود حاصل شده است.

علاوه بر رابطه فوق، بدست آوردن تعداد بهینه شعب نیازمند استفاده از دو رابطه دیگر یعنی عرضه و تقاضای وام است که در روابط ۶ و ۷ نشان داده شده است. عرضه و تقاضا تابعی از تعداد شعب بهینه بانک هستند. بنابراین برای تعیین تعداد بهینه بانک لازم است که این توابع برآورد شده و دستگاه معادلات بر اساس این سه رابطه تشکیل شده و حل گردد.

$$L_{it}^s = \frac{1}{2c_1} S_{pt} + \frac{c_4}{2c_1} d_{it} \quad (6)$$



$$L_{ijt}^d = \frac{P \cdot (1 - \alpha) \cdot (pop_{ijt})^\alpha (K_{ijt}(\rho_{it}, b_{it}))^{1-\alpha}}{r_{it}} \quad (V)$$

در رابطه ۶، S_{pt} گستره نرخ سود $S_{pt} = (r_{it} - \rho_{it}(b_{it}) - r_{dt})$ است. بنابراین، عرضه وام تابع گستره نرخ سود، حاشیه زیان و سپرده بانک است. در رابطه ۷، p معرف قیمت محصولات شرکت Z است و با در نظر گرفتن تابع تولید کاپ داگلاس برای بنگاه (Y) ، جمعیت در منطقه به عنوان نیروی انسانی لحاظ شده و سرمایه بنگاه معادل وام بانکی لحاظ شده که خود تابعی از رسیک پیشفرض و تعداد شعب بانکی در منطقه i و زمان t است.

۲-۲- مدلهای بهینه سازی

دسته دوم در تعیین تعداد شعب، استفاده از مدل های بهینه سازی است که در آن تابع هدف و محدودیت هایی وجود دارد که تابعی از متغیرهای تصمیم هستند. هدف از حل این مدل ها، تعیین مقدار متغیر تصمیم با هدف بیشینه سازی یا کمینه سازی تابع هدف با توجه به محدودیت های مدل است. در این بخش، چهار مدل که در تعیین تعداد شعب بهینه در مقالات استفاده شده اند، تشریح می گردند.

۲-۲-۱- مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها (DEA) (ری، ۲۰۱۶، ۲۰۱۱)

تحلیل پوششی داده ها یک مدل برنامه ریزی خطی است که از طریق تعیین مرز کارا برای واحدهای تصمیم گیرنده (DMU) کارایی آنها را اندازه گیری می نماید. ری در پژوهش خود این مدل را با هدف تعیین تعداد شعب بهینه شعب بانکی توسعه داده است. به طور کلی مدل DEA بر اساس کارایی یعنی نسبت خروجی یک تصمیم گیرنده به ورودی (منابع مورد استفاده توسط تصمیم گیرنده) آن کار می کند. ری در مدل پیشنهادی خود کارایی هزینه را برای کل بانک در نظر می گیرد که برابر است با نسبت مجموع قیمت خروجی های تولید شده توسط شعب به هزینه ورودی های مصرف شده توسط شعب؛ که در نتیجه تقسیم هزینه ورودی های مصرفی یک شعبه به مجموع هزینه ورودی های مصرفی شعب، سهم هر شعبه از کل هزینه های بانک بدست می آید. نکته مهم این است که تنها در صورتی بانک دارای کارایی هزینه برابر با ۱ است که هر شعبه به لحاظ هزینه کارا باشد. ری در مدل خود بانک را به مناطق عملیاتی مختلفی تقسیم می کند که هر منطقه دارای تعدادی شعبه هست و فرض می کند که قیمت ورودی ها در سراسر یک منطقه یکسان است. بنابراین ورودی، خروجی و هزینه تولید خروجی در هر منطقه به ترتیب برابر است با مجموع ورودی، خروجی و هزینه تولید خروجی توسط شعب. بر اساس مدل پیشنهادی وی، باید برای هر منطقه به طور مجزا یک مدل DEA حل شود. در این مدل ها، خروجی هدف تعیین شده برای هر منطقه بر



تعداد شعب هر منطقه تقسیم شده تا خروجی هدف مورد انتظار برای هر شعبه مشخص شود. مدل برنامه-ریزی خطی مختلط پیشنهادی به صورت رابطه ۸ خواهد بود.

$$\begin{aligned} \tilde{C}^r &= \min_{\mu, \tilde{X}^r, N^r} w^r \tilde{X}^r \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^N \mu_j x^j &\leq \tilde{X}^r; \\ \sum_{j=1}^N \mu_j y^j &\geq Y_0^r; \\ \sum_{j=1}^N \mu_j - N^r &= 0; \\ \mu_j &\geq 0; \quad (j=1, 2, \dots, N); \\ N^r &\in \{1, 2, 3, \dots\}. \end{aligned} \quad (8)$$

در این مدل، اندیس j نشان دهنده شعب موجود در منطقه r هستند که داده‌های آنها برای تعیین تعداد بهینه شعبه در منطقه r مورد استفاده قرار می‌گیرند. سه متغیر تصمیم N^r و μ_j و \tilde{X}^r به ترتیب نشان دهنده تعداد شعب، کارایی کل شعب ($\mu_j = N^r \lambda_j$) و کل ورودی مصرفی توسط شعب در منطقه r ($\tilde{X}^r = N^r \tilde{x}^r$) هستند. قیمت کل ورودی‌ها در منطقه r را نشان می‌دهد و (x^j, y^j) زوج ورودی و خروجی هر واحد تصمیم گیرنده j (شعب) را نشان می‌دهد. Y_0^r خروجی هدف تعیین شده برای منطقه r است که بر اساس تقسیم خروجی هدف کل بانک بر کل مناطق بدست می‌آید

$$Y_0^r = \sum_{r=1}^R Y_o^r$$

تابع هدف در این مدل حداقل سازی هزینه ورودی‌های مصرف شده است. محدودیت اول نشان می‌دهد که مجموع ورودی ضرب در کارایی شعب نباید از ورودی کل منطقه تجاوز نماید. محدودیت دوم نشان دهنده این است که حاصلضرب کارایی شعب در خروجی تولید شده باید حداقل برابر با خروجی هدف تعیین شده برای منطقه r باشد. محدودیت سوم می‌گوید که مجموع کارایی کل شعب برابر با تعداد بهینه شعب خواهد بود. کارایی و ورودی کل شعب متغیر تصمیم پیوسته و تعداد متغیر تصمیم عدد صحیح است. ورودی‌ها عبارتند از: نیروی کار (کل حقوق و دستمزد کارکنان شعبه به عنوان معیار سنجش)، سرمایه (هزینه‌های سربار شعبه) و خروجی‌ها: کل حجم سپرده‌ها، کل حجم وام‌ها و درآمدهای غیرمشاعی.



۲-۲-۲- مدل مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی (یونو و ماوری، ۲۰۰۷)

نویسندگان در پژوهش خود، توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم با هدف تعیین تعداد بهینه شعب و آمیخته بهینه خدماتی که هر شعبه باید ارائه نماید را مد نظر قرار دادند. بدین منظور، یک مدل برنامه ریزی خطی برای تعیین عملکرد بهینه شبکه شعب و هر شعبه ارائه کرده و الگوریتمی را برای حذف شعب ناکارا و تعیین تعداد شعب بهینه توسعه دادند. در این مدل n شعبه با اندیس i در نظر گرفته شده که $y^i = [y_1^i, y_2^i, \dots, y_m^i]^T$ بردار متغیرهای عملکردی مربوط به شعبه i ام است که در آن m معرف تعداد متغیرهای عملکردی برای هر شعبه است. w بردار m بعدی است که وزن متغیر عملکردی k ام از شعبه i ام را نشان می‌دهد ($w^T = [w_1^i, w_2^i, \dots, w_m^i]$). در این مدل عوامل درونی (قابل کنترل) و بیرونی (غیر قابل کنترل) موثر بر عملکرد شعبه لحاظ شده است که با بردار $x^i = [x_1^i, x_2^i, \dots, x_l^i]^T$ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که این عوامل در مدل با اندیس j نشان داده شده است. مدل ریاضی ارائه شده در این مدل به صورت رابطه ۹ خواهد بود.

$$\text{Maximize } \sum_{i=1}^n w^T \times y^i.$$

Subject to:

$$\begin{aligned} y^i &= A \times x^i + C^i, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \\ x^i &= B \times x^i + D^i, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \\ z_j^T \times (x_j^i) &\leq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, l, \\ L^i &\leq x^i \leq U^i, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \\ y^i &\in R_+^m, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \\ x^i &\in R_+^l, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (9)$$

در این رابطه، تابع هدف نشان دهنده حداکثرسازی مجموع عملکرد وزنی هریک از شعب است. محدودیت اول که بر اساس تحلیل رگرسیونی حاصل می‌شود، رابطه میان عوامل درونی و بیرونی هر شعبه با متغیر عملکردی شعبه را نشان می‌دهد. محدودیت دوم نشان دهنده روابط ضمنی میان عوامل درونی و بیرونی به ازای هر شعبه با استفاده از تحلیل رگرسیونی است. در محدودیت سوم روابط مقداری گروه‌های عوامل مشابه در میان شعب متفاوت نشان داده شده است. Z_j^T یک بردار n بعدی است که هر عنصر آن می‌تواند مقدار -1 ، 1 و یا 0 به خود بگیرد. به عنوان مثال، اگر x_5^i نشان دهنده تعداد تحویل-داران باشد و بدانیم که شعبه ۲ باید تعداد تحویلدار کمتری نسبت به شعبه ۳ داشته باشد، بنابراین، $z_5^2 = 1$ و $z_5^3 = -1$. محدودیت چهارم نشانگر حد بالا و پایین برای هر یک از عوامل درونی و بیرونی



است. محدودیت‌های باقیمانده بیانگر پیوسته و مثبت بودن متغیرهای تصمیم است. برای اجرای این مدل، نویسندگان شاخص‌هایی را بیان کرده‌اند که در جدول زیر ذکر شده است.

جدول ۱: شاخص‌های مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی خطی

عوامل درونی	عوامل بیرونی	متغیرهای عملکردی
تعداد تحویلداران در شعبه	جمعیت (تعداد افراد بالای ۱۵ سال)	توازن سپرده ^۱ در هر شعبه
تعداد باجه‌های فروش ویژه	متوسط درآمد خانوادگی	تعداد حساب‌های افتتاح شده جدید در ماه
تعداد باجه‌های SME	تعداد کسب و کارهای کوچک در حوزه جغرافیایی هر شعبه	متوسط توازن وام خرد
تعداد باجه‌های شرکتی	تعداد کسب و کارهای شرکتی ایجاد شده	تعداد حساب‌های تسهیلاتی جدید
		توازن سرمایه‌های مالی

در راستای تعیین تعداد شعب بهینه شعب نویسندگان الگوریتمی را توسعه دادند. منطق کار به این صورت است که پیش از حل مدل، مقدار عملکرد هریک از شعب و کل بانک به صورت مجزا محاسبه می‌شود. سپس مدل برنامه‌ریزی خطی برای دستیابی به عملکرد بهینه شبکه شعب محاسبه می‌شود. در ادامه با در نظر گرفتن یک الگوریتم تکراری مراحل حذف شعبه طی می‌گردد که شامل موارد زیر است. لازم به ذکر است که هزینه‌های عملیاتی بر اساس مقادیر عوامل درونی برای هر شعبه محاسبه می‌شود.

۱. تعیین نخستین تکرار

۲. محاسبه مجموع تفاضل عملکرد و هزینه‌های عملیاتی شعب

۳. یافتن شعبه‌ای که کمترین نمره عملکردی را دارد.

۴. حذف شعبه مذکور و فرموله بندی مجدد رابطه ۹ برای شعب باقیمانده

۵. حل مدل جدید

۶. محاسبه مجموع تفاضل عملکرد و هزینه‌های عملیاتی شعب برای شعب باقیمانده

۷. اگر مقدار بدست آمده در مرحله ۶ بزرگتر از مقدار محاسبه شده در مرحله ۲ باشد، تصمیم

حذف شعبه پذیرفته شده و وارد تکرار بعدی شده و به مرحله ۳ باز می‌گردیم.

۸. در غیر این صورت تمام شعب حفظ شده به مرحله ۹ می‌رویم.

¹ -Deposit balance



۹. پایان تکرار

۲-۳- مدل مبتنی بر برنامه‌ریزی پویا (سیسترناس و را و همکاران، ۲۰۱۶)

برنامه‌ریزی پویا یک روش بهینه‌سازی است که در آن مسأله به چندین مرحله تقسیم شده و هر مرحله به تعدادی حالت وابسته است که این تعداد حالات می‌توانند متناهی یا نامتناهی باشند. در هر مرحله با اتخاذ یک تصمیم، حالت مرحله فعلی به حالتی که وابسته به مرحله بعدی است انتقال می‌یابد. داشتن حالت فعلی سیستم، حاوی کلیه اطلاعاتی است که برای تعیین سیاست بهینه مربوط به مراحل باقیمانده مورد نیاز است. روش حل این مسائل با پیدا کردن جواب بهینه مربوط به کلیه حالت‌های مرحله آخر آغاز می‌شود. روش حل با حرکت پس‌رو و با استفاده از رابطه برگشتی از مرحله‌ای به مرحله قبل، بدست می‌آید.

سیسترناس و را و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل برنامه‌ریزی پویای تصادفی بر اساس رفتار تراکنش مشتری توسعه دادند تا از طریق آن بتوانند تراکنش‌های مالی مشتریان را مدل نمایند. در این مدل، هزینه انتظار مشتری، هزینه تراکنش و مجموعه‌های انتخاب (شعبی که مشتری از میان آنها می‌تواند انتخاب نماید) (موقعیت جغرافیایی، تراکنش و جمعیت‌شناختی) (consideration sets) با محوریت بانکداری موبایلی در نظر گرفته شده است.

در ادامه در این مدل و پس از تحلیل رفتار مشتری و محاسبه احتمال ملاقات یک شعبه از میان شعب جایگزین، به منظور بهینه‌سازی شبکه شعب، تصمیم‌گیری راجع به باز کردن و بستن شعب در مناطق هدف در نظر گرفته شده است. در این مدل فرض شده که در هر منطقه پستی تنها یک شعبه می‌توان افتتاح کرد که متوسط هزینه افتتاح یک شعبه با اندازه متوسط و با متوسط ظرفیت لحاظ شده است. تابع هدف در این مدل حداکثر سازی احتمال ملاقات شعبه و دریافت خدمت از آن است. یک متغیر تصمیم صفر و یک برای باز کردن یا بستن شعبه در نظر گرفته شده است. محدودیتها عبارتند از:

- ثابت ماندن نسبت میان شعب در مجموعه انتخابی برای هر مشتری
- مجموع احتمالات انتخاب یک شعبه از سوی یک مشتری باید برابر با ۱ شود.
- مشتریان تنها می‌توانند یک شعبه را انتخاب نمایند.
- شعب جایگزینی که خارج از مجموعه انتخابی مشتری قرار دارند دارای احتمال انتخاب برابر هستند.



- تعداد شعب مطلوب بانک ثابت فرض شده که مجموع متغیر تصمیم باید برابر با این مقدار باشد.

۲-۲-۴- مسأله بهینه‌سازی شبکه شعب بانک (زیکن و همکاران، ۲۰۱۹)

در این مدل، نویسندگان تابع هدف را بر اساس دو ویژگی تنوع و وفاداری فرموله نمودند. در تنوع مشخص می‌شود که یک مشتری چگونه به صورت برابر تراکنش‌های بانکی خود را در میان مناطق عملیاتی (bin)^۲ مختلف گسترش می‌دهد. p_{ij} نشان دهنده درصدی از تراکنش‌ها است که در منطقه عملیاتی j ام برای مشتری i رخ می‌دهد. تنوع مشتری c_i بر اساس آنتروپی نرمال شده از تمام تراکنش‌های شمارش شده در تمامی بین‌ها (B) یعنی P بدست می‌آید (رابطه ۱۰).

$$D(c_i) = \frac{-\sum_{j=1}^B p_{ij} \log p_{ij}}{\log P} \quad (10)$$

وفاداری تابعی از نسبت تراکنش‌ها است که مکرراً در بین‌ها اتفاق می‌افتند. f_i معرف کسری از تمام تراکنش‌های مشتری i ام است که در سه بین تاپ به طور مکرر اتفاق می‌افتد. بنابراین وفاداری مشتری بر اساس فرمول زیر محاسب می‌گردد.

$$L(c_i) = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^B P_{ij}} \quad (11)$$

این مقدار در بازه [۰، ۱] قرار دارد و هرچه بیشتر باشد به معنی وفاداری فضایی بیشتر است. این وفاداری به این معنی است که مشتری معمولاً تراکنش‌های خود را در ۳ منطقه ملاقات شده تاپ انجام می‌دهد.

در این مسأله یک بانک با مجموعه‌ای از شعب (M) در نظر گرفته می‌شود. هر شعبه دارای مختصات جغرافیایی است. هر مشتری دارای ویژگی‌های: مکان زندگی، محل کار، ملاقات‌های شعبه و تراکنش‌های انجام داده است. خروجی مسأله این است که چه تعداد از شعب با توجه به هزینه‌های عملیاتی باید بسته شوند. بنابراین، هدف یافتن k شعبه برای بستن است به شرطی که عدم رضایت مشتریان بانک به

^۲ - مربعی است که اضلاع آن دارای یک واحد اعشار هستند.



حداقل برسد. در این مدل ویژگی‌های مکانی-زمانی لحاظ شده بنابراین مختصات شعب ملاقات شده و ویژگی‌های مشتری که پیشتر ذکر شد، در نظر گرفته شده است.

تابع هدف برابر با مجموع عدم رضایت T مشتری است که در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$G(b_1, \dots, b_k) = \sum_{i=1}^T S(c_i) \quad (12)$$

که $S(c_i) = \frac{L(c_i) - D(c_i) + 1}{2}$. این مقدار $(S(c_i))$ در بازه $[0, 1]$ قرار دارد که مقدار بزرگتر آن به معنی این است که مشتری به احتمال بیشتر ناراضی است. برای حل این مدل، الگوریتم جستجوی محلی، حریصانه و ترکیب آن دو استفاده شده است.

۲-۳- مدل‌های آماری

در این مدل‌ها که غالباً براساس مدل رگرسیونی هستند، بر اساس داده‌های موجود از شعب بانک‌ها و محیط فعالیت بانکی، تعداد شعب را بر اساس مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل تخمین می‌زنند. برای این امر باید داده‌های مجموعه‌ای از بانک‌های الگو وجود داشته باشد.

۲-۳-۱- مدل رگرسیون چندمتغیره لجستیک (حنان و هانویک، ۲۰۰۸)

در این مقاله از رگرسیون چندمتغیره لجستیک برای تخمین تعداد بهینه شعب استفاده شده است. این مدل در رابطه ۱۳ نشان داده شده است.

$$\ln(br_{mt}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(pop_{mt}) + \beta_2 \ln\left(\frac{inc_{mt}}{pop_{mt}}\right) + \beta_3(assetrate_{mt}) + \beta_4 \ln(hhi_{mt}) + \beta_5 \ln(inmigration_{mt}) + \beta_6 dereg_{mt} + \beta_7 \ln(congest_{mt}) + u_m + v_t + \varepsilon_{mt} \quad (13)$$

در این رابطه بتاها نشان دهنده ضرایب معادله رگرسیونی هستند که از تحلیل داده‌ها و آزمون و فرض‌های مربوطه حاصل می‌شوند. در این فرمول br_{mt} بیانگر تعداد شعب در بازار m در طول سال t است. pop_{mt} جمعیت در بازار m در طول سال t است و inc_{mt} کل درآمد افراد در بازار m در طول سال t را نشان می‌دهد. $assetrate_{mt}$ معرف نرخ سود حاصل از دارایی‌های دارای سود در بازار در طول سال t ام است. hhi_{mt} بیانگر شاخص هرfindال-هیرشمن (که به صورت مجموع مجذور سهم سپرده‌های بانک و پس‌اندازها است) در بازار m در سال t است. $inmigration_{mt}$ بیانگر تعداد مشتریان جدید بالقوه‌ای است که در طی سال t وارد بازار m می‌شوند. $dereg_{mt}$ یک متغیر مصنوعی است که اگر در طول سال t در بازار m ، شعب درون کشوری کاملاً بی‌نظم باشند (بهینه‌سازی شبکه شعب انجام نشده باشد)، مقدار ۱ و در غیر اینصورت مقدار صفر می‌گیرد. $congest_{mt}$ معیار سنجش سطح ترافیک



در بازار m در طی سال t است. اپسیلون معرف خطای مشخص است و u_m معرف اثر ثابت شاخص بازار و v_t اثر ثابت عامل سال است.

اگر $\beta_1 = \beta_2$ شود، این به معنی تغییر در درآمد واقعی در بازار است که می‌تواند ناشی از تغییر در جمعیت و یا تغییر در درآمد سرانه باشد، که بر طراحی شبکه شعب تأثیر می‌گذارد.

۲-۳-۲- مدل رگرسیون (معاونت امور بانکی، بیمه و شرکت‌های دولتی، ۱۳۹۷)

معاونت امور بانکی، بیمه و شرکت‌های دولتی طی پژوهشی که در سال ۱۳۹۷ انجام داده، تلاش نموده تا تعداد شعب مورد نیاز برای کشور را بر اساس مدل رگرسیون برآورد نماید. بر این اساس، در این پژوهش از رگرسیون چندمتغیره با در نظر گرفتن خودهمبستگی پارامترها استفاده شده است. این معادله رگرسیونی در رابطه ۱۴ نشان داده شده است.

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1x_2 + a_5x_1x_3 + a_6x_2x_3 + a_7x_1x_2x_3 \quad (14)$$

در این معادله، a_i ها بیانگر ضرایب پارامترها است. سه متغیر مستقل x_1 ، x_2 و x_3 در این معادله وجود دارند که به ترتیب عبارتند از: تولید ناخالص داخلی، جمعیت، مساحت. برای حل معادله فوق و شناسایی پارامترهای مدل، اطلاعات ۱۳۴ کشور برای سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ استفاده شده و بر اساس میانگین موزون، این پارامترها برای سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ برای اقتصاد ایران برآورد شده است. بر اساس نتایج این تحقیق، تعداد مطلوب شعب در سطح کل کشور از ۷۹۰۰ تا حدود ۱۱۶۰۰ شعبه بوده است. در حالی که در تمام این سال‌ها بیش از ۲ برابر این تعداد شعبه در سطح کشور وجود داشته است. پیش‌بینی مدل برای سال ۲۰۲۰، برای اقتصاد ایران، ۱۲۸۷۳ شعبه می‌باشد، لیکن این پیش‌بینی با توجه به روند قبلی رشد تولید ناخالص داخلی حاصل شده است. کاهش رشد تولید ناخالص داخلی در سال حاضر و پیش‌بینی‌های جدید ارائه شده نیاز کشور به تعداد شعبی در حدود ۱۱۹۰۰ واحد تا سال ۲۰۲۰ را نمایش می‌دهد.

۳- نقد و بررسی مدل‌ها

بررسی مدل‌ها از چند بعد قابل بررسی است. نخست، مفروضات مدل. هر مدل فارغ از اقتصادی، بهینه‌سازی و یا آماری بودن بر اساس مفروضاتی ارائه می‌شود. به عنوان مثال، در مدل اقتصادی حسین و همکاران (۲۰۲۰) برای تشکیل تابع سود، فرض شده که تابع تولید شرکت‌های SME کاپ داگلاس است. یا در مدل تحلیل پوششی داده‌های ری (۲۰۱۱ و ۲۰۱۶) فرض می‌شود که قیمت ورودی‌ها در



سراسر یک منطقه یکسان است و در مدل رگرسیونی پیشنهادی معاونت امور بانکی، بیمه و شرکت‌های دولتی وزارت امور اقتصادی فرض می‌شود که بین پارامترها خودهمبستگی وجود دارد. بنابراین برای استفاده از این مدل‌ها در دنیای واقعی باید دید که آیا مفروضات مدل مبتنی بر شرایط بانک سپه هستند یا خیر. در صورتی که تطابق مفروضات وجود نداشته باشد نمی‌توان آن مدل‌ها را برای بانک سپه بدون ایجاد تغییرات لازم به کار گرفت.

دوم، داده‌های مورد نیاز برای پیاده‌سازی مدل در دنیای واقعی. برخی از مدل‌ها نیازمند داده‌های بیشتری هستند. به عنوان مثال مدل‌های آماری از نوع رگرسیون نیازمند حجم زیادی داده برای برآورد پارامترهای مدل هستند. در مدل رگرسیونی پیشنهادی معاونت امور بانکی، بیمه و شرکت‌های دولتی وزارت امور اقتصادی و دارایی، داده‌های ۱۳۴ کشور مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مناسب مدلی است که در عین داشتن دقت لازم نیازمند جمع‌آوری داده‌های کمتری باشد.

سوم، دقت مدل. به نظر می‌رسد مدل‌های آماری نسبت به دیگر مدل‌ها از دقت پایین‌تری برخوردار می‌باشند. در حقیقت به نظر می‌رسد در طراحی شبکه شعب باید به ساختار درونی بانک (یعنی متغیرهایی چون درآمد و هزینه و به طور کلی متغیرهای عملکردی شعب) علاوه بر متغیرهای کلان اقتصادی مانند درآمد و جمعیت توجه نمود. چیزی که در مدل‌های آماری ذکر شده در بالا مغفول مانده است. مدل‌های اقتصادی و بهینه‌سازی مطرح شده در بالا بیشتر بر جنبه ساختار درونی بانک توجه دارند. با این وجود بر خلاف مدل‌های اقتصادی، مدل‌های بهینه‌سازی قابلیت در نظر گرفتن متغیرهای کلان اقتصادی را نیز در تعیین تعداد شعب دارا می‌باشند. از سوی دیگر بانک سپه پس از ادغام دارای تعداد زیادی شعبه است که قطعاً باید بخشی از شعب تعطیل شوند. بنابراین از طریق توسعه یک مدل بهینه سازی می‌توان به راحتی تعداد شعبه را بر اساس حذف برخی از شعب موجود محاسبه نمود.

در کنار روش‌های فوق، برای حل مسائل پیچیده (هم به لحاظ ساختاردهی به مسأله (مدل‌سازی) و هم حل) از روش‌های ابتکاری نیز استفاده می‌گردد. در این حالت، استفاده از یک الگوریتم نظام‌مند و تکراری و شروع از یک نقطه جغرافیایی مشخص و همچنین استفاده از چند معیار مشخص برای جانمایی و تعیین تعداد شعب مورد توجه قرار می‌گیرد. مهمترین نقطه قوت استفاده از این روش، انعطاف-پذیری آن‌ها برای حل مسأله و در نظر گرفتن انواع شاخص‌ها و محدودیت‌ها با توجه به اهداف سازمان و همچنین حل یک مسأله بزرگ دنیای واقعی در زمان کوتاه است. با این حال، خروجی این الگوریتم‌ها،



یک راه حل رضایت بخش و نزدیک به بهینه است. بر این اساس، در این طرح کارشناسی، یک الگوریتم ابتکاری برای تعیین تعداد شعب بهینه بانک سپه پیشنهاد می شود.

۴- الگوریتم پیشنهادی

پیش از بیان الگوریتم پیشنهادی لازم است تا تعاریف و اصطلاحات به کار رفته در این الگوریتم معرفی گردند.

۴-۱- تعاریف و اصطلاحات

- شعب کاندید: مجموعه کل شعب موجود واحدهای ادغامی (سپه، انصار، مهر اقتصاد، حکمت، کوثر، قوامین) به عنوان یکی از داده های ورودی به الگوریتم
- شعبه مانا: شعبه ای که شعب همسایه را در خود ادغام می کند و پس از اجرای الگوریتم به عنوان شعبه پذیرنده شعب همسایه خود عمل می نماید (که معمولاً شعبه های خوب ما به لحاظ عملکردی هستند).
- شعبه ادغام شونده: شعبه ای که در یک شعبه مانای همسایه خود ادغام می شود و پس از اجرای کامل الگوریتم کد آن حذف می شود (معمولاً شعبه ای است که عملکردی ضعیف تر نسبت به حداقل یک همسایه خود دارد).
- الگوریتم: مجموعه ای از سازوکارها و گام های منطقی در قالب یک مدل ترکیبی ریاضی است که به منظور بهینه سازی شبکه و تعداد شعب بانک سپه ورودی هایی را گرفته و شبکه ای از شعب مانا را به عنوان خروجی نتیجه می دهد.
- شاخص های عملکردی شعبه: شاخص هایی که مستقیماً به عملکرد بانکی و مالی شعبه مربوط می شود (مانند میزان جذب منابع ارزان و گران قیمت، درآمدهای کارمزدی و ...)
- شاخص های جذابیت فیزیکی شعبه: شاخص هایی که به ظاهر، موقعیت فیزیکی، ساختمان و سایر ویژگیها و شواهد فیزیکی (physical evidence) شعبه مربوط می شوند.
- شعاع همسایگی: فاصله ای است که همسایه های یک شعبه مفروض را مشخص می کند. همسایگی یک شعبه، مجموعه ای شامل آن شعبه و شعب مجاورش است.
- نمره عملکرد شعبه: برآیند نمرات شعبه در شاخص های عملکردی آن شعبه.
- نمره جذابیت شعبه: برآیند نمرات شعبه در شاخص های جذابیت فیزیکی آن شعبه.
- بهترین شعبه عملکردی: شعبه ای دارای بیشترین نمره عملکرد در بین شعب همسایه



- بهترین شعبه فیزیکی (جذابترین شعبه): شعبه‌ی دارای بیشترین نمره جذابیت در بین شعب همسایه
- منطقه پرتراکم: منطقه‌ای از شهر که اکثر واحدهای ادغامی در آنجا دارای بیش از دو شعبه بوده‌اند (که معمولاً بدلیل پتانسیل اقتصادی آن مکان بوده است).

۴-۲- مفروضات الگوریتم

- پذیرش فرض «تصمیم منطقی و عقلایی» در جانمایی‌های گذشته شعب واحدهای ادغامی.
- پذیرش فرض «پوشش مناسب جغرافیایی شعب واحدهای ادغامی» موجود بر کل مناطق مستعد کشور (منافاتی با اضافه کردن شعب پیشنهادی جدید ندارد)
- نتیجه پذیرش دو فرض فوق: کلیه شعب موجود به عنوان شعب کاندید در نظر گرفته شوند و در نهایت، شعب باقیمانده نهایی از بین این شعب انتخاب می‌شوند.
- تفاوت شاخص‌های عملکرد بانکی شعبه از جذابیت‌ها و شواهد فیزیکی
- مبنای محاسبه فواصل شعب، شعاع همسایگی و تعداد شعب مجاور هر شعبه، طول و عرض جغرافیایی شعب است.

۴-۳- الگوریتم پیشنهادی

- ۱- برای هر شعبه مفروض اطلاعات زیر را دسته بندی و مرتب کن.
 P_{jf} : امتیاز عملکرد شعبه j در شهر f
 A_{jf} : نمره جذابیت (شامل مساحت، موقعیت، و ...) شعبه j ام در شهر f
 - ۲- شعب را براساس نمره عملکرد رتبه‌بندی و لیست عملکردی شعب را ایجاد کن و به گام بعد برو.
 - ۳- مکان فیزیکی شعب را نیز براساس نمره جذابیت شعب رتبه‌بندی کن و لیست جذابیت شعب را ایجاد کن و به گام بعد برو.
 - ۴- لیست شعب مجاور (همسایگی) هر شعبه j را به کمک پارامتر شعاع مجاورت D_f ایجاد و تعداد شعب مجاور شعبه j (بعلاوه خود شعبه j) را B_j بنام و به گام بعد برو.
 - ۵- بهترین شعبه (j) را از لیست عملکردی شعب انتخاب کن و نام آن را پذیرنده بگذار:
 ۵-۱- آیا برای این شعبه $B_j \geq 2$ است؟
- الف- **خیر:** این شعبه j را به لیست شعب مانا اضافه کن و از لیست عملکردی شعب و لیست جذابیت شعب خارج کن و به گام ۲ برو.



ب- **آری:** ادامه بده.

۵-۲- آیا $B_j \geq T$ است $((2) - (2 * \text{تعداد مؤسسات ادغامی})) = T$ یعنی شعاع مورد نظر پرتراکم می باشد؟

الف- **خیر:** کلیه شعب مجاور این شعبه j را در آن ادغام (و اطلاعات

عملکردی همه آنها را در قالب شعبه j جمع کن و به گام ۷ برو.

ب- **آری:** ادامه بده.

۵-۳- از بین مجموعه‌ی شعبه j و شعب مجاورش با کمک رابطه زیر E_j شعبه‌ی برتر را انتخاب

$$E_j = \left\lfloor \frac{2B_j}{T} \right\rfloor \text{ کن و نام تمامی آنها را شعب پذیرنده بگذار و به گام بعد برو:}$$

۵-۴- تعداد مابقی شعب (ادغام شونده) در این شعاع را با رابطه زیر تعیین کن $(I = B_j - E_j)$

و این تعداد شعبه را بصورت تصادفی به E_j شعبه پذیرنده در این شعاع تخصیص ده. در صورت

داشتن مازاد شعبه‌ی ادغام شونده، آنها را به بهترین پذیرنده‌ها تخصیص ده و به گام بعد برو.

۶- شعب ادغام شده در این شعاع را از مجموعه لیست عملکردی شعب حذف کن و لیست را به روز

رسانی کن و به گام بعد برو.

۷- بهترین مکان فیزیکی از لیست جذابیت شعب در این شعاع را به شعبه پذیرنده تخصیص ده (در

حالت $B_j \geq T$ به ترتیب بهترین مکان‌های فیزیکی را به گونه‌ای به بهترین شعب پذیرنده از لحاظ

عملکرد تخصیص ده مشروط به اینکه فاصله مکان جدید شعب پذیرنده از یکدیگر کمتر از $\frac{D_f}{E_j}$

نباشد) و به گام بعد برو.

۸- شعبه/شعب پذیرنده گام قبل را به لیست شعب مانا اضافه کن و به گام بعد برو.

۹- صرفاً بهترین مکان‌های فیزیکی تخصیص داده شده را از لیست جذابیت شعب حذف و لیست را

به روز رسانی کن و به گام بعد برو.

۱۰- در صورتیکه در لیست عملکردی شعب هنوز شعبه j ای وجود دارد (لیست عملکردی شعب

خالی نبود) به گام ۲ برو در غیر اینصورت به گام بعد برو.

۱۱- لیست شعب نهایی را گزارش کن و متوقف شو

۴-۴- شاخص‌های عملکردی و جذابیت فیزیکی

همانطور که در بخش قبل ذکر شد، ورودی الگوریتم پیشنهادی دو نمره: امتیاز عملکرد و جذابیت

فیزیکی برای تمامی شعب می‌باشد. امتیاز عملکردی شعب بر اساس مجموعه‌ای از شاخص‌ها باید محاسبه



گردد. با بررسی شاخص‌های عملکردی بانک سپه و مجموعه بانک‌های ادغامی، شاخص‌هایی به شرح جدول زیر پیشنهاد می‌گردد. لازم به توضیح است که برای تعیین نمره عملکردی شعب می‌توان از شاخص‌ها و داده‌های ارائه شده از اداره کل هوش تجاری و اطلاعات بانکی استفاده نمود.

جدول ۲: شاخص‌های عملکردی پیشنهادی شعب

شاخص های درجه بندی شعب بانک سپه (تلفیق ۶ واحد ادغامی)					
گروه (کارکردی)	بخش	شاخص (داده مورد نیاز)	سنجه	درجه اهمیت	
مدیریت منابع	ارزان قیمت	منابع ارزان قیمت	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
	گران قیمت	منابع گران قیمت	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
مدیریت مصارف، مطالبات و تعهدات ریالی	تسهیلات اعطایی	تسهیلات قرض الحسنه	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
		تسهیلات مبتنی بر عقود مشارکتی	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
		تسهیلات مبتنی بر عقود مبادله ای	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
	تعهدات ریالی	تعهدات ریالی - ضمانتنامه های ریالی	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
		تعهدات ریالی - گشایش اعتبارات اسنادی داخلی - ریالی (تجمع مانده ریالی کل سال ۱۳۹۹)	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
	مطالبات	مطالبات سررسید گذشته	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
		مطالبات معوق	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
		مطالبات مشکوک الوصول	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
	مدیریت درآمد - هزینه	هزینه	کل هزینه شعبه	مانده پایان سال ۱۳۹۹	
		درآمد	درآمدهای مشاع	مانده پایان سال ۱۳۹۹	
درآمدهای غیر مشاع			مانده پایان سال ۱۳۹۹		
سود و زیان		سود (زیان) واقعی شعبه	مانده پایان سال ۱۳۹۹		
مدیریت خدمات الکترونیک	دستگاه های عابر بانک	تعداد تراکنش ضرب در مبلغ ریالی	میانگین (دستگاه) ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
	pos	میانگین مانده حساب متصل به پوز	میانگین ۱۲ ماهه سال ۱۳۹۹		
مدیریت فعالیت های ارزی و تعهدات	اعتبار برات/ ضمانتنامه/ حواله های	گشایش اعتبارات اسنادی، ثبت بروات اسنادی، صدور حواله های	معدل ریالی در پایان سال ۱۳۹۹		
		ارزی کالایی، صدور ضمانتنامه (تجمیعی)			

برای تعیین شاخص‌های پیشنهادی جذابیت شعب باید به مواردی توجه نمود که در جذب مشتری تأثیر گذارند. برای مثال، دسترسی به شعبه، وضعیت مالکیت شعبه و ... در جدول زیر شاخص‌های پیشنهادی برای تعیین نمره جذابیت شعب ارائه شده است. نکته‌ای که در اینجا باید اشاره نمود این است که فرض می‌شود که پتانسیل اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی مکان‌ها، در چیدمان شعب اولیه دیده شده است یعنی در مکان‌های پرتانسیل حداقل یک شعبه از ۵ واحد ادغامی وجود دارد.



جدول ۳: شاخص‌های جذابیت فیزیکی پیشنهادی شعب

شاخص‌های پیشنهادی برای جذابیت شعبه و شواهد فیزیکی (Physical Evidences)			گروه
درجه اهمیت	سنجه	بخش	
	بله/خیر	دسترسی به مترو	دسترس پذیری
	بله/خیر	دسترسی به اتوبوس و BRT و خوش مسیر	
	متر	عرض خیابان/شهرت خیابان	
	بله/خیر	واقع شدن خیابان دو طرفه	
	بله/خیر	پل عابر پیاده	
	بله/خیر	جای پارک/پارکینگ	
	متر مربع	مساحت	بنا
	طیف لیکرت	استحکام و کیفیت ساخت	
	سال	سن بنا	
	متر مربع	زیربنا	
	تعداد	تعداد طبقات	
	میانگین سالانه مصرف گاز و برق	مصرف انرژی/سیستم سرمایش	
	طیف لیکرت	امنیت (Security)	
	طیف لیکرت	ایمنی (Safty)	
	طیف لیکرت	معماری داخلی، چیدمان، شکل هندسی و محدودیت های فضایی	
	بله/خیر	ملکی	وضعیت مالکیت
	بله/خیر	استیجاری	
	به ریال	ارزش ساختمان ملکی	
	به ریال	اجاره بهای استیجاری	
	بله/خیر	در اختیار موقت (در صورت وجود مثل برخی شعب پادگانی)	
	طیف لیکرت	ظاهر و نما	جذابیت بیرونی
	طیف لیکرت	موقعیت قرارگیری در خیابان/میدان/چهارراه	
	بله/خیر	قابلیت نصب خودپرداز	امکانات بالقوه
	بله/خیر	قابلیت داشتن صندوق امانات	
	بله/خیر	قابلیت نصب Cashless	
	بله/خیر	قابلیت بهسازی شده فیزیکی (برای معلولین، سالمندان، ...)	

۵- حل مثال عددی

در این بخش از طرح در ابتدا یک مسئله در ابعاد کوچک حل شده و در ادامه یک مسئله با ابعاد بزرگ حل می‌گردد. همچنین، با انجام تحلیل حساسیت بر روی شعاع همسایگی پیشنهاداتی برای بانک سپه ارائه می‌شود.

۵-۱- حل یک مثال کوچک

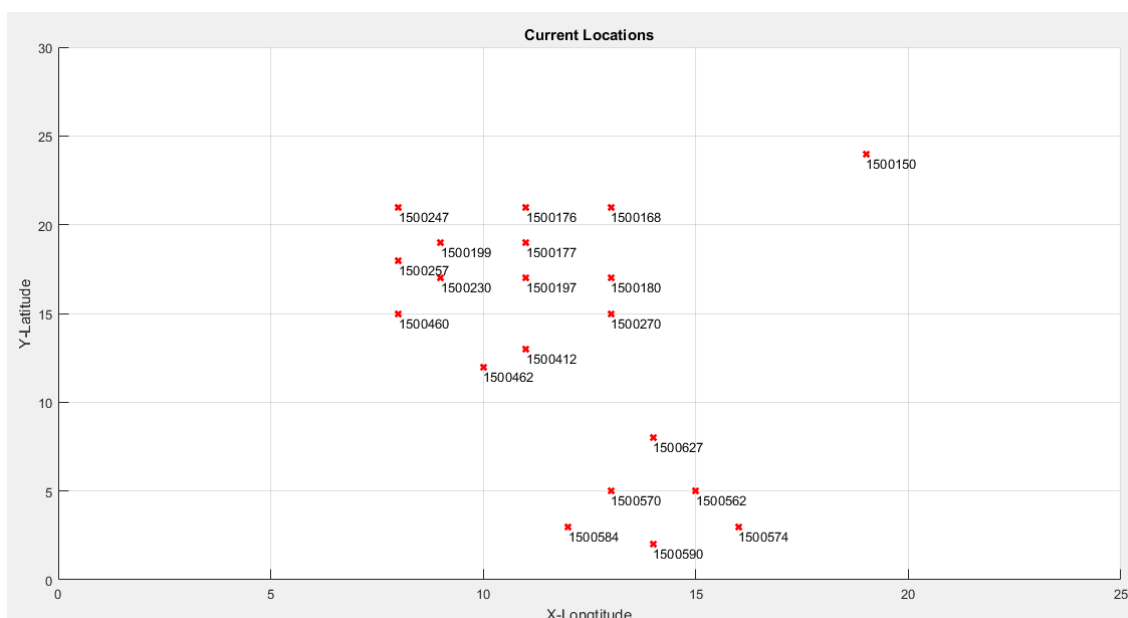
فرض کنید که در یک شهر فرضی ۲۰ شعبه وجود دارد که نمرات عملکرد و جذابیت آن به شرح جدول زیر است. در این مثال، فرض شده که حداکثر نمره عملکردی شعب ۱۰۰ و نمره جذابیت ۶ می‌باشد. البته این الگوریتم در حالتی که سقف امتیازی برای شاخص‌های فوق تعیین نشده نیز کارایی لازم را خواهد داشت. همچنین شعاع همسایگی در این مثال، ۵ کیلومتر در نظر گرفته شده است. الگوریتم پیشنهادی در نرم افزار MATLAB نسخه ۱۴ کدنویسی و حل شده است.



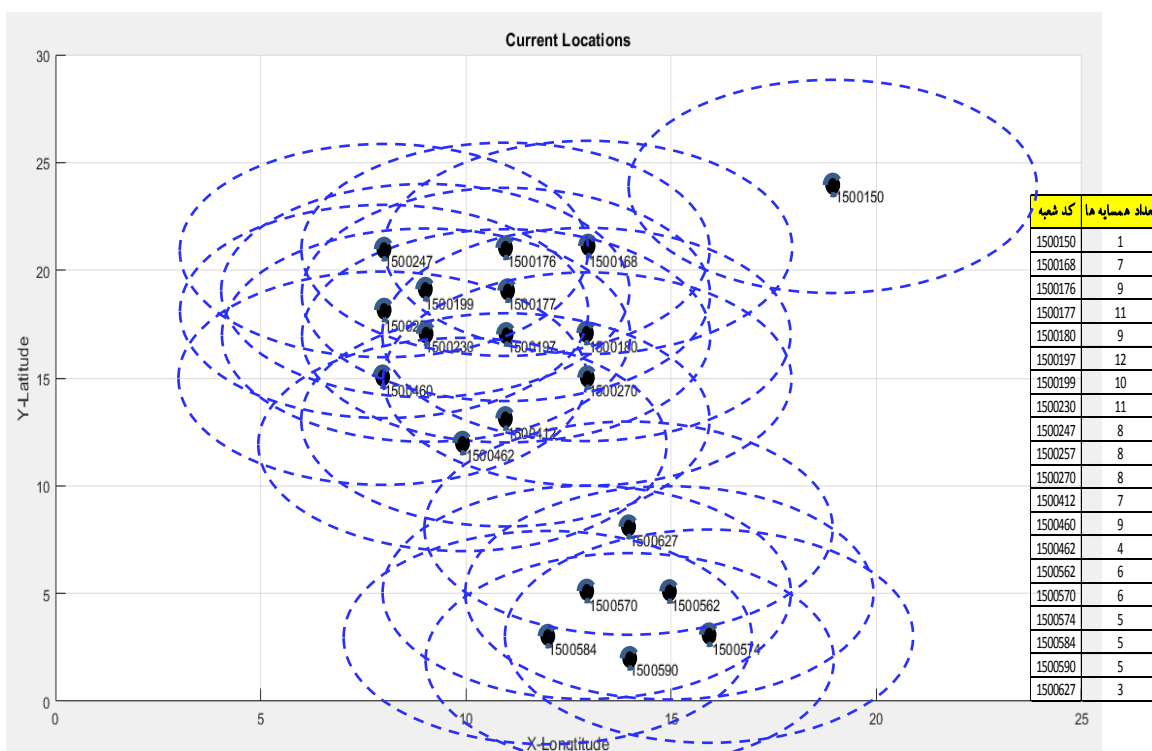
جدول ۴: مثال عددی در ابعاد کوچک

		حداکثر 100	حداکثر 6		
ردیف	کد شعبه	عملکرد	جذابیت	طول	عرض
1	1500150	90	5	19	24
2	1500168	76	4	13	21
3	1500176	80	5	11	21
4	1500177	100	3	11	19
5	1500180	76	2	13	17
6	1500197	78	2	11	17
7	1500199	77	1	9	19
8	1500230	62	2	9	17
9	1500247	60	6	8	21
10	1500257	63	1	8	18
11	1500270	73	2	13	15
12	1500412	90	6	11	13
13	1500460	63	1	8	15
14	1500462	77	4	10	12
15	1500562	70	5	15	5
16	1500570	68	4	13	5
17	1500574	73	6	16	3
18	1500584	60	4	12	3
19	1500590	95	5	14	2
20	1500627	89	5	14	8

براساس اطلاعات جدول فوق، بالاترین نمره عملکرد به کد شعبه فرضی ۱۵۰۰۱۷۷ و جذابیت به کد ۱۵۰۰۴۱۲ و ۱۵۰۰۵۷۴ تعلق دارد. موقعیت جغرافیایی شعب فوق در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنانکه در شکل نشان داده شده، یک شعبه فاقد شعب همسایه است و شعبه به کد ۱۵۰۰۱۷۷ در یک منطقه پرتراکم قرار دارد. براساس گام چهارم الگوریتم پیشنهادی، مقدار B_z برای هر شعبه با توجه به شعب مجاور آن شعبه باید محاسبه گردد که در شکل ۲ نشان داده شده است. بالاترین تعداد همسایه در این مثال مربوط به کد شعبه ۱۵۰۰۱۹۷ است که به لحاظ نمره عملکردی دارای نمره پائینی است. در هر تکرار، به دلیل ادغام برخی از شعب و به روزسانی لیست عملکردی شعب، مقدار B_z تغییر کرده و کاهش می‌یابد. همچنین در هر تکرار بهترین شعبه باقیمانده به لحاظ عملکردی به عنوان شعبه مانا در نظر گرفته می‌شود. ممکن است که چندین شعبه مجاور علیرغم داشتن امتیاز عملکردی مناسبتر نسبت به شعب باقیمانده در تکرارهای بعد، به دلیل همجواری در شعبه مانای مجاور خود ادغام شوند که این امر به دلیل رعایت فاصله همجواری و پوشش تمامی مشتریان امری اجتناب‌ناپذیر است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی نقاط بر روی مختصات دکارتی

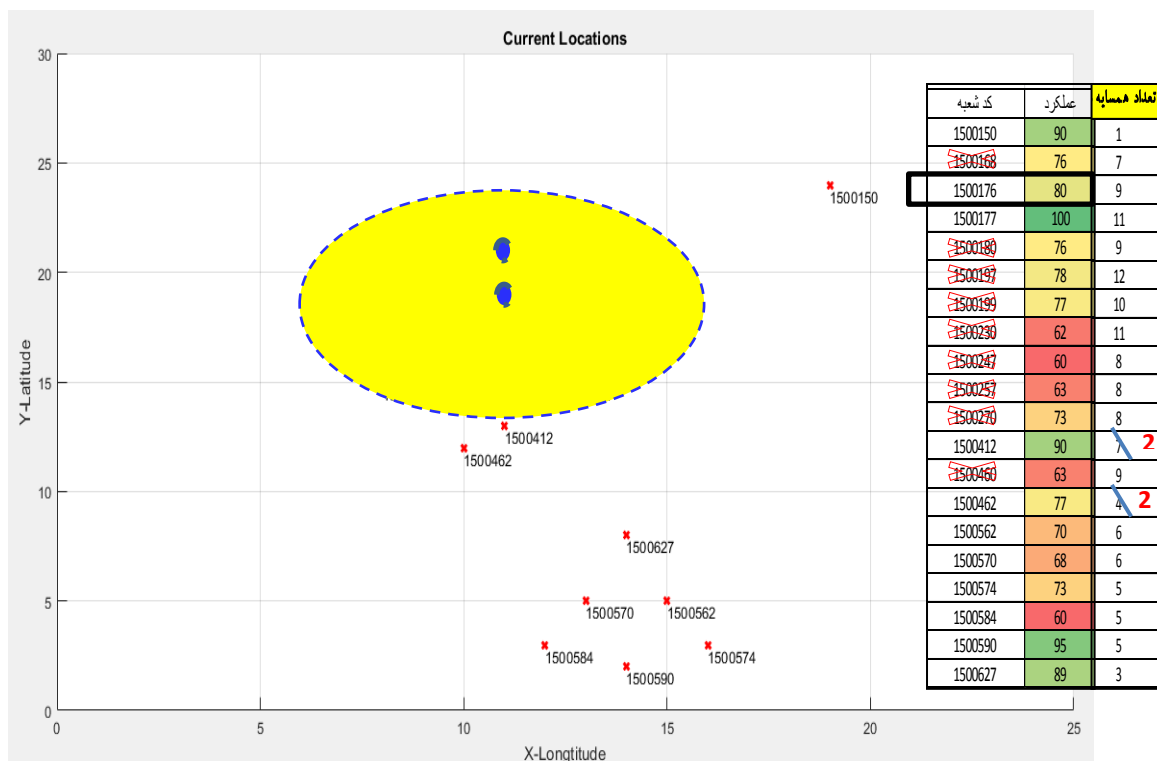


شکل ۲: تعیین مقدار B_j برای هریک از شعب براساس شعاع همسایگی

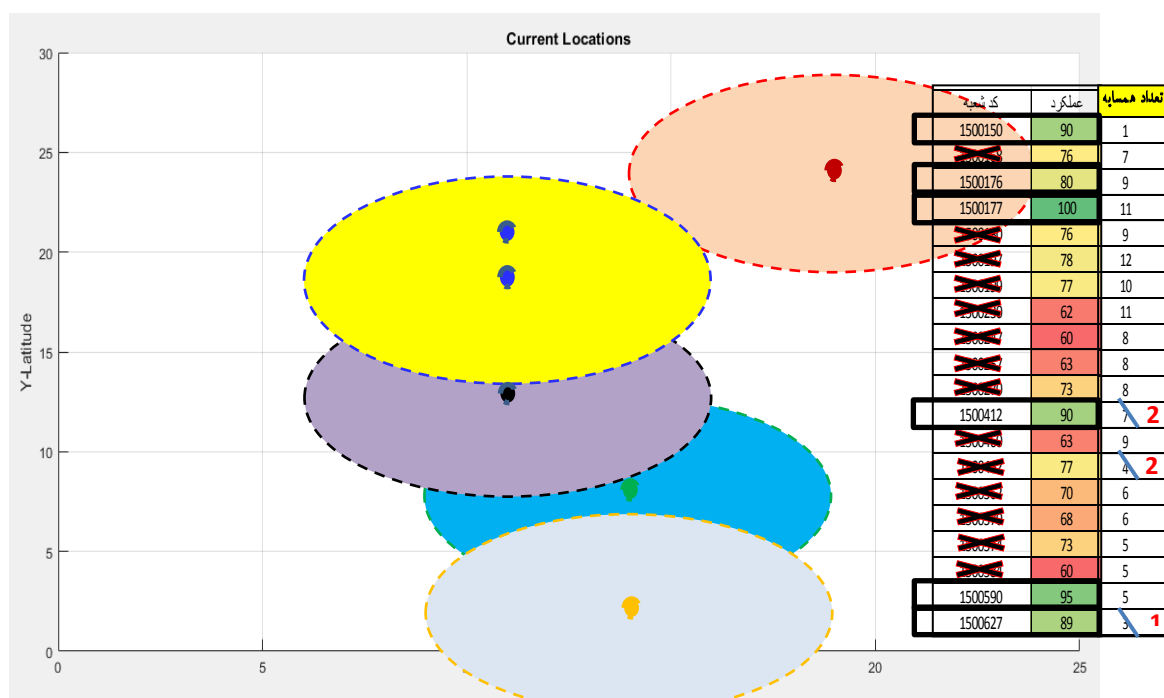
در الگوریتم پیشنهادی، نقطه شروع، شعبه‌ای است که دارای بالاترین نمره عملکردی است. شکل زیر اولین تکرار را نشان می‌دهد. شعاع همسایگی این شعبه در منطقه پرتراکم ($T = 10$) قرار دارد که براساس الگوریتم پیشنهادی، دو شعبه به عنوان شعب مانا انتخاب می‌گردد. شعبه دوم با کد ۱۵۰۰۱۷۶



دارای امتیاز عملکردی ۸۰ می‌باشد. با این تخصیص، دیگر شعب همجوار شعبه با کد ۱۵۰۰۱۷۷ حذف شده و تعداد همسایگی شعب باقیمانده به‌روزرسانی می‌گردد.



شکل ۳: اولین تکرار الگوریتم برای حل مثال کوچک

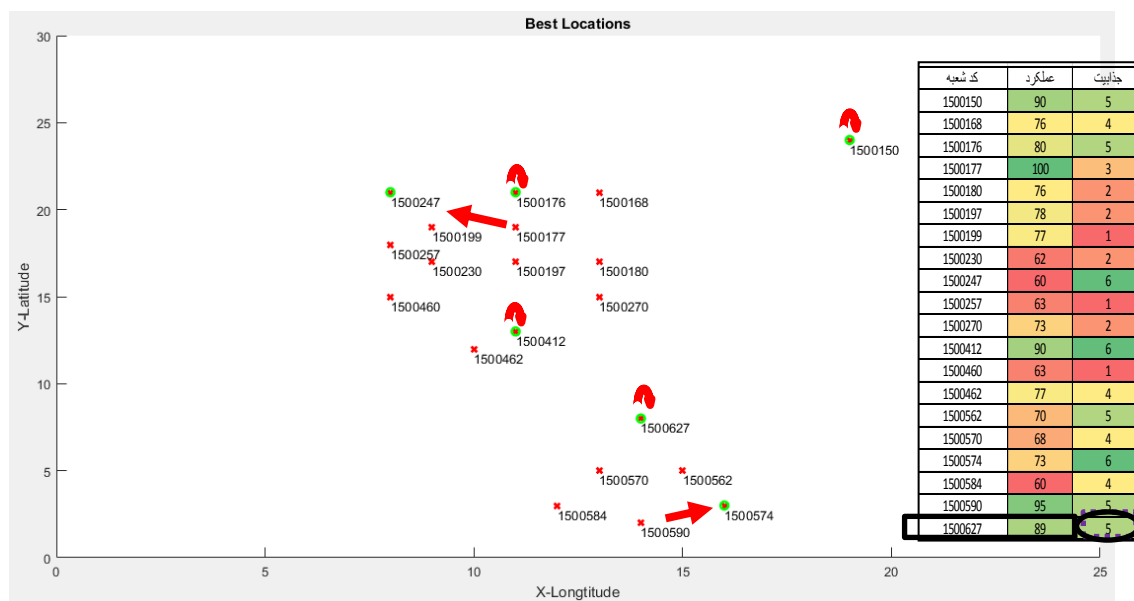


شکل ۴: تعیین شعب مانا در تکرار آخر الگوریتم



در تکرار بعد کد ۱۵۰۰۶۹۰ دارای بالاترین عملکرد است که به دلیل عدم قرارگیری در منطقه پرتراکم، تمامی شعب مجاور در آن ادغام می‌شوند. نهایتاً اینکه مطابق با شکل فوق ۶ شعبه به عنوان شعب مانا باقی می‌مانند.

در این الگوریتم فرض بر آن است که جذابترین شعبه الزاماً دارای بهترین عملکرد در یک شعاع همسایگی نیست و نیروی انسانی نقش تعیین کننده‌ای در عملکرد شعبه دارند، بنابراین براساس گام ۷، شعبه مانا در یک شعاع همسایگی باید به جذابترین شعبه آن شعاع تخصیص یابد که خواه خود شعبه بوده و خواه شعبه‌ای دیگر است. در این حالت مدیریت شعبه به نیروی انسانی شعبه مانا واگذار می‌گردد. همچنانکه در شکل ۵ نشان داده شده مکان فیزیکی دو شعبه مانا به مکان فیزیکی منتخب انتقال یافته و در سایر موارد شعبه مانا در مکان فیزیکی خود باقی مانده است.



شکل ۵: تخصیص شعبه مانا به جذابترین شعبه در شعاع همسایگی

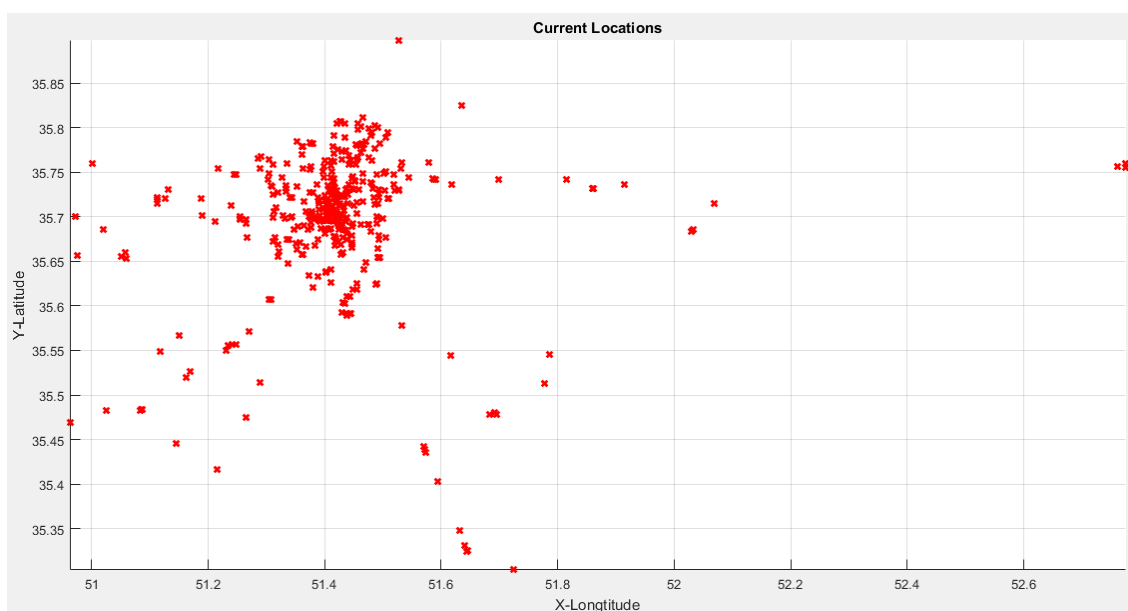
جدول ۵: نتیجه نهایی الگوریتم

	مکان فیزیکی منتخب	شاخص شعبه مانا	شعب ادغامی				
			1500270	1500199	1500180	1500460	1500197
1	1500247	1500177	1500270	1500199	1500180	1500460	1500197
2	1500176	1500176	1500230	1500257	1500247	1500168	0
3	1500574	1500590	1500562	1500570	1500574	1500584	1500590
4	1500150	1500150	0	0	0	0	0
5	1500412	1500412	1500412	1500462	0	0	0
6	1500627	1500627	1500627	0	0	0	0



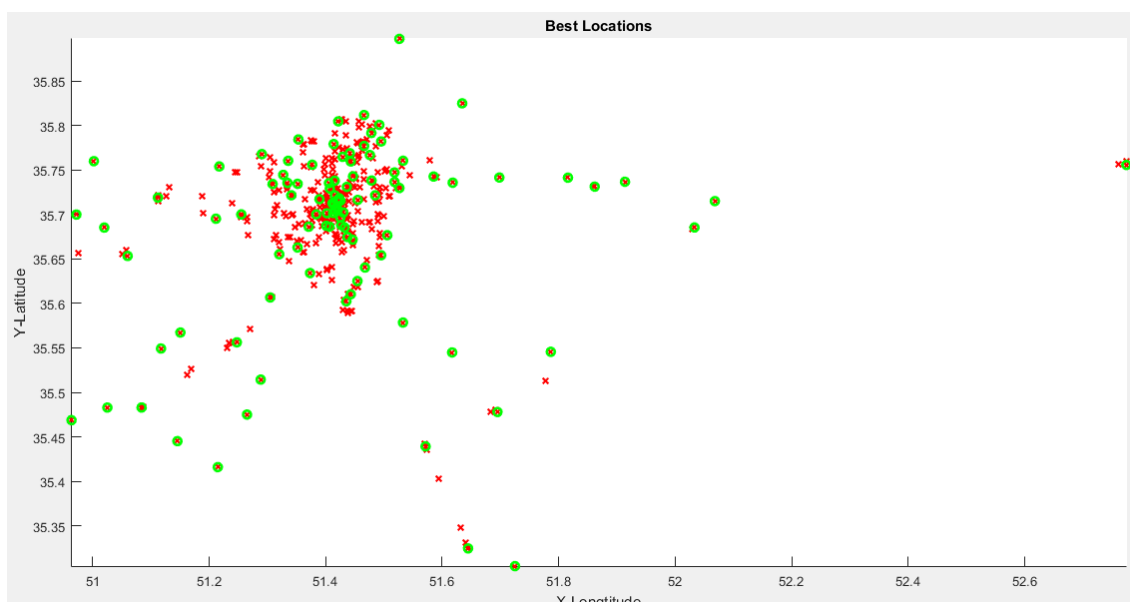
۵-۲- حل مسائل با ابعاد بزرگ

برای حل مسئله با ابعاد بزرگ، استان تهران در نظر گرفته شد و داده‌های ۳۹۲ شعبه از ۶۱۹ شعبه موجود (کد شعبه، طول و عرض جغرافیایی) براساس اطلاعات سال ۱۴۰۰ (اعلام شده از سوی اداره سازمان و روش‌ها در پورتال داخلی) استخراج شد. برای هر شعبه نمره عملکرد و جذابیت در بازه صفر تا ۱۰۰ و به طور تصادفی تولید شد. با اجرای الگوریتم برای این مسئله با فرض در نظر گرفتن شعاع همسایگی به طول ۵ کیلومتر، تعداد شعب بهینه ۹۶ عدد بدست آمد.

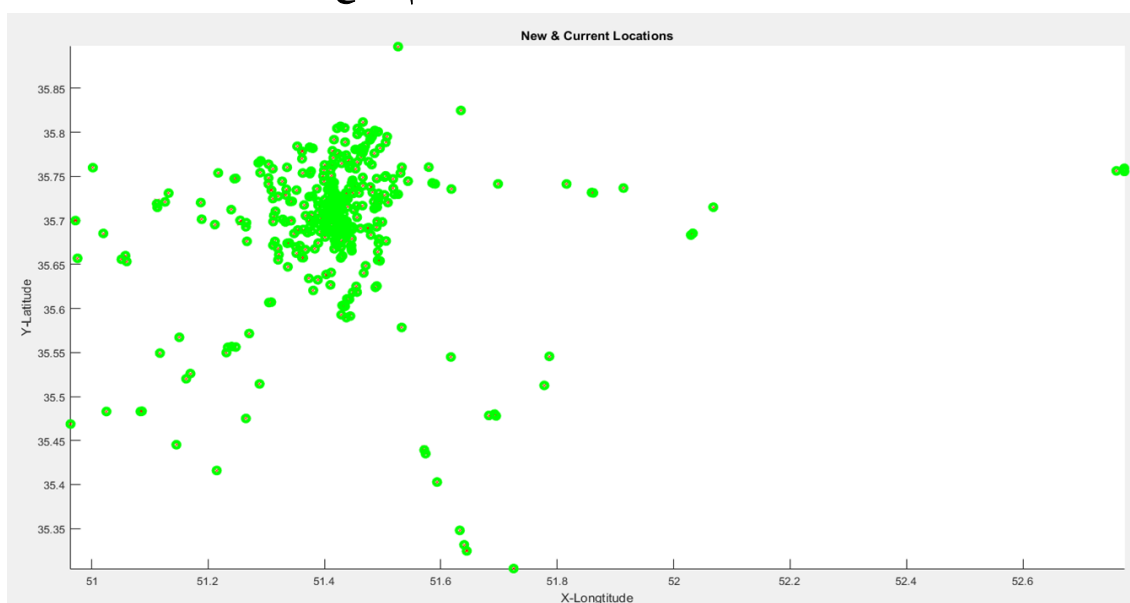


شکل ۶: پراکندگی جغرافیایی شعب استان تهران

در شکل فوق پراکندگی جغرافیایی شعب بر اساس طول و عرض جغرافیایی نشان داده شده است. همچنین در شکل ۷ پراکندگی جغرافیایی شعب مانا نشان داده شده است. همچنان که شکل نشان می‌دهد، در مناطق با تراکم کمتر تعداد شعب مانا بیشتر خواهد بود. این بدین معنا است که در همسایگی این شعب، شعبی وجود ندارد و ناگزیر باید این شعب را برای محقق کردن پوشش حداکثری مشتریان نگه داشت. بر اساس طرح بهینه‌سازی شبکه شعب در سال ۱۴۰۰ و براساس مصوبه شماره ۲۶ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۲۱، شعاع همسایگی ۲۰۰ متر در نظر گرفته شده که با اجرای الگوریتم با اعمال این تغییر، تعداد شعب مانا به ۳۴۱ شعبه خواهد رسید.



شکل ۷: پراکندگی شعب مانا (رنگ سبز) پس از اجرای الگوریتم با شعاع همسایگی ۵ کیلومتر



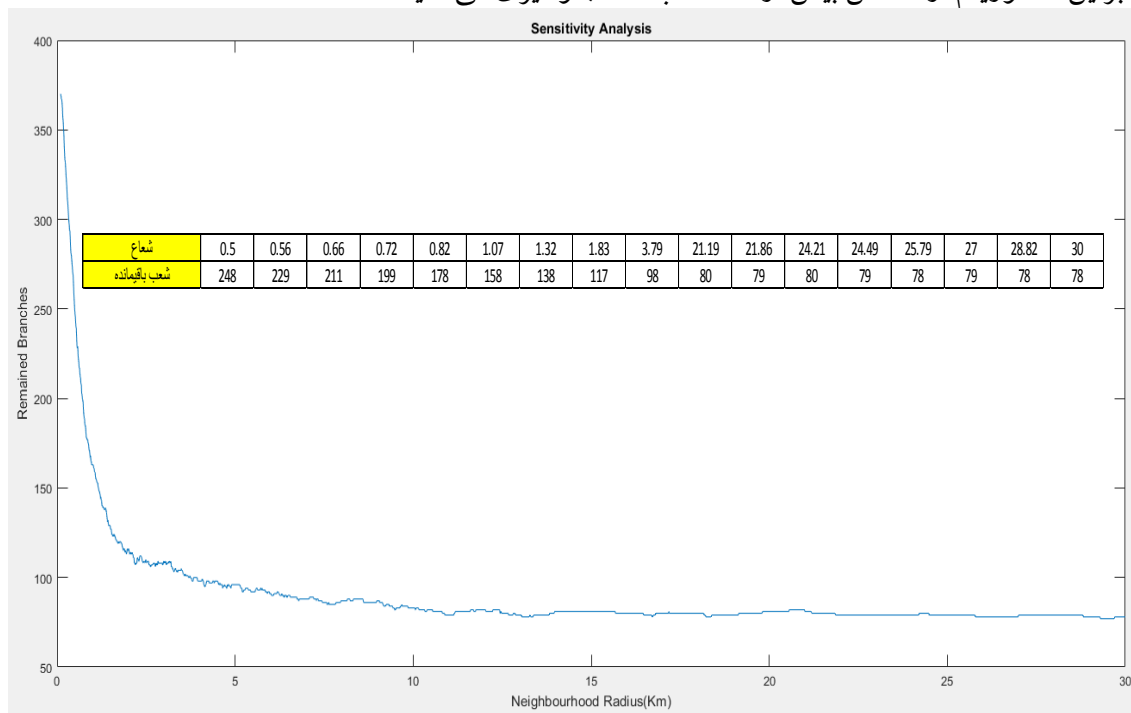
شکل ۸: پراکندگی شعب مانا (رنگ سبز) پس از اجرای الگوریتم با شعاع همسایگی ۲۰۰ متر

۵-۲-۱- تحلیل حساسیت

از آنجا که پارامتر شعاع همسایگی بر اساس الگوریتم پیشنهادی نقشی تعیین کننده در تعداد شعب بهینه بانک سپه ایفا می نماید، در این بخش به تحلیل حساسیت این پارامتر می پردازیم. همانطور که شکل ۹ نشان می دهد، با افزایش شعاع همسایگی، تعداد شعب مانا کاهش می یابد که امری منطقی است. اما تعداد شعب مانا در شعاع همسایگی ۱۵ کیلومتر به بالا همگرا می شود. دلیل این امر آن است که با افزایش شعاع



همسایگی، تعداد مناطق پرتراکم افزایش یافته و با افزایش نقاط پرتراکم تعداد شعب بیشتری مانا می‌شوند. بنابراین، الگوریتم از کاهش بیش از حد شعب مانا جلوگیری می‌نماید.



شکل ۹: تحلیل حساسیت پارامتر شعاع همسایگی

۶- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد برای تحقیقات آتی

در حال حاضر اداره کل سازمان و روش‌ها فرایند ادغام شعب را به صورت دستی و بدون یک نگاه کل نگر انجام می‌دهد. در نگاه سنتی، شعب محدودی را می‌توان دو به دو مقایسه کرده و در مورد ادغام شعب تصمیم‌گیری نمود که در این میان مسأله سازگاری مقایسات نیز چالش جدی است. الگوریتم پیشنهادی در این طرح را می‌توان برای هر شهر و به صورت مجزا در کمتر از یک دقیقه اجرا نمود و وضعیت شعب مانا و ادغام شده را مشخص کرد. پیاده‌سازی این الگوریتم در بانک سپه جایگزین سیستم سنتی و قضاوت‌های ذهنی شده و دقت تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد.

برای پیاده‌سازی این طرح در بانک سپه ملاحظات زیر را باید در نظر گرفت:

- کامل بودن و صحت اطلاعات ورودی به مدل بطور خاص اطلاعات مربوط به طول و عرض جغرافیایی شعب، نمره شاخص‌های عملکردی و جذابیت بدلیل وابستگی شدید نتایج و خروجی الگوریتم به میزان دقت و صحت اطلاعات ورودی.



- لزوم مشارکت سایر واحدهای مرتبط بانک در طول انجام پروژه در اعطای دسترسی به داده‌های موردنیاز
 - لزوم تعیین وزن شاخص‌های مختلف عملکردی و جذابیت از سوی خبرگان بانک
 - لزوم مشارکت مدیریت مناطق/نواحی/استان‌ها در فاز جمع‌آوری داده‌های میدانی شعب به ویژه شاخص‌های جذابیت فیزیکی
 - لزوم توقف فوری تجمع و جمع‌آوری شعب مازاد بانک (رویکرد سنتی و قضاوتی پیشین)
 - لزوم تعیین شعبی که بدلیل ملاحظات مدیریتی می‌بایست قطعاً حفظ شوند.
 - لزوم رعایت عدالت و انصاف در قضاوت‌ها و ارزیابی‌های عملکردی و جذابیت‌های شعب
- به عنوان پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- توسعه الگوریتم به نحوی که امکان محاسبه تعداد نیروی انسانی مازاد ایجاد شده پس از هر ادغام، در هر شعاع، در هر منطقه، در هر شهر و در کل کشور وجود داشته باشد.
 - توسعه الگوریتم با قابلیت در نظر گرفتن حداقل و حداکثر برای تعداد شعب ادغام شده در هر شعاع/در کل شهر/منطقه مورد نظر فراخور دستور مدیران ارشد (مثلاً حداقل تعداد شعبه ادغامی در یک شهر ۴۰ شعبه باشد)
 - توسعه مدل با ظرفیت سنجی برای ایجاد شعب جدید در مکان جدید (مازاد بر مجموعه شعب فعلی)
 - در نظر گرفتن درجه اهمیت مناطق و پویا کردن پارامترهای مدل بسته به هر منطقه (مانند شعاع همسایگی، تعیین نقاط پرتراکم و ...)
 - توسعه الگوریتم با در نظر گرفتن مجاورت با شعب بانک‌های رقیب، در صورت وجود داده مکان رقبا

۷- منابع

- Zaikin, O, Petukhov, A, Bochenina, K. (2019). Bank Branch Network Optimization Based on Customers Geospatial Profiles, CoopIS, ODBASE, C&TC 2019, Rhodes, Greece.
- Ray, S.C. (2011). Nonparametric Measurement of Cost Efficiency of a Demand Constrained Branch Network: An Application to Indian Banking, Working Paper, University of Connecticut.
- Ray, S.C. (2016). Cost efficiency in an Indian bank branch network: A centralized resource allocation model, Omega, 65: 69-81.



Hossain, M, Yoshino, N, Taghizadeh-Hesary, F. (2020). Optimal branching strategy, local financial development, and SMEs' performance, *Economic Modelling*, 96: 421-432.

Ioannou, G and Mavri, M. (2007). Performance-Net: A Decision Support System for Reconfiguring a Bank's Branch Network, *Omega*, 35, 190–201.

Hannan, T.H, Hanweck, G.A. (2008). Recent Trends in the Number and Size of Bank Branches: An Examination of Likely Determinants, Finance and Economics Discussion Series Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs Federal Reserve Board, Washington, D.C.

Rozo, S, V´asquez, D, Estrada, Dairo. (2008). An Industrial Organization Analysis for the Colombian Banking System, BANCO DE LA REPUBLICA COLOMBIA, 528: 1:42.

Cisternas-Vera, F.O, Montgomery, A.L, van Hoeve, W-J. (2016). Reshaping Bank Branch Networks due to Mobile Banking, Working Paper.

معاونت امور بانکی، بیمه و شرکت‌های دولتی. (۱۳۹۷). گزارش مطالعاتی تعداد شعب بهینه بانک‌ها،

وزارت امور اقتصادی و دارایی.