



اثر تورم، نرخ ارز و متغیر تعدیل‌کنندگی ریسک‌پذیری بر کارایی بانک‌ها با رویکرد مدل بیزین

میرمیلاد عطشانی^۱

مهدی معدنچی زاج^{۲*}

علی شیدائی نرمیقی^۳

چکیده

بانک‌ها به‌عنوان یکی از نهادهای بسیار مهم و رکن اساسی سیستم مالی کشور، در توسعه و رشد اقتصادی نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. چنانچه نقش واسطه‌گری بانک‌ها در جذب سپرده‌ها و توزیع مجدد آن به‌صورت سرمایه‌گذاری و اعطای تسهیلات، به‌صورت کارا انجام شود، خواهد توانست بستر لازم برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی را فراهم آورد. بنابراین، این پرسش همواره درباره عملکرد بانک‌ها وجود دارد که بانک‌ها در یک اقتصاد با چه میزان و درجه‌ای از کارایی عمل می‌کنند و عوامل مؤثر بر آن چیست؟ از سویی دیگر، با توجه به بحران مالی جهانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ ناشی از ریسک‌پذیری بیش از حد بانک‌ها، ریسک‌پذیری به‌عنوان عاملی اثرگذار در فرایند تولید بانکی شناخته شده است که می‌بایست به‌درستی در مدل‌های سنجش کارایی در نظر گرفته شود. به همین منظور، در این پژوهش از یک مدل مرزی تصادفی با ضرایب ناکارآمدی تصادفی استفاده شده که هم‌قادر به شناسایی اثرهای عوامل محیطی همچون تورم و نوسان‌های نرخ ارز بر ناکارایی است و هم نقش ریسک‌پذیری در طراحی ناکارآمدی و اثرهای مختلف ریسک بر کارایی را نشان می‌دهد. برای تخمین مدل از داده‌های ۱۶ بانک طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ با توجه به داده‌های در دسترس بهره‌برده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده افزایش تورم، نرخ ارز و ریسک اعتباری، بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی و افزایش ریسک سرمایه و ریسک بازار، بر کارایی بانک‌ها تأثیر مثبت دارند.

واژه‌های کلیدی: کارایی، بانک، ریسک‌پذیری، تجزیه و تحلیل بیزی، اقتصادسنجی مالی.

طبقه‌بندی JEL: C۵۸، C۱۱، D۸۱، G۲۱ و H۲۱

۱. کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

mir.milad.atshani@gmail.com

۲. استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)؛

madanchi@iauec.ac.ir

۳. دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

shaidaye@yahoo.com

مقدمه

یکی از ابزارهای لازم و مؤثر برای توسعه اقتصادی کشور، وجود نظام بانکی کارآمد است. بانک‌ها نبض فعالیت‌های مالی هستند و وضعیت حاکم بر آنها می‌تواند تأثیر مهمی بر سایر بخش‌های اقتصادی یک جامعه داشته باشد. بانک‌ها با سازمان‌دهی و هدایت دریافت‌ها و پرداخت‌ها، مبادلات تجاری و بازرگانی را تسهیل کرده و موجب گسترش بازارها، رشد و شکوفایی اقتصادی می‌شوند. این موضوع به‌ویژه برای ایران که در آن بازاری برای بدهی وجود ندارد، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. ادبیات موضوع، موارد اثرگذار بر موضوع ناکارایی هزینه را به دو دسته تقسیم می‌کنند؛ عوامل داخلی و عوامل خارجی.

- عوامل داخلی شامل نقدینگی، سطوح ذخیره‌گیری، نسبت کفایت سرمایه، اندازه بانک و ساختار هزینه است.
- عوامل خارجی نیز شامل رشد اقتصادی، تورم و نرخ ارز است که دو مورد اخیر در اقتصاد ایران، نوسان بالایی دارند.

بانک‌ها در تلاش برای انجام عملکرد بهتر در معرض خطر بیشتری قرار دارند. با وجود این، ریسک، هزینه‌ای دارد که به‌طور عمده مربوط به مقررات بانکی و نظم بازار است (هوقس و مستر^۱، ۲۰۰۸) و کارایی و ریسک، دو مقوله مهم و بنیادی در صنعت بانکداری هستند (پناهیان و ابیباک، ۱۳۹۲). بنابراین، این پرسش همواره درباره عملکرد بانک‌ها وجود دارد که بانک‌ها در یک اقتصاد با چه میزان و درجه‌ای از کارایی عمل می‌کنند. بر اساس تئوری‌های بانکداری، عملکرد بانک‌ها به مخاطرات ناشی از عملکرد وام‌گیرندگان، سپرده‌گذاران و بازارهای مالی که در آن تعامل دارند، بستگی دارد که این نااطمینانی به‌طور معمول به‌عنوان ریسک‌پذیری بانک شناخته می‌شود و میزان ریسکی که بانک‌ها تحمل می‌کنند، به‌نوبه خود به رقابت، مقررات و عوامل حاکمیت شرکتی بستگی دارد (سارمنتو و گالان^۲، ۲۰۱۷). بنابراین ریسک‌پذیری به‌عنوان عاملی اثرگذار در فرایند تولید بانکی شناخته شده است که می‌بایست به‌درستی در مدل‌های سنجش کارایی در نظر گرفته شود.

از طرفی، پس از بحران مالی جهانی در سال ۲۰۰۸، ریسک‌پذیری بانک‌ها بیشتر در میان پژوهشگران مطرح شد و چارچوب قانونی ارائه‌شده در کمیته بازل III^۳، به‌دنبال محدود کردن و

1. Hughes & Mester
2. Sarmiento & Galan
3. Basel Committee

نظارت بر ریسک بانک‌ها با اعمال الزامات کفایت سرمایه بالاتر و افزایش دارایی با نقدشوندگی بیشتر در پرتفوی بانک‌ها مطرح شد که این موارد می‌تواند کارایی هزینه‌ای و کارایی سودآوری بانک را تحت تأثیر قرار دهد (سارمنتو و گالان، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، پیشرفت‌های اخیر فناوری و روند رو به رشد جهانی‌سازی و وجود تغییرات عمده در محیط و تصمیم‌گیری در شرایط بی‌ثباتی، باعث افزایش ریسک و ناطمینانی در فرایند تصمیم‌گیری مدیران در سازمان‌ها شده که باعث وجود پیچیدگی‌های زیادی در زمان حال شده است. این نکته باعث شد تا ریسک‌پذیری در بانک‌ها در شرایط مختلف اثرهای متفاوتی داشته باشد، به همین دلیل این اثرهای ناهمگون باید به‌طور جداگانه بررسی شوند. برخی معتقدند که مواجهه با ریسک به افزایش کارایی بانک‌ها منجر می‌شود و برخی دیگر نیز معتقدند که ریسک سبب کاهش کارایی بانک می‌شود (پناهی و ایبک، ۱۳۹۲). به همین منظور، در خصوص کارایی بانک‌ها پژوهش‌های زیادی انجام شده و در آنها رویکردهای تولیدی و واسطه‌ای استفاده شده است، از این رو کمتر پژوهشی یافت می‌شود که از بعد ریسک به کارایی بانک‌ها پردازد و همچنین پژوهشی یافت نشده است که اثر متغیرهای کلان بر کارایی را در نظر بگیرد و به‌طور خاص، اثر تورم و نوسان‌های نرخ ارز با در نظر گرفتن متغیر ریسک بر کارایی بانک‌ها در اقتصاد ایران تاکنون بررسی نشده است. ضمن اینکه برای نخستین بار استفاده از مدل بی‌زین^۱ برای تبیین الگویی برای برآورد مدل کارایی با متغیرهای پیش‌گفته در اقتصاد ایران استفاده می‌شود. بنابراین، در این پژوهش از مدل مرزی تصادفی با ضرایب ناکارآمدی تصادفی استفاده شده است که قادر به شناسایی اثر متغیرهای مستقل مشاهده‌شده در ناکارآمدی و اثرهای عوامل محیطی همچون تورم و نرخ ارز که در اقتصاد ایران دارای نوسان زیادی بوده و بر رفتار سپرده‌گذاران و واسطه‌گران مالی تأثیر بسزایی دارد. از این رو، نقش ریسک‌پذیری در طراحی ناکارآمدی و اثرهای مختلف ریسک در کارایی بررسی شده است. ضمن اینکه به‌جای استفاده از شاخص‌های سنتی ریسک از شاخص‌های حاصل از چارچوب بی‌زین استفاده شده است.

کارایی

کارایی، به اجرای درست کارها در سازمان مربوط می‌شود، یعنی تصمیم‌هایی که با هدف کاهش هزینه‌ها، افزایش مقدار تولید و بهبود کیفیت محصول اتخاذ می‌شوند. کارایی، نسبت بازدهی واقعی به بازدهی استاندارد است.

به بیان دیگر، کارایی به معنای کمترین زمان یا انرژی مصرفی برای بیشترین کار انجام شده یا در واقع، نسبت مقدار کاری که انجام می‌شود به مقدار کاری که باید انجام شود، است (امام وردی و احمدی، ۱۳۸۷).

کارایی سازمان عبارت است از مقدار منابعی که برای تولید یک واحد محصول به مصرف رسیده است و می‌توان آنرا برحسب نسبت مصرف به محصول محاسبه کرد. اگر سازمانی بتواند در مقایسه با سازمان دیگر با صرف مقدار کمتری از منابع به هدف مشخص برسد، می‌گویند که کارایی بیشتری دارد (دفت، ۱۳۹۶).

انواع کارایی

کارایی فنی^۱: یک بنگاه وقتی از نظر فنی کاراست که برای تولید مقدار معینی ستانده از حداقل نهاده‌ها استفاده کرده باشد.

کارایی تخصیصی^۲: یک بنگاه نه تنها می‌خواهد از حداقل نهاده‌ها برای تولید مقدار مشخص از ستانده استفاده کند، بلکه تمایل دارد که حداقل هزینه ممکن را نیز پردازد. در حقیقت، یک بنگاه می‌خواهد که به تخصیص بهینه عوامل تولید با توجه به قیمت عوامل دست یابد. در این حالت علت تغییر ترکیب استفاده از عوامل تولید، ناکارایی فنی نیست، بلکه متفاوت بودن قیمت عوامل تولید می‌باشد. به بیان دیگر، بنگاه‌ها می‌توانند ترکیبات مختلفی از عوامل تولید را استفاده کنند که این ترکیبات دارای کارایی فنی یکسانی هستند، اما هزینه تولید برای این ترکیبات (چون قیمت عوامل تولید متفاوت است) یکسان نیست. تخصیص عوامل تولید، کارایی تخصیصی نامیده می‌شود. کارایی تخصیصی به یک عامل برون‌زا یعنی قیمت نهاده‌ها بستگی دارد و با تغییر قیمت‌های نسبی تغییر پیدا می‌کند.

کارایی اقتصادی یا کارایی کل^۳: در تعریف، بنگاهی که هم کارایی فنی داشته باشد و هم کارایی تخصیصی داشته باشد، کارایی اقتصادی دارد. به بیان دیگر، کارایی اقتصادی عبارت است از تخصیص بهینه منابع توأم با حداکثر کردن میزان ستانده به‌زای ترکیبات مختلف نهاده‌ها. کارایی

1. Technical Efficiency

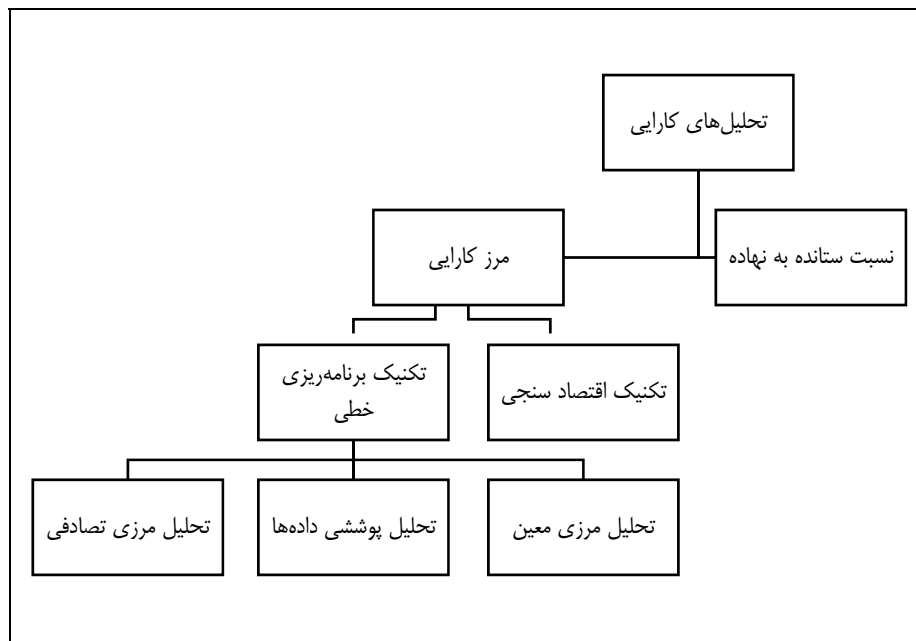
2. Allocative Efficiency

3. Economic Efficiency or Overall Efficiency

اقتصادی را کارایی هزینه نیز می‌گویند، زیرا هرگاه از لحاظ هزینه‌ای کارا عمل کنیم، بهترین تخصیص و بهترین شیوه تولید نیز به وجود می‌آید. در واقع، کارایی اقتصادی از حاصل ضرب کارایی فنی در کارایی تخصیصی حاصل می‌شود.

روش‌های محاسبه کارایی

در یک تقسیم‌بندی روش‌های محاسبه کارایی با توجه به تعریف‌های کارایی به‌صورت نمودار شکل زیر تقسیم شده است:



شکل ۱. تحلیل‌های کارایی

منبع: پورکاظمی و غضنفری، ۱۳۹۰

به‌طور کلی، برای سنجش کارایی روش‌های مختلفی وجود دارد، اما برای محاسبه کارایی مطرح دو روش وجود دارد:

الف) روش های پارامتری^۱

ب) روش های غیرپارامتری یا ناپارامتری^۲.

علاوه بر این روش ها، روش های دیگری همچون روش های تصمیم گیری مدیریتی از قبیل تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و... برای سنجش کارایی و رتبه بندی بانک ها نیز در پژوهش های مختلف استفاده شده اند (آسایش، ۱۳۹۴).

روش های پارامتری

روش های پارامتری به روش هایی گفته می شود که در آنها ابتدا یک شکل خاص (مانند تابع دبرتین^۳، کاب داگلاس^۴ و متعالی^۵) برای تابع تولید در نظر گرفته می شود و ضرایب مجهول این تابع با یکی از روش های مرسوم اقتصادسنجی، برآورد می شود. سپس با استفاده از تابع برآورد شده کارایی محاسبه می شود (دفت، ۱۳۹۶).

از آنجا که در این روش، پارامتر یا پارامترهایی از تابع برآورد می شود، به روش های پارامتری مشهورند. در روش های پارامتری مبنای محاسبه کارایی بر این اصل استوار است که ابتدا مقدار حداکثر تولیدی را که به طور فرضی از نهاده ها قابل حصول است (تولید بالقوه)، محاسبه می کنند. سپس، با داشتن مقدار واقعی تولید (تولید بالفعل) و تقسیم تولید بالفعل بر بالقوه، مقدار کارایی را محاسبه می کنند.

به بیان دیگر، در روش پارامتری، کارایی به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{کارایی} = \frac{\text{تولید بالفعل (واقعی)}}{\text{تولید بالقوه (اسمی)}} \quad \text{رابطه ۱}$$

برخی از روش های مهم پارامتری عبارتند از (آسایش، ۱۳۹۴):

الف) تابع تولید مرزی^۶؛

ب) تابع تولید مرزی قطعی^۷؛

1. Parametric Method
2. Non Parametric Method
3. Debertin
4. Cobb Douglas
5. Transcendental
6. Frontier Production Function
7. Deterministic Frontier Production Function

ج) تابع تولید مرزی قطعی آماری^۱؛

د) تابع تولید مرزی تصادفی^۲؛

ه) تابع سود^۳.

الف) تابع تولید مرزی: تابعی که با استفاده از حداکثر مقدار تولید بنگاه‌های مختلف که در یک صنعت خاص فعالیت می‌کنند، تخمین زده می‌شود. برای سنجش کارایی ابتدا این تابع از روش‌های معمول اقتصادسنجی تخمین زده می‌شود، سپس مقدار این تابع به‌ازای نهاده‌های هر بنگاه محاسبه می‌شود که به این ترتیب مقدار تولید مرزی هر بنگاه به دست آمده و با تقسیم تولید واقعی بنگاه به مقدار تولید مرزی، کارایی بنگاه خاص به دست می‌آید.

ب) تابع تولید مرزی قطعی: در این روش، ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید تصریح و با خطی کردن آن تابع و با قید اینکه تابع تولید مرزی همواره بزرگ‌تر و مساوی تولید واقعی است، فاصله توابع واقعی و مرزی را با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی حداقل می‌کنیم. علت اینکه این روش را آماری می‌نامیم، استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی به‌جای مدل اقتصادسنجی است.

ج) تابع تولید مرزی قطعی آماری: تفاوت این روش با روش بالا در این است که فاصله تابع مرزی با واقعی را از طریق روش‌های اقتصادسنجی به دست می‌آورد. در سال ۱۹۶۸، ایگنر و چاو تابع تولید مرزی پارامتریک را به شکل کاب - داگلاس^۴ با استفاده از آمار نمونه‌ای N بنگاه برآورد کردند. محدودیت این مدل، در نظر نگرفتن اخلاط‌های مختلف بود و فقط ربط دادن کل ناکارایی به ناکارایی فنی بود. تیمر^۵ در سال ۱۹۷۱ مشکل مدل مرزی را با رها کردن نقاط نزدیک به مرز تخمین‌زده‌شده و برآورد مجدد با استفاده از داده‌های تقلیل‌یافته، رفع کرد. این مدل که در آن مشاهدات به اختیار حذف می‌شدند به مدل مرزی معین آماری معروف شد.

د) تابع تولید مرزی تصادفی: ایگنر، لاول و اشمیت^۶ در سال ۱۹۷۷ و میوسن و وان دن بروک^۷ در سال ۱۹۷۷ این روش را مطرح کردند که در آن از یک مدل رگرسیون کلاسیک با یک توزیع نامتقارن و کلاسیک استفاده می‌کنیم.

1. Deterministic Stochastic Frontier Production Function

2. Stochastic Frontier Production Function

3. Profit Function Method

4. Cobb-Douglas

5. Timmer

6. Aigner, Lovell & Schmidt

7. Meeusen & Van Den Broeck

ه) تابع سود: این روش با فرض قیمت‌پذیر بودن بنگاه‌ها از لحاظ محصول و عوامل تولید متغیر طراحی شده است، به طوری که تابع تولید نسبت به عوامل تولید متغیر و بنگاه‌ها به دنبال حداکثر سود هستند. در این روش، امکان تفکیک کارایی به کارایی فنی و کارایی تخصیصی ممکن نیست و فقط کارایی اقتصادی دو بنگاه مقایسه می‌شود.

روش غیرپارامتری یا ناپارامتری

در روش ناپارامتری بیشتر از تحلیل فراگیر یا (پوششی داده‌ها) که نخستین بار چارنز، کوپر و رودز^۱ معرفی کردند، استفاده می‌شود. در این روش، منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که توسط برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌شود و بعد از یک فرایند بهینه‌سازی مشخص می‌شود که آیا بنگاه مد نظر روی خط کارایی قرار گرفته است یا خارج از آن قرار دارد؟ به این صورت، بنگاه‌های کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند.

این روش، تکنیکی مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی برای محاسبه کارایی نسبی است که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد. در روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) می‌توان تابع هدف (ستانده) را با توجه به نهاده‌های مشخص حداکثر کرد یا با استفاده از دوگان آن، برای تولید ستانده معینی، نهاده‌ها را حداقل کرد. در این روش، به انتخاب فرم تابع نیازی نیست و برای تعداد ستانده‌ها و داده‌ها نیز محدودیتی وجود ندارد (دفت، ۱۳۹۶).

بانک در ایران

بانک‌ها از زمان تأسیس تاکنون دو وظیفه مهم و سنتی خود را ادامه می‌دهند که عبارت‌اند از: تجهیز منابع و سپرده‌ها و اعطای وام و تسهیلات به کسانی که توانایی استفاده از این وجوه را داشته باشند و علاوه بر اصل وام، مبلغی اضافه نیز پرداخت کنند. امروزه، بانک‌ها علاوه بر وظایف سنتی خود (تجهیز سپرده‌ها و اعطای تسهیلات)، وظایف دیگری نیز بر عهده دارند و در زمینه مبادلات ارزی و عملیات مالی، یعنی خرید و فروش سهام و اوراق بهادار در چارچوب عملیات مالی کوتاه‌مدت، سرمایه‌گذاری، خرید و فروش ارز و سکه طلا، حفظ امانات، صدور انواع ضمانت‌نامه‌ها و ... به فعالیت می‌پردازند.

به طور کلی، فعالیت‌های سیستم بانکی در ایران بر اساس قانون بانکداری بدون ربا به شرح ذیل

است:

1. Charnes, Cooper & Rhodes

تجهیز منابع: طبق ماده ۳ قانون عملیات بانکی بدون ربا با سرفصل تجهیز منابع پولی، بانک‌ها می‌توانند با هر یک از عناوین ذیل به قبول سپرده اقدام کنند:

الف) سپرده‌های قرض‌الحسنه (سپرده‌های جاری و سپرده‌های پس‌انداز)

ب) سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار

تخصیص منابع: مطابق قانون بانکداری بدون ربا، تخصیص منابع از سوی بانک‌ها در چهار گروه قرض‌الحسنه، عقود مشارکتی (مشارکت مدنی، مشارکت حقوقی، مضاربه، مزارعه و مساقات)، عقود مبادله‌ای (فروش اقساطی، اجاره به شرط تملیک، سلف، خرید دین و جعاله) و سرمایه‌گذاری مستقیم طبقه‌بندی می‌شود.

کارایی بانک‌ها

برای محاسبه کارایی از هر روش، باید نهاده‌ها (ورودی‌ها) و ستانده‌ها (خروجی‌ها) مشخص شوند. ماهیت نهاده‌ها و ستانده‌های هر واحد اقتصادی از جمله بانک، به انتظارات و تعریف از آن واحد اقتصادی بستگی دارد. با تغییر تعریف از بانک، ماهیت داده‌ها و ستانده‌های بانک نیز تغییر خواهد کرد. نگرش‌های متفاوت به بانک به‌عنوان یک بنگاه اقتصادی نیز باعث شده است که ماهیت داده‌ها و ستانده‌ها نیز متفاوت باشد و تعاریف مختلفی برای تعیین داده‌ها و ستانده‌ها ارائه شود.

در ادبیات اقتصادی مربوط به فعالیت بانکداری، به بانک از دو دیدگاه بیشتر توجه شده است: دیدگاه نخست بانک را در قالب واحد تولیدی بررسی می‌کند که به نگرش تولیدی^۱ شناخته می‌شود و دیدگاه دوم بانک به‌عنوان مؤسسه‌ای مالی در نظر گرفته می‌شود که به آن نگرش واسطه‌ای^۲ می‌گویند. گاهی دیدگاه‌های دیگر از قبیل نگرش عملیاتی (نظریه بر اساس درآمد)، نگرش مدیریت ریسکی و نگرش مدرن مطرح شده‌اند (امام وردی و احمدی، ۱۳۸۷).

نگرش تولیدی: در نگرش تولیدی، بانک به‌مثابه یک بنگاه خدماتی است. به‌طور کلی، در این نگرش بانک‌ها، مؤسسه‌هایی خدماتی محسوب می‌شوند که با استفاده از سرمایه و نیروی کار خود به تولید انواع مختلفی از سپرده‌ها و تسهیلات می‌پردازند. در این روش متغیرهای فیزیکی مانند نیروی انسانی، سرمایه، مواد اولیه، فضا و سیستم‌های اطلاعات به‌عنوان نهاده و خدمات ارائه‌شده به مشتریان به‌صورت ارائه تسهیلات و نگهداری وجوه انواع سپرده‌ها و به‌کارگیری آنها در

1. Production Approach

2. Intermediation Approach

سرمایه‌گذاری‌های مختلف، به‌عنوان ستانده‌های بانک در نظر گرفته می‌شوند. این نگرش تا دهه ۱۹۸۰ در ادبیات بانکداری حاکم بود.

نگرش واسطه‌ای: در این روش، بانک‌ها به‌عنوان جمع‌کنندگان وجوه محسوب می‌شوند. بر اساس این روش، بانک‌ها با به‌کارگیری سرمایه و نیروی کار خود سپرده‌های گردآوری‌شده را به وکالت از مردم در پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری می‌کنند. در واقع، بانک‌ها به‌عنوان یک مؤسسه واسطه خدمات مالی در نظر گرفته می‌شوند. در این نگرش، نیروی کار، سرمایه و سپرده‌های بانکی به‌عنوان نهاده و تسهیلات و سرمایه‌گذاری به‌عنوان ستانده بانکی به‌کار می‌روند. به‌طور کلی، نگرش واسطه‌ای شامل سه نظریه است: ۱. نظریه درآمدی؛ ۲. نظریه هزینه مصرف‌کننده؛ ۳. نظریه ارزش افزوده.

نگرش عملیاتی (نظریه بر اساس درآمد): در این نگرش، عقیده بر آن است که بانک‌ها مثل واحدهای تجاری با اهداف مالی کسب درآمد برای اداره کردن امور تجاری از هزینه کل متحمل می‌شوند (ضرر می‌بینند). بر این اساس، درآمد کل (بهره‌ای یا غیربهره‌ای) ستانده بانک و مخارج کل (بهره‌ای و مخارج عملیاتی) نهاده بانک در نظر گرفته می‌شوند.

نگرش مدیریت ریسکی: در نگرش مدیریت ریسک، تمام دارایی‌ها و بدهی‌های بانک با لحاظ ریسک منابع جمع شده و تسهیلات ارائه‌شده، ستانده بانک است و امکانات سرمایه‌ای بانک، نهاده بانک هستند. در این نگرش، نهاده‌ها مشابه نگرش تولیدی است.

نگرش مدرن: در این نگرش تلاش می‌شود تا برخی از مقیاس‌های ریسک، مانند هزینه‌های واسطه‌ای (نمایندگی و دلالی) و کیفیت خدمات بانکی کامل شود. در این نظریه، پشتیبانی سرمایه، کیفیت دارایی، شایستگی مدیریت، توانایی درآمد، ارائه ریسک نقدینگی و حساسیت ریسک بازار از جدول‌های مالی بانک‌ها به‌عنوان متغیر در تحلیل‌های اجرایی استفاده می‌شوند (حسین‌زاده بحرینی، ناجی میدانی و چمانه‌گیر، ۱۳۸۷).

عوامل مؤثر بر کارایی بانک‌ها

عوامل مؤثر بر کارایی را می‌توان در دو دسته تقسیم کرد:

۱. شرایط و ویژگی‌های فعالیت بانک‌ها: از جمله این شرایط می‌توان به اندازه بانک، نوع خدمات، مقدار ریسک، زمینه‌های فعالیت و کیفیت خدمات بانکی اشاره کرد (شهرستانی و قبادی، ۱۳۸۷).

۲. شامل شرایط محیطی و نهادی تأثیرگذار بر عملکرد بانک‌ها است که از جمله این شرایط می‌توان شرایط اقتصاد کلان، عمق مالی، ساختار بازار، چارچوب قانونی و نهادهای عمومی را نام برد (پناهیان و ایبک، ۱۳۹۰).

به‌طور کلی، عوامل بیرونی مختلفی در قسمت‌های مختلف فعالیت‌های بانکی مؤثرند که در نهایت بر کارایی تأثیر گذارند.

در خصوص عوامل مؤثر بر سودآوری بانک‌ها می‌توان عوامل زیر را تشریح کرد:

تورم^۱: تورم، افزایش مداوم در سطح عمومی قیمت‌ها یا کاهش مستمر در قدرت خرید پول یک کشور است. این پدیده در سطوح بالا علاوه بر مختل کردن نظام قیمت‌ها، موجب کاهش پس‌اندازها، از بین رفتن انگیزه‌های سرمایه‌گذاری، تحریک فرار سرمایه از بخش‌های رسمی به سمت فعالیت‌های سفته‌بازی و در نهایت کند شدن رشد اقتصادی خواهد شد (اسماعیل زاده مقری، ۱۳۸۸). تغییراتی که به دلیل تورم در قیمت مواد اولیه ایجاد می‌شود، سودآوری بنگاه‌ها را به مخاطره می‌اندازد و با توجه به اینکه بسیاری از تولیدکنندگان و عرضه‌کنندگان با استفاده از تسهیلات دریافتی از بانک به گسترش کسب‌وکار خود اقدام می‌کنند، این موضوع می‌تواند اثر خود را به صورت ایجاد مطالبات سررسید گذشته، معوق و سوخت‌شده بر بانک‌های تسهیلات دهنده تحمیل کند. اگر تورم کاملاً پیش‌بینی شده و نرخ‌های بهره با توجه به آن تنظیم شده باشند، افزایش درآمدهای آنها سریع‌تر از افزایش هزینه‌ها می‌شود که بر سودآوری بانک تأثیر مثبتی دارد. اما اگر تورم پیش‌بینی نشده باشد، این احتمال وجود دارد که هزینه‌های بانک سریع‌تر از درآمدهای آن افزایش یابد و از این رو، بر سودآوری تأثیر معکوس داشته باشد (باقری، ۱۳۸۵).

نرخ ارز: نرخ ارز و تغییرات آن بر عملکرد و کارایی شبکه بانکی تأثیر شایان توجهی دارد. افزون بر این، افزایش بی‌ثباتی نرخ ارز موجب برهم خوردن نظم بازار و ایجاد بحران‌های مالی می‌شود. به بیان آلا یانیس، ایریگ و وستون^۲ (۲۰۰۱)، مدیریت نرخ ارز در شبکه مالی و بانکی موضوع بسیار مهمی است. ریسک‌های ارزی به اطلاعات دقیق در خصوص عوامل اقتصادی و روش‌های مدیریت آن نیاز دارد (بارتون و همکاران، ۲۰۰۲).

1. Inflation

2. Allayannis, Ihrig & Weston

چرخه تجاری^۱: در دوره رکود اقتصادی، بانکها وام دادن را کاهش می دهند، زیرا چنین دوره‌هایی معمولاً با افزایش ریسک همراه هستند. بنابراین، سود ناخالص نیز کاهش می‌یابد. اما در دوره رونق اقتصادی، تقاضا برای اعطای تسهیلات به‌طور شایان توجهی تقویت شده و سود ناخالص نیز بیشتر می‌شود. از این رو، درآمدها می‌توانند سریع‌تر از هزینه‌هایی رشد کنند که به افزایش سود منجر می‌شوند، در حالی که ممکن است طی دوران رکود اقتصادی عکس این موضوع صادق باشد.

تولید ناخالص داخلی (GDP): تولید ناخالص داخلی عبارت است از: کل ارزش تولیدات کالاها و خدمات نهایی در یک کشور به قیمت بازار طی یک دوره زمانی خاص (معمولاً یک سال). به عبارتی، تولید ناخالص داخلی مجموع ارزش‌های افزوده در تمامی مراحل تولید همه کالاها و خدمات تولیدشده در یک کشور طی یک دوره زمانی خاص است. معمولاً درآمد سرانه به‌عنوان معیاری برای تعیین سطح زندگی در یک کشور به کار می‌رود. درآمد سرانه بنا به تعریف برابر است با مبلغ کل تولید خالص ملی به قیمت عوامل تقسیم بر تعداد افراد در هر کشور، معمولاً زمانی که GNP کمتر از روند مورد انتظار باشد، سود کاهش می‌یابد و اگر GNP بیشتر از روند مورد انتظار باشد انتظار داریم که سودها افزایش یابد.

همچنین، در یک تقسیم‌بندی کلی عوامل مؤثر بر جذب منابع بانکی را می‌توان به دو دسته عوامل درون‌سازمانی و برون‌سازمانی تقسیم کرد:

- عوامل برون‌سازمانی: عوامل کنترل‌ناپذیر مدیریت بانک است. عواملی نظیر تورم، نرخ رشد عرضه پول، درآمد ملی، رشد اقتصادی، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت مسکن، نرخ ارز، نرخ بهره و سیاست‌های بانک مرکزی را شامل می‌شود (حبیبی پور، دایی کریم‌زاده، خانی و صالحی‌زاده، ۱۳۸۹)
- عوامل درون‌سازمانی: عوامل خدماتی، عوامل مالی، عوامل ارتباطی و انسانی و شرایط فیزیکی را دربرمی‌گیرد.

کارایی و ریسک بانکها

به‌طور تقریبی هر فعالیتی که توسط بانک انجام می‌شود، در بطن خود با ریسک‌هایی مواجه است. مدیریت ریسک در وهله اول مستلزم شناسایی ریسک‌های فعالیت بانکی است. ریسک‌هایی که

بانک‌ها با آن مواجه هستند، به‌طور عمده به چهار دسته کلی ریسک‌های مالی، عملیاتی، تجاری و حوادث تقسیم می‌شوند (خوش‌سیما و شهیکی‌تاش، ۱۳۹۱).

۱. ریسک‌های مالی: ریسک‌هایی هستند که به‌شدت به یکدیگر وابسته بوده و در مجموع ریسک کلی بانک را افزایش می‌دهند. برای مثال، در بیشتر وام‌های پرداختی، ریسک اعتباری وجود دارد. این ریسک نیز ریسک نقدینگی را در پی دارد.
۲. ریسک‌های عملیاتی: به کنترل و اداره نامناسب کلی فعالیت‌های بانک مانند ضعف در مدیریت یا اخلال در سیستم کنترل‌های داخلی مربوط می‌شوند.
۳. ریسک‌های تجاری: ریسک‌هایی هستند که به محیط فعالیت بانک از قبیل وضعیت کلان اقتصادی، سیاست‌گذاری و قانونی مربوط می‌شوند. همچنین، این ریسک‌ها به‌عنوان ریسک کشوری شناخته می‌شوند.
۴. ریسک‌های حوادث: شامل کلیه ریسک‌های برون‌زا مانند ریسک‌های سیاسی و ریسک‌های بحران‌های بانکی هستند که می‌توانند در عملیات بانک اختلال ایجاد کنند یا وضعیت مالی آن را تضعیف کنند.

باید توجه داشت، منظور از ریسک اعتباری احتمال بازگشت نداشتن منابع بانک توسط بدهکاران است و بانک‌ها هنگامی با این ریسک مواجه می‌شوند که تسهیلات گیرنده به‌علت نداشتن توان یا تمایل، تعهدات خود را در سررسید در قبال بانک ایفا نمی‌کند. در محاسبه ریسک اعتباری، از نسبت‌های کل مطالبات نامطلوب به کل تسهیلات، مطالبات سررسید گذشته به کل مطالبات نامطلوب، مطالبات معوق و سررسید گذشته به کل مطالبات نامطلوب، مشکوک‌الوصول به کل مطالبات نامطلوب، ذخیره مطالبات مشکوک‌الوصول به کل تسهیلات، کل تسهیلات به کل سپرده‌ها، مجموع تسهیلات اعطایی به صد مشتری برتر به کل تسهیلات و مجموع صد تسهیلات کلان به کل تسهیلات استفاده می‌شود. افزایش این ریسک به اخلال در فرایند بانکی منجر می‌شود. ریسک اعتباری را می‌توان احتمال تعویق، مشکوک‌الوصول یا لاوصول شدن بخشی از پرتفوی‌های اعتباری نهاد پولی به‌دلیل ضعف مدیریت در عوامل داخلی (نظیر مدیریت اعتباری، کنترل‌های داخلی، پیگیری و نظارت) یا به‌دلیل عوامل خارجی (مثل رکود اقتصادی، بحران و ...) تعریف کرد.

نحوه تخصیص منابع بین فعالیت‌های مختلف، ارزیابی سطح اعتباری مشتریان و اخذ تضمین‌های کافی در کنترل این ریسک مؤثر است. صورت‌های مالی بانک‌ها شامل ترازنامه، صورت

سود و زیان و صورت گردش وجوه نقد نیز به شدت تحت تأثیر ریسک‌های اعتباری و مدیریت ریسک اعتباری است. میزان ریسک اعتباری رابطه منفی با سودآوری دارد. بنابراین، بانک‌ها با افزایش نظارت و بررسی ریسک اعتباری می‌توانند سوددهی خود را بالا ببرند.

در بانک‌ها ریسک نقدینگی در اثر ناتوانی در تأدیه و کاهش بدهی‌ها یا تأمین منابع برای افزایش دارایی‌ها به وجود می‌آید (سارمنتو و گالان، ۲۰۱۴). شاخص‌های استفاده‌شده در این بخش شامل نسبت‌های وجوه آماده به وام به کل سپرده‌ها، نقدینگی به مجموع دارایی‌ها، کل تسهیلات به مجموع دارایی‌ها، مجموع سپرده‌های صد مشتری برتر به کل سپرده‌ها و مجموع صد سپرده کلان به کل سپرده‌ها است. در خصوص بانک‌ها، ریسک نقدینگی به دلیل کمبود و نااطمینانی در میزان نقدینگی بانک ایجاد می‌شود. کفایت موجودی نقد باعث می‌شود تا امکان پرداخت تعهدات و نیازهای نقدینگی سپرده‌گذاران در زمان مناسب تأمین شود. معیارهای ارائه‌شده برای این نوع ریسک می‌تواند نقش مؤثری در کنترل و مدیریت آن داشته باشد. افزایش این نوع ریسک به اخلال در فرایند عملیات بانکی نیز منجر می‌شود. مدیریت نقدینگی نیز مانند مدیریت‌های دیگر، تقابلی بین ریسک و سودآوری است. زیرا نگهداری نقدینگی بیشتر در حساب‌های موجود، اسکناس و مسکوک موجود نزد بانک مرکزی، موجودی نزد سایر بانک‌ها و ذخیره قانونی، باعث کاهش ریسک شده و هم‌زمان فرصت‌های سرمایه‌گذاری را از بانک گرفته و بازدهی بانک را نیز کاهش خواهد داد. وظیفه اصلی بانک، ایجاد توازن بین تعهدات مالی کوتاه مدت و سرمایه‌گذاری بلندمدت است. بدیهی است که ناکافی بودن مقدار نقدینگی، بانک را با خطر ناتوانی در ایفای تعهدات روبه‌رو می‌کند و در نتیجه بانک در معرض ورشکستگی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، نگهداری مقادیر فراوان نقدینگی هم نوع خاصی از تخصیص ناکارآمدی منابع است که باعث کاهش نرخ سوددهی بانک به سپرده‌های مردم و در نتیجه، باعث از دست دادن بازار می‌شود (احمد پور، ۱۳۸۷).

پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی برای اندازه‌گیری کارایی در صنعت بانکداری انجام شده است. از اجزا و مراحل مهم این پژوهش‌ها، تصمیم‌گیری درباره تعریف نهاده‌ها و ستانده‌ها در صنعت بانکداری است که باید به ناهمگنی بانک‌ها و اثرهای ریسک‌پذیری بانک‌ها بر کارایی آن توجه شود که توجه نشده است. نکته مهم در تمام این پژوهش‌ها بی‌توجهی به اثر نامتقارن ریسک‌پذیری بانک‌ها در کارایی و ناکارایی بانک‌ها به عنوان یک عامل درونی بانک است. در زیر به برخی از پژوهش‌ها در زمینه کارایی بانک‌ها در دو قالب پیشینه داخلی و خارجی اشاره می‌شود.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

پیشینه پژوهش‌های داخلی		
نتایج	قلمرو پژوهش	پژوهشگر (سال)
متغیرهایی از قبیل سرمایه‌گذاری، اندازه بانک، ریسک اعتباری، نرخ تورم، هزینه‌های عملیاتی و متغیر مجازی (نشان‌دهنده خصوصی یا دولتی بودن بانک‌ها) از میان کلیه متغیرها بر کارایی مؤثر بود.	بخش بانکی ایران (طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴)	ترخانی، نظری و نیلوفر (۱۳۹۹)
میانگین کارایی بانک‌های منتخب ایران در دوره بررسی‌شده ۰/۸۵ است.	بانک‌های منتخب ایران (طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷)	تقوی فرد، حبیبی و علی‌یاری (۱۳۹۹)
نااطمینانی نوسان‌های تغییر نرخ ارز و تورم، تأثیر منفی بر کارایی بانک‌های ایران دارند.	۱۵ بانک منتخب ایران (طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴)	امیری (۱۳۹۷)
متغیرهای کلان اقتصادی، از کانال عوامل درون بانکی می‌توانند بر ریسک اعتباری تأثیرگذار باشند.	۱۴ بانک فعال در سیستم بانکی ایران (طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴)	مهر آرا و بهلولوند (۱۳۹۵)
تعداد ۱۰ شعبه از مجموع شعب فعال در سطح شهر تبریز، کارایی قوی، ۲۷ شعبه در رده کارا و ۵ شعبه باقی‌مانده ناکارا هستند.	شعب بانک سپه شهر تبریز	بافنده زنده و رفیعی (۱۳۹۴)
از بین ۸ نسبت مالی، نسبت کفایت سرمایه، نسبت سودآوری، نسبت مدیریت و نسبت کیفیت دارایی رابطه مستقیمی با کارایی دارند.	بانک‌های دولتی و خصوصی	مسگرپور امیری و بدالله‌زاده طبری (۱۳۹۳)
نسبت تسهیلات نکول شده به کل تسهیلات اعطایی به‌عنوان شاخص ریسک‌های اعتباری، با کارایی ارتباط معناداری دارد.	۳ بانک (ملی، صادرات و ملت) (طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹)	پناهیان و ایبک (۱۳۹۲)
بین شاخص ریسک‌ها با کارایی رابطه وجود دارد.	۱۵ صنعت بانکداری ایران - بررسی بانک (طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹)	خوش سیما و شهیکی تاش (۱۳۹۱)
پیشینه پژوهش‌های خارجی		
عملکرد بد بانک‌های ویتنام به‌دلیل سطح پایین ذخایر وام‌های از دست رفته می‌باشد.	بانک‌های آسه آن (طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵)	نگو و نگو ^۱ (۲۰۱۸)
سیاست‌های بازسازی که در اواخر دهه ۱۹۹۰ و دهه ۲۰۰۰ توسط دولت هند به کار گرفته شده، اثر طولانی‌مدت نداشته است.	هند (طی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱)	فوجی، ماناگی و ماتوسک ^۲ (۲۰۱۴)
ریسک نقدینگی و ریسک سرمایه به کارایی هزینه‌ای و کارایی سود بالاتر منجر می‌شود.	بخش بانکی کلمبیا (طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲)	سارمنتو و گالان (۲۰۱۴)
تبدیل مدیریت تصمیم‌گیری بانک از بانک دولتی به مختلط به بهبود بهره‌وری منجر می‌شود.	صنعت بانکداری تایوان	یانگ و لیو ^۳ (۲۰۱۲)

1. Ngo, Le & Ngo

2. Fujii, Managi & Matousek

3. Yang & Liu

ضرورت و اهمیت پژوهش

بانک‌ها یکی از نهادهای بسیار مهم و رکن اساسی سیستم مالی هر اقتصاد به شمار می‌روند. بانک‌ها به واسطه ارائه خدمات متنوع مالی و اعتباری، در توسعه و رشد اقتصادی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند. آنها با جذب سپرده‌های مردم و به جریان انداختن منابع پولی جمع‌آوری شده به انجام وظایف خود می‌پردازند. چنانچه جذب، تخصیص و به جریان انداختن این منابع به صورت کارا انجام شود، خواهند توانست بستر لازم برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی را فراهم کنند. اما، اگر شیوه جذب و به‌کارگیری سپرده به صورت نامطلوب انجام پذیرد، نه تنها موجبات رشد و توسعه اقتصادی را فراهم نمی‌آورد، بلکه باعث بروز بحران در جامعه می‌شود (آسایش، ۱۳۹۴). بانک‌ها در تلاش برای انجام عملکرد بهتر در معرض خطر بیشتری قرار دارند. با وجود این، ریسک، هزینه‌ای دارد که به‌طور عمده به مقررات بانکی و نظم بازار مربوط است (هوقس و مستر، ۲۰۰۸). بنابراین، درباره عملکرد بانک‌ها همواره این پرسش وجود دارد که بانک‌ها در یک اقتصاد با چه میزان و درجه‌ای از کارایی عمل می‌کنند.

پاسخ صحیح به این پرسش می‌تواند سیاست‌گذاران را در راستای تدوین سیاست‌های مناسب به‌منظور رفع موانع بر سر راه فعالیت‌های کارایی بانکداری و تأمین بستر لازم برای رشد و توسعه اقتصادی رهنمون کند. باید توجه داشت که بانک‌ها برای انجام امور خود، هم‌زمان با ریسک‌های مختلف مواجه‌اند و همچنین باید با ریسک‌پذیری‌های مختلف شرایط لازم را برای کارایی بیشتر فراهم کنند که یکی از منشأهای بزرگ ریسک در اقتصاد ایران تورم و نوسان‌های نرخ ارز است. امروزه، وقتی در خصوص مدیریت ریسک صحبت می‌شود، هدف از بین بردن ریسک نیست، بلکه شناسایی و تعیین هزینه‌های ناشی از آن است. این در حالی است که مدیریت ریسک خود به‌تنهایی معنایی را در بر ندارد، زیرا ریسک، متغیری است که می‌تواند بر سایر شرایط بنگاه مانند سود، کارایی و ... تأثیر بگذارد.

یکی از دلایل مهم تأثیرپذیری کارایی از ریسک‌های مختلف ارتباط ریسک با هم و عدم امکان تفکیک کامل انواع مختلف ریسک است. بانک‌ها در میان صنایع مختلف، از اهمیت خاصی برخوردار هستند. زیرا می‌توانند از طریق دادن وام، تسهیلات و شرکت در پروژه‌های مختلف اقتصادی، شرایط را برای سرمایه‌گذاری آماده کرده و از این طریق در رشد و توسعه اقتصادی کشور موثر باشند. به همین دلیل، کارایی بانک‌ها و اثر ریسک‌پذیری بر آنها مهم و شایان توجه است.

فرضیه‌های پژوهش

۱. افزایش تورم بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.
۲. افزایش نرخ ارز بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.
۳. افزایش ریسک‌پذیری (نسبت تسهیلات معوق و سوخت‌شده به تسهیلات جاری) بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.
۴. افزایش ریسک‌پذیری (نسبت دارایی‌های غیرجاری به کل دارایی‌ها) بر کارایی بانک‌ها تأثیر مثبت منفی دارد.
۵. افزایش ریسک سرمایه (نسبت دارایی‌های غیرسرمایه‌ای به کل دارایی‌ها) بر کارایی بانک‌ها تأثیر مثبت دارد.
۶. افزایش ریسک بازار (نسبت اوراق بهادار به کل دارایی‌ها) بر کارایی بانک‌ها تأثیر مثبت دارد.

روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری پژوهش

جامعه آماری پژوهش با توجه به دسترسی به آمار، داده‌های ۱۶ بانک دولتی، خصوصی دارای سهام دولتی و خصوصی ایران، از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ یعنی در مجموع ۲۰۸ داده آماری است که اسامی بانک‌ها به شرح جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. جامعه آماری پژوهش

نوع بانک	قلمرو
بانک‌های خصوصی	اقتصادنوین، پارسبان، پاسارگاد، سامان، کارآفرین و قوامین
بانک‌های خصوصی دارای سهام دولتی	تجارت، رفاه کارگران، صادرات و ملت
بانک‌های دولتی	توسعه صادرات، سپه، صنعت و معدن، کشاورزی، مسکن و ملی

در این پژوهش از کارایی اقتصادی، روش پارامتری مدل مرزی تصادفی با ضرایب ناکارآمدی تصادفی و به‌جای تابع تولید از تابع هزینه استفاده شده که البته در این تابع معیار ریسک‌پذیری بهینه که از اهداف بانکی است که بررسی شده است و رویکرد استفاده‌شده رویکرد واسطه‌ای، تسهیلات به‌عنوان ستانده و سپرده‌ها به‌عنوان نهاده است.

بر اساس هدف، پژوهش حاضر از نوع، کاربردی است. زیرا یافته‌های آن می‌تواند به حل مسائل پیش رو کمک کند و با توجه به ماهیت فرضیه‌های پژوهش از روش‌های هم‌بستگی بهره برده شده است. به همین منظور، از ابزار تابع درست‌نمایی و رهیافت بی‌زی که در ادامه توضیح داده شده، استفاده شده است.

برآورد پارامترهای مؤثر بر متغیرهای مدل با کمک تابع درست‌نمایی انجام می‌گیرد که از دیدگاه «تحلیلگران فراوانی»، تابع درست‌نمایی، کاراترین و سازگارترین راه برای رسیدن به هدف محسوب می‌شود. بسیاری از برآوردها، در تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک تابع درست‌نمایی انجام می‌شود، زیرا درک و شهود بیشتری در به‌کارگیری این روش وجود دارد.

تابع درست‌نمایی: یک تابع توأم مشاهدات یعنی $f(x_i|\beta)$ است که در آن احتمال وقوع هر مشاهده بر اساس مدل استفاده‌شده برحسب پارامترهای مجهول محاسبه می‌شود. در این تابع، احتمال وقوع هم‌زمان مشاهدات از حاصل ضرب احتمال وقوع یکایک مشاهدات به دست آمده و در حالت کلی به صورت رابطه ذیل نشان داده می‌شود (آلدريج^۱، ۱۹۹۷).

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n P_i \quad \text{رابطه ۲}$$

در این رابطه، $L(\beta)$ تابع درست‌نمایی وقوع مشاهدات ۱ تا n به‌ازای ضرایب β و P_i احتمال وقوع هر مشاهده تابع درست‌نمایی به‌دلیل هم‌نوایی و سهولت در محاسبه است. اغلب به‌صورت لگاریتمی نشان داده می‌شود (نیرومند، ۱۳۸۴) و با توجه به نوع توزیع احتمال متغیر وابسته نیز به شکل‌های مختلفی بیان می‌شود.

در این پژوهش بر اساس مقاله سارمنتو و گالان (۲۰۱۴)، مدل مرزی تصادفی با ضرایب ناکارآمدی تصادفی برای تشخیص ناکارآمدی ناهمگن استفاده شده و با استفاده از روش کتابخانه‌ای و فیش‌برداری از منابع و مآخذ و مراجعه به سایت مراکز معتبر آماری کشور از جمله بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مرکز آمار ایران، سازمان بورس اوراق بهادار و داده‌های بانکی شامل گزارش‌ها و صورت‌های مالی بانک‌ها از سایت کدال (سامانه جامع اطلاع‌رسانی ناشران) استفاده شده است.

1. Aldrich

در این پژوهش، برای تجزیه و تحلیل از مدل بیتس و کولی، داده‌های پانل نامتوازن و استنتاج بیزی استفاده شده است.

روش اقتصادسنجی بیزی

یکی از خواص مهم چارچوب بیزین و به‌خصوص شبکه‌های بیزین مدل کردن روابط استقلال شرطی و استفاده از آن به‌گونه‌ای است که می‌تواند این توزیع احتمال توأم را به‌صورت فشرده در خود حفظ کند. همچنین از خواص مهم دیگر این روش می‌توان به مدل‌سازی عدم قطعیت با استفاده از عملگرهای احتمالاتی و تعیین توزیع پیشین روی پارامترها و ساختار مدل اشاره کرد. در نهایت، بازبینی کیفی ساختار مدل می‌تواند نظم ذاتی که در محیط مد نظر وجود دارد و برخی روابط علت و معلولی را نمایان کند (روسل و نورویگ^۱، ۲۰۱۶). برای مدل‌سازی با استفاده از شبکه بیزین، می‌توان از دو نوع مدل استفاده کرد:

مدل علی: در این روش متغیر مفروض معلول نهایی سایر متغیرهاست و بر این اساس، شبکه بیزی با توجه به علل وقوع پدیده مفروض ساخته می‌شود. در این نوع شبکه بیزین مسیرهای جهت‌دار از سمت علل وقوع به سمت متغیر مفروض یا پدیده مد نظر است.

مدل تشخیصی: بر اساس این مدل، پدیده یا متغیر مفروض، عامل ایجاد نشانه‌ها و علائمی است که از طریق شناخت آنها می‌توان به وقوع پدیده مفروض پی برد. در مدل شبکه بیزین مربوط به این نوع مدل، مسیرهای جهت‌دار از سمت متغیر مفروض یا پدیده مد نظر به سمت متغیرهایی است که دربرگیرنده علائم یا نشانه وقوع پدیده مفروض هستند.

بنابراین، مدل بیزین عبارت است از: یک گراف جهت‌دار به‌همراه مجموعه‌ای از احتمالات وقوع به‌صورت توزیع احتمال یا جدول احتمال (کرب نیچلسون^۲، ۲۰۱۷).

هدف اصلی مدل شبکه بیزین به دست آوردن برآوردی از اطمینان وقوع پدیده‌هایی است که نمی‌توان به‌طور مستقیم آنها را مشاهده کرد، این پدیده‌ها را وقایع مفروض می‌نامند. پس از تعیین وقایع مفروض، آنها را به وقایع منحصر به فرد و جامعی دسته‌بندی کرده تا از آنها متغیرهای مفروض استخراج شود.

1. Russell & Norvig
2. Korb & Nicholson

در مرحله بعد، برای اینکه به سطحی از اطمینان درباره وقوع پدیده‌های مفروض دست یابیم، لازم است اطلاعاتی در دست داشته باشیم که بتوانیم با استفاده از آنها وقوع پدیده مفروض را آشکار کنیم. این دسته از اطلاعات در قالب متغیرهای اطلاعات تعریف می‌شوند. پس از تعریف متغیرهای مدل بایستی روابط علی آنها در قالب شبکه علت و معلول تعریف شود (جنسن و نیلسن^۱، ۲۰۱۷). بنابراین، برای موفقیت در این پژوهش باید بدانیم میزان ناکارایی بانک‌ها با استفاده از مدل بیزی چقدر است؟

برخلاف روش کلاسیک که برای آزمون معناداری آماری ضریب‌ها از استنتاج آماری بهره می‌جوید، در روش بیزی، اساس کار مبتنی بر تحلیل آماری و بر اساس توزیع‌های احتمالی است. روش بیزی مبتنی بر قضیه بیز است که توماس بیز^۲ ارائه کرد و مبتنی بر منطق استقرایی است، برخلاف منطق قیاسی (که در آن معمولاً اگر قضیه درست باشد، حتماً نتیجه هم درست خواهد بود). در منطق استقرایی، این صحت جنبه احتمالی پیدا می‌کند و بسته به تعداد تفسیرها و مدل‌هایی که قضیه در آنها صدق می‌کند، میزان صحت نتایج سنجیده می‌شود.

بر اساس قانون احتمال بیزاگر Y مجموعه داده‌های مربوط در دسترس و π بردار پارامترهای مد نظر باشد، با توجه به اینکه هدف این رویکرد محاسبه احتمال تأثیرگذاری پارامترها به شرط مجموعه داده‌های در دسترس $P(\pi|Y)$ است می‌توان گفت:

$$P(\pi|Y) = \frac{P(Y|\pi) P(\pi)}{P(Y)} \quad \text{رابطه ۳}$$

همچنین از آنجا که $P(Y)$ تابعی از π نیست پس می‌توان نتیجه گرفت که:

$$P(\pi|Y) \cong P(Y|\pi) P(\pi) \quad \text{رابطه ۴}$$

که در این معادله، $P(\pi)$ نشان‌دهنده مجموعه‌ای از اطلاعات مربوط به پارامترهای مدل است که قبل از نگاه به داده راجع به آنها می‌دانیم و تابع پیشین^۳ گفته می‌شود. $P(Y|\pi)$ نشان‌دهنده تراکم داده‌ها روی پارامترهای مدل است و به فرایند تولید داده‌ها اشاره دارد و تابع درست‌نمایی^۴ گفته می‌شود. $P(\pi|Y)$ با استفاده از ترکیب توابع پیشین و درست‌نمایی به دست می‌آید و دربردارنده دو

1. Jensen & Nielsen

2. Thomas Bayes

3. Prior Function

4. Likelihood Function

دسته اطلاعاتی است که قبل و بعد مشاهده داده‌ها و روند متغیرها راجع به آنها کسب می‌کنیم و تابع پسین^۱ گفته می‌شود (مهر آرا و بهلولوند، ۱۳۹۶: ۶۱).

بنابراین در روش بیزی استنباط‌ها درباره پارامترهای مدل بر مبنای توزیع پسین آنها انجام می‌گیرد که تلفیقی از داده‌های مشاهده‌شده و اطلاعات ناشی از مطالعات قبلی و تجارب شخصی با عنوان توزیع پیشین شناخته می‌شود در صورت نامعلوم بودن توزیع پسین، می‌توان از روش‌های شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلویی (MCMC)^۲ و ... برای هر حجم نمونه دل‌خواه، استنباط دقیقی از پارامترها و ضرایب استفاده کرد. برای دستیابی به این مهم از نرم‌افزارهای WINBUG و JASP بهره برده می‌شود.

الگوریتم‌های تخمین بسیاری برای توزیع‌های با ویژگی‌های خاص به وجود آمده‌اند. برای مثال، برخی از الگوریتم‌ها برای توزیع‌های متمرکز، برخی برای توزیع‌های کاملاً تصادفی مناسب هستند. کارایی بعضی از الگوریتم‌ها نیز به ساختار گراف بستگی دارد و همچنین الگوریتم‌هایی مخصوص توزیع‌های وابسته به زمان وجود دارند. روش‌های مونت کارلو دسته‌ای از الگوریتم‌های تقریبی تصادفی هستند که بر اساس نمونه‌برداری از توزیع کار می‌کنند. پیچیدگی نمونه‌برداری از توزیع‌های چند متغیره موجب ایجاد زنجیره مارکوف مونت کارلو می‌شود که نمونه‌هایی پشت سر هم تولید می‌کند و تضمین می‌کند که توزیع این نمونه‌ها به توزیع واقعی هم‌گرا شود. البته سرعت هم‌گرایی از قبل مشخص نیست و امکان دارد مدت زمان بسیار طولانی لازم باشد تا هم‌گرایی رخ دهد. روش‌های MCMC برای توزیع‌های کاملاً تصادفی مناسب است. نمونه دیگری از الگوریتم‌های تصادفی برای شبکه‌های بیزی که احتمالات شرطی آنها مرزی نباشد، یعنی به صفر یا ۱ نزدیک نباشد، الگوریتم واریانس محدود است. این الگوریتم با احتمال زیاد تقریب خوبی در زمانی که از مرتبه چندجمله‌ای است ارائه می‌دهد.

یک دسته از الگوریتم‌های تقریبی قطعی که برای توزیع‌های قله‌ای مناسب هستند، الگوریتم‌های جست‌وجو هستند. این الگوریتم‌ها به صورت شهودی به جست‌وجوی نقاطی با احتمال بالا می‌روند و توزیع را با مجموعه‌ای از این نقاط تقریب می‌زنند. برای مثال، می‌توان الگوریتم مقید محدود را نام برد. این الگوریتم‌ها می‌توانند محدوده کارایی خود را بلافاصله تعیین کنند. اما ضعف آنها هنگامی نمایان می‌شود که مشاهدات با نقاط محتمل سازگار نباشند.

1. Posterior Function

2. Markov Chain Monte Carlo

دسته مهمی از الگوریتم‌های تقریبی، الگوریتم‌های تقریب ساختاری هستند. این الگوریتم‌ها قطعی هستند و محاسبه احتمالات را به وسیله ساده‌سازی ساختار گراف انجام می‌دهند. فرضیه‌های ساده‌سازی عبارت‌اند از: فرضیه‌های استقلال اضافی؛ حذف نودهای نامربوط؛ کاهش حالات یک نود.

استفاده از مدل‌های ساده‌تر برای نمایش توزیع احتمال شرطی محلی در روش‌های پارامتری این الگوریتم‌ها معمولاً سریع‌تر از روش‌های مونت کارلو هستند، ولی دقت آنها بستگی به نوع ساده‌سازی‌های آنها دارد. به‌طور کلی، این الگوریتم‌ها دارای قابلیت ایجاد تعادل میان پیچیدگی محاسبات و دقت محاسبات هستند.

در پژوهش حاضر، شاخص ریسک‌پذیری تحت‌تأثیر چهار نوع ریسک است و با هر ریسک یک پیوند دارد و همچنین ریسک‌ها نیز با یکدیگر پیوند دارند که این موضوع در مدل بی‌زین مشخص می‌شود، از این رو، پیوند بین ریسک در معادله ریسک‌پذیری به‌عنوان پیوند پیشین و اثرهای نهایی غیرمستقیم هر ریسک از طریق ریسک‌پذیری بر ناکارایی به‌عنوان پیوند پسین است.

در این پژوهش، برای تجزیه و تحلیل از داده‌های پانل نامتوازن و استنتاج بی‌زی استفاده شده که برای تجزیه و تحلیل از مدل دوم کارایی بی‌تس و کولی^۴ (۱۹۹۵) استفاده شده و مدل پارامتری استفاده‌شده به شرح ذیل است.

مدل اول بی‌تس و کولی (۱۹۹۲)

روش مرزی تصادفی (SFA) مبتنی بر تصریح تابع تولید، هزینه یا تابع سود است. بی‌تس و کولی در سال ۱۹۹۲ یک تابع تولید مرزی تصادفی برای داده‌های تلفیقی پیشنهاد کردند که در آن متغیرهای تصادفی به‌صورت نرمال منقطع توزیع شده و به‌صورت منظم طی زمان تغییر می‌کنند و این مدل به‌صورت ذیل است.

$$Y_{it} = X_{it} * \beta + (V_{it} - U_{it}) \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

که در آن، V جزء اخلاص تصادفی؛ U بردار مقادیر ناکارایی؛ Y بردار تولید یا محصول بنگاه؛ X بردار نهاده‌ها؛ β بردار پارامترهای ناشناخته که می‌بایست تخمین زده شود؛ Y_{it} تولید بنگاه i ام در زمان t ام؛ X_{it} بردار K ستونی از نهاده‌های بنگاه i ام در زمان t ام؛ V_{it} متغیرهای تصادفی است و

فرض می‌شود دارای توزیع نرمال یک سان و مستقل است و طی زمان و دارای توزیع $iid.N(0, \sigma_v^2)$ است.

بر اساس پیشنهاد بیتس و کولی (۱۹۹۲) مقدار ناکارایی (U_{it}) مقدار ناکارایی بنگاه i ام در زمان t) تابعی به شکل زیر دارد:

$$U_{it} = U_i \{Exp[-\eta(t - T)]\} \quad \text{رابطه ۶}$$

U_{it} متغیرهای تصادفی مستقل غیرمنفی که به صورت iid هستند و بیانگر ناکارایی فنی در تولید هستند و فرض بر این است که توزیع مستقل نرمال $N(\mu_{it}, \sigma_u^2)$ منقطع در صفر دارند؛ η پارامترهای ناشناخته است که باید تخمین زده شود؛ T تعداد دوره‌ها و t دوره جاری است. از این رو، اثر کارایی فنی مربوط به بنگاه i ام در زمان t (U_{it}) به پارامتر η و تعداد دوره‌های باقی‌مانده ($t - T$) بستگی دارد. اگر $t = T$ باشد، در آن صورت V_{it} برابر با U_{it} می‌شود که بیانگر کارایی فنی بنگاه i ام در آخرین دوره زمانی است. اگر t افزایش یابد بسته به مقدار η که بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر از صفر باشد، U_{it} کاهش می‌یابد، ثابت می‌ماند یا افزایش پیدا می‌کند.

در این مدل برای هر مقطع زمانی^۱ و دوره زمانی^۲ باید حداقل یک مشاهده وجود داشته باشد. وجود حداقل تعداد مشاهدات در هر دوره و مقطع باعث می‌شود که در ترکیب داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطع زمانی مشکلی به وجود نیاید. البته بنگاه‌هایی که اطلاعات آنها به کار گرفته می‌شوند نباید دارای فناوری‌های متفاوت باشند، زیرا در این صورت تخمین‌های مناسبی در عمل به دست نخواهد آمد.

مدل دوم بیتس و کولی (۱۹۹۵)

در برخی از پژوهش‌های تجربی نظیر پژوهش بیت و لی^۳ (۱۹۸۱)، توابع مرزی و میزان کارایی تخمین زده شده، سپس کارایی پیش‌بینی‌شده بر متغیرهای مشخصی نظیر تجربه‌های مدیریتی، وضعیت مالکیت و... رگرسی شده تا دلایل وجود تفاوت در کارایی بنگاه‌های مختلف یک صنعت مشخص شوند.

این روش، تخمین دومرحله‌ای که تا مدت‌ها مناسب به نظر می‌آمد در تضاد با فرض مستقل بودن جزء ناکارایی بوده، بنابراین بعید است که روش تخمین دومرحله‌ای بتواند تخمین‌هایی به

1. Cross Section
2. Time Period
3. Pilt & Lee

کارایی تخمین‌های به‌دست‌آمده به روش یک مرحله‌ای را فراهم آورد. کامبهاکر، گوش و مک گولین^۱ (۱۹۹۱) و ریفشنايدر و استونسن^۲ (۱۹۹۱)، این موضوع را مطرح کردند. آنها مدل توابع مرزی با جمله ناکارایی U_{it} را به صورت تابع مشخصی از بردار متغیرهای مشخص و جزء خطای تصادفی پیشنهاد دادند. بیتس و کولی (۱۹۹۵) مدلی معادل مدل کامبهاکر و همکاران (۱۹۹۱) ارائه دادند، با این تفاوت که در آن استفاده از داده‌های تلفیقی مجاز شد. خصوصیت‌های مدل بیتس و کولی (۱۹۹۵) به شرح ذیل است (آسایش، ۱۳۹۴):

$$Y_{it} = X_{it} * \beta + (V_{it} - U_{it})$$

$$i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

V_{it} متغیرهای تصادفی با توزیع $iid.N(0, \sigma_v^2)$ و U_{it} متغیرهای تصادفی غیرمنفی و بیانگر ناکارایی فنی هستند. فرض بر این است که توزیع جزء ناکارایی U_{it} ، مستقل از V_{it} و نرمال $N(\mu_{it}, \sigma_u^2)$ منقطع در صفر است در این صورت:

$$\mu_{it} = Z_{it} \delta \quad \text{رابطه ۷}$$

که در آن، Z_{it} بردار P سطری متغیرهایی است که کارایی یک بنگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. δ بردار P ستونی پارامترهایی است که باید تخمین زده شوند.

وارد کردن متغیر توضیحی در این مدل به سه صورت امکان‌پذیر است. اگر متغیر توضیحی به‌طور مستقیم بر تولید اثر بگذارد جزء متغیرهای توضیحی تابع تولید، اگر جزء مجموعه عوامل تولید نباشد اما تولید را تحت تأثیر قرار دهد در جزء ناکارایی و اگر هم بر میزان تولید اثر بگذارد و هم سبب کاهش ناکارایی شود، در هر دو موقعیت وارد مدل خواهد شد.

مطالب بیان‌شده در خصوص تابع تولید است که در آن U_{it} به‌عنوان جزء ناکارایی، به فعالیت بنگاه تحت تابع تولید مرزی تصادفی منجر می‌شود. از این رو، با تغییر جزء خطا از $(V - U)$ به $(V + U)$ بر اساس روش شفارد^۳ می‌توان توابع هزینه مرزی تصادفی را مشخص کرد (آسایش، ۱۹۹۴).

این جابه‌جایی، تابع تولید تعریف‌شده را به‌وسیله روابط بالا به تابع هزینه تبدیل می‌کند و از آنجا که داده‌ها پانل و ترکیبی هستند، از این رو، در این پژوهش از مدل دوم بیتس و کولی در سال ۱۹۹۵

1. Kumbhakar, Ghosh & McGukin

2. Reifshneider & Stevenson

3. Neil Shephard

که با عنوان مدل اثر کارایی فنی ارائه شده، استفاده شده که علاوه بر برآورد میزان کارایی فنی، عوامل تأثیرگذار در ناکارایی فنی را نیز برآورد می‌کند.

مدل مفهومی پژوهش

در این پژوهش، بر اساس مقاله سارمنتو و گالان (۲۰۱۴)، مدل مرزی تصادفی با ضرایب ناکارآمدی تصادفی برای تشخیص ناکارآمدی ناهمگن استفاده می‌شود و کارایی اقتصادی بر اساس تابع هزینه برآورد می‌شود. مدل به شرح ذیل است.

$$\begin{aligned} \ln c_{it} = & \beta_0 + \sum_{m=1}^3 \beta_m \ln y_{mit} + \sum_{r=1}^2 \delta_r \ln p_{rit} & \text{(رابطه ۸)} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^3 \sum_{n=1}^3 \beta_{mn} \ln y_{mit} \ln y_{nit} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{r=1}^2 \sum_{s=1}^2 \delta_{rs} \ln p_{rit} \ln p_{sit} \\ & + \sum_{m=1}^3 \sum_{r=1}^2 \eta_{mr} \ln y_{mit} \ln p_{rit} + k_1 t + \frac{1}{2} k_2 t^2 \\ & + \sum_{m=1}^3 \phi_m t \ln y_{mit} + \sum_{r=1}^2 \varphi_r t \ln p_{rit} + v_{it} + u_{it} \end{aligned}$$

$$v_{it} \approx N(0, \sigma_v^2)$$

$$u_{it} \approx \text{Exp}(\lambda_{it})$$

$$\lambda_{it} = \text{Exp} \left(Y_0 + \sum_{h=1}^4 \gamma_h z_{hit} + \sum_{j=1}^4 \gamma_{ji}^* z_{jit}^* \right)$$

که در این تابع هزینه، c هزینه بانک؛ γ_1 عقود قرض‌الحسنه؛ γ_2 عقود مشارکتی؛ γ_3 عقود مبادله‌ای؛ p_1 میانگین نرخ سپرده‌ها؛ p_2 هزینه‌های اداری و پرسنلی؛ t روند زمانی (سال مشاهدات)؛ z_1 میزان دارایی‌های بانک؛ z_2 نوع بانک دولتی یا خصوصی؛ z_3 تورم؛ z_4 نرخ ارز؛ z_1^* نسبت تسهیلات معوق و سوخت‌شده به تسهیلات جاری (ریسک اعتباری)؛ z_2^* نسبت دارایی‌های غیرجاری به کل دارایی‌ها (ریسک نقدینگی)؛ z_3^* نسبت دارایی‌های غیرسرمایه‌ای به کل دارایی‌ها (ریسک

سرمایه؛ Z_4^* نسبت اوراق بهادار به کل دارایی‌ها (ریسک بازار)؛ v_{it} متغیرهای تصادفی مستقل و بیانگر جزء اخلاص؛ u_{it} متغیرهای تصادفی مستقل غیرمنفی و بیانگر ناکارایی.

آزمون ریشه واحد در داده‌های ترکیبی

نتایج آزمون مانایی متغیرهای مدل پژوهش بر اساس روش لوین و لین به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳. نتایج آزمون مانایی متغیرها

متغیر	سطح	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
لگاریتم هزینه بانک‌ها	I(۰)	-۴/۵۷	۰	در سطح، مانا است.
لگاریتم میانگین نرخ سپرده‌ها	I(۰)	-۳/۴۴	۰/۰۰۰۳	در سطح، مانا است.
لگاریتم هزینه‌های اداری و پرسنلی	I(۰)	-۴/۰۷۴	۰	در سطح، مانا است.
لگاریتم عقود قرض‌الحسنه	I(۰)	-۶/۰۴۰	۰	در سطح، مانا است.
لگاریتم عقود مضاربه‌ای	I(۰)	-۲/۲۵۲	۰/۰۱۲۱	در سطح، مانا است.
لگاریتم عقود مبادله‌ای	I(۰)	-۱/۶۴۹	۰/۰۴۹۵	در سطح، مانا است.
لگاریتم میزان دارایی‌های بانک‌ها	I(۰)	-۵/۱۶	۰	در سطح، مانا است.
تورم	I(۰)	-۵/۹۴۹	۰	در سطح، مانا است.
لگاریتم نرخ ارز	I(۰)	-۷/۲۵۶	۰	در سطح، مانا است.
نسبت تسهیلات معوق و سوخت‌شده به تسهیلات جاری	I(۰)	-۹/۷۶۰	۰	در سطح، مانا است.
نسبت دارایی‌های غیرجاری به کل دارایی‌ها	I(۰)	-۱۱/۸۹۵	۰	در سطح، مانا است.
نسبت دارایی‌های غیرسرمایه‌ای به کل دارایی‌ها	I(۰)	-۱۲/۵۰۳	۰	در سطح، مانا است.
نسبت اوراق بهادار به کل دارایی‌ها	I(۰)	-۱۱/۹۲۴	۰	در سطح، مانا است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی متغیرها در سطح (بدون تفاضل‌گیری)، مانا هستند، بنابراین بدون نگرانی از جعلی بودن رگرسیون می‌توان به برآورد مدل با استفاده از لگاریتم متغیرها پرداخت که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

برآورد مدل پژوهش

در این پژوهش بر اساس مقاله سارمنتو و گالان (۲۰۱۴)، مدل معرفی شده با استفاده از نرم‌افزارهای Winbug و Jasp برآورد می‌شود و نتایج برآورد به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴. تخمین مدل هزینه برای بانک‌های دولتی، خصوصی دارای سهام دولتی و خصوصی ایران

میزان خطا	بررسی معناداری	فاصله اطمینان		میانگین	ضریب متغیر
		حد بالا	حد پایین		
۰/۰۰۰۴۶۱	۰/۳۱۳	۵۷/۷۹	-۶۱/۴۳	۰/۳۴۷۵	β_0
۳/۸E-۲۰۲	۲/۸E+۱۹۹*	۱۱/۵۷	-۵۴/۶۱	-۲۱/۱	β_1Y_1
۴/۸E-۱۲	۲۵۰۶۰۰۰*	۵۵/۳۳	-۳۹/۶۶	۷/۰۸۹	β_2Y_2
۶/۶E-۳۷	۹/۵۴E+۳۱*	۴۷/۵۶	-۳۶/۰۷	۶/۴۸	β_3Y_3
۴/۲E-۲۱۶	۹/۲E+۲۱۲*	۴/۹۹۷	-۰/۴۶۹۹	۲/۰۷	$\beta_{11}Y_1^2$
۱/۱E-۱۰۳	۳/۳۲E+۹۷*	۴/۵۱۱	-۱۴/۱۱	-۴/۵۱۶	$\beta_{12}Y_1Y_2$
۷/۱۵E-۸۷	۱/۳۶E+۸۱*	۱۲/۸۱	-۴/۷۳۶	۳/۷۹۹	$\beta_{13}Y_1Y_3$
۶/۸۷E-۱۸	۱/۵۲E+۱۳*	۳۸/۹۴	-۳۲/۹۷	۴/۶۴۵	$\beta_{22}Y_2^2$
۸/۸۶E-۳۲	۸/۲۱E+۲۶*	۲۵/۸۴	-۳۴/۶۳	-۵/۴۳۶	$\beta_{23}Y_2Y_3$
۴/۸۵E-۴۵	۱/۰۲E+۴۰*	۳۰/۴۷	-۱۹/۳	۵/۵۹۹	$\beta_{33}Y_3^2$
۲/۱۲E-۱۷	۴/۹۸E+۱۲*	۴۳/۷۸	-۶۳/۸۲	-۸/۵۳۱	δ_1P_1
۲/۵۲E-۲۸	۳/۱۸E+۲۳*	۳۹/۱۷	-۲۵/۲	۷/۷۲	δ_2P_2
۳/۲E-۱۸۳	۳/۷E+۱۸۰*	۱/۳۷۸	-۶/۴۵۷	-۲/۵۳۶	$\delta_{11}P_1^2$
۱/۱۵E-۵۹	۳/۸۸E+۵۶*	۷/۰۵۳	-۳/۴۸۴	۱/۷۷۴	$\delta_{12}P_1P_2$
۹/۵۶E-۴۹	۴/۵۹E+۴۳*	۳/۷۹۹	-۷/۴۴۸	-۱/۶۸۶	$\delta_{22}P_2^2$
۳/۵E-۱۴۸	۳E+۱۴۱*	۰/۵۳۰۳	-۲/۰۴۳	-۰/۷۳۶۸	$\eta_{11}Y_1P_1$
۱/۷۷E-۸۶	۵/۵۷E+۸۰*	۴/۱۴۴	-۱/۹۹۸	۱/۰۰۴	$\eta_{12}Y_1P_2$
۲/۹۶E-۰۷	۴۵۴/۶۳۵*	۱۱/۷۱	-۵/۲۰۸	۰/۹۸۲۶	$\eta_{21}Y_2P_1$

بررسی معناداری		فاصله اطمینان		میانگین	ضریب متغیر
میزان خطا	آماره BF	حد بالا	حد پایین		
۳/۵۹E-۷۸	۴/۰۵E+۷۳*	۱۴/۰۹	-۶/۸۸۴	۳/۴۰۹	$\eta_{22}Y_2P_2$
۳/۰۵E-۰۷	۴۴۰/۵۱۴*	۴/۵۳۶	-۱۰/۷۱	-۰/۹۰۹۹	$\eta_{31}Y_3P_1$
۴E-۱۰۵	۸/۶۱E+۹۸*	۵/۷۴۵	-۱۲/۳۹	-۳/۵۰۷	$\eta_{32}Y_3P_2$
۳/۲۹E-۲۸	۲/۴۴E+۲۳*	۱۰/۱۱	-۱۴/۴۴	-۲/۸۴۱	k_1t
۱/۱۴E-۱۰	۱۰۹۳۰۰۰*	۰/۲۸۷۷	-۰/۳۵۷۶	-۰/۰۴۳۹۸	k_2t^2
۱/۲۳E-۵۲	۸/۷۴E+۴۹*	۰/۳۳۶۱	-۰/۵۱۴۶	-۰/۱۰۰۸	Φ_1ty_1
۰/۰۰۲	۰/۰۹۲	۱/۱۵۹	-۱/۳۴	-۰/۰۸۴۶۴	Φ_2ty_2
۱/۱۴E-۱۶	۹/۴۳E+۱۱*	۱/۱۹۸	-۰/۸۷۰۲	۰/۱۸۶۸	Φ_3ty_3
۷/۲۸E-۳۱	۱/۰۳E+۲۶*	۰/۸۴۸۴	-۰/۶۴۰۵	۰/۱۱۲	ϕ_1tp_1
۱/۷۵E-۱۳	۶/۶۴E+۰۸*	۱/۵۵۵	-۱/۲۴۴	۰/۲۱۲۷	ϕ_2tp_2
۰/۰۰۴	۰/۰۳۶	۰/۶۵۱	-۲/۴۹۲	-۰/۷۰۶۴	γ_0
۰	∞ *	۲/۸۸	۰/۶۶۸۹	۱/۸۵۴	γ_1z_2
۰	∞ *	۰/۶۰۷۳	۰/۴۲۶۴	۰/۵۳۳۷	γ_2z_3
۴/۵E-۲۴۲	۲/۱E+۲۳۶*	۱/۰۸۸	۰/۵۰۷۶	۰/۷۵۰۳	γ_3z_4
۰/۰۰۴	۰/۰۳۶	-	-	-۰/۴۰۶۳۸	γ_1z_1
۰	∞ *	-	-	۰/۵۹۲۲۵	$\gamma_2^*z_1^*$
۰/۰۰۰۴۹۶	۰/۲۹۱	-	-	-۱/۵۶۲۷۵	$\gamma_3^*z_2^*$
۲/۲E-۳۰۶	۲/۹E+۳۰۳*	-	-	-۱/۲۲۷۱۲۵	$\gamma_4^*z_3^*$
۶/۵E-۱۱۶	۲/۴E+۱۰۹*	-	-	-۱/۶۱۳۸۷۵	$\gamma_5^*z_4^*$

* با توجه به نتایج آماره BF همه ضرایب مدل به غیر از عرض مبداها، ضریب اثرهای متقاطع زمان میزان عقود مشارکتی، ضریب میزان دارایی‌های بانک‌ها و ضریب ریسک نقدینگی (نسبت دارایی‌های غیر جاری به کل دارایی‌ها) معنادار هستند^۱.

۱. این آزمون T بیزی بوده که با استفاده از نرم‌افزار JASP استخراج شده است. اگر میزان این آماره از یک باشد ضریب معنادار بزرگ‌تر است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از برآورد مدل در خصوص شش فرضیه پژوهش می‌توان اظهار داشت که:

- **فرضیه نخست:** مبنی بر اینکه «افزایش تورم بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.» تأیید می‌شود و این نتیجه با نتیجه پژوهش امیری (۱۳۹۷) مطابق است.
- **فرضیه دوم:** مبنی بر اینکه «افزایش نرخ ارز بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.» تأیید می‌شود و این نتیجه با نتیجه پژوهش امیری (۱۳۹۷) مطابق است.
- **فرضیه چهارم:** مبنی بر اینکه «افزایش ریسک نقدینگی (نسبت دارایی‌های غیر جاری به کل دارایی‌ها) بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی دارد.» با توجه به معنا نداشتن ضریب در تخمین انجام‌شده، تأیید نمی‌شود.
- نتایج مدل برآوردی بیانگر تأثیر مثبت افزایش ریسک اعتباری و تأثیر منفی افزایش ریسک سرمایه و بازار بر ناکارایی بانک‌ها است، از این رو، **فرضیه سوم، پنجم و ششم** مبنی بر اینکه «افزایش ریسک اعتباری (نسبت تسهیلات معوق و سوخت‌شده به تسهیلات جاری) بر کارایی بانک‌ها تأثیر منفی و همچنین افزایش ریسک سرمایه (نسبت دارایی‌های غیر سرمایه‌ای به کل دارایی‌ها) و ریسک بازار (نسبت اوراق بهادار به کل دارایی‌ها) بر کارایی بانک‌ها تأثیر مثبت دارد.» تأیید شده و این نتایج مطابق با نتایج پژوهش‌های خوش‌سیما و شهیکی تاش (۱۳۹۱)، پناهیان و ایبک (۱۳۹۲) و سارمنتو و گالان (۲۰۱۴) مبنی بر تأثیر ریسک‌پذیری بانک‌ها بر کارایی آنها است.

پیشنهادها

- در خاتمه، به‌منظور افزایش کارایی بانک‌ها، پیشنهادهایی با توجه به نتایج پژوهش ارائه شده است:
- افزایش تورم و نرخ ارز موجب افزایش ناکارایی‌های بانک می‌شود و همچنین بی‌توجهی به ریسک بازار، ترکیب بهینه پرتفوی ارزی یا وضعیت ارز در بازار جهانی، به زیان فراوان منجر می‌شود، از این رو، توصیه می‌شود با توجه به روند افزایشی این دو متغیر در کشور، سهم دارایی‌های سرمایه‌ای و ارزی بانک‌ها افزایش یافته تا شوک‌های واردشده از سوی این دو متغیر جبران شود.

- نسبت تسهیلات معوق به کل تسهیلات (ریسک اعتباری) کاهش یابد، به همین سبب پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از ایجاد تسهیلات معوق در پرونده‌های تسهیلاتی با مبالغ بالا، وثایق محکم‌تری اخذ شود و نظام رتبه‌بندی اعتباری فراتر از استعلام چک برگشتی و معوق بانکی بر مبنای اعتبار واقعی انجام شود.
- نسبت دارایی‌های غیرسرمایه‌ای به کل دارایی‌ها (ریسک سرمایه) بانک‌ها افزایش یابد.
- با ارزیابی صحیح از کیفیت دارایی‌های بانک، نسبت اوراق بهادار به کل دارایی‌ها (ریسک بازار) بانک‌ها افزایش یابد.

منابع و مأخذ

الف. فارسی

- آسایش، حمید (۱۳۹۴). *بررسی اثربخشی سیستم بانکی*. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، رشته اقتصاد.
- احمدپور، هادی (۱۳۸۷). ناطمینانی و استراتژی بهینه در مدیریت نقدینگی بانک‌ها. *ماهنامه بانک و اقتصاد*، (۹۵)، ۴۴-۴۸.
- اسماعیل‌زاده مقری، علی (۱۳۸۸). بررسی تأثیرپذیری تورم از سرمایه‌گذاری کل در اقتصاد ایران، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۹(۳۳)، ۹۷-۱۲۳.
- امام وردی، قدرت‌اله و احمدی، برزان (۱۳۸۷). اندازه‌گیری کارایی شعب بانک‌های ایران، مطالعه موردی: منطقه ۴ بانک تجارت. *فصل‌نامه علوم اقتصادی*، ۱(۴)، ۱۴۳-۱۶۸.
- امیری، حسین (۱۳۹۷). ارزیابی کارایی بانک‌های منتخب در ایران و ارتباط آن با متغیرهای درون بانکی و کلان اقتصادی. *فصل‌نامه علمی - پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۷(۲۶)، ۸۹-۱۱۴.
- بافنده زنده، علیرضا و رفیعی، سمیرا (۱۳۹۴). ارزیابی کارایی سازمانی بر اساس تلفیق «کارت امتیازی متوازن» و «تحلیل پوششی داده‌های فازی» (مطالعه موردی: شعب بانک سپه شهر تبریز)، *مدیریت بهره‌وری*، ۹(۳۴)، ۱۷۵-۲۰۰.

باقری، حسن (۱۳۸۵). تحلیل عوامل مؤثر بر سودآوری بانک‌های تجاری (مطالعه موردی: بانک رفاه). *تحقیقات مالی*، ۸ (۲۱)، ۳-۲۶.

پناهیان، حسین و ابیباک، حسن (۱۳۹۲). تبیین اثرات ریسک بر کارایی بانک‌ها با استفاده از محاسبه کارایی به روش DEA (تحلیل پوششی داده‌ها). *مجله علمی - پژوهشی تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، ۵ (۱۷)، ۶۸-۸۵.

پورکاظمی، محمدحسین و غضنفری، سیدحسن (۱۳۸۴). ارزیابی کارایی کارخانجات قند کشور «به روش تحلیل پوششی داده‌ها». *فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۷ (۲۲)، ۶۹-۹۰.

ترخانی، عطیه؛ نظری، عظیم و نیلوفر، پریسا (۱۳۹۹). بررسی عوامل مؤثر بر کارایی صنعت بانکداری ایران (روش دوم‌مرحله‌ای سیما و ویلسون). *فصل‌نامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری*، ۱۷ (۲)، ۱-۴۱.

تقوی فرد، محمدتقی؛ حبیبی، رضا و علی یاری، عباس (۱۳۹۹). سنجش کارایی بانک‌ها با استفاده از رهیافت بیزین: مطالعه موردی بانک‌های منتخب ایران. *فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۵ (۸۴)، ۱۴۳-۱۶۶.

حسین زاده بحرینی، محمدحسین؛ ناجی میدانی، علی اکبر و چمانه‌گیر، فرشته (۱۳۸۷). مقایسه کارایی اقتصادی بانک‌های خصوصی و دولتی در ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی (فراگیر) داده‌ها (DEA). *مجله علمی و پژوهشی دانش و توسعه*، ۱۵ (۲۵)، ۱-۳۰.

خوش‌سیما، رضا و شهیکی تاش، محمدنبی (۱۳۹۱). تأثیر ریسک‌های اعتباری، عملیاتی و نقدینگی بر کارایی نظام بانکی ایران. *فصل‌نامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه*، ۱۷ (۴)، ۶۹-۹۵.

حبیبی پور، حجت‌اله؛ دایی کریم زاده، سعید؛ خانی، صمد و صالحی‌زاده، سعید (۱۳۸۹). بررسی عوامل مؤثر بر تجهیز منابع بانکی از دیدگاه مدیران شعب بانک رفاه شهر اصفهان. *اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و نوآوری*.

دفت، ریچارد ال. (۱۳۹۶). *مبانی تئوری و طراحی سازمان* (جلد دوم)، (علی پارسائیان و سید محمد اعرابی، مترجمان)، تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

شهرستانی، حمید و قبادی، صغری (۱۳۸۷). تأثیر ادغام بر کارایی بانکها در ایران، اقتصاد مالی (اقتصاد مالی و توسعه). *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۲(۵).

مسگرپور امیری، فاطمه و یداللهزاده طبری، ناصرعلی (۱۳۹۳). ارزیابی کارایی بانکها با استفاده از تحلیل پوششی داده و بررسی ارتباط آن با نسبتهای مالی. *پژوهشنامه اقتصاد و کسب و کار*، ۵(۸)، ۴۳-۵۱.

مهرآرا، محسن و بهلولوند، الهه (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر ریسک نقدینگی در صنعت بانکداری مبتنی بر رویکرد بیزین: مطالعه موردی بانکهای ایران. *پژوهشنامه علمی - پژوهشی اقتصاد کلان*، ۱۱(۲۲)، ۱۳-۳۷.

نیرومند، حسینعلی (۱۳۸۴). *الگوهای خطی تعمیم یافته با کاربردهای آن در مهندسی و علوم*، انتشارات دانشگاه فردوسی.

ب. انگلیسی

Aigner, D.J., Lovell, C.K. & Schmidt, P. (1997). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Economics*, 6, 21-37.

Aldrich, J. (1997). R. A. Fisher and the making of maximum likelihood 1912-1922, *Statistical Science*, 12 (3), 162-176.

Allayannis, G., Ihrig, J. & Weston, J. P. (2001). Exchange-rate hedging: Financial versus operational strategies. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 91(2), 391-395.

Battese, G.E. & Coelli, T.J. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.

Battese, G.E. & Coelli, T.J. (1998). Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data, *Journal of Econometrics*, 38(3), 387-399.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

Fujii, H., Managi, S. & Matousek R. (2014). Indian bank efficiency and productivity changes with undesirable outputs: A disaggregated approach, *Journal of Banking & Finance*, 38, 41-50.

Hughes, J.P. & Mester, L.J. (2008). *Efficiency in banking: Theory, practice and evidence*, The Oxford Handbook of Banking.

Jensen, F.V. & Nielsen, T.D. (2007). *Bayesian network and decision graphs*, (2th Ed.), Springer.

Khasawneh, A.Y. (2021). Leverage and bank's performance: Do type and crises matter? *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 14(2).

Korb, K.B. & Nicholson, A.E. (2017). *Bayesian artificial intelligence*, (2th Ed.), Chapman & Hall/CRC.

Kumbhakar, S. C., Ghosh, S. and McGuckin, J. T. (1991). A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms, *Journal of Business & Economic Statistics*, 9, 279-286.

Meeusen, W. & Von Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18, 435-444.

Ngo, T.T., Le, M.Q. & Ngo, T.P. (2018). Incorporating risk into technical efficiency for Vietnam's and ASEAN banks. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 26(1), 2-16.

Pitt, M. M. & Lee, L. F. (1981). The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in Indonesian Weaving Industry. *Journal of Development Economics*, 9, 43-64.

Reifschneider, D. and Stevenson, R. (1991). Systematic Departures from the Frontier: A Framework for the Analysis of Firm Inefficiency. *International Economic Review*, 32, 715-723.

Russell, S. & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Second Edition*. Prentice-Hall of India.

Sarmiento, M. & Galán, J.E. (2014). Heterogeneous effects of risk-taking on bank efficiency: A stochastic frontier model with random coefficients. *Statistics and Econometrics Series*, (13), 14-20.

Sarmiento, M. & Galán, J.E. (2017). The influence of risk-taking on bank efficiency: Evidence from Colombia, *Emerging Markets Review*, 32, 52-73.

Timmer, C. P. (1971). Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency. *Journal of political Economy*, 79, 776-794.

Yang, C. & Liu, H.M. (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA. *Economic Modelling*, 29(2), 450-461.