فصلنامه علمی اقتصاد و بانکداری اسلامی، شماره سی و نهم، تابستان ۱۴۰۱- صفحات ۳۲۵-۳۰۱

استراتژی بانک‌ها برای اعطا تسهیلات به مشتریان: رویکرد نظریه بازی تکاملی

نوع مقاله: پژوهشی

زهره لشگری[۱]
مجید اسحقی گرجی[۲]
علیرضا بحیرایی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۳۰

چکیده

در این مقاله بر اساس نظریه بازی تکاملی، یک مدل ریاضی جدید از استراتژی بانک‌ها برای دادن وام‌های اعتباری به مشتریان ارائه می‌کنیم. این مدل یک رویکرد کارآمد و واقع‌گرایانه را ارائه می‌دهد. هدف مقاله بررسی بازی تکاملی بین بانک و مشتریان برای اعطا تسهیلات و اعتبار است. مشتریانی که برای دریافت تسهیلات به بانک مراجعه می‌کنند را دو نوع در نظر می‌گیریم. نوع اول شامل اشخاص یا شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) هستند که درخواست دریافت وام‌های خرد از بانک را دارند. نوع دوم شامل شرکت‌های بزرگ هستند که درخواست وام‌های کلان را از بانک دارند. رابطه بین بانک و مشتریان یک رابطه دو طرفه است. در تعامل بین بانک و مشتریان ممکن است آن‌ها به یکدیگر اعتماد داشته باشند یا بخواهند رفتار فرصت‌طلبانه داشته باشند. این مدل به بانک کمک می‌کند تا بتواند به صورت هدفمند در مورد تخصیص تسهیلات به مشتریان تصمیم بگیرد و استراتژی بهینه را پیدا کند. این مقاله پارامترهای مؤثر بر این تصمیمات استراتژیک را بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش یا کاهش برخی از پارامترهای مطرح شده در مدل، بانک‌ها می‌توانند در اعطا تسهیلات به مشتریان به صورت موفق تر عمل کنند و در نهایت سودآوری آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: نظریه بازی تکاملی، بانکداری اسلامی، دینامیک تکرارشونده، استراتژی پایدار تکاملی
طبقه‌بندی JEL: C73، E59

---

۱ دانشجوی دکتری آنالیز ریاضی دانشگاه سمنان (نویسنده مسئول) z.lashgari@semnan.ac.ir
۲ استاد گروه ریاضی دانشگاه سمنان meshaghi@semnan.ac.ir
۳ استادیار گروه ریاضی دانشگاه سمنان alireza.bahiraie@semnan.ac.ir

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

مقدمه

در تعامل میان بانک و مشتریان اعتماد و فرصت‌طلبی دو عنصر مهم می‌باشد. در یک تعامل اگر یک طرف بداند که دیگری به او اعتماد دارد ممکن است رفتار فرصت‌طلبانه با او داشته باشد یا برعکس با اعتماد با او رفتار کند. نیت بازیکنان و رفتار آن‌ها می‌تواند این مفاهیم را مشخص کند.
با استفاده از نظریه بازی تکاملی رابطه میان بانک و مشتریان را به منظور داشتن استراتژی بهینه مدل‌سازی می‌کنیم.

نظریه بازی شاخه‌ای از ریاضیات است که تعاملات مربوط به تصمیم‌گیری استراتژیک مالی را تجزیه و تحلیل می‌کند. این تعاملات را بازی می‌نامند. طرف‌های درگیر در این بازی بازیکنانی هستند که می‌توانند افراد یا گروه‌ها باشند. در نظریه بازی کلاسیک فرض بر این است که بازیکنان منطقی عمل می‌کنند. یک بازیگر منطقی کسی است که بر اساس آنچه بیشترین سود را برایش رقم می‌زند تصمیم بگیرد (جیمسون: ۲۰۱۴)[۱]. یک بازی به معنای روزمره یک فعالیت رقابتی است که در آن بازیکنان طبق یک سری قوانین با یکدیگر در تعامل هستند. نظریه بازی ابزار ریاضی برای توصیف و تجزیه و تحلیل موقعیت‌های درگیری، همکاری و هماهنگی است. یکی از اهداف نظریه بازی‌ها کمک به ما در درک موقعیت‌هایی است که تصمیم‌گیرندگان در آن تعامل دارند. نظریه بازی راه حلی برای یافتن مجموعه‌ای از استراتژی‌های تصمیم‌گیری بهینه در یک گروه ارائه می‌دهد. نظریه بازی در بسیاری از زمینه‌ها از جمله اقتصاد، علوم سیاسی، زیست‌شناسی، تجارت، شبکه‌های بی‌سیم، علوم رایانه و بسیاری علوم دیگر کاربرد دارد (هالپرن[۲]: ۲۰۰۷، نی[۳] و همکاران: ۲۰۱۴).

۱. پیشینه پژوهش

نظریه بازی‌های تکاملی یکی از نظریه‌های مهم می‌باشد. تحقیقات و پژوهش‌های متعددی در زمینه بازی‌های تکاملی توسط دانشمندان و پژوهشگران صورت گرفته است. برخی از مهم‌ترین این تحقیقات را مرور خواهیم کرد.
نظریه بازی‌های تکاملی اولین بار توسط فیشر[۴] در سال ۱۹۳۰ میلادی و در حین تحقیقات او برای توضیح برابری تقریبی نسبت تعداد دو جنس در پستانداران مطرح شد. معمایی که فیشر با آن روبرو بود این بود: چرا نسبت تعداد دو جنس در بسیاری از گونه‌ها تقریبا برابر است در حالی که اکثریت

---

۱ Jameson
۲ Halpern
۳ Nie
۴ R.A. Fisher

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

نرها هیچ وقت جفت‌گیری نمی‌کنند؟ در این گونه‌ها، نرهای مجرد مانند بار اضافی همراه جامعه هستند بدون اینکه فایده‌ای برای جامعه داشته باشند. فیشر شایستگی را برای هر عضو از جمعیت از روی تعداد مورد انتظار فرزندان در جمعیت تعریف نمود و به این نتیجه رسید که مقدار این شاخص به توزیع مذکرها و مؤنث‌ها در جمعیت بستگی دارد، به طوری که وقتی تعداد بیشتری از مؤنث‌ها در جمعیت وجود داشته باشند، مذکرها سازگاری بالاتری را از خودشان نشان می‌دهند و هنگامی که تعداد مذکرها بیشتر است، مؤنث‌ها سازگاری بالاتری را از خودشان نشان می‌دهند، فیشر به این نتیجه رسید که نسبت جنسیت‌ها در تعداد برابر از مذکرها و مؤنث‌ها در جمعیت، به صورت یک تکامل دینامیکی در یک مقدار ثابت می‌شود. اگرچه استدلال فیشر را می‌توان با نظریه کلاسیک بازی‌ها نیز بیان کرد اما فیشر از این ابزار برای بیان مباحث خود استفاده نکرد (فیشر: ۱۹۳۰). در سال ۱۹۶۱ لونتین[۱] اولین کاربرد آشکار نظریه بازی‌ها در زیست‌شناسی تکاملی را در کتاب "تکامل و نظریه بازی‌ها" مطرح کرد (لونتین: ۱۹۶۱). در سال ۱۹۷۳ اسمیت و پرایس[۲] مفهوم یک استراتژی پایدار تکاملی را در مقاله "نظریه بازی‌ها و تکامل نزاع" تعریف کرد (اسمیت: ۱۹۷۳). با این حال انتشار "منطق در نزاع حیوان" توسط آنها در سال ۱۹۷۳ مفهوم یک استراتژی پایدار تکاملی را به صورت گسترده معرفی کرد. در سال ۱۹۸۲ کتاب "تکامل و نظریه بازی‌ها" توسط اسمیت به چاپ رسید و در پی آن کتاب معروف آکسلورد[۳] با نام "تکامل همکاری" منتشر شد (آکسلورد و همیلتون[۴]: ۱۹۸۱، اسمیت: ۱۹۸۲، اسمیت و پرایس: ۱۹۷۳). "بازی‌های تکاملی در اقتصاد" در سال ۱۹۹۱ توسط فریدمن[۵] منتشر شد (فریدمن: ۱۹۹۱). "تحلیل بازی تکاملی تقلب داخلی در بانک‌های تجاری کشور (چین)" در سال ۲۰۰۹ توسط ون خوآن[۶] بیان شد. کلاهبرداری داخلی در بانک‌های تجاری دلیل اصلی بروز خطرات عملیاتی در بانک‌های تجاری کشورمان است. با نظریه بازی تکاملی، نویسنده مدل بازی تکاملی را برای کلاهبرداری داخلی در بانک‌های تجاری کشورمان ایجاد می‌کند، تجزیه و تحلیل از پویایی تکرار شده و نقطه پایدار، شرایط حاصل از استراتژی رقابت مختلط و استراتژی تکامل پایدار را بدست می‌آورد (ون-خوآن: ۲۰۰۹). در سال ۲۰۱۰ "رویکرد نظریه بازی تکاملی برای مبارزه با پولشویی" توسط آرائوخو[۷] مطرح شد. در این

---

۱ R.C. Lewontin
۲ Mynard Smith and Price
۳ Robert Axelord
۴ Hamilton
۵ D Friedman
۶ XIE Wen-xuan
۷ Ricardo Azevedo Araujo

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

مطالعه یک بازی تکاملی بین موسسات مالی و کارکنان فرض می‌شود که در آن تصمیمات بانک‌ها و کارمندان برای مقابله با پولشویی ارزیابی می‌شود. بازیکنان مجاز به بررسی استراتژی‌های خود در هر دوره زمانی هستند که پیامدهای خود را با پیامد متوسط مقایسه می‌کنند. این مقاله نشان می‌دهد که کارایی مبارزه با پولشویی متکی بر الحاق عواملی مانند طراحی مناسب مقررات ضد پول شویی و تمایل درونی بانک‌ها و کارگران برای مقابله با این جنگ است. از یک سو، تعداد بانک‌هایی که مایل به مبارزه با پولشویی هستند، بر تعداد کارمندانی که علیه پولشویی مبارزه می‌کنند، تاثیر می‌گذارد. از سوی دیگر، تعداد بانک‌هایی که تصمیم به مقابله با پولشویی را می‌گیرند نیز تحت‌تاثیر تعدادی از کارمندانی قرار می‌گیرد که آماده یا حاضر به مبارزه با آن هستند. البته، این تصمیمات تحت‌تاثیر طراحی سیستم نظارتی مطلوب قرار می‌گیرند که توسط دولت ایجاد می‌شود که می‌تواند تعهد خود برای مبارزه با پولشویی را منعکس کند (آرائوخو: ۲۰۱۰). در سال ۲۰۱۲ مدل نظری بازی استراتژیک برای تقسیم بازار با کاربرد در بانکداری در اقتصادهای نوظهور توسط زندی و همکارانش نوشته شد. در این پژوهش بیان شده است که شرکت‌ها وقتی با طیف وسیعی از بخش‌های بازار روبرو می‌شوند، در تصمیم‌گیری درباره مشتریان اصلی که محتمل‌ترین خریداران محصول و خدمات خود هستند، دچار مشکل می‌شوند. در این مقاله یک روش چند معیاره جدید برای گروه فازی برای ورود به بازار و ارزیابی و انتخاب بخش پیشنهاد می‌شود. این روش پیشنهادی یک چارچوب جامع و منظم را ارائه می‌دهد که ترکیبی از بهینه سازی چند هدفه دو سطح با تجزیه و تحلیل گزینه واقعی و نظریه بازی n نفره تعاونی فازی است. در نهایت این پژوهش یک چارچوب جامع و اصولی را ارائه می‌دهد که بهینه سازی چند هدفی را با فرضیه نظریه بازی n نفره و فازی ترکیب می‌کند. کاربرد عملی این چارچوب پیشنهادی، کارایی روش‌ها و الگوریتم‌ها را نشان می‌دهد (زندی و همکاران: ۲۰۱۲). در مقاله‌ای با عنوان "چگونه به صنعت بانکداری اعتماد کنیم؟ یک رویکرد نظریه بازی برای آنالیز تجربی روابط بین بانک و مشتریان شرکتی" در سال ۲۰۱۴ توسط دالسترام[۱] و همکارانش به بیان این مساله پرداخته می‌شود که اعتماد در صنعت بانکداری یکی از مهم‌ترین ارکان می‌باشد. درروابط بین بانک و مشتریان شرکتی ممکن است رفتار فرصت‌طلبانه یا اعتماد وجود داشته باشد و هدف این مقاله بررسی این مسائل است. این مقاله ابتدا بازی معمای زندانی را بیان می‌کند و بازی بین بانک و مشتریان شرکتی را بر اساس آن مدل سازی کرده و استراتژی هر یک از آن‌ها را بیان می‌کند. در زمینه بانکداری، ریسک ورود به دام معمای زندانی به اعتماد و فرصت‌طلبی هر دو طرف بستگی دارد. مدل بیان شده در مقاله به صورت زیر می‌باشد:

۱ Robert Dahlstrom

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

$$Risk = \alpha + \beta_1 T_C + \beta_2 T_B + \beta_3 O_C + \beta_4 O_B + \beta_5 O_C O_B + \beta_6 T_C T_B + \beta_7 T_C O_B + \beta_8 T_B O_C + \epsilon$$

این تحقیق کاربرد معمای زندانی در موضوع رابطه بین بانک و مشتریان شرکتی را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که گزینه اعتماد- اعتماد بهترین راه حل می‌باشد (دالسترام و همکاران: ۲۰۱۴). "همکاری یا رقابت: یک مطالعه بازی تکاملی بین بانک‌های تجاری و موسسات مالی تجارت الکترونیکی مبتنی بر داده‌های بزرگ در چین" در سال ۲۰۱۵ توسط یی ژائو[۱] و همکارانش نوشته شد. این مقاله بر همکاری یا رقابت بین موسسات مالی تجارت الکترونیکی چینی و بانک‌های تجاری از دیدگاه بازی پویا تمرکز دارد. نتایج نشان می‌دهد که (همکاری، همکاری) یک استراتژی پایدار تکاملی است و همکاری برای بانک‌های تجاری و همچنین موسسات مالی تجارت الکترونیکی در چین به طور فزاینده‌ای عمیق و گسترده است. سرانجام، پیشنهادهای استراتژیک در مورد همکاری بین موسسات مالی تجارت الکترونیکی و بانک‌های تجاری ارائه شده است (ژائو و همکاران: ۲۰۱۵). "مشارکت در برابر رقابت در بازارهای بانکی بر اساس نظریه بازی‌های همکارانه" در سال ۲۰۱۸ توسط رحیم خانی‌زاد و غلام‌علی منتظر بیان شد. این مقاله بیان می‌کند که موضوع افزایش سود و کاهش هزینه‌های عملیاتی مهمترین موضوع در مدیریت بانکی است. یکی از راه‌های حل این مشکل، همکاری (ائتلاف) بانک‌ها با هم به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش همزمان سود عملیاتی است. برای حل این مشکل، دراین تحقیق، الگویی برای مشارکت بانک‌ها با استفاده از نظریه بازی ارائه شده است که بانک‌ها می‌توانند با همکاری آن‌ها ضمن ارائه خدمات خود، برای دستیابی به سود بیشتر همکاری کنند. مدل به دست آمده از نظریه بازی در چهار بانک خصوصی استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که سود بانک‌ها با ائتلاف بیشتر است از اقدام به تنهایی می‌باشد. ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که نتایج مدل با نظرات کارشناسان بانکی مطابقت دارد. این ممکن است اصل "مشارکت" در برابر "رقابت" در صنعت بانکداری را تقویت کند (رجبی‌فرجاد و همکاران: ۱۳۹۹، رحیمی و هراتی: ۱۳۹۹، مشهدی‌زاده و ساعدی: ۱۳۹۹، خانی‌زاد و منتظر: ۲۰۱۸). در سال ۲۰۱۸ "مطالعه مدل بازی مشارکتی در تنظیم مقررات مالی" توسط لیو[۲] و همکارانش نوشته شد. در این مقاله بیان شده است که مقررات مالی برای کنترل ریسک مالی و ترویج توسعه اقتصادی مؤثر است. با این حال، هنگام تصمیم‌گیری جداگانه، موسسات تمایل دارند سود خود را به حداکثر برسانند و همکاری را نادیده بگیرند. با در نظر گرفتن ضریب هزینه و سود، این مقاله تصمیم همکاری در مقررات مالی را با روش نظریه بازی‌ها مورد مطالعه قرار داده و امکان

۱ Y Zhao, D Li, L Pan

۲ W LYU

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

همکاری بین بانک مرکزی و نهادهای نظارتی را در موقعیت‌های مختلف مورد بحث قرار داده است. سرانجام وضعیتی پیدا می‌شود که با گذشت زمان احتمال همکاری هر دو طرف افزایش می‌یابد. در این شرایط، سود گروهی که عدم همکاری می‌کند از سود هنگامی که هر دو طرف همکاری می‌کنند کمتر است (لیو و همکاران: ۲۰۱۸). در سال ۲۰۱۸ توسط جینلیانگ هوا[۱] مقاله‌ای در مورد "تحلیل بازی تکاملی در نظارت بر وام‌های بد در بانک‌های تجاری" منتشر شد. در این پژوهش بازی بین بانک‌های تجاری و نهادهای نظارتی مدل‌سازی شده است سپس وضعیت تعادل بررسی شده است (جیلیانگ-هوا: ۲۰۱۸). "یک بازی تکاملی برای مطالعه رابطه بانک‌ها و بنگاه‌ها: نظارت بر شدت و منافع شخصی" در سال ۲۰۱۹ توسط ویلانی و بیناکاردی[۲] نوشته شد. در این مقاله به مطالعه یک بازی تکاملی پویا بین بانک‌ها و شرکت‌هایی که روابط متقابل آن‌ها همیشه دارای تعارض بوده است پرداخته می‌شود. بانک‌ها دوست دارند بودجه برای دستیابی به اهداف پروژه‌های ارائه شده هزینه شود، در حالی که شرکت‌ها این وام‌ها را برای کسب منافع شخصی اختصاص می‌دهند. در این مقاله فرض می‌شود شرکت‌های بدرفتاری که به دنبال منافع شخصی هستند "شکارچیان" هستند و بانک‌ها "طعمه" آن‌ها هستند و پویایی حاصل از مدل را تجزیه و تحلیل کرده و ثابت می‌شود که ثبات تعادل به پارامترهای اساسی توصیف کننده تعامل بانک‌ها و شرکت‌ها بستگی دارد. علاوه بر این، تعادل را از نظر راندمان محاسبات کارآیی پارتو از طریق سود متوسط با برخی کاربردهای عددی مقایسه می‌کند. سرانجام، یک روش پویایی همانند ساز تصادفی را به منظور فرض آشفتگی در نرخ رشد جمعیت پیشنهاد می‌کند (ویلانی و بیناکاردی: ۲۰۱۹). "تحلیل بازی تکاملی بر استراتژی‌های رفتاری شرکت‌ها و بانک‌ها: تأثیر حاکمیت محیطی بر تعیین نرخ بهره" توسط لی-یه و ییینگ‌فانگ[۳] در سال ۲۰۲۱ منتشر شد. بر اساس نظریه بازی تکاملی، عوامل متقابل و تأثیرگذار در میان نرخ بهره تنظیم بانک‌ها و حاکمیت زیست محیطی شرکت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (لی-یه و ییینگ‌فانگ: ۲۰۲۱).

۲. نظریه بازی تکاملی

نظریه بازی تکاملی از کاربرد نظریه بازی‌ها در مباحث بیولوژیک نشأت گرفته است در سال‌های اخیر نظریه بازی‌های تکاملی به صورت روز افزون مورد توجه اقتصاددانان، جامعه‌شناسان، انسان‌شناسان و به طور کلی دانشمندان علوم اجتماعی قرار گرفته است. این توجه دانشمندان علوم

---

۱ Jinliang Hua

۲ G Villani, M Binacardi

۳ Li Ye, and Ying Fang

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

اجتماعی به این موضوع‌ها ناشی از ریشه‌های آشکار بیولوژیکی است. فرض عاقل بودن در نظریه بازی‌های کلاسیک فرض اساسی می‌باشد اگر فرض رفتار عقلایی به هر دلیلی در بازی نقض شود آن را بازی تکاملی می‌گوییم. همواره بازی‌های تکاملی بازی‌های متشکل از چندین و چند بازیگر است و لذا یک جمعیت بزرگ رقیب هم هستند. در بازی تکاملی معیار عقلانیت به وسیله معیار پایداری و پویایی جمعیت جایگزین می‌شود. تعامل بین دو بازیکن در نظریه بازی کلاسیک به عایدی ختم می‌شود اما در نظریه بازی تکاملی از آن به عنوان شایستگی یا برتری یاد می‌شود که موفقیت یک استراتژی با بازده بالاتر را اندازه‌گیری می‌کند که آن را در جدول و ماتریس بازی می‌توان نشان داد. نکته مهم این است که عایدی به دست آمده توسط بازیکنان مختلف در نسل‌های بعد استفاده می‌شود. از نظریه بازی تکاملی برای توضیح تعدادی از جنبه‌های رفتار انسان استفاده شده است. بازی‌های تکاملی پتانسیل قابل توجهی برای مدل سازی مسائل اقتصادی اساسی دارند (فریدمن[۱]: ۱۹۹۸).

نظریه بازی تکاملی در علوم مختلف مانند معضلات اجتماعی، اقتصادی، جامعه‌شناسی و انسان‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد (آیر[۲] و همکاران: ۲۰۱۴، ساتو[۳]: ۲۰۰۳). آغاز نظریه بازی‌های تکاملی را می‌توان به طراحی استراتژی پایدار تکاملی (ESS)[۴] توسط پرایس و مینارد اسمیت اشاره کرد. در جمعیت‌های خاص، همه افراد ممکن است از یک فنوتیپ استراتژی یکسان برخوردار باشند. اگر چنین استراتژی‌ای نتواند توسط دیگر استراتژی‌ها جایگزین شود، یا با استراتژی دیگری از طریق انتخاب طبیعی مورد حمله قرار نگیرد، چنین است

استراتژی‌ای استراتژی پایدار تکاملی است. بنابراین مفهوم استراتژی پایدار تکاملی (ESS)، جمعیتی است که در آن همه کسانی که این استراتژی را بازی می‌کنند، در برابر حمله گروه‌های پایدار جهش یافته مقاومت می‌کنند.

فرض می‌کنیم تابع u نشان‌دهنده پیامد بازیکن باشد تعریف زیر را برای استراتژی پایدار تکاملی داریم:

برای هر $\beta \neq \alpha$، وجود دارد $\varepsilon' \in (0,1)$، بطوریکه برای تمام $\varepsilon \in (0, \varepsilon')$، داشته باشیم:

$$u(\alpha, \varepsilon\beta + (1-\varepsilon)\alpha) > u(\beta, \varepsilon\beta + (1-\varepsilon)\alpha). \quad \text{رابطه ۱)}$$

پس α یک (ESS) می‌باشد.

---

۱ Friedman

۲ Iyer

۳ Sato

۴ Evolutionary Stable Strategy

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

مفهوم اساسی دیگر در نظریه بازی تکاملی مفهوم دینامیک تکرارشونده می‌باشد. این رویکرد سعی دارد با معادلات ریاضی سیر تحولات فراوانی گونه‌های مختلف با استراتژی‌های مختلف در جمعیت را توضیح دهد. معادله تکرارشونده به طور کلی بیان می‌کند که اگر نتایج یک استراتژی بهتر از میانگین باشد، نسبت بازیکنانی که در جمعیت این استراتژی را انتخاب می‌کند در میان کل جمعیت افزایش می‌یابد و اگر که نتایج یک استراتژی بدتر از میانگین باشد، نسبت بازیکنانی که در جمعیت این استراتژی را انتخاب می‌کند در میان کل جمعیت کاهش می‌یابد. رایج‌ترین فرم این معادله به صورت زیر بیان می‌شود:

رابطه ۲)
$$\dot{x_i} = x_i[f_i(x) - \phi(x)],$$
$$\phi(x) = \sum_{j=1}^{n} x_j f_j(x).$$

۳. رویکرد بازی تکاملی در مدل

هدف ما در این مقاله بررسی بازی تکاملی بین بانک‌ها و مشتریان برای اعطا تسهیلات و اعتبار است. در نظریه بازی تکاملی، مفهوم رفتار عقلانی به اندازه نظریه بازی کلاسیک ثابت نشده است. بانک‌ها و مشتریان نمی‌توانند کاملا منطقی باشند این امر به دلیل عدم تقارن اطلاعات و تفکر (احتکار آمیز) مشتریان است. بنابراین آن‌ها استراتژی‌های خود را در شرایط مختلف و بر اساس نوع رفتار خود اتخاذ می‌کنند. بانک‌ها تمایل دارند به مشتریان خود وام (تسهیلات) بپردازند و برای این کار هزینه‌هایی را متحمل می‌شوند و بدین ترتیب مشتری جذب می‌کنند و در نهایت سود زیادی به دست می‌آورند. از طرف دیگر، مشتریان تمایل به دریافت وام از بانک و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مورد نظر خود دارند و وام بانکی را طبق قرارداد در زمان مقرر بازپرداخت می‌کنند. اما در این بین برخی از مشتریان هستند که وام را از بانک دریافت می‌کنند اما وانمود می‌کنند که در سرمایه‌گذاری خود شکست خورده‌اند و پروژه مد نظرشان موفقیت آمیز نبوده و رفتار صادقانه‌ای با بانک ندارند. در حقیقت, این نوع از مشتریان به دنبال منافع شخصی خود هستند و تنها منافع خود را در نظر می‌گیرند. بنابراین، بانک باید راه‌حل‌هایی در برخورد با مشتریان فرصت‌طلب در نظر بگیرد تا مشتریان تمایلی به فریب دادن بانک نداشته باشند. در این مقاله قصد داریم برخی از پارامترها را برای تشویق بانک‌ها به دادن وام به مشتریان معرفی کنیم و در عین حال مشتریان را به صداقت با بانک سوق دهیم. مشریان به ویژه مشتریان شرکتی نیاز دارند تا چندین بار از بانک وام تقاضا کنند پس رابطه آن‌ها یک فرآیند طولانی مدت است و دو طرف نیاز دارند تا استراتژی را به گونه‌ای انتخاب کنند که برای آن‌ها دارای سود باشد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

در این مدل، هدف و مزایای بانک‌ها تأمین اعتبار و تسهیلات به مشتریان است. با توجه به اینکه مشتریان نیز به موقع و طبق قرارداد، اعتبارات خود را به بانک بازپرداخت می‌کنند. در نتیجه بانک مزایای زیادی را به دست می‌آورد. هدف و مزایای مشتریان بازپرداخت اعتبار به بانک است. این استراتژی برای آن‌ها سودمندتر است زیرا یک بازی تکاملی است و در دوره بعدی می‌توانند اعتبار کسب کنند. افرادی که در شرکت‌هایی مشغول به کار هستند ممکن است به دنبال فرصت‌طلبی باشند و منافع خود را در اولویت قرار دهند یا ممکن است تحت تأثیر فرصت‌طلبی قرار نگیرند و صداقت را انتخاب کنند و بنابراین بانک با این مشکل روبرو می‌شود.

رابطه بین بانک و مشتریان را می‌توان با استفاده از بازی تکاملی توضیح داد. فرض می‌کنیم که مشتریان به دو نوع تقسیم می‌شوند. اولین نوع مشتریان شامل اشخاص یا شرکت‌های کوچک یا متوسط (SME) است. نوع دوم مشتریان شامل شرکت‌های بزرگ است. فرض می‌کنیم اولین نوع مشتریان (شامل اشخاص یا (SME) هستند) متقاضی دریافت وام‌های خرد از بانک باشند و نوع دوم مشتریان (شامل شرکت‌های بزرگ هستند) متقاضی دریافت وام‌های کلان از بانک باشند. فرض می‌کنیم که بانک‌ها و مشتریان این بازی را در شرایط رقابت کامل بازار انجام می‌دهند و دولت هیچ دخالتی در روند کار ندارد. دو بازیکن را در بازی به شرح زیر در نظر می‌گیریم:

بازیکن اول: بانک‌ها

بازیکن دوم: مشتریان

استراتژی بازیکنان را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

استراتژی بانک‌ها: {اعطا تسهیلات به مشتریان (C)، عدم اعطا تسهیلات به مشتریان (D)}.

استراتژی مشتریان: {صداقت (C), عدم صداقت (D)}

مشتریان "ناصادق" می‌دانند که اگر با بانک صادقانه رفتار کنند و سرمایه‌گذاری موفقیت آمیز باشد، آنگاه باید اعتبار یا سود یا هر دو را به بانک تحویل دهند. بنابراین، مشتریان "ناصادق" با تقلب کردن به بانک وانمود می‌کند که پروژه‌شان مناسب نبوده و سرمایه‌گذاری آن‌ها با شکست روبرو شده است. بانک‌ها میزان موفقیت پروژه‌های سرمایه‌گذاری شده را به دست می‌آورند و بر اساس این اطلاعات استراتژی‌های "اعطا تسهیلات" یا "عدم اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند. یعنی بانک‌ها استراتژی‌های خود را بر اساس موفقیت یا شکست پروژه‌های مشتریان و تاریخچه آن‌ها انتخاب می‌کنند. بنابراین، تاریخچه مشتریان برای بانک‌ها بسیار مهم است. فرض می‌کنیم که در این بازی، نرخ سود تسهیلات بانکی بدون تغییر باقی می‌ماند.

۴. مدل

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

برای ساده‌سازی محاسبات، نرخ سود اعتبار بانکی را در این بازی بدون هیچ تغییری در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم که تمام بدهی‌های مشتریان تسهیلات بانکی است. مشتریانی که صادق هستند، می‌دانند که طبق قرارداد باید اعتبار و سود دریافتی را به موقع به بانک تحویل دهند. مشتریانی که صادق نیستند سعی می‌کنند بانک را فریب دهند و وانمود کنند که سرمایه‌گذاری آن‌ها ناموفق بوده است. پارامترهای مدل در جدول ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱. پارامترهای مدل

مفهوم	نماد
نرخ بهره وام	r
بدهی مشتریان	D
هزینه برای اشخاص یا (SME)	CD
هزینه وام برای بانک	BD
سود برای مشتریان	R
سود برای بانک	Dr
هزینه راستی‌آزمایی اولیه پروژه	H
هزینه کنترل‌های ثانویه پروژه اشخاص یا (SME)	E_1
هزینه کنترل‌های ثانویه پروژه شرکت‌های بزرگ	E_2
نرخ موفقیت	p
هزینه دریافت مطالبات از اشخاص یا (SME)	T_1
هزینه دریافت مطالبات از شرکت‌های بزرگ	T_2
زیان شهرت	L
فرصت ضرر مشتریان	C
هزینه مجازات	I

در این جدول r نرخ بهره وام را نشان می‌دهد. D نشان دهنده بدهی مشتریان است و همه آن‌ها وام‌های بانکی است. CD هزینه مشتریان را نشان می‌دهد. BD نشان دهنده هزینه‌های وام برای بانک است، که به هزینه‌های که بانک در زمان غربال کردن مشتریان دارند اشاره می‌کند. سود شرکت‌هایی که پس از کسب وام پروژه خود را اداره می‌کنند R است. Dr سود بانک در زمانی که

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

کل D پس گرفته شود. H هزینه‌های راستی‌آزمایی اولیه پروژه را نشان می‌دهد. اگر اشخاص یا (SME) وام کسب کند، بانک بایستی هزینه‌های کنترل‌های ثانویه پروژه را که E_1 است بپردازد. اگر شرکت‌های بزرگ وام کسب کند، بانک بایستی هزینه‌های کنترل‌های ثانویه پروژه را که E_2 است بپردازد. نرخ موفقیت P است. پس از تأیید موفقیت‌آمیز، اگر اشخاص یا (SME) ناصادق باشد، هزینه‌های دریافت مطالبات برای بانک T_1 است. اگر شرکت‌های بزرگ ناصادق باشد، هزینه‌های دریافت مطالبات برای بانک T_2 است. خدشه دار شدن شهرت و سابقه، توسط L نشان داده شده است. اگر بازیکنان بانک عدم اعطا تسهیلات را انتخاب کنند، برای مشتریانی که استراتژی صادقانه را انتخاب می‌کنند، فرصت ضرر و زیان C وجود دارد. هنگامی که مشتریان استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند به دلیل خطر اخلاقی مورد نظارت قرار می‌گیرند، هزینه‌های مجازات برای چنین مشتریان I می‌باشد.

در مورد هزینه کنترل‌های ثانویه و هزینه وصول مطالبات رابطه‌های زیر برقرار است:

رابطه ۳) $E_1 < E_2,$

رابطه ۴) $T_1 < T_2.$

ابتدا جدول بازی بین اشخاص یا (SME) و بانک را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

اشخاص یا (SME)

		عدم صداقت	صداقت
بانک	اعطا تسهیلات	$PI - BD - D - H - E_1 - T_1, PR - PI - L$	$PDr - BD - H - E_1, PR - CD - D - PDr$
	عدم اعطا تسهیلات	۰,۰	$-PDr + BD + H + E_1, -C - CD$

پارامترهای جدول نشان‌دهنده پیامد بانک و اشخاص یا (SME) هنگام انتخاب استراتژی‌ها می‌باشد.

جدول بازی بین شرکت‌های بزرگ و بانک را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

شرکت‌های بزرگ

		عدم صداقت	صداقت
بانک	اعطا تسهیلات	$PI - BD - D - H - E_2 - T_2, PR - PI - L$	$PDr - BD - H - E_2, PR - CD - D - PDr$

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

۰,۰	$-PDr + BD + H + E_2, -C - CD$	عدم اعطا تسهیلات

پارامترهای جدول نشان‌دهنده پیامد بانک و شرکت‌های بزرگ هنگام انتخاب استراتژی‌ها می‌باشد.

۵. آنالیز دینامیک تکرارشونده

دینامیک تکرارشونده در بازی بین اشخاص یا (SME) و بانک

همان طور که گفته شد دینامیک تکرارشونده به بررسی و مقایسه استراتژی‌ها با میانگین استراتژی‌ها می‌پردازد. استراتژی‌هایی که از میانگین بهتر عمل می‌کنند نسبت به استراتژی‌هایی که از میانگین بدتر عمل می‌کنند تناوب بیشتری دارند. دینامیک تکرارشونده در بازی بین اشخاص یا (SME) و بانک را تجزیه و تحلیل می‌کنیم. در مرحله اول بازی بین اشخاص یا (SME) و بانک به صورت زیر عمل می‌کنیم.

فرض می‌کنیم نسبت بازیکنان بانک که استراتژی "اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند x و نسبت بازیکنان بانک که استراتژی "عدم اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند $x - ۱$ است. نسبت مشتریانی که استراتژی "صداقت" را انتخاب می‌کنند y و نسبت مشتریانی که استراتژی "عدم صداقت" را انتخاب می‌کنند $y - ۱$ است. زمانی که بازیکنان بانک استراتژی "اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $S(do)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه ۵)
$$S(do) = y(PDr - BD - H - E_1) + (1 - y)(PI - BD - D - H - E_1 - T_1),$$

رابطه ۶)
$$S(do) = y(PDr + D - PI - T_1) - D - BD - H - E_1 - T_1 + PI,$$

زمانی که بازیکنان بانک استراتژی "عدم اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $S(undo)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه ۷)
$$S(undo) = y(-PDr + BD + H + E_1),$$

میانگین پیامد که با $\bar{S}$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه ۸)
$$\bar{S} = x[(2PDr + D - PI - T_1 - BD - H - E_1)y + PI - D - BD - H - E_1 - T_1] + y(BD - PDr + H + E_1),$$

بنابراین بر طبق معادله دینامیک تکرارشونده داریم:

رابطه ۹)
$$S_t' = x(S(do) - \bar{S}),$$

پس

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

$$S_t' = x(1-x)[(2PDr + D - PI - H - E_1 - BD - T_1)y + PI - D - BD - H - E_1 - T_1],$$ رابطه (۱۰)

زمانی که مشتریان استراتژی "صداقت" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $K(honesty)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

$$K(honesty) = x(PR - CD - PDr - D) + (1-x)(-C - CD),$$ رابطه (۱۱)

$$K(honesty) = x(PR - PDr - D + C) - C - CD,$$ رابطه (۱۲)

زمانی که مشتریان استراتژی "عدم صداقت" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $K(dishonesty)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

$$K(dishonesty) = x(PR - PI - L).$$ رابطه (۱۳)

میانگین پیامد که با $\overline{K}$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

$$\overline{K} = y[(-PDr - D + PI + L + C)x - C - CD] + x(PR - PI - L).$$ رابطه (۱۴)

بنابراین بر طبق معادله دینامیک تکرارشونده داریم:

$$K_t' = y(K(honesty) - \overline{K}).$$ رابطه (۱۵)

پس

$$K_t' = y(1-y)[x(PI + L - D - PDr + C) - C - CD].$$ رابطه (۱۶)

دینامیک تکرارشونده در بازی بین شرکت‌های بزرگ و بانک

دینامیک تکرارشونده در بازی بین شرکت‌های بزرگ و بانک را تجزیه و تحلیل می‌کنیم. در مرحله اول بازی بین شرکت‌های بزرگ و بانک به صورت زیر عمل می‌کنیم.

فرض می‌کنیم نسبت بازیکنان بانک که استراتژی "اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند x' و نسبت بازیکنان بانک که استراتژی "عدم اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند $x' - 1$ است. نسبت مشتریانی که استراتژی "صداقت" را انتخاب می‌کنند y' و نسبت مشتریانی که استراتژی "عدم صداقت" را انتخاب می‌کنند $y' - 1$ است.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

زمانی که بازیکنان بانک استراتژی "اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $G(do)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۱۷)
$$G(do) = y'(PDr - BD - H - E_۲) + (۱ - y')(PI - BD - D - H - E_۲ - T_۲),$$

رابطه (۱۸)
$$G(do) = y'(PDr + D - PI - T_۲) - D - BD - H - E_۲ - T_۲ + PI.$$

زمانی که بازیکنان بانک استراتژی "عدم اعطا تسهیلات" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $G(undo)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۱۹)
$$G(undo) = y'(-PDr + BD + H + E_۲).$$

میانگین پیامد که با $\bar{G}$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۲۰)
$$\bar{G} = x'[(۲PDr + D - PI - T_۲ - BD - H - E_۲)y' + PI - D - BD - H - E_۲ - T_۲] + y'(BD - PDr + H + E_۲).$$

بنابراین بر طبق معادله دینامیک تکرارشونده داریم:

رابطه (۲۱)
$$G_t' = x'(G(do) - \bar{G}).$$

پس

رابطه (۲۲)
$$G_t' = x'(۱ - x')[(۲PDr + D - PI - H - E_۲ - BD - T_۲)y' + PI - D - BD - H - E_۲ - T_۲].$$

زمانی که مشتریان استراتژی "صداقت" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $M(honesty)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۲۳)
$$M(honesty) = x'(PR - CD - PDr - D) + (۱ - x')(-C - CD),$$

رابطه (۲۴)
$$M(honesty) = x'(PR - PDr - D + C) - C - CD.$$

زمانی که مشتریان استراتژی "صداقت" را انتخاب می‌کنند پیامد انتظاری که با $M(dishonesty)$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۲۵)
$$M(dishonesty) = x'(PR - PI - L).$$

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

میانگین پیامد که با $\bar{M}$ نمایش می‌دهیم به صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۲۶)
$$\bar{M} = y'[(-PDr - D + PI + L + C)x - C - CD] + x'(PR - PI - L).$$

بنابراین بر طبق معادله دینامیک تکرارشونده داریم:

رابطه (۲۷)
$$M'_t = y'(M(honesty) - \bar{M}).$$

پس

رابطه (۲۸)
$$M'_t = y'(1 - y')[x'(PI + L - D - PDr + C) - C - CD].$$

۶. آنالیز استراتژی پایدار تکاملی

استراتژی پایدار تکاملی در بازی بین اشخاص یا (SME) و بانک

زمانی که نسبت بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند x است، ما استراتژی پایدار تکاملی را بررسی می‌کنیم. ابتدا $S'_t = 0$ قرار می‌دهیم به دنبال یافتن راه حلی برای آن هستیم.

با توجه به تعریف (ESS) و هدف معادلات دیفرانسیل، زمانی که

رابطه (۲۹)
$$y = \frac{-PI + D + BD + H + E_1 + T_1}{2PDr + D - PI - H - E_1 - BD - T_1}, S'_t = 0.$$

در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند با میانگین سود در گروه برابر است.

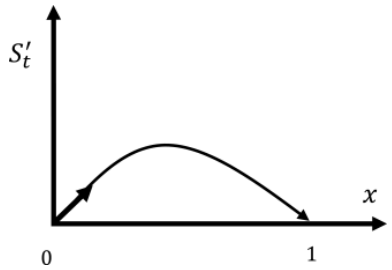
زمانی که

رابطه (۳۰)
$$y > \frac{-PI + D + BD + H + E_1 + T_1}{2PDr + D - PI - H - E_1 - BD - T_1}, S'_t > 0.$$

بنابراین $S'_t > \bar{S}$. در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه بیشتر می‌باشد. در نتیجه، بازیکنان بانک به آرامی این واقعیت را کشف می‌کنند، یاد می‌گیرند و از آن‌ها تقلید می‌کنند تا استراتژی‌های خود را تنظیم کنند. بنابراین در این زمان نسبت بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند ۱ می‌باشد پس

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

$x = ۱$ یک (ESS) می‌باشد و راه حلی برای این بازی است. این حالت در شکل ۱ نشان داده شده است.

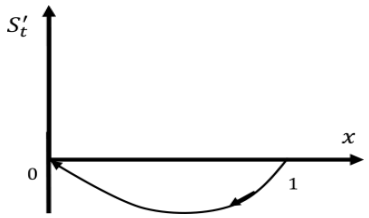


شکل ۱. بانک استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کند

زمانی که

رابطه ۳۱)
$$y < \frac{-PI + D + BD + H + E_۱ + T_۱}{۲PDr + D - PI - H - E_۱ - BD - T_۱}, S_t' < ۰.$$

بنابراین $S_t' < \bar{S}$. در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه کمتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند صفر می‌باشد. در این حالت بازیکنان بانک استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند و در این زمان $x = ۰$ یک (ESS) می‌باشد. این حالت در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. بانک استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کند

زمانی که نسبت مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند y است، ما استراتژی پایدار تکاملی را بررسی می‌کنیم. ابتدا $K_t' = ۰$ قرار می‌دهیم به دنبال یافتن راه حلی برای آن هستیم.

زمانی که

رابطه ۳۲)
$$x = \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, K_t' = ۰.$$

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

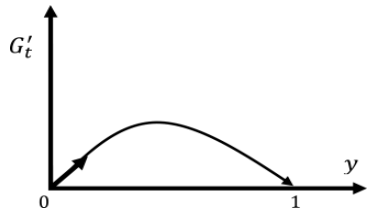
در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند با میانگین سود در گروه برابر است.

زمانی که

رابطه

$$x > \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, K_t' > ۰. \quad (۳۳$$

بنابراین $K_t' > \overline{K}$. در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه بیشتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند ۱ می‌باشد پس $y = ۱$ یک (ESS) می‌باشد و راه حلی برای این بازی است. این حالت در شکل ۳ نشان داده شده است.



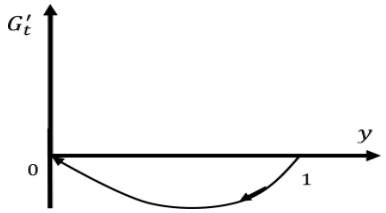
شکل ۳. مشتریان استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند

زمانی که

رابطه

$$x < \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, K_t' < ۰. \quad (۳۴$$

بنابراین $K_t' < \overline{K}$. در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه کمتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت مشتریانی که استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند صفر می‌باشد در این حالت مشتریان استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند و در این زمان $y = ۰$ یک (ESS) می‌باشد. این حالت در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. مشتریان استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

استراتژی پایدار تکاملی در بازی بین بانک و شرکت‌های بزرگ

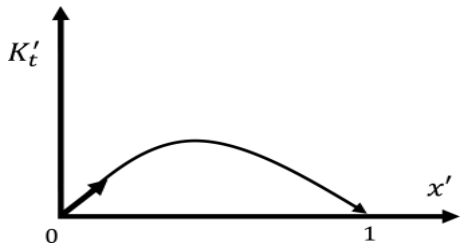
زمانی که نسبت بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند x' است، ما استراتژی پایدار تکاملی را بررسی می‌کنیم. ابتدا $G'_t = ۰$ قرار می‌دهیم به دنبال یافتن راه حلی برای آن هستیم. زمانی که

$$y' = \frac{-PI + D + BD + H + E_۲ + T_۲}{۲PDr + D - PI - H - E_۲ - BD - T_۲}, G'_t = ۰. \quad \text{رابطه (۳۵)}$$

در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند با میانگین سود در گروه برابر است. زمانی که

$$y' > \frac{-PI + D + BD + H + E_۲ + T_۲}{۲PDr + D - PI - H - E_۲ - BD - T_۲}, G'_t > ۰. \quad \text{رابطه (۳۶)}$$

بنابراین $G'_t > \bar{G}$. در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه بیشتر می‌باشد. در نتیجه، بازیکنان بانک به آرامی این واقعیت را کشف می‌کنند، یاد می‌گیرند و از آن‌ها تقلید می‌کنند تا استراتژی‌های خود را تنظیم کنند. بنابراین در این زمان نسبت بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند ۱ می‌باشد پس $x' = ۱$ یک (ESS) می‌باشد و راه حلی برای این بازی است. این حالت در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. بانک استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کند

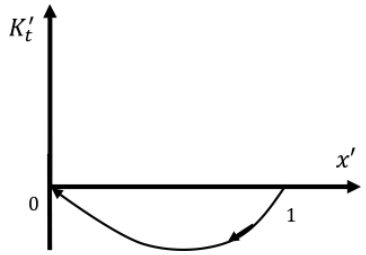
زمانی که

$$y' < \frac{-PI + D + BD + H + E_۲ + T_۲}{۲PDr + D - PI - H - E_۲ - BD - T_۲}, G'_t < ۰. \quad \text{رابطه (۳۷)}$$

بنابراین $G'_t < \bar{G}$ در این حالت سود بازیکنان بانک که استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه کمتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت بازیکنان بانک که

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

استراتژی اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند صفر می‌باشد در این حالت بازیکنان بانک استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کنند و در این زمان $x' = ۰$ یک (ESS) می‌باشد. این حالت در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶. بانک استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب می‌کند

زمانی که نسبت مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند y' است، ما استراتژی پایدار تکاملی را بررسی می‌کنیم. ابتدا $M'_t = ۰$ قرار می‌دهیم به دنبال یافتن راه حلی برای آن هستیم.

زمانی که

رابطه

$$x' = \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, M'_t = ۰. \quad (۳۸$$

در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند با میانگین سود در گروه برابر است.

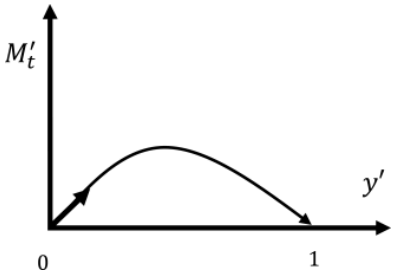
زمانی که

رابطه

$$x' > \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, M'_t > ۰. \quad (۳۹$$

بنابراین $M'_t > \bar{M}$. در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه بیشتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند ۱ می‌باشد پس $y' = ۱$ یک (ESS) می‌باشد و راه حلی برای این بازی است. این حالت در شکل ۷ نشان داده شده است.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

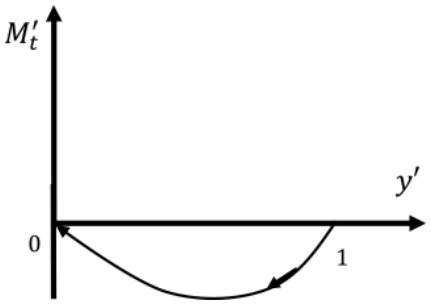


شکل ۷. مشتریان استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند

زمانی که رابطه

$$x' < \frac{CD + C}{(PI + L - D - PDr + C)}, M_t' < ۰. \quad (۴۰$$

بنابراین $M_t' < \bar{M}$. در این حالت سود مشتریانی که استراتژی صداقت را انتخاب می‌کنند از میانگین سود در گروه کمتر می‌باشد. بنابراین در این زمان نسبت مشتریانی که استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند صفر می‌باشد. در این حالت مشتریان استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند و در این زمان $y' = ۰$ یک (ESS) می‌باشد. این حالت در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸. مشتریان استراتژی عدم صداقت را انتخاب می‌کنند.

۷. تصمیم‌گیری

در این مدل استراتژی‌های پایدار تکاملی کلی برای هر دو بازی وجود دارد. طبق معادله دینامیک تکرارشونده بین بانک‌ها و مشتریان، دو استراتژی پایدار تکاملی وجود دارد که نقاط (۰/۰) و (۱/۱) هستند.

در حالی که، سایر نقاط، نقاط همگرایی مدل نیستند. استراتژی (۱/۱) تعادلی است که ما در نظر داریم، و آن بدان معناست که مشتریان و بازیکنان بانک به ترتیب تمایل به حفظ استراتژی‌های "صداقت" و "اعطا تسهیلات" دارند و این بهترین حالت این سناریو می‌باشد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

استراتژی (۰/۰) به این معنی است که همه مشتریان تمایل دارند استراتژی عدم صداقت را انتخاب کنند و بانک تمایل دارد استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب کند، که این تعادل یک تعادل مطلوب نمی‌باشد. ما قصد داریم با تجزیه و تحلیل پارامترهای مدل و تنظیم پارامترها، شرایطی را برای یک استراتژی پایدار تکاملی فراهم کنیم.

در هر دو بازی وقتی هزینه راستی‌آزمایی اولیه بانک‌ها H افزایش می‌یابد، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۰/۰) بیشتر می‌شود. برعکس، وقتی BD کاهش می‌یابد، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۱/۱) بزرگتر خواهد شد. این امر در واقعیت نیز قابل درک است، به عنوان مثال، هنگامی که بانک هزینه‌های راستی‌آزمایی و هزینه‌های تأیید مدیریت بالایی را پرداخت می‌کند، باعث کاهش قدرت بررسی آن‌ها می‌شود. بنابراین، با کاهش هزینه‌های راستی‌آزمایی اولیه و کاهش هزینه‌های اعطا تسهیلات برای بانک، احتمال رسیدن تعادل به حالت پایدار (۱/۱) بیشتر می‌شود.

به همین ترتیب، زمانی که هزینه‌های کنترل‌های ثانویه پروژه‌ها توسط بانک E_1 و E_2 افزایش می‌یابد، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۰/۰) بیشتر می‌شود. بنابراین، با کاهش هزینه‌های کنترل ثانویه بانک، احتمال رسیدن تعادل به (۱/۱) بیشتر می‌شود. برای انجام این کار، نظارت می‌تواند غیرانسانی و سیستمی انجام شود که هزینه کمتری برای بانک‌ها دارد.

زمانی که C افزایش می‌یابد، احتمال رسیدن تعادل به حالت پایدار (۱/۱) بیشتر می‌شود. بالعکس، زمانی که C کاهش می‌یابد، احتمال رسیدن تعادل به حالت پایدار (۰/۰) بیشتر می‌شود.

با افزایش I، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۱/۱) بیشتر خواهد شد و برعکس، زمانی که I کاهش یابد، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۰/۰) بیشتر خواهد شد. بنابراین، باید شرایط سختگیرانه‌تری برای مشتریان ناصادق تعیین شود تا تمایلی به این استراتژی نداشته باشند. به عنوان مثال، تاریخچه عدم صداقت آن‌ها منظور شود و هیچ نوع اعتباری توسط بانک به این مشتریان متخلف اعطا نشود. بنابراین، با این راه حل، مشتریان تمایلی به ارائه اطلاعات غیر صادقانه ندارند و ترجیح آن‌ها به دست آوردن اعتبار است. بسیاری از مدل‌های اقتصادی نشان داده‌اند که ابزار اقتصادی مؤثرترین وسیله در میان همه ابزارها علیه متخلفان است، بنابراین این راه حل می‌تواند مفید واقع شود.

با افزایش L، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۱/۱) بیشتر خواهد شد. بالعکس، وقتی L کاهش می‌یابد، احتمال رسیدن سیستم به (ESS) (۰/۰) بیشتر خواهد شد. بنابراین، بانک می‌توانند شرایط دادن تسهیلات به مشتریان ناصادق را دشوارتر کنند، به عنوان مثال، اگر اعتبار

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

مشتریان خراب شود، تاریخچه آن‌ها برای بانک مشخص می‌شود و این مشتریان قادر به دریافت تسهیلات از طرف بانک نخواهند بود.

۸. نتیجه‌گیری

این مقاله به توصیف دو بازی تکاملی می‌پردازد. یک بازی بین بانک و اشخاص یا (SME) است. بازی بعدی بین بانک و شرکت‌های بزرگ است. استراتژی‌های پایدار تکاملی برای هر دو بازی که در این مقاله مدل سازی شده است (۱/۱) و (۰/۰) می‌باشند.

استراتژی (۱/۱) تعادلی است که ما در نظر داریم، این بدان معناست که مشتریان و بازیکنان بانک به ترتیب تمایل به حفظ استراتژی‌های "صداقت" و "اعطا تسهیلات" دارند. اگر استراتژی (۱/۱) انتخاب شود، باعث می‌شود بانک تمایل به اعطا تسهیلات داشته باشد، در این صورت سود زیادی کسب می‌کند و مشتریان نیز تمایل خواهند داشت وام دریافتی را در زمان مقرر به بانک بازگردانند و با بانک صادقانه برخورد می‌کنند و این راه حل بازی و بهترین حالت می‌باشد.

استراتژی (۰/۰) به این معنی است که همه مشتریان تمایل دارند استراتژی عدم صداقت را انتخاب کنند و بانک تمایل دارد استراتژی عدم اعطا تسهیلات را انتخاب کند، که این یک تعادل نامطلوب است. در صورت انتخاب استراتژی (۰/۰)، بانک تمایلی به اعطا تسهیلات ندارد، در این صورت سود چندانی نکسب نخواهند کرد و مشتریان تمایلی به رفتار صادقانه با بانک نخواهند داشت.

بنابراین برای دستیابی به راه حل این بازی برای بانک‌ها و انتخاب استراتژی اعطا تسهیلات به مشتریان، لازم است برخی از پارامترهای مؤثر مدل را به دقت بررسی کرد. این کار را می‌توان با کاهش هزینه‌های راستی‌آزمایی اولیه پروژه و کاهش هزینه‌های کنترل ثانویه پروژه انجام داد.

نکته بعدی این است که تاریخچه مشتری باید برای بانک‌ها بسیار مهم باشد و بر اساس این سابقه، اعتبار آن‌ها نزد بانک‌ها مشخص شود. پارامتر زیان شهرت نیز در دادن اعتبار به مشتری مؤثر است. اگر بانک این رویکرد را انجام دهند و پارامترهایی که ذکر شد را تنظیم کنند قادر خواهند بود به طور موفق‌تری با مشتریان برخورد کنند و با اعطا تسهیلات به مشتریان پیامد مناسبی را کسب کنند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

منابع

۱. رجبی‌فرجاد، حاجیه؛ رمضان‌زاده، محمدمهدی و عبدی‌شاهسوار، مینا (۱۳۹۹). "تأثیر نگرش مالی و دانش مالی بر ظرفیت مالی افراد با درنظرگرفتن نقش خودکارآمدی مالی مشتریان بانک ملت"، نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی، ۹(۳۳)، صص ۳۳-۵۸.

۲. رحیمی، زکیه و هراتی، جواد (۱۳۹۹). "تأثیر نرخ سود بین بانکی و شیب منحنی عایدی بر سودآوری بانک‌های منتخب در ایران"، نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی، ۹(۳۲)، صص ۲۱۱-۲۴۳.

۳. مشهدی‌زاده، محمد و ساعدی، بهزاد (۱۳۹۹). "بررسی روابط میان مشارکت مشتری، ایجاد ارزش مشتری و چسبندگی مشتری به شبکه‌های اجتماعی در نظام بانکی"، نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی، ۹(۳۲)، صص ۱۴۷-۱۷۳.

4. Araujo, R.A. (2010). An Evolutionary Game Theory Approach to Combat Money Laundering. *Journal of Money Laundering Control*, *13*(1), 70-78. doi:10.1108/13685201011010236
5. Axelrod, R. and Hamilton, W.D. (1981). The Evolution of Cooperation. *science*, *211*(4489), 1390-1396. doi:10.1126/science.7466396
6. Dahlstrom, R., Nygaard, A., Kimasheva, M., and Ulvnes, A.M. (2014). How to recover trust in the banking industry? A game theory approach to empirical analyses of bank and corporate customer relationships. *International Journal of Bank Marketing*.
7. Fisher, R.A. (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*: Oxford, Clarendon Press.
8. Friedman, D. (1991). Evolutionary Games in Economics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, *59*(3), 637-666. doi:http://www.jstor.org/stable/2938222
9. Friedman, D. (1998). On Economic Applications of Evolutionary Game Theory. *Journal of evolutionary economics*, *8*(1), 15-43.
10. Halpern, J.Y. (2007). Computer Science and Game Theory: A Brief Survey. *arXiv preprint cs/0703148*.
11. Hua, J. (2018). *Evolutionary Game Analysis on the Supervision of Bad Loans in Commercial Banks.* Paper presented at the 8th International Conference on Education, Management, Information and Management Society (EMIM 2018).

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

12. Iyer, S., Reyes, J., and Killingback, T. (2014). An Application of Evolutionary Game Theory to Social Dilemmas: The Traveler's Dilemma and the Minimum Effort Coordination Game. *PLoS ONE, 9*(4), e93988. doi:10.1371/journal.pone.0093988
13. Jameson, K. (2014). Game Theory and its Applications. *Sr. Seraphim Gibbons Undergraduate Symposium. 30*, 1-23.
14. Khanizad, R. and Montazer, G. (2018). Participation against competition in banking markets based on cooperative game theory. *The Journal of Finance and Data Science, 4*(1), 16-28. doi:10.1016/j.jfds.2017.09.002
15. Lewontin, R.C. (1961). Evolution and the theory of games. *Journal of theoretical biology, 1*(3), 382-403.
16. LYU, W.-j., Lang, Z., and GONG, Z.-d. (2018). Study on Cooperative Game Model in Financial Regulation. *DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science*(EMASS), 52-55. doi:10.12783/dtssehs/emass2018/20388
17. Nie, P.-y., Matsuhisa, T., Wang, X.H., and Zhang, P.-a. (2014). Game Theory and Applications in Economics. *Journal of Applied Mathematics, vol. 2014*(Article ID 936192), 2 pages. doi:10.1155/2014/936192
18. Sato, Y. (2003). Can Evolutionary Game Theory Evolve in Sociology? Beyond Solving the Prisoner's Dilemma. *Sociological Theory and Methods, 18*(2), 185-196. doi:10.11218/ojjams.18.185
19. Smith, J.M. (1982). *Evolution and the Theory of Games*: Cambridge university press.
20. Smith, J.M. and Price, G.R. (1973). The Logic of Animal Conflict. *Nature, 246*(5427), 15-18.
21. Villani, G. and Biancardi, M. (2019). An Evolutionary Game to Study Banks–Firms Relationship: Monitoring Intensity and Private Benefit. *Computational Economics*, 1-19. doi:10.1007/s10614-019-09937-4
22. Wen-xuan, X. (2009). An Evolutionary Game Analysis of the Internal Fraud in Commercial Banks of Our Country [J]. *Economic Survey, 6*, 127-130.
23. Ye, L. and Fang, Y. (2021). Evolutionary game analysis on firms and banks' behavioral strategies: Impact of environmental governance on interest rate setting. *Environmental Impact Assessment Review, 86*, 106501. doi:10.1016/j.eiar.2020.106501
24. Zandi, F., Tavana, M., and O'Connor, A. (2012). A Strategic Cooperative Game-Theoretic Model for Market Segmentation with Application to

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

Banking in Emerging Economies. *Technological and Economic Development of Economy, 18*(3), 389-423.

25. Zhao, Y., Li, D., and Pan, L. (2015). Cooperation or competition: An evolutionary game study between commercial banks and big Data-based e-Commerce financial institutions in China. *Discrete Dynamics in Nature and Society, 2015*.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-05-27]