مدلسازی ریسک و مهندسی مالی
Journal of Risk Modeling and Financial Engineering
دانشگاه خاتم
دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱
پاییز ۱۳۹۵
ص. ۵۸-۷۵

# سودآوری کارت‌های اعتباری بانک مسکن: مدل‌بندی فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف

رضا حبیبی[۱]، حسن کوهی[۲]، محمد شامانی[۳]

**چکیده:** کارت‌های اعتباری یکی از مقبول‌ترین محصولات سودآور برای بانک‌ها هستند و رشد استفاده از آن در سی سال گذشته، گواه ارزش این نوع از کارت‌ها نزد مصرف‌کنندگان و تجار است. در این پژوهش، میزان سودآوری کارت‌های اعتباری در بانک مسکن با کاربرد معادلهٔ بلمن در تعیین سقف بهینه برای کارت‌های اعتباری بررسی شده است. تحت ساختار فرایند تصمیم‌گیری مارکوف (MDP) ماتریس‌های انتقال، محاسبه شده و سپس در تعیین سقف بهینه اعتباری استفاده می‌شود. دورهٔ زمانی پژوهش از اول فروردین ۱۳۹۰ تا آخر اردیبهشت ۱۳۹۱ است. ابتدا با استفاده از فرآیند مارکوف، ماتریس احتمال انتقال ماهانهٔ مشتریان دارای کارت اعتباری با توجه به امتیاز رفتار آن‌ها و سپس با استفاده از آن ارزش ایجاد شده توسط مشتریان برای بانک محاسبه می‌شود. این ماتریس برای اتخاذ سیاست بهینه در خصوص سقف اعتباری مشتریان مورد تحلیل قرار گرفته و با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری مارکوف در مورد تغییر یا بدون تغییر ماندن سقف اعتباری دارندگان کارت اعتباری تصمیم‌گیری می‌شود.

***واژه‌های کلیدی: تعیین سقف اعتباری، فرایند تصمیم‌گیری مارکوف، کارت اعتباری، معادله بلمن.***

**JEL: C61, C65**

۱. استادیار گروه بانکداری دانشکدهٔ بانکداری، مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران، تهران، ایران
۲. استادیار گروه بانکداری دانشکدهٔ بانکداری، مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران، تهران، ایران
۳. کارشناسی ارشد بانکداری، دانشکدهٔ بانکداری، مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران ، تهران، ایران

**تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۳/۲۳** **تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۵/۰۶/۱۴**
**نویسندهٔ مسئول مقاله: رضا حبیبی** **E-mail: r_habibi@ibi.ac.ir**

**نحوهٔ استناد به این مقاله: حبیبی، ر.، کوهی، ح.، و شامانی، م. (۱۳۹۵). سودآوری کارت‌های اعتباری بانک مسکن: مدل‌بندی فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف. فصلنامهٔ مدلسازی ریسک و مهندسی مالی، ۱(۱)، ۵۸-۷۵.**

## مقدمه

اولین و مهمترین مسئله در سال‌های ابتدایی ظهور کارت‌های اعتباری برای مؤسسه یا بانک ارائه دهنده به ارزیابی و تعین درجه و رتبهٔ اعتباری استفاده‌کننده از کارت و در نتیجه احتمال قصور وی در بازپرداخت مبلغ استفاده شده مربوط می‌شد. در سال‌های اخیر نگرش صادرکنندگان کارت‌های اعتباری از سیاست کمینه‌سازی ریسک قصور به بیشینه سازی سود حاصل از صدور آن تغییر یافته است. به بیان دیگر در حال حاضر صادرکنندگان کارت‌های اعتباری دریافته‌اند که تصمیمات آن‌ها در برخورد با حالت‌های مختلف و محتمل کارت‌های اعتباری باید مبتنی بر میزان سود حاصل از آن‌ها اتخاذ شود. یکی از راهبردهای سازگار و مطرح در این زمینه مدیریت سقف اعتبار هر کارت است. از اینرو مقاله حاضر سعی دارد عملکرد و تراکنشهای مشتریان و نیز سقف کارت‌های اعتباری بانک مسکن از تاریخ ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ الی ۱۳۹۱/۰۲/۳۱ را بررسی نموده و از طریق محاسبهٔ احتمال تغییر حالت‌های کارت‌های اعتباری که احتمال خطر بازگشت سرمایهٔ وام توسط وام گیرندگان را تعریف می‌نماید ارزش ایجاد شده به وسیله مشتریان را مورد ارزیابی قرار دهد و راهنمای مدیران بانک در مدیریت بهینهٔ سقف اعتبار مشتریان (افزایش سقف تسهیلات و یا عدم تغییر آن) به تفکیک و در گروه‌های مختلف از آن‌ها باشد.

اطلاعات یاد شده از اداره خدمات نوین بانک مسکن دریافت شده است و این بازه زمانی به علت عمومی شدن استفاده از این کارت‌ها در سطح جامعه لحاظ شده است و به علت کم بودن تعداد کارت‌ها و تراکنش‌ها در مقایسه با موارد مشابه جهانی از روش تمام‌شماری استفاده شد.

در این راستا، ابتدا با استفاده از فرآیند مارکوف (با در نظرگرفتن چهار حالت که از تراکنش-های مشتریان بانک مسکن به‌دست آمده است) احتمال تغییر هرحالت به حالت دیگر (احتمالات گذار یا انتقال )[1] بصورت ماهانه محاسبه می‌شود و سپس از روی ماتریس احتمال انتقال از حالتی به حالت دیگر به‌دست می‌آید. این ماتریس به منظور اتخاذ سیاست بهینه در تعیین سقف اعتباری مشتریان مورد تحلیل قرار می گیرد. سقف اعتبار می‌تواند بوسیلهٔ صادر کنندهٔ کارت افزایش یافته و یا بدون تغییر باقی بماند به نحوی که این سیاستگذاری باعث افزایش سودآوری صادرکنندهٔ کارت اعتباری شود.

برای تعیین سقف اعتباری بهینه هر مشتری در پایان هر ماه، باید امتیاز رفتاری دارندهٔ کارت مشخص و تخصیص بهینه با توجه به آن و ماتریس انتقال تعیین شود. ارائه دهندگان کارت‌های اعتباری به طور عموم پایگاهی غنی و پویا از اطلاعات و داده‌های مربوط به دارندگان کارت

1. Transition Probabilities

اعتباری را نگهداری می‌کنند که بر اساس آن می‌توان امتیاز رفتاری[1] دارندهٔ کارت را در پایان هر ماه یا سال مشخص نمود. از امتیاز رفتاری می‌توان برای پیش‌بینی و تعیین ریسک نکول یک مشتری در آینده استفاده کرد. با توجه به محدودیت‌های موجود در این مقاله برای دسترسی به چنین اطلاعاتی برای مشتریان مورد مطالعه، از یک روش ابتکاری بر اساس داده‌های موجود برای تعیین امتیاز رفتاری مشتریان استفاده شده است. در واقع در این مقاله به دنبال یافتن استراتژی برای تعین بهینهٔ سقف کارت‌های اعتباری هستیم.

در این مقاله سعی شده است معادلات بلمن در بستر فرآیند امتیازدهی مارکوف و استفاده از آن برای تعیین سقف اعتباری بهینه، کاربردی شود. اگرچه دورهٔ زمانی موجود به ظاهر قدیمی است اما چون هدف، بکارگیری مدل و نشان دادن توانایی آن برای تعیین سقف بهینهٔ کارت اعتباری است، به نظر می‌رسد داده‌های موجود که تنها داده‌های در دست نویسندگان است برای نیل به هدف مقاله کافی باشد. لازم به یادآوری است کارت‌های اعتباری بانک مسکن بعد از دورهٔ یاد شده منقضی شد و این اطلاعات بهترین داده در دست نویسندگان است.

## پیشینهٔ پژوهش

از زمان ابداع کارت‌های اعتباری در دهه ۱۹۶۰ صادرکنندگان آن که در واقع همان وام‌دهندگان هستند، از امتیازدهی اعتباری[2] به منظور مدیریت ریسک نکول وام استفاده کرده‌اند. وام دهندگان دریافته بودند که سیاست‌های اجرایی در این خصوص می‌تواند نقش مهم و چشمگیری در تعیین مقدار سود حاصل از هر کارت ایفا کند. سیاست‌های مطرح در تعیین سقف اعتباری هر کارت، که در حال حاضر نیز مورد استفاده صادرکنندگان کارت‌های اعتباری قرار گرفته است، بیشتر مبتنی بر تخصیص یک مقدار اعتباری ذهنی[3] به هریک از درایه‌های ماتریس ریسک –بازده است. بر این اساس سقف اعتبار هر کارت با توجه به سطح ریسک نکول دارندهٔ کارت و متوسط مبلغ استفاده از کارت، به عنوان نماینده‌ای از بازدهی آن، تعیین می‌شود. این نگرش یک نگرش ایستا است و بر اساس آن نمی‌توان تغییر هم‌زمان ریسک نکول و بازدهٔ مربوط به یک کارت اعتباری را در طول زمان مشخص نمود. از اینرو تعیین سقف بهینهٔ اعتبار هر کارت با این نگرش امکان‌پذیر نیست.

---

1. Behavioural Score
2. Credit Score
3. Subjectively

یکی از راه‌کارهای گذر و رفع این نقیصه استفاده از فرایند تصمیم‌گیری مارکوف(MDP) برای تعیین سقف بهینهٔ اعتبار هر کارت است. مدل MDP با توجه به امتیاز رفتاری هر کارت در زمان‌های مختلف سقف اعتبار کارت را مشخص می‌کند بطوریکه بر اساس آن می‌توان سودآوری هر کارت را با توجه به سقف بهینهٔ اعتبار آن محاسبه نمود.

نخستین کاربرد مدل فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف در تعیین اعتبار وام‌گیرنده توسط بیرمن و هاسمن (۱۹۷۰) ارائه شد. آن‌ها با استفاده از مدل MDP اعطای وام به مشتری یا متقاضی با شرط عدم ارائهٔ وام جدید به وی تا بازپرداخت کامل وام دریافت شده را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. ترنچ و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از مدل MDP روشی برای بهینه‌سازی ارزش ویژهٔ مشتری ارائه دادند. تعیین سقف اعتبار و همچنین اعمال جریمهٔ دیرکرد، اقداماتی بود که در مدل MDP مورد استفاده قرار گرفت. وانگ، چنگ و سو (۲۰۱۰) در پژوهش خود مفهوم زنجیر مارکوف را با روش فازی تصادفی ترکیب کرده و به منظور پیش‌بینی شاخص سهام از آن بهره جسته‌اند. در نهایت نتایج مدل خود را با یک مدل خطی تعمیم یافته[1] در زمینهٔ مدیریت ریسک اوراق قرضه مقایسه کردند و نتیجه نشان داد که در مدل آن‌ها ریسک پرتفوی بهینه محافظه کارانه‌تر بوده است. سو و لین (۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های مربوط به امتیاز رفتاری مشتری در مدل تصمیم‌گیری مارکوف، برای اولین بار مدلی پویا برای سیاست‌گذاری بهینهٔ سقف اعتبار هر کارت ارائه کردند. در زمینهٔ استفاده از فرایند تصمیم‌سازی مارکوف نیز می‌توان به کارهای عادلی (۲۰۰۱) که به مطالعهٔ تصمیم‌گیری بهینه در محیط‌های دینامیکی با وجود عدم قطعیت پرداخت و نیز حبیبی فرد (۲۰۱۳) که به استفاده از این روش در مدل‌های تغییر پذیری تصادفی مبادرت ورزیدند اشاره نمود. موسویان (۲۰۰۷) و محرابی (۲۰۱۱) در مورد طراحی و اجرایی شدن کارت‌های اعتباری بر اساس عقد مرابحه اقدام ورزیدند. حداد اصل و دهقانی (۲۰۰۷) به بررسی ریسک‌های کارت اعتباری و راه‌کارهای جبرانی این موضوع پرداختند. غلامپور (۲۰۱۴) به بررسی کارت اعتباری ایران کیش و نوسانات پی‌درپی در سودآوری پرداخت. سلحشوری، خسرو آبادی و معصومی اندی (۲۰۱۶) به تدوین استراتژی احیاء و سودآوری کارت اعتباری ثمین براساس مدل SWOT مبادرت ورزیدند. و خوانساری (۲۰۱۶) فرصت‌ها و چالش‌های کارت اعتباری بین المللی در نظام بانکی ایران را مطالعه نمود. بوتارو و همکاران (۲۰۱۴) مدیریت ریسک به ویژه مدیریت ریسک اعتباری در کارت‌های اعتباری را مورد بررسی جامعی قرار دادند.

با توجه به مباحث طرح شده، در این مقاله، به بررسی سقف بهینه برای کارت‌های اعتباری در بانک مسکن می‌پردازیم. روش کار بر معادلات بلمن در بستر فرآیند امتیازدهی مارکوف و

---

1. Generalized Liner Model (GLM)

استفاده از آن برای تعیین سقف اعتباری بهینه است. اگرچه دورهٔ زمانی موجود به ظاهر قدیمی است اما چون هدف، بکارگیری مدل و نشان دادن توانایی آن برای تعیین سقف بهینهٔ کارت اعتباری است، به نظر می‌رسد داده‌های موجود که تنها داده‌های در دست نویسندگان است برای نیل به هدف مقاله کافی باشد. لازم به یادآوری است کارت‌های اعتباری بانک مسکن بعد از دورهٔ یاد شده منقضی شد و این اطلاعات بهترین دادهٔ در دست نویسندگان است.

## روش‌شناسی پژوهش

فرایند تصمیم‌گیری مارکوف (MDP) یکی از روش‌های پرکاربرد در زمینه‌های مختلف علمی نظیر علوم مهندسی، اقتصاد و مدیریت است. بسیاری از فرآیند های تصمیم‌گیری دارای خاصیت مارکوف هستند و به صورت یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری مارکوف قابل بیان هستند (هووارد، ۱۹۶۰). ابتدا فرایند مارکوف را شرح می‌دهیم.

## فرآیند مارکوف

یک فرایند تصادفی نظیر $X_t$ را به ازای $t = 0,1, \dots$ که تعداد متناهی از مقادیر را دریافت می‌کند یک فرایند (زنجیر) مارکوف می‌گوییم اگر توزیع شرطی هر حالت در آینده، به شرط دانستن حالت‌های حال و گذشته، فقط به حالت حاضر ارتباط دارد و از حالت‌های گذشته مستقل است یعنی:

$$P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_t = i_t, \dots, X_1 = i_1) = P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_t = i_t) \quad \text{رابطهٔ ۱)}$$

به مقادیر $(P(X_{t+1} = j | X_t = i) = p_{ij})$ احتمال‌های انتقال اطلاق گردیده و ماتریس متشکل از این احتمالات را ماتریس احتمال انتقال در نظر می گیرند. در واقع ماتریس $P = (p_{ij})_{i,j \geq 1}$ ماتریس احتمال انتقال است که روابط زیر در آن برقرار است.

$$p_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^{\infty} p_{ij} = 1$$

این فرایند توسط ریاضی‌دان روسی آندری مارکوف، پایه‌گذاری شد. خاصیت اصلی زنجیر مارکوف فقدان حافظهٔ آن است. پایه و اساس مدل زنجیر مارکوف پنهان و نظریه صف است و در علم اطلاعات، فیزیک، ترمودینامیک و مکانیک آماری کاربرد فراوان دارد. در بسیاری از مطالعات مالی، نظیر قیمت‌گذاری دارایی‌های مالی و همچنین بحران‌های بازارهای مالی نیز کاربرد دارد. این مدل بنیان مدل‌های رژیم–سوییچینگ است که در سری‌های زمانی مالی کاربرد دارد. این

فرایند تصادفی به فرایندهایی نظیر فرایند تصمیم‌گیری مارکوف قابل تعمیم است که در آن‌ها تصمیم‌گیری منجر به تولید عایدی در هر سناریو است. این مدل در زیر توضیح داده می‌شود.

## جنبهٔ ریاضی MDP

یک MDP را با نماد M= <S,A,P,R> نمایش می‌دهیم که S، A، R ، P به ترتیب مجموعه‌های حالت، اقدام[1]، میزان پاداش و ماتریس احتمال انتقال هستند و مولفهٔ ماتریس احتمال انتقال به صورت زیر تعریف می‌شود:

Pass′=Pr {St+1=S′| St=S , at=a}  for all S, S′ϵS , aϵA(S).

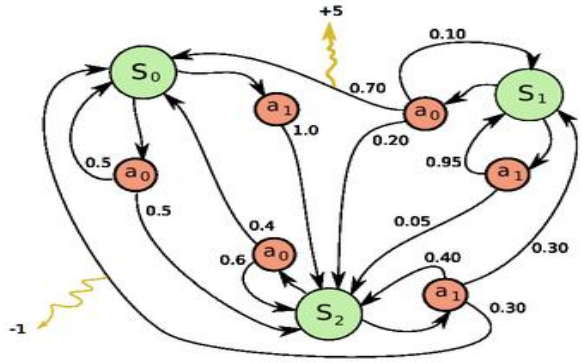
Pass′ احتمال حرکت از حالت S به حالت 'S است زمانی که اقدام اخذ شده at=a است و مبتنی بر این عمل پاداش و یا جریمه‌ای نیز تعلق می‌گیرد. در واقع وجه تفاوت اصلی این مدل با مدل مارکوف وجود همین مفهوم پاداش و یا جریمه است.

بطور دقیق‌تر یک MDP، فرآیند تصادفی زمان گسستهٔ کنترل است که در آن در هرمرحلهٔ (گام) فرآیند، در تعدادی حالت (S) بوده و تصمیم‌گیرنده مجاز به انتخاب هر اقدام (a) که در آن مرحله مجاز است، می‌باشد. در مرحلهٔ بعدی فرآیند به صورت تصادفی به حالت دیگر (S′) حرکت می‌کند و به تصمیم گیرنده پاداش Ra(S, S′) را تخصیص می‌دهد.

احتمال انتقال از حالت S به حالت′S به اقدام a بستگی دارد که با Pa(S, S′) نمایش داده می‌شود، از اینرو حالت S′ به حالت اخیر S و اقدام a مشروط به اینکه اقدام a و حالت S از حالت‌های ماقبل مستقل باشند بستگی دارد. تفاوت MDP با زنجیر مارکوف در پاداش‌ها و اقدامات فرآیند است. بنابراین چنانچه در یک MDP اقدامات همگی یکسان و پاداش هم صفر باشد یعنی {S,A,P(0,0),R(0,0)}، فرآیند به حالت زنجیر مارکوف تبدیل می‌شود.

در شکل ۱، نموداری برای MDP ارائه شده است که فلش‌ها در آن بیانگر انتقال های ممکن از یک حالت به حالت‌های دیگر است. به عنوان مثال احتمال حرکت از S1 به S0 با اتخاذ اقدام a0 برابر با ۷.۰و پاداش ۵ است.

1. State and Action Sets




شکل ۱. نمایی شماتیک از یک فرایند تصمیم‌گیری مارکوف

## مسئلهٔ اصلی در MDP

مسئله اصلی درMDP یافتن یک سیاست بهینه برای تصمیم‌گیرنده است. در واقع هدف اصلی تعیین سیاستی است که به ازای آن تابع تجمعی پاداش‌های تصادفی بیشینه شود. فرض کنید $\pi$ تابعی باشد که وقتی تصمیم‌گیرنده در حالت S است اقدام $\pi(s)$ را منعکس می‌کند. به عبارت دقیق‌تر$\pi$ باید طوری تعیین شود که مجموع تنزیل شدهٔ مورد انتظار پاداش‌ها که در رابطهٔ زیر آمده است در یک افق زمانی نامحدود به حداکثر برسد.

رابطهٔ ۲)

$$\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^{t} R_{at}(S_t, S_{t+1}) , a_t = \pi(S_t)$$

در رابطهٔ فوق $\gamma$ نرخ تنزیل است و مقدار آن بین صفر و یک قرار می‌گیرد. یک مسئلهٔ MDP را می‌توان با تکنیک‌های برنامه ریزی‌خطی و برنامه ریزی پویا حل نمود. در ادامه روش حل با تکنیک برنامه‌ریزی پویا ارائه می‌شود.

فرض کنید تابع انتقال حالت P و تابع پاداش R مشخص باشد و تنها تعیین سیاستی که مجموع تنزیل شدهٔ مورد انتظار پاداش‌ها به بیشترین مقدار برساند مد نظر باشد. الگوریتم‌های استاندارد برای محاسبهٔ سیاست بهینه نیاز به ذخیره سازی دو آرایهٔ اندیس‌دار شده توسط مجموعه حالت‌ها را دارد. این دو آرایه عبارتند از: V، شامل اعداد حقیقی و $\pi$ ، شامل اقدامات ممکن برای هر حالت. در پایان گام‌های الگوریتم، $\pi$ مجموعهٔ اقدامات بهینه و $V(s)$ مجموع تنزیل شدهٔ پاداش‌ها در صورت اجرای سیاست $\pi$ با شروع از حالت S را به‌دست می‌دهد. بنابراین گام‌های الگوریتم شامل دو گام زیر است که بصورت تکراری برای همهٔ حالت‌ها انجام شده و در صورتی که تغییری در جواب‌ها حاصل نشود گام تکراری متوقف خواهد شد.

رابطهٔ ۳)
$$\pi(s) = \text{argmax}_a\{\sum_{s'} P_a(s,s')(R_a(s,s') + \gamma V(s'))\},$$
$$V(s) = \sum_{s'} P_{\pi(s)}(s,s')(R_{\pi(s)}(s,s') + \gamma V(s'))$$

فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف را می‌توان با استفاده از الگوریتم تکرار ارزش[1] و از طریق معادلهٔ بلمن رابطهٔ ۳، حل کرد. در این روش از آرایهٔ $\pi$ استفاده نمی‌شود و به‌جای آن هر جا که نیاز باشد ارزش $\pi$ (s) در رابطهٔ V(s) محاسبه می‌شود. به این ترتیب با جایگزین نمودن $\pi$(s) در رابطهٔ V(s) رابطهٔ زیر را خواهیم داشت:

رابطهٔ ۴)
$$V(s) = \max_a\{\sum_{s'} P_a(s,s')(R_a(s,s') + \gamma V(s'))\}.$$

رابطهٔ فوق برای همهٔ Sها محاسبه می‌شود و به‌روزرسانی تا زمانی که مقدار سمت چپ و راست برابر شوند ادامه می‌یابد. همچنین از آنجا که یک مجموعه از حالت‌ها و یک مجموعه از اقدامات وجود دارد، باید یک نگاشت مناسب از اقدامات برای حالت‌های داده شده وجود داشته باشد. برای انجام الگوریتم تکرار ارزش از معادلهٔ شناخته شده بلمن استفاده می‌شود.

## معادلهٔ بلمن در این مقاله

معادلهٔ بلمن (۱۹۵۷) مورد بحث در این مقاله دارای دو بعد زیر است.

محدودیت سقف اعتباری **( l=0,1, …,L)**

امتیاز رفتاری ( i=0,1,…,I)

همچنین $p(i'|l,i)$ بیان کنندهٔ احتمالی است که یک مشتری در دورهٔ زمانی فعلی با سقف اعتباری l و امتیاز رفتاری i در دورهٔ زمانی بعدی در امتیاز رفتاری $i'$ خواهد بود و $r(l,i)$ بیان کنندهٔ سود به‌دست آمده از یک مشتری در دورهٔ فعلی با سقف اعتباری l و امتیاز رفتاری i است. هدف بیشینه کردن سود تنزیل شده حاصل از تراکنش‌های مشتری در طول دورهٔ زمانی بعدی است. برای این منظور رابطه $v_t(l,i)$ به صورت زیر معرفی می‌شود:

رابطهٔ ۵) $v_t(l,i)=\max_{l'}\{r(l,i) + \sum_{i'} p(i'|l,i)\ \gamma\ v_{t-1}(l',i')\}$

که در آن $\gamma$ بیانگر نرخ تنزیل است. رابطهٔ ۵، در ادبیات MDP به معادلهٔ بازگشتی تابع ارزش معروف است.

1. Value Iteration

## یافته‌های پژوهش

داده‌های مورد استفاده شامل امتیاز رفتاری مشتری و سقف اعتباری است که در اینجا دو مقدار ۳ و ۶ میلیون ریال در نظر گرفته شده است. اقدام مورد نظر نگه‌داشتن سقف اعتباری در سطح فعلی و یا افزایش این سقف است. همانطور که پیشتر اشاره شد اطلاعات مورد استفاده مربوط به تمامی کارت‌های اعتباری صادر شده در بانک مسکن از تاریخ ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ لغایت ۱۳۹۱/۰۲/۳۱ است. خلاصهٔ اطلاعات مرتبط با کارت‌های اعتباری صادره بانک مسکن در جدول۱، آمده است. لازم به ذکر است جدول۱، تنها نشان‌دهندهٔ عملکرد بانک مسکن در رابطه با کارت‌های اعتباری است. همانطور که در قسمت جنبه ریاضی MDP گفته شد، دورهٔ زمانی در قسمت مربوط به تحلیل داده‌ها با در نظر گرفتن کیفیت و کفایت داده‌های مورد نیاز از یک زیر بازهٔ زمانی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده از بانک اطلاعاتی تراکنش‌های کارت‌های اعتباری بانک مسکن استخراج شده است.

**جدول۱. تعداد کارت‌های اعتباری صادرهٔ بانک مسکن**

| سال صدور | جمع کارت‌های صادره |
|---|---|
| ۱۳۸۸ | ۱۹۹۲ |
| ۱۳۸۹ | ۴۳۱۵ |
| ۱۳۹۰ | ۹۲۹۹ |
| ۱۳۹۱ | ۱۵۸۷ |
| جمع | ۱۷۱۹۳ |

## اجزاء مدل MDP

به علت عدم وجود اطلاعات امتیاز رفتاری مشتری در بانک‌های ایران، با استفاده از حالت‌های موجود در کارت‌های اعتباری که به استناد دستورالعمل بانک مسکن شماره ۴۸/۴۷ مورخ ۱۳۸۸/۰۴/۲۵ به شعب ابلاغ شده است، حالت پرداخت و حالت‌های عدم پرداخت یک الی نه ماه، به عنوان نماینده‌ای از امتیاز رفتاری مشتری در ماه قبل در نظر گرفته شد. حالت‌ها عبارتند از:

۱. حالت نرمال: در صورتی است که مشتری پس از صدور صورت حساب در مهلت تعیین شده اقدام به پرداخت آن نماید.
۲. دریافت جریمه: در صورت عدم پرداخت صورتحساب اول در زمان تعیین شده به مبلغ ماندهٔ صورتحساب، ۲۵درصد جریمه دیرکرد به صورت روز شمار از تاریخ صدور صورتحساب تعلق می‌گیرد.

۳. انسداد موقت کارت: در صورتی اتفاق می‌افتد که دو ماه پس از صدور صورتحساب، دارندهٔ کارت اقدام به تسویه حساب و پرداخت بدهی خود نکنند.
۴. ابطال کارت: در صورتی که دارندهٔ کارت تا ۶ ماه پس از انسداد کارت نسبت به تادیه تعهدات خود در قبال بانک اقدام ننماید، علاوه بر ابطال کارت اعتباری، به منظور درج بد حسابی در سوابق مشتری مراتب به بانک مرکزی اطلاع‌رسانی می‌شود.
۵. عدم صدور کارت: در صورتی که کارت یک مشتری بیشتر از سه بار مسدود شود در مرتبهٔ سوم مشتری بد حساب تلقی خواهد شد وصدور کارت اعتباری برای او مجاز نخواهد بود. لازم به ذکر است این حالت در پژوهش به دلیل ملاحظات بانک مسکن و در نتیجه عدم دسترسی به اطلاعات مربوطه در مدل لحاظ نشد.

بنابراین وضعیت‌های مورد استفاده به شرح ذیل تعریف می‌شوند:

۱. وضعیت صفر: نشان‌دهندهٔ وضعیت نرمال مشتری از لحاظ پرداخت صورت حساب است.
۲. وضعیت یک: نشان‌دهندهٔ عدم پرداخت اولین صورت حساب صادره است.
۳. وضعیت دو: نشان‌دهندهٔ عدم پرداخت دومین صورت حساب صادره است.
۴. وضعیت سه تا هشت: نشان‌دهندهٔ عدم پرداخت ۳ تا ۸ ماه پس از شروع زمان انسداد کارت است. در این وضعیت کارت مشتری مسدود و با پرداخت بدهی می‌تواند مجدداً از اعتبار کارت بهره‌مند شود.
۵. وضعیت نه: نشان‌دهندهٔ عدم پرداخت بیش از ۹ ماه صورت حساب توسط مشتری است. در این وضعیت کارت مشتری بسته و امکان صدور کارت مجدد برای او نیست.

همچنین مجموعهٔ اقدام‌ها عبارتند از :

۱. در صورتی‌که بعد از مدت دو ماه پس از صدور صورتحساب، مطالبات بانک از دارندهٔ کارت وصول نشود، کارت اعتباری وی به طور موقت مسدود شده و امکان استفاده از میزان اعتبار باقیماندهٔ آن به حالت تعلیق در می‌آید. دراین حالت مشتری به منظور رفع انسداد می‌تواند حداکثر تا ۶ ماه پس از اعلام انسداد موقت نسبت تأدیهٔ تعهدات خود در قبال بانک اقدام نموده و از کارت خود رفع انسداد نماید.
۲. در صورتی‌که پس از شش ماه از تاریخ اعلام انسداد کارت، مطالبات بانک از دارندهٔ کارت وصول نشود، دارندهٔ کارت مشتری بد حساب تلقی شده و علاوه بر ابطال کارت اعتباری وی، بانک موظف است وضعیت دارندهٔ کارت را به منظور درج بد حسابی در سوابق اعتباری بانک مرکزی به مرکز اعتبارسنجی اعلام نماید. در این وضعیت بانک

اقدام به وصول مطالبات خود از طریق وثائق گرفته شده از مشتری نموده و در نهایت حساب را تسویه می‌نماید.

سود حاصل از صدور کارت‌های اعتباری شامل سود حاصل از خرید با کارت اعتباری، که از فروشندهٔ کالا و خدمات دریافت می‌شود، است. مقدار سود دریافتی از این طریق با احتساب ۱ درصد از مجموع مبالغ تراکنش‌های هر ماه به‌دست می‌آید. همانطور که گفته شد، برای مشتریانی که در بازپرداخت تعهدات خود در موعد مقرر قصور داشته‌اند طبق ضوابط بانک، جریمه دیرکرد درنظر گرفته می شود. مجموع جریمه‌ها در طی هر ماه و سود حاصل از خرید با کارت به عنوان پاداش بانک در انتهای هر ماه محسوب می‌شود. بدین‌ترتیب برای هرحالت $(l,i)$ پاداش ماهانهٔ بانک محاسبه می‌شود.

## نتایج تجربی

ماتریس‌های احتمال انتقال هر ماه، از تاریخ ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۱/۰۲/۳۱ در ۱۴ جدول به تفکیک سقف‌های اعتباری ۳ و ۶ میلیون ریال محاسبه شد.

جدول ۲ ماتریس احتمال انتقال برای ماه منتهی به پایان مهرماه سال ۱۳۹۱ از دوره ۱۴ ماهه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این جدول نمادهای CRB و CRS به ترتیب کارت‌های اعتباری برنزی باسقف اعتبار ۳ میلیون ریال و کارت‌های اعتباری نقره‌ای باسقف اعتبار ۶ میلیون ریال هستند. یکی از پیش نیازهای بکارگیری الگوریتم بلمن، برآورد سلول‌های ماتریس احتمال انتقال است. اگرچه روش‌هایی نظیر روش حداکثر درست‌نمایی مبتنی متغیرهای اجتماعی- اقتصادی مشتریان برای این منظور وجود دارد، اما در این مقاله از روش تجربی برای محاسبهٔ احتمال‌های انتقال استفاده شد. پرواضح است که احتمال انتقال از حالت‌های پایین به حالت‌های بالا منعکس کنندهٔ احتمال نکول است.

جدول۳، نتیجهٔ بکارگیری معادلهٔ بلمن متناظر با جدول احتمال انتقال ۲، برای ماه منتهی به پایان مهرماه سال ۱۳۹۱ برای تعدادی از کارت‌های اعتباری را نشان می‌دهد. یادآوری می‌شود تعداد حالت‌های زنجیر مارکف، دو حالت (سقف اعتباری ۳ و ۶ میلیون ریال) است، بنابر این روش تکرارهای همگرا شونده که در مدل متعارف بلمن در حالت پیوسته در نظر گرفته می‌شود، در اینجا مصداق نداشته و نتایج بر اساس یک الگوریتم بازگشتی طراحی و در محیط اکسل اجرا شد. در این جدول ارزش زمانی پول برای هر ماه معادل نرخ تورم ماهانه اعلام شده توسط بانک مرکزی در سال ۹۱ و همچنین برای محاسبهٔ ارزش بهینه از نرخ‌ها و شرایط یاد شده در حالت‌هایی که پیشتر تعریف شد استفاده شده است.

**جدول ۲. ماتریس احتمال انتقال برای ماه منتهی به پایان مهرماه سال ۱۳۹۱**

| Date | ۱۳۹۱/۰۱/۳۱ | state-1 | state0 | state1 | state2 | state3 | state4 | state5 | state6 | state7 | state8 | state9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۹۱/۰۲/۳۱ | number | | ۲۰۵۷ | ۵۰۱ | ۱۱۴ | ۹۴ | ۲۱ | ۲۱ | ۳۰ | ۱۳ | ۷ | ۹ |
| s-1 | | | ۲۸۱ | ۶۰ | ۹ | ۴ | ۱ | ۰ | ۱ | ۲ | ۰ | ۴ |
| p | | | ۰/۱۴ | ۰/۱۲ | ۰/۰۸ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۳ | ۰/۱۵ | ۰/۰۰ | ۰/۴۴ |
| s0 | | | ۱۵۵۰ | ۱۷۷ | ۲۴ | ۷ | ۳ | ۰ | ۴ | ۰ | ۱ | ۱ |
| p | | | ۰/۷۵ | ۰/۳۵ | ۰/۲۱ | ۰/۰۷ | ۰/۱۴ | ۰/۰۰ | ۰/۱۳ | ۰/۰۰ | ۰/۱۴ | ۰/۱۱ |
| s1 | | | ۲۲۶ | ۹۴ | ۱۴ | ۱۴ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ | ۲ |
| p | | | ۰/۱۱ | ۰/۱۹ | ۰/۱۲ | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۳ | ۰/۰۸ | ۰/۲۹ | ۰/۲۲ |
| s2 | | | ۰ | ۱۷۰ | ۵ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۳۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s3 | | | ۰ | ۰ | ۶۲ | ۲ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۵۴ | ۰/۰۲ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s4 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۶۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۷۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s5 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۷۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s6 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۹۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s7 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۳ | ۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s8 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ | ۰ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۷۷ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| s9 | | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۲ |
| p | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۵۷ | ۰/۲۲ |
| sum | | | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ |

**جدول۳. محاسبهٔ ارزش بهینه رابطهٔ ۵ در تاریخ ۹۰/۰۷/۳۰**

| سقف اعتباری پیشنهادی | تابع ارزش $v$ | سقف اعتبار | حالت ابتدایی | روز | ماه | سال |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CRS | ۱۶۹۱۵۰۱۷۶ | CRB | ۰ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۲۲۴۳۸۸۰۷۵ | CRS | ۰ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۷۸۶۵۸۶۰۸ | CRB | ۱ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۷۲۳۲۵۳۴۷ | CRS | ۱ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۵۸۲۸۳۴۹۱ | CRB | ۲ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۵۷۹۶۵۳۴۷ | CRS | ۲ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۸۸۴۱۵۲۳۸ | CRB | ۳ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۸۳۵۳۳۸۲۹ | CRS | ۳ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۶۲۴۲۱۱۷۵ | CRB | ۴ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۶۷۸۴۲۹۹۵ | CRS | ۴ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۷۴۸۸۹۲۲۹ | CRB | ۵ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۶۱۰۵۷۱۳۰ | CRS | ۵ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۵۴۰۱۵۴۰۳ | CRB | ۶ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۷۱۶۱۸۲۹۰ | CRS | ۶ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۵۳۹۶۱۶۷۷ | CRB | ۷ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۷۰۰۲۷۳۷۰ | CRS | ۷ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۴۵۵۹۴۷۴۴ | CRB | ۸ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۶۰۳۷۵۱۸۹ | CRS | ۸ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۵۶۳۱۹۱۳۶ | CRB | ۹ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |
| CRS | ۹۰۰۸۵۹۱۳ | CRS | ۹ | ۳۰ | ۷ | ۹۰ |

با محاسبهٔ سود در حالت‌های صفر تا نه به‌طور کلی مدل در زمان‌های مختلف پیشنهادهای متفاوتی را مبنی بر افزایش سقف اعتباری، عدم تغییر سقف اعتباری و یا کاهش آن ارائه می‌دهد. به عنوان مثال در ماتریس احتمال انتقال زیر، تعداد افراد منتقل شده از حالت منفی صفر به حالت منفی یک ۲۸۱ نفر و احتمال انتقال یک فرد از وضعیت صفر به وضعیت منفی یک معادل ۰/۱۴ است. این عدد از روی احتمال تجربی به‌دست آمد.

$$\frac{281}{281 + 1550 + 226} = 0.14$$

یک راه دیگر به‌دست آودن این احتمالات، استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی است که از آن صرف‌نظر می‌کنیم.

قابل توجه است که حتی حالت صفر (نرمال) که کمترین خطر را دارد، همواره افزایش سقف اعتباری را پیشنهاد نمی‌کند. زیرا حساب‌هایی که عدم پرداخت زیاد داشته‌اند در حالت نرمال سود کمتری نصیب بانک کرده‌اند. در بیشتر حالتها مدل با افزایش خطر اعتباری، عدم تغییر سقف اعتباری را پیشنهاد می‌کند و در برخی حالتها مانند حالت نه پیشنهاد افزایش سقف می‌دهد. بدین ترتیب سقف اعتباری پیشنهادی برای کلیه ماه‌های دورهٔ مورد مطالعه قابل محاسبه و ارائه است.

در جدول۴، ارزش بهینه در تاریخ ۱۳۹۱/۰۲/۳۱ بیان می‌شود. این جدول به عنوان یک خط راهنما برای دورهٔ بعدی یعنی خردادماه بانک مسکن به‌کار گرفته می‌شود که نشان‌دهندهٔ تغییرات سقف اعتباری افراد است.

**جدول ۴. محاسبهٔ ارزش بهینهٔ رابطهٔ ۵ در تاریخ ۹۱/۰۲/۳۱**

| سقف اعتبار پیشنهادی | تابع ارزش v | سقف اعتبار | حالت ابتدایی | روز | ماه | سال |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CRB | ۴۵, ۹۹۹, ۸۰۳ | CRB | ۰ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۴۵, ۹۹۹, ۸۰۳ | CRB | ۰ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۸۰, ۰۴۴, ۵۲۷ | CRS | ۰ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۸۰, ۰۴۴, ۵۲۷ | CRS | ۰ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۳, ۶۲۶, ۱۲۲ | CRB | ۱ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۳, ۶۲۶, ۱۲۲ | CRB | ۱ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۳۷, ۲۱۲, ۹۵۲ | CRS | ۱ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۳۷, ۲۱۲, ۹۵۲ | CRS | ۱ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۷۸, ۱۳۷, ۳۵۵ | CRB | ۲ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۷۸, ۱۳۷, ۳۵۵ | CRB | ۲ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱, ۳۴۶, ۰۸۳ | CRS | ۲ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱, ۳۴۶, ۰۸۳ | CRS | ۲ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۳۰, ۹۴۶, ۸۳۵ | CRB | ۳ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۳۰, ۹۴۶, ۸۳۵ | CRB | ۳ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۹۸, ۱۵۴, ۵۵۹ | CRS | ۳ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۹۸, ۱۵۴, ۵۵۹ | CRS | ۳ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۳۸, ۳۰۸, ۳۲۵ | CRB | ۴ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۳۸, ۳۰۸, ۳۲۵ | CRB | ۴ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۶۲, ۶۷۵, ۴۶۱ | CRS | ۴ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۶۲, ۶۷۵, ۴۶۱ | CRS | ۴ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۸۵, ۲۶۷, ۸۵۱ | CRB | ۵ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۸۵, ۲۶۷, ۸۵۱ | CRB | ۵ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۴, ۰۰۴, ۴۵۱ | CRS | ۵ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۴, ۰۰۴, ۴۵۱ | CRS | ۵ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۱, ۲۷۶, ۶۱۸ | CRB | ۶ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |

**ادامهٔ جدول ۴.**

| سقف اعتبار پیشنهادی | تابع ارزش v | سقف اعتبار | حالت ابتدایی | روز | ماه | سال |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CRS | ۱۱, ۲۷۶, ۶۱۸ | CRB | ۶ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۵, ۷۸۶, ۷۴۸ | CRS | ۶ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۵, ۷۸۶, ۷۴۸ | CRS | ۶ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۱, ۲۳۱, ۵۰۱ | CRB | ۷ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۱, ۲۳۱, ۵۰۱ | CRB | ۷ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۷, ۰۴۷, ۶۹۲ | CRS | ۷ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۷, ۰۴۷, ۶۹۲ | CRS | ۷ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۵۳, ۳۸۴, ۲۳۸ | CRB | ۸ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۵۳, ۳۸۴, ۲۳۸ | CRB | ۸ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۱۳, ۲۸۴, ۹۰۸ | CRS | ۸ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۱۳, ۲۸۴, ۹۰۸ | CRS | ۸ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۴۱, ۴۰۰, ۳۶۴ | CRB | ۹ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۴۱, ۴۰۰, ۳۶۴ | CRB | ۹ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRB | ۴۸, ۴۷۰, ۳۶۹ | CRS | ۹ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |
| CRS | ۴۸, ۴۷۰, ۳۶۹ | CRS | ۹ | ۳۱ | ۲ | ۹۱ |

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش مدل MDP با سیاست بهینه برای به حداکثر رساندن سود با توجه به تغییر سقف کارت‌های اعتباری برای مشتریان بانک مسکن پیاده‌سازی شد و بدین منظور از وضعیت هر مشتری در ماه قبل به‌عنوان امتیاز رفتاری در ماه بعد استفاده شد.

مدل در حالت نرمال برای کارت‌های اعتباری برنزی سه میلیون ریالی، عدم تغییر سقف را نشان می‌دهد و در مورد کارت‌های اعتباری نقره‌ای شش میلیون ریالی با هدف کسب حداکثر سود، سقف سه میلیون ریالی را پیشنهاد می‌نماید. برای حالت عدم پرداخت یک ماه و دو ماه نیز مدل برای کارت‌های اعتباری برنزی، عدم تغییر سقف و برای کارت‌های نقره‌ای کاهش سقف را نشان می‌دهد. در حالت‌های عدم پرداخت سه و چهار ماه، مدل برای کارت‌های اعتباری برنزی افزایش سقف و برای کارت‌های اعتباری نقره‌ای عدم تغییر سقف را به منظور حصول حداکثر سود پیشنهاد می‌کند. در حالت عدم پرداخت شش ماه برای کارت‌های اعتباری برنزی، افزایش سقف و در مورد کارت‌های اعتباری نقره‌ای عدم تغییر سقف پیشنهاد شده است و در نهایت برای حالت‌های پنج ماه و هفت الی نه ماه عدم پرداخت، در خصوص کارت‌های اعتباری برنزی عدم تغییر سقف و در مورد کارت‌های اعتباری نقره‌ای کاهش سقف را برای رسیدن به سود حد اکثر پیشنهاد می‌نماید.

اگرچه پژوهش حاضر سعی داشته است تا با بررسی عملکرد تراکنش‌های مشتریان و سقف اعتباری آن‌ها سود دهی یک مشتری و کارت اعتباری او را بهینه نماید، لیکن به منظور عدم دسترسی به مؤسسات اعتباری و نیز سیستم اعتبارسنجی داخلی نتوانست بر اساس اطلاعاتی همچون اعلان ورشکستگی، سابقه اعتباری، مقدار بدهی و نوع اعتبار، امتیاز رفتاری برای هر مشتری را محاسبه نماید. از اینرو با توجه به محدودیت زمانی، فقط سابقهٔ رفتار پرداخت استفاده‌کنندگان کارت‌های اعتباری در فضای حالت‌ها به عنوان امتیاز رفتاری دارندگان کارت اعتباری در نظر گرفته شد و در مدل از سایر متغیرهای فوق صرف‌نظر شده است. بنابراین در انتها پیش‌بینی و ارائهٔ پیشنهاد به منظور تغییر سقف اعتباری و یا عدم تغییر آن، برای یک کارت اعتباری و استفاده کننده از آن ممکن نشد و مدل پیشنهادهای خود را به منظور تغییر سقف اعتباری به صورت گروهی و طیفی از دارندگان کارت‌های اعتباری بیان و ارائه نمود.

در این مقاله برای تعیین امتیاز رفتاری، از ابتکاری مبتنی بر واکنش مشتری نسبت به بازپرداخت تعهدات خود استفاده شد. اما می‌توان مشخصه‌های دیگری را برای تعریف مدل به‌کار برد. همچنین با توجه به نو بودن مقولهٔ کارت‌های اعتباری پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از بانک اطلاعاتی بانک‌های دولتی بزرگ و بانک‌های خصوصی که حجم اطلاعات بیشتری در بانک اطلاعاتی کارت‌های اعتباری دارند، برای انجام پژوهش استفاده شود.

بیشتر پژوهش‌های پیشین، به طراحی کارت‌های اعتباری بر مبنای عقود اسلامی و همچنین مطالعهٔ ریسک این کارت‌ها پرداخته‌اند. موسویان (۲۰۰۷) و محرابی (۲۰۱۱) در پژوهشی کارت‌های اعتباری را طراحی کرده و حداد اصل و دهقانی (۲۰۰۷)، و بوتارو و همکاران (۲۰۱۴)، غلامپور (۲۰۱۴)، سلحشوری، خسرو آبادی و معصومی اندی (۲۰۱۶) و خوانساری (۲۰۱۶) ریسک‌های کارت اعتباری و راه‌کارهای جبرانی آن را بررسی کرده‌اند. این پژوهش سقف اعتباری را مورد بررسی قرار داده و از این جهت جزو اولین پژوهش‌ها در تعیین سقف اعتباری با استفاده از روش معادلات بلمن است.

## منابع

حداد اصل، ا.، و دهقانی، ش. (۱۳۸۶). بررسی ریسک‌های کارت‌های اعتباری و راه‌کارهای جبرانی. چهارمین همایش ملی تجارت الکترونیک. ۱-۹.

حبیبی فرد، نفیسه. (۱۳۹۲). استفاده از نمونه‌گیری مونت کارلوی زنجیر مارکوف در مدل‌های تغییرپذیری تصادفی. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی.

خوانساری، ر. (۱۳۹۵). فرصت‌ها و چالش‌های کارت اعتباری بین‌المللی در نظام بانکی ایران. یادداشت سیاستی. پژوهشکدهٔ پولی و بانکی. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

سلحشوری، ر.، خسروآبادی، ع.، و معصومی اندی، م. (۱۳۹۵). تدوین استراتژی احیاء و سودآوری کارت اعتباری ثمین براساس مدل SWOT. دومین همایش سراسری مباحث کلیدی در علوم مدیریت و حسابداری. ۱-۱۰.

عادلی، مهدی. (۱۳۸۰). تصمیم‌گیری بهینه در محیط‌های دینامیکی با وجود عدم قطعیت. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه خواجه نصیر طوسی.

غلامپور، ن. (۱۳۹۳) کارت اعتباری ایران کیش و نوسانات پی‌درپی در سودآوری. فرصت امروز. ۳۵(۱)، ۱-۲.

محرابی، م. (۱۳۹۰). دستورالعمل اجرایی کارت اعتباری بر پایه عقد مرابحه. تازه‌های اقتصاد، ۹(۱)، ۴۷-۵۰.

موسویان، ع. (۱۳۸۶). طراحی کارت‌های اعتباری در بانکداری بدون ربا براساس بیع مرابحه. فصلنامهٔ علمی پژوهشی اقتصاد اسلامی، ۲۸(۱)، ۱۱۷-۱۳۷.

## *References*

Adeli, M. (2001). Optimal Making Decision in Dynamic Models in Uncertain Environment. Unpublished Thesis. Khajeh Nasir Toosi University. (In Persian).

Bellman, R. E. (1957). Dynamic Programming. Princeton University Press.

Bierman, H., & Hausman, W. H. (1970). The Credit Granting Decision. Management Science, (16), 519–532.

Butaru, F., Chen, Q., Clark, B., Das, S., Lo, A. W., & Siddique, A. (2014). Risk and Risk Management in the Credit Card Industry. Technical Report. U.S. Department of the Treasury, Office of the Comptroller of the Currency, Enterprise Risk Analysis Division.

Gholampoor, N. (2014). Kish Credit Card and Sequential Volatilities in Profitability. Forsat Emrooz, 35(1), 1-2. (In Persian).

Habibi Fard, N. (2013). Using the MCMC Method in Stochastic Volatility Models. Unpublished Thesis. Department of Economics. Allameh Tabatabai University. (In Persian).

Hadad Asl, A., & Dehghani, Sh. (2007). Surveying the Credit Cards Risk and Compensations Methods. The 4th International Electronic Trade, Tehran, Iran, 1-9. (In Persian).

Howard, R. A. (1960). Dynamic Programming and Markov Processes. MIT Press.

Khansari, R. (2016). Opportunities and Challenges about the International Credit Cards in Iran Banking System. Technical Report. Monetary and Banking Research Institute. Central Bank of Iran. (In Persian).

Mehrabi, M. (2011). Operational Instructions for Credit Card According to the Murabehe Contracts. Tazehay-e-Eqtesad, 9(1), 47-50. (In Persian).

Moosavian, A. (2007). Designing the Credit Cards in Islamic banking System According to the Murabehe contracts. Islamic Economy, 28(1), 117-137. (In Persian).

Salahshori, R., Khosro Abadi, A., & Masoomi Andi, M. (2016). Designing the Reliability and Profitability Strategies of Samin Credit Card Using the SWOT Model. 2th International Conference about Management and Accounting. 1-10. (In Persian).

So, M., & Lyn, T. (2011). Modeling the Profitability of the Credit Cards by Markov Decision Processes. European Journal of Operational Research, 7(1), 123- 130.

Trench, M. S., Pederson, S. P., Lau, E. T., Ma, L., Wang, H., & Nair, S. K. (2003). Managing Credit Lines and Prices for Bank One Credit Cards. Interfaces, 33(1), 4–21.

Wang, Y. F., Cheng, S., & Hsu, M. H. (2010). Incorporating the Markov Chain Concept in to Fuzzy Stochastic Prediction of Stock Indexes. Applied Soft Computing, 10(1), 613-617.

Wozabal, D., & Hochreiter, R. (2016). A Coupled Markov Chain Approach to Credit Risk Modeling. To appear in Journal of Economic Dynamics and Control.