

Journal of Water and Wastewater, Vol. 33, No. 1, pp: 42-53

Household Water Bill Payment Modeling in Qom

Gh. AminiMSc. of Statistics, Water and Wastewater Co., Qom Province, Qom, Iran
Ghasem2094.amini@gmail.com*(Received May 18, 2021 Accepted Oct. 27, 2021)***To cite this article:**Amini, Gh. 2022. "Household water bill payment modeling in Qom"
Journal of Water and Wastewater, 33(1), 42-53. Doi: 10.22093/wwj.2021.286820.3144. (In Persian)**Abstract**

Overdue water and wastewater bills of clients impedes any effort by utility companies at providing better services. It is thus essential to identify the factors affecting the timely payment of water bills. The data used in this study consists of the information of the first five billing periods of 2019 and 2020 for 181578 household clients in Qom, Iran. The logistic regression and decision tree models are used for the analysis of this data. The results showed that the methods have similar performance and the accuracy of the models is close to each other and equal (72%). The highest accuracy in late and timely payments is related to logistic regression (72%) and decision tree (75%), respectively. The two methods of support vector machine and neural network have similar performance. Logistic regression method indicates that billing payment status in the previous year and the total debt amount at the end of the previous year, as well as the number of unmetered bills and the average consumption of the current year, with regression coefficients of 1.75, -0.86, -0.70 and 0.034 respectively, are the most significant factors affecting the number of timely paid bills. The results of the decision tree model show that 43% of subscribers did not pay on time in the new year, did not pay on time in the previous year. Also, 39% of subscribers who pay on time in the new year, also paid on time in the previous year and in the new year they did not have unmetered bills. Comparing the results of logistic regression and decision tree models has shown that both methods have similar accuracies. The results show that the payment behavior in the previous year, the total amount of debt at the end of the previous year, and the number of unmetered bills in the current year have a significant effect on the number of paid bills in the current year. Therefore, various monitoring, incentive, and preventive measures can be used to improve the prospect of collecting the receivables. Increasing the supervision on meter reading staff, surveying the customers with unmetered bills, providing bonuses for timely payments, installment of previous debts, assigning penalties for delayed payments, and finally, cutting the water supply as a last resort are among these measures. In addition, the Omid utilities executive order, issued in January 2021, indicates that the household customers with monthly consumption of less than 5 m³ are exempt from payment. Therefore, these customers must be monitored, and special measures should be taken to collect their outstanding debts.

Keywords: Water Bill Payment, Unmetered Bills, Average Consumption, Logistic Regression, Decision Tree.

مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۳، شماره ۱، صفحه: ۴۲-۵۳

مدل سازی پرداخت قبض آب در بخش خانگی شهر قم

قاسم امینی

کارشناس ارشد آمار، شرکت آب و فاضلاب شهری استان قم، قم، ایران
Ghasem2094.amini@gmail.com

(دریافت ۱۴۰۰/۲/۲۸ پذیرش ۱۴۰۰/۸/۵)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام فرمایید:
امینی، ق، ۱۴۰۱، "مدل سازی پرداخت قبض آب در بخش خانگی شهر قم"
مجله آب و فاضلاب، ۳۳(۱)، ۴۲-۵۳. Doi: 10.22093/wwj.2021.286820.3144

چکیده

پرداخت نامنظم قبوض از سوی مشترکان، شرکت های آب و فاضلاب را در ارائه بهتر خدمات با محدودیت هایی مواجه می کند. در این راستا شناسایی عوامل مؤثر در پرداخت بهای آب اهمیت به سزایی دارد. داده های استفاده شده شامل اطلاعات صورت حساب مشترکان آب در ۵ دوره اول سال های ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۹ برای ۱۸۱۵۷۸ مشترک خانگی شهر قم است. به منظور تحلیل داده ها از روش های رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی استفاده شد. نتایج نشان داد روش ها عملکرد مشابهی دارند و دقت مدل ها نزدیک یکدیگر و برابر ۷۲ درصد است. بیشترین دقت در پرداخت های با تأخیر و به موقع به ترتیب مربوط به رگرسیون لجستیک ۷۲ درصد و درخت تصمیم ۷۵ درصد است. دو روش ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی نیز عملکرد تقریباً مشابهی داشتند. در رگرسیون لجستیک به ترتیب متغیرهای وضعیت پرداخت قبض در سال قبل با ضریب ۱/۷۵، مانده بدهی پایان سال قبل با ضریب ۰/۸۶-، تعداد قبوض علی الحساب سال جاری با ضریب ۰/۷۰+ و میانگین مصرف ماهانه سال جاری با ضریب ۰/۳۴+ بیشترین تأثیر را بر تعداد قبوض پرداخت شده توسط مشترک در سال جاری دارند. نتایج درخت تصمیم نشان داد ۴۳ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به موقع نداشتند، کسانی هستند که در سال قبل نیز پرداخت به موقع نداشته و ۳۹ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به موقع دارند، مشترکانی هستند که در سال قبل نیز پرداخت به موقع داشته و در سال جدید قبض علی الحسابی نداشته اند. با توجه به نقش اثرگذار متغیرهای رفتار پرداختی مشترک در سال قبل، تعداد قبوض علی الحساب سال جاری و مانده بدهی پایان سال قبل در پرداخت های سال جاری، می توان با استفاده از ابزارهای نظارتی مانند نظارت بر مامورین قرائت، استفاده از بیمانکار برای پیمایش مشترکان با قبض علی الحساب، ابزار تشویقی مانند پاداش پرداخت به موقع و تقسیط مبلغ پرداختی و ابزار بازدارنده مانند اعمال جریمه و در نهایت قطع آب، نسبت به وصول مطالبات اقدام کرد. همچنین با توجه به اعمال بخش نامه آب امید در سال ۱۳۹۹ برای معافیت مشترکان خانگی با میانگین مصرف کمتر از ۵ مترمکعب در ماه و از طرفی با توجه به پرداخت های کم این دسته از مشترکان، این گروه باید رصد و نسبت به دریافت مطالبات قبلی از آنها برنامه ریزی لازم انجام شود.

واژه های کلیدی: پرداخت قبض آب، قبض علی الحساب، میانگین مصرف، رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم

۱- مقدمه

است و این در شرایطی است که بخش اعظمی از سرمایه‌گذاری‌ها، طراحی و برنامه‌ریزی در صنعت آب منوط به وصول به موقع بهای آب است. در این راستا شناسایی عوامل مؤثر در پرداخت بهای آب اهمیت به‌سزایی دارد.

از جمله پژوهش‌های داخل که به بررسی عوامل اثرگذار بر وصول مطالبات پرداخته‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

پژوهش در خصوص مطالبات معوق شرکت آب و فاضلاب مازندران (Raeis Zade et al., 2014)، مدیریت وصول مطالبات معوق از مشترکان دهکاب (Yaghmaie et al., 2016)، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر افزایش مشارکت در پرداخت به‌موقع مطالبات توزیع برق گلستان با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی^۱ (Alvand, 2016).

در پژوهش‌های بین‌المللی نیز ارتباط بین پرداخت قبوض و عوامل اقتصادی اجتماعی سرپرست خانوار مانند سن، جنس، تحصیلات و درآمد در برخی پژوهش‌ها بررسی شده است. مزجیو و اوتو در سال ۲۰۱۵ با استفاده از مدل probit عواملی مانند قطع آب، در دسترس نبودن منظم و نامنظم آب عمومی را در پرداخت قبض شناسایی کردند (Mezgebo and Ewnetu, 2015).

مواگی و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند نگرش مشتری نسبت به پرداخت سریع، سهولت درک شده یا دشواری پرداخت به‌موقع و فشار اجتماعی به‌شدت بر پرداخت قبوض توسط مشترک اثر دارند (Mugabi et al., 2010).

آکینمی و همکاران در سال ۲۰۱۸ در پژوهش خود در آفریقای جنوبی نشان دادند ۸۳ درصد از پاسخ‌دهندگان آب را از تأمین‌کننده آب شهری دریافت می‌کردند، در حالی که فقط ۳۵ درصد هزینه آب را پرداخت می‌کنند. آنها نشان دادند قطع آب بیش از ۲ روز، نگهداری دام و مشارکت در کشاورزی تأثیر منفی در پرداخت آب دارند (Akinyemi et al., 2018).

مرآر در سال ۲۰۱۷ با توزیع پرسش‌نامه بین ۱۲۰ نفر از کارمندان، مدیران و مشاوران نظارتی بخش آب فلسطین نشان دادند نصب کنتورهای پیش‌پرداخت، قطع کنتور مشترک، پیاده‌سازی فناوری پیشرفته برای قرائت و پردازش کنتور، افزایش تعداد مراکز جمع‌آوری، کیفیت خدمات آب، پشتیبانی در سایر

استان قم با توجه به موقعیت خاص استراتژیکی، سیاسی و مذهبی یکی از استان‌هایی است که تمرکز جمعیت در آن به‌شدت رو به افزایش است و همین موضوع باعث رشد صنعت و افزایش سطح زندگی مردم و در نتیجه تقاضای آب و نیاز شدید به آن را به‌دنبال خواهد داشت (Amini and Saeidi, 2017).

از طرفی اهمیت حفظ کیفیت آب شرب و نیز محدود بودن منابع آبی در دسترس همواره یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان صنعت آب در کشور بوده است. با توجه به شرایط کنونی بحران آب و افزایش تقاضا برای این ماده حیاتی و کالای ارزشمند، نگاه فراگیر به آب و مدیریت آن اهمیت خاصی دارد و شرکت‌های آب و فاضلاب با نگاه ویژه به این موضوع، همواره برای جلب رضایت مشترکان، یعنی تأمین و توزیع آب با قیمت مناسب، حداقل کردن هزینه‌ها و مدیریت مصرف گام برداشته‌اند. حرکت در چنین مسیری مستلزم بودجه و نقدینگی کافی شرکت‌های آب و فاضلاب است (Amini, 2020).

صنعت آب و فاضلاب به‌عنوان یک صنعت زیربنایی، با در اختیار داشتن بیش از ۲۰ میلیون مشترک (۲۷ میلیون آحاد) تعاملات گسترده‌ای با آحاد جامعه دارد که یکی از آنها وصول مطالبات با توجه به ماهیت تعهدی بودن فروش محصولات و ارائه خدمات است (Zeinali Najafabadi et al., 2015).

شرکت‌های آب و فاضلاب در کشورهای در حال توسعه معمولاً محدودیت سرمایه‌ای دارند و از این رو، خدمات آنها و همچنین سرمایه‌گذاری موردنیاز در زیرساخت‌ها تا حد زیادی به حمایت توسط مشتری بستگی دارد که در پرداخت به موقع قبض آب نشان داده می‌شود. اگر مشتریان پرداخت خود را نادیده بگیرند و یا نتوانند به‌موقع قبض خود را پرداخت کنند، به احتمال زیاد خدمات آب و برق در این کشورها برای حفظ خدمات پایدار آب با مشکلات جدی در جریان نقدینگی روبه‌رو می‌شوند (Sualihu and Rahman, 2014).

بنابراین با توجه به اینکه اصلی‌ترین منبع تأمین نقدینگی و سرمایه در گردش شرکت‌های آب و فاضلاب، دریافت مطالبات در کمترین زمان ممکن از مشترکان است، بنابراین بازبینی و کنکاش جدی در این خصوص، اجتناب‌ناپذیر و ضروری است. هزینه‌های زیاد تولید، انتقال و توزیع آب از دید مصرف‌کنندگان پنهان مانده

¹ Analytical Hierarchy Process (AHP)

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- درخت تصمیم^۱

درخت تصمیم یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های داده کاوی است. یکی از مزایای درخت تصمیم در رده‌بندی داده‌ها نسبت به سایر روش‌های رده‌بندی مانند شبکه عصبی، سادگی تفسیر و فهم برای تصمیم‌گیرندگان است. عملکرد درخت به این صورت است که یک گره ریشه در بالای آن قرار دارد و برگ‌های آن در پایین هستند. یک رکورد در گره ریشه وارد شده و در این گره یک تست روی آن انجام می‌شود تا معلوم شود این رکورد به کدام یک از گره‌های شاخه پایین‌تر خواهد رفت. درخت تصمیم از تعدادی گره و شاخه تشکیل شده است که در آن نمونه‌ها را به نحوی طبقه‌بندی می‌کند که از ریشه به سمت پایین رشد می‌کند و در نهایت به گره‌های برگ می‌رسد. هر گره داخلی یا غیربرگ با یک ویژگی مشخص می‌شود. این ویژگی سوالی را در رابطه با مثال ورودی مطرح می‌کند. در هر گره داخلی به تعداد جواب‌های ممکن با این سوال شاخه وجود دارد که هر یک با مقدار آن جواب مشخص می‌شوند. برگ‌های این درخت با یک کلاس و یا یک طبقه از جواب‌ها مشخص می‌شوند. در ساختار درخت تصمیم، پیش‌بینی به دست آمده در قالب یک سری قواعد توضیح داده می‌شود. هر مسیر از ریشه تا یک برگ، یک قانون را بیان می‌کند و در نهایت برگ با کلاسی که بیشترین رکورد در آن تعلق گرفته برچسب می‌شود. درخت تصمیم برای انتخاب مشخصه (متغیر) از معیارهایی مانند شاخص چینی و آنتروپی استفاده می‌کند. در ایجاد درخت تصمیم از الگوریتم‌های مختلفی مانند Cart، Chaid، ID3 استفاده می‌شود. به‌طور کلی هدف الگوریتم‌های درخت تصمیم، بیشینه‌سازی فاصله بین رده‌هاست. اختلاف این الگوریتم‌ها در معیارهای مختلف فاصله‌ای، روش‌های هرس کردن، وضعیت داده‌های گمشده، تعداد شاخه‌ها در هر گره و نوع داده‌ها بستگی دارد (Hosseini et al., 2013).

۲-۲- رگرسیون لجستیک^۲

از این روش برای مقدار متغیر پاسخ اسمی استفاده می‌شود. رگرسیون لجستیک احتمال وقایع را به صورت تابع خطی از متغیرها بیان می‌کند. در حقیقت این مدل به جای تخمین مقدار پاسخ،

خدمات ارائه شده و رضایت مشتری می‌توانند به‌عنوان راهکارهای مؤثر برای ایجاد انگیزه در بین مشتریان برای پرداخت قبض خود در نظر گرفته شوند (Murrar, 2017).

سوآلی‌هو و همکاران در سال ۲۰۱۷ با نظرسنجی از ۱۵۰ مشترک خانگی در کشور غنا نشان دادند کیفیت خدمات، تصویر شرکت‌ها، نظارت و کنترل مهمترین عوامل تعیین‌کننده در رضایت مشتری نسبت به شرکت آب و در نتیجه پرداخت قبوض خود است (Sualihu et al., 2017).

ناصر و ابو شمالاح در سال ۲۰۱۴ پژوهشی را نوار غزه بر اساس نوع منطقه، موقعیت جغرافیایی، سطح درآمد و تراکم جمعیت انجام دادند. نتایج آنها نشان داد افرادی که قبض آب خود را پرداخت نمی‌کنند، مصرف آب بیشتری دارند به طوری که سرانه مصرف برای کسانی که قبض خود را پرداخت می‌کنند ۷۹ لیتر در روز است در حالی که این مقدار برای افرادی که قبض خود را پرداخت نمی‌کنند به ۱۱۲ لیتر در روز می‌رسد (Nassar and Abu

Shamalah, 2014)

با توجه به اینکه اهمیت مسئله پرداخت قبوض کمتر از مدیریت مصرف نیست و هدف از پرداخت قبوض، توسعه پایدار و تأمین هزینه‌های تأمین آب توسط شرکت‌های آب و فاضلاب است، بنابراین هدف این پژوهش بررسی عوامل اثرگذار بر پرداخت قبوض توسط مشترک است.

با شناسایی این عوامل و برنامه‌ریزی مناسب می‌توان تعداد قبوض پرداخت شده توسط مشترک و نقدینگی شرکت را افزایش و تا حدودی جبران هزینه‌ها را کرد.

با بررسی‌های به عمل آمده، ملاحظه شد اکثر پژوهش‌ها به بررسی عوامل مؤثر بر پرداخت قبوض با استفاده از پرسش‌نامه و نظرخواهی از کارشناسان یا مشتریان پرداخته‌اند؛ در حالی که در این پژوهش با استفاده از آمار و عملکرد ثبت شده در سیستم مشترکان شرکت آب و فاضلاب شهر قم به بررسی این مهم پرداخته شد، تا با استفاده از داده‌های موجود و شناسایی نقاط ضعف، تصمیم‌گیری مناسب اتخاذ و عوامل مرتبط با شرکت بهبود یابد.

¹ Decision Tree

² Logistic Regression

در شکل ۱ یک مدل از شبکه عصبی با سه متغیر مستقل ورودی، یک لایه پنهان با ۴ گره و یک لایه خروجی با دو گره نمایش داده شده است (Amini and Davood Abadi, 2014).

۲-۴- ماشین بردار پشتیبان^۲

ماشین بردار پشتیبان یکی دیگر از روش های دسته بندی داده هاست که بر پایه مفهوم صفحات تصمیم هستند که مرز تصمیم را تعریف می کنند. یک صفحه تصمیم، داده های با برچسب رده مختلف را از هم تفکیک می کند. زمانی که برای تفکیک داده ها به ساختارهای پیچیده و غیر خطی صفحه تصمیم نیاز است، داده های اصلی با به کارگیری مجموعه ای از توابع ریاضی به نام کرنل در فضای جدیدی نگاشت داده می شوند. در فضای جدید، داده های نگاشت داده شده به صورت خطی قابل تفکیک هستند. بنابراین به جای ساختن یک منحنی پیچیده جداساز، هدف یافتن یک خط بهینه جداساز است. الگوریتم های مبتنی بر ماشین های بردار پشتیبان، الگوریتم هایی هستند که سعی می کنند یک حاشیه را بیشینه کنند. این الگوریتم ها در فضای دو بعدی، برای پیدا کردن خط جداکننده رده ها، از دو خط موازی شروع کرده، این خطوط را در جهت خلاف یکدیگر حرکت می دهند تا هر کدام از خطوط به یک مشاهده از یک رده خاص برسد. سپس میان دو خط موازی یک نوار یا حاشیه شکل می گیرد. هر چه پهنای این نوار بیشتر باشد به این معناست که الگوریتم توانسته هدف بیشینه سازی حاشیه را محقق سازد. در مرکز حاشیه، خط جداکننده رده ها یا همان خط مرکزی قرار می گیرد. حال از بین خطوطی که رسم می شوند، خطی که حاشیه کناری آن بیشترین باشد، به عنوان خط جداکننده رده ها انتخاب می شود (Hosseini et al., 2013).

۲-۵- داده های پژوهش

به منظور بررسی عوامل تأثیرگذار بر پرداخت قبوض آب بهای خانگی با توجه به اطلاعات موجود در سیستم مشتریان شرکت آب و فاضلاب استان قم، تمام مشتریان خانگی شهر قم (۹۰ درصد کل مشتریان) به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند و اطلاعات مربوط به ۵ دوره اول (۹ ماه اول) سال های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ آنها از

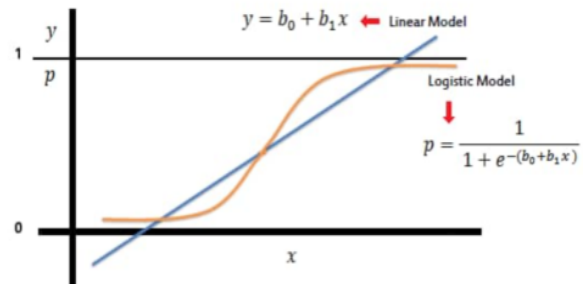


Fig. 1. Logistic curve and linear regression

شکل ۱- منحنی لجستیک و رگرسیون خطی

احتمال آن را پیش بینی می کند. رگرسیون لجستیک با توجه به سطوح متغیر پاسخ، به انواع دو مقداری، چندگانه و تریبی تقسیم می شود. تفاوت رگرسیون لجستیک با رگرسیون معمولی در شکل ۱ نشان داده شده است. رگرسیون لجستیک منحنی شکل و رگرسیون خطی به صورت یک خط مستقیم است. اگر x_1, x_2, \dots, x_k نشان دهنده متغیرهای مستقل باشند و $0 < p < 1$ احتمال تعلق به دسته پاسخ، آنگاه مدل رگرسیون لجستیک با تابع کرنل نقطه ای به صورت معادله ۱ نشان داده می شود (Navanshu and Saad, 2018).

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k)}} \quad (1)$$

۲-۳- شبکه عصبی مصنوعی^۱

شبکه های عصبی یکی از پویاترین حوزه های پژوهش در دوران معاصر است که توجه افراد بسیاری از رشته های گوناگون علمی را به خود جلب کرده است. یکی از بزرگترین مزیت های شبکه عصبی، انعطاف پذیری آنها برای پیش بینی انواع مدل های غیر خطی است. شبکه عصبی مصنوعی مجموعه ای از نرون های به هم متصل در لایه های مختلف است. در ساخت یک مدل بر مبنای شبکه عصبی اولین کار انتخاب نوع شبکه است. پس از آن پارامترهای ورودی که در خروجی تأثیرگذار هستند، انتخاب می شوند. سپس معماری شبکه یعنی، تعداد لایه ها و تعداد گره ها در هر لایه و چگونگی اتصال آنها و نوع توابع محرکه استفاده شده برای نرون ها و در نهایت پارامترهای مؤثر در آموزش شبکه تعیین می شوند.

² Support Vector Machine

¹ Artificial Neural Network (ANN)

مشترکان خانگی بر اساس میانگین مصرف ماهانه به ازای یک واحد در یکی از طبقات مصرف ۱۰ گانه خانگی ابلاغی از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قرار می‌گیرند و تعرفه‌ها و مبلغ قبض بر اساس این طبقات لحاظ می‌شود. مشترک در هر سال نسبت به سال قبل در یکی از ۳ حالت افزایش طبقه، کاهش طبقه و یا بدون تغییر طبقه قرار می‌گیرد که متغیر وضعیت تغییر طبقه مصرف به بررسی این موضوع پرداخته است. جدول ۱ توزیع فراوانی متغیرها به تفکیک وضعیت قبوض پرداختی در سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد.

درصد مشترکانی که قبض خود را در ۵ دوره اول سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ پرداخت کرده‌اند، در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل ملاحظه می‌شود به عنوان مثال ۳۳ درصد مشترکان در سال ۱۳۹۸ تعداد ۵ قبض پرداخت کرده‌اند در حالی که این مقدار برای سال ۱۳۹۹ به ۲۳ درصد کاهش یافته است.

توزیع فراوانی قبوض پرداخت شده در سال ۱۳۹۹ به تفکیک طبقات مصرف آب در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل، مشترکانی که در طبقات پایین مصرف قرار دارند، تعداد قبوض پرداخت شده با تأخیر در آنها بیشتر است و با افزایش طبقات مصرف، اختلاف درصدها کاهش می‌یابد.

از بین ۱۸۱۵۷۸ مشترک خانگی تعداد ۳۳۸۸ مشترک (۲ درصد) در سال ۱۳۹۸ هیچ گونه پرداخت قبضی نداشته‌اند؛ در حالی که این تعداد در سال ۱۳۹۹ به ۱۰۹۵۳ مورد (۶ درصد) افزایش یافته است. بیشترین عدم پرداخت در سال ۱۳۹۹ در سه طبقه اول مصرف قرار داشت به گونه‌ای که ۱۹ درصد عدم پرداخت‌ها مربوط به مشترکانی بود که در طبقه اول مصرف قرار داشتند و ۳۰ درصد مربوط به طبقه دوم و ۲۹ درصد نیز سهم طبقه سوم مصرف بودند. از بین ۷۱۳۹ مشترک واقع در طبقه اول مصرف سال ۱۳۹۹ که در آن سال تأخیر در پرداخت قبض داشته‌اند، تعداد ۳۲۳۷ مورد (۴۵ درصد) هیچ گونه پرداخت قبضی نداشته‌اند.

به منظور کمک به تحلیل عمیق تر و به دست آوردن دید کلی نسبت به دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹، با استفاده از آزمون t زوجی مقایسه‌ای بین برخی متغیرها در این دو سال انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ملاحظه می‌شود در تمامی متغیرها، بین دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود دارد. میانگین مصرف ماهانه در

سیستم مشترکان شرکت آب و فاضلاب قم استخراج شد. با توجه به طیف متفاوت قبوض صادره و وجود مقدار پرت، شروطی برای انتخاب نهایی مشترکان در نظر گرفته شد. بعد از اعمال شرایط و حذف مقدار پرت، تعداد ۱۸۱۵۷۸ مشترک خانگی انتخاب شد که حدود ۶۶ درصد مشترکان خانگی را شامل می‌شود. با توجه به اینکه عوامل اقتصادی و اجتماعی در پرداخت قبوض تأثیر به‌سزایی دارند و از طرفی امکان دسترسی به چنین اطلاعاتی نیازمند بررسی‌های میدانی و تنظیم پرسش‌نامه است بنابراین در این پژوهش تنها با استفاده از اطلاعات موجود در نرم‌افزار مشترکان شرکت آب و فاضلاب قم و با استفاده از سابقه صورت حساب مشترکان به بررسی موضوع پرداخته شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار R استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مدل‌سازی پرداخت قبوض آب‌بهای خانگی

به منظور مدل‌سازی و شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر پرداخت قبوض آب، از روش‌های نظارتی مانند درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی، رگرسیون لجستیک استفاده شد. متغیرهای استفاده شده در پژوهش عبارت‌اند از:

متغیر پاسخ: وضعیت پرداخت مشترک در سال ۱۳۹۹ (دو حالتی پرداخت به موقع، پرداخت با تأخیر) بود. با توجه به اینکه زمان پژوهش مربوط به ۵ دوره اول (۹ ماه اول) سال بود، مشترکانی که تعداد ۴ یا ۵ قبض خود را پرداخت کردند به عنوان مشترک با پرداخت به موقع در نظر گرفته شدند.

متغیرهای مستقل: وضعیت پرداخت مشترک در سال ۱۳۹۸ (دو حالتی پرداخت به موقع، پرداخت با تأخیر)، مناطق ۳ گانه شرکت، نوع ملک (آپارتمان، ویلایی)، وضعیت اتصال به شبکه فاضلاب (اتصال، عدم اتصال)، تغییر طبقه مصرف آب در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۹۸ (شامل کاهش طبقه، بدون تغییر و افزایش طبقه مصرف)، ماند بدهی مشترک در پایان سال ۱۳۹۸ (متغیر دو حالتی با مانده کمتر از ۲۵۰۰۰۰ ریال و بیشتر از آن)، میانگین مصرف ماهانه در سال ۱۳۹۹، رشد تعرفه آب‌بهای خانگی در سال ۱۳۹۹ نسبت به تعرفه ۱۳۹۸ و تعداد قبوض علی‌الحساب در ۵ دوره اول سال ۱۳۹۹ بود.



جدول ۱- توزیع فراوانی متغیرهای بررسی شده به تفکیک وضعیت قبوض پرداختی در سال ۱۳۹۹

Table 1. Frequency distribution of studied variables by bills payment status in 2020

		Bills paid in 2020			Percentage of bills paid in 2020		
		Delayed payment	Timely payment	Total	Delayed payment	Timely payment	Total
		Count	Count	Count	%	%	%
Region	1	49,561	35,984	85,545	58	42	100
	2	47,464	39,907	87,371	54	46	100
	3	4,867	3,795	8,662	56	44	100
Connected to the sewerage network	No	60,691	43,421	104,112	58	42	100
	Yes	41,201	36,265	77,466	53	47	100
Building type	Apartment	4,557	4,343	8,900	51	49	100
	Villa	97,335	75,343	172,678	56	44	100
Number of bills paid in 2019	Delayed payment	63,201	15,085	78,286	81	19	100
	Timely payment	38,691	64,601	103,292	37	63	100
Change in water consumption class in 2020 compared to 2019	Eqyal	48,686	39,843	88,529	55	45	100
	Low	17,955	9,613	27,568	65	35	100
	High	35,251	30,230	65,481	54	46	100
Debt balance at the end of 2019	<250000	54,560	59,019	113,579	48	52	100
	>250000	47,332	20,667	67,999	70	30	100

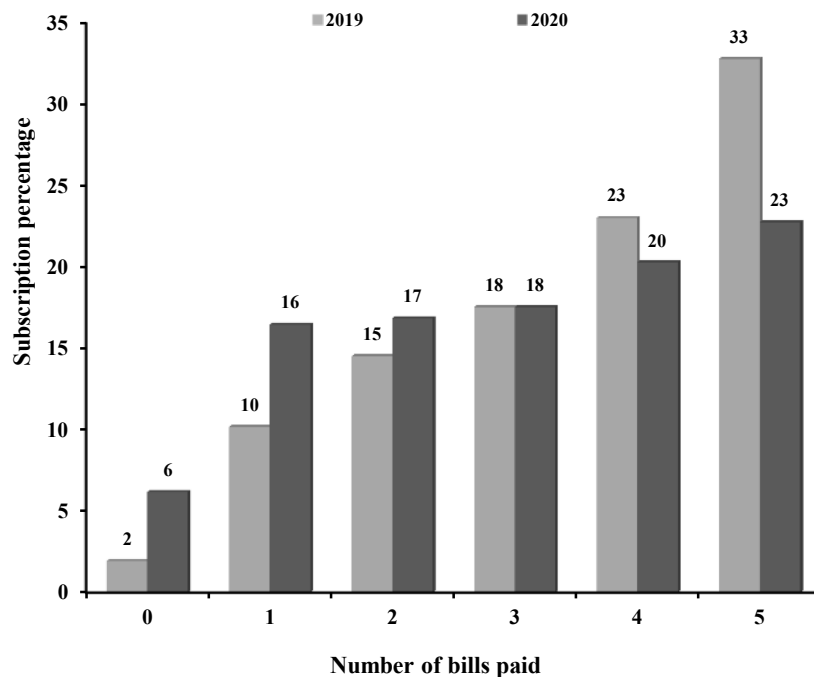


Fig. 2. Frequency distribution of subscribers' payments in the first 5 periods of 2019 and 2020

شکل ۲- توزیع فراوانی پرداخت‌های مشتریان در ۵ دوره اول ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

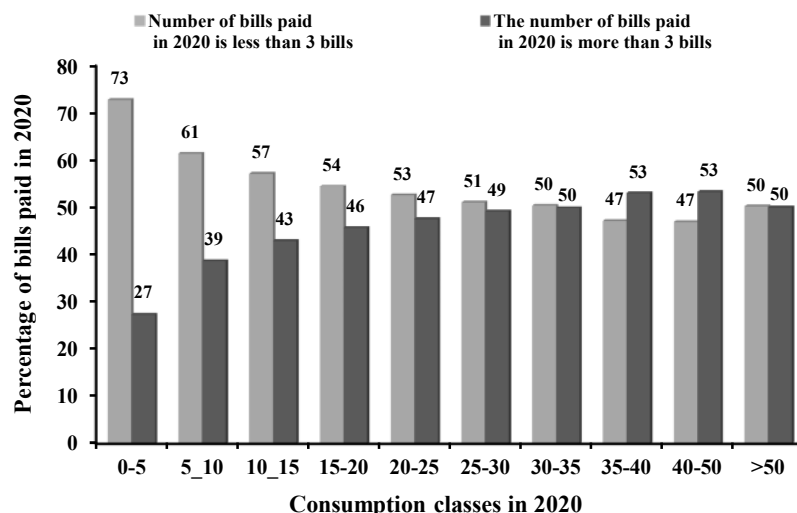


Fig. 3. Frequency distribution of bills paid by consumption category in 2020

شکل ۳- توزیع فراوانی قبوض پرداخت شده به تفکیک طبقه مصرف در سال ۱۳۹۹

جدول ۲- نتایج آزمون t زوجی برای مقایسه سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹

Table 2. Paired t-test results for comparison 2019-2020

Variable	Year	Count	Mean	Standard deviation	Statistic t	Sig.	Growth in 2020 compared to 2019
Average consumption	2019	181,578	15.84	8.03	-107.567	<0.001	8
	2020	181,578	17.10	8.78			
Number of unmetered bills in 2020	2019	181,578	0.24	0.58	-116.9	<0.001	93
	2020	181,578	0.47	0.74			
Number of bills paid	2019	181,578	3.54	1.46	151.755	<0.001	-15
	2020	181,578	3.02	1.61			
Water rate	2019	181,578	4207.31	2747.19	-153.965	<0.001	26
	2020	181,578	5303.90	3702.12			

در ادامه با استفاده از شاخص هم‌بستگی وزن متغیرها تعیین و بر اساس آن متغیرهای تعداد قبوض پرداختی در سال ۹۸، مانده بدهی پایان سال ۹۸، تعداد قبوض علی‌الحساب در سال ۹۹ و میانگین مصرف ماهانه در سال ۹۹ با بیشترین وزن به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار برای مدل‌سازی انتخاب شدند. همچنین ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۱۵ درصد برای اعتبارسنجی و ۱۵ درصد نیز به‌عنوان داده تست مدل در نظر گرفته شده‌اند. جدول ۳ نتایج استفاده از مدل آموزش دیده بر روی داده‌های تست را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود دقت کلی تمامی روش‌ها مشابه یکدیگر و برابر ۷۲ درصد است. درصد‌های پاسخ صحیح نیز

سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۹۸ رشد ۸ درصد دارد. دلیل این افزایش مصرف در سال ۱۳۹۹ شیوع ویروس کرونا و رعایت مسائل بهداشتی و شستشوی بیشتر است. تعداد قبوض علی‌الحساب در سال ۱۳۹۹ رشد ۹۳ درصد نسبت به سال ۱۳۹۸ دارد. تعداد قبوض وصول شده (قبوض پرداخت شده توسط مشترک) در سال ۱۳۹۹ کاهش ۱۵ درصد نسبت به سال ۱۳۹۸ دارد که دلایل احتمالی این امر در این پژوهش بررسی شد. میانگین نرخ آب خانگی در سال ۱۳۹۸ برابر ۴۲۰۷ ریال و در سال ۱۳۹۹ با افزایش ۲۶ درصد به مقدار ۵۳۰۴ رسیده است. دلیل این افزایش مربوط به ابلاغ تعرفه‌های جدید در سال ۱۳۹۹ و همچنین افزایش مصرف آب به دلیل شیوع ویروس کرونا است.

جدول ۳- نتایج مدل‌سازی در نمونه تست
Table 3. Modeling results in test samples

Model	Observed label	Predicted label		Correct response percentage	Model accuracy (%)
		Delayed payment	Timely payment		
Decision tree	Delayed payment	10567	4649	69	72
	Timely payment	2977	9045	75	
Support vector machine	Delayed payment	10690	4526	70	72
	Timely payment	3044	8978	75	
Neural network	Delayed payment	10809	4407	71	72
	Timely payment	3131	8891	74	
Logistic regression	Delayed payment	10879	4337	72	72
	Timely payment	3214	8808	73	

جدول ۴- نتایج رگرسیون لجستیک
Table 4. Logistic regression results

Variable	Coefficient (B)	Se(B)	Wald	Sig.	Exp (B)
Constant	-1.3	0.017	-76.17	<0.001	0.27
Number of bills paid in 2019	1.75	0.014	126.76	<0.001	5.75
Average monthly consumption in 2020	0.034	0.008	42.5	<0.001	1.03
Number of unmetered bills in 2020	-0.70	0.01	-65.01	<0.001	0.5
Debt balance in 2019 is more than 250,000 Rials	-0.86	0.015	-58.19	<0.001	0.42

با افزایش تعداد قبوض علی‌الحساب در سال ۱۳۹۹، شانس پرداخت به‌موقع قبض کاهش می‌یابد، به‌گونه‌ای که اگر تعداد قبوض علی‌الحساب یک واحد افزایش یابد، شانس پرداخت به‌موقع قبض ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

مشترکانی که مانده بدهی پایان سال ۱۳۹۸ آنها بیشتر از ۲۵۰۰۰۰ ریال است شانس پرداخت به‌موقع آنها کمتر از مشترکانی است که مانده بدهی کمتر از ۲۵۰۰۰۰ ریال دارند.

از بین این متغیرها با توجه به ضرایب، بیشترین اثرگذاری مربوط به قبوض پرداختی در سال قبل است. به‌عبارتی رفتار پرداختی مشترک در سال قبل تأثیر به‌سزایی در پرداخت سال بعد دارد و مشترکانی که سال قبل به‌موقع قبض خود را پرداخت کرده‌اند در سال جاری نیز با شانس زیادی قبض خود را پرداخت خواهند کرد. بعد از رفتار پرداختی مشترک، مانده بدهی پایان ۱۳۹۸ با ضریب منفی قرار دارد. تعداد قبوض علی‌الحساب سال جاری با

نزدیک یکدیگر است. بنابراین روش‌ها عملکرد مشابهی دارند. از طرفی با توجه به اینکه رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم به‌ترتیب فرم تابعی و قوانین مشخص دارند، تفسیر نتایج ملموس‌تری دارند. بنابراین در زیر به بیان نتایج آنها پرداخته شده است. جدول ۴ مدل برآورد شده توسط رگرسیون لجستیک را بیان می‌کند. با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود ضریب متغیر دو حالتی تعداد قبوض پرداختی در سال ۱۳۹۸ برابر ۱/۷۵ مثبت و معنادار است و همچنین با توجه به ستون آخر جدول، شانس پرداخت به‌موقع قبوض در سال ۱۳۹۹ برای مشترکانی که در سال ۱۳۹۸ قبضشان را به‌موقع پرداخت کرده‌اند، ۵/۷۵ برابر آنهاست که در سال ۱۳۹۸ تأخیر در پرداخت داشته‌اند.

با افزایش میانگین مصرف ماهانه، به‌دلیل افزایش نرخ تعرفه و در نتیجه افزایش مبلغ قبض، شانس پرداخت به‌موقع افزایش یافته است.

شده در سال ۱۳۹۹ در کاربری خانگی شهر قم از روش‌های رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم، شبکه عصبی و ماشین‌بردار پشتیبان استفاده شد. مقایسه روش‌های مختلف نشان داد دقت مدل‌ها مشابه یکدیگر و ۷۲ درصد است. در پرداخت با تأخیر کمترین دقت مربوط به درخت تصمیم (۶۹ درصد) و بیشترین مربوط به رگرسیون لجستیک (۷۲ درصد) است. در پرداخت به‌موقع نیز کمترین دقت مربوط به رگرسیون لجستیک (۷۳ درصد) و بیشترین مربوط به درخت تصمیم (۷۵ درصد) است. ماشین‌بردار پشتیبان در پرداخت به‌موقع با دقت ۷۵ درصد عملکرد بهتری از شبکه عصبی با دقت ۷۴ درصد داشته است. در حالی که شبکه عصبی در پرداخت با تأخیر عملکرد بهتری از ماشین‌بردار پشتیبان داشته است. در میان روش‌ها اثر متغیرها در رگرسیون لجستیک با توجه به داشتن فرم تابعی بهتر قابل تفسیر است. نتایج رگرسیون لجستیک نشان داد به ترتیب متغیرهای تعداد قبوض پرداختی توسط مشترک در سال قبل با ضریب $1/75$ ، مانده بدهی پایان ۱۳۹۸ با ضریب $0/86$ ، تعداد قبوض علی‌الحساب (قبوض در بسته و وجود مانع) سال جاری با ضریب $0/7$ و میانگین مصرف ماهانه سال جاری با ضریب $0/34$ بیشترین تأثیر را بر تعداد قبوض پرداختی توسط مشترک دارند. با استفاده از این ۴ متغیر، مدل رگرسیون لجستیک توانسته ۷۲ درصد پرداخت‌های با تأخیر و ۷۳ درصد پرداخت‌های به‌موقع و در نهایت ۷۲ درصد کل موارد را به‌درستی پیش‌بینی کند. مشترکانی که در سال ۱۳۹۸ تعداد قبوض پرداختی زیادی دارند در سال ۱۳۹۹ نیز شانس پرداخت بالایی (در این پژوهش $5/7$ برابری) دارند. درخت تصمیم نیز نشان داد ۴۳ درصد مشترکانی که در سال قبل پرداخت به‌موقع نداشته‌اند در سال جدید نیز پرداخت به‌موقع ندارند. ۳۹ درصد مشترکانی که در سال قبل پرداخت به‌موقع داشته‌اند، در سال جدید نیز پرداخت به‌موقع دارند. به عبارتی رفتار پرداختی سال قبل نقش تعیین‌کننده‌ای در پرداخت‌های سال جاری دارد. در این راستا به‌منظور حمایت و تشویق این دسته از مشترکان خوش حساب می‌توان از پاداش تخفیف استفاده کرد.

شانس پرداخت به‌موقع قبض برای مشترکان با مانده بدهی زیاد در پایان سال قبل کمتر از ۵۰ درصد است. در این رابطه می‌توان ابتدا با استفاده از پیامک اخطار نسبت به آگاهی مشترک از بدهی خود اقدام کرد. در این مرحله می‌توان از ابزارهای تشویقی مانند

ضریب منفی، تأثیر بعدی را بر پرداخت قبض دارد. با افزایش یک قبض علی‌الحساب، شانس پرداخت به‌موقع نصف می‌شود. بنابراین کاهش تعداد قبوض علی‌الحساب توسط مأمورین قرائت و نظارت بر این مهم، علاوه بر گزارش مصارف صحیح و واقعی، نقش به‌سزایی در پرداخت قبوض خواهد داشت. میانگین مصرف ماهانه سال جاری نیز در درجه آخر اهمیت قرار دارد که با افزایش آن به مقدار یک مترمکعب، شانس پرداخت به‌موقع ۳ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج درخت تصمیم در نمونه تست نشان داد ۷۵ درصد پرداخت‌های به‌موقع توسط این روش به‌درستی تشخیص داده شده است. در این روش متغیرهای رفتار پرداختی مشترک در سال قبل، تعداد قبوض علی‌الحساب در سال ۱۳۹۹، مانده بدهی مشترک در پایان سال ۱۳۹۸ به‌عنوان متغیرهای مهم شناسایی شدند. تعداد ۵ قانون توسط درخت ایجاد شد. ۳۹ درصد مشترکانی که در سال جدید (سال ۱۳۹۹) پرداخت به‌موقع داشته‌اند، کسانی هستند که در سال قبل (سال ۱۳۹۸) پرداخت به‌موقع داشته و در سال جدید قبض علی‌الحساب نداشته‌اند. همچنین ۱۱ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به‌موقع داشته‌اند، کسانی هستند که در سال قبل پرداخت به‌موقع داشته، در سال جدید یک قبض علی‌الحساب داشته و مانده پایان سال قبل آنها کمتر از ۲۵۰۰۰۰ ریال بوده است. ۴ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به‌موقع نداشته‌اند، آنهایی هستند که در سال قبل پرداخت به‌موقع داشته و مانده پایان سال قبل آنها بیشتر از ۲۵۰۰۰۰ ریال بوده است. ۳ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به‌موقع نداشته‌اند، آنهایی هستند که در سال قبل پرداخت به‌موقع داشته و حداقل دو قبض علی‌الحساب در سال جدید دارند. در نهایت ۴۳ درصد مشترکانی که در سال جدید پرداخت به‌موقع ندارند، کسانی هستند که در سال قبل نیز پرداخت به‌موقع نداشته‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش این است که مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب با استفاده از اطلاعات موجود و در دسترس سیستم مشترکان خود بتوانند با شناسایی متغیرهای اثرگذار به‌صورت مستمر فرایند پرداخت قبض توسط مشترک را بررسی کنند. در این پژوهش به‌منظور مدل‌سازی عوامل مؤثر بر تعداد قبوض پرداخت

تأیید شد. با افزایش میانگین مصرف ماهانه شانس پرداخت قبوض به میزان ۳ درصد افزایش می‌یابد و برعکس. مشترکان با میانگین مصرف کمتر از ۵ مترمکعب در ماه (طبقه اول مصرف) به دلیل مبلغ پایین قبض، تعداد پرداخت‌های کمی دارند و از طرفی با توجه به بخشنامه معافیت آب امید برای این طبقه، احتمال عدم پرداخت بدهی گذشته توسط این گروه افزایش خواهد یافت. بنابراین پیشنهاد می‌شود این گروه از مشترکان خانگی رصد و نسبت به دریافت مطالبات از آنها برنامه‌ریزی شود.

متغیرهایی که در این پژوهش بررسی شدند جزء عوامل درون سازمانی و موجود در سیستم مشترکان شرکت‌های آب و فاضلاب هستند و این شرکت‌ها با برنامه‌ریزی صحیح می‌توانند تصمیمات مناسبی برای بهبود آنها اتخاذ کنند.

از طرفی عوامل برون سازمانی دیگری مانند وضعیت مستاجر بودن، شغل، درآمد، سطح تحصیلات مشترک وجود دارد که می‌تواند در پرداخت قبوض نقش داشته باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی اثر این عوامل برون سازمانی با استفاده از نمونه‌ای از مشترکان بررسی و تحلیل شود.

۵- قدردانی

نویسنده پژوهش از حمایت‌های معاونت محترم مشترکان و دفتر تعرفه شرکت آب و فاضلاب استان قم تشکر می‌کند.

تقسیم مبلغ پرداختی استفاده کرد. در ادامه از ابزارهای بازدارنده مانند اخطار قطع، جریمه و در نهایت قطع آب استفاده کرد.

تعداد قبوض علی‌الحساب اثر منفی بر تعداد پرداخت‌ها دارد به‌گونه‌ای که با افزایش یک قبض علی‌الحساب (قبض با کد مانع در بسته یا وجود مانع)، شانس پرداخت به موقع قبض به نصف کاهش می‌یابد. به‌خصوص در سال ۱۳۹۹ به‌علت اپیدمی ویروس کرونا تعداد قرائت‌های علی‌الحساب افزایش یافت که با توجه به یافته‌های پژوهش، باعث کاهش تعداد قبوض پرداختی توسط مشترک شد. در این خصوص نیز شرکت‌های آب و فاضلاب باید نظارت خود را بر مامورین قرائت افزایش دهند و با در نظر گرفتن پاداش و جریمه، مامور قرائت را نسبت به کاهش موارد در بسته و یا وجود مانع که منجر به تولید قبض علی‌الحساب می‌شود، توجیه کنند. راهکار دیگر استفاده از پیمانکار برای پیمایش و پیگیری قرائت‌های در بسته و وجود مانع است. با توجه به اینکه در قبوض علی‌الحساب مصرف مشترک به صورت تخمینی در نظر گرفته می‌شود که عامل عدم درج مصرف واقعی شده که خود باعث عدم شناسایی درآمد واقعی شرکت می‌شود. همچنین صدور چنین قبوض تخمینی باعث نارضایتی و اعتراض مشترک می‌شود. بنابراین کاهش موارد علی‌الحساب به‌عنوان یک شاخص کلیدی اثرات مفید و سازنده‌ای از لحاظ تعیین مصرف و درآمد واقعی و همچنین تأثیر بر پرداخت قبض به همراه خواهد داشت. نقش میانگین مصرف در پرداخت قبض توسط مدل، بررسی و

References

- Akinyemi, B. E., Mushunje, A. & Fashogbon, A. E. 2018. Factors explaining household payment for potable water in South Africa. *Journal of Cogent Social Sciences*, 4, 1464379.
- Alvand, M. 2016. Identify and rank the effective factors to increase subscriber participation in timely payment of electricity claims with a hierarchical analysis approach AHP (case study of Golestan electricity distribution company). *29th International Conference on Electricity*, Tehran, Iran. (In Persian)
- Amini, G. 2020. Modeling of unauthorized water consumption detection (case study: Qom). *Journal of Water and Wastewater*, 31(4), 184-193. (In Persian)
- Amini, G. & Davood Abadi, A. 2014. Estimating household water demand of the city of Qom using artificial neural networks and log linear regression. *1st Water Sciences and Engineering Conference*. Tehran, Iran. (In Persian)
- Amini, G. & Saeidi, Z. 2017. Identification of meteorological parameters affecting water consumption in household sector of Qom. *Journal of Water and Wastewater*, 29(2), 48-58. (In Persian)
- Hosseini, R., Sarmad, M. & Noghabi, M. 2013. Data mining in r by rattle package. *Jornal of Andishe- ye Amari*, 35, 17-29. (In Persian)
- Mezgebo, G. K. & Ewnetu, Z. 2015. Households willingness to pay for improved water services in urban areas: a case study from Nebelet town, Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 7, 12-19.

- Mugabi, J., Kayaga, S., Smout, I. & Njiru, C. 2010. Determinants of customer decisions to pay utility water bills promptly. *Journal of Water Policy*, 12, 220-236.
- Murrar, A. 2017. The water invoices and customers payment motivational strategies: an empirical study on palestinian water services providers. *EPRA International Journal of Economic and Business Review*, 5(1), 5-20.
- Nassar, A. & Abu Shamalah, N. 2014. Effect of un-paid water and electricity bills on consumption behavior in the Gaza Strip- Palestin. *International Journal of Science, Engineering and Emerging Technologies*, 3, 1-5.
- Navanshu, K. & Saad, Y. S. 2018. Credit card fraud detection using machine learning modeles and collating machine learning models. *Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118, 825-838.
- Raeis Zade, M., Poor Ali, M. & Musa Nejad, M. 2014. Investigating the factors affecting the arrears of urban water and sewerage companies: a case study of Mazandaran Province. *1st National Conference on Business Management*, Hamedan, Iran. (In Persian)
- Sualihu, M., A. Rahman, M. A. & Tofik-Abu, Z. 2017. The payment behavior of water utility customers in the greater accra region of Ghana: an empirical analysis. *Sage Journals*, 7(3), 1-12.
- Sualihu, M. A. & Rahman, M. A. 2014. Defaulting on water utility bills: evidence from the greater Accra region of Ghana. *Indian Journal of Finance*, 8(3), 22-34.
- Yaghmaie, B., Hemati, A. & Jahanshahi, A. 2016. Managing the collection of overdue receivables from indebted subscribers. *3rd International Conference on Modern Research in Management*, Economics and Humanities Georgia, Batumi. (In Persian)
- Zeinali Najafabadi, M., Mozafarian, H. & Baharloee, S. 2015. The analysis of the bank payment of water bills and its impact on expenditures of the water and wastewater companies. *Journal of Water and Sustainable Development*, 2(1), 17-24. (In Persian)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

