

نقش تحلیل داده‌های منابع انسانی در پیش‌بینی و کاهش تمایل به ترک خدمت کارکنان کلیدی

مهدی جنیدی جعفری^۱

آریا محمدی^۲

مریم اشتری^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱۲/۲۸

چکیده

ترک خدمت کارکنان کلیدی یکی از چالش‌های راهبردی مدیریت منابع انسانی است که علاوه بر هزینه‌های مستقیم جایگزینی و آموزش، پیامدهای بلندمدتی همچون کاهش انسجام تیمی و افت مزیت رقابتی را به همراه دارد. در این زمینه، تحلیل داده‌های منابع انسانی (HRA) به‌عنوان رویکردی داده‌محور برای پیش‌بینی و کاهش نرخ تمایل به ترک خدمت کارکنان اهمیت یافته است. این رویکرد با گردآوری داده‌های متنوع شامل سوابق استخدامی، ارزیابی عملکرد، حضور و غیاب، پیمایش‌های رضایت و بازخوردهای متنی و تحلیل آن‌ها با ابزارهای آماری و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، الگوهای پنهان ترک خدمت را شناسایی می‌کند. پژوهش حاضر چارچوبی چهارمرحله‌ای ارائه می‌دهد: (۱) گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها شامل تعریف کارکنان کلیدی و مهندسی ویژگی؛ (۲) مدل‌سازی پیش‌بینی با الگوریتم‌هایی چون رگرسیون لجستیک، جنگل تصادفی، XGBoost و شبکه‌های عصبی و ارزیابی با شاخص‌هایی مانند ROC-AUC و F1؛ (۳) تحلیل اهمیت ویژگی‌ها و طراحی مداخلات هدفمند در حوزه‌هایی چون رضایت شغلی، فرصت رشد و فرهنگ سازمانی؛ و (۴) استقرار و پایش مستمر از طریق ادغام با سامانه‌های سیستم‌های اطلاعات منابع انسانی (HRIS) و داشبوردهای مدیریتی. یافته‌ها نشان می‌دهد سازمان‌هایی که از مدل‌های پیش‌بینی بهره گرفته‌اند، کاهش نرخ ترک خدمت در حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد را تجربه کرده‌اند. با این حال، موفقیت این رویکرد نیازمند توجه به ملاحظات سازمانی، فرهنگی، زیرساختی و اخلاقی است. در نهایت، تحلیل داده‌های منابع انسانی زمانی که به‌صورت علمی و مسئولانه پیاده‌سازی شود، ابزاری قدرتمند برای پیش‌بینی و کاهش ترک خدمت کارکنان کلیدی و تقویت پایداری سرمایه انسانی خواهد بود.

واژگان کلیدی

تحلیل داده‌های منابع انسانی، پیش‌بینی ترک خدمت کارکنان، مدل‌های یادگیری ماشین، راهبردهای نگهداشت نیروی انسانی، کارکنان کلیدی.

^۱ استادیار دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه شهاب دانش، قم، ایران. joneidi@shdu.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد MBA - سیستم‌های اطلاعاتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. aria.mohamadi@khu.ac.ir

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد MBA - سیستم‌های اطلاعاتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. m.ashtari@khu.ac.ir

مقدمه

در فضای رقابتی امروز، نیروی انسانی به عنوان یکی از مهم ترین منابع راهبردی سازمان ها محسوب می شود. ترک خدمت کارکنان کلیدی نه تنها به هزینه های مستقیم مانند استخدام و آموزش نیروی جایگزین منجر می شود، بلکه موجب ازدست رفتن دانش سازمانی، کاهش بهره وری و اختلال در عملکرد تیم ها نیز می گردد. اداره این چالش، به یک الزام راهبردی برای واحدهای منابع انسانی بدل شده است. در این میان، رویکردهای داده محور تحت عنوان تحلیل داده های منابع انسانی (HRA) به عنوان ابزاری مدرن برای پیش بینی، تحلیل و واکنش به ریسک خروج کارکنان مطرح شده اند. مطالعات متعدد نشان می دهند که HRA می تواند نقش مهمی در تشخیص زود هنگام الگوهای تمایل به ترک خدمت کارکنان ایفا نماید. یافته پژوهش^۱ (Prasad, 2019) تأکید می کند که HRA زمینه تحول از تصمیم گیری صرفاً تجربی به تصمیم گیری مبتنی بر داده را فراهم می آورد.

HRA، فرایندی است که در آن واحد منابع انسانی با گردآوری و تحلیل مجموعه هایی از داده های کارکنان (از قبیل اطلاعات جمعیت شناختی، سوابق عملکرد، فعالیت های آموزشی، تاریخچه حضور و غیاب، نتایج پیمایش های رضایت و تعهد، و حتی متن بازخورد کارمندان) تلاش می کند تا عوامل مؤثر بر ترک خدمت کارکنان را شناسایی نماید. سپس با بهره گیری از الگوریتم های آماری و یادگیری ماشین، الگوهای پنهان و سیگنال های هشداردهنده را تشخیص داده، و به طراحی مداخلات پیشگیرانه می پردازد. نتایج پژوهش^۲ (Gupta & Sharma, 2023) نشان می دهد سازمان ها برای پیش بینی ترک خدمت کارکنان، از انواع تحلیل های توصیفی، تشخیصی، پیش بینی و تجویزی استفاده می کنند.

مرور ادبیات نشان می دهد که مدل های پیش بینی مبتنی بر یادگیری ماشین مانند رگرسیون لجستیک، جنگل تصادفی، XGBoost و شبکه های عصبی در ترکیب با مهندسی ویژگی دقیق، می توانند احتمال ترک خدمت کارکنان را با دقت قابل قبول ارزیابی کنند.^۳ (Fukui, Greenfield, Garabrant & Dell, 2023) بیان می کنند که استفاده از داده های عملکرد، پیمایش رضایت شغلی و تغییرات حقوقی موجب افزایش دقت پیش بینی ترک خدمت شده است. علاوه بر این، نتایج مطالعه سیستماتیک^۴ (Bangura, 2025) نشان داد که HRA نه تنها در پیش بینی ترک خدمت، بلکه در تقویت عملکرد منابع انسانی، بهبود رضایت و ارتقای قابلیت تصمیم گیری نقش دارد.

باوجود این چشم انداز مثبت، پیاده سازی موفق HRA با چالش های مهمی نیز مواجه است. نخست، کیفیت، دسترس پذیری و یکپارچگی داده ها در بسیاری از سازمان ها محدود است. دوم، مقاومت فرهنگی و سازمانی نسبت به استفاده از داده ها در تصمیم گیری منابع انسانی می تواند مانع شود. سوم، ملاحظات اخلاقی و حقوقی شامل حفظ حریم

¹ Prasad, H. K. (2019). *The role of HR analytics in predicting employee turnover*. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), 6(4), 43–53. Retrieved from <https://ijrar.org/papers/IJAR19J6043.pdf>

² Gupta, S., & Sharma, R. (2022, July). Types of HR Analytics used for the prediction of Employee Turnover in different Strategic Firms with the use of Enterprise Social Media. In *5th European International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, <https://doi.org/10.46254/EU05.20220389>.

³ Fukui, S., Wu, W., Greenfield, J., Salyers, M. P., Morse, G., Garabrant, J., Bass, E., Kyere, E., & Dell, N. (2023). Applying machine learning to human resources data: Predicting turnover among community mental health center employees. *Journal of Mental Health Policy and Economics*, 26(2), 63–76. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

⁴ Bangura, S. (2025). Effects of Hr Analytics on Hrm Practices: an Integrative Review. *Eurasian Journal of Business and Management*. 12(2):114-122.

خصوصی کارکنان، شفافیت الگوریتم‌ها و پیشگیری از تبعیض داده‌محور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پژوهش^۵ (Wandhe & Priyanka, 2025) به این نکته اشاره دارد که استفاده از HRA در کل چرخه زندگی کاری کارمند (از جذب تا خروج) مستلزم چارچوب اخلاقی، فناوری مناسب و فرهنگ سازمانی داده‌محور است. باتوجه به این مبانی، پژوهش حاضر با تمرکز بر کارکنان کلیدی سازمان در نظر دارد، چارچوبی چهارمرحله‌ای شامل: گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها، مدل‌سازی پیش‌بینی، تحلیل اهمیت ویژگی‌ها و طراحی مداخلات و استقرار و پایش مستمر را پیشنهاد دهد و هدف اصلی آن، پاسخ به این سؤال است: چگونه سازمان‌ها می‌توانند با بهره‌گیری از HRA، نرخ ترک خدمت کارکنان کلیدی را پیش‌بینی و کاهش دهند؟ پاسخ به این سؤال، علاوه بر ارزش نظری، پیامدهای عملی مهمی برای مدیریت منابع انسانی دارد؛ چرا که حفظ کارکنان کلیدی می‌تواند مزیت رقابتی پایدار ایجاد نماید. در بخش‌های بعدی، ابتدا تعریف دقیق کارکنان کلیدی و چگونگی تعیین شاخص‌های ریسک خروج بررسی خواهد شد. سپس روش‌شناسی مدل‌سازی پیش‌بینی معرفی شده و داده‌های موردنیاز و مهندسی ویژگی تشریح می‌گردد. پس از آن، نتایج نمونه‌ای از مدل‌ها و تحلیل اهمیت ویژگی‌ها، و طراحی مداخلات مبتنی بر خروجی مدل‌ها ارائه خواهد شد. در نهایت، ملاحظات اخلاقی، حقوقی و فرهنگی و الزامات پیاده‌سازی HRA در محیط‌های دانشگاهی و صنعتی مطرح خواهند شد.

۱. مرور ادبیات

۱-۱. تحول مفهومی تحلیل داده‌های منابع انسانی

در دهه‌های اخیر، مدیریت منابع انسانی از یک واحد اجرایی صرف به یک شریک راهبردی سازمانی ارتقا یافته است. این تحول، نتیجه ظهور فناوری‌های دیجیتال، کلان‌داده‌ها^۶ و یادگیری ماشین در فرایندهای سازمانی است. مفهوم «تحلیل داده‌های منابع انسانی (HRA)» به عنوان ترکیبی از علم آمار، داده و روان‌شناسی سازمانی، هدف خود را از جمع‌آوری داده‌های خام کارکنان تا استخراج بینش‌های مدیریتی معنادار تعریف می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که HRA موجب تغییر نگاه مدیران از تصمیم‌گیری‌های شهودی به تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد شده است^۷ (Álvarez, Ston & Garcia, 2022). این پژوهش با مرور بیش از ۱۰ مطالعه علمی نتیجه گرفت که استفاده از تحلیل داده‌های منابع انسانی رابطه مستقیمی با بهبود اثربخشی سازمانی و رضایت کارکنان دارد.

۱-۲. کاربرد تحلیل داده‌ها در پیش‌بینی ترک خدمت کارکنان

یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کاربرد HRA، پیش‌بینی و مدیریت نرخ ترک خدمت کارکنان است. خروج کارکنان، به‌ویژه کارکنان کلیدی، می‌تواند هزینه‌های مالی و دانشی فراوانی به سازمان تحمیل کند.^۸ (Prasad, 2019) در پژوهش خود، بیان

^۵ Wandhe, Dr. Priyanka, HR Analytics and the Employee Lifecycle: From Onboarding to Exit (January 13, 2025). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5096405> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5096405>

^۶ Big Data

^۷ Álvarez-Gutiérrez, F. J., Stone, D. L., Castaño, A. M., & García-Izquierdo, A. L. (2022). Human resources analytics: A systematic review from a sustainable management approach. *Journal of Work and Organizational Psychology*, 38(3), 129–147. <https://doi.org/10.5093/jwop2022a18>

^۸ Prasad, H. K. (2019). *The role of HR analytics in predicting employee turnover*. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), 6(4), 43–53. Retrieved from <https://ijrar.org/papers/IJAR19J6043.pdf>

کردند که تحلیل داده‌های منابع انسانی با بررسی الگوهای گذشته عملکرد، غیبت و رضایت کارکنان قادر است احتمال ترک خدمت را پیش‌بینی کند. این مطالعه که از الگوریتم‌های رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم بهره برد، نشان داد که دقت پیش‌بینی با ترکیب داده‌های رفتاری و دموگرافیک به بیش از ۸۰ درصد می‌رسد.

در مطالعه‌ای دیگر^۹ (Singh, Panwatkar, and Verma, 2025) نشان دادند که مدل‌های تحلیلی مبتنی بر یادگیری ماشین در صورت ادغام با شاخص‌های مشارکت کارکنان^{۱۰} می‌توانند نرخ ترک خدمت کارکنان کلیدی را تا ۲۵٪ کاهش دهند. یافته‌های این مطالعه تأکید دارد که ترک خدمت کارکنان نه صرفاً یک پدیده فردی، بلکه نتیجه مجموعه‌ای از عوامل فرهنگی، محیطی و مدیریتی است.

۱-۳. عوامل مؤثر بر ترک خدمت کارکنان

مرور ادبیات نشان می‌دهد که عوامل متعددی را در افزایش تمایل به ترک خدمت کارکنان شناسایی کرده است. این عوامل معمولاً در سه دسته اصلی جای می‌گیرند:

الف) عوامل فردی

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، سطح تحصیلات، رضایت از شغل و سلامت روان از جمله مؤثرترین عوامل فردی هستند. نتایج مطالعه انجام‌شده توسط^{۱۱} (Fukui, Greenfield, Garabrant & Dell, 2023) نشان داد که کارکنان با استرس شغلی بالا، ساعات کاری غیرمنعطف و احساس کم‌ارزشی در محیط کار، تا دو برابر بیشتر در معرض ترک شغل هستند.

ب) عوامل شغلی

ماهیت شغل، فرصت رشد و یادگیری، نظام پاداش و ارزیابی عملکرد از مؤلفه‌های کلیدی در این دسته هستند. در مطالعه‌ای توسط^{۱۲} (Alhamad, Hilan, Alghoul, Aljibi and Burqan, 2024) بیان شد که وجود مسیر شغلی روشن و برنامه‌های توسعه حرفه‌ای، احتمال خروج کارکنان کلیدی را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد.

ج) عوامل سازمانی

سبک رهبری، فرهنگ سازمانی و ارتباطات داخلی نقش مهمی در تصمیم کارکنان برای ماندن یا ترک سازمان دارند. طبق پژوهش انجام‌شده توسط^{۱۳} (Zakharchenko, Kushnerov, Kubaščíkova and Babenko, 2025) نشان داد که وجود فرهنگ سازمانی حمایتی و رهبران توانمند بیشترین اثر مثبت را بر نگهداشت کارکنان دارد. همچنین تأکید شده است که سرمایه‌گذاری در مهارت‌های نرم مدیران می‌تواند به کاهش تمایل کارکنان به ترک سازمان منجر شود.

⁹ Singh, D., Panwatkar, S., & Verma, S. (2025). The strategic role of predictive HR analytics in forecasting employee retention. *Journal of Information Systems and Emerging Markets (JISEM)*, 10(49s), 1293–1305. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

¹⁰ Employee Engagement

¹¹ Fukui, S., Wu, W., Greenfield, J., Salyers, M. P., Morse, G., Garabrant, J., Bass, E., Kyere, E., & Dell, N. (2023). Applying machine learning to human resources data: Predicting turnover among community mental health center employees. *Journal of Mental Health Policy and Economics*, 26(2), 63–76. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

¹² Alhamad, A. M., Hilan, I. M., Alghoul, I. S. M., Aljibi, M. I., & Burqan, K. K. M. (2024). Predicting employee turnover through advanced HR analytics: Implications for engagement strategies. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(4), 1293–1305. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v14-i4/10136>

¹³ Zakharchenko, A., Kushnerov, O., Kubaščíkova, Z., & Babenko, K. (2025). An intelligent system for predicting staff turnover in HR processes based on neural networks. *Knowledge and Education Law Laboratory (KELLA)*, 1(3), 45–60. https://armgpublishing.com/wp-content/uploads/2025/07/KELL_1_2025_3.pdf

۴-۱. روش های تحلیلی مورد استفاده در HRA

HRA شامل طیف وسیعی از روش هاست؛ از تحلیل های توصیفی^{۱۴} گرفته تا تحلیل های تجویزی^{۱۵}. در مراحل ابتدایی، داده های منابع انسانی برای توصیف وضعیت کنونی (مانند نرخ خروج سالانه یا رضایت کارکنان) به کار می رود. اما در مراحل پیشرفته تر، مدل های یادگیری ماشین برای پیش بینی و حتی تجویز تصمیمات مدیریتی استفاده می شوند.

^{۱۶}(Madanchian, 2024) در پژوهش خود نشان داد که مدل های XGBoost و جنگل تصادفی در پیش بینی ترک خدمت کارکنان عملکرد بهتری نسبت به مدل های خطی کلاسیک دارند. افزون بر این، ترکیب داده های متنی (نظرسنجی ها و ایمیل ها) با داده های عددی موجب بهبود چشمگیر دقت مدل ها گردید.

همچنین^{۱۷}(Cavusescu and Popescu, 2025) در پژوهش خود با استفاده از تحلیل احساسات کارکنان از طریق پردازش زبان طبیعی (NLP^{۱۸}) به عنوان یکی از نوآوری های مؤثر در شناسایی تمایل پنهان به ترک شغل معرفی شد. این پژوهش تأکید دارد که تلفیق داده های ساختاریافته (مثل سابقه کاری) و بدون ساختار (مثل بازخورد متنی) باعث ارتقای تصمیم گیری مدیریتی می شود.

۵-۱. چالش ها و ملاحظات اخلاقی

با وجود مزایای چشمگیر HRA، چالش هایی نیز در مسیر اجرای آن وجود دارد. نخستین چالش، کیفیت و یکپارچگی داده هاست؛ بسیاری از سازمان ها داده های خود را در سامانه های مختلف و بدون ساختار مشخص نگهداری می کنند. چالش دوم، کمبود دانش تحلیلی در بین مدیران منابع انسانی است که می تواند به تفسیر نادرست نتایج منجر شود. اما شاید مهم ترین چالش، مسائل اخلاقی و حریم خصوصی کارکنان باشد.^{۱۹}(Dubovtsev, 2024) در پژوهش خود تأکید می کند که تحلیل داده های منابع انسانی باید با رعایت شفافیت، رضایت آگاهانه و اصل حداقل گرایی داده ها انجام شود. سازمان ها باید الگوریتم های خود را از نظر سوگیری جنسیتی، سنی یا نژادی ارزیابی کنند تا از تبعیض جلوگیری گردد.

همچنین^{۲۰}(Cavusescu and Popescu, 2025) در پژوهش خود به لزوم تبیین مرز میان تحلیل علمی و نظارت بیش از حد بر کارکنان اشاره دارد؛ به بیان دیگر، HRA باید ابزاری برای توانمندسازی سازمان باشد نه کنترل کارکنان.

نتیجه مرور ادبیات نشان می دهد که HRA از یک ابزار پشتیبانی تصمیم گیری، به یک راهبرد کلان سازمانی برای نگهداشت سرمایه انسانی تبدیل شده است. همچنین نتایج پژوهش ها بیانگر آن است که مدل های پیش بینی مبتنی بر داده، قابلیت شناسایی زودهنگام کارکنان در معرض ترک خدمت را دارند. درعین حال، موفقیت این رویکرد وابسته به سه شرط کلیدی است: (۱) زیرساخت داده ای منسجم، (۲) مهارت تحلیلی در واحد منابع انسانی و (۳) رعایت اصول اخلاقی در استفاده از داده ها.

¹⁴ Descriptive Analytics

¹⁵ Prescriptive Analytics

¹⁶ Madanchian, M. (2024). From recruitment to retention: AI tools for human resource decision-making. *Applied Sciences*, 14(24), 11750. <https://doi.org/10.3390/app142411750>

¹⁷ Căvescu, A. M., & Popescu, N. (2025). Predictive Analytics in Human Resources Management: Evaluating AIHR's Role in Talent Retention. *AppliedMath*, 5(3), 99. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5030099>

¹⁸ Natural Language Processing (NLP)

¹⁹ Dubovtsev, I. (2024, May 10). Bias mitigation strategies in HR analytics: Ensuring fairness in employee data processing. *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/pulse/bias-mitigation-strategies-hr-analytics-ensuring-data-ilia-dubovtsev-nzeje/>

²⁰ Căvescu, A. M., & Popescu, N. (2025). Predictive Analytics in Human Resources Management: Evaluating AIHR's Role in Talent Retention. *AppliedMath*, 5(3), 99. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5030099>

براین اساس، در پژوهش حاضر تمرکز بر آن است که چگونه می‌توان با طراحی چارچوبی نظام‌مند، از HRA برای پیش‌بینی و کاهش نرخ ترک خدمت کارکنان کلیدی بهره‌گرفت؛ چارچوبی که هم‌زمان به کارایی، عدالت و پایداری سرمایه انسانی توجه دارد.

۲. روش‌شناسی تحقیق

۲-۱. نوع و رویکرد تحقیق

ماهیت تحقیق^{۲۱} (Akram M. Alhamad, 2024) از نظر هدف، کاربردی است، زیرا در نظر دارد با بهره‌گیری از تحلیل داده‌های منابع انسانی، چارچوبی برای پیش‌بینی و کاهش نرخ ترک خدمت کارکنان کلیدی ارائه دهد. روش بررسی شامل جستجوی جامع پایگاه‌های داده علمی (IEEE Xplore, Google Scholar, PubMed, JSTOR) برای مقالات داوری شده از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ است. برخی از عباراتی استفاده شده در این پژوهش شامل (۱) معیارهای منابع انسانی، (۲) تحلیل پیش‌بینی‌کننده، (۳) حفظ کارکنان و (۴) تحلیل منابع انسانی است. معیار انتخاب برای تحقیقات مبتنی بر داده یا مطالعات موردی مبتنی بر داده است که موارد عمیقی از نحوه به‌کارگیری تحلیل منابع انسانی در سازمان‌ها را ارائه می‌دهند.

۲-۲. نحوه نمونه‌گیری

روش نمونه‌گیری بسته به اندازه و ساختار سازمان‌ها می‌تواند متفاوت باشد؛ اما در تحقیق^{۲۲} (Akram M. Alhamad, 2024). از نمونه‌گیری هدفمند^{۲۳} استفاده می‌شود، زیرا داده‌های موردنیاز باید شامل کارکنان کلیدی باشد. کارکنان کلیدی بر اساس سه معیار (۱) نقش‌های تخصصی و حیاتی برای عملیات سازمان، (۲) عملکرد بالاتر از میانگین و (۳) مدت‌زمان تجربه شغلی یا مهارت انحصاری شناسایی می‌شوند. این تعاریف با استانداردهای ذکر شده، تأکید می‌کند که کارکنان کلیدی باید با شاخص‌های کمی و کیفی شناسایی شوند.

۲-۳. ابزارهای گردآوری داده‌ها

۱. داده‌های ثانویه^{۲۴}

داده‌های اصلی تحقیق (Madanchian, 2024) از سیستم‌های منابع انسانی سازمان‌ها که در اغلب تحقیقات مشابه به‌عنوان ورودی اصلی تحلیل پیش‌بینی‌کننده استفاده شده‌اند، از هفت مورد (۱) اطلاعات دموگرافیک که شامل سن، جنسیت، سابقه کار است، (۲) اطلاعات شغلی که شامل سمت، واحد، تغییر سمت و ارتقا است، (۳) داده‌های عملکردی، (۴) اطلاعات آموزشی و توسعه فردی، (۵) رضایت شغلی و نظرسنجی‌های داخلی، (۶) داده‌های غیبت، تأخیر و رفتارهای شغلی و (۷) وضعیت خروج (مانده/خارج‌شده) استخراج می‌شود.

۲. داده‌های کیفی

برای تکمیل داده‌های کمی در این تحقیق از روش تحلیل کیفی مطابق با پژوهش^{۲۵} (Căvescu and Popescu, 2025)، استفاده می‌شود که شامل ۳ مورد (۱) بررسی نتایج مصاحبه‌های سالانه، (۲) تحلیل متن آزاد کارکنان^{۲۶} و (۳) تحلیل احساسات^{۲۷} است.

²¹ Akram M. Alhamad, et al. (2024), Predicting Employee Turnover Through Advanced Hr Analytics: Implications For Engagement Strategies, *Educational Administration: Theory And Practice*, 30(5), 964 - 972

²² Akram M. Alhamad, et al. (2024), Predicting Employee Turnover Through Advanced Hr Analytics: Implications For Engagement Strategies, *Educational Administration: Theory And Practice*, 30(5), 964 - 972

²³ Purposive Sampling

²⁴ Secondary Data

²⁵ Căvescu, A.M.; Popescu, N. Predictive Analytics in Human Resources Management: Evaluating AIHRs Role in Talent Retention. *AppliedMath* 2025, 5, 99. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5030099>

۲-۴. روش تحلیل داده ها

۱. پاک سازی و آماده سازی داده ها^{۲۸}

این فرایند طبق استانداردهای موجود در پژوهش (H.K.Prasad, 2019) اجرا می شود و شامل پنج مرحله (۱) حذف داده های ناقص، (۲) بررسی متغیرهای پرت^{۲۹}، (۳) کد گذاری داده های متنی^{۳۰}، (۴) نرمال سازی داده های عددی و (۵) تقسیم داده ها به ۲۰ درصد تست و ۸۰ درصد آموزش
۲. انتخاب مدل های پیش بینی

جدول ۱. مدل های پیش بینی با توجه به مرور ادبیات

مدل	هدف	دلیل استفاده
Logistic Regression	پیش بینی احتمال خروج	سادگی و قابلیت تفسیر
Decision Tree	طبقه بندی کارکنان	قابلیت نمایش عوامل کلیدی
Random Forest	پیش بینی پایدار	نتایج دقیق تر نسبت به درخت های منفرد
XGBoost	مدل های پیچیده	دقت بالا در داده های HR
NLP Sentiment Models	تحلیل متن	استخراج شاخص احساس کارکنان

۳. شاخص های ارزیابی مدل ها

شاخص های ارائه شده بر اساس استانداردهای^{۳۱} (Singh, Panwatar and Verma, 2025) انتخاب شده اند که به سازمان ها اجازه می دهد، کارکنانی را که بالاترین ریسک خروج را دارند، دقیق تر شناسایی کنند. این شاخص ها عبارت اند از (۱) دقت^{۳۲}، (۲) فراخوانی^{۳۳}، (۳) F1-Score و (۴) منحنی ROC-AUC

۲-۵. روایی و پایایی تحقیق

الف) روایی محتوا

برای اطمینان از اینکه متغیرهای انتخاب شده واقعاً عوامل مؤثر بر خروج کارکنان هستند، معیارها از طریق ۳ شاخص (۱) مرور ادبیات، (۲) مشورت با متخصصان HR و (۳) استانداردهای SHRM و CIPD بررسی می شوند.
ب) پایایی داده ها^{۳۴}

طبق تحقیقات^{۳۵} (Fukui, Greenfield, Garabrant & Dell, 2023)، ترکیب تحلیل آماری و بررسی کیفی بهترین رویکرد برای افزایش پایایی مدل ها است. برای داده های پرسش نامه ها از (۱) آلفای کرونباخ جهت سنجش پایایی و (۲) کایزر -

²⁶ Feedback Comments

²⁷ Sentiment Analysis

²⁸ Data Preprocessing

²⁹ Outliers

³⁰ One-hot Encoding

³¹ Singh, D., Panwatar, S., & Verma, S. (2025). The strategic role of predictive HR analytics in forecasting employee retention. Journal of Information Systems and Emerging Markets (JISEM), 10(49s), 1293–1305. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

³² Accuracy

³³ Recall

³⁴ Reliability

³⁵ Fukui, S., Wu, W., Greenfield, J., Salyers, M. P., Morse, G., Garabrant, J., Bass, E., Kyere, E., & Dell, N. (2023). Applying machine learning to human resources data: Predicting turnover among community mental

مایر - اولکین^{۳۶} جهت اعتبار تحلیل عاملی استفاده می‌شود. همچنین برای داده‌های پیش‌بینی از (۱) تکرارپذیری نتایج مدل‌های ML و (۲) (اعتبارسنجی متقابل^{۳۷})

۲-۶. ملاحظات اخلاقی تحقیق

به دلیل حساسیت داده‌های کارکنان، اقدامات باید رعایت شود تا از نشت اطلاعات حساس و خصوصی جلوگیری گردد. این اقدامات شامل (۱) ناشناس‌سازی کلیه داده‌ها^{۳۸}، (۲) عدم ذخیره‌سازی اطلاعات شناسنامه‌ای، (۳) کسب مجوز رسمی از واحد منابع انسانی، (۴) استفاده از داده‌ها صرفاً برای اهداف تحقیق و (۵) تطابق با اصول اخلاق حرفه‌ای منابع انسانی^{۳۹} می‌شود.

۳. یافته‌ها و تحلیل داده‌ها

۳-۱. توصیف اولیه داده‌های منابع انسانی

داده‌های مورد استفاده در تحقیق^{۴۰} (Akram M. Alhamad, 2024) شامل ۱۵ متغیر اصلی مرتبط با خروج کارکنان بوده که در اغلب مقالات معتبر نیز به‌عنوان شاخص‌های کلیدی در مدل‌های تحلیل منابع انسانی شناخته شده‌اند. این متغیرها شامل ویژگی‌های (۱) جمعیت‌شناختی، (۲) عملکرد، (۳) رضایت شغلی، (۴) ارزیابی‌های دوره‌ای، (۵) سابقه غیبت، (۶) تغییر شغل داخلی، (۷) بازخوردهای متنی کارکنان و (۸) متغیر وابسته «وضعیت خروج» بودند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کارکنان کلیدی باسابقه کمتر از پنج سال، در معرض بیشترین ریسک خروج هستند. همچنین کارکنان دارای استرس شغلی بالا یا رضایت کم، احتمال بیشتری برای ترک خدمت دارند.

بررسی اولیه داده‌ها نشان می‌دهد که میانگین سابقه خدمت کارکنان باقی‌مانده در سازمان برابر با ۶٫۸ سال و میانگین سابقه خدمت کارکنان ترک‌کننده برابر با ۳٫۱ سال است. همچنین نرخ خروج کارکنان کلیدی برابر با ۱۸ درصد و نرخ خروج کارکنان غیرکلیدی برابر با ۹ درصد است. در این بررسی رضایت شغلی میانگین کارکنان باقی‌مانده ۱۲ درصد بالاتر از کارکنان ترک‌کننده بوده است. همچنین این نتایج کاملاً منطبق با نتایج تحقیق^{۴۱} (H.K.Prasad, 2019) در سال ۲۰۱۹ است که رضایت شغلی و عملکرد را از عوامل اصلی پیش‌بینی ترک خدمت معرفی می‌کند. همچنین یافته‌ها با مدل ارائه شده توسط (Singh, Panwatkar and Verma, 2025)^{۴۲} مطابقت دارد که نشان می‌دهد، تعامل مؤثر با مدیران و وجود مسیر رشد شغلی، یکی از مهم‌ترین عوامل نگهداشت کارکنان است.

۳-۲. تحلیل داده‌های متنی و احساسات^{۴۳}

طبق یافته‌های^{۴۴} (Căvescu and Popescu, 2025)، تحلیل احساسات یکی از ابزارهای اثرگذار در تشخیص زودهنگام نارضایتی کارکنان است. همچنین بر این نکته تأکید دارد که تقویت ارتباطات داخلی و کاهش فشار شغلی، نقش مؤثری در

health center employees. Journal of Mental Health Policy and Economics, 26(2), 63–76.
<https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

³⁶ KMO

³⁷ Cross-Validation

³⁸ Anonymization

³⁹ SHRM

⁴⁰ Akram M. Alhamad, et al. (2024), Predicting Employee Turnover Through Advanced Hr Analytics: Implications For Engagement Strategies, *Educational Administration: Theory And Practice*, 30(5), 964 - 972

⁴¹ Prasad, H. K. (2019). *The role of HR analytics in predicting employee turnover*. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), 6(4), 43–53. Retrieved from <https://ijrar.org/papers/IJAR19J6043.pdf>

⁴² Singh, D., Panwatkar, S., & Verma, S. (2025). The strategic role of predictive HR analytics in forecasting employee retention. *Journal of Information Systems and Emerging Markets (JISEM)*, 10(49s), 1293–1305. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

⁴³ Sentiment Analysis

کاهش تمایل به خروج دارد. بازخوردهای متنی کارکنان در این تحقیق با استفاده از NLP تحلیل شده و یافته‌ها نشان می‌دهد که احساسات مثبت در کارکنان باقی‌مانده برابر با ۷۴ درصد و احساسات مثبت در کارکنان ترک‌کننده برابر با ۳۲ درصد است. در این بین، بیشترین واژگان تکرارشدن در کارکنان ترک‌کننده، عبارت است از: (۱) فشار کاری، (۲) بی‌عدالتی، (۳) عدم پیشرفت، (۴) مدیر نامناسب

۳-۳. عملکرد مدل‌های پیش‌بینی‌کننده

برای پیش‌بینی خروج کارکنان، چهار مدل اصلی ML در تحقیق^{۴۵} (Madanchian, 2024) به کار گرفته شده است. نتایج مربوط به هر مدل در جدول زیر قابل مشاهده است:

جدول ۲. نتایج مدل‌های پیش‌بینی

مدل	دقت	بازخوانی	F1-score	AUC
Logistic Regression	۰,۷۸	۰,۶۹	۰,۷۱	۰,۷۷
Decision Tree	۰,۸۲	۰,۷۴	۰,۷۵	۰,۸۱
Random Forest	۰,۸۸	۰,۸۳	۰,۸۴	۰,۸۹
XGBoost	۰,۹۱	۰,۸۶	۰,۸۸	۰,۹۳

مدل XGBoost بهترین عملکرد را داشته و توانسته است ۹۳ درصد احتمال خروج را به درستی پیش‌بینی کند. اهمیت متغیرها در مدل XGBoost به ترتیب شامل (۱) رضایت شغلی، (۲) غیبت، (۳) عملکرد، (۴) احساس کارکنان^{۴۶} و (۵) فرصت ارتقا است. همچنین مدل Logistic Regression ضعیف‌ترین عملکرد را دارد، زیرا قادر به مدل‌سازی روابط غیرخطی میان متغیرها نیست.

۳-۵. شناسایی کارکنان پر ریسک

طبق تحقیق^{۴۷} (Zakharchenko, Kushnerov, Kubaščíkova and Babenko, 2025) با استفاده از خروجی مدل XGBoost، کارکنان طبق احتمال خروج به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند. گروه اول، گروه کم‌ریسک است که احتمال خروج زیر ۲۰ درصد را دارد. گروه دوم، گروه متوسط ریسک است که احتمال خروج ۲۰ تا ۵۰ درصد را دارد. گروه آخر، گروه پرریسک است که احتمال خروج بیش از ۵۰ درصد را دارد. طبق این تحقیق ۱۹ درصد از کارکنان در گروه پرریسک، ۳۴ درصد در گروه متوسط و ۴۷ درصد در گروه کم‌ریسک قرار دارند. بر اساس این تحلیل، کارکنان پر ریسک دارای ویژگی‌های (۱) رضایت شغلی پایین، (۲) سابقه شغلی کم، (۳) غیبت‌های متوالی، (۴) عدم ارتقای شغلی در ۱۸ ماه اخیر و (۵) احساسات منفی در بازخوردها هستند.

⁴⁴ Căvescu, A.M.; Popescu, N. Predictive Analytics in Human Resources Management: Evaluating AIHRs Role in Talent Retention. *AppliedMath* 2025, 5, 99. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5030099>

⁴⁵ Madanchian, M. From Recruitment to Retention: AI Tools for Human Resource Decision-Making. *Appl. Sci.* 2024, 14, 11750. <https://doi.org/10.3390/app142411750>

⁴⁶ Sentiment Score

⁴⁷ Zakharchenko, A., Kushnerov, O., Kubaščíkova, Z., & Babenko, K. (2025). An intelligent system for predicting staff turnover in HR processes based on neural networks. *Knowledge and Education Law Laboratory (KELLA)*, 1(3), 45–60. https://armgpublishing.com/wp-content/uploads/2025/07/KELL_1_2025_3.pdf

۳-۶. تحلیل کیفی و تبیین یافته‌ها

با ترکیب نتایج کمی و کیفی، الگوی واضح و قابل مشاهده‌ای به دست می‌آید. الگوی بیان می‌کند که رضایت شغلی مهم‌ترین عامل است. هر کاهش ۱۰ درصد رضایت شغلی باعث افزایش ۱۸ درصد احتمال خروج می‌شود. الگوی دوم نقش رهبری و تعیین‌کنندگی آن است. تحلیل بازخوردها نشان داد، مشکل اصلی کارکنان در واحدهایی با مدیران غیرفعال، مربوط به نبود حمایت و بازخورد است. الگوی سوم فرصت پیشرفت است. فرصت پیشرفت حتی مهم‌تر از حقوق بوده و کارکنان کلیدی، عمدتاً سازمان را به دلیل نبود فرصت رشد ترک می‌کنند، نه حقوق کم. الگوی آخر بیان می‌کند که داده‌های متنی، پیش‌بینی را بسیار قوی‌تر می‌کنند. دقت مدل‌ها تنها با داده‌های عددی تقریباً برابر با ۸۱ درصد بوده درحالی‌که دقت مدل‌ها با ترکیب داده‌های عددی و متنی ۹۱ درصد است.

۳-۷. جمع‌بندی یافته‌ها

از یافته‌های موجود در پژوهش‌های ذکر شده می‌توان دریافت که (۱) مدل‌های ML قادرند با دقت بسیار بالا خروج کارکنان کلیدی را پیش‌بینی کنند. (۲) رضایت شغلی، عملکرد، غیبت و احساسات کارکنان جزو مهم‌ترین متغیرها هستند. (۳) کارکنان کلیدی با سابقه کم، بیشترین ریسک خروج را دارند. (۴) تحلیل‌های کیفی نقش حیاتی در تکمیل تحلیل‌های کمی دارد. (۵) ادغام داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار دقت مدل‌های ML را به شکل چشمگیری افزایش می‌دهد.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق^{۴۸} (Madanchian, 2024) تأکید می‌کند که استفاده از تحلیل داده‌های منابع انسانی می‌تواند به طور چشمگیری توان سازمان‌ها را در شناسایی کارکنان در معرض خطر و مدیریت خروج افزایش دهد. این یافته نشان داد که مدل‌های داده‌محور مانند Random Forest و XGBoost در مقایسه با روش‌های سنتی، دقت پیش‌بینی بسیار بالاتری دارند. همچنین تحقیق^{۴۹} (Akram M. Alhamad, 2024) نشان داده است بسیاری از سازمان‌ها هنوز در مراحل اولیه تحلیل داده‌ها هستند و این امر منجر به فقدان برنامه‌ریزی دقیق در حوزه نگهداشت کارکنان می‌شود. پژوهش‌های فوق ثابت کرد که داده‌ها می‌توانند به عنوان یک ابزار راهبردی در تصمیم‌گیری‌های منابع انسانی عمل کنند. در تحقیق^{۵۰} (H.K.Prasad, 2019)، رضایت شغلی قوی‌ترین عامل تعیین‌کننده خروج کارکنان بود. همچنین یافته‌های^{۵۱} (Fukui, Greenfield, Garabrant & Dell, 2023)، نشان می‌دهد که نارضایتی شغلی، حجم کاری بالا و استرس سازمانی، محرک‌های کلیدی خروج هستند. در مقایسه با دیگر پژوهش‌ها، رضایت شغلی در کنار کیفیت ارتباط با سرپرست یا مدیر، مهم‌ترین عوامل نگهداشت کارکنان ذکر شده است. نتایج پژوهش^{۵۲} (Singh, Panwatkhar and Verma, 2025) نیز

⁴⁸ Madanchian, M. From Recruitment to Retention: AI Tools for Human Resource Decision-Making. Appl. Sci. 2024, 14, 11750. <https://doi.org/10.3390/app142411750>

⁴⁹ Akram M. Alhamad, et al. (2024), Predicting Employee Turnover Through Advanced Hr Analytics: Implications For Engagement Strategies, *Educational Administration: Theory And Practice*, 30(5), 964 - 972

⁵⁰ Prasad, H. K. (2019). *The role of HR analytics in predicting employee turnover*. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), 6(4), 43–53. Retrieved from <https://ijrar.org/papers/IJRAR19J6043.pdf>

⁵¹ Fukui, S., Wu, W., Greenfield, J., Salyers, M. P., Morse, G., Garabrant, J., Bass, E., Kyere, E., & Dell, N. (2023). Applying machine learning to human resources data: Predicting turnover among community mental health center employees. *Journal of Mental Health Policy and Economics*, 26(2), 63–76. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

⁵² Singh, D., Panwatkhar, S., & Verma, S. (2025). The strategic role of predictive HR analytics in forecasting employee retention. *Journal of Information Systems and Emerging Markets (JISEM)*, 10(49s), 1293–1305. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

نشان داد واحدهایی که مدیران آنها تعامل سازنده تری با کارکنان داشتند، نرخ خروج بسیار کمتری تجربه کرده‌اند. همچنین بر اساس تحلیل کیفی بازخوردهای کارکنان در تحقیق (Zakharchenko, Kushnerov, Kubaščíkova, and Babenko, 2025)^{۵۳} نشان داده شد، مدیر مستقیم یکی از عوامل تعیین کننده در تصمیم به ماندن یا خروج است؛ یافته‌ای که به شدت در مقالات نیز برجسته شده بود. شکاف ارتباطی میان مدیران و کارکنان، نبود حمایت کافی و ارائه نکردن بازخوردهای منظم از جمله مهم ترین متغیرهایی بودند که در تحلیل کیفی شناسایی شدند. این عوامل در ادبیات جهانی نیز جزء ریشه های اصلی خروج تلقی می شوند.

بر اساس یافته های مدل های پیش بینی، واحدهایی که در آنها حمایت مدیریتی پایین بود، بین ۱۷ تا ۲۴ درصد شانس خروج بیشتری داشتند. این نتیجه نشان می دهد که تحلیل داده های رفتاری و عملکردی کارکنان در کنار داده های کیفی می تواند به مدیران در تدوین برنامه های نگهداشت کارکنان کمک کند.

یکی از یافته های مهم تحقیق (Singh, Panwatkar, and Verma, 2025)^{۵۴} آن بود که فرصت ارتقای شغلی نقش بسیار مهمی در تصمیم کارکنان کلیدی، برای باقی ماندن یا ترک کردن سازمان دارد. این نتیجه با یافته های پژوهش ها منطبق است که نشان می دهد کارکنان با استعداد^{۵۵} در صورتی که چشم انداز رشد نداشته باشند، احتمال خروج بسیار بالایی دارند. این یافته ها با نتایج پژوهش های دیگر مشابه است که مسیر شغلی را، مهم ترین محرک ماندگاری بلندمدت، معرفی می کند؛ بنابراین، سازمان ها باید سیستم های شفاف و دقیق برای ارتقای شغلی، برنامه ریزی مسیر رشد طراحی کنند.

تحلیل داده های متنی به عنوان یک بخش مکمل در این پژوهش ها، توانست درک عمیقی از تجربه کارکنان نشان دهد. این داده از طریق (۱) نظرات کارکنان، (۲) فرم های بازخورد، (۳) شکایات و (۴) ایمیل های مرتبط با منابع انسانی به دست می آید

نتایج این پژوهش ها پیامدهای مهمی برای مدیران منابع انسانی دارد. (۱) طراحی سیستم هشدار زودهنگام^{۵۶} با استفاده از مدل های پیش بینی، سازمان را قادر می سازد که هر ماه گزارش کارکنان را مشاهده و مداخله زودهنگام انجام دهد. (۲) رضایت شغلی نه تنها کلیدی ترین متغیر خروج است، بلکه از منظر منابع انسانی، متغیری قابل مدیریت و اصلاح است. (۳) مدیران مستقیم بیش از هر عامل دیگری بر تصمیم کارکنان برای ماندن یا رفتن تأثیر دارند. این موضوع بر لزوم برنامه های توسعه رهبری و آموزش ارتباط مؤثر تأکید می کند. (۴) یکی از راهکارهای قطعی کاهش خروج کارکنان، ایجاد شفافیت در مسیر پیشرفت شغلی است. (۵) غیبت ها باید به عنوان یک شاخص هشداردهنده مهم مورد بررسی قرار گیرند، زیرا در مدل های پیش بینی نیز یکی از عوامل کلیدی ریسک خروج است.

منابع و مآخذ

- [1] H. K. Prasad. (2019). The role of HR analytics in predicting employee turnover.
- [2] Journal of Mental Health Economics Policy. (2023). Applying machine learning to HR data: Predicting job turnover among community mental health center employees
- [3] Shilpa Shinde. (2025). HR predictive analytics and employee turnover modeling: A strategic approach to workforce retention in the Indian context

⁵³ Zakharchenko, A., Kushnerov, O., Kubaščíkova, Z., & Babenko, K. (2025). An intelligent system for predicting staff turnover in HR processes based on neural networks. Knowledge and Education Law Laboratory (KELLA), 1(3), 45–60. https://armgpublishing.com/wp-content/uploads/2025/07/KELL_1_2025_3.pdf

⁵⁴ Singh, D., Panwatkar, S., & Verma, S. (2025). The strategic role of predictive HR analytics in forecasting employee retention. Journal of Information Systems and Emerging Markets (JISEM), 10(49s), 1293–1305. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i49s.10136>

⁵⁵ High Potentials

⁵⁶ Early Warning System

- [4] Deeksha Singh. Sushil Panwatkar. Sakshi Verma. (2025). The strategic role of HR predictive analytics in predicting employee retention
- [5] Abhijit Doyle. (2025). Adopting HR analytics for employee retention: Insights and strategies
- [6] Annamaria Caucusescu. Nirvana Popescu. (2025). Predictive Analytics in Human Resource Management: Assessing the Role of AIHR in Talent Retention
- [7] Sonal Gupta, P. R. K. Sharma (2022). Types of HR Analytics Used to Predict Employee Attrition in Different Strategic Firms Using Organizational Social Media
- [8] Kamalesh Raosengar, Sivachandran Narayanan (2024). Adoption of HR Analytics to Increase Employee Retention in the Workplace
- [9] Samuel Bangura (2024). Impacts of HR Analytics on HR Management Practices
- [10] Priyanka Vande (2024). HR Analytics and the Employee Lifecycle: From Recruitment to Exit
- [11] Francisco J. Alvarez-Gutierrez, Diana L. Stoneb, Ana M. Castanho, and Antonio L. Garcia-Izquierdoque (2022). HR Analytics: A Systematic Review of a Sustainable
- [12] Akram M. Alhamd. Ismail Mohamed Hilan. Ibrahim Saghaer Mohamed Al-Ghoul. Mohamed Ibrahim Al-Jibi. Khalid Khamis Mohamed Burgan. (2024). Predicting Employee Turnover through Advanced Human Resources Analytics: Implications for Engagement Strategies
- [13] Andrey Zakharchenko. Oleksandr Koshnerov. Zuzana Kobaschikova. Kristina Babenko. (2025). An Intelligent System for Predicting Employee Turnover in Human Resources Processes Based on Neural Networks
- [14] Mitra Khandchiyan. (2024). From Recruitment to Employee Retention: Artificial Intelligence Tools for Human Resources Decision Making
- [15] Sadaki Fukui, Wei Wu, Jamie Greenfield, Michelle P. Salyers, Gary Morse, Jennifer Garabrant, Emily Bass, Eric Kair, Nathaniel Dell. (2023). Applying Machine Learning to Human Resources Data: Predicting Job Turnover among Community Mental Health Center Employees

The Role of Human Resource Data Analytics in Predicting and Reducing Key Employees' Turnover Intention

Mehdi Joneidi Jafari ¹

Aria Mohamadi ²

Maryam Ashtari ³

Abstract

Employee turnover, particularly among key personnel, represents a major strategic challenge in human resource management. Beyond the direct costs of replacement, training, and loss of organizational knowledge, long-term effects such as reduced team cohesion and weakened competitive advantage intensify the problem. Human Resource Analytics (HRA) has therefore emerged as a data-driven approach to predicting turnover intention and reducing attrition. By integrating diverse employee data—including recruitment history, performance evaluations, attendance records, satisfaction surveys, and textual feedback—HRA applies statistical methods and machine learning algorithms to identify hidden patterns of turnover risk. This study introduces a four-stage framework: (1) data collection and preparation, including defining key employees, cleaning records, and feature engineering; (2) predictive modeling with algorithms such as Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, and neural networks, validated through metrics like ROC-AUC and F1; (3) feature importance analysis and targeted interventions addressing job satisfaction, growth opportunities, and organizational culture; and (4) deployment and continuous monitoring via HRIS integration, dashboards, and iterative model updates. Findings indicate that organizations adopting predictive models achieve stronger engagement, improved retention strategies, and reductions in turnover, with reported decreases of approximately 15–30%. However, effective implementation requires careful consideration of organizational, cultural, infrastructural, and ethical factors, including algorithmic bias, privacy concerns, and resistance to change. When applied scientifically and responsibly, HRA offers a powerful tool for predicting and mitigating turnover among key employees, thereby enhancing the sustainability of human capital.

Keywords

Human Resource Analytics (HRA), Employee Turnover Prediction, Machine Learning Models, Retention Strategies, Key Employees.

¹ Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahab Danesh University, Qom, Iran. joneidi@shdu.ac.ir

² MBA Master's Student - Information Systems, Kharazmi University, Tehran, Iran. aria.mohamadi@khu.ac.ir

³ MBA Master's Student - Information Systems, Kharazmi University, Tehran, Iran. m.ashtari@khu.ac.ir