





Human Resource Management Intelligence Pattern Based on Data Science and Machine Learning

- Mirali Seyednaghavi**  Professor, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
- Reyhaneh Forouzandeh Joonaghani**  * Ph.D. Student in Human Resource Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
- Vajhollah Ghorbanizadeh**  Associate Professor, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
- Mohammad Taghi Taghavifard**  Professor, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

In recent years, the capabilities of data science and machine learning have been able to make great contributions to the field of human resources management and beyond to the management of organizations with descriptive, diagnostic, predictive and prescriptive reports and analyses. In this regard, the purpose of the research is to examine the measures that have been taken so far in the field of human resource management intelligence. In order to answer these questions, a wide range of articles were extracted from reliable scientific databases and journals and analyzed based on a mixed method. In this method, qualitative and quantitative methods for data analysis were investigated at the same time. In the qualitative part, thematic analysis was used, and in the quantitative part, text mining was applied. In the qualitative section, 248 articles were identified and 78 articles were selected and coded using MAXQDA software to answer the questions. In the quantitative part, text mining analysis methods have been implemented using Python language, in which data preprocessing, wordcloud, word co-occurrences and Topic modeling are used. Based on the final pattern, managers of organizations and experts will be able to make intelligent systems

* Corresponding Author: r_forouzandeh@atu.ac.ir

How to Cite: Seyednaghavi, M, Forouzandeh Joonaghani, R., Ghorbanizadeh, V., Taghavifard., M T. (2022). Human Resource Management Intelligence Pattern Based on Data Science and Machine Learning, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 10(40), 265-310.

and software solutions to improve the quality of data-driven decision-making in the field of human resources and guide the activities of this field in line with the strategic goals.


Keywords: Human Resource Management Intelligence, Data Science, Machine Learning Algorithms, Data Analytics, Artificial Intelligence.






الگوی هوشمندی مدیریت منابع انسانی مبتنی بر علم داده و یادگیری ماشینی

استاد گروه مدیریت دولتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران


میرعلی سیدنقوی 

دانشجوی دکتری رشته مدیریت دولتی-گرایش مدیریت منابع انسانی،
دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران


فرورزنده جونقانی* 

ریحانه

دانشیار گروه مدیریت دولتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

وجه الله قربانی زاده 

استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

محمد تقی تقوی فرد 

چکیده

در سال های اخیر، توانمندی های علم داده و یادگیری ماشینی توانسته است با گزارش ها و تحلیل های توصیفی، تشخیصی، پیش بینی کننده و تجویزی کمک های شایانی به حوزه مدیریت منابع انسانی و فراتر از آن به راهبری سازمان داشته باشد. در این راستا هدف از انجام پژوهش، بررسی اقداماتی است که تاکنون در حوزه هوشمندی مدیریت منابع انسانی انجام شده است. برای پاسخ به سوالات تحقیق، طیف وسیعی از مقالات از پایگاه ها و مجلات معتبر علمی استخراج و بر اساس روش ترکیبی در هم تنیده (همزمان) مورد بررسی قرار گرفتند. در این روش به صورت همزمان روش کیفی و کمی برای تحلیل داده ها مورد بررسی قرار گرفت. در بخش کیفی تحلیل مضمون (تم) و در بخش کمی متن کاوی استفاده شده است. در بخش کیفی، ۲۴۸ مقاله استخراج و ۷۸ مقاله منتخب با استفاده از نرم افزار مکس کیودا، به منظور پاسخگویی به سوالات انتخاب و کدگذاری شدند. در بخش کمی نیز روش های تجزیه و تحلیل متن کاوی با استفاده از زبان پایتون پیاده سازی شده اند که در آن از پیش پردازش داده ها، ابر واژگان، هم رویدادی لغات و مدل سازی موضوعی بهره گرفته شده است. بر مبنای الگوی نهایی مدیران سازمان ها و خبرگان قادر خواهند بود تا نسبت به

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت دولتی گرایش مدیریت منابع انسانی دانشگاه علامه طباطبائی است.

* نویسنده مسئول: r_forouzandeh@atu.ac.ir

هوشمندسازی سیستم‌ها و راهکارهای نرم‌افزاری جهت بهبود کیفیت تصمیم‌گیری داده‌محور در حوزه منابع انسانی اقدام نمایند.

کلیدواژه‌ها: هوشمندی مدیریت منابع انسانی، علم داده، الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، تحلیل پیشرفته داده، هوش مصنوعی.



مقدمه

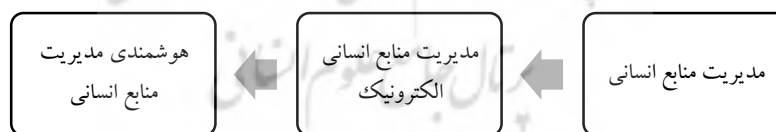
در هر سازمان، نیروی انسانی نقش کلیدی در موفقیت و به ثمر رسیدن اهداف دارد و هیچ سازمانی بدون توجه به کارکنان خود نمی تواند به ارائه خدمات و یا تولید محصولات بپردازد. برای اینکه بتوان مدیریت این افراد را به نحو مطلوب انجام داد، نیاز است از ابزارها و دانش های تخصصی این حوزه علمی یاری گرفت. فناوری که سال ها تمامی حوزه ها مانند پزشکی، نظامی، تولیدی و غیره را تحت تاثیر قرار داده است، هوش مصنوعی است که شامل شاخه های متعدد مانند رباتیک، تحلیل پیشرفته داده ها، تشخیص تصویر، تشخیص زبان غیره می باشد. تکامل سیستماتیک و دیجیتالی شدن، مدیریت منابع انسانی را نیز تحت تاثیر قرار داده است و توانسته در سال های اخیر در این حوزه یکی از روندهای اصلی تاثیر گذار باشد. یکی از دغدغه های سازمان ها این است که چگونه می توان از توانمندی های هوش مصنوعی در ارتقا و توسعه منابع انسانی استفاده کرد و این تغییر حیاتی به چه شکلی اتفاق می افتد؟ (Brock et al, 2019) در این پژوهش کاربردهای دو حوزه مهم علم داده و یادگیری ماشینی در هوشمندی مدیریت منابع انسانی بررسی شده است.

این مقاله به ذینفعان کمک می کند تا بینش هایی در مورد چگونگی تجربه هوشمندی مدیریت منابع انسانی ایجاد کند. به عنوان نمونه، این بینش سبب می شود که مدیران منابع انسانی قادر باشند که در مرحله استخدام و انتخاب از کانال های مختلف و با غربالگری هوشمندانه داوطلبین مناسب را در سازمان انتخاب و جذب کنند. این امر می تواند، انتخاب بر اساس ویژگی های استعداد های سازمانی باشد که از طریق تحلیل یادگیری ماشینی استخراج شده است. به همین صورت در حوزه مدیریت عملکرد از شاخص های عینی و مبتنی بر داده برای تصمیم گیری و ارزیابی افراد و به ویژه استعداد های سازمانی استفاده شود. در حوزه توسعه و آموزش افراد از طریق علم داده و یادگیری می توان هزینه های آموزش و توسعه های همگانی را کاهش داد و این کارکرد، را به سمت توسعه و آموزش های سفارشی و اثربخش تر سوق داد. در حوزه ترک خدمت و نگهداشت افراد نیز می توان از طریق هوشمندی مدیریت منابع انسانی، پیش بینی و اقدامات به موقع انجام شود.

با توسعه داده های تولید شده در حوزه منابع انسانی، تحلیل داده ها در بسیاری از مواقع برای یک فرد و حتی برای یک تیم زمان بر و در برخی موارد امکان پذیر نمی باشد. بنابراین ورود و به کارگیری علم داده و یادگیری ماشینی برای متخصصان حوزه مدیریت منابع امری اجتناب ناپذیر می باشد و در عصر هوشمندی از الزامات زیربنایی تصمیم گیری مناسب می باشد.

ادبیات پژوهش

مدیریت منابع انسانی با ظهور عصر اطلاعات با تلاش پیشگامانی مانند اولریچ^۱ (۱۹۹۷)، لاولر و ایلویت^۲ (۱۹۹۶) و دیگر نظریه پردازان وارد مرحله مدیریت منابع انسانی الکترونیکی^۳ شد (. (Zhang et al 2006, Ma et al 2015, Marler et al 2016) در این حوزه با کمک ابزار فناوری اطلاعات می تواند تغییراتی در حوزه ارتباطات کارکنان، نگهداری و ذخیره داده ها، مهارت های کارکنان، ارائه خدمات به نیروی انسانی ایجاد کنند که این موارد در دهه ۹۰ میلادی نادر بودند. در سال های اخیر با توسعه هوش مصنوعی و علم داده در مدیریت منابع انسانی، مدیریت منابع انسانی الکترونیکی وارد مرحله جدیدی شده است که می توان آن را هوشمندی منابع انسانی نامگذاری کرد (Marr 2019, Strohmeier et al 2015, Feinzig) (2018). در این مرحله از محاسبات شناختی و سایر توانمندی های حوزه هوش مصنوعی برای ایجاد تغییرات تدریجی در حوزه منابع انسانی به کار گرفته شده است.



شکل ۱. روند نامگذاری مدیریت منابع انسانی (Yabanci, 2019)

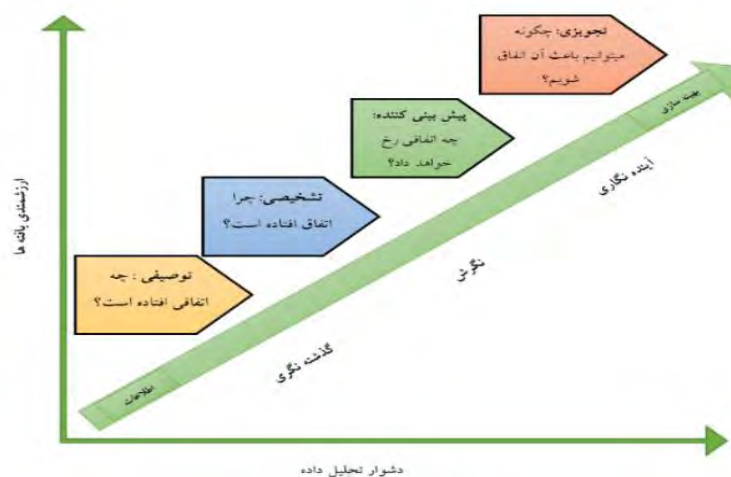
1. Ulrich, D.
2. Lawler and Elliot
3. e-HRM

همانطور که بیان شد هوش مصنوعی دارای حوزه ها و توانمندی های بسیار می باشد و آنچه در این مقاله به صورت عمیق واکاوی شده است مصادیق مربوط به علم داده و یادگیری ماشینی می باشد. یادگیری ماشینی به الگوریتم هایی اطلاق می شود که به مدل ها و استنباط های مبتنی بر پردازش داده ها و بدون استفاده از دستورالعمل های صریح تکیه دارند (Nasrabadi, 2007). الگوریتم های یادگیری ماشین برای پیش بینی یا تصمیم گیری بدون اینکه صریحاً برای انجام کار برنامه ریزی شده باشند، یک مدل ریاضی از داده های نمونه، معروف به "داده های آموزشی" ایجاد می کنند. این حوزه به عنوان زیر مجموعه ای از هوش مصنوعی در نظر گرفته شده است.

علم داده یک حوزه بین رشته ای است که از روش ها، فرآیندها، الگوریتم ها و سیستم های علمی برای استخراج دانش و بینش از داده های ساختاریافته و بدون ساختار استفاده می کند (Dhar 2013, Leek 2013) و دانش و بینش های عملی را از داده ها در طیف گسترده ای از حوزه های کاربردی به کار می گیرد و همچنین بسطی برای حوزه های تحلیل داده از قبیل تصمیم گیری، حل مساله، آمار، داده کاوی، متن کاوی، یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی می باشد. علم داده با داده کاوی، یادگیری ماشین و کلان داده مرتبط است.

موسسه گارتنر در سال ۲۰۱۲، طبقه بندی از انواع تحلیل های پیشرفته مبتنی بر داده در چهار سطح بر مبنای دشواری و ارزشمندی یافته های تحلیل داده ارائه کرده است که در شکل ۲ قابل مشاهده است.

پروژه نگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲. سطوح تحلیل های پیشرفته داده از منظر گارتنر (Gartner,2012)

در تحلیل های پیشرفته داده سطوح مختلف تحلیل وجود دارد که شامل موارد زیر می باشد:

۱. تحلیل توصیفی^۱: این سطح از تحلیل پیشرفته به دنبال پاسخگویی به سوال "چه اتفاقی افتاده است؟" می باشد. در این سطح از تحلیل بر اساس داده ها به توصیف وضع موجود پرداخته می شود.

۲. تحلیل تشخیصی^۲: پاسخ به این سؤال که "چرا چیزی اتفاق می افتد؟" با یک پله بالاتر رفتن از نردبان از تحلیلی توصیفی به سمت تحلیل تشخیصی ممکن است. تجزیه و تحلیل تشخیصی با اندازه گیری داده های تاریخی و مقایسه با سایر داده ها، نگاهی عمیقتر به آنها می اندازد و در نتیجه آنها را بهتر بررسی می کند.

۳. تحلیل پیش بینی کننده^۳: در این سطح از تحلیل پیشرفته به سوالات "چه اتفاقی خواهد افتاد؟" و "چرا اتفاق خواهد افتاد؟" و همچنین "چه کاری باید انجام داد و چرا باید انجام داد؟" پاسخ داده می شود (Lepeniotti et al,2020).

1. Descriptive Analytics
2. Diagnostic Analytics
3. Predictive Analytics

۴. تحلیل تجویزی^۱: تحلیل پیشرفته تجویزی با هدف ارایه (تجویز) بهترین گزینه های تصمیم گیری به منظور بهره گیری از آینده پیش بینی شده با استفاده از مقادیر زیادی از داده ها می باشد. برای انجام این کار، خروجی تحلیل پیشرفته پیش بینی و کاربردهای هوش مصنوعی، الگوریتم های بهینه سازی و سیستم های خبره در یک زمینه احتمالی به منظور ارایه تصمیمات سازگار، خودکار، محدود، وابسته به زمان و بهینه به کار گرفته می شوند (Basu, 2013).

بنابر آنچه نوشته شده است دامنه ای از هوش مصنوعی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته علم داده و یادگیری ماشینی می باشد که در خدمت هوشمندی مدیریت منابع انسانی می باشد. مدیریت منابع انسانی نیز دارای حوزه های مختلف می باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است مانند مدل های مدیریت منابع انسانی استراتژیک، ریسک کارکنان، استخدام و انتخاب، مدیریت عملکرد و ارزیابی کارکنان، آموزش و توسعه، جبران خدمات و مزایا، ترک خدمت، مدیریت استعدادها، توسعه مهارت های رهبری، روابط کار و موارد دیگر می باشد.

تحلیل پیشرفته منابع انسانی^۲ اهداف متعددی دارد. اولی جمع آوری و حفظ داده ها برای پیش بینی روندهای کوتاه مدت و بلندمدت در عرضه و تقاضای کارکنان در صنایع و مشاغل مختلف و کمک به سازمانهای جهانی برای اتخاذ تصمیمات مربوط به کسب، توسعه و حفظ بهینه سرمایه انسانی است (Kapoor et al, 2012). دوم ارایه یک سازمان با بینش هایی برای مدیریت موثر کارمندان به منظور دستیابی سریع و موثر به اهداف کسب و کار است (Hota et al 2010, Davenport et al 2013). سوم، برخی از پژوهشگران تاکید میکنند که هدف تحلیل پیشرفته منابع انسانی تاثیر مثبت بر اجرای موفق استراتژی سازمان است (Huselid, 2016, Van den Heuvel et al 2012, Kapoor et al 2012, 2018). به عبارت دیگر هوشمندی مدیریت منابع انسانی دارای مزایای بسیاری مانند کاهش هزینه های تصمیم گیری، بهره وری نیروی کار، کاهش زمان تصمیم گیری، توسعه مهارت های تحلیلی مدیران و کارشناسان

1. Prescriptive Analytics

2. HR Analytics, People Analytics, Workforce Analytics

منابع انسانی و کاهش تصمیم‌گیری‌های شهودی و ترکیب آن با تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده یا شواهد می‌باشد. بر اساس مطالعات در سال‌های اخیر در سازمان‌ها، استفاده از علم داده و یادگیری ماشینی در این زمینه افزایش یافته است، گرچه به دلیل الزامات این حوزه بسیاری از سازمان‌ها برای استفاده از این ابزار آمادگی ندارند ولی روند استفاده افزایشی می‌باشد به ویژه در شرکت‌های با سطح عملکرد بالا مانند آی بی ام، گوگل و آمازون از این فناوری بیشتر بهره گرفته اند.

پیشینه پژوهش

به کارگیری علم داده و یادگیری ماشینی در حوزه منابع انسانی در سال‌های اخیر دارای روند روبه‌رشدی می‌باشد. بر مبنای بررسی مقالات در این حوزه، می‌توان آن‌ها را به دو گروه تقسیم کرد:

گروه اول - مقالات مفهومی: در این دسته از مقالات به مرور مفاهیم مربوط به کارگیری تحلیل‌های پیشرفته و یادگیری ماشینی و نتایج این کاربردها می‌پردازد و همچنین برخی از مقالات به صورت سیستماتیک به مرور هوشمندی مدیریت منابع انسانی پرداخته است. در مقاله ای که توسط مارگاریتا^۱ (۲۰۲۱) و شته شده است به صورت سیستماتیک به بررسی عناوین مرتبط با تحلیل پیشرفته منابع انسانی پرداخته شده است که ۱۰۶ موضوع کلیدی شناسایی شده و این موضوعات در سه دسته شامل توانمندسازهای فنی و سازمانی، برنامه‌های کاربردی مربوط به تجویزی، پیش‌بینی‌کننده و توصیفی، ارزش‌های کارکنان و سازمان طبقه بندی شده است.

در مقاله ای دیگر با بررسی ۱۰۵ مقاله نمایه شده در اسکوپوس^۲ که به روش شبه سیستماتیک پرداخته است، نتیجه‌گیری به این صورت می‌باشد که در حوزه منابع انسانی استقبال خوبی از یادگیری ماشینی شده است ولی هنوز در مقدمه مسیر قرار دارد در حوزه استخدام و مدیریت عملکرد بیشترین کاربرد از یادگیری ماشینی شده است (Garg et al, 2021).

1. Margherita
2. Scopus

در مقاله دیگر با بررسی توانمندی های هوش مصنوعی در حوزه منابع انسانی، حوزه استخدام، مدیریت عملکرد و سایر حوزه ها را با نگاه جدیدی بررسی کرده است (Vrontis et al, 2021) و همچنین در مقاله ای دیگر بر شایستگی های متخصصان این زمینه تمرکز داشته است و با مقایسه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به این نتیجه رسیده است که در کشورهای توسعه یافته افراد متخصص حضور بیشتر و پررنگ تری دارند (Talerico, 2021).

در پژوهشی دیگر، تجزیه و تحلیل داده ها و تاثیر آنها در تصمیم گیری های دقیق و مبتنی بر شواهد نیز بررسی شده است و همچنین تأثیر استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی برای بهبود رفتار و عملکرد کارکنان تشریح شده است که این پژوهش همچنین بینش هایی را در مورد هوش مصنوعی ارائه می دهد که آغازگر عصر جدیدی در صنعت خواهد بود (Ramachandran et al, 2021)، همچنین استفاده از هوش مصنوعی و دیجیتالی شدن مدیریت منابع انسانی رابطه ای دو طرفه است که در مقاله ای توسط وتو و همکارانش مورد بررسی قرار گرفته است (Votto et al, 2021).

گروه دوم- مقالات فنی: این دسته از مقالات اشاره مستقیم به استفاده الگوریتم های مختلف یادگیری ماشینی در حوزه هایی مانند داده کاوی، متن کاوی و دیگر زمینه ها دارند. به عنوان نمونه می توان به استفاده از الگوریتم های بهینه سازی در بهبود عملکرد (Dong, 2021)، استفاده از ابزارها و تکنیک های تحلیل پیشرفته در مدیریت استعداد سازمانی (Saling et al, 2020)، استفاده از الگوریتم ها و مدل های ریاضی در حوزه جذب و استخدام افراد (Pessach et al, 2021)، اشاره کرد.

روش تحقیق^۱

پژوهش حاضر اکتشافی و از روش ترکیبی همزمان (درهم تنیده)^۲ استفاده شده است. طرح روش های ترکیبی همزمان متشکل از ترکیب همزمان روش های کمی و

1. Research Method

2. Mixed Methode

کیفی که هر یک از این روش ها به صورت مطالعاتی مجزا در یک طرح پژوهش واحد انجام می شود. در این پژوهش در بخش کمی از روش تحلیل داده متن کاوی استفاده شده است و در مطالعه کیفی، روش پژوهش تحلیل مضمون می باشد. بخش کمی، متن کاوی - در این بخش با استفاده از زبان پایتون و الگوریتم های متن کاوی، دانش و بینش نهفته در متون برای پاسخگویی به سوالات پژوهش و ابعاد توصیفی موضوع استخراج شد. در این بخش از الگوریتم های پیش پردازش و مدل سازی متن کاوی نیز بر روی متن مقالات نهایی به تفکیک عنوان، چکیده، بحث و تحلیل یافته ها و همچنین بصورت تجمیعی استفاده گردید و یافته های حاصل از آن در راستای تفسیر یافته های تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

۱. پیش پردازش^۱ و پالایش متون علمی مجموعه مقالات
 ۲. تحلیل فراوانی^۲ مهمترین لغات استفاده شده در مقالات
 ۳. ترسیم ابر واژگان کلیدی^۳ بر اساس میزان استفاده از لغات در متون علمی
 ۴. استخراج هم رویدادی لغات^۴ به منظور تحلیل همراستایی کاربرد آنها با حوزه های تخصصی مقالات
 ۵. پیاده سازی مدل سازی موضوعی^۵ و استخراج موضوعات کلیدی مقالات به منظور شناسایی روندهای بنیادی و نقاط تمرکز مقالات در حوزه تحلیل های پیشرفته و هوشمند در حوزه مدیریت منابع انسانی.
- بخش کیفی، تحلیل مضمون - در این روش پس از گردآوری مقالات، مضامین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. از آنجا که تحلیل مضمون، تحلیل کیفی است، پاسخ روشن و صریحی در مورد اینکه مقدار داده های مناسب و مورد نیاز چقدر است که بر وجود مضمون یا اطلاق آن دلالت نماید، وجود ندارد. به طور آرمانی، مضمون را می توان در چندین مورد

1. Text Preprocessing
2. Frequency Analysis
3. Word Cloud Diagram
4. Word Co-occurrences (n-Gram Analysis)
5. Topic Modeling

از مجموع داده‌ها مشاهده کرد. اما آنچه اهمیت دارد معنا و مفهوم مضمون است. بنابراین قضاوت پژوهشگر در رابطه با اینکه مضمون چیست، کاملاً ضروری است. پژوهشگر باید تا حدودی منعطف باشد زیرا پیروی صرف از قواعد در این خصوص کاربردی ندارد، ضمن اینکه هر مضمون لزوماً به معیارهای کمی بستگی ندارد بلکه به این بستگی دارد که تا چه میزان به یک چیز مهم در مورد پژوهش می‌پردازد (Braun et al 2006, Maroufi et al 2008). تحلیل مضمون دارای ۶ گام مشتمل بر موارد زیر می‌باشد:

مرحله اول: آشنایی با داده‌ها- در ابتدای تحلیل برای آشنایی با داده‌ها و گردآوری آنها، سوالات پژوهش برای بررسی تعیین شد که در این مقاله سه سوال زیر مورد بررسی قرار گرفت:

(۱) کدام کاربردها در حوزه کارکردهای^۱ اصلی منابع انسانی قابل هوشمندسازی هستند؟

(۲) کدامیک از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در کارکردهای هوشمندی مدیریت منابع انسانی استفاده شده است؟

(۳) طبقه بندی "الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در کارکردهای هوشمندی مدیریت منابع انسانی" بر اساس تحلیل‌های پیشرفته علم داده شامل چه مواردی است؟

بر اساس سوالات مطرح شده جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر و در دسترس^۲ انجام شد و مقالات و مستندات مربوطه گردآوری شدند. مقالات بر اساس شاخص‌های ضریب تاثیر و H-Index نشریات در پایگاه‌های نمایه‌سازی معتبر Scopus و WoS مورد بررسی قرار گرفته و بر همین مبنا انتخاب شدند.

مرحله دوم: ایجاد کدهای اولیه- برای بررسی و پاسخگویی به سوالات مطرح شده جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر و قابل دسترس انجام شد و ۲۴۸ مقاله برای کدگذاری اولیه و

۱. این واژه معادل Practice در حوزه مدیریت منابع انسانی در نظر گرفته شده است.

۲. مانند IEEE, ScienceDirect, Springer, Emerald, Sage, ProQuest و پایگاه‌های مقالات فارسی شامل سیویلیکا، مگیران، نورمگز.

بررسی عمیق تر انتخاب شدند. کلید واژه هایی که در جستجو در نظر گرفته شدند شامل "هوش مصنوعی"، "تحلیل پیشرفته منابع انسانی"، "یادگیری ماشینی"، "علم داده"، "داده کاوی"، "متن کاوی"، "الگوریتم"، "مدیریت عملکرد"، "استخدام و انتخاب"، "تحلیل پیشرفته نیروی کار"، "تحلیل پیشرفته افراد"، "تحلیل پیشرفته استعداد"، "مدیریت استعداد"، "ارزیابی عملکرد"، "ترک خدمت"، "رویکردانی کارکنان"، "جبران خدمات و مزایا"، "نظام پاداش"، "هوشمندی مدیریت منابع انسانی" ^۱ و معادل انگلیسی آنها می باشد.

مرحله سوم: جستجوی کدهای گزینشی - پس از دریافت مقالات و بررسی و مرور آنها ۷۸ مقاله با استفاده از نرم افزار "مکس کیودا 2020" کد گذاری شدند. نحوه انتخاب این مقالات بر این اساس بود که دارای کدی باشد؛ که حداقل به یکی از سه سوال پژوهش پاسخ داده باشد. در واقع کدهای گزینشی شامل بخشی از متن مقالات می باشد که کاربرد های منابع انسانی، الگوریتم های هوشمندی منابع انسانی و یا سطوح تحلیل این الگوریتم ها را شرح داده است و مقالاتی که به صورت کلی و مفهومی و بدون اشاره به جزئیات کارکردهای منابع انسانی و یا الگوریتم های یادگیری ماشینی، استخراج شده بودند، در این مرحله حذف شدند.

مرحله چهارم: شکل گیری مضامین فرعی - در این قسمت کدهای گزینشی بر اساس کاربردهای منابع انسانی، الگوریتم ها و تکنیک های یادگیری ماشینی و سطوح تحلیل علم داده دسته بندی شدند و مضامین فرعی را تشکیل دادند.

1. Talent Management, Performance Evaluation, Turnover, Staff Churn, Compensation and Benefits, Reward System, Intelligence Human Resource Management, Artificial Intelligence, Human Resource Analytics, HR Analytics, HRA, Machine learning, Data Science, Data Mining, Text mining, Algorithm, Performance Management, Recruitment and Selection, Workforce Analytics, People Analytics, Talent Analytics

مرحله پنجم: تعریف و نامگذاری مضامین اصلی - در این مرحله از تحلیل مضمون، برای سوال اول، فعالیت های منابع انسانی که در مراحل قبلی شناسایی و دسته بندی شدند بر اساس کارکرد های منابع انسانی گروه بندی شدند و در سوال دوم، بر اساس کارکردهای منابع انسانی، مضامین اصلی الگوریتم های یادگیری ماشینی جهت هوشمندسازی کارکردها شناسایی شدند و در سوال سوم سطوح تحلیل های پیشرفته علم داده، بر اساس مستندات به عنوان مضمون اصلی شناسایی شدند.

مرحله ششم: تهیه گزارش - در این مرحله تحلیل نهایی و مرور نهایی کدها و دسته بندی انجام شد و در پایان، گزارش نهایی نگاشته شد که در بخش یافته ها به صورت تفصیلی شرح داده شده است.

یافته های بخش کمی - متن کاوی

پیش از انجام متن کاوی و تحلیل مقالات، پیش پردازش هایی به شرح گام های زیر بر روی محتوای متنی ۷۸ مقاله انتخاب شده صورت پذیرفت تا متن نهایی، با کیفیت لازم جهت متن کاوی آماده گردد. همچنین، هر یک از بخش های قابل استحصال و تحلیل مقاله، شامل عنوان، چکیده و تحلیل یافته ها بصورت ستون های مجزای داده ذخیره و سپس پالایش شده اند.

- حذف ردیف های متن تکراری و نامرتب
- کوچک سازی حروف در کلیه لغات و عبارات متنی^۱
- حذف حروف اضافه و عبارات کوچک متنی غیر قابل تحلیل^۲
- حذف لغات دارای بیشترین و کمترین فراوانی جهت دستیابی به لغات ارزشمند

درون متن^۳

1 Lowercasing

2 Punctuation and Stopwords Removal

3 Frequent and Rare Word Removal

• حذف لغاتی که در جستجوی اولیه مقالات مورد استفاده قرار گرفته اند و به دلیل اینکه مبنای پژوهش حاضر هستند، دارای تکرار بسیار بالایی در مقالات بوده و برای تحلیل مناسب نیستند (مانند مدیریت، منابع، انسانی و غیره)

• شناسایی ریشه لغات متن^۱

• تفکیک جملات متن به لغات^۲ جهت آغاز تحلیل های متن کاوی

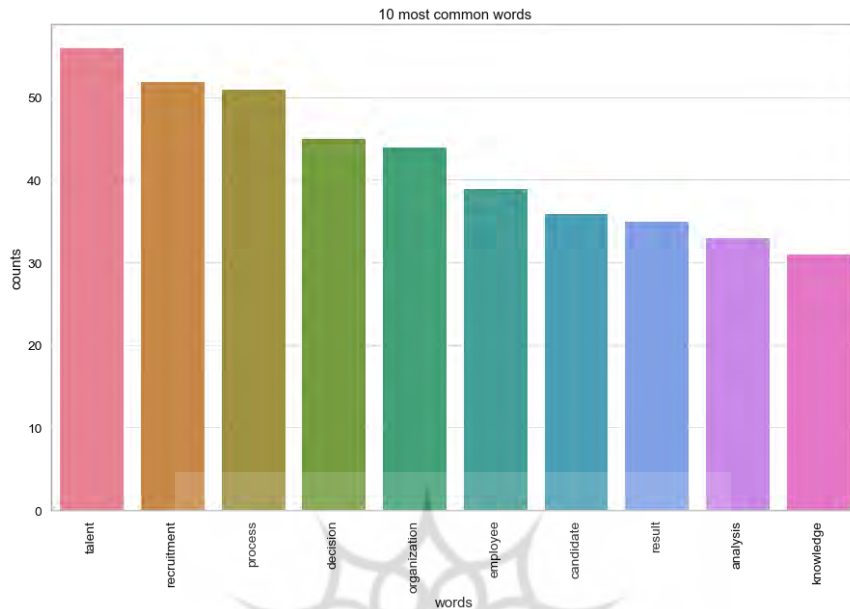
نکته مهم اینکه گام های تحلیل مضمون به موازات متن کاوی انجام شده اند و از نتایج متن کاوی جهت بهبود کیفیت و غنابخشی به یافته های تحلیل مضمون بهره گرفته شده است. در بخش روش کمی متن کاوی، برای بررسی ابعاد توصیفی متون مقالات در راستای سوالات پژوهش مانند پیش پردازش، تحلیل فراوانی مهمترین لغات استفاده شده در مقالات، ابر واژگان، مدل سازی موضوعی و استخراج هم رویدادی لغات استفاده شده است و به موازات آن، از روش کیفی برای تحلیل مضمون در راستای پاسخگویی به سوالات و ترسیم الگو نهایی استفاده شده است. از نتایج حاصل از دو بخش کمی و کیفی نیز در بخش تحلیل یافته ها، جهت دستیابی به نتایج تحلیلی و بینش های پژوهشی جهت تحقیقات آتی بهره گرفته شده است.

۱. تحلیل فراوانی و استخراج ابر واژگان کلیدی

پس از اتمام پیش پردازش متن مقالات و اطمینان از کیفیت مجموع لغات و عبارات استخراج شده، تحلیل فراوانی لغات پر کاربرد و همچنین استخراج ابر واژگان صورت پذیرفت که به شرح تصاویر زیر ارائه شده اند.

1 Lemmatization

2 Tokenization

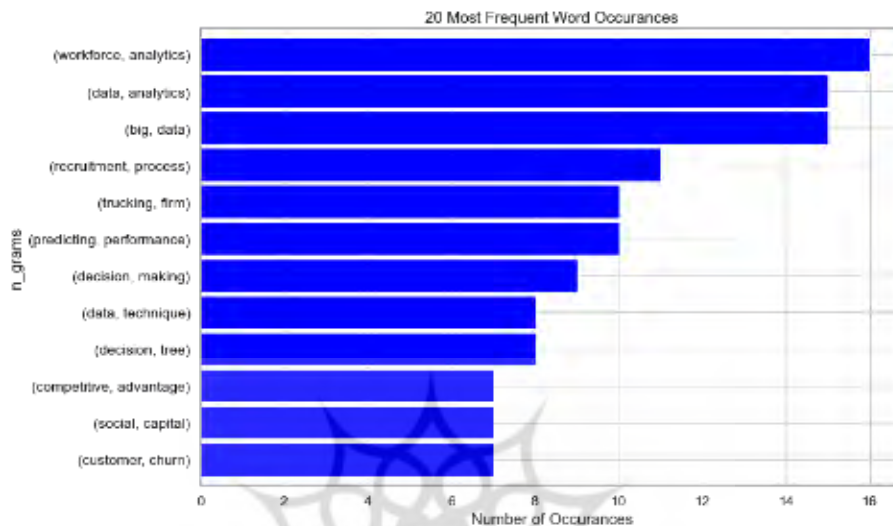


شکل ۳. نمونه ای از ابر واژگان کلیدی حاصل از چکیده مقالات

همانگونه که در ابر واژگان مشخص شده است، برخی از واژگان دارای هم پوشانی در بخش های عنوان، چکیده و بخش تحلیل یافته های مقالات هستند و برخی عناوین نیز متفاوت هستند. همانطور که در این تصویر نمایش داده شده است بیشترین تکرار در عناوین مربوط به لغات "پیش بینی، استعداد، دیدگاه، یادگیری، مدل، تجزیه و تحلیل، درخواست داوطلبان، انتخاب و ارزیابی" می باشد. در بخش چکیده شامل "استعداد، استخدام، فرآیند، تصمیم گیری، سازمان، کارمندان، داوطلبان، نتیجه، تجزیه و تحلیل، دانش" و در بخش یافته ها مربوط به "سازمان، فرآیند، تصمیم گیری، کارمند، تجزیه و تحلیل، عوامل، مشکلات، دیدگاه، نتیجه، محرک" می باشد.

این بدان معنی است که در حوزه هوشمندسازی مدیریت منابع انسانی، به کارگیری فنون و تصمیم گیری بر مبنای داده و نتیجه گرا، دیدگاهی در سطح سازمان می باشد و این دیدگاه در تمامی فرآیندها از جمله فرآیندهای منابع انسانی دیده شده است و نتایج آن بر کارمندان تاثیر مستقیم دارد. همچنین در حوزه منابع انسانی در اقداماتی مانند مدیریت

در ادامه تحلیل یافته های متن کاوی، هم رویدادی واژگان در بخش های عنوان، چکیده و تحلیل یافته ها به شرح زیر استخراج شده و مورد بررسی قرار گرفت:



شکل ۵. نمونه ای از هم رویدادی لغات بخش تحلیل یافته های مقالات

در بخش تجزیه و تحلیل هم رویدادی لغات، علاوه بر تایید نتایج حاصل از بخش های پیشین به صورت جزئی تر اشاره به برخی از الگوریتم های پر کاربرد مانند درخت تصمیم، روش های فازی و الگوریتم ژنتیک اشاره دارد و در برخی سیستم های توصیه گر نیز استفاده شده است. به عنوان مثال برای استخدام کنندگان و استخدام شوندگان روش های برای توصیه شغل یا داوطلب مناسب اشاره شده است. همچنین در اقدامات منابع انسانی علاوه بر مدیریت استعداد، استخدام و انتخاب، ارزیابی عملکرد، یادگیری و آموزش در تحلیل هم رویدادی به اقدامات حفظ و ترک خدمت کارکنان نیز اشاره شده است.

۳. مدل سازی موضوعی مقالات

نتایج حاصل از مدل سازی موضوعی مقالات جهت شناسایی مهمترین کاربردهای منابع انسانی هوشمند و همچنین رویکردهای تحلیل پیشرفته نسبت به این کاربردها، به تفکیک هر یک از بخش های مقالات و همچنین بصورت کامل بر روی کلیه متون علمی مستخرج از مقالات

صورت پذیرفت. برای مدل‌سازی موضوعی از روش پرکاربرد LDA^۱ بر مبنای کتابخانه های Sklearn و Gensim در زبان برنامه نویسی پایتون و همچنین روش Grid Search جهت جستجوی ابرپارامترهای متعدد در حوزه مدل‌سازی موضوعی به منظور شناسایی بهترین پارامترهای مدل استفاده شده است. در بخش اعتبارسنجی یافته ها نیز از روش انسجام موضوعی^۲ بهره گرفته شده است. به منظور یکپارچه سازی تحلیل کلیه متون علمی در تمامی بخش های مقالات نیز، یک مجموعه متن کامل از بخش های مختلف بصورت یکپارچه تهیه و مدل‌سازی موضوعی پیاده سازی گردید که نتایج حاصل از آن در بخش زیر ارایه شده است:

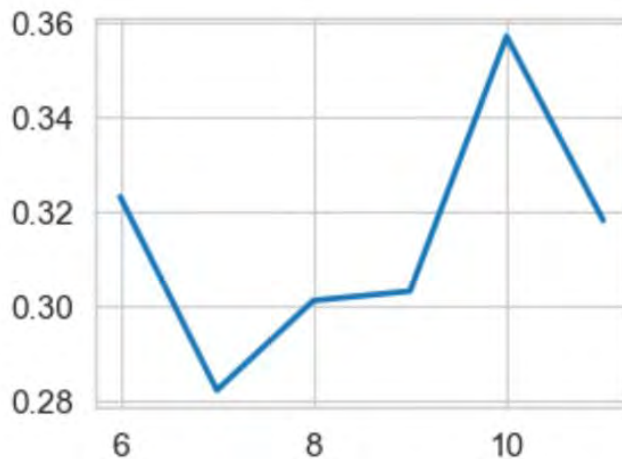
جدول ۱. تعداد موضوع بهینه در الگوریتم LDA به تفکیک کتابخانه های یادگیری ماشینی

کتابخانه پایتون	Gensim	Sklearn	Gridsearch
تعداد موضوع	۱۰ موضوع با ۶ کلمه در هر موضوع	۱۰ موضوع با ۶ در هر موضوع	۵ موضوع با ۱۰ کلمه

در بین سه روش استفاده شده، Gensim بر مبنای امتیاز انسجام موضوعی بهتر برابر با ۰,۳۵۷، برای تحلیل موضوعی انتخاب شد و بهینه ترین مدل در حالت ۱۰ موضوع استخراج شده با ۶ واژه در هر موضوع می باشد که به شرح زیر بررسی و تحلیل شده اند:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

1. Latent Dirichlet Allocation
2. Topic Coherence Score



شکل ۶. نمودار امتیاز انسجام موضوعی بر اساس تعداد موضوعات

۱. موضوع اول - رویکرد تحلیل سیستمی کارمندان سازمان: واژه های این دسته از مقالات شامل "سازمان، سیستم، کارمند، تصمیم، تحلیل، ابزار" می باشد که به سطح کلان سازمانی در حوزه تحلیل و ابزارها اشاره دارد و این نشان دهنده این موضوع می باشد که هوشمندی مدیریت منابع انسانی در سطح سازمانی مطرح می باشد.

۲. موضوع دوم - تصمیم گیری در تخصیص بهینه نیروهای کار به پروژه ها: شامل واژگان "نیروی کار، پروژه، روش، مشکل، تخصیص، تصمیم" این دسته از واژه ها لایه بعدی را در سازمان در سطح پروژه و فرآیندها را مورد توجه قرار داده است و یکی از موضوعات اصلی برای استفاده از ابزارها و فناوری های پیشرفته در منابع انسانی حل مسائل و مشکلات سازمانی می باشد.

۳. موضوع سوم - سیستم توصیه گر استخدام افراد بر اساس شایستگی: شامل واژگان "سیستم، شایستگی، داوطلب، فرآیند، پیشنهاد، استخدام" این دسته از واژگان با فرآیند انتخاب و استخدام داوطلبان در ارتباط می باشد و یکی از حوزه های منابع انسانی می باشد که در هوشمندی مدیریت منابع انسانی به آن توجه ویژه شده است.

۴. موضوع چهارم - شناسایی هوشمند و کاهش ترک خدمت کارکنان: شامل واژگان "ترک خدمت، تصمیم، محرک، قانون، شرکت، درخت تصمیم" در این دسته از واژگان می توان به موضوع پیش بینی افرادی که به سازمان را ترک خواهند کرد اشاره کرد و در نگهداشت این افراد از محرک های مناسب استفاده کرد و یکی از تکنیک های پرکاربرد، استفاده از الگوریتم های درخت تصمیم می باشد.

۵. موضوع پنجم - ارزیابی تحلیلی و استعدادیابی کارکنان: شامل واژگان "استعداد، رزومه، ارزیابی، فازی، کاربر، به کارگیری" به کارگیری روش های فازی در ارزیابی رزومه های دریافتی برای انتخاب استعدادها موضوع پنجم پیشنهادی می باشد.

۶. موضوع ششم - انطباق داوطلبان مناسب در ارتباط با مشتریان: شامل واژگان "داوطلب، تطبیق، فروش، نتیجه، نماینده، شاهد" برای انتخاب داوطلبین مناسب بر اساس تحلیل داده ها در ارتباط با مشتریان استفاده کرد.

۷. موضوع هفتم - سیستم توصیه گر و یادگیرنده جهت پشتیبانی از تصمیمات و دیدگاه های مدیریتی سازمان: شامل واژگان "سیستم، توصیه، دیدگاه، درخواست، یادگیری، هیئت" موضوع هفتم مربوط به سیستم های توصیه گر می باشد که با توجه به داده ها و یادگیری بهترین گزینه ها را برای افراد پیشنهاد می دهند و در این راستا دیدگاه مدیران سازمان را حمایت می کند.

۸. موضوع هشتم - سیستم فرآیندمحور استعدادیابی مبتنی بر داده های نیروی انسانی: شامل واژگان "استعداد، سازمان، فرآیند، طبقه بندی، پایگاه داده، عامل" یکی دیگر از روش های پرکاربرد در فرآیند مدیریت استعدادها استفاده از الگوریتم های طبقه بندی می باشد که از پایگاه داده های تولید شده استفاده می کند.

۹. موضوع نهم - طراحی فرآیند یادگیرنده در سازمان جهت استخدام کارکنان: "سازمان، کارمند، استخدام، یادگیری، تصمیم، فرآیند" در موضوع نهم فرآیند تصمیم گیری در استخدام افراد بر اساس فرآیندهای یادگیرنده سازمان می باشد که بر اساس داده های سازمانی ایجاد شده است.

۱۰. موضوع دهم - شناسایی و تحلیل شاخص های کلیدی انتخاب استعداد های سازمان: "فاکتور، انتخاب، استعداد، متناظر، روش، تحلیل" یکی از حوزه های مهم و پر کاربرد در هوشمندی مدیریت منابع انسانی، فرآیند انتخاب استعداد ها از طریق روش های تجزیه و تحلیل داده ها می باشد که شناسایی فاکتورهای مهم هر سازمان در این موضوع دهم مورد توجه قرار گرفته است.

یافته های بخش کیفی - تحلیل مضمون

با مرور و کدگذاری مقالات، یافته ها بر اساس سوالات به شرح زیر می باشد. در پاسخ به سوال اول کدام فعالیت ها در حوزه کارکردهای اصلی منابع انسانی قابل هوشمندسازی هستند؟ مقالات کد گذاری شدند و پس از تعیین فعالیت های منابع انسانی، بر اساس مضمون بخش کد گذاری شده در گروه های کاربرد منابع انسانی توزیع شدند. همانطور که در جدول مشاهده می کنید به ترتیب استخدام و انتخاب، مدیریت عملکرد، نگهداشت منابع انسانی در دو بخش مدیریت استعداد و ترک خدمت دارای بیشترین فراوانی و در آموزش و توسعه و جبران خدمات و مزایا دارای کمترین فراوانی می باشد. گروهبندی موارد در جدول زیر شرح داده شده است:

جدول ۲. گروه بندی کدهای کاربردهای منابع انسانی براساس کارکردهای اصلی

مضمین اصلی کارکردهای منابع انسانی (تعداد مقاله)	مضمین فرعی فعالیت های منابع انسانی
استخدام و انتخاب (۳۱ مقاله) Shehu et al,2016. Sivaram et al, 2010.Wang et al,2016. Kim et al,2021. Davenport et al, 2010. Chien et al,2008.	<ul style="list-style-type: none">• استخدام فرد مناسب• ترسیم توزیع سنی مطلوب (جهت استخدام)• بهینه سازی استراتژی انتخاب پرسنل

مضامین اصلی کارکردهای منابع انسانی (تعداد مقاله)	مضامین فرعی فعالیت های منابع انسانی
<p>Janusz et al,2018. Benabderrahmane et al,2018. Faliagka et al,2014. Jantan et al, 2009. Harris et al,2011. Menon et al, 2016. Wang et al, 2015. Liu,2020. Maji et al,2020. Hampornchai et al,2007, Gromov et al,2018. Jing,2009. Li,2020. Reddy et al,2020. Wang et al,2009. Lan et al,2012. Lewicki et al,2010. Albert, 2019. Yang et al,2017. Li et al,2008. Sivaram et al,2011. Mehta et al,2013. Min et al,2003. Bach et al,2013. Margherita,2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> • تجزیه و تحلیل شغل • برنامه ریزی نیروی کار • انتخاب نیروهای سرزنده • استخدام افراد از طریق شبکه های اجتماعی • یافتن داوطلبین توسط استخدام کنندگان • تهیه سیستم استخدام الکترونیکی خودکار • فهرست بندی داوطلبان بر اساس سطح هوش • جایگزینی شغلی • تخصیص نیروی انسانی به چند پروژه • پیش بینی جاهای خالی • بهینه سازی توصیف شغلی • بهینه سازی آگهی شغل مورد هدف • منبع بایی داوطلب چند پایگاه داده • غربالگری CV • اجرای خودکار آزمون های روانشناسی • غربالگری تصویری • بررسی پیشینه • نظارت بر برند کارفرمایی • برنامه ریزی خودکار • بهینه سازی مدل توصیه شغلی • غربالگری چند وجهی داوطلبان شغلی
<p>مدیریت عملکرد (۲۷ مقاله) Kirimi et al,2016. Dong,2021. Chen et al,2009. Huang et al,2010. Zhang,2009. Jin et al,2020. Bohlouli et al,2017. Xiangpeng et al,2014. Jantan et al,2009. Markevich et al,2019. Li et al,2008. Garg et al,2021. Margherita,2021. Huselid, 2018. Sharma et al,2017. Harris et al,2011. Simón et al,2018. Gelbard et al,2018. Tursunbayeva et al,2018. Valle et al,2012. Nicolaescu et al,2020. Davenport et al,2010. Kim et al,2021. Gui et al,2014.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • پیش بینی عملکرد کارکنان • پیش بینی عملکرد کارکنان پیش از استخدام • نظارت بر عملکرد و سیستم ارزیابی • ارزیابی، شناسایی و نرمال سازی مهارت • تخمین تخصص و ارزیابی شایستگی • اندازه گیری عملکرد تیمی • اندازه گیری عملکرد مدیران استراتژیک • اندازه گیری عملکرد فردی • ارزیابی شایستگی

مضامین اصلی کارکردهای منابع انسانی (تعداد مقاله)	مضامین فرعی فعالیت های منابع انسانی
Kryscynski et al,2018. Ben-Gal,2019. Marler,2017.	<ul style="list-style-type: none"> • به کارگیری کارمند بر اساس عملکرد شعلی • بهینه سازی مدیریت منابع انسانی شرکت های بزرگ • دسته بندی کارکنان بر اساس پیش بینی عملکرد
آموزش و توسعه (۹ مقاله) Vrontis et al,2021. Garg et al,2021, Margherita,2021. Harris et al,2011. Gelbard et al,2018. Wang et al,2016. Kirimi et al,2016. Ben-Gal,2019. Rasmussen et al,2015.	<ul style="list-style-type: none"> • توسعه استعداد فنی • آموزش کارکنان • تعیین نرخ بازگشت سرمایه برای آموزش • استخراج نیازهای آموزشی • افزایش اشتیاق • ایجاد یادگیری و خلق دانش • نرمال سازی مهارت های حرفه ای • تهیه و تدوین چارچوب یادگیری احتمالی
جبران خدمات و مزایا (۳ مقاله) Margherita,2021. Tursunbayeva et al,2018. Ben-Gal,2019.	<ul style="list-style-type: none"> • بررسی سلامت و ایمنی • پیگیری صدمات، حوادث نیروی کار
نگهداشت منابع انسانی - مدیریت استعداد (۹ مقاله) Ye,2011. Jantan et al,2011. Yao et al,2015. Jantan et al,2009. Garg et al,2021. Margherita,2021. Kirimi et al,2016. Ben-Gal,2019. Rasmussen et al,2015.	<ul style="list-style-type: none"> • استخدام استعدادها • استخدام استعدادها، اشتیاق و نگهداشت آنها • اندازه گیری عملکرد استعدادها • تهیه لیست کارکنان دارای ویژگی های شخصیتی مشابه • گروه بندی افراد با عملکرد بالا • پیش بینی رفتار و نگرش کارکنان مستعد • تحلیل پیش بینی و مدل اطلاعات به منظور کیفیت سرمایه انسانی • پیش بینی روند عملکرد از طریق داده های عملکرد استعدادها • شناسایی بهترین پروفایل برای کارکنان مستعد مختلف • تحلیل جریان استعداد پویا • تخصیص استعدادها • کسب دانش استعدادها

مضامین اصلی کارکردهای منابع انسانی (تعداد مقاله)	مضامین فرعی فعالیت های منابع انسانی
نگهداشت منابع انسانی - ترک خدمت (۸ مقاله) Ribes et al,2017. Garg et al,2021. Margherita,2021. Qu,2015. Fan et al,2012. Ajit,2016. Tursunbayeva et al,2018. Sikaroudi et al,2015	<ul style="list-style-type: none"> • پیش بینی عملکرد و خروج کارکنان پیش از استخدام • رویگردانی کارکنان • پیش بینی ترک خدمت داوطلبانه • تخمین هزینه های ترک خدمت و تصمیم گیری استخدام

در ادامه تحلیل یافته ها برای دستیابی به الگوی هوشمندی مدیریت منابع انسانی، جهت پاسخ به سوال دوم، "به کارگیری الگوریتم های یادگیری ماشینی در کارکردهای هوشمندی مدیریت منابع انسانی شامل چه مواردی است؟"، کد گذاری بر اساس روش تحلیل مضمون انجام شد و موارد زیر بر اساس جدول استخراج گردید:

جدول ۳. گروه بندی کدها بر اساس الگوریتم های یادگیری ماشینی

مقالات مرتبط	الگوریتم های یادگیری ماشینی
Kirimi et al,2016. Saradhi et al,2011. Pessach et al,2020. McIver,2018. Valle et al,2012. Ajit,2016. Qu,2015. Sisodia et al,2017. Reddy et al,2020, Ribes et al,2017.	نایو بیز (۹ مقاله) ^۱
Shehu et al,2016. Sivaram et al, 2010. Chien et al,2008. Kirimi et al,2016. Saradhi et al,2011. Faliagka et al,2014. Jantan et al,2009. Qu,2015. Garg et al,2021. Sisodia et al,2017. Reddy et al,2020. Yao et al,2015. Ye,2011. Jantan et al,2011. Sivaram et al,2011. Min,2003. Gui et al,2014. Nicolaescu et al,2020	درخت تصمیم (۱۸ مقاله) ^۲
Saradhi et al,2011. McIver et al,2018. Ajite et al,2016. Jantan et al,2009. Qu,2015. Menon et al,2016. Garg et al,2021. Reddy et al,2020. Ribes et al,2017. Mehta et al,2013. Sisodia et al, 2017.	جنگل های تصادفی (۱۱ مقاله) ^۳

1. Naive Bayes (NB) , Naive Bayes Classifier, Gaussian Naïve, Variable-Order Bayesian Network (VOBN) model

2. Decision Tree, Decision Tree-CHAID, Decision tree (REP) , Decision Tree -C4.5,

3. Random Forest, Random Forests (RFs) , Random Forests

مقالات مرتبط	الگوریتم های یادگیری ماشینی
Gui et al,2014. Saradhi et al,2011. McIver et al,2018. Ajite et al,2016. Qu,2015. Yasodha et al,2012. Ribes et al,2017. Menon et al,2016. Sisodia et al, 2017. Li et al,2008.	ماشینهای بردار پشتیبان (۱۰ مقاله) ^۱
Ajite et al,2016. Qu,2015. Ribes et al,2017. Menon et al,2016. Sisodia et al, 2017. Reddy et al,2020.	کا-نزدیکترین همسایه (۶ مقاله) ^۲
Simón et al,2018. Ajite et al,2016. Qu,2015. Ribes et al,2017. Menon et al,2016. Garg et al,2021. Bach et al,2013. Ben-Gal,2019.	رگرسیون (۸ مقاله) ^۳
Nicolaescu,2020.	گرادیان تقویتی (یک مقاله) ^۴
Ben-Gal,2019.	تشخیص ناهنجاری و مدل سازی ساییدگی (یک مقاله) ^۵
Ajite et al,2016. McIver,2018.	تحلیل تمایز خطی (یک مقاله) ^۶
Sivaram et al,2010.	خوشه بندی فازی C- میانگین (یک مقاله) ^۷
Jantan et al,2009. Simón et al, 2018.	خوشه بندی (یک مقاله) ^۸
Huang et al,2009. Fan et al, 2012.	نگاشت خودسازمانده (۲ مقاله) ^۹
Yasodha et al,2012.	الگوریتم گسسته سازی CACC ^{۱۰}

1. Support vector machines (SVMs) , SVM, Support Vector Regression
2. K-Nearest Neighbor (KNN) ,
3. Regression, Classification and regression tree (CART) , Linear Regression, Logistic Regression, multiple regression analysis
4. Gradient boosting
5. anomaly detection and attrition modeling
6. Linear Discriminant Analysis (LDA)
7. Fuzzy C-means Clustering
8. Clustering
9. Self-organizing map Neural network clustering, SOM learning process, SOM algorithm
10. CACC Discretization Algorithm

مقالات مرتبط	الگوریتم های یادگیری ماشینی
Nicolaescu,2020. Wang et al,2018.	شبکه های یادگیری عمیق (۲ مقاله) ^۱
Janusz et al,2018. Jantan et al,2009. Qu,2015. Fan et al,2012. Vrontis et al,2021. Wang et al,2016.	شبکه های عصبی (۶ مقاله) ^۲
Garg et al,2021. Margherita,2021. Gelbard et al.2018.	تحلیل احساسات (۳ مقاله) ^۳
Markevich et al,2019. Xiangpeng et al,2014. Hampornchai et al,2007. Huang et al,2010. Li,2020	الگوریتم ژنتیک (۵ مقاله) ^۴
Zhang,2009. Jing, 2009. Jin et al, 2020.	الگوریتم های منطق فازی (۳ مقاله) ^۵
Wang et al,2009.	بهینه سازی ازدحام ذرات ^۶
Lewicki et al, 2010.	بهینه سازی کلونی مورچگان ^۷
Lan et al,2012. Janusz et al,2018.	وب کاوی (۲ مقاله) ^۸
Rasmussen et al,2015. Ajite et al,2016. Ribes et al,2017. McIver et al,2018.	روش های آماری (۴ مقاله) ^۹
Saling et al,2020. Marler et al,2017. Bohlouli et al,2017. Dong,2021. Ben-Gal,2019. Garg et al,2021. Margherita,2021. Albert, 2019.	سیستم ها و ابزارهای تحلیل پیشرفته منابع انسانی (۸ مقاله) ^{۱۰}

1. deep learning networks
2. Neural Network-word2vec model, Neural Network-Multi Layer Perceptron, Multilayer perceptron (MLP) , Probabilistic neural network (PNN) , NLP, Self-organizing map Neural network clustering
3. Sentiment analysis, Applying Sentiment analysis to Organizational eMails, Semantic web human resource resumes
4. Genetic Algorithm, Adaptive Genetic Algorithm
5. fuzzy logic, multi-mode fuzzy logic control algorithm
6. particle swarm optimization (PSO)
7. Ant Colony Optimization Algorithm
8. Web mining, navigation algorithm, word2vec model
9. Linear Discriminant Analysis (LDA) , simple statistics
10. HR Analytics Tools, Competence analytics, Latent ability modelling, Probabilistic learning framework, Novel Application, ComProFITS, Fama-French model, analytic

همانطور که در جدول ۳ مشاهده شد، در حوزه منابع انسانی الگوریتم های درخت تصمیم، نایو بیز، الگوریتم ژنتیک، جنگل تصادفی، رگرسیون لجستیک، الگوریتم منطق فازی، ماشینهای بردار پشتیبان، شبکه های عصبی، کا-نزدیکترین همسایه و تحلیل احساسات تاکنون از سایر الگوریتم ها بیشتر به کار گرفته شده اند.

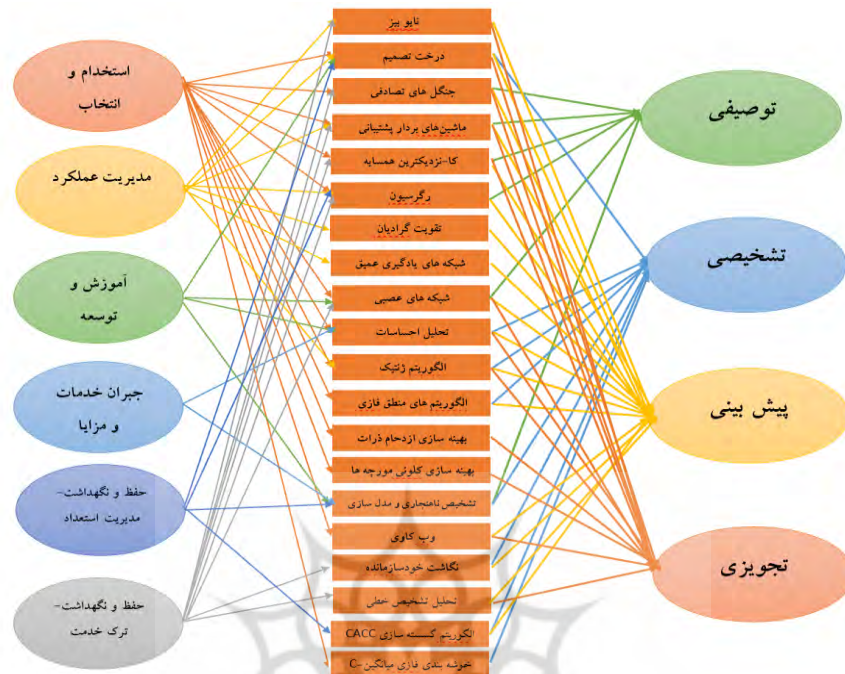
در قسمت سوم سوالات، کدهایی استخراج و دسته بندی شده است که به سوال سوم پژوهش، "الگوریتم های یادگیری ماشینی در کارکردهای هوشمندی مدیریت منابع انسانی بر اساس تحلیل های پیشرفته علم داده شامل چه مواردی است؟" پاسخ داده است. در این مرحله از پژوهش، تفکیک کاربردهای الگوریتم های یادگیری ماشینی در حوزه منابع انسانی بر مبنای چهار سطح تحلیل های پیشرفته داده، جهت دستیابی به بینش مدیریتی عمیق تر در تصمیم گیری داده محور مورد نظر می باشد. تفکیک الگوریتم ها بر مبنای این سطوح، در جدول ۴ شرح داده شده است:

جدول ۴. گروه بندی کدها براساس سطوح علم داده

کارکردها/سطوح تحلیل	توصیفی	تشخیصی	پیش بینی	تجویزی
استخدام و انتخاب	رگرسیون خطی شبکه های عصبی	خوشه بندی فازی C - میانگین تحلیل احساسات الگوریتم های منطق فازی	نایو بیز، درخت تصمیم، جنگل های تصادفی، ماشینهای بردار پشتیبان، کا-نزدیکترین همسایه، شبکه های عصبی، تحلیل احساسات، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم های منطق فازی، وب کاوی، رگرسیون خطی	نایو بیز، درخت تصمیم، جنگل های تصادفی، ماشینهای بردار پشتیبان، بهینه سازی ازدحام ذرات، بهینه سازی کلونی مورچگان، وب کاوی
مدیریت عملکرد		الگوریتم ژنتیک الگوریتم های منطق فازی	نایو بیز، درخت تصمیم، ماشینهای بردار پشتیبان، گرادیان تقویتی، شبکه های	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی الگوریتم ژنتیک

تجزیوی	پیش بینی	تشخیصی	توصیفی	کار کردها/سطوح تحلیل
	یادگیری عمیق، الگوریتم ژنتیک، رگرسیون			
	درخت تصمیم	تحلیل احساسات شبکه های عصبی	رگرسیون خطی، شبکه های عصبی، تحلیل احساسات	آموزش و توسعه
ابزارهای تحلیل پیشرفته	ابزارهای تحلیل پیشرفته			جبران خدمات و مزایا
درخت تصمیم	درخت تصمیم ماشینهای بردار پشتیبان الگوریتم گسسته سازی CACC رگرسیون لجستیک استخراج قانون انجمن تشخیص ناهنجاری و مدل سازی ساییدگی	تشخیص ناهنجاری و مدل سازی ساییدگی، خوشه بندی، الگوریتم گسسته سازی CACC، استخراج قانون انجمن، درخت تصمیم	تشخیص ناهنجاری و مدل سازی ساییدگی خوشه بندی	نگهداشت منابع انسانی - مدیریت استعداد
نایو بیز جنگل های تصادفی ماشینهای بردار پشتیبان کا-نزدیکترین همسایه الگوریتم (LDA)	نایو بیز، درخت تصمیم، جنگل های تصادفی، ماشینهای بردار پشتیبان، کا-نزدیکترین همسایه، نگاشت خودسازمانده، الگوریتم LDA، رگرسیون لجستیک	نگاشت خودسازمانده		نگهداشت منابع انسانی - ترک خدمت

بر اساس یافته های پژوهش حاصل از بخش کمی و بخش کیفی الگوی هوشمندی مدیریت منابع انسانی، ارتباط بین کارکردهای منابع انسانی، الگوریتم های یادگیری ماشینی و سطوح تحلیل پیشرفته داده استخراج گردید که در شکل ۷ نمایش داده شده است.



شکل ۷. الگوی هوشمندی مدیریت منابع انسانی

بحث و نتیجه گیری

با بررسی ادبیات مربوط به تحلیل پیشرفته منابع انسانی و سایر مقالات و مستندات مرتبط با به کارگیری علم داده و یادگیری ماشینی در این حوزه شاهد رشد روزافزون مقالات در این حوزه می باشیم و همچنین در سالهای اخیر به کارگیری هوشمندی مدیریت منابع انسانی در سازمان ها و صنایع مختلف نیز قابل لمس می باشد در حوزه دانشگاهی، هوشمندی مدیریت منابع انسانی حوزه نوپایی می باشد و در صنعت نیز تخصص و دانش لازم در این زمینه کمیاب می باشد لذا نیاز پژوهش در این زمینه بسیار ملموس می باشد.

بر اساس یافته های پژوهش، کاربردهای تحلیل پیشرفته در منابع انسانی در حوزه استخدام و انتخاب، ارزیابی عملکرد، مدیریت استعداد و ترک خدمت دارای بیشترین اقبال می باشد و بسیاری از سازمان ها برای این موارد نرم افزارهای مشخصی را طراحی و پیاده سازی کردند. به عنوان نمونه در حوزه استخدام داده ها از کانال های استخدامی متفاوت

جمع آوری و غربالگری و سپس بر اساس معیارهای انتخاب در این حوزه بهینه سازی مرتبط انجام می گردد. در حوزه استخدام در چهار سطح علم داده شامل توصیفی، تشخیصی، پیش بینی کننده و تجویزی اقدامات مناسبی انجام شده است.

در حوزه مدیریت عملکرد نیز بر اساس الگوریتم های یادگیری ماشینی در سطوح چهار گانه علم داده اقدامات متفاوتی انجام شده است به عنوان نمونه می توان پیش از استخدام بر اساس پیش عملکرد استعداد های سازمانی، ویژگی های فرد مناسب را معین کرد و حتی پیش از استخدام بر اساس عملکرد افراد، طول ماندگاری فرد پیش بینی شود. همچنین در این حوزه می توان علاوه بر ارزیابی عملکرد فردی، عملکرد تیمی و سازمانی را نیز اندازه گیری نمود که یکی از پرکارترین حوزه های هوشمندی مدیریت منابع انسانی می باشد. در سطح علم داده مرتبط با مدیریت عملکرد نیز، در چهار سطح به ویژه در سطح پیش بینی کننده از الگوریتم ها استفاده گسترده ای شده است.

بر اساس یافته ها کاربرد هوشمندی در توسعه و آموزش افراد نیز موثر می باشد. در این زمینه نیز می توان بر اساس مسیر شغلی و توسعه فردی افراد به صورت سفارشی بسته های آموزشی بر اساس یادگیری ماشینی طراحی کرد و هزینه های آموزش های تکراری و بدون شخصی سازی را کاهش داد و در سازمان با نیازسنجی مناسب، آموزش های کارا تر و موثرتر انجام شود. در این بخش از منابع انسانی نیز می توان اقداماتی در چهار سطح را مشاهده کرد ولی سطح توصیفی و تجویزی نقش پررنگ تری ایفا کرده است.

در حوزه نگهداشت - مدیریت استعداد که یکی از موضوعات مهم و مزیت رقابتی هر سازمان می باشد نیز در موضوعات مختلف مانند استخدام استعدادها، نگهداشت، ایجاد اشتیاق سازمانی در این گروه، تخصیص استعداد ها به پروژه ها، کسب دانش از این گروه و پیش بینی روند عملکردی آنها می توان از یادگیری ماشینی کمک گرفت و تصمیم گیری بهتر در این حوزه استفاده کرد. در این حوزه در چهار سطح علم داده به ویژه توصیفی و پیش بینی تجربه های ارزشمندی وجود دارد.

در حوزه نگهداشت - ترک خدمت نیز یادگیری ماشینی دارای اثرات قابل توجهی می باشد لذا در این حوزه نیز پیش بینی بر اساس عملکرد در خصوص ترک داوطلبانه و دلایل رویگردانی افراد در سازمان می تواند به حوزه منابع انسانی برای کاهش این آمار کمک شایانی داشته باشد و حتی در برخی موارد حیاتی تر می توان اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از این موضوع در سازمان انجام گیرد. در این حوزه در سطح پیش بینی و تجویز اقدامات بسیاری انجام شده است که می توان در سازمان ها از آنها الهام گرفت.

در حوزه جبران خدمات و مزایا کمترین کار انجام شده است که در این مقاله برای پژوهش های آینده پیشنهاد می شود که در این زمینه تحقیقات بیشتری انجام شود زیرا می توان با توصیف، بهینه سازی و تشخیص، مدل های پرداخت حقوق و دستمزد و سایر مزایای رفاهی رضایت کارکنان را در سطح بهتری ارتقا داد و همچنین می توان از یادگیری ماشینی برای پیش حضور منابع انسانی در سطح بازار نیز کمک گرفت. امروزه گروهی از سازمان ها گزارش های ارزشمندی در زمینه حقوق و دستمزد در بازار هر صنعت ارائه می دهند که از طریق یادگیری ماشینی می توان سطح بهینه را در سازمان شناسایی و عدالت درونی و بیرونی را به صورت مثبت تحت تاثیر قرار داد.

کاربردهای دیگر الگوریتم های یادگیری ماشینی در سطح کلان تر مانند انتخاب مدل مدیریت منابع انسانی، مدیریت استراتژیک منابع انسانی، برنامه ریزی شغلی، تحلیل پیشرفته شایستگی ها، ارتباطات سازمانی افراد و رهبری می باشد که در این زمینه مقالات پراکنده ای به این ادبیات پرداخته بودند و البته این موارد نیاز به کار بیشتری دارد (Ben-Gal 2019, McIver et al 2018, Minbaeva 2017, Margherita 2021, Tursunbayeva 2018, Wang et al 2018, Liu 202, Jin et al 2020, Bassi et al 2016).

در پژوهش انجام شده یکی از موارد که حائز اهمیت می باشد این است که گام اول برای هوشمندی مدیریت منابع انسانی این است که شرکت ها و سازمان ها، کارشناسان و خبرگان با دانش و مهارت مناسب برای جمع آوری داده های صحیح، انجام تحلیل پیشرفته آماری درست و سپس برای انتقال نتایج به روشی معنی دار و در دسترس نیاز دارند. بنابراین با یک اجماع در عصر هوشمندی، حرفه منابع انسانی به دقت تحلیلی بیشتری نیاز دارد، و

فرض بر این است که متخصصان منابع انسانی با تواناییهای تحلیلی بیشتر به طور کلی متخصصان منابع انسانی بهتری خواهند بود. دوم، کسانی که در پروژه های تحلیل پیشرفته منابع انسانی کار می کنند باید شبکه ای از افراد حامی در تمامی سطوح سلسله مراتب شرکت ایجاد کنند. سوم، گرچه فناوری اطلاعات باید از توانمندی های متخصصان باشد، اما این نتیجه به کیفیت و قابلیت دسترسی به داده ها و قابلیت های سیستم نرم افزاری مدیریت منابع انسانی الکترونیکی نیز بستگی دارد و این موضوعی است که در کشور ما قابل تامل می باشد. موضوع دیگر هوشمندی مدیریت منابع انسانی دیدگاه مدیران در مورد این مفهوم می باشد. فلسفه اصلی این حوزه کمک به مدیران منابع انسانی و مدیران عالی سازمان ها در تصمیم گیری مبتنی بر داده (شواهد) می باشد و همچنین در مدیریت منابع انسانی در مورد انسان ها تصمیم گیری می شود. یکی از مسائلی که در حوزه منابع انسانی وجود دارد این است که سرمایه انسانی تصمیم گیری های این حوزه را ذهنی تلقی می کنند و این سبب می شود که مدیران و کارشناسان این حوزه در دفاع از تصمیمات خود نتوانند دلایل قابل اتکایی را ارائه دهند لذا هوشمندی مدیریت منابع انسانی به مرتفع کردن این چالش کمک می کند از سویی دیگر در به کارگیری از این حوزه توجه به این نکته الزامی است که در بسیاری از تصمیمات، مفاهیم هوشمندی کمک قابل توجهی به مدیران و کارشناسان این حوزه دارند ولی تصمیم گیرنده نهایی نمی باشند. به عنوان مثال در حوزه استخدام و انتخاب استعدادها و یا مدیران اگر از گروههای کانونی استفاده می شود تصمیم گیری نهایی با متخصصان می باشد و هوشمندی می تواند به تصمیم گیری بهتر منتهی شود. در نمونه ای دیگر در حوزه مدیریت عملکرد به دلیل اینکه در این فرآیند هدف توسعه فردی می باشد پس از پایش عملکرد با استفاده از تحلیل پیشرفته، جلساتی برای انتقال نظرات و شنیدن افراد برگزار شود و تمامی موارد را نمی توان به هوش مصنوعی واگذار کرد.

سازمان برای ورود به تحلیل های پیشرفته منابع انسانی نیاز است دارای سیستم های منابع انسانی با کیفیت داده های قابل قبول باشد زیرا در این حوزه داده های با کیفیت و قابل اعتماد نقش اصلی را ایفا می کند. کیفیت داده ها یکی از مهم ترین موانع بر سر راه توسعه تحلیل

پیشرفته سرمایه انسانی سازمانی است. قابل ذکر است که اغلب شرکت‌ها نمی‌دانند چه نوع داده‌هایی در حال حاضر برای آن‌ها در دسترس است یا به چه شکل می‌باشد. در واقع، اغلب شرکت‌ها پاسخی به برخی پرسش‌های اساسی ندارند: ما چه داده‌هایی داریم؟ کجا ذخیره کنیم؟ داده‌ها چگونه جمع‌آوری شدند؟ چه قوانینی در ذخیره داده‌ها وجود دارد؟ چگونه میتوان مجموعه داده‌های چندگانه را در یک مجموعه ادغام کرد؟ مزایا و معایب هر مجموعه داده چیست؟ چگونه و چه موقع تغییرات سازمانی ثبت می‌شوند؟ چنین سازماندهی ضعیف داده‌های شرکت می‌تواند بسیار پرهزینه باشد. همچنین پژوهش‌های بسیاری در زمینه پیاده‌سازی هوشمندی مدیریت منابع انسانی انجام شده است و دسته‌بندی‌های مختلفی در زمینه موفقیت پیاده‌سازی انجام شده است که به صورت اجمالی می‌توان به عوامل فناوری، سازمانی، محیطی، حکمرانی داده‌ها و عوامل فردی اشاره کرد. در واقع می‌توان پیش از اقدام در سازمان چارچوبی برای پذیرش هوشمندی منابع انسانی در سازمان طراحی و پیش از اجرا، حین اجرا این عوامل را نیز مدنظر قرار داد.

بنابراین به عنوان جمع‌بندی در زمینه هوشمندی مدیریت منابع انسانی می‌توان بیان کرد که بدیهی است عصر هوشمندی نیازمند این حوزه می‌باشد و در سازمان‌ها این حوزه در حال رشد می‌باشد و پیش از پیاده‌سازی علاوه بر تعیین چارچوب‌های پذیرش، دانش و مهارت‌های لازم در این زمینه در حرفه منابع انسانی باید ایجاد شود و متخصصان منابع انسانی بتوانند با داده‌های با کیفیت که خروجی سیستم‌های منابع انسانی جامع می‌باشند تصمیم‌گیری‌های عمیق‌تری در این حوزه داشته باشند.

همانطور که در بخش‌های پیشین اشاره شد این حوزه در حال توسعه می‌باشد لذا در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌گردد که در زمینه کاربرد الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در بخش‌های مختلف که کمتر کار شده است مانند حقوق و دستمزد و مزایا، مدیریت استعداد، آموزش و توسعه کارهای بیشتری انجام شود همچنین در کاربرد یادگیری ماشینی از وب‌کاوی، متن‌کاوی، فرآیند‌کاوی، الگوریتم‌های یادگیری عمیق، الگوریتم‌های فراابتکاری، الگوریتم‌های ترکیبی و همچنین روش‌های نوآورانه اقدامات بیشتری انجام

شود. این حوزه تا اشباع کاربردهای علم داده و یادگیری ماشینی فاصله زیادی باقیمانده است و در تمامی ابعاد دانشی و مهارتی نیاز است پژوهش‌ها و طراحی‌های صنعتی بیشتری انجام شود و همچنین مطالعات موردی در این زمینه نیز به دلیل نوپا بودن نیاز به توسعه دارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

با سپاس از تمامی بزرگوارانی که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند.

ORCID

Mirali Seyednaghavi		https://orcid.org/0000-0002-2814-9726
Reyhaneh Forouzandeh Joonaghani		https://orcid.org/0000-0002-0456-6576
Vajhollah ghorbanizadeh		https://orcid.org/0000-0001-7621-7597
Mohammad Taghi Taghavifard		https://orcid.org/0000-0002-4212-2079

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

معروفی، یحیی و یوسف زاده، محمد رضا (۱۳۸۸). تحلیل محتوا در علوم انسانی. همدان: سپهر دانش.

References

- Ajit, P. (2016) . Prediction of employee turnover in organizations using machine learning algorithms. *algorithms*, 4 (5) , C5.
- Albert, E. T. (2019) . AI in talent acquisition: a review of AI-applications used in recruitment and selection. *Strategic HR Review*. <https://doi.org/10.1108/SHR-04-2019-0024>
- Bach, M. P., Simic, N., & Merkac, M. (2013) . Forecasting employees' success at work in banking: could psychological testing be used as the crystal ball? *Managing Global Transitions*, 11 (3) , 283.
- Bassi, L., & McMurrer, D. (2016) . Four lessons learned in how to use human resource analytics to improve the effectiveness of leadership development. *Journal of leadership studies*, 10 (2) , 39-43. <https://doi.org/10.1002/jls.21471>
- Basu, A. T. A. N. U. (2013) . Five pillars of prescriptive analytics success, *Analytics magazine*, 8-12.
- Benabderrahmane, S., Mellouli, N., & Lamolle, M. (2018) . On the predictive analysis of behavioral massive job data using embedded clustering and deep recurrent neural networks. *Knowledge-Based Systems*, 151, 95-113. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2018.03.025>
- Ben-Gal, H. C. (2019) . An ROI-based review of HR analytics: practical implementation tools. *Personnel Review*. <https://doi.org/10.1108/PR-11-2017-0362>
- Bohlouli, M., Mittas, N., Kakarontzas, G., Theodosiou, T., Angelis, L., & Fathi, M. (2017) . Competence assessment as an expert system for human resource management: A mathematical approach. *Expert Systems with Applications*, 70, 83-102. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.10.046>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006) . Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3 (2) , 77-101. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa
- Brock, J. K. U., & Von Wangenheim, F. (2019) . Demystifying AI: What Digital Transformation Leaders Can Teach You about Realistic Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61 (4) , 110-134. <https://doi.org/10.1177/1536504219865226>
- Chen, J., Yun, C., & Wang, Z. (2009, December) . Multi-dimensional model method for the human resource allocation in multi-project. In 2009 International Conference on Information Management, Innovation

- Management and Industrial Engineering (Vol. 4, pp. 364-366) . IEEE.
DOI: 10.1109/ICIII.2009.547
- Chien, C. F., & Chen, L. F. (2008) . Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry. *Expert Systems with applications*, 34 (1) , 280-290.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.09.003>
- Davenport, T. H., Harris, J., & Shapiro, J. (2010) . Competing on talent analytics. *Harvard business review*, 88 (10) , 52-58.
- Dhar, V. (2013) . Data science and prediction. *Communications of the ACM*, 56 (12) , 64-73. <https://doi.org/10.1145/2500499>
- Dong, K. (2021) . Optimization of enterprise human resource management model based on Fama–French model and intelligent algorithm. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s12652-021-03210-z>
- Faliagka, E., Iliadis, L., Karydis, I., Rigou, M., Sioutas, S., Tsakalidis, A., & Tzimas, G. (2014) . On-line consistent ranking on e-recruitment: seeking the truth behind a well-formed CV. *Artificial Intelligence Review*, 42 (3) , 515-528. <https://doi.org/10.1007/s10462-013-9414-y>
- Fan, C. Y., Fan, P. S., Chan, T. Y., & Chang, S. H. (2012) . Using hybrid data mining and machine learning clustering analysis to predict the turnover rate for technology professionals. *Expert Systems with Applications*, 39 (10) , 8844-8851. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.005>
- Feinzig S (2018) AI in HR: have you started your journey? <https://www.ibm.com/smarter-workforce/ai-in-hr-have-you-started-yourjourney>. Accessed 03 May 2019
- Garg, S., Sinha, S., Kar, A. K., & Mani, M. (2021) . A review of machine learning applications in human resource management. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
<https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2020-0427>
- Gartner (2012) . Big Data Strategy Components: IT Essentials. Published on 15th October 2012.
- Gelbard, R., Ramon-Gonen, R., Carmeli, A., Bittmann, R. M., & Talyansky, R. (2018) . Sentiment analysis in organizational work: Towards an ontology of people analytics. *Expert Systems*, 35 (5) , e12289.
- Gromov, A. Y., Petrovskaia, T. A., Suslina, A. A., Khizriyeva, N. I., & Stepanov, M. A. (2018, June) . Human resources intelligent selection algorithm with improvement of data validity. In 2018 7th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) (pp. 1-4) . IEEE. DOI: 10.1109/MECO.2018.8406036
- Gui, X., Hu, Z., Zhang, J., & Bao, Y. (2014, July) . Assessing personal performance with M-SVMs. In 2014 Seventh International Joint

- Conference on Computational Sciences and Optimization (pp. 598-601) . IEEE. DOI: 10.1109/CSO.2014.115
- Hampornchai, N., Chakpitak, N., Chandarasupsang, T., Chaikijkosi, T. A., & Dahal, K. (2007, September) . Dynamic adjustment of age distribution in Human Resource Management by genetic algorithms. In 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation (pp. 1234-1239) . IEEE. DOI: 10.1109/CEC.2007.4424611
- Harris, J. G., Craig, E., & Light, D. A. (2011) . Talent and analytics: new approaches, higher ROI. *Journal of Business Strategy*. <https://doi.org/10.1108/02756661111180087>
- Hota, J., & Ghosh, D. (2013) . Workforce analytics approach: An emerging trend of workforce management. *AIMS International Journal*, 7 (3) , 167-179. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2194987>. <https://doi.org/10.1111/exsy.12289>
- Huang, M., & Mou, R. (2010, August) . Improvement on the genetic algorithm and its application in employee performance evaluation. In 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE) (Vol. 4, pp. V4-253) . IEEE. DOI: 10.1109/ICACTE.2010.5579839
- Huang, Y. (2009, July) . Study of college human resources data mining based on the SOM algorithm. In 2009 Asia-Pacific Conference on Information Processing (Vol. 1, pp. 324-327) . IEEE. DOI: 10.1109/APCIP.2009.89
- Huselid, M. A. (2018) . The science and practice of workforce analytics: Introduction to the HRM special issue. *Human Resource Management*, 57 (3) , 679-684. <https://doi.org/10.1002/hrm.21916>
- Jantan, H., Hamdan, A. R., & Othman, Z. A. (2009, October) . Classification for talent management using decision tree induction techniques. In 2009 2nd Conference on Data Mining and Optimization (pp. 15-20) . IEEE. DOI: 10.1109/DMO.2009.5341916
- Jantan, H., Hamdan, A. R., & Othman, Z. A. (2011, June) . Talent knowledge acquisition using data mining classification techniques. In 2011 3rd Conference on Data Mining and Optimization (DMO) (pp. 32-37) . IEEE. DOI: 10.1109/DMO.2011.5976501
- Janusz, A., Stawicki, S., Drewniak, M., Ciebiera, K., Ślęzak, D., & Stencel, K. (2018, June) . How to Match Jobs and Candidates-A Recruitment Support System Based on Feature Engineering and Advanced Analytics. In *International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems* (pp. 503-514) . Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-91476-3_42
- Jin, F., & Wang, L. (2020, December) . Evaluation and analysis of strategic human resource management based on multi-mode fuzzy logic control

- algorithm. In 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE) (pp. 1908-1911) . IEEE.
- Jing, H. (2009, December) . Application of fuzzy data mining algorithm in performance evaluation of human resource. In 2009 International Forum on Computer Science-Technology and Applications (Vol. 1, pp. 343-346). IEEE. DOI: 10.1109/IFCSTA.2009.90
- Kapoor, B., & Sherif, J. (2012) . Human resources in an enriched environment of business intelligence. *Kybernetes: The International Journal of Systems & Cybernetics*, 41 (10) , 1625-1637. <https://doi.org/10.1108/03684921211276792>
- Kim, J., Dibrell, C., Kraft, E., & Marshall, D. (2021) . Data analytics and performance: The moderating role of intuition-based HR management in major league baseball. *Journal of Business Research*, 122, 204-216. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.057>
- Kirimi, J. M., & Moturi, C. A. (2016) . Application of data mining classification in employee performance prediction. *International Journal of Computer Applications*, 146 (7) , 28-35.
- Kryscynski, D., Reeves, C., Stice-Lusvardi, R., Ulrich, M., & Russell, G. (2018). Analytical abilities and the performance of HR professionals. *Human Resource Management*, 57 (3) , 715-738. <https://doi.org/10.1002/hrm.21854>
- Lan, J., & Xu, S. (2012, October) . The design of algorithm about the system of college talents recruitment. In 2012 3rd International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (Vol. 2, pp. 265-268) . IEEE. DOI: 10.1109/ICSSEM.2012.6340860
- Leek, J. (2013) . The key word in ‘data science’ is not data, it is science. *Simply statistics*, 12.
- Lepenioti, K., Bousdekis, A., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2020) . Prescriptive analytics: Literature review and research challenges. *International Journal of Information Management*, 50, 57-70. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.003>
- Lewicki, A., & Tadeusiewicz, R. (2010, May) . The recruitment and selection of staff problem with an ant colony system. In 3rd International Conference on Human System Interaction (pp. 770-774) . IEEE. DOI: 10.1109/HSI.2010.5514481
- Li, C. (2020, November) . Optimization of Human Resources Allocation for Airport Security Check Business Based on Genetic Algorithm. In 2020 2nd International Conference on Economic Management and Model Engineering (ICEMME) (pp. 983-986) . IEEE. DOI: 10.1109/ICEMME51517.2020.00201

- Li, T., Yang, Y., & Liu, Z. (2008, December) . An Improved Neural Network Algorithm and Its Application on Enterprise Strategic Management Performance Measurement Based on Kirkpatrick Model. In 2008 Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application (Vol. 1, pp. 861-865) . IEEE. DOI: 10.1109/IITA.2008.168
- Li, Y. M., Lai, C. Y., & Kao, C. P. (2008) . Incorporate personality trait with support vector machine to acquire quality matching of personnel recruitment. In 4th international conference on business and information (pp. 1-11) .
- Liu, Y. (2020, September) . Analysis of Human Resource Management Mode and Its Selection Factors Based on Decision Tree Algorithm. In 2020 International Conference on Advance in Ambient Computing and Intelligence (ICAACI) (pp. 139-142) . IEEE. DOI: 10.1109/ICAACI50733.2020.00035
- Maji, K., & Bera, A. B. (2020, February) . Developing a Suitability Index Algorithm for Recruitment. In 2020 National Conference on Emerging Trends on Sustainable Technology and Engineering Applications (NCETSTE) (pp. 1-5) . IEEE. DOI: 10.1109/NCETSTE48365.2020.9119944
- Margherita, A. (2021) . Human resources analytics: A systematization of research topics and directions for future research. *Human Resource Management Review*, 100795. <https://doi.org/10.1016/j.hrmmr.2020.100795>
- Markevich, A. V., & Sidorenko, V. G. (2019, September) . Automating of Human Resources Management using Genetic Algorithms. In 2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) (pp. 1-9) . IEEE. DOI: 10.1109/EWDTS.2019.8884478
- Marler, J. H., & Boudreau, J. W. (2017) . An evidence-based review of HR Analytics. *The International Journal of Human Resource Management*, 28 (1) , 3-26. <https://doi.org/10.1080/09585192.2016.1244699>
- Marler, J. H., & Parry, E. (2016) . Human resource management, strategic involvement and e-HRM technology. *The International Journal of Human Resource Management*, 27 (19) , 2233-2253. <https://doi.org/10.1080/09585192.2015.1091980>
- Marr, B. (2019) . *Artificial intelligence in practice: how 50 successful companies used AI and machine learning to solve problems*. John Wiley & Sons. ISBN:1119548217, 9781119548218
- McIver, D., Lengnick-Hall, M. L., & Lengnick-Hall, C. A. (2018) . *A strategic approach to workforce analytics: Integrating science and*

- agility. *Business Horizons*, 61 (3), 397-407.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.005>
- Mehta, S., Pimplikar, R., Singh, A., Varshney, L. R., & Visweswariah, K. (2013, March). Efficient multifaceted screening of job applicants. In *Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology* (pp. 661-671).
<https://doi.org/10.1145/2452376.2452453>
- Menon, V. M., & Rahulnath, H. A. (2016, September). A novel approach to evaluate and rank candidates in a recruitment process by estimating emotional intelligence through social media data. In *2016 International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/ICNGIS.2016.7854061
- Min, H., & Emam, A. (2003). Developing the profiles of truck drivers for their successful recruitment and retention: a data mining approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. <https://doi.org/10.1108/09600030310469153>
- Minbaeva, D. (2017). Human capital analytics: why aren't we there? Introduction to the special issue. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*.
<https://doi.org/10.1108/JOEPP-04-2017-0035>
- Nasrabadi, N. M. (2007). Pattern recognition and machine learning. *Journal of electronic imaging*, 16 (4), 049901.
<https://doi.org/10.1117/1.2819119>
- Nicolaescu, S. S., Florea, A., Kifor, C. V., Fiore, U., Cocan, N., Receu, I., & Zanetti, P. (2020). Human capital evaluation in knowledge-based organizations based on big data analytics. *Future Generation Computer Systems*, 111, 654-667. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.048>
- Pessach, D., Singer, G., Avrahami, D., Ben-Gal, H. C., Shmueli, E., & Ben-Gal, I. (2020). Employees recruitment: A prescriptive analytics approach via machine learning and mathematical programming. *Decision Support Systems*, 134, 113290.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113290>
- Qu, X. L. (2015, August). A decision tree applied to the grass-roots staffs' turnover problem—take CR Group as an example. In *2015 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (GSIS)* (pp. 378-382). IEEE. DOI: 10.1109/GSIS.2015.7301886
- Ramachandran, K. K., Mary, A. A. S., Hawladar, S., Asokk, D., Bhaskar, B., & Pitroda, J. R. (2021). Machine learning and role of artificial intelligence in optimizing work performance and employee behavior. *Materials Today: Proceedings*.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.544>

- Rasmussen, T., & Ulrich, D. (2015). Learning from practice: how HR analytics avoids being a management fad. *Organizational Dynamics*, 44 (3), 236-242. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2015.05.008>
- Reddy, D. J. M., Regella, S., & Seelam, S. R. (2020, October) . Recruitment Prediction using Machine Learning. In 2020 5th International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS) (pp. 1-4) . IEEE.
- Ribes, E., Touahri, K., & Perthame, B. (2017). Employee turnover prediction and retention policies design: a case study. arXiv preprint arXiv:1707.01377. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.01377>
- Saling, K. C., & Do, M. D. (2020). Leveraging People Analytics for an Adaptive Complex Talent Management System. *Procedia Computer Science*, 168, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.269>
- Saradhi, V. V., & Palshikar, G. K. (2011). Employee churn prediction. *Expert Systems with Applications*, 38 (3), 1999-2006. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.134>
- Sharma, A., & Sharma, T. (2017) . HR analytics and performance appraisal system: A conceptual framework for employee performance improvement. *Management Research Review*. <https://doi.org/10.1108/MRR-04-2016-0084>
- Shehu, M. A., & Saeed, F. (2016) . An adaptive personnel selection model for recruitment using domain-driven data mining. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 91 (1) , 117.
- Sikaroudi, E., Mohammad, A., Ghousi, R., & Sikaroudi, A. (2015) . A data mining approach to employee turnover prediction (case study: Arak automotive parts manufacturing) . *Journal of industrial and systems engineering*, 8 (4) , 106-121. 20.1001.1.17358272.2015.8.4.7.2
- Simón, C., & Ferreira, E. (2018) . Workforce analytics: A case study of scholar–practitioner collaboration. *Human Resource Management*, 57 (3) , 781-793. <https://doi.org/10.1002/hrm.21853>
- Sisodia, D. S., Vishwakarma, S., & Pujahari, A. (2017, November) . Evaluation of machine learning models for employee churn prediction. In 2017 International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI) (pp. 1016-1020) . IEEE. DOI: 10.1109/ICICI.2017.8365293
- Sivaram, N., & Ramar, K. (2010) . Applicability of clustering and classification algorithms for recruitment data mining. *International Journal of Computer Applications*, 4 (5) , 23-28. DOI: 10.5120/823-1165
- Sivaram, N., & Ramar, K. (2011) . Knowledge Engineering to aid the recruitment process of an Industry by identifying superior selection

- criteria. *ICTACT Journal on soft computing*. DOI: 10.21917/ijsc.2011.0022
- Strohmeier, S., & Piazza, F. (2015) . Artificial intelligence techniques in human resource management—a conceptual exploration. In *Intelligent techniques in engineering management* (pp. 149-172) . Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-17906-3_7
- Talerico, C. (2021) *HR Analytic Competencies: A Comparison of Developed Versus Developing Country HR Practitioner Skill Sets*.
- Tursunbayeva, A., Di Lauro, S., & Pagliari, C. (2018). People analytics—a scoping review of conceptual boundaries and value propositions. *International Journal of Information Management*, 43, 224-247. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.08.002>
- Ulrich, D. (1997) . *Human resource champions: The next agenda for adding value and delivering results*. Harvard Business Press. ISBN:1422160696, 9781422160695
- Valle, M. A., Varas, S., & Ruz, G. A. (2012) . Job performance prediction in a call center using a naive Bayes classifier. *Expert Systems with Applications*, 39 (11), 9939-9945. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.11.126>
- Van den Heuvel, S., & Bondarouk, T. (2016, February) . The rise (and fall) of HR analytics: a study into the future applications, value, structure, and system support. In *2nd HR Division International Conference, HRIC 2016*. <https://doi.org/10.1108/JOEPP-03-2017-0022>
- Votto, A. M., Valecha, R., Najafirad, P., & Rao, H. R. (2021). Artificial Intelligence in Tactical Human Resource Management: A Systematic Literature Review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1 (2), 100047. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100047>
- Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2021) . Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review. *The International Journal of Human Resource Management*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/09585192.2020.1871398>
- Wang, H., Liang, G., & Zhang, X. (2018) . Feature regularization and deep learning for human resource recommendation. *IEEE Access*, 6, 39415-39421. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2854887
- Wang, K. Y., & Shun, H. Y. (2016) . Applying back propagation neural networks in the prediction of management associate work retention for small and medium enterprises. *J. Manag*, 4, 223-227. DOI: 10.13189/ujm.2016.040501
- Wang, S. Q., Gong, L. H., & Yan, S. L. (2009, July) . The allocation optimization of project human resource based on particle swarm

- optimization algorithm. In 2009 IITA International Conference on Services Science, Management and Engineering (pp. 169-172). IEEE. DOI: 10.1109/SSME.2009.113
- Wang, Z., Tang, X., & Chen, D. (2015, August) . A resume recommendation model for online recruitment. In 2015 11th International Conference on Semantics, Knowledge and Grids (SKG) (pp. 256-259). IEEE. DOI: 10.1109/SKG.2015.31
- Xiangpeng, G., Wang, J., & Liang, S. (2014, May). Clustering analysis based on adaptive genetic algorithm for performance assessment. In The 26th Chinese Control and Decision Conference (2014 CCDC) (pp. 1682-1686) . IEEE.
- Yabanci, O. (2019) . From human resource management to intelligent human resource management: a conceptual perspective. *Human-Intelligent Systems Integration*, 1 (2) , 101-109. <https://doi.org/10.1007/s42454-020-00007-x>
- Yang, S., Korayem, M., AlJadda, K., Grainger, T., & Natarajan, S. (2017) . Combining content-based and collaborative filtering for job recommendation system: A cost-sensitive Statistical Relational Learning approach. *Knowledge-Based Systems*, 136, 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.08.017>
- Yao, S., Yi, Z., & Zhang, L. (2015, May) . Researches on the best-fitted talents recommendation algorithm. In The 27th Chinese Control and Decision Conference (2015 CCDC) (pp. 4247-4252) . IEEE. DOI: 10.1109/CCDC.2015.7162676
- Yasodha, S., & Prakash, P. S. (2012, March) . Data mining classification technique for talent management using SVM. In 2012 International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET) (pp. 959-963) . IEEE. DOI: 10.1109/ICCEET.2012.6203768
- Ye, P. (2011, July) . The decision tree classification and its application research in personnel management. In Proceedings of 2011 International Conference on Electronics and Optoelectronics (Vol. 1, pp. V1-372) . IEEE.
- Zhang, H. (2009, December) . Fuzzy evaluation on the performance of human resources management of commercial banks based on improved algorithm. In 2009 2nd international conference on power electronics and intelligent transportation system (PEITS) (Vol. 1, pp. 214-218) . IEEE. DOI: 10.1109/PEITS.2009.5407033
- Zhang, L., & Wang, H. (2006). Intelligent information processing in human resource management: an implementation case in China. *Expert Systems*, 23 (5), 356-369. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0394.2006.00416.x>

References [In Persian]

Maroufi, Yahya and Yousefzadeh, Mohammad Reza (2008). Content analysis in Humanity. Hamedan: Sephar Danesh. [In Persian]



استناد به این مقاله: سید نقوی، میرعلی، فروزنده جونقانی، ریحانه، قربانی زاده، وجه‌الله، تقوی فرد، محمدتقی. (۱۴۰۱). الگوی هوشمندی مدیریت منابع انسانی مبتنی بر علم داده و یادگیری ماشینی، *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، ۱۰(۴۰)، ۲۶۵-۳۱۰.

DOI: 10.22054/IMS.2022.66412.2169



Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..