

## بهبود پیش‌بینی در برنامه‌ریزی منابع انسانی با ارائه مدل زنجیره مارکوف فازی

سجاد رمضانی<sup>۱\*</sup>، علی‌اکبر امیری<sup>۲</sup>، منصور مؤمنی<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی گرایش تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران،  
تهران، ایران.

۲- کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی گرایش تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران،  
تهران، ایران.

۳- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۹/۵/۸  
پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۷

### چکیده

از آنجاکه اکثر صاحب‌نظران منابع انسانی را مهم‌ترین و ارزشمندترین سرمایه هر شرکتی معرفی می‌کنند، بنابراین روشی که بتوان بر اساس آن برنامه‌ریزی دقیق برای این سرمایه ارزشمند شرکت‌ها انجام داد، بسیار ارزشمند و کاربردی خواهد بود. در این پژوهش سعی شده است مشکلات و شکاف‌های برنامه‌ریزی منابع انسانی به روش زنجیره مارکوف را با ارائه الگویی بهبود داده شود. دو مشکل اساسی روش زنجیره مارکوف در پیش‌بینی برنامه‌ریزی منابع انسانی به ترتیب در نظر نگرفتن نبود اطمینان‌های آتی و تعمیم اطلاعات یک دوره پایه در پیش‌بینی نیازهای آتی است که این مشکلات از ویژگی‌های زنجیره مارکوف است. در پژوهش حاضر برای این مشکل استفاده از الگوی زنجیره مارکوف فازی (دوره‌ای یا زمانی) پیشنهاد شده است. بنابراین در این پژوهش روش مارکوف فازی برای پیش‌بینی منابع انسانی ارائه می‌شود. از لحاظ روش، این پژوهش توصیفی است و مقطوعی است و داده‌های پژوهش

به صورت کمی مورد تحلیل قرار گرفته‌اند و کاربرد روش مارکوف فازی در برنامه‌ریزی منابع انسانی در پنج گام متوالی ارائه شده است. همچنین از کاربرد مارکوف سنتی در برنامه‌ریزی منابع انسانی برای مقایسه با مدل پیشنهادی استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد پیش‌بینی منابع انسانی با مارکوف فازی دوره‌ای ابزار قدرتمند است که شکاف‌های حاصل از برنامه‌ریزی مارکوف سنتی را پوشش می‌دهد که در تعیین کمبود و مازاد نیروی انسانی آتی سه حالت خوش‌بینانه، ثبات‌گرایانه و بدینانه را در نظر می‌گیرد و اطلاعات یک دوره را به دوره‌های آتی تعیین نمی‌دهد.

**کلمات کلیدی:** برنامه‌ریزی منابع انسانی، زنجیره مارکوف فازی، زنجیره مارکوف، کمبود و مازاد عرضه نیروی انسانی

## ۱- مقدمه

از آنجاکه برنامه‌ریزی نیروی انسانی یکی از مهم‌ترین وظایف هر سازمان است و همچنین منابع انسانی به عنوان ارزشمندترین سرمایه هر سازمان تلقی می‌شود [۱] پس برنامه‌ریزی نیروی انسانی یکی از عمدۀ ترین برنامه‌های هر سازمان را تشکیل می‌دهد. هدف از برنامه‌ریزی نیروی انسانی این است که اطمینان حاصل شود که تعداد مناسب افراد باکیفیت برای آینده سازمان موجود باشد [۲]. برنامه‌ریزی منابع انسانی<sup>۱</sup> (HRP) نشان‌دهنده طیف وسیعی از فلسفه‌ها، ابزارها و تکنیک‌هایی است که هر سازمان باید برای نظارت و مدیریت حرکت کارمندان استفاده می‌کند [۳]. برنامه‌ریزی منابع انسانی، فرایند پیش‌بینی نیازهای شغلی است. استفاده از روش مؤثر پیش‌بینی می‌تواند منجر به بهره‌وری بیشتر سازمان شود [۴، ص ۳۵۰]. در برنامه‌ریزی منابع انسانی از روش‌های کمی و کیفی متعدد برای پیش‌بینی‌های آتی استفاده می‌شود که یکی از روش‌ها زنجیره مارکوف است.

در گذشته پژوهش‌های مختلفی برای پیش‌بینی نیروی انسانی به روش مارکوف انجام شده است از جمله صحراوی در سال ۱۳۹۰ [۱]، عباسی و پشتونی‌زاده در سال ۱۳۹۷ [۵] و اسکولج و همکاران<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۸ [۶] و غیره اشاره کرد در این پژوهش‌ها یک دوره خاص متأثر

1. Human resource planning  
2. Skulj et al



چهارساله [۱] به عنوان پایه اطلاعات قرار گرفته است (بر اساس اطلاعاتی که برنامه‌ریزی بر اساس روش مارکوف نیاز است) و بر اساس آن با توجه خواص مارکوفی به پیش‌بینی میزان عرضه خالص سال‌های آتی پرداخته‌اند [۷]. سپس میزان مازاد و کمبود نیروی انسانی هر پست و واحدی را برای سال‌های آتی برنامه‌ریزی شده است. دو شکاف عمده در این پژوهش‌ها قابل مشاهده است اول این پژوهش‌ها نبود اطمینان‌های موجود در فضای حاکم بر منابع انسانی در پیش‌بینی‌های آتی را در نظر نمی‌گیرند و دوم پیش‌بینی منابع انسانی را بر پایه یک دوره که از ویژگی‌های زنجیره مارکوف است، انجام می‌دهند در حالی که ممکن اتفاقات سال‌های آتی مطابق با این دوره نباشد، بنابراین برنامه‌ریزی نیروی انسانی حاصل از پیش‌بینی بر اساس روش مارکوف سنتی نمی‌تواند کارایی بالایی داشته باشد از این رو روشی که بتواند این شکاف‌ها را پر کند لازم و ضروری است تا کارایی برنامه‌ریزی و پیش‌بینی بالا رود در این پژوهش با توجه به نوآوری‌های ایجاد شده روش مارکوف فازی دوره‌ای برای پوشش شکاف‌های برنامه‌ریزی منابع انسانی بر اساس مارکوف سنتی ارائه شده است.

معمولًا از روش‌های فازی برای محاسبه نبود اطمینان استفاده می‌شود [۸]. حالت‌های فازی عمدتاً در دو نوع موقعیت وجود دارد: اول، وقتی اطلاعات کافی در مورد یک مدل وجود نداشته باشد یا به‌این دلیل که یک سیستم جدید طراحی شده و وضعیت‌های سیستم دقیقاً اندازه‌گیری نمی‌شود؛ و دوم، وضعیت سیستم دقیقاً شناخته شده است، اما تعداد حالت‌ها بسیار وسیع است که تصمیم‌گیری نمی‌تواند با تمام حالت‌های سیستم مرتبط باشد [۹] همچنین روش مارکوف فازی اطلاعات چندین دوره اخیر را در نظر می‌گیرد که نوسانات این دوره‌ها در این روش اهمیت دارد بنابراین حالت‌های فازی بهترین روش برای در نظر گرفتن نبود اطمینان محیطی است.

مدیریت منابع انسانی را می‌توان به عنوان یک مسئله تأمین کارکنان توصیف کرد، که در آن نیازهای آینده و وضعیت فعلی سازمان باید در نظر گرفته شود [۱۰]. ضرورت استفاده از الگوی مارکوف فازی برای پیش‌بینی در آن است که وضعیت نقل و انتقالات و ترک سازمانی نیروی انسانی را با شرایط نبود اطمینان به مدیران عرضه می‌کند و این اطمینان را می‌دهد که نبود اطمینان از نقل و انتقالات و ترک سازمانی نیروی انسانی در آینده به شرایط متعادل و اطمینان‌پذیر تبدیل گردد و درنهایت با بررسی نحوه تخمین مازادها و کمبودها نیروی انسانی

سازمان‌ها بر اساس مدل زنجیره مارکوف فازی به اهداف پژوهش می‌رسد. در نظر گرفتن نبود اطمینان در برنامه‌ریزی منابع انسانی باعث واقعی تر شدن برنامه می‌شود و با ارائه سه حالت خوش‌بینانه، بدینانه و ثبات‌گرایانه در برنامه‌ریزی منابع انسانی با اطمینان بیشتر می‌توان میزان عرضه و تقاضا آتی را پیش‌بینی کرد و همچنین صرفاً بر اساس اطلاعات یک دوره پیش‌بینی‌های عرضه و تقاضا شکل نمی‌گیرد.

هدف اصلی این پژوهش نشان دادن الگو و مدل جدید پیش‌بینی منابع انسانی است که مشکلات و شکاف‌های بیان شده مارکوف سنتی را نداشته باشد و بتوان بر اساس آن میزان کمبود و مازاد نیروی انسانی را تخمین زد که برای این کار، روش پیشنهادی بر روی کارکنان شرکت نادکو سنجیده می‌شود، با توجه به اینکه تعداد ترک سازمان شرکت نادکو با نوسانات زیادی همه‌ساله برخوردار است مناسب مطالعه برای ارائه مدل پیشنهادی است.

## ۲- پیشینه و ادبیات پژوهش

برای پیش‌بینی در برنامه‌ریزی منابع انسانی از طریق روش‌ها و تکنیک‌های کمی و کیفی اقدام می‌شود (۱۱). از جمله روش‌های کیفی برای پیش‌بینی عبارت است از قضاوت گروه متخصصان، روش دلفی، طوفان فکری و غیره اشاره کرد که بر حسب محدودیت زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند و بر اساس قضاوت گروهی متکی هستند. روش‌های کمی مانند شبکه عصبی مصنوعی [۱۲]، تحلیل روند و زنجیره مارکوف برای پیش‌بینی مازاد و کمبود نیروی انسانی استفاده می‌شود.

روش مارکوف به عنوان یک ابزار توصیفی، هدف عمله آن پیش‌بینی رفتار آتی سیستم‌های مدیریتی است. بنیان‌گذار این روش آندره اندرولیچ مارکوف آماردان و ریاضی‌دان معروف روسی است. بعضی‌ها معتقدند که وی در سال ۱۹۰۵ یک سری آزمایش‌هایی را به صورت زنجیره انجام داده است [۱۱].

در این بخش از پژوهش ابتدا احتمالات زنجیره مارکوف سنتی بیان می‌شود.

اگر وضعیت سیستم در زمان  $X$  باشد، فرض می‌شود که ماتریس احتمال یک زنجیره مارکوف با حالت‌های نامحدود است بر اساس رابطه ۱ [۱۳].

$$P = P_{ij} \quad \forall i, j = \{0, 1, \dots, N\} \quad \text{رابطه ۱}$$



مطابق با رابطه ۲  $P_{ij} \geq 0$  نشان‌دهنده احتمال انتقال از حالت  $i$  به حالت  $j$  (از یک مرحله) است.

$$P_{ij} = P\{X_t+1=j / X_t=i\} = P\{X_1=j / X_0=i\} \quad \text{رابطه ۲}$$

وقتی که  $\sum_j^N = 1$  است و در  $P_{ij}$  احتمال انتقال از حالت  $i$  به حالت  $j$  در مراحل  $r$  است رابطه‌های ۳، ۴ و ۵ [۱۴، ۱۵] نشان‌دهنده این فرضیات است.

$$P_r = P_{ij}^r, \quad P_{ij}^r \geq 0 \quad \forall i, j \in \{0, 1, \dots, N\} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$P_{ij}^r = P\{X_t+1=j / X_t=i\} = P\{X_1=j / X_0=i\} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$P^r = (P)^r \quad \text{رابطه ۵}$$

یک زنجیره با یک بردار  $\pi$ ، بر اساس رابطه ۶ یک توزیع حالت پایدار دارد، جایی که  $P$  ماتریس انتقال است.

$$\pi = \pi P \quad \text{رابطه ۶}$$

علاوه‌براین، بردار احتمالی حالت پایدار  $\pi$  از حالت  $n$  نیز می‌تواند با استفاده از رابطه ۷ [۱۶] به دست آید.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (P^n) = \begin{matrix} \pi_1 & \pi_2 & \cdots & \pi_n \\ \cdots & \cdots & \cdots & \pi_n \\ \pi_1 & \pi_2 & \cdots & \pi_n \end{matrix} \quad \text{رابطه ۷}$$

با در نظر گرفتن احتمالات زنجیره مارکوف ماتریس انتقال  $P$  بر اساس یک دوره پایه که به عنوان نشان‌دهنده ویژگی دوره آتی است به دست می‌آید بنابراین اطلاعات نقل و انتقالات و ترک سازمان بر اساس اطلاعات و داده‌های دوره مشخص بیان می‌شوند و در تقاضای نیروی انسانی دوره آتی ضرب می‌شود که کمبود و مازاد نیروی انسانی مشخص می‌شود.

برای مثال با در نظر گرفتن سه پست سازمانی برای سازمانی به ترتیب A، B و C که هر کدام از پست‌های سازمانی ۱۰ نفر نیروی انسانی را برای انجام امور خود نیازمند است. فرض می‌شود در آخرین دوره (دوره پایه) ۳ نفر ترک سازمان برای هر پست وجود داشته با حرف اختصاری L نشان داده می‌شود و ۱ نفر از پست A به پست C و ۲ نفر از پست C به پست B نقل و انتقال داشته است. ماتریس P احتمال انتقال از پست‌های مختلف و ترک سازمان به‌این ترتیب است: ابتدا بر اساس آمار سال پایه احتمالات به دست می‌آید سپس بر کل تقاضا

شغل ضرب می‌شود و میزان ترک خدمت، نقل و انتقالات بین پست‌ها و ماندگاری در پست فعلی معلوم می‌شود.

$$\begin{aligned} P_{ij} &= \begin{pmatrix} \rightarrow & A & B & C & L \\ A & 60\% & 0 & 10\% & 30\% \\ B & 0 & 70\% & 0 & 30\% \\ C & 0 & 20\% & 50\% & 30\% \end{pmatrix} * \langle 10 & 10 & 10 \rangle = \\ & \begin{pmatrix} A & B & C & L \\ 6 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 7 & 0 & 3 \\ 0 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

به عنوان نمونه در پست A ۶ نفر از نیروی انسانی موجود در پست خود خواهد ماند ۱ نفر به پست C خواهد رفت و ۳ نفر ترک خدمت خواهد کرد و در برنامه‌ریزی منابع انسانی ۴ نفر کمبود وجود دارد. چنانچه در مقدمه نیز بیان شد این نوع برنامه‌ریزی ابتدا بر اساس یک دوره پیش‌بینی می‌کند و سپس به صورت قطعی پیش‌بینی را ارائه می‌دهد همچنین اگر تعداد تقاضا یا همان تعداد نفرات هر پست ثابت باشد پیش‌بینی همان دوره‌ای که بررسی شده است، می‌باشد که نمی‌تواند مناسب باشد.

باتوجه به موضوع پژوهش که به ارائه روش مارکوف فازی دوره‌ای برای برنامه‌ریزی منابع انسانی می‌پردازد ابتدا پژوهش‌های مرتبط با منابع انسانی که با روش مارکوف سنتی صورت گرفته‌اند بیان می‌شود و سپس چند پژوهش به روش مارکوف فازی انجام گرفته‌اند، بیان می‌شود مطابق با جدول ۱.

جدول ۱. بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط با برنامه‌ریزی منابع انسانی و مارکوف فازی

خلاءها	توضیحات	محققان و سال	نام
نیواد اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است	این پژوهش برای برآورد نیروی انسانی آزمایشگاه مرکزی ذوب‌آهن اصفهان انجام شد. نتیجه پژوهش نشان داد که می‌توان از زنجیره مارکوف در پیش‌بینی منابع انسانی استفاده کرد.	رضا راعی (۱۳۷۰)	[۲]

نام	سال	محققان و	توضیحات	خلاصه
محمود صارمی (۱۳۷۶)	[۱]	این پژوهش، کاربرد زنجیره مارکوف و برنامه‌ریزی خطی برای طراحی مدل دومتغیره برنامه‌ریزی نیروی انسانی را بررسی کرده است. هدف این پژوهش پیشگیری جریانات آتی منابع انسانی، تعیین خطمشی بهینه گزینی برای دستیابی به راهبردهای مدیریت خاص، کنترل جریانات منابع انسانی جهت ایجاد ساختار مصوب در آینده بود.	نیوود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است	
فیتر، (۲۰۰۶)	[۲]	این پژوهش نشان داد که با تبدیل کارکنان ناهمگن به چند زیرگروه همگن و تجزیه و تحلیل خوش‌ای با انتخاب مدل مارکوفی مناسب با آن می‌توان جریان‌های آتی نیروی انسانی را برای سازمان مشخص کرد.	نیوود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است	
بل هاج و تکیوت، (۲۰۱۳)	[۳]	در این پژوهش از الگوی مارکوف برای پیش‌بینی استخدام‌های آتی، ارتقای کارکنان و جایه‌جایی کارکنان استفاده شد. نتیجه نشان داد که مدل مارکوف مدل قابل اعتمادی برای پیش‌بینی استخدام، ارتقای کارکنان و جایه‌جایی کارکنان است.	نیوود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است	
دیمیترو و همکاران، (۲۰۱۸)	[۴]	الگویی پیشنهاد می‌شود که تقسیمات موجود در یک سازمان را طبقه‌بندی کند و کارمندان سازمان را به چند گروه (یخش) تقسیم کند. در این پژوهش برای حفظ مقررات سیستم برنامه‌ریزی آمانی استفاده شده است تا قوانین حاکم بر اساس احتمالات مارکوف حفظ شوند.	نیوود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است.	
وانگ، (۲۰۰۳)	[۵]	طی این پژوهش به ارائه الگوی فازی مارکوف پرداخت و مدل فازی مارکوف را گسترش داد. وانگ بیان کرد که مارکوف فازی در پیش‌بینی قیمت سهام عملکرد بهتری نسبت به مارکوف خاکستری دارد و بر اساس منطق قوی مارکوف فازی نشان داد که پیش‌بینی با این روش حداقل اختلاف را باحالت در دنیای واقعی دارد.	دو حالت افزایشی و کاهشی بودن را زنجیره مارکوف فازی تبیین کرده است. و حالت ثبات را در نظر نگرفته است.	

1. feyter
2. bellhaje
3. Dimitriou,et al
4. wang



نام	سال	محققان و	توضیحات	خلاصه
پاردو و فیونت <sup>۱</sup> (۲۰۱۰)	[۳]	طی این پژوهش فرایند تصمیم‌گیری در سیستم صفت را با استفاده از تصمیم‌گیری مارکوف توسعه دادند. بنابراین ابتدا تئوری پیوند زنجیره‌ای مارکوف باحالتهای غیر فازی را با زنجیره‌های مارکوف باحالتهای فازی را تعریف کردند و احتمالات زنجیره مارکوف باحالتهای فازی را با استفاده از احتمال شرطی رویداد فازی $\tilde{A}_j$ را با توجه به رویداد فازی $\tilde{A}_i$ را نشان دادند.	صرف‌به‌حالتهای احتمالات فازی پرداخته است و الگوی پیش‌بینی را نادیده گرفته است.	
بوزون و ارسینکرال <sup>۲</sup> (۲۰۱۷)	[۵]	این پژوهش برای پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا با استفاده از الگوی مارکوف فازی مثلثی انجام شد. درنتیجه نشان داده شد که زمانی که بازده ماهانه بهمیزان قابل توجهی افزایش یا کاهش می‌یابد، بازده ماه آینده نیز بهمیزان قابل توجهی افزایش یا کاهش می‌یابد.	عدم قطعیت در نظر گرفته شده است ولی خروجی بهصورت قطعی بیان شده است.	
کیرال و بوزن <sup>۳</sup> (۲۰۱۷)	[۳]	دراین پژوهش پیش‌بینی شاخص سهام استانبول به روش مارکوف و مارکوف فازی مثلثی انجام شده است. زنجیره‌های مارکوف باحالتهای فازی یک سیستم تصادفی را دقیقاً از زنجیره‌های مارکوف کلاسیک تعریف می‌کند و به فرسته‌های پیش‌بینی آینده حساس‌تر می‌شود. این می‌تواند برای برآورد بازده سهام مشترک شخصی و سهام دیگران استفاده شود.	عدم قطعیت در نظر گرفته شده است ولی خروجی بهصورت قطعی بیان شده است.	

بر اساس جدول ۱ پژوهش‌هایی که با استفاده از مارکوف به پیش‌بینی نیازهای آتی منابع انسانی اقدام نموده‌اند عدم قطعیت را در نظر نگرفتند و اطلاعات یک دوره پایه را مبنای محاسبات خود قرار داده‌اند، که این شکاف این پژوهش‌ها است همچنین پژوهش‌هایی با روش زنجیره مارکوف فازی اقدام به پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف کردۀ‌اند نیز هر کدام بعدی را در نظر نگرفته‌اند البته سه پژوهش آخر بر اساس فازی مثلثی اقدام به ارائه تکنیک نموده‌اند ولی خروجی‌شان بهصورت قطعی است و عدم قطعیت و رویدی را مینا قرار داده‌اند. وانگ (۲۰۰۳)

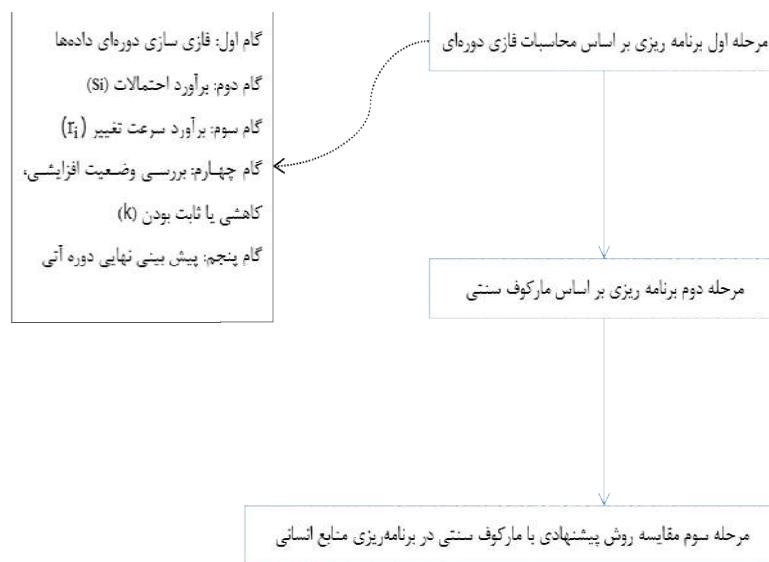
1. Pardo & fuente  
2. Uzun & ErsinK  
3. Kiral & Uzun



نیز در مدل پیشنهادی خود از سه حالت کارآئشده در این پژوهش حالت ثبات‌گرایانه را مدنظر قرار نداده است.

### ۳- روشناسی تحقیق

این پژوهش از نظر گردآوری داده به صورت کتابخانه‌ای است داده‌های پژوهش از طریق مطالعه و بررسی اسناد و مدارک شرکت نادکو به دست آمده‌اند، و پس از ارائه الگو به کاربرد تکنیک در مورد مطالعه اقدام می‌شود و مدل از نوع تحقیقات کمی محسوب می‌شود و از نظر هدف توصیفی است و چون در مقطعی از زمان انجام می‌گیرد از نظر زمانی نیز مقطعی است. در این پژوهش اطلاعات شرکت نادکو مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرایند کلی پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. فرایند ارائه روش پیشنهادی و کاربرد آن در مقایسه با مدل سنتی

بر اساس شکل ۱ فرایند پژوهش در سه مرحله برای ارائه و کاربرد الگوی پیشنهادی صورت می‌پذیرد.

مرحله اول: ارائه مدل پیش‌بینی منابع انسانی  
برای پیاده‌سازی الگوی زنجیره مارکوف فازی پس از گردآوری داده گام‌های زیر لازم است:

#### گام ۱. فازی‌سازی دوره‌ای داده‌ها

این رویکرد داده‌ها را با ویژگی دوره‌ای تقسیم می‌کند تا ارتباط بین رتبه‌بندی داده‌ها و دوره را کشف کند. بنابراین ابتدا داده‌ها بر اساس رابطه  $\wedge$  فازی می‌شوند [۲۱، ۲۳].

$$\mu(t_n) = x/y \quad (\text{رابطه } \wedge)$$

که  $x$  مقدار هدف در یک دوره خاص است و  $y$  بیشترین عدد در بین داده‌های دوره‌ای برای همان پست است. بنابراین ابتدا اعداد به صورت تابع عضویت فازی دوره‌ای تبدیل می‌شوند. سپس بر اساس حالت‌های ممکن  $s_i$  تعریف می‌شوند.

#### گام ۲. برآورد احتمالات ( $s_i$ )

هر  $s_i$  نشان‌دهنده حالت است که می‌تواند  $i=0,1,\dots,n$  باشد. احتمال هر  $s$  برابر تعداد اتفاقات آن  $s$  بر اساس  $\mu(t_n)$  است که احتمالات را تعیین می‌کند. اگر عدد ۰ را نشان دهنده کم شدن ترک سازمان نسبت به دوره قبلی باشد. عدد ۱ نشان‌گر افزایش ترک خدمت باشد و عدد ۲ نشان‌گر ثابت ماندن ترک خدمت در سازمان باشد پس ۹ حالت مختلف می‌توان تعریف کرد به ترتیب جدول ۱.

جدول ۲ نشان می‌دهد در هر شرایط از دوره‌های قبل چه حالتی وجود خواهد داشت. در جدول ۲، ۳ حالت از  $s_i$ ‌ها نشان‌دهنده افزایشی بودن یعنی  $s_1, s_2, s_3$  که عدد سمت راستشان ۱ است و سه‌حالتی که عدد سمت راست آنها ۰ است نشان‌گر کاهشی بودن ترک خدمت و سه‌حالتی که عدد سمت راستشان ۲ است نشان‌گر ثابت بودن ترک خدمت کارکنان است.



## جدول ۲. حالت‌های منابع انسانی

حالت‌های افزایشی			حالت‌های کاهشی			حالت‌های ثابت		
S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>
(۱، ۱)	(۱، ۰)	(۱، ۲)	(۰، ۱)	(۰، ۰)	(۰، ۲)	(۲، ۰)	(۲، ۲)	(۲، ۱)

### گام ۳. برآورد سرعت تغییر ( $r_i$ )

به تفاضل دوره  $\mu(t_n) - \mu(t_{n-1})$  اشاره دارد و نرخ تغییر را نشان می‌دهد. که بر اساس رابطه ۹ به دست می‌آید.

$$r_i = \mu(t_n) - \mu(t_{n-1}) \quad (9)$$

که به ازای هر حالت  $S_i$  نیز یک  $r$  تعریف می‌شود. بنابراین ۹ حالت سرعت تغییر نیز در این بخش داریم به ترتیب جدول ۳.

## جدول ۳. حالت‌های سرعت تغییر منابع انسانی

حالت‌های افزایشی			حالت‌های کاهشی			حالت‌های ثابت		
r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>7</sub>	r <sub>8</sub>	r <sub>9</sub>
(۱، ۱)	(۱، ۰)	(۱، ۲)	(۰، ۱)	(۰، ۰)	(۰، ۲)	(۲، ۰)	(۲، ۲)	(۲، ۱)

چنانچه در حالت‌های  $S_i$  نیز بیان شد سه ستون سمت چپ نشانگر افزایشی بودن  $r$  است و

سه ستون وسط نشانگر کاهشی بودن است و سه ستون سمت راست نشانگر ثابت بودن است.

### گام ۴. برآورد وضعیت افزایشی، کاهشی و ثابت (k)

بنابراین در این مرحله k بیان می‌شود مطابق با رابطه ۱۰.

$$k = S_1 * r_1 + S_2 * r_2 + S_3 * r_3 \quad (2)$$

$$k = S_4 * r_4 + S_5 * r_5 + S_6 * r_6$$

$$k = S_7 * r_7 + S_8 * r_8 + S_9 * r_9$$

### گام ۵. پیش‌بینی منابع انسانی دوره آتی

برای پیش‌بینی  $y(n+1)$  طبق رابطه ۱۱ عمل می‌شود [۲۱].

$$y(n+1) = y(n) e^k \quad (3)$$

رابطه ۱۱ نشان‌دهنده پیش‌بینی منابع انسانی در دوره‌های آتی است. که بر اساس سه حالت  $k$  محاسبه می‌شود و جایگاه شرکت آخرین وضعیت شرکت در حوزه منابع انسانی است.

مرحله دوم: برنامه‌ریزی بر اساس مارکوف ستی

در این مرحله برنامه‌ریزی به روش مارکوف ستی نیز انجام می‌شود. بنابراین اطلاعات یک دوره پایه بر اساس ویژگی روش مارکوف ستی به عنوان معیار پیش‌بینی قرار خواهد گرفت (در بخش احتمالات مارکوف روش کار بیان شده است). این مرحله برای مقایسه الگوی پیشنهادی و الگوی ستی و بررسی کاربرد مدل ارائه شده لزومی است.

مرحله سوم: مقایسه روش پیشنهادی با مارکوف ستی در برنامه‌ریزی منابع انسانی

در این مرحله با توجه به دو مرحله قبلی روش پیشنهادی با روش مارکوف ستی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین بر اساس میزان تعیین مازاد و کمبودها دو روش با هم مقایسه می‌شوند. در این مرحله صرفاً به مقایسه دو الگو اقدام نمی‌شود، بلکه هدف نشان دادن مزایای الگوی زنجیره مارکوف فازی به الگوی زنجیره مارکوف ستی است.

#### ۴- یافته‌های پژوهش

شرکت نوآوران ابزار دانش‌آموز (نادکو) در سال ۱۳۸۲ به عنوان تولیدکننده روبات‌های آموزشی تأسیس شد. زمینه‌ی فعالیت شرکت نادکو علاوه بر روباتیک، شامل نجوم، نانو شیمی، هوا و فضا و زیست‌شناسی نیز می‌شود. اطلاعات منابع انسانی این شرکت به عنوان آزمایش عددی مدل پیشنهادی این پژوهش قرار می‌گیرد.

شرکت نادکو دارای ۶ پست سازمانی به ترتیب مدیر عامل (A)، مدیران بخش‌ها (B)، مدرسان (C) (شامل مدرسان روباتیک، نجوم، شیمی و هواشناسی)، گرافیست (D)، حسابداری (E) و مسئول ارسال (F) است. با توجه به بررسی صورت گرفته در این شرکت نقل و انتقالات داخلی وجود ندارد بنابراین در این پژوهش میزان ترک خدمت کارکنان موردن بررسی قرار می‌گیرد تا خالص کمبود و مازاد نیروی انسانی هر پست بر اساس مدل پیشنهادی مشخص شود. بنابر الگوی پیشنهادی برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی منابع انسانی باید تعداد نفرات ترک



خدمت بر اساس دوره‌های مختلف ابتدا به دست آید. برای این کار چهار دوره در نظر گرفته شده است مطابق با جدول ۴.

گام ۱. فازی‌سازی دوره‌ای اطلاعات ترک خدمت شرکت نادکو بنابر الگوی ارائه شده باید اقدام به فازی‌سازی دوره‌ای اطلاعات ترک خدمت بشود برای فازی‌سازی طبق رابطه ۸ باید عمل کرد مطابق با جدول ۵.

جدول ۴. اطلاعات ترک خدمت چهار دوره اخیر نیروی انسانی شرکت نادکو

دوره چهارم	دوره سوم	دوره دوم	دوره اول	پست‌ها
.	.	.	.	A
۱	۱	۰	۰	B
۶	۹	۴	۳	C
۱	۰	۰	۰	D
۰	۱	۰	۱	E
۰	۰	۰	۰	F

در جدول ۵ اعداد هر ستون بر اساس رابطه ۸ که نشان‌دهنده تقسیم هر ستون جدول ۴ بر بیشترین آن‌ها در همان سطر است، به دست آمده است. برای مثال عدد ۰/۴۴ در سطر مدرسان دوره دوم از تقسیم عدد متناظر این ستون در جدول ۳ یعنی عدد ۴ بر بیشترین مقدار سطري یعنی عدد ۹ به دست آمده است. سایر اعداد به روش مشابه به دست آمده‌اند.

جدول ۵. جدول فازی زمانی اطلاعات ترک خدمت کارکنان شرکت نادکو

دوره چهارم	دوره سوم	دوره دوم	دوره اول	پست‌ها
.	.	.	.	A
۱	۱	۰	۰	B
۰/۶۶۶۷	۱	۰/۴۴۴۴	۰/۳۳۳۳	C
۱	۰	۰	۰	D
۰	۱	۰	۱	E
۰	۰	۰	۰	F

## گام ۲. سنجش احتمالات

جدول ۶ افزایش یافتن، کاهش یافتن و یا ثابت ماندن ترک خدمت کارکنان شرکت نادکو را نشان می‌دهد.

جدول ۶. افزایش، کاهش و ثابت ماندن ترک خدمت کارکنان شرکت نادکو

دوره چهارم	دوره سوم	دوره دوم	دوره اول	
۲	۲	۲	.	A
۲	۱	۲	.	B
.	۱	۱	.	C
۱	۲	۲	.	D
.	۱	.	.	E
۲	۲	۲	.	F

اعداد جدول ۶ نسبت به دوره ماقبل خود سنجیده شده‌اند برای مثال عدد در سطر پست ۵ با ستون دوره سوم، ۱ است چون در جدول ۵ دوره سوم با عدد ۱ و دوره دوم با عدد ۰/۴۴ جای گرفته‌اند پس نشان‌گر افزایش ترک خدمت است پس عدد ۱ می‌گیرد. در ضمن چون اطلاعات دوره قبل از دوره اول در اختیار نیست میزان ترک خدمت بر اساس نظر مدیران شرکت کاهشی در نظر گرفته می‌شود. بنابر جدول ۶، ۹ حالت می‌توان برای ترک خدمت کارکنان متصور شد. جدول ۷ بیان‌گر حالت‌ها و احتمالات هر حالت است.

در جدول ۷ بر اساس مفروضات جدول ۶ حالت‌ها در نظر گرفته شده است. برای محاسبه جدول ۷ باید از اطلاعات جدول ۶ استفاده شود. برای مثال  $s_7$  و سطر A (مدیر عامل) توضیح داده می‌شود. بر اساس جدول ۶ اعداد به ترتیب ۰، ۲، ۰ و ۲ است. بنابراین سه دسته اعداد دوتایی می‌توان بر اساس دوره‌های متوالی برای این اعداد متصور شد. اول [۰، ۰]، دوم [۲، ۰] و سوم [۰، ۲] مجموعه حالات ممکن است. بنابراین  $s_7$  و  $s_8$  به ترتیب میان حالات [۰، ۰] و [۰، ۲] است و چون [۰، ۲] دو بار تکرار شده است  $s_8 = ۰/۶۶۷$  و  $s_7 = ۰/۳۳۳$  شده است. سایر محاسبات نیز به روش مشابه انجام شده است.



## جدول ۷. احتمالات هریک از حالت‌ها

جمع احتمالات	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	پست‌ها
۱	.	.	.	.	.	.	.	۰/۳۳	۰/۶۶۷	A
۱	.	.	۰/۳۳	۰	.	.	.	۰/۳۳	۰	B
۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	۰/۳۳	۰	.	.	۰	۰	C
۱	.	.	۰/۳۳	۰	.	.	.	۰/۳۳	۰/۳۳	D
۱	۰/۳۳	۰	۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰	E
۱	.	.	۰	۰	.	.	.	۰/۳۳	۰/۶۶۷	F

## گام ۳. تعیین سرعت تغییر

جدول ۸ بر اساس رابطه ۹ به دست آمده است. مشابه حالت‌های ۵، حالت‌های ۲ مطابقت می‌کند و مانند توضیحات S است.

برای تشخیص سرعت تغییر در ۱ باید از جدول ۶ ابتدا استفاده بشود سپس بر اساس جدول ۵ تفاضل دوره‌ها را به دست آورد. برای مثال چگونگی محاسبه اعداد سطر پست C (مدرسان) به این‌گونه است که ابتدا از جدول ۶ اعداد به ترتیب ۰، ۱، ۰ هستند. حالت‌های ممکن به صورت [۰، ۱، ۱] و [۱، ۰] که r<sub>1</sub> و r<sub>2</sub> و r<sub>4</sub> هستند و تفاضل این دوره‌ها از جدول ۵ به دست می‌آیند مانند عدد -۰/۳۳۴ - از تفاضل ستون سال ۹۴ با دوره قبلی جدول ۵ است.

## جدول ۸ سرعت تغییر ترک خدمت کارکنان شرکت نادکو

r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>7</sub>	r <sub>8</sub>	r <sub>9</sub>	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	A
.	.	۱	۰	.	.	.	.	.	B
۰/۵۵۶	۰/۱۱۲	۰	-۰/۳۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	C
.	.	۱	۰	.	.	.	.	.	D
.	۱	۰	-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	E
.	.	۰	۰	.	.	.	.	۰	F

#### گام ۴. محاسبه افزایشی، کاهشی و ثابت بودن حالت ها

جدول ۹ نشان می‌دهد کدام پست‌ها با چه احتمالاتی ترک خدمت کارکنان صورت می‌گیرد. البته قابل توضیح است پارامتر کاهشی نشان‌دهنده کاهش یافتن نرخ ترک خدمت با احتمال مشخص شده است.

جدول ۹. افزایشی بودن، کاهشی بودن و ثابت بودن تغییرات

پست‌ها	پارامتر ثابت $k$	پارامتر کاهشی $k$	پارامتر افزایشی $k$
A	.	.	.
B	۰/۳۳۳	.	.
C	۰/۲۲۲۷	-۰/۱۱۱۲	.
D	۰/۳۳۳۳	.	.
E	۰/۳۳۳۳	-۰/۶۶۷	.
F	.	.	.

#### گام ۵. برآورد تعداد ترک سازمان شرکت نادکو برای دوره آتی

بنابراین پیش‌بینی تعداد افرادی که در سال ۹۸ شرکت نادکو را ترک می‌کنند بر اساس

جدول ۱۰ است (رابطه ۱۱).

جدول ۱۰ بر اساس ۳ حالت به‌پیش‌بینی منابع انسانی می‌پردازد و احتمال هر کدام را بیان می‌کند مثلاً در پست C سه نوع تغییر می‌تواند وجود داشته باشد اول نسبت به دوره قبل ثابت باشد پس ۶ نفر خروجی خواهد داشت، دوم نسبت به دوره قبل کاهشی خواهد بود بنابراین تعداد ترک سازمان به ۵۳۷ کاهش خواهد یافت و سوم می‌تواند ترک سازمان حالت افزایش داشته باشد بنابراین اگر افزایشی باشد به ۷۴۷ نفر افزایش خواهد یافت.

**جدول ۱ تخمین میزان خروج نیروی انسانی شرکت نادکو بر اساس مدل پیشنهادی**

پست‌ها	اگر تابع افزایشی باشد	اگر تابع کاهشی باشد	اگر تابع ثابت باشد	اگر تابع کاهشی باشد
A	.	.	.	.
B	۱	۱	۱/۳۹	۱
C	۶	۵/۳۷	۷/۴۷	۵
D	۱	۱	۱/۳۹	۱
E	۱	۱	۱/۳۹	۱
F	.	.	.	.

**بررسی کمبود و مازاد نیروی انسانی**

بنابراین سه حالت برنامه‌ریزی منابع انسانی می‌توان برای شرکت نادکو ارائه داد مطابق با جدول ۱۱.

**جدول ۲. جدول مازاد و کمبود نیروی انسانی شرکت نادکو بر اساس مارکوف فازی**

پست‌ها	بدبینانه	خوشبینانه	ثابت گرایانه
A	.	.	.
B	۱	۱	۱
C	۸	۵	۶
D	۱	۱	۱
E	۱	۱	۱
F	.	.	.
مجموع ترک سازمان	۱۱	۸	۹

حالات خوشبینانه که مطابق با حالت کاهشی k در جدول ۱۰ است. حالت بدبینانه مطابق با حالت افزایشی k در جدول ۱۰ و حالت ثبات مطابق با حال ثابت k در جدول ۱۰. بنابراین جدول ۱۱ نشان‌دهنده کمبود و مازاد نیروی انسانی در سه حالت است.

جدول ۱۱ نشان می‌دهد در حالت خوشبینانه ۸ نفر در حالت ثبات ۹ نفر و در حالت بدبینانه ۱۱ نفر از کارکنان شرکت نادکو ترک خواهند داشت.

#### ۴-۱- مقایسه روش کلاسیک با روش پیشنهادشده

برای نشان دادن کارایی روش مارکوف فازی همان مثال مورد مطالعه با مارکوف سنتی انجام می‌شود. در زنجیره مارکوف یک دوره به عنوان دوره پایه موردنرسی قرار می‌گیرد و سپس بر اساس آن به پیش‌بینی و برنامه‌ریزی منابع انسانی پرداخته می‌شود. بنابراین یا آخرین دوره به عنوان پایه تحلیل قرار می‌گیرد (حالت اول برای پیش‌بینی مازاد و کمبود منابع انسانی) و یا چهار دوره موردنظر در مارکوف فازی به عنوان یک دوره در نظر گرفته می‌شود و دوره آتی پیش‌بینی می‌شود (حالت دوم برای پیش‌بینی مازاد و کمبود منابع انسانی).

ابتدا باید ماتریس انتقال تشکیل شود و احتمالات برآورد شوند. احتمالات مارکوف بر اساس رابطه زیر به دست می‌آید (وانگ، ۲۰۰۵).

$$\text{تعداد موجود} / \text{تعداد افراد انتقال یافته} = \text{احتمال انتقال یک فرد به پست } i = P_{ij}$$

در جدول ۱۲ بر اساس اطلاعات آخرین دوره پیش‌بینی انجام شده است.

با در نظر گرفتن چهار دوره به عنوان یک دوره کلی که ویژگی نقل و انتقالات آتی منابع انسانی را بیان می‌کند باید اطلاعات هر پست جمع شود و بر تعداد دوره‌ها تقسیم شود تا یک دوره آتی پیش‌بینی شود. بنابراین جدول ۱۳ این احتمالات را نشان می‌دهد. برای کاهش حجم محاسبات در جدول ۱۳ احتمالات مارکوفی بیان شده است بر اساس اطلاعاتی که در جدول ۵ آمده است.

جدول ۱۲. ماتریس انتقال و تعداد تقاضای نیروی انسانی هر پست شرکت نادکو  
بر اساس آخرین دوره

تعداد تقاضا	ترک سازمان	F	E	D	C	B	A	
۱	.	.	.	.	.	.	۱	A
۴	۰/۲۵	.	.	.	.	۰/۷۵	.	B
۱۹	۰/۳۱۵۷	.	.	.	۰/۶۸۴۲	.	.	C
۲	۰/۵	.	.	۰/۵	.	.	.	D
۲	.	.	۱	.	.	.	.	E
۲	.	۱	.	.	.	.	.	F

جدول ۱۳. ماتریس انتقال و تعداد تقاضای نیروی انسانی شرکت نادکو بر اساس  
اطلاعات یک دوره کلی

تعداد تقاضا	ترک سازمان	F	E	D	C	B	A	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	A
۴	۰/۱۲۵	۰	۰	۰	۰	۰/۸۷۵	۰	B
۱۹	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰/۷۱	۰	۰	C
۲	۰/۱۲۵	۰	۰	۰/۸۷۵	۰	۰	۰	D
۲	۰/۲۵	۰	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	E
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	F

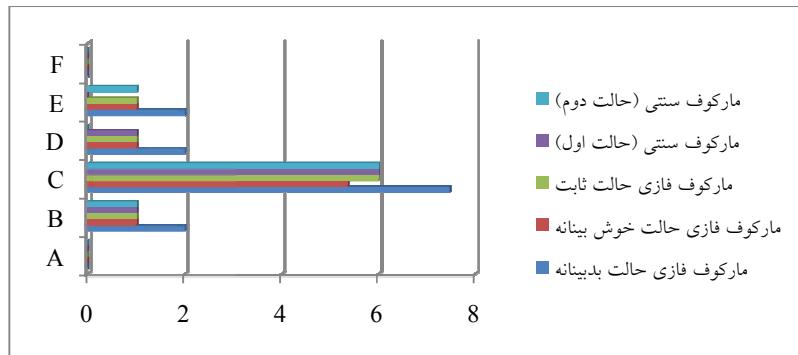
در جدول ۱۲ و ۱۳ پس از بهدست آوردن احتمالات، این احتمالات بر تقاضای موردنیاز منابع انسانی هر پست ضرب می‌شود تا میزان ترک سازمان مشخص شود مطابق با جدول ۱۴.

جدول ۱۴. تعداد ترک سازمان دوره آتی بر اساس روش زنجیره مارکوف سنتی

F	E	D	C	B	A	
۰	۰	۱	۶	۱	۰	بر اساس آخرین دوره
۰	۱	۰	۶	۱	۰	بر اساس کل دوره‌ها

#### ۴-۳- مقایسه و تحلیل نتایج هر دو مدل

تحلیل پیش‌بینی منابع انسانی شرکت نادکو بر اساس شکل ۲ و همچنین مقایسه مارکوف فازی و سنتی در جداول‌های ۱۴ و ۱۱ نشان می‌دهد که مارکوف سنتی بر اساس یک دوره پیش‌بینی انجام می‌دهد برای مثال برای پست مدرسان (C) مقدار ۶ نفر ترک خدمت در نظر گرفته است و به صورت قطعی بیان کرده است در حالی که در مارکوف فازی در حال ثبات ۶ نفر را پیش‌بینی کرده است و اگر شرایط بدتر باشد (بدبینانه) این رقم تا ۸ نفر قابل افزایش است و اگر شرایط محیط کار و سایر موارد به شکل مناسب تأمین شود (حال خوب‌بینانه) می‌تواند ۵ نفر سازمان را ترک کند.



شکل ۲. مقایسه برنامه‌ریزی منابع انسانی بهروش مارکوف و روش پیشنهادشده

همچنین مقایسه نتایج دو الگو نشان می‌دهد که برای پست حسابداری (E) با توجه به اینکه اطلاعات آخرین دوره هیچ تغییری را نشان نمی‌داد در مارکوف سنتی بر اساس اطلاعات آخرین دوره هیچ‌گونه ترک خدمتی در نظر گرفته نشده است و بر اساس پایه قرار دادن ۴ دوره ۱ نفر ترک خدمت پیش‌بینی شده است. در حالی که با در نظر گرفتن دوره‌های متوالی و با بیان حالت‌ها بر اساس این دوره‌ها در مدل مارکوف فازی در خوش بینانه ترین حالت ۱ کمبود و بدینانه ترین حالت ۲ کمبود وجود خواهد داشت که این امر پس از بررسی‌های صورت گفته با مدیران شرکت نادکو محتمل‌تر از نبودن ترک سازمان در این پست در نظر گرفته شد که می‌توان نتیجه گرفت که اطلاعات یک دوره میان نقل و انتقالات آیند نمی‌تواند باشد.

علاوه بر این در مارکوف فازی احتمالات دوره‌ها نسبت به هم سنجیده می‌شوند و بر اساس  $k$  در جدول ۹ این احتمالات نشان می‌دهند که در پست B و D آمار خروجی‌ها نسبت به قبل یا ثابت است و یا صعودی خواهند بود چون در حالت کاهشی و ثابت عدد ۰ شده است که با قرار دادن در رابطه ۱۱ نسبت به قبل تعداد ترک خدمت ثابت خواهد بود و یا  $0/33$  افزایش ترک خدمت صورت خواهد گرفت، چنانچه در شکل ۲ هم قابل مشاهده برای هر دو پست B و D مارکوف فازی در حالت بدینانه ۲ نفر، و در حالت ثبات و خوش‌بینانه ۱ نفر ترک خدمت در نظر می‌گیرد (بر اساس رابطه ۱۱) ولی در مارکوف سنتی پیش‌بینی ترک خدمت بر اساس احتمال خروجی که انجام گرفته است، صورت می‌پذیرد که یعنی اینکه تعداد نفرات ترک‌کننده را بر کل افراد پست تقسیم کرده است و نوسانات دوره‌ها در نظر گرفته نمی‌شود



چه دوره آخر به عنوان پایه محاسبات قرار گرفت و چه چهار دوره به عنوان پایه محاسبات قرار گرفت. بنابراین نوسانات دوره‌های مختلف در مارکوف در نظر گرفته نمی‌شود درنتیجه اگر تقاضا ثابت باشد تعداد خروجی همان تعداد خروجی سال آخر خواهد بود و تنها نوسانات پست سازمانی (تقاضا) می‌تواند ترک سازمان را نسبت به دوره پایه افزایش و یا کاهش دهد، که این نوع پیش‌بینی عیناً مطابق با دوره پایه نمی‌تواند برای سازمان دقیق باشد.

بنابراین می‌توان الگوی پیش‌بینی منابع انسانی فازی زمانی در دو حالت نسبت به مارکوف سنتی بهتر دانست که شکاف‌های برنامه‌ریزی بر اساس روش مارکوف سنتی است.

۱- الگوی مارکوف فازی حالت‌های مختلف در مورد برنامه‌ریزی را در نظر می‌گیرد و این حالت‌های می‌توانند افزایشی، کاهشی و یا ثابت باشند و نسبت به مارکوف سنتی که تنها یک دوره را در نظر می‌گیرد (این دوره می‌تواند نسبت به دوره قبل افزایشی، کاهشی و یا ثابت باشد)، اعتبار بیشتری دارد.

۲- در نظر گرفتن دوره‌های مختلف و نوسانات این دوره‌ها در پیش‌بینی دیگر مزیت الگوی مارکوف فازی نسبت به مارکوف سنتی است. بنابراین بر اساس دوره‌های مختلف عدم اطمینان‌ها را می‌سنجد و به پیش‌بینی می‌پردازد و اطلاعات یک دوره منع قابل اتكایی نیست.

## ۵- نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، ارائه الگوی مناسب برای برنامه‌ریزی منابع انسانی بر اساس شکاف‌های موجود در برنامه‌ریزی بر اساس زنجیره مارکوف سنتی است. برای اساس دو شکاف عمده برنامه‌ریزی منابع انسانی به روش مارکوف سنتی با ارائه زنجیره مارکوف فازی پوشش داده شده است. بنابراین الگوی مارکوف فازی دوره‌ای در پنج گام برای پیش‌بینی منابع انسانی طرح ریزی شد. در گام اول داده‌های منابع انسانی فازی سازی می‌شود. در گام دوم حالت‌های مختلف تبیین شدند بدین صورت ۹ حالت Si بیان شد و در موردمطالعه پژوهش مورد تحلیل قرار گرفت. در گام سوم نرخ تغییر حالت‌ها بیان شد و شدت تغییر هر کدام از حالت‌ها محاسبه

شدند. در گام چهار محاسبات در هر وضعیت  $k$  بر در حالت‌های افزایشی، کاهشی و ثبات محاسبه شدند و در گام آخر تخمین میزان کمبود و مازاد نیروی انسانی برآورد شده است. بر اساس الگوی زنجیره مارکوف فازی ۳ حالت خوشبینانه، بدینانه و ثبات برای برنامه‌ریزی نیروی انسانی شرکت نادکو ارائه شد و درمجموع ۸ نفر در حالت خوشبینانه، ۹ نفر در حالت ثبات‌گرایانه و ۱۱ نفر در حالت بدینانه کمبود پیش‌بینی شده است. شرکت در سه حالت در دو پست مدیرعامل و مسئول ارسال با هیچ کمبود برای سال آتی (دوره آتی) مواجه نخواهد بود. ولی در سایر پست‌ها با کمبود منابع انسانی مواجه خواهد بود که البته در سه حالت ارقام این کمبود مختلف است.

سپس بر اساس فرایند پژوهش محاسبات با استفاده از مارکوف سنتی نیز انجام گرفت. مقایسه دو مدل نشان می‌دهد که مارکوف فازی در ۲ حالت نسبت به مارکوف سنتی بهتر عمل می‌کند شکاف‌های مارکوف را پوشش می‌دهد.

۱- روش مارکوف فازی حالت‌های مختلف در مورد برنامه‌ریزی را در نظر می‌گیرد و این حالت‌های می‌توانند افزایشی، کاهشی و یا ثابت باشند.

۲- در نظر گرفتن دوره‌های مختلف و نوسانات این دوره‌ها در پیش‌بینی دیگر مزیت روش مارکوف فازی نسبت به مارکوف سنتی است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که روش زنجیره مارکوف فازی به صورت موفقیت‌آمیزی بر روی کارکنان شرکت نادکو سنجیده شد که این رویکرد جدیدی در برنامه‌ریزی منابع انسانی است که مشکلات زنجیره مارکوف سنتی را ندارد. روش زنجیره مارکوف فازی با ارائه عرضه خالص نیروی انسانی رویکرد مناسبی برای سازمان‌ها است که میزان کمبود منابع انسانی خود را از چه طریقی کارمندیابی بکنند.

در این پژوهش برای پیش‌بینی منابع انسانی سه حالت ارائه می‌شود اول حالتی که به صورت بدینانه برنامه‌ریزی منابع انسانی انجام گیرد، دوم در حالت خوشبینانه برنامه‌ریزی منابع انسانی انجام گیرد و سوم با حالت ثبات رویه که احتمالات را ثابت با دوره گذشته در نظر می‌گیرد، بنابراین سازمان‌های مختلف با در نظر گرفتن نوسانات می‌توانند در هریک از سه حالت پیش‌بینی قرار گیرند که جایگاه هر سازمان در هریک از این حالت بر اساس شرایط مساعد و یا نامساعد دوره آتی وابسته است اگر شرایط مساعد باشد حالت خوشبینانه و اگر شرایط



نامساعد باشد حال بدینانه خواهد بود و همچنین شرایط مانند شرایط دوره آخر باشد حالت ثبات گرایانه پیش‌بینی می‌شود.

با در نظر گرفتن کلیه موارد ذکر شده مدل ارائه شده در این پژوهش، روش زنجیره مارکوف فازی می‌تواند برای سازمان‌های بزرگ و کوچک بسیار مفید باشد. این الگو روند را بر اساس سه حالت برای عرضه نیروی انسانی نشان می‌دهد و نسبت به روش مارکوف که فقط تقاضا می‌تواند نسبت پیش‌بینی را متغیر سازد (بر اساس مثال بخش پیشینه ادبیات) و تفاوت دوره آئی را با دوره پایه مشخص کند در این روش روندهای موجود (عرضه) بدون در نظر گرفتن تقاضا نیز می‌تواند متغیر یا ثابت باشد و در مرحله بعد تقاضا نیز بر نیازمندی‌های منابع انسانی افزوده می‌شود و درنهایت برنامه‌ریزی منابع انسانی انجام می‌شود. سازمان‌های مختلف می‌توانند با در نظر گرفتن مزایا روش پیشنهادی اقدام به برنامه‌ریزی نقل و انتقالات داخلی و میزان خروجی منابع انسانی خود کنند و با اطمینان بیشتری نسبت خروجی برنامه خود در صدد اجرای آن باشند.

علاوه بر این پژوهش حاضر نسبت به تحقیق وانگ (۲۰۰۳) که به ارائه روش مارکوف فازی برای پیش‌بینی سهام پرداخته است دو نوآوری دارد.

- ۱- افزایش تعداد حالت‌ها  $s_i$  و  $t_i$  از ۴ به ۹ و اعمال بر مورد مطالعه.
- ۲- اضافه کردن وضعیت ثابت ماندن در فرمول  $k$  و نشان دادن مصدق ثابت ماندن وضعیت در مورد مطالعه.

### ۱-۵- محدودیت‌ها

۱- در این پژوهش نشان داده شد زنجیره مارکوف فازی می‌تواند در برنامه‌ریزی منابع انسانی به صورت بهینه مورداستفاده قرار گیرد ولی مورد مطالعه این پژوهش تنها برنامه‌ریزی کارکنانش بر اساس تعداد خروجی کارکنان است و ممکن است شرکت‌هایی با نقل و انتقالات داخلی روبرو باشند.

## ۲-۵- پیشنهادها

- ۱- با توجه به ارائه روش زنجیره مارکوف فازی دوره‌ای در حوزه منابع انسانی پیشنهاد می‌شود در برنامه‌ریزی‌های آتی منابع انسانی در حوزه کاربردی و تئوری از این مدل استفاده بشود.
- ۲- روش فوق برای پیش‌بینی یک دوره آتی استفاده شده است در صورت ممکن نویسنده‌گان بعدی مدل را برای پیش‌بینی‌های چندین دوره آتی بهبود دهند.
- ۳- با در نظر گرفتن محدودیت این پژوهش، نویسنده‌گان می‌توانند مورد مطالعه‌ای انتخاب کنند که در آن نقل و انتقال داخلی سازمانی نیز موجود باشد که مفروضات این تحقیق را به صورت کامل نشان دهند.

## ۶- منابع

- [۱] صحرایی، رضوان، پیش‌بینی تأمین منابع انسانی داخلی در سازمان‌ها با استفاده زنجیره مارکوف، ۱۳۸۷، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- [۲] Feyter, Tim De., Modelling heterogeneity in manpower planning: dividing the personnel system into more homogeneous subgroups, Wiley InterScience, 22, 2006, 321–334.
- [۳] Belhaj, Rachid., Tkouat, Mohamed., A Markov Model for Human Resources Supply Forecast Dividing the HR System into Subgroups. Journal of Service Science and Management. 14, 2013, 15-28.
- [۴] اعرابی، سید محمد، فیاضی، مرجان، مدیریت منابع انسانی پیوند استراتژی و عمل، انتشارات مه‌کامه، ۱۳۹۵.
- [۵] عباسی، عباس، پشوتنی‌زاده، هومن. ارائه مدلی برای پیش‌بینی عرضه و تقاضای منابع انسانی شعبه مرکزی بانک قوامین استان تهران با استفاده از مدل زنجیره‌ی مارکوف برای دوره‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت. مطالعات منابع انسانی، ۸(۴)، ۱۳۹۷، ۲۲-۱.
- [۶] Škulj D, Vehovar V, Štamfelj D. The modelling of manpower by Markov chains-a case study of the Slovenian armed forces. Informatica. 2008;32(3), 290-297.
- [۷] صحرایی، رضوان، پیش‌بینی تأمین منابع انسانی داخلی در سازمان‌ها با استفاده زنجیره مارکوف، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۸۷.



[8] Dong-MeiZhu., Wai-KiChing ., Sy-MingGuu , Sufficient conditions for the ergodicity of fuzzy Markov chains, *fuzzy sets and system*, 24, 2016, 1-12.

[9] Pardo MJ, de la Fuente D. Fuzzy Markovian decision processes: Application to queueing systems. *Computers & Mathematics with Applications*. 60(9), 2010, 25, 26-35.

[10] Bányai.T., Landschütze, C., Bányai, A. Markov-Chain Simulation-Based Analysis of Human Resource Structure: How Staff Deployment and Staffing Affect Sustainable Human Resource Strategy, *Journal of Sustainability*, 29, 2018, 40-55.

[11] قهرمانی، جعفر، کاربرد زنجیره مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی، نشریه مدیریت فردا، ۵، ۱۳۸۶، ۱۷، ۲۳-۳۴.

[12] محمدی، محمود، امین ناصری، محمدرضا و آذر، عادل، الگوی انتخاب و به کارگماری نیروی انسانی در سازمان‌ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، نشریه مدرس علوم انسانی، ۱۳۸۳، ۸، ۱۳۵-۱۵۶.

[13] Ezugwu.V., ologun. S. Markov Chain: A Predictive Model for Manpower Planning, *Appl. Sci. Environ. Manage.*, 21 (3), 2017, 557-565.

[14] ایروانی، محمدرضا و تیموری، ابراهیم، سیستم‌های صفحه، جلد دوم، انتشارات علم و صنعت، ۱۳۹۱.

[15] Lanzarone , E., Matta, A., Scaccabarozzi, G., A patient stochastic model To support human resource planning in home care, *Production Planning & Control, The Management of Operations*, 21(3), 2010, 3-25..

[16] Uzun, B., ErsinKral. Application of markov chains-fuzzy states to gold price, International Conference on Theory and Application of Soft Computing 2010.

[17] Ching, W.K., Fung, E.S., Ng, M.K., A multivariate Markov chain model for categorical data sequences and its applications in demand predictions. *IMA Journal of Management Mathematics*, 13, 2002, 187-199.

[18] راعی، رضا، کاربرد زنجیره‌های مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی در شرکت سهامی ذوب‌آهن، پایان‌نامه ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

[۱۹] صارمی، محمود، طراحی مدل دو متغیره برنامه‌ریزی نیروی انسانی با استفاده از روش زنجیره مارکوف، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۷۴.

[20] Dimitriou, V., Georgiou, A., Tsantas, N, The multivariate non homogeneous Markov manpower system in a departmental mobility framework, European Journal of Operational Research, 228, 2018, 112-121.

[21] Wang,, Z. on demand forecasting stock prices using real – time predictor, transactions on knowledge and data engineering, 15, 2013, 1033- 1037.

[22] Kira, E., Uzun, B, Forecasting closing returns of borsa Istanbul index with markov chain model of the fuzzy states, Journal of Economics, Finance and Accounting, 4 (1), 2017, 15-24.

[23] Michael, G., Thomason, M, Convergence of Powers of a Fuzzy Matrix, *journal of mathematical analysis and applications*, 57, 1997, 476-480.