

## 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.

پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۷

دریافت: ۱۳۹۹/۵/۸

### 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 مقطعی 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 سستی 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 سستی را پوشش می‌دهد که در تعیین کمبود و مازاد نیروی انسانی آتی سه حالت خوش‌بینانه، ثبات‌گرایانه و بدبینانه را در نظر می‌گیرد و اطلاعات یک دوره را به دوره‌های آتی تعمیم 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 به‌عنوان ارزشمندترین سرمایه هر سازمان تلقی می‌شود [۱] پس برنامه‌ریزی نیروی انسانی یکی از عمده‌ترین 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 صحرائی 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 مثلاً

1. Human resource planning  
2. Skulj et al



چهارساله [۱] به‌عنوان 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 درحالی‌که 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.

معمولاً 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 به این 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 دوره‌ای 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 به‌عنوان 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 در نهایت 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 واقعی‌تر شدن برنامه می‌شود و با ارائه سه حالت خوش‌بینانه، بدبینانه 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 بیان‌شده 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، باتوجه‌به 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 برحسب محدودیت زمان مورداستفاده 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 به‌عنوان یک ابزار توصیفی، هدف عمده آن پیش‌بینی رفتار آتی سیستم‌های مدیریتی است. بنیان‌گذار این روش آندره اندروچ مارکوف آماردان و ریاضی‌دان معروف روسی است. بعضی‌ها معتقدند که وی در سال ۱۹۰۵ یک سری آزمایش‌هایی را به‌صورت زنجیره انجام داده است [۱۱].

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

اگر وضعیت سیستم در زمان  $X_t$  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 نشان‌دهنده احتمال انتقال از حالت  $i$  به حالت  $j$  (از یک مرحله)  $P_{ij} \geq 0$  است.

$$P_{ij} = P\{x_{t+1} = j / x_t = i\} = P\{x_1 = j / x_0 = i\} \quad \text{رابطه ۲}$$

وقتی که  $\sum_j^N P_{ij} = 1$ ،  $P_{ij} = 0$  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.

$$\pi = \pi P \quad \text{رابطه ۶}$$

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

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

با در نظر گرفتن احتمالات زنجیره مارکوف ماتریس انتقال  $p$  بر اساس یک دوره پایه که به‌عنوان نشان‌دهنده ویژگی دوره آتی است به‌دست 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 به این ترتیب است: ابتدا بر اساس آمار سال پایه احتمالات به‌دست می‌آید سپس بر کل تقاضا



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

$$\left\{ \begin{array}{c} \rightarrow \\ P_{ij} = \begin{array}{c|cccc} & A & B & C & L \\ \hline A & 60\% & 0 & 10\% & 30\% \\ B & 0 & 70\% & 0 & 30\% \\ C & 0 & 20\% & 50\% & 30\% \end{array} \end{array} \right\} * \langle 10 \ 10 \ 10 \rangle =$$

$$\begin{array}{c|cccc} & A & B & C & L \\ \hline A & 6 & 0 & 1 & 3 \\ B & 0 & 7 & 0 & 3 \\ C & 0 & 2 & 5 & 3 \end{array}$$

به‌عنوان نمونه در پست A ۶ نفر از نیروی انسانی موجود در پست خود خواهند ماند ۱ نفر به پست C خواهد رفت و ۳ نفر ترک خدمت خواهند 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 به‌صورت 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 سستی صورت گرفته‌اند بیان می‌شود و سپس چند پژوهش به روش مارکوف فازی انجام‌گرفته‌اند، بیان می‌شود مطابق با جدول ۱.

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

خلاءها	توضیحات	محققان و سال	ژانر
نبود 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.	رضارعی (۱۳۷۰)	[۱۷]



ردیف	محققان و سال	توضیحات	خلاصه‌ها
[۱۹]	محمود صارمی (۱۳۷۶)	این پژوهش، کاربرد زنجیره مارکوف و برنامه‌ریزی خطی برای طراحی مدل دومتغیره برنامه‌ریزی نیروی انسانی را بررسی کرده است. هدف این پژوهش پیشگیری جریان‌های منابع انسانی، تعیین خط‌مشی بهینه‌گزینه برای دستیابی به راهبردهای مدیریت خاص، کنترل جریان‌های منابع انسانی جهت ایجاد ساختار مصوب در آینده بود.	نبود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است
[۲۰]	فیتز <sup>۱</sup> ، (۲۰۰۶)	این پژوهش نشان داد که با تبدیل کارکنان ناهمگن به چند زیرگروه همگن و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای با انتخاب مدل مارکوفی متناسب با آن می‌توان جریان‌های آتی نیروی انسانی را برای سازمان مشخص کرد.	نبود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است
[۲۱]	بل‌هاج و تکیوت <sup>۲</sup> (۲۰۱۳)	در این پژوهش از الگوی مارکوف برای پیش‌بینی استفاده‌های آتی، ارتقای کارکنان و جابه‌جایی کارکنان استفاده شد. نتیجه نشان داد که مدل مارکوف مدل قابل‌اعتمادی برای پیش‌بینی استفاده، ارتقای کارکنان و جابه‌جایی کارکنان است.	نبود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است
[۲۲]	دیمیتر و همکاران <sup>۳</sup> ، (۲۰۱۸)	الگویی پیشنهاد می‌شود که تقسیمات موجود در یک سازمان را طبقه‌بندی کند و کارمندان سازمان را به چند گروه (بخش) تقسیم کند. در این پژوهش برای حفظ مقررات سیستم برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است تا قوانین حاکم بر اساس احتمالات مارکوف حفظ شوند.	نبود اطمینان در نظر گرفته نشده است و بر اساس یک دوره پیش‌بینی کرده است.
[۲۳]	وانگ <sup>۴</sup> ، (۲۰۰۳)	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



ردیف	محققان و سال	توضیحات	خلاصه‌ها
[۱۴]	پاردو و فیونت <sup>۱</sup> ، (۲۰۱۰)	طی این پژوهش فرایند تصمیم‌گیری در سیستم صف را با استفاده از تصمیم‌گیری مارکوف توسعه دادند. بنابراین ابتدا تئوری پیوند زنجیره‌های 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 $\tilde{z}$ را با توجه به رویداد فازی $\tilde{A}_i$ را نشان دادند.	صرفاً به حالت‌ها و احتمالات فازی پرداخته است و الگوی پیش‌بینی را نادیده گرفته است.
[۱۵]	یوزون و ارسینکرا <sup>۲</sup> ، (۲۰۱۷)	این پژوهش برای پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا با استفاده از الگوی مارکوف فازی مثلثی انجام شد. در نتیجه نشان داده شد که زمانی که بازده ماهانه به میزان قابل توجهی افزایش یا کاهش می‌یابد، بازده ماه آینده نیز به میزان قابل توجهی افزایش یا کاهش می‌یابد.	عدم قطعیت در نظر گرفته شده است ولی خروجی به صورت قطعی بیان شده است.
[۱۶]	کیرال و یوزن <sup>۳</sup> ، (۲۰۱۷)	در این پژوهش پیش‌بینی شاخص سهام استانبول به روش مارکوف و مارکوف فازی مثلثی انجام شده است. زنجیره‌های مارکوف با حالت‌های فازی یک سیستم تصادفی را دقیقاً از زنجیره‌های مارکوف کلاسیک تعریف می‌کند و به فرصت‌های 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 به صورت 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 پژوهش‌های با روش زنجیره مارکوف فازی اقدام به پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف کرده‌اند نیز هرکدام بعدی را در نظر نگرفته‌اند البته سه پژوهش آخر بر اساس فازی مثلثی اقدام به ارائه تکنیک نموده‌اند ولی خروجی‌شان به صورت قطعی است و عدم قطعیت ورودی را مبنای قرار داده‌اند. وانگ (۲۰۰۳)

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



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

### ۳- روش‌شناسی 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 داده‌های 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 ۸ فازی می‌شوند [۲۱، ۲۳].

$$\mu(t_n) = x/y \quad \text{رابطه ۸}$$

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 بر اساس  $\mu(t_n)$  است که احتمالات را تعیین می‌کند. اگر عدد ۰ را نشان دهند از 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 سه حالتی که عدد سمت راست آن‌ها ۰ است نشانگر کاهش می‌توان ترک خدمت و سه حالتی 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 (I<sub>i</sub>)

I<sub>i</sub> به تفاضل دوره  $\mu(t_n)$  اشاره دارد و نرخ تغییر را نشان می‌دهد. که بر اساس رابطه ۹ به دست می‌آید.

$$I_i = \mu(t_n) - \mu(t_{n-1}) \quad \text{رابطه ۹}$$

که به ازای هر حالت S نیز یک I 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		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	I <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<sub>i</sub> نیز بیان شد سه ستون سمت چپ نشانگر افزایشی بودن I 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.

$$\text{رابطه ۲} \quad \text{اگر } k \text{ افزایشی باشد} \quad = S_1 * I_1 + S_2 * I_2 + S_3 * I_3$$

$$\text{اگر } k \text{ کاهشی باشد} \quad = S_4 * I_4 + S_5 * I_5 + S_6 * I_6$$

$$\text{اگر } k \text{ ثابت باشد} \quad = S_7 * I_7 + S_8 * I_8 + S_9 * I_9$$

گام ۵. پیش‌بینی منابع انسانی دوره آتی

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

$$\text{رابطه ۳} \quad y(n+1) = y(n) e^k$$



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 سنتی

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

مرحله سوم: مقایسه روش پیشنهادی با مارکوف سنتی در برنامه‌ریزی منابع انسانی در این مرحله باتوجه به دو مرحله قبلی روش پیشنهادی با روش مارکوف سنتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین بر اساس میزان تعیین مازاد و کمبودها دو روش باهم 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 سنتی است.

#### ۴- یافته‌های پژوهش

شرکت نوآوران ابزار دانش‌آموز (نادکو) در سال ۱۳۸۲ به‌عنوان 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 به‌عنوان آزمایش عددی مدل پیشنهادی این پژوهش قرار می‌گیرد.

شرکت نادکو دارای ۶ پست سازمانی به‌ترتیب مدیرعامل (A)، مدیران بخش‌ها (B)، مدرسان (C) (شامل مدرسان روباتیک، نجوم، شیمی و هوافضا)، گرافیست (D)، حسابداری (E) و مسئول ارسال (F) است. باتوجه به بررسی صورت گرفته در این شرکت نقل و انتقالات داخلی وجود ندارد بنابراین در این پژوهش میزان ترک خدمت کارکنان مورد 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 به‌دست آید. برای این کار چهار دوره در نظر گرفته شده است مطابق با جدول ۴.

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

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

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

در جدول ۵ اعداد هر ستون بر اساس رابطه ۸ که نشان‌دهنده تقسیم هر ستون جدول ۴ بر بیشترین آن‌ها در همان سطر است، به‌دست 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 سطری یعنی عدد ۹ به‌دست آمده است. سایر اعداد به‌روش مشابه به‌دست آمده‌اند.

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

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



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 اول	دوره دوم	دوره سوم	دوره چهارم	
۰	۲	۲	۲	A
۰	۲	۱	۲	B
۰	۱	۱	۰	C
۰	۲	۲	۱	D
۰	۱	۰	۰	E
۰	۲	۲	۲	F

اعداد جدول ۶ نسبت به دوره ماقبل خود سنجیده شده‌اند برای مثال عدد در سطر پست C 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 ۲ حالت‌ها در نظر گرفته شده است. برای محاسبه جدول ۷ باید از اطلاعات جدول ۶ استفاده شود. برای مثال S7 و سطر A (مدیرعامل) توضیح داده می‌شود. بر اساس جدول ۶ اعداد به ترتیب ۰، ۲، ۲ و ۲ است. بنابراین سه دسته اعداد دوتایی می‌توان بر اساس دوره‌های متوالی برای این اعداد متصور شد. اول [۲، ۰]، دوم [۲، ۲] و سوم [۲، ۲] مجموعه حالات ممکن است. بنابراین S7 و S8 به ترتیب مبین حالات [۲، ۰] و [۲، ۲] است و چون [۲، ۲] دو بار تکرار شده است S8 ۰/۶۶۷ و S7 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	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۳	۰/۶۶۷	۰	A
۱	۰	۰	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰/۳۳	۰	۰/۳۳	B
۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	C
۱	۰	۰	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	D
۱	۰/۳۳	۰	۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	۰	۰	۰	E
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۳	۰/۶۶۷	۰	F

گام ۳. تعیین سرعت تغییر

جدول ۸ بر اساس رابطه ۹ به دست آمده است. مشابه حالت‌های S، حالت‌های I مطابق می‌کند و مانند توضیحات S است.

برای تشخیص سرعت تغییر در I 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 این گونه است که ابتدا از جدول ۶ اعداد به ترتیب ۰، ۱، ۱، ۰ هستند. حالت‌های ممکن به صورت [۱، ۰]، [۱، ۱] و [۰، ۱] که I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub> و I<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

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



گام ۴. محاسبه افزایشی، کاهش و ثابت بودن حالت‌ها  $k$   
 جدول ۹ نشان می‌دهد کدام پست‌ها با چه احتمالاتی ترک خدمت کارکنان صورت  
 می‌گیرد. البته قابل توضیح است پارامتر کاهش نشان‌دهنده کاهش یافتن نرخ ترک خدمت با  
 احتمال مشخص شده است.

جدول ۹. افزایشی بودن، کاهش و ثابت بودن تغییرات

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

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 به پیش‌بینی 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 کاهش خواهد بود بنابراین  
 تعداد ترک سازمان به ۵.۳۷ کاهش خواهد یافت و سوم می‌تواند ترک سازمان حالت افزایش  
 داشته باشد بنابراین اگر افزایشی باشد به ۷.۴۷ 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
A	۰	۰	۰
B	۱/۳۹	۱	۱
C	۷/۴۷	۵/۳۷	۶
D	۱/۳۹	۱	۱
E	۱/۳۹	۱	۱
F	۰	۰	۰

### 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	۰	۰	۰
B	۱	۱	۱
C	۸	۵	۶
D	۱	۱	۱
E	۱	۱	۱
F	۰	۰	۰
مجموع ترک سازمان	۱۱	۸	۹

حالت خوش‌بینانه که مطابق با حالت کاهشی k در جدول ۱۰ است. حالت بدبینانه مطابق با حالت افزایشی k در جدول ۱۰ و حالت ثابت مطابق با حالت 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 ثابت ۹ نفر و در حالت بدبینانه ۱۱ نفر از کارکنان شرکت نادکو ترک خدمت خواهند داشت.



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

برای نشان دادن کارایی روش مارکوف فازی همان مثال مورد مطالعه با مارکوف سستی انجام می‌شود. در زنجیره مارکوف یک دوره به عنوان دوره پایه مورد بررسی 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 مورد نظر 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).

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

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

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

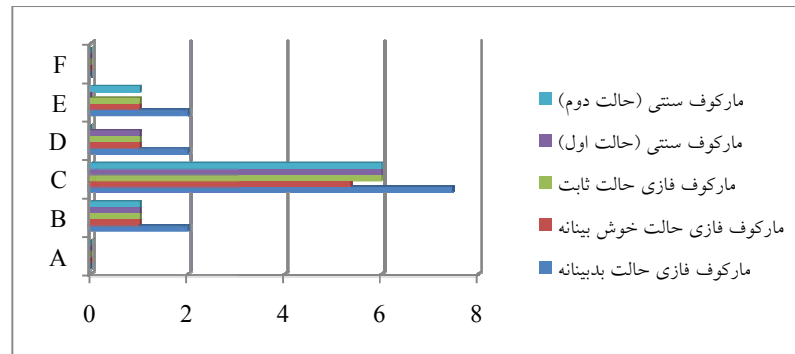
در جدول ۱۲ و ۱۳ پس از به‌دست آوردن احتمالات، این احتمالات بر تقاضای موردنیاز منابع انسانی هر پست ضرب می‌شود تا میزان ترک سازمان مشخص شود مطابق با جدول ۱۴.

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 جدول‌های 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 به‌صورت قطعی بیان کرده است درحالی‌که در مارکوف فازی در حال ثبات ۶ نفر را پیش‌بینی کرده است و اگر شرایط بدتر باشد (بدبینانه) این رقم تا ۸ نفر قابل‌افزایش است و اگر شرایط محیط کار و سایر موارد به‌شکل مناسب تأمین شود (حالت خوش‌بینانه) 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 سستی 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. درحالی‌که با در نظر گرفتن دوره‌های متوالی و با بیان حالت‌ها بر اساس این دوره‌ها در مدل مارکوف فازی در خوش‌بینانه‌ترین حالت ۱ کمبود و بدبینانه‌ترین حالت ۲ کمبود وجود خواهد داشت که این امر پس از بررسی‌های صورت گرفته با مدیران شرکت نادکو محتمل‌تر از نبودن ترک سازمان در این پست در نظر گرفته شد که می‌توان نتیجه گرفت که اطلاعات یک دوره مبین 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 بدبینانه ۲ نفر، و در حالت ثبات و خوش‌بینانه ۱ نفر ترک خدمت در نظر می‌گیرد (بر اساس رابطه ۱۱) ولی در مارکوف سستی 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 به‌عنوان پایه محاسبات قرار گرفت و چه چهار دوره به‌عنوان پایه محاسبات قرار گرفت. بنابراین نوسانات دوره‌های مختلف در مارکوف در نظر گرفته نمی‌شود در نتیجه 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 منبع قابل‌اتکایی 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. براین 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 طرح‌ریزی شد. در گام اول داده‌های منابع انسانی فازی‌سازی می‌شود. در گام دوم حالت‌های مختلف تبیین شدند بدین صورت ۹ حالت Si بیان شد و در مورد مطالعه 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، بدبینانه و ثبات برای برنامه‌ریزی نیروی انسانی شرکت نادکو ارائه شد و در مجموع ۸ نفر در حالت خوش‌بینانه، ۹ نفر در حالت ثبات‌گرایانه و ۱۱ نفر در حالت بدبینانه کمبود پیش‌بینی شده است. شرکت در سه حالت در دو پست مدیرعامل و مسئول ارسال با هیچ کمبود برای سال آتی (دوره آتی) مواجه نخواهند بود. ولی در سایر پست‌ها با کمبود منابع انسانی مواجه خواهند 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 به‌صورت 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 به‌صورت بدبینانه برنامه‌ریزی منابع انسانی انجام گیرد، دوم در حالت خوش‌بینانه برنامه‌ریزی منابع انسانی انجام گیرد و سوم باحالت ثبات رویه که احتمالات را ثابت با دوره گذشته در نظر می‌گیرد، بنابراین سازمان‌های مختلف با در نظر گرفتن نوسانات می‌توانند در هر یک از سه حالت پیش‌بینی قرار گیرند که جایگاه هر سازمان در هر یک 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 بدبینانه خواهد بود و همچنین شرایط مانند شرایط دوره آخر باشد حالت ثبات‌گرایانه 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 آتی 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 در نهایت 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 درصد 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 Si و Pi از ۴ به ۹ و اعمال بر مورد مطالعه.

۲- اضافه کردن وضعیت ثابت ماندن در فرمول k و نشان دادن مصداق ثابت ماندن وضعیت در مورد مطالعه.

#### ۵-۱- محدودیت‌ها

۱- در این پژوهش نشان داده شد زنجیره مارکوف فازی می‌تواند در برنامه‌ریزی منابع انسانی به صورت بهینه مورد استفاده 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 رویه‌رو باشند.



## ۵-۲- پیشنهادها

- ۱- باتوجه 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 نویسندگان بعدی مدل را برای پیش‌بینی‌های چندین دوره آتی بهبود دهند.
- ۳- با در نظر گرفتن محدودیت این پژوهش، نویسندگان 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] صحرايي، رضوان، پیش‌بینی تأمین منابع انسانی داخلی در سازمان‌ها با استفاده از زنجیره مارکوف، ۱۳۸۷، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- [2] Feyter, Tim De., Modelling heterogeneity in manpower planning: dividing the personnel system into more homogeneous subgroups, Wiley InterScience, 22, 2006, 321-334.
- [3] Belhaj, Rachid., Tkiouat, 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، پشتوتنی‌زاده، 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، ۱-۲۲.
- [6] 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] صحرايي، رضوان، پیش‌بینی تأمین منابع انسانی داخلی در سازمان‌ها با استفاده از 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.
- [۱۱] قهرمانی، جعفر، کاربرد زنجیره مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی، نشریه مدیریت فردا، ۵، ۱۳۸۶، ۱۷، ۲۳-۳۴.
- [۱۲] 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.
- [۱۴] ایروانی، محمدرضا و تیموری، ابراهیم، سیستم‌های صف، 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.
- [۱۸] راعی، رضا، کاربرد زنجیره‌های مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی در شرکت سهامی ذوب‌آهن، پایان‌نامه ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.



[۱۹] صارمی، محمود، طراحی مدل دومتغیره 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, *tranactions on knowledge and data engineering*, 15, 2013, 1033- 1037.
- [22] Kira, E., Uzun, B, Forecating 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.

