

طراحی مدل ریاضی فازی برنامه ریزی نیروی انسانی « مورد : ارتش بیست میلیونی »

عادل آذر^{۱*}، ابراهیم نجفی^۲

۱- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشجوی دکتری مدیریت دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

برنامه ریزی نیروی انسانی، وسیله ای است برای حصول اطمینان از تأمین نیروی انسانی مورد نیاز برای دستیابی به اهداف سازمان و مدل سازی ریاضی آن نیز برای برنامه ریزان از اهمیت خاصی برخوردار است؛ از این رو مدل‌های ریاضی بی شماری برای فرموله کردن برنامه ریزی نیروی انسانی در سازمان‌های مختلف ارائه شده ، اما همواره این سؤال مطرح بوده است که مدل ریاضی کارآ در برنامه ریزی نیروی انسانی، چگونه مدلی است؟

در این مقاله، برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی با دو رویکرد قطعی و فازی مدل سازی ریاضی شده است . هدف از این مقاله، پاسخ دادن به این پرسش است که در سازمان ارتش بیست میلیونی کدام رویکرد ریاضی (قطعی یا فازی) جواب بهتری برای برنامه ریزی نیروی انسانی ارائه می‌دهد.

برای پاسخ دادن به این سؤال ابتدا یک مدل از مدل‌های قطعی (مدل‌های آرمان قطعی) با عنوان CGP^۱ انتخاب شد و سپس مدل فازی آن تحت عنوان MPMF^۲ تدوین گردید و سرانجام مدل‌های تدوین شده در یک نمونه تحقیق آزمون شدند.

نتایج حاصل از مدل CGP و MPMF همگی بیانگر بهبود جواب بهینه مدل فازی نسبت به مدل قطعی بودند. بنابراین توصیه می شود با توجه به داده های مبهم و نادقیق بیشتر ارتش بیست میلیونی نسبت به سایر سازمانها، برای مدل سازی ریاضی برنامه ریزی نیروی انسانی با استفاده از منطق فازی به اندازه گیری هر چه بیشتر پارامترهای نادقیق و مبهم پرداخته شود و این نوع مدل سازی مبنای برنامه ریزی نیروی انسانی قرار گیرد.

کلید واژه ها: برنامه ریزی نیروی انسانی، منطق فازی ، برنامه ریزی آرمانی ، مدل سازی.

1- Crisp Goal Programming

2- Manpower Planning Model in Fuzzy Environment

*نویسنده عمده دار مکاتبات



۱- مقدمه

از وظایف عمده سازمانها می توان به برنامه ریزی نیروی انسانی اشاره کرد. برنامه ریزی نیروی انسانی فرآیندی است که طی آن، سازمان مطمئن می شود نیروی انسانی مورد نیاز را برای دستیابی به اهداف سازمانی در اختیار دارد.

تحقق این امر برای سازمانهایی که دارای اهداف چند گانه و گاه متعارض هستند و مهمتر از آن برای سازمانهایی که به دلایل متعدد دارای داده ها و اطلاعات نادقیق و مبهم هستند به منزله یک مشکل و معضل ظهور و بروز می یابد و جدی تر جلوه می کند.

در تخصیص منابع محدود بین واحدهای عملیاتی رقابتی، برنامه ریزی ریاضی اهمیت خاصی دارد و در سازمان خدماتی کاربرد گسترده ای یافته است. در میان مدل‌های گوناگون برنامه ریزی ریاضی، مدل‌های برنامه ریزی آرمانی^۱ بیش از سایر مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

برنامه ریزی آرمانی از مهمترین روش‌های «تصمیم گیری چند هدفی» است که ابتدا چارنز و کوپر در ۱۹۶۱ آن را معرفی کردند. آنان در کتاب خود با عنوان *مدل‌های مدیریتی و کاربردهای صنعتی برنامه ریزی خطی* به معرفی رویکردهای مختلف مسائل چند هدفی پرداخته اند [۱].

سائول گس و همکارانش در دهه ۸۰ به مدل سازی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش آمریکا از طریق برنامه ریزی آرمانی پرداخته اند. افق برنامه آنان بیست ساله بوده و نتایج مدل شامل تغییراتی در حجم نیرو و ترکیب آن و نیز هزینه های مربوط است [۲].

ریفای و پسنگا یک مدل برنامه ریزی آرمانی برای برنامه ریزی نیروی انسانی بخش بهداشت ارائه کرده اند. آنان دریافته اند که روش برنامه ریزی آرمانی باید برای مدیران بهداشت تعادلی بین هزینه و رضایت بیماران فراهم کند [۳].

آنکاران و بیلی یک مدل برنامه ریزی اجرایی قابل انعطاف برای شیفتهای کاری کارکنان ارائه کرده اند. مدل آنان می توانست برنامه اجرایی مطلوبی برای پرستاران و بیمارستان فراهم کند، اما شامل انعطاف پذیری وظایف کارکنان نبود [۴].

لینگاوسی و لینگ لی یک مدل آرمانی با اهداف چند گانه ارائه داده اند که انعطاف پذیری وظیفه را نیز از طریق جایگزینی در بر می گیرد. در این مدل تعداد کارکنان مورد نیاز برای



دوره برنامه ریزی در محدوده بودجه و اعتبارات تعیین می شود و آرمانها نسبت به یکدیگر اولویت بندی شده اند [5].

اسپچ یک مدل برنامه ریزی آرمانی برای طراحی خدمات سلامت روحی در مراکز منطقه ای با محدودیت سرمایه گذاری و میزان دسترسی به ساعات کاری کارکنان ارائه کرده است [6].

فرانز و میلر نیز کاربرد مدل‌های برنامه ریزی عدد صحیح صفر و یک را تشریح کرده‌اند [7].

چو، هو، لی و لو به ایجاد مدل‌های تخصیص بهینه پرستاران برای ارائه خدمات بهداشتی و سلامت نوزادان با استفاده از مدل‌های برنامه ریزی آرمانی پرداخته اند. مدل آنان یک مدل دو مرحله ای است. مرحله اول مدلسازی، به ایجاد تناسب واقعی بین ساعات کاری پرستاران با پیش بینی تقاضا مربوط می شود که نتایج این مرحله، نیروی انسانی کافی یا ناکافی از انواع مختلف را در مراکز گوناگون نشان می دهد. خروجی این مرحله به منزله ورودی مرحله دوم عمل می کند. مرحله دوم برنامه ریزی، تخصیص‌های مربوط به تعداد پرستاران مراکز هر ناحیه را معین می کند [8].

استون و روزین نیز یک مدل برنامه ریزی نیروی انسانی با اهداف چند گانه را به منظور حداقل کردن واریانس توزیع کارکنان مازاد بررسی کرده اند. آنان به کارکنان تمام وقت و پاره وقت توجه کرده اند، اما این بررسی فقط برای یک نوع از مشاغل انجام شده است [9].

هم چنین ناراسیمان مدلی از برنامه ریزی اجرایی یک شیفت کاری ارائه کرده که شامل تقسیم بندی چند گانه کارکنان است در یک ساختار سلسله مراتبی بر حسب تواناییهایشان [1].

کی ولی مدلی برای برنامه ریزی کارکنان با مهارت‌های ترکیبی و معیارهای چند گانه از طریق الگوریتم ژنتیک مطرح کرده اند. آنان مدل خود را به منزله یک مدل چند معیاره فرموله کرده اند که هدف اول آن حداقل کردن هزینه کل، هدف دوم حداقل کردن مازاد کارکنان (وقتی هزینه تخصیص کارکنان تقریباً یکسان است) و هدف سوم جستجو برای حداقل کردن واریانس مازاد کارکنان در دوره‌های زمانی مختلف می باشد. منظور از هدف دوم، کاهش ریسک ناشی از برآورد کمتر از تقاضای واقعی است که ممکن است به علت عدم صحت پیش‌بینی اتفاق بیفتد و هدف سوم به دنبال ایجاد تعادل بیشتر در توزیع کارکنان است که



اغلب عاملی مهم در دستیابی به راه حل مطلوب تلقی می شود. در این مدل همچنین وجود مشاغلی که نیازمند مهارت‌های مختلف و کارکنان دارای مهارت‌های چند گانه هستند مورد ملاحظه قرار گرفته و در ساختارهای سلسله مراتبی که تقاضای نیروی انسانی نیازمند کارکنان با مهارت‌های گوناگون است، می تواند کاربرد داشته باشد [۱۱].

ابود و دیگران نیز به تخصیص نیروی انسانی پرداخته اند. مدل آنان اهداف چندگانه دارد و مسأله مورد بررسی عبارت است از توزیع نیروی کار فروشنده در شعب شرکت با ارضای اهداف مختلف و با توجه به توانمندیها، رضامندی و علائق کارکنان. در این مدل یک مسأله برنامه ریزی ترکیبی فازی فرموله می شود و سپس به یک مسأله برنامه ریزی ترکیبی عدد صحیح تبدیل می شود و در نهایت از طریق الگوریتم ژنتیک، تخصیص‌های بهینه معین می شود [۱۲].

بهر روز در ۱۳۷۴ مدل جامعی از برنامه ریزی جانشینی مدیریت به منزله یکی از موضوعهای مهم برنامه ریزی نیروی انسانی با رویکرد ریاضی ارائه کرده است. ساختار ریاضی مدل او از نوع مدل‌های برنامه ریزی خطی آرمانی است که در سازمانهایی که رده‌های مدیریتی به حد کافی وجود داشته باشند، کاربرد خواهد داشت [۱۳].

علاوه بر موارد فوق می توان به تلاش محققان بی شماری چون بکر و دیگران [۱۴]، بچتالد و دیگران [۱۵]، جراح و دیگران [۱۶]، لوکس و جاکوبس [۱۷]، تریودی [۱۸]، چاواسک و چاولی [۱۹] و گاردنر و دیگران [۲۰] اشاره نمود.

رویکرد اکثر قریب به اتفاق افراد فوق برای طراحی مدل ریاضی برنامه ریزی نیروی انسانی، رویکردی قطعی^۱ بوده است، اما استفاده از منطق فازی که پرفسور لطفی زاده در ۱۹۶۵ آن را بنا نهاده، افق تازه برای مدل سازی ریاضی در تمام زمینه ها و به ویژه برنامه ریزی نیروی انسانی گشود.

اگر چه تلاش‌های گسترده با رویکرد قطعی در زمینه طراحی مدل‌های برنامه ریزی نیروی انسانی صورت گرفته، با توجه به توانمندیها و قابلیت‌های منطق فازی در اندازه گیری داده های مبهم و نادقیق این فرضیه مطرح می شود که « مدل‌های بنا شده بر اساس منطق فازی باید توانمندی بیشتری در برابر مدل‌های قطعی داشته باشند».

برای بررسی این فرضیه، محقق با انتخاب مدل قطعی برنامه ریزی آرمانی CGP و مدل فازی برنامه ریزی آرمانی (FGP) بر آن است تا با استفاده از یک مطالعه موردی به آزمون



مدلهای فوق و بررسی صحت و سقم این فرضیه بردارد. در ادامه به بحث در مورد عوامل مؤثر بر طراحی مدل ریاضی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی و صورت بندی کلی قطعی و فازی، پرداخته خواهد شد.

۲- عوامل مؤثر بر طراحی مدل ریاضی

مطالعات و بررسیها نشان می دهد که طراحی مدل برنامه ریزی نیروی انسانی تحت تأثیر عوامل برونسازمانی از قبیل ترکیب جمعیتی، عوامل جغرافیایی، ملاحظات فرهنگی و ارزشی و ... از یک سو، و عوامل درونسازمانی از قبیل مقاصد و مأموریتهای سازمان، راهبردها و خط مشیها، فرهنگ سازمانی و ... از سوی دیگر قرار می گیرد.

بسیج، یکی از پایدارترین نیروهای حامی انقلاب و کشور، از این مقاصد مستثنا نیست، اما ویژگیهایی دارد که آن را از تمام سازمانهای دولتی و غیر دولتی و به عبارت بهتر از تمام سازمانهای نظامی و غیر نظامی منفک می سازد.

از مهمترین ویژگیهای بسیج، عضویت و حضور داوطلبانه است. عضویت داوطلبانه، هر گونه پیش بینی دقیق در مورد میزان تحقق تقاضا را نادقیق و مبهم می نماید و نمی توان به صورت قطعی تقاضای مورد نیاز را محقق شده یافت. بنابراین ورودیهای غیر قابل کنترل در برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی یک مسأله است (در هر حال باید کوشید تا جذب نیروی بسیجی به حداکثر ممکن برسد). از سوی دیگر بر خلاف سایر سازمانها که میزان خروج از سازمان قابل پیش بینی است و بخشی از برنامه ریزی نیروی انسانی معطوف به جایگزینی خروجیهای سازمان می شود، میزان خروج به دلیل داوطلبانه بودن عضویت در بسیج قابل پیش بینی نیست. بنابراین نرخها و ریزش و انفکاک نیرو نیز قابل پیش بینی نیست و به دلایل مختلف و در برهه های زمانی متفاوت، ریزش و انفکاک از سازمان بسیج کم یا زیاد می شود.

در عین حال باید کوشید تا ریزشها در ارتش بیست میلیونی به حداقل ممکن برسد و تا حد امکان از این پدیده جلوگیری شود در حالی که در سازمانهای متداول و در برنامه ریزی کلاسیک نیروی انسانی، گاه سیاستهای تشویقی نیز برای خروج از سازمان پیش بینی و به مرحله اجرا گذاشته می شود.





به دلیل ناکافی بودن، نادقیق بودن و مبهم بودن بخشی از این اطلاعات و فقدان روش مناسب در تجزیه و تحلیل اطلاعات فوق، مدل ریاضی پیش بینی شده باید پاسخگو و بر طرف کننده نارساییهای فوق باشد.

حضور اقدار مختلف جامعه با هر نوع جنسیت در بسیج (دانش آموز، دانشجو و ...) و گسترده جغرافیایی حضور بسیج (در تمام استانها و مناطق کشور) ضرورت توجه مدل در پیش بینی و برآورد آنها را دو چندان می کند.

۳- صورت بندی مدل ریاضی قطعی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی

مدل ریاضی برنامه ریزی نیروی انسانی سه دسته متغیر تصمیم دارد:

الف) متغیرهای تصمیم موجودی نیرو که با نماد I نشان داده می شوند. این دسته از متغیرها براساس سطوح قشر (i)، جنسیت (j)، استان (k) و زمان (t) بیان می شوند.
 ب) متغیرهای تصمیم ریزش و انفکاک نیرو که با نماد S نشان داده می شوند. این متغیرها نیز براساس سطوح قشر (i)، جنسیت (j)، استان (k) و زمان (t) بیان می شوند.
 ج) متغیرهای تصمیم جذب نیرو که با نماد P نشان داده می شوند. این متغیرها نیز همانند متغیرهای موجودی و ریزش بیان می شوند.
 مدل زیر، مدل CGP برای برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی است.

۴- مدل ریاضی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی -

مدل CGP

الف) آرمانها

برای مدل برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی آرمانهای زیر در نظر گرفته شده است:

۱. تحقق میزان مطلوب جذب نیرو در هر یک از اقدار؛
۲. تحقق میزان مطلوب جذب نیرو در هر یک از جنسیتها؛
۳. تحقق میزان مطلوب جذب نیرو در هر یک از استانها؛
۴. تحقق میزان مطلوب ریزش و انفکاک نیرو در هر یک از اقدار؛



۵. تحقق میزان مطلوب ریزش و انفکاک نیرو در هر یک از جنسیتها ؛
۶. تحقق میزان مطلوب ریزش و انفکاک نیرو در هر یک از استانها ؛
۷. تحقق میزان مطلوب موجودی کل نیرو در هر یک از اقشار ؛
۸. تحقق میزان مطلوب موجودی کل نیرو در هر یک از جنسیتها ؛
۹. تحقق میزان مطلوب موجودی کل نیرو در هر یک از استانها ؛

(ب) تابع هدف

در برنامه ریزی آرمانی تابع هدف ، برای به حداقل رساندن انحرافات نامساعد از آرمانها می باشد و در این مسأله، به صورت حداقل کردن جمع موزون مقادیر تمام متغیرهای انحرافی مازاد یا کمبود است.

$$\begin{aligned}
 MinZ(t) = & \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^I (WSP_{i...}(t)).(DSP_{i...}(t)) + \sum_{j=1}^J (WSP_{j...}(t)).(DSP_{j..}(t)) + \right. \\
 & \left. \sum_{k=1}^K (WSP_{..k}(t)).(DSP_{..k}(t)) \right] + \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^I (WPN_{i...}(t)).(DPN_{i...}(t)) + \sum_{j=1}^J (WPN_{j..}(t)). \right. \\
 & \left. (DPN_{j..}(t)) + \sum_{k=1}^K (WPN_{..k}(t)).(DPN_{..k}(t)) \right] + \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^I (WTN_{i...}(t)).(DTN_{i...}(t)) \right. \\
 & \left. + \sum_{j=1}^J (WTN_{j..}(t)).(DTN_{j..}(t)) + \sum_{k=1}^K (DTN_{..k}(t)).(DTN_{..k}(t)) \right]
 \end{aligned}$$

(ج) محدودیتها

۱. محدودیت موجودی نیرو

موجودی نیرو در اقشار

$$\sum_j \sum_k I_{ijk}(t) = \sum_j \sum_k I_{ijk}(t-1) - \sum_j \sum_k S_{ijk}(t) + \sum_j \sum_k P_{ijk}(t) \quad (1-1)$$

(i=1,2,...,I)

موجودی نیرو به تفکیک جنسیتها

$$\sum_j \sum_k I_{ijk}(t) = \sum_j \sum_k I_{ijk}(t-1) - \sum_j \sum_k S_{ijk}(t) - \sum_j \sum_k P_{ijk}(t) \quad (2-1)$$

(j=1, ..., J)



موجودی نیرو در استانها

$$\sum_i \sum_j I_{ijk}(t) = \sum_i \sum_j I_{ijk}(t-1) - \sum_j \sum_k S_{ijk}(t) + \sum_i \sum_j P_{ijk}(t) \quad (3-1)$$

(K=1,2, ..., K)

موجودی نیرو در قشر i با جنسیت زدر استان k

$$I_{ijk}(t) = I_{ijk}(t-1) - S_{ijk}(t) + P_{ijk}(t) \quad (4-1)$$

۲- محدودیت آرمانی ریزش و انفکاک نیرو

ریزش نیرو در اقشار

$$\sum_j \sum_k S_{ijk}(t) - DSP_{i...}(t) + DSN_{i...}(t) = \sum_j \sum_k R_i . I_{ijk}(t-1) \quad (1-2)$$

(i=1, 2, ..., I)

ریزش نیرو با جنسیت

$$\sum_i \sum_k S_{ijk}(t) - DSP_{.j..}(t) + DSN_{.j..}(t) = \sum_i \sum_k R'_i . I_{ijk}(t-1) \quad (2-2)$$

(j=1, ..., J)

ریزش نیرو در استانها

$$\sum_i \sum_j S_{ijk}(t) - DSP_{.k}(t) + DSN_{.k}(t) = \sum_i \sum_j R''_k . I_{ijk}(t-1) \quad (3-2)$$

(k=1, 2, ..., K)

ریزش نیرو در قشر i با جنسیت زدر استان k

$$S_{ijk}(t) - DSP_{ijk}(t) + DSN_{ijk}(t) = R_{ijk} . I_{ijk}(t-1) \quad (4-2)$$

۳- محدودیت آرمانی جذب نیرو

جذب نیرو در اقشار

$$\sum_j \sum_k P_{ijk}(t) - DPP_{i...}(t) + DPN_{i...}(t) = \sum_j \sum_k r_i . P_{ijk}(t-1) \quad (1-3)$$

(i=1, 2, ..., I)

جذب نیرو به تفکیک جنسیت

$$\sum_i \sum_k P_{ijk}(t) - DPP_{.j..}(t) + DPN_{.j..}(t) = \sum_i \sum_k r'_i . P_{ijk}(t-1) \quad (2-3)$$

(j=1, ..., J)



جذب نیرو در استانها

$$\sum_i \sum_j P_{ijk}(t) - DPP_{...k}(t) + DPN_{...k}(t) = \sum_i \sum_j r_k^n . P_{ijk}(t-1) \quad (3-3)$$

(k=1, ..., K)

جذب نیرو در قشر ا با جنسیت ز در استان k

$$P_{ijk}(t) - DPP_{ijk}(t) + DPN_{ijk}(t) = r_{ijk} . P_{ijk}(t-1) \quad (4-3)$$

۴- محدودیت آرمانی موجودی کل نیرو

موجودی کل نیرو در اقشار

$$\sum_j \sum_k I_{ijk}(t) - DTP_{i...}(t) + DTN_{i...}(t) = TGF_{i...}(t) \quad (1-4)$$

(i=1, 2, ..., I)

موجودی کل نیرو به تفکیک جنسیتها

$$\sum_i \sum_k I_{ijk}(t) - DTP_{.j...}(t) + DTN_{.j...}(t) = TGF_{.j...}(t) \quad (2-4)$$

(j=1, 2, ..., J)

موجودی کل نیرو در استانها

$$\sum_i \sum_{j'} I_{ijk}(t) - DTP_{...k}(t) + DTN_{...k}(t) = TGF_{...k}(t) \quad (3-4)$$

(k=1, ..., K)

موجودی کل نیرو در قشر ا با جنسیت ز استان K

$$I_{ijk}(t) - DTP_{ijk}(t) + DTN_{ijk}(t) = TGF_{ijk}(t) \quad (4-4)$$

۵- محدودیت بودجه

محدودیت بودجه کل

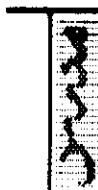
$$\sum_{k=1}^k \beta_k(t) \leq \beta(t) \quad (1-5)$$

(k = 1, 2, ..., K)

محدودیت بودجه استانها

$$\sum_i \sum_j N_{ijk}(t) . I_{ijk}(t) \leq \beta(t) \quad (2-5)$$

(k = 1, 2, ..., K)





د) فهرست متغیرها

۱- متغیرهای تصمیم

$I_{ijk}(t)$: موجودی نیروی بسیجی در قشر i با جنسیت j در استان k و در سال t

$P_{ijk}(t)$: جذب نیرو در قشر i با جنسیت j در استان k و در سال t

$S_{ijk}(t)$: ریزش و انفکاک نیرو در قشر i با جنسیت j در استان k و در سال t

۲- متغیرهای انحرافی

$DSP_{i..}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در قشر i در سال t

$DSN_{i..}(t)$: تحقق کمتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در قشر i در سال t

$DSP_{j.}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در جنسیت j در سال t

$DSN_{j.}(t)$: تحقق کمتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در جنسیت j در سال t

$DSP_{.k}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در استان k در سال t

$DSN_{.k}(t)$: تحقق کمتر از آرمان ریزش و انفکاک نیرو در استان k در سال t

$DPP_{i..}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان جذب نیرو در قشر i در سال t

$DPN_{i..}(t)$: تحقق کمتر از آرمان جذب نیرو در قشر i در سال t

$DPP_{j.}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان جذب نیرو در جنسیت j در سال t

$DPN_{j.}(t)$: تحقق کمتر از آرمان جذب نیرو در جنسیت j در سال t

$DPP_{.k}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان جذب نیرو در استان k در سال t

$DPN_{.k}(t)$: تحقق کمتر از آرمان جذب نیرو در استان k در سال t

$DTP_{i..}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان موجودی کل نیرو در قشر i در سال t

$DTN_{i..}(t)$: تحقق کمتر از آرمان موجودی کل نیرو در قشر i در سال t

$DPT_{j.}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان موجودی کل نیرو در جنسیت j در سال t

$DTN_{j.}(t)$: تحقق کمتر از آرمان موجودی کل نیرو در جنسیت j در سال t

$DPT_{.k}(t)$: تحقق بیشتر از آرمان موجودی کل نیرو در استان k در سال t

$DTN_{.k}(t)$: تحقق کمتر از آرمان موجودی کل نیرو در استان k در سال t

ه) فهرست وزن متغیرهای انحرافی در تابع هدف، ضرایب و مقادیر سمت راست

۱- وزن متغیرهای انحرافی در تابع هدف

$WSP_{i..}(t)$: وزن انحراف بیشتر از آرمان ریزش نیرو در قشر i در سال t



$WSP_{j,t}(t)$: وزن انحراف بیشتر از آرمان ریزش نیرو با جنسیت ز در سال t

$WSP_{k,t}(t)$: وزن انحراف بیشتر از آرمان ریزش نیرو در استان K در سال t

$WPN_{i,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان جذب نیرو در قشر i در سال t

$WPN_{j,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان جذب نیرو در جنسیت ز در سال t

$WPN_{k,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان جذب نیرو در استان K در سال t

$WTN_{i,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان موجودی کل نیرو در قشر i در سال t

$WTN_{j,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان موجودی کل نیرو با جنسیت ز در سال t

$WTN_{k,t}(t)$: وزن انحراف کمتر از آرمان موجودی کل نیرو در استان K در سال t

۲- ضرایب سمت راست محدودیت آرمانی ریزش وانفکاک نیرو

R_i : ضریب (درصد) ریزش نیرو در قشر i

R'_j : ضریب (درصد) ریزش نیرو با جنسیت ز

R''_k : ضریب (درصد) ریزش نیرو در استان K

۳- ضرایب سمت راست محدودیت آرمانی جذب نیرو

r_i : ضریب (درصد) جذب نیرو در قشر i

r'_j : ضریب (درصد) جذب نیرو با جنسیت ز

r''_k : ضریب (درصد) جذب نیرو در استان K

۴. مقادیر سمت راست محدودیت آرمانی موجودی نیرو

$TGF_{i,t}(t)$: آرمان موجودی نیرو در قشر i در سال t

$TGF_{j,t}(t)$: آرمان موجودی نیرو با جنسیت ز در سال t

$TGF_{k,t}(t)$: آرمان موجودی نیرو در استان K در سال t

۵- ضرایب و مقادیر سمت راست محدودیت بودجه

$N_{ijk}(t)$: هزینه حفظ و نگهداری نیرو در قشر i با جنسیت ز در استان K در سال t

$\beta_k(t)$: بودجه استان K در سال t

$\beta(t)$: کل بودجه در سال t





۵- طراحی مدل فازی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی

در مدل CGP ضرایب مربوط به جذب، ریزش و انفکاک نیرو و آرمان موجودی کل در اقسام، جنسیتها و استانها در افق برنامه ثابت انگاشته می شود، اما در عمل با توجه به ویژگیهای خاص بسیج که در بخش ۲ مقاله به آن اشاره شد، مسأله با انبوهی از عوامل غیر قابل کنترل و نادقیق و مبهم روبه روست. با توجه به قابلیت منطق فازی در به کارگیری اطلاعات نادقیق و مبهم می توان مدل‌های ریاضی جدیدی تنظیم کرد تا ضمن حفظ محاسن مدل‌های پیشین، نواقص آنها را نیز تا حدودی مرتفع سازد. به کمک این نظریه جدید می توان سطح مورد نظر برنامه ریزان را که به صورت مبهم بیان می شود و حالت زبان طبیعی دارد به صورت کمی و مقداری تعریف کرد و با تبدیل گزاره های کلامی به توابع ریاضی، مدل‌های پیشین را بهبود داد.

با توجه به اینکه مدل قطعی (CGP) ارائه شده از نوع مدل‌های آرمانی است، مدل فازی آن نیز آرمانی خواهد بود و آن را برنامه ریزی آرمانی فازی می خوانیم. در این آرمانها به جای علائم \leq ، \geq و $=$ از علائم $>$ ، $<$ ، و \approx (علامت \approx به معنای حدوداً در نظر گرفته شده است) استفاده می شود. در این مدل مقادیر سمت راست محدودیتهای آرمانی به صورت فازی تعریف می شود.

۶- مدل قطعی معادل مدل فازی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی (MPMF)

روشهای مختلفی برای معادل سازی مدل‌های برنامه ریزی آرمانی فازی به قطعی مطرح شده است که با توجه به ویژگیها و خصوصیات مدل قطعی، از مدل عملگر جمعی موزون حنان [۲۱] استفاده خواهد شد.

الف) تابع هدف

$$\text{Min}Z(t) = \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^I (WSP_{i...}(t)) \cdot (DSP_{i...}(t)) + \sum_{j=1}^J (WSP_{j...}(t)) \cdot (DSP_{j...}(t)) + \right.$$



$$\sum_{k=1}^K (WSP_{..k}(t)) \cdot (DSP_{..k}(t)) + \sum_{i=1}^I \left[\sum_{i=1}^I (WPN_{i..}(t)) \cdot (DPN_{i..}(t)) + \sum_{j=1}^J (WPN_{j..(t)}) \cdot (DPN_{j..}(t)) + \sum_{k=1}^K (wpn_{..k}(t)) \cdot (DPN_{..k}(t)) \right] + \sum_{i=1}^I \left[\sum_{i=1}^I (WTN_{i..}(t)) \cdot (DTN_{i..}(t)) + \sum_{j=1}^J (WTN_{j..(t)}) \cdot (DTN_{j..(t)}) + \sum_{k=1}^K (DTN_{..k}(t)) \cdot (DTN_{..k}(t)) \right]$$

(ب) محدودیتها

۱- محدودیت موجودی نیرو

$$\sum_j \sum_k I_{ijk}(t) = \sum_j \sum_k I_{ijk}(t-1) - \sum_j \sum_k S_{ijk}(t) + \sum_j \sum_k P_{ijk}(t) \quad (1-1)$$

(i = 1, 2, ..., I)

$$\sum_i \sum_k I_{ijk}(t) = \sum_i \sum_k I_{ijk}(t-1) - \sum_i \sum_k S_{ijk}(t) + \sum_i \sum_k P_{ijk}(t) \quad (2-1)$$

(j = 1, ..., J)

$$\sum_i \sum_j I_{ijk}(t) = \sum_i \sum_j I_{ijk}(t-1) - \sum_i \sum_j S_{ijk}(t) + \sum_i \sum_j P_{ijk}(t) \quad (3-1)$$

(k = 1, 2, ..., K)

$$I_{ijk}(t) = I_{ijk}(t-1) - S_{ijk}(t) + P_{ijk}(t) \quad (4-1)$$

۲- محدودیت آرمانی ریزش و انفکاک نیرو

$$\sum_j \sum_k S_{ijk}(t) / \left[\sum_j \sum_k (RR_i - R_i) I_{ijk}(t-1) \right] - DSP_{i..}(t) + DSN_{i..}(t) \quad (1-2)$$

$$= \sum_j \sum_k R_i I_{ijk}(t-1) / \left[\sum_j \sum_k (RR_i - R_i) I_{ijk}(t-1) \right] \quad (i = 1, 2, \dots, I)$$

$$\sum_i \sum_k S_{ijk}(t) / \left[\sum_i \sum_k (RR'_j - R'_j) I_{ijk}(t-1) \right] - DSP_{j..}(t) + DSN_{j..}(t) \quad (2-2)$$

$$= \sum_i \sum_k R'_j I_{ijk}(t-1) / \left[\sum_i \sum_k (RR'_j - R'_j) I_{ijk}(t-1) \right] \quad (j = 1, \dots, J)$$





$$\sum_i \sum_j S_{ijk}(t) / \left[\sum_i \sum_j (RR_i^n - R_i^n) I_{ijk}(t-1) \right] - DSP_{..k}(t) + DSN_{..k}(t) \tag{۳-۲}$$

$$= \sum_i \sum_j R_k^n I_{ijk}(t-1) / \left[\sum_i \sum_j (RR_k^n - R_k^n) I_{ijk}(t-1) \right]$$

(k = 1, 2, ..., K)

$$S_{ijk}(t) / [(RR_{ijk} - R_{ijk}) I_{ijk}(t-1)] - DSP_{ijk}(t) + DSN_{ijk}(t) \tag{۴-۲}$$

$$= R_{ijk} I_{ijk}(t-1) / [(RR_{ijk} - R_{ijk}) I_{ijk}(t-1)]$$

۳- محدودیت آرمانی جذب نیرو

$$\sum_j \sum_k P_{ijk}(t) / \left[\sum_j \sum_k (r_i - rr_i) P_{ijk}(t-1) \right] - DPP_{i..}(t) + DPN_{i..}(t) \tag{۱-۲}$$

$$= \sum_j \sum_k r_{i..} P_{ijk}(t-1) / \left[\sum_j \sum_k (r_i - rr_i) P_{ijk}(t-1) \right]$$

(i = 1, 2, ..., I)

$$\sum_i \sum_k P_{ijk}(t) / \left[\sum_i \sum_k (r'_j - rr'_j) P_{ijk}(t-1) \right] - DPP_{.j.}(t) + DPN_{.j.}(t) \tag{۲-۲}$$

$$= \sum_i \sum_k r'_j P_{ijk}(t-1) / \left[\sum_i \sum_k (r'_j - rr'_j) P_{ijk}(t-1) \right]$$

(j = 1, ..., J)

$$\sum_i \sum_j P_{ijk}(t) / \left[\sum_i \sum_j (r_k^n - rr_k^n) P_{ijk}(t-1) \right] - DPP_{..k}(t) + DPN_{..k}(t) \tag{۳-۲}$$

$$= \sum_i \sum_j r_k^n P_{ijk}(t-1) / \left[\sum_i \sum_j (r_k^n - rr_k^n) P_{ijk}(t-1) \right]$$

(k = 1, ..., K)

$$P_{ijk}(t) / [(r_{ijk} - rr_{ijk}) P_{ijk}(t-1)] - DPP_{ijk}(t) + DPN_{ijk}(t) \tag{۴-۲}$$

$$= r_{ijk} P_{ijk}(t-1) / [(r_{ijk} - rr_{ijk}) P_{ijk}(t-1)]$$



۴- محدودیت آرمانی موجودی کل نیرو

$$\sum_j \sum_k I_{ijk}(t) / [TGF_{i...}(t) - TTGF_{i...}(t)] - DTP_{i...}(t) + DTN_{i...}(t) \quad (1-4)$$

$$= TGF_{i...}(t) / [TGF_{i...}(t) - TTGF_{i...}(t)]$$

(i = 1, 2, ..., I)

$$\sum_i \sum_k I_{ijk}(t) / [TGF_{j...}(t) - TTGF_{j...}(t)] - DTP_{j...}(t) + DTN_{j...}(t) \quad (2-4)$$

$$= TGF_{j...}(t) / [TGF_{j...}(t) - TTGF_{j...}(t)]$$

(j = 1, 2, ..., J)

$$\sum_i \sum_j I_{ijk}(t) / [TGF_{...k}(t) - TTGF_{...k}(t)] - DTP_{...k}(t) + DTN_{...k}(t) \quad (3-4)$$

$$= TGF_{...k}(t) / [TGF_{...k}(t) - TTGF_{...k}(t)]$$

(k = 1, 2, ..., K)

$$I_{ijk}(t) / [(TGF_{ijk}(t) - TTGF_{ijk}(t)) - DTP_{ijk}(t) + (t) + DTN_{ijk}(t)] \quad (4-4)$$

$$= TGF_{ijk}(t) / [(TGF_{ijk}(t) - TTGF_{ijk}(t))]$$

۵- محدودیت بوجه

$$\sum_{k=1}^K \beta_k(t) \leq \beta(t) \quad (1-5)$$

(k = 2, 1, ..., K)

$$\sum_i \sum_j N_{ijk}(t) . I_{ijk}(t) \leq \beta_k(t) \quad (2-5)$$

(k = 2, 1, ..., K)

۷- آزمون مدل‌های CGP و MPMF

از آنجا که توان آزمون مدل با به کارگیری آن در یک نمونه مشخص می شود، در این بخش و بخشهای بعدی به آزمون مدل‌های طراحی شده تحت عنوان CGP و MPMF می پردازیم. نظر به اینکه افق برنامه ریزی در ایران معمولاً پنجساله است، افق برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی، پنجساله تعریف شده و پارامترهای مدل برای یک دوره پنجساله و در



یک مورد واقعی برآورد شده است و مدلهای با توجه به داده‌های به دست آمده آزمون گردیده‌اند.

محدوده تحقیق به کل کشور (تمام استانها) اختصاص دارد، اما به اجرای آزمایشی در یک نمونه واجد شرایط جامعه آماری (یکی از استانها) اکتفا می‌شود.

الف) محاسبه و شمارش متغیرها و محدودیتهای مدل در نمونه تحقیق

در نمونه تحقیق، افق برنامه ریزی پنجساله است (۵ و ... و ۲ و ۱) و برنامه هر سال برای چهار قشر (۴ و ... و ۲ و ۱) و به تفکیک جنسیتها (z = 1, 2) برآورد خواهد شد. تعداد متغیرهای تصمیم مدل به شرح جدول ۱ است.

دیگر گروه متغیرها در مدل، مربوط به متغیرهای انحرافی مثبت (P) و منفی (N) است. چون مدل برنامه ریزی از نوع مدلهای برنامه ریزی آرمانی است، وجود متغیرهای مازاد بر متغیرهای تصمیم در آن حتمی است. در این مدل، تعداد متغیرهای انحرافی دو برابر تعداد آرمانها خواهد بود. چون در مدل ده سری آرمان با ۲۱۵ متغیر تصمیم وجود دارد تعداد متغیرهای انحرافی مدل ۴۳۰ خواهد بود (متغیرهای انحرافی مساعد و نامساعد)، بنابراین مجموع متغیرهای مدل در نمونه محل آزمون برابر است با:

$$645 = 215 + 430 = (\text{تعداد متغیرهای انحرافی}) + (\text{تعداد متغیرهای تصمیم})$$

محدودیتهای مدل نیز به دو دسته آرمانی و سیستمی تقسیم می‌شود. جدول ۲ نشان دهنده جزئیات هر دسته از محدودیتهاست.

جدول ۱ تعداد متغیرهای تصمیم مدل در نمونه تحقیق

ردیف	نوع	تعداد
۱	$I_{ij}(t)$	$5 \times 4 \times 2 = 40$ (تعداد جنسیت). (تعداد قشر). (افق برنامه)
۲	$P_{ij}(t)$	$5 \times 4 \times 2 = 40$ (تعداد جنسیت). (تعداد قشر). (افق برنامه)
۳	$S_{ij}(t)$	$5 \times 4 \times 2 = 40$ (تعداد جنسیت). (تعداد قشر). (افق برنامه)
۴	$TZ(t)$	$5 \times 1 = 5$
۵	$I_i(t)$	$5 \times 4 = 20$ (تعداد قشر). (افق برنامه)
۶	$I_j(t)$	$5 \times 2 = 10$ (تعداد جنسیت). (افق برنامه)
۷	$P_i(t)$	$5 \times 4 = 20$ (تعداد قشر). (افق برنامه)
۸	$P_j(t)$	$5 \times 2 = 10$ (تعداد جنسیت). (افق برنامه)
۹	$S_i(t)$	$5 \times 4 = 20$ (تعداد قشر). (افق برنامه)
۱۰	$S_j(t)$	$5 \times 2 = 10$ (تعداد جنسیت). (افق برنامه)
	جمع	۲۱۵



جدول ۲ نوع و تعداد محدودیتهای کارکردی مدل در نمونه تحقیق

تعداد	نام محدودیت	نوع محدودیت
$5 \times 4 = 20$	محدودیت موجودی نیرو در قشر A	سیستمی
$5 \times 2 = 10$	محدودیت موجودی نیرو با جنسیت J	
$5 \times 2 \times 4 = 40$	محدودیت موجودی نیرو در قشر A با جنسیت J	
$5 \times 4 = 20$	محدودیت آرمانی موجودی کل نیرو در قشر A	آرمانی
$5 \times 2 = 10$	محدودیت آرمانی موجودی کل نیرو با جنسیت J	
$5 \times 2 \times 4 = 40$	محدودیت آرمانی موجودی کل نیرو در قشر A با جنسیت J	
$5 \times 4 = 20$	محدودیت آرمانی جذب نیرو در قشر A	
$5 \times 2 = 10$	محدودیت آرمانی جذب نیرو با جنسیت J	
$5 \times 2 \times 4 = 40$	محدودیت آرمانی جذب نیرو در قشر A با جنسیت J	
$5 \times 4 = 20$	محدودیت آرمانی ریزش و انفکاک نیرو در قشر A	
$5 \times 2 = 10$	محدودیت آرمانی ریزش و انفکاک نیرو با جنسیت J	
$5 \times 2 \times 4 = 40$	محدودیت آرمانی ریزش و انفکاک نیرو در قشر A با جنسیت J	
۲۸۰		

براساس جدول ۲ تعداد کل محدودیتهای مدل در نمونه تحقیق ۲۸۰ مورد است که ۲۱۰ محدودیت آن آرمانی و مابقی سیستمی است.

(ب) رویه حل مدل CGP و تحلیل نتایج

در این مدل که تحت عنوان «مدل برنامه ریزی آرمانی برنامه ریزی نیروی انسانی در شرایط قطعی» از آن نام برده شد سعی بر این است تا با حداقل کردن انحرافهای نامساعد، جواب بهینه به دست آید.

مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی برای نمونه تحقیق ۶۴۵ متغیر دارد که جزئیات آن در جدول ۱ آمده است. متغیرهای نامساعد در آرمانهای مربوط به موجودی نیرو و جذب از نوع N، و متغیرهای نامساعد در آرمانهای مربوط به ریزش و انفکاک نیرو از نوع P هستند. وزن انحرافهای نامساعد براساس مصاحبه با مسئولان برنامه ریزی نیروی انسانی و با استفاده از تکنیک AHP [۲۲] به دست آمده است.

محدودیتهای مدل نیز به دو دسته آرمانی و سیستمی تقسیم می شوند که جزئیات آنها در جدول ۲ آمده است. مدل CGP نمونه تحقیق ۲۸۰ محدودیت دارد که ۲۱۰ محدودیت آن دارای مقدار ثابت سمت راست (b_i) است. این مقادیر براساس راهبردها و تدابیر سازمان تعیین شده است.





مدل CGP پس از تبدیل به یک مدل LP با نرم افزار Lingo V حل شده است. جدول ۳ جواب بهینه موجودی کل نیرو را در شرایط قطعی نشان می دهد.

جدول ۳ جواب بهینه موجودی کل نیرو حاصل از مدل CGP

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم
۲۲۲۲۳۰	۲۷۲۹۵۰	۳۱۸۱۰۷	۲۹۴۸۸۰	۴۶۶۱۱۳

نتایج به دست آمده در مقایسه با آرمانهای تعریف شده برای هر سال، نشان از بهبود جوابها نسبت به آرمانها دارد.

ج) رویه حل مدل MPMF و تحلیل نتایج

برای حل مدل فازی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی، مدل قطعی شده معادل آن به یک مدل LP تبدیل و سپس با استفاده از نرم افزار LingoV حل شده است. جدول ۴ جواب بهینه موجودی کل نیرو را در شرایط فازی نشان می دهد.

جدول ۴ جواب بهینه موجودی کل نیرو حاصل از مدل MPMF

سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم
۲۲۵۰۱۳	۲۹۲۰۳۳	۳۵۸۵۸۶	۳۲۷۷۱۰	۴۹۵۵۸۲

نتایج مدل MPMF در مقایسه با آرمانهای تعیین شده برای هر سال همانند مدل قطعی نشان از بهبود جوابها نسبت به آرمانها دارد.

۸- نتیجه گیری و بحث

مقادیر موجودی کل نیرو طی سالهای اول تا پنجم برنامه، بهبود قابل توجهی را در حالت فازی نشان می دهد.

جدول ۵ بهینه موجودی کل نیرو حاصل از مدل‌های قطعی و فازی را در مقابل آرمان موجودی کل نیرو نشان می دهد. همچنان که از مقادیر جدول بر می آید، در تمام سالها، جواب بهینه حاصل از سناریوهای قطعی و فازی بزرگتر از آرمانها و توقعات است. ضمن اینکه جوابهای حاصل از سناریوی فازی نسبت به سناریوی قطعی نیز بهبود یافته است که این مهم نشان از کارآمد بودن مدل‌های فازی دارد.



طراحی مدل ریاضی فازی برنامه ریزی نیروی انسانی...

جدول ۵ جواب بهینه حاصل از سناریوهای قطعی و فازی و مقایسه آنها با آرمان موجودی کل نیرو

سال (t)	۱	۲	۳	۴	۵
آرمان موجودی کل نیرو	۲۱۶۰۰۰	۲۵۹۲۰۰	۳۱۱۰۴۰	۳۷۵۲۸۲	۴۰۵۲۵۹
پاسخ سناریوی قطعی	۲۲۲۲۳۰	۲۷۳۹۵۰	۳۱۸۱۰۷	۳۹۴۸۸۰	۴۶۶۱۱۳
پاسخ سناریوی فازی	۲۲۵۰۱۳۰	۲۹۲۰۳۳	۳۵۸۵۸۶	۴۲۷۷۱۰	۴۹۵۵۸۲

جدول ۶ درصد تغییرات موجودی کل نیرو در حالت فازی را نسبت به حالت قطعی نشان می دهد. مقادیر جدول بیانگر میزان دستیابی به آرمانها در هر دو سناریو است. همچنان که مقادیر جدول نشان می دهد میزان دستیابی به تمام آرمانها در حالت فازی بیش از حالت قطعی است، اما این بهبود در سال اول برنامه، از شدت قابل ملاحظه ای برخوردار نیست. در عوض بالاترین سطح اختلاف بین این دو سناریو در سال سوم برنامه اتفاق افتاده است.

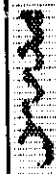
با توجه به اینکه در تمام سالهای برنامه، پاسخهای سناریوی فازی فراتر از حد توقع و آرمان موجودی کل نیروست و این وضعیت در مورد نتایج حاصل از موجودی نیرو در تمام قشرهای دانش آموزی، دانشجویی، اداری، کارگری و اصناف و بسیج محلات و همچنین برای هر دو جنسیت برادر و خواهر نیز صادق است، این فرض را که «مدل ریاضی فازی برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی، مدل کارآمد برنامه ریزی نیروی انسانی بسیج است» قوت می بخشد.

سرانجام استفاده از آزمونهای آماری مجذور کاه، به تأیید این فرضیه در حد ۹۹ درصد اطمینان می انجامد.

از این رو پیشنهاد می شود از این پس در برنامه ریزی نیروی انسانی ارتش بیست میلیونی از منطبق فازی استفاده شود. بدیهی است طراحان و برنامه ریزان نیروی انسانی باید جنبه های ابهام و نادقیقی مشاهدات را در مدل سازی ریاضی دخالت دهند تا برنامه ریزی پیشنهادی به واقعیت نزدیکتر گردد.

جدول ۶ درصد تغییرات موجودی کل نیرو در حالت فازی نسبت به حالت قطعی

سال (t)	۱	۲	۳	۴	۵
سناریوی قطعی	۱	۱	۱	۱	۱
سناریوی فازی	۱/۰۱۲۵	۱/۰۶۶	۱/۱۲۷	۱/۰۸۲	۱/۰۶۲۲





۹- منابع

- [1] Charnes A.S.W.W: Cooper; "Management Model and Industrial Application for Linear Programming", New York: John Wiley and Sons, 1961.
 - [2] Gass S.I.; "Military Manpower Planning Models," *Computers and Operations Research*; Vol. 18, No. 1, 1991, pp. 65-73
 - [3] Rifai, A.K. and J.O. Pecenka; "An Application of Goal Programming in Health Care Planning", *International Journal of Operations and Production Management*; Vol. 10, No. 3, 1989, pp. 28-37
 - [4] Ozkarahan, I. and J. E. Bailey; "Goal Programming Model Subsystem of a Flexible Nurse Scheduling Support System", *IIE Transactions*; Vol. 20, No. 3, 1988, pp. 306-316.
 - [5] Linghua, Li and X. Li Ling; "Modeling Staffing Flexibility: A Case of China", *European Journal of Operational Research*; Vol. 124, 2000, pp.255-266.
 - [6] Specht, P.H.; "Multicriteria Planning Model for Mental Health Services Delivery", *Int. J. Opns. & Prod. Mgmt.*; Vol. 13, 1993, pp.62-71.
 - [7] Franz, L.S. and J. L. Miller; "Scheduling Medical Residents to Rotations: Solving the Large-Scales Multiperiod Staff Assignment Problem", *Opns. Res.*; Vol. 41, 1993, pp. 264-279.
 - [8] Chu, S. C. K., M. P. P. Ho K. K. Y. Lee and H. P. Lo; "Nurses Allocation Models for Maternal and Child Health Services", *Journal of the Operational Research Society*; Vol. 51, 2000, pp. 1193-1204.
 - [9] Easton, F. F., D. and F. Rossin; "Sufficient Working Subsets for the Tour Scheduling Problem", *Management Science*; Vol. 37, 1991, pp. 1441-1451.
 - [10] Narasimhan, R.; "An Algorithm for Single Shift Scheduling of Hierarchical Work Force", *European Journal of Operational Research*; Vol. 96, 1997, pp. 113-121.
 - [11] Cai, X. and K.N. Li; "A Genetic Algorithm for Scheduling Staff of Mixed Skills Under Multi Criteria", *European Journal of Operational Research*; Vol. 125, 2000, pp. 359-369.
 - [12] Abboud, Nicolas, Masahiro Inuiguchi, Masatoshi Sakawa and Yoshio Uemura; "Manpower Allocation Using Genetic Annealing", *European Journal of Operational Research*; Vol. 111, 1998, pp. 405-420.
- [۱۳] دری، بهروز؛ "الگوی نیازمندی جانشینی مدیریت - یک رویکرد ریاضی"، *فصلنامه علمی*

- پژوهشی دانش مدیریت؛ ش ۲۹ و ۳۰، تابستان و پاییز ۱۳۷۴، ص ۶۹ - ۷۶.



- [14] Becker, K. J., D. P. Gaver, K. D. Glazebrook, and P. A. Jacobs, S. Law Phong Panich; "Allocation of Tasks to Specialized Processors: A Planning Approach", *European Journal of Operational Research*; Vol. 126, 2000, pp. 80-88.
- [15] Bechtold, S. E., M.J. Brusco and M. J. Showalter; "A Comparative Evaluation of Labour Tour Scheduling Methods", *Decision Science*; Vol. 22, 1991, pp. 683 - 699.
- [16] Jarrah, A. I. Z., J. F. Bard and A. H. de Silva; "Solving Large-Scale Tour Scheduling Problems", *Management Science*; Vol. 40, 1994, pp. 1124-1150.
- [17] Loucks, J. S. and F. R. Jacobs; "Tour Scheduling and Task Assignment of a Heterogeneous Work Force: A Heuristic Approach", *Decision Science*; Vol. 22, 1991, pp. 719-736.
- [18] Trivedi, M. T.; "A Mixed - Integer Goal Programming Model for Nursing Service Budgeting", *Operations Research*; Vol. 29, 1981, pp. 1019 - 1034.
- [19] Chu, S. C. K. and L. Chu; "A Modelling Framework for Hospital Location and Service Allocation", *Int. Trans. Opt. Res.*; Vol. 7, 2000, pp. 539-568.
- [20] Gardner, J. C., R. J. Huefner, and V. Lotfi; "A Multiperiod Audit Staff Planning Model Using Multiple Objectives: Development Evaluation", *Decision Science*; Vol. 21, 1990, pp. 154-170.

[۲۱] آذر، عادل و عزیز ا... معماریانی؛ "برنامه ریزی آرمانی فازی تکنیکی نوین برای برنامه ریزان"، نشریه علمی دانشگاه شاهد؛ سال سوم، شماره ۹ و ۱۰، ص ۹، ۱۳۷۴.

[۲۲] —؛ "AHP تکنیکی نوین برای تصمیم گیری گروهی"، فصلنامه علمی - پژوهشی دانش

مدیریت؛ ش ۳۵ و ۳۶، زمستان ۱۳۷۵ و بهار ۱۳۷۶ ص ۱۲ - ۲۹.