Archive of SID

تحلیل سرمایه گذاری دوره‌ای با بکارگیری جریان نقدی و روابط خطی درشبکه گرت

دکترمحمود فیروزیان[1]
سعید رازقی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۳

چکیده

در دنیای کنونی توجه به مسائل اقتصادی بیش از پیش مد نظر می‌باشد .بسیاری از سرمایه‌گذاران با دارا بودن سرمایه بالا توانایی تحلیل بازار و ارزیابی طرحها بالاخص در زمینه اقتصادی را دارا نیستند. با توجه به حساسیت بالای اینگونه تحلیلها تکنیکهای بسیاری در زمینه مالی و اقتصادی در قالبهای تئوری وعمل مطرح گردیده که تاحد زیادی در شرایط قطعی بیان شده است . البته در چند سال گذشته توجه به ریسک و بطور اخص ریسک مالی وتحلیل حسایت پژوهشهای زیادی را شامل میگردد که نشان از اهمیت موضوع دارد.در این راستا نقش برنامه‌ریزی ریاضی و تکنیکهای شبکه از مواردراهگشا در بحث قطعی و احتمالی در بسیاری از مسائل ارزیابی می‌باشد که قابلیت تفهیم بالایی به لحاظ ساده‌سازی مسائل موجود نیز دارند.در این مقاله مسئله‌ای جهت سرمایه گذاری مطرح گردیده که با توجه به جریان نقدی آن حل و عامل مجهول مشخص گردیده است. سپس مسئله مذکور در قالب شبکه‌ای با روابط ضربی ترسیم و کلیه پارامترهای آن با توجه به دوره‌های مطرح در نمودارهای شبکه قرار گرفته‌اند. با توجه به توضیحات روابط معادلات توپولوژی مطرح گردیده در شبکه مذکور در قالب قاعده میسون حل و با نمودار جریان نقدی تحت مقایسه قرار گرفته است.

واژگان کلیدی:گرت، معادلات توپولوژی، قاعده میسون، جریان نقدی

مقدمه

یکی از روشهای مهم و مورد استفاده در ارزیابی‌های مالی واقتصادی بکارگیری روشهای کمی از دیدگاه مدیریت مهندسی بوده که بیانگر آنالیز اقتصاد مهندسی میباشد.روشهایی که با بهره‌گیری از اصول مدیریت مالی و تصمیم‌گیری به تحلیل، مقایسه و انتخاب بین سایر گزینه‌ها می‌پردازد.گزینه‌هایی که عمدتا با توجه به شرایط محیطی و رویدادهای حاصله می‌تواند تا حد زیادی پیچیده شده بطوریکه راهی جز تحلیل کمی و بعضا ارزیابی ریسک وشرایط احتمالی و در نتیجه تصمیم‌گیری در آن شرایط باقی نمی گذارد . اقتصاد مهندسی را می‌توان شاخه‌ای از اقتصاد کاربردی دانست که هدف اصلی آن تشریح روشهای مختلف برای ارزیابی ومقایسه اقتصادی امکانات وفرصتهای سرمایه گذاری می‌باشد (مشهدی زاده، ۱۳۸۷). توجه به این نکته لازم است که از اهداف حسابداری و مدیریت مالی که در بسیاری از تعاریف آمده است تفسیر اطلاعات مالی و یا در واقع تسهیل استفاده از صورتهای مالی به منظور تصمیم‌گیری اشخاص و مراجع مختلف از جمله سرمایه گذاران، بستانکاران، بانکها و موسسات اعتباری و سایر علاقمندان میباشد. (اکبری،۱۳۷۱) لذا توجه خاصی به بررسی صورتهای مالی و تفسیر آنها در قالب جریانهای نقدینگی از

---

۱. دانشیار مدیریت دانشگاه تهران
۲. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی

www.SID.ir

Archive of SID

جمله روشهایی بوده است که در سالهای گذشته کاربرد بسیاری داشته وراهکاری مناسب جهت تبدیل جریانهای نقدی در دوره‌های متفاوت به نمودار و گراف به منظور تحلیل دقیقترمیباشد. یکی از اصول کاربردی در نظریات کمی در تصمیم‌گیریها کاربرد شبکه‌ها در قالب موضوعات متفاوت بوده که با توجه به عوامل وفاکتورهای اساسی در انتخاب گزینه‌ها قابلیت یکپارچه‌سازی مسائل مالی رانیز دارند .از مزیتهای اصلی درتحلیل یک شبکه می‌توان توجه به عامل قطعیت، احتمالی و تلفیق این عوامل بصورت یکپارچه اشاره داشت.از این گونه شبکه‌ها می‌توان به روش گرت اشاره نمودکه رویکردی آنالیتیک برای حل شبکه‌های احتمالی ارائه می‌دهد.لذا ایجادراهکاری جهت تبدیل نمودارهای جریان نقدینگی به شبکه‌های قطعی و احتمالی و بکارگیری روشهای حل گراف می‌تواند در ساده‌سازی و تحلیل عینی تر مسائل مالی کمک شایانی نماید.

ضرورت تفسیر صورتهای مالی به نحوی که نیاز استفاده کنندگان مختلف از صورتهارا برآورد به پیدایش و توسعه روشها وفنونی انجامید که روابط بین ارقام مندرج در صورتهای مالی را تعیین و امکان مقایسه وتفسیر وتوجیه آنها را فراهم کرده است . مجموعه این روشها و فنون که در جریان پیشرفت حسابداری در پاسخ به نیازهای فزاینده مدیران به اطلاعات مالی ابداع، توسعه وتکامل یافته است ومی یابد، تجزیه و تحلیل صورتهای مالی نامیده می‌شود [۲].توجه به ایجاد روابط تقدم وتاخر در بیان صورتهای مالی، بطوریکه بتواند بصورت عینی تر جریان نقدینگی را تفسیر وتحلیل نماید امری مهم در ایجاد شبکه‌های تقدم وتاخری می‌باشد.چنانچه بیان گردید از روشهای کاربردی در این امر بکارگیری شبکه‌های گراف جریان می‌باشد که با استفاده از روابط خطی و توپولوژی قابلیت پیاده‌سازی مناسبی را در محاسبات مالی دوره‌های مختلف دارد. مفهوم اولیه گراف جریان توسط شانون در گزارشی در ارتباط با کامپیوترهای قیاسی مطرح گردیده است (شانون، ۱۹٤۲). سپس ماسون با انجام اصلاحاتی به اعتبار سازی این تئوری پرداخت.بعد از ارائه این صاحبنظران لورنس جامعترین تئوری در بیان گراف جریان را ارائه نمود .در این میان افراد زیادی توجه خود را به شبکه‌های احتمالی مبذول داشتندو تلاش زیادی در ارائه خواصی از این نوع شبکه‌ها به انجام رساندند .در این میان آیزنر استفاده از عناصر منطقی را در شبکه‌های نوع پرت پیشنهاد نمود و المغربی علائمی را برای شبکه با شاخه پارامتری و عناصر منطقی ابداع کرد (الماگربی، ۱۹٦٤). هو گینز و هووارد از گراف جریان برای ارائه و تجزیه وتحلیل سیستمهای احتمالی استفاده کرد ند و پریتسکر، هاب و وایتهاوس تکنیک گرافیکی جدیدی را که آنرا گرت نامیدند معرفی نمودند . گراف جریان عبارت است از نمایش گرافیکی روابط فیمابین متغیرها که تمامی روابط بین متغیرهای یک سیستم داده شده را بطور همزمان نشان می‌دهد.(باقرپور و رازقی، ۱۳۸۹) توجه به این نکته لازم است که کابرد شبکه‌های گرت در سیستمهای تولیدی نیز بسیار زیادبوده وبعنوان روشی تحلیلی مد نظر قرار گرفته است. از مزایای استفاده از تحلیل گرت میتوان به نمایش آن بصورت شکلی و همچنین به بیان وتوصیف خصوصیات شبکه بحث مورد نظر نیز اشاره داشت. (شانگار، ۱۹۹۳)

در سال ۱۳۷۳، محمود درودیان در برنامه‌ریزی پروژه‌های تحقیقاتی – صنعتی در مرکز تحقیقات مهندسی جهاد سازندگی از روش گرت استفاده کرده است.هدف اصلی این رساله، بیان توانائیهای "GERT" در مدلسازی و تحلیل حالات فوق و نیز تشریح چگونگی بکارگیری این روش برای مدلسازی و برنامه‌ریزی یکی از پروژه‌های تحقیقاتی در مرکز تحقیقات مهندسی جهادسازندگی می‌باشد. بدین منظور بعد از مدلسازی این پروژه در قالب یک شبکه احتمالی "GERT" از شبیه‌سازی برای حل شبکه استفاده شده و با توجه به نتایج شبیه‌سازی، میانگین، حداکثر و حداقل زمان موردنیاز برای ختم پروژه تخمین زده شده و نتایج شبیه‌سازی از دید آماری و مدیریتی مورد تحلیل قرار گرفته‌اند (درودیان، محمود). تجزیه و تحلیل گراف به عنوان ابزاری برای تجزیه وتحلیل سیستمها مطرح می‌شود. در راستای پیشرفتهای حاصل از بکارگیری گراف جریان توانایی آن در محیطهای غیرقطعی سنجش گردید ونتایج مناسبی در این زمینه اخذ گردیده است. در سال ۲۰۰۹ یک مدل ترکیبی فازی و شبکه عصبی

www.SID.ir

Archive of SID

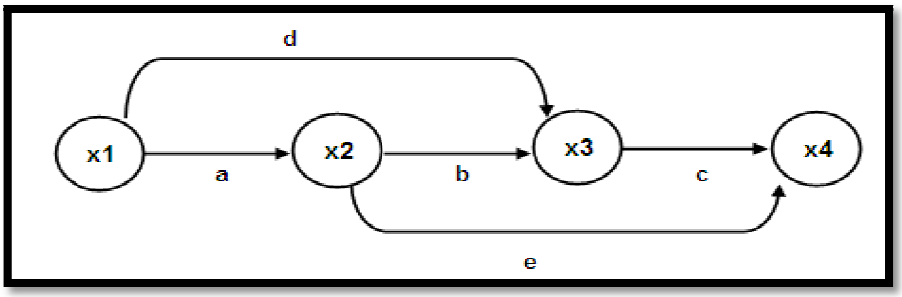
(EFHNN)، به منظور بالابردن مدیریت جریان نقدی پروژه گسترش داده شد . مدل گسترش یافته EFHNN شبکه‌های عصبی (NN)و شبکه‌های عصبی (HNN) رقم بالا را با هم ترکیب می‌کند و یک شبکه عصبی ترکیبی ایجاد کرده به طوری که به عنوان موتور جستجو اصلی و همراه با متناوب خطی و ارتباطات لایه ای شبکه‌های عصبی غیر خطی عمل می‌کند . این مقاله کاربرد EFHNN جهت پیش بینی جریان نقدی را اثبات می‌کند همچنین اجازه می‌دهد کنترل تکمیل مالی پروژه مؤثرتر و آسان تر عمل کند . در سال ۲۰۰۹ تجزیه و تحلیل مدل‌های پیش بینی جریان نقدی که اساسا توسط دچو در سال ۱۹۹۸ گسترش و تست شده بود تصحیح گردید. در این مقاله این نتیجه حاصل گردیدکه توانایی پیش بینی جریان نقدی به مقدار زیادی به‌اندازه شرکت بستگی دارد.با توجه به تئوری گراف جریان و مباحث احتمالی که در دنیای واقعی رخ می‌دهد توجه به ریسک و عدم قطعیت از اهمیت شایانی برخور دار است بطوریکه مدیریت یکپارچه ریسک از مسائل مهم و حساس در این زمینه بوده بالاخص هنگامیکه تصمیماتی جهت اخذ تخصیص منابع در پروژه‌ها گرفته می‌شود (Li&Zhenyu, ۲۰۰٤) . در شبکه‌های گرت توجه به روابط منطقی شبکه لازمه بکارگیری اصول مورد نیاز می‌باشد بطوریکه کابرد مدل‌سازی کامپیوتری و شبیه‌سازی در شبکه‌های منطقی از روشهای عام ورایج در این زمینه میباشد که از دلایل آن سازگاری این روابط منطقی در ساختار مدلهای کامپیوتری می‌باشد .شبکه منطقی گرت نیز از شبکه‌های رایج جهت مدلسازی در سیستمهای تحت کامپیوتر بوده است(Mentzer&Cosmas, ۱۹۷۹). با توجه به شرایط عدم قطعیت حاکم در ریاضیات کنونی، منطق فازی از جمله اصولی است که در بسیاری از مقاله‌ها و نوشته‌ها مورد استفاده قرار گرفته است که بعنوان مثال می‌توان رد پای آن را در مسائل مر بوط به نت مورد توجه قرار داد.توجه به قابلیت اطمینان سیستمهای تولیدی از جمله مواردی است که بعنوان کار اصلی در مهندسی لجستیک مطرح گردیده و لازمه آن در نظر گرفتن عوامل بسیاری در این امر بوده که این عوامل عمدتا بصورت غیرمطمئن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا تئوری احتمالات راهگشایی مهم بوده که توجه به عوامل از پیش تعیین شده نیز مورد نیاز می‌باشد لذا مجموعه گرت را در شرایط فازی برای این مورد نیز می‌توان بکارگرفت(Ching, ۱۹۹۵) .با توجه به توضیحات داده شده شبکه گرت ابزاری بسیار قدرتمند در مدلسازی، زمانبندی، برنامه‌ریزی، کنترل وتحلیل می‌باشد که کاربردی وسیع دارد بعنوان مثال می‌توان در پروژ ه‌های کشاورزی هم با توجه به روند عدم اطمینان آن را مشاهده نمود. (Abdi, ۲۰۱۰) ازرو شهای بسیار کاربردی در حل شبکه‌های گرت می‌توان به ابزار شبیه‌سازی و شبیه‌سازی مونت کارلو اشاره داشت که این روش می‌تواند با سرعت دقت بالایی به برآورد خصوصیات شبکه وتحلیل آن بپردازد.(Kurihara & Nobuyuki, ۲۰۰۲)

۱-روابط خطی گرتGERT

نظریات زیادی در شرایط واقعی در شبکه‌ها مطرح گردیده است. بطوریکه می‌توان انجام یا عدم انجام یک فعالیت را احتمالی فرض نمود. گرت روشی مرکب از تئوری گراف، جریان توابع مولد گشتاور می‌باشد.در عمل در بسیاری از مراحل ممکن است لزوم یا عدم لزوم اجرای یک فعالیت بستگی به انجام و نتیجه فعالیت‌های ماقبل داشته باشند.در بررسی روش گرت نیاز به آشنایی با گراف جریان و روابط خطی حاصله میباشد. گراف جریان عبارت است از نمایش گرافیکی روابط فیما بین متغیرها که تمامی روابط بین متغیرهای یک سیستم داده‌شده را بصورت همزمان نشان می‌دهد. لذا گره‌ها بیانگر متغیرها و کمان‌ها نشان‌دهنده یک تابع انتقال (بصورت یک ارزش عددی، یک پارامتر، یک انتگرال یا یک مشتق) می‌باشد.هر فلوگراف نیاز به تقلیل دارد که براساس روشهای جمع، تبادل و حاصلضرب اینکار صورت می‌گیرد.(اصغر پور، جواد، ۱۳۷۸).

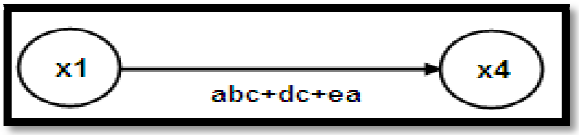
www.SID.ir

Archive of SID



$$\begin{cases} x_2 = ax_1 \\ x_3 = bx_2 + dx_1 \Rightarrow x_4 = c(bx_2 + dx_1) + e(ax_1) = c(bax_1 + dx_1) + eax_1 \Rightarrow \\ x_4 = Cx_3 + ex_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow abcx_1 + dcx_1 + eax_1 \Rightarrow x_4 = (abc + dc + ea)x_1$$

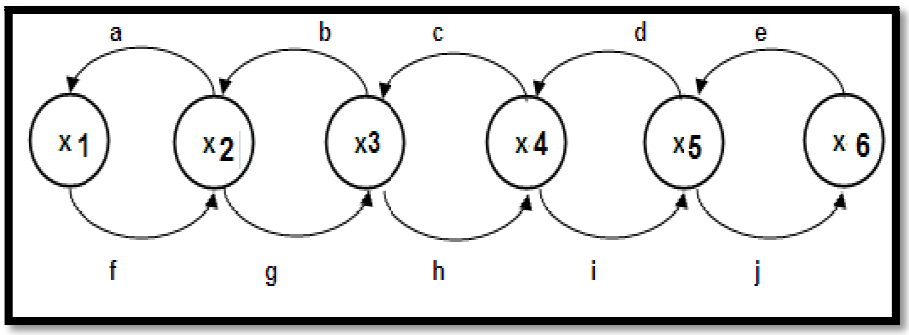


- **مسیر:** عبارت است از یک سری شاخه‌ها که دو گره را به هم پیوسته و از هیچ گره‌ای بیش از یک بار عبور نکند.
- **حلقه:** عبارت است از یک سری شاخه‌ها که از یک گره آغاز نموده و سرانجام به همان گره بر می‌گردد بدون اینکه از گره‌های دیگر بیش از یک بار بگذرد.

۲- ارزش مقداری: به شئ اطلاق می‌شود که در سیستم حرکت کرده و در جریان این حرکت یا فعالیت‌هایی روی آن انجام می‌پذیرد و یا فعالیت‌هایی را انجام می‌دهد و ممکن است محصول سیستم باشد.

عمدتاً در شبکه‌های گرت حلقه‌ها به اشکال متفاوت دیده می‌شود.

۲-۱-حلقه درجه اول: شامل یک مسیر متوالی از بردارهاست که از یک گره آغاز و به همان گره باز می‌گردد. با توجه به شکل زیر، L_1 برابر با مجموع ارزش‌های توابع انتقال حاصل از حلقه مجرد می‌باشد.



$$L_1 = af + bg + ch + di + ej$$

۲-۲- حلقه درجه دوم: حلقه‌های غیرمماس از حلقه‌های درجه‌یک، تشکیل حلقه درجه دوم را می‌دهند یعنی حلقه‌هایی که گره مشترک ندارند یعنی دو حلقه بدون گره مشترک بر روی هم تشکیل یک حلقه درجه دوم را می‌دهد. L_2 برابر با مجموع توابع انتقالی تمامی حلقه‌های درجه دوم می‌باشد (با توجه به شکل قبل)

www.SID.ir

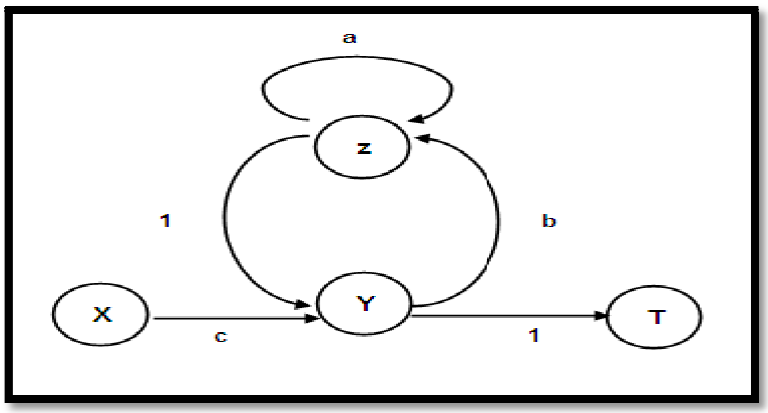
Archive of SID

$L_۲ = afch + afdi + afej + bgdi + bgej + chej$

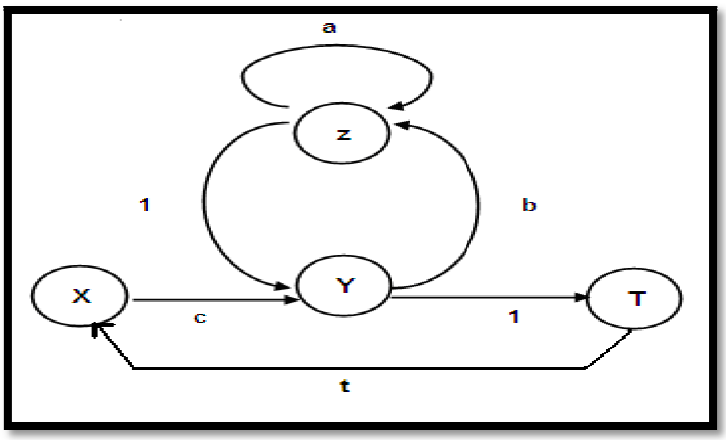
۲-۳- حلقه درجه n: به ترکیب هر n حلقه غیرمماس از حلقه‌های دسته‌اول تشکیل حلقه‌ای از رتبه nام را می‌دهد(با توجه به شکل قبل) ارزش حلقه درجه سوم عبارتست از: $L_3 = afchej$

۳- معادلات توپولوژی:

عمدتاً فلوگراف‌ها به دو دسته باز و بسته تقسیم می‌شوند. فلوگراف بسته گراف‌هایی هستند که از حلقه‌ها تشکیل می‌شوند به عبارتی دیگر هیچ شاخه‌ای از گراف نیست که عنصری از حلقه نباشد که در غیر این صورت فلوگراف مذکور باز باشد.



چنانچه ملاحظه می‌گردد فلوگراف مثال باز می‌باشد که ما آن را تبدیل به فلوگراف بسته می‌کنیم.



بعد از تبدیل به فلوگراف بسته آنگاه معادلات جریان هر گره برای آن نوشته می‌شود

$x = t.T \qquad y = c.x + 1z \Rightarrow y = cx + z$

$z = by + az \Rightarrow \frac{by}{۱ - a}$

$T = ۱y$

$$\Rightarrow z - \frac{by}{۱-a} = \frac{b(cx+z)}{۱-a} \Rightarrow \frac{bcx+bz}{۱-a} \Rightarrow z = \frac{bcx}{۱-a} + \frac{bz}{۱-a} \Rightarrow z = \frac{bz}{۱-a} = \frac{bcx}{۱-a} \Rightarrow z(۱ - \frac{b}{۱-a}) = \frac{bcx}{۱-a}$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$\Rightarrow z=\frac{\frac{bcx}{1-a}}{\frac{1-a-b}{1-a}}\Rightarrow z=\frac{bcx}{1-a-b} \qquad t=\frac{x}{T}=\frac{x}{y}$$

$$t=\frac{x}{cx+z}\Rightarrow t=\frac{x}{cx+\frac{bcx}{1-a-b}}=\frac{1-a-b}{c(1-a)}$$

$$\Rightarrow 1-a-b=ct-cat$$

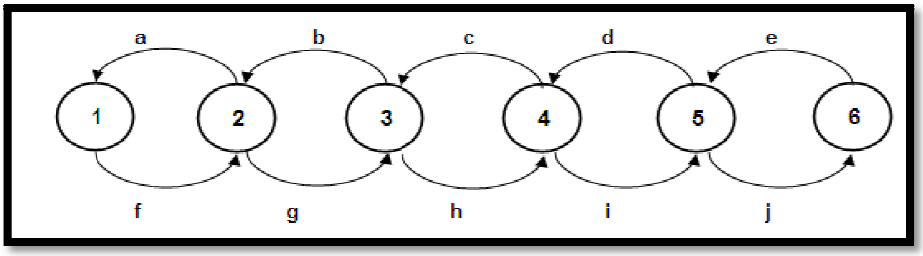
$$\Rightarrow 1-a-b-ct+cat=0\Rightarrow 1-(a+b+ct)+cat=0$$

$$H=1-(a+b+ct)+cat=0$$

این فرمول حاصله در واقع فرمول فلوگراف می‌باشد. (تبلهم، ۱۳۷۰)

به طور کلی معادله توپولوژی یک فلوگراف بسته به صورت زیر است:

$$H=1+\sum_{i}(-1)^{i}L_{i}=0$$



$$H=1-(af+bg+ch+di+ej)+(afch+afdi+afej)+(bgdi+bgej+chej)$$
$$-(afchej)=0$$

٤-قاعده میسون:

در برخی مواقع می‌توان بدون بستن یک گراف هم به جواب مورد نظر است یافت که راهکار موجود بکارگیری فرمول میسون می‌باشد این فرمول تاحد زیادی کار را راحت کرده است. می‌توانید جهت شبکه‌های بازاز این فرمول استفاده نمایید.

$$T=\frac{\sum[\text{ارزش رابطه توپولوژی مسیر های غیر مماس با مسیر مورد نظر} \times \text{ارزش مسیر}]}{\text{رابطه توپولوژی شبکه مورد نظر}}$$

با توجه به توضیحات قبل وبکارگیری روش گراف جریان استفاده از قاعده میسون به تنهایی قابلیت بررسی بسیاری از صورتهای جریان نقدینگی را داشته و به عنوان روش اصلی در حل شبکه در این مقاله مورد استفاده قرار میگیرد.

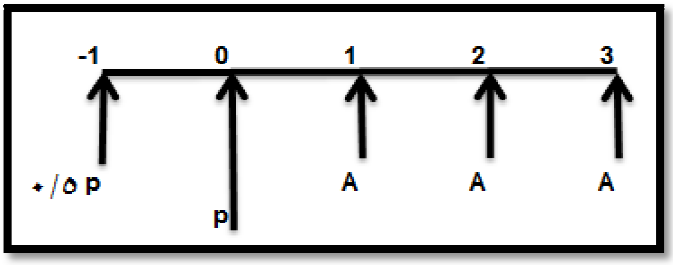
۵-مدل تحقیق:

جهت بیان مدل مورد نظر یک صورت جریان نقدینگی برای مثالی خاص مطرح گردیده که عامل مجهول x به دو روش صورتهای جریان نقدی وبا استناد به فاکتورها حل گریده، سپس شبکه برای مورد سوال مطرح و با استفاده از روش گرت و قاعده میسون و توجه به حلقه‌ها آنالیز و مقایسه می‌گردد.

www.SID.ir

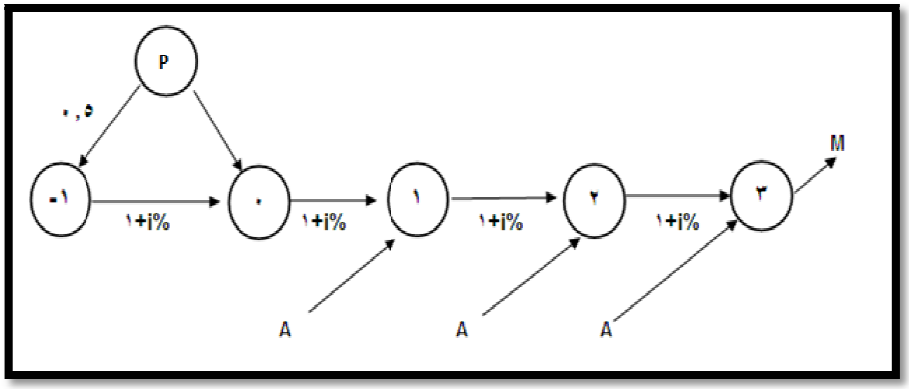
Archive of SID

چنانچه سرمایه گذاری کمیتی برابر با Pدر سال قبل و کمیتی برابر با ۲pرا در سال کنونی با نرخ بهره iدرصد واز سال اول مقدار ی برابر با A بطور ثابت سرمایه گذاری نماید بطوریکه بعد از مدت ۳سال مقدار Mرا در یافت نماید مدل جریان نقدی و شبکه‌ای آن بصورت زیر بیان می‌گردد.

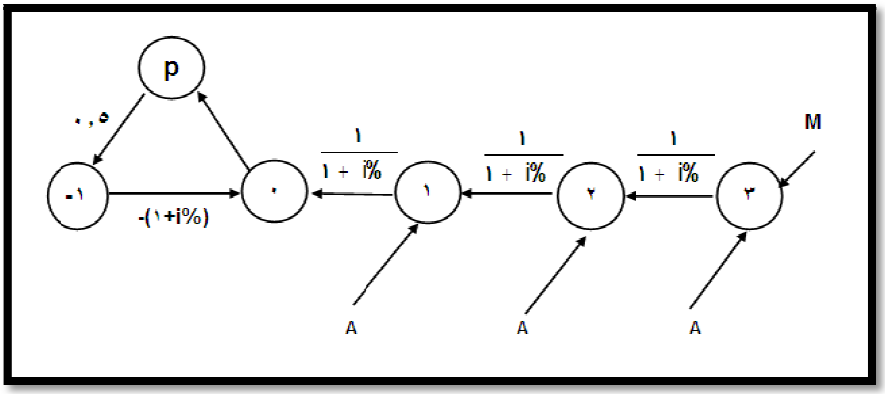


$$۰/۵P(۱+i\%)^{٤} + P(۱+i\%)^{۳} + A(P/A;i\%;۳)(۱+i\%)^{۳} = M$$

با توجه به جریان نقدی نمایش داده شده محاسبه مقدارpبا توجه به فاکتورها و معین بودن عوامل مورد نظر در فاکتورها قابل انجام است .در شکل زیر شبکه مورد بالا جهت تعیین مقدار pتعیین، وروابط میسون جهت تعیین مقدار pبکار برده میشود.



از آنجاییکه مقدار pمجهول بوده از برگردان مسیر استفاده کرده تامقدار pبصورت یک متغیر وابسته تبدیل گردد، لذا شکل برگردان مسیر شبکه گرت قبل بصورت زیر تبدیل می‌گردد.



www.SID.ir

Archive of SID

```
ERROR: stackunderflow
OFFENDING COMMAND: d

STACK:
```

www.SID.ir