پیچیدگی در سازمان

دکتر حسین رحمان سرشت*
نازک نوبری**

چکیده

تئوری آشوب برای درک و پیش‌بینی رفتارهای تصادفی سامانه‌های پیچیده با عطف توجه به اثر متقابل غیرخطی اجزاء آنها به کار می‌رود. ویژگی مهم سامانه‌های آشوبناک این است که می‌توانند نسبت به هر تغییر ناچیزی در شرایط اولیه سازمان‌های پیچیده به‌وجود می‌آید، حساسیت نشان دهد. کانال‌های ارتباطی که از عناصر اصلی پیچیدگی سازمان‌های امروز به‌شمار می‌آیند؛ صورت‌بندی مدل‌های ذهنی سازمانی را با استفاده از روش‌های مدل‌سازی رایج تقریباً ناممکن می‌سازند،

---

* - عضو هیئت علمی دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه‌طباطبایی.

** - دانشجوی دکترای مدیریت بازرگانی دانشگاه علامه‌طباطبایی.

اما استفاده از تئوری آشوب می‌تواند به عنوان روشی کارآمد برای مدل‌سازی سازمانی به کار رود. در این مقاله، با تمرکز بر شبکه‌های ارتباطی افراد درون سازمان که خود از نوع پیچیده هستند، قابلیت فهم و کنترل پیچیدگی سازمان با تئوری آشوب مورد مطالعه قرار می‌گیرد. البته با طرح کنترل پیچیدگی، ادعایی در مورد رفع آن نمی‌شود. نظر به اهمیت و ضرورت پیش‌بینی و محاسبه پیچیدگی سازمان و محیط، تابع احتمالی برای رویارویی سازمان با پروژه‌های جدید معرفی می‌شود. این تابع احتمال با نگرش به کانال‌های ارتباطی، که از پیچیدگی بالایی برخوردار است، و قابلیت کنشگران سازمانی در پردازش اطلاعات، صورت‌بندی می‌شود. پس از تعیین این تابع، آنتروپی[1] احتمال محاسبه و با اندازه‌گیری عدم اطمینان حاصله، ساختارهای ارتباطی سازمانی چندعاملی با هم مقایسه می‌شوند.

با استفاده از مفاهیم و محاسبات انجام شده بر مبنای داده‌های واقعی و تعیین توابع به روش پلیا[2] و محاسبه آنتروپی توابع، مدلی مطرح می‌شود که بتواند به تناسب با پیچیدگی سازمانی، رفتار آن تابع را پیش‌بینی و تحت تأثیر قرار دهد. نتایج نهایی نشان می‌دهند وجود شبکه‌های ارتباطی منعطف و متناسب با هر پروژه در هر مقطع زمانی مشخص، و متناسب با توان افراد و ابزار درگیر در پروژه، ضروری است و نمی‌توان برای مدیریت انواع پروژه‌ها در مقاطع مختلف، به استفاده از یک شبکه بهینه بسنده کرد؛ بلکه با توجه به پیچیدگی‌ها در هر مقطع، باید از شبکه‌هایی با شکل‌های متفاوت سود جست.

مقدمه

سازمان‌ها به ویژه سازمان‌های اقتصادی و صنعتی، همواره به دنبال رفع تفاوت بین برآوردهای حاصل از مدل‌های بهینه‌سازی و رفتار جهان واقعی بوده و هستند. از طرفی مدل‌های ایستا والگوریتمی نمی‌توانند پیچیدگی ساختار و عملکرد سازمان را به خوبی تبیین کنند. این واقعیت که سازمان‌ها عموماً شبکه‌ایی از افراد هستند بر پیچیدگی مدل‌های پیش‌بینی می‌افزاید. بنابراین برای تبیین رفتار سازمان و پیش‌بینی آن باید از مجموعه معادلات همجنس با خود متغییرها استفاده کرد. امروزه

1- Entropy.
2- George P´olya (1887 – 1985).

مطالعه نظام‌های پویا شاخه گسترده‌ای از علم ریاضیات را تشکیل می‌دهد. این شاخه می‌کوشد تا فرایندهای پویا را شناسایی و تحلیل کند. از آنجا که مقوله آشوب سامانه‌ای پویا است می‌توان از آن در پیش‌بینی رفتار پویا بهره برد (سلامی، ۱۳۸۲).

با توجه به اینکه سازمان‌ها، نظام‌های اجتماعی و دارای ساختارهایی این چنینی هستند؛ تحلیلگران به محاسبه موجودیت و پیچیدگی ساختار سازمانی اهتمام ورزیده‌اند. برخی، ضرورت طراحی و ایجاد یک ساختار رسمی مدوّن با توجه به موقعیت‌های مورد نظر را، تلاشی برای تعیین و تعریف چهره واقعی یا ویژگی‌های برجسته این سامانه‌ها می‌دانند. به علاوه سازمان‌ها در شاکله ساختاری خود از تنوع غیرقابل انکاری برخوردارند و میدانی برای بروز رفتارهای مختلف و در بعضی موارد متضاد، هستند. از این رو درک این پیچیدگی و هماهنگی با آن ضروری است.

بنا به تعریف، حرکات بی‌نظم و به ظاهر تصادفی یک سامانه پویای غیرخطی معیّن، آشوب نام دارد (گریگوری و گولوپ، ترجمه‌ی ارجائی و صالحی، ۱۳۷۸). حتی اگر رفتار یک سامانه آشوبناک، تصادفی به نظر رسد با معادلاتی معین قابل توصیف است. این واقعیت وجه تمایز رفتار آشوبناک را آشکار می‌سازد. سامانه‌های پویای غیرخطی معیّن گسسته، به صورت رابطه‌ای بیان می‌شوند که در آن f تابعی معیّن و غیرخطی است. طبعاً رفتار سامانه‌هایی این چنین را می‌توان به درستی پیش‌بینی کرد. امّا مشکل این نوع پیش‌بینی‌ها این است که در بسیاری موارد به جز سری زمانی مشاهده شده، اطلاعات دیگری برای صورت‌بندی معادله سامانه مولد در اختیار نیست؛ این امر پیش‌بینی دقیق رفتار آتی سامانه را تقریباً ناممکن می‌سازد. ویژگی بسیار مهم حرکات آشوبناک، حساسیت زیاد به تغییرات جزئی در شرایط اولیه و پارامترهای معادله است. برای مثال، دو نقطه‌ای که ابتدا در فضای سامانه، در کنار یکدیگرند؛ برای مدت کوتاهی آن حالت اولیه خود را حفظ می‌کنند و سپس به سرعت از یکدیگر دور می‌شوند. این ویژگی قابلیت پیش‌بینی‌پذیری سامانه را در کوتاه‌مدت ممکن می‌سازد. (گریگوری و گولوپ، ترجمه‌ی ارجائی و صالحی، ۱۳۷۸).

چهار ویژگی اصلی تئوری آشوب (بی‌نظمی) عبارت است از:

۱- اثر پروانه‌ای[1]- یک تغییر جزئی منجر به تغییری در نتایج می‌شود.

۲- سازگاری پویا[2]- نوعی تطابق و سازگاری پویا بین سامانه‌های پویا و پیرامونشان برقرار است.

۳- خودمانایی[3]- هر جز از الگو مانند و مشابه کل است.

۴- جاذبه‌های غریب[4]- الگوهایی که به بی‌نظمی‌ها معنی و مفهوم می‌بخشند.

خلاصه آنکه آشوبناکی رفتارها و حرکات پدیده‌های مختلف اعم از فیزیکی یا روان‌شناختی در انسان یا در سازمان، همه از نظمی غایی خبر می‌دهند. آشوبناکی تصادفی نیست؛ بلکه نظمی درون بی‌نظمی و قاعده‌ای در درون بی‌قاعدگی‌هاست و هنر مدیر یا تحلیلگر یافتن این نظم از بطن بی‌نظمی‌ها برای تحقق هدف‌های سازمان است (الوانی، ۱۳۷۸).

از طرفی استقرار شبکه‌های ارتباطی مؤثر و توسعه مجاری ارتباطی در میان واحدهای گوناگون سازمان از وظایف مهم مدیران است. برقراری ارتباط مؤثر با کارکنان، موجب آشنایی با نیازها، خواسته‌ها و درک بهتر انگیزه‌های کارکنان می‌شود.

ارتباطات مؤثر به انجام وظایفی نظیر برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و رهبری و کنترل برای مدیران و سرپرستان، کمک و آنان را در تحقق وظیفه هماهنگی و استفاده بهتر از زمان یاری می‌دهد (رضاییان، ۱۳۸۰).

قضیه سرشماری پلیا[5] که در این بررسی به کار گرفته می‌شود، برای محاسبه آرایش‌های جدا از هم موضوع‌ها روش مناسبی است. ترنر[6] (۱۹۶۷)، معتقد است نمودارهای مدور، ساختاری جبری دارند و با استفاده از قضیه پلیا می‌توان تعداد دوایر نا مساوی را تعیین کرد (Smith, 2001).

---

1 - Butterfly Effect
2 - Dynamic Adaptation
3 - Self- Similarity
4 - Strange Attractors.
5 - Polya Enumeration Theorem
6 - Turner.

پس از تعریف مفاهیم سازمان، ساختار و تحلیل‌های ساختاری و قوانین تعاملی. تعامل میان عوامل به صورت تصویری ارائه می‌شود. نتایج حاصل از محاسبات تصادفی دکانیو و واتکینز[1] (۱۹۹۸)، با استفاده از قضیه پلیا برای تعیین احتمال تطبیق با پروژه‌ها، با داده‌های واقعی آزمون می‌شود.

تعاریف و مفاهیم

از آنجاکه هدف این مقاله یافتن روشی مناسب برای تعیین ساختار سازمانی با درک پیچیدگی عناصر آن از طریق شبکه‌های دورن سازمانی است، ابتدا به مفاهیم اولیه سازمان، ساختار، ارتباطات و الگوهای شبکه‌های ارتباطی وسپس به تئوری آشوب و روش‌های محاسبه پیچیدگی سازمان پرداخته می‌شود.

سازمان

آرایش روابط بین اجزایی که موجد سامانه‌ای با کیفیت و ظرفیتی بیش از حاصل‌جمع ظرفیت‌های تک‌تک افراد است، سازمان نامیده می‌شود. این روابط با توجه به فضای الگوهای تعاملی بین اجزا و مجموعه قوانینی که بیان‌کننده محدودیت‌های موجود بین اجزا و یا تعامل‌ها هستند، تعریف می‌شوند. از طرفی دیگر می‌توان گفت: یک سازمان واقعی نمونه‌ای است از یک ساختار سازمانی. چرا که ساختار سازمانی، گروه سازمانی و سطح پیچیدگی آنها را مجسم می‌سازد یعنی افراد متناسب با نقش‌های سازمانی خود روابطی مشخص برقرار می‌سازند و بین نقش‌ها مجموعه‌ای از روابط برقرار می‌شود.

معرفی سامانه‌های چند عاملی

افراد در سازمان نقش‌های متفاوتی دارند؛ صاحبان آن نقش‌ها، عاملان اصلی ساختار روابط هستند. سه نقش عمومی و عمده ارتباطی افراد، صرفنظر از عنوان شغلی رسمی، در سامانه‌های چند عاملی عبارت است از:

- پژوهشگر(جستجوگر)
- واسطه جستجو

1 - Stephen DeCanio and William E. Watkins.

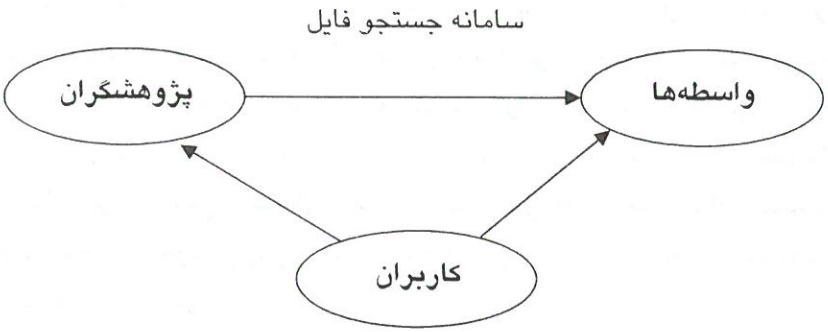
کاربر

قوانین تعاملی حاکم بر سامانه‌های چند عاملی عبارتند از:

- پژوهشگر قابلیت خود را بوسیله واسطه‌ها ثبت و ضبط می‌کند.
- پژوهشگران آگاهی واسطه‌ها را روزآمد می‌سازند.
- کاربران از طریق واسطه‌ها خواستار بهره‌گیری از توانمندی پژوهشگران موجود می‌شوند.
- کاربران از پژوهشگران می‌خواهند تا مستقیماً به جستجو بپردازند.
- ممکن است کاربران در هر زمان مشخص فقط به یک پژوهشگر مراجعه کنند.

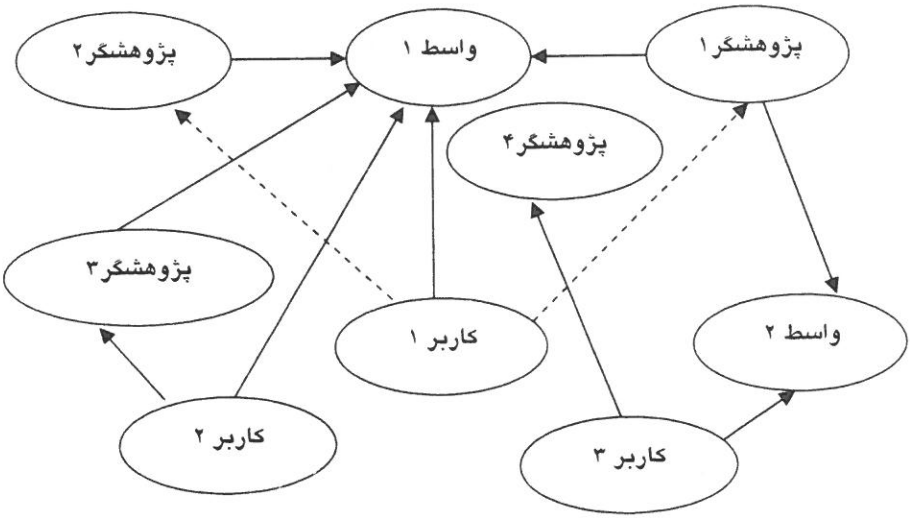
استفاده از مدل در یک سامانه چند عاملی

می‌توان با توجه به نقش افراد در سامانه‌های چند عاملی و قوانین تعاملی حاکم بر آنها، الگوی سامانه را تعیین کرد.



شکل ۱- الگویی ساده از داده‌های معطوف به واسطه‌ها

در یک سازمان فرضی چند عاملی، الگوی روابط به صورت زیر است.

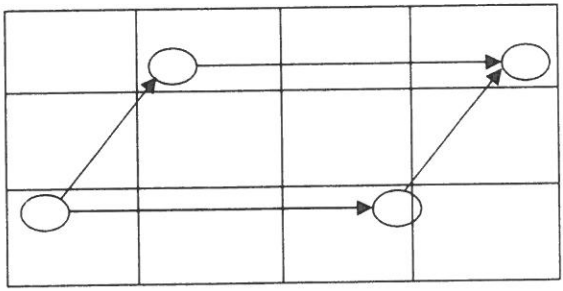


شکل ۲- الگوی روابط در سامانه چند عاملی

---- تخطی از قانون: هر کاربر فقط باید از یک پژوهشگر استفاده کند.

سازمان‌های ساده

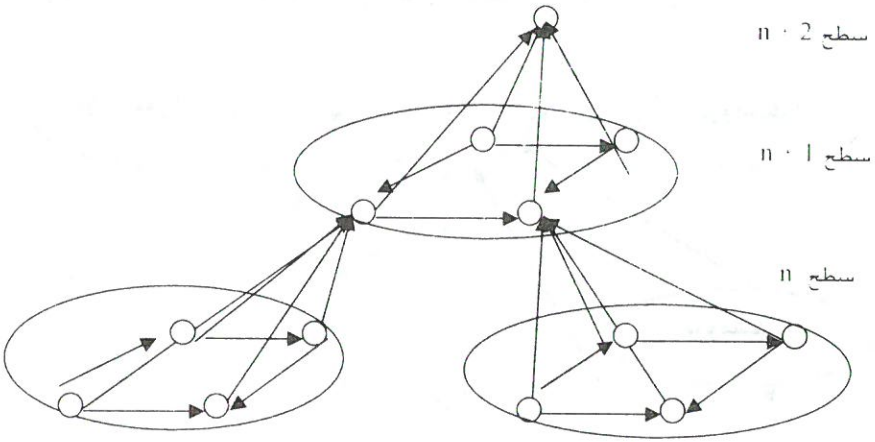
معمولا سامانه‌های چندعاملی را به صورت سازمانی در نظر می گیرند که اجزا آن عامل های آن هستند.



شکل ۳- الگوی سامانه چند عاملی تک سطحی

سازمان‌های پیچیده

سامانه‌های چند عاملی را می‌توان به صورتی محاط کرد که هر جز، به عضوی جدید از مرحله ای بالاتر و سازمان چندعاملی دیگری مربوط شود



شکل ۴- الگوی سامانه چند عاملی چند سطحی.

تحلیل سازمانی

تحلیل سازمان معمولا در سه سطح، صورت می‌گیرد.

- تحلیل کارکردی: این تحلیل توابع کارکردی سامانه چند عاملی را توصیف می‌کند.
- تحلیل ساختاری: این تحلیل بین قالب‌های کوناگون سازمان‌ها تمایز قایل می‌شود و تعدادی از پارامترهای ساختاری را شناسایی می‌کند.
- تحلیل پیوسته: این تحلیل از ساختار سازمان به سازمان‌های واقعی انتقال می‌یابد و به دنبال درک سازمان مؤثر است.

تحلیل ساختاری

ساختار سازمانی نوع سازمان را مشخص می‌کند و تحلیل ساختاری بر دو جنبه اصلی ساختار سازمانی تمرکز می‌کند.

- گروه‌های اجزاء- عامل (عاملان افرادی هستند که بین سطوح مختلف سازمان رابطه برقرار می‌کنند).
- روابط بین اجزاء/ عامل

قبل از هر اقدامی به منظور تعیین شبکه ارتباطی بهینه، باید عاملان تشخیص داده شوند.

تصمیم‌گیری بر سر تعیین عامل

دو روش اصلی برای تعیین عامل به عنوان نماینده وجود دارد:

- روش مبتنی بر مشاهده
- روش مبتنی بر کارکرد (Smith, 2001).

پس از تعیین عوامل باید رابطه بین وظایف و کارکردهای آنها با توجه به چیستی و چگونگی وظایف شناسایی شود.

علم پیچیدگی چارچوب مفهومی باارزشی را با توجه به کارایی بلندمدت و کوتاه‌مدت و روابط اولیه نشان می‌دهد. این علم بر پایه تئوری عمومی سامانه‌ها استوار است و توضیح رفتارهای پیچیده تمام سامانه‌ها را مد نظر قرار می‌دهد. برای درک بهتر چگونگی رفتار یک سامانه، باید بافت پیچیده روابط و وابستگی‌های درونی بین اجزا (عناصر) آن، بررسی شود (Ferber, 1999 & Flinn, 2003).

تئوری عمومی سامانه‌ها

لودویک برتالانفی[1] (۱۹۴۰)، تئوری سامانه‌ها را در عکس‌العمل به نظریه تقلیل گرایان در علم مطرح کرد. در این تئوری روابط بین اجزا و قسمت‌هایی که به کل مربوط می‌شوند، مورد توجه قرار گرفت. وی در سال ۱۹۶۸ تئوری عمومی سامانه‌ها را (با بیان کل بیشتر از مجموع تک تک اجزا است) توصیف کرد (Scott and Meyer, 1994).

ویژگی‌های پیچیدگی

پیچیدگی در جای جای طبیعت وجود دارد. مبانی اصلی ویژگی‌هایی که باید مد نظر قرار گیرند؛ عبارت است از: ۱- هدف و کارکرد. ۲- اندازه و شکل. ۳- ساختار (با تمام ترکیبات) و ۴- نوع پویایی.

عوامل باید در تمام پیچیدگی‌ها وجود داشته باشند. در غالب موارد پویایی سامانه در حد بالا است. شدت، ضعف و یا انتقال این پویایی متناسب با محیط است. پیچیدگی ساختاری از ویژگی‌های بسیار مهم است. اما پیچیدگی به طور صریح و

1- Ludwig von Bertalanffy

مشخص قابل تعیین نیست. در هر یک از شرایط زیر، امکان مواجه شدن با پیچیدگی وجود دارد.

- پیچیدگی می‌تواند در سامانه‌های طبیعی یا مصنوعی (ساخت بشر)، وجود داشته باشد. مانند ساختارهای اجتماعی.
- ممکن است سامانه‌های پویای پیچیده، بزرگ و یا کوچک باشند. در بعضی از سامانه‌های پیچیده، اجزا بزرگ و کوچک با یکدیگر تعامل دارند و در کنار هم هستند.
- شکل فیزیکی آنها می‌تواند منظم یا نامنظم باشد.
- معمولا سامانه‌هایی که اجزا زیادی دارند، پیچیده‌ترند.
- سامانه‌های پیچیده باز هستند و مرتباً تغییر می‌کنند.
- سامانه‌های پیچیده پاراداکس خاص خود را دارند. مانند رویدادهای سریع و آهسته و یا شکل‌های منظم در کنار شکل‌های نامنظم.
- اجزا مختلف سامانه‌های پیچیده، به هم مربوط و با هم در تعامل هستند و وضعیت هم‌افزایی بر روابط اجزا آنها حاکم است.
- تجربه‌های حاصل از تعامل‌ها با یکدیگر متناسب نیستند.
- بسیاری از سامانه‌های پیچیده به گونه‌ای متفاوت رفتار یا تغییر می‌کنند و این در حالی است که روابط کارکردی یکسانی بر آنها حاکم است(Cambel, 1993).

ارتباطات

ارتباطات پویا یکی از شاخص‌های شرایط پیچیده است و دارای معانی متفاوتی است و از آنجا که کلمه (Communication) از لغت لاتین (Communicare) به معنای (TO make common) و یا عمومی کردن و در معرض عموم قرار دادن، گرفته شده است؛ دربردارنده مفهومی برخاسته از درون فردی است و میان دیگران راه می‌یابد و به آنها انتقال می‌یابد. ارتباطات به گونه‌ای وسیع و گسترده «تسهیم تجارب» نیز تعریف شده‌است. در این بین آنچه ارتباطات انسانی را از ارتباطات دیگر موجودات زنده متمایز می‌کند، توانایی بسیار زیاد انسان‌ها در خلق و استفاده از نمادها است. بر اساس این توانایی است که انسان‌ها مستقیماً و بی‌واسطه و یا غیرمستقیم و با واسطه، تجارب خود را با دیگران در میان می‌گذارند (فرهنگی، ۱۳۷۸).

ارتباط مؤثر

عموما ارتباط زمانی مؤثر است که بتواند محرکی را به عنوان آغازگر (مورد نظر فرستنده) با محرک مشهودی که گیرنده از خود بروز می‌دهد، در یک جهت قرار دهد و آن دو را به گونه‌ای نزدیک به هم، مورد توجه قرار دهد.

نفوذ در نگرش‌ها یکی از پی آمدهای ارتباط مؤثر است. اما باید در نظر داشت که درک یکدیگر و توافق با یکدیگر دو معنی کاملاً متمایز از یکدیگرند. هر چند درک یکدیگر به توافق با یکدیگر کمک می‌کند، لزوماً درک بهتر از یکدیگر به توافق بهتر نمی‌انجامد. زیرا ممکن است با درک درست از پیام مخاطب فرد بر دامنه مخالفت خود بیافزاید (فرهنگی، ۱۳۷۸).

انواع مسیرهای ارتباطی

مسیرهای ارتباطی را با توجه به جهت ارسال پیام در سطوح سلسله مراتب سازمانی، به سه نوع تقسیم می‌کنند: افقی، عمودی، مورب.

شبکه‌های ارتباطی سازمان از حیث شکل، ساختار و عملکرد بر دو نوعند:

۱. شبکه‌های غیررسمی و سامانه‌هایی که در اثر تعامل افراد ایجاد می‌شوند. اینگونه سامانه‌های ارتباطی به چهار نوع کلی تقسیم می‌شوند: شبکه‌های رشته‌ای، انشعابی، تصادفی و خوشه‌ای.

۲. شبکه‌های رسمی و سامانه‌هایی که در اثر فراگردهای رسمی سازمان به وجود می‌آیند. شبکه‌های رسمی انتقال اطلاعات به شش‌گونه کلی تقسیم می‌شوند: شبکه‌های متمرکز، ستاره‌ای، سه شاخه، زنجیره‌ای ، دایره‌ای و همه جانبه (رضاییان، ۱۳۸۰).

چارچوب نظری

آشوب

آشوب، آشفتگی، به هم‌ریختگی و هرج و مرج، معادل واژه "کی آس[1]" است. ریشه لغوی کی آس از یک واژه یونانی گرفته شده است و در اصل به معنای "فضای خالی لایتناهی پیش از آفرینش"، خلا و فضای بدون شکل است. از نظر تاریخی و در آزمایش‌ها و بررسی‌های علمی، وضعیت آشوب توسط دانشمندانی چون

1 - Chaos.

فاراده[1] (۱۸۳۱) و ریلی[2] (۱۸۷۷)، مشاهده شده‌است. اما به طور اخص دانشمند و ریاضی‌دان مشهور فرانسوی، پوانکاره[3] (۱۸۹۲)، وقوع آشوب را در برخی سامانه‌های مکانیکی کشف و گزارش نمود؛ پوانکاره نخستین کسی بود که به بررسی دستگاههای پویا پرداخت. وی این پدیده را اینگونه بیان می‌کند: "شدنی است که دگرگونی‌های کوچک در چارچوب آغازین، دگرگونی‌هایی بسیار بزرگ در واپسین پدیده را به همراه داشته باشند. یک کژی کوچک در چارچوب آغازین، می‌تواند کژی و اشتباهی بزرگ در واپسین پدیده را به همراه داشته باشد. در آن هنگام پیش‌بینی‌نشدنی است و ما به ظاهر با پدیده تصادف روبه رو هستیم".

نشدنی بودن پیش‌گویی این گمان را پدید می‌آورد که هر دستگاه آشوبناک را می‌توان به دستگاهی تصادفی تشبیه کرد که نیروهای تصادفی بیرونی روی آن اثر دارند. در آشوب، ناهماهنگی (بی‌نظمی)، بخشی از پویایی جوهری دستگاه است و پی‌آمدهای پیش‌بینی نشده‌ی بیرونی، آنها را پدید نمی‌آورند. این موضوع چندان مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفت تا آن که در سال ۱۹۶۳ میلادی، لورنز که محققی در رشته هواشناسی بود، نتایج محاسبات دستگاه معادلات دیفرانسیل- متشکل از سه معادله دیفرانسیل غیرخطی معمولی و متقیّن (دیترمینیستیک) مربوط به جابه‌جایی حرارتی را منتشر کرد و ملاحظه شد که در محدوده معینی از پارامترهای معادلات، بدون مدخلیت عناصر تصادفی یا ورود اغتشاش خارجی، پاسخ سامانه، نوسانات نامنتظم بروز می‌دهد. سپس در ۱۹۷۱ میلادی، پژوهشگران دیگری به وقوع این پدیده عجیب در سامانه‌های پویا پی بردند و آنرا ربایندە شگرف نامیدند. در ۱۹۷۵ میلادی نیز، اصطلاح آشوب برای بیان به هم ریختگی حادث در سامانه‌های پویا به کار رفت. آنگاه در ۱۹۷۶ میلادی، موضوع پویایی بغرنج، به هم ریختگی و وقوع آشوب در الگوهای بسیار ساده جمعیتی مورد مطالعه قرار گرفت. متعاقباً و سرانجام، فایگنبام[4] (۱۹۷۸)، کشف خود را در زمینه جهانشمولی وقوع پدیده آشوب در رسته‌ای از تبدیلات و سامانه‌های غیرخطی، منتشر کرد که همچون جرقه‌ای، انفجاری عظیم را در پژوهش‌های مربوط به الگوی سامانه‌های پویا در رشته‌های گوناگون علمی، موجب

1 - Fraday.
2 - Rayleigh.
3 - Poincare.
4 - Feigenbaum.

گردید. در سال‌های اخیر نیز، به مدد بهره‌گیری از محاسبات رایانه‌ای، فنون پیشرفته آزمایشگاهی و همچنین توسعه نتایج نظری، وفور پدیده آشوب در طبیعت و سریان آن در امور مختلف و علوم متعدد، بیش از پیش آشکار و روشن شد.

البته باید دقت داشت که برای پیدایش آشوب در سامانه‌های پویا، شرط غیرخطی بودن سامانه، یعنی سیطره معادلات غیرخطی بر سامانه، شرط لازم و نه کافی است؛ زیرا حل معادلات تفاضلی و یا دیفرانسیل خطی که معمولا توسط تبدیل‌های لاپلاس یا فوریه امکان‌پذیر است، به آشوب نمی‌انجامد (Watkins, 1998 ؛ فقیه، ۱۳۸۲).

روش پلیا

عملکرد شرکت‌ها از راه‌های محاسباتی گوناگونی ارزیابی می‌شود؛ از جمله زمان، هزینه و یا سود. بدین معنی که شرکت با حداقل نمودن زمان و یا هزینه انجام کار، حداکثر نمودن سود در حل مسائل، حداقل نمودن هزینه در طول زمان، حداکثر نمودن سود در طول زمان یا بهینه کردن هر معیار ممکن، به دنبال تناسب می‌گردد. در حقیقت معیارهای مختلفی با توابع برازندگی متفاوت وجود دارد. در بعضی از توابع، نمودار بهینه به صورت تحلیلی بررسی می‌گردد (Radner; 1992, 1996) و (Van Zandt, 1996a, 1996b, 1997 & Van Zandt and Radner, 1996). برای سایر مسایل راه حل الگوریتمی شناخته شده‌ای وجود ندارد. برای چنین توابعی از راه‌هایی مانند روش‌های تکاملی استفاده می‌شود. مانند روش هیل کلیام (Hill Climb) و یا روش الگوریتم ژنتیک (Watkins, 1998).

جورج پلیا (۱۹۸۵- ۱۸۸۷) مدلی عمومی برای شمارش اعداد مدور یک گروه مستقر بر شکلی ویژه را ارائه نمود. این روش تحت عنوان قضیه سرشماری پلیا شناخته شد(Royle, 2004).

اگر فرض کنیم نمودار مورد نظر شامل n رأس (عضو، عامل یا فرد) با $vi, i = 1, \ldots, n,$ و m لبه باشد؛ (vi, vj) یعنی عامل i از عامل j اطلاعات دریافت می‌کند و یا با هم ارتباط دارند. این نوع نمودار کانال‌های مستقیم را از غیرمستقیم جدا می‌کند.

این مفهوم را می‌توان به صورت ماتریس به صورت زیر در نظر گرفت:

adjacency matrix AG = $\{aij\}$

$aij = 1$ اگر **i** با **j** ارتباط داشته باشد

0 *aij* اگر **i** با **j** ارتباطی نداشته باشد.

واضح است که تعداد نمودارهای نامساوی مستقیم با مقدار داده شده n به سرعت افزایش می‌یابد. فرمول مشخصی برای تعیین این روابط وجود ندارد. اما تعداد نمودارهای مستقیم برای اعداد معلوم با استفاده از روش پلیا قابل محاسبه است (Polya Enumeration Theorem,1937; Polya and Read 1987. ; Trudeau,1976 ; Harary. 1955).

تطبیق یک نوآوری سودآور

فرض می‌شود در زمان‌های مشخص، هر عامل می‌تواند در یکی از دو موقعیت ۱یا۰ باشد؛ که بیانگر تطبیق یا عدم تطبیق است. اولین فرد در زمان صفر به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. در هر دوره زمانی، عامل با افرادی که به نوعی با وی و با طرح مورد نظر در ارتباطند (در اینجا ارتباط مستقیم فرض شده‌است)، تماس برقرار می‌کند و به احتمال *Pi* با طرح مورد نظر تطبیق میابد. بنابراین داریم:

$$Pi\ (1/0) = f\ [(Sj\ Yij)/Hi)] \quad (۱)$$

Yij = 1 اگر عامل j نیز با عامل i ارتباط داشته باشد (وابستگی و ارتباط دوطرفه).

Yij = 0 اگر صرفا عامل i با عامل j ارتباط داشته باشد (ارتباط یکطرفه).

Hi بیانگر کل افرادی است که عامل i *با آنها در طول دوره زمانی مشخص ارتباط دارد. بنابراین داریم:*

$$Hi = Sj\ aij$$

در هر مرحله زمانی Pi بر اساس تطبیق یا عدم تطبیق، مجدداً محاسبه می‌شود.

زمانی که فرد با طرح تطبیق می‌یابد، A مقدار دریافت می‌کند. از آنجا که ارزش پولی این مقدار دریافتی برای همه عوامل یکسان است می‌توان از آن تحت عنوان ارزش تطبیق با طرح (نوآوری) نام برد. از نظر سازمانی هم، ارزش سهامداران مربوط با توالی تطبیق، جمع ارزش فعلی دریافتی تمام اعضا سازمان است.

بنابراین داریم:

$$P1 = S\ A/(1 + r)ti \quad S(i:n) \quad (۲)$$

Ti دوره زمانی است که طی آن عامل i با طرح جدید تطبیق میابد و n نیز تعداد کل عوامل سازمان است. r نرخ تنزیل مجدد است.

آخرین عنصر مدل مربوط به مشخصات تابع احتمال f است. اگر این تابع s شکل و وابسته به قابلیت عوامل در پردازش اطلاعات باشد؛ تنش و تفاوتی بین درجه ارتباط در سازمان به وجود می‌آید. این درجه عامل اصلی در تعیین تعداد گام‌های لازم برای پخش طرح جدید و نیز حجم اطلاعات اضافی است.

یک فرم کارکردی مناسب برای f عبارت است از:

$$f(xi) = 1 / \{1 + e - [xi - (a/c)]/(b/c)\} - 1 / [1 + e (a/b)] \quad (۳)$$

xi مانند توجیه f در سمت راست معادله ۱ است. در اینجا a و b پارامترهای قراردادی مقیاس هستند. این دو پارامتر می‌توانند مربوط به میانگین و واریانس تابع چگالی احتمال باشند که باعث افزایشی در تابع توزیع خواهند شد. اگر C =1 باشد، جمله دوم طرف راست معادله حذف می‌شود. پارامتر C قابلیت عوامل سازمان را در پردازش اطلاعات مشخص می‌کند. این پارامتر به سرمایه انسانی عوامل یا به توانایی محاسبه عوامل، مربوط است.

برای C پایین، احتمال تطبیق عامل پایین است مگر اینکه بخش عظیمی از عوامل دیگر که با وی در ارتباطند، با طرح جدید تطابق داشته باشند. برای C بالا عامل با احتمال بالایی با طرح انطباق میابد. حتی اگر معدودی از افراد که وی با آنها ارتباط دارند با طرح مورد نظر تطبیق یافته باشند. C معلوم، مسأله بهینه‌سازی را برای بهترین ساختار ارتباطی بین عوامل، کاهش می‌دهد. بنابراین در شرایطی که C بالا است؛ یک سازمان کاملا مربوط، بهتر عمل می‌کند. به علاوه در شرایط پایین بودن C، بهترین سازمان آنی است که هر عامل فقط با یک عامل دیگر ارتباط داشته باشد(Hillard, 1999 ;DeCanio, 1998). یکی از راه‌های تعیین استاندارد، استفاده از تئوری اطلاعات است. اطلاعات یکی از منابع اصلی تصمیم‌گیری است که با توجه به آزمون‌های آماری، مشاهدات و اطلاعات شخصی، چارچوبی برای استانداردها تخمین می‌زند(Shannon, 1988).

تئوری اطلاعات توسط کلود شانون[1] در دهه ۱۹۴۰ معرفی شد. وی در ۱۹۴۸ به مساله انتقال موثر اطلاعات در کانال‌های ارتباطی و وجود نویز پرداخت (Cheung, 2001).

تئوری اطلاعات یک مدل سلسله مراتبی است (Smith, 2001). یکی از تعاریف اصلی در رابطه با تئوری اطلاعات آنتروپی است. اهمیت آنتروپی در کاربردهای عملی مربوط به روابط پدیده‌ها با توجه به متغییرهای تصادفی است (Shannon, 1988). آنتروپی متغییر تصادفی، معیار مناسبی برای نشان دادن عدم اطمینان است.

اگر X متغییر تصادفی با فضای نمونه $x_1, x_2, \ldots x_n$ باشد معیار احتمال عبارت است از $P(x_n) = P_n$. بدین ترتیب آنتروپی X به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Y(x) = -P_n Log(P_n) \qquad (۴)$$

$$H(x) = -\sum_{n=1}^{N} P_n Log(P_n) \qquad n = 1,2,\ldots,N \quad (۵)$$

H(X) معیار مناسبی برای اندازه‌گیری عدم اطمینان پدیده‌های احتمالی است (Faghih and Namazi, 1997).

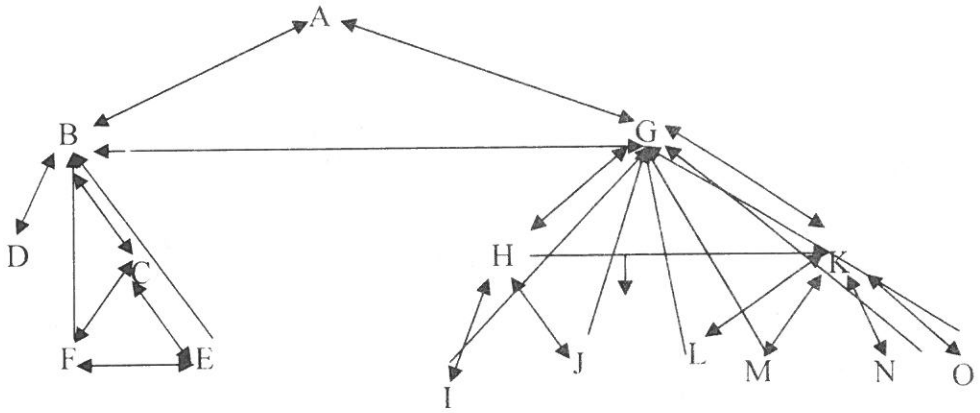
استفاده از چارچوب نظری برای مطالعه یک مورد

به منظور اجرای آزمون برای تعیین شبکه ارتباطات، با استفاده از مفاهیم تئوری آشوب و به روش پلیا، یک مثال عددی ارائه می‌شود.

کارخانه پیستون سازان توس در زمینه طراحی، ساخت و تولید انواع پیستون فعالیت می‌نماید. کاربرد قضیه سرشماری پلیا و نیز آنتروپی شانون در معاونت بهره‌برداری این کارخانه و در دو زیر بخش تولید و طراحی و مهندسی بررسی شده‌است. در این دو زیر بخش مدیر تولید و مدیر طراحی و مهندسی ارتباطی را بین سرپرستان و مسولین خط از یک طرف و نیز معاونت بهره‌برداری به وجود آورده‌اند.

نمای ارتباطات این دو زیر بخش به صورت زیر است.

1 -C. Shannon.



هر طرح به منظور اجرا باید از این قسمت عبور کند. بنابران نوع و گستردگی کانال‌های ارتباطی دو مدیر تولید و نیز طراحی و مهندسی، حائز اهمیت است. در ذیل طرح استفاده از ظرفیت بهینه تولید با توجه به روش متداول مورد بررسی قرار می‌گیرد. با در نظر گرفتن کانال‌های ارتباط مستقیم افراد به عنوان مثال داریم:

برای G

A= [1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0]
Y= [1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0]

برای B

A= [1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0]
Y= [1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0]

برای H

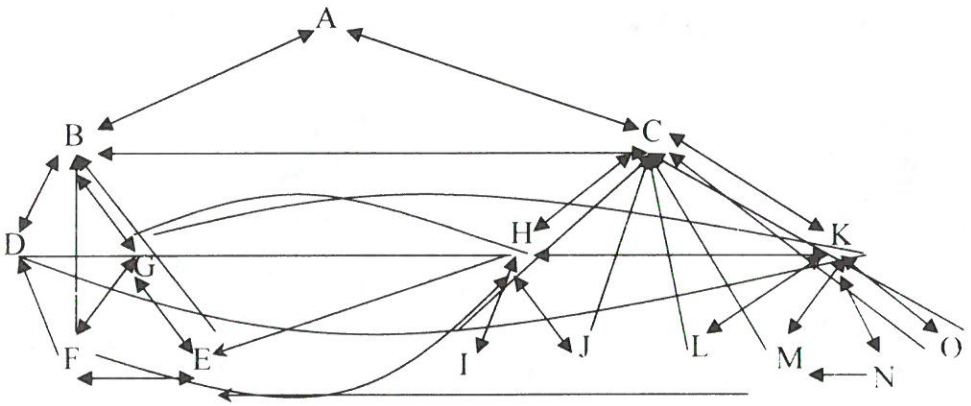
A= [0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0]
Y= [0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0]

برای M

A= [0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0]
Y= [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0]

برای F

A- [0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
Y= [0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0]




```
y=(input('number>'));
k=a';
h=(sum(k));
l=y'
b=(sum(l));
g=(b/h);
f=(1/(1+exp^((-g+ (a/c))]/(b/c)) -( 1 /(1 + ( exp^ (a b)))).
 end
```

	P(i)	F(xi),c=.5	F(xi), c=1	F(xi), c=3
G	1	0.240	0.5	0.521
B	1	0.24	0.5	0.521
H	1	0.24	0.5	0.521
M	1	0.24	0.5	0.521
F	0.6667	0.106	0.417	0.970

C= 0.5	
Y(x)	H(x)
0.494134	0.494134
0.494134	0.988269
0.494134	1.482403
0.494134	1.976538
0.343214	2.319752

C= 1	
Y(x)	H(x)
.5	.5
.5	1
.5	1.5
.5	2
0.526204	2.526204

C=3	
Y(x)	H(x)
0.490076	0.490076
0.490076	0.980152
0.490076	1.470228
0.490076	1.960304
0.042625	2.002929

اما بعد از بستن قرارداد برنامه تولید تا حدودی تغییر نموده است و طرحی جدید در برنامه تولیدی و حتی سامانه پاداش در نظر گرفته شده است. افزودن نوع دیگری از پیستون باعث گردیده تا افراد بیشتری با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و از آنجا که این برقراری ارتباط در بسیاری از موارد به منظور رفع ابهامات است در هر مقطع زمانی خاص از جهت ارتباطی مخصوص به خود برخوردار است.

	P(i)	F(xi),c=.5	F(xi), c=1	F(xi), c=3
G	06667	0.106	0.417	0.970
B	0.6667	0.106	0.417	0.970
H	0.8333	0.166	0.458	0.971
M	0.25	0.024	0.320	0.54
F	0.333	0.035	0.339	0.790

C= 0.5	
Y(x)	H(x)
0.343214	0.343214
0.343214	0.686427
0.430064	1.116491
0.12914	1.245631
0.529058	1.774688

C= 1	
Y(x)	H(x)
0.526204	0.526204
0.526204	1.052409
0.515974	1.568382
0.526034	2.094416
0.529058	2.623474

C=3	
Y(x)	H(x)
0.042625	0.042625
0.042625	0.08525
0.041226	0.126476
0.480043	0.606519
0.26866	0.875178

بحث

روش‌های الگوریتمی و مدلسازی‌های ریاضی، برای توضیح پیچیدگی ساختار و عملکرد سازمانی کافی نیستند. به علاوه حرکت برای استفاده از نیروی ذهنی به جای نیروی فیزیکی انسان، باعث تغییر نقش سرمایه‌های انسانی در سازمان‌ها شده‌است. نقش شبکه‌های ارتباطی در سازمان و متنوع بودن رفتار افراد در سازمان، روز به روز بر پیچیدگی بهینه‌سازی عملکردهای سازمان‌ها می‌افزاید و چون پیش‌بینی رفتار و کسب اطمینان از تحت کنترل بودن فراگرد، معیاری اساسی برای دستیابی به شرایط بهینه است؛ مدلسازی ریاضی با تابع هدف بهینه نمی‌تواند تنوع رفتاری انسان را پیش‌بینی کند. بنابراین می‌توان گفت: امروزه بیشتر سازمان‌ها از جنبه فرهنگ و سرمایه انسانی به صورت مستقل و تا حدودی بی‌ارتباط به ساز و کارهای عملکردی

دیگر سازمان‌ها عمل می‌کنند و هر سازمان با تنوع خاص، بر پیچیدگی روابط جهانی می‌افزاید.

برای یافتن روشی که بتواند با پیچیدگی سازمان مواجهه کند و معیاری برای مقایسه سازمان‌ها متناسب با وظایف متنوع ارائه دهد؛ می‌توان به نتایجی مانند آن چه در پی می‌آید توجه کرد.

با استفاده از روش تحلیلی میزان تطابق با نوآوری (روش پلیا)، معلوم شد که ساختار شبکه ارتباطی در سازمان، همواره حجم قابل توجهی از پیچیدگی سازمان را در برمی‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد هر قدر قابلیت پردازش اطلاعات افراد بیشتر باشد، آنان بهتر می‌توانند از عهده پیچیدگی سازمان برآیند و این به مثابه ارتقای قابلیت افراد برای جذب ابهام است. آنتروپی‌ها نشان می‌دهند هرقدر قدرت پردازش افراد بیشتر باشد، مقدار ابهام پایین‌تر می‌آید.

زیرا هر قدر سازمان و یا اعضا آن قدرت بالایی در پردازش اطلاعات داشته باشند، برای رفع ابهام پارادکس‌ها از قابلیت بیشتری برای یادگیری دوحلقه‌ای برخوردار خواهند بود (Annabelle and Critten, 1998).

این روش نشان می‌دهد می‌توان با استفاده از افراد توانا در تحلیل مسایل و یا مجهز نمودن افراد به سخت‌افزار و نرم‌افزارهای پردازشی، پیچیدگی را در سازمان توزیع و از تجمع آن در اختیار افراد محدود جلوگیری کرد.

با محاسبه آنتروپی و معیار عدم اطمینان شانون بر اساس تابع احتمال تطبیق با نوآوری، معلوم شد، هر قدر کانال‌های ارتباطی بازتر و در عین حال پراکنده‌تر باشند، قدرت تصمیم‌گیری بالاتر می‌رود. زیرا با برقراری ارتباطات دو طرفه علاوه بر توزیع و تقلیل بار ابهام، بستر برخورد نیروهای متنوع بوجود می‌آید و زمینه یادگیری سازمانی فراهم می‌شود.

مقایسه جداول نشان می‌دهد که هر قدر سازمان دارای شبکه‌های ارتباطی بیشتر و پیچیده‌تر باشد، طرح‌های جدید و تغییرات با سرعت بیشتری در سازمان نهادینه می‌شوند. آنتروپی‌ها نشان می‌دهند که هر قدر حجم اطلاعاتی توابع در نقطه زمانی بالاتر باشد، شبکه ارتباطی گسترده‌تر است. بنابراین می‌توان شبکه‌های ارتباطی را هماهنگ با مقاطع زمانی، طراحی کرد تا با توجه به ماهیت برنامه سازمان، کانال‌های ارتباطی لازم تشکیل شود.

از این رو موثر عمل کردن کانال‌های ارتباطی و تعداد آنها تا حد زیادی به بینش انسانی و قدرت تفسیر وی از نشانه‌های حاصل از ارتباطات بستگی دارد. در ادامه پیشنهاد می‌شود میزان تأویل و نقش ذهنیت افراد با توجه به اهمیت طرح‌ها، آزمون شود. همچنین در این بررسی تنها عنصر قابلیت انسان در پردازش اطلاعات (C)، مد نظر قرار گرفته شده‌است؛ مسلماً متغییر بودن معیارهای ناشی از مقیاس هم می‌توانند تأثیر زیادی در نوع ارتباطات داشته باشد.

منابع و مآخذ

منابع فارسی

۱- الوانی، مهدی. (بهار و تابستان ۱۳۷۸). "بازتاب جلوه های بی نظمی در مدیریت". ***فصلنامه مطالعات مدیریت***. شماره ۲۱ و۲۲. صفحه ۳۸-۵۳.

۲- بیکر، گریگوری و جیری گولوپ. (۱۳۷۸). ***دیباچه‌ای بر دینامیک آشوبی***. (ترجمه غلامحسین ارجائی و بهرام صالحی). شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

۳- رضاییان، علی (۱۳۸۰). ***مبانی سازمان و مدیریت***. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت).

۴- سلامی، امیر بهداد (۱۳۸۲). "آزمون روند آشوبی در بازده سهام بازار اوراق بهادار". ***پژوهشنامه اقتصادی***. شماره ۸، صفحه ۳۵- ۷۲.

۵- فرهنگی، علی اکبر (۱۳۷۸). ***ارتباطات انسانی***. تهران: موسسه خدمات فرهنگی رسا.

۶- فقیه، نظام الدین (۱۳۸۲). ***آشوب و فراکتال در سیستمهای پویا***. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

منابع لاتین

1-Annabelle Mark, Peter Critten.(1998). "Chaos and Complexity - the future for health care HRM". ***Health Manpower Management***. Keele: **1998**.Vol.24, Iss. 4; pg. 139

2-Camble, Ali Bullet .(1993). ***Applied Chaos theory***. California. Academic Press, Inc.

3-Cheung, Aftab, Kim, Thakkar and Yelddsnpudi (2001). "Information Theory and Digital Age". http://web.mit.edu/6.333/www/fall2001/Shannon2.pdf

4-DeCanio, Stephen and William E. Watkins and Glenn Mitchell and Keyvan Amir- Atefi and Catherine Dibble.(1998). "**Complexity in Organizations**". October16, 1998.

5-Fahgih. N and M. Namazi (1997). "Applying Shannon Information Theory to the Measurement and Analysis of Financial Statements". **Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography**. Vol. 19. No. 1. Pp. 49-62.

6-Ferber, Jacques. (1999). "Introduction to Multiagent Systems" http://www.cis.ksu.edu/~sdeloach/844/slides/Organization%20(Ferbe).pdf

7-Flinn Research. (2003). "Complexity Science: A Conceptual Framework for MakingConnections" Prepared for the Piton Foundation.
http://www.flynnresearch.com/ComplexityScience2003.pdf.

8-Hillard, Robert and Peter Blecher and Coles Myer (1999). "The Implications of Chaos Theory on the Management of a Data Warehouse". **International Society for Decision Support Systems.** http://www.sims.monash.edu.audsslab.nsf
03b19cec5e650354cca2569cf00098d10.

9-Royle, Gordon . "P ´olya Enumeration Theorem". Introduction Enumeration Generation. (2004). http.www.undergraduate.csse.uwa.edu.auunits230.489polya.pdf.

10-Scott, W. Richard and John W. Meyer with collaboration of John Boil (1994). *Institutional Environments and Organizations: Structural Complexity and Individuals m/w*. U.S.A. SAGE Publications.

11-Shannon, C. A. (1988). "A Mathematical Theory of Communication". *Bell System Technical Journal*. Vol. 24. No. 3. Pp.379-423.

12-Smith, Jonathan D. H. (2001). "Some Observations on the Concepts of Information Theoretic Entropy and Randomness" *Entropy*. Vol. 3. Pp. 1-11.

13-Turner, J. (1967). "Point-symmetric graphs with a prime number of points". **J. Combin Theory**, 3:136–145.

14-Watkins, Bill. (1998). **"Modeling the Firm as a Network".** http://www.santafe.eduresearchpublicationsworkingpapers98-06-055.pdf.