خلاصه کتاب تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم

فصل اول: نگاهی کلی بر سیستم‌ها

سیر تحول علم مدیریت:

جوامع و سیر تحولات آن‌ها را می‌توان با توجه به شیوه مدیریت حاکم بر آن‌ها بدین صورت تقسیم کرد: ۱) عصر شکار، ۲)عصر کشاورزی، ۳) عصر صنعتی، ۴)عصر فراصنعتی (اطلاعات)، و ۵) عصر خرد و فرزانگی (حکمت).

یادگیری در عصر شکار، در سطحی ابتدایی صورت می‌گرفت، به این ترتیب که روی پدیده‌ها اسم‌گذاری می‌شد تا قابل شناسایی بشوند. در عصر کشاورزی، مدیریت از حالت چماقی به حالت شلاقی مبدل شد که مدیریت شلاقی، انعطاف و گستردگی حوزه عملکرد بیشتری نسبت به مدیریت چماقی داشت و در این حالت، یک متخصص عده‌ای را اداره می‌کرد. در عصر صنعتی، سرمایه منبع استراتژیک به شمار می‌آمد، در حالیکه در عصر اطلاعات، دانش منبع استراتژیک است. در عصر اطلاعات ارزش افزوده از طریق تبدیل اطلاعات به دانش و همچنین سرعت انتقال آن حاصل می‌شود و جریان اصلی اطلاعات، مبتنی بر ارتباطات است.

تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم، فعالیتی مکانیکی نیست و هیچ روشی، ابزار کاملی، و یا رموز سحرآمیزی برای موفقیت در آن وجود ندارد. برنامه‌نویسی کامپیوتر را می‌توان یک مهارت محسوب کرد، ولی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم هنوز تا حد زیادی هنر به شمار می‌آید.

تفکر سیستمی

این شیوه تفکر، به طور کلی با مجموعه‌هایی متشکل از اجزاء سروکار دارد، نه با خود اجزاء، بنابراین ضرورتاً از مرزهای سنتی علوم خاص فراتر رفته و عمومیت یافته است.

نگرش متفکران سیستمی به جهان، بر مبانی چهارگانه‌ای استوار است: ۱) تصور ارگانیک، یعنی تصوری که ارگانیسم را در مرکز طرح ادراکی آدمی قرارمی‌دهد؛ ۲) کل‌نگری، یعنی هر پدیده به منزلهٔ موجودی زنده، دارای نظم، دارای روابط با محیط، خود تنظیم و هدفمند درنظر گرفته می‌شود. (در اینجا نگرش فرد، به جای توجه به اجزای پدیده‌ها، بر کلیت آن‌ها تأکید دارد و بر آن متمرکز می‌شود)؛ ۳) مدل‌سازی، یعنی متفکر سیستمی سعی می‌کند که به جای شکستن کل به اجزای قراردادی، ادراک خود از پدیده‌های واقعی را بر پدیده‌های واقعی منطبق کند؛ ۴) بهبود شناخت، به طوری که یک متفکر و پژوهشگر نظامگرا درک کند که الف) زندگی در یک سیستم ارگانیک و در فراگردی پیوسته استمرار دارد؛ ب) شناخت آدمی از یک کل، از طریق مشاهده فراگردهایی که در درون آن به وقوع می‌پیوندند به دست می‌آید، نه از طریق مشاهده اجزای آن کل؛ و ج) آنچه که فرد مشاهده می‌کند، خود واقعیت نیست، بلکه ادراک وی از واقعیت است.

به این نکته می‌بایست توجه کرد که تفکر سیستمی در تضاد با تفکر تحلیلی تجزیه‌مدار نیست؛ در واقع این دو روش مکمل یکدیگرند، نه جایگزین هم، با وجود این، همان‌گونه که متفکران سیستمی دریافته‌اند «مطالعه فراگردهای به هم پیوستهٔ اجزای یک سیستم، مفیدتر از تحلیل ریز آن‌هاست».

نظریه عمومی سیستم‌ها

نظریه عمومی سیستم‌ها به شدت از یافته‌های زیست‌شناسی (بیولوژی)، ریاضیات، اندام‌شناسی (فیزیولوژی) و اقتصاد بهره می‌گیرد. زمینه اصلی مطالعه و قلمرو موضوعی آن، «پدیده رشد و تکامل» است و فرض اصلی آن، این است که فراگرد رشد و مراحل بعدی و نهایی آن (تکامل)، از یک الگوی یکسان تبعیت می‌کند.

ویژگی‌های مرتبط و هماهنگ ذیل، مجموعاً با عنوان ویژگی‌های نظریه عمومی سیستم‌ها، به منزلهٔ یک سیستم نظری، شناخته می‌شوند:

۱) به‌هم پیوستگی و وابستگی اجزا، ویژگی‌ها، رخدادها و مانند آن؛ ۲) کل‌گرایی (زیرا سیستم را باید یک کل تفکیک‌ناپذیر دانست)، ۳) هدف‌جویی؛ ۴) ورودی‌ها و خروجی‌ها (در سیستم بسته، ورودی یک بار و برای همیشه تعیین می‌شود؛ ولی در سیستم‌های باز ورودی‌های بیشتری، به دفعات از محیط پذیرفته می‌شوند)؛ ۵) تبدیل (درهمهٔ سیستم‌ها، ورودی به خروجی تبدیل می‌شود)، ۶) مقابله با بی‌نظمی و کهولت (آنتروپی)، که حداکثر آنتروپی در یک سازمان رسمی، یعنی نداشتن اطلاعات کامل برای اداره سیستم یا حداکثر وضعیت بی‌سامانی؛ ۷) تنظیم، ۸) سلسله‌مراتب؛ ۹) جداسازی (یکی از ویژگی‌های موجود در همه سیستم‌ها این است که وظایفشان برحسب اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها قابل تفکیک و جداسازی است)؛ ۱۰) هم‌پایانی (یعنی هر حالت و نتیجه نهایی، ممکن است از مسیرهای گوناگونی قابل حصول باشد).

علم کنترل و ارتباطات (سایبرنتیک)

نوربرت وینر – از پایه‌گذاران اصلی این علم – آن‌را علم کنترل و ارتباطات در حیوان و ماشین نامیده است. علم کنترل و ارتباطات، از برخی جنبه‌ها با علم هندسه قابل مقایسه است؛ بدین لحاظ، رابطهٔ علم کنترل و ارتباطات با سیستم‌های مکانیکی، الکترونیکی، عصبی، اجتماعی و اقتصادی را مشابه رابطهٔ علم هندسه با موجوداتی نظیر سنگ، درخت و حیوان می‌دانند؛ زیرا علم هندسه چارچوبی ارائه می‌دهد که بیانگر ارتباط هندسی اشیای جهان و همگونی‌های ظاهری آن‌هاست و علم کنترل و ارتباطات نیز الگویی ارائه می‌دهد که همه سیستم‌های دارای عامل کنترل را–خواه سیستم‌های ماشینی و مصنوعی و خواه سیستم‌های طبیعی – با یکدیگر مقایسه و ارتباط میان آن‌ها را کشف می‌کند.

علم کنترل و ارتباطات به مسأله کنترل خرده سیستم‌ها و ارتباطات درون سیستم‌ها می‌پردازد. بکارگیری علم کنترل و ارتباطات در حل مسائل صنعتی، پویایی صنعتی نامیده می‌شود که نخستین بار به وسیله جی‌فورستر مطرح شد.

روابط میان تفکر سیستمی، نظریهٔ عمومی سیستم‌ها، علم کنترل و ارتباطات و رویکرد سیستمی بدین‌ترتیب قابل توضیح است:

۱) تفکر سیستمی نحوهٔ نگرش جدیدی برای مطالعه پدیده‌های طبیعی به مثابه یک سیستم به شمار می‌آید؛ ۲) نظریه عمومی سیستم‌ها بر بکارگیری تفکر سیستمی، با توجه به مسائل رشد و تکامل تأکید دارد؛ ۳) علم کنترل و ارتباطات بر

بکارگیری تفکر سیستمی با توجه به مسائل کنترل و ارتباطات تأکید دارد؛ ۴) رویکرد سیستمی بر نحوه بکارگیری «نظریه عمومی سیستم‌ها» و «علم کنترل و ارتباطات» در مسائل صنعتی و اجتماعی دلالت دارد.

طبقه‌بندی سیستم‌ها براساس میزان پیچیدگی

بولدینگ سلسله مراتبی را برای طبقه‌بندی سیستم‌های گوناگون ارائه داده است:

۱) سطح ساختارهای ایستا- این سطح، سطح چارچوب نیز نامیده می‌شود، مانند نقشه یک زمین یا یک نمودار سازمانی.

۲) سطح سیستم‌های متحرک ساده- این سطح، سطح ساعت‌گونه‌ها نیز نامیده می‌شود و بیشتر نظریه‌های علوم فیزیک، شیمی و اقتصاد در این سطح قرار می‌گیرند.

۳) سطح سیستم‌های سایبرنتیکی- یا سطح سازوکارهای کنترل خودکار و خودتنظیم که می‌توانند تعادل خود را حفظ کنند، مانند ترموستات و موشک‌های قاره‌پیما. در این سطح، رفتار سیستم هدفجوست ولی نمی‌تواند تغییر هدف بدهد.

۴) سطح سیستم‌های باز، سیستم‌های خودکفا و سیستم‌های قادر به تولیدمثل- این طبقه به سیستم‌های یاخته‌ای یا سلولی که مرز جدایی موجود زنده از جماد هستند، اختصاص می‌یابد.

۵) سطح سیستم‌های تکاملی رستنی، نظیر گیاهان- در دورهٔ زندگی سیستم‌های مورد نظر در این سطح، مراحل مشخصی به‌صورت تکوینی برنامه‌ریزی شده‌اند.

۶) سطح سیستم‌های حیوانی- که قادرند اطلاعات را گرفته، تعبیر و تفسیر کرده و نسبت به آن واکنش مناسب نشان دهند.

۷) سطح سیستم‌های انسانی- این سیستم‌ها خودآگاه هستند، انسان علاوه بر هدف‌جو بودن، کمال‌جو نیز هست.

۸) سطح سیستم‌های اجتماعی- این سطح شامل سیستم‌های سازمانی می‌شود و واحد تشکیل دهنده این‌گونه سیستم‌ها، انسان نیست، بلکه نقشی است که انسان در سیستم اجتماعی بازی می‌کند.

۹) سطح سیستم‌های ماوراءالطبیعه، نمادی و مجرد دنیای ناشناخته‌ها.

سه سطح اول که مشتمل بر سیستم‌های فیزیکی و مکانیکی هستند، با علوم «طبیعی-فیزیکی» سروکار دارند. شواهد تجربی و پیشرفت‌های نظری در نظریهٔ سیستم‌ها، حکایت از آن دارند که سیستم‌های «طبیعی- فیزیکی»، «زیستی» و «اجتماعی- فرهنگی»، رابطه‌ای به‌هم پیوسته دارند و به‌ترتیب پدیدار شده‌اند.

تأثیر نظریه عمومی سیستم‌ها بر مطالعه سازمان‌ها

۱- تفکر سیستمی، خطر محدود شدن نگرش مدیر به یک وظیفه را برطرف می‌کند.

۲- تفکر سیستمی این امکان را برای مدیر ایجاد می‌کند تا اهداف خودرا مرتبط با مجموعه اهداف کلان سازمان درنظر بگیرد.

۳- سازمان می‌تواند با بهره‌گیری از تفکر سیستمی، از مزایای تخصص‌گرایی و تفکیک در درون سیستم و خرده‌سیستم‌هایش برخوردار شود.

۴- تفکر سیستمی با در نظرگرفتن مدل سیستم هدفمند، امکان ارزیابی سازمان و تعیین میزان اثربخشی خرده‌سیستم‌هایش را فراهم می‌سازد.

فصل دوم: مبانی سیستم

تعریف سیستم

سیستم مجموعه‌ای از اجزاء و روابط میان آن‌هاست که توسط ویژگی‌های معین، به‌هم وابسته یا مرتبط می‌شوند و این اجزاء با محیطشان یک کل را تشکیل می‌دهند. در یک سیستم باز، ورودی هر سیستم، خروجی سیستم دیگر است و خروجی هر سیستم نیز ورودی سیستم‌های دیگر محسوب می‌شود.

به دو دلیل، خط متمایزکنندهٔ سیستم از محیط به صورت نقطه‌چین است: اولاً، چنین خطی بر تبادل مستمر انرژی یا اطلاعات میان سیستم‌های باز و محیط آن‌ها دلالت دارد، ثانیاً، محل واقعی مرز سیستم کم و بیش قراردادی است و به وسیلهٔ طراح ساختار سیستم، معین می‌شود.

همچنین خطوطی که عناصر سیستم را به یکدیگر و سیستم را به محیط آن پیوند می‌دهند، بیانگر وجود روابط متقابل بین آن‌ها هستند.

عناصر سیستم

عناصر یک سیستم عبارتند از: ۱) ورودی‌ها، ۲) فراگرد (خانه پردازش)، ۳) خروجی‌ها، ۴) بازخور کنترلی.

۱) ورودی‌ها

الف) ورودی‌های زنجیره‌ای: نوعی ورودی است که خودش نتیجه و خروجی سیستم دیگری است. ورودی‌های زنجیره‌ای یا به‌هم‌پیوسته را «زوجی مستقیم» یا «ورودی‌های متصل» نیز می‌نامند.

ب) ورودی‌های تصادفی: وجود ورودی‌های تصادفی (درمفهوم آماری آن)، بر وجود ورودی‌های بالقوه برای یک سیستم دلالت دارد. در واقع سیستم، ورودی‌های خود را از میان خروجی‌های خرده‌سیستم‌های گوناگون موجود انتخاب می‌کند. به این ترتیب، می‌توان هر یک از خروجی‌های سیستم‌های دیگر را به مثابه یک ورودی محتمل برای سیستم مورد بررسی، در نظر گرفت.

ج) ورودی‌های بازخور: برخی از ورودی‌های یک سیستم، در واقع بخشی از خروجی‌های قبلی همان سیستم هستند. بازخور فقط نشان‌دهندهٔ بخش کوچکی از خروجی یک سیستم است که برای نشان دادن تفاوت میان وضع مطلوب (دستیابی به هدف) و وضع موجود (عملکرد واقعی سیستم) در نظر گرفته می‌شود.

۲) فراگرد (خانه پردازش)

در فراگرد سیستم، ورودی به خروجی تبدیل می‌شود. فراگرد تبدیل بسیار پیچیده است و نحوهٔ تلفیق ورودی‌ها یا ترتیب تنظیم آن‌ها در آن ممکن است به تولید خروجی‌های متفاوتی بینجامد. در این حالت فراگرد را جعبه سیاه می‌نامند.

۳) خروجی‌ها

خروجی‌های یک سیستم نیز مانند ورودی‌های آن، ممکن است نوعی ماده، انرژی، محصول، خدمت و اطلاعات باشد. دسته اول خروجی‌ها، به‌طور مستقیم توسط سیستم‌های دیگر مصرف می‌شوند، دسته دوم خروجی‌هایی هستند که در فراگرد تولید همان سیستم در مرحله بعد مصرف می‌شوند، دسته سوم خروجی‌ها برای خود سیستم یا سایر سیستم‌ها قابل استفاده نیستند، بلکه ضایعاتی دور ریختنی هستند که وارد سیستم اکولوژیکی می‌شوند.

٤) بازخور کنترلی

بازخورها، ابزار ایجاد تعادل در سیستم هستند. در مباحث قبلی، مطالب مختصری در مورد «ورودی‌های بازخور» ذکر شد.

روابط

مسیرهای ارتباطی عناصر سیستم با یکدیگر را «روابط» می‌نامند:

۱- رابطه حیاتی: رابطه‌ای است که درصورت قطع آن، سیستم‌های وابسته به آن نمی‌توانند به وظیفه خود عمل کنند. در برخی از موارد رابطهٔ حیاتی یک سویه است و در یک جهت جریان دارد، درحالی‌که در برخی از موارد رابطهٔ حیاتی دوسویه است.

۲- رابطهٔ هم‌نیروزایی: وجود این رابطه از حیث کارکردی ضرورت ندارد، ولی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد سیستم تأثیر می‌گذارد، و رابطه‌ای است که در صورت وجود آن، با همکاری و تشریک مساعی مجموعه‌ای از خرده سیستم‌های نیمه مستقل، خروجی و بازده کل سیستم، بیش از جمع بازده‌ها و خروجی‌های هریک از خرده‌سیستم‌ها- در حالتی که تنها و مستقل عمل می‌کنند- خواهد شد.

۳- رابطه مکرر لازم (موقتی یا زمانی): هدف ازاین تکرار، افزایش قابلیت اعتماد (اعتبار) است، زیرا وجود روابط مکرر و لازم، احتمال عدم توقف سیستم و استمرار فعالیت آن‌را افزایش می‌دهد. برای مثال، در طراحی سیستم‌های مورد استفادهٔ فضاپیماها، ماهواره‌ها و هواپیماها، با استفاده از روابط مکرر تلاش می‌شود که عملیات سیستم در همهٔ وضعیت‌های بالقوه ایمن گردد. روابط مکرر، ازطریق محدود کردن رفتار عناصر به آن‌گونه رفتارهایی که بیشترین سهم را در کسب هدف دارند، به تحقق اهداف سیستم کمک می‌کنند.

ویژگی‌ها

خواص اجزاء، عناصر و روابط درون هر سیستم را ویژگی‌های آن سیستم می‌نامند، که به دو نوع ویژگی‌های توصیفی و ویژگی‌های همراه تقسیم می‌شوند. ویژگی‌های توصیفی، ویژگی‌هایی هستند که یک موجودیت را آن‌گونه که هست توصیف می‌کنند، ولی ویژگی‌های همراه، ویژگی‌هایی هستند که مطرح شدن یا مطرح نشدن آن‌ها، برای توصیف جنبه‌های موردنظر از یک موجودیت، تفاوتی نداشته باشد.

سیستم‌ها در طی زمان تغییر می‌کنند. این تغییرات بر پویایی سیستم دلالت دارند؛ ازاین‌رو سیستم‌های تغییرپذیر را سیستم‌های پویا نیز می‌نامند.

مرز سیستم

مرز سیستم بر اساس یک تعریف عملیاتی، عبارت است از «یک خط منحنی بسته که دور متغیرهایی معین قرار دارد و در محدوده‌ای که از پیرامون این خط تا درون آن امتداد می‌یابد، میزان ارتباط و تبادل انرژی کمتر است». در واقع «مرز» جدا کنندهٔ سیستم از محیط آن است.

بدیهی است که عناصر دارای وابستگی شدید، نمی‌توانند در مرز سیستم قرار گیرند، درحالی‌که عناصر فاقد وابستگی- یا دارای وابستگی اندک- معمولاً فقط در مرز سیستم یافت می‌شوند. بنابراین «میزان عدم قطعیت» نقش مهمی در تعیین جایگاه مرز سیستم دارد. اگر بیشتر عناصر یک سیستم به عناصر دیگر آن وابسته باشند،آن سیستم «زوجی شدید» نامیده می‌شود، و هرچه در یک سیستم، «عدم وابستگی» یا «وابستگی کمتر» عنصر به عنصر، بیشتر محرز شود، می‌توان گفت که سیستم «زوجی ضعیف‌تری» است. رفتار عناصر خارجی دور از «مرزسیستم» نیز تا حدودی قابل پیش‌بینی است.

۱- تعمیر و نگهداری: کارهایی هستند که سیستم در درون مرز خود انجام می‌دهد و هدف از انجام آن‌ها، حصول اطمینان از انجام صحیح وظایف، از راه‌های درست و مناسب است و در برگیرنده: شناسایی زمان وقوع مسأله، کسب دانش لازم برای حل مسأله و تأمین زمان و منابع لازم برای حل مسأله می‌باشد.

۲- دفاع: تلاش سیستم‌های مختلف برای تحصیل منابع ضروری، تضادهایی را در میان آن‌ها ایجاد می‌کند و به ایجاد رقابت بین آن‌ها می‌انجامد. به این ترتیب که هر سیستم از دیدگاه سایر سیستم‌ها به منزله یک «منبع» تلقی می‌شود. سیستم‌های دارای روابط زوجی ضعیف، در برابر فشارها و تهدیدات احتمالی، از قابلیت تحمل بیشتری برخوردارند. فعالیت‌های دفاعی، علی‌رغم اینکه هزینه افزا هستند، به طور مستقیم به کسب اهداف سیستم کمک نمی‌کنند، ولی وجود آن‌ها برای سیستم ضرورت دارد.

۳- رشد: وقتی سیستم رشد می‌کند، به تعداد عناصر آن افزوده می‌شود. فراگرد عملی رشد، دو سویه است و به تبادل منابع می‌انجامد. این حالت را در نظریه عمومی سیستم‌ها، حالت «تعادل نسبی» می‌نامند.

تعادل و تخصص‌گرایی:

در سیستم، تلاش برای کسب تعادل نسبی در مواجهه با یک محیط بزرگ و فعال، به شکل‌گیری واحدهایی تخصصی، به نام «سلول» منجر می‌شود. سلول‌های متخصص، در اثر مبادرت به فعالیت‌های «تعمیر و نگهداری»، «رشد»، «کنترل» و «دفاع» می‌پردازند.

۱) سلول‌های تعمیراتی

الف) سلول‌های برقرارکنندهٔ یک رابطه: این نوع سلول‌های تعمیراتی، رابطهٔ (داد و ستد) متوقف شده میان دو یا چند سلول را برقرارمی‌کند.

ب) سلول‌های تثبیت کننده یک عنصر: این نوع سلول‌های تعمیراتی، مبادرت به بازسازی عناصر متلاشی شده می‌کنند، گاهی نیز ممکن است از «سلول‌های جایگزین پیش‌ساخته» برای تعویض سلول متلاشی شده استفاده کنند.

۲) سلول‌های دفاعی

سلول‌های دفاعی، واحدهایی هستند که به طور ویژه‌ای سخت و مقاوم شده‌اند تا بتوانند در برابر تحرکات بی‌نظم‌کنندهٔ سیستم در محیط مقاومت کنند:

الف) حفاظت از سیستم: با بهره‌گیری از توان مقاومتی که خود ایجاد کرده‌اند، از فعالیت‌های بی‌نظم‌کننده، جلوگیری می‌کنند.

ب) هشدار دادن به سیستم: برخی از سلول‌های دفاعی با ارائه اطلاعاتی دربارهٔ خطر احتمالی برای سیستم، به آن هشدار می‌دهند. به اینگونه سلول‌های دفاعی، سلول‌های حسی می‌گویند.

۳) سلول‌های حرکت دهنده و استفاده کننده از شرایط محیطی

در سیستم‌های متحرک، سلول‌های دفاعی با سلول‌های «حرکت‌دهنده و استفاده کننده از شرایط محیطی» همکاری می‌کنند تا کل سیستم را از منابع دور ساخته یا به آن‌ها نزدیک کنند.

٤) سلول‌های جذب

سلول‌های جذب، واحدهایی هستند که در امر کسب و ربودن «منابع قابل مصرف و آزاد» و «سلول‌های عامل بی‌نظمی» در محیط، تخصص دارند و پس از جذب منابع مذکور آن‌ها را در دسترس سیستم قرار می‌دهند.

٥) سلول‌های کنترلی

سلول‌های کنترلی، واحدهایی هستند که به نظارت و هدایت سایر سلول‌های تخصصی می‌پردازند و فعالیت‌های آن‌ها را برای نیل به اهداف کلی سیستم هماهنگ می‌کنند. اطلاعات موردنیاز دربارهٔ سیستم، توسط سلول‌های حسی و آن دسته از سلول‌های تعمیر و نگهداری که موظف به ذخیره‌سازی اطلاعات هستند، فراهم می‌شوند.

محیط سیستم

محیط را باید چیزی دانست که «خارج از سیستم است» (مستقیماً تحت کنترل آن نیست) و «تأثیر مهمی بر عملکرد سیستم دارد.»

عوامل	مؤثر بر سیستم	بی‌تأثیر بر سیستم
تحت کنترل سیستم	سیستمی	نه سیستمی و نه محیطی
خارج از کنترل سیستم	محیطی	

شکل تعیین ماهیت عوامل مرتبط با سیستم

در زمینه تبادل سیستم با محیط، منظور از اطلاعات ویژه سازمانی، اطلاعاتی است که موجب افزایش توان سازمان در تشخیص میزان نیاز به کنترل عوامل خارجی مختلف شده، امکان طراحی استراتژی مناسب برای نفوذ بر آن عوامل را افزایش می‌دهد.

مشتریان و تکنولوژی نیز دو عامل از محیط خارجی سازمان محسوب می‌شوند که از حیث میزان کنترل‌پذیری در حد فاصل منابع سازمانی و عوامل محیطی سازمان قرار می‌گیرند.

نکتهٔ قابل توجه آنکه، «خط مرز» جداکنندهٔ سازمان از محیط آن، دیوار نیست و ارتباط سازمان را با محیط کاملاً قطع نمی‌کند. همچنین سیستم‌ها دارای سلسله مراتب آشکاری هستند. متمرکز شدن بر یک سیستم محدود، دید مدیران را محدود می‌کند؛ به طوری که آنچه را که باید یک خرده سیستم فرض کنند، سیستم می‌انگارند.

سیستم‌های باز و بسته

سیستم بسته، سیستمی است که عملیات خودش را به طور خودکار، از طریق ابراز واکنش نسبت به اطلاعات تولید شده توسط خود، کنترل یا تعدیل می‌کند. سیستم باز، سیستمی است که با محیط خود تبادل انرژی، ماده و اطلاعات دارد. به دیگر سخن، سیستم باز سازوکار خودکنترل یا تعدیلی ندارد. باز و بسته بودن سیستم، امری نسبی است که به میزان ارتباط آن با محیط بستگی دارد.

ویژگی‌های سیستم‌های باز عبارتند از:

آگاهی نسبت به محیط و بازخور– در سیستم باز، بازداده‌ها یا خروجی‌ها، واکنشی نسبت به داده‌ها محسوب می‌شوند و با آن‌ها متفاوتند و هیچ تأثیری بر آن‌ها ندارند.

سیستم‌های بازخور به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) سیستم بازخور مثبت، سیستمی است که فراگردهای رشد را ایجاد و تقویت می‌کند و در این نوع سیستم‌ها عملکرد، نتیجه‌ای را به‌بار می‌آورد که بتواند مولد عملکرد بیشتری برای آینده باشد.

ب) سیستم بازخور منفی، سیستمی است که نسبت به عدم تحقق هدف واکنش نشان می‌دهد.

البته تقسیم‌بندی سیستم‌ها به سیستم‌های باز و بازخور، مبتنی بر ویژگی ذاتی آن‌ها نیست، بلکه مبنای این تقسیم‌بندی، دیدگاه نظاره‌گر است.

حلقه بازخور– حلقهٔ بازخور، مسیر بسته‌ای است که به‌ترتیب، تصمیم مبتنی بر کنترل یک عمل، سطح سیستم و اطلاعات مربوط به سطح سیستم را به‌هم متصل می‌کند و به نقطهٔ تصمیم‌گیری بازگشت می‌دهد.

ساختار تک‌حلقه‌ای– ساختار تک حلقه‌ای ساده‌ترین شکل یک سیستم بازخور است.

دیگر ویژگی‌های یک سیستم باز عبارتند از:

تبعیت از الگوی تناوبی، آنتروپی منفی(حاکی از تمایل سیستم‌ها به کهولت و بی‌نظمی است، ولی سیستم‌های باز آنتروپی منفی دارند، یعنی می‌توانند خود را ترمیم کرده، با حفظ ساختار خود، زنده بمانند)، حالت ثبات- تعادل، حرکت به‌سوی رشد و توسعه، موازنه میان فعالیت‌های انطباقی و نگهدارنده (فعالیت‌های نگهدارنده که موجب ایجاد تعادل میان خرده سیستم‌های گوناگون و همچنین هماهنگ ساختن کل سیستم با محیط می‌شوند و فعالیت‌های انطباقی که برای تنظیم نحوه دگرگونی نیازهای داخلی و خارجی سیستم در طی زمان، ضروری هستند)، همپایانی (برای انجام هرکار، شیوه‌های گوناگونی وجود دارد).

اهمیت نگرش سیستمی

یکی از مشهورترین ویژگی‌های نگرش سیستمی، تجرد و انتزاعی بودن آن است. در واقع، ارزش نگرش سیستمی، بیش از آن‌که به‌کاربرد مستقیم آن در حل مسائل سازمانی مربوط شود، در چارچوب مفهومی آن نهفته است.

سازگاری سیستم

برای بررسی میزان سازگاری، به‌جای مطالعه تغییرات درونی بسیاری از خرده‌سیستم‌های سازمان، باید تغییرات در نوع ورودی‌های سازمان مطالعه شود. سازمان‌ها برای افزایش قابلیت انطباق خود با محیط، از دو استراتژی «متنوع ساختن

محصولات و خدمات» و «منعطف ساختن ساختار سازمانی» استفاده می‌کنند. داشتن ساختار منعطف، مستلزم اجرای خط‌مشی عدم تمرکز است.

ویژگی‌های کارکردی (رفتاری) یا ساختاری سیستم

اگر عناصر سیستم را به‌صورت منفرد در نظر بگیریم، چنین تجزیه و تحلیلی ماهیتی کارکردی دارد، ولی اگر کل سیستم را مدنظر قرار دهیم، ماهیت این تجزیه و تحلیل، ساختاری است. آن‌چه از طریق تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم به‌دست می‌آید، چیزی نیست جز فهرستی از اقلام (عناصر) تشکیل دهنده ساختار سیستم.

منظور از کارکرد یا رفتار سیستم، زنجیرهٔ تغییراتی است که در یک یا چند ویژگی ساختاری سیستم صورت می‌پذیرد. حالت یک سیستم در هر لحظه از زمان، مجموعه‌ای از فراگردهای سیستم درآن مقطع زمانی است. بدین ترتیب برای تشریح رفتار سیستم، با دو مفهوم سروکار داریم: حالت‌ها و جریان‌ها (یا نرخ‌ها). حالت‌های سیستم، تحت تأثیر نرخ‌ها یا جریان‌های آن قرار دارند و متقابلاً، نرخ‌ها نیز تحت تأثیر حالت‌ها یا سطوح سیستم هستند. برای مثال، حالت‌ها یا سطوح سیستم بر متغیرهایی نظیر «کمیت موجودی انبار در یک زمان خاص»، «تعداد فروشندگان» و «میزان فروش» دلالت دارند، در حالی‌که نرخ‌ها یا جریان‌ها، عواملی هستند که حالت یا سطح یک سیستم را در فاصلهٔ یک دورهٔ زمانی تا دورهٔ زمانی دیگر تغییر می‌دهند، نظیر «نرخ تولید»، «میزان استخدام»، «سرعت بازگشت سرمایه».

انواع رفتار سیستم

«واکنش» تغییری است در ویژگی‌های ساختاری سیستم یا محیط که در برابر یک تغییر دیگر- که به‌طور تقریباً قطعی ایجاد شده است- رخ می‌دهد، و واکنش سیستم، امری «لازم و کافی» است.

«پاسخ» نیز رخدادی سیستمی است که در برابر رخداد دیگری در همان سیستم یا محیط، به‌وقوع می‌پیوندد. ارائهٔ پاسخ توسط سیستم، امری «لازم» است، ولی «کافی» نیست، زیرا در اینجا، سیستم خواص ساختاری خود را در برابر محرک محیطی، تغییر نمی‌دهد.

تفاوت اساس «واکنش» با «پاسخ» در این است که در هنگام «پاسخ» دادن، سیستم سازمانی نمی‌خواهد ترتیبات ساختاری خود را (به‌طور خودکار) تغییر دهد.

«اقدام» به منزلهٔ نوعی رفتار ارادی، رخدادی است که ضرورت آن ناشی از تغییر در سیستم یا محیط نیست، یعنی وقوع این رخداد اجباری و «لازم» نیست، بلکه سیستم خود آن‌را اداره می‌کند. تغییرات ارادی، تغییراتی هستند که از درون سیستم (و توسط خود آن) پدید می‌آیند، نظیر ایجاد تنوع در محصولات و خدمات، ابداع، نوآوری، خلاقیت و سایر اقداماتی که نتیجهٔ ارادی خود سیستم هستند.

آرایش درونی سیستم

۱) آرایش ساده. نوع تعادل ایجاد شده در سیستم‌های ساده، صرفاً به اندازه سیستم و محیط آن و نیروهای نسبی آن‌ها بستگی دارد. این تعادل از طریق حلقهٔ کنش و واکنش ایجاد می‌شود که آن را «حلقهٔ عمل» یا «حلقهٔ نخستین» می‌نامند.

۲) آرایش خودتنظیم (سایبرنتیکی). تعامل در سیستم‌های خودتنظیم از تعامل‌های فیزیکی حلقهٔ نخستین، پیچیده‌تر شده، به برقراری تعامل اطلاعاتی با محیط می‌انجامد که حلقهٔ دوم یا «حلقهٔ کنترل» نامیده می‌شود. نقطه‌ضعف سیستم‌های خودتنظیم آن است که نمی‌توانند استراتژی خود را تغییر دهند، درحالی‌که محیط می‌تواند تاکتیک‌های خود را عوض کند.

۳) آرایش سیستم معرفت‌پذیر(یادگیرنده). در سیستم‌های یادگیرنده، حلقه‌های بازخور اول و دوم، به‌وسیلهٔ حلقه بازخور سوم (یاحلقهٔ خط‌مشی) حمایت می‌شوند. حلقهٔ خط مشی، سیستم را قادر می‌سازد تا هرچند وقت یکبار، خودش را بر اساس دانشی که از نتایج تعامل‌های گذشته به‌دست آورده است، «بازسازی» کند.

گاهی می‌توان حلقه‌های «عمل»، «کنترل» و «خط‌مشی» را با توجه به سطوح سازمانی در سازمان‌های بوروکراتیک، از هم متمایز ساخت، به‌این صورت که حلقهٔ عمل را به کارگران سطوح عملیاتی، حلقهٔ کنترل را به مدیران میانی و حلقهٔ خط‌مشی را به مدیران عالی منسوب کرد.

فصل سوم: علم کنترل و ارتباطات

طبقه‌بندی سیستم‌ها بر اساس میزان کنترل‌پذیری

میزان پیچیدگی / میزان قابلیت پیش‌بینی	ساده	پیچیده	بسیار پیچیده	
قطعی (یک حالته)	قرقره / ماشین تحریر	کامپیوتر / سیاره	مجموعه تهی	مثال
	کنترل ورودی‌ها	کنترل ورودی‌ها	کنترل ورودی‌ها	نوع کنترل مورد نیاز
احتمالی (چندحالته)	کنترل کیفیت / تناوب از کارافتادن ماشین‌ها	سطوح موجودی / رفتارهای شرطی فروش	سازمان‌های بزرگ / انسان / اقتصاد	مثال
	روش‌های کنترل آماری	روش‌های تحقیق در عملیات	روش‌های مبتنی بر علم کنترل و ارتباطات(سایبرنتیک)، مانند فن جعبه سیاه	نوع کنترل مورد نیاز

ویژگی‌ها و ابزار تحلیل سیستم‌های سایبرنتیکی

ویژگی‌های سیستم	ابزار تحلیل
خودتنظیمی ←	اصل بازخور
پیچیدگی بسیار زیاد ←	جعبه سیاه
احتمالی بودن ←	نظریه اطلاعات

بازخور به مثابه ابزاری برای کنترل

سیستم‌های بازخور کنترلی، ساختاری مدار بسته دارند و با توجه به همین ویژگی تشخیص داده می‌شوند. «سیستم بازخور کنترلی، متمایل به حفظ رابطهٔ تجویز شده میان دو متغیر سیستمی است و پس از بررسی کارکردهای دو متغیر مذکور، از مقایسهٔ تفاوت عملکرد آن‌ها به منزلهٔ ابزاری برای کنترل استفاده می‌کند.» سیستم‌های بازخور کنترلی مستقر شده در سازمان‌ها، برای تکمیل حلقهٔ بازخور خود، از انسان‌ها استفاده می‌کنند، بنابراین سیستم‌های بازخور کنترلی دستی، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند.

نمودار خانه‌ای

نمودار خانه‌ای، ابزاری اساسی برای نمایش کارکرد اجزای سیستم کنترلی است. در نمودارهای خانه‌ای، از چهارعلامت اساسی استفاده می‌شود: بردارها، خانه‌های پردازش، عملیات تبدیل یا انتقال و دایره‌ها.

بردارها، علامت یا فرمانی هستند که با دلالت بر یک مقدار فیزیکی معین، درجهت پیکان جاری می‌شوند. در نمودارهای خانه‌ای، متغیرهای سیستم از طریق خانه‌های پردازش به یکدیگر متصل می‌شوند. عملیات انتقال بر عملیاتی ریاضی که در خانه پردازش انجام می‌شوند، دلالت دارند. نقطهٔ جمع نقطه‌ای است که در آن دو کمیت (یعنی علامت فرمان یا وضع مطلوب با علامت بازخور یا وضع موجود) مقایسه می‌شوند.

سیستم‌های مدار باز

سیستم‌های مدار باز، برخلاف سیستم‌های مدار بسته، خروجی‌ها و ورودی‌های آن‌ها با هم پیوند ندارند. ممکن است بتوان همه سیستم‌ها را به سیستم‌های مداربسته تبدیل کرد، مشروط بر آن‌که شاخص مناسبی برای اینگونه سیستم‌ها در نظر گرفته شود. همهٔ فراگردهای رشد از سیستم بازخور مثبت استفاده می‌کنند، یعنی بخشی از خروجی خود را به سیستم برمی‌گردانند و بسط می‌دهند.

نمودار خانه‌ای و نظریه عمومی سیستم‌ها

نظریه عمومی سیستم‌ها در ملاحظات ساختاری، علاوه بر استفاده از سادگی و سهولت کاربرد نمودار خانه‌ای، از دقت ریاضیات نیز بهره می‌گیرد.

۱) سیستم‌های بازخور نوع اول (سیستم‌های خودکار حفظ‌کننده هدف)

این سیستم‌ها طبق برنامه‌ای ویژه، بدون در نظرگرفتن تغییرات محیطی و مانند آن، عمل می‌کنند و سیستم‌های بازخور نوع اول دارای سیستم بازخور منفی هستند که هیچ انتخاب دیگری جز اصلاح انحراف ندارند. بنابراین هدف این سیستم‌ها، حفظ سیستم در یک حالت متعادل و مطلوب است. عملیات این نوع سیستم‌های کنترلی، کاملاً دورانی است، بدین‌ترتیب که پس از مقایسه با استانداردها، چرخهٔ سیستم دوباره طی می‌شود.برای مثال، در توموستات‌ها یک درجه حرارتی معین، صرف‌نظر از وضعیت جوی محیط، حفظ می‌شود.

۲) سیستم‌های بازخور نوع دوم (سیستم‌های خودکار تغییردهنده هدف)

سیستم‌های بازخور نوع دوم دارای حافظه هستند و می‌توانند به تغییرات و محرک‌های خارجی پاسخ بدهند و از میان گزینه‌های متعدد، بهترین گزینه را برای مواجهه با وضعیت‌های معین، انتخاب کنند. وجود حافظه در حلقه‌های بازخور،

همهٔ تسهیلات مورد نیاز سیستم، برای ذخیره‌سازی اطلاعات موجود یا فراخوانی اطلاعات گذشته را فراهم می‌کند. در واقع، نیروهای انسانی، واحدهای ستادی، خط‌مشی‌ها، سیستم‌های بایگانی و مانند آن، تأمین کننده این حافظه سازمانی هستند. سیستم بازخور نوع دوم می‌تواند اهداف خود را متناسب با تغییر رفتار سیستم، تغییر دهد، یعنی تغییر هدف به‌منزلهٔ بخشی از فراگرد این سیستم‌های بازخور تلقی می‌شود. چرچمن یک مدار تبدیل خط تلفن را به منزلهٔ نمونه‌ای از سیستم‌های خودکار تغییر دهندهٔ هدف، مطرح می‌کند.

بیان این نکته ضروریست که توان ذخیره‌سازی و فراخوانی اطلاعات و همچنین قدرت انتخاب گزینه‌های رفتاری برای پاسخگویی به تغییرات محیطی را «یادگیری» یا «معرفت‌پذیری» گویند.

۳) سیستم‌های بازخور نوع سوم (سیستم‌های هوشمند تغییردهندهٔ هدف)

این سیستم‌ها می‌توانند علاوه بر جمع‌آوری و ذخیره‌سازی اطلاعات در حافظه، از حافظهٔ خود کمک بگیرند و اقدام‌های جدیدی را برنامه‌ریزی کنند. سیستم‌های بازخور نوع سوم، علاوه بر خودکنترلی، خودآگاهی نیز دارند.

می‌بایست توجه داشت که با افزایش میزان تنوع در سیستم، باید تنوع موجود در سازوکار کنترل آن نیز افزایش یابد. آشبی این اصل مهم را «قانون ضرورت تنوع» نامیده است.

پیچیدگی و جعبه سیاه

پیچیدگی را کیفیت یا خاصیتی برای سیستم تلقی می‌کنند که در اثر تلفیق این چهار عامل بوجود می‌آید: ۱) تعداد عناصر تشکیل دهندهٔ سیستم، ۲)ویژگی‌های هریک از عناصر سیستم، ۳)میزان و نحوهٔ تعامل عناصر مختلف سیستم، ۴) درجهٔ نظام یافتگی ذاتی سیستم.

یکی از مزایای فن جعبه سیاه این است که بهترین پادزهر را در برابر تمایل تحلیلگر به ساده‌سازی بیش از حد یک پدیده پیچیده –ازطریق تفکیک آن به اجزای کوچکتر –ارائه می‌کند. فن جعبه سیاه، متضمن طی این گام‌ها است: ۱) دستکاری ورودی، ۲) طبقه‌بندی خروجی، ۳) استفاده از تبدیل کنندهٔ «چند به یک».

نظریهٔ اطلاعات

مهندسان علم ارتباطات به جنبه‌های آماری اطلاعات توجه کرده، آن‌را از حیث رابطهٔ «احتمال تکرار هر پیام» با «حجم اطلاعات محتوی آن» بررسی کردند، بنابراین جنبه‌های آماری برای تعریف ریاضی اطلاعات مطرح شد. هر سیستم اطلاعاتی، مرکب از پنج عنصر ذیل است: ۱) منبع اطلاعات، ۲) انتقال‌دهنده یا تبدیل کنندهٔ اطلاعات به رمز، ۳) مسیر ارتباطی، ۴) تشخیص‌دهندهٔ اطلاعات و ۵)کشف‌کنندهٔ رمز اطلاعات.

یک موضوع حائز اهمیت در نظریه اطلاعات، حداقل «اجزای اطلاعاتی» مورد نیاز فرستنده، برای انتقال مجموعهٔ معینی از اطلاعات است که به مجموعهٔ گزینه‌های داده شده بستگی دارد. همچنین برای انتقال هرنوع اطلاعات، وجود حداقل دو گزینه ضرورت دارد و حد بالای میزان اطلاعات قابل انتقال از یک مسیر را «ظرفیت مسیر» می‌نامند.

نگرش جدید سیستمی

با ملاحظهٔ منشأ تفکر سیستمی، معلوم می‌شود که مفروضات و مفاهیم خاصی که زیربنای تفکر سیستمی را تشکیل می‌دهند، مبتنی بر نگرش «ارگانیک» هستند، یعنی نگرشی ارگانیک را به طرح‌ها و ادراکات افراد اشاعه می‌دهند. واژه

«ارگانیسم» اغلب مترادف «مجموعه‌هایی پیچیده و قابل پیش‌بینی» یا «سیستم‌هایی قابل پیش‌بینی» به‌کار می‌رود و به موجودیت‌هایی اطلاق می‌شود که خود مرکب از «خرده موجودیت‌های» بسیار هستند.

مجموعه‌های پیچیده «غیرقابل پیش‌بینی» و «قابل پیش‌بینی»

مجموعه‌های پیچیدهٔ قابل پیش‌بینی، پدیده‌هایی هستند که از اجزای بسیار زیادی تشکیل شده‌اند و اجزای آن‌ها به‌طور پیچیده‌ای باهم تعامل دارند، ولی این تعامل اجزاء، در قالب طرحی منظم، ساختاریافته و هدفمند صورت می‌گیرد و مجموعه‌های پیچیدهٔ غیرقابل پیش‌بینی علاوه بر تعداد عناصر یا واحدهای اولیه و ویژگی‌های بسیار زیاد، از نظم ساختاری بسیار کمی برخوردار هستند.

معمولاً سیستم‌های ارگانیک، سیستم‌هایی هدف‌یاب و غایت نگر هستند. رفتار غایت‌نگر در سیستم‌های سایبرنتیکی، از نیروی حیاتی خاص پدیده‌های بیولوژیکی منتج نمی‌شود، بلکه از عملیات مربوط به خطا و سازکار تصحیح آن- که در ماشین‌ها و حیوانات به‌طور مشابه وجود دارد- ناشی می‌شود. بنابراین در تفکر جدید سیستمی، «غایت‌نگری» مترادف «خودتنظیمی» است.

منظور از سیستم سلسله مراتبی، سیستمی است که از «خرده سیستم‌هایی به هم وابسته» تشکیل می‌شود و به همین ترتیب، هریک از این خرده سیستم‌ها نیز «سیستمی سلسله مراتبی» تلقی می‌شوند. به این ترتیب در نگرش جدید سیستمی، وجود رابطهٔ «مافوق- مادونی» مطلق در میان اجزاء انکار می‌شود. همچنین درجه تعامل نیز گاهی اوقات برحسب فواصل خرده سیستم‌ها از یکدیگر تعیین می‌شود. البته این امر در مورد آن‌دسته از سیستم‌های مکانیکی که ارتباط بخش‌های گوناگون آن‌ها باهم، «زوجی مستقیم» است، صدق نمی‌کند.

بدین‌ترتیب، اگر یک مجموعه پیچیده قابل پیش‌بینی، دارای ساختار سلسله مراتبی باشد، می‌توان آن‌را سلسله‌ای از حلقه‌های بازخور توصیف کرد که بر حسب مراتب پیچیدگی، با روندی صعودی تنظیم شده‌اند. در سطوح پایه این سلسله مراتب، سیستم‌های تبدیل و جداسازی ساده بدون حلقه بازخور قرارمی‌گیرند. یک واحد تبدیل ساده، با استفاده از یک سلسله از داده‌های ورودی، به‌طور مستمر ستاده‌هایی را تولید می‌کند. واحدهای تبدیل ساده، هدف عمده‌ای ندارند. در واحدهای جداسازی، هر داده به چند ستاده تبدیل می‌شود. در سطح سیستم‌های جداسازی ساده (سطح پایه)، دربارهٔ نسبت‌های مناسب ستاده‌ها تصمیم‌گیری می‌شود، ولی قانون یا شاخص تصمیم‌گیری در سطح بالاتر از سطح پایه سیستم تعبیه شده است.

بازخورهای نوع سوم به دو نوع «پیش‌بینی کننده» و «آگاهی دهنده» تقسیم می‌شوند. بازخورهای پیش‌بینی کننده در سیستم‌هایی یافت می‌شوند که ماهیت خرده سیستم اجرایی آن‌ها به گونه‌ای است که با تأخیر زمانی عمل می‌کند. سیستم‌های بازخور آگاهی دهنده اجازه می‌دهند تا سیستم در مدت یا حدود معینی از کنترل خارج شود.

فصل چهارم: شناخت خرده سیستم‌ها و ساده‌سازی الگوی تعاملی آن‌ها

روش‌های شناخت خرده سیستم‌ها

۱) روش جریان کار و عملیات

متداول‌ترین روش درک یک وضعیت، تعقیب جریان عوامل عمده‌ای است که در آن پردازش می‌یابند و روی آن‌ها کار می‌شود. با استفاده از این روش، به‌سرعت می‌توان تأخیرهای احتمالی در هر فراگرد را آشکار ساخت و مشخص کرد که اثرات چنین تأخیرهایی بر فراگرد بعدی چه خواهد بود و بدیهی است که هنگام استفاده از روش تجزیه و تحلیل جریان کار، باید هرگروه از فراگردها را در قالب یک خرده سیستم اصلی در نظر گرفت.

۲) روش کارکردی (وظیفه‌ای)

گاهی اوقات، استفاده از روش «جریان کار و عملیات»، برای شناسایی خرده‌سیستم‌های سازمان‌های پیچیده‌ای نظیر سازمان تأمین اجتماعی، زیاد مطلوب نیست، زیرا ممکن است هیچ جریان آشکاری از یک عامل وجود نداشته باشد و برای سیستمی که تا حد زیادی به فعالیت‌های کنترلی می‌پردازد، بهتر است که به‌جای تجزیه و تحلیل «جریان کار و عملیات»، از روش «تجزیه و تحلیل وظیفه‌ای» (کارکردی) استفاده کرد.

۳) روش تغییر حالت

این روش، کاربردهای متعددی دارد، اما بیشتر برای تجزیه و تحلیل مسائلی مناسب است که برای حل آن‌ها می‌توان از شبیه‌سازی استفاده کرد. در این روش، زمان به مجموعه‌ای از لحظات یا نقاط تقسیم می‌گردد، به‌طوری‌که تحلیلگر بتواند در هر لحظه، تصویری از وضعیت سیستم را در همان لحظه، در ذهن مجسم کند. نخستین مرحله استفاده از روش تغییر حالت برای ادراک و شناخت یک وضعیت، شناسایی متغیرهای مربوط به آن است و اقدام بعدی- که مشکل‌ترین گام نیز به‌شمار می‌آید- تعریف روابطی است که حالات هریک از متغیرها را در طی زمان توصیف می‌کنند.

جداسازی (تفکیک)

در فراگرد جداسازی، مرزهای جدید خرده سیستم‌ها، با دقت مطالعه و تعیین می‌شوند، سپس، براساس ساختار جدید، تعامل لازم میان آن‌ها برقرار می‌گردد و در نهایت، این خرده سیستم‌ها در قالب یک ساختار سلسله مراتبی شکل می‌گیرند.

ساختار سلسله مراتبی، بیانگر چگونگی تقسیم اهداف کلی سیستم در قالب مجموعه‌ای از اهداف فرعی است، به‌این ترتیب، هر خرده سیستم یک وظیفهٔ تخصصی دارد که با انجام آن به تحقق اهداف ابرسیستم کمک می‌کند. مسألهٔ عمده‌ای که در فراگرد جداسازی باید مدنظر قرارگیرد، خطر بهینه نشدن بازدهی کل عملیات است. در واقع با محدودتر شدن مرزها، ممکن است که احتمال این خطر افزایش پیدا کند، به‌این ترتیب که بهینه‌سازی بخشی جایگزین بهینه‌سازی کلی عملیات گردد.

درفراگرد جداسازی، رعایت یک اصل کلی ضروری است. براساس این اصل که «انسجام کارکردی» نامیده می‌شود، اهداف سیستم دیکته کننده نحوه تفکیک هستند و همه اجزایی که در رابطهٔ با یک وظیفه فعالیت می‌کنند، یک خرده سیستم محسوب می‌شوند.

کاربرد جداسازی و تفکیک در مدیریت پروژه (ساختار تجزیه کار)

به‌منظور جلوگیری از دوباره‌کاری‌ها و پراکنده‌کاری‌هایی که خطر بهینه نشدن عملیات را به همراه دارند، در مدیریت پروژه از یک روش مهم به‌نام «ساختار تجزیه کار» استفاده می‌شود و به‌این ترتیب انجام می‌شود: سطح۱. تجزیه هر سیستم به چند خرده سیستم، سطح۲. تجزیه هر خرده سیستم برحسب کارکردها و وظایفی که برعهده دارد، سطح۳. تجزیه هر وظیفه (کارکرد) به کارهایی‌که باید درآن صورت پذیرد، سطح۴. تجزیه هرکار به کارهای فرعی، سطح۵. تجزیه هرکارفرعی به جزء کارها.

تعامل خرده سیستم‌ها سه منشاء دارد: ۱) وجود اتصال داخلی به دلیل قرارگرفتن بازداده‌های یک خرده سیستم به مثابه داده‌ها یا ورودی خرده سیستم دیگر، ۲) وجود اتصال داخلی به دلیل وجود منابع مشترکی که مورد استفاده بیش از یک خرده سیستم هستند، ۳)وجود اتصال داخلی به دلیل وجود محیط مشترک.

روش‌های ساده‌سازی الگوی تعاملی خرده سیستم‌های هر سیستم

۱) انتخاب ساختار مناسب. ساختار هر سیستم باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که فعالیت‌های آن پیوند بسیار نزدیکی با یکدیگر داشته باشند و در یک مسیر قرار بگیرند. هنگام ساده‌سازی از طریق ساختار، باید مزایای کاهش تعامل خرده سیستم‌ها و مزایای سازماندهی تخصصی کارها با هم مقایسه شوند و روش با صرفه‌تر انتخاب گردد.

۲) استفاده از اصل استثنا برای کاهش تعامل. تازمانی‌که یک خرده سیستم در قلمرو از پیش‌تعیین شده فعالیت می‌کند، موقتاً به منزله یک واحد مستقل در نظر گرفته می‌شود. هنگامی‌که این خرده سیستم از قلمرو مذکور فراتر برود و با خرده سیستم دیگری تعامل پیدا کند، باید پس از شناسایی این تعامل، به‌طور مناسبی با آن برخورد شود.

۳) ایجاد خوشه‌ای از خرده‌سیستم‌ها. در این روش، خوشه‌هایی از خرده سیستم‌ها ایجاد می‌شوند، به‌طوری‌که همه خرده سیستم‌های داخل یک خوشه با یکدیگر تعامل داشته باشند، ولی هر خوشه فقط از طریق یک مسیر تعاملی، با سایر خوشه‌ها یا خرده‌سیستم‌ها ارتباط برقرار کند.

٤) خروج از اتصال برای کاهش تعامل. خروج از اتصال به معنی تضعیف اتصال خرده‌سیستم‌هاست، به‌گونه‌ای که بتوانند در کوتاه‌مدت، با استقلال نسبی به فعالیت بپردازند.

خروج از اتصال و روش‌های آن

برخی از روش‌های خروج از اتصال عبارتند از:

۱) ذخیره‌سازی و تنظیم ورودی‌ها (تشکیل خط نوبت). می‌توان از دستگاه تنظیم میزان ورود داده‌ها، برای تعدیل نرخ ورود و خروج داده‌ها در برخی از سیستم‌های ارتباطی و کامپیوترها استفاده کرد.

۲) منعطف ساختن. هنگامی‌که خروجی (بازداده) یک خرده سیستم، منبع ورودی (داده) خرده سیستم دیگر محسوب شود، وجود منابع اضافی ذخیره شده این امکان را فراهم می‌آورد تا دو خرده سیستم مذکور تا حدودی مستقل‌تر از یکدیگر فعالیت کنند.

۳) تعیین استانداردها. استاندارد کردن هزینه‌ها، ویژگی‌ها و نظایر آن، به‌دلیل کاهش دادن نیاز به برقراری ارتباط با سایر خرده سیستم‌ها، برنامه‌ریزی و سازماندهی را ساده‌تر می‌سازد.

بهینه‌سازی بخشی

در عین حال‌که بهینه‌سازی بخشی یکی از آثار منفی تجزیه سیستم‌ها محسوب می‌شود، روشی برای برخورد با مسائل جهان واقعی است، به‌طریقی که یک چارچوب مفهومی را با کاربری راه‌حل‌ها در جهان واقعی ترکیب می‌کند، به‌بیان ساده، بهینه‌سازی بخشی عبارت است از انتخاب بهترین گزینه (بدیل) برای رفتار یک خرده سیستم، در درون یک سیستم کلی تصمیم‌گیری.

فصل پنجم: ساز و کار تداوم حیات سازمان‌ها در محیط‌های پویا

تعریف محیط سازمان (نگرش سیستمی)

یکی از صاحبنظران در تعریف محیط سیستم، عواملی را که خارج از سیستم قرار دارند، ولی تا اندازه‌ای در عملکرد آن دخالت دارند، محیط سیستم محسوب می‌کند. اطلاعات محیط خارجی سازمان، دربرگیرنده نتایج ارزیابی و تحلیل ویژگی‌های این داده‌ها (منابع) است که با تصور مدیر از محیط، مجموعه جهان‌بینی او را تشکیل می‌دهد. در بیشتر بررسی‌ها و تحقیقات انجام شده در مورد سازمان‌ها و محیط آن‌ها، بر این فرض تأکید شده که تقاضاها و فرصت‌های محیطی معمولاً در قالب یک «مسأله» برای سازمان جلوه‌گر می‌شوند.

تعامل سازمان و محیط

در مجموعه مفاهیم سیستمی، به سیستم تعاملی «سازمان و محیط آن»، «سیستم برین» اطلاق می‌شود که از نوع سیستم‌های پویا است. سازمان و محیط آن، باید به مثابه یک سیستم واحد درنظر گرفته شود، زیرا جداسازی سازمان و محیط به‌صورت انتزاعی انجام می‌شود و فقط امری قراردادی است.

متغیرها و پارامترها

عوامل داخل سیستم را «متغیر» و عوامل خارج از سیستم را «پارامتر» می‌نامیم. ازجمله ویژگی سیستم‌های باز، مقاومت در برابر اثرات تغییر در پارامترهایشان است که به آن «سازگاری» گویند. سازگاری، ثبات و حیات سیستم متعامل سازمان و محیط – که به منزله یک سیستم باز درنظر گرفته می‌شود – به ترکیب هر دو خرده سیستم آن بستگی دارد و نمی‌تواند فقط به یکی از آن‌ها متکی باشد.

هدفمندی و اطلاع‌گیری در سیستم‌های باز

فراگرد اطلاع‌گیری از محیط، فراگرد پیمایش نامیده می‌شود. عملکردها و رفتار سازمان، به منزلهٔ بازداده خرده‌سیستم تصمیم‌گیری، مبتنی بر بازداده‌های خرده‌سیستم پیمایش نیست، بلکه مبتنی بر بازداده‌های خرده سیستم بهینه‌سازی و بهنگام سازی اطلاعات است. آنچه سیستم پیمایش از محیط دریافت می‌کند، مشتمل بر داده‌های حسی خامی دربارهٔ بعضی از جنبه‌های محیط بیرونی است. خرده‌سیستم‌های پیمایش، بهینه‌سازی و بهنگام‌سازی اطلاعات و تصمیم‌گیری، هیچ‌گاه واحد جداگانه‌ای را در سازمان تشکیل نمی‌دهند و به‌صورت مستقل عمل نمی‌کنند.

سیستم سلسله مراتبی، سیستمی است مشتمل بر مجموعه‌ای از خرده سیستم‌های مربوط به هم، به‌طوری‌که هر سیستم برین، دربرگیرنده خرده سیستم‌های خود باشد. در آخرین رده سلسله مراتب، کوچک‌ترین خرده‌سیستم- که بعد از آن خرده سیستمی وجود ندارد- قرارمی‌گیرد. فراگرد تصمیم‌گیری (شامل خرده‌سیستم پیمایش، خرده‌سیستم بهینه سازی و بهنگام سازی اطلاعات و خرده سیستم تصمیم‌گیری)، در مجموع خرده سیستمی از سیستم متعامل سازمان ومحیط است. همچنین ایجاد هماهنگی میان تغییرات محیطی خاص و فعالیت‌های انطباقی سازمان، «حل مسأله استراتژیک» خوانده می‌شود.

شدت پیمایش

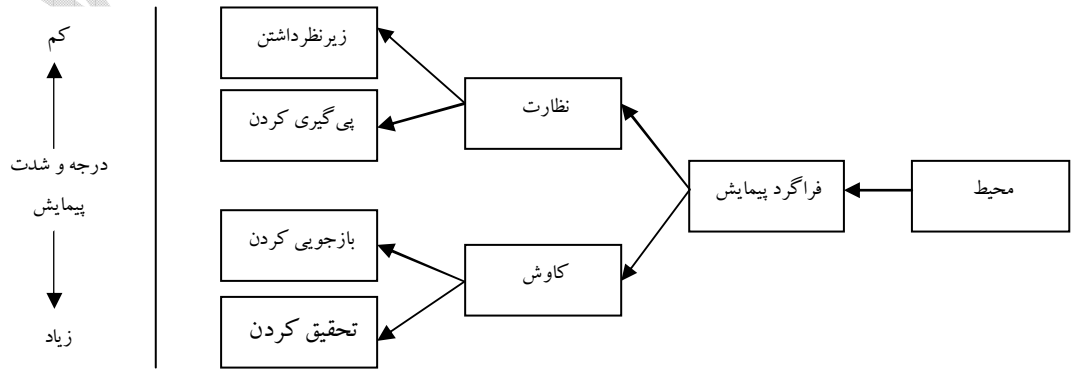
براساس روش «آزاد از تجربه» چنین فرض می‌شود که درجه و شدت پیمایش محیط توسط سازمان به موارد ذیل بستگی بیشتری دارد: ۱) میزان دسترسی سازمان به منابع اقتصادی، ۲) نحوهٔ ادراک مدیر از ماهیت روابط سازمان و محیط آن، ۳) میزان و گستردگی تغییرات در وضعیت محیط- تا آنجا که به سازمان مربوط می‌شود.

با فرض برقراری دو نوع رابطه حیاتی و هم‌نیروزایی میان سازمان و محیط، رابطهٔ هم نیروزایی برخلاف رابطه حیاتی، رابطه‌ای است که برقراری آن، از حیث کارکردی لازم نیست، ولی وجود آن میان دو سیستم آن‌ها را قادر می‌سازد که به اتفاق، عملکردی بیش از مجموع عملکرد هریک به طور جداگانه داشته باشند.

ماهیت رابطه / درجه تغییر محیط	حیاتی	هم نیروزایی
نسبتاً یکنواخت	۴	۲
نسبتاً پویا	۱	۳

جدول عوامل تعیین‌کننده شدت پیمایش

به‌طور کلی، دو روش اساسی پیمایش عبارتند از: ۱) نظارت، و ۲) کاوش، واژه نظارت بر مراقبت از یک موقعیت دلالت دارد که به تحصیل آگاهی متعارفی می‌انجامد و نقش آن ایجاد دانشی کلی پیرامون موضوع مورد نظر پژوهنده اطلاعات است، درحالی‌که هدف از کاوش، دستیابی به اطلاعاتی اولیه و خاص، برای حل یک مسأله است.



نمودار انشعاب درخت پیمایش

فصل ششم: مقدمه‌ای بر تجزیه و تحلیل و طراحی نظام‌یافته سیستم

تجزیه و تحلیل نظام یافته، روش منظمی است که از بالا به پایین، اهداف بلندمدت و کوتاه مدت سیستم را پالایش کرده و به‌وسیلهٔ یک مدل سلسله مراتبی، نیازهای سیستم را مطرح می‌کند. تجزیه و تحلیل نظام یافته، نیازهای سیستم جدید را به گونه‌ای تعریف می‌کند که مشتمل بر خواسته‌ها و نیازهای کاربران نیز باشد. تجزیه و تحلیل نظام یافته را می‌توان به‌صورت یک هرم در نظر گرفت که – از بالا به پایین – نخست به اهداف سیستم می‌پردازد و سپس به بررسی آن‌چه که باید انجام شود، مبادرت می‌کند.

ابزار نظام یافته تجزیه و تحلیل، «مدل‌هایی منطقی» هستند و منظور از طراحی نظام‌یافته، استقرار فیزیکی این مدل‌های منطقی است که با یک تقسیم‌بندی سلسله مراتبی، با استفاده از ساختار سلولی (واحدهای تک وظیفه‌ای)، از بالا به پایین صورت می‌پذیرد. ازآنجا که تجزیه و تحلیل نظام یافته، فراگردی «خودمستندساز» است، در واقع مستندات یکی از محصولات فرعی این فراگرد به حساب می‌آیند، به‌طوری‌که با کمک این مستندات، می‌توان سیستم را به‌طور منطقی و قابل درک برای دیگران تشریح کرد.

چرخه حیات ایجاد سیستم

چرخهٔ حیات ایجاد (طراحی و استقرار) سیستم، روشی منظم و با قاعده است که برای نظام‌دهی به‌کاربرد فراگرد ایجاد سیستم و فعالیت‌های لازم برای نگهداری، توسعه و گسترش سیستم، در چارچوب یک برنامه عملیاتی ساده به‌کار می‌رود. این روش، فراگرد ایجاد سیستم را به مثابه مجموعه‌ای از گام‌های معین در نظر می‌گیرد که از مرحلهٔ بررسی تقاضا تا مرحلهٔ استقرار و نگهداری کل سیستم استمرار دارد.

فعالیت‌های ایجاد سیستم را می‌توان به طرق گوناگونی انجام داد:

الف) چرخهٔ حیاتی سنتی تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم. بر این نکته تأکید دارد که فراگرد ایجاد یک سیستم، فراگردی منظم و چند مرحله‌ای است.

ب) چرخهٔ حیات نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم. در این چرخهٔ حیات، از فنون نظام یافته تجزیه و تحلیل و طراحی – که مبتنی بر نگرش علمی جدیدی به تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم هستند – استفاده می‌شود. این چرخهٔ حیات سه بخش کلی ذیل را در بر دارد: ۱) تجزیه و تحلیل سیستم موجود، ۲) تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم مطلوب، ۳) استقرار سیستم مطلوب.

مدل‌های منطقی و فیزیکی

هر مدل فیزیکی باید نشان دهد که «هر فراگرد چگونه انجام می‌گیرد؟» یا «چگونه انجام خواهد گرفت؟»، درحالی‌که یک مدل منطقی، تصویری از یک سیستم ارائه می‌کند و نشان می‌دهد که چه «فراگردهایی باید صورت پذیرند؟». نکته حائز اهمیت این است که فراگرد تجزیه و تحلیل وطراحی، با ساختن مدل فیزیکی سیستم موجود آغاز می‌شود. مدل منطقی سیستم مطلوب، جریان اطلاعات، گام‌های پردازش و نیازهای اطلاعاتی آن را بدون توجه به روش‌های کاربردی برای استقرارشان – نشان می‌دهد.

فصل هفتم: شناخت بافت سازمانی

مطالعه سازمان

نخستین گام در تعیین عوامل حیاتی موفقیت، شناسایی اهداف سازمانی و پیدا کردن سرنخ‌هایی است که به نحوهٔ کسب آن اهداف دلالت دارند.

استراتژی‌های هر سازمان از طریق خط‌مشی‌های سازمانی، به منزلهٔ خطوطی راهنما برای عملیات روزانه آن به اجرا در می‌آیند. این خط‌مشی‌ها چارچوبی را برای تصمیم‌گیری ارائه می‌کنند تا سازمان بتواند با مسائلی که هنگام پی‌گیری اهداف خود با آن‌ها مواجه می‌شود، برخورد کند.

معمولاً سه سطح تصمیم‌گیری در هر سازمان وجود دارد: ۱)سطح استراتژیک (که استراتژی‌ها و اهداف کلی سازمان را تعیین می‌کند)، ۲) سطح میانی یا هماهنگی (که به اتخاذ تصمیم‌های کلی در یک ناحیه وظیفه‌ای پرداخته،آن را کنترل می‌کند و منابع موجود را برای کسب اهداف سازمانی، تخصیص می‌دهد)، ۳) سطح عملیاتی (که‌به‌طور «روز به روز» و «ساعت به ساعت»، نحوهٔ عملکرد سازمان را کنترل می‌کند.)

تجزیه و تحلیل «عوامل حیاتی موفقیت» سازمان

با توجه به موارد ذیل، می‌توان گفت که شناخت عوامل حیاتی موفقیت موجب تسهیل برنامه‌ریزی در سیستم می‌شود: ۱) اگر تحلیلگر بداند که سازمان به چه چیزی بیش از همه بها می‌دهد، بهتر می‌تواند اهداف سیستم را با اهداف سازمان همسو کند. ۲) درصورت تشخیص عوامل حیاتی موفقیت، تحلیلگر می‌تواند به‌صورت اثربخش‌تری قابلیت‌های سیستم را با نیازهای اطلاعاتی سازمان تطبیق دهد. ۳) شناخت عوامل حیاتی موفقیت به تحلیلگر کمک می‌کند تا مزایای احتمالی سیستم را ارزیابی کند.

روش نمودار محتوایی

نمودار محتوایی، یک ابزار ترسیمی نظام یافته است که برای شناسایی بخش‌ها و نواحی وظیفه‌ای سازمان و فراگردهای موجود در این نواحی و فراگردهای موجود میان آن‌ها و سازمان و محیط آن، به‌کار می‌رود. در نمودار محتوایی، هر موجودیت خارجی با یک مربع برجسته (یا ساده) و هر موجودیت داخلی با یک مستطیل گرد شده (یا دایره) نشان داده می‌شود.

سطوح سه‌گانه نمودار محتوایی

۱) نمودار سطح کاربر (که نحوهٔ فعالیت عملیاتی یک ناحیه وظیفه‌ای را نشان می‌دهد)، ۲) نمودار تلفیقی سطح کاربر (که نگرشی کلی در مورد فعالیت‌های گروه‌های کاربر ایجاد می‌کند)، ۳) نمودار سطح سازمان (که نگرش جامعی در مورد فعالیت‌های سازمان ایجاد می‌کند).

ابتدا باید نمودار محتوایی سطح کاربر ترسیم شود، به این ترتیب که با انجام دادن مصاحبه‌ای با کاربران هر بخش یا ناحیه وظیفه‌ای، ماهیت جریان اطلاعات میان آن ناحیه و سایر موجودیت‌های داخل و خارج سازمان معین گردد. به محض

پایان یافتن مصاحبه با کاربران، می‌توان یک نمودار محتوایی برای کمک به آن‌ها- در مجسم کردن عناصر و جریانات اطلاعاتی - و تبیین شناخت به‌دست آمده از نقش هر ناحیه وظیفه‌ای در سازمان، رسم کرد.
می‌بایست توجه کرد که نمودار محتوایی ابتدا باید با دست رسم شود، ولی نمودارهای بعدی به کمک خط‌کش مخصوص رسم خواهند شد.

ارزش نمودارهای محتوایی

۱) حمایت از روش طراحی سیستم بر مبنای اطلاعات، ۲) کمک به بررسی نیازهای قسمت ورودی و فراگرد سیستم سازمانی، ۳) کمک به تعریف مرزهای سیستم پیشنهادی.

فصل هشتم: فنون نظام‌یافته تجزیه و تحلیل و طراحی

علائم نمودار جریان اطلاعات

سه علامت اول عبارتند از: مربع برجسته (یا ساده)، مستطیل گردشده (یا دایره) و پیکان. علامت چهارم نیز دو خط موازی همراه با دو خط متصل کننده در سمت راست (یا بدون آن) است که نشان‌دهنده یک پایگاه اطلاعاتی است. نمودار جریان اطلاعات، فراگردها و موجودیت‌ها داخلی را تفصیلی‌تر از نمودار محتوایی معین می‌کند. علامت مشخص‌کننده «موجودیت داخلی» در نمودار محتوایی، در نمودار جریان اطلاعات به منزله یک «خانه پردازش» درنظرگرفته می‌شود.

خانه‌های پردازش

خانه‌های پردازش در نمودار جریان اطلاعات، تشریح‌کنندهٔ کارهایی هستند که بر روی اطلاعات انجام می‌شود. همواره باید یک خانه پردازش میان پایگاه اطلاعاتی و کاربر خارجی وجود داشته باشد.
نمودارهای جریان اطلاعات مشخص نمی‌کنند که پردازش با رویه‌های دستی انجام می‌پذیرد یا کامپیوتری. همچنین این نمودارها اطلاعاتی دربارهٔ نحوهٔ کنترل ارائه نمی‌دهند و در آن‌ها هیچ نشانه‌ای نیز برای تشخیص وضعیت‌های شرطی وجود ندارد، زیرا «شرایط»، «پردازش» نیستند و اطلاعاتی را انتقال نمی‌دهند که پردازش به‌شمار بیاید.

پیکان جریان اطلاعات

پیکان‌ها در نمودارهای جریان اطلاعات، خانه‌های پردازش و پایگاه‌های اطلاعاتی را به‌هم وصل می‌کنند. نمودارهای جریان اطلاعات، جریان مواد را نشان نمی‌دهند. میزان اطلاعات جزئی ذکر شده در نامگذاری پیکان‌ها، به‌میزان اطلاعات موجود و ماهیت هدف نمودار بستگی دارد.

مستطیل پایگاه اطلاعاتی

دراینجا نوع پرونده در نمودار جریان اطلاعات معین نمی‌شود، ولی همهٔ جزئیات ماهوی پایگاه اطلاعاتی در «مدل اطلاعات» ارائه می‌شود. هنگامی که اطلاعات به یک پایگاه وارد می‌شود، ماهیت آن پایگاه تغییر می‌کند. همچنین هرگز از یک پایگاه اطلاعات، به‌طور مستقیم اطلاعاتی به یک پایگاه یا مقصد خارجی ارسال نمی‌شود.

مربع موجودیت خارجی

در اینجا نیز مانند نمودار محتوایی، برای شناسایی منشآت و مقاصد خارجی اطلاعات، در سیستم‌های کامپیوتری از مربع‌های برجسته و در سیستم‌های دستی از مربع‌های ساده استفاده می‌شود. هنگامی که مقصد اطلاعات، همان منشأ خارجی اطلاعات باشد، یا از یک حلقه بازخور و یا از روش تکرار مربع استفاده می‌شود.

اگر پردازش در داخل سیستم صورت پذیرد، مکان آن را به شکل مربع مقصد یا منشأ نشان نمی‌دهند و محلی از سیستم را که پردازش در آن انجام می‌شود، می‌توان در بخش تحتانی خانه پردازش مشخص کرد.

برای خوانایی بهتر نمودارها، باید جریان‌های اطلاعات را از راست به چپ و از بالا به پایین ترسیم کرد.

همچنین در نمودار جریان اطلاعات، جزئی‌ترین فراگردی را که دیگر قابل تقسیم نباشد، کوچکترین جزء کارکردی می‌نامند.

در ضمن اطلاعات ورودی و خروجی یک سطح، نباید با سطح جزئی‌تر آن ناسازگار باشد.

نمودار سیستم

نمودار سیستم، ابزاری ترسیمی است که سخت‌افزارها، برنامه‌ها و پرونده‌ها را به تصویر می‌کشد و به‌جای تبیین نحوه پردازش پرونده‌ها، نشان می‌دهد که چه پرونده‌هایی پردازش شده‌اند. در مستندسازی فنی نیز برای نشان دادن سخت‌افزارها و سلول‌های برنامه‌ای سیستم موجود، از نمودار سیستم استفاده می‌شود.

تحلیل‌گران سیستم، از نمودار سیستم برای همزبانی با سایر تحلیل‌گران و برنامه‌نویسان گروه «طراحی و ایجاد سیستم» استفاده می‌کنند. در واقع در اینگونه نمودارها معمولاً نام برنامه و پرونده‌ها قید نمی‌شود و فقط نام‌های مورد استفاده برای تشریح فعالیت‌ها و شرح عملیات پیشنهادی ذکر می‌شوند.

علائم نمودار سیستم

هر مستطیل یک فراگرد کامپیوتری را نشان می‌دهد، هر مربع علامت یک فراگرد اجرا شده توسط وسایل جانبی، نظیر چاپگر است و هر ذوزنقه بیانگر یک فراگرد دستی است.

سطوح نمودار سیستم

نمودار سیستم از دو سطح اساسی برای بیان جزئیات استفاده می‌کند: ۱) سطح کلی سیستم، ۲) سطح شغل (کار)

نمودار برنامه

نمودار برنامه برخلاف نمودار سیستم و نمودار جریان اطلاعات بر جزئیات خاص نحوه پردازش در برنامه تمرکز دارد.

نگرش نمودار جریان اطلاعات به سیستم، از نگرش نمودارهای سیستم و نمودار برنامه کلی‌تر است.

فصل نهم: طراحی و برنامه‌ریزی سیستم

از جمله اهداف طراحی سیستم جامع عبارتند از:

۱) اجتناب از تکرار یا ایجاد غیر ضروری عوامل عمده در سیستم، ۲) کمک به یافتن مبنایی واحد برای تعیین نحوهٔ توالی عوامل سیستم، ۳) به حداقل رساندن هزینه ترکیب خرده سیستم‌های مرتبط با یکدیگر.

طراحی سیستم طی چهار مرحلهٔ عمده انجام می‌شود:

۱) طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی (این مرحله شامل طرح‌ریزی، سازماندهی و کنترل عوامل ویژه ایجاد سیستم است)، ۲) طراحی خام یا مطالعه امکان‌پذیری یا طراحی مفهومی (این مرحله، طراحی راه‌های گوناگون و ابتدایی ایجاد سیستم را در بر می‌گرد)، ۳) طراحی تفصیلی (عملیات جزء به جزء ایجاد سیستم، در این مرحله طراحی می‌شوند)

ساختار تجزیه کار و مدیریت پروژه

ساختار تجزیه کار یکی از مفاهیم اساسی در مدیریت پروژه است که با کارهای عمده‌ای که برای تحقق اهداف پیش‌بینی شده انجام می‌شوند، آغاز و به تک تک کارهای جزئی ختم می‌شود. ساختار تجزیه کار بر تجزیه طبیعی پروژه و تبیین نتایج آن دلالت دارد.

نمودار جریان کار

نمودار جریان کار، ابزاری برای «نمایش هندسی» در مهندسی صنعتی است که گام‌های متوالی یک رویه یا سیستم را تجزیه و تحلیل می‌کند و به‌طورکلی به دو دسته تقسیم می‌شود: الف) نمودار جریان کار عمودی (یک ستونی)، ب) نمودارهای جریان کار افقی (چندستونی). نخستین گام برای تهیه یک نمودار جریان کار، تعریف دقیق مجموعه فعالیتی است که باید ترسیم شود.

نمودار هیپو. نمونه‌ای از نمودارهای جریان کار افقی می‌باشد (ورودی-فراگرد- خروجی)، که یک ابزار مستندسازی در برنامه‌نویسی سیستم است و این ابزار برای رفع نیازهای گوناگون افرادی که مستندسازی را برای مقاصد متفاوت به‌کار می‌برند، قابل استفاده است.

فنون برنامه‌ریزی سیستم و ساختار تجزیه کار

۱) روش فهرست کنترل. یک روش برنامه‌ریزی است که به‌منظور شناسایی و تعیین فعالیت‌ها و تهیه جدول زمانبندی ایجاد سیستم به‌کار می‌رود. مزیت این روش در این است که به‌سادگی قابل اجراست و به فعالیت اندکی نیاز دارد. عیب فهرست کنترل، تأخیر آن در ارائه بازخور است، زیرا این روش از یک چرخهٔ حیات خشک تبعیت می‌کند و کاربر با هیچ‌یک از بخش‌های سیستم تا مرحله استقرار ارتباط ندارد. اگر مراحل برجسته ملموسی در فهرست کنترل معین گردند، گرایش فراگردی شدید این روش جبران می‌شود.

۲) روش ماتریسی. یک فهرست کنترل دو بعدی است که فعالیت‌های ضروری ایجاد سیستم را در برمی‌گیرد. مزیت این روش در این است که بعد اجزای تشکیل‌دهنده سیستم در ماتریس، توجه تحلیلگر را بر سیستم متمرکز می‌کند، در حالی‌که بعد دیگرآن به فراگرد ساختن یک سیستم کامل اشاره دارد. مزیت بالقوه دیگر روش ماتریسی این است که

یک توالی از پیش تعریف شده را برای فعالیت‌ها تجویز نمی‌کند، یعنی افراد می‌توانند برحسب اهداف خود، توالی فعالیت‌ها را در هر سلول ماتریس تنظیم کنند. انعطاف موجود در روش ماتریسی نیز مزیتی برای تحلیلگران با تجربه محسوب می‌شود، در حالی‌که ممکن است در نظر تحلیلگران تازه‌کار، انعطاف روش ماتریسی، آن‌را روش ناقص و گیج‌کننده‌ای جلوه دهد.

۳) روش تحویلی. یک روش برنامه‌ریزی برای تقسیم پروژه‌های بزرگ در قالب چندین مرحله است، به‌این ترتیب می‌توان هر مرحله از یک پروژه را پیش از اتمام آن پروژه در قالب خرده سیستم‌ها یا توانایی‌های اطلاعاتی، به‌طور جداگانه به کاربر تحویل داد. دلایل تفکیک طراحی سیستم به چند مرحله عبارتند از: ۱) وجود تقاضا برای ایجاد تغییراتی در سیستم، پس از نصب آن، ۲)کاهش هزینه‌های ارتباطی، ۳) جلب علایق کاربر، ۴)کاهش میزان تغییرات بعدی.

شبکه مسیر بحرانی

این شبکه، ابزاری ترسیمی است که توالی کارها، فعالیت‌های همزمان و زمان لازم برای اجرای یک پروژه را نشان می‌دهد. مسیر بحرانی عبارت از توالی فعالیت‌هایی است که مجموعاً، در مقایسه با سایر مسیرها، بیشترین زمان را می‌طلبد.

نمودار پرت

نمودار پرت، با توسعه شبکه مسیر بحرانی ابداع شد. در این نمودار به‌جای برآورد یک زمان برای هرکار، از سه برآورد زمانی استفاده می‌شود.

نمودار میله‌ای گانت

این نمودار نیز مانند شبکه روش مسیر بحرانی، ابزاری ترسیمی برای برنامه‌ریزی، هدایت و هماهنگی محسوب می‌شود که در آن زمان دقیق شروع و پایان هر فعالیت را مشخص می‌کنند و فعالیت‌ها و کارهای جزئی، واضح‌تر از شبکه روش مسیر بحرانی نشان داده می‌شوند.

فصل دهم: طراحی مفهومی سیستم جدید

مفاهیم طراحی خام (مفهومی)

طراحی مفهومی را گاهی «بررسی امکان‌پذیری»، «طراحی خام» و «طراحی کلان» نیز می‌نامند. هنگام طراحی مفهومی، توجه به سه نکته اساسی ذیل ضروری است: ۱) ملاحظه و بررسی «علایق مراجعاتی» (علایق مراجعاتی، همان وضعیت‌های عالی و مطلوبی هستند که تصمیم‌گیرندگان اصلی، برای آینده سازمان در نظر گرفته‌اند)، ۲) اهمیت خلاقیت در طراحی خام، ۳) اهمیت پیش‌بینی بروز مسائل بالقوه، در جریان طراحی تفصیلی و استقرار سیستم.

هنگام تنظیم اهداف کوتاه‌مدت سیستم، باید محیطی که سازمان در پنج الی ده سال آینده در آن فعالیت خواهد کرد، درنظر گرفته شود.

مرحلهٔ تحلیل و ترکیب از طراحی سیستم

پس از تعیین منابع اطلاعاتی سیستم جدید، باید علاوه بر شناسایی منابع اطلاعاتی هر خرده سیستم معین، نحوهٔ قرارگرفتن منابع مذکور در طرح کلی منابع اطلاعاتی نیز بررسی گردد. این منابع اطلاعاتی را می‌توان به ترتیب ذیل طبقه‌بندی کرد: ۱) مدارک داخلی و خارجی، ۲) مصاحبه با مدیران و نیروهای عملیاتی، ۳) نمونه‌گیری (مزیت مهم استفاده از نمونه‌گیری، صرفه‌جویی در زمان و هزینه است).

فنون متعددی برای تحلیل و ترکیب اطلاعات وجود دارند. دو نوع عمدهٔ آن‌ها عبارتند از:

الف) تحلیل داده‌ها و بازداده‌ها. با تنظیم ستون عمودی داده‌ها و ردیف افقی بازداده‌ها، می‌توان رابطه آن‌ها را با قراردادن علامت تیک در محل تقاطع نشان داد.

ب) تنظیم جریان اطلاعات به‌صورت چند بعدی. این فن نیز برای سازماندهی منابع اطلاعاتی یا ترسیم طرح موجود یک خرده سیستم به‌کار می‌رود. در این فن، از یک شمای عملیاتی (نمودار جریان کار) برای تعیین مسیر جریان اطلاعات – از ابتدا تا انتها – و تنظیم آن برحسب توالی زمانی استفاده می‌شود.

مستند سازی محتوای سیستم

مراحل مستندسازی عبارتند از:

۱) تهیه شمای عملیاتی سیستم جامع (اهداف کوتاه‌مدت سیستم در آن منعکس می‌شوند، قواعد و نقاط تصمیم‌گیری در آن معین می‌شوند و نحوه تلفیق و ترکیب خرده سیستم‌ها در آن نشان داده می‌شود)، ۲) تعریف و مستندسازی داده‌های سیستم، ۳) تعریف و مستندسازی بازداده‌های سیستم.

فصل یازدهم: طراحی تفصیلی سیستم جدید

برنامه‌ریزی پروژه

برنامه‌ریزی پروژه فراگردی است که هفت مرحلهٔ ذیل را در برمی‌گیرد: ۱) تعیین اهداف کوتاه مدت پروژه، ۲) تعریف کارهای ضروری در پروژه، ۳) برنامه‌ریزی پیشرفت منطقی کارهای متوالی و همزمان، ۴) تهیه جدول زمان‌بندی کار، مطابق خواستهٔ مدیریت، ۵) برآورد هزینه نیروی انسانی، تجهیزات و سایر لوازم پروژه؛ ۶) تیین بودجه طرح؛ ۷) سازماندهی نیروی انسانی مورد نیاز در طول مدت پروژه.

تشخیص شاخص‌های «غالب» و «داد و ستد» برای سیستم

شاخص‌های غالب، شاخص‌هایی هستند که یک فعالیت را آنقدر مهم می‌سازند که همه فعالیت‌های دیگر را تحت‌الشعاع خود قرار دهد. شاخص‌های داد و ستد، شاخص‌هایی هستند که میزان عملکرد در یک فعالیت را برای افزایش عملکرد در فعالیت دیگر کاهش می‌دهند.

برخی از اطلاعات موردنیاز برای تشریح خرده سیستم‌ها

۱) شاخص‌های غالب و داد و ستد موجود در سراسر سیستم؛

۲) فعالیت‌های ضروری برای انجام عملیات و نحوه ارزیابی عملکرد سیستم؛

۳) نقاط کنترلی مورد نیاز سیستم، که باید از یک ساختار سلسله مراتبی تبعیت کنند که ممولاً با ساختار مسئولیت سازمانی ارتباط دارد.

شناسایی و ترسیم تفصیلی خرده سیستم‌های عملیاتی و جریان‌های اطلاعاتی

۱) شمای عملیاتی نشان‌دهنده کار. منظور نوعی نمودار خانه‌ای که روابط بین کارها و فعالیت‌های گوناگون را نشان می‌دهد و سپس نخستین گام‌های ضروری برای تکمیل شرح تفصیلی هر فعالیت را تعریف می‌کند.

۲) شمای عملیاتی نشان‌دهنده کاربرگ‌ها. نوعی نمودار است که کاربرگ‌های به کار رفته برای برقراری ارتباط و ارائه گزارش را نشان می‌دهد و جریان همه نسخ صادره را در سازمان پی‌گیری می‌کند.

۳) شمای عملیاتی برنامه. برای نشان دادن ترتیب منطقی مراحلی که باید توسط کامپیوتر طراحی شود، به کار می‌رود. این ابزار نظمی منطقی را پی‌ریزی می‌کند که حاصل آن تنظیم برنامه‌هایی با علائم اختصاری است. شمای عملیاتی یک طرح تفصیلی کامل نیست؛ زیرا فقط جریان‌ها و روابط را نشان می‌دهد.

فصل دوازدهم: استقرار، ارزیابی و نگهداری سیستم

روش‌های اصلی استقرار سیستم عبارتند از:

۱) روش نصب سیستم جدید؛ ۲) روش قطع سیستم قدیمی و نصب سیستم جدید؛ (این روش فقط در سازمان‌های کوچک برای نصب سیستم‌های کوچکی که استقرار آن‌ها به یک یا دو روز وقت نیاز دارد، قابل استفاده است)؛ ۳) روش قطع و نصب بخش به بخش سیستم؛ ۴) نصب سیستم جدید؛ کار همزمان و قطع سیستم قدیمی در مرحله بعد (استفاده از این روش به دلیل افزایش نیاز به نیروی انسانی و افزایش هزینه‌های جانبی، بسیار پر هزینه است؛ بویژه در سیستم‌های خاص که فعالیت مستمر آن‌ها ضرورت دارد).

برنامه‌ریزی استقرار

مراحل اصلی استقرار عبارتند از: ۱ (نصب اولیه؛ ۲) آزمایش سیستم (به طور کلی)؛ ۳) ارزیابی، نگهداری و کنترل سیستم. با توجه به دلایل ذیل، درنظرگرفتن برنامه‌ریزی استقرار در چارچوب عملیات استقرار مطلوب‌تر است. الف) باید میان برنامه‌ریزی استقرار سیستم با اجرای آن، ارتباطی بسیار نزدیک وجود داشته باشد؛ ۲) فراگرد «ارزیابی فوری سیستم طراحی شده پس از استقرار آن» تا حد زیادی با برنامه‌ریزی استقرار، با توجه به تصمیمات بنیادی و برنامه‌های گوناگون استقرار، وظیفه مدیران صفی است.

برنامهٔ آزمایش سیستم

برای آزمایش هر سیستم، از یک برنامه آزمایش استفاده می‌شود. مراحل این برنامه متناسب با مراحل طراحی سیستم بصورت ذیل مطرح می‌شوند: ۱) در مرحله طراحی تفصیلی؛ ۲) در مرحله استقرار (تعیین مختصات)؛ ۳) در مرحله استقرار (تعیین رویه آزمایش)؛ ۴) در مرحله استقرار (آزمایش میزان مقبولیت سیستم و پذیرش آن توسط کارکنان).

قطع و نصب

هنگامی‌که جزئی از سیستم جدید جایگزین قسمتی از سیستم قدیمی شود (یا کل سیستم جدید جایگزین سیستم قدیمی گردد)، اصطلاحاً گفته می‌شود که سیستم قطع و نصب شده است.

روش آزمایش

آزمایش برنامه. این آزمایش برای شناسایی و اصلاح نارسایی‌های منطقی و ساختار برنامه انجام می‌شود.

آزمایش سیستم. این مرحله برای اطمینان از هماهنگی عملکرد مجموعه برنامه‌ها اجرا می‌شود.

آزمایش میزان پذیرش کاربران. بر خلاف آزمایش سیستم که با استفاده از اطلاعات ویژه آزمایش، توسط برنامه‌نویسان انجام می‌شد، این آزمایش با استفاده از اطلاعات واقعی توسط کاربران صورت می‌پذیرد. این آزمایش که پیش از تحویل سیستم و ارزیابی آن توسط کاربر نهایی، صورت می‌گیرد آزمایش نهایی نامیده می‌شود.

پرسش‌های کتاب

پرسش‌های فصل اوّل:

۱- طبقه‌بندی سیستم بر اساس نظر بولدینگ را نام برده و توضیح دهید؟

۲- رابطهٔ تفکر سیستمی با تفکر تحلیلی تجزیه مدار چیست؟

۳- منظور از علم سایبرنتیک چه می‌باشد؟

۴- ویژگی‌های نظریه عمومی سیستم‌ها را نام ببرید؟

۵- منظور از نسبی بودن مفهوم «بازبودن» و «بسته بودن» سیستم‌ها چیست؟ توضیح دهید.

پرسش‌های فصل دوم:

۱- نقش تخصص‌گرایی را در شکل‌گیری فعالیت‌های دفاعی سیستم تحلیل کنید.

۲- فعالیت تعمیر و نگهداری سیستم چگونه صورت می‌پذیرد؟

۳- منظور از روابط عناصر سیستم چیست؟ انواع آن را ذکر کنید و تأثیر هریک بر کارکرد سیستم را تحلیل کنید.

۴- انواع رفتار سیستم را در برابر محرک‌ها یا تحولات محیطی تحلیل کنید.

۵- آرایش‌های درونی سیستم را در محیط‌های گوناگون توضیح دهید.

پرسش‌های فصل سوم:

۱- باذکر مثال، سیستم‌های قطعی ساده، پیچیده و بسیار پیچیده را با هم مقایسه کنید.

۲- ابزار تحلیل ویژگی خودتنظیمی سیستم چیست؟

۳- سیستم‌های بازخور را تعریف کرده و پیشینه تاریخی آن‌ها را بیان کنید.

۴- ضمن تعریف سیستم‌های بازخور نوع اول، نوع دوم و نوع سوم، نحوهٔ عمل آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

۵- رابطهٔ سلسله مراتبی سیستم و خرده سیستم‌های آن را توضیح دهید.

۶- سیستم‌های بازخور منفی چگونه عمل می‌کنند؟

پرسش‌های فصل چهارم:

۱- روش‌های ساده‌سازی الگوی تعاملی خرده‌سیستم‌ها را ذکر کنید.

۲- تعامل خرده سیستم‌ها چند منشاء دارد؟ توضیح دهید.

۳- تعداد روابط تعاملی خرده سیستم‌های یک سیستم چگونه تعیین می‌شود؟

۴- روش تغییر حالت در خرده سیستم‌ها در چه مواردی بیشترین کاربرد را دارد؟ توضیح دهید؟

۵- روش‌های خروج از اتصال در خرده سیستم‌ها را بیان کنید.

۶- منظور از بهینه‌سازی بخشی در خرده‌سیستم‌ها را بیان کرده، آثار مثبت و منفی آن را تحلیل کنید.

پرسش‌های فصل پنجم:

۱- مفهوم سازگاری در سیستم‌های باز چیست؟ توضیح دهید.

۲- انواع وابستگی‌های تبادلی خرده سیستم‌های سازمان و محیط را بیان کنید.

۳- فراگردهای اساسی هر سازمان (به مثابه یک سیستم باز) را توضیح دهید.

۴- تفاوت دو روش اساسی پیمایش (نظارت و کاوش) چیست؟

۵- تأثیر محیط بر سیستم و تأثیر سیستم بر محیط چه نامیده می‌شود؟ توضیح دهید.

پرسش‌های فصل ششم:

۱- منظور از مدل‌های فیزیکی و منطقی در سیستم‌ها چیست؟

۲- چرخه حیات سنتی و چرخه حیات نظام‌یافته ایجاد سیستم را با هم مقایسه کنید.

۳- منظور از چرخه حیات ایجاد سیستم چیست؟ توضیح دهید.

۴- منظور از طراحی سلسله‌مراتبی چیست؟ توضیح دهید.

پرسش‌های فصل هفتم:

۱- سطوح گوناگون تصمیم‌گیری سازمان را با توجه به نوع تصمیم‌های قابل اتخاذ در هر سطح، مقایسه کنید.

۲- روش نمودار محتوایی را در شناخت سازمان توضیح دهید.

۳- ارزش نمودارهای محتوایی در شناخت سازمان چیست؟

پرسش‌های فصل هشتم:

۱- نمودار جریان اطلاعات بیانگر چیست؟

۲- علامت موجودیت داخلی نمودار محتوایی، در نمودار جریان اطلاعات چه مفهومی دارد؟

۳- نقش خانه‌های پردازش در انتقال اطلاعات چیست؟

۴- نمودار سیستم چیست؟ اهداف آن کدامند؟

۵- منظور از سطوح اساسی نمودار سیستم چیست؟ توضیح دهید.

۶- نمودار سیستم، نمودار جریان اطلاعات و نمودار برنامه را از حیث هدف و کاربرد با هم مقایسه کنید.

پرسش‌های فصل نهم:

۱- اهداف طراحی سیستم جامع را بیان کنید.

۲- نحوه کاربرد فن هیپو را توضیح دهید.

۳- روش پرت را توضیح دهید.

۴- روش‌هایی که در ساختار تجزیه کار، برای تعیین فعالیت‌ها به‌کار می‌روند، کدامند؟

۵- روش «فهرست کنترل» را شرح دهید و مزایا و معایب آن را بنویسید.

۶- روش ماتریسی را شرح دهید و مزایا و معایب آن را بنویسید.

۷- منظور از روش تحویلی چیست؟ دلایل استفاده از این روش را توضیح دهید و مزایا و معایب آن را ذکر کنید.

پرسش‌های فصل دهم:

۱- ویژگی‌های عمده یک شمای عملیاتی را در طراحی سیستم بنویسید.

۲- منظور از مستندسازی محتوای سیستم چیست؟

۳)منظوراز علایق مراجعاتی در سیستم‌ها چیست؟

۴- مراحل مستندسازی سیستم چیست؟

پرسش‌های فصل یازدهم:

۱- مراحل برنامه‌ریزی پروژه را بیان کنید.

۲- منظور از شاخص‌های غالب و داد و ستد در سیستم چیست؟

۳- نمودارهایی که برای تشریح خرده سیستم‌های عملیاتی و جریان‌های اطلاعاتی بکار می‌روند را نام برده و توضیح دهید؟

پرسش‌های فصل دوازدهم:

۱- روش‌های اصلی استقرار سیستم را نام ببرید.

۲- در زمینه انواع روش‌های آزمایش، تفاوت آزمایش میزان پذیرش کاربران و آزمایش سیستم چه می‌باشد؟

۳- منظور از قطع و نصب در سیستم چیست؟

۴- مراحل برنامه آزمایش سیستم را نام ببرید.