The First National Conference of
The Iranian System Dynamics Society

اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

بسمه تعالی

الگوی تناسب‌های زمانی رفتار پویای پدیده‌ها

محمّدرضا حمیدی‌زاده
عضوهیات علمی دانشگاه شهیدبهشتی
M-Hamidizadeh@sbu.ac.ir

ا هداف:

۱) شناخت سازوکارهای نحوهٔ شکل‌دهی پویائی سیستم‌ها براساس فهم و درک خوب از موضوع، مساله و زمان‌شناختی مرتبط با آن؛
۲) شناخت نحوه شکل‌گیری و تاثیرگذاری شیب رفتار متغیرهای نرخ با حالت بر ثابت زمانی؛
۳) شناخت تاثیر ثابت زمانی بر تنظیم رفتارهای حرکات زمانی، رشد و اضمحلال متغیرها؛
۴) شناخت پدیده‌های فرعی درون پدیده‌های اصلی؛

پدیده‌ها برای افزایش احتمال بقای خود، فعالانه هدف دستیابی به رشد و توسعه را با نظمی خاص دنبال می‌کنند. این نظم خاص که از خصیصه‌های ساختاری و سازوکاری پدیده‌ها: مقیاس حرکت، سرعت و شتاب پدیده‌ها نیز تبعیت می‌کند الگوی رفتاری پدیده‌ها، نامیده می‌شود.

برنامه‌ریزی پویا

با صرف هر دقیقه‌ای در برنامه‌ریزی ، سه الی چهار دقیقه در اجرا صرف‌جویی می‌شود.

موفقیت از درون شناخت خطاها، سر بر می‌آورد. آگاهی و هشیاری شرط اولیه موفقیت است. نقاط ضعف، تنگناها و تهدیدها « پرچم‌های سرخ»، تلقی می‌شوند.

همه اشتباه می‌کنند؛

غالب برنامه‌های شکست خورده، در آغاز به اندازه برنامه‌های موفق خوب تهیه شده‌اند، لیکن تفاوت این دو در پیگیری مداوم، سازمان یافته و مایه گذاشتن از خود در اجراء است.

توانایی سازمان‌ها در این است که در بلندمدت، توپ را در حالت غلتان نگاه دارند، زیرا در موفقیت برنامه‌ها تأثیر بسزایی دارد.

چند مورد از اشتباهات رایج در برنامه‌ریزی: ۱) قصور در تلفیق سطوح سه گانه؛ ۲) بروز فاصله و جدا شدن برنامه از مدیریت امور روزانه؛ ۳) انجام پیش‌بینی‌های بلندمدت برمبنای امروز؛ ۴) استفاده از نگرشی ناقص.

زمان و سازوکارها

زمان، اساس شکل‌دهی رفتار پویای پدیده است. زمان هر پدیده‌ای با ماهیت، ابعاد، مولفه‌ها، متغیرها و شاخص‌های مربوط به خود است. زمان هم زمان‌پذیر است.

زمان، ساختار و سازوکارهایی از دانش طلب می‌کند که تصویرپرداز است و اذهان و خطوط فکری اشخاص و سازمان‌ها را می‌سازد.

زمان، شکل‌دهنده و نماینده پویایی پدیده‌ها است. زمان، هویت‌بخش پدیده‌ها است هر چند که خودش از ماهیت پدیده‌ها، هویت می‌پذیرد. زمان پنج سطح براساس سی خصیصه در نقش‌های هویتی، ساختاری، سازوکاری، عملکردی و پیامدی مطابق جدول ۱، دارد.

جدول ۱ طبقه‌بندی زمان برحسب نقش و خصیصه‌هایش

نقش	خصیصه‌ها	طبقه‌بندی
هویتی	مرتبه؛ معیار سنجش و آزمون حالات؛ شعاع بازتاب (نیات، گفتار، رفتار و عملکرد)؛ بستر روشن‌گر علل و آثار (علت‌ها و معلول‌ها)؛ ماهیت و تمایل؛ شرایط و وضعیت مرتبط؛ عصر و دوره؛ طول.	سطح ۱
ساختاری	طبقه؛ سلسله مراتب؛ نشانگر فاصله‌ها؛ مقیاس حرکت.	سطح ۲
سازوکاری	سرعت؛ شتاب؛ کمیت و کیفیت؛ حرکت دوار؛ مرکب؛ حافظه.	سطح ۳
عملکردی	افق‌های کوتاه و بلندمدت؛ نیروی پیش‌برنده و بازدارنده؛ بوجودآورنده؛ مهلت و نوبت دهنده؛ بلوغ و اضمحلال؛ حیات و استمرار عمر؛ میزان عمر؛ فرصت و عیار خلوص.	سطح ۴
پیامدی	جلوه نقش‌بند هستی و وجود؛ آشکارکنندگی و پنهان‌گری؛ جلوه و مقیاس عقل و سطح تدبیر.	سطح ۵

از خصیصه‌های ساختاری و سازوکاری پدیده‌ها: مقیاس حرکت، سرعت و شتاب پدیده‌ها است. منظور از مقیاس حرکت این است که زمان جلوهٔ حرکت و سطح پویایی پدیده‌ها در بستر

طول عمرشان است ساختار و پیمانه برای سنجش(اندازه‌گیری و شمارش) سطح، کیفیت رفتار و عملکرد پدیده‌ها تلقی می‌شود؛ در حالی که بر اساس سازوکار سرعت؛ زمان، حرکتی رو به جلو با سرعت معین دارد، این سرعت میزان حرکت پدیده‌ها را شکل می‌دهد. ترکیب پدیده‌ها براساس سرعت‌های مختلف شکل می‌گیرد. لیکن هر سرعتی شتاب هم دارد. سرعت زمان، سرعت تغییر و تحول ویژه برای هر پدیده دارد که شتاب اطلاق می‌شود؛

زمان با حرکت‌های جوهری و شکل‌دادن کیفیت حیات پدیده، شکل بیرونی آن را بوجود می‌آورد و اجازهٔ بسط طول عمر یا کوتاه شدن عمر حیات پدیده را می‌دهد؛

آینده‌پژوهی. هدف این جست‌وجوگری، محتمل ساختن آینده‌های مرجح (مطلوب) است.

آیندهٔ هر پدیده‌ای از درون زمان آن پدیده بیرون می‌آید.

آینده پژوهی رویکرد استخراج آینده هر پدیده از درون پنج سطح و خصیصه‌های سی‌گانه زمانی مرتبط با زندگانی آن پدیده است. رفتار هر پدیده با دو ضابطه الف) انتظارات / توقعات پدیده و ب) محدودیت‌های آن، تعیین می‌شود.

رشد و توسعه: در پدیده‌های پیچیده‌تر باز ویژگی پایداری، آنها را به سمت رشد و توسعه حرکت می‌دهد.

پدیده‌های فرعی درون پدیده‌های اصلی برای کاهش فرسودگی عمر به ورود انرژی بیش از سطح نیاز عملکردشان مبادرت می‌ورزند، در نتیجه، ثبات تناسبی در مورد پدیده‌ها و فرایند رشد و توسعه برای حفظ آنها نمود پیدا می‌کند.

چند اصل از پویایی پدیده‌های باز:

۱. اصل واکنش‌ها: اگر به چند پدیده در حال تعادل درعرصه‌ای خاص از فعالیت‌ها، پدیده تازه‌ای اضافه شود یا در یکی از پدیده‌های منظومه‌ای، تغییری به وجود آید، پدیده‌های فعلی تا آنجا که مقدور باشد، آرایش منابع، الگوی برنامه‌ها و عملیات خود را تغییر می‌دهند تا بتوانند با تغییر حاصل روبرو شوند و سطح فعالیت‌های خود را حفظ کرده یا آن را ارتقا دهند.

۲. اصل پیوستگی پدیده‌ها: ساختار، شکل و جریان عملیات درونی یک پدیده با توازن و تعادل (ایستا یا پویا) میان نیروهای پیوستگی (سوق‌دهنده) و گسستگی (بازدارنده) حاصل می‌شود. هویت و استقلال سیستم‌های متعامل نیز به همین طریق در محیط حفظ می‌گردد.

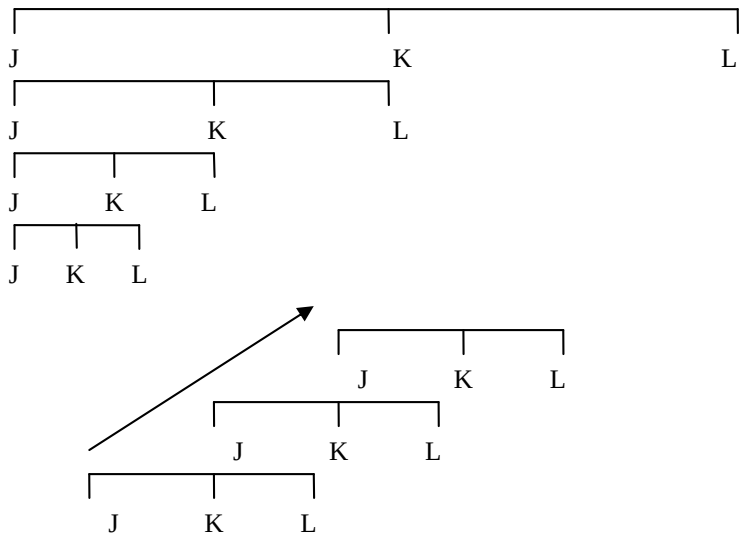
۳. اصل سازش‌پذیری: پدیده‌ها برای تداوم و حفظ پیوسته هویت خود، باید میانگین میزان سازش‌پذیری آنها با میزان متوسط تغییر و تحولات محیط دست کم مساوی یا بیشتر از آن باشد.

رفتارهای زمان

ارتباط متغیر حالت (با انباشتگی و تجمع‌اش) و متغیر نرخ (با توانایی افزایش یا کاهش آن انباشتگی)، براساس شیب رفتار آنها است که همان مقدار ثابت(Const) می‌باشد. مقدار ثابت، به صورت تناسب RT با LEV، است.

$$-FPT = \frac{RT}{LEV}, \frac{\Delta RT}{\Delta LEV}$$

- پدیده‌ها، براساس دورهٔ زمانی افق فعالیت‌هایش، رفتار و مقادیر خود را نمایان می‌سازند.
- افق زمانی، براساس ثابت زمانی و ثابت زمانی براساس فاصله زمانی است
- فواصل زمانی رفتار طبیعی از گذشته(J) تا حال(K) و حال تا آینده(L)، با زمان حایل (DT) جلوه‌ای مطابق شکل ۱، دارد.

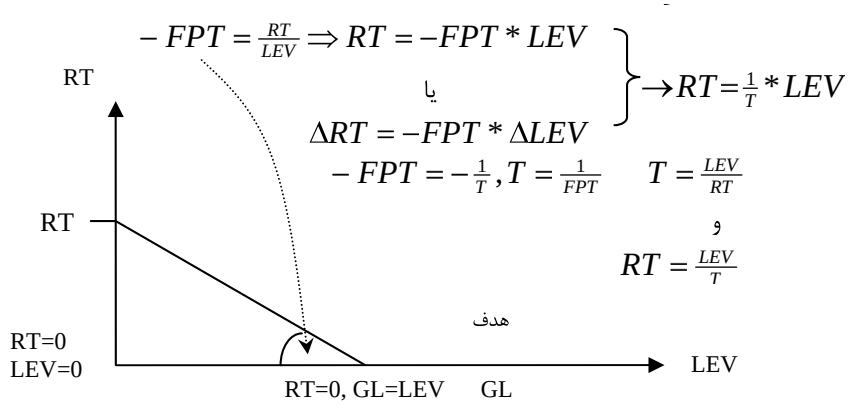


شکل۱. فواصل زمان‌های حایل

زمان تضاعف و نیمه طول عمر

زمان تضاعف متغیر حالت، مدت زمان دوبرابر شدن آن را براساس مقدار FPT وT نشان می‌دهد. این زمان ۰/۷ ثابت زمانی (T) مطابق جدول ۲، است ثابت زمانی، طول زمانی است که براساس نسبت عکس FPT=CONST به دست می‌آید $T = \frac{1}{FPT}$ و نشانهٔ امکان‌پذیری رفتار متغیر حالت در این واحد زمانی است. ثابت زمانی با شیب و زمان تضاعف چنین رابطه‌ای دارند:

$$T = \frac{1}{FPT}, Td = (0.7T)$$



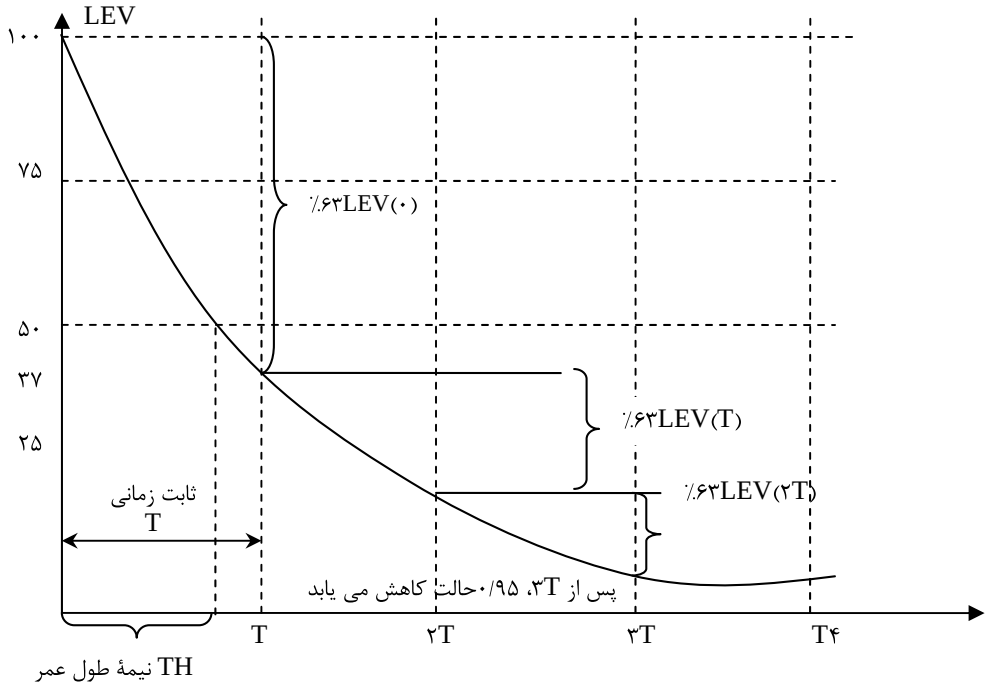
شکل۲. نمایش شیب(FPT) در تناسب متغیر نرخ به متغیر حالت

پدیده‌ها در هر فاصله زمانی حرکت به سوی آینده، ۶۳ درصد[($1-\frac{1}{e}$)] از مقدار اولیهٔ خود را مصرف یا طی می‌کنند لذا مقدار باقی ماندهٔ حالت در هر حرکت LEV (t = T)= ۰/۳۶۸* LEV (0) است. البته در فاصلهٔ T بعدی، ۶۳ درصد از حالت باقی‌مانده کاسته می‌شود والی آخر(شکل ۳). برای تعیین شاخص نیمه طول عمر (TH) از ثابت زمانی (T) نیز استفاده می‌شود. این شاخص نشان‌گر نرخ تنزل است. متناسب با فاصله زمانی، نیمهٔ طول عمر، هفتاد درصد از حجم تغییر متغیر حالت را تنزل می‌دهد: TH=۰/۷۰T. شکل نمایی این رفتارها به صورت $L=Ne^{t/T}$ است که N ، مقدار اولیه L قلمداد می‌شود.

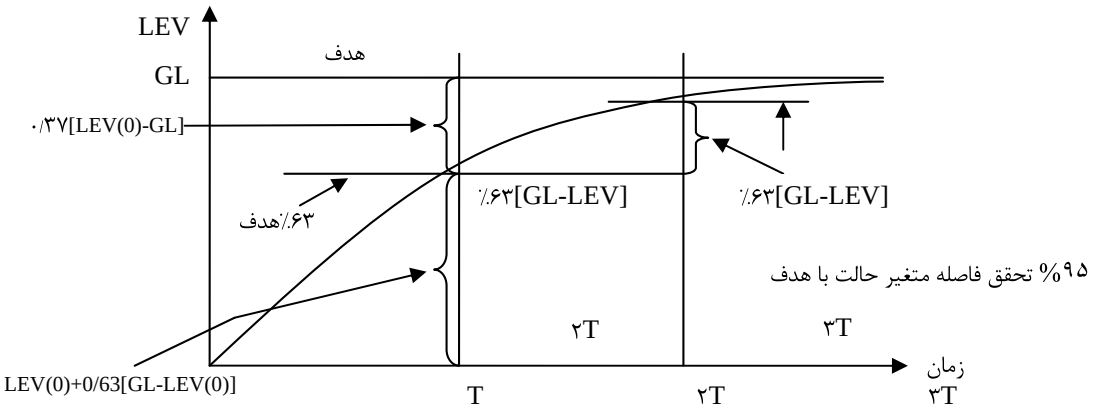
شبیه‌سازی ثابت زمانی میزان تنزل یا رشد متغیر حالت در جدول ۲ ارائه شده است. برای مثال، روزهای کار در هفته برابر (روز۵ =۰/۷* ۷) و ایام به مدرسه رفتن ۸/۴ ماه= ۷/. * ۱۲ ماه سال، از تناسب ۰/۷۰T به دست می‌آید.

جدول۲ شبیه سازی رفتار رشد و تنزل متغیر حالت در چارچوب T

رفتار تنزلی	رابطه لگاریتمی تناسب تغییر متغیر حالت	تناسب رفتار حالت با ثابت زمانی	رفتار رشدی
T_1	Ln1T	۰	T_1
$T_{1/2=H}$	Ln2T	T(۰/۶۹)	$T_{2=d}$
$T_{1/3}$	Ln3T	T(۱/۰۹۸۶)	T_3
$T_{1/4}$	Ln4T	T(۱/۳۸۶۳)	T_4
$T_{1/5}$	Ln5T	T(۱/۶۰۹۴)	T_5

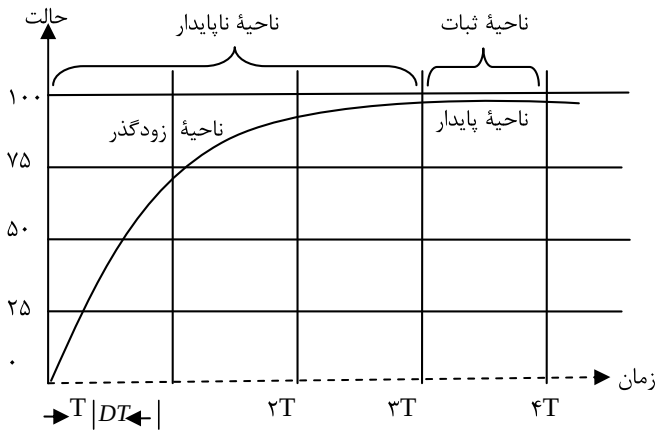


شکل۳. رفتار متغیر حالت زمانی که GL=۰



شکل۴. رفتار ناپایدار بازخورد منفی

پس از سه ثابت زمانی، حدود ۹۵٪ تغییر حالت اولیه تأمین و فرایند تغییر به سمت هدف ۱۰۰٪ میل می‌کند. در شکل ۵ و ۶، سیستم بازخورد منفی ساده میزان تحقق هدف را برای یک دوره زمانی معادل سه مقدار از ثابت زمانی نشان می‌دهد.



شکل ۵. نواحی پایدار و ناپایدار رفتار زمانی متغیر حالت

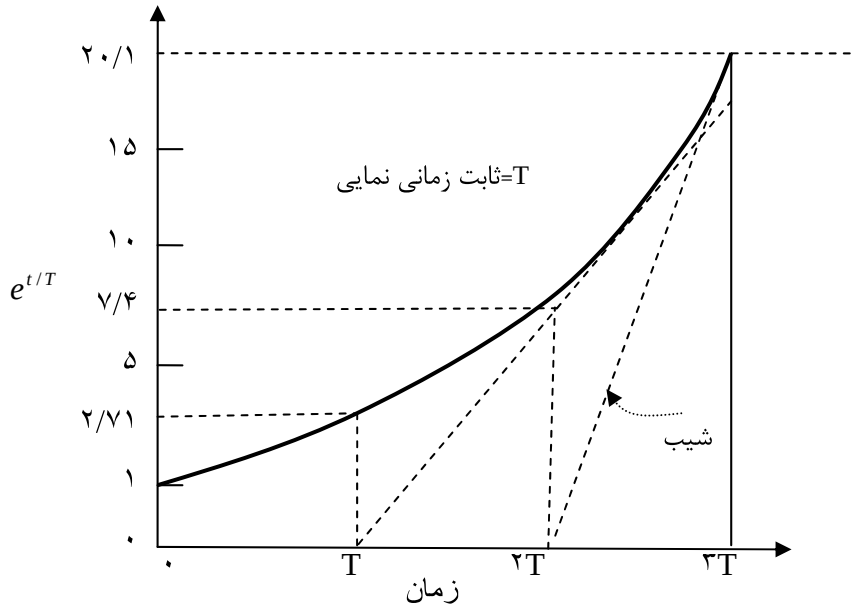
پس از هر ثابت زمانی، متغیر حالت ۰/۶۳ به مقدار هدف سیستم نزدیک می‌شود.
اما زمان تضاعف ۰/۷ آن و زمان نیمه طول عمر هم ۰/۷ T می‌باشد.

اگر DT کوچکتر شود، مقادیر متغیر حالت کمتر تغییر می‌کنند و شیب آن نیز کوچک خواهد بود، اما با بزرگ شدن DT، مقدار تغییر متغیر حالت بیشتر می‌شود و شیب آن تندتر می‌گردد.
با کوچکتر شدن DT ، انحنای منحنی متغیر حالت در برابر زمان کمتر می‌شود.
رفتار زمانی حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی مرتبه اول، جنبه نمایی ساده دارد.

حلقه‌های بازخوردی منفی با رتبه های بالاتر رفتار سینوسی دارند. در تابع نمایی ساده $\frac{t}{e^T}$ ، نمای t معرف زمان و T معرف ثابت زمانی تغییر نمایی است. ثابت زمانی برحسب واحدهای زمان است اما نمای $\frac{t}{T}$ بدون بعد تلقی می‌شود. تابع نمایی شکل ۶، نمای مثبت دارد.
$\frac{t}{e^T}$= مقدار نما است که در حلقه بازخوردی مثبت، مثبت است. مقدار تابع در طول زمان با نرخ صعودی افزایش می‌یابد.

T	۰	T۱	T۲	T۳	T۴
$e^{\frac{t}{T}}$	۱	e =2.7182	$e^{۲}$ =7.389	$e^{۳}$ =20.086	$e^{۴}$ =54.598

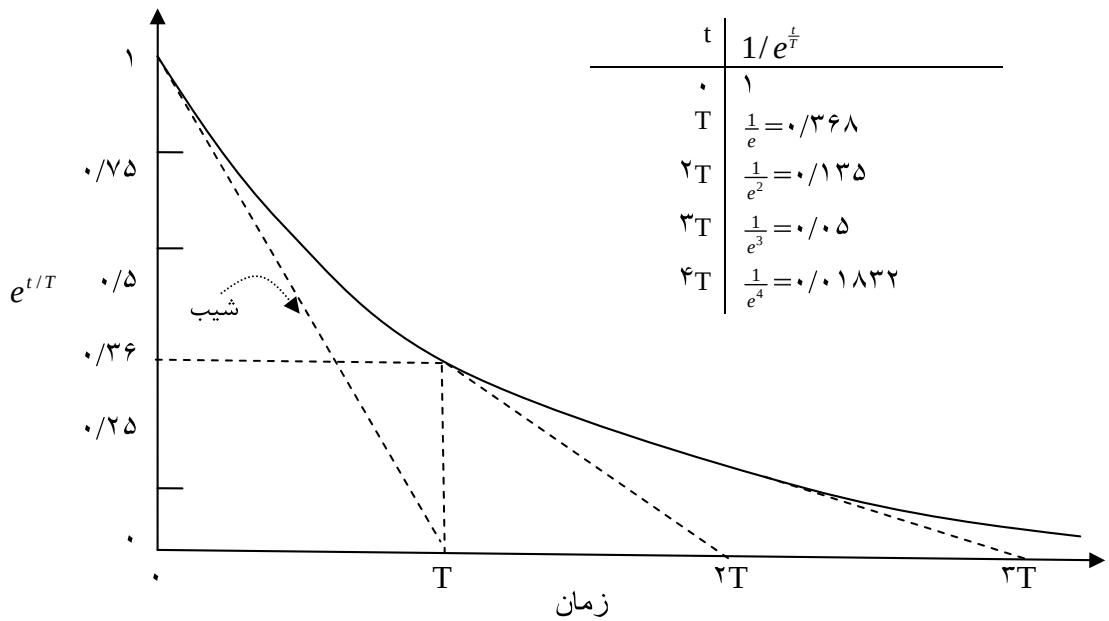
در یک ثابت زمانی، مقدار منحنی به اندازهٔ ضریب e=۲/۷۱۸ افزایش می‌یابد. با دو برابر شدن زمان می‌توان نوشت:
$\frac{t}{e^T}$ = $e^{۲}$ ، یا $\frac{t}{T}$=۰/۷ یا تقریباً t=۰/۷T، از این رو، مقدار مضاعف شدن متغیر تقریباً ۰/۷ ثابت زمانی است. در شکل ۶، شیب در هر نقطه تعادل بی‌ثبات بر منحنی مماس می‌شود.



شکل۶ منحنی نمایی مثبت

تابع نمایی منفی مطابق شکل ۷، حلقهٔ بازخورد، منفی و هدف‌جو است در واقع، مقدار $e^{-t/T}$، اندازه باقی‌مانده متغیر حالت را پس از هر T نشان می‌دهد. مطابق شکل، منحنی جنبه نزولی بسوی صفر دارد. مقدار نزول منحنی: $(1-\frac{1}{e})$=۰/۶۳ است و مقدار باقی مانده آن از سطح اولیه $\frac{1}{e}$=۰/۳۷ است. علی‌رغم تغییر شکل، توان t در شکل ۸، برای «متغیر حالت» تغییر نمی‌یابد و در نقش ضریب ثابت برای متغیر حالت عمل می‌کند.

$\int e^{-t/T}dt = -Te^{-t/T}$ و $\int e^{t/T}dt = Te^{t/T}$



t	$1/e^{\frac{t}{T}}$
۰	۱
T	$\frac{1}{e}$=۰/۳۶۸
۲T	$\frac{1}{e^2}$=۰/۱۳۵
۳T	$\frac{1}{e^3}$=۰/۰۵
۴T	$\frac{1}{e^4}$=۰/۰۱۸۳۲

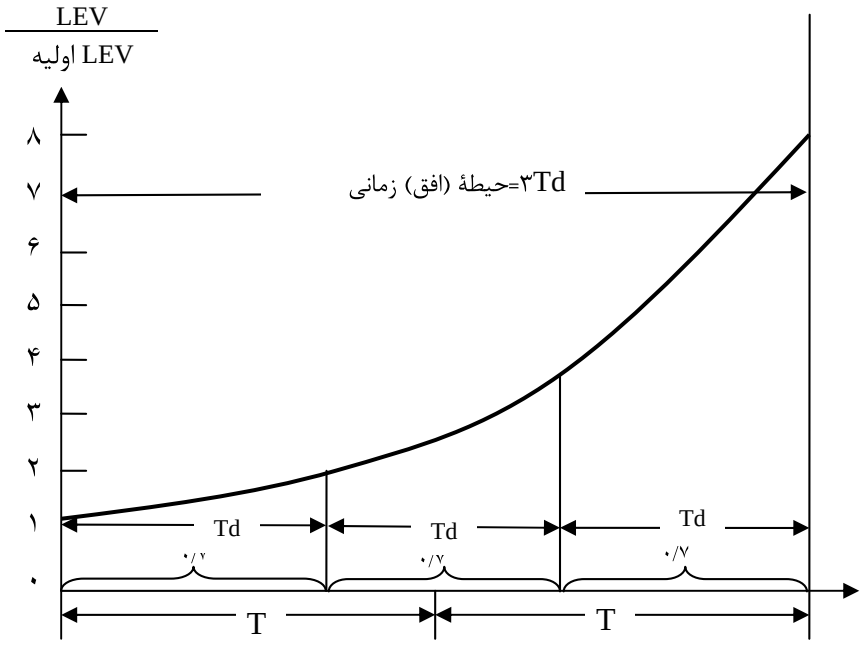
شکل ۷ منحنی نمایی منفی

ثابت زمانی حلقهٔ مرتبهٔ اول: ثابت زمانی نمایی حلقهٔ مرتبهٔ اول، عکس ضریبی است که «نرخ» را بر حسب متغیر «حالت» (سطح) تعریف می کند.

حلقه‌های بازخورد مثبت با مرتبهٔ بالاتر: حلقه‌های بازخورد مثبت مرتبهٔ nام، رشد نمایی سینوسی (نوسانی) ایجاد می‌کنند. ثابت زمانی به صورت $T=\sqrt[n]{(A_1)(A_2)...(A_N)}$[1]، نشانهٔ حالات تجمع‌های ساده و A_i عکس ضرایبی است که حالات را به نرخ‌های متوالی مرتبط می‌کند؛ در واقع، $T=(\prod_{i=1}^{N}A_i)^{1/n}$.

یا $\prod_{i=1}^{N}A_i=T^n$، لذا این تابع نشانگر میانگین هندسی معکوس T های سیستم چند حالته و چند نرخی است.

نوسانات سینوسی در حلقهٔ سادهٔ منفی مرتبهٔ دوم: حلقهٔ منفی مرتبهٔ دوم بدون حلقه‌های کوچک و فرعی با دورهٔ $P=2\pi\sqrt{(A_1)(A_2)}$ به صورت سینوسی حرکت می‌کند. در این رابطه، A_i نشانه ثابت‌های زمانی یا عکس‌های ضرایب صرفه (Gain) است که حالات را به نرخ‌های پیاپی ربط می‌دهند. اشکال زیر، به ترتیب نشانگر رابطهٔ ثابت زمانی (T) و زمان تضاعف (Td)، و نمودار نرخ ـ حالت برای حالت رشد و یا تنزل است.



شکل ۸ رابطهٔ ثابت زمانی (T) و زمان تضاعف (Td)

[1]. $A=\frac{1}{L/RT}=\frac{RT}{L}=const$, $T=\frac{1}{RT/L}=\frac{L}{RT}$, $T=\frac{1}{A},A=\frac{1}{T}$,
$T=\sqrt[4]{\frac{1}{T_1}\cdot\frac{1}{T_2}\cdot\frac{1}{T_T}\cdot\frac{1}{T_4}}$ توجه شود که A_i.

جدول ۳ شبیه سازی رفتار رشد متغیر حالت

تناسب رفتار حالت با ثابت زمانی	رابطهٔ لگاریتمی تناسب تغییر متغیر حال	رفتار رشدی
۰	Ln۱T	۱T
T۰/۶۹	Ln2T	۲T
T۱/۰۹۸۶	Ln3T	۳T
T۱/۳۸۶۳	Ln4T	٤T
T۱/۶۰۹۴	Ln5T	٥T

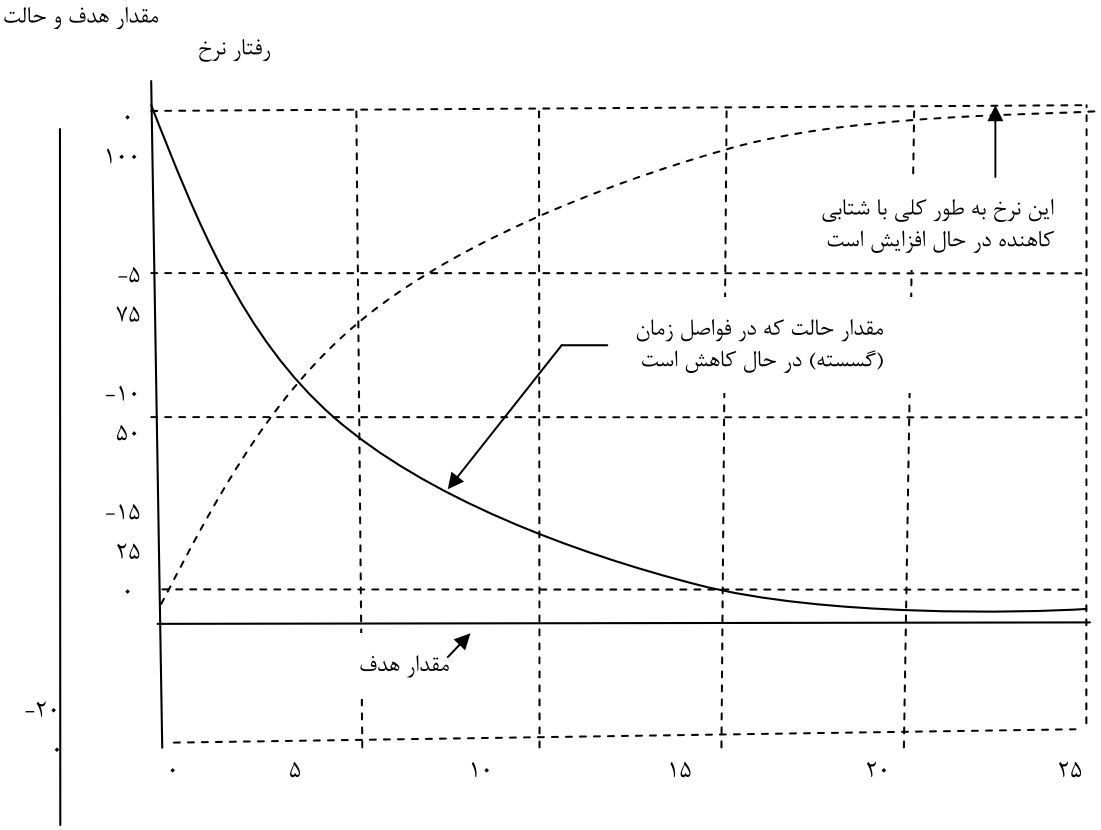
تناسب‌های رفتارهای متغیرها

زمان، عامل پیوند رفتاری متغیرهای حالت با متغیرهای نرخ مربوط است. تناسب مقادیر این دو متغیر، سیاست‌های متنوعی را در چارچوب پیش‌فرض‌های سناریوها، مطابق توابع تغییرات جدول۴، شکل می‌دهد. در این مبحث چند مورد از این سناریوهای تناسب‌های رفتاری ارائه می‌شود.

جدول ۴ توابع آزمون در داینامو

ردیف	توابع تغییرات	سازوکار
۱	STEP	تبیین تغییرات پله‌ای آتی متغیرها،
۲	RAMP	تبیین افزایش‌ها و کاهش‌های پیوسته خطی، شیب
۳	PULSE	تبیین پرش‌های لحظه‌ای، تپ
۴	SIN	توجیه نوسانات ادواری، نوسانات هماهنگ
۵	NOISE	توجیه اختلال تصادفی و نامنظم متغیرها، اختلال، نوفه

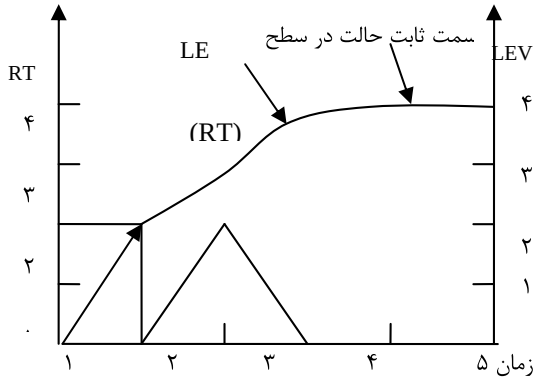
سناریوی ۱. در این سناریو، حالت با تنزل خود به سوی هدف حرکت می‌کند زیرا مقدار آن بیش از مقدار هدف است. لذا متغیر نرخ نیز با افزایش مقدار خود به سمت عدد صفر، شکاف مقداری متغیر حالت به هدف را از بین می‌برد(شکل۹).



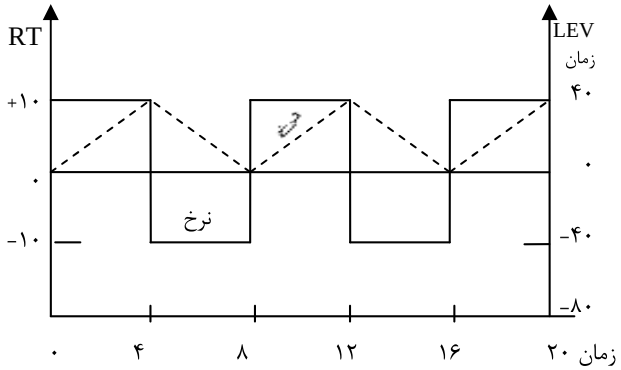
شکل ۹

سناریوی ۲. در این سناریو، حالت با صعود نمایی خود به سوی هدف حرکت می‌کند زیرا مقدار متغیر نرخ رفتار درجه سه دارد. لذا متغیر نرخ با رفتارهای غیر خطی خود، متغیر حالت را به صورت نمایی به سوی سقف عددی خود سوق می‌برد(شکل ۱۰)

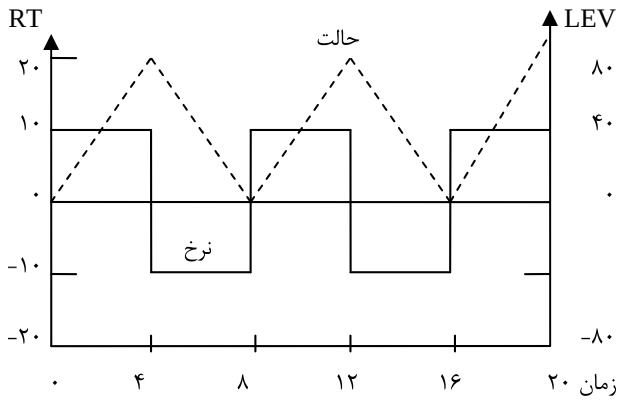
سناریوی ۳. در این سناریو، متغیر نرخ با افزایش و کاهش پلکانی مقدار خود در دامنه عددی مورد نظر، به رفتار متغیر حالت جنبه سینوسی می‌دهد(شکل ۱۱و ۱۲).



شکل ۱۰



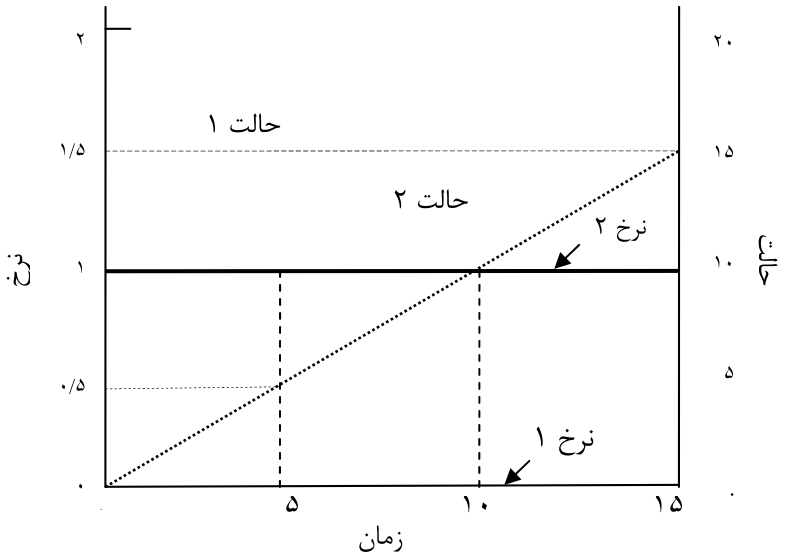
شکل ۱۱



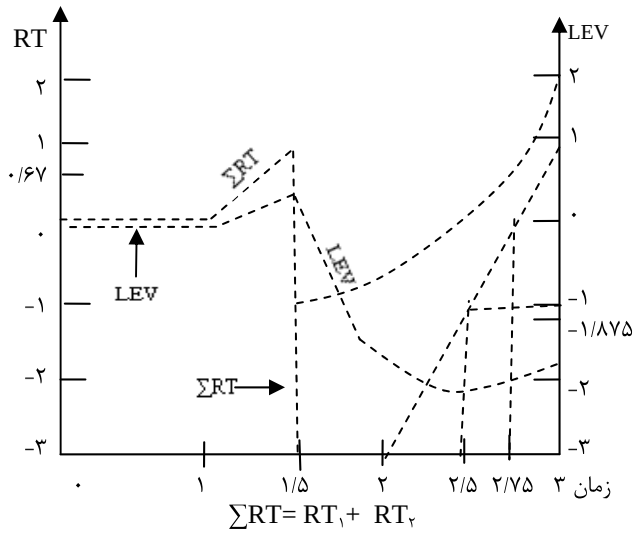
شکل۱۲

سناریوی ۴. الف) رفتارهای خطی. در این سناریو، دو متغیر نرخ خطی، شکل‌دهنده دو متغیر حالت خطی است(شکل۱۳).

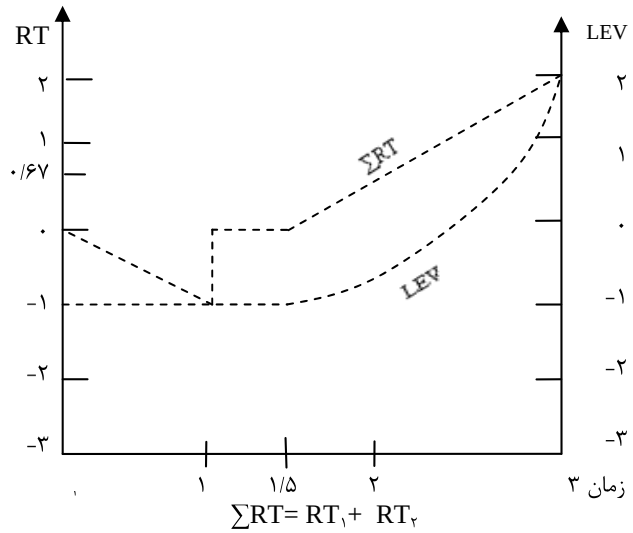
ب) رفتارهای غیر خطی. در این سناریو، دو متغیر نرخ غیرخطی، شکل‌دهنده دو متغیر حالت غیرخطی است(شکل ۱۴ و ۱۵).



شکل۱۳

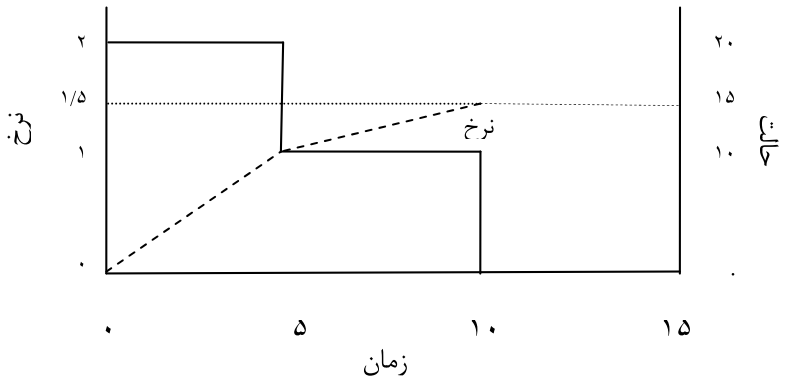


شکل۱۴

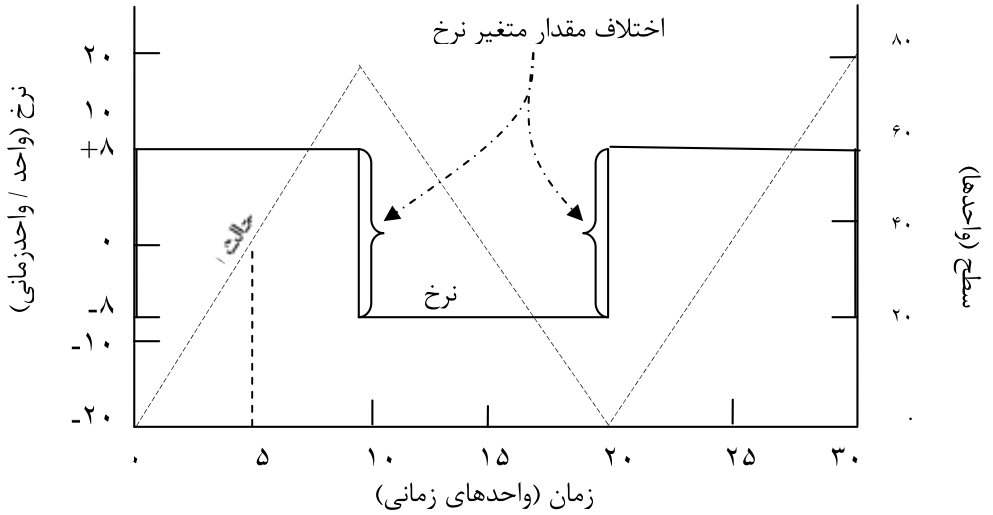


شکل ۱۵

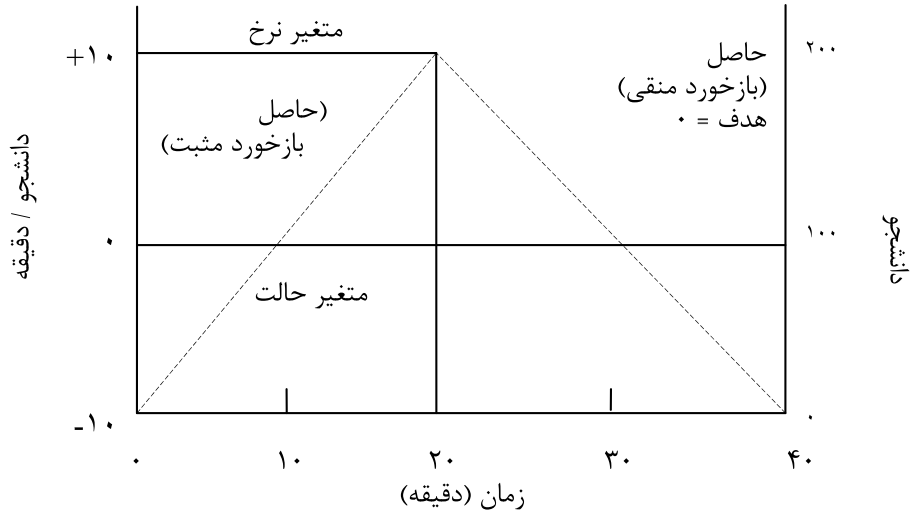
سناریوی ۵. در این سناریو، متغیر نرخ پله‌ای ، شکل‌دهنده متغیر حالت نمایی (شکل ۱۶) و سینوسی است(شکل ۱۷ و ۱۸).



شکل ۱۶



شکل ۱۷



شکل ۱۸

صرفه. صرفه (Gain) به صورت نسبت دامنهٔ ستانده (متغیر سطح) به دامنه داده (متغیر نرخ) پس از برقراری تعادل یا حالت ثبات تعریف می‌شود. نسبت دامنهٔ متغیر سطح L (ستانده) با دامنهٔ نرخ R (داده) صرفه سیستم، ارائه اطلاق می‌شود. صرفه= $\sqrt{(A_1)(A_2)} = T^2$

اختلاف نقاط اوج (اختلاف فاز) فاصله‌ای است که اختلاف نقاط اوج ستانده و داده را هنگام برقراری وضعیت ثبات نشان می‌دهد. اختلاف نقاط اوج با $\frac{\pi}{2}$ یا ۹۰ درجه ($\frac{1}{4}$ دورهٔ زمانی داده)

برابر است. به این ترتیب، نقاط اوج سینوسی ستانده یک چهارم دورهٔ زمانی داده است. ستانده و داده، دورهٔ زمانی یکسان P دارند.

رفتار اطلاعات پلکانی یا آبشاری متغیر حالت به متغیر نرخ ورودی حالت بعد از وضعیت خطی به وضعیت درجه دوم سپس مراتب بالاتر به صورت تابع تعمیم‌یافته L_n یا Y_n می‌شود.

$$L_n = c\left(\frac{1}{n!}\right)T^n$$

$$Y_n = \left(\frac{1}{n!}\right)CX^n$$

نتیجه‌گیری

اگر شخصی از مربی خود بشنوند تمرینات او مؤثر واقع شده و در چند قدمی موفقیت قرار گرفته یا حتی از پزشک خود بشنوند که در آستانه مرگ قرار دارد، بویژه اگر بداند امید فرجی هم هست، به توصیه‌های وی توجه دقیق میذول داشته و راهنمایی‌های وی را نصب‌العین خود قرار می‌دهد تا به دستاورد نهایی برسد.

بنای سعادت زندگانی آحاد مردمان تکیه بر توانمندی‌های آنان داشته، هر که توانمندتر باشد، سرآمدی و بقای بیشتری خواهد داشت؛ اگرچه توانمندی به اصول دانش، علم و فنآوری نیز تکیه دارد، اما کسب، پرورش، نگهداری و بهره‌گیری از آن اصول، نیازمند داشتن شایستگی در حوزه‌های برنامه‌ریزی است. کشوری توانمندتر است که بنگاه‌های توانمندتری داشته باشد، لذا عرصه‌های پیشرفت ملل بر پایه توسعه‌یافتگی بنگاه‌های اقتصادی آن است.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.