دو مدل ریاضی برای بررسی کنشهای مغز در زمینه بازسازی خاطره‌ها، فراموشی و نقش عواطف در شناخت

Two Mathematical Models for Studying of Brain Functions in Reconstructing Memories, Forgetfulness and the Role of Affects in Cognition

مسعود نوروزیان
دانشگاه آزاد اسلامی
سازمان مرکزی

شادمان شکروی
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

Masoud Norouzian
Islamic Azad University

Shademan Shokravi
Islamic Azad University
Gorgan Branch

چکیده

در این مقاله دو مدل ریاضی برای بررسی کنش‌وریهای مغز در بازسازی خاطره‌ها، فراموشی و برخی از نارسا کنش‌وریهای مغز مانند الزهایمر و روان گسیختگی ارائه شد. همچنین تلاش شد تا بر مبنای این مدلها، مکانیزمی برای تبیین رؤیاها ارائه شود و چگونگی تعامل بین هیجان و شناخت و همچنین مسائلی مانند هشیاری و ناهشیاری با توجه به نظرات پیاژه (۱۹۷۲) توصیف شدند.

واژه‌های کلیدی : تابع لوجیستیک، انتگرال کورلیشن، رؤیا، الزهایمر، روان‌گسیختگی، ثابت فیگن باوم.

Abstract

This article presents two mathematical models for studying brain functions in memory reconstruction, forgetfulness, and some types of brain malfunctioning such as Alzheimer disease and Schizophrenia. Based on these models, a mechanism is suggested that can explain dreams. Using these two models, the interaction between emotions and cognition, as suggested by Piaget (1972), as well as, issues like consciousness and unconsciousness are described.

Key words : logistic function, integral correlation, dream, alzheimer, schizophrenia, feigenbaum constant.

Contact information : email : mnorouzian@iau.ir

مقدمه

مدلسازی برخی از کنش‌وریهای مغز می‌تواند به درک ناشناخته‌های فراوان این سیستم به غایت پیچیده کمک کند. قوانین مدلسازی حکم می‌کنند که از بین عناصر فراوان یک سیستم، تنها به چند عنصر کلیدی بسنده شود. به عبارت دیگر می‌باید زوائد را تا حدی حذف کرد تا چهارچوبهای اصلی آشکار شوند. این کار به عمل پیکرتراشی می‌ماند که می‌بایست تمام اضافات را بتراشد تا پیکره اصلی از درون توده بی‌شکل سنگ آشکار شود. بنابراین، مدلسازی، علاوه بر یک کار دقیق علمی، یک هنر پیچیده نیز هست. در این مقاله تلاش شده تا با ارائه چند مکانیزم ساده و با اتکا بر برخی از توابع ریاضی نتایج یک پژوهش چند ساله ارائه شود. برخی از این نتایج چنان ساده‌اند که فاقد نوآوری به نظر می‌رسند، لیکن وقتی به کنش‌وریهای مغز از این دیدگاه نگریسته شود، بینشی تازه پدید خواهد آمد. در اینجا با استفاده از دو عملگر[1] ریاضی و چند مفهوم ساده در فیزیک و ایجاد پیوند بین آنها با روان آدمی و کنش‌وریهای مغز، مدلهایی ایجاد شده‌اند که به کمک آنها می‌توان بخشی از ناشناخته‌های مغز را درک کرد. اینشتین[2] اعتقاد داشت که طبیعت از قوانین ساده‌ای پیروی می‌کند ولی وقتی به عنوان یک کل نگریسته شود، پیچیده به نظر می‌رسد. در این مقاله، تابع لوجیستک برای ایجاد ارتباط بین شناخت، عواطف و بازسازی خاطره‌ها به کار گرفته شد و الهام‌بخش ما در این کار عبارتی ساده در مصاحبه ژان پیاژه[3] (برنگیه[4]، ۱۹۷۷/۱۳۷۵) و نقل قولی از اریکسن[5] (پیاژه، ۱۹۷۲/۱۳۶۷) بود که در متن به آنها اشاره شده است. از انتگرال کورلیشن[6] برای مواردی چون فراموشی، بازسازی خاطره‌ها و رویاها و از فیزیک نیز تنها از مفاهیم ساده مدارهای الکتریکی استفاده شد تا برخی از اختلالهای مغز[7] مانند الزهایمر[8] و روان‌گسیختگی[9] بررسی شود.

تمام عملکردهای انسان و تعبیر او از واقعیت، به نحوی به دو موضوع عواطف و شناخت وابسته‌اند. رابطه بین این دو و درک تأثیر متقابل آنها بر یکدیگر از دیدگاههای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. هشیاری نسبت به این دو موضوع نیز بحثی جداگانه است که پیاژه آن را به زیبایی تبیین کرده است (پیاژه ۱۳۶۷/ ۱۹۷۲). اما نکته مهمتر بحث بازسازی خاطره‌هاست که خود بر نوع تعبیر ما از واقعیت تأثیر می‌گذارد. گفته پیاژه در این زمینه جالب توجه است :

حافظه به شیوه مورخی کار می‌کند که با تکیه بر تعدادی اسناد همواره غیرکامل، گذشته را تا حدی به شیوه استنتاجی بنا می‌کند (پیاژه ۱۳۶۷/ ۱۹۷۲).

بدین ترتیب می‌توان گفت ما نه فقط با واقعیت بلکه با واقعیت بازسازی شده نیز روبه‌رو هستیم. در واقع این کار نوعی واکنش روانی مفید است زیرا با این شیوه ادراک ما از جهان واقعی با واکنشهایی مانند سرکوبگری[10] و همچنین بازسازی واقعیت، تعدیل می‌شود و تا جایی جنبه شخصی می‌یابد که به کمک آن امکان سازش با محیط فراهم شود. اریکسن عقیده دارد واقعیت و خاطره‌ها به طور متقابل بر هم اثر می‌گذارند :

وضع عاطفی کنونی فرد، همانطور که فروید[11] نشان داده است توسط گذشته او تعیین شده است، اما گذشته نیز خود دائماً بر اثر وضع کنونی از نو ساخت‌بندی می‌شود (پیاژه، ۱۹۷۲/۱۳۶۷).

پیاژه و اینهلدر[12] (۱۹۶۶/۱۳۶۸) در یکی از آثار خود پس از اشاره به رابطه بین واکنشهای عاطفی و شناختی، عنوان می‌کنند :

تحول واکنشهای عاطفی بسیار روشن است، فقط به اندازه واکنشهای شناختی منظم نیست.

همچنین در جای دیگر پیاژه (برنگیه، ۱۹۷۷/۱۳۷۵) موضوع هشیاری و ناهشیاری را به دو بخش شناختی و

1. operation
2. Einstein, A.
3. Piaget, J.
4. Bringuier, J. C.
5. Erikson, E.
6. correlation integral
7. brain disorders
8. alzheimer
9. schizophernia
10. repression
11. Freud, S.
12. Inhelder, B.

عاطفی تقسیم می‌کند و به رغم اینکه در خصوص بخش عاطفی به طور صریح اظهارنظر نمی‌کند و بر این باور است که هنوز باید تحقیقات متعددی در زمینه فیزیولوژی مغز انسان صورت گیرد تا برای عواطف نیز بتوان مانند شناخت مدارک لازم را جمع‌آوری کرد، مع‌هذا آن را به عنوان جنبه نیرویی و به بیان بهتر جنبه وزنی این دو مقوله مورد تأکید قرار می‌دهد. به اعتقاد وی :

هشیارشدن فقط انتقال ساده اطلاعات از بخش ناهشیار به بخش هشیار نیست، بلکه یک باز-سازی اطلاعات از سطحی نازلتر به سطحی عالی‌تر است (پیاژه، ۱۹۷۲/۱۳۶۷).

با این حال هنوز پیوند مناسب بین بخشهای شناختی و عاطفی برقرار نشده است. به گفته پیاژه :

... هیچ رفتاری نیست که هر قدر هم عقلی باشد، واجد عوامل عاطفی به عنوان محرک نباشد و نیز بالعکس نمی‌توان شاهد حالات عاطفی بود، بدون آنکه ادراک یا فهم، که ساخت‌شناختی آن حالات را تشکیل می‌دهند، در آنها مداخله نداشته باشد. پس رفتار یکی است، حتی اگر ساختها جنبه انرژی دهندگی آنرا تبیین نکنند و اگر متقابلاً این جنبه انرژی‌دهندگی، ساختها را در نظر نگیرد. دو جنبه عاطفی و شناختی در عین حال جدایی-ناپذیر و تحویل‌ناپذیراند (پیاژه، ۱۹۷۲/۱۳۶۷).

اکنون می‌دانیم که خاطره‌ها از نظر فیزیولوژیک به معنی ایجاد مسیرهای عصبی خاص در شبکه عصبی هستند. یک خاطره تصویری، با بوها، رنگها، صداها و همه تأثرات پنهان و آشکار محیطی ترکیب می‌شود و گاهی تحریک یکی از این محرکها می‌تواند موجب به یادآوری کل آن خاطره شود. اما سؤال این است که وقتی خاطره بازسازی می‌شود، چه بر سر محرکهای عنوان شده می‌آید؟ در واقع پیوند بین آن تصاویر با عواطف در طی فرایند بازسازی و ثبت خاطره بازسازی شده چگونه است؟ می‌توان حدس زد آنچه که پیاژه و دانشمندان قبل از او (به خصوص فروید و اریکسن) در جستجوی آن بودند و تلاش می‌کردند تا ضمن تبیین چهار موضوع مهم هشیاری، حافظه، یادگیری و فراموشی، آنها را به یکدیگر پیوند دهند، اینک بتوان از طریق تابع لوجیستیک[1] به نحو قابل قبولی جمع‌بندی کرد. این چهار موضوع دارای ابعاد عاطفی و شناختی‌ای هستند که می‌توان از آنها در تابع لوجیستیک استفاده کرد.

تابع لوجیستیک، آشوب، نظم و بی‌نظمی

شکل کلی تابع لوجیستیک به صورت زیر است :

$$x_n = r x_{n-1}(1 - x_{n-1})$$

این تابع در سال ۱۸۳۸ توسط پیر ورهولست[2] به منظور برآورد رشد جمعیتها به کار گرفته شد (اسمیت و مور، ۲۰۰۱) و با توجه به اینکه در این فرایند رشد عملاً نرخ مرگ و میرها و کاهش جمعیت و تحولات آتی آن منظور شده بود، به زودی به عنوان یکی از برآوردهای مناسب برای پیش‌بینی رشد جمعیت در طول زمان مورد استفاده قرار گرفت. لیکن کاربردهای آن به این موضوع محدود نشد و به زودی به عنوان یک تابع رشد در بسیاری از دیگر شاخه‌های علوم و از جمله در ریاضیات مورد توجه دانشمندان قرار گرفت. چند برداشت ساده از این تابع و شگفتیهای آن در این مقاله ارائه می‌شود.

این تابع وقتی به صورت عادی و غیرتکراری زیر نوشته شود :

$$f(x) = rx(1 - x) = rx - rx^2$$

تنها یک تابع درجه دو عادی است که با فرض $r \neq 0$ دارای ماکزیمومی معادل $\frac{r}{4}$ در نقطه $x = \frac{1}{2}$ است. ولی به هنگام تکرار، به یکی از توابع عجیب ریاضی تبدیل می‌شود که کاربردهای فراوانی در قلمروهای مختلف، از جمله در جمعیت‌شناسی، دارد. در زیر ۳ تکرار اول این رابطه نشان داده شده است (سایت دنیای ریاضی[3]، ۲۰۰۷) :

$$x_1 = r x_0 (1 - x_0)$$

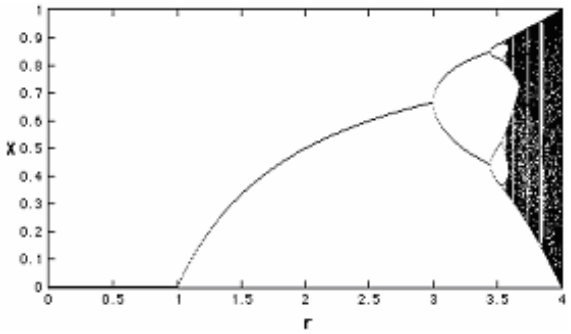
$$x_2 = r^2 (1 - x_0) x_0 (1 - r x_0 + r x_0^2)$$

$$x_3 = r^3 (1 - x_0) x_0 (1 - r x_0 + r x_0^2)$$

$$(1 - r^2 x_0 + r^2 x_0^2 + r^3 x_0^2 - 2 r^3 x_0^3 + r^3 x_0^4)$$

1. Logistic Function
2. Verhulst, P. F.
3. Math World

اگر نمودار تکرارشدن این تابع را برحسب مقادیر مختلف r نسبت به مقادیر x رسم کنیم، به نمودار مشهوری با عنوان نمودار شاخه شاخه[1] می‌رسیم (شکل ۱). در این نمودار مقادیر r در بازه (۴ و ۰) و مقادیر x در بازه (۱ و ۰) تغییر می‌کنند. علت انتخاب این بازه‌ها آن است که مقادیر تابع در بازه (۱ و ۰) باقی بمانند (کلایتون، ۱۹۹۷) :



شکل ۱ : نمودار شاخه شاخه حاصل از تکرار تابع لوجیستیک (کلایتون، ۱۹۹۷)

این تابع تا قبل از نقطه r = ۳/۵۷ رفتاری **منظم** دارد ولی از این نقطه به بعد رفتار آن **آشوبناک** می‌شود. برای تعریف تابع آشوبناک تلاشهای زیادی صورت گرفته است و هنوز این تعریف محل بحث دارد. اما تعریف رابرت دیوانی[2] (نقل از وان‌دن‌برگ، ۲۰۰۷) یکی از پذیرفته‌ترین تعاریف آشوب است :

تعریف : تابع $f : V \to V$

آشوبناک است در صورتی که :

۱. نقاط دوره‌ای در V چگال باشند (یعنی بین هر دو نقطه دلخواه یک نقطه دیگر وجود داشته باشد)

۲. f تراگذر توپولوژیک[3] باشد.

۳. f به شرایط اولیه حساس باشد.

اگر از توضیح درباره دو شرط اول تابع آشوبناک بگذریم، شرط سوم در تعریف این پدیده بسیار اهمیت دارد و به طور ساده به این معنی است که در هر سیستم آشوبناک، هر تغییر کوچک در ورودیهای سیستم، موجب تغییرات بزرگ در خروجیهای آن می‌شود. باید توجه داشت که آشوب به معنی بی‌نظمی نیست زیرا بی‌نظمی اساساً واژه‌ای مبهم است و اندیشمندانی چون هانری برگسون[4] و فرانک رمزی[5] خاطرنشان کرده‌اند که بی‌نظمی در طبیعت وجود ندارد، بلکه هر چه هست، انواع مختلفی از نظم است، در واقع برگسون به دو نوع نظم اشاره می‌کند : نظم حیاتی و نظم هندسی (برنگیه، ۱۳۷۵/ ۱۹۷۷) و رمزی بر این باور است که هیچ مجموعه کاملاً نامنظمی وجود ندارد (سوداکف، ۲۰۰۷). اما نظم نیز در دو حالت کلی قابل طبقه‌بندی است. یکی نظمهای قابل پیش‌بینی و دیگری غیرقابل پیش‌بینی. عبارت پیش‌بینی نیز مبهم است، زیرا مثلاً در برآورد حرکتهای یک تاس عادی می‌توان با قاطعیت گفت که در هر بار انداختن تاس، یکی از اعداد ۱ تا ۶ ظاهر خواهد شد اما نمی‌توان با صراحت گفت کدام یک از این اعداد. با این حال اگر بی‌نهایت بار تاس انداخته شود، باز هم با صراحت می‌توان گفت که احتمال ظاهرشدن هر یک از اعداد ۱ تا ۶ معادل $\frac{۱}{۶}$ است. در واقع در اینجا با متغیری تصادفی رو به رو هستیم. به این معنی که پاسخ نهایی سیستم از یک مجموعه اعداد معین انتخاب می‌شود و احتمال ظاهرشدن هر یک از آنها با هم مساوی است. به این ترتیب واژه پیش‌بینی هم درست است و هم نادرست. زیرا از سویی مشخص است که چه اعدادی ظاهر خواهند شد و با چه احتمالی و از سوی دیگر، نمی‌توان دقیقاً پاسخ نهایی را حدس زد. حال اگر مجموعه مولد متغیرهای تصادفی دارای بی‌نهایت عضو باشد، با حسابی متفاوت از حساب اعداد متناهی رو به رو خواهیم بود و حدس‌زدن پاسخ نهایی، باز هم دشوارتر خواهد شد. پدیده آشوب نیز از چنین منطقی پیروی می‌کند. رفتار جمعی انسانها در بسیاری از شرایط قابل پیش‌بینی به نظر می‌رسد. برای مثال، اگرچه رفتارهایی مانند رأی دادن قابل برآوردهای آماری است، با این حال یک رفتار آشوبناک نیز هست، زیرا در مواقعی حرکتهای جمعی با پیش‌بینیها انطباق ندارند. گرایش علوم رفتاری به مطالعات آماری نیز دقیقاً براساس این ضرورت صورت می‌گیرد تا بی‌نظمیها را

1. bifurcation diagram
2. Devaney, R. L.
3. topologically transitive
4. Bergson, H.
5. Ramsey, F. P.

از طریق بررسیهای آماری کنترل کند. به این معنی که از طریق بررسی نمونه‌های متعدد یا از طریق انتخاب با معنای یک جامعه محدود، می‌توانند رفتارهایی را بررسی کنند و سپس آنها را به جامعه مورد مطالعه، تعمیم دهند. این روش بخشهای منظم سیستم را شناسایی می‌کند ولی در مورد بخشهای نامنظم (به معنایی که در بالا گفته شد) سکوت می‌کند. پدیده آشوب، امکان بررسی همان بخشهای حذف شده را فراهم می‌سازد.

استفاده از تابع لوجیستیک در روان‌شناسی

تابع لوجیستیک هم قابلیت بازسازی متقابل گذشته و زمان حال را بیان می‌کند و هم وضوح بیشتری به رابطه شناخت و عواطف می‌بخشد و چون عملاً یک تابع معرف رشد است، با نظر پیاژه مبنی بر ساخت و اصطلاح ژنتیک که به شدت به آن اعتقاد داشت، همخوانی دارد. به این معنی که راه مناسبی برای تبیین نقش جنبه وزنی عواطف در شناخت و فرایند هشیارشدن پدید می‌آورد. از سوی دیگر، این معادله یکی از مثالهای بسیار مشهور برای نمایش پدیده آشوب است که بررسی واکنشهای مختلف در مقابل یک موضوع را قابل بررسی می‌کند. احتمالاً بازسازی خاطره‌ها تابع فرایندی مانند تابع لوجیستیک است و وضعیت شناختی فرد و هشیاری یا عدم هشیاری نسبت به این شناخت و استفاده از خاطره‌های کاذب به جای خاطره‌های واقعی را می‌توان به نحوی به تکرار یک تابع مانند تابع لوجیستیک نسبت داد. ما در انتهای مقاله دوباره به این موضوع باز می‌گردیم و تلاش خواهیم کرد نقش پدیده آشوب را در این زمینه تبیین کنیم.

در این مدل می‌توان با ایجاد پیوند بین شناخت و عواطف، وضعیت شناختی فعلی فرد را با x_n در تابع لوجیستیک نشان داد. این شناخت، همانطور که فروید، اریکسن و پیاژه عنوان کرده‌اند به گذشته وابسته است (x_{n-1}) ولی در یک تابع وزنی به نام عاطفه ضرب شده است (r). به این ترتیب با گذشت زمان (یعنی افزوده شدن به ایندکس[1] n) آخرین مقدار x_{n-1} پس از یک بار گردش در تابع لوجیستیک، جایگزین مقدار قبلی، یعنی x_n، می‌شود. نقش r به عنوان عامل وزنی که جایگزین عواطف شده است در سرنوشت تابع لوجیستیک بی‌نهایت اهمیت دارد. این اهمیت در شکل تابع شاخه شاخه کاملاً نشان داده شده است و همانطور که در بالا اشاره شد، در نقطه‌ای نزدیک $r = ۳/۵۷$ موجب آشوبناک شدن تابع می‌شود.

باید توجه داشت که در اینجا تنها شناخت مورد توجه است نه هشیاری نسبت به آن. اما سؤال جالب توجه این است که در فرایند تکرارها، چه زمان هشیاری ایجاد می‌شود؟ و آیا اساساً هشیاری (چه عاطفی و چه شناختی) ارتباطی با فرایند تکرار و بازسازیهای مداوم دارد؟ به نظر ما این ارتباط وجود دارد و احتمالاً یک فرایند خود نظم‌جویی[2] و همچنین یک فرایند خود سازماندهی[3] نیز در این تکرارها در کار است که تلاش می‌کند ارگانیزم را با محیط بیرونی و همچنین با تحولهای درونی، سازش دهد. لیکن هشیارشدن به نوعی در تقابل با خود نظم‌جویی قرار دارد و همانطور که پیاژه بیان کرده است :

> ***کلاپارد[4]، پیشتر مشاهده کرده بود که هشیارشدن نسبت به یک قطع سازش به وقوع می‌پیوندد، چه هنگامی که یک رفتار کاملاً سازش یافته است و بدون هیچ مشکلی عمل می‌کند، دلیلی برای تلاش در تحلیل هشیارانه مکانیزمهای آن وجود ندارد ... به عکس، وقتی ضرورت یک تنظیم فعال پیش آید، امری که مستلزم انتخاب عمدی بین دو یا چند امکان است، هشیار شدن به تبع این نیازها تحقق می‌پذیرد*** (پیاژه، ۱۹۷۲/۱۳۶۷).

رابطه بین توانهای r و x_0 در هر مرحله از تکرار تابع لوجیستیک، قابل توجه است. این توانها در چهار مرحله گردش تابع لوجیستیک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس این جدول، اگر شناخت در هر مرحله با شناخت اولیه یا پایه (x_0) مقایسه شود، بالاترین توان شناخت نهایی در تابع لوجیستیک به شکل 2^n نسبت به شناخت

1. index
2. self-regulation
3. self-organization
4. Claparede, E.

اولیه رشد می‌کنـد ولی بالاترین توان عواطف به شکـل $۲^n - ۱$ افزایش می‌یابد. فاصله مذکور بین توان شناخت و توان عواطف در هر مرحله ثابت باقی می‌ماند و همیشه یک واحد اختلاف دارند. این موضوع از دیدگاه ریاضی بدیهی است ولی از دیدگاه روان‌شناختی چه معنایی می‌تواند داشته باشد؟

جدول ۱ : رابطه بین توانهای r و $x_۰$ در چهار مرحله گردش تابع لوجیستیک

x_n	توان r	توان $x_۰$
$x_۱$	۱	۲
$x_۲$	۳	۴
$x_۳$	۷	۸
$x_۴$	۱۵	۱۶

در سطور زیر چند نتیجه که از تابع لوجیستیک و ظاهر این تکرارها می‌توان دریافت ذکر می‌شود :

۱. شناخت در هر مرحله به شکل نمایی نسبت به گذشته تغییر می‌کند.

۲. توجه داریم که $x_۰$ در بازه (۱ و ۰) قرار دارد. بنابراین با افزایش توان آن، مقدار نهایی کاهش می‌یابد. اما ضریب r (وقتی که $r>۱$ است) مانع از کاهش x_n در مجموع می‌شود.

۳. این فرایند تا جایی ادامه پیدا می‌کند که r به محدوده عدد ۳ می‌رسد و از این مرحله به بعد فرایند شاخه شاخه شدن آغاز می‌شود، تا جایی که سیستم، رفتار آشوبناک از خود ظاهر می‌کند.

۴. دقیقاً مشخص نیست که فرایند شاخه‌شاخه شدن شناخت از دیدگاه روان‌شناختی چه معنایی دارد ولی می‌توان حدس زد که در این هنگام شناخت تبدیل به متغیری تصادفی با یک مجموعه مولد بی‌نهایت عضوی می‌شود. به عبارت دیگر در مرحله آشوبناک سیستم، به جای یک تابع یک ارزشی با رابطه‌ای چند ارزشی روبه‌رو هستیم که به ازای مقدار معینی از عواطف، شناختهای متعدد ظاهر می‌شوند.

۵. به نظر می‌رسد که هشیاری شناختی و عاطفی با تکرار تابع لوجیستیک مرتبط است و این هر دو نوع هشیاری به شدت به نقش عواطف وابسته‌اند. دلیل ما برای این ادعا آن است (همانطور که قبلاً به نقل از پیاژه عنوان کردیم) که هشیاری تنها زمانی ایجاد می‌شود که ارگانیزم به خود نظم‌دهی دست نیافته است. بنابراین، احتمالاً در فرایند شاخه‌شاخه شدن منحنی لوجیستیک، امکان شناختهای متعدد از یک موضوع به وجود می‌آید و ارگانیزم فرصت می یابد که از دو یا چند امکان مختلف، یکی را انتخاب کند و به این ترتیب هشیاری حاصل می‌شود و همانطور که دیدیم، تغییرات بخش عاطفی موجب شاخه‌شاخه شدن منحنی لوجیستیک می‌شوند.

۶. عواطف، عامل اصلی وجود پدیده آشوب در شناخت و هشیاری‌اند.

۷. باید به رابطه بین خود نظم‌جویی، خود سازماندهی و هشیار شدن توجه داشت.

خود نظـم‌جویی از دیدگاه پیاژه (۱۹۷۲/۱۳۶۷) در ارتباط با تعادل‌جویی[1] مطرح می‌شود و به معنای یک سلسله از جبرانهای[2] فعال برای پاسخ به اغتشاشات بیرونی و در عین حال یک تنظیم پسخوراندی است. به عبارت روشن‌تر می‌توان خود نظم‌جویی را یک فرایند اصلاح‌کننده مسیر رشد در ارگانیزم و به طور کلی در سیستمها دانست. خود نظم‌جویی در ارگانیـزم مانند نیرویـی است که دائماً انحرافهای مسیر رشد را به سوی محور تعادل اصلاح می‌کند. درست مانند نیرویی که گلوله آویخته در آونگ را به سوی محور تعادل آونگ باز می‌گرداند و پس از عبور از محور تعادل مجدداً و در جهت مخالف عمل می‌کند و جهت آن همواره به سمت محور تعادل است.

یک سیستم خود سازمان‌دهنده بنا به تعریف هرمان هاکن[3] (نقل از اندرسون، ۲۰۰۲) به این شکل تعریف می‌شود : «یک سیستم هنگامی خود سازمان‌دهنده است که ساختار مکانی، زمانی یا عملیاتی خود را بدون دخالت خاص خارجی احراز کرده باشد. مقصود از «خاص» این

1. equilibration
2. compensations
3. Haken, H.

است که ساختار یا وظیفه عملیاتی مورد بحث به دستگاه تحمیل نشده است، بلکه عامل خارجی به صورتی غیر اساسی بر دستگاه اثرگذار است». اما این تعریف واقعاً به چه معناست؟ ملاصدرا در نظریه حرکت جوهری خود سؤالی را مطرح می‌کند که بی‌شباهت با این تعریف نیست. او می‌پرسد که آیا خداوند یک بار جهان را آفرید و سپس آن را به روابط علت ـ معلولی سپرد یا اینکه در همه مراحل تحولی بعدی جهان نیز حضور دارد؟ او به حالت دوم اعتقاد دارد و واژه «خلق مدام» را برای آن به کار می‌گیرد (ملاصدرا، ۱۳۸۳؛ ایزوتسو[1]، ۱۳۸۱). سیستمهای خود سازمان‌دهنده از نوع سیستمهای باز هستند و با جهان بیرونی تعامل دارند لیکن دارای این ویژگی نیز هستند که می‌توانند ساختار درونی خود را برای انطباق با تحولات آتی از نو سازمان دهند. به این ترتیب، این ویژگی یک توانایی درونی است و از دخالت مستقیم جهان بیرونی حاصل نمی‌شود بلکه نوعی هوشمندی است که به سیستم اجازه می‌دهد تحولهای بیرونی را درک کند و ساختار درونی خود را برای پاسخ به آنها آماده نگهدارد. به عنوان نمونه، در گونه‌های خاصی از درختان این توانایی وجود دارد که وجـود آفت را در درختان اطراف خود درک کنند و سپس برای مقابله با آفتها و برحسب نوع آنها به ترشح مواد شیمیایی کشنده بر روی برگها متوسل شوند. در اینجا عامل بیرونی (آفتها) مستقیماً موجـب تغییراتی در سیستم (درخت) نشده است بلکـه توانایی درخت در شناخت جهان بیرونی موجب آن بوده است. با این حال نمی‌توان نقش رویدادهای خارجی را در بروز این تجدید سازمان در سیستم انکار کرد.

با این توصیف می‌توان عنوان کرد که هشیارشدن، خود سازمان‌دهی و خود نظم‌جویی با یکدیگر به این شکل ارتباط دارند که ارگانیزم به عنوان یک سیستم باز در شرایطی به هشیاری شناختی یا عاطفی دست می‌یابد که رابطه آن با جهان بیرون تغییر کند. در این هنگام، از طریق یک مکانیزم خود سازمان‌دهنده ساختار درونی خود را با جهان بیرون از نو سازمان می‌دهد و در یک فرایند تعادل‌جویی به اصلاحاتی در مسیر رشد روی می‌آورد؛ اصلاحاتی که جهت آنها را مکانیزم خود نظم‌جویی تعیین می‌کند.

انتگرال کورلیشن

بحث را با یک مثال شروع می‌کنیم. کسانی که صدای دیگران را تقلید می‌کنند، دارای این توانایی هستند که سیستم دهان و حنجره خود را به گونه‌ای سازمان دهند که صوت تولید شده توسط آنها با صدای یک فرد دیگر مشتبه شود و برای این کار از نحوه سخن گفتن و تأکیدهای فرد مورد نظر نیز کمک می‌گیرند. در واقع امواجی را تولید می‌کنند که با امواج تولید شده توسط شخص دیگر انطباقهای فراوانی دارد. این کار از قدیم نیز صورت می‌گرفت، مثلاً شکارچیان با تولید صدای حیوانها آنها را به دام می‌انداختند. پس می‌توان از خود پرسید که این کار از دیدگاه ریاضیات چه معنایی دارد؟

فرض کنیم $f_1(t)$ یک سیگنال باشد. اگر بخواهیم یک سیگنال دیگر مانند $f_2(t)$ را از نظر میزان مشابهت با سیگنال $f_1(t)$ مقایسه کنیم، این کار توسط یک انتگرال که انتگرال کورلیشن نامیده می‌شود انجام می‌گیرد (هوی،۱۹۸۴) :

$$R_{12}(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty} f_1(t) f_2(t-\tau)\,dt$$

τ در اینجا به معنی انتقال روی محور زمان است. به طور ساده کاری که این انتگرال انجام می‌دهد این است که منحنی سیگنال $f_1(t)$ را ثابت نگه‌دارد و منحنی سیگنال $f_2(t)$ را روی آن در جهت محور زمان و به انـدازه τ حرکت دهد. هر حرکت یک مقدار بـرای $R_{12}(\tau)$ به دست می‌دهد. هر جا که بیشترین مقدار برای $R_{12}(\tau)$ به دست آید به معنای بیشترین انطباق بین دو سیگنال است. بنابراین دو سیگنال ممکن است کاملاً بر هم منطبق شوند، یا قابلیت انطباق با یکدیگر را نداشته باشند و یا فقط بخشی از آنها بر هم منطبق شود. اگر یک سیگنال را با خودش مقایسه کنیم (یعنی $f_1(t)$ و $f_2(t)$ با هم برابر باشند) آنگاه بیشترین انطباق بین دو منحنی زمـانی رخ می‌دهد یعنی $\tau=0$، که بـه معنـای فقدان جابه‌جایی است. گاهی برای اینکه با اعداد متعددی

1. Izotso, T.

سروکار نداشته باشند از رابطه دیگری به شکل زیر استفـاده می‌کنند که از دیدگاه ریاضیـات، نرمال‌سازی نامیده می‌شود :

$$\gamma(\tau)=\frac{R_{12}(\tau)}{\int_{-\infty}^{\infty}[f_1(t)]^2\,dt}$$

به این ترتیب $\gamma(\tau)$ بین صفر و یک محدود خواهد شد. بیشترین انطباق و عدم انطباق زمانی رخ می‌دهند که به ترتیب $\gamma(\tau)=1$ و $\gamma(\tau)=0$ باشند. بدیهی است در حالتی که $f_1(t)$ و $f_2(t)$ با هم برابر باشند، $\gamma(\tau)=1$ و $\tau=0$ خواهد شد. یعنی همان چیزی که در سطور بالا نیز به آن اشاره شد. انتگرال کورلیشن کاربرد دیگری نیز دارد و به کمک آن می‌توان به سیگنالهای مختلفی که با یک سیگنال خاص مشابه‌اند، دست یافت. ویروس بیماری ایدز طی سالهای طولانی تکامل توانسته است به چنان همسانی قابل توجهی با سایر سلولهای دیگر بدن دست یابد که سلولهای شناساگر بدن را در تشخیص دوست یا دشمن بودن خود به اشتباه بیندازد. در مثال تقلید صدا، سیستم شنوایی ما عمل کورلیشن را بین سیگنال تقلید شده و سیگنال اصلی انجام می‌دهد. این سیستم چنان کارآمد است که کوچکترین تفاوت بین دو سیگنال را متمایز می‌کند. اما همانطور که در بحث شکارچیان عنوان شد، صدای تقلید شده ممکن است چنان ماهرانه ایجاد شود که سیستم شنوایی را به اشتباه بیندازد. شبیه این کار توسط سیستم بینایی نیز انجام می‌شود. در واقع در مثال تقلید صدا، یک سیگنال با سیگنال دیگری که در حافظه داریم مقایسه می‌شود و چون سیگنال درون حافظه ممکن است همه ویژگیهای سیگنـال اصلی را در خود ثبت نکرده باشد، با یک سیگنـال ساختگی مشتبه می‌شود. وقتی به حرکت ابرها نگاه می‌کنیم، در آنها تصاویری را تشخیص می‌دهیم که واقعی نیستند ولی سیستم بینایی ما آنها را با شکلهایی که از قبل می‌شناسیم منطبق می‌کند. برای مثال ممکن است یک اسب سفید یا چهره یک انسان را در ابرها ببینیم. آزمون لکه‌های جوهر رورشاخ[1] نیز براساس همین توانایی مغز تهیه شده است و امروزه می‌توان بر اساس همین الگو به معنای این آزمون بیشتر پی برد.

حال با کمک انتگرال کورلیشن، می‌خواهیم به پرسشهای زیر پاسخ دهیم :

پرسش اول : به هنگام یادآوری یک خاطره، از نگاه ریاضیات چه اتفاقی می‌افتد؟

پرسش دوم : بازسازی یک خاطره به چه معنی است؟

پرسش سوم : فراموشی یعنی چه؟

پاسخ پرسش اول : مدل دو بُعدی پیشنهادی ما در مورد پرسش اول این است که یک ردیف‌شدگی خاص در سلولهای عصبی را می‌توان به عنوان یک منحنی در نظر گرفت. وقتی با پدیده تازه‌ای روبه‌رو می‌شویم چنانچه موضوع دارای اهمیت (یا وزن) لازم باشد (که خود احتمالاً به خاطره‌ها، سوابق، رغبتها و کشاننده‌های ما وابسته است) موضوع به عنوان یک خاطره جدید و به شکل یک مسیر عصبی تازه در مغز نگهداری می‌شود. اگر موضوع یا بخشهـایی از آن دارای سابقه‌ای در ذهن باشد باید به گونه‌ای با خاطره‌های گذشته مقایسه شود. به این ترتیب می‌توان پیشنهاد کرد که هر خاطره پیش از ثبت‌شدن به عنـوان یک مسیر عصبی تازه، ابتدا با انباری از خاطره‌ها و منحنیهای عصبی مقایسه می‌شود. شاید انتگرال کورلیشن که دو موج را با هم مقایسه می‌کند، بهترین گزینه برای عمل مقایسه دو منحنی (مسیر) عصبی نباشد اما در حال حاضر برای بحث ما کافی به نظر می‌رسد. مدل واقعی‌تر که سه بُعدی است بسیار پیچیده‌تر است. در این مدل ما با یک منحنی شاخه شاخه مواجه هستیم که عمل مقایسه دو منحنی را پیچیده و دشوار می‌کند. توسط مکانیزمهایی که برای ما به عنوان یک غیر متخصص روشن نیست، می‌توان فرض کرد که مغز دایم در حال مقایسه وقایع بیرونی با خاطره‌های خود است و احتمالاً دلایلی نیز برای صرفه‌جویی در انرژی و محدودکردن تعداد واحدهای جداگانه حافظه در این فرایند وجود دارند. از سوی دیگر از آنجا که بخش عمده‌ای از این خاطره‌ها (یا مسیرهای عصبی) ریشه در کودکی دارند، به احتمال زیاد نرخ ساخته‌شدن این مسیرها از یک تابع

1. Rorschach Inkblot Test

لگاریتمی پیروی می‌کند. به این معنی که هر چه بر عمر فرد افزوده می‌شود ثبت خاطره‌های تازه کندتر می‌شود. پس از آن تجربه‌ها و خاطره‌های جدید، یا موجب به وجود آمدن مسیرهای جدید می‌شوند، یا فقط بخشی از یک مسیر را ایجاد و باقی را به اشتراک از مسیرهای قدیمی‌تر استفاده می‌کنند. اگر بپذیریم که مبنای طبیعت بر صرفه‌جویی است، این الگو ممکن است کارساز باشد. وقتی طبیعت این تنوع بی‌مانند ژنتیکی را تنها با چهار پروتئین سیتوزین (C)، گوانین (G)، آدنینن (A) و تیمین (T) ایجاد کرده است، می‌توان حدس زد که واحدهایی از مسیرهای عصبی نیز وجود دارند که ترکیب هوشمندانه و قانونمند آنها موجب ثبت خاطره‌های متنوع می‌شود. یافتن این عناصر پایه اهمیت دارد چون مشخص می‌سازد که آیا طبیعت در اینجا نیز از چنین الگویی پیروی می‌کند؟

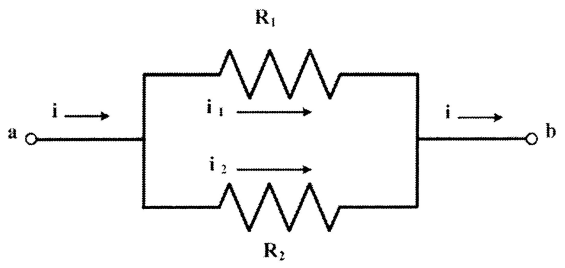
از کنش‌وری فیزیولوژیک بدن می‌توان برای تحلیل کنش‌وریهای روانی استفاده کرد. زیرا هر دو (اگر بتوان آنها را واقعاً جدا از هم فرض کرد) تابع یک سیستم کنترل مرکزی، یعنی مغز، هستند. بنابراین، همانطور که بدن برای جذب مادّه‌ای مانند شیر گاو مجبور است ابتدا ملکولهای آن را بشکند تا به ملکولهای قابل شناسایی توسط بدن دست یابد، می‌توان فرض کرد که هر رویداد بیرونی نیز می‌بایست ابتدا به عناصری در مغز تجزیه شود تا توسط آن قابل شناسایی باشد. بنابراین، فرض وجود عناصر پایه به عنوان واحدهای خاطره‌ها، معقول به نظر می‌رسد و بر مبنای آن می‌توان گفت که هر خاطره جدید، ترکیبی است از عناصر پایه که وزن هر یک از عناصر توسط عواطف خاص آن عنصر معین می‌شود. چنانچه پنج حس اصلی بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه را عناصر پایه در نظر بگیریم، می‌توان عنوان کرد که هر خاطره لاجرم ترکیبی از این عناصر است. به عبارت دیگر در یک مدل بسیار ساده شده، می‌توان هر خاطره جدید را ترکیبی وزن‌دار از این پنج حس در نظر گرفت. بنابراین، هر خاطره ابتدا به عناصر قابل فهم برای مغز شکسته می‌شود، یعنی عناصر حاوی اطلاعات بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه آن به همراه وزنهای هر یک در آن خاطره شناسایی و سپس در صورت جدیدبودن، به عنوان یک خاطره تازه ثبت می‌شوند.

این موضوع از دیدگاه شبکه عصبی به این معنی است که هر تصویر تازه یا هر چیز که بتوان آن را خاطره نامید، پس از تبدیل‌شدن به یک منحنی یا یک مسیر عصبی صوری (باید بگوییم که مکانیزم این کار برای ما روشن نیست)، با منحنیهای پیشین مقایسه می‌شود. بخشهای آشنای این منحنی، با تحریک الکتریکی بخشهای ثبت شده قبلی، یک خاطره را تداعی[1] می‌کنند. مثلاً به همین دلیل است که نگاه کردن به یک تصویر، یک نقاشی و یا گوش سپردن به یک قطعه موسیقی انتزاعی و یا خواندن یک داستان، موجب تداعی خاطره‌هایی می‌شود که از قبل در ذهن ذخیره شده‌اند. به این ترتیب هر خاطره عملاً به یک کد تبدیل می‌شود که عبارت از تعدادی از عناصر پایه همراه با رمز ترکیب آنهاست. می‌توان حدس زد که اگر این مدل درست کار کند، هر مرحله از انتگرال کورلیشن موجب مقایسه کل منحنی صوری با منحنیهای قبلی می‌شود و هر نوع همخوانی بین دو منحنی، به تحریک یا تداعی یک خاطره می‌انجامد. نکته ظریفی در اینجا وجود دارد که می‌تواند کل این نظریه را نابود کند. اگر در عمل مقایسه دو منحنی، هر لحظه یک یا چند خاطره تداعی شود، آنگاه با تصاویر مغشوشی در ذهن رو به رو خواهیم شد که ذهن نمی‌تواند بر هیچکدام از آنها تمرکز کند. پاسخ ما به این نکته این است که احتمالاً مغز از یک مکانیزم کندکننده که می‌تواند با بار عاطفی خاطره‌های تداعی شده در ارتباط باشد، سود می‌جوید. به عبارت دیگر، مغز با ایجاد یک صف انتظار، به خاطره‌ها یا تداعیها به نوبت اجازه ورود می‌دهد و سپس تنها به خاطره‌هایی اجازه ورود تفصیلی می‌دهد که از بار عاطفی قابل توجهی برخوردار باشند. مانند یک دستگاه لرزه نگار که براساس یک تنظیم اولیه، تنها زلزله‌هایی با بزرگی مشخصی را ثبت می‌کند. بنابراین می‌توان حدس زد که حساسیت مغز نسبت به تداعی خاطره‌ها، واجد آستانه‌ای[2] است که با وزن عاطفی خاطره‌های ما در ارتباط است.

1. association

2. threshold

حال می‌پردازیم به پرسش دوم : اگر ذهن براساس وزن عاطفی خاطره‌ها، به آنها اجازه تداعی دهد، ممکن است مکانیزمی را در مغز تصور کرد که بتواند وزن عاطفی خاطره‌ها را تغییر دهد. به این ترتیب به جای پاک‌کردن یک خاطره، با تغییر وزن آن رو به رو خواهیم بود. این تغییر وزن به گونه‌ای است که اندازه آن از حد آستانه‌ای که به آن اشاره کردیم کوچکتر است و بنابراین نمی‌تواند از صافی مکانیزم تداعی‌کننده مغز عبور کند. اما کار به همین جا ختم نمی‌شود، زیرا به این ترتیب مغز به یک سیستم دفع مواد زائد نیاز خواهد داشت که افزایش حجم آن ممکن است موجب کارکرد نادرست آن شود (این پدیده در بیماریهای الزهایمر و روان‌گسیختگی موجب نوعی ترافیک اطلاعاتی در مغز می‌شود). به نظر می‌رسد که روش هوشمندانه‌تر این است که تغییر وزن خاطره‌های ناخوشایند به عنوان از مدار خارج‌کردن بخشهایی از یک مسیر عصبی و جایگزین کردن مسیرهای دیگری در نظر گرفته شود؛ مسیرهایی که یا به اشتراک از مسیرهای دیگر اخذ می‌شوند و یا یک مسیر عصبی جدید را ـ که با مسیر اصلی متفاوت است ـ به مسیر پیشین پیوند می‌دهند و به این ترتیب وزن عاطفی آن را اصلاح و به حد آستانه می‌رسانند تا مجدداً بتواند وارد سیستم تداعی‌کننده شود و یک خاطره جدید و کاذب را به وجود آورد. به این ترتیب، با یک خاطره بازسازی شده روبه‌رو خواهیم بود. اما باید پرسید که چه بر سر قطعات حذف شده می‌آید؟ می‌توان فرض کرد که این قطعات مانند یک زائده باقی می‌مانند و تا زمانی که وزن آنها اصلاح نشود، به خاطره واقعی دست نمی‌یابند. با این حال یک خاطره هرگز به طور کامل از بین نمی‌رود و همیشه می‌تواند مجدداً به وضعیت اصلی بازگردد. برای این کار لازم است فرد در شرایطی قرار گیرد که مغز نتواند حد آستانه خود را حفظ کند. در چنین شرایطی وزن یک خاطره اصلی که با مهارت بازسازی شده است به حد آستانه می‌رسد و امکان عبور از صافی سیستم تداعی‌کننده را خواهد یافت و خاطره اصلی (نه کاذب) را به یاد خواهد آورد. مواردی مـانند روان‌گسیختـگی، خواب و الزهایمر که مغز می‌تواند با کارکردی خود به خودی ولی با مکانیزمهای متفاوت، به بخشهای از مدار خارج شده یک مسیر عصبی اجازه بازیابی دهد، از این نوع محسوب می‌شوند. تنیدگی[1] نیز با عمل کردن مانند یک ماشه، می‌تواند بخشهـای خاموش را فعال کند، زیرا بـر وزن عواطف مؤثر است. یادگیری نیز از مکانیزمهای مشابهی پیروی می‌کند. اگر یادگیری به عنوان تغییر در رفتار تعریف شود در این صورت می‌توان گفت که در عمل یادگیری به نحوی به واکنشهای فرد جهت داده می‌شود تا در مقابل هر محرک، پاسخ خاصی ارائه دهد. بدیهی است که هدف ما دراینجا تنها شرطی‌شدن نیست، بلکه یادگیری را باید به عنوان یک عمل فیزیکی مغز در نظر گرفت که مصرف انرژی را برای مواجهه با محرکهای مختلف کاهش می‌دهد و عملکردها را به عادتها تبدیل می‌کند. یادگیری مجدد، کار پُر زحمتی است که می‌باید افزون بر غیر فعال‌کردن مسیرهای عصبی خاص آن رفتار، مسیرهـای جدیـدی نیز در شبکه عصبی ایجـاد کند. براساس قوانین شبکه‌های الکتریکی، جریان در انشعابها به نسبت عکس مقاومتها توزیع می‌شود. به این ترتیب، اگر در شکل ۲ مقاومت الکتریکی یک مسیر یا انشعاب، مثلاً R_2 به مراتب از R_1 بزرگ‌تر شود، عملاً جریان الکتریکی i به مسیر با مقاومت پایین‌تر، یعنی R_1 هدایت می‌شود.



شکل ۲. نمایش یک مدار الکتریکی ساده با دو مقاومت R_1 و R_2 که در آن $R_2 >> R_1$ و بنابراین $i_2 << i_1$. لذا جریان i مسیر خود را به سمت مقاومت R_1 اصلاح می‌کند.

بنابراین در یادگیری مجدد، برای غیر فعال‌کردن همه یا بخشی از یک مسیر عصبی خاص، می‌بایست مقاومت آن

1. stress

مسیر یا آن بخش افزایش یابد و در عین حال مسیر یا بخش تازه‌ای ایجاد شود تا جریان الکتریکی حاصل از تکانه عصبی از مسیر جدیدی که مقاومت پایین‌تری دارد عبور کند. بنابراین، دخالت وزن عاطفی یک خاطره یا یک پاسخ (به عنوان یک مسیر عصبی) در این امر الزامی به نظر می‌رسد. به این ترتیب می‌توان عمل روان‌پزشک یا روان‌شناس بالینی را به عنوان ترکیبی از تجویز دارو و روان درمانگری تلقی کرد که از طریق آن، مسیرهای عصبی جدید در مغز بیمار به وجـود می‌آیند و یا آن دستـه از مسیرهـای عصبی که کنش‌وریهای نادرست را در بیمار یا مراجع موجب شده‌اند، غیرفعال می‌شوند.

رؤیاها (خوابدیده‌ها)

وجود تصاویر متعدد و منقطع در رؤیاها می‌تواند دلیلی برای وجود مسیرهای از مدار خارج شده باشد. هر تصویر در رؤیا دارای یک سابقه در ذهن است و مغز از آنها برای خلق یک داستان رؤیاگونه استفاده می‌کند. پنجره یک خانه و گلدانی در یک باغ، یا چشمهای یک فرد و بینی و چانه یک فرد دیگر می‌توانند مانند تصاویر لایه لایه یک انیمیشن روی هم قرار گیرند و تصویر واحدی را بسازند. عدم پیروی رؤیاها از زمان و مکانهای طبیعی و همچنین آهنگ ناموزون رؤیاها می‌تواند دلیلی بر استفاده مغز از تصاویر ناقصی باشد که ارتباط منطقی خود را با یک مسیر عصبی کامل از دست داده‌اند ولی مجدداً توسط مغز و در جهت بیان یک موضوع، به طور هوشمندانه به کار گرفته شده‌اند. از سوی دیگر، ثابت شده است که عوامل محیطی می‌توانند موجب ایجاد یک تصویر در خواب شوند. مثلاً صدای زنگ تلفن می‌تواند به صدای زنگ ساعت یا تلفن یا موارد مشابه دیگر، در خواب تبدیل شود. بنابراین می‌توان حدس زد که خواب اساساً از خاطره‌های فراموش شده تغذیه می‌کند. این نکته‌ای است که فروید به آن پی برده بود و به همین دلیل تمام روش خلاقانه و فوق‌العاده پیچیده تعبیر رؤیای خود را بر یافتن سرمنشأ تکه‌ها، عنصرها و نشانه‌های مختلف هر رؤیا قرار داد. ما در تکمیل نظر خود اعتقاد داریم که مغز در هنگام خواب، برای ایجاد تصاویر از مسیرهای عصبی کامل (چه اصلی و چه بازسازی شده) استفاده نمی‌کند، بلکه مسیرهای کنار گذاشته شده را به کار می‌گیرد. این بخشها دارای حساسیت و ضرایب عاطفی بالایی هستند ولی با توجه به مکانیزمی که به آن اشاره شد، در مجموع یک مسیر عصبی، فاقد پتانسیل لازم برای تحریک‌شدن و عبور از صافی تداعی‌کننده مغز را تشکیل می‌دهند و ذهن با به کارگیری این بخشهای فراموش شده در هر خواب، بخشی از انرژی آنها را تخلیه می‌کند. نظر فروید (۱۹۰۰/۱۳۸۲) مبنی بر وجود سه ویژگی زیر در رؤیاها می‌تواند موجب تقویت این نظریه شود :

۱. رؤیاها نشان می‌دهند که برای تأثرات روزهای بلافصل قبل آشکارا رجحان قائلند.
۲. محتوای رؤیاها بر اصولی متفاوت از اصول حافظه بیداری مبتنی هستند.
۳. رؤیاها، به نخستین تأثرات دوران کودکی ما ـ حتی به جزئیات بی‌اهمیتی که در حالت بیداری فراموش شده به نظر می‌رسند ـ دسترسی دارند.

تأثرات روزهای بلافصل رؤیا، به معنی تحریک مسیرهای عصبی خاصی است که با خاطره‌هـای فراموش شده مرتبطند. در حالت بیداری، مکانیزم صافی‌کننده خاطره‌ها اجازه نمی‌دهد که بخشهای فراموش شده تحریک شوند، اما در هنگام خواب، براساس حذف این مهار یا کاهش اثر آن امکـان تحریک مسیر فراموش شده فراهم می‌شـود. مکانیزم این فرایند نیز احتمالاً همان است که در پاسخ به پرسش اول مطرح شد. یعنی ذهن در هنگام خواب، حد آستانه سیستم تداعی‌کننده را پاییـن می‌آورد و یا انرژی بخشهای حذف شده را افزایش می‌دهد و به این ترتیب قسمتهای کنار گذاشته شده، با توجه به حساسیت و ضریب عاطفی خود، امکان عبور از این صافی را می‌یابند. اگر فرد در محیطی با محرکهای بیرونی بخوابد، ایجاد بخشی از تصاویر در خواب را می‌توان به آنها نسبت داد. ولی سؤال این است که اگر محیط کاملاً جداسازی شده و فاقد هرگونه محرکهای برونی باشد، چه عامل یا عواملی موجب تحریک بخشهای کنار گذاشته شده مسیرهای عصبی می‌شوند؟ در اینجا افزون بر آنچه در مورد پایین آمدن حد آستانه سیستم

تداعی‌کننده گفته شد، سیستم دیگری نیز باید دخالت داشته باشد. این سیستم مانند چیزی است که در افراد مبتلا به روان گسیختگی به شکل افراطی و خارج از مهار آنها اتفاق می‌افتد.

روان گسیختگی

این بیماران به شنیدن صداها و تحریکهایی اشاره می‌کنند که به طور واقعی وجود ندارند. در واقع سیستم شبیه‌ساز مغز می‌تواند به گونه‌ای تصنعی محرکهای بیرونی را شبیه‌سازی و از آنها برای فعال‌کردن بخشی از یک مسیر عصبی استفاده کند و آنها را برای منظور خاصی به کار گیرد. در بیماران مبتلا به روان‌گسیختگی افزون بر وجود نوعی نارسایی فیزیکی و شیمیایی، گونه‌ای از برانگیختگی خودکار نیز شناسایی شده که عامل صرف زمان بیش از حد معمول برای خوگیری با محرکهای بی‌معنا و تکراری است (گراهام[1]،۱۹۹۰/۱۳۸۰). به علاوه در همین زمینه می‌توان به قانون یرکیز- دادسون[2] اشاره کرد که برحسب آن «توانایی کارکرد ارگانیزم با افزایش برانگیختگی تا نقطه به خصوصی بالا می‌رود و بعد از آن با افزایش برانگیختگی، با کاهش کارکرد مواجه می‌شود (گراهام، ۱۹۹۰/۱۳۸۰). «در واقع، در بیماری روان- گسیختگی، کنش‌وری مغز به شکل نارسایی مدیریت آشکار می‌شود. در اینجا مغز با فعال‌کردن مسیرهای عصبی متعدد، تصویرها و صوتهای گوناگونی را در ذهن بیمار تداعی می کند که به نوعی تراکم اطلاعات منجر می‌شود، در حالی که این تصاویر و صوتها در عالم واقع وجود ندارند. یکی از شواهد این موضوع در گفتارهای بی‌ربط بیماران است که بلولر[3] آن را نقل کرده است» :

«استاد قبلی من پروفسور A بود. او چشمهای سیاهی داشت، من هم چشمهای سیاهی دارم. افرادی با چشمهای آبی و قهوه‌ای و رنگهای دیگر هم وجود دارند. من شنیده‌ام که مارها هم چشمان سبز دارند. تمام مردم چشم دارند» (گراهام،۱۹۹۰/۱۳۸۰).

نکته ظریف دیگری در اینجا وجود دارد که ذکر آن می‌تواند به دقت این مدل کمک کند. مادری که فرزندی شیرخوار دارد، حتی در عمیق‌ترین حالت خواب صدای فرزند خود را می‌شنود و نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد. این صدا با صدایی دیگر مشتبه نمی‌شود و به نظر می‌رسد که مغز به گونه‌ای افتراقی[4] و با هدف می‌تواند برخی از مسیرهای عصبی را با ضریبی از حساسیت حتی در حالت خواب فعال نگه دارد. احتمالاً برخی از هراسها، از جمله هراس از دزد در بعضی از افراد نیز از همین الگو پیروی می‌کند. صداهای محیط می‌توانند یک یا چند مسیر عصبی مربوط به خاطره هراس از دزد را فعال و فرد را از خواب بیدار کنند. یعنی مغز می‌تواند از بین صدها صدای موجود در محیط، خود را برای پاسخگویی و واکنش به یک صدای خاص، حساس کند و به این ترتیب به راحتی بخوابد.

اینک می‌پردازیم به سؤال سوم : برای بررسی موضوع فراموشی شاید مقایسه آن با تکرار یک خاطره، مناسب باشد. وقتی اتفاق بدی را تجربه می‌کنیم که از نظر عاطفی اثری ناگوار بر ما دارد، معمولاً ذهن به مرور مکرّر آن خاطره می‌پردازد و تا رسیدن به یک تعادل جدید این کار را ادامه می‌دهد. سؤال این است که ذهن از این عمل چه مقصودی دارد؟ اگر با دیدگاه فروید موافق باشیم که عمل فراموشی یک فرایند ناهشیار ذهن است و از نظر عصب‌شناسی بپذیریم که فراموشی عملاً به معنی از مدار خارج‌کردن یک مسیر عصبی خاص یا بخشی از آن است، سؤالی که در بالا مطرح شد ظاهراً با این فرایند در تناقض است و مشخص نیست که چرا ذهن یک خاطره ناخوشایند را تکرار می‌کند. ولی به نظر می‌رسد که این دو موضوع دقیقاً به عنوان یک پاسخ مشخص مغز برای مقابله با یک رویداد ناگوار محسوب می‌شوند. در اینجا چیزی مانند یک خازن وجود دارد. یک واقعه ناگوار، انرژی الکتریکی یک مسیر عصبی را مانند یک خازن به طور کامل شارژ می‌کند و ذهن از همان لحظه با یادآوریهای مکرر آن تلاش می‌کند تا این

1. Graham, R. B.
2. Yerkes-Dodson Law
3. Bleuler, E.
4. differential

انرژی اضافی را تخلیه کند. هر بار تکرار یک خاطره، به خصوص در زمانهای نزدیک‌تر به رویداد، باید به معنای یکبار کاهش انرژی الکتریکی مسیر عصبی فعال شده تلقی شود. این کار تا جایی تکرار می‌شود که انرژی مسیر عصبی به حد آستانه فراموشی برسد. در واقع به بیان میلان کوندرا[1] (۱۹۹۲/۱۳۷۷) :

به یاد آوردن، کمیت منفی [یا معکوس] فراموشی نیست. به یاد آوردن نوعی فراموشی است.

به این ترتیب احتمالاً منحنی کاهش تکرارها باید چیزی شبیه به منحنی تخلیه انرژی الکتریکی یک خازن باشد. بنا براین به نکته جالبتری دست پیدا می‌کنیم :

اگر بتوان انرژی الکتریکی یک مسیر عصبی را اندازه گرفت و از طرفی حد آستانه فراموشی را برای هر شخص به طور متوسط به دست آورد، آنگاه با اندازه‌گیری انرژی الکتریکی مسیرهای عصبی مختلف می‌توان پی برد که آیا آن مسیر به یک خاطره فراموش شده مربوط است یا خیر.

الزهایمر

روان‌گسیختگی و الزهایمر، هر دو به عنوان نابهنجاریهای مغز شناخته می‌شوند. به نظر می‌رسد فرایند تکرار خاطره‌ها در بیماری الزهایمر نیز از طریق این مدل قابل توجیه است. در واقع مغز بیمار، مسیرهای فراموش شده را در سطحی از انرژی نگه می‌دارد که بالاتر از آستانه فراموشی است و مکانیزمی باید وجود داشته باشد که مرتباً این خازن را شارژ می‌کند. هر خاطره (معمولاً دردناک) آنقدر تکرار می‌شود تا انرژی مسیر عصبی به پایین‌تر از حد آستانه فراموشی برسد ولی یک فرایند دیگر با یک تأخیر زمانی مجدداً انرژی آن مسیر را افزایش می‌دهد و موجب تکرار آن می‌شود. این فرایند معمولاً در طی زمان سرعت می‌گیرد و براساس وخامت حال بیمار تا جایی پیش می‌رود که به زوال مغزی بیمار می‌انجامد. باید توجه داشت که در اینجا عمدتاً مسیر عصبی فراموش شده در مد نظر است نه مسیر بازسازی شده. به عبارت دیگر در آغاز پیشرفت بیماری با خاطره‌های بازسازی شده و در مراحل بعد با خاطره‌های فراموش شده روبه‌رو هستیم. زیرا بیمار معمولاً خاطره‌هایی را به یاد می‌آورد که سالهای طولانی به فراموشی سپرده شده بودند. پرخاشگری بیمار، از دست‌دادن مهار عقلی، سپردن خود به جریانهای طوفانی عاطفی و همچنین به خاطر آوردن خاطره‌های دردناک نشان‌دهنده آن است که آنچه بیمار به یاد می‌آورد یک یا چند خاطره فراموش شده است.

با این حال مشاهده شده است که گاهی بیمار در اوایل ابتلا به الزهایمر، خاطره‌های خوشی را نیز به یاد می‌آورد. مانند خاطره یک سفر به یاد ماندنی با همسر، تولد اولین فرزند و غیره. این فرایند شاید به خاطره‌های بازسازی شده باز گردد. یعنی بیمار خاطره‌ای را به یاد می‌آورد که خود آن را ساخته است و هرگز به شکلی که تعریف می‌کند اتفاق نیفتاده است. شاید یکی از دلایل اینکه برای کاهش احتمال ابتلا به بیماری الزهایمر توصیه می‌شود تا به فعالیتهای مغزی از ابتدای نوجوانی پرداخته شود، این است که سیستم عصبی با افزایش شمار مسیرهای عصبی جدید می‌تواند براساس مدلهای پرکولاسیون[2] (صافی‌سازی)، از احتمال فعال‌شدن مسیرهای عصبی فراموش شده بکاهد.

در عین حال می‌دانیم که الزهایمر با نابودی سلولهای عصبی و در نتیجه نابودی مسیرهای عصبی همراه است. بنابراین، احتمالاً یک مدل پرکولاسیون نیز در اینجا وجود دارد : فرایند حذف تصادفی سلولهای عصبی تا آنجا ادامه می‌یابد که دیگر هیچ مسیر عصبی پیوسته‌ای باقی نمی‌ماند و می‌توان آستانه پرکولاسیون را با آستانه فراموشی مرتبط دانست. این که آیا این دو آستانه مشابه‌اند یا به گونه‌ای با یکدیگر مرتبط می‌شوند، نیازمند پژوهشهای متعدد است.

بحث و نتیجه‌گیری

براساس تلفیق دو مدل تابع لوجیستیک و انتگرال کورلیشن با یکدیگر می‌توان به معنای روشن‌تری دست یافت.

۱. به طورکلی یک سیستم هنگامی قادر به انجام کار

1. Kundera, M.
2. Percolation

است که از تعادل خارج شود (برتالنفی[1]، ۱۳۶۶/ ۱۹۶۸). بنابراین، ارگانیزم نیز به عنوان یک سیستم، ضمن تلاش برای دستیابی به یک تعادل پویا با محیط، مجبور است پس از رسیدن به آن، از تعادل خارج شود. با توجه به مدل تابع لوجیستیک می‌توان گفت که در هر مرحله از گردش این تابع، یک چرخه تعادل‌جویی و خارج شدن از تعادل وجود دارد که از طریق آن ارگانیزم خود را با محیط بیرون سازش می‌دهد. این سازش مستلزم انجام کار است و خارج‌ـ شدن از تعادل مجدداً سازش با محیط را مخدوش می‌کند و ارگانیزم می‌بایست در یک مرحله جدید از تعادل قرار گیرد و سپس مجدداً از تعادل خارج شود تا به سازش جدیدتر با محیط دست یابد. تمام این فرایند به این دلیل انجام می‌شود که شرایط بیرون از ارگانیزم نیز دائماً در حال تغییر است و این با آنچه که ملاصدرا آن را حرکت جوهری نامیده است، کاملاً انطباق دارد.

۲. خاطره‌ها توسط انتگرال کورلیشن با یکدیگر مقایسه می‌شوند و به این ترتیب مغز از نگهداری خاطره‌های مشابه از طریق ایجاد دو یا چند مسیر عصبی مختلف برای یک خاطره خاص پرهیز می‌کند. لیکن این خاطره‌ها از طریق تابع لوجیستیک و در یک فرایند هشیار یا ناهشیار دائماً در حال تغییر هستند و وزن عاطفی آنها تغییر می‌کند. به این ترتیب خاطره‌های واقعی، خاطره‌های کاذب و یا فراموشی ایجاد می‌شود.

۳. انتگرال کورلیشن تنها نقش مقایسه مسیرهای عصبی را به عهده دارد و تابع لوجیستیک مسئول تغییر وزن عواطف و نهایتاً تحول شناختی و هشیاری است. به این ترتیب خاطره‌ها با تغییر وزن عناصر پایه (بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه) تثبیت یا بازسازی می‌شوند. بنابراین، یک خاطره جدید به معنای یک کد جدید است و خاطره بازسازی شده مبین تغییر کد شناسایی یک مسیر عصبی است که انتگرال کورلیشن به آن به عنوان یک مسیر تازه می‌نگرد. بنابراین، خـاطره‌های جدیدتر را با خاطره بازسازی شـده یا خاطره‌های بدون سابقه قبلی می‌سنجد. در واقع مغز خاطره‌های فراموش شده را از مسیر مقایسه توسط انتگرال کورلیشن، کنار می‌گذارد.

۴. در شرایطی که وزن عاطفی یک خاطره فراموش شده اصلاح می‌شود و می‌تواند از صافی تداعی‌کننده مغز عبور کند، انتگرال کورلیشن نیز آن را به عنوان یک مسیر تازه می‌شناسد و خاطره‌های جدیدتر را با آن مقایسه می‌کند. این عمل در زمان خواب، احتمالاً در حافظه کوتاه‌مدت انجام می‌گیرد و به همین دلیل تنها بخشهایی از یک رؤیا به عنوان یک مسیر جدید عصبی به حافظه بلندمدت سپرده می‌شوند که وزن عاطفی بیشتری دارند و سایر بخشها همراه با بیداری از حافظه پاک می‌شوند. تجربه‌های روز قبل از هر رؤیا به معنای افزایش وزن عاطفی خاطره‌های نهفته است که در خواب امکان عبور از صافی تداعی‌کننده مغز را می‌یابند. این امر نشان می‌دهد که احتمالاً این فرایند در حافظه کوتاه‌مدت در حال انجام است.

۵. چند مفهوم نهفته در عبارتهای پیاژه و اریکسن را می‌توان از طریق تابع لوجیستیک با یکدیگر ارتباط داد. یعنی وابستگی خاطره‌ها به گذشته، بازسازی خاطره‌ها و ساخت‌بندی مداوم آنها در خلال فرایند تحول و نقش وزنی عواطف در شناخت با یکدیگر مرتبط‌اند. به عبارت دیگر، خاطره‌ها در هر مرحله از بازسازی، براساس شناختِ از آن رویداد ساخت‌بندی می‌شوند.

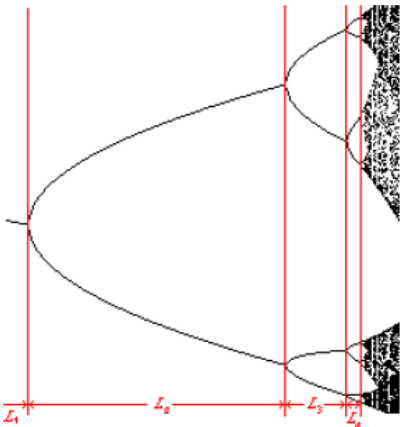
۶. اگر r_n را به عنوان مقدار پارامتری بگیریم که به ازای آن n امین شاخه‌شاخه شدن در منحنی تابع لوجیستیک ایجاد می‌شود، آنگاه :

$(r_n - r_{n-1})/(r_{n+1} - r_n) \rightarrow$ ۴.۶۶۹۲۰۱۶۶۰۹۱۰... وقتی که $n \rightarrow \infty$. می‌توان از خود پرسید که این عدد که به نام ثابت فیگن باوم[2] شناخته می‌شود، نشانه چیست؟ با یک نگاه اجمالی به شکل ۳ دیده می‌شود که فرایند شاخه‌شاخه شدن در منحنی لوجیستیک در فواصلی از محور r روی می‌دهند که در شکل با خطوط عمودی مشخص شده است. صورت و مخرج

1. Bertalanffy, L.

2. Feigenbaum's Constant

کسر در رابطه بالا به معنی طول هر یک از پاره خطهای مابین خطوط عمودی است. عدد فیگن باوم نه‌تنها در این منحنی بلکه در همه سیستمهای دینامیکی و هر جا که فرایند شاخه‌شاخه شدن وجود دارد، ظاهر می‌شود. حال با توجه به مدل عرضه شده از فرایند شناخت و تأثیر وزنی عواطف در آن، دیده می‌شود که شاخه‌شاخه شدنهای شناخت در نهایت با عدد فیگن باوم صورت می‌گیرد. معنـای روان‌شناسی این عدد برای ما روشن نیست، لیکن از آنجا که این عدد در موارد متعددی از علوم مانند تلاطم در جریان سیالات، نوسانهای الکترونیکی، واکنشهای شیمیایی و مواردی



$$\delta = \lim_{n \to \infty} \frac{L_n}{L_{n+1}} = ۴/۶۶۹۲۰۱۶۰۹۱$$

شکل ۳ : ثابت فیگن باوم و روش محاسبه آن در این شکل نشان داده شده است. این منحنی که از تکرار تابع لوجیستیک به دست می‌آید، عمل شاخه‌شاخه شدن را در بخشهای آشوبناک این منحنی نشان می‌دهد. خطوط عمودی نشان‌دهنده محل ایجاد شاخه‌ها در منحنی هستند. همانطور که به سمت راست پیش می‌رویم، بر تعداد شاخه‌ها افزوده می‌شود. با اینکه این اتفاق در بخشهای آشوبناک منحنی رخ می‌دهد، لیکن نظمی در آن وجود دارد که ثابت فیگن باوم آن را آشکار کرده است (ثابت فیگن باوم، ۲۰۰۷).

از این نوع ظاهر می‌شود، می‌توان حدس زد که یکی از ثابتهای جهانی مانند ثابت گرانش[1] یا ثابت پلانک[2] و یا اعداد شگفت‌آوری مانند نسبت طلایی[3] در هندسه اقلیدسی[4] است. یافتن معنای ثابت فیگن باوم در فرایندهای مربوط به شناخت هنوز نیازمند پژوهشهای متعدد است.

منابع

ایزوتسو، ت. (۱۳۸۱). *خلق مدام در عرفان ایرانی و آئین بودایی ذن*. ترجمه شیوا کاویانی. چاپ سوم، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، (تاریخ انتشار اثر اصلی ذکر نشده).

برتالنفی، ل. (۱۳۶۶). *نظریه عمومی سیستمها*. ترجمه کیومرث پریانی. نشر تندر. ۱۵۰-۱۴۹، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۶۸).

برنگیه، ژ. ک. (۱۳۷۵). *گفتگوهای آزاد با ژان پیاژه*. ترجمه دکتر محمود منصور و دکتر پریرخ دادستان. مؤسسه پژوهشی ابن‌سینا. چاپ دوم، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۷۷).

پیاژه، ژ. (۱۳۶۷). *ناهشیاری عاطفی و ناهشیاری شناختی*، در *دیدگاه پیاژه در گستره تحول روانی*. ترجمه : م. منصور و پ. دادستان، نشر ژرف (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۷۲).

پیاژه، ژ. و اینهلدر، ب. (۱۳۶۸). *روان‌شناسی کودک*. ترجمه دکتر زینت توفیق. چاپ سوم. نشر نی. ۲۹-۲۸، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۶۶)

صدرالمتالهین شیرازی (ملاصدرا) (۱۳۸۳). *اسفار اربعه*. ترجمه محمد خواجوی. چاپ دوم. انتشارات مولی.

فروید، ز. (۱۳۸۲). *تفسیر خواب*. ترجمه شیوا رویگریان. نشر مرکز. ۱۷۷-۱۷۶، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۰۰).

کوندرا ، م. (۱۳۷۷). *وصیت خیانت شده*. ترجمه فروغ پوریاوری. نشر و پژوهش فرزان روز، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۹۲).

گراهام، ر.، ب. (۱۳۸۰). *روان‌شناسی فیزیولوژیک*. ترجمه دکتر علی‌رضا رجایی و علی‌اکبر صارمی. انتشارات آستان قدس رضوی، (تاریخ انتشار اثر اصلی، ۱۹۹۰).

Anderson, C. (2002). Self-organization in relation to several similar concepts: are the boundaries to self-organization indistinct? *Biol. Bull.* 202 : 247–255. Retrieved March 25, 2007, from: http://www.isye.gatech.edu/~carl/papers/BoundariestoSO.pdf.

Clayton, K. (1997). *Basic concepts in nonlinear dynamics and chaos*. A workshop presented at the Society for Chaos Theory in Psychology and the Life

1. Gravity
2. Planck, M.
3. golden ration
4. Euclidian geometry

Map.html.

Smith, D. A. & Moore, C. L. (2001). World population growth, *Journal of on line mathematics and its application*, The Mathematica Application of America.

Sudakov, B. (2007). *Probabilistic Method*. Princeton University. Retrieved April 16, 2007, from: http://www.math.cmu.edu/~af1p/MAA2005/L3.pdf'.

Van Den Berg, D. (2007). *Discrete dynamical systems and the Logistic map.* Retereived April 16, 2007, from: http://pdl.brain.riken.go.jp/applications/picard/logisticmap.pdf

Sciences meeting, July 31, 1997 at Marquette University, Milwaukee, Wisconsin. Retrieved April 4, 2007, from: www.society forchaostheory.org/ chaosprimer.pdf

Feigenbaum Constant. *Math soft constants from the matcad library*. Retrieved May 5, 2007, from: http://mathcard.com//library/constants/fgnbaum.htm.

Hwei, P. H. (1984). *Applied fourier analysis*. Harcourt Brace Jovanovich College Outline Series. 121-122.

Logistic Map. (2007). Retrieved April 7, 2007, from : http://www.mathworld.wolfram.com/Logistic