



قنبری، حمیدرضا؛ مظاهری، مهرداد (۱۳۹۲). تبیین تحول نظام آموزش و پرورش در فرآیند آنتروپیک فازی. پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، ۳(۲)، ۱۷۲-۱۵۱.

## تبیین تحول نظام آموزش و پرورش در فرآیند آنتروپیک فازی

حمیدرضا قنبری<sup>۱</sup>، مهرداد مظاهری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۵

### چکیده

هدف اصلی این پژوهش، تبیین تحول نظام آموزش و پرورش با رویکرد سیستمی است. تحول در این نظام با نظر به فرآیند ترکیبی تحولی آنتروپیک (آنتروپی و نگانترویی) سیستم‌ها و رشد فازی مورد مطالعه قرار گرفت. از دیدگاه سیستمی، پدیده آنتروپیک «آنتروپی و نگانترویی» یک حالت یا قانون کلی در فرآیند تغییر و تحول سیستم‌ها می‌باشد که پیوسته سیستم‌ها را در تعادل و موازنه نگه می‌دارد. تحول نظام آموزش و پرورش در فرآیند «آنتروپیک فازی» بر مبنای مدل ریاضی تغییرات تدریجی و تحولی در یک سیستم شکل می‌گیرد. نتایج حاصل از این نگرش نوین به تحول بیانگر آن است که تحلیل و بررسی تحول نظام آموزش و پرورش در فرآیند آنتروپیک فازی مدلی بسیار انطباقی است که تقریباً را دقیق‌تر و ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل سازی می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** آنتروپی، نگانترویی، منطق فازی، تحول نظام آموزش و پرورش

<sup>۱</sup>. کارشناس ارشد روانشناسی عمومی دانشگاه سیستان و بلوچستان، abc.ghanbari@yahoo.com

<sup>۲</sup>. دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان.

## مقدمه

محیط پیرامون نظام‌های آموزشی به سرعت تغییر می‌کند و آهنگ تغییر، شتابان و روبه رشد است. بسیاری از تغییرات گریزناپذیرند و نظام‌ها و ساختارهای آموزشی نمی‌توانند گذشته را حفظ کنند و میل به تغییر<sup>۱</sup> به عنوان اصلی پایدار در آنها تجلی می‌یابد. به عنوان نمونه، پدیده جهانی شدن فرآیندی است که در تغییر نظام‌های آموزشی تأثیر داشته و به عنوان بستر محیطی در تغییر آن نظام‌ها نمایان می‌شود. بدیهی است که نظام‌های آموزشی نیز مانند دیگر نظام‌ها، خواه ناخواه تا حدودی متأثر از فرآیند تغییر هستند. بهبود<sup>۲</sup> نظام‌ها، فرآیندی برنامه ریزی شده و اصولی (نظامند) است که با بهره‌گیری از ارزش‌ها و اصول کاربردی در پی افزایش اثربخشی و کارایی فردی و گروهی در راستای تحقق هدف‌ها و آرمان‌های مبتنی بر فلسفه وجودی آن نظام‌های اجتماعی و فرهنگی و آموزشی می‌باشد (واندال و سسیل<sup>۳</sup>، ۱۹۳۵).

چنانچه بخواهیم نظام آموزش و پرورش را به صورت یک کل یگانه و پویا درک کنیم، با دشواری مواجه خواهیم شد. اغلب تحقیقات، اجزایی از نظام آموزش را در مرکز توجه قرار می‌دهند و هر یک با نظر به رویکردهای نظری، بر کانون‌های ویژه‌ای تمرکز می‌کنند. برای اینکه بتوان تصویری کلی از نظام آموزش و پرورش به دست آورد، لازم است آن را به صورت یک نظام تعریف و توصیف کرد. مفهوم پردازی یک نظام کلی، روابط و کنش‌های متقابل اجزای گوناگون آن را در چارچوب یک مدل میسر می‌سازد، یک چارچوب مفهومی که در آن می‌توان ویژگی‌های مشترک بسیاری از محیط‌های آموزشی را ملاحظه کرد. نظام یا سیستم<sup>۴</sup> مجموعه‌ای از اجزاء و اعضاء است که در تعامل با یکدیگرند و هر یک دارای هدف و کارکرد مشخص بوده ولی در کل در پی تأمین هدف کل نظام می‌باشند (عباس زادگان، ۱۳۸۹). در این مجموعه یکی از اعضاء یا زیرنظام‌ها<sup>۵</sup>، زیرنظام اصلی بوده که دیگر زیرنظام‌ها بر محور آن مهندسی و ساماندهی می‌شوند. کارکرد اصلی نظام با کارکرد زیرنظام محوری کاملاً پیوند خورده و همگونی زیادی دارد. به واقع، زیرنظام محوری، قلب نظام است. سلامت و کارکرد مناسب آن لازمه سلامت و کارکرد مناسب دیگر زیرنظام‌ها خواهد بود (ناظمی، ۱۳۸۸).

نظام آموزش و پرورش را نمی‌توان محدود به یک دستگاه و وزارتخانه دانست. حتی اعتبار کردن نظام آموزش و پرورش به یک وزارتخانه با همین عنوان قرین صحت نبوده و ابهام‌زایی می‌کند. نظام آموزش و پرورش به صورت عام همه ساختارهایی را که کارکردی مرتبط با حوزه آموزش و پرورش

<sup>۱</sup> . chang

<sup>۲</sup> . development

<sup>۳</sup> . Vandal & Cecil

<sup>۴</sup> . system

<sup>۵</sup> . sub systems

انسان‌های جامعه دارند، از قبیل دستگاه‌ها، وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، نهادها، مؤسسات و مراکز آموزشی و پژوهشی و تبلیغی دولتی و غیر دولتی، رسمی و غیر رسمی و دینی و مذهبی در هر یک از مقاطع آموزشی را در برمی‌گیرد که خود می‌تواند شامل زیرنظام‌های پیچیده و با کارکردهای مختلف در راستای پیشبرد هدف‌ها و آرمان‌های جوامع مبتنی بر فلسفه تعلیم و تربیت منوط بر آن جامعه باشد.

در ترسیم نظام آموزش و پرورش مبتنی بر رویکرد سیستمی با مفهومی‌هایی مانند درونداد<sup>۱</sup>، برونداد<sup>۲</sup> و بازخورد<sup>۳</sup> مواجه می‌شویم. نظام‌ها در رویکرد سیستمی<sup>۴</sup> از محیط خود اطلاعات، مواد، افکار تازه، منابع مالی و افرادی برای اشتغال در آن را به صورت درونداد دریافت می‌کنند. به علاوه، افرادی که در سازمان کار می‌کنند، به سایر نظام‌ها از قبیل خانواده‌ها و گروه‌ها در محیط تعلق دارند. بعضی از دروندادهای محیطی برای بقای سازمان حیاتی و اجباری‌اند و بعضی دیگر چندان اهمیت یا فوریت ندارند. حاصل کار نظام یا سازمان که در اشکال مختلف به محیط بر می‌گردد، برونداد نامیده می‌شود، مثل کار تکمیل شده یک تحقیق به صورت یافته‌های آن، دانش آموختگان یک دانشگاه، افت تحصیلی و تولید اطلاعات یا فناوری جدید. معنای ساده بازخورد این است که سازمان با کسب اطلاعات درباره نتایج کار خود در فرایند فعالیت‌های خود تجدید نظر به عمل می‌آورد و با دریافت اطلاعات تازه از محیط، خود را با تغییرات و نیازمندی‌های محیط سازگار می‌سازد. به طور نمونه، مدیران یک سازمان وضعیت فعلی و نتایج کار را با هدف‌های مطلوب مقایسه کرده به اصلاحات لازم اقدام می‌کنند و یا با دریافت بازخورد از محیط تغییرات لازم را به عمل می‌آورند. در نظام آموزش و پرورش، دروندادها و بروندادها با یکدیگر در تعامل دائمی هستند و این امر بر پایه فلسفه وجودی آموزش و سیاست‌گذارهای درونی و بیرونی ادامه می‌یابد. لذا، نتایج حاصل از این فرآیند در اخذ بازخورد از آن قابل تأمل می‌باشد (شبکه ملی مدارس، ۱۳۹۲).

در تفکر سیستمی، نظام آموزش و پرورش حاصل تعامل بین اجزای آن است نه فعالیت جداگانه آنها. این ویژگی از خصوصیات شاخص هر نظام آموزشی است. درحالی‌که، در بررسی نظام‌های آموزشی وقتی آن را تجزیه می‌کنیم، ویژگی‌های مهم خود را از دست می‌دهد. بنابراین، نظام، یک کل است و با تحلیل قابل درک نیست. همچنین، روشی غیر از تحلیل برای درک رفتار ویژگی‌های یک نظام آموزشی ضروری است. ترکیب<sup>۵</sup> این نقص را جبران می‌کند و اساساً برای تفکر سیستمی یک موضوع کلیدی

<sup>۱</sup> . input system

<sup>۲</sup> . output system

<sup>۳</sup> . feed back

<sup>۴</sup> . system approach

<sup>۵</sup> . synthesis

است. در واقع، تحلیل و ترکیب مکمل هم هستند (شبکه ملی مدارس، ۱۳۹۲).  
در تفکر سیستمی نظام آموزشی اعتقاد بر این است که با بسط سیستم مورد بررسی، درک ما از آن افزایش می‌یابد و علاوه بر آن، به تعامل نظام با محیط و نیز تعامل کارکردی<sup>۱</sup> بین اجزای نظام توجه می‌شود. در تفکر سیستمی، سیستم‌ها به دو دسته باز<sup>۲</sup> و بسته<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند. حد غایی سیستم‌های بسته، سیستم منزوی است. در یک سیستم منزوی، مرزها کاملاً بسته و غیر قابل نفوذ می‌باشند و سیستم به طور کامل از محیط خود جداست. از این رو، یک سیستم زنده منزوی در طی زمان غیر قابل نگهداری می‌شود، زیرا مواد مورد نیاز مانند انرژی (غذا یا سوخت) به سیستم راه پیدا نمی‌کند. نظام‌های آموزشی به عنوان سیستم‌های باز در نظر گرفته می‌شوند و ماده، انرژی و اطلاعات به داخل آن راه پیدا می‌کند. اما باید در نظر داشت که بعضی سیستم‌ها به تناوب باز و بسته می‌شوند. یک سیستم آموزشی، انرژی و اطلاعاتی را که برای کارکرد صحیح خود لازم دارد وارد می‌کند، اما اجازه ورود انرژی و اطلاعات مغل را نمی‌دهد. لذا، در استفاده از لفظ «باز» برای این سیستم‌ها باید احتیاط کرد (ریتزر، ۲۰۰۵، ۳۱۰).

معنای ضمنی باز بودن سیستم این است که میان سازمان و محیط پیرامون آن، روابط و کنش و واکنش‌های متقابل وجود دارد. محیط نظام آموزشی شامل همه آن چیزهایی است که نسبت به آن خارجی بوده به گونه‌ای نظام را تحت تأثیر قرار می‌دهند. معمولاً محیط شامل تمام سیستم‌های پیرامونی است. لازم به ذکر است که در تبیین نظام‌های آموزشی مبتنی بر نگرش سیستمی به کلیه عناصر و اجزای آن به عنوان سیستم‌های باز که با محیط خود کنش متقابل دارند، توجه شده و با لحاظ نمودن ویژگی‌های محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی به کشف قانونمندی تحولات نظام آموزش و پرورش مبادرت می‌شود.

### تحول نظام آموزش و پرورش در رویکرد سیستمی

نظام هستی برپایه تغییر و تحول شکل گرفته و لحظه به لحظه تغییر در آن ساری و جاری است؛ سکون، مرگ و پایان است. از بارزترین ویژگی‌های عصر حاضر می‌توان به تغییر و تحولات شگرف و مداوم در طرز تفکر، ایدئولوژی، ارزش‌های اجتماعی، روش‌های انجام کار و بسیاری از پدیده‌های دیگر زندگی اشاره کرد. تغییر اجتناب ناپذیر است و باید به منظور ایجاد تحولات سازنده و موثر در سازمان‌ها آن را طراحی و مدیریت کرد. جهان امروز نیاز فزاینده به آن نوع راهبرهایی دارد که سازمان‌ها را به سمت

<sup>۱</sup> functional interaction

<sup>۲</sup> open system

<sup>۳</sup> close system

فعال کردن ظرفیت‌های خود و اندیشه درباره حل بحران‌ها و شرایط اضطراری محیطی رهنمون می‌سازد (رابینز، ۱۳۷۶).

در رویکرد سیستمی، نظام آموزش و پرورش به دلیل باز بودن و تعامل با محیط همواره نسبت به فرآیند تغییر واکنش نشان می‌دهد و در جهت ایجاد تحول و نوآوری به عنوان یک ساختار در تلاش دائمی است (آقایی فیشانی، ۱۳۷۷). تحول نظام آموزشی می‌تواند شامل فرایند ذوب شدن اندیشه‌ها، باورها و رفتارهای سنتی، تثبیت ارزش‌های نوین و استقرار نظام‌های جدید آموزشی و یا انطباق با آخرین پدیده‌های روز باشد. به عبارت دیگر، تحول در نظام آموزشی می‌تواند تخلیه<sup>۱</sup> به معنای خروج از باورهای ناصواب مدیریت آموزشی سنتی و تخلیه به معنای ورود به باورهای صواب مدیریت نوین آموزشی مبتنی بر معرفت عقلی و یا تخلیه ظهور خدمات، اجرا و عملی نمودن تصمیم‌های موفق با اولویت مصالح نظام آموزشی باشد (جلیل خانی، ۱۳۸۵).

نظام آموزشی را می‌توان «نظامی نوآور» دانست که نسبت به تغییر نیازمندی‌های آموزشی، تغییر مهارت‌های کارکردی و تغییرات جامعه واکنش نشان داده و با تجدیدنظر در شکل و نحوه تولید، خود را متحول می‌سازد. البته، «مورت<sup>۲</sup>» که برای نخستین بار تحقیقات گسترده‌ای در مورد فرایند تغییر انجام داده است، واژه تطبیق را به نوآوری ترجیح داده و نوآوری را قابلیت نظام‌ها در پاسخ‌گویی به نقش خود در جامعه تعریف می‌کند (شیرازی، ۱۳۷۳). طبق تعریف هنسن<sup>۳</sup>، تغییر در نظام آموزشی یک فرآیند تحول و دگرگونی است که در رفتارها، ساختارها، خط‌مشی‌ها، منظورها یا برون‌دادهای پاره‌ای از واحدهای نظام رخ می‌دهد (هنسن، ۳۳۰، ۱۳۷۰). با توجه به نزدیکی و مشابهت دو مفهوم نوآوری و تغییر در بسیاری از منابع و متون علمی، این دو واژه اغلب مترادف در نظر گرفته شده‌اند. پیتز دراکر نوآوری را یکی از هدف‌های هشتگانه سازمان می‌داند (سرمد، ۱۳۸۰، ۵۱). فایول<sup>۴</sup> تغییر و نوآوری را یکی از اصول چهارده‌گانه مدیریت معرفی می‌کند و الوین تافلر<sup>۵</sup> معتقد است محور موج سوم را خلاقیت و نوآوری تشکیل می‌دهد (آقایی فیشانی، ۱۳۷۷). دیدگاه برخی دیگر از نظریه‌پردازان مانند تافلر و شون<sup>۶</sup> (۱۹۷۱) و برگ کویست (۱۹۹۳) نیز حاکی از آن است که نظام‌های امروزی نمی‌توانند روند و سرعت تغییرات را

<sup>۱</sup> . evacuation

<sup>۲</sup> . Myrtle

<sup>۳</sup> . Hansen

<sup>۴</sup> . Fayol

<sup>۵</sup> . Toffler

<sup>۶</sup> . Shaun

متوقف سازند بلکه تنها می‌توانند تردیدها، نوسان‌ها و بی‌ثباتی‌ها را به فرصت‌هایی برای آموختن، تطابق و هم‌خوانی مطلوب تبدیل کنند (سنجری، ۱۳۷۹، ۴۲).

ضرورت تحول را علاوه بر عوامل تأثیرگذار آن می‌توان در بالندگی و بهبود نظام‌ها و بهبود کیفیت زندگی نیز یافت. عوامل به وجود آورنده تحول در نظام‌ها تحت فشار عوامل متعددی چون پیچیدگی وقایع، سرعت پیشرفت فناوری، افزایش رقابت چشمگیر در ارائه خدمات و تولیدات و نیاز طبیعی و درونی انسان‌ها در مجموعه نظام هستی قرار دارند. این عوامل نظام‌ها را در مقابل تغییر و تحول خلع سلاح نموده و آنان را وادار به پذیرش و برنامه‌ریزی جدی می‌کند (ناظمی، ۱۳۸۸).

اهداف تحول در نظام آموزشی باید با چیستی و چرایی روشن و شفاف، واقعی، قابل اندازه‌گیری در محدوده زمان، مدون و قابل انعطاف باشد که در قابل «فلسفه تعلیم و تربیت» تجلی می‌یابد. در اینجا این پرسش مطرح می‌شود که چرا نظام آموزشی نیازمند تحول است؟ این تحول چگونه و توسط چه کسانی انجام می‌شود؟ هدف آموزش و پرورش از تحول چیست؟ آیا تحول در آموزش و پرورش منطبق بر واقعیت‌های موجود است؟ و در چه فرایند زمانی اتفاق می‌افتد؟ توجه به نیاز درونی نظام آموزشی، زمینه ساز ضرورت تحول می‌شود. تغییر و تحول نمی‌تواند صرفاً تجویزی و با صدور دستورالعمل قابلیت اجرایی یابد. البته می‌توان با وضع قوانین و مقررات و ترسیم مسیر حرکت از طریق دستورالعمل‌ها زمینه حرکت قانونی تحول را هموار نمود که این شرط لازم است و نه کافی. پس چگونه می‌توان نسخه واحدی از تحول برای همه نظام‌ها تجویز نمود؟ هنر نظام‌های پیش‌رونده، تبدیل مشکلات به فرصت است، چرا که این نظام‌ها از مشکلات موجود در مسیر تحول استقبال کرده و آن‌ها را با دانش و درایت مدیریت به فرصت تبدیل می‌کنند. تحول نیازمند ایجاد فلسفه نظام آموزشی پویاست که ساختار نظام آموزشی را در جهت اعتلای آن پیش برد. تعبیرهای مختلف فلسفه آموزش و پرورش نظیر تواناسازی افراد برای انجام شغل، زیستن با خود و دیگران (مطهری، ۱۳۶۲) و آموزش شغل (کوهستانی، ۱۳۷۹) بر این نکته اشاره دارد که در هر نظام آموزشی موفق مهم‌ترین مسئله، انتخاب ارزش‌ها، هدف‌ها و فلسفه‌ای منسجم است. لذا، در رویکرد سیستمی به نظام آموزش و پرورش همواره فلسفه آموزشی با چالش‌ها و تهدیدهای مداوم از سوی محیط مواجه می‌باشد. از این رو، ضرورت‌هایی مانند تبدیل این تهدیدها به فرصت‌ها، شناسایی آسیب‌ها و تبدیل آن به قوت‌ها، تغییر در دانش، نگرش، باورها و اندیشه‌های نیروی انسانی در سازمان به عنوان مقدمه‌ای بر ایجاد تحول پایدار و مستمر تلقی می‌شوند که به صورت فرآیند دائمی در هر نظام آموزشی تجلی

می‌یابند. در این میان، موضوع «آنتروپی سیستم‌ها» در فرآیند تحول نظام آموزش و پرورش قابل بحث و نیازمند تأمل بیشتر می‌باشد.

### فرآیند آنتروپی در تحول نظام آموزش و پرورش

آنتروپی<sup>۱</sup> مفهومی است که در قرن نوزدهم در مطالعه سیستم‌های ترمودینامیکی توسط کلازیوس<sup>۲</sup> ابداع شد و موضوع قانون دوم ترمودینامیک قرار گرفت. مطابق قانون دوم ترمودینامیک در یک سیستم ترمودینامیکی منزوی<sup>۳</sup>، آنتروپی یا ثابت می‌ماند و یا به حداکثر میل می‌کند، اما نمی‌تواند کاهش پیدا کند. به این ترتیب در یک سیستم منزوی، بی‌نظمی بیشتر و بیشتر می‌شود تا آنتروپی به حداکثر خود برسد. این حالتی از افت یا از هم پاشیدگی خواهد بود، به طوری که انرژی لازم برای انجام کار وجود ندارد. از آنجا که در یک سیستم منزوی هیچ انرژی گرمایی نمی‌تواند اضافه شود، سیستم گرم‌تر نمی‌شود، بلکه در همان دما باقی می‌ماند یا سردتر می‌شود. در حالی که رفته رفته گرم‌تر می‌شود، آنتروپی افزایش پیدا می‌کند. حالت حداکثر آنتروپی، تعادل ترمودینامیک نامیده می‌شود. این حالت گاهی مرگ سیستم خوانده می‌شود. سیستم‌های ترمودینامیکی آن گونه که در طبیعت هستند، برگشت ناپذیرند؛ یعنی انرژی تنها از قسمت‌های گرم‌تر به قسمت‌های سردتر جریان پیدا می‌کند. در فیزیک، کار و آنتروپی رابطه عکس دارند. راه اصلی کاهش آنتروپی، انجام دادن کار از طریق مصرف انرژی آزاد است (عبدالله میرزایی و شاه محمدی، ۱۳۸۸). بعدها این مفهوم در رشته‌های مختلف فیزیک، شیمی، مهندسی، زیست‌شناسی، اقتصاد، انسان‌شناسی، نظریه سیستم‌ها، نظریه اطلاعات، روان‌درمانی، جامعه‌شناسی، برنامه‌ریزی شهری مورد استفاده قرار گرفت. آنتروپی در تمام سیستم‌های زنده و غیر زنده که انرژی آزاد برای انجام کار دارند، وجود دارد. علاوه بر ترمودینامیک، در فیزیک و نظریه اطلاعات معادله آماری آنتروپی توسط بولتزمن<sup>۴</sup> و شانون<sup>۵</sup> مطرح شد (منوری، ۱۳۹۱).

خارج از ترمودینامیک، برای آنتروپی تعریف‌های گوناگونی ارائه شده است. تعریف اصلی آنتروپی بی‌نظمی یا فروپاشی<sup>۶</sup> سیستم است. هرچند عبارت‌های دیگری مانند عدم قطعیت<sup>۷</sup> به خصوص در

<sup>۱</sup>. systems entropy

<sup>۲</sup>. entropy

<sup>۳</sup>. Clausius

<sup>۴</sup>. isolated

<sup>۵</sup>. Boltzmann

<sup>۶</sup>. Shannon

<sup>۷</sup>. dissipation

<sup>۸</sup>. uncertainty

زمینه ارتباطات، آمار، اطلاعات و ادبیات اجتماعی به کار رفته است. نقش اصلی آنتروپی، اندازه‌گیری وضعیت سیستم است. برای صورت بندی یک نظریه در مورد پیچیدگی جامعه نمی‌توان فقط بر مفهوم تعادل تکیه کرد. آنتروپی<sup>۱</sup> مفهومی است که در قرن نوزدهم در مطالعه سیستم‌های ترمودینامیکی به کار گرفته شد. بعدها در رشته‌های مختلف فیزیک، شیمی، مهندسی، زیست‌شناسی، اقتصاد، انسان‌شناسی، نظریه سیستم‌ها، نظریه اطلاعات، روان‌درمانی، جامعه‌شناسی، برنامه‌ریزی شهری مورد استفاده قرار گرفت. آنتروپی در تمام سیستم‌های زنده و غیرزنده که انرژی آزاد برای انجام کار دارند، وجود دارد. علاوه بر ترمودینامیک، در فیزیک و نظریه اطلاعات معادله آماری آنتروپی توسط بولتزمن<sup>۲</sup> و شانون<sup>۳</sup> مطرح شد (منوری، ۱۳۹۱). همواره بایستی در نظر داشت که برای شناخت یک نظام پیچیده نیاز به یک مدل کارآمد وجود دارد. این رو، یک مدل موفق بایستی (۱) متغیرهای کلان تحول نظام آموزش و پرورش و روابط بین آن‌ها را مشخص کند؛ (۲) علاوه بر مشخص کردن ویژگی‌های برجسته کل نظام آموزش و پرورش، مدل باید ویژگی‌های مهم فردی (متغیرهای خرد) را نشان دهد تا رفتار افراد در آن زمینه نظام آموزشی فهمیده شود؛ (۳) مدل باید نشان دهد که چگونه متغیرهای خرد و متغیرهای کلان با هم در ارتباط اند تا یک کل کارکردی را تشکیل دهند. به طور خلاصه، مدل باید مشکل خرد/کلان را در نظر بگیرد که در مسیر تحول نظام آموزشی یک مشکل بزرگ و حل نشده تحول‌شناسی در فلسفه آموزش و پرورش تلقی می‌شود؛ (۴) برای تحلیل تغییرات در طی زمان مناسب باشد؛ (۵) فشارها و بحران‌های داخل سیستم و همچنین عواملی که باعث به هم پیوستگی سیستم می‌شود و مواردی که بقا و کارکرد نظام آموزشی را تضمین می‌کند را شامل شود؛ (۶) نباید تنها بر هستی‌فیزیکی و مشاهده‌واقعیت تجربی تاکید کند و عوامل ذهنی هستی انسان را نادیده بگیرد؛ (۷) به قدر کافی انسانی باشد تا یک نظام آموزشی انسانی را مورد بررسی قرار دهد، صرف نظر از این که چقدر علمی باشد و بتواند تبیین و پیش‌بینی کند. مدلی که نظام آموزشی را در غیاب ارزش‌ها و فلسفه وجودی آن بررسی کند، شاید علمی باشد اما واقعی نخواهد بود.

آنتروپی به عنوان شاخص وضعیت (یا سطح) سیستم شناخته می‌شود و می‌تواند به عنوان روشی مهم برای تعریف و اندازه‌گیری قابلیت نگهداری<sup>۴</sup> قلمداد شود. آنتروپی تعریف‌های دقیق ریاضی و آماری دارد، اما می‌توان به طور تقریبی آن را به عنوان درجه‌ای از بی‌نظمی و ناپایداری و افت در سیستم تعریف کرد. اگر درجه بی‌نظمی بالا باشد، سیستم قابلیت نگهداری را از دست می‌دهد. اگر آنتروپی پایین

<sup>۱</sup> entropy

<sup>۲</sup> Boltzmann

<sup>۳</sup> Shannon

<sup>۴</sup> sustainability



باشد، نگهداری سیستم آسان تر است. تغییرات آنتروپی رابطه معکوسی با تغییرات انرژی آزاد دارد. به طوری که اگر انرژی برای انجام کار مصرف شود، آنتروپی پایین می آید و اگر هیچ انرژی در سیستم نباشد، سطح آنتروپی آن ثابت می ماند یا افزایش پیدا می کند (بیلی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱).

نظریه آنتروپی تحت نظریه عمومی سیستم‌ها<sup>۲</sup> مطرح می شود. نظریه عمومی سیستم‌ها به دنبال مدل سازی ویژگی‌ها و روابط مشترک میان همه سیستم‌ها صرف نظر از اجزای خاص آنها می باشد. بنابراین، نظام‌های اجتماعی و آموزشی می توانند از این منظر مورد مطالعه قرار بگیرند. به عنوان نمونه، در یک نظام آموزشی معمولاً افراد و گاهی اوقات گروه، سازمان و جامعه به عنوان اجزای نظام در نظر گرفته می شوند. سیستم‌هایی که اجزای آن عینیت تجربی داشته باشند مانند اعضای یک خانواده، سیستم واقعی خوانده می شوند. اما وقتی اجزای سیستم مفهوم‌ها، اصطلاح‌های نظری، متغیرها یا نمادهای انتزاعی باشند، به آن سیستم انتزاعی می گویند. مرز یک سیستم انتزاعی به صورت تجربی قابل تشخیص نیست. سیستم‌های واقعی در یک زمان-مکان واقعی قرار دارند، در حالی که سیستم‌های انتزاعی در یک فضای تحلیلی مانند فضای اجتماعی یا فضای روان شناختی قرار دارند (عبدالله میرزایی و شاه محمدی، ۱۳۸۸).

در اواخر قرن بیستم، آنتروپی به طور گسترده ای در حوزه علوم انسانی و نظام‌های اجتماعی مطرح شد. پیش از آن مدل‌های نظام‌های اجتماعی از مفهوم تعادل نظام‌های اجتماعی<sup>۳</sup> استفاده می کردند. در ترمودینامیک، تعادل وقتی اتفاق می افتد که آنتروپی حداکثر باشد، بنابراین تغییرات آنتروپی صفر می شود. آنتروپی وقتی به حداکثر می رسد که تمام انرژی سیستم هدر شده باشد، به طوری که برای انجام کار، انرژی باقی نمانده باشد و سیستم در حالت استراحت یا پایداری باشد. اگر تعادل وضعیتی باشد که در آن سیستم به مرگ خود می رسد، در مورد نظام‌های آموزشی به سختی قابل استفاده است. هرچند در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، اندیشمندان به رویکردهایی در نظریه سیستم‌ها علاقه مند بودند که به پایداری و یکپارچگی سیستم می پرداخت و تعادل مفهوم مناسبی به نظر می رسید. وقتی گفته می شود که یک نظام آموزشی در تعادل است به این معنی است که پایدار، یکپارچه و امن است. اگر پایداری آن مختل (مثلاً با تهاجم فرهنگی و جنگ نرم) شود، تعادل آن برای مدت کوتاهی به هم می خورد. بعد از آن نهاد‌های داخل نظام دوباره می توانند فعال شوند و تعادل سیستم بازیابی شود. این اندیشه که یک نظام در

<sup>۱</sup>. Bailey

<sup>۲</sup>. general systems theory (GST)

<sup>۳</sup>. social equilibrium

تعادل است و تأثیر اختلال‌ها کوتاه مدت خواهد بود، جاذبه زیادی برای بسیاری از نظریه‌پردازان آموزشی داشته است (بیلی، ۲۰۰۱).

فرآیند تولید و کاهش آنتروپی، فرآیندهای عمومی و لازم برای سیستم‌هایی (تمام سیستم‌های زنده و احتمالاً بسیاری از سیستم‌های غیر زنده) هستند که انرژی و اطلاعات را پردازش می‌کنند. بنابراین، آنتروپی، مفهوم اصلی تحلیل هر سیستمی است که از راه انرژی و اطلاعات ساخته شده و نگهداری می‌شود. صرف نظر از اینکه این سیستم‌ها فیزیکی (مانند ساختمان‌های بزرگ)، زیستی (مانند یک انسان)، اجتماعی (مانند بوروکراسی بزرگ) و آموزشی (نظام آموزش عالی) باشند، تحلیل آنتروپی در آنها یکسان است. در همه این موارد، سیستم تنها از راه صرف انرژی که با اطلاعات مناسب تنظیم شده است می‌تواند به درجه بالایی از پیچیدگی و سطح پایینی از آنتروپی برسد (ریتزر، ۲۰۰۵، ۳۱۵).

با توجه به زنده، باز و پویا بودن نظام آموزش و پرورش در تفکر سیستمی، فرآیند تحول در آن ناشی از میل درونی سیستم به ناپایداری است که در پدیده آنتروپی معنا می‌یابد. میل به بی‌نظمی در سیر تعامل محیطی نظام آموزشی و نیازمندی‌های درونی، پتانسیل تغییر و تحول را ایجاد می‌کند که همان آنتروپی است و تحول را در نظام آموزشی تحمیل می‌سازد.

### رقص آنتروپیک نظم و بی‌نظمی در تولید تحول

اغلب هنگام مطالعه مسائل مربوط به کنترل سیستم‌های پیچیده، اختلال‌های این نوع سیستم‌ها از حیث درجه نظم و سازمانشان مورد توجه قرار می‌گیرد. خاصیت اساسی هر سیستم سازمان یافته<sup>۱</sup> را در آن می‌دانند که کمابیش منظم<sup>۲</sup> باشد. نظام‌های آموزشی و فلسفه تعلیم و تربیت در سیر توسعه خود با مفهوم آنتروپی، نگانترویی<sup>۳</sup> و نظم و بی‌نظمی پیوند یافته است. هرچه بی‌نظمی بیشتر باشد، کارایی و اثربخشی در نظام آموزشی کمتر است. از این رو، کارایی و اثربخشی آموزشی در حاشیه آنتروپی و از حرکت‌های موزون نظم و بی‌نظمی حاصل می‌شود و نوآوری‌ها از دل چنین الگویی سر بر می‌آورد. حال، بایستی مد نظر داشت که غالب نظام‌های آموزشی از نوع باز بوده و در نوسان نظم و بی‌نظمی و یا آنتروپی و نگانترویی قرار دارند. آنتروپی این سیستم‌ها حاکی از تمایل سیستم‌ها به کهولت و بی‌نظمی است. سیستم‌های بسته به مرور زمان از هم گسیخته می‌شوند، زیرا انرژی یا داده جدید از محیط دریافت نمی‌کنند

<sup>۱</sup>. organized system

<sup>۲</sup>. ordered

<sup>۳</sup>. negentropy

و با گذشت زمان نظم درونی سیستم‌های بسته کاهش یافته و زمان منجر به فروپاشی ساختار منظم این نوع سیستم‌ها می‌شود. ولی سیستم‌های باز آنتروپی منفی یا نگانترویی دارند یعنی می‌توانند خود را ترمیم کرده با حفظ ساختار خود زنده بمانند و حتی با وارد کردن انرژی اضافی یعنی ورود انرژی بیش از صدور آن رشد می‌کند (منوری، ۱۳۹۱).

بنا بر نظریه عمومی سیستم‌ها، نظام‌های آموزشی باز به دلیل زنده و پویا بودن همواره در مواجهه با اختلال‌ها و آسیب‌ها قرار داشته و دارند، همچون کالبد انسانی که در معرض خطر انواع اختلال‌های ارگانیک قرار داشته و دچار انواع بیماری‌ها می‌شود و تلاش آن مرتفع ساختن آن اختلال می‌باشد. از این رو، اختلال جزء جدایی ناپذیر نظام‌های آموزشی پویاست و آنچه آنها را از هم تفکیک می‌کند، قدرت سازماندهی سیستم‌ها در مقابل نوسان‌های آنتروپی و نگانترویی یا رقص آنتروپیک<sup>۱</sup> است که از خود واکنش نشان می‌دهد. لذا، نظام آموزشی همواره در مواجهه با پدیده‌های اختلال (آنتروپی) توانایی حل آن را از خود به نمایش می‌گذارد. این امر بستگی به ساختار منسجم و پویایی این نظام‌ها در فرآیند جذب و یا دفع اختلال (نگانترویی) و کوشش جهت پایداری نظام آموزشی دارد. توسعه و تحول محصول زیربنایی قبض و بسط<sup>۲</sup> ساختار در نظام‌های آموزشی است که در فرآیند رقص آنتروپیک تجلی پیدا می‌کند. به عنوان مثال، تبادل‌های فرهنگی<sup>۳</sup> یکی از عوامل آنتروپی است که بر ساختارهای فرهنگی و ضرورت‌های آموزشی هر جامعه فشار وارد می‌کند و متناسب با ظرفیت ساماندهی فرهنگ‌های اجتماعی و آموزشی می‌تواند تأثیرگذار باشد. تبادل‌های فرهنگی در پدیده جهانی شدن دنیای امروز در سایه پیشرفت پدیده ارتباطات در ابعاد وسیع و با سرعتی دور از انتظار در حال گسترش است. لذا، به دنبال هرگونه تبادل فرهنگی، آنتروپی‌هایی در سطح آموزش جامعه ایجاد می‌شود که تنها فرهنگ‌ها و نظام‌های آموزشی قادر به سامان بخشیدن به آنها و رفع هرگونه اختلال<sup>۴</sup> و بی‌نظمی<sup>۵</sup> هستند. تلاش برای برگرداندن نظم از دست رفته، نظام آموزشی را متحول‌تر و سازنده‌تر می‌کند. اما چنانچه این نظام‌ها از توانایی لازم جهت برقراری تعادل برخوردار نباشد، مقدمات فروپاشی جوامع فراهم می‌شود. بنابراین، محور اولیه هرگونه تغییر و تحولی در نظام آموزشی جوامع قرار دارد آموزش و تحول آموزشی اساس توسعه آموزش است، زیرا یکی از قانونمندی‌های ثابت توسعه این است که توسعه هرگز بدون وقوع تحول آموزشی اتفاق نمی‌افتد و

<sup>۱</sup>. entropic dance

<sup>۲</sup>. extension

<sup>۳</sup>. cultural

<sup>۴</sup>. disorder

<sup>۵</sup>. chaos

توسعه آموزشی تنها در صورت ورود به ساختار اجتماعی-آموزشی، جایگاه حقیقی خود را می‌یابد و شرط ورود پدیده‌های توسعه آفرین به درون ساختارهای آموزشی یک جامعه یافتن جایگاهی مناسب در فرهنگ آن جامعه است. در غیر این صورت به یک پدیده ضد توسعه تبدیل می‌شود و اثرات سوئی به بار می‌آورد (ناظمی، ۱۳۸۸).

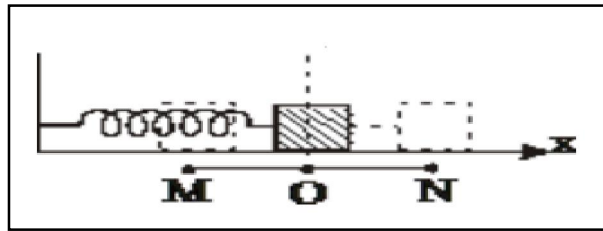
در بعد کارایی<sup>۱</sup> و اثربخشی<sup>۲</sup> نظام آموزشی نیز رقص آنتروپیک موثری در توسعه آموزش دارد و مواجه شدن نظام آموزش با اختلال‌ها و آسیب‌های آموزشی در جامعه منجر به کارآمدی آن می‌شود، زیرا جامعه برای عبور از تنش آموزشی وادار به تکاپو شده و با استفاده از پایگاه تجربیات و تصمیم‌گیری اقدام به واکنش می‌نماید که نتایجی را در پی خواهد داشت و این نتایج دارای بازخوردهای به فرآیند بوده و در بهبود آن بسیار موثر خواهد بود. بقاء و پایداری سیستم یا فروپاشی آن منوط به این واکنش‌ها می‌باشد. لذا، در مقابل فشارهای آنتروپیک هر چه سیستم با ثبات<sup>۳</sup> و دارای تعامل‌های پویا<sup>۴</sup> بیشتری باشد، واکنش‌ها منطقی‌تر و پایداری سیستم بیشتر خواهد بود. در حالی که، فشارهای<sup>۵</sup> آنتروپیک سیستم را بی‌ثبات نموده و در نهایت فروپاشی نظام یا آشفتنگی واکنش‌ها را موجب خواهد شد (رزنیک، واکر و هالیدی، ۱۹۹۷).

### مدل سازی ریاضی رقص آنتروپیک تحول در نظام آموزش و پرورش

در سیستم‌های طبیعی مبتنی بر معادلات فیزیک و ریاضیات، رقص آنتروپیک در گرایش به تعادل<sup>۶</sup> پایدار بیشتر نمایان و قابل ترسیم می‌باشد (رزنیک و همکاران، ۱۹۹۷). در این بخش، تلاش می‌شود تعادل در نظام آموزش و پرورش در فرآیند نوسان‌های تحول پایدار با نوسان‌ها و رقص آنتروپیک<sup>۷</sup> فنر و تمایل به تعادل آن شبیه سازی<sup>۸</sup> و به تصویر کشیده است. شکل (۱) تعادل آنتروپیک فنر را به تصویر کشیده است. در این تصویر، فنر تحت فشارهای آنتروپی از خود واکنش‌های نگانترپی نشان می‌دهد که همواره در جهت مخالف و برابر با آن می‌باشد. خروج از تعادل طبیعی فنر و تمایل به بازگشت به حالت اولیه، فنر را به تکاپو واداشته و واکنش بازگشتی ( $F^S$  نیروی فنر) ایجاد می‌کند که منجر به ایجاد نوسان در فنر می‌شود.

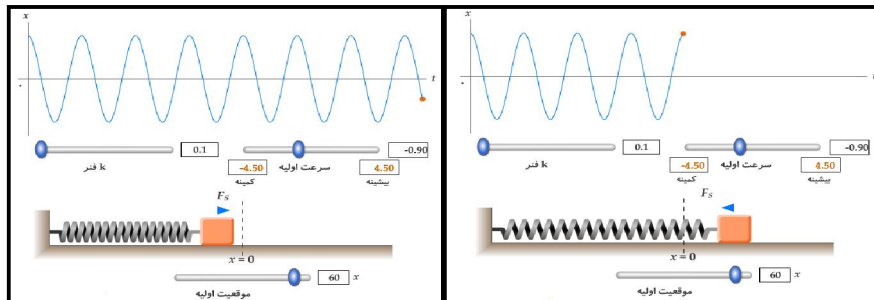
1. efficiency  
2. effectiveness  
3. stability  
4. dynamics  
5. pressures  
6. equilibrium  
7. spring  
8. simulation

شکل ۱: تعادل آنتروپیک فنر



این نوسان تعادل بین نیروی جنبشی و پتانسیل در فشردگی فنر است که به دلیل وجود میرایی<sup>۱</sup> گرایش پیدا می‌کند. وجود اصطکاک برای حفظ تعادل بسیار مفید بوده و برخلاف این باور که از آن در پدیده های فیزیکی همواره به عنوان نیروی مزاحم یاد می‌شود، اصطکاک در فرآیند رقص آنتروپیک نقش موثر و کلیدی را در تعادل ایفا می‌کند. در حرکت هماهنگ ساده، نوسان گر با دامنه ثابت نوسان می‌کند. زیرا، هیچ عاملی باعث اتلاف انرژی نمی‌شود. اما در واقعیت، همیشه اصطکاک و برخی عوامل اتلاف انرژی دیگر وجود دارند. در حضور عوامل اتلاف کننده انرژی، دامنه نوسان به مرور زمان کاهش می‌یابد و در این حالت دیگر حرکت هماهنگ ساده روی نمی‌دهد. به چنین حرکتی نوسانی میرا<sup>۲</sup> گفته و کاهش دامنه به عنوان میرایی شناخته می‌شود. رقص آنتروپیک فنر (گشودگی) و رقص آنتروپیک فنر (فشردگی) به ترتیب در سمت راست و چپ شکل (۲) نشان داده شده است.

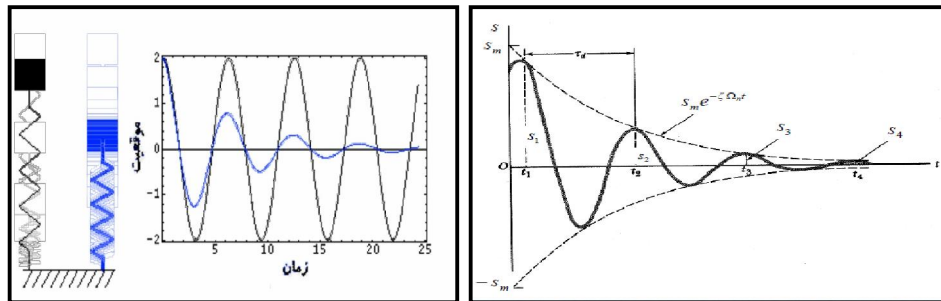
شکل ۲: رقص آنتروپیک فنر (گشودگی) و رقص آنتروپیک فنر (فشردگی)



<sup>1</sup>. friction  
<sup>2</sup>. attenuation  
<sup>3</sup>. damping

نمودار سینوسی در شکل تا زمانی ادامه دارد که  $\Delta x \rightarrow 0$  و این بدین معناست که فاصله طی شده از تعادل کم به حالت ایستایی<sup>۱</sup> می‌رسد و جسم از حرکت می‌افتد. در این حالت نمودار سینوسی به سمت خط راست نیل می‌کند. نتیجه این میل در شکل (۳) نشان داده شده است (رزینیک و همکاران، ۱۹۹۷).

شکل ۳: میرایی نمودار آنتروپیک



فتر در پدیده رقص آنتروپیکی به نوسان می‌افتد. تمایل به ایجاد تعادل در آن منجر به واکنش در سیستم می‌شود. به طوری که از طریق معادلات ریاضیات و فنی در کلیه نقاط حرکتی و نوسانی فتر قابل محاسبه است. لذا، به مرور زمان تعادل بر سیستم فتر حاکم می‌شود و در اصطلاح علم فیزیک «میرایی» نوسانات فتر شکل می‌گیرد. بر مبنای این مدل، تحول نظام آموزش و پرورش بدین گونه قابل تفسیر است که در فرآیند آنتروپیک تحول، بر اساس نیاز درونی سیستم و فشارهای محیطی بیرون از سیستم و در نتیجه باز بودن سیستم آموزش و پرورش، میل به توسعه و تغییر منجر به ایجاد رقص آنتروپیک در تحول می‌شود. نظام آموزشی با تأثیرپذیری از فرآیندهای تحول در تغییرات مستمر درون و بیرون از خود شکل می‌گیرد و میل آنتروپیک سیستم به پویایی باعث ایجاد نوسان در نظام آموزشی و نوسان نظم و بی نظمی می‌شود که همان تقابل آنتروپی و نگانترپی فرآیند تحول در نظام آموزش و پرورش است. برآیند این فرآیند منجر به تثبیت رقص آنتروپیک تحول نظام آموزشی می‌شود.

بنابراین، فشارهای آنتروپیک نظم و بی نظمی ناشی از عوامل درونی (فرهنگ‌های در حال تغییر جوامع، دگرگونی‌های اجتماعی و اقتصادی و تحولات علمی و فناوری) و بیرونی (ناکارآمدی روش‌ها و ضرورت تغییر و بهبود آنها، نیاز درونی به نوآوری، تغییر نگرش‌ها، ارتقاء خواسته‌های درونی، ورود تجهیزات نوین در سیستم، ضرورت ارتقاء آموزش عوامل انسانی، فرسایش‌های درون سیستمی و ضرورت

<sup>۱</sup>. statics

حذف آن، گردش پیوستار نیروی انسانی، تعارض‌ها و ناهماهنگی‌ها) نظام آموزش و پرورش و تأثیر متقابل آنها، میل سیستم را به ایجاد نوسان در مسیر تغییر و تحول فراهم می‌نماید. این امر می‌تواند متناسب با ضرورت‌ها و سیاست‌های کلان یک جامعه به درجه ای از تغییر نیل یابد. در این پیوستار، تحول همواره میرایی نوسان‌های نظام آموزشی در پرتو تلاطم هماهنگ‌نگ نظم و بی‌نظمی است. بر اساس قانون اول نیوتن<sup>۱</sup> عدم فشارهای درونی و بیرونی نظام آموزشی، میل به تعادل حالت اولیه را موجب می‌شود. وجود تعارض‌ها و فشارها مقدمه ای بر تغییر نظام آموزشی می‌شود که سیستم از خود نشان داده و برای ایجاد تعادل ثانویه تلاش می‌کند. هر چه فشارهای وارد بر نظام آموزشی بیشتر باشد، میزان واکنش آن نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان نمونه، فناوری و تجهیزات نوین فنی در نظام آموزش و پرورش فشاری بر سیستم وارد می‌کند که نیازمند اتخاذ تدبیرهای لازم جهت برنامه ریزی جامع در به روز رسانی نظام آموزشی با تهدیدها<sup>۲</sup>، فرصت‌ها<sup>۳</sup> و آسیب‌های این پدیده است. این پدیده به عنوان یک آنتروپی در نظام آموزش و پرورش محسوب شده و منجر به واکنش متولیان نظام آموزشی در سطح کلان و خانواده‌ها در سطح خرد خواهد شد. این امر را می‌توان نقطه آغازی برای تغییر در فرآیندهای تحولی نظام آموزش یا «نگانتروپی نظام آموزشی» دانست که مطابق تعبیر ارائه شده نوسانات فنی، از آن به عنوان «اثر فشار در هارمونیک تغییرات» یاد می‌شود.

از نظر اندازه، آنتروپی و نگانتروپی (آنتروپی منفی) دو برداری هستند که یکی با علامت (+) و دیگری با علامت (-) با اندازه واحد نشان داده می‌شود؛ مانند افزایش شتاب و کاهش شتاب در سرعت و یا سنگینی و سبکی در وزن. بر حسب آنتروپی هر نظام، میزان نظم یا بی‌نظمی قابل تعبیر است. همواره تحول در سازمان‌های غیر فعال فقط در جهت افزایش آنتروپی است. بنابراین، رشد علامت (+) آنتروپی سرآغاز شکل‌گیری تحول و افزایش بی‌نظمی است. اما در مورد سازمان «خودزا»<sup>۴</sup> به رغم کار بی‌وقفه ای که انجام می‌دهد، از آنتروپی منفی (-) به مثبت (+) میل نمی‌کند. تا زمانی که نظام دوام دارد، آنتروپی آن ثابت باقی می‌ماند، اما این تراز ثابت، مسئله تولیدی را که از ورای زایش دائمی ایجاد می‌شود از نظر پنهان می‌دارد (مورون، ۱۳۷۴). نمودار (۱) آنتروپی و نگانتروپی تحول در نظام آموزش و پرورش را نشان می‌دهد.

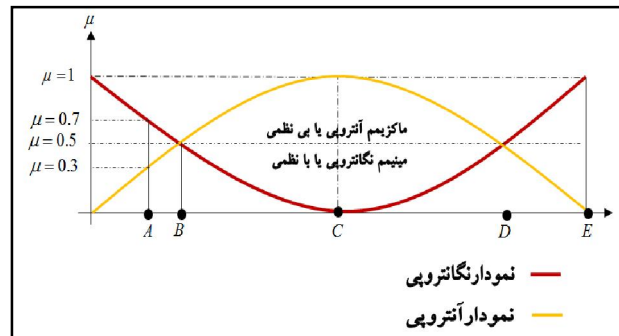
<sup>۱</sup>. Newton

<sup>۲</sup>. threats

<sup>۳</sup>. opportunity

<sup>۴</sup>. autogenetic

نمودار ۱: نمودار آنتروپی و نگانترویی تحول در نظام آموزش و پرورش



در معنای ایستایی، هر سازمانی را می‌توان یک جزیره آنتروپی منفی تلقی کرد که اگر به وسیله سازمانی فعال تغذیه نشود، در هر تبدیلی دچار فرسایش می‌شود. در رویکردی پویا، سازمان اگر توانایی سازمان دهنده‌گی فعال را داشته باشد، دارای آنتروپی منفی است که در تحلیل آخر مستلزم حلقه بازگشتی تولید خود هستند. بنابراین، مفهوم آنتروپی منفی، با این تعریف، وجه ترمودینامیک هر احیاء، تجدید سازمان، تولید و تولید مجدد سازمان است. این فرآیند از حلقه بازگشتی، چرخه ای و چرخشی نشئت و شکل می‌گیرد که بی وقفه از نو آغاز شده و به طور مداوم تمامیت یا ماشین هستی را می‌سازد. هرگاه در محدوده ایستای مقیاس بولتزمان و شانون باقی بمانیم نمی‌توان بعد فعال آنتروپی منفی را درک کرد. چنانچه بتوانیم آنتروپی نظام زنده ای را در زمان<sup>۱</sup> بسنجیم، چیزی جز تغییراتی که بر دو قطب آنتروپی نوسان می‌کند، مشاهده نمی‌شود. بنابراین، تراز آنتروپی ایستا صفر نیست، بلکه صفر مجموع دو فرایند متضاد مساوی یعنی ضد سازمان دهنده (آنتروپی مثبت) و دیگری سازمان دهنده مجدد (آنتروپی منفی) است (نشاط، ۱۳۸۵).

بر اساس نمودار آنتروپی و نگانترویی تحول در نظام آموزش و پرورش در نقطه C، نگانترویی (نظم) تحول در نظام آموزشی، حداقل مقدار و آنتروپی (بی نظمی) حداکثر مقدار را به خود اختصاص داده است. به بیان دیگر، زمانی که سیستم در اوج آنتروپی است، نگانترویی در حداقل مقدار خود قرار دارد (مقدار آنتروپی، یک و مقدار نگانترویی، صفر). این حالت در نگرش سیستمی به نظام آموزش و پرورش زمانی رخ می‌دهد که سطح کارآمدی نظام آموزشی در پایین‌ترین مقدار خود بوده و تمایل به تغییر و

<sup>۱</sup>. T



تحول در نظام آموزشی به بیشترین میزان خود رسیده باشد. در نقطه A میزان آنتروپی ۰/۳ و میزان نگانترویی ۰/۷ است که حاکی از آنتروپی پایین و نگانترویی و نظم و تعادل بالا می‌باشد. در نقطه های B و D مقدار آنتروپی و نگانترویی برابر صفر بوده است و این امر حاکی از وجود تعادل در سیستم آموزشی است. در این حالت نظام آموزشی از وضع موجود رضایت داشته و انگیزه ای برای تغییر در آن وجود ندارد.

### آنتروپی فازی در تحول نظام آموزش و پرورش

منطق فازی<sup>۱</sup> اولین بار در پی تنظیم نظریه مجموعه های فازی به وسیله پروفیسور لطفی زاده<sup>۲</sup> (۱۹۶۵ م) در عرصه محاسبات نو ظاهر شد. کلمه «فازی» به معنای غیر دقیق، نا واضح و مبهم است. در منطق فازی، ابهام در ماهیت علم مفروض است. بر خلاف برخی افراد که بر این باورند باید تقریب‌ها را دقیق تر کرد تا بهره‌وری افزایش یابد، پروفیسور زاده معتقد است که باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل سازی کند (کاسکو و بارت، ۱۳۸۰). برای مدل سازی ابهام، سیستم‌های فازی نقش کلیدی را ایفاء می‌کنند. این سیستم‌ها با تعریف‌های دقیق و مشخص اساساً بر پدیده های غیرقطعی و نامشخص تاکید نموده و آنها را توصیف می‌کنند. با این حال خود تئوری فازی یک تئوری دقیق است (وانگ، ۱۳۷۸).

صفت عدم قطعیت به صورت‌های گوناگون در همه زمینه‌ها و پدیده‌ها صرف نظر از روش شناسی مورد استفاده برای مطالعه، طراحی و کنترل پدیدار می‌شود. مفهوم‌های نادقیق بسیاری در پیرامون ما وجود دارند که به صورت روزمره آن‌ها در قالب عبارت‌های مختلف بیان می‌کنیم. به عنوان مثال، «هوا خوب است.» هیچ کمیتی برای خوب بودن هوا مطرح نیست تا آن را به طور دقیق اندازه گیری نماییم، بلکه این یک حس کیفی است. در واقع، مغز انسان با در نظر گرفتن عوامل گوناگون و بر پایه تفکر استنتاجی جمله‌ها را تعریف و ارزش گذاری می‌نماید که الگو بندی آن‌ها به زبان و فرمول‌های ریاضی اگر غیر ممکن نباشد، کاری بسیار پیچیده خواهد بود. منطق فازی فناوری جدیدی است که شیوه‌هایی را برای طراحی و مدل سازی یک سیستم نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد. (قاسمی، ۱۳۸۹).

<sup>۱</sup> . Fuzzy logic

<sup>۲</sup> . Zadeh

برای مقابله مؤثر با پیچیدگی روزافزون در بررسی، مطالعه، مدل‌سازی و حل مسائل جدید فیزیکی، مهندسی، پزشکی، زیست‌شناسی و بسیاری از امور گوناگون دیگر، طرح و ابداع روش‌های محاسباتی جدید مورد نیاز است که بیش از پیش به شیوه‌های تفکر و علم خود انسان نزدیک باشد. هدف اصلی این است که تا حد امکان، رایانه‌ها بتوانند مسائل و مشکلات بسیار پیچیده علمی را با همان سهولت و شیوایی بررسی و حل و فصل کنند که ذهن انسان قادر به ادراک و اخذ تصمیم‌های سریع و مناسب است. در جهان واقع، بسیاری از مفاهیم را آدمی به صورت فازی (به معنای غیر دقیق، ناواضح و مبهم) درک می‌کند و به کار می‌بندد. به عنوان نمونه، هر چند کلمه‌ها و مفاهیمی مانند گرم، سرد، بلند، کوتاه، پیر، جوان به عدد خاص و دقیقی اشاره ندارند، اما ذهن انسان با سرعت و با انعطاف پذیری شگفت‌آوری همه را می‌فهمد و در تصمیم‌ها و نتیجه‌گیری‌های خود به کار می‌گیرد. این در حالی است که ماشین فقط اعداد را می‌فهمد و اهل دقت است. هدف از شیوه‌های نو در علوم کامپیوتر این است که رمز و راز این گونه توانایی‌ها را از انسان بیاموزد و سپس آن‌ها را تا حد امکان به ماشین یاد بدهد (کاسکو و بارت، ۱۳۸۰).

قوانین علمی گذشته در فیزیک و مکانیک نیوتونی همه بر اساس منطق قدیم استوار شده‌اند. در منطق قدیم فقط دو حالت داریم؛ سفید و سیاه، بلی و خیر، روشن و تاریک، صفر و یک و درست و غلط. متغیرها در طبیعت یا در محاسبه‌ها بر دو نوع هستند؛ ارزش‌های کمی که می‌توان با یک عدد معین بیان نمود و ارزش‌های کیفی که بر اساس یک ویژگی بیان می‌شوند. این دو ارزش قابل تبدیل‌اند. به طور مثال، اگر قد افراد را با ارزش عددی (سانتی‌متر) اندازه‌گیری نماییم و افراد را به دسته‌های کوتاه قد و بلند قد تقسیم کنیم و در این دسته‌بندی، حد آستانه ۱۸۰ سانتی‌متر برای بلندی قد مدنظر باشد، در این صورت تمامی افراد زیر ۱۸۰ سانتی‌متر بر اساس منطق قدیم قد کوتاه‌اند. حتی اگر قد فرد ۱۷۹ سانتی‌متر باشد. ولی در مجموعه فازی هر یک از این صفت‌ها بر اساس تابع عضویت تعریف و بین صفر تا یک ارزش‌گذاری می‌شوند (کاسکو و بارت، ۱۳۸۰).

از آنجا که ذهن ما با منطق دیگری کارهایش را انجام می‌دهد و تصمیم می‌گیرد، برای شروع، ایجاد و ابداع نیاز به منطق‌های تازه و چند ارزشی دارد که منطق فازی یکی از آن‌هاست. در مدل‌بندی‌های مبتنی بر منطق فازی، مفاهیم به عنوان «متغیرهای زبانی» قابل تعریف هستند که میزان ارزش آنان بستگی به میزان تعلق به مجموعه ای فازی است. ارزش هر متغیر زبانی در ریاضیات فازی عددی بین صفر و یک است که در مجموعه فازی درجه عضویت نامیده می‌شود. به طور نمونه، ساعت ۹ صبح با درجه عضویت

۰/۸ به مجموعه فازی روز تعلق دارد و به تعبیری ساعت ۹ صبح با درجه ۰/۸ روز است و از روز کامل به میزان ۰/۲ فاصله دارد (روز کامل در این مجموعه فازی ساعت ۱۲ روز تعریف شده است) (طاهری، ۱۳۷۵).

پدیده آنتروپی فازی اندازه فازی شدگی تحول در یک نظام آموزشی در دامنه ای بین صفر و یک را بیان می کند (کاسکو و بارت، ۱۳۸۰). از این رو، به منظور تفسیر رقص آنتروپیک تحول در نظام آموزش و پرورش می توان از مفهوم فازی «درجه نظم یافتگی» دیدگاه نظریه اطلاعات شانون<sup>۱</sup> استفاده نمود (لویه، ۱۳۸۰). هنگام مطالعه مسائل مربوط به کنترل سیستم های پیچیده، اختلال های این نوع سیستم ها از حیث درجه نظم و سازمانشان مورد توجه قرار می گیرند و خاصیت اساسی هر سیستم سازمان یافته این است که کمابیش منظم است. تصور یک سیستم نامنظم تر از سیستم مولکول های متحرک در تعادل ترمودینامیکی امکان پذیر نیست. از این رو، مفهوم نظم از بعد آنتروپی یکی از سودمندترین مفاهیم سیستم های سازمان نایافته تلقی می شود که در آن مقدار آنتروپی  $H$  حداقل و برابر  $H_M$  باشد.

به عنوان مقیاسی از درجه نظم سیستم اندازه  $R$ ، میزان انحراف آن از حالت تعادل ترمودینامیکی را در نظر خواهیم گرفت و برای این منظور مفهوم «افزونگی» را که توسط شانون تعریف شده است به کار

$$R = 1 - \frac{H}{H_M} \quad 0 \leq R \leq 1 \quad \text{می بریم:}$$

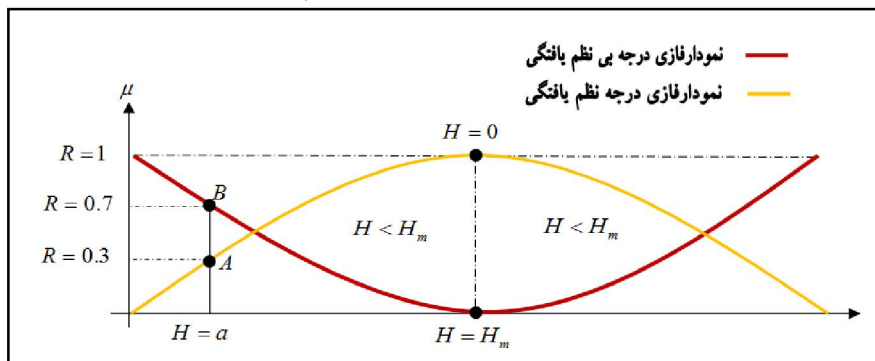
در این صورت، درجه نظم هر سیستم به وسیله اندازه  $R$  ارزیابی خواهد شد؛ این اندازه بین صفر و یک (مفهوم فازی) تغییر می کند.  $R$  مقدار «صفر» را به ازای سیستمی که در بی نظمی کامل به سر می برد و مقدار «یک» را به ازای سیستمی که از نظم مطلوبی برخوردار است، به خود می گیرد؛ سیستمی که حالت تمامی عناصر آن به روشنی تعیین شده و در نتیجه آنتروپی سیستم برابر با صفر است. اما، وجود یک نظم غیر صفر برای رده بندی سیستم به عنوان یک سیستم سازماندهی شده کافی نیست (نشاط، ۱۳۸۵).

با توجه به میزان درجه نظم و بی نظمی فرآیند تحول نظام آموزش و پرورش با استفاده از مقدار  $R$  می توان تعبیر «فازی» تحول را ترسیم نمود. شکل (۴) تعبیر فازی رقص آنتروپیک تحول نظام آموزش و پرورش را نشان می دهد. مفهوم «تحول» یک مفهوم فازی است که متناسب با فرآیند رقص آنتروپیک نظام آموزشی در نوسان است. زمانی که  $H=H_M$  باشد، به این معناست که نظم در حداقل مقدار خود ( $R=0$ ) در مجموعه فازی  $R$  می باشد و نظام آموزشی به شدت نیازمند تحول است. زمانی که  $H=0$  باشد، نظم در

<sup>۱</sup>. Shannon

حداکثر مقدار خود و آنتروپی در حداقل میزان است. در این حالت نظام آموزشی در تعادل و موازنه بوده و رضایت کامل از سیستم وجود دارد و هیچ تمایلی به تغییر و تحول در نظام آموزشی احساس نمی‌شود.

شکل ۴: تعبیر فازی رقص آنتروپیک تحول نظام آموزش و پرورش



به طور خلاصه، فازی برای فرآیند رقص آنتروپیک تحول در نظام آموزش و پرورش پیوستاری را ترسیم و با درجه بندی این پیوستار در بازه [۰ و ۱] مدلی ریاضی ارائه می‌دهد که در فرآیند فنی و مهندسی قابل اندازه‌گیری و محاسبه است (سیلورمن، ۱۹۷۷).

### نتیجه‌گیری

داروین معتقد است که «بقای هر نظام وابسته به شایسته بودن نیست، بلکه بستگی به انطباق پذیری با تغییر دارد». از این رو با توجه به آنچه بیان شد، می‌توان نتیجه گرفت که کارآمدی تغییر و تحول در یک نظام آموزش و پرورش وابسته به میزان انطباق پذیری آن نظام آموزشی در فرآیند آنتروپیک فازی است که همواره از ضرورت‌های هر سیستم در حال رشد محسوب می‌شود. در تبیین فرآیند فازی تحول بیان شد که تحول در حاشیه بی‌نظمی، در رقص آنتروپیک نظم و بی‌نظمی با قاعده‌مندی‌ها (تکنتر) و بی‌قاعده‌گی‌ها (یگانگی) شکل می‌گیرد؛ همه به هم می‌پیوندند تا نظم خاصی را با مفهوم خاص با برش منطق فازی پدید آورند. پیش از آنکه فرضیه آنتروپیک ارائه شود، همواره در مسیر تحول، نظم و بی‌نظمی را نقطه تقابل یکدیگر و بی‌نظمی را یک فاجعه به معنی عدم سازمان‌یافتگی و ناپایداری تلقی می‌شد. درحالی‌که با رویکرد فازی رابطه خطی میان بد و خوب، زشت و زیبا، نظم و بی‌نظمی تکامل می‌یابد و در فرآیند رقص آنتروپیک فازی است که تفاوت و گوناگونی به عنوان لازمه تحول در سیستم‌ها

پذیرفته می‌شود. سخن پایانی اینکه تحول در نظام آموزش و پرورش فرآیندی است که در رقص آنروپیک فازی تجلی می‌یابد و بر اساس این فرآیند نظام‌های آموزشی بر تحولات دیگر نظام‌های جامعه تأثیر می‌گذارند و توسعه یا افول جوامع را ترسیم می‌نمایند.

## منابع

- آقایی فیشانی، تیمور (۱۳۷۷). *خلاقیت و نوآوری در انسان‌ها و سازمان‌ها*. تهران: نشر ترمه.
- رایینز، استیفن (۱۳۷۶). *مدیریت رفتار سازمانی*. ترجمه علی پارسایان و سید محمد اعرابی، تهران: موسسه مطالعاتی و پژوهش‌های بازرگانی.
- رزنیک، رابرت؛ واکر، جری؛ هالیدی، دیوید (۱۳۹۰). *مبانی فیزیک هالیدی: مکانیک*. ترجمه علی رضا اکبرزاده، حمیدرضا امیراحمدی، نادر سیدریحانی و بهرام معلمی (ویراستار)، تهران: نشر گردون سپهر.
- ربر، آرتوراس (۱۳۹۰). *فرهنگ روانشناسی (توصیفی)*. ترجمه یوسف کریمی، هانس یانسن، محمدعلی اصغری مقدم و همکاران. تهران: رشد.
- سرمد، غلامعلی (۱۳۸۰). *روابط انسانی در سازمان‌های آموزشی*. تهران: انتشارات سمت.
- سنجری، احمدرضا (۱۳۷۶). آموزش عاملان تغییر؛ دو مدل ترکیبی از تئوری و عمل. *ماهنامه تدبیر*، شماره ۱۰۴.
- شبکه ملی مدارس (رشد) (۱۳۹۲). *رویکرد سیستمی آموزش و پرورش، اینترنت، سایت رشد، قابل بازیابی در سایت: <http://www.roshd.ir>*
- شیرازی، علی (۱۳۷۳). *مدیریت آموزشی*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- طاهری، سیدمحمود (۱۳۷۵). *آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- عباس زادگان، سیدمحمد (۱۳۸۹). *مکاتب و مبانی مدیریت*. تهران: شرکت سهامی انتشار.
- عبدالله میرزایی، رسول؛ شاه محمدی، معصومه (۱۳۸۸). *کنادوکاوی در مفهوم آنروپی*. تهران: نشر دانشگاه شهید رجایی.
- قاسمی، وحید (۱۳۸۹). *سیستم‌های استنباط فازی و پژوهش‌های اجتماعی*. تهران: انتشارات جامعه‌شناسان.
- کاسکو، بارت (۱۳۸۰). *تفکر فازی*. ترجمه علیرضا پورممتاز، علی اکبر غفاری صفت، عادل مقصودپور و جمشید قسیمی، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- کوهستانی، حسینعلی (۱۳۷۹). *انسان در مدیریت*. تهران: نشر شیوه.
- لویه، یان واندر (۱۳۸۰). *نظریه اطلاع*. ترجمه حسینعلی آذرنوش. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- مطهری، مرتضی (۱۳۶۲). *تعلیم و تربیت در اسلام*. تهران: انتشارات الزهرا.
- منوری، نوح (۱۳۹۱). *آنروپی جامعه*. ماهنامه اجتماعی، شماره ۵۵، ۸۳-۹۱.
- مورن، ادگار (۱۳۷۴). *طبیعت طبیعت*. ترجمه علی اسدی. تهران: سروش.
- ناظمی، مهدی (۱۳۸۸). *سیاست تحول در نظام آموزش و پرورش*. مجله راهبرد یاس، شماره ۱۸، ۲۴۴-۱۸، ۲۶۷.
- نشاط، نرگس (۱۳۸۵). *فلسفه رقص آنروپیک نظم و بی‌نظمی در تولید معنا*. مجله روانشناسی و علوم تربیتی، دوره ۳۶، شماره ۱۵۶، ۲-۱۴۱.

- نشاط، نرگس (۱۳۸۵). *آنتروپی، آنتروپی منفی و اطلاعات*. مجله کتابداری، شماره ۴۵، ۶۳-۷۶.
- واندال، فرنچ؛ سسیل، اچ. بل (۱۳۹۰). *مدیریت تحول در سازمان*. ترجمه سیدمهدی الوانی و حسن دانایی فرد، تهران: انتشارات صفار- اشراقی.
- وانگ، لی (۱۳۷۸). *سیستم‌های فازی و کنترل فازی*. ترجمه محمد تشنه لب، نیما صفارپور، داریوش افیونی، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
- هنسن، مارک (۱۳۸۲). *مدیریت آموزشی و رفتار سازمانی*. ترجمه محمدعلی نائی، اهواز: انتشارات دانشگاه شهید چمران.

- Bailey, K. (2001). Entropy systems theory. *Encyclopedia of life support systems*. UNESCO: in press.
- Ritzer, G. (2005). *Encyclopedia of social theory*. London: Sage Publication
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. New Jersey: Prentice Hall P T R.