

نظریه بی‌نظمی؛ منظری نو برای بررسی زبان

● آریتا افراشی

در این مختصر سعی شده تا امکان نگرشی دیگر به مطالعات زبانی مورد بررسی قرار گیرد. آنچه در این جا به عنوان «نظریه بی‌نظمی» معرفی می‌شود، ترجمه‌ای است از اصطلاح «chaos theory». همان طور که در بخش تاریخچه به آن اشاره خواهد شد، اندیشه چنین نظریه‌ای در حدود سال ۱۳۲۸ در غرب پدید آمد؛ تا جایی که نگارنده اطلاع دارد از حدود سال ۱۳۷۵ تلاش‌هایی در جهت بسط و بکارگیری این اندیشه در حوزه‌های مطالعات شناختی و نیز معماری در ایران صورت گرفته است. البته همه جا اصطلاح فوق به «نظریه آشوب» ترجمه شده، که اگر چه ظاهراً ترجمه بهتر و گویاتری به نظر می‌رسد ولی نگارنده «نظریه بی‌نظمی» را به جای آن برمی‌گزیند. این امر به دو دلیل صورت می‌گیرد؛ اولاً در واژه «آشوب» بار معنایی منفی‌ای وجود دارد که بر بکارگیری این نگرش تأثیر خواهد گذاشت؛ ثانیاً واژه آشوب از ویژگی‌های واژگانی‌ای برخوردار است که ساخت و اشتقاق سایر صورت‌های واژگانی مانند صفت و قید از آن را ناممکن می‌سازد.

۱. مقدمه

راحت‌ترین انتخاب، همیشه به مثابه بهترین انتخاب نیست. به اعتقاد من از زوایای مختلف زندگی روزمره گرفته تا پیچیده‌ترین اندیشه‌های فلسفی و نگرش‌های علمی یا فعالیت‌های هنری، می‌توان مصداقی برای این گفته یافت.

اگر نخواهیم ریشه اصلی تقلیل‌گرایی [reductionism] را همین سهولت در انتخاب در نظر بگیریم، شاید بتوان گفت که دست کم یکی از عوامل شکل‌دهنده به آن به شمار می‌آید. شیوه شناخت بیشتر علوم تا اواسط قرن بیستم، بر تقلیل‌گرایی استوار بود. به عبارت دیگر، این علوم شناخت یک کلیت را تا حد شناخت اجزای تشکیل‌دهنده آن تقلیل می‌دادند. در این تفکر هر کلیتی از اجزایی تشکیل شده که با کنار هم نهادن این اجزاء می‌توان کلیت مورد نظر را بازسازی کرد. تحقیق‌گرایی، انکار بروز ویژگی‌های جدید در کل، کاربرد منطقی مکانیکی دستگاه‌های مصنوعی برای حل مسائل مربوط به عملکردهای موجودات زنده و حیات اجتماعی، از مفاهیم اصلی این تفکر به شمار می‌آید.^(۸)

در این میان زبان‌شناسی نیز به کنار نبوده است. اتخاذ نگرش‌های تقلیل‌گرایی مانند دستور زایا [Generative Grammar] که آرمان‌گرایی

[idealization] از ویژگی‌های آنهاست، نمونه مناسبی از تقلیل‌گرایی در حوزه مطالعات زبانی به شمار می‌آید. نگرش‌های تقلیل‌گرا نوعی توان پیش‌بینی فراهم می‌آورند که سبب امنیت خاطر می‌شود. از این رهگذر، با شناخت اجزاء و ساز و کارها، به لحاظ نظری عملکردهای یک پدیده را می‌توان از قبل پیش‌بینی کرد، به ویژه این‌که انتظار می‌رود، این عملکردها در بافتی آرمانی و کنترل‌شده - هرچند غیرممکن - روی دهند.

البته نباید از نظر دور داشت که دیدگاه‌های نقش‌گرا [Functionalist] به زبان و به ویژه یکی از افراطی‌ترین گونه‌های آن به نام «دستور پیدایشی» [Emergent Grammar] نیز از جایگاه مستحکمی در مطالعات زبانی برخوردارند. در این رویکرد افزون بر این که نقش ارتباطی عمده‌ترین مشخصه زبان محسوب می‌شود، اعتقاد بر این است که «دستور» پدیده‌ای است مشروط و نه ثابت و پایدار، که نظامی از پیش تعیین شده و ملکه ذهن باشد، بلکه در بافت غیرزبانی و در کلام، پیدایش و تجلی می‌یابد. حامیان دستور پیدایشی، حتی مفاهیمی همچون جمله، اسم، فعل را به عنوان مفاهیم دستوری و نحوی ثابت، پایدار و مفروض‌وار پیش تعیین شده مورد شکل و تردید قرار داده‌اند و معتقدند که این مفاهیم در واقع بازتاب و تبلور خط‌مشی‌های ارتباطی و تشکیل کلام هستند که

مکرراً یکبار گرفته می‌شوند. (۵)

چنین تأکیدی بر نقش یک پدیده در مقابل صورتگرایی [Formalism] که بیش از سایر عوامل، در نتیجه تقلیل‌گرایی علمی به وجود می‌آید، ظاهراً طرح موفق‌تری از نقش و ماهیت پویای زبان به دست می‌دهد که بیچیدگی و غیرقابل پیش‌بینی بودن عملکرد زبان را می‌نمایاند. آن‌چه از این پس خواهد آمد، شاید بتواند به مثابه معرفی طرحی برای اتخاذ یک دیدگاه جدید به زبان در نظر گرفته شود. چنین به نظر می‌رسد که نظریه بی‌نظمی در توجیه «نظم ساختاری» و «بی‌نظمی نقشی» زبان قابلیت‌هایی دارد. اگر حلی سطوری که پس از این می‌آید، به دو مفهوم «فراکتال» و «جاذب لورنتس» توجه کنید، در می‌یابید که چگونه «فراکتال» می‌تواند مبین ساز و کار تکرار شونده و فراگیر در ساخت زبان باشد و مفهوم «جاذب لورنتس» نقشی غیرقابل پیش‌بینی را در حیطه قابل پیش‌بینی ساخت توجیه کند.

۲. نظریه بی‌نظمی (۲)

در نظریه «بی‌نظمی» هدف، توصیف این مسأله است که نتایجی بیچیده و غیرقابل پیش‌بینی از عملکرد سیستم‌هایی حاصل می‌شود که این سیستم‌ها به برخی شرایط اولی متکی‌اند. به نمونه‌ای از این مسأله در قالب «تأثیر پروانه‌ای» می‌توان دست یافت...

۲.۱. تاریخچه (۲)

مبدع حقیقی نظریه بی‌نظمی، یک متخصص هواشناسی به نام ادوارد لورنتس [E. Lorenz] به شمار می‌آید. از سال ۱۹۶۰، او به مسأله پیش‌بینی هوا توجه داشت. به این منظور، وی از یک سیستم کامپیوتری دارای مجموعه‌ای از دوازده معادله برای الگوسازی هوا استفاده می‌کرد. این سیستم به خودی خود، قادر به پیش‌بینی هوا نبود. ولی با این برنامه کامپیوتری به لحاظ نظری می‌شد وضعیت هوا را پیش‌بینی کرد.

وی روزی در ۱۹۶۱ او تصمیم گرفت تا یک عملیات محاسبه‌ای را مجدداً انجام دهد. به منظور صرفه‌جویی در وقت، او از میانه عملیات مورد نظر و نه از ابتدای آن، کارش را آغاز کرد. به این ترتیب که تعدادی از صفحات محاسبات را نادیده گرفت و دستگاه را روی تعداد باقیمانده تنظیم کرد. هنگامی که پس از یک ساعت بازگشت، عملیات مورد نظر به گونه متفاوتی به نتیجه رسیده بود، به جای الگوی قبلی، عملیات دچار انحراف شده و به گونه‌ای کاملاً متفاوت از الگوی اصلی خاتمه یافته بود. مسأله از این قرار بود که نتیجه محاسبات با دقت شش رقم اعشاری در حافظه

کامپیوتر حفظ شده بود. به منظور صرفه‌جویی در وقت، لورنتس فقط سه رقم اعشاری را وارد کرده بود. در نتیجه اصلی، ارقام عبارت بودند از ۰/۵۰۶۱۲۷، ولی او فقط سه رقم اول یعنی ۰/۵۰۶ را وارد کرده بود.

مطابق با دانسته‌های متعارف آن زمان، شیوه فوق می‌بایست عمل می‌کرد و او باید به نتیجه‌ای بسیار نزدیک به نتیجه اصلی دست می‌یافت. دانشمندی که به اندازه‌گیری با دقت سه رقم اعشاری دست یابد، نتیجه کارش مطلوب به شمار می‌آید. وی تردید ارقام چهارم و پنجم که به روش‌های منطقی به سختی به دست می‌آیند، تأثیر مهمی بر نتیجه آزمایش نخواهد داشت. لورنتس نادرستی این اندیشه را اثبات کرد، و این نتیجه به عنوان «تأثیر پروانه‌ای» شناخته شد. میزان اختلاف در نقاط آغازین دو منحنی حاصل از این اختلاف در محاسبه به حدی کم است که می‌توان آن را به لحظه پرزدن یک پروانه تشبیه کرد.

امروزه برخورد پره‌های یک پروانه، تغییری بسیار کوچک در وضعیت جو پدید می‌آورد. پس از یک دوره زمانی، عملکرد واقعی جو با آن‌چه می‌توانسته باشد، تفاوت خواهد داشت. بنابراین در یک ماه، گردبادی که می‌توانسته، منطقه ساحلی اندونزی را به کل تخریب کند، به وقوع نیویست. یا این که گردبادی غیرقابل وقوع، اتفاق افتاد.

این پدیده با عنوان نظریه بی‌نظمی، به مثابه وابستگی نزدیک به شرایط اولیه نیز شناخته می‌شود. به این ترتیب که تغییری بسیار کوچک در شرایط اولیه می‌تواند تغییر عظیمی در رفتار طولانی‌مدت یک سیستم به وجود آورد. چنین اختلاف اندکی در اندازه‌گیری، ممکن است در نتیجه نطفه در آزمایش یا پس‌زمینه یا بی‌وقتی تجهیزات به وجود آید. حتی در پیش‌زمینه‌ترین آزمایشگاه‌ها نیز نمی‌توان از این مسائل اجتناب کرد. با در نظر گرفتن عدد ۲ به عنوان نقطه آغازین، نتایج کاملاً متفاوتی نسبت به ۲/۰۰۰۰۰۱ به عنوان نقطه آغازین در همان سیستم حاصل شود.

بر این اساس، لورنتس مدعی شد که نمی‌توان وضعیت هوا را به دقت پیش‌بینی کرد. ولی چنین کشفی، لورنتس را به سوی سایر جنبه‌های آن‌چه بعدها نظریه بی‌نظمی خوانده شد، رهنمون گشت.

لورنتس بر آن شد تا سیستم ساده‌تری بیاید که وابستگی نزدیک‌تری به شرایط اولیه داشته باشد. اولین اکتشاف او بر دوازده معادله مبتنی بود. ولی او به دنبال گونه ساده‌تری بود که کماکان از همین ویژگی برخوردار باشد. لورنتس این معادلات را در مورد جریان همرفت بکار گرفت، حسو و زوائد آنها را حذف کرد و به صورت غیرواقعی این معادلات را ساده کرد. سیستم مورد نظر، دیگر با جریان‌های همرفت ارتباطی نداشت. ولی این سیستم به شرایط اولیه‌اش وابستگی نزدیکی داشت. در این صورت تعدد

معادلات به سه عدد تقلیل یافته بود. بعدها این مسأله کشف شد که سه معادله مذکور به دقت قادر به توصیف عملکرد چرخ آبی بودند.

در قسمت فوقانی، آب به آراس به درون محفظه‌هایی می‌چکد که روی لبهٔ چرخ نصب شده‌اند. محتویات هر محفظه نیز به آراس از یک حفرهٔ کوچک می‌چکد. اگر جریان آب کند باشد، محفظه‌های فوقانی هرگز یا سرعت لازم برای غلبه بر اصطکاک بر نخواهد شد، ولی چنان‌چه جریان آب سریع‌تر باشد، وزن آن چرخ را خواهد چرخاند. این چرخش می‌تواند تاوم یابد. اگر جریان آبی، آن قدر سریع باشد که محفظه‌های سنگین حول نقطهٔ بالایی و پایینی تاب بخورند، ممکن است حرکت چرخ ابتدا آهسته شود تا این که متوقف گردد، آن‌گاه جهت چرخش آن معکوس شود و ابتدا در یک جهت و سپس در جهت دیگری بچرخد.

ظاهراً معادلات معروف این سیستم نیز به نتایجی تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی خواهند انجامید. وقتی لورنتس نمودار این معادلات را ترسیم کرد نتیجه‌ای غافلگیرکننده به دست آمد. برون داد معامله، همواره روی یک منحنی سینوسی واقع خواهد شد. تا پیش از این، فقط دو نوع نظم شناخته شده بود: در وضعیت ثابت، متغیرها هیچ‌گاه تغییر نمی‌کنند و در رفتار دوره‌ای، سیستم به چرخه‌ای وارد می‌شود و تا بی‌نهایت خود را تکرار می‌کند. معادلات لورنتس از نظم معینی تبعیت می‌کنند و همواره یک منحنی سینوسی را به وجود می‌آورند. آنها هیچ‌گاه در یک نقطهٔ خاتمه نمی‌یابند، ولی از آنجا که تکرار نمی‌شوند، رفتاری دوره‌ای نیز ندارند. پس از ترسیم نمودارهای معادلات، او تصویر به دست آمده را «جاذب لورنتس» (Lorentz attractor) نام نهاد. در سال ۱۹۶۳، لورنتس مقاله‌ای دربارهٔ آن چه کشف کرده بود، منتشر کرد. در این مقاله، او به غیرقابل پیش‌بینی بودن وضعیت هوا پرداخت و انواع معادلاتش را که موجب این رفتار می‌شدند، مورد بررسی قرار داد. از آنجا که لورنتس متخصصی هواشناسی بود و سه فیزیک، با ریاض، متأسفانه تنها مجله‌ای که از بوالبست نفع‌اش و در آن منتشر کند، یک مجلهٔ هواشناسی بود. در نتیجه، کشفیات لورنتس تا سالیان بعد که از سوی دیگران مورد اکتشاف مجدد قرار گرفت، ناشناخته باقی ماند. لورنتس به حقیقتی تکان‌دهنده دست یافته بود ولی باید صبر می‌کرد تا دیگری او را کشف کند.

۲.۲. فراکتال (Fractal): الگویی ساختاری در نظریهٔ بی‌نظمی^(۱)

بدون تردید بررسی نقش و عملکرد یک پدیده نمی‌تواند بدون توجه به ساختار بیکرهٔ آن مورد توجه قرار گیرد. به عبارت دیگر، نقش، کیفیتی پویا و انزاعی است که به بیکرهٔ ملموس و قابل مشاهده نسبت داده می‌شود. در

«نظریه بی‌نظمی» الگوی ساختاری‌ای که پیکره پدیده قابل بررسی در این نظریه را به وجود می‌آورد، «فراکتال» نام دارد.

فراکتال شکلی هندسی است که در ساخت آن، بزرگنمایی یک عامل موجب بازتولید همان شکل اصلی می‌شود (۱). به عبارت دیگر هر شکل فراکتالی، صرف‌نظر از اندازه‌اش همواره همانند به نظر می‌رسد. اشیاء فراکتالی ویژگی‌های جالبی دارند. یکی از این ویژگی‌ها، تشابه به خود [self-similarity] - نام دارد. مثلث سیرپنسکی [Sierpinski - triangle] این ویژگی را می‌نمایاند. مثلث سیرپنسکی از چهار مثلث کوچک‌تر تشکیل شده که هر یک از آنها خود از چهار مثلث کوچک‌تر تشکیل شده‌اند و الی آخر. هر شیء فراکتالی، در مقیاس‌های متفاوت از ویژگی تشابه به خود برخوردار است. ویژگی دیگر این اشیاء فراکتالی، فقدان مقیاس معین است. شکل ابرها به خوبی این ویژگی را می‌نمایاند. در این ارتباط، صرف‌نظر از اندازه، ابرهایی از نوع یکسان، شبیه به نظر می‌رسند. سرخرگ‌ها، سیاهرگ‌ها، اعصاب، ساختار درخت مانند نای و نایزه نیز چنین سازمانی را می‌نمایاند.

با توجه به آن‌چه گفته شد، ظاهراً زبان نیز از ساختارهای فراکتالی تشکیل شده است. برای نمونه ویژگی تکرارپذیری [recursitiveness] نحوی در ساختی مانند: «حسن می‌خواهد که برود که درس بخواند که پیشرفت کند که مشهور شود که...» یا در ساختی مانند: «دختر خوب درسخوان زرتنگ خوش اخلاقی...»، از ویژگی تشابه به خود و فقدان مقیاس برخوردارند، زیرا با افزایش طول زنجیره، واحدهای نحوی یکسانی را می‌توان باز شناخت.

به لحاظ واج شناختی نیز هر زبانی، الگوی هجایی مشخصی دارد؛ برای نمونه هجا [syllable]های زبان فارسی سه نوع‌اند: cvc ، cv و cvec.

c نشانه واکه [consonant] مانند /p/، /b/، /t/، /d/ و v نشانه ' [Vowel] مانند /o/، /i/، /e/، /a/ است (۴). تمام واژه‌های رایج در زبان فارسی را می‌توان متشکل از این الگوها در نظر گرفت. حتی اگر واژه‌ای قرصی به زبان راه یابد، گویندگان زبان ناخودآگاهانه آن را با الگوهای هجایی زبانشان تطبیق می‌دهند. برای نمونه واژه lüstre با تلفظ /Auster/ از فرانسه به فارسی وارد شد. در تلفظ اصلی آن، الگوی هجایی این واژه cvec خواهد بود که با هیچ یک از الگوهای فارسی مطابقت ندارد. بنابراین گویندگان زبان، واژه lüstre را یا به صورت /Auster/ یعنی متشکل از cve / cvc تلفظ می‌کنند یا به صورت /Auster/ یعنی cvec. در هر صورت واژه‌ای را نمی‌توان یافت که مانند یک شیء فراکتالی، الگوی هجایی‌ای به جز الگوهای فوق داشته باشد.

بیدار

یکی از فرآیندهای واژه‌سازی به نام تکرار [reduplication] (۶) نیز چنین ویژگی‌ای را به خوبی می‌نمایاند. به جملات زیر توجه کنید:

نقش پس‌زمینه را چهارخانه چهارخانه نکش؛ راه راه بکش.

تند تند حرف نزن.

گل‌های روی پیراهنت، من را به یاد باغ می‌اندازد.

پاورچین پاورچین داخل اتاق شد.

تکرار کامل یک جزء واژگانی مانند موارد فوق یا تکرار ناقص یک جزء، مانند واژه‌های گل‌گلی، نق نقو و ناز نازی به ایجاد واژه‌ای جدید از رهگذر فرایند دوگان سازی می‌انجامد. نمونه‌های فوق، برخی از بی‌شمار اشکال فراکتالی در زبان را می‌نمایاند.

۲.۳. جاذب لورنتس [Lorentz attractor]:

الگوی نقشی در نظریه بی‌نظمی (۲)

در برخی شرایط، حرکت ذره در یک سیستم، نه در وضعیتی ثابت روی می‌دهد و نه در بی‌نهایت و عدم تعین؛ بلکه آن ذره در منطقه‌ای محدود ولی بی‌نظمی در حرکت است. مقصود از بی‌نظمی آن است که، اگر چه مکان ذره در جاذب واقع است ولی تنها به شیوه‌ای تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی می‌توان آن را باز یافت. به عبارت دیگر، در حالی که ذره حرکتی تصادفی دارد، از یک نظم عمیق‌تر تبعیت می‌کند و محدوده جاذب را ترک نمی‌کند. لورنتس از مکان یک ذره متحرک که تحت تأثیر نیروهای جوی قرار دارد، الگوسازی کرد و سیستمی از معادلات دیفرانسیل به دست آورد. پس از حل عددی این سیستم، او دریافت که ذره مورد نظر به صورت تصادفی و بی‌قانون حرکت می‌کند. اگر چه رفتار لحظه‌ای ذره بی‌نظم به نظر می‌رسد. در نهایت، الگوی جاذب از آن به دست آمد که امروزه به «جاذب لورنتس» معروف است.

واحدهای زبانی نیز اگرچه فقط در محدوده نقشی برقراری ارتباط قرار دارند، ولی به لحاظ کاربردی همیشه به صورت قابل پیش‌بینی عمل نمی‌کنند.

کنش‌های گفتاری غیرقابل مستقیم [indirect speech acts] (۷)، چنین پیش‌بینی‌ناپذیری در انتقال معنی را به خوبی می‌نمایاند.

برای نمونه، به صورت قابل پیش‌بینی کاربرد جمله «چقدر هوا گرم است»، صرفاً به منظور بیان یک خبر بکار می‌رود، ولی کاربرد همین جمله در معنی «برو پنجره را باز کن» یا این که «برو یک لیوان آب بیاور»، در یک بافت ویژه کاملاً غیر قابل پیش‌بینی عمل می‌کند.

همچنین در یکی از روابط معنایی به نام انتقال معنایی (۳) واحدهای

رذائی به سیوهای غیرقابل پیش‌بینی تغییر معنی پیدا می‌کند. برای نمونه به جداول زیر و به واژه‌ای که زپوش خط کشیده شده، توجه کنید:

پیر سر کوجه یکد تیشنه شیر بگیر.
برو سرت را کوتاه کن.

ظاهراً انتقال معنی «پیر» به «برو» و «سرت» به «سو» به شیوهای ناهنجاری صورت می‌گیرد، در حالی که با توجه به یافت، به سرعت می‌توان این انتقال را دریافت.

در دو قسمت بعدی نوشته حاضر به دو نمونه از پیامدهای عملی «نظریه بی‌نظمی» نخست در صنعت و بعد در ستاردنسانی اشاره خواهد شد.

۳. کاربرد نظریه بی‌نظمی^(۲)

۳.۱. ماشین‌های لباس‌شویی تابع بی‌نظمی

شرکت گلدستار [Goldstar] در سال ۱۹۹۳ اقدام به طراحی ماشین‌های لباس‌شویی تابع بی‌نظمی کرد. این تولید اولین اقدامی بود که بر بنیاد نظریه بی‌نظمی به وجود آمد. هدف این بود که ماشین‌های جدید لباس را تمیزتر بشویند و در آن چروک کمتری ایجاد کنند. عامل اصلی بی‌نظمی در این ماشین‌ها یک ضربان‌دهنده کوچک است که آب را هم می‌زند. این ضربان‌دهنده تحت تأثیر ضربان‌دهنده اصلی، به صورت تصادفی، تند و کند می‌شود.

۳.۲. بی‌نظمی در منظومه شمسی^(۳)

منجمین از دیرباز نظریه بی‌نظمی را بکار گرفته‌اند. آنها می‌دانند که نمی‌توان از اجزای این منظومه انتظار داشت که فعالیت‌هایی را به دقت ساعت انجام دهند. منجمین به برخی بی‌ثباتی‌هایی توجه دارند که در سراسر منظومه شمسی اتفاق می‌افتد. چنین بی‌ثباتی‌هایی در فواصل میان نوار ستارگان بین حویج و مشتری و یا گردش سیارات دیده می‌شود. این‌گونه که منجمین در نظر دارند، واژه بی‌نظمی یا آشوب، مؤید یک تغییر ناگهانی در برخی ویژگی‌های گردش یک شیء است. شیء که رفتاری بی‌نظم از خود نشان می‌دهد، ممکن است دارای کانون گردشی بی‌باشد که به صورت چرخه‌ای در محدوده‌ای خاص به مدت هزاران یا حتی میلیون سال تغییر می‌کند، ولی ناگهان الگوی تغییر آن متحول شود. در نتیجه، انفطاعی در تاریخچه آن شیء به وجود می‌آید، یعنی رفتار پیشین آن، دیگر کمک به پیش‌بینی رفتار طولانی‌مدت آن در آینده نخواهد کرد. منجمین، قرن‌ها حرکت منظومه شمسی را به ساعتی عظیم‌الجمله تشبیه می‌کردند که

کانون آن خورشید است، ولی آنجا دریافتند که مداخلاتشان هرگز به صورت واقعی حرکت سیارات را پیش‌بینی نمی‌کرد. این مسأله از یک سو به لحاظ نظری و از سوی دیگر به لحاظ عملی منشاء می‌گیرد.

منشاء نظری مسأله در نوشته‌های ریاضی‌دان فرانسوی، هنری پونکار [H. Poincaré] در آستانه چگونگی حرکت دو جرم آسمانی مانند زمین و ماه را حول کانون جاذبه مشترکشان پیش‌بینی می‌کنند و جرم جاذبی مانند سیاره‌های دیگر یا خورشید را معرفی می‌کنند نمی‌توان به راه‌حل تحلیلی معینی برای معادلات حرکت دست یافت.

این مسأله، پیش‌بینی تغییر طولانی‌مدت سیستم را غیرممکن می‌سازد. عمده چنین مشکلات عملی از محدودیت توان کامپیوتر نشأت می‌گیرد. ■

کتابنامه:

1. Parker, S.P. \ 1989 \ Mc Graw Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms \ New York \ Mc Graw Hill Book Company.
2. www literary \ advanced \ org
۳. افراشی، آزیتا / ۱۳۷۷ / نگاهی به مسأله انتقال معنایی. زبان و ادب / مجله دانشکده ادبیات فارسی و زبان‌های خارجی دانشگاه علامه طباطبائی / تهران / شماره پنجم / سال دوم
۴. ثمره، یداقه / ۱۳۷۴ / آواشناسی زبان فارسی، آواها و ساخت آوایی هجا / تهران / مرکز نشر دانشگاهی
۵. دبیر مقدم، محمد / ۱۳۷۸ / زبان‌شناسی نظری، پیدایش و تکوین دستور زایشی / تهران / انتشارات سخن
۶. شقایق، وینا / ۱۳۷۹ / فرایند تکرار در زبان فارسی. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس زبان‌شناسی نظری و کاربردی / به کوشش سیدعلی میومعادی / تهران / انتشارات دانشگاه علامه
۷. صفوی، کوروش / ۱۳۷۹ / درآمدی بر معنی‌شناسی / تهران / پژوهشگاه فرهنگ و هنر اسلامی
۸. مورن، ادگار / ۱۳۷۵ / زبانی نو برای اندیشیدن / مجله پیام یونسکو / شماره ۲۰۹ / فروردین