

دکتر محمد حسین رامشت

دانشگاه اصفهان

شماره مقاله: ۴۵۸

فازی در جغرافیا و سیستمهای طبیعی

Dr. M. H. Ramesht

University of Esfahan

Fuzzy in Geography and Natural Systems

The inability of scientific logic to solve some problems, is a fact that many researchers have reasoned out during their research. However the prevalence of scientific determinism in education and cultural centers have it prevented them from taking this problem seriously.

Some researchers have not dealt with in order to protect themselves against the accusation of metaphysic thinking and some others to show that their investigation are based on the scientific logic, though they don't believe it.

Natural science researchers and a few computer scientists, who study environmental system field, have been paying attention to this fact more than others. They have created a new literature for describing concepts that can not be understood using classical logic. 910

Designing a model for the stability of the banks of Karon River in Iran, this article tries to explain the inability of scientific logic and to prove the effectiveness of fuzzy logic, in geography.

مقدمه

دیدن جملاتی در لابلای نوشته‌های بزرگان عصر جدید چون:

"One day I learn that science was not true"

"For more than 2000 years, Western science has been based on Absolutes.

Things are black or white, alive or dead, all or nothing. As human beings we know the world is not really like this, that degrees exist between the extremes"

"An exciting alternative form of logic"

"Fuzzy logic is the cocaine of science"

همگی حکایت از یک واقعیت انکارناپذیر دارد و آن اینکه منطق علمی توانایی تحلیل بسیاری از مسائل بشر امروز را نداشته است. تفکر و منطق علمی که با نوشته‌های کانت در «خردناب»^۱ تدوین شد و بعد از او به صورت شگفت‌انگیزی حاکمیت مطلق خود را بر مجامع علمی و فرهنگی بویژه اروپا تحمیل نمود با دوران جدیدی روبروست. این عصر که از هم اکنون آغاز شده، انسان قرن بیست و یکم را شدیداً به نوعی بازنگری فرا می‌خواند. شاید اگر طرفداران و متعصبین طرز تفکر منطق علمی تا این حد این منطق را خلیل ناپذیر و تنها روش ارزیابی و تحلیل پدیده‌ها معرفی نمی‌کردند، امروز افق‌های جدیدتری بر بشر گشوده شده بود. علی‌رغم نوشته‌ها و مکتوبات زیادی که انیشتین را یک سرباز سرافراز منطق علمی معرفی می‌کنند او بزرگترین سؤال را برای منطق علمی پیش روی راسل و دوستانش قرار داد. وی با تدوین رابطه $E = MC^2$ نشان داد که دنیای ما تنها و تنها از ۱۱۴ عنصر تشکیل نشده و عملکرد سیستمها و رفتارها در این محیط تابعی از عامل دیگری نیز هست که مانند ۱۱۴ عنصر جدول مندلیف نمی‌توان برایش ماهیت مادی و عنصری تعریف نمود. به عبارت دیگر انرژی (E) همان عاملی است که در رفتار و مکانیسم و خصیصه پدیده‌ها نقش عمده دارد ولی ماهیت مادی ندارد. آنچه او تحت عنوان $E = MC^2$ نوشت یک معادله ریاضی مانند $۳ \times ۲ = ۶$ نبود بلکه بازبان

ریاضی به طرفداران منطق علمی فهماند، آن عاملی که وی بر او تأکید دارد هم MC^2 است و چون عالم محسوسات قابل درک بود لذا انیشتین با این بیان عنصر جدید را برای آنها تعریف نمود. اولین واکنش پوزیتیویسم در برابر این واقعیت دادن تعریف جدیدی برای سیستم بود.^۲

«سیستم عبارتست از دستگاهی که قادر به تبادل ماده و انرژی باشد.»

برتالنفی زیست‌شناس و استاد فلسفه دانشگاه میشیگان (۱۹۷۱ - ۱۹۰۱) از جمله کسان دیگری بود که انحصار دنیای عنصری فیزیکالیسم و پوزیتیویسم را با رد الزام اصل علیت در شناخت و کنترل پدیده‌ها شکست. وی عنصر غیرمادی دیگری را در رفتار و مکانیسم پدیده‌ها مؤثر می‌دانست و نام آن را «اطلاعات» گذارد اگرچه افکار وی با تمسخر طرفداران منطق علمی مواجه شد ولی کارهای پرارزش وی سبب شد تفکر سیستمی که نوعی معرفت‌شناسی جدید بود، جای خود را در میان محافل علمی باز کند.

او با این بینش سیستم را دستگاهی که قادر به تبادل ماده، انرژی و اطلاعات است تعریف کرد.^۳ اگرچه نقادی‌هایی که تا این زمان صورت گرفته بود بیشتر جنبه معرفت‌شناسی داشت ولی در سال ۱۹۶۵ یکی از محققین علوم کامپیوتر به نام لطفی زاده تئوری جدیدی را ارائه نمود که به فازی^۴ شهرت دارد. این تئوری برخلاف نقدهای قبلی، نقد اصولی بر منطق علمی^۵ است و در واقع پایه‌گذار منطق جدیدیست که به منطق فازی^۶ شهرت یافته است.

از همان ابتدا این نگرش با مخالفت شدید فیزیکالیسم و طرفداران پوزیتیویسم منطقی مواجه شد و برتراند راسل این تفکرات را مبهم^۷ و مهمل خواند.

لطفی زاده در سال ۱۹۶۸ اولین مقاله خود تحت عنوان دستگاه فازی^۸ را منتشر ساخت و هنگامی که در کنفرانس Bordeaux فرانسه (۱۹۷۲) در همین زمینه سخنرانی کرد کالمن^۹ فیزیکالیسم مشهور بر او تاخت و تفکرات وی را با سخت‌کوشان منطق علمی و مشاهدات تجربی

^۲ of Philosophy, Psychology and General Logic, 1981.

^{۱۳} C.P. Malinon

2-S. V, Hawking, *A Brief History of Time*, London, Newyork, Bantam, 1990.

3-Bertalanffy, Ludwiglou, *General System Theory*, 1972. 4- fuzzy 5- scientific logic

6- fuzzy logic 7-vague 8- fuzzy sets 9- Kalman

صغایر قلمداد نمود. لطفی زاده در برابر همه این بی مهری ها خندید و گفت من پوست کلفتی دارم^{۱۰}. علت اصلی نوشتن مقاله Fuzzy sets توسط زاده^{۱۱} بدان خاطر بود که وی مشاهده می کرد کلیه برنامه نویسان برنامه های کامپیوتری از منطق دوازده سیاه و سفید یا به عبارتی منطق علمی استفاده می کنند. حال آن که بسیاری از مسائل با این منطق قابل تجزیه و تحلیل نیست و تیزاب به دستگاه منطقی چند ارزشی بیش از پیش برای وی محسوس بود. وی اصطلاح فازی را به عمد و درست مقابل واژه Exact به مفهوم دقیق و صریح که به عنوان مهمترین ویژگی منطق علمی قلمداد می شد انتخاب نمود تا تضاد میان این دو منطق را نشان دهد. (فازی به مفهوم مبهم و سردرگم است) انتخاب چنین واژه ای به مثابه خاری در چشم علم تلقی شد و مشکلات فراوانی برای زاده بوجود آورد. کلیه دستگاههای اجرایی دولتی در آمریکا از دادن هرگونه امکانات برای پروژه هایی که بر اساس منطق فازی انجام می گرفت منع شدند و بسیاری از روزنامه ها و کنفرانس ها برضد این تفکر به فعالیت پرداختند و در آخرین اقدام دانشکده های دانشگاهها از تدارک مالی پروژه های فازی امتناع نمودند و بدین ترتیب تفکر فازی جنبه تریز مینی پیدا کرد و تنها شرکتهای خصوصی و مارکتهای بزرگ در این زمینه سرمایه گذاری نمودند. چیزی نگذشت که ماشینهای هوشمند با منطق فازی طراحی شدند و کارایی این منطق در الکترونیک و کامپیوتر هر روز بیش از پیش بر اعتبار این منطق افزود. با این پیشرفتها رفته رفته دنیای جدیدی بر آنها که دیدن جهان را فقط با عینک منطق علمی مجاز می پنداشتند باز شد. سابقه تاریخی منطق فازی را می توان در آثار Heisen bergs در دهه ۱۹۲۰ - ۱۹۳۰ تحت عنوان Multivalute ردیابی نمود. وی با طرح این مقوله عدم قطعیت را در اصول ماشینهای کوانتومی ابراز داشت ولی در آثار جغرافیدانان معاصر و ادبیات جغرافیا منطق فازی دیده نمی شود اگرچه در کارهای اخیر Schumm (۱۹۸۱) چنین منطقی بویژه در مبحث پایداری کرانه های رودخانه ای به کار گرفته شده است ولی نامی از آن در میان نیست^{۱۲} مالاستون^{۱۳} نیز با

10-B. Kosoko, *Fuzzy Thinking*, Flamingo, 1994.

۱۱- لطفی زاده یک محقق ایرانی الاصل است که در غرب به زاده شهرت دارد.

12-S. A. Schumm, *Evolution and Response of the Fluvial system Sedimentologic Implication*, the society

طرح تئوری Chaos در جغرافیای طبیعی همین مضمون را ارائه نموده است.^{۱۴}

فازی چیست

وقتی با دستگاه علمی و منطق آن به ارزیابی یک پدیده می‌پردازیم با اصول و متد خاصی مواجهیم که اصطلاحاً به آن منطق دو ارزشی گفته می‌شود بعبارتی منطق علمی منطق صحت^{۱۵} و سقم^{۱۶} است منطق سیاه و سفید است. در برابر هر سؤالی پیکانی دو سویه تدارک می‌شود که شما را در میان دو انتخاب قرار می‌دهد. در این منطق حد میانه‌ای وجود ندارد و قطعیت و دقت از جمله ویژگیهای خدشه‌ناپذیر آنست.

به این شیوه در علوم کامپیوتر و به زبان ماشین منطق صفر و یک یا منطق سیاه و سفید گفته می‌شود. در منطق علمی خاکستری یعنی دنیای حد واسط سیاه و سفید وجود ندارد. دنیایی که تعریف می‌شود با دو رقم صفر و یک توصیف می‌گردد.^{۱۷}

تفکر فازی تلاش دارد که با طرح منطق جدیدی تفاوت‌های آشکار بین دنیای واقعی و دنیای ریاضی را بیان دارد. ما در منطق علمی صحبت از صفر و یک می‌کنیم ولی جهان واقعیت، خطی است میان صفر و یک.

دنیای واقعی دنیای خاکستریست و نه سیاه و سفید. به زبان ماشین و منطق علمی یک چیز و یا یک برنامه می‌تواند صحیح باشد یا غلط. یک است یا صفر. اما منطق دنیای واقعی با این طرز تلقی تفاوت عمیق دارد. در دنیای ریاضی $۲ \times ۲ = ۴$ درست است یا غلط. ولی در دنیای واقعی ما با پدیده‌های دیگری هم مواجه هستیم که نمی‌توان با منطق دو ارزشی به ارزیابی و توصیف آنها نشست. دنیای واقعی چیزی است بین سیاه و سفید و یا صفر و یک. وقتی می‌گوییم این برگ سبز است، این برگ می‌تواند هم سبز باشد، هم قهوه‌ای و یا بعبارتی هم سبز باشد و هم نباشد زیرا رنگ او چیزی بین سبز و قهوه‌ایست. منطق در دنیای واقعی چند ارزشی است^{۱۸} و

¹³- G.P. Malason of Economic paleontologist and mineralogic, 1981.

¹⁴- G. P. Malason, D. R. Butler, *Chaos Theory in physical geography phs.Geogr.* 11, 293-304, 1990.

¹⁵- true

¹⁶- false

¹⁷-L. A. Zadeh fuzzy set, *information and control* 8, 1965.

¹⁸- multivalent

بان بسیاری از واقعیات دنیای ما اینطور نیست که کاملاً صادق باشد یا کاملاً کاذب. دنیای واقعی مانند دنیای ریاضی دنیای قطعیت^{۱۹} نیست بلکه دنیای مغشوش و درهمی^{۲۰} است. دنیای واقعی دنیای «هست یا نیست» نیست. دنیای واقعی دنیای «هست و نیست» است. دنیای ریاضی دنیای «بود یا نبود» است ولی دنیای واقعی دنیای «بود و نبود» است منطق علمی به وصف هست یا نیست می پردازد حال آنکه منطق فازی به «هست و نیست» می اندیشد البته این نکته را نباید از نظر دور داشت که آنچه در این جا گفته شد مبحث احتمال نیست زیرا احتمالات نیز از منطق سیاه و سفید پیروی می کند زیرا نتیجه احتمال بود یا نبود است یعنی در نهایت به منطق سیاه و سفید یا صفر و یک ختم می گردد. بنابراین وقتی به دنیای واقعیات بنگریم: خواهیم یافت که منطق علمی بخشی از حقایق را توصیف می کند و همه رفتار پدیده ها و مکانیسم ها از منطق علمی تبعیت نمی کنند.

فازی، هر چیز را مرتبه ای از وجود تلقی می کند البته این بدان معنی نیست که همه چیز از منطق فازی پیروی می کند بلکه بسیاری از پدیده ها و مقوله ها از سنخ فازی نیستند ولی این نکته را هم نباید فراموش کرد که وقتی ما از دنیای مصنوعی ریاضی خارج می شویم قلمرو و حاکمیت فازی شروع می شود.

در دنیای فازی مرزها و خطوط انفصال بمانند دنیای ریاضی قطعی و دقیق نیست بلکه مغشوش و درهم است بطوری که وقتی شما از حیات و جماد صحبت می کنید (دو مقوله ای که ظاهر از یکدیگر بخوبی تفکیک شده اند) نیز خط دقیقی نمی توان در مرز جدایی آنها ترسیم کرد. هیچ زیست شناسی قادر به ترسیم چنین مرزی نیست زیرا وقتی می خواهند چنین طبقه بندی انجام دهند می گویند جانداران پرسلولی، تک یا خستگان، و... ویروس ها، شبه- ویروس ها و جمادات. در واقع هنگامی که یک زیست شناس می خواهد از مرز حیات و جماد سخن بگوید مجبور است حد فاصل «حیات و جماد» دنیای دیگری که شبه آندو است ایجاد نماید (شبه ویروس ها) و پس از ورود به این قلمرو وارد قلمرو قطعی جماد شود و این بدان

مفهوم است که دنیای واقعی ما از منطق صفر و یک و یا سیاه و سفید تبعیت نمی‌کند. زاده‌ی که متخصص علوم کامپیوتری است بخوبی بر این واقعیت آگاهی داشت و معتقد بود منطق صفر و یک نه تنها در برنامه‌ریزیها کفایت نمی‌کند که حقایق مسلمی را مکتوم می‌دارد لذا اصرار وی بر تغییر منطق علمی بر همین یافته‌ها استوار بود و طراحی ماشینهای هوشمند دقیقاً بر اساس چنین تفکر و منطقی که به فازی شهرت دارد صورت گرفته است.

سیستم‌های محیطی و فازی

اگرچه از ورود تفکر سیستمی به جغرافیا چند دهه می‌گذرد و پیشرفتهای چشم‌گیری نیز در تبیین مسائل با این دیدگاه برای جغرافیا فراهم آمده است ولی بسیاری از افراد که با ادبیات سیستمی کار نموده‌اند و به آن اشراف دارند این معرفت‌شناسی را با منطق علمی به کار گرفته و در قالب آن طرح واژه‌های خود را (Paradigm) تنظیم کرده‌اند. عدم کارآیی چنین طرح واژه‌هایی از همان ابتدا قابل پیش‌بینی بود زیرا سیستم‌های محیطی با منطق فازی سازگاری بیشتری دارند. مرزها در سیستم‌های محیطی با دقت و صراحت از یکدیگر تفکیک شدنی نیستند و نمی‌توان رفتار یک سیستم را با منطق صفر و یک ارزیابی نمود.

در بسیاری از موارد دو سیستم با دو ساختار مشابه و محتوای یکسان و برابر، رفتار یکسانی را از خود بروز نمی‌دهند و یا بالعکس دو سیستم با ساختارهای متفاوت و محتوای غیرهمسان عملکرد یکسانی از خود بروز می‌دهند^{۲۱} لذا پیش‌بینی رفتارها در سیستم‌های محیطی از پیچیدگی خاصی برخوردار است. این پیچیدگی مربوط به پیچیدگی عناصر عمل‌کننده نیست بلکه روابط منطقی که حاکم بر عناصر است و نقش اصلی را در نتیجه و عملکرد نهایی دارد از سنخ روابط ریاضی و منطق علمی نیست.

تمام تلاش پژوهشگران در برنامه‌ریزی خطی آنست که با هر ترفندی ارتباط دو عنصر در طبیعت را بصورت یک خط بیان دارند حال آن که آنچه در دنیای واقعی رخ می‌دهد با این الگو تفاوت دارد.

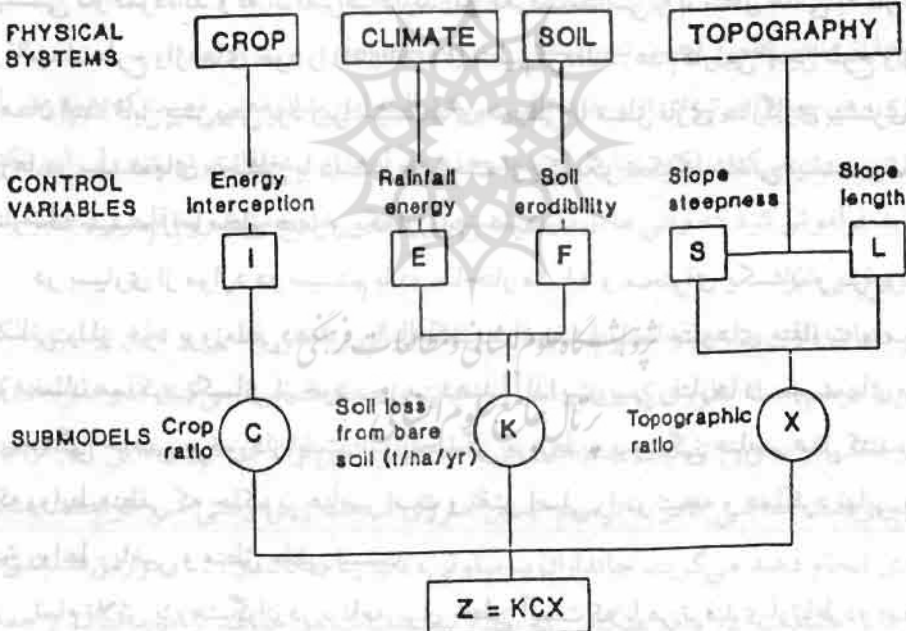
اگر از روابط متقابل و متعامل بین پدیده‌ها و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر که در مجموعه

سیستمها نقش اساسی را بعهده دارند بگذریم، منطق حاکم بر این روابط که بواسطه آن شکل و رفتار نهایی سیستم بوجود می آید. اهمیت خاصی دارد. بعبارت دیگر می توان گفت بین عناصر و اجزاء یک سیستم دو نوع رابطه وجود دارد.

۱- رابطه فضایی و ساختاری؛ ۲- رابطه منطقی؛

۱- روابط فضایی: نحوه ارتباط فضائی و ساختار الگوی سلسله مراتبی یک عنصر را در سیستم با سایر عناصر مشخص می کند برای مثال:

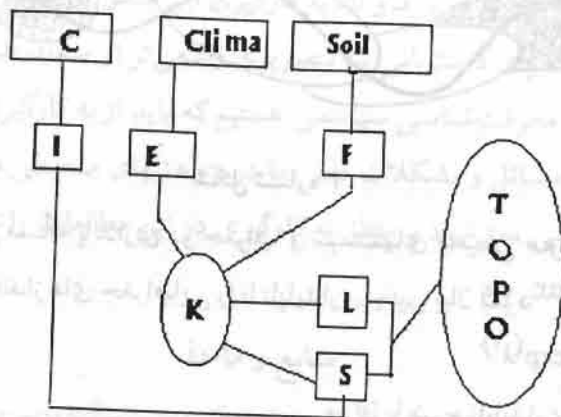
اگر فرسایش خاک را تابعی از عوامل اقلیمی، توپوگرافی، خاک و مدیریت زراعی بدانیم در مدل تصویری زیر نحوه شرکت این عوامل در میزان فرسایش و عناصری که موجب تعریف هر یک از متغیرها می شود ترسیم شده است.^{۲۲}



شکل شماره ۱

شما می توانید مدلی را طراحی کنید که کلیه عناصر آن درست مانند مدل قبلی باشد ولی

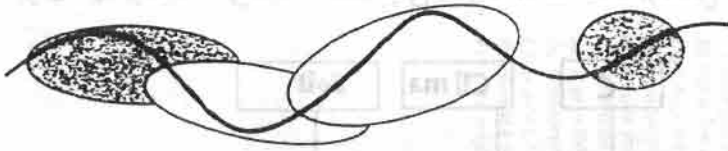
رابطه‌ای که برای آنها توصیف می‌کنید با مدل قبلی تفاوت داشته باشد. (شکل ۲)



شکل شماره ۲

آن چه در این جا تغییر کرد، رابطه فضایی بین متغیرهاست. رابطه فضایی نحوه ارتباط و ساختار الگوی متغیرها در سیستم و یا الگوی سلسله مراتبی عناصر را در یک سیستم نشان می‌دهد. در این جا محقق سعی دارد که با اندازه‌گیرهای متعدد و لازم نحوه ارتباط تعاملی بین عناصر و متغیرها را تمیز داده، مرتبه و جایگاه این عناصر را در کل سیستم به دست آورد. یادآوری این نکته ضروریست که مفهوم رابطه در این جا الزاماً رابطه علی نیست.

۲- رابطه منطقی: این رابطه در واقع دستگاهی است که در آن عناصر با یکدیگر ارتباط پیدا می‌کنند. در این جا رابطه یک رابطه فضایی یا ساختاری نیست. بلکه منطقی است که بر روابط بین عناصر حاکم است. منطق حاکم بر روابط سیستمها منطق ریاضی یا صفر و یک یا سیاه و سفید نیست. در این جا منطق فازی قلمرو خود را تعریف می‌کند. در منطق صفر و یک تغییر یا رفتار سیستم به صورت یک خط با مفهوم هندسه اقلیدسی ترسیم می‌گردد حال آن که مسیر تغییرات و رفتار یک سیستم در منطق فازی به صورت خطی نیست بلکه به صورت گره‌های حجمی است که همدیگر را پوشش می‌دهند و هر حجمی بخشی از گروه حجمی مجاور را شامل می‌گردد.



شکل شماره ۳

برای مثال: وقتی مسأله پایداری در جغرافیا و سیستمهای محیطی عنوان می شود می توان رابطه هر یک از چشم اندازهای جغرافیایی را با ناپایداری چنین بیان نمود^{۲۳}.

$$X(t) = \exp(\lambda t) \times \text{ضریب}$$

میزان یا شرح ناپایداری در زمان $(t) = \lambda t$

وضعیت چشم انداز مورفولوژیکی یک منطقه در زمان $(t) = X_{(t)}$

با یک نگاه به این رابطه در خواهیم یافت که هر سیستم در هر مرحله ای که باشد درجه و مرتبه ای از ناپایداری را با خود دارد در این جا نمی توان مرزی را مشخص کرد و پایداری و ناپایداری مطلق را از یکدیگر تفکیک نمود بعبارت دیگر تبیین رفتار پایداری سیستمهای محیطی در چهارچوب منطق علمی امکان پذیر نیست زیرا پایداری و ناپایداری با یکدیگر ممزوج و در هر حالت مرتبه ای از آن همراه سیستم است. این مدل در بسیاری از زمینه های جغرافیایی بویژه در مسائل فرسایشی صادق است.

اگرچه در ناپایداری سیستمهای محیطی مسأله آستانه ها نیز مطرح است^{۲۴} ولی باید این نکته را خاطر نشان داشت که حتی سیستمهایی که از آستانه های خاصی از ناپایداری عبور کرده و در منطق صفر و یک آنها را ناپایدار معرفی می کنیم باز مرتبه ای از پایداری در مجموعه سیستم وجود دارد.

نتیجه

تفاوت دنیای ریاضی با جهان واقعی سبب شده که منطق علمی توانایی لازم برای تبیین

23-A. E. Scheidgger, *The Fundamental principles of Landscape Evolution*, catena, 1987.

۲۴- رژه کک، فرج ا... محمودی، ژئومورفولوژی اقلیمی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

رفتار سیستم‌های محیطی را نداشته باشد و در مقابل منطق فازی بیش از پیش با ساختار سیستم‌های محیطی سازگاری دارد و لذا به کارگیری این منطق در تحلیل سیستم‌های محیطی کارایی بهتری دارد. برای دستیابی به تصویری واقعی‌تر از جهان طبیعی، نه تنها محتاج به کارگیری اصول و معرفت‌شناسی سیستمی هستیم که باید از به کارگیری منطق علمی در آن اجتناب کنیم، زیرا مسائل و مشکلات فعلی ما در پژوهش‌های محیطی منحصر به تنگناهای معرفت‌شناسی علمی نمی‌شود و منطق به کارگیری در این مطالعات را نیز باید تغییر داد، و از منطق فازی بهره بیشتر برد.

منابع و مأخذ

- ۱- حیدری، داریوش، سبیرنیک، پلی میان علوم، مجله دانشکده ادبیات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۰۴، سال ۱۳۷۳.
- ۲- رامنت، محمد حسین، نوشرایی در قرابه‌ای کهنه، مجله دانشکده ادبیات دانشگاه اصفهان، شماره ۱۲، سال ۱۳۷۵.
- ۳- کک، رژه، فرج‌ا... محمودی، ژورنالیست اقلیمی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
- 4- Bertalanffy, Ludwiglou, *General system Theory*, 1972.
- 5- Hawking, S. V., *A Brief History of Time*, London, Newyork, Bantam, 1990.
- 6- Kosko. B., *Fuzzy Thinking*, flamingo, 1994.
- 7- Malason, G. P., Butler, D. R., Chaos, Theory in physical geography, *phs.Geogr*, 11, 293 - 304, 1990.
- 8- Scheidgger, A. E., *The Fundamental principles of Landscape Evolution*, catena, 1987.
- 9- Schumm. S. A., *Evolution and Response of the Fluvial system Sedimentologic Implication*, the society of Economic paleontologist and mineralogist, 1981.
- 10- Stocking, M., Chakela. Q., Elwell. H., *Improved Methodology for Erosion Hazard Mapping the Technique Geogr*, 1988.
- 11- Terence. E., *Kant's Critique Pure Reason*, A commentary for students, Oxford Clarendon Press, 1976.
- 12- Zadeh. L., A fuzzy sets, *information and control*, 8, 1965.