فصلنامه علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

۱۰۹-۱۱۸

رویکرد فرم‌شناسی در استراتژی مدیریت تالابها و پلایاها بررسی موردی: پلایای گاوخونی

منیژه قهرودی تالی[۱*]، لادن خدری غریب‌وند[۲]

[۱] استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
[۲] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۳۱

چکیده

تالاب‌ها باقیمانده دریاچه‌های بارانی هستند که در اثر پس‌روی یخچال‌ها در اواخر عصر پلئیستوسن و غلبه شرایط گرم و توسعه رسوبات تبخیری عصر هولوسن به وجود آمده‌اند. دریاچه‌های کویری، پلایاها و لندفرم‌های مشابه آن در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک، در نتیجه فعالیت‌های انسانی دچار اختلال و آشفتگی شدند. در حال‌حاضر، برداشت منابع معدنی و در نتیجه تخریب سطوح پلایا، همچنین بی‌نظمی در آب ورودی، موجب تحول جدیدی در این ژئوسیستم‌ها شده است. این تحولات زمینه دگرگونی در میکروفرم‌های این مناطق را فراهم آورده، به‌طوری‌که می‌توان این دگرگونی را شاهدی بر بی‌نظمی یا آشوب در سیستم شکل‌زایی حاضر و گذار آن به سیستم دیگر دانست که به وسیله هندسه فرکتالی قابل بررسی است. در این تحقیق، بررسی‌های میدانی درباره وضعیت پلایای گاوخونی در جنوب شرق اصفهان و تغییرات ایجادشده در میکروفرم‌های آن در زمستان ۱۳۹۳در منطقه انجام شد که طی آن ابعاد ۱۰۹ ترک گلی در زون مرطوب پلایای گاوخونی بررسی شد و از بین آنها ابعاد۶۱ ترک گلی که به‌خوبی توسعه یافته بودند، محاسبه شدند. با بررسی هندسی فرکتالی محیط-مساحت در میکروفرم‌ها، میزان آشفتگی آنها بررسی شد. D_{AP} به‌دست‌آمده مقادیری بین ۱/۲۷ تا ۱/۴۴ را نشان داد، که گویای آشفتگی در منطقه است. نمودار لگاریتمی نیز ارتباط خطی بین لگاریتم محیط و مساحت فرم‌های مورد نظر را آشکار ساخت، به‌طوری‌که ضریب همبستگی R^2 به‌دست‌آمده بزرگتر از ۰/۹۶ بود. افزایش آشفتگی در منطقه، حاکی از تحول سیستم شکل‌زایی و تبدیل تالاب به اکوسیستمی جدید بوده است که می‌تواند مخاطرات جدی را در این منطقه به همراه داشته باشد.

کلمات کلیدی: گاوخونی، میکرولندفرم، فرکتال، ترک گلی.

A Morphological Approach to Strategic Management of Wetlands and Playas (Case Study: Gavkhuni Playa)

Manijeh Ghahroudi Tali [1*], Ladan Khedri Gharibvand[2]

[1] *Professor, Department of PhysicalGeography, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Beheshti, Tehran*
[2] *Ph.D. Student of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Beheshti, Tehran*

Abstract

Wetlands are the remnants of pluvial lakes which have evolved following the retreat of glaciers in the late Pleistocene era and have overcome the hot conditions and the development of evaporative deposits in the Holocene era. Most arid and semi-arid areas, desert lakes, playas and similar landforms have been disturbed as a result of human activities. Recently, mineral extraction prompts destruction of the playa surfaces and irregularities in the incoming water in order to create a new evolution in these geo-systems. This new evolution provides a suitable situation to change the micro-landforms, and these irregularities or turbulences in geodynamic systems are the best evidence for converting them to other systems and, also, they can be studied by fractal geometry. In this study field studies were conducted in the winter of 2015 in order to examine the situation of the Gavkhuni playa southeastern Isfahan Province and the changes in micro-landforms and, in these, 109 mud cracks in the wetland zone of Gavkhuni playa were examined. Among them, 61 well developed mud cracks were used in the calculations. By using the fractal geometry perimeter-area model on these micro-landforms, their turbulence could be examined, and the D_{AP}, derived from the fractal model, was valued at between 1/27 - 1/44; this expresses the confusion and irregularities in the micro-landforms of that region. The logarithmic graph of the fractal model showed a linear relationship between the log of perimeter and the log of area on that micro landform and, so, the correlation coefficient R^2 is greater than 0.96. Increasing chaos in the Gavkhuni playa shows the evolution in the geodynamic system and its transformation into a new ecosystem that it can yield to produce serious risks in this area.

Keywords: Gavkhuni, Micro-landform, Fractal, Mud crack.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: m-Ghahroudi@sbu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

تغییرات آب‌وهوای جهانی تقریباً ۱۲ هزار سال قبل از میلاد در نتیجه پس‌روی پهنه‌های یخی و یخچال‌ها به وجود آمد و متعاقب آن دریاچه‌ها در نواحی فروافتاده بسته ظاهر شدند. در اثر گرم شدن هوا و غالب شدن تبخیر نسبت به بارش، این دریاچه‌ها خشکیده شدند و بعضی از پلایاهای کنونی را به وجود آورند[۱]. در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک، دریاچه‌های کویری، پلایاها و لندفرم‌های مشابه درنتیجه فعالیت‌های انسانی دچار اختلال و آشفتگی شده‌اند. انحراف در مسیر آب‌ها و یا استفاده مصرفی از آب‌های سطحی و زیرزمینی، باعث تغییر در حجم آب ورودی به پلایاها، خشک شدن دریاچه‌ها و توسعه کانون‌های برداشت فرآیندهای بادی در این مناطق شده و در حوضه‌های آبریز تغییرات آب و هوایی به وجود آورده است. پلایاها به دلیل وجود نهشته‌های تبخیری و شیمیایی، سایت‌هایی طبیعی برای توسعه فعالیت‌های بادی هستند. آشفتگی‌ها و اختلالات انسانی و یا خشکی سیستم‌های پلایا، منجر به انتقال بادی ماسه و گردوغبار شده است که این عامل معمولاً توسط خشکی آب و حذف پوشش گیاهی از حوضه‌های انتهایی دریاچه‌ها صورت پذیرفته است[۲]. در دهه اخیر تغییرات اقلیمی، کمبود بارندگی، فعالیت‌های انسانی و سوءمدیریت منابع آب، سبب کاهش ورودی آب به تالاب‌ها شده و خشک‌شدن فصلی یا دائمی آنها را به دنبال داشته است. این خشکی منجر به رسوب کانی‌های محلول به‌ویژه نمک‌ها شده و تالاب‌ها را به پلایا تبدیل کرده است. بررسی مسیر حرکت و مراکز تشدیدکننده طوفان‌های گرد و غبار، انطباق مکانی را با پلایاها در حوضه‌های انتهایی نشان می‌دهد که وجود مواد منفصل، عدم وجود پوشش گیاهی، خشکی بستر زمین، وجود کلرورها و سولفات‌ها در سطح زمین و هموواری زمین از شرایط مناسب تشدید و تداوم توده‌های گرد و غبار است[۳].

میکرولندفرم‌ها از جمله پدیده‌هایی هستند که تغییرات کوتاه مدت ناشی از دخالت‌های انسانی را ثبت می‌کنند و نسبت به آن واکنش نشان می‌دهند. از جمله این میکرولندفرم‌ها ترک‌های گلی هستند. پلایاها را می‌توان مجموعه‌ای از میکرولندفرم‌های گوناگون با تنوع رسوبات تخریبی و املاح تبخیری دانست. آنها باقیمانده دریاچه‌های پلئیستوسن هستند که طی دوره بین‌یخچالی توام با خشکی محیط به‌شکل کنونی درآمده‌اند و از محیط‌های شور به‌حساب می‌آیند. بیشتر پلایاها و تالاب‌های ایران حوضه‌های انتهایی در قلمرو خشک و نیمه‌خشک با میانگین بارندگی کم هستند. این تالاب‌ها در دوره‌های بارانی در کواترنر شکل گرفته‌اند و از طریق رودها و مسیل‌های ورودی تداوم می‌یابند. در حال‌حاضر به دلیل برداشت منابع معدنی و تخریب آنها و همچنین بی‌نظمی در آب ورودی به این مکان‌ها تحول جدیدی بر آنها حاکم شده است. این تحولات جدید سبب ایجاد تغییراتی در میکرولندفرم‌های آنها شده است، که می‌تواند شاهدی بر بی‌نظمی یا آشوب در سیستم شکل‌زایی حاضر و گذار آن به سیستم دیگری باشد[۴]. این بی‌نظمی توسط هندسه فرکتالی یا برخالی قابل بررسی است[۵].

هندسه فرکتال مناسب‌ترین ابزار ریاضی برای توصیف بی‌نظمی و آشفتگی پدیده‌های پیچیده طبیعی با استفاده از پارامترهای قابل‌اعتماد است. بنابراین، مفاهیم فرکتالی می‌تواند برای مدل‌سازی و تعیین تغییرات هندسی نواحی در خطر مورد استفاده قرار گیرد[۶]. با معرفی هندسه فرکتالی توسط مندلبرو در سال ۲۰۰۴ به‌عنوان هندسه طبیعت، توجه بسیاری از پژوهشگران به این هندسه نوین جلب شد. از آن زمان تاکنون پژوهشگران توانسته‌اند پدیده‌های پیچیده طبیعی را به‌خوبی با این هندسه مدل کنند و از طرفی رفتار فیزیکی بسیاری از فرآیندهای طبیعی نیز با بهره‌گیری از روابط هندسه فرکتالی قابل پیش‌بینی است[۷]. مخاطرات طبیعی زیادی از قانون توانی (فرکتال) آماره‌های اندازه - فراوانی تبعیت می‌کنند[۸].

مندلبروت اولین مدل محیط-مساحت را در ۱۹۷۷ برای ارزیابی محیط‌ها و مساحت‌های درون مجموعه‌ای از پدیده‌های شکل‌یافته منظم ایجاد کرد. این به اصطلاح مدل جزیره-شکاف برای بررسی هندسه مناطق ابری و برای مشخص‌کردن درجه پیچیدگی اشکال ابرها استفاده شد[۹]. همچنین، برای اندازه‌گیری سطوح شکستگی روی قطعات فلز به‌کار رفت [۱۰]. با این‌حال، این مدل گاهی در آزمایش‌های مشابه نتایج متناقض ارائه داده است[۱۱]. در ۱۹۹۱، مدلی توسعه‌یافته از نظر مولتی‌فرکتالی ایجاد شد[۱۲]. در ۱۹۹۵، مدل عمومی فرکتالی نیز درباره محیط‌ها و مساحت‌های مجموعه‌های

www.SID.ir

شکل‌یافته منظم فرکتالی با مساحت فرکتالی (A) و محیط فرکتالی (P) معرفی شد. این مدل عمومی برای جدا کردن ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی از زمینه با مشخص کردن توزیع اثر عناصر در سطوح کانی‌ها و با الگوهای مدل آبراهه‌ای به‌کار برده شد[۱۳]. نمونه‌هایی از آشوب نیز در دره‌های رودهای هنجن و طامه منطقه کاشان بررسی شده است[۱۴]. همچنین، الگوی فرکتالی در پلایاهای حوض‌سلطان و گاوخونی بررسی شد که نتیجه‌اش در میکرولندفرم‌های موجود در تالاب‌ها، گواه بی‌نظمی یا آشوب در سیستم شکل‌زایی حاضر و گذر آن به سیستمی پلایاگونه بود[۱۵ و ۱۶]. نتایج بررسی فرکتال در الگوی سیلاب تهران نشان داد که به دلیل بی نظمی‌های رخداده در تهران، استفاده متغیرهای مؤثر در بهینه‌سازی مسیر سیلاب تهران قابل‌استفاده نیست[۵].

سیستم‌های ژئومورفیک به نیروهای بیرونی مانند اقلیم و فعالیت‌های انسانی واکنش نشان می‌دهند که ماهیت واکنش، به نیرو و شرایط سیستم بستگی دارد. واکنش می‌تواند با تأخیر زمانی به‌صورت بازخورد برگشت‌پذیر و یا برگشت‌ناپذیر (به حالت اول) باشد[۱۴]. به‌دلیل تحولات اقلیمی رخداده نظیر خشکسالی و تغییرات حاصل از مداخلات انسانی در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، و به علت حساسیت میکرولندفرم‌های ایجاد شده در این مناطق به این تغییرات، از طریق بررسی الگوهای حاکم بر میکرولندفرم‌های موجود در این سیستمها، می‌توان تغییرات الگو و نظم موجود در آنها را بررسی کرده و به تغییرات سیستم پی برد. میکرولندفرم‌ها به‌دلیل کوچک بودن با محیط اکولوژیکی خود بیشتر در ارتباط هستند و بنابراین تغییرات حاصله را به‌خوبی در خود ثبت می‌کنند و مکانی مناسب برای بررسی تغییرات هستند. حوضه آبریز زاینده‌رود در ایران مرکزی، یکی از حوضه‌های آبریز تحت تنش آبی است. افزایش در مصرف آب باعث شده تا این حوضه تحت تنش آبی مداوم قرارگرفته و آب کمی وارد خروجی این حوضه یعنی پلایا (باتلاق) گاوخونی شود تا حدی که در سال‌های اخیر این منطقه زیست‌محیطی کاملا خشک شده و خسارات زیست‌محیطی زیادی به منطقه و کشور وارد شده است[۱۷].

متاسفانه در سال‌های اخیر این اکوسیستم ارزشمند و بااهمیت، تحت تأثیر فشارهای اکولوژیک ناشی از عوامل طبیعی مانند خشک‌سالی و همچنین فشارهای حاصل از فعالیت‌های انسانی مانند برداشت بی‌رویه از منابع آبی، ورود آلاینده‌های مختلف و تأمین نشدن حقابه آن از رودخانه زاینده‌رود، به‌شدت در معرض تغییرات اکولوژیک قرار داشته و بسیاری از ارزش‌های زیستگاهی و اکولوژیک خود را از دست داده است[۱۸]. افزایش تقاضای آب و آلودگی ناشی از رشد جمعیت، صنعت و توسعه کشاورزی در اطراف رودخانه زاینده‌رود باعث شده تا کیفیت آب رودخانه نسبت به دهه‌های اخیر به‌شدت دچار تنزل شود[۱۹]. کاهش ۱۵ متری سطح آب زیرزمینی و خشک‌سالی بلندمدت حاکم بر باتلاق گاوخونی، بیلان منفی آب را در دهه اخیر تشدید کرده است[۲۰].

خشک شدن تالاب ضمن از دست رفتن تمامی کارکردهای مثبت آن، مشکلات زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی فراوانی برای مردم منطقه ایجاد خواهد کرد. ازجمله مهم‌ترین این مشکلات، می‌توان به کاهش مقاومت خاک منطقه در مقابل فرسایش بادی اشاره کرد، به‌طوری‌که با از دست رفتن رطوبت خاک، بافت نرم و ریزدانه بستر خشک که انباشته از انواع آلاینده‌های زیست‌محیطی و املاح نمک است، در اثر وزش باد به هوا بلند شده و گردوغبارهای شدید را باعث خواهد شد. متاسفانه درصورت وقوع چنین پدیده‌ای، علاوه بر نابسامانی‌های اقتصادی ایجادشده، به‌دلیل آلوده بودن رسوبات تالاب، بیماری‌های خطرناکی ممکن است مردم منطقه و حتی شهرهای اصفهان و یزد را تهدیدکند[۲۱].

هدف این پژوهش، بررسی میزان تغییرات ایجادشده در میکروفرم‌های باتلاق گاوخونی بوده که براساس آن می‌توان به وضعیت کلی منطقه دست یافت و پیامدهای احتمالی ناشی از خشک‌شدن تالاب و تغییرات اکولوژیک آن را بررسی کرد.

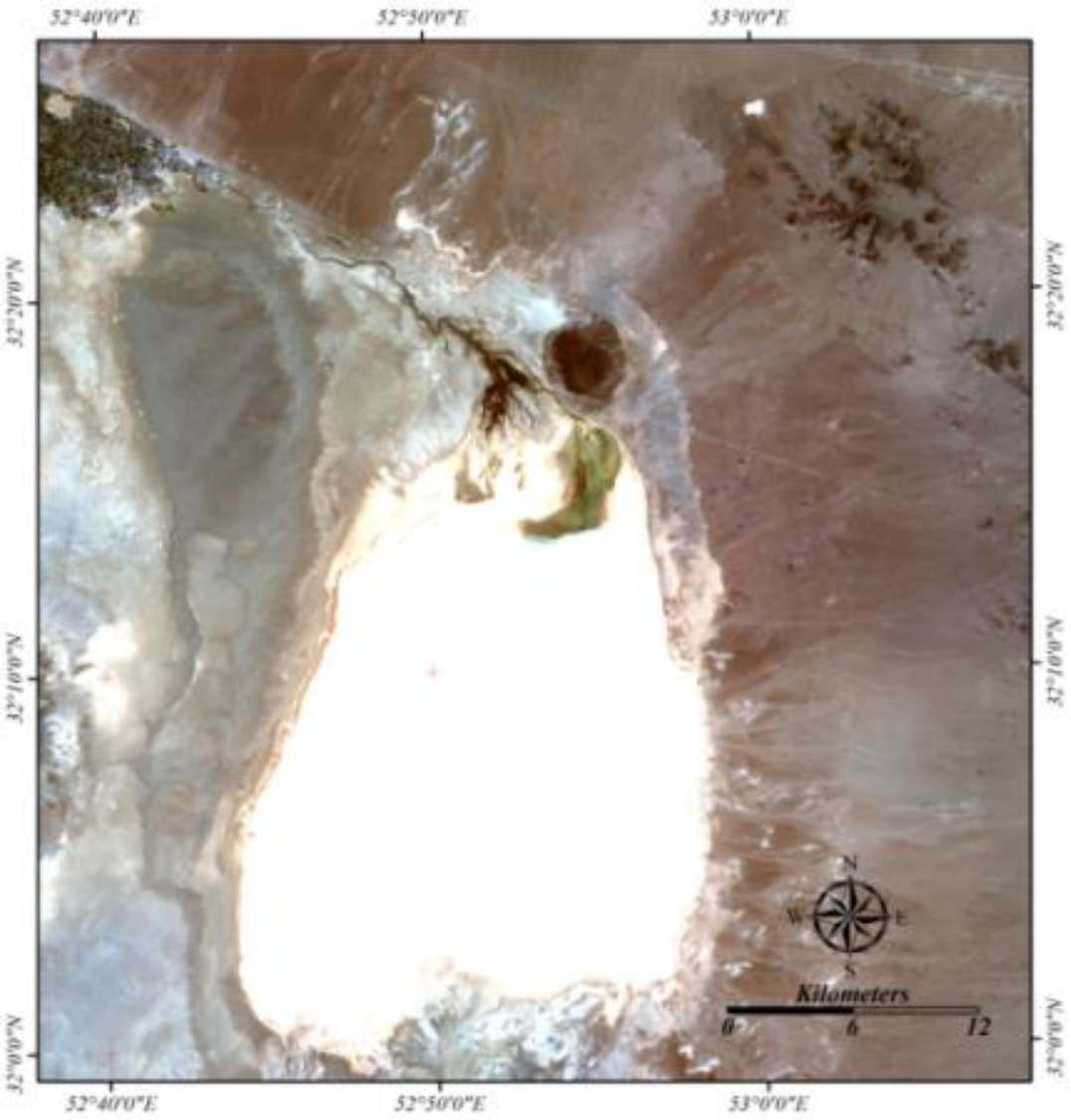
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ - منطقه مورد بررسی

تالاب گاوخونی یکی از ۱۳۲۸ تالاب جهان است که در کنوانسیون بین‌المللی ۱۹۷۵ رامسر به‌عنوان تالاب بین‌المللی شناخته شد. این منطقه در جنوب شرق اصفهان بین عرض جغرافیایی ′۲۳ °۳۲ و ′۰۰ °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ′۴۹ °۵۲ و ′۴۳ °۵۲ شرقی قرار دارد (شکل۱).

www.SID.ir

Archive of SID



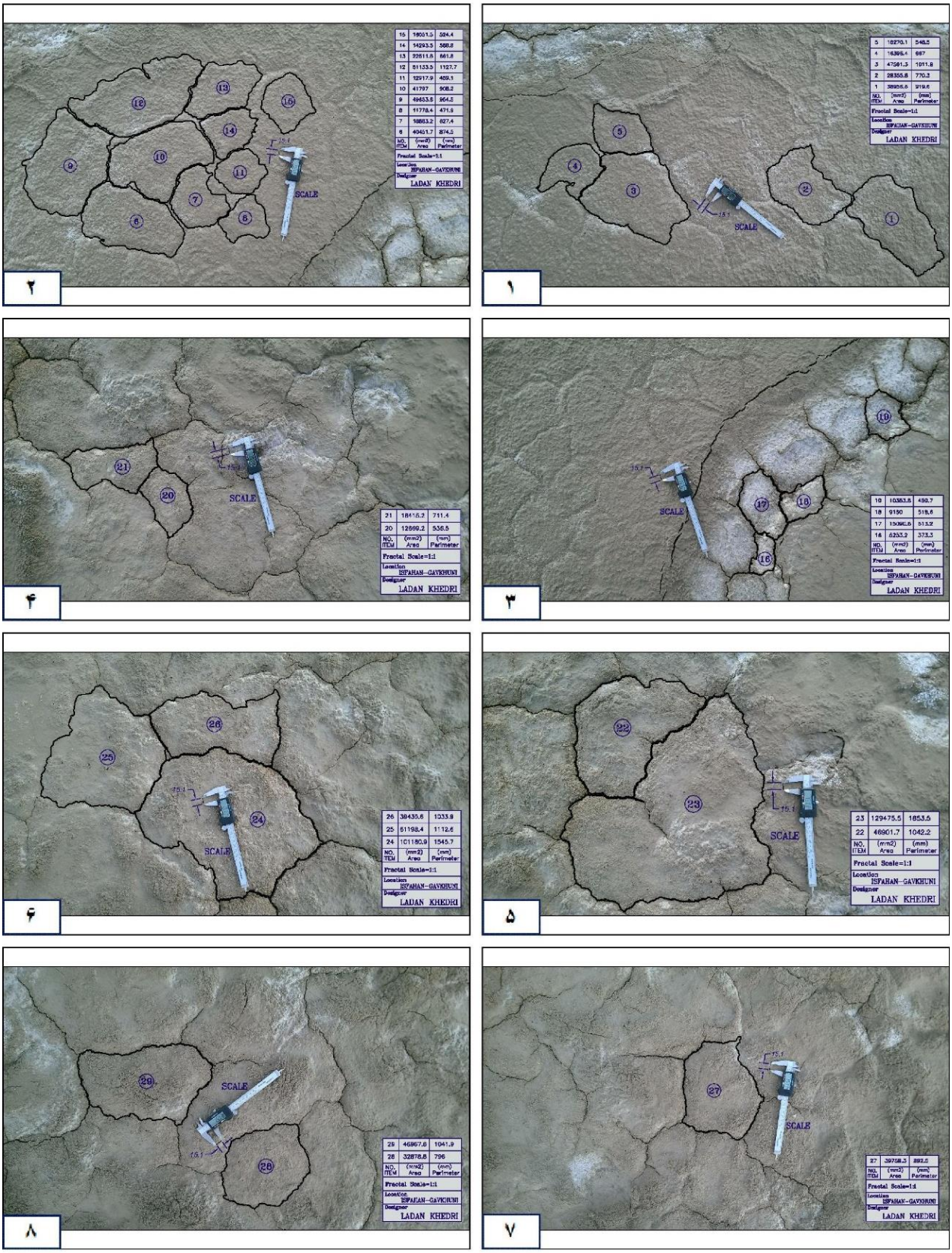
شکل۱- تصویر ماهواره‌ای پلایای گاوخونی، سنجنده TM^2 ماهواره لندست[۳] (۲۰۱۲)[۲۲]

تالاب گاوخونی در آستانه ورود به کویر (مرز میان اکوسیستم آبی با خشکی) واقع شده و انعکاسی از شرایط حاکم بر این دو اکوسیستم است. پلایای گاوخونی در انتهایی‌ترین قسمت حوضه آبریز زاینده‌رود، واقع در زیرحوضه گاوخونی قراردارد[۲۳]. سطح پلایا حدود ۱۴۷۴ متر بالاتر از سطح دریاست. این منطقه دارای آب‌وهوای خشک بوده و دامنه دمای آن از حدود C° ۱۷- در زمستان تا C° ۴۳+ در تابستان تغییر می‌کند. باد از تمام جهات می‌وزد ولی جهت غالب از جنوب-جنوب غربی است که در اواخر زمستان و اوایل بهار بیشترین فراوانی را دارد[۲۴].

۲-۲- روش تحقیق

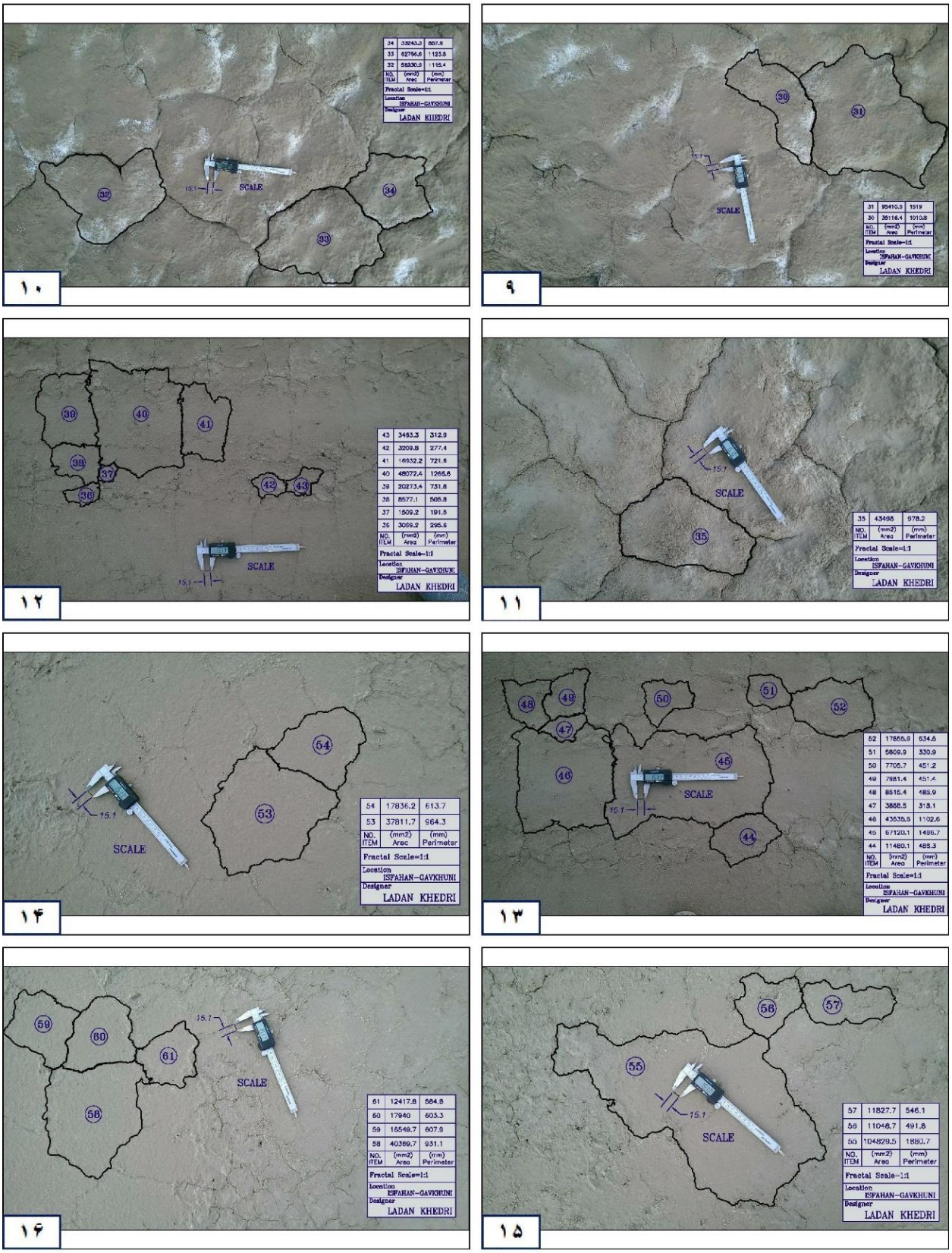
در سال ۲۰۱۴ بخش‌های خشک تالاب گاوخونی بررسی شد و در این تحقیق، زون خشک و داخلی گاوخونی مورد نظر بود. برای تعیین فرکتال موجود در میکروفرم‌های گلی، در زمستان ۲۰۱۵، با پیمایش در بخش مرطوب از ۱۰۹ فرم کوچک گلی-نمکی تصویربرداری شد. انتخاب فصل زمستان به این دلیل بوده که در اثر بارندگی، املاح نمک موجود روی میکروفرم‌ها شسته شده و به راحتی قابل بررسی باشند. شکل‌های ۲ و ۳ تعدادی از فرم‌های اخیر را نشان می‌دهد. برای بررسی الگوی فرکتالی حاکم بر میکرولندفرم‌های ژئومورفولوژیک در پلایای گاوخونی و برای انجام محاسبات، از تصاویر تهیه‌شده از ترک‌های گلی منطقه استفاده شد و مدل فرکتالی محیط-مساحت به‌کار برده شد. بر این اساس، از بین ۱۰۹ نمونه، ۶۱ عدد از میکروفرم‌ها که از لحاظ مرزی به‌خوبی توسعه یافته بودند انتخاب و ابعاد آنها به‌طور دقیق در نرم‌افزار اتوکد محاسبه شد.

www.SID.ir



شکل۲- میکروفرم‌های گلی منطقه مرطوب پلایای گاوخونی

www.SID.ir



شکل۳- میکروفرم‌های گلی منطقه مرطوب پلایای گاوخونی

www.SID.ir

مدل فرکتال محیط–مساحت یک مدل ریاضی درباره محیط (P) و مساحت (A) فرکتال‌های شکل‌یافته به‌طور مشابه است. این مدل به‌صورت معادله ۱ بیان شده است[۲۵]: $P \propto A^{1/2_{DAP}}$

که در آن P محیط ترک‌های گلی، A مساحت ترک‌های گلی و $\propto$ نشان‌دهنده تناسب است. D_{AP} توان محیط–مساحت است که می‌تواند به‌صورت معادله ۲ نشان داده شود، که D_P و D_A به ترتیب ابعاد فرکتالی محیط (P) و مساحت (A)هستند: $2D_P/D_A = D_{AP}$

اگر تنها مجموعه‌ای با "مساحت نرمال" با $D_A = 2$ بررسی شود، $D_{AP} = D_P$ خواهد شد، بنابراین مدل(۱) شکل اصلی توسعه‌یافته توسط مندلبرو[۲۶] است. اگر $D_A < 2$ باشد، در این حالت $D_{AP} > D_P$ خواهد شد. برای تعیین توان D_{AP} محیط-مساحت، مجموعه داده‌های P و A ترسیم شده به‌صورت مقیاس Log-Log، رابطه خطی بین Log A و Log P را نشان می‌دهد، که می‌تواند توسط یک خط راست با روش حداقل مربعات برازش داده شود. شیب رگرسیون خطی می‌تواند به عنوان D_{AP} بر پایه معادله ۳، تخمین زده شود:

$$\log P = C + \frac{1}{2} D_{AP} \log A$$

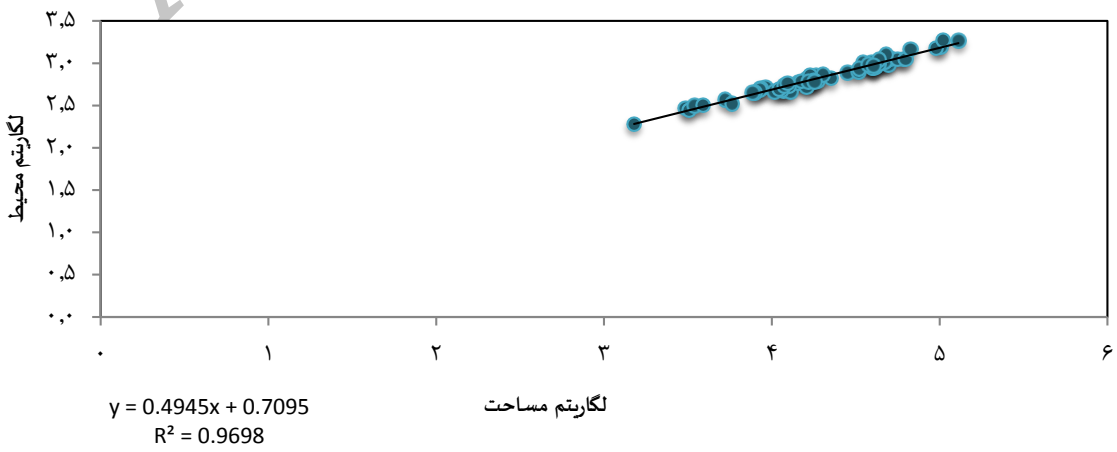
اگر $D_{AP} = 2$ باشد، پس $P \propto A$ بوده و تغییرات محیط نرخی مشابه با مساحت دارد. به عبارت دیگر، محیط مانند مساحت عمل می‌کند، به طوری‌که D_{AP} می‌تواند بی‌نظمی محیط را مشخص کند[۲۷].

روش‌های دیگری برای مشخص کردن تغییرات شکل وجود دارد. به‌عنوان مثال، از سمی واریوگرام[۴] برای مشخص کردن ویژگی‌های ناهمسان‌گردی استفاده می‌شود و یا تکنیک‌های(GIS)[۵] تغییرناپذیری مقیاس را تعمیم می‌دهد [۲۸]. علاوه بر این، پیچ‌وخم مرز توسط D_P در رابطه $D_{AP} = 2^{D_P}/_{D_A}$، در صورتی‌که D_A توسط روش‌های دیگر نظیر روش جعبه شمارش محاسبه شده باشد، می‌تواند مشخص شود[۱۰ و ۲۹]. در مجموع D_{AP} دامنه‌ای از ۱ تا ۲ دارد؛ اگر D_{AP} برابر ۱ باشد آنگاه $P \propto A^{1/2}$ مجموعه‌های شکل‌گرفته منظمی را مانند مربع‌ها یا دایره‌ها نشان می‌دهد. ارزش بالاتر D_{AP}، فشردگی بیشتر شکل را بیان می‌کند و اگر D_{AP} برابر ۲ باشد آنگاه $P \propto A$ برقرار می‌شود. بر این اساس، با افزایش ارزش D_{AP} از ۱ به سمت ۲ بر میزان آشفتگی و بی‌نظمی محیط نسبت به مساحت پدیده مورد بررسی افزوده می‌شود، که نشان‌دهنده افزایش آشفتگی در رویداد پدیده است.

نتایج و بحث

پس از بررسی مدل فرکتال، نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد فرکتالی محیط-مساحت روی میکروفرم‌های گلی، در جدول ۱نمایش داده شده است.

در این پژوهش بررسی مدل فرکتال ، تغییرات شکل میکروفرم‌های گلی را در پلایای گاوخونی مشخص کرد و مقادیر DAP هر کدام از میکروفرم‌ها محاسبه شد. مقادیر DAP به‌دست‌آمده در این تحقیق دارای مقداری بین ۱/۲۷ تا ۱/۴۴ است، که بیان‌کننده بی‌نظمی در محیط این تالاب است. همچنین نمودار لگاریتمی محیط و مساحت ترسیم‌شده و مقدار ضریب همبستگی آن مشخص کرد که ارتباط خطی بین لگاریتم محیط و لگاریتم مساحت میکروفرم‌های گلی برقرار است، به‌طوری‌که ضریب همبستگی R^2 به‌دست‌آمده بزرگتر از ۰/۹۶ است (شکل۴).



شکل۴- نمودار لگاریتمی محیط-مساحت میکروفرم‌های گلی زون مرطوب تالاب گاوخونی

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱- ابعاد مورفومتری ترک‌های گلی پلایای گاوخونی

شماره نمونه	محیط (mm)	مساحت (mm^2)	D_{AP}	شماره نمونه	محیط (mm)	مساحت (mm^2)	D_{AP}
۱	۹۱۹/۶	۳۸۹۵۶/۶	۱/۲۹۱	۳۲	۱۱۱۵/۴	۵۶۲۳۰/۹	۱/۲۸۳
۲	۷۷۰/۳	۲۸۳۵۵/۸	۱/۲۹۶	۳۳	۱۱۲۳/۸	۶۲۷۵۶/۶	۱/۲۷۱
۳	۱۰۱۱/۸	۴۷۵۹۱/۳	۱/۲۸۴	۳۴	۸۵۷/۶	۳۳۲۴۳/۴	۱/۲۹۷
۴	۶۶۷	۱۶۳۹۶/۴	۱/۳۴۰	۳۵	۹۷۸/۲	۴۳۴۹۸	۱/۲۸۹
۵	۵۴۸/۵	۱۶۲۷۰/۱	۱/۳۰۰	۳۶	۲۹۵/۶	۳۰۶۹/۲	۱/۴۱۷
۶	۸۷۴/۵	۴۰۴۵۱/۷	۱/۲۷۷	۳۷	۱۹۱/۵	۱۵۰۹/۲	۱/۴۳۵
۷	۶۲۷/۴	۱۸۸۸۳/۲	۱/۳۰۸	۳۸	۵۰۵/۸	۸۵۷۷/۱	۱/۳۷۴
۸	۴۷۱/۹	۱۱۷۷۸/۴	۱/۳۱۱	۳۹	۷۳۱/۸	۲۰۷۳/۴	۱/۳۳۰
۹	۹۵۴/۵	۴۹۶۵۳/۶	۱/۲۹۶	۴۰	۱۲۶۶/۶	۴۸۰۷۲/۴	۱/۳۲۵
۱۰	۹۰۸/۲	۴۱۷۹۷	۱/۲۸۰	۴۱	۷۲۱/۶	۱۶۹۳۲/۴	۱/۳۵۱
۱۱	۴۵۹/۱	۱۲۹۱۷/۹	۱/۲۹۴	۴۲	۲۷۷/۴	۳۲۰۹/۸	۱/۳۹۳
۱۲	۱۱۲۷/۷	۵۱۱۳۳/۵	۱/۲۹۶	۴۳	۳۱۲/۹	۳۴۶۳/۳	۱/۴۱۰
۱۳	۶۶۱/۸	۲۲۵۱۱/۵	۱/۲۹۶	۴۴	۴۸۶/۳	۱۱۴۸۰/۱	۱/۳۲۳
۱۴	۵۸۸/۸	۱۴۲۹۳/۵	۱/۳۳۳	۴۵	۱۴۶۶/۷	۶۷۱۲۰/۱	۱/۳۱۱
۱۵	۵۲۴/۴	۱۶۰۵۱/۵	۱/۲۹۳	۴۶	۱۱۰۲/۶	۴۳۵۳۵/۶	۱/۳۱۱
۱۶	۳۷۳/۳	۵۲۵۳/۲	۱/۳۸۲	۴۷	۳۱۸/۱	۳۸۸۸/۵	۱/۳۹۴
۱۷	۶۱۳/۲	۱۵۰۹/۶	۱/۳۳۴	۴۸	۴۸۵/۹	۸۵۱۵/۴	۱/۳۶۷
۱۸	۵۱۸/۶	۹۱۶۰	۱/۳۷۰	۴۹	۴۵۱/۴	۷۹۸۱/۴	۱/۳۶۰
۱۹	۴۵۹/۷	۱۰۳۵۳/۸	۱/۳۲۶	۵۰	۴۵۱/۲	۷۷۰۵/۷	۱/۳۶۵
۲۰	۵۳۶/۵	۱۲۶۶۹/۲	۱/۳۳۰	۵۱	۳۳۰/۹	۵۸۰۹/۹	۱/۳۳۸
۲۱	۷۱۱/۴	۱۸۴۱۵/۲	۱/۳۳۷	۵۲	۶۳۴/۵	۱۷۸۵۵/۹	۱/۳۱۸
۲۲	۱۰۴۲/۲	۴۶۹۰۱/۷	۱/۲۹۲	۵۳	۹۶۴/۳	۳۷۸۱۱/۷	۱/۳۰۳
۲۳	۱۸۵۳/۵	۱۲۹۴۷۵/۵	۱/۲۷۸	۵۴	۶۱۳/۷	۱۷۸۳۶/۲	۱/۳۱۱
۲۴	۱۵۴۵/۷	۱۰۱۱۸۰/۹	۱/۲۷۴	۵۵	۱۸۸۰/۷	۱۰۴۸۲۹/۵	۱/۳۰۴
۲۵	۱۱۱۲/۶	۶۱۱۹۸/۴	۱/۲۷۲	۵۶	۴۹۱/۸	۱۱۰۴۸/۷	۱/۳۳۱
۲۶	۱۰۳۳/۹	۳۹۴۳۵/۶	۱/۳۱۱	۵۷	۵۴۶/۱	۱۱۸۲۷/۷	۱/۳۴۴
۲۷	۸۹۲/۵	۳۹۷۵۸/۳	۱/۲۸۳	۵۸	۹۳۱/۱	۴۰۳۶۹/۷	۱/۲۸۹
۲۸	۷۹۶	۳۲۸۷۸/۸	۱/۲۸۴	۵۹	۶۰۷/۹	۱۶۵۴۹/۷	۱/۳۱۹
۲۹	۱۰۴۱/۹	۴۹۶۶۷/۶	۱/۲۹۱	۶۰	۶۰۳/۳	۱۷۹۴۰	۱/۳۰۷
۳۰	۱۰۱۰/۸	۳۵۱۱۶/۴	۱,۳۲۲/۱	۶۱	۵۴۸/۸	۱۲۴۱۷/۸	۱/۳۵۱
۳۱	۱۵۱۹	۹۵۴۱۰/۵	۱/۲۷۷				

۳- نتیجه‌گیری

باتلاق‌های کنونی دریاچه‌های پلویال یا بارانی باقی‌مانده آخرین دوره سرد و مرطوب هستند که نسبت به تغییرات محیطی حساس هستند زیرا حیات آنها وابسته به میزان آب ورودی است و چنانچه قطع شود و یا کاهش یابد، تغییرات بزرگتری در آن رخ خواهد داد. تجمع املاح تبخیری مانند سولفات‌ها و کلرورها به همراه رسوبات تبخیری هنگام کاهش آب‌های ورودی و یا تغییرات اقلیمی لندفرم‌های کوچکی ایجاد می‌کند که تغییرات کوتاه را ثبت می‌کنند و نسبت به آن واکنش نشان می‌دهند. از جمله این میکرولندفرم‌ها ترک‌های گلی، اشکال نمکی-گلی هستند. روابط مورفومتری اشکال اخیر در واحدهای یکسان تعریف‌شدنی است و عمدتاً تغییر نمی‌کند. تغییر در ابعاد هندسی میکرولندفرم‌ها می‌تواند بیانگر تغییر واحد مذکور یا تبدیل سیستمی در واحد مذکور باشد. در سال‌های اخیر تالاب گاوخونی با پدیده خشکی و کم‌آبی ناشی از قطع رودخانه زاینده‌رود مواجه بوده است که سبب شده است تا این تالاب دچار تحول سیستم شکل‌زایی شود و چهره‌ای پلایامانند به خود بگیرد. پلایاها با افزایش ورودی آب‌های سطحی، سبب گسترش پهنه‌های کویری خواهند شد و

www.SID.ir

هیچ‌گاه به سیستم تالاب بازگشت نخواهند کرد. بدین منظور و برای درک پدیده‌های نامنظم و تعیین الگوریتم حاکم بر میکرولندفرم‌های تالاب گاوخونی و بررسی میزان بی‌نظمی و تغییر شکل آنها از مدل‌های فرکتالی استفاده شده است. مقادیر DAP محاسبه‌شده بر اساس مدل فرکتالی محیط- مساحت، مقادیری بین ۱/۲۷ تا ۱/۴۴ را شامل شده است، که نشان‌دهنده شدت تغییر میکروفرم‌های گلی و تمایل آنها به افزایش آشفتگی و بی‌نظمی است. مقایسه نتایج این تحقیق با پژوهش قهرودی و علی نوری [15] در زون خشک نمکی حوض‌سلطان شباهت‌ها را در ابعاد فرکتالی نشان داد. همچنین از مقایسه یافته‌های این تحقیق با پژوهش قهرودی و خدری [14] در زون خشک گاوخونی نتایج یکسان به‌دست آمد. اگر نتایج پژوهش قهرودی و درفشی[5] در رابطه با پیام رخداد مخاطره تغییرات فرکتال‌های مورد بررسی، در غیرقابل پیش‌بینی بودن مخاطرات به دلیل رخداد تغییرات مورفومتری فرکتال‌های در نظر گرفته شود، واکنش باتلاق گاوخونی نسبت به کاهش جریان آب غیرقابل پش‌بینی است. زیرا بررسی تحولات کواترنر در حوضه‌های انتهایی نشان می‌دهد که تحول سیستم شکل‌زایی آن‌ها به پلایا، می‌تواند منجر به تغییرات ژئوشیمیایی کانی‌های محلول آن می‌شود. تغییرات کانی‌های محلول نیز سبب به‌هم‌خوردن نظم بیولوژیکی آن شده، و نتیجه آن تحول سیستم شکل‌زایی حاضر و تبدیل تالاب به اکوسیستمی جدید است.

پی‌نوشت‌ها

[1] Chaos
[2] TM: Thematic Mapper
[3] Landsat satellite
[4] Semivariogram
[5] Geographical Information Systems

منابع

[1] Asgari A. Playa and evaluate mineral potential in the khorasan province (with attitude specifically, lithium). National Geoscience Database of Iran (NGDIR); **1999**. p.11.[In Persian].

[2] Gill T E. Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system . Geomorphology Journal; **1996; 17**(1-3): 207.

[3] Ghahroudi Tali M. Comparative study of climate change and geomorphology in Playa Meighan . Shahid Beheshti University of Tehran, Iran . Research project; **2012**. p43. [In Persian].

[4] Ghahroudi Tali M, Mirzakhani B, Askari A. The phenomenon of desertification in Iran wetlands , Case Study: Meighan wetlands. Geography and environmental hazards Journal; **2012; 4**: 22. [In Persian].

[5] Ghahroudi Tali M, Derafshi K. The study of chaos in the flood risk pattern of Tehran. Environmental Spatial Analysis Disaster Journal; **2015; 7** (2):1-16. [In Persian].

[6] Martino G D, Riccio D. A Novel Approach for Disaster Monitoring: Fractal Models and Tools. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing Journal; **2007; 45**(6):12.

[7] Mandelbrot, B B.The fractal geometry of nature (updated and augmented edition). Freeman, New York; **1983**.p.468.

[8] Malamud B D, Turcotte D L, Guzzetti F, Reichenbach P. Landslide inventories and their statistical properties. Earth Surface Processes and Landforms Journal; **2006; 29** (6): 687.

[9] Lovejoy S. Area–perimeter relation for rain and cloud areas. Science Journal; **1982; 216**(4542):185-187.

[10] Mandelbrot B B, Passoja D E, Paullay A J. Fractal character of fracture surfaces of metals. Nature Journal; **1984; 308** (5961): 721.

[11] Goodchild M F. Lake on fractal surfaces: a null hypothesis for lake-rich landscapes. Math Geol Journal; **1988; 20**(6):15–630.

[12] Lovejoy S, Schertzer D. Multifractal analysis techniques and the rain and cloud fields .From 10–3 Dordrech; 1991.

[13] Cheng Q, Russell H, Sharpe D, Kenny F, Qin P. GIS-based statistical and fractal / multifractal analysis of surface stream patterns in the Oak Ridge's Moraine. Computer Geoscience Journal; **2001; 27**(5):513-526.

[14] Ramesht M H. Hazards Tracing Hoz-e Soltan Playa through Investigating Chaos in Microlandforms. Geography and Development Iranian Journal; **2003; 1** (1):13-36. [In Persian].

[15] Ghahroudi Tali M, Alinoori K. Hazards Tracing Hoz-e Soltan Playa through Investigating Chaos in Micro-landforms. Iranian Journal of Hazards Science; **2015; 1** (2):241-252. [In Persian].

[16] Ghahroudi Tali M, khedri gharibvand L. The Investigation of Chaos in Micro-Landforms in

Archive of SID
www.SID.ir

the Gavkhooni Everglade. Geodynamics Research International Bulletin (GRIB) Journal; **2014; 2** (3):44-51.

[17] Vandenberge D R, Brandon T L, Duncan J M. Triaxial Tests on Compacted Clays for Consolidated Undrained Conditions. Geotechnical Testing Journal; **2014; 37**: 4.

[18] Karam A. Chaos theory, fractal and nonlinear systems in geomorphology. Natural geography journal; **2010; 3**(8):72. [In Persian].

[19] Cheng Q. Multifractal modeling and spatial analysis with GIS: Gold potential estimation in the Mitchel-Sulphurets area, Northwestern British Columbia. Ph.D.: University of Ottawa, Ottawa; **1994**.p.268.

[20] Salami H, Naderi H. Technical report assessing the sources and uses of water in the catchment area of the river. Iran Water Resources Research journal; **2007 ; 2**(1):74. [In Persian].

[21] Ebrahimzadeh E, Karimi J. Analysis of the planning and development of ecotourism in wetland basin Gavkhoni using bioclimatic indices. Geography and planning journal; **2012; 16**(39):4. [In Persian].

[22] Bateni F, Fakheran S, Soffianian A. Assessment of land cover changes & water quality changes in the Zayandehroud River Basin between 1997–2008. Environmental Monitoring and Assessment Journal; **2013; 185**(8): 117.

[23] Allahdadian L, Khoshakhlagh R. Economic Water Reallocation in the Zayande Rood Basin (Iran) Among Different Uses via Designed Software. International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences Journal; **2013; 2**(6): 1.

[24] Soltani S. Gavkhoni determines wetland water rights (section Limnology). Environmental Protection Agency Isfahan province. Research project**; 2010; 1**. [In Persian].

[25] NASA (2012), Satellite image of Gavkhuni Area. Scene 135-3.

[26] Najari H. Wetland of International Gavkhuni of Isfahan. Environmental Protection Agency Isfahan province; **2014**: 155. [In Persian].

[27] Pakzad H.R, Fayazi F. Sedimentology and Stratigraphic Sequence of The Gavkhuni Playa Lake, SE Esfahan, Iran. Carbonates and Evaporites Journal; **2007; 22**(2):93.

[28] Cheng Q .The Perimeter–Area Fractal Model and Its Application to Geology. Math Geol Journal; **1995; 27**(1):69.

[29] Wang Z, Cheng Q, Cao L et al. Fractal modelling of the microstructure property of quartz mylonite during deformation process. Math Geol Journal**; 2006; 39**(1):53.

Archive of SID

www.SID.ir