تحلیل اقلیم دیرینه بخش شمالی تالاب گاوخونی با استفاده از ژئوشیمی عناصر اصلی و فرعی

لعبت تقوی[۱]
صفیه طیبی[۲*]
سبحان طیبی[۳]
بهرام کریمیان[٤]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، استادیار گروه محیط زیست، تهران، ایران
۲. دانشگاه تهران، دانشجوی دکترای اقلیم شناسی، تهران، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، دانشجوی دکترای حقوق محیط زیست، تهران، ایران
۴. دانشگاه تهران، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، تهران، ایران

*** نویسنده مسئول مکاتبات**
climalover@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۲۶

کد مقاله: ۱۳۹۲۲۱۰۷۹
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می‌باشد.

چکیده

تالاب بین‌المللی گاوخونی در استان اصفهان و دارای مساحتی معادل ۴۷۰ کیلومترمربع می‌باشد. این تالاب یک چاله گرابنی است که توسط رسوبات کواترنری پوشانده شده است. این پژوهش که در سال ۱۳۸۹ در تالاب بین‌المللی گاوخونی انجام پذیرفته به بررسی تغییرات اقلیمی بخش شمالی تالاب گاوخونی بر اساس رسوب‌شناسی شیمیایی (عناصر اصلی و فرعی) می‌پردازد. شواهد رسوب شناسی شامل مطالعه فرایندهای فرسایشی و مطالعه رسوبات از جمله ترکیب و شرایط رسوب‌گذاری، از شواهد مهم تحلیل شرایط اقلیمی گذشته است. در مطالعه حاضر از ۷ مغزه ۱ تا ۲ متری استفاده شده است. این مغزه‌ها دارای پراکندگی سیستماتیک خوبی در منطقه مورد مطالعه هستند و عمق آن‌ها با توجه به شرایط مغزه‌گیری و ویژگی‌های ژئومورفیک تعیین شده‌اند. روش تحلیل داده‌ها مبتنی بر روش‌های ژئو شیمیایی و تعیین درصد فراوانی عناصر ذکر شده در هر نمونه رسوبی برای تعیین شرایط آب و هوایی منطقه در آن دوره رسوب‌گذاری بوده است. با استفاده از تحلیل چهار عنصر حساس به تغییر شرایط محیطی یعنی کلسیم، منیزیم، منگنز و استرانسیم و نسبت‌های منیزیم، منگنز و استرانسیم به کلسیم نتایجی از تغییرات شرایط محیطی بدست آمد. بر اساس نمونه‌های مورد آزمایش یک تقسیم-بندی از شرایط اقلیمی گذشته در منطقه بدست آمد. بر اساس تمام شواهد به طورکلی به نظر می‌رسد در مقاطع ۱۰۰ و ۱۴۰ سانتی‌متری، دوره‌های خشک و در مقاطع ۶۰ و ۲۰۰ سانتی‌متری دوره‌های مرطوب تجربه شده است. در ۲۰ سانتی‌متری اول مغزه‌ها یعنی رسوبات زمان حاضر شرایط بینابین یا نیمه خشک وجود دارد.

واژگان کلیدی: اقلیم دیرینه، ژئوشیمی، تالاب گاوخونی، تغییرات کلسیم، مغزه‌گیری

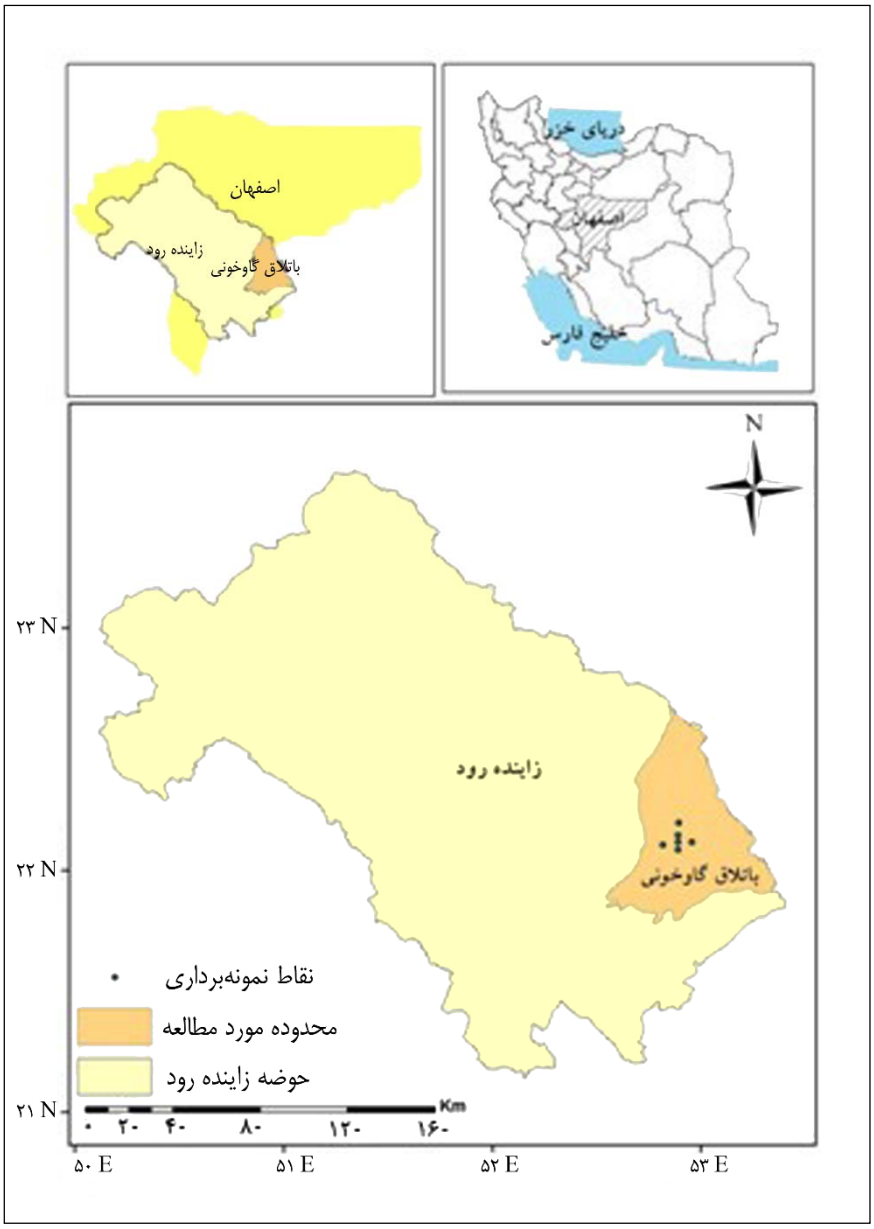
مقدمه

امروزه مسئله گرم شدن زمین مورد توجه بسیاری از محققین، برنامه‌ریزان و حتی سیاسیون قرار گرفته است. شاید اولین جرقه‌های طرح این موضوع زمانی زده شد که بین فصول مشترک سال‌های مختلف از نظر دمایی رطوبتی تفاوت‌های محسوس و آشکاری مشاهده شد. شناخت دوره‌های گذشته اقلیمی راه را برای کشف روند و علل و عوامل تغییرات اقلیمی باز کرده و پیش‌بینی اقلیم آینده را برای برنامه‌ریزی سهولت می‌بخشد. یکی از روش‌های مطالعه تغییرات اقلیمی بررسی رسوبات دریاچه‌ای برای کشف شرایط محیطی دوره‌های پیشین است (عزیزی، ۱۳۸۳). چون رسوبات دریاچه‌ای علاوه بر متابولیسم خود دریاچه از حمل مواد رسوبی بالادست حوضه توسط رودخانه‌ها تشکیل

می‌شود، می‌تواند شرایط محیطی اطراف دریاچه را نیز نشان دهد (Sai, 2004). استفاده از ژئوشیمی عنصری برای تعیین شرایط محیط دیرینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. توزیع عناصر اصلی و فرعی در رسوبات به ترکیب مینرالوژی، دما، ترکیب سیالات، شرایط اکسیداسیون و احیا بستگی دارد (آدابی، ۱۳۸۳). مطالعات نشان می‌دهند که ترکیب و میزان عناصر به شرایط محیطی حساسند (Sai, 2004). تحلیل عناصر اصلی (Ca, Mg) و فرعی (Fe, Na, Mn, Sr) رسوب‌ها با روشن کردن پراکندگی و توزیع آن‌ها راه را برای درک شرایط محیطی رسوبگذاری‌شان باز می‌کند. ژئوشیمی عنصری به واسطه میزان عناصر موجود در هر نمونه، راهنمای خوبی برای تغییرات اقلیمی خواهد بود. چرا که برخی از عناصر در خاک به شرایط محیطی و بویژه اقلیم حساسند. تا حدی که برخی از عناصر شرایط محیطی خاصی را گزارش می‌کنند. مثلا بالا بودن میزان (Mn و Fe) نشانگر محیط احیایی می‌باشد (نکوخو، ۱۳۸۲). ژئوشیمی عناصر به خوبی می‌تواند نشان دهنده شرایط دما و بارش باشد. عناصری چون منیزیم و استرانسیم و منگنز تحت شرایط خاص اقلیمی در شبکه کریستالی جانشین عناصری چون کلسیم می‌شوند. تغییرات در نسبت‌های (Mg/Ca,Sr/Ca,Mn/Ca) در طول مغزه‌ها تغییرات شرایط دریاچه را در طول زمان نشان می‌دهد.

اولین تحقیقات اقلیم دیرینه در ایران تحقیقاتی بود که بر اساس پدیده‌های ژئومورفولوژیکی که تحت شرایط خاصی از اقلیم که با شرایط امروزی نیز بسیار متفاوتند. شواهد تغییرات آب و هوایی کواترنر ایران شاید نخستین بار توسط بلانفورد زمین شناس انگلیسی در قرن ۱۹ میلادی، در سال ۱۸۳۷ مورد توجه قرار گرفته باشد (مهرشاهی، ۱۳۸۰). او با تأکید بر پراکندگی وسیع رسوباتی که به نظر او منشأ دریایی و دریاچه‌ای داشتند در طی پلیئستوسن نواحی مرکزی فلات ایران عرصه پهنه‌های آبی بوده و به تدریج رو به خشک شدن رفته است.

بوبک (۱۹۳۷) و کرینسلی (۱۹۷۲-۱۹۷۰) در تحقیقات ژئومورفولوژیکی خود به ترتیب در شمال غرب ایران و در پلایاها و دریاچه‌های داخلی ایران به نتایج جالبی دست یافتند. کرینسلی در تحقیقات خود به تراس‌های دریاچه‌های دیرینه که تحت شرایط اقلیمی مرطوب تر در پلیئستوسن ایجاد شده‌اند اشاره کرده است. همچنین بوبک (۱۹۳۷) و پگی (۱۹۵۹) به بررسی رسوبات یخچالی نیز پرداختند (خورشیددوست، ۱۳۷۶). تحقیقات اقلیم دیرینه‌ی کوهل (۲۰۰۴ و ۱۹۷۴) نیز جزء اولین تحقیقاتی است که انجام شده‌اند. مطالعه کاربردی کواترنر در ارتباط با منابع طبیعی توسط احمدی و پروفسور رنال از دانشگاه استراسبورگ در سال ۱۳۵۴ انجام گرفت (احمدی و فیض نیا، ۱۳۷۸). تحقیقاتی در زمینه پولن‌ها در سال‌های ۱۹۶۷ و ۱۹۷۷ توسط ون زئیست و همکارانش در دریاچه زریوار و میرآباد انجام شد (Djamali, 2008). در سال ۲۰۰۸ با استفاده از بررسی پولن‌ها شرایط اقلیم دیرینه دریاچه ارومیه را مورد تحلیل قرار داد. پاکزاد و فیاضی (۲۰۰۷) به بررسی رخساره‌های رسوبی و چینه‌شناسی تالاب گاوخونی و پاکزاد و کولک (۲۰۰۷) به بررسی فرم‌های ژئومورفولوژیکی منطقه پرداختند. نکوخو (۱۳۸۲) با بررسی ژئوشیمیایی نهشته‌های پرمین در جنوب شرق شهرضا محیط رسوبی دیرینه منطقه را مورد تحلیل قرار داد Mayrs در سال ۱۹۹۳ به بررسی ژئوشیمی رسوبات دریاچه‌ای با هدف کشف فرایندهای دیاژنتیکی حاکم بر منطقه و جغرافیای دیرینه آن پرداخت. Filippelli (۲۰۰۶) با بررسی رسوبات دریاچه‌ای به شناخت تاثیر تغییرات اقلیمی و اکولوژیکی بر مواد موجود در خاک پرداخت. Sai در سال ۲۰۰۳ به بررسی رسوبات یک دریاچه در کانادا و با استفاده از تحلیل‌های آماری تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای به طبقه‌بندی اقلیمی دیرینه منطقه پرداخت. موریل (۲۰۰۶) در یک پژوهش ترکیبی با استفاده از تحلیل ژئوشیمیایی عناصر اصلی و فرعی به بررسی روند تغییرات سینوپتیکی مونسون‌های آسیایی در دوره هولوسن پرداخت. Roya (۲۰۰۷) با هدف کشف منشأ رسوبات، به بررسی ژئوشیمیایی رسوبات پلایای تهر در هندوستان، پرداخت. Roya (۲۰۰۸) با بررسی ژئوشیمی رسوبات دریاچه‌ای در مکزیک، روند تغییرات محیطی کواترنری را بررسی کرد.



شکل۱: معرفی منطقه مورد بررسی در تالاب گاوخونی.

رسوبات که معمولاً از سنگ‌های سیلیسی، ماسه، رس، شیست، مارن، ژیپس و نمک تشکیل شده، از سایر نقاط توسط فرسایش آبی و فرسایش‌بادی به محوطه باتلاق آورده شده است (ایوبی، ۱۳۸۱ و ایوبی و همکاران، ۱۳۸۵). پلایای گاوخونی به عنوان یکی از دریاچه‌های بارانی و چاله‌های تراکمی پلیو–کواترنر به عنوان حوضه‌ی انتهایی و مصب اصلی جریانات متمرکز زاینده‌رود، ایزدخواست، زرچشمه و دستکن و خشکه‌رود قلمداد می‌شود (رامشت و سیف،۱۳۸۳). تنوع انواع فرم‌های کاوشی و تراکمی واقع در پیرامون گاوخونی نشان از تعویض تناوبی سیستم‌های شکلزایی در طی فازهای سرد و گرم کواترنر دارد. تپه شاهدها در قلمرو گاوخونی به عنوان شواهد و میراث‌های اقلیمی گذشته می‌باشند که مبین حدود پیشروی دریاچه‌ی گاوخونی در طی فازهای مرطوب و بارانی کواترنر محسوب می‌شوند. این آثار با قلمروهای دیرینه‌ی گاوخونی از تطابق بسیار بالایی برخوردار می‌باشند می‌توان چنین استنباط نمود که جولانگاه پیشروی گاوخونی در فازهای‌بارانی کواترنر بیشتر به سمت محورهای جنوبی و شرقی گاوخونی بوده است (رامشت و سیف، ۱۳۸۳).

چاله گاو خونی از نوع چاله‌های تراکمی یا رسوب‌گذاری از دسته چاله‌های تخریبی ایران است. (احمدی ،۱۳۸۷) از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۲ درجه و ۰۸ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۲ دقیقه طول شرقی و در فاصله ۱۴۰ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان قرار دارد (شکل ۱) و مساحت آن ۴۷۰ کیلومترمربع است. رسوبات موجود در ناحیه گاوخونی عموماً به دلیل واقع شدن در انتهایی‌ترین نقطه حوضه آبخیز زاینده‌رود متأثر از رسوبات آورده شده از کل حوضه است (نجاری، ۱۳۸۲).

با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در مناطق مختلف کشور، و ضرورت انجام مطالعات پالئو کلیماتولوژی جهت ایجاد شبکه‌ای از داده‌های دیرینه شناسی، انجام چنین تحقیقی در منطقه تالاب گاوخونی ضرورت دارد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی ویژگی‌های حوضه مورد مطالعه باتوجه به اهداف این تحقیق از نقشه‌های توپوگرافی (شیت 1:250000 نائین) و (شیت 1:50000 تالاب گاوخونی) استفاده شد. بررسی جنس خاک‌های منطقه و سن آن بوسیله نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه و بررسی سازندهای موجود انجام شد و اطلاعات کافی برای عملیات میدانی جمع‌آوری شد.

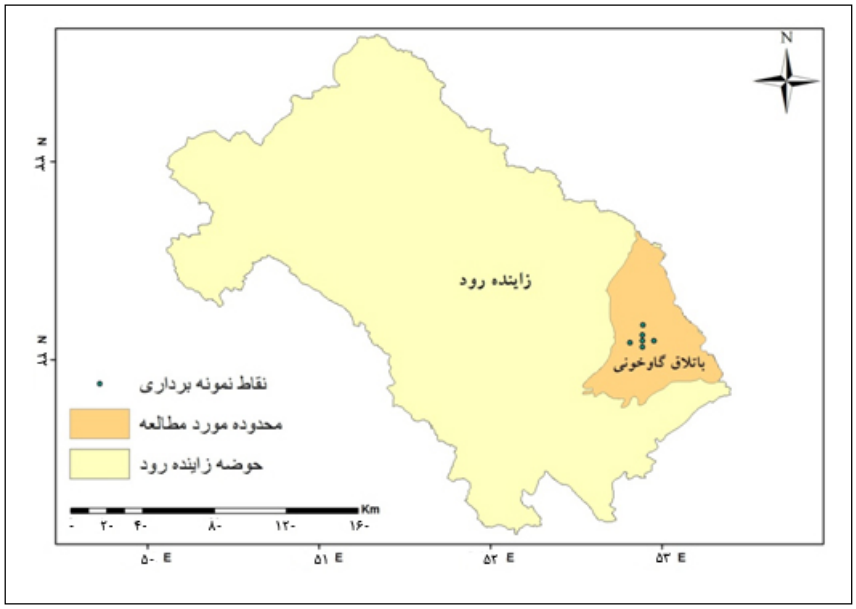
این پژوهش میدانی، در سال ۱۳۸۹ در منطقه تالاب بین‌المللی گاوخونی در شهرستان ورزنه در استان اصفهان انجام پذیرفته است. به منظور مطالعه حاضر ۷ مغزه رسوبی با پراکندگی خوب از بخش شمالی تالاب گاوخونی برداشت شد. موقعیت این مغزه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. پراکندگی این نقاط در سطح تالاب گاوخونی در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است. مغزه ۲ مرکزی‌ترین موقعیت را دارا است. مغزه ۱ غربی‌ترین مغزه و نزدیک‌ترین آن‌ها به معدن نمک و تپه‌های بادی ماسه غرب تالاب گاوخونی است و مغزه ۵ نیز شرقی‌ترین موقعیت را دارد. تمامی مغزه‌ها بر اساس مغزه شماره ۲ که کم ارتفاع‌ترین مغزه بوده است، تراز شدند. مغزه شماره ۵ به علت قرارگیری در ارتفاع بالایی از سطح آب‌های آزاد و ارتفاع کم بعد از تراز شدن با مغزه ۲، حذف می‌شود.

برای مطالعه ژئوشیمی نمونه‌ها، ۷ مغزه رسوبی برداشت شده از بخش شمالی تالاب گاوخونی را به مقاطع ۲۰ سانتی‌متری تقسیم کرده (جدول ۲) هر کدام را با الک با شماره چشمه ۳۲۵ شستشو کرده و در آون خشک گردید. پس از خشک شدن نمونه‌ها تعداد ۱۷ نمونه که دارای بهترین پراکندگی بین تمام مغزه‌های رسوبی بودند را انتخاب کرده و با الک با شماره چشمه ۴۰۰ و سینی الک آن‌ها را الک نموده و رسوبات رسی بسیار نرم (میکرایت) آن‌ها را به عنوان ماده مورد آزمایش در ظروف ویژه‌ای بسته‌بندی و برچسب‌گذاری کردیم (ابوطالبی، ۱۳۸۷). این نمونه‌ها برای محاسبه میزان عناصر اصلی (Mg و Ca) و فرعی (Fe, Mn, Na, Sr,) به آزمایشگاه ژئوشیمی دانشگاه تهران ارسال شد. ۰/۲ گرم از پودر هر نمونه در محلول اسید کلریدریک یک مولار قرار داده شد و پس از ۲ ساعت با دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (AAS) در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفته است. گستره مقادیر عناصر اصلی (Mg و Ca) و فرعی (Fe, Mn, Na, Sr) بر حسب میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شده است. مقادیر عناصر از دستگاه قرائت شد و پس از بدست آوردن میزان عناصر موجود در نمونه‌ها، روند تغییرات آن‌ها در مغزه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به حساسیت تمرکز عناصر و برخی از نسبت‌های آن‌ها به شرایط محیطی، از تغییرات مقدار ۴ عنصر کلسیم و منیزیم و منگنز و استرانسیم و نسبت سه عنصر منیزیم و منگنز و استرانسیم به کلسیم، به بررسی شرایط اقلیمی دیرینه در منطقه پرداخته شد (نکوخو، ۱۳۸۲).

جدول۱: معرفی نقاط نمونه‌برداری شده تالاب گاوخونی.

نمونه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع نقطه از سطح آب‌های آزاد (متر)
۱	۳۲° ۱۰′ ۲/۶۴″	۵۲° ۴۸″ ۱/۵	۱۴۵۱/۴۵
۲	۳۲° ۸′ ۴۹	۵۲° ۵۲″ ۴۴	۱۴۵۰/۲۳
۳	۳۲ ° ۱۰′ ۴۴	۵۲° ۵۲′ ۴۴	۱۴۵۰/۸۴
۴	۳۲° ۱۲′ ۴۷	۵۲° ۵۲′ ۴۴	۱۴۵۱/۱۵
۵	۳۲° ۱۰′ ۴۴	۵۲° ۵۶′ ۴۶	۱۴۵۱/۴۵
۶	۳۲° ۱۵′ ۲۹/۹۵	۵۲° ۵۲′ ۳۱/۴۹	۱۴۵۱/۱۵
۷	۳۲° ۱۵′ ۲۹/۴۲	۵۲° ۵۲′ ۳۱/۴۳	۱۴۵۱/۱۵

شکل۲: محل برداشت مغزه‌ها از تالاب گاوخونی.



شکل۳: محل برداشت نمونه‌ها در تالاب گاوخونی.

جدول۲: نمونه‌های تراز شده بر اساس مغزه ۲.

section	۲Core	۳Core	٤Core	٦Core	۷Core	۱Core
۲۰	۲۰-۲C	۶۰-۳C	۱۰۰-۴C	۱۰۰-۶C	۱۰۰-۷C	۱۴۰-۱C
۱۰۰	۱۰۰-۲C		۱۴۰-۴C	۱۴۰-۶C	۱۴۰-۷C	۲۰۰-۱C
۱۴۰	۱۴۰-۲C		۲۰۰-۴C	۲۰۰-۶C	۲۰۰-۷C	
۲۰۰	۲۰۰-۲C				۲۵۰-۷C	

نتایج

بر اساس تحلیل عمقی مغزه‌ها، مقطع ۱۰۰ سانتی‌متری مغزه ۱ (مغزه‌ای که غربی‌ترین موقعیت را در بین تمام مغزه‌ها دارا بود و نزدیک ترین مغزه به معدن نمک است) بالاترین میزان سدیم را دارا بود. سدیم بالا به عللی چون تبخیر زیاد، ورود کم آب شیرین به حوضه، کمبود بارش یا مجموعه‌ای از این عوامل است. عنصر کلسیم نیز مانند عنصر سدیم در مقطع ۱۰۰ و ۱۴۰ سانتی‌متری بیشتر مغزه‌ها، خشک‌تر بودن محیط در این مقطع نسبت به سایر مقاطع را نشان می‌دهد. دو عنصر منگنز و منیزیم نشان دهنده شرایط احیایی، بارش بیشتر، ورود آب بیشتر و تبخیر کمتر است. در مقاطع ۲۰، ۶۰ و ۲۰۰ سانتی‌متری می‌توان مقادیر نسبتا بالاتری از این عناصر را یافت. تمرکز عنصر استرانسیم نیز ارتباط مستقیمی با دمای آب دارد. مقدار این عنصر در طی دیاژنز متائوریک به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. البته شرایط آب و هوایی تنها عامل تأثیرگذار بر تغییرات میزان عناصر نیست و عامل مهمی چون مینرالوژی اولیه هم بر تغییرات میزان عناصر تاثیر دارد. بر اساس این آزمایشات این نتیجه بدست آمد که به طور کلی مقطع ۱۰۰ و ۱۴۰ سانتی‌متری نمونه‌ها در طی فرایند دیاژنز متائوریک مقدار Sr کاهش و Mn افزایش می‌یابد. پس نسبت Sr/Mn در مقابل Mn شاخص مهمی برای شرایط آب و هوایی است.

بنابر تمام شواهد استفاده شده در این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که بخش شمالی تالاب گاوخونی در طول زمان شرایط اقلیمی متفاوتی را پشت سر گذاشته است. در ستون ۲/۵ متری مورد مطالعه در این تحقیق به طور میانگین ۲ نوع اقلیم شناسایی شد. دوره مرطوب و خشک. تعیین این اقالیم به صورت نسبی بوده است. مثلا منظور از دوره بسیار مرطوب این است که نسبت به دوره‌ی خشک، رطوبت بسیار بالاتری داشته است. این طبقه‌بندی بر اساس میزان شاخص‌های عنصری بوده است. شاخص‌های (Ca و Mn) و نسبت‌های (Mn/Ca, Mg/Ca, Sr/Ca) شاخص‌های مهمی برای تعیین شرایط اقلیمی دیرینه‌اند. بنابراین با توجه به این شاخص‌ها و نتایج تحقیق مقاطع ۱۰۰ و۱۴۰ سانتی‌متری مقاطع خشک و مقطع ۶۰ و ۲۰۰ سانتی‌متری، مقاطع مرطوب‌تری بوده‌اند.

بررسی تغییرات اقلیمی یک منطقه با شیوه‌های گوناگون علاوه بر روشن کردن تاریخ شرایط محیطی آن منطقه، روش‌های متداول مطالعات تغییر اقلیم را نیز به بوته آزمایش می‌گذارد. تا کنون بررسی تغییرات اقلیمی منطقه گاوخونی با استفاده از شواهد ژئومورفولوژیکی و ژئوشیمی عنصری انجام شده است، بنابراین پیشنهاد می‌گردد اقلیم دیرینه تالاب گاوخونی با روش‌های دیرینه‌شناسی و پالینولوژی نیز مورد بررسی قرار گیرد و نتایج تمام این روش‌ها با هم مقایسه گردد. پس از تقسیم‌بندی مغزه‌ها و آماده‌سازی نمونه‌ها، آن‌ها در آزمایشگاه ژئوشیمی با دستگاه AAS مورد آزمایش قرار گرفتند و نتایج آزمایشات عنصری مطابق جدول ۳ می‌باشد.

جدول۳: نتایج آزمایش ژئوشیمی عنصری ۱۷ نمونه.

شماره نمونه	Ca (میلی‌گرم/گرم)	Sr (میلی‌گرم/گرم)	Mg (میلی‌گرم/گرم)	Mn (میلی‌گرم/گرم)
C۱-۱۴۰	۶/۹	۰/۲۱۸	۱۳	۰/۱۵
C۱-۲۰۰	۶/۳۱	۰/۴۰۵	۳۴/۵	۰/۳۵
C۲-۲۰	۱۲/۶	۰/۱۹۸	۱۲/۷	۰/۳
C۲-۱۰۰	۶/۸	۰/۱۹۵	۱۳/۸	۰/۲۵۳
C۲-۱۴۰	۵/۵	۰/۲۸۱	۱۴/۹	۰/۱۷۸
C۲-۲۰۰	۶/۲۲	۰/۳۶۷	۳۳/۵	۰/۴۵
C۳-۶۰	۴/۶	۰/۴۳۱	۳۳/۷	۰/۳۶
C۴-۱۰۰	۵/۵	۰/۲۲	۱۵/۷۱	۰/۲۱۸
C۴-۱۴۰	۵/۳	۰/۱۷۸	۱۶/۵	۰/۱۹۳
C۴-۲۰۰	۴	۰/۵	۳۶	۰/۳
C۶-۱۰۰	۱۵	۰/۲۱	۱۶/۸	۰/۰۱۰۳
C۶-۱۴۰	۱۱/۹۲	۰/۲۹۲	۱۵/۷۵	۰/۳۷۵
C۶-۲۰۰	۵/۳	۰/۳۰۶	۳۰/۶	۰/۴۰۵
C۷-۱۰۰	۱۶/۵	۰/۲۸۵	۲/۸۵	۰/۳۴۵
C۷-۱۴۰	۱۲/۴	۰/۴۳	۴/۲	۰/۴
C۷-۲۰۰	۱۵/۵	۰/۲	۳/۱۳	۰/۲۳
C۷-۲۵۰	۹/۵	۰/۳۲	۳/۳۷	۰/۴۳

بحث و نتیجه‌گیری

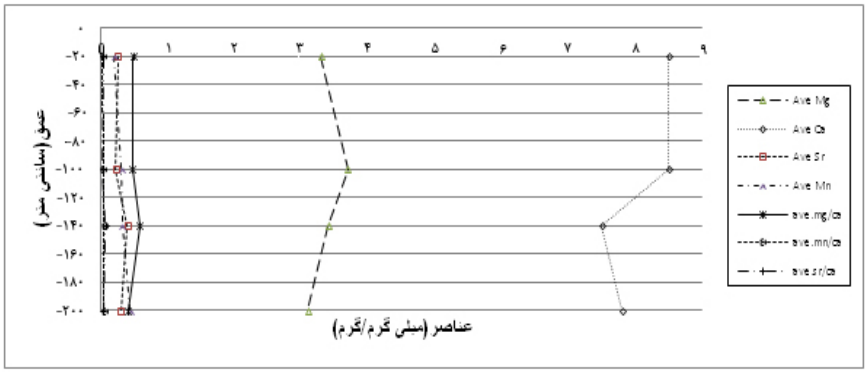
در سال‌های اخیر استفاده از ژئوشیمی عناصر اصلی (major elements) و عناصر فرعی (trace elements) برای تعیین محیط رسوبی و میزان دگر سانی منجر به ارائه نتایج ارزنده‌ای شده است. تعیین رخدادها و شرایط دیاژنزی حاکم بر محیط، شرایط تشکیل رسوب و محیط دیرینه از کاربردهای تحلیل عناصر اصلی و فرعی است (آدابی، ۱۳۸۳).

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نقاط نمونه‌برداری شده دارای اختلاف ارتفاع هستند چرا که سطح منطقه دارای شیب بوده است. بنابراین با توجه به مغزه ۲ که مرکزی‌ترین (شکل ۲) و پست‌ترین نقطه نمونه‌برداری بوده است، سایر مغزه‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند. (شکل ۴). عنصر کلسیم نشان دهنده تبخیر شدید و خشک بودن محیط است. مغزه ۱ با ارتفاع ۱/۴۵ متر، در عمق ۱۴۰ سانتی‌متری خود با مغزه ۲ همتراز می‌شود. از این مغزه دو نمونه انتخاب شده است که نمونه۱۴۰ -c_1 نسبت به نمونه ۲۰۰ -c_1 دارای کلسیم بالاتری است. مغزه ۲ در ۲۰ سانتی‌متری اول خود یعنی نمونه۲۰-c_2 بیشترین میزان کلسیم را دارا است. این مقدار بالا با توجه به منطقه نمونه‌برداری و وجود بلورهای نمک تلخ بر روی محل برداشت این مغزه قابل توجیه است. نمک تلخ در سطح تالاب گاوخونی مخصوصاً در محدوده مغزه ۲ به وضوح در سطح زمین به صورت رسوبات گل کلمی دیده می‌شود. تنها نمونه مورد آزمایش از مغزه ۳ نیز نمونه۶۰-c_3 بوده که دارای کلسیم نسبتا بالایی بوده است. مغزه‌های ۴، ۶ و۷ نیز که از مقطع ۱۰۰ سانتی‌متری خود با مغزه ۲ همتراز می‌شوند، به ترتیب بیشترین کلسیم را را در نمونه‌های ۱۰۰-c_4 و۱۴۰ -c_6 و۱۴۰ -c_7 داشته‌اند. این نکته قابل ذکر است که مغزه‌های ۶ و ۷ کلاً دارای کلسیم بالایی بوده و در اعماق ۱۰۰ سانتی‌متری خود نیز کلسیم بالایی داشته‌اند.

عنصر منیزیم با افزایش تاثیر دیاژنز متائوریکی و شرایط احیایی افزایش می‌یابد و نشان‌دهنده شرایط پر رطوبت در محیط می‌باشد. (پورمعافی، ۱۳۸۷) بنابراین کاهش این عنصر گویای شرایط خشک می‌باشد. در مغزه اول در نمونه ۱۴۰ -c_1کمترین میزان منیزیم را مشاهده می‌کنیم،

در مغزه ۲ مقاطع c_2-۲۰۰ وc_2-۲۰ دارای منیزیم کمی بوده‌اند. مغزه‌های ۴، ۶ و ۷ نیز به ترتیب در نمونه‌های c_4-۱۴۰، c_6-۱۴۰ و c_7-۱۰۰ دارای کمترین میزان منیزیم بوده‌اند. افزایش تمرکز عنصر منگنز نیز نشان دهنده شرایط احیایی و مرطوب در محیط دریاچه می‌باشد. مقدار عنصر منگنز روند معکوسی با میزان عنصر کلسیم در مغزه‌ها دارد. مغزه ۱ کمترین میزان منگنز را در نمونه ۱۴۰ -c_1 دارد. مغزه ۲ در نمونه۲۰ -c_2 کمترین میزان منگنز را دارد. و مغزه‌های ۴، ۶ و۷ نیز به ترتیب در نمونه‌هایc_4-۱۴۰ وc_6-۱۰۰ و c_7-۱۰۰ کمترین مقادیر این عنصر را دارند. تمرکز عنصر استرانسیم در کربنات‌ها ارتباط مستقیمی با دمای آب دریا دارد، مقدار این عنصر در طی دیاژنز متائوریک در کربنات‌ها به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. عنصر استرانسیم معمولا با کاهش عمق آب افزایش می‌یابد (آدابی، ۱۳۸۳). مقدار Sr در نمونه‌ها به ترکیب کانی‌شناسی کربنات‌ها بستگی دارد. به طوری که میزان استرانسیم با افزایش میزان آراگونیت افزایش یافته و با افزایش میزان کلسیت کاهش می‌یابد. وینسنت و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که مقادیر بالای استرانسیم نشان دهنده شوری بالاست. بالاترین میزان این عنصر در مغزه ۱ در نمونه ۲۰۰ -c_1، در مغزه ۲ در نمونه۲۰۰ -c_1، در مغزه ۴، ۶ و۷ نیز در مقاطع ۲۰۰ سانتی‌متری دیده می‌شود. در مقاطع معرفی شده در جدول ۲ نیز بیش‌ترین میزان کلسیم به ترتیب متعلق به مقاطع ۱ (در نمونه ۱۰۰-c_7) و ۳ (در نمونه۲۰۰-c_7) بوده است. بیش‌ترین میزان استرانسیم نیز در مقاطع ۱ (در نمونه ۶۰-c_3) و ۳ (در نمونه ۲۰۰-c_7) دیده میشود. کمترین میزان منیزیم در مقاطع ۱ (در نمونه ۱۰۰ -c_7) و ۳ (در نمونه ۲۰۰-c_6) دیده می‌شود. و کم‌ترین میزان منگنز نیز منحصراً در مقطع ۱ دیده می‌شود. همانطور که می‌دانیم میزان نرخ Sr/Ca تنها با شرایط محیطی کنترل نمی‌شود، بلکه از Sr/Ca آب دریا و تاثیرات بیولوژیکی در کربنات‌ها نیز تاثیر می‌پذیرد (موسوی حرمی، ۱۳۷۲). با کم کردن تاثیرات بیولوژیکی می‌توان به تغییرات شرایط محیطی دیرینه پی‌برد. رنی و همکاران (۲۰۰۴) نیز یک همبستگی مثبت بین نسبت Sr/Ca و دمای آب دریا را بدست آوردند. عناصر مختلف با هوازدگی پوسته قاره‌ها و فرسایش به دریاها و دریاچه‌ها اضافه می‌شود و به صورت کربنات‌های مختلف رسوب می‌کنند (فیض‌نیا، ۱۳۷۷) به طور کلی جانشینی استرانسیم در $CaCO_3$ به طور خطی با افزایش دما، کاهش می‌یابد از طرفی با افزایش بارش مقدار Sr افزایش یافته و Ca کاهش می‌یابد. پس میزان Sr/Ca با افزایش بارش افزایش می‌یابد. پس احتمالا می‌توان مقدار بالای Sr/Ca را به شرایط گرم و مرطوب و Sr/Ca پایین را به شرایط سرد و خشک نسبت بدهیم. کم‌ترین میزان Sr/Ca در مقاطع ۱ (در نمونه۲۰-c_2) و ۳ (در نمونه ۲۰۰-c_7) دیده می‌شود.

با افزایش بارش و دوره‌های احیایی یا دیاژنز متائوریکی مقدار Mg افزایش می‌یابد و در این شرایط کلسیم کاهش می‌یابد. پس با افزایش بارش Mg/Ca زیاد می‌شود. طبق تحقیقات رنی و همکاران (۲۰۰۴) بین مقدار Mg/Ca و دمای آب یک همبستگی مثبت وجود دارد. بنابراین این نسبت می‌تواند یک شاخص دمای دیرینه باشد. کم‌ترین میزان Mg/Ca در مقاطع ۱ (در نمونه ۱۰۰-c_7) و ۳ (در نمونه-c_7 ۲۰۰) دیده می‌شود. با افزایش بارش و افزایش تاثیر دیاژنز متائوریکی میزان Mn افزایش یافته و میزان کلسیم کاهش می‌یابد پس میزان Mn/Ca با افزایش رطوبت افزایش می‌یابد. کمترین میزان Mn/Ca در مقاطع ۱ (در نمونه ۱۰۰-c_7) و ۳ (در نمونه ۲۰۰-c_7) دیده می‌شود.

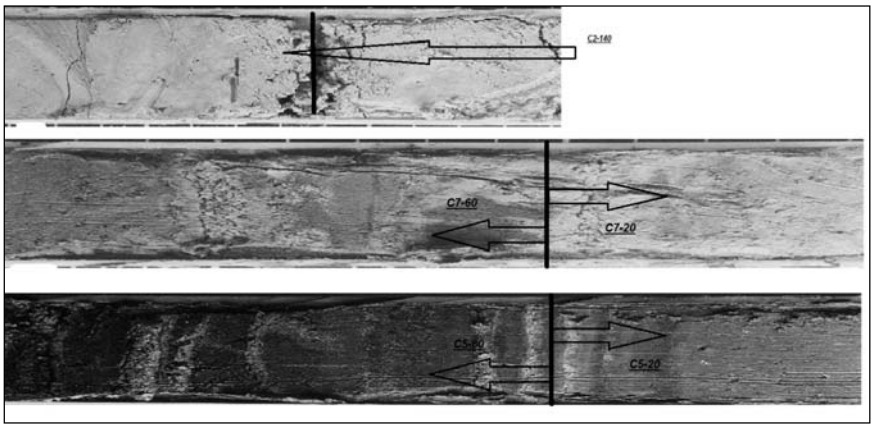


شکل٤: روند تغییر عناصر و نسبت عناصر در عمق متعلق به ۷ مغزه رسوبی بخش شمالی تالاب گاوخونی برداشت شده در زمستان ۱۳۸۹.

با توجه توضیحات ذکر شده، می توان در مقاطع مورد بررسی چند دوره اقلیمی را شناسایی کرد. مقطع ۱۰۰ و ۱۴۰ سانتی‌متر دو دوره بسیار خشک بوده است. این دوره‌های خشک به صورت ناگهانی بوجود نمی‌آیند و از دوره‌های کمی خشک شروع می‌شوند. مرطوب‌ترین دوره نیز با استفاده از نتایج آزمایشات مقطع ۶۰ سانتی‌متری می‌باشد.

شکل ۵، تغییر تدریجی رنگ رسوبات در مقاطع ذکر شده را نشان می‌دهد. رنگ رسوبات خود نشانه خوبی برای شناسایی تغییر اقلیم از دوره مرطوب به خشک است. رسوبات روشن شامل میزان زیادی نمک به صورت عنصر کلسیم هستند. رسوبات تیره نیز با دارا بودن میزان بالای منگنز و منیزیم نشان دهنده محیط احیایی و مرطوب می‌باشند. نتایج مطالعه رنگ رسوبات و ژئو شیمی عنصری آن‌ها با هم مطابقت خوبی را نشان می‌دهند. تیرگی رسوب‌ها شرایط احیایی و سرد، رنگ قرمز رسوب‌ها شرایط اکسیداسیون گرمایی را نشان می‌دهد (سلی، ۱۳۸۱).

همان طور که در شکل ۵ دیده می‌شود مغزه ۲ که از مرکزی‌ترین نقطه نمونه‌برداری ما بود و میزان بالایی از کلسیم را داشت، دارای رنگی روشن، و مغزه ۵ که دارای رسوبات رسی چسبنده بود و بیشترین مسافت را از معدن نمک داشت، دارای رنگی تیره است. در سایر نمونه‌ها نیز مقاطع ۱۰۰ و ۱۴۰ سانتی‌متری رنگ خاکستری بسیار روشن تا قهوه‌ای بسیار روشن داشتند. ولی مقاطع ۶۰ و گاهی ۲۰ سانتی‌متری دارای رنگ تیره‌تری بودند.



شکل ۵: مقایسه رنگ رسوبات.

منابع

ابوطالبی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی تغییرات اقلیمی با استفاده از تحلیل ایزوتوپ‌های اکسیژن رسوبات دریایی در پلیئستوسن پایانی تا هولوسن دریاچه بختگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، صفحات ۱۱۸-۱۶۰.

احمدی، ح.، ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۲، چاپ ۳، نشردانشگاه تهران صفحات ۲۰۵-۳۱۳.

ایوبی، ش.، کریمیان، ا. وجلالیان، و.، ۱۳۸۵. بررسی شواهد میکرومرفولوژیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک‌های قدیمی منطقه اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ، سال دهم شماره اول، صفحات۱۳۷-۱۵۱.

ایوبی، ش.،۱۳۸۱. مطالعه شواهد پدوژنیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک‌های قدیمی در منطقه‌ی اصفهان و امام قیس چهارمحال و بختیاری، رساله دکتری خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات ۱۲-۳۸.

آدابی، م.ح.،۱۳۸۳. ژئوشیمی رسوبی، انتشارات آرین زمین، تهران، صفحات ۲۰-۲۵.

پور معافی، م.، ۱۳۸۷. ژئوشیمی، انتشارات آرین زمین، تهران، صفحات ۱۸-۲۱۱.

رامشت، م. ح.، سیف، ع.، ۱۳۸۳. کاربرد تصاویر ETM لندست و تکنیک GIS در بررسی قلمروهای دیرینه‌ی پلایای گاوخونی، جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان، صفحات ۲۱-۱۲.

سلی، ر.، ۱۳۸۱. محیطهای رسوبی دیرینه و تشخیص آن‌ها در مطالعات زیر سطحی، ترجمه امینی و اخروی، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۵۱-۷۵.

عزیزی، ق.،۱۳۸۳. تغییراقلیم، انتشارات قومس، تهران، صفحات ۲۳-۹۸.

فیض نیا، س.، ۱۳۷۷. سنگ‌های رسوبی کربناته، انتشارات آستان قدس رضوی، دانشگاه امام رضا، مشهد، صفحات ۱۱۲-۱۱۶.

موسوی حرمی، ر.،۱۳۷۲. رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد ۸۵-۸۹.

مهرشاهی، د.،۱۳۸۰. تشخیص تغییرات اقلیمی اواخر دوران چهارم ایران از طریق اطلاعات حاصله از مطالعه دریاچه ها، نشریه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۳ و ۶۴، صفحات ۳۰-۳۸.

نجاری،ح.، ۱۳۸۲. تالاب بین‌المللی گاوخونی اصفهان، انتشارات سازمان حفاظت از محیطزیست، تهران، صفحات ۱۹ -۹۴.

نکوخو، م.، ۱۳۸۲. ژئوشیمی و محیط رسوبی نهشته‌های کربناته پرمین در جنوب شرق شهرضا، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی،صفحات ۲۷-۱۰۸.

Djamali, M., 2008. Palaeoenvironmental changes in Iran during the last two climatic cycles (vegetation-climate-anthropisation), PHD thesis, Sciences and Techniques faculty, university of Paulsezanne (AIX-MARSEILLE III), 194 p.

Roya, S. K. and Caballeroa, L., 2008. Geochemistry of late quaternary sediments from Tecocomulco Lake, central Mexico: Implication to chemical weathering and provenance, Chemie der Erde 68, pp383–393.

Roya, S. K., 2007. REE geochemistry of the recent playa sediments from the Thar Desert, India: An implication to playa sediment provenance. Chemie der Erde, 67, pp 55–68

Saalfield, S., 2008. Trace element geochemistry of Holocene lake marl: paleoclimate analysis of lough carra, county mayo, Ireland,pp 58-60.

Sai, K., 2004. Geochemistry of Lake Sediments as a Record of Environmental Change in a High Arctic Watershed, Chemie der Erde 64, pp257–275.