

## تفسیر محیط رسوبی دریاچه حوض سلطان در هولوسن با استفاده از مغزه های رسوبی

سعید رضاییان لنگرودی<sup>۱\*</sup>، راضیه لک<sup>۲</sup>، فرج الله فیاضی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، دانشگاه تربیت معلم تهران

۲- هیات علمی پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳- هیات علمی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران

\* saeedsediment@yahoo.com

دریافت: ۹۰/۸/۸ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۴

## چکیده

پلایای حوض سلطان با گستره آبگیر حدود ۱۹۵ کیلومترمربع و عمق ۵۰-۲۰ سانتی‌متر، در ۸۵ کیلومتری جنوب غرب تهران واقع شده است. این پژوهش با هدف تعیین اقلیم و تغییرات تراز آب این دریاچه در هولوسن با مطالعه مغزه‌های رسوبی انجام گرفت. در این راستا، تعداد ۹ مغزه به طول بیشینه ۷ متر از بستر دریاچه تهیه گردید و بررسی‌های رخساره‌ای از قبیل ویژگی‌های رسوبی، محتوای ماده آلی، رنگ، حضور کانی‌های تبخیری مورد بررسی قرار گرفت و زیر محیط رسوبی آن تعیین گردید. تعداد ۱۵۵ نمونه از رخساره‌های رسوبی مختلف تهیه و مورد آنالیز دانه‌بندی و کانی‌شناسی (XRD) قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۵ زیرمحیط رسوبی شامل پهنه ماسه ای، پهنه گلی، پهنه گلی‌نمکی، پهنه نمکی و دریاچه موقتی در این ۹ مغزه وجود دارد. رسوبات این دریاچه از نظر اندازه، ۵ تیپ رسوبی شامل گل ماسه‌ای با کمی گراول، ماسه گلی با کمی گراول، گل، گل ماسه‌ای و ماسه گلی می‌باشد. زیرمحیط‌های رسوبی مغزه HS2 در شمال شرق عمدتاً مربوط به پهنه گلی‌نمکی و HS1 در غرب دریاچه عمدتاً مربوط به پهنه‌های گلی می‌باشد. هم‌چنین، تغییرات تراز آب دریاچه در هولوسن در طول مغزه‌ها ترسیم گردید و رسوبات مربوط به دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی تفکیک گردید. نتایج، حاکی از ۶ مرحله عمده خشک‌سالی حاکم بر منطقه می‌باشد. لذا، دریاچه در چند هزار سال اخیر همواره دستخوش دوره‌های پرآبی و کم‌آبی بوده است. تغییر اقلیم کنونی کره زمین سبب خشک‌شدن بیش‌تر دریاچه در سال‌های اخیر نگردیده است و این دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی به تناوب تکرار گردیده است.

واژه‌های کلیدی: حوض سلطان، پلایا، مغزه، تراز آب، رخساره

## مقدمه

هستند که تبخیر ناشی از آن سبب تخلیه آب و تشکیل کانی‌های تبخیری می‌گردد [۲۴، ۲۵ و ۸]. اهداف این مطالعه شامل معرفی زیرمحیط‌های رسوبی پلایای حوض سلطان و تفکیک آن‌ها براساس شواهد موجود؛ بررسی ویژگی‌های رسوبی و تغییرات رخساره‌ای رسوبات هولوسن دریاچه؛ شناسایی انواع کانی‌های موجود در پلایای حوض سلطان و گسترش آن‌ها در بخش‌های مختلف دریاچه؛ بررسی نوسانات تراز آب دریاچه از گذشته و نهایتاً تعیین دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی منطقه می‌باشد.

## موقعیت جغرافیایی

دریاچه حوض سلطان با روند NE-SW تقریباً در ۴۰ کیلومتری شمال شهر قم و ۸۵ کیلومتری جنوب تهران در شرق آزادراه تهران-قم بین عرض‌های ۳۱° و ۳۵°

رسوبات موجود در حوضه‌های دریاچه‌ای، الگوهای متغیری در گذر زمان از خود نشان می‌دهند [۱۴ و ۱۵، ۲۸]. این رسوبات، نگاشت‌های ارزشمندی از تاریخچه فیزیکی، شیمیایی و الگوهای رخساره‌ای آن می‌باشند [۱۱، ۲۲، ۲۷ و ۲۰، ۱۶]. این تاریخچه توسط عوامل خارجی (تغییرات آب و هوایی، تغییرات زهکشی و تکتونیک حوضه) و داخلی (فرآیندهای زیستی، شدت باد/موج) تحت تاثیر قرار می‌گیرد [۱۰]. تغییرات در تاریخچه فیزیکی و شیمیایی دریاچه اغلب تغییرات قابل مشاهده‌ای در رسوب‌گذاری را فراهم می‌کند که می‌توان از آن برای تفسیر فرآیندها و محیط‌های رسوبی گذشته استفاده نمود [۷]. پلایا را می‌توان یک حوضه خشک درون قاره‌ای با تراز آب منفی در نظر گرفت که بیش از ۳/۴ زمان سال خشک بوده و حواشی مویبگی آن به قدری به سطح زمین نزدیک

دست آمده تعداد ۱۵۵ نمونه تهیه گردید. ابتدا رخساره های رسوبی با توجه به ویژگی‌های رخساره‌ای قابل مشاهده از قبیل اندازه دانه، رنگ، محتوای فسیلی و ماده آلی تعیین و زیرمحیط رسوبی هر رخساره مشخص گردید و در نهایت توصیف کاملی از هر رخساره ارائه شد. رخساره‌های مغزه‌ها با هم مقایسه و تغییرات رخساره‌ای براساس محیط رسوبی آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نوع رخساره با توجه به عمق آب تعیین گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۴۸ ساعت در کوره خشک شدند. نمونه‌های تهیه شده مورد آنالیز دانه‌بندی قرار گرفتند. آنالیز دانه‌بندی ذرات بزرگ‌تر از ۶۳ میکرون توسط دستگاه الک‌شیکر (Vibratory sieve Analysette 19) و ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون (سیلت و رس) توسط دستگاه دانه‌بندی لیزری (Analysette Laser particle sizer) ساخته شرکت فریچ آلمان انجام شد. هم‌چنین، تعداد ۱۵۵ نمونه توسط دستگاه (XRD) X-ray diffraction مدل Phillips و با مشخصات تیوپ نوع مس ( $Cu=1.54 \text{ \AA}$ )، ولتاژ ۴۰ کیلوولت، شدت جریان ۴۰ میلی آمپر و زاویه پراش برابر ۷۰-۴ درجه مورد آنالیز قرار گرفتند. پس از تهیه منحنی‌های دانه‌بندی بر حسب فی و میلی-متر، از سیستم فولک و همکاران (۱۹۷۰) برای نامگذاری رسوبات بر اساس اندازه ذرات و تعیین نوع رسوبات استفاده شد. تمام آنالیزها در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است [۱۳].

### زیرمحیط‌های رسوبی

زیرمحیط‌های رسوبی یک دریاچه شور یا پلایا از ارتفاعات به سمت مرکز حوضه شامل مخروط‌افکنه و پهنه ماسه‌ای، پهنه‌گلی، پهنه گلی‌نمکی، پهنه نمکی، دریاچه موقت و دریاچه دائمی می‌باشد [۲۳، ۱۷ و ۲۱]. شکل ۲، زیرمحیط های رسوبی دریاچه حوض سلطان را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که محدوده‌های تعیین‌شده فقط برای یک زمان خاص معتبر است، زیرا وسعت محدوده‌ها برحسب شرایط اقلیمی در زمان‌های مختلف، متغیر می‌باشد. محدوده پهنه ماسه‌ای، اطراف دریاچه به سمت جنوب را دربرمی‌گیرد. رسوبات این پهنه غالباً در اندازه ماسه ریز تا متوسط می‌باشد. تقریباً ۷۰-۶۰ درصد این پهنه ترکیبی

۵۶° ۴۳° شمالی و طول‌های ۵۳° ۵۰° و ۲۰° ۵۱° شرقی قرار گرفته است [۱۲]. این دریاچه، در شمال و شمال شرق توسط کوه‌های علی‌آباد و کوشک نصرت، در غرب توسط کوه‌های منظریه و چاهار و در جنوب شرق توسط کوه‌های محمدآباد و بادامچه محدود می‌شود (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی آقنابتی، در زون ایران مرکزی قرار دارد [۱]. رخنمون‌های بالادست دریاچه حوض سلطان که بر روی نوع رسوب و هیدروشیمی دریاچه تأثیرگذار هستند و کوه‌های شمال، شمال شرق و غرب را شامل می‌گردند، عمدتاً ترکیبی از سنگ‌های آتشفشانی ائوسن هستند. در شرق دریاچه، ارتفاعات مشخصی به چشم نمی‌خورد و فقط توده‌های آبرفتی مسیل‌های انتهایی رودخانه‌های شور و قره‌چای دشت کم ارتفاعی را بین فرورفتگی حوض سلطان و دریای نمک قم ایجاد می‌کند. این دریاچه با مساحت تقریبی ۱۹۵ کیلومتر مربع، عمق ۵۰-۲۰ سانتی‌متر، وسعت حوضه آبخیز ۲۱۰۲ کیلومتر مربع و گستره آبگیر دریاچه ۶۰۰-۵۰۰ کیلومتر مربع شامل دو چاله جدا از هم یکی به نام "حوض سلطان" و دیگری به نام "حوض مره" می‌باشد که توسط آبراهه‌ی باریکی به هم وصل می‌شوند. حوضه‌ی غربی (حوض سلطان) دارای بلندی ۸۰۶ متر از سطح دریا است که به طور معمول از رواناب‌های سطحی تغذیه می‌شود. حوضه شرقی (حوض مره)، آب خود را از کوهستان‌های موجود در امتداد حاشیه شمالی، از شمالی‌ترین شاخه‌های مخروط‌افکنه رودخانه‌شور و از انشعابات شمالی رودخانه قره‌چای دریافت می‌کند [۱۸]. دریاچه حوض سلطان مشابه بسیاری از حوضه‌های دریاچه‌ای دیگر از قبیل دریاچه ارومیه، دریاچه مهارلو، حوضه‌های نمکی تریاس در بریتانیا و رسوبات نمکی ترشیاری در فرانسه و آلمان بصورت یک فروافتادگی در نتیجه گسل خوردگی بلوک‌های گسلی (فعالیت گسل کوشک نصرت و شاخه های فرعی آن) تشکیل شده است [۶].

### مواد و روش‌ها

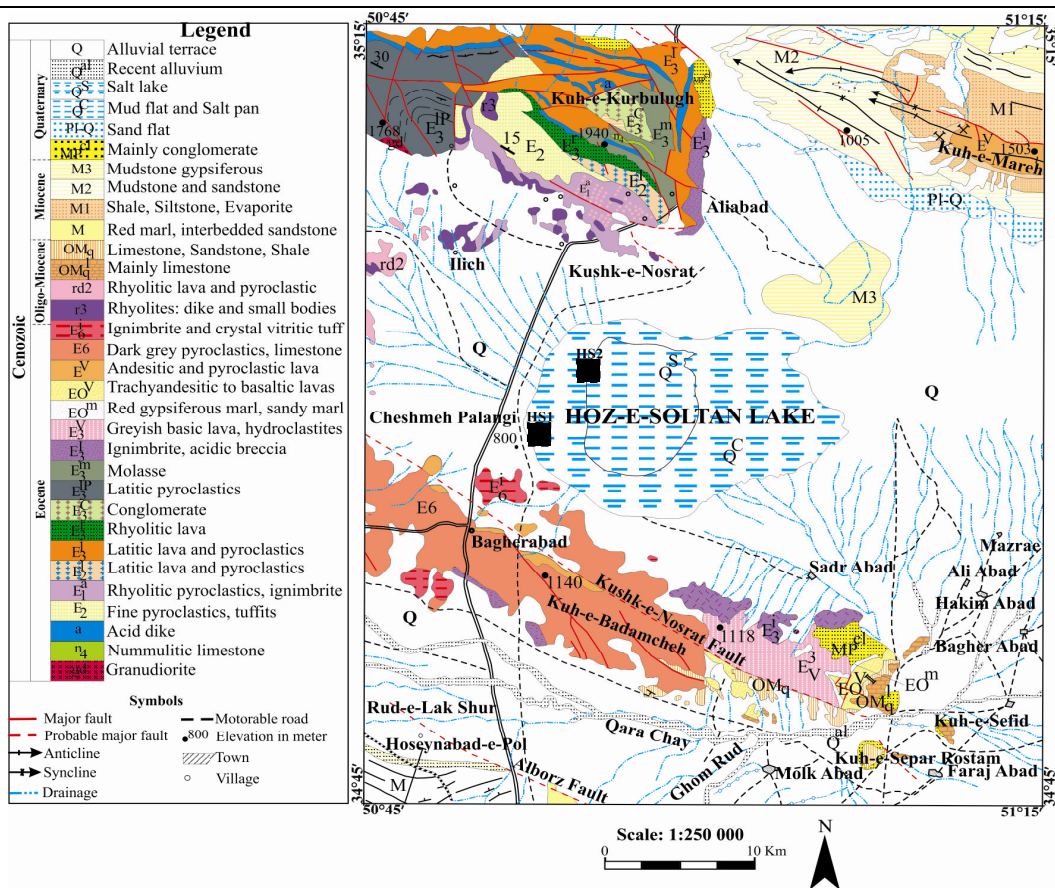
در این پژوهش، تعداد ۹ مغزه از بخش‌های مختلف دریاچه تا عمق بیشینه ۷ متر توسط مغزه‌گیر دستی با قطر ۵ سانتی‌متر گرفته شد. شکل ۱، موقعیت محل مغزه‌های ارائه‌شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. از مغزه‌های به

ضخامت قشر نمک تقریباً ۵ سانتیمتر است (شکل ۳ د). متداول‌ترین عارضه موجود در این پهنه، سطوح گل‌کلمی است که بخش عمده پهنه نمکی را می‌پوشاند (شکل ۳ ه). سطح ایستابی شورابه زیرزمینی در پوسته نمکی پلایا در مواقع آب و هوای خشک و عادی معمولاً در عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متری سطح پوسته نمک قرار گرفته ولی در مواقع پرباران و شارژ غیر عادی، سطح آب بالا آمده و در بعضی از مناطق پلایا تشکیل دریاچه‌های کم عمق فصلی را می‌دهند. رسوبات مربوط به دریاچه موقتی، شامل تناوب سیکل‌های تبخیری-آواری و غالباً تبخیری است (شکل ۳ و).

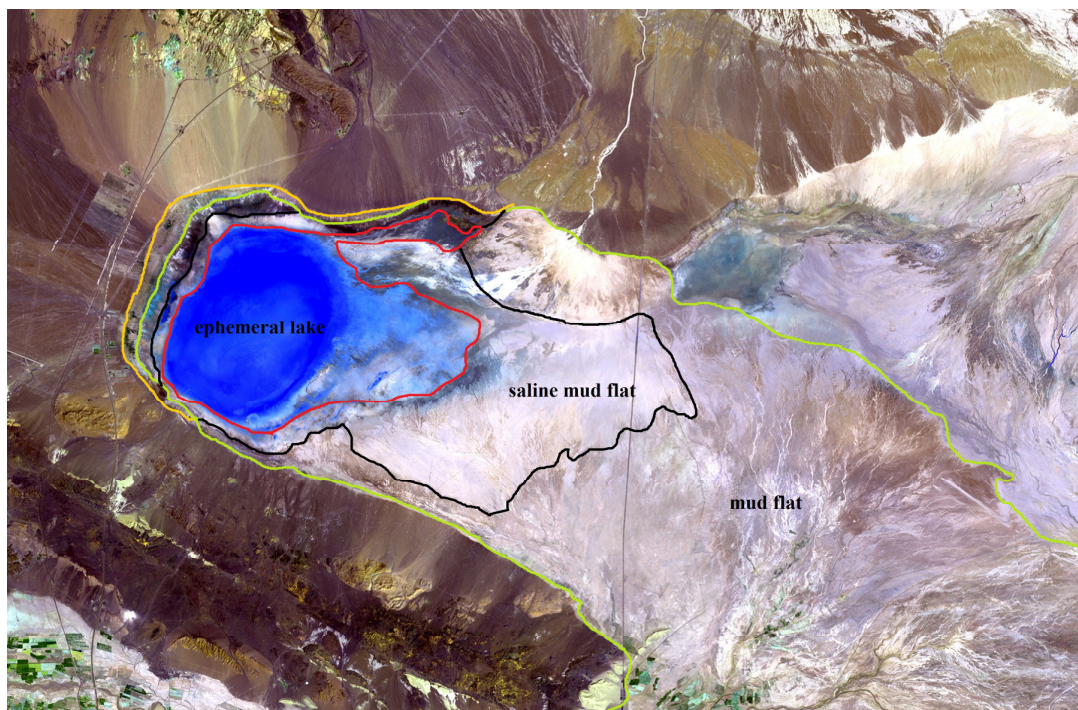
#### توصیف مغزه‌های گرفته‌شده از دریاچه حوض سلطان

به دلیل تعداد زیاد مغزه‌های تهیه‌شده از بستر دریاچه (۹ مغزه) و به منظور تعیین چرخه‌رسوبی و دوره‌های خشک-سالی و ترسالی، در ذیل به توصیف صرفاً رخساره‌ها و زیرمحیط‌های رسوبی ۲ مغزه به شماره HS1 و HS2 با عمق بیشینه ۷ متر پرداخته می‌شود. علت انتخاب دوره پرآبی جهت مغزه‌گیری این است که قشر ضخیم نمک ته-نشست یافته طی دوره خشک، در دوره پرآبی در اغلب نواحی دریاچه حل می‌گردد و در نتیجه مغزه‌گیری، میسر و تمام طول مغزه برای مطالعه مفید است. بررسی مغزه‌های گرفته شده از دریاچه حوض سلطان واحدهای مختلفی را نشان می‌دهد که مشخصات کلی آن در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. ضخامت هر واحد از یک مغزه به مغزه دیگر در سرتاسر دریاچه متفاوت است. علت را می‌توان به تغییرات سریع نرخ رسوبگذاری در زیرمحیط‌های رسوبی و نوع رسوبات هر زیرمحیط نسبت داد. لازم به ذکر است که این توصیف‌ها براساس شواهد صحرایی در حین نمونه‌برداری، نتایج دانه‌بندی و کانی‌شناسی، ویژگی‌های ساختاری و دیاژنتیکی و با توجه به تغییرات قابل مشاهده در حین نمونه‌برداری ارائه می‌شود. قابل ذکر است که کانی‌های تشکیل دهنده رسوبات دریاچه حوض سلطان متشکل از کانی‌های آواری شامل کوارتز، فلدسپات، کانی‌های رسی، میکا، مگنتیت، هماتیت، آمفیبول، آاناتاز، زئولیت و پیروکسن، کانی‌های کربناته شامل کلسیت و به ندرت آراگونیت می‌باشد. نمونه‌ای از گراف XRD این کانی‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است.

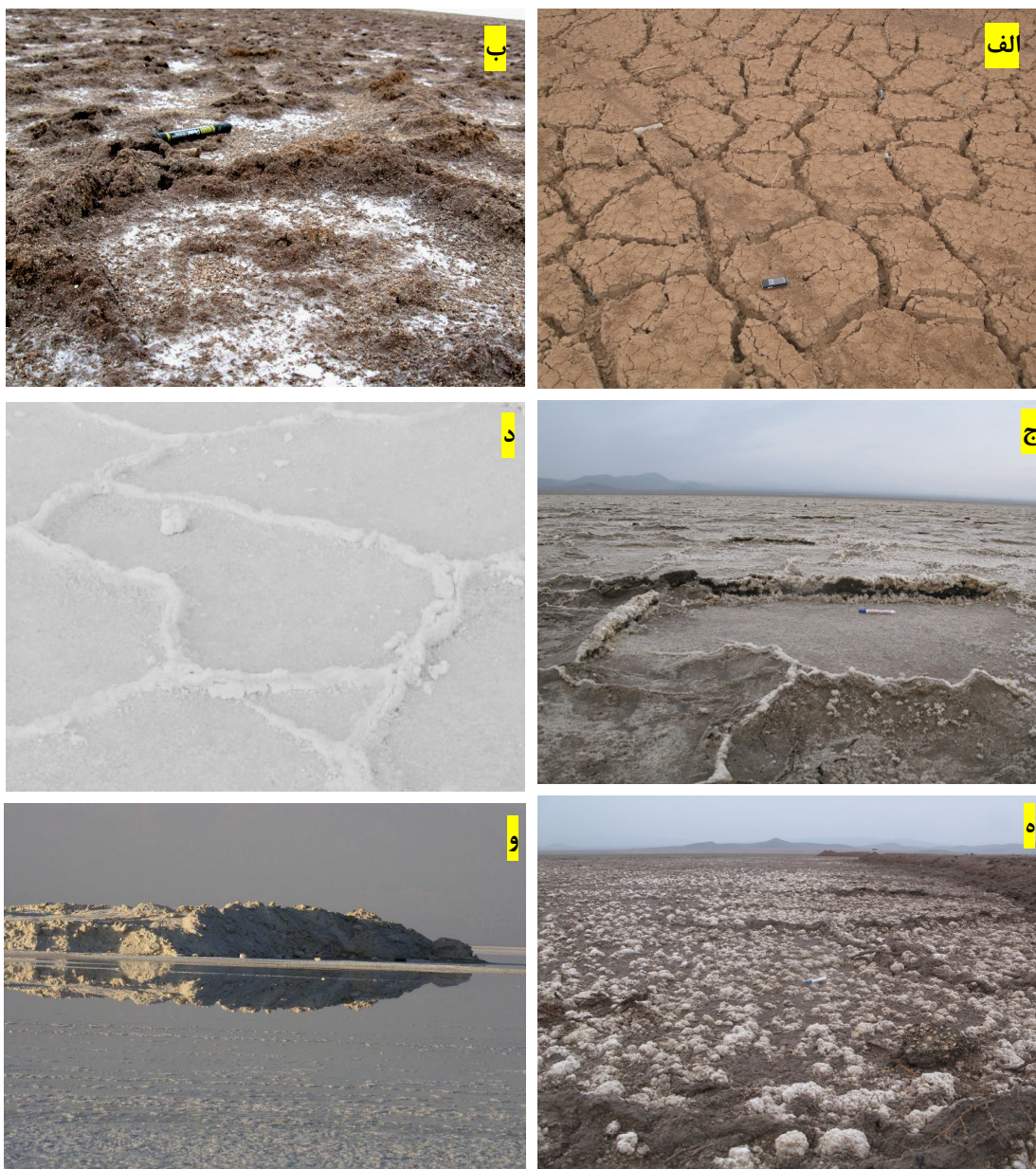
از بلورهای دیسکی شکل و یوهدرال ژپیس به رنگ‌های خاکستری متمایل به قهوه‌ای و سفید می‌باشد. پهنه‌گلی، ترکیبی از رسوبات بسیار ریز، سیلت، رس، بلورهای ژپیس و هالیت همراه با ساختمان‌های رسوبی از قبیل ترک‌های گلی و توده‌های ماسه‌ای بادی می‌باشد. پهنه‌گلی توسط شورابه اشباع نمی‌شود و معمولاً در معرض خشک‌شدگی قرار دارد. این پهنه توسط ترک‌های گلی چندوجهی و قشرهای نمکی نازک قهوه‌ای رنگ مشخص می‌گردد (شکل الف ۳). پهنه گلی نمکی، که در حاشیه دریاچه موقت تشکیل می‌شود شامل یک سطح نرم، خشک و گل‌کلمی شکل می‌باشد (شکل ب ۳). این شرایط، در سطح دریاچه از تبخیر شورابه‌های موجود در لوله‌های مویینگی و ته نشست درون رسوبی سریع تبخیری‌ها حاصل شده‌اند [۱۶ و ۲۹]. در پهنه گلی نمکی، به دلیل تغلیظ و ته نشست آب شورابه طی دوره‌های تکراری خشک‌شدگی دریاچه و رشد بلورهای ژپیس و هالیت در داخل رسوبات همی ساختارهای رسوبی از بین می‌روند. رسوبات پهنه گلی نمکی، ترکیبی از سیلت رسی همراه با کانی‌های تبخیری است و معمولاً به رنگ قرمز قهوه‌ای و یا سیاه دیده می‌شود. سیلت رسی همراه با توده‌های ماسه‌ای و لایه‌های نمکی به عنوان ته‌نشست‌های پهنه گلی نمکی تفسیر می‌شود. عدم وجود ترک‌های گلی در این پهنه بیانگر آن است که تراز آب نزدیک به سطح است و پهنه گلی نمکی حاوی شورابه اشباع شده می‌باشد. تی‌پی، ساختمان رسوبی شاخص در پهنه گلی نمکی است که به صورت سطوح چندوجهی ناشی از ترک‌های گلی به رنگ خاکستری و نفوذ شورابه در اثر خاصیت مویینگی در بین ترک‌های آن می‌باشد که به صورت کانی‌های تبخیری عمدتاً هالیت و به رنگ سفید دیده می‌شود. قطر چندوجهی‌ها تقریباً ۶ متر است، اما در حاشیه جنوب شرق دریاچه قطر بیش از ۵۰ متر هم گزارش شده است [۱۸] (شکل ج ۳). پهنه نمکی، شامل مناطقی است که معمولاً خشک هستند و توسط رسوبات و نمک پوشیده شده‌اند (عمدتاً متشکل از یک لایه کلوروسدیم است). پهنه نمکی و دریاچه موقت براساس دوره‌های خشک و تر به یکدیگر تبدیل می‌شوند. بخش مرکزی پلایا پوششی از قشرهای نمک تبلور یافته با لایه‌بندی ضعیف و شفاف است که تقریباً ۲۴ درصد سطح پلایا را دربر می‌گیرد [۱۸].



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی حاشیه دریاچه حوض سلطان (موزاییک‌شده با اندکی تغییرات از منابع ۲ تا ۴، مربع‌های توپر جایگاه مغزه‌ها را نشان می‌دهند)



شکل ۲- تفکیک زیرمحیط‌های رسوبی دریاچه حوض سلطان (عکس مربوط به دوره پرایم) (LANDSAT, 2004).



شکل ۳- الف) ترک‌های گلی چندوجهی (با قطر ۱۵ سانتیمتر) موجود در پهنه گلی دریاچه حوض سلطان، ب) سطح نرم، خشک و گل‌کلی شکل در پهنه گلی نمکی دریاچه نمک، ج) قشر هالیت در حال تشکیل در سطح ترک‌ها طی خشک‌شدن شورابه در اثر تبخیر در پهنه گلی نمکی، د) سطوح چندوجهی در پهنه نمکی در دریاچه حوض سلطان، ه) سطوح گل‌کلی موجود در پهنه نمکی دریاچه حوض سلطان، و) نمایی از زیرمحیط دریاچه موقت دریاچه نمک حوض سلطان

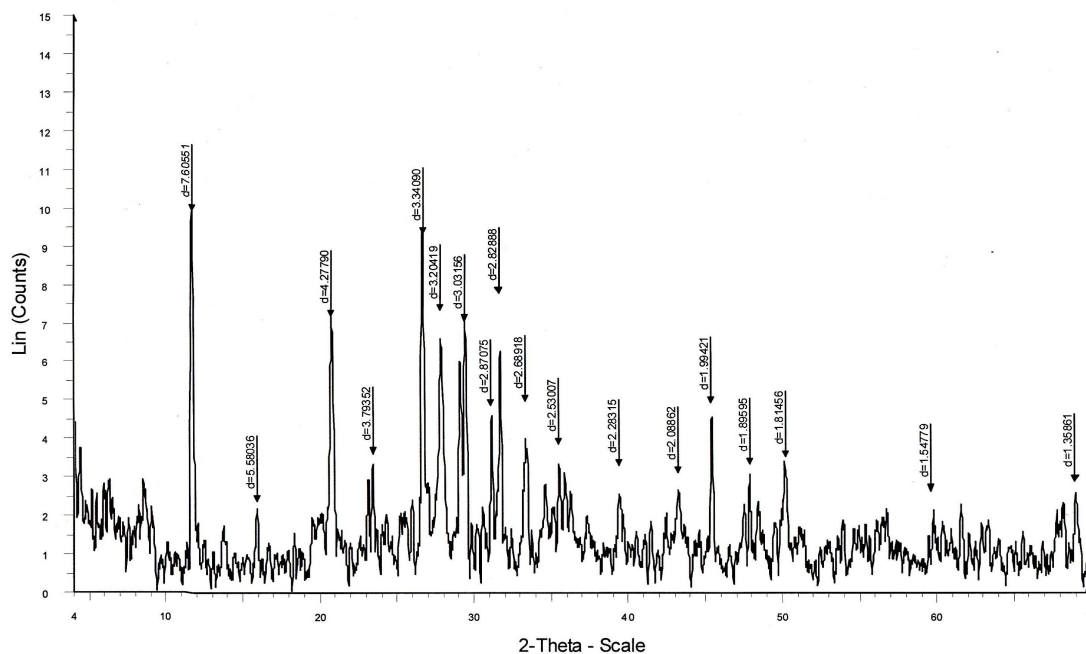
### تطابق چینه‌ای مغزه‌ها

نظر به اینکه در محیط‌های رسوبی تبخیری و پلایایی در وسعت کوچکی زیرمحیط‌های رسوبی و رخساره‌ها تغییرات زیادی می‌نمایند و بسته به اینکه مغزه تهیه شده مربوط به کدام زیرمحیط رسوبی (کفه گلی، نمکی، گلی نمکی و دریاچه موقت) می‌باشد رخساره و لیتولوژی آن متفاوت خواهد بود. لذا، تطابق چینه‌ای صرفاً با در

نظرگرفتن نوع رخساره ممکن نمی‌باشد. بر همین اساس، نوسان تراز آب دریاچه و نوع زیرمحیط رسوبی به عنوان معیار اصلی جهت تطابق چینه‌ای مغزه‌ها در نظر گرفته شد. همانطور که در شکل ۶ دیده می‌شود هم‌زمان با افزایش یا کاهش تراز آب دریاچه در دو مغزه HS2 و HS1 می‌توان رخساره‌ها را با یکدیگر تطابق داد.

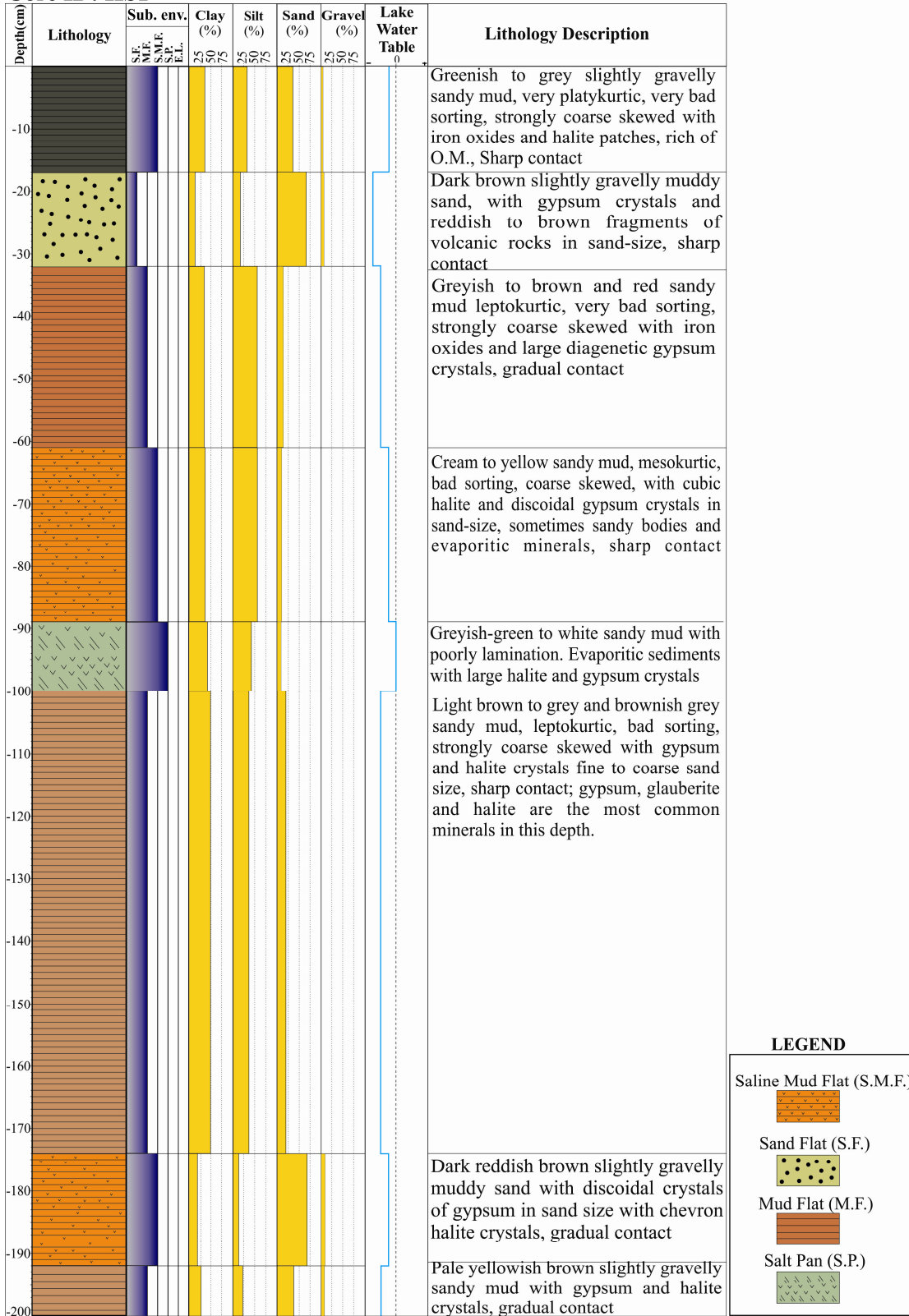
جدول ۱- مشخصات کلی مغزه‌های گرفته‌شده از دریاچه حوض سلطان

HS1	HS2	شماره مغزه
۳۴° ۵۹' ۴۹"	۳۵° ۰۲' ۴۰"	طول جغرافیایی
۵۰° ۵۳' ۱۹"	۵۰° ۵۵' ۴۰"	عرض جغرافیایی
۳۰۰	۲۴۲	طول مغزه (سانتیمتر)
گل ماسه‌ای و گل ماسه‌ای با کمی گراول	گل ماسه‌ای با کمی گراول، ماسه گلی با کمی گراول و گل ماسه‌ای	تیپ رسوب
دریاچه موقت، پهنه ماسه‌ای، پهنه گلی، پهنه گلی نمکی، پهنه نمکی، پهنه گلی، پهنه گلی نمکی، پهنه گلی	پهنه نمکی، دریاچه موقت، پهنه ماسه‌ای، تناوب پهنه گلی و پهنه نمکی، دریاچه موقت، تناوب پهنه گلی و پهنه نمکی، پهنه ماسه‌ای	انواع زیرمحیط‌های رسوبی از سطح به عمق
پهنه گلی	پهنه گلی نمکی	زیرمحیط‌های رسوبی کنونی مغزه برداری شده
کوارتز، ژئیس، کلسیت، هالیت و کانی‌های رسی در مقادیر کم	کوارتز، ژئیس، کلسیت، فلدسپات، هالیت و کانی‌های رسی در مقادیر کم	کانی‌های مشاهده‌شده



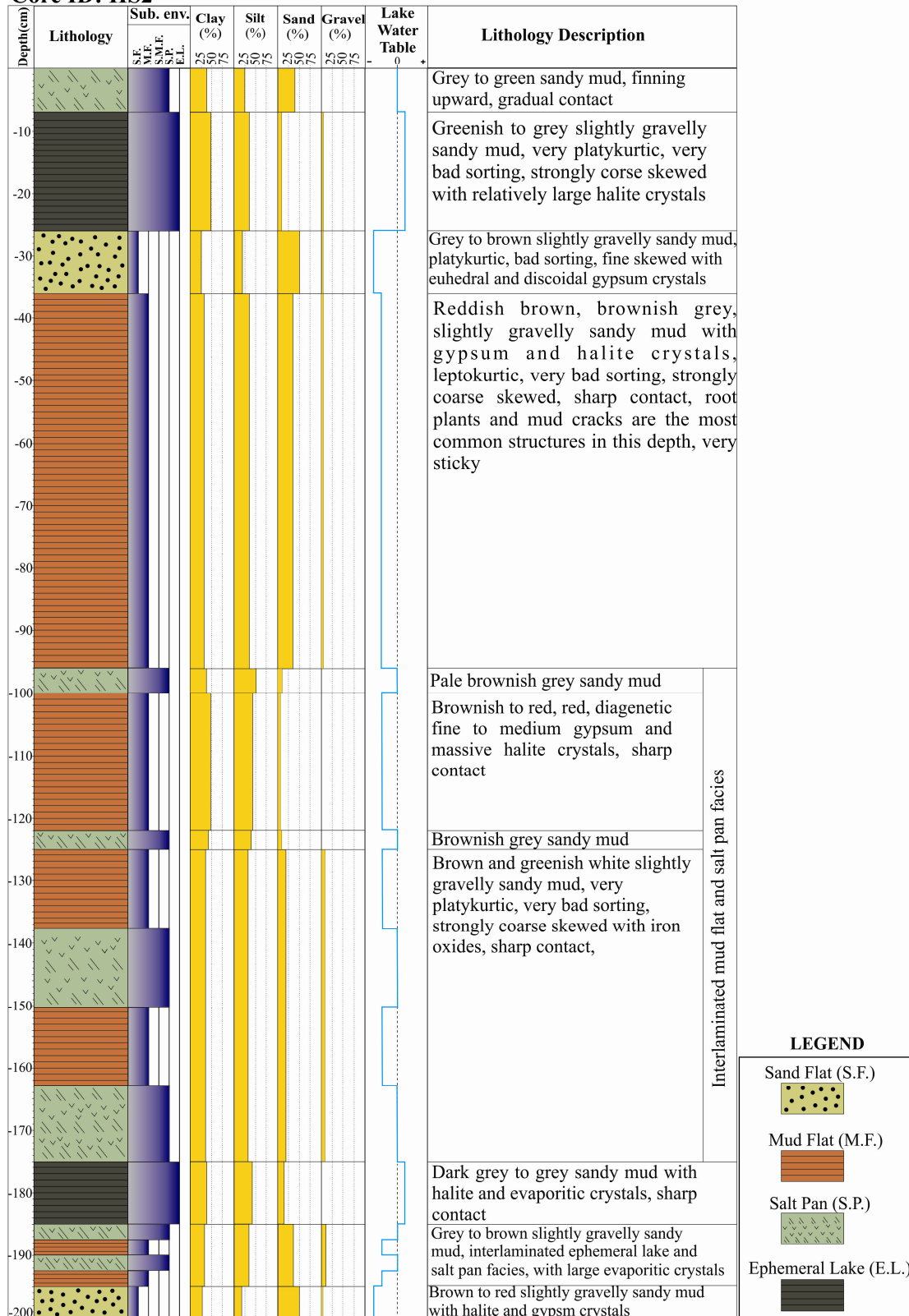
شکل ۴- نمونه‌ای از نمودار XRD کانی‌های بررسی‌شده در منطقه مورد مطالعه (مغزه HS1، عمق ۳۵۰ سانتیمتری)

Core ID: HS1



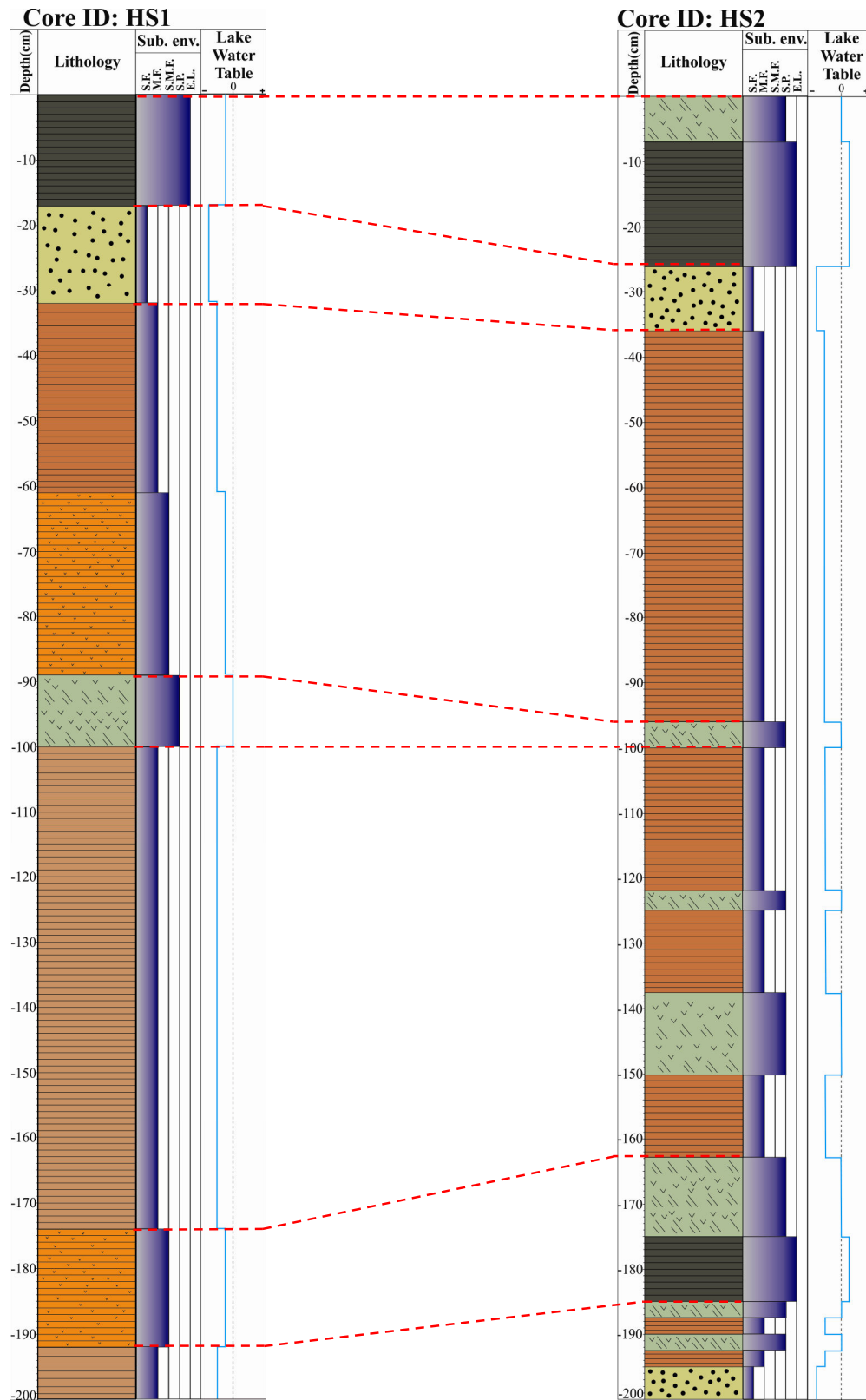
شکل ۵- ستون چینه‌شناسی، زیرمحیط رسوبی، دانه‌بندی، نوسان تراز آب دریاچه و توصیف کلی مغزه HS1

Core ID: HS2



شکل ۶- ستون چینه‌شناسی، زیرمحیط رسوبی، دانه‌بندی، نوسان تراز آب دریاچه و توصیف کلی مغزه HS2





شکل ۷- تطابق چینه‌ای مغزه‌های HS1 و HS2 (راهنمای علائم، مطابق شکل ۱۱ و ۱۰).

## دیرینه اقلیم دریاچه

پس از بررسی مغزه‌ها، تعیین رخساره‌ها، ویژگی‌های رسوبی و اخذ نتایج آزمایشگاهی اطلاعات لاگ هر مغزه به صورت مجزا تهیه گردید و پس از تعیین رخساره و زیر محیط رسوبی، نوسان تراز آب دریاچه از گذشته تا کنون ترسیم گردید. نظر به اینکه، امکان سن‌سنجی به روش کربن ۱۴ میسر نگردیده است، لذا، کلیه تفسیرها و تعیین دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی بر اساس عمق لایه‌ها صورت گرفته است. در تفسیر دیرینه اقلیم حوضه رسوبی دریاچه حوض سلطان مطالب ذیل به عنوان اصول اولیه در نظر گرفته شده است [۱۹، ۲۶ و ۹]:

۱- لایه‌های قرمزرنگ، متعلق به زیرمحیط رسوبی کفه گلی و مربوط به دوره‌های خشک‌سالی عمده است.  
 ۲- لایه‌های خاکستری و سبزرنگ متعلق به زیرمحیط رسوبی دریاچه موقت و مربوط به دوره‌های پرآبی است.  
 با توجه به اینکه مغزه ۴ نسبت به مغزه ۲ در بخش‌های داخلی‌تر دریاچه قرار گرفته است، لذا، این مغزه برای تعیین دوره‌های خشک‌سالی‌های عمده که بخش‌های داخلی‌تر را تحت تاثیر قرار داده است مناسب‌تر می‌باشد. بر همین اساس، ۶ دوره خشک‌سالی در عمق‌های مختلف به شرح ذیل از سطح تا عمق ۲ متر دریاچه را متاثر نموده است:

- ۳۶-۹۶ متری
- ۱۰۰-۱۲۳ متری
- ۱۲۶-۱۳۷ متری
- ۱۵۰-۱۶۳ متری
- ۱۸۷-۱۹۰ متری
- ۱۹۳-۱۹۶ متری

## نتیجه‌گیری

مطالعات انجام‌شده در خصوص رسوب‌شناسی و دیرینه اقلیم دریاچه حوض سلطان حاکی از آن است که ۵ زیر محیط رسوبی شامل پهنه ماسه‌ای، پهنه گلی، پهنه گلی نمکی، پهنه نمکی و دریاچه موقت در این دریاچه تشخیص داده شده است. ضخامت پهنه گلی و گلی‌نمکی، در بخش غربی دریاچه به دلیل نزدیکی به ارتفاعات کمتر از بخش شرقی آن می‌باشد. همچنین، نوع رسوبات این دریاچه از نظر اندازه، ۵ تیپ شامل گل ماسه‌ای با کمی

گراول، ماسه گلی با کمی گراول، گل، گل ماسه‌ای، ماسه گلی می‌باشد، لذا، اندازه ذرات سیلت و رس (گل) بیش‌ترین درصد رسوبات را در بر می‌گیرد.

با توجه به اینکه مغزه ۴ نسبت به مغزه ۲ در بخش‌های داخلی‌تر دریاچه قرار گرفته است، لذا، این مغزه برای تعیین دوره‌های خشک‌سالی‌های عمده که بخش‌های داخلی‌تر را تحت تاثیر قرار داده است مناسب‌تر می‌باشد. بر همین اساس، ۶ دوره خشک‌سالی در عمق‌های مختلف به شرح ذیل از سطح تا عمق ۲ متر دریاچه را متاثر نموده است.

کانی‌های تشکیل‌دهنده رسوبات دریاچه حوض سلطان متشکل از کانی‌های آواری شامل کوارتز، فلدسپات، کانی‌های رسی، میکا، مگنتیت، هماتیت، آمفیبول، آاناتاز، زئولیت و پیروکسن، کانی‌های کربناته شامل کلسیت و به ندرت آراگونیت می‌باشد.

نتایج کانی‌شناسی بیانگر آن است که بیش‌ترین فراوانی در زیرمحیط‌های رسوبی پهنه گلی نمکی و پهنه گلی به کانی کوارتز و کلسیت، در پهنه نمکی و دریاچه موقت به کانی‌های تبخیری به ویژه هالیت و ژیبس تعلق دارد. رسوبات مربوط به پهنه گلی عموماً به رنگ قرمز قهوه‌ای، پهنه گلی نمکی به رنگ قرمز و زرد حاوی بلورهای درشت ژیبس دیاژنتیکی، پهنه نمکی به رنگ سفید، سبز و خاکستری و دریاچه موقت به رنگ خاکستری روشن تا تیره می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور که در به ثمر رسیدن این مقاله در تمام مراحل اجرایی و حمایت مالی پروژه با عنوان "بررسی‌های لیمنولوژی دریاچه حوض سلطان" ما را یاری نمودند، کمال تشکر را داریم.

## منابع

- [12] Fayazi, F (1991) "Sedimentological studies in the Qom area, Central Iran", University of East Anglia, UK, 324p. (Unpublished Thesis).
- [13] Folk, R. L., Andrews, P. B., and Lewis, D. W (1970) "Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand", New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 13, 937-68.
- [14] Gierlowski-Kordesch, E., and Kelts, K (1994) "Global Geological Record of Lake Basins", Cambridge University Press., 427 p.
- [15] Gierlowski-Kordesch, E., and Kelts, K., (2000) "Lake Basins through Space and Time" AAPG Studies in Geology, 46, 648 p.
- [16] Hardie, I. A., Smoot, J. P., and Eugster, H. P (1978) "Saline lakes and their deposits: A sedimentological approach", In: Matter, A., Tucker, M.E. (Eds.), Modern and Ancient Lake Sediments. In Blackwell Scientific Publications, Oxford, 7-41.
- [17] Hardie, L.A., and Eugster, H.P., (1978), Saline lakes. In: A. Lerman (Ed.), Lakes Chemistry, Geology, Physic., New York, NY, Springer-Verlag., 230 p.
- [18] Krinsley, D. B (1970) "A geomorphological and paleoclimatological study of the playa of Iran" U.S. Government Printing Office Washington D.C., 20, 402.
- [19] Lak, R., Fayazi, F., and Nakhaei, M (2007) Sedimentological evidences of a major drought in the Mid - Late Holocene of the Lake Maharlou, SW Iran, 4th International Limnogeology Congress, Abstract book.
- [20] Last, W. M., and Vance, R. E (1997) "Bedding characteristics of Holocene sediments from salt lakes of the northern Great Plains, Western Canada", Journal of Paleolimnology, 17, 297-310.
- [21] Li, J., Lowenstein, T.K., Brown, C.B., Ku, T.L., and Luo, S (1996) A<sup>100</sup> Ka record of water tables and paleoclimates from salt cores, Death Valley, California, Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 123, 179-203.
- [۱] آقائباتی، س. ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- [۲] امینی، ب. و امامی، م. ح (۱۹۹۶) نقشه زمین‌شناسی آران (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۳] حاجیان، ج (۱۹۹۶) نقشه زمین‌شناسی قم (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۴] حقی‌پور، ع (۱۳۶۵) نقشه زمین‌شناسی تهران (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۵] قلمقاش، ج (۲۰۰۰) نقشه زمین‌شناسی ساوه (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۶] لک، ر (۱۳۸۶) بررسی رسوب‌شناسی، هیدروشناسی و روند تکامل شورابه دریاچه مهارلو، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت معلم.
- [7] Blazevic, M. A., Kirby, M.E., Woods, A.D., Browne, B.L., and Bowman, D. D (2009) A sedimentary facies model for glacial-age sediments in Baldwin Lake, Southern California. Sedimentary Geology, 219, 151-168.
- [8] Briere, R. G (2000) "Playa, playa lake, sabkha: proposed definitions for old terms", Journal of Arid Envrionments, 45, 1-7.
- [9] Cohen, A.S (2003) Paleolimnology: The history and evolution of lake systems, Oxford university press, 500 p.
- [10] Dearing, J. A (1997) "Sedimentary indicators of lake-level changes in the humid temperate zone: A critical review", Journal of Paleolimnology, 18, 1-14.
- [11] Enzel, Y., Wells, S.G., and Lancaster, N (2003) "Late Pleistocene lakes along the Mojave River, southeast California", In: Enzel, Y., Wells, S.G., and Lancaster, N. (Eds.), Paleoenvironments and Paleohydrology of the Mojave and Southern Great Basin Deserts. Boulder, CO: Geological Society of America Special Paper 368, 61-77.

- [22] Lowenstein, T. K., Li, J., Brown, C., Roberts, S.M., Ku, T.L., Luo, S., and Yang, W (1999) "200 k.y. paleoclimate record from Death Valley salt core", *Sedimentary Geology*, 27, 3–6.
- [23] Neal, J.T (1965) *Geology, Mineralogy and hydrology of U.S. playas United State Air Force, Cambridge Research Laboratory Environment Research Paper*, 104 p.
- [24] Rosen, M. R (1994) "The Importance of Groundwater in Playas: A Review of Playa Classifications and the Sedimentology and Hydrology of Playas. Palaeoclimate and Basin Evolution of Playa Systems", *Geological Society of America, Special Paper* 289, 1–18.
- [25] Shaw, P. and Thomas, D. S. G (1989) "Playas, pans and salt lakes", *Journal of Arid environments*, 184–205.
- [26] Sinha, R., Smykatz-Kloss, W., Stuben, Harrison, S.P., Berner, Z., and Kramar, U (2006) Late Quaternary paleoclimatic reconstruction from the lacustrine sediments of the Sambhar playa core, That Desert margin, India, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology.*, 233, 252-270.
- [27] Smoot, J. P., and Lowenstein, T. K (1991) "Depositional environments of non-marine evaporates", In: Melvin, J.L. (Ed.), *Evaporites, Petroleum and Mineral Resources*. Elsevier Science Publishing Company Inc., Amsterdam, Netherlands, 189–309.
- [28] Tiercelin, J. J (2002) "Preface". *Sedimentary Geology*, 148, 3–8.
- [29] Valero-Garces, B. L., Delgado Huertas, A., Navs, J. M., Gonzalez-Samperisz, P., and Kelt, K (2000) Quaternary paleohydrological evolution of a playa lake: Salada Mediana, Central Ebro Basin, Spain, *Sedimentology*, 47, 1135-1156.