مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال دهم/ شماره مسلسل سی و هشتم/ زمستان ۱۳۹۹ / صفحات: ۳۸-۲۳

# تاریخچه نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در پلیوستوسن پایانی

**علیرضا صالحی‌پور میلانی[۱*]، راضیه لک[۲]، مجتبی یمانی[۳]**

[۱]استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
[۲]استادیار پژوهشکده علوم زمین
[۳]استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۷

## چکیده

نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه و تاریخچه تحولات آن از جمله موضوعاتی است که سال‌ها مورد بحث محققان علوم زمین بوده است. با وجود مطالعاتی که در گذشته در رابطه با تحولات دیرینه این دریاچه انجام گرفته است، ولی اطلاعات دقیقی در رابطه با تاریخ‌نگاری نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه و ارتباط آن با رویدادهای زمین‌شناسی در این منطقه در دسترس نیست. نظریات ارائه شده در رابطه با سن نوسانات سطح آب دریاچه مبتنی بر تعیین سن نسبی و مقایسه آن با سایر دریاچه‌های کشورهای مجاور یا شواهد رسوبی در رسوبات کواترنری سایر نقاط ایران است. از این‌رو انجام پژوهشی که بر مبنای روش‌های آزمایشگاهی رهیافتی جدید در زمینه تاریخچه نوسانات سطح آب این دریاچه ارئه دهد امری ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی تحولات فضایی و زمانی نوسانات دیرینه دریاچه ارومیه از طریق پژوهش خطوط ساحلی قدیمی و پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه با تأکید بر استفاده از داده‌های تعیین سن پادگانه‌های دریاچه‌ای صورت گرفته است. تعیین سن شش پادگانهٔ دریاچه‌ای ارومیه به روش کربن ۱۴ انجام گرفت. نتایج تعیین سن نشان می‌دهد ، سن خطوط ساحلی شناسایی شده مربوط به به پلیوستوسن پایانی بوده و در محدودهٔ زمانی ۵۴ تا ۳۵ هزار سال قبل قرار گرفته است و نظریاتی را که در رابطه با اختصاص این خطوط ساحلی قدیمی به دوره‌های گونر، میندل و ریس مطرح می‌شود، اصلاح می نماید. علاوه‌برآن از لحاظ زمانی نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه با نوسانات سطح آب دریاچه‌های زریوار و همچنین دریای مرده همبستگی‌های نشان می‌دهد که بیانگر ارتباط زمانی نوسانات سطح آب این دریاچه‌ها بایکدیگر در دورهٔ پلیوستوسن و صحت نتایج به دست آمده است.

*واژه‌های کلیدی*: نوسانات سطح آب- دریاچه ارومیه- تعیین سن کربن ۱۴- پلیوستوسن پایانی- دورهٔ وورم

## مقدمه

در طول تاریخ و به دلایل مختلف، سطح زمین تغییرات اقلیمی عمده‌ای ، متحمل شده است که این تغییرات اقلیمی در موقعیت‌های جغرافیایی، به گونه‌های متفاوتی بُروز نموده و بر حسب ویژگی‌های منطقه‌ای و مکانی، آثار متفاوتی بر جای نهاده است. در پژوهش‌های ژئومورفولوژی، بررسی نحوهٔ تغییرات اقلیمی در طول کواترنری، به لحاظ حضور مواریثی از این دوره و همچنین به دلیل عظمت تغییرات حاصل از تحولات اقلیمی در سطح زمین، اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. شرایط اقلیمی در ایران تحت حاکمیت سیستم‌های فشار و سیکلون‌های غربی، سیبری و مانسون‌های جنوب‌شرق قرار دارد. در طول دوران کواترنری این سیستم‌ها تا حدودی موقعیت آن‌ها تغییر و به تبع، اثرات آن بر روی اقلیم ایران تغییر نموده است. از این‌رو بازسازی این تغییرات و شناسایی شواهد تغییرات اقلیمی امری ضروری است.

پژوهش محیط های دریاچه‌ای می‌تواند به ما در درک بیشتر تحولات اقلیمی کمک شایانی نماید. افت

*نویسنده مسئول: ar.salehipour@gmail.com

و خیزهای آبدهی رودخانه‌ها بـه ماننـد دریاچـه‌هـا و تالابها ناشی از دگرگونی‌های اقلیمی، به‌طـور اولیـه بـه حجم و زمان بارندگی (به صورت باران یا برف) وابسـته است (قانقرمه و بیرودیان، ۱۳۹۱:۴۴). مدیریت پایـدار سواحل، نیازمند آگاهی از روند تغییرات خـط سـاحلی اسـت و آشکارسـازی تغییـرات خـط سـاحلی میتوانـد سـلامت و بقـای سـاحل را تضـمین کند(لرسـتانی و همکاران، ۱۳۹۴:۱۲۳). یکـی از بهتـرین شـواهد بـرای بازسازی شرایط پـالئوژئومورفولوژیکی در محـیط‌هـای ساحلی دریایی و دریاچه‌ای استفاده از داده‌های موجود در مغزه‌های رسـوبی و خطـوط سـاحلی اسـت. تعـداد خطوط ساحلی دریایی و دریاچه‌ای را می‌توان تابعی از فازهای مختلف تغییرات اقلیمی دانست. یـک پادگانـه دریاچه‌ای نشان‌دهندهٔ پهنه و ساحلی قدیمی مربوط به یک دورهٔ یخچالی، مجاور یخچالی یا غیر یخچالی است (پیرازولـی[1]، ۶۳۲:۲۰۰۵). پـژوهش‌هـا و نظریـات متعددی در رابطه با نوسانات سطح آب دریاچه ارومیـه و تاریخچه آن وجود دارد. سیاهپوش در سال ۱۳۵۲ به جمع‌بنـدی پـژوهش‌هـا و اظهارنظرهـای در رابطـه بـا پادگانه‌های دریاچـه‌ای ارومیـه پرداخـت (سـیاهپوش، ۵۳:۱۳۵۲).در ایـن پـژوهش اشـاره شـده کـه بـوتزر[2] مراحل گسترش دریاچه ارومیه را مربوط بـه دوره‌هـای بارانی کواترنری می‌دانستند. به نظر آنان دریاچه زمانی به حداکثر گسـترش خـود مـی‌رسـیده کـه دوره‌هـای یخبندان به حداکثر توسعهٔ خود می‌رسـیدند. بـه نظـر بوبک[3] علت توسعهٔ دریاچـه در دورهٔ پلیوپلیستوسـن و دوره‌های سرد پلیستوسن، پایین آمدن حرارت متوسط هوا به میزان ۵ درجهٔ سانتی‌گراد کمتـر از امـروز بـوده است. پادگانه‌های دریاچه ارومیه برای اولین بار توسط بوبکدر سال ۱۹۳۴ و ۱۹۳۷ در ارتفاع ۴۵ تا ۵۵ متری سطح دریاچه در آن زمان مـورد مطالعـه قـرار گرفـت «بوبک» حداکثر ارتفاع دریاچه ارومیه از سطح دریـا را ۱۳۷۰ متـر نوشـته اسـت (بوبـک، ۴۰۳:۱۹۳۴؛ ۱۳۰:۱۹۳۷). امـا بـا پیـدایش نظریـه امکـان رطوبـت بیشتر هوا و گسترش دریاچـه در دوره یخبنـدان وورم، اصولاً بایستی سطح آب بیشتر از این مقدار بوده باشـد. ربین[4] در عمق ۲- ۳ متری پادگانه دریاچـه‌ای موجـود در تبریز که در ارتفاع ۱۴۵۰ متری از سطح دریا قـرار گرفته است ، اثر بسیار ظریف باستانی متعلـق بـه دورهٔ حجر جدید بافته بود که مسائلی را بـه دنبـال داشـت. علم باستان‌شناسی برای این مرحلـه از تـاریخ، قـدمتی در حدود ۸۰۰۰ سال پیش از میلاد قائل اسـت. بـدین ترتیب ظاهراً هزاران سال بعد از پایـان یخبنـدان دورهٔ وورم آب‌های دریاچـه بـه ارتفـاع ۱۴۵۰ متـر بـالاتر از سطح دریا می‌رسیده که نظر «بوبک» را نفی مـی‌کنـد (سیاهپوش،۵۴:۱۳۵۲). نظریه دیگر دربـاره پیـدایش و گسترش دریاچه مبتنـی بـر ایـن فـرض اسـت کـه در دوره‌های سرد پلیستوسـن، بعـد از گسـترش دریاچـه، سردی هوا موجب توقف گسترش گیاهان شده اسـت و در نتیجـه عوامـل بازدارنـده فرسـایش یعنـی گیاهـان مـانعی در برابـر جریـان‌هـای متنـاوب سـیلابی ایجـاد نمی‌کرده است، به نظر می‌رسد که این دریاچه همانند سایر دریاچه‌های داخلی ایران، به علت کـاهش میـزان تبخیر پدید آمده باشد. از دوره وورم به این طرف، بـالا آمدن میزان درجه حرارت به ویـژه در فصـل تابسـتان، موجب شده است کـه مقـداری از آب دریاچـه خشـک شود و قشر نمکی بر جای بماند. ایـن پدیـده از پاپـان دوره وورم تا به حال ادامـه داشـته اسـت؛ بنـابراین در دوره پلیستوسـن تـأثیر دقیـق میـزان دمـا در میـزان تبخیر، و اهمیت مقدار بارندگی‌های محلی (نـه میـزان بارنـدگی سـالیانه) در پیـدایش و گسـترش دریاچـه بی‌تـأثیر نبـوده‌انـد (خیـام، ۸۷:۱۳۶۴). لـذا مـی‌تـوان کرونولوژی ساده‌ای را تنظیم کرد:پس از تشکیل حـوزهٔ نئوژن آذربایجـان و فعالیـت گسـل تبریـز در میوسـن میـانی، چالـهٔ تبریـز-ارومیـه بـه وسـیله نهشـته‌هـای دریاچه‌ای پوشانده می‌شود که می‌توان آن را بـه اواخـر دورهٔ پلیوسن نسبت داد. در فاصلهٔ زمانی طـولانی دورهٔ یخچـالی کـه کـواترنر دیرینـه را از بحـران‌هـای آب و هوایی کواترنر جدید جدا می‌کند، پادگانه‌هایی پدیـدار

1. Pirazzoli
2. Butzer
3. Bobek
4. Riben

می‌شود که پایین‌ترین آن، ناشی از آخرین مرحله آب و هوای سرد و مرطوب بوده که می‌توان آن را با تاردی گلاسیر همزمان دانست (خیام، ۸۷:۱۳۶۴). شوایتزر[1] در سال ۱۹۷۵ چهار پادگانه در ارتفاع‌های ۳۰، ۶۵-۶۰، ۸۵-۸۰ و ۱۱۵ متری بالاتر از سطح آن زمان دریاچه شناسایی نمود و آن‌ها را به ترتیب معادل دوره‌های وورم *III*، وورم *I*، ریس و میندل دانست (شوایتزر، ۱۹۷۵). در سال ۱۹۶۰، ویتافینزی[2] در بخش غربی دریاچه ارومیه پادگانه دریاچه‌ای موجود در فراز ۴ متری را یافته و آن را هم عرض آبرفت تهران به سن ۹۰۰۰ تا ۳۸۰۰۰ سال دانست. (شهرابی،۶۱:۱۹۹۱)، بربریان و قرشی (۳۴:۱۳۶۶) وجود این پادگانه‌ها را در نقاطی مانند گلمانخانه، بندر شرفخانه، باختر ملک کندی را در هنگام بررسی مسیر بزرگراه شهید کلانتری مورد مطالعه قرار دادند. مغفوری مقدم (۸۵:۱۳۷۱) در پایان‌نامهٔ خود چند پادگانه را در بین روستای گلمانخانه و بندر گلمانخانه در مشرق ارومیه، کوه قهرمان لو و برش کچه‌باشی مورد مطالعه قرار داده است. شاه‌حسینی و همکاران (۹۵:۱۳۸۲)، پادگانه آق‌گنبد، و دو پادگانه در جنوب غرب دریاچه ارومیه مورد شناسایی قرار داده است برش کچه باشی را صبوری (۱۲۸:۱۳۸۹) مورد مطالعه قرار داده و سن آن را با استفاده از کربن ۱۴، ۴۶۰۰۰ سال برآورد نموده است. صالحی‌پور میلانی (۱۳۹۴) پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه را پژوهش نمود و این پادگانه‌ها را از دیدگاه رسوب شناسی، اکولوژیکی مورد بررسی قرار داد. در دریاچه‌های مجاور دریاچه ارومیه نیز پژوهش‌هایی در رابطه با نوسانات سطح آب دریاجه‌ها با استفاده از پژوهش‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای انجام گرفته است که نتایج آن را می‌توان برای تطبیق با نتایج مطالعات دریاچه ارومیه استفاده نمود. کزوقلو[3] در سال ۲۰۱۰ دریاچه وان ترکیه تعداد ۱۰ پادگانه دریاچه‌ای یافته است که پایین‌ترین سطح تراس دریاچه‌ای در ارتفاع ۷ متری از سطح دریاچه و بالاترین سطح ارتفاعی تراس دریاچه ای در ارتفاع ۸۸ متری از سطح دریاچه قرار دارد و سن تراس‌های دریاچه‌ای در پایین‌ترین تراس ۲۷۹۰۰ سال قبل و بالاترین آن سنی در حدود ۳۴ هزار سال قبل است. بارتو[4] در سال ۱۹۹۹ پژوهش‌های جامعی را در رابطه با پادگانه‌های دریاچه ای دریای مرده[5] انجام داد و شکل‌گیری آن را با وقایع هنریچ[6] در ارتباط دانست.

همان‌طور که در بالا مشاهده می‌شود نظرات متعددی در رابطه با دیرینهٔ دریاچه ارومیه وجود دارد ولی از تاریخچه دقیق نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه اطلاعات دقیقی در دست نیست و نظریاتی که در رابطه با زمان نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در کواترنری ارائه شده است مبتنی بر تعیین سن نسبی و مقایسه با سایر پادگانه‌ها در دریاچه‌های کشورهای مجاور یا شواهد رسوبی در رسوبات کواترنری سایر نقاط ایران است که دیدگاه جامعی را در رابطه با تحولات زمانی نوسانان سطح آب دریاچه ارومیه در گذشته در اختیار نمی‌گذارد. این مسئله که تاریخچه نوسانات دیرینه سطح آب دریاچه ارومیه چگونه بوده است و چه تأثیری از دیدگاه ژئومورفولوژیکی بر دریاچه ارومیه گذاشته است یکی از پرسش‌های بسیار مهمی است که کلید حل آن پژوهش تعیین سن دقیق پادگانه‌های دریاچه‌ای با ابزارهای آزمایشگاهی دقیق است. علاوه‌برآن صحت‌سنجی نتایج تاریخ نگاری نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه مستلزم تطبیق نتایج حاصل از تعیین سن با دریاچه‌های مجاور دریاچه ارومیه است. از این‌رو این پژوهش با هدف بررسی و تحلیل زمانی نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در پلیوستوسن پایانی و ارتباط آن با رویدادهای اقلیمی در آن دوره مورد بررسی قرار گرفته است تا تحلیل زمانی جامعی در راستای بازسازی پالئوژئومورفولوژی این دریاچه به‌دست آید.

1. Shwitzer
2. Vita Finzi
3. Kuzucuoğlu
4. Bartov
5. Dead Sea
6. Heinrich Event

## محدوده و قلمرو پژوهش

دریاچه اُرومیه در شمال‌غربی ایران و در منطقهٔ آذربایجان، بین مختصات ′۰۷ °۴۴ تا ′۵۳ °۴۷ طول شرقی و ′۴۰ °۳۵ تا ′۳۰ °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. این دریاچه در پست‌ترین فرونشست آذربایجان قرار دارد که اطراف آن را کوههای مرتفع با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر فراگرفته است و به وسیله بخش شمالی کوه‌های زاگرس، دامنهٔ جنوبی کوه سبلان و دامنه‌های شمالی، غربی و جنوبی کوه سهند احاطه شده است (شهرابی، ۱۱:۱۳۷۲). این دریاچه نیز یکی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی موجود در منطقه است که در اثر فعالیت گسل تبریز ایجاد شده است. فعالیت گسل تبریز در این منطقه سبب بالاآمدگی قطعهٔ شمالی این گسل شده است و قطعهٔ فوق‌الذکر با ایجاد مانعی در مقابل جریان آب، موجبات تشکیل دریاچه ارومیه را فراهم آورده است. در این دریاچه بیش از ۱۰۲ جزیره وجود دارد که در بین این جزایر کوچک و بزرگ، شبه جزیره اسلامی بزرگ‌ترین آن‌ها است که در سال‌های پربارش به صورت جزیره در می‌آید که از میان آن‌ها ۱۰ جزیره بزرگ و بقیه کوچک هستند البته هیچ کدام از این جزایر مسکونی نیستند (شاه‌حسینی، ۱۳۸۲: ۲۴). البته با توجه به شرایط کنونی دریاچه ارومیه و کاهش سطح آب این دریاچه، شکل و اندازه این جزایر تغییرات قابل توجهی پیدا کرده است به صورتی که ارتفاع تراز آب دریاچه از ۱۳۷۸ متر در سال در سال ۱۳۷۴ به ۱۲۷۰٫۵ متر در سال ۱۳۹۶ رسیده است. این امر منجر به کاهش وسعت دریاچه از ۵۴۹۰ کیلومترمربع در سال ۱۳۶۶ به حدود ۷۵۰ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۴ شده است (صالحی‌پور میلانی، ۱۳۹۴). دریاچه ارومیه حدود ۴۰ سال پیش منطقهٔ حفاظت شده اعلام گردیده و از سال ۱۳۵۴ نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین تالاب‌های بین‌المللی جهان در نشست رامسر به ثبت رسیده است. این دریاچه همچنین یکی از ۹ ذخیره‌گاه بیوسفری ایران است که در یونسکو ثبت گردیده است.

## روش پژوهش

برای پژوهش پادگانه‌های دریاچه‌ای و قبل از انجام پژوهش‌های میدانی موقعیت احتمالی پادگانه‌ها با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS بر روی تصاویر ماهواره‌ای بازسازی شد. به‌منظور به‌دست آوردن موقعیت جغرافیایی و ارتفاع دقیق پادگانه‌ها از GPS دوفرکانسه (Leica GPS 1200 Base RTK) استفاده گردید. در بررسی‌های میدانی پادگانه‌های دریاچه‌ای شناسایی شد و به صورت اولیه لایه‌های رسوبی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مهم ترین شاهد برای شناسایی پادگانه‌های دریاچه‌ای و تعلق آن‌ها به محیط‌های دریاچه‌ای حضور حجم بسیار زیادی از پوسته‌های صدف از جمله گاستروپود، استراکد، فرامین فرا و همچنین دو کفه‌ای در رسوبات برداشت شده است. برای تعیین سن رویدادهای زمین‌شناسی جدید تعیین سن به وسیله کربن ۱۴ از مهم‌ترین روش‌های تعین سن به شمار می‌آید. کربن موجود در پوسته‌های صدف مواد لازم را برای انجام آزمایش تعیین سن به وسیله کربن ۱۴ فراهم می‌آورد. از این‌رو از این روش در تعیین سن این پادگانه‌ها استفاده شد. جهت تعیین سن از میکرو فسیل‌های گاستروپودهای[1] (گونه هیدروبیا) موجود در رسوبات پادگانه‌های دریاچه ای ارومیه استفاده گردید. با استفاده از الک شیکر مرطوب نمونه‌ها شستشو شدند و میکروفسیل‌ها از مواد و رسوبات چسبیده به آن‌ها پاکسازی شدند، این امر خطای آزمایشگاهی تعیین سن را کاهش می‌دهد. با استفاده از میکروسکوپ بیناکولار[2] نسبت به برداشتن میکرو فسیل‌ها اقدام گردید و برای انجام تعیین سن آماده سازی شد. در این پژوهش تعداد ۵ نمونه از میکروفسیل‌های گاستروپود از پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه، جهت تعیین سن به روش کربن ۱۴ به آزمایشگاه رادیو کربن دانشگاه پزنان لهستان ارسال گردید و نتایج آن در تحلیل بررسی نوسانات دیرینه دریاچه ارومیه مورد استفاده قرار گرفت. از بین

1. Gastropod

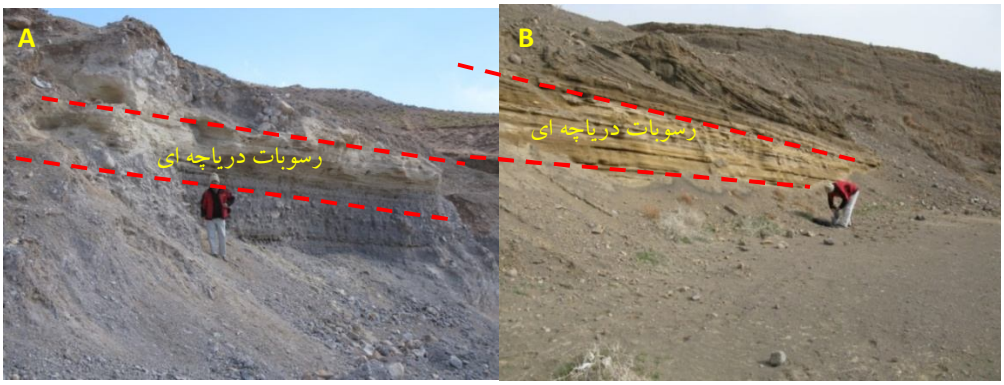
۲. این نوع میکروسکوپ برای بررسی ذرات ریز رسوبات و فسیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پادگانه‌های فوق از آن‌جایی که نتیجه تعیین سن پادگانه دریاچه‌ای کچه‌باشی قبلاً توسط صبوری و همکاران در سال ۱۳۸۹ انجام گرفته و روش تعیین سن آن همانند روشی بود که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته بود. از این‌رو تعیین سن آن (۴۶۰۰۰ سال قبل) به‌عنوان سن پادگانه‌های این سطح قلمداد گردید. پس از مشخص شدن سن این تعداد از پادگانه‌های دریاچه‌ای، محدودهٔ گسترش دریاچه در هر یک از این دوره‌های زمانی پادگانه‌های تعیین سن شده با توجه به ارتفاع‌های پادگانه‌های دریاچه‌ای و با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی SRTM بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست OLI بازسازی شد. به منظور صحت‌سنجی نتایج به دست‌آمده از سن سنجی نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه، این نتایج با سن سنجی‌های نوسانات سطح آب دریاچه وان، زریوار و دریاچه مرده مورد مقایسه قرار گرفت و ارتباط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

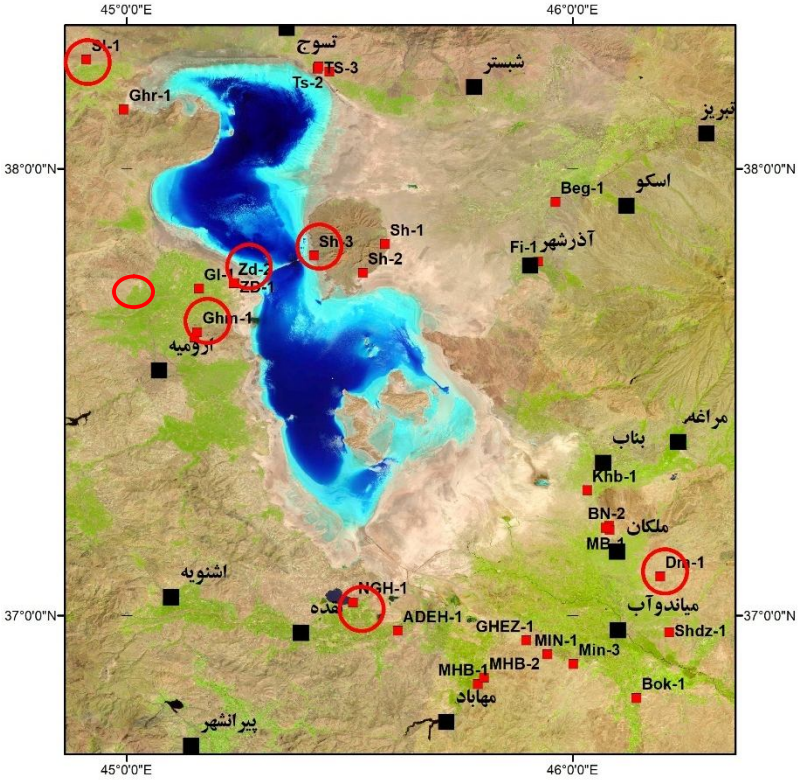
## یافته‌های پژوهش

**پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه:** در بررسی‌های میدانی تعداد ۲۴ پادگانه دریاچه‌ای در رسوبات کواترنری حاشیه دریاچه ارومیه مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفت (شکل ۲). از نظر پراکندگی، بیشترین گسترهٔ پادگانه‌های دریاچه‌ای به‌ترتیب در بخش جنوبی، میانی و شمالی مشاهده می‌شود. از لحاظ فاصلهٔ طولی از خط ساحلی کنونی تعدادی از پادگانه‌ها در فاصلهٔ کمی از ساحل قرار گرفته‌اند ولی پادگانه‌هایی همانند پادگانه بوکان (۷۲ کیلومتر)، مهاباد (۴۵ کیلومتر) و میاندوآب (۶۵ کیلومتر) با خط ساحلی کنونی (سال ۱۳۹۳) فاصلهٔ بسیار زیادی دارند که نشان‌دهنده گسترش بسیار زیاد پهنهٔ آبی دریاچه ارومیه درگذشته است. از لحاظ ارتفاعی کم‌ارتفاع‌ترین پادگانه در جزیره اسلامی (۱۲۹۷ متر) و مرتفع‌ترین پادگانه در دمیرچی (با ارتفاع ۱۳۶۶ متر) قرار دارد و اختلاف ارتفاعی بین این پادگانه‌ها بیش از ۷۰ متر است. بیشترین تراکم پادگانه‌ها به‌ترتیب در ارتفاع ۱۳۲۰-۱۳۴۰ با ۱۰ پادگانه، ۱۳۲۰-۱۲۹۷ متر (۶ پادگانه) و بیش از ۱۳۶۰ متر (۳ پادگانه) است. موقعیت پادگانه‌های دریاچه‌ای و پروفسل ارتفاعی آن در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود. با توجه به شواهد پادگانه‌های یافت شده در این پژوهش، می‌توان اثبات نمود که تعداد سطوح ارتفاعی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه به مراتب بیشتر از سطوح ارتفاعی است که شوایتزر و سایر محققان گذشته به آن اشاره نموده‌اند (شکل ۱).

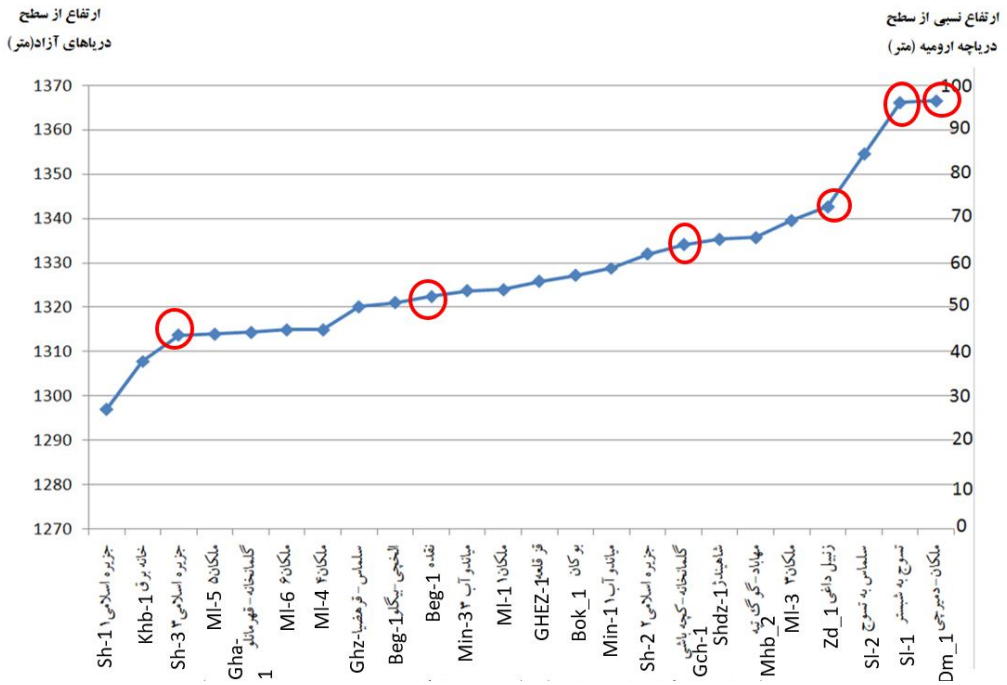
سن‌سنجی رسوبات خطوط ساحلی قدیمی دریاچه‌ای ارومیه: از بین سایر سطوح ارتفاعی پادگانه‌های دریاچه‌ای نمونهٔ رسوب پادگانه جزیره اسلامی ۳ (Sh-3) با ارتفاع ۱۳۱۳/۷ متر به‌عنوان نماینده پادگانه‌های سطح ۴۰ تا ۵۰ متر از سطح دریاچه، پادگانه دریاچه‌ای نقده با ارتفاع ۱۳۲۲/۵ متر به‌عنوان نماینده پادگانه‌های سطح ۵۰ تا ۶۰ متر از سطح دریاچه ، نمونه رسوب پادگانه زنبیل داغی (Zd-1) با ارتفاع ۱۳۴۲/۷ متر از سطح دریاچه (شکل ۲b) به عنوان نماینده پادگانه‌های ۷۰ تا ۸۰ متر از سطح دریاچه، نمونهٔ رسوب پادگانه سلماس (Sl-1) با ارتفاع ۱۳۵۴/۶ متر به عنوان نماینده پادگانه‌های ۸۰ تا ۹۰ متر از سطح دریاچه و پادگانهٔ دمیرچی (Dm-1) عنوان نماینده پادگانه‌های ۹۰ تا ۱۰۰ متر از سطح دریاچه انتخاب و برای تعیین سن ارسال گردید (شکل ۲ و ۳). از بین پادگانه‌های دیگر ازآنجایی‌که نتیجه تعیین سن پادگانه دریاچه‌ای کچه باشی قبلاً توسط صبوری و همکاران در سال ۱۳۸۹ انجام‌گرفته و روش تعیین سن آن همانند روش این پژوهش بود، تعیین سن آن (۴۶۰۰۰ سال قبل) به عنوان سن پادگانه‌های این سطح قلمداد گردید.




**شکل A.۱: رسوبات دریاچه‌ای پادگانه‌های دریاچه‌ای جزیره اسلامیB توالی لایه‌های رسوبی رودخانه‌ای و دریاچه پادگانه دریاچه‌ای زنبیل داغی(بازدید میدانی و نمونه برداری، ۱۳۹۲).**




**شکل ۲: پراکندگی پادگانه‌ها (نقطه‌های قرمز) و موقعیت پادگانه‌های تعیین سن شده دریاچه ارومیه (دایره قرمز)**




**شکل ۳: پروفیل ارتفاعی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه و پادگانه‌های تعیین سن شده (دایره قرمز)**

**ارتباط بین سن و ارتفاع پادگانه‌ها:** پایین‌ترین ارتفاع پادگانه دریاچه‌ای ارومیه که در این تحقیق تعیین سن شد، پادگانه دریاچه‌ای جزیره اسلامی ۳ (Sh-3) بوده که در ارتفاع ۱۳۱۳ متری (ارتفاع ۳۳ متری از سطح کنونی دریاچه) قرار گرفته است. سن این پادگانه ۳۵۸۵۰ سال پیش است و از این‌رو پایین‌ترین سن را در بین پادگانه‌های تعیین سن شدهٔ ارومیه دارد. این پادگانه را می‌توان با اندکی اختلاف ارتفاع معادل پادگانه ۳۰ متر شوایتزر دانست. با بالارفتن ارتفاع پادگانه‌ها سن آن‌ها نیز افزایش می یابد. پادگانه دریاچه‌ای نقده در ارتفاع ۱۳۲۲/۵ متر (۴۴٫۵ متری از سطح کنونی دریاچه)شکل گرفته بود. با توجه به تعیین سن صورت گرفته، این پادگانه مربوط به ۳۸۵۲۰ سال گذشته است. در مقایسه با سن پادگانه جزیره اسلامی ۳، سن پادگانه نقده تقریباً ۲۶۷۰ سال قدیمی‌تر است ارتفاع‌یافتن پادگانه با افزایش سن آن‌ها همبستگی مستقیم دارد.

پادگانه‌ای که در ارتفاع بالاتر نسبت به پادگانهٔ نقده قرار داشته و سن آن در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است، پادگانهٔ کچه‌باشی است. ارتفاع این پادگانه ۱۳۳۴/۲ متر از سطح دریا و در ارتفاع حدود ۶۴ متری از سطح کنونی دریاچه ارومیه قرار دارد. برش کچه‌باشی را صبوری (۱۳۸۹:۱۲۸) مورد مطالعه قرار داده و سن آن را با استفاده از کربن ۱۴، ۴۶۰۰۰ سال برآورد نموده است.

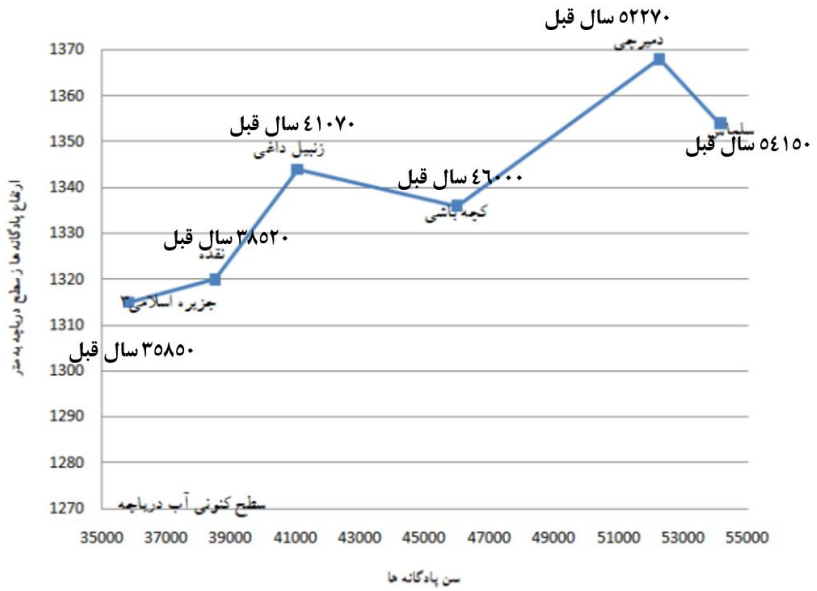
در مقایسه با پادگانه نقده این پادگانه از لحاظ ارتفاع تقریباً ۱۶ متر بالاتر از پادگانه دریاچه‌ای نقده قرار گرفته است و سن این پادگانه نیز نسبت به پادگانه دریاچه‌ای نقده ۷۴۸۰ سال قدیمی‌تر است. پادگانه‌ای که در ارتفاع بالاتری نسبت به پادگانه نقده قرار دارد، پادگانه زنبیل‌داغی است که ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد در حدود ۱۳۴۲/۷ متر و در ارتفاع ۷۳ متری از سطح کنونی دریاچه ارومیه قرار دارد و ارتفاع آن نسبت به پادگانه کچه‌باشی تقریباً ۸ متر بیشتر است. این پادگانه را می‌توان معادل پادگانه ۶۰ متر شوایتزر دانست. سن این پادگانه ۴۱۰۷۰ سال است و در حدود ۵۰۰۰ سال جدیدتر از پادگانه کچه باشی است.

پادگانه سلماس پادگانهٔ دیگری بود که تعیین سن شد. این پادگانه در ارتفاع۱۳۵۴/۶متری و ۸۴ متر بالاتر از سطح کنونی دریاچه ارومیه قرار داشته است. سن این پادگانه مربوط به۵۴۱۵۰ سال قبل است.

ارتفاع این پادگانه تقریباً ۱۰/۷ متر بالاتر از پادگانه دریاچه‌ای زنبیل‌داغی قرار دارد و سن آن در حدود ۱۳۰۸۰ سال قدیمی‌تر از آن است. بالاترین پادگانه شناسایی‌شده دریاچه ارومیه در ارتفاع ۱۳۶۶/۶ و با ارتفاعی در حدود ۹۶ متر از سطح کنونی دریاچه ارتفاع داشته و در نزدیک روستای دمیرچی (DM-1) در جنوب شرقی ملکان قرار دارد ولی سن این پادگانه ۵۲۲۷۰ سال قبل و جدیدتر از پادگانه سلماس بوده و ارتفاع آن در حدود ۱۳/۵ متر بالاتر از پادگانه سلماس است. سطح ارتفاعی این پادگانه را می‌توان معادل پادگانه ارتفاعی ۸۰ تا ۸۵ متری دریاچه ارومیه دانست (جدول ۱و شکل ۴).

**جدول ۱: تعیین سن نمونه‌های فسیل پادگانه‌های منتخب دریاچه ارومیه به روش کربن ۱۴ در دانشگاه پزنان**

| شماره نمونه | منطقه | موقعیت جغرافیایی | ارتفاع پادگانه از سطح دریاهای آزاد (متر) | ارتفاع از سطح دریاچه مرداد ۱۳۹۲ (۱۲۷۰/۸ متر) | تعیین سن کربن ۱۴ (سال) | مقدار خطا (سال) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SH-3-1 (shell) | جزیره اسلامی ۳ | 37°11'50"N 45°30'23"E | ۱۳۱۳/۳ | ۳۳/۷ | ۳۵۸۵۰ | ۱۱۰ |
| NGH-1-3 (shell) | نقده حسنلو | 37°0.4'17"N 45°25'19"E | ۱۳۲۲/۵ | ۴۲/۲ | ۳۸۵۲۰ | ۱۳۵ |
| Gch-1 (shell) | گلمانخانه-کچه باشی | 37°36'23"N 45°09'10"E | ۱۳۳۴/۲ | ۶۵/۴ | ۴۶۰۰۰ | ۱۲۴ |
| ZD-1 (shell) | زنبیل داغی | 37°4'34"N 45°14'00"E | ۱۳۴۲/۷ | ۷۲/۷ | ۴۱۰۷۰ | ۱۶۰ |
| SL-1 (shell) | سلماس به تسوج | 38°16'44"N 45°03'22"E | ۱۳۵۴/۶ | ۸۴/۶ | ۵۴۱۵۰ | ۵۲۰ |
| DM-1-6 (shell) | ملکان- دمیرچی | 37°5.0'15"N 46°11'47"E | ۱۳۶۶/۶ | ۹۶/۶ | ۵۲۲۷۰ | ۴۲۵ |

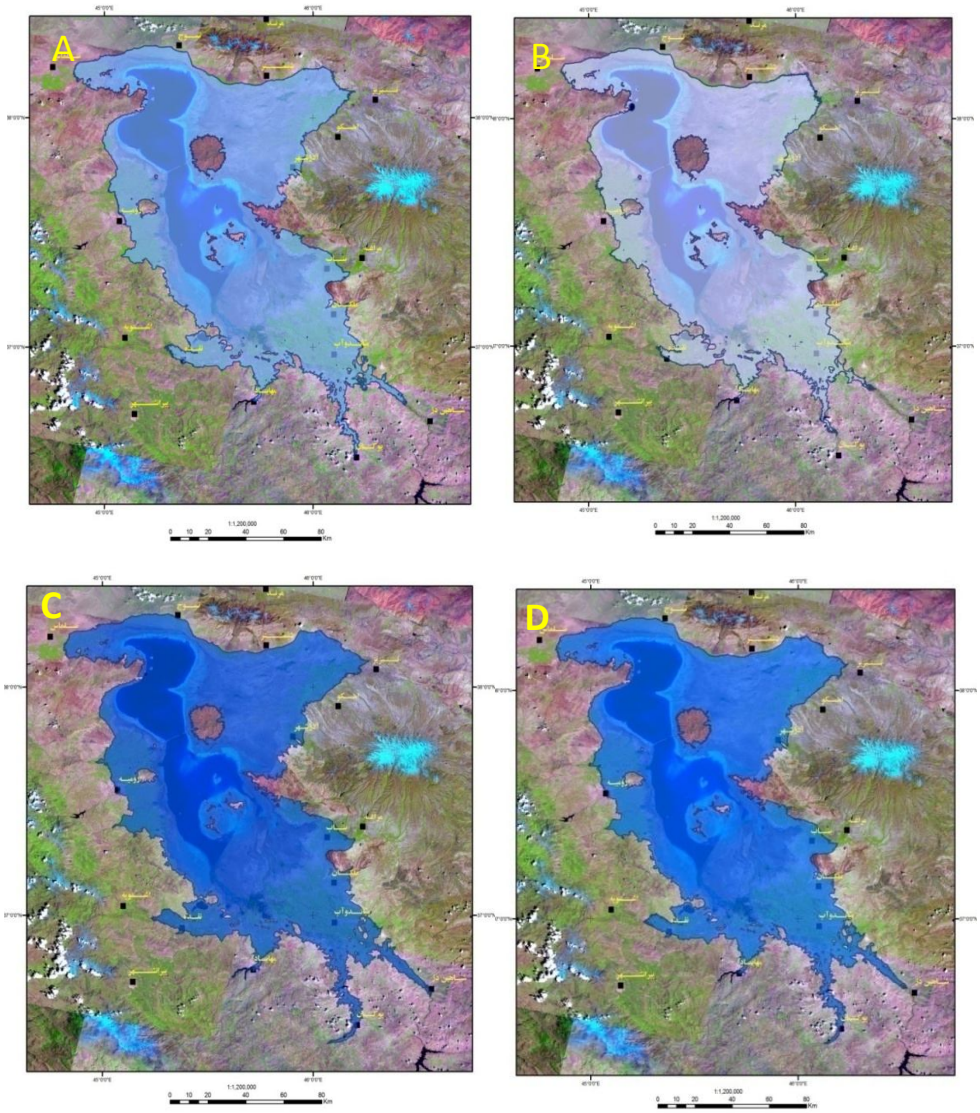



**شکل ۴: رابطهٔ بین سن و ارتفاع پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه**

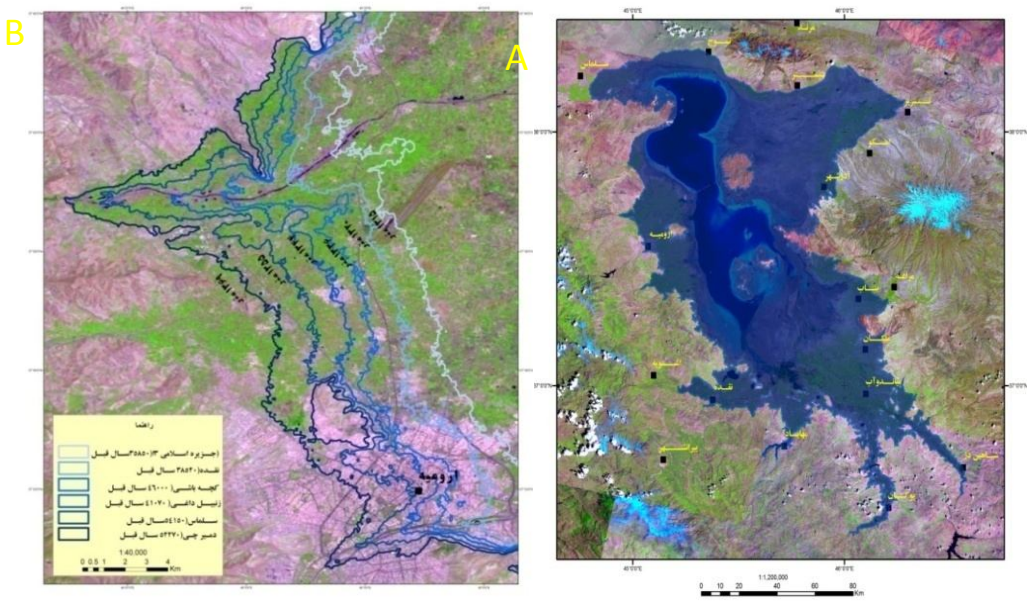
این امر نشان می‌دهد سطح آب دریاچه ارومیه از حدود ۵۰ هزار سال قبل تا ۳۵ هزار سال قبل با نوساناتی همراه بوده است ولی روند غالب نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه را می‌توان روندی کاهشی دانست.

بررسی پادگانه‌های پیرامون دریاچه ارومیه حاکی از آن است که ارتفاع آن‌ها ۱۲۹۷متر تا ۱۳۶۶ متر متغیر بوده و به تبع آن مناطقی که تحت تأثیر نوسانات دیرینه سطح آب دریاچه ارومیه قرار می‌گرفته‌اند نیز متفاوت است. آنچه در نقشه‌های

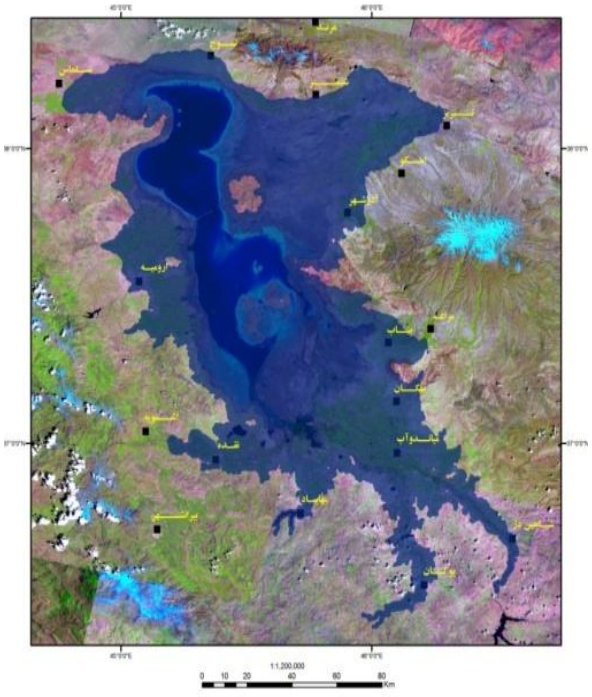
تهیه‌شده از سطوح دیرینه دریاچه ارومیه در پلیوستوسن پایانی قابل بررسی است، بیشترین میزان پیشروی دریاچه در مناطق جنوبی دریاچه به‌خصوص در محل کنونی شهرهای میاندوآب، ملکان و بُناب و همچنین در بخش شرقی جزیره اسلامی روی داده است؛ زیرا شیب بسیار کم زمین موجب شده است که با کمترین تغییر در سطح آب دریاچه گسترهٔ زیادی از این مناطق تحت تأثیر قرار گیرند. در مناطق شمالی و غربی دریاچه نیز به دلیل فاصلهٔ کم‌جبهه کوهستان با خط ساحلی دریاچه و از سویی شیب زیادتر جلگه، نوسانات سطح آب دریاچه تأثیر کمتری بر جای گذاشته است (شکل ۷ و ۵،۶). از بین سطوح پادگانه‌های دریاچه‌ای تعدادی از پادگانه‌ها به‌خصوص آن‌هایی که تعیین سن شده بودند در این بخش مورد بررسی قرار گرفته‌اند.




**شکل ۵. A: محدودهٔ حداکثر گسترش دریاچه باتوجه به پادگانه دریاچه‌ای جزیره اسلامی ۳ در ۳۵۸۵۰ سال قبل، محدوده حداکثر گسترش دریاچه باتوجه به پادگانه دریاچه اینقده،۳۸۵۲۰ سال قبل، C: محدوده حداکثر گسترش دریاچه باتوجه به پادگانه دریاچه‌ای کچه‌باشی در ۴۶۰۰۰ سال قبل، D: محدوده حداکثر گسترش دریاچه باتوجه به پادگانه دریاچه‌ای زنبیل‌داغی،۴۱۰۷۰ سال قبل، (تصویر ماهواره لندست ۷، نقاط سیاه شهر های اطراف دریاچه).**




**شکل ۶. A: محدوده حداکثر گسترش دریاچه با توجه به پادگانه دریاچه‌ای سلماس در ۵۴۱۵۰ سال قبل، B: تأثیر نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در محل کنونی شهر ارومیه (نقاط سیاه شهرهای اطراف دریاچه)**



**شکل ۷: محدودهٔ حداکثر گسترش دریاچه ارومیه با توجه به پادگانه دریاچه‌ای دمیرچی (بالاترین پادگانه شناسایی شده)،۵۲۲۷۰ سال قبل**

**پژوهش تطبیقی نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در پلیوستوسن پایانی در مقیاس منطقه‌ای و محلی:** به منظور بررسی صحت نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، داده‌های سن‌سنجی و نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه با سایر دریاچه‌های مجاور مورد بررسی قرار گرفت.

هرچند در دریاچه خزر و دریاچه وان در ترکیه تعدادی پادگانه دریاچه‌ای در سطوح ارتفاعی مختلف وجود دارد، ولی تعیین سن‌هایی که بر روی خطوط ساحلی قدیمی این دریاچه‌ها صورت گرفته است از لحاظ زمانی با داده‌های تعیین سن شده در دریاچه ارومیه همزمان نیست. از این‌رو دریاچه مرده در غرب اردن و شرق فلسطین و همچنین دریاچه زریوار در ایران به واسطهٔ همپوشانی نتایج آن از لحاظ زمانی با دریاچه ارومیه مورد بررسی قرار گرفتند.

دریای مرده (به عربی: بحرالمیت) که در غرب اردن، و شرق فلسطین (کرانه باختری) واقع شده است. ارتفاع گودترین نقطهٔ آن ۴۲۲ متر کمتر از سطح دریاست. بیشترین عمق آب تا کنون از ۳۷۸ متر بالاتر نبوده است. ۶۷ کیلومتر طول و ۱۸ کیلومتر عرض دارد. حجم آب دریاچه ۸۱۰ میلیون متر مکعب است) پژوهش‌هایی را در رابطه با نوسانات سطح آب دریای مرده با استفاده از شواهد رسوب‌شناسی انجام داده‌اند. نتایج این پژوهش‌ها هم‌زمانی‌هایی با تعیین سن‌های صورت‌گرفته بر روی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه نشان می‌دهد (گوپتا و آگراول، ۱۳۸۶: ۸۵، ماچلوس و همکاران،۷۳:۲۰۰۰، شلمن و همکاران، ۲۰۰۰: ۲۷ و بارتو، ۱۹۹۹: ۳۲) که در ذیل به آن می‌پردازیم.

در ۵۵ تا ۴۸ هزار سال قبل سطح آب دریای مرده در ارتفاعی بین ۲۹۷ تا ۲۹۱ متر زیر سطح آب دریا قرار گرفته بود و این عدد معادل ۱۳۵ متر تا ۱۴۱ بالاتر از سطح کنونی دریای مرده است (بارتو، ۳۲:۱۹۹۹). در این دورهٔ زمانی سطح آب دریای مرده نسبت به دوره زمانی ۴۳ تا ۴۸ هزار سال قبل، افزایش ۴۹ متری را نشان می‌دهد. با مقایسه داده‌های تعیین سن دریاچه ارومیه با پادگانه‌های دریای مرده مشخص می‌شود که در این دوره زمانی نیز افزایش سطح آب دریاچه ارومیه مشاهده می‌شود و شاهد آن شکل‌گیری سه پادگانه دریاچه‌ای، سلماس با ارتفاع ۱۳۵۴/۶ متر (۸۴ متر بالاتر از سطح دریاچه ارومیه) با سن ۵۴۱۵۰ سال قبل، پادگانه دمیرچی با ۱۳۶۶/۶ متر ارتفاع (۹۶ متر بالاتر از سطح کنونی آب دریاچه ارومیه) با سن ۵۲۲۷۰ سال است.

از ۴۳ تا ۴۸ هزار سال قبل سطح آب دریاچه مرده به ۳۴۰ متر زیر سطح آب دریاچه نزول کرد که این عدد نشان‌دهندهٔ ۴۹ متر اُفت سطح آب دریاچه نسبت به دورهٔ زمانی ۴۸ تا ۵۵ هزار سال قبل در این دریاچه است (ماچلوس و همکاران، ۲۰۰۰: ۷۳). در این دوره زمانی سطح آب دریاچه ارومیه نیز کاهش شدیدی داشته است و شاهد آن پادگانه کچه‌باشی (۱۳۳۴/۲ متر) با سن ۴۶۰۰۰ سال قبل است. ارتفاع این پادگانه دریاچه‌ای نسبت به پادگانه‌های دریاچه‌ای سلماس و دمیرچی که در ۵۲ تا ۵۴ هزار سال قبل قرار داشته‌اند در حدود ۲۰ متر کاهش داشته است که نشان‌دهندهٔ کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در این دورهٔ زمانی و هم‌راستایی آن با نوسانات سطح آب دریاچه مرده است.

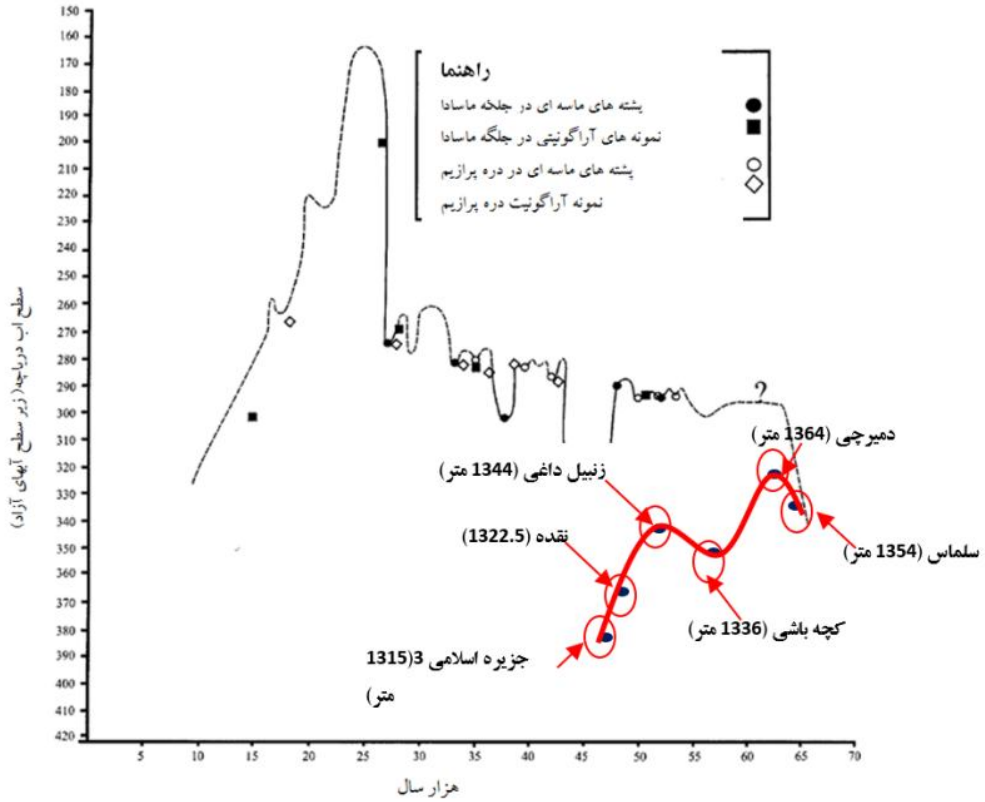
در ۳۸ تا ۴۳ هزار سال قبل سطح آب دریای مرده به میزان ۵۰ متر افزایش یافته و در حدود ۲۸۰ تا ۲۹۰ متر پایین‌تر از سطح آب دریاهای آزاد تثبیت شد (ماچلوس و همکاران، ۷۳:۲۰۰۰). این روند افزایشی سطح آب دریای مرده در این دورهٔ زمانی با افزایش سطح آب دریاچه ارومیه و شکل‌گیری پادگانه زنبیل داغی در ارتفاع ۱۳۴۴,۲ متری (۴۱۰۷۰ سال قبل) و افزایش ۱۰ متری ارتفاع این پادگانه نسبت به پادگانه کچه‌باشی در ۴۶۰۰۰ سال قبل هم‌زمان است (شکل ۸).

**دریاچه زریوار:** واسیلیکوا و ویتکوفسکی در سال ۲۰۰۶ به بررسی اکولوژیکی دریاچه زریوار در دورهٔ زمانی (۳۸ تا ۴۸ هزار سال قبل) در غرب ایران پرداختند (واسیلیکوا و ویتکوفسکی، ۴۷۸:۲۰۰۶).

پژوهش دیاتومه‌ها، گیاهان آبزی و ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ مشخص می‌کند که در دورهٔ ۴۳ تا ۴۸ هزار سال قبل، سطح آب دریاچه پایین‌تر و نوسانات

کمتری داشته است (واسیلیکوا و ویتکوفسکی، ۴۷۸:۲۰۰۶).

از لحاز زمانی این دورهٔ همزمان با سن پادگانه دریاچه‌ای کچه‌باشی (۴۶۰۰۰ سال قبل) است . در این زمان سطح آب دریاچه ارومیه نیز روندی کاهشی را نشان می‌دهد که با نتایج به دست‌آمده در دریاچه زریوار هم‌خوانی دارد. به عقیده واسیلیکوا و ویتوفسکی در دوره‌هایی (همانند ۴۱ تا ۴۳ هزار سال قبل و ۳۸ تا ۳۹,۶ سال قبل)، سطح ایستابی بسیار بالاتر حالت کنونی بوده است. از لحاظ زمانی دورهٔ ۴۱ تا ۴۳ هزار سال قبل با پادگانه‌های دریاچه‌ای زنبیل‌داغی (۴۱۰۷۰ سال قبل) که در ارتفاع ۱۳۴۲/۷ متری از سطح آب دریاهای آزاد (۷۲ متر بالاتر از سطح کنونی دریاچه ارومیه) و همچنین دورهٔ ۳۸ تا ۳۹,۶ سال قبل با پادگانه دریاچه‌ای نقده (۳۸۵۲۰ سال قبل) که در ارتفاع ۱۳۲۲/۵ متری از سطح آب دریاهای آزاد (۵۲/۵ متر بالاتر از سطح کنونی دریاچه ارومیه) هم‌زمان است. مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با پژوهش‌هایی که در دریاچه زریوار انجام گرفته است نشان می‌دهد از لحاظ زمانی این دو دریاچه تحت تأثیر شرایط اقلیمی مشابهی قرار داشته‌اند و عملکرد این شرایط اقلیمی نوسانات سطح آب مشابهی را در این دو دریاچه برجای گذارده است.




**شکل ۸: منحنی تغییرات سطح آب دریای مرده بین ۱۵ تا ۵۵ هزار سال قبل، سمبل‌های سفید مربوط به دره پرازیم[1](ماچلوس و همکاران، ۲۰۰۰)، سمبل‌های سیاه از جلگه ماس ادا[2]. نقطه‌هایی که بر روی خط قرار دارند مربوط به پشته‌های ماسه‌ای است. تعیین سن‌ها از نمونه‌های آراگونیتی و رسوب‌گذاری یک میلی‌متر در سال در نظر گرفته شده است. تعیین سن براساس اورانیوم ۲۳۴ و کربن ۱۴ از نمونه‌های آراگونیتی انجام‌گرفته است (شلمن و همکاران، ۲۰۰۰؛ بارتو و همکاران، ۱۹۹۹).خط قرمز روند تغییرات ارتفاعی و زمانی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه**

1. Perazim
2. Massada

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش‌های تعیین سن نشان می‌دهد سن پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه متعلق به دورهٔ پلیوستوسن پایانی که همزمان با دورهٔ سرد و بارانی وورم در ایران است، که همزمان با این دورهٔ سطح آب دریاچه ارومیه افزایش یافته است. با توجه به این یافته‌ها نظریات گذشته در رابطهٔ نوسانات سطح آب دریاچه نیازمند بازبینی است. در رابطه با پادگانه‌های دریاچه‌ای و زمان تشکیل آن‌ها تا این زمان کامل‌ترین پژوهش انجام شده متعلق به شوایتزر (۱۹۷۵: ۵۴) است. شوایتزر[1] در سال ۱۹۷۵ چهار پادگانه در ارتفاع‌های ۳۰، ۶۵-۶۰، ۸۵-۸۰ و ۱۱۵ متری بالاتر از سطح آن زمان دریاچه شناسایی نمود و آن‌ها را به ترتیب معادل دوره‌های وورم III، وورم I، ریس و میندل، دانست. از لحاظ زمانی شوایتزر سن پادگانه‌های دریاچه ارومیه را به واسطه مقایسه زمانی این سطوح، با سن پادگانه‌های دریاچه وان تعیین نمود. ولی شواهد پژوهش‌های آزمایشگاهی تعیین سن مطلق بر روی پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه در این پژوهش وجود ندارد. در این بخش از پژوهش به بررسی و مقایسه دوره‌های زمانی ارائه‌شده برای پادگانه‌های دریاچه‌ای توسط شوایتزر و مقایسه آن با نتایج تعیین سن پادگانه‌های دریاچه ارومیه انجام‌گرفته در این پژوهش می‌پردازیم. نتایج این مقایسه در جدول ۲ قابل مشاهده است. پادگانه جزیره اسلامی ۳ را می‌توان با اندکی اختلاف ارتفاع معادل پادگانه ۳۰ متر شوایتزر پادگانه زنبیل‌داغی معادل پادگانه ۶۰ تا ۶۵ متری شوایتزر و پادگانه سلماس را معادل پادگانه‌های ۸۰ تا ۸۵ متری شوایتزر دانست. از لحاظ زمانی پایین‌ترین پادگانه دریاچه‌ای مورد مطالعه (جزیره اسلامی ۳) و پایین‌ترین پادگانه شناسایی‌شده توسط شوایتزر در ارتفاع ۳۰ متری هر دو از لحاظ زمانی در دورهٔ سرد وورم III قرار گرفته‌اند از این‌رو نتایج تعیین سن انجام‌شده بر روی پادگانه جزیره اسلامی ۳، نظریه شوایتزر را در رابطه با تعلق این سطح ارتفاعی به دوره سرد وورم III را تأئید می‌کند. ولی در مقایسه پادگانه ۶۰ تا ۶۵ متری شوایتزر با پادگانه معادل آن (زنبیل داغی)، نتایج به دست آمده در این پژوهش با نظر شوایتزر متفاوت است. شوایتزر این پادگانه را مربوط به دوره وورم I می‌دانسته است که از لحاظ زمانی این دوره با توجه به تقسیم‌بندی صورت گرفته در جدول۲ بین ۶۰ تا ۸۰ هزار سال قبل است، ولی نتایج حاصل از تعیین سن پادگانه زنبیل داغی که هم ارتفاع با پادگانه مورد نظر شوایتزر است زمان ۴۱۰۷۰ سال را نشان می‌دهد و این تاریخ با دورهٔ وورم II هم‌زمان است. در مقایسه پادگانه ۸۰ تا ۸۵ متری نتایج به دست آمده از تعیین سن در این پژوهش نیز با سن مطرح شده توسط شوایتزر متفاوت است. شوایتزر این پادگانه را مربوط به دورهٔ ریس می‌دانسته است که از لحاظ زمانی این دوره با توجه به تقسیم‌بندی صورت گرفته در جدول۲ بین ۱۳۰ تا ۲۰۰ هزار سال قبل است، ولی نتایج حاصل از تعیین سن پادگانه سلماس که هم ارتفاع با پادگانه مورد نظر شوایتزر است زمان ۵۴۱۵۰ سال را نشان می‌دهد و این تاریخ نیز هم‌زمان با دورم وورم II است.از این‌رو تاریخ‌نگاری‌هایی که شوایتزر برای سطوح ۶۰ تا ۶۵ متری و ۸۰ تا ۸۵ متری از سطح دریاچه مطرح نموده بود نیازمند بازنگری است.

نظریه دیگری که در رابطه با نوسان سطح آب دریاچه ارومیه در کواترنری وجود دارد به وسیله ریبن ارائه شده است. ربین[2] در عمق ۲-۳ متری پادگانه دریاچه‌ای ۱۴۵۰ متری موجود در تبریز، اثر بسیار ظریف باستانی متعلق به دورهٔ حجر جدید بافته بود که مسائلی را به دنبال داشت. علم باستان‌شناسی برای این مرحله از تاریخ، قدمتی در حدود ۸۰۰۰ سال پیش از میلاد قائل است. همان‌طور که در این پژوهش مشخص گردید همزمان با دورهٔ یخبندان وورم، سطح آب دریاچه ارومیه افزایش می یابد ولی بعد از آن به تدریج با ورود به دوره بین یخچالی در هولوسن و بالا رفتن دما و افزایش تبخیر و به تبع آن کاهش بارش اصولاً شاهد پایین رفتن سطح آب دریاچه ارومیه خواهیم بود. همان‌طور که در ادامهٔ این پژوهش مشخص می‌شود، نوسانات سطح آب دریاچه مرده از

1. Shwitzer

2. Riben

لحاظ زمانی با دریاچه ارومیه همبستگی نشان می‌دهد. همان‌طورکه در شکل (شکل ۸) نشان می‌دهد که در دریاچه مرده، سطح آب دریاچه مرده در ۸۰۰۰ سال قبل اُفت بسیار زیادی پیدا نموده است و این امر می‌تواند برای دریاچه ارومیه نیز در این زمان روی داده باشد. از این‌رو نظریه ریبن در رابطه با بالا آمدن سطح آب دریاچه ارومیه در ۸۰۰۰ سال قبل و رسیدن به ارتفاع ۱۴۵۰ متر (۱۸۰ متر بالاتر از سطح آب کنونی دریاچه ارومیه) امکان‌پذیر نیست. دستیابی به نتایج کامل‌تر در رابطه با تاریخچه نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه نیازمند پژوهش‌های جامع‌تر و تعیین انجام آزمایش‌های تعیین سن مطلق بر روی شواهد رسوبی نوسانات سطح آب دریاچه است.

## سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری مدیریت زمین‌شناسی دریایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و همچنین در قالب پروژهٔ پژوهشی به شماره ۱۱۲-ط-پ-۹۱، در پژوهشکده علوم زمین با هدف پژوهش نوسانات دیرینه و کنونی سطح آب دریاچه ارومیه به تصویب و اجرا در آمده است. از زحمات آقای دکتر بهار فیروزی، آقایان دیسه، نجفی‌ها، محمدی، درویشی، برومند، فریدی، سرتیپی، که با راهنمایی‌های ارزنده و همکاری بی شائبه‌شان یاری گرما بوده‌اند، قدردانی می‌نماید.

## منابع


۱. بربریان. مانوئل. قرشی. منوچهر. ۱۳۶۶. پژوهش بر لرزه زمین ساخت کار بردی و خطر زمین‌لرزه، گسلش در دریاچه ارومیه و چگونگی زایش آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲. سیاهپوش. محمدتقی. ۱۳۵۲. پیرامون آب و هوای باستانی فلات ایران، ابن‌سینا، تهران.

۳. شاه‌حسینی، مجید، امینی. عبدالحسین و شهرابی، مصطفی. ۱۳۸۲. مطالعهٔ رسوب‌شناسی و محیط تشکیل نهشته‌های کربناته بیوژنیک جوان در اطراف دریاچه ارومیه و بررسی ارتباط آن‌ها با دریاچه، هفتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

۴. شهرابی، مصطفی. ۱۳۶۶. دریاچه‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی دریاچه ارومیه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۵. شهرابی. مصطفی. ۱۳۷۲. شرح زمین‌شناسی چهارگوش ارومیه، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۶. خیام. مقصود. ۱۳۶۴. ملاحظاتی چند در سفره‌های آبرفتی و نهشته‌های کواترنر جلگهٔ تبریز، مجموعه مقالات سمینار جغرافیایی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۷. صالحی‌پور میلانی، علیرضا، ۱۳۹۴. بررسی نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه در کواترنری، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران

۸. صبوری. جعفر، علیمحمدیان. حبیب، مغفوری مقدم، لک، راضیه. ۱۳۸۹. مطالعهٔ سنگواره‌ها، محیط رسوبی و تعیین سن مطلق پادگانه‌های دریاچه‌ای ارومیه، چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ارومیه.

۹. قانقرمه، عبدالعظیم و بیرودیان، نادر. ۱۳۹۱. دگرگونی‌های اقلیمی و نوسانات آبدهی رودخانه‌های بزرگ سواحل جنوبی دریایا خزر، آمایش جغرافیایی فضا،سال دوم، شماره ۴.

۱۰. گوپتا، سونیتا. ۱۳۸۶. اطلاعات عمومی، چاپ دوم.

۱۱. لرستانی، قاسم، اسماعیلی، رضا و اعتمادی، فاطمه. ۱۳۹۴. بررسی تغییرات خط ساحلی دریای خزر در مصب رودخانه‌ها. مطالعه موردی مصب رودخانه فراز، بابل رود و تالار. آمایش جغرافیایی فضا،سال پنجم، شماره ۱۸.

۱۲. مغفوری‌مقدم، ایرج. ۱۳۷۱. رسوب‌شناسی رسوبات پلیوستوسن گستره دریاچه ارومیه، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال.

13. Bartov, Y. 1999. The Geology of the Lisan Formation at the Massada Plain and the Lisan Peninsula. Unpublished M.Sc. thesis. The Hebrew University of Jerusalem (In Hebrew with an English abstract).

14. Bobek, H. 1934. Nature and Implications of Quaternary Climatic Changes in Iran, Proceedings of Symposium on Changes of Climate with

Special Reference to and Zones, Rome, UNESCO, 403-413.
15. Bobek. H. 1937. Die Rolle der Eiszeit in Nordwestiran. In: Z. Gletscherk. 25: 130-183.
16. Bobek. H. 1969. Zur Kenntnis der südlichen Lut. In: Mitt. Österr. Geogr. Ges. 111: 155-192.
17. Kuzucuoğlu. Catherine, Christol. Aurélien, Mouralis. Damase, Doğu. Ali-Fuat, Akköprü Ebru. Fort, Monique. Brunstein. Daniel, Zorer .Halil, Fontugne. Michel, Karabiyikoğlu. Mustafa, Scaillet. Stéphane, Reyss. Jean-Louis, Guillou .Hervé.,2010, Formation of the Upper Pleistocene terracesof Lake Van (Turkey), journal od quaternary Science, 25(7): 1124-1113.
18. Machlus M., Enzel Y., Goldstein, S., Marco, S. and Stein, M. 2000, Reconstructing low levels of Lake Lisan by correlating fan delta and lacustrine deposits. Quaternary International 73-74: 137-144.
19. Ota, Y., Hull, A.G., Iso, N., Ikeda, Y., Moriya, I. and Yoshikawa, T. 1992. Holocene marine terraces on the northeast coast of North Island, New Zealand, and their tectonic significance. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 35: 273-288.
20. Pirazzoli. P.A. 2005. Marine Terraces. in M.L. Scheartz, ed., pp. 632-633. Encyclopedia of Coastal Science. Springer, New York.
21. Schellmann, G., and Brückner, H. 2005. 'Geochronology', in Schwartz, ML (ed) Encyclopedia of Coastal Science. Springer, Dordrecht, pp. 467-472
22. Schweizer, G. 1975. Untersuchungen zur Physiogeographie von Ost-Untersuchungen zur Physiogeographie von Ost-anatolien und Nordwestiran. Geomorphologische, klima- und hydrogeographische Studien im Vansee- und Rezaiyehsee-Gebiet. Tübinger Geogr. Stud. 60, Tübin- gen.
23. Schramm, A., Stein, M. and Goldstein S.L. 2000. Calibration of 14C time scale to >40 ka by 234U-230$^{Th}$ dating of Lake Lisan sediments (last glacial Dead Sea). Earth and Planetary Science Letters 175: 27-40
24. Schellmann, G., Brückner, H. 2005. 'Geochronology', in Schwartz, ML (ed) Encyclopedia of Coastal Science. Springer, Dordrecht, pp. 467-472
25. Shahrabi, M. 1981. Holocene Lacustrine facies and environment of hypersaline Lake Urmieh. N.W. Iran. Dip. Arb. Ander ETH Zurich, Switzerland.
26. Schweizer, G. 1975. Untersuchungen zur Physiogeographie von Ost-Untersuchungen zur Physiogeographie von Ost-anatolien und Nordwestiran. Geomorphologische, klima- und hydrogeographische Studien im Vansee- und Rezaiyehsee-Gebiet. Tübinger Geogr. Stud. 60, Tübin- gen.
27. Wasylikowa, K., Witkowski, A., Walanus, A., hutorowicz, A., alexandrowicz, S.W. and langer, J.J. 2006, Palaeolimnology of Lake Zeribar, Iran, and its climatic implications. In: Quat. Res. 66: 477-493.