چینه‌نگاری واحد سنگ‌آهکی سازند پابده در برش بانکول (شمال خاوری ایلام)، پهنه لرستان

ایرج مغفوری‌مقدم[1*]، حمیدرضا جعفرزاده[2]، سیدمحسن آل‌علی[3] و زهرا ملکی[4]

۱- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
۲- دانشجوی دکترا، گروه علوم‌زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۳ و ۴- استادیار گروه علوم‌زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

نویسنده مسئول: maghfouri.i@lu.ac.ir

دریافت: ۹۹/۷/۱ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۹

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

در مطالعه حاضر، واحد سنگ آهکی سازند پابده در برش بانکول واقع در شمال خاوری ایلام بررسی شده و با دیگر رخنمون‌های این واحد مقایسه گردید. واحد سنگ آهکی مطالعه شده ۷۷ متر ضخامت داشته و متشکل از سنگ‌آهک‌های نازک تا متوسط لایه می‌باشد. بر اساس محتوای فسیلی، چهار زون زیستی در این زبانه معرفی گردید که عبارتند از: ۱- جمع زیستی شماره ۱ که معادل بخش‌های فوقانی Zone *Acarinina topilensis* Partial می‌باشد. ۲- *Morozovelloides lehneri* Partial Range Zone و ۳- *Orbulinoides beckmanni* Taxon Range Zone بر مبنای روزنبران شناور، سن لوتتین تا بارتونین برای بخش سنگ آهکی سازند پابده پیشنهاد می‌گردد که معادل سازند شهبازان می‌باشد. ته‌نشینی این واحد سنگ آهکی معاصر با کاهش جهانی دما و کاهش جهانی سطح آب دریاها بوده است. این در حالی است که زبانه سنگ آهکی در پایین سازند پابده به سن ائوسن پیشین در جنوب پهنه‌های لرستان و ایذه دارای رخساره کم عمق بوده و معادل گرم شدگی جهانی و بالا رفتن سطح جهانی آب دریا می‌باشد. اما در شمال فروافتادگی دزفول واحد سنگ آهکی سازند پابده در ائوسن میانی دارای رخساره کم عمق بوده است. این اختلاف رخساره احتمالا متاثر از جنبش‌های تکتونیکی مختلف در زون‌های پیش‌بوم لرستان و فروبار دزفول بوده است.

واژگان کلیدی: لوتتین، بارتونین، چینه‌نگاری زیستی، لرستان، سازند پابده

پیشگفتار

در اغلب مناطق حوضه زاگرس مانند پهنه رسوبی لرستان یک چرخه کامل رسوبی در طول پالئوژن به نام چرخه جهرم بعد از وقفه چینه‌نگاری ماستریشتین میانی- تانتین بالایی ته‌نشین گردید (مطیعی، ۱۳۷۲). این وقفه بلند مدت در بخش‌های شمال و خاوری پهنه لرستان مشهودتر می‌باشد (مغفوری‌مقدم، ۱۳۸۴). در این مناطق چرخه جهرم با کربنات‌های پلت‌فرمی سازندهای تله‌زنگ و شهبازان مشخص می‌شود که در بین آن‌ها رسوبات تخریبی رودخانه‌ای و دریاچه‌ای سازند کشکان انباشته شده است. سازند تله‌زنگ متشکل از سنگ‌آهک‌های متوسط لایه تا توده‌ای پرفسیلی به سن پالئوسن پسین تا ائوسن پیشین (یپرزین) می‌باشد. سازند شهبازان متشکل از دولومیت‌ها و سنگ‌آهک‌های دولومیتی سفیدرنگ بسیار کم فسیل به سن ائوسن میانی تا ائوسن پسین می‌باشد. در مرکز و بخش‌های باختری پهنه لرستان به طور ممتد و بدون هیچ وقفه رسوبی از پالئوسن تا الیگوسن مارن‌ها و سنگ‌آهک‌های رسی سازند پابده ته‌نشین شدند (وایند، ۱۹۶۵). تحلیل رخساره‌های سازند پابده نشان می‌دهد که جایگاه رسوبی این سازند بخش‌های عمیق یک رمپ کربناته می باشد (محسنی و آل‌اعظم، ۲۰۰۴). در بخش‌هایی از سازند پابده لایه‌هایی از جنس سنگ‌آهک گزارش شده است که زبانه تله‌زنگ و یا بخش تله‌زنگ در سازند پابده نامیده شده‌اند (ستوده‌نیا، ۱۹۷۱). تا مدت‌ها درمورد ویژگی‌های سنگ‌شناسی و یا موقعیت چینه‌نگاری این واحد در سازند پابده هیچ نوشته‌ای منتشر نشده بود و به نظر می‌رسد که نام‌گذاری این واحد به نام زبانه سنگ‌آهکی سازند پابده در ابتدا بر مبنای مشاهدات صحرایی استوار بوده است.

به علت توان اقتصادی بالایی که نهشته‌های سازند پابده به ویژه از نظر هیدروکربنی دارند از سالیان دور مورد مطالعه و توجه بسیاری از زمین‌شناسان قرار گرفته است. از آن میان می‌توان به چند نمونه از جدیدترین مطالعات اشاره نمود:

دانشیان و شریعتی (۲۰۱۵) ارتباط فراوانی روزنداران با افزایش فسفات در نهشته‌های ائوسن تا الیگوسن سازند پابده در منطقه لار در حوضه فارس را نشان دادند. سنماری و رضوی (۱۳۹۹) در شمال خاور این منطقه در برش پره نوبر واقع در شمال‌باختر شیراز سن پایین سازند پابده را بر مبنای محتویات نانوفسیل پالئوسن میانی (سلاندین) تعیین نمودند. سراوانی و همکاران (۱۳۹۶) سه رخساره پلاژیک، همی‌پلاژیک و توربیدایت آهکی مربوط به بخش‌های عمیق حوضه در نهشته‌های سازند پابده در برش الگو (فروبار دزفول) شناسایی نمودند. گودرزی و همکاران (۱۳۹۸) سن نهشته‌های فوقانی سازند پابده در میادین نفتی مارون را ائوسن پسین پیشنهاد نمودند. دانشیان و همکاران (۱۳۹۹) سن الیگوسن را بر مبنای انتشار روزنداران شناور برای سازند پابده در پساخشکی بندرعباس پیشنهاد نمودند.

در سالیان اخیردر مطالعاتی که در مورد محیط دیرینه و چینه‌نگاری زیستی سازند پابده انجام شده است، به بخش‌های سنگ‌آهکی در داخل این سازند اشاره شده است (حسینی عسگرآبادی و همکاران، ۲۰۱۸). این واحد متشکل از سنگ‌آهک‌های نازک لایه‌ای می‌باشد که حاوی روزن‌داران، فلس ماهی و گلوکونیت می‌باشد (ستوده‌نیا، ۱۹۷۱). این واحد در برخی مناطق مانند میدان نفتی لالی در بالای شیل ارغوانی در پایین سازند پابده قرار دارد (محسنی و آل‌اعظم، ۲۰۰۴) ولی درمناطق دیگر در بخش‌های بالایی سازند پابده گزارش شده است (جیمز و وایند، ۱۹۶۵). به نظر می‌رسد آنچه از زبانه تله‌زنگ در نوشته‌ها و گزارشات مختلف زمین‌شناسی نام برده شده است. در حقیقت اشاره به دو واحد سنگ‌آهکی با موقعیت‌های مختلف چینه‌نگاری در میان سازند پابده می‌باشد. به باور جیمز و وایند این زبانه معادل رخساره عمیق سازند تله‌زنگ می‌باشد (جیمز و وایند، ۱۹۶۵) ولی همانطور که پیشتر اشاره شد این زبانه در بسیاری مناطق دارای ریزفسیل‌های کم عمق می‌باشد. متاسفانه تاکنون مطالعه‌ای در مورد جایگاه چینه‌نگاری این واحدهای سنگ‌آهکی و تطابق آن‌ها با یکدیگر در برش‌های مختلف صورت نگرفته است. بی شک شناخت دقیق این واحدهای سنگی در درک بهتر پیشینه حوضه لرستان تاثیر مهمی خواهد داشت. از سوی دیگر با توجه به این نکته که سازند پابده یکی از سنگ‌مادرهای نفت مهم در حوضه زاگرس می‌باشد (مطیعی، ۱۳۷۴) امکان تشکیل تله‌های چینه‌ای در میان این واحدهای سنگ‌آهکی دور از ذهن نمی‌باشد.

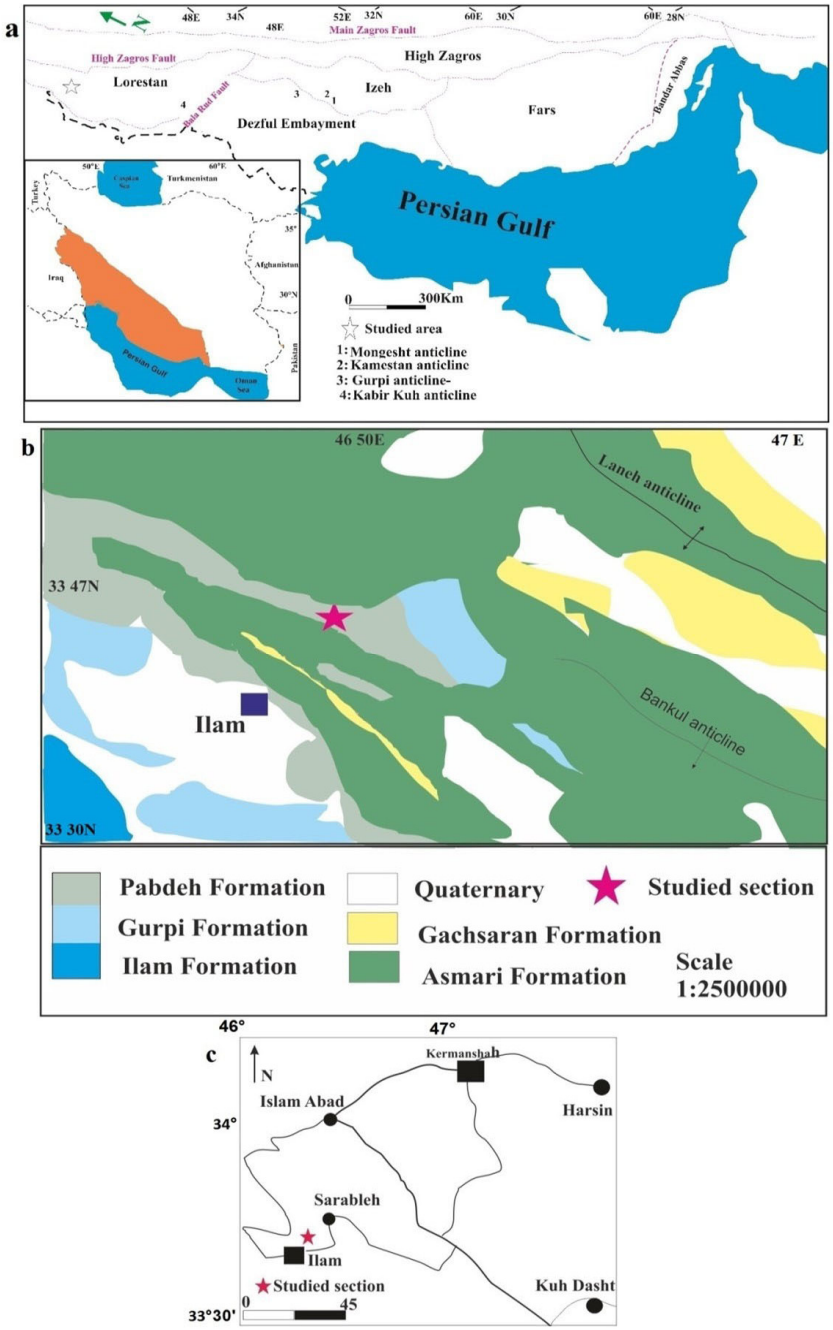
هدف نخست نوشته حاضر همخوانی زبانه سنگ‌آهکی سازند پابده در برش-های چینه‌نگاری منگشت (هداوند خانی و همکاران، ۲۰۱۷) و کمستان (صادقی و هداوند،۲۰۱۰) در زون ایذه، برش تاقدیس گورپی (هداوندخانی و همکاران، ۲۰۱۸) در فرو افتادگی دزفول و برش کبیرکوه (حسینی عسگرآبادی و همکاران، ۲۰۱۸) در لرستان می‌باشد که چینه‌نگاری زیستی آن‌ها مستقل از یکدیگر قبلا مطالعه شده بود. هدف دوم، مقایسه آن‌ها با زبانه سنگ‌آهکی سازند پابده در باختر حوضه لرستان می‌باشد که تاکنون این زبانه در آنجا مطالعه نشده است.

زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

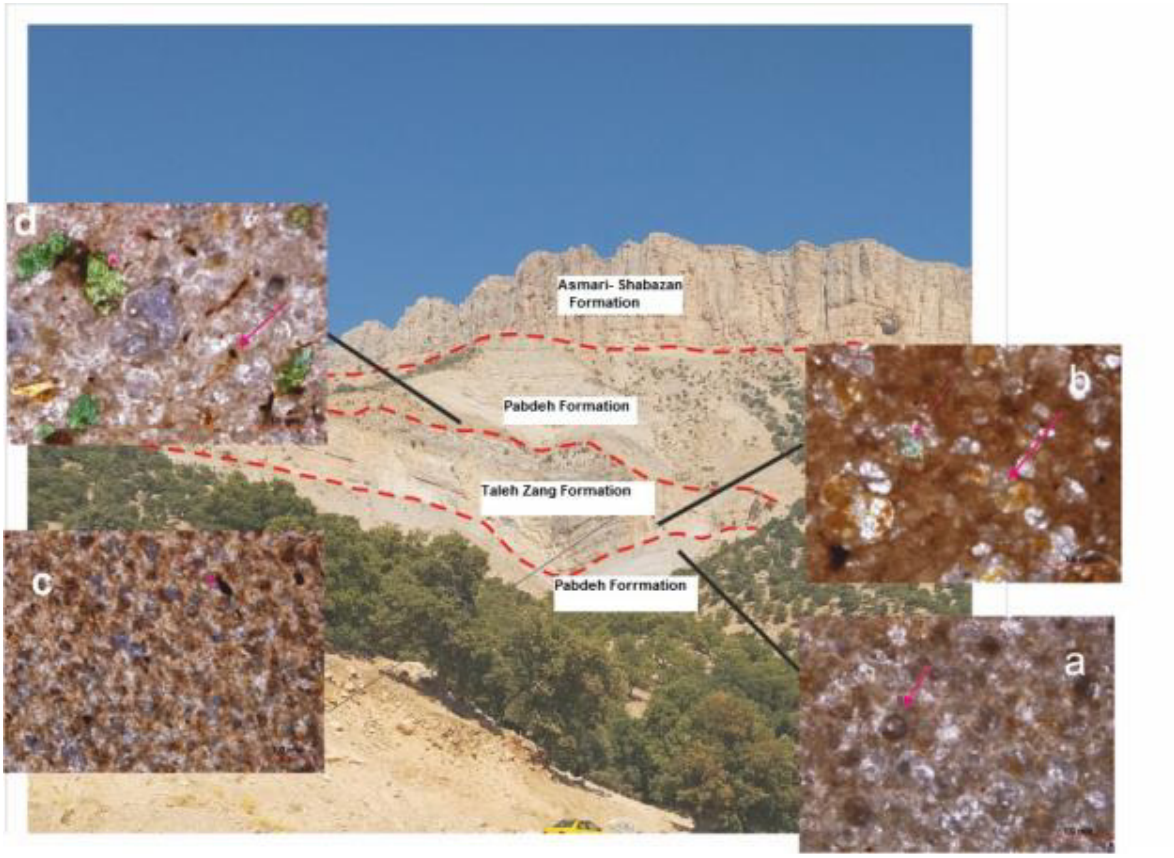
پهنه پیش‌بوم لرستان بخشی از حوضه زاگرس می‌باشد که از گسله بالارود تا گسله زاگرس مرتفع امتداد دارد (شکل a-۱). تشکیل این پهنه حاصل فعالیت‌های کوهزایی کرتاسه پسین می‌باشد که در سنوزوییک نیز ادامه داشته است (مطیعی، ۱۳۷۲). ناحیه مورد مطالعه در یال شمال‌خاوری تاقدیس بانکول و در مرکز حوضه لرستان قرار دارد. قدیمی‌ترین واحد سنگ‌چینه‌نگاری این ناحیه متعلق به سازند ایلام به سن سانتونین- کامپانین می‌باشد که توسط مارن‌های سازند گورپی به سن کامپانین تا ماستریشتین به طور هم‌شیب پوشیده می‌شود (لی‌ولین، ۱۹۷۴). در این ناحیه بخش زیرین سازند پابده را شیل‌های ارغوانی تشکیل می‌دهند که بطور همشیب بر روی سازند گورپی قرار می‌گیرند (شکل b-۱). ناحیه مورد مطالعه در ۲/۵ کیلومتری شمال‌خاور شهرستان ایلام و یال جنوب‌باختری تاقدیس بنکول قرار دارد (شکلc-۱).

واحد سنگ‌آهکی ۷۷ متر ضخامت داشته و در نقشه زمین‌شناسی ایلام به عنوان زبانه تله‌زنگ نامیده شده است (صداقت و شاوردی، ۱۳۷۷). این واحد سنگ‌آهکی شامل سنگ‌آهک رسی؛ سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه

و شیل می‌باشد. لایه-های زیرین و بالایی زبانه تله‌زنگ، شیل‌های حاوی روزنداران شناور به همراه قطعات فسفاته می‌باشند (شکل a-۲). زبانه سنگ‌آهکی در سازند پابده در برش مورد مطالعه از سه بخش تشکیل شده است. ۱- مادستون و وکستون حاوی روزنداران شناور همراه با گلوکونیت و پیریت به ضخامت ۱۹ متر (شکل b-۲).۲- ۴ متر شیل‌های بدون فسیل حاوی پیریت (شکل c-۲). ۳- سنگ‌آهک‌های خاکستری رنگ به ضخامت ۵۴ متر شامل روزندارانی که در حجرات آن‌ها گلوکونیت و پیریت وجود دارد. شیل آهکی بخش بالایی زبانه آهکی به شدت فسیل‌دار می‌باشد که در میان حجرات آن‌ها پیریت و گلوکونیت مشاهده می‌شود (شکل d-۲).



شکل ۱. a) موقعیت پهنه لرستان در حوضه زاگرس و مناطقی که واحد سنگ‌آهکی سازند پابده آن‌ها با برش مورد مطالعه مقایسه شده است. b) نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از لی‌ولین، ۱۹۷۴) و c) راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه



شکل ۲. تصویری از زبانه سنگ‌آهکی سازند پابده در برش مورد مطالعه (دید به سوی باختر) به همراه تصاویر میکروسکوپی از بخش‌های مختلف این زبانه؛ a) پراکندگی روزندارن شناوردر شیل‌های سنگ‌آهکی بخش زیرین زبانه سنگ‌آهکی، پیکان نشان‌دهنده قطعات فسفاته می‌باشد؛ b) مادستون- وکستون دارای روزندار شناور، کمان‌های نازک، ضخیم به ترتیب گلوکونیت و پیریت پرکننده حجرات روزنبران شناور می‌باشد؛ c) تصویر میکروسکوپی از شیل آهکی، پیکان نشان‌دهنده قطعات پیریت می‌باشد؛ d) تصویر میکروسکوپی از شیل‌های آهکی بالای زبانه سنگ‌آهکی،کمان‌های نازک و ضخیم به ترتیب نشان‌دهنده گلوکونیت و فسفات می‌باشند.

روش مطالعه

از بخش سنگ‌آهکی تله‌زنگ به طور متوسط حدودا هر نیم‌متر و در مجموع ۱۲۳ نمونه برداشت گردید که به علت سختی زیاد آن‌ها امکان گل‌شویی و برداشت نمونه‌های ایزوله وجود نداشته و از آن‌ها تنها برش‌های نازک تهیه گردید. روزنداران شناور مهم‌ترین و بیش‌ترین اجزا زیستی برش مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند (شکل ۳). برای شناسایی روزندارن از منابع مختلفی استفاده شد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از (پوستوما، ۱۹۷۱؛ کارن، ۱۹۸۳ و ۱۹۸۹؛ لوبلیش و تاپان، ۱۹۸۸).

بایواستر تیگرافی

بر مبنای زون‌های زیستی روزنداران شناور (وید و همکاران، ۲۰۱۱) چهار زون در واحد سنگ‌آهکی تله‌زنگ در برش مورد مطالعه شناسایی گردید (شکل ۴). این زون‌ها از پایین به بالا عبارتند از:

1) Assemblage Zone 10:

زون زیستی *Acarinina topilensis* Partial Range Zone (E10) بخشی از گسترش گونهٔ *Guembelitrioides nuttalli* (هامیلتون، ۱۹۵۳) را در برمی‌گیرد که بین دو افق زیستی آخرین ظهور (نوتال، ۱۹۳۰) *Morozovella aragonensis* در پایین و آخرین ظهور (هامیلتون، ۱۹۵۳) *Guembelitrioides nuttalli* در بالا قرار دارد و نشان‌دهنده سن لوتتین پسین می‌باشند (وید و همکاران، ۲۰۱۱). گونه *M. aragonensis* (نوتال،۱۹۳۰) در لایه‌های مورد مطالعه مشاهده نشده است و احتمالا آخرین حضور این گونه در مارن‌های سازند پابده در لایه‌های زیرین واحد سنگ‌آهکی قرار دارد. به این دلیل این مجموعه زیستی تجمع زیستی یک نامیده می‌شود و

با توجه به موقعیت چینه‌نگاری آن و قرار گرفتن در زیر زون (E11 *Morozovelloides lehneri* Partial Range Zone) آن را معادل بخش بالایی زون زیستی *Acarinina topilensis* Partial Range Zone (E1 در نظر گـرفته می‌شود. ضخامت این مجموعه زیستی ۱۲ متری پایین واحد سنگ‌آهکی بوده و شامل روزن‌داران زیر می‌باشد:

Dentoglobigerina yeguaensis (Weinzieri and Applina,1929), *Globanomalina* sp., *Hantkenina* sp., *Morozovella crassata* (Cushman, 1925), *Turborotalia boweri* (Boll,1957), *Turbortalia centralis* (Cushman and Bermudez, 1949).

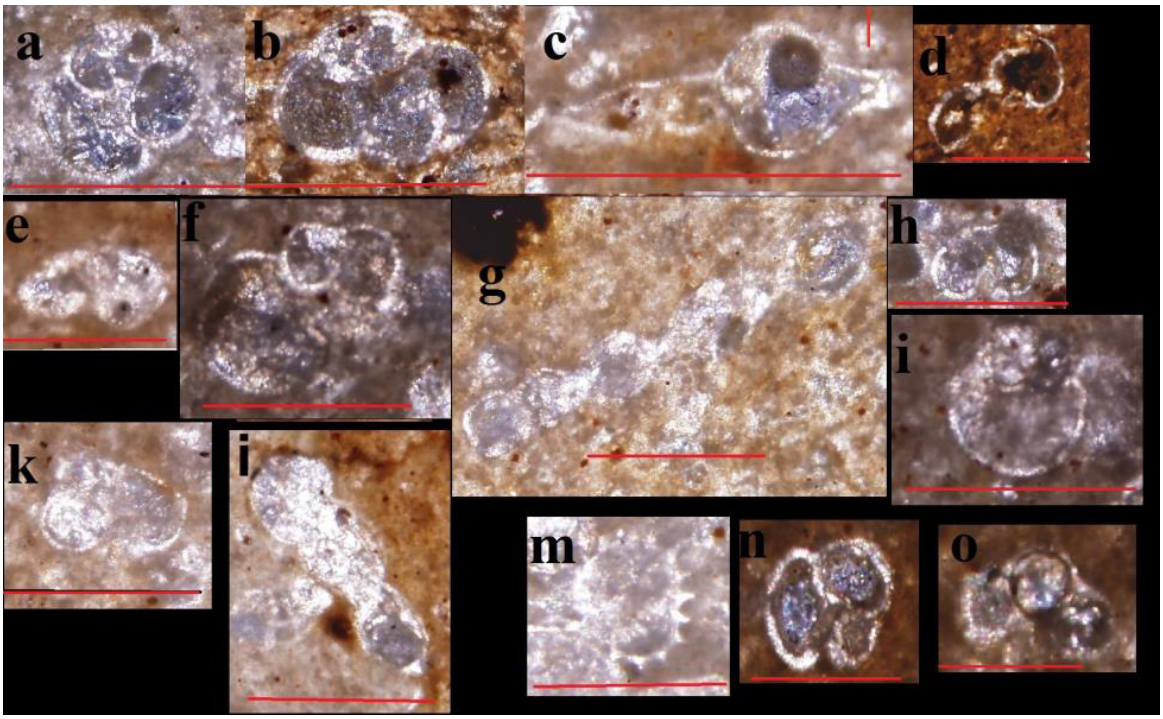
این مجموعه زیستی معادل زون زیستی *Globorotalia lehneri* Zone (P12) (برگرن، ۱۹۶۹) و بخش زیرین *Globorotalia lehneri* Zone (بلو، ۱۹۷۹) (p12) می‌باشد.

2) *Morozovelloides lehneri* Partial Range Zone (E11):

این زون زیستی با آخرین حضور *Guembelitrioides nuttalli* (هامیلتون، ۱۹۵۳) و اولین حضور *Orbulinoides beckmani* (سایتو، ۱۹۶۲) مشخص می‌شود (برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱). این محدوده زیستی در مناطق نیمه گرمسیر در بارتونین پیشین گسترش داشته است (وید و همکاران، ۲۰۱۱) و از ضخامت ۱۲ تا ۳۰ متری برش مورد مـطالعه مشاهده می‌شود. مهم‌ترین روزن‌داران آن عبارتند از:

Catapsydrax dissimilis (Cushman and Bermudes, 1937), *Dentoglobigerina yeguaensis* (Weinzieri and Applina, 1929), *Globanomalina* sp., *Hantkenina* sp., *Turborotalia boweri* (Boll, 1957), *Turborotalia pseudoampliapertura* (Bolli, 1957).

این مجموعه زیستی معادل زون زیستی (P12؛ بولی، ۱۹۵۷) *Globorotalia lehneri* Zone می‌باشد. در میانه این زون زیستی یک لایه شیلی به ضخامت یک و نیم متر مشاهده می‌شود که فاقد هر نوع فسیلی می‌باشد. احتمالا افزایش عمق حوضه رسوبی موجب نبود حفظ پوسته‌های آهکی روزنداران شده است.



شکل ۳. تصاویر منتخب از روزنداران شناور برش مورد مطالعه (خط مقیاس نشان‌دهنده ۰/۱ میلی‌متر می‌باشد).

a) *Globigerinatheka kugleri* (Bolli, Loeblichand Tappan,1957), sample no. 1: b) *Catapsydrax dissimilis* (Cushman and Bermudes,1937), sample no.67; c) *Hantkenina* sp. sample no.93; d) *Pseudohastigerina micra* (Cushmann and Ponton, 1927), sample no.68;e) *Acarinina primitiva* (Finlay,1947), sample no.93; f) *Subbotina eocaena* (Guembel,1968), sample no.98; g) *Dentalina* sp. sample no 18; h) *Acarinina topilensiss* (Cushman,1925), sample no. 4; i) *Orbulinoides beckmanni* (saito,1962), sample no.98; k) *Turbortalia centralis* (Cushman and Bermudez,1949), sample no.22; l) *Uvegerina* sp. sample no. 82; m) *Genus*2 sp.1, sample no. 86 ;n) *Guembelitrioides nuttalli* (Hamilton,1953), sample no. 22; o) *Morozovella crassata* (Cushman,1925), sample no. 22. Scale bar represents 0.1 mm.

***3) Orbulinoides beckmanni* Taxon Range Zone (E12):**

این مجموعه زیستی محدوده‌ای از ظهور تا انقراض گونه *Orbulinoides beckmanni* (saito) را در برمی‌گیرد و نشان‌دهنده سن بارتونین می‌باشد. این زون زیستی از ضخامت ۳۰ تا ۶۴ متری برش مورد مطالعه گسترش دارد و مهم‌ترین روزن‌داران شناور آن عبارتند از:

Catapsydrax dissimilis (Cushman and Bermudes, 1937), *Dentoglobigerina yeguaensis* (Weinzieri and Applina, 1929), *Globanomalina* sp., *Hantkenina* sp., *Pseudohastigerina micra* (Cole,1927), *Subbotina sennai* (Beckmann 1953), *Turborotalia boweri* (Boll,1957), *Turborotalia pseudoampliapertura* (Blow and Banner,1962).

گونه *Orbulinoides beckmanni* شاخص محیط‌های گرمسیری و عرض‌های پایین جغرافیایی می‌باشد و تاکنون از عرض‌های بالای جغرافیایی گزارش نشده است (تومارکین و لوترباچر، ۱۹۸۵). این مجموعه زیستی معادل زون زیستی (P12؛ بولی، ۱۹۵۷) *Globigerina beckmani* Zone می‌باشد.

۲۳ متر بخش بالایی زبانه سنگ‌آهکی در برش مورد مطالعه دارای روزنبرانی مانند *Globigerina praebulloides Subbotina eocaena Acarinina primitiva* می‌باشد. به علت عدم وجود فسیل شاخص، ما قادر به معرفی زون زیستی برای این لایه‌ها نمی‌باشیم ولی بر اساس موقعیت چینه‌نگاری سن بارتونین را برای آن‌ها پیشنهاد می‌کنیم.

همخوانی

طبق نظر ستوده‌نیا (۱۹۷۱) علی‌رغم ابهام در ارتباطات جانبی زبانه تله‌زنگ به نظر می‌رسد که این زبانه معادل رخساره عمیق سازند تله‌زنگ در سازند پابده می‌باشد. اما برخی از مولفان اعتقاد دارند که این لایه‌های سنگ‌آهکی در حقیقت زبانه‌ای از سازند شهبازان می‌باشند و لذا محدوده سنی آن‌ها لوتتین تا پریابونین می‌باشد (مطیعی، ۱۳۷۲) به عبارت دیگر این زبانه معادل رخساره عمیق‌تر سازند شهبازان در میان سازند پابده می‌باشد.

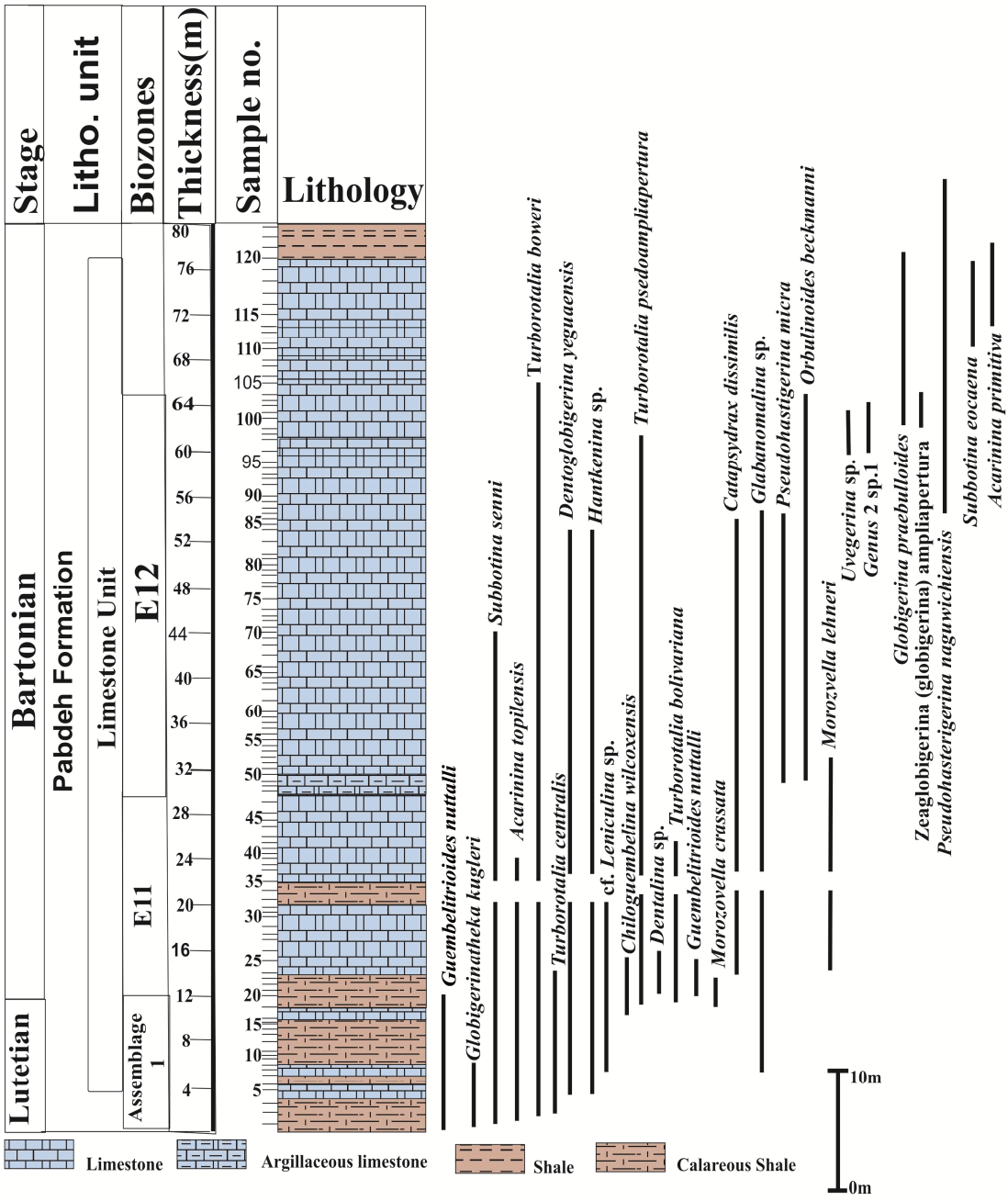
به علت کمبود داده‌های چینه‌نگاری نمی‌توان با قاطعیت عنوان نمود که آیا این لایه‌های سنگ‌آهکی تداوم جانبی سازندهای تله‌زنگ و شهبازان به داخل سازند پابده می‌باشند یا خیر. بنابراین در این نوشته آن‌ها را واحد سنگ‌آهکی نامیدیم. سنگ‌آهک‌های سازند پابده به سن ائوسن پیشین، واحد سنگ‌آهکی ۱ و سنگ‌آهک‌های ائوسن میانی و پسین، واحد سنگ‌آهکی ۲ نامیده شده‌اند. ضخامت سازند پابده در تاقدیس کمستان (پهنه ایذه) ۵۴۸ متر گزارش شده است و بر اساس محتویات روزن‌داران و زون‌های زیستی معرفی شده در آن، سن پالئوسن پسین- ائوسن میانی برای آن تعیین شده است (صادقی و هداوندخانی، ۱۳۸۹). واحد سنگ‌آهکی ۱ در این برش در ضخامت ۱۶۴ تا ۳۵۸ متری سازند پابده قرار داشته و عمدتاً از سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه خاکستر با معدودی میان لایه مارنی و سنگ‌آهک مارنی تشکیل شده است که به سمت بالا متوسط لایه می‌شود (شکل ۵). این واحد دارای روزن‌داران کف‌زی و غالبا با پوسته پورسلانوز می‌باشد که مشابه روزنداران موجود در دیگر برش‌های مطالعه شده سازند تله‌زنگ می‌باشد (بیت‌سیاح و همکاران، ۱۳۸۷). در این نهشته‌ها فراوانی زیاد الوئولینا نشان‌دهنده مناطق کم عمق با انرژی کم و از سوی دیگر همراهی نومولیت‌ها و آسلینا نشان‌دهنده شرایط شوری نرمال آب دریا و عمق بین ۴۰ تا ۸۰ متر می‌باشد (گیل، ۲۰۰۰). در این برش سازند پابده بر روی سازند گورپی و در زیر ماسه‌سنگ‌های آهکی منسوب به سازند کشکان قرار دارد. به سوی خاور در برش تاقدیس منگشت، واحد سنگ‌آهکی ۱ به مارن‌های عمیق پابده و به سوی باختر (تاقدیس گورپی) به شیل‌های ارغوانی حاوی روزنداران شناور پایین سازند پابده تبدیل می‌شود.

در تاقدیس گورپی، واحد سنگ‌آهکی۲، ۱۳۱ متر ضخامت داشته و از سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه به رنگ کرم تشکیل شده است و شامل روزنداران شناور به سن لوتتین تا پریابونین می‌باشد (هداوندخانی و همکاران، ۱۳۹۷) که معادل زون‌های زیستی *Acarinina topilensis* Partial Range Zone, *Morozovelloides lehneri* Partial Range Zone, *Orbulinoides beckmanni* Taxon Range Zone, *Morozovelloides crassatus* Highest occurrence Zone, G*lobigerinatheka semiinvoluta* Highest-occurrence Zone, and *Globigerinatheka* index Highest-occurrence Zone می‌باشد.

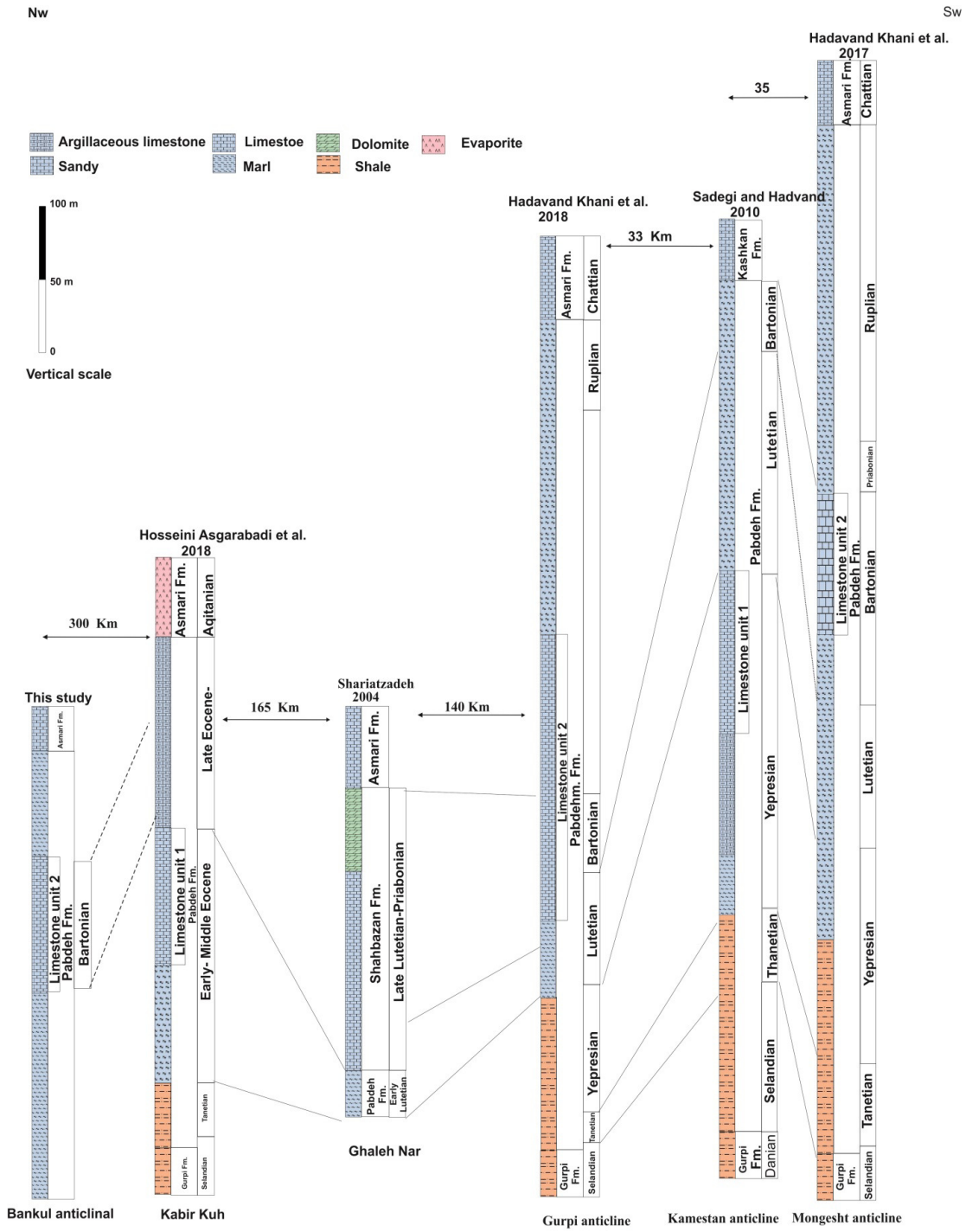
واحد سنگ‌آهکی۲ سازند پابده در تاقدیس منگشت ۷۳/۵ متر ضخامت داشته و شامل سنگ‌آهک‌های متوسط و ضخیم لایه کرم رنگی می‌باشد (هداوندخانی و همکاران، ۱۳۹۶) که دارای روزنداران شناور به سن بارتونین بوده و معادل زون‌های زیستی *Morozovelloides lehneri*

Partial range Zone, *Orbulinoides beckmanni* Taxon range Zone, *Morozovelloides crassatus* Highest occurrence Zone, *Globigerinatheka semiinvoluta* Highest-occurrence Zone می‌باشد.

به نظر می‌رسد که در برش‌های منگشت، کمستان و گورپی کمترین عمق را سازند پابده در تاقدیس کمستان داشته است. واحد سنگ‌آهکی ۱ در این برش از دو سو به مارن‌های عمق تبدیل می‌شود. از طرفی در این برش، سن راس سازند پابده تا بارتونین بوده است و سنگ‌های تخریبی روی آن قرار می‌گیرند و برخلاف دو برش دیگر مارن‌های پریابونین تشکیل نشده است. برش تاقدیس کمستان در مجاورت گسله پیشانی کوهستان قرار دارد، احتمالا فعالیت‌های این گسله در فرگشت نهشته‌های کربناته این تاقدیس نقش مهمی ایفا کرده است.



شکل ۴. ستون زیست‌چینه‌نگاری برش مورد مطالعه



شکل ۵. نمودار همخوانی واحد سنگ‌آهکی سازند پابده در تاقدیس بنکول و برش‌هایی در جنوب کبیرکوه (حسینی عسگرآبادی، ۲۰۱۸)، قلعه نار (شریعت‌زاده، ۲۰۰۴)، تاقدیس گورپی (هداوندخانی و همکاران، ۱۳۹۶)، تاقدیس کمستان (صادقی و هداوندخانی، ۱۳۸۹) و تاقدیس منگشت (هداوندخانی و همکاران، ۱۳۹۷). در این نمودار فاصله افقی بین برش‌ها بدون مقیاس ترسیم شده است. چون تاکنون سن سازندهای کشکان و آسماری در تاقدیسهای کمستان و بنکول گزارش نشده است، سن این دو سازند در نمودار نشان داده نشده است. در برشهای کبیرکوه و بنکول نیز سن دقیق سازند پابده مطالعه نشده است و به این دلیل در این نمودار سن این سازند در حد اپوک و نه آشکوب ذکر شده است. در این نمودار دو واحد سنگ‌آهکی در سازند پابده معرفی شده است. واحد سنگ‌آهکی یک با سن ائوسن پیشین (رخساره‌ای مشابه سازند تله‌زنگ) و واحد سنگ‌آهکی ۲ با سن ائوسن پسین که دارای رخساره عمیق بوده و شامل روزنبران شناور فراوانی است.

در بخش‌های شمالی فروبار دزفول مانند چاه قلعه‌نار، لایه‌های فوقانی سازند پابده دارای روزنداران کف‌زی به سن لوتتین تا بریابونین می‌باشند که از نظر سنی معادل سازند شهبازان می‌باشد (شریعت‌زاده، ۲۰۰۴).

برخی از این سنگ‌آهک‌ها را سازند شهبازان نامیده‌اند مولفان (مانند قنبرلو و همکاران، ۱۳۹۴). در چاه شماره ۳ قلعه‌نار از عمق ۳۵۲۰ تا ۳۳۳۲ متری (۱۸۸ متر) سنگ‌آهک‌های منسوب به سازند شهبازان قرار دارد. از پایین تا عمق ۳۳۸۵ متر این سنگ‌آهک‌ها دارای روزنبران کف‌زی می‌باشند. اما ۵۳ متر بالایی این سازند متشکل از تناوبی از دولومیت و میان لایه سنگ‌آهکی با محتوی فسیلی بسیار کم و بدون ارزش زیست‌چینه‌نگاری می‌باشد که احتمالا معادل مارن‌های فوقانی سازند پابده در تاقدیس گورپی می‌باشد. قنبرلو و همکاران (۱۳۹۶) محیط رسوبی سازند شهبازان در چاه شماره ۳ قلعه‌نار در ائوسن میانی را یک شلف باز در نظر گرفتند که با افزایش تولید رسوب در ائوسن پسین به رمپ هموکلینال تبدیل شده است. همانگونه که پیشتر اشاره شد رخساره کم عمق ائوسن میانی تا پسین پهنه لرستان در بخش‌های خاوری و شمال‌خاوری این حوضه (سازند شهبازان) گسترش دارد. جانباز و همکاران (۱۳۹۶) محیط رسوبی سازند شهبازان را شمال و خاور پهنه لرستان را لاگون و پهنه‌های کشندی معرفی نمودند. آن‌ها محیط‌رسوبی سازند شهبازان در یال جنوبی تاقدیس چناره (برش هرندی در شمال خمش بال رود و نزدیک به حاشیه فرو بار دزفول) را پشته‌های زیردریایی و دریای باز معرفی نمودند. به باور آن‌ها این تغییر رخساره از شمال و خاور پهنه لرستان به سوی منتهی‌الیه جنوب‌خاور پهنه لرستان و شمال فروبار دزفول حاصل عملکردهای گسله بالارود و گسله اصلی جبهه پیش کوهستان می‌باشد (جانباز و همکاران،۱۳۹۶).

۵۵ متر سنگ‌آهک شامل روزنداران کف‌زی، خارپوست، پلسی‌پود و مقدار کمی روزندار شناور در بخش‌های زیرین سازند پابده در یال جنوبی تاقدیس کبیرکوه (برش گنداب در خاور آبدانان واقع در پهنه لرستان) با نام بخش تله‌زنگ گزارش شده است (حسینی‌عسگرآبادی و همکاران، ۲۰۱۸). این واحد سنگ‌آهکی بر روی شیل‌های ارغوانی پایین سازند پابده قرار می‌گیرد که سن آن بر اساس نانوفسیل‌های سلاندین تا تانتین تعیین شده است (سنماری، ۱۳۹۸). در این برش نیز این واحد سنگ آهکی از نظر زمانی معادل سازند تله‌زنگ می‌باشد که در موقعیت چینه‌نگاری متفاوت و در بالای شیل‌های ارغوانی جای گرفته است. بنابرین با توجه به مطالعات انجام گرفته در مورد بخش سنگ‌آهکی می‌توان نتیجه گرفت که در پهنه لرستان (برش کبیرکوه)، واحد سنگ‌آهکی در بخش‌های زیرین سازند پابده دارای رخساره کم عمق و معادل جانبی سازند تله‌زنگ می‌باشد. اما پاسخ به این پرسش که آیا این واحد ادامه سازند تله‌زنگ بوده یا به عبارت دیگر تداوم جانبی سازند تله‌زنگ به داخل سازند پابده می‌باشد یا خیر نیاز به مطالعه برش‌های چینه‌نگاری دیگری دارد. گسترش این واحد معادل با تغییرات جهانی سطح دریاها و افزایش دما در در زمان پالئوسن- ائوسن بوده است.

تغییرات سطح آب و محیط رسوبی

یکی از کابردهای گروه‌های مختلف فسیلی، استفاده از آن‌ها در بررسی تغییرات سطح آب و همچنین بازسازی محیط‌رسوبی دیرینه می‌باشد. این قبیل پژوهش‌ها در حوضه‌های مختلف رسوبی ایران نیز در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (ملکی پرازمیانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ دباغ و کندال، ۲۰۲۰؛ فرمانی و همکاران، ۲۰۲۰). نهشته‌های سازند پابده نیز متاثر از گسترش این واحد معادل با تغییرات جهانی سطح دریاها و افزایش دما در در زمان پالئوسن- ائوسن بوده است. سراوانی و همکاران (۱۳۹۶) در برش الگوی سازند پابده در تاقدیس گورپی این تغییرات سطح آب دریاها را در دسته رخسارهٔ پیشرونده نهشته‌های پالئوسن- ائوسن سازند پابده قرار داده‌اند. در جنوب حوضه لرستان و در تاقدیس‌های سیاه کوه تا جنوب تاقدیس کبیرکوه نیز چنین پیشروی در شیل‌های ارغوانی سازند پابده گزارش شده است (دباغ و کندال،۲۰۲۰). برای این پیشروی در سطح جهانی عوامل متعددی پیشنهاد شده است که می‌توان به افزایش میزان دی‌اکسیدکربن اتمسفر به علت فوران‌های عظیم بازالت‌های اطلس شمالی اشاره کرد (الدهوم و توماس، ۱۹۹۳). این افزایش فوق‌العاده گاز دی‌اکسیدکربن موجب افزایش دما تا ۵ درجه سانتی‌گراد و پیشروی آب جهانی دریاها شده بود (زاکوس و همکاران، ۲۰۰۵). لازم به

یادآوری است برخورد صفحه هند به آسیا نیز در این زمان اتفاق افتاده است (بوداغرفدل، ۲۰۱۳).

واحد سنگ‌آهکی در بخش‌های فوقانی سازند پابده در پهنه لرستان دارای رخساره عمیق می‌باشد و از نظر سنی معادل جانبی سازند شهبازان بوده که همزمان با سردشدگی جهانی و کاهش جهانی سطح آب دریاها همراه بوده است (شکل ۶). برای درک دقیق تاثیرات تغییرات دما و به دنبال آن نوسانات دما سطح آب دریاها در تشکیل واحدهای سنگ‌آهکی سازند پابده نیاز به مطالعات بیشتر و به ویژه تعیین عمق دیرینه سازند پابده (به عنوان مثال با استفاده از مورفوتایپ‌های روزنداران شناور) و شناسایی ریزرخساره‌ها و محیط دیرینه این سازند می‌باشد. در سطح جهانی کاهش دما در ائوسن میانی تا پسین موجب تغییرات شگرفی در جهت جریان‌های دریایی و در نهایت انقراض توده‌ای وسیعی بین روزنداران گردیده بود (برگرن و پورترو، ۱۹۹۲).

در پهنه لرستان و فروبار دزفول نوع رخساره‌های واحد سنگ‌آهکی سازند پابده با هم تفاوت دارد به طوریکه در زمانی که در پایین سازند پابده در جنوب لرستان (برش کبیرکوه) واحد سنگ‌آهکی۱ با رخساره کم عمق تەنشین می‌شد در شمال فروبار دزفول (میدان نفتی قلعه‌نار) و شمال حوضه لرستان (برش بانکول) سازند پابده رخساره عمیق داشته است. به نظر می‌رسد که تاقدیس کبیرکوه در این زمان به شکل یک برآمدگی[1] در حوضه لرستان بوده است. چنین وضعیتی در میوسن پیشن هم حکمفرما بوده است. بطوریکه در این زمان در جنوب تاقدیس کبیرکوه (و در مقابل برآمدگی کبیرکوه) بخش تبخیری کلهر در موقعیت پیش برآمدگی[2] و در شمال تاقدیس کبیرکوه نهشته‌های کربناته سازند آسماری در موقعیت پیش‌گودال[3] انباشته می‌شده‌اند (کاووسی و شرکتی، ۲۰۱۲). با پذیرش موقعیت کبیرکوه به عنوان یک برآمدگی در ائوسن پیشن به روشنی می‌توان تفاوت جایگاه زمین‌ساختی نهشته‌های سازند تله‌زنگ (که در حاشیه پهنه لرستان انباشته شده‌اند) با واحد سنگ‌آهکی ۱ (که بر روی یک برآمدگی پهنه لرستان رسوب نموده‌اند) پی برد. چنین موقعیتی را می‌توان در مورد برش‌های منگشت، کمنستان و گورپی در نظر گرفت. در این مناطق تاقدیس کمنستان در موقعیت یک برآمدگی بوده و تاقدیس‌های منگشت و گورپی به ترتیب نشان دهنده پیش‌گودال و پیش برآمدگی پهنه‌های ایذه و شمال خاور فروبار دزفول بوده‌اند. ولی در ائوسن میانی تا ائوسن پسین (معادل سازند شهبازان) در بخش بالایی سازند پابده در شمال لرستان (برش بانکول) واحد سنگ آهکی ۲ با رخساره عمیق و در برش کبیرکوه مارن‌های عمیق تەنشین شده‌اند. در همین زمان واحد سنگ‌آهکی بخش بالایی سازند پابده در شمال فروبار دزفول (میدان قلعه‌نار) دارای رخساره کم عمق بوده است. این تغییرات رخساره‌ای احتمالا حاصل جنبش‌های تکتونیکی و شکل مناطق مختلف رسوبی پهنه پیش بوم لرستان بوده است که معاصر تغییرات اقلیمی مهم جهانی بوده است.

نتیجه‌گیری

واحد سنگ‌آهکی سازند پابده در شمال خاوری شهرستان ایلام ۷۷ متر ضخامت داشته و شامل سنگ‌آهک رسی؛ سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه و شیل می‌باشد. چهار زون زیستی در برش مورد مطالعه شناسایی گردید که از پایین به بالا عبارتند از:

۱) Assemblage Zone 1

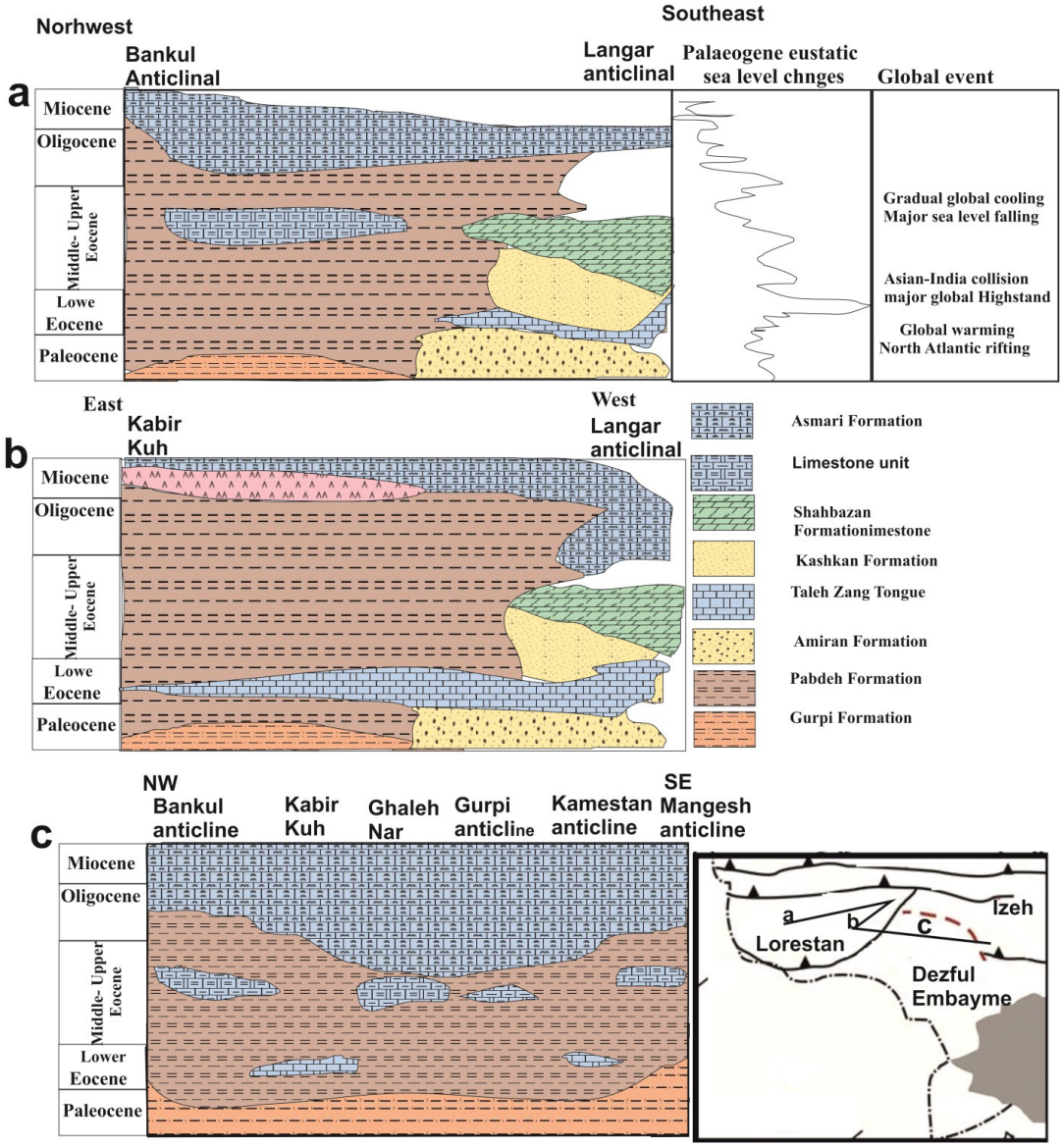
۲) E11: *Morozovelloides lehneri* partial Range

۳) E12: *Orbulinoides beckmanni* Taxon Range Zone

بخش فوقانی این واحد سنگی بدون فسیل‌های شاخص بوده و لذا نمی‌توان آن را به یکی از زون‌های زیستی نسبت داد.

با مقایسه زیست‌چینه‌نگاری این واحد سنگی در برش مورد مطالعه و مقایسه آن با دیگر رخنمون‌های این واحد در زون‌های لرستان، فروبار دزفول و ایذه به نظرمی‌رسد لایه‌های سنگ‌آهکی در بخش‌های تحتانی سازند پابده دارای رخساره کم عمق و معادل سازند تله‌زنگ (به سن تانتین تا لوتتین) می‌باشد. سن واحد سنگ‌آهکی در بخش‌های بالایی سازند پابده، لوتتین تا پریابونین می‌باشد که معادل سازند شهبازان بوده و در زون‌های لرستان و ایذه دارای رخساره عمیق و در پهنه فروبار دزفول دارای رخساره کم عمق می‌باشد.

[1] Bulge
[2] Forebulge
[3] Foredeep



شکل۶. نیمرخ چینه‌نگاری نهشته‌های پالئوزن در جنوب باختر ایران و مقایسه آن‌ها با تغییرات جهانی سطح آب دریاها و مهم‌ترین حوادث جهانی زمین‌شناسی؛ a) نیمرخ نهشته‌های پالئوژن از خاور (تاقدیس لنگر محل برش الگوی سازند شهبازان) تا باختر لرستان (تاقدیس بنکول) (با اقتباس و تغییراتی از وایند، ۱۹۶۵) با توجه به منحنی تغییرات جهانی سطح دریاها (بخش میانی تصویرa، اقتباس از حق و ال قحطانی، ۲۰۰۵) و حوادث زمین‌شناسی مهم (بخش سمت راس تصویرa. (اقتباس از بوداغر فدل، ۲۰۱۳) می‌توان نتیجه گرفت که ته‌نشینی زبانه تله‌زنگ به سن ائوسن پیشین معاصر با افزایش دما و بالا آمدن جهانی سطح آب دریاها و همچنین همزمان با برخورد هند با آسیا بوده است، در حالی‌که گسترش واحد سنگ‌آهکی بخش بالایی سازند پابده به سن ائوسن میانی تا پسین معادل جانبی سازند شهبازان و معاصر کاهش جهانی سطح آب دریاها و یک دوره کاهش جهانی دما می‌باشد. b) نیمرخ نهشته‌های پالئوژن از تاقدیس لنگر در خاور تا تاقدیس کبیرکوه در باختر؛ c) نیمرخ نهشته‌های پالئوژن از تاقدیس منگشت در جنوب خاور تا تاقدیس بنکول در شمال باختر، در نقشه سمت راست پایین محل نیمرخ‌ها نشان داده شده است.

تشکر و قدردانی

از داوران محترم این نشریه که در جهت ارتقای کیفیت این مقاله، پیشنهادات ارزنده‌ای ارایه نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

بیت‌سیاح، م.، هداوندخانی، ن.، امیری‌بختیاری، ح.، صادقی، ع (۱۳۸۷) مطالعه میکروفاسیس و محیط‌رسوبی زبانه‌های سازند تله‌زنگ در سازند پابده در برش تاقدیس کمستان

در شمال‌باختر ایذه. چهارمین همایش زمین‌شناسی و محیط‌زیست، اسلام‌شهر، ۸ ص.

جانباز، م.، محسنی، ح.، پیریایی، ع.، یوسفی‌یگانه، ب.، سردافی صوفیانی، ح (۱۳۹۶) محیط‌رسوبی سازند شهبازان در پهنه لرستان، روایتی از تحول شلف به رمپ، نشریه رسوب‌شناسی کاربردی، شماره ۱۰، دوره ۵، ص ۶۳- ۴۳.

دانشیان، ج.، طباطبایی، م. س.، طهماسبی، ع (۱۳۹۹) زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن سازند پابده برمبنای روزنداران شناور در ناحیهٔ بندرعباس، نشریه پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۴، دوره ۳۶، ص۲۶ - ۱.

سراوانی، س.، گرگیج، م.، قماشی، م.، احمدی، ع (۱۳۹۶) تجزیه و تحلیل ریزرخساره‌ای، محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند پابده در برش نمونه، نشریه پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۴، دوره ۳۳، ص ۱۰۴- ۶۹ .

سنماری، س (۱۳۹۸) بررسی حوادث زیستی زون‌های *Discoaster multiradiatus* zone تا *Sphenolithus predistintus* Zone در سازند پابده، بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در شمال‌خاور کازرون، زون ساختاری فارس. فصلنامه علوم‌زمین، شماره ۳، دوره ۲۹، ص ۱۸۸-۱۷۹.

سنماری، س.، سعیدی رضوی، ب (۱۳۹۹) بررسی حوادث زیستی و گسترش زمانی نانوفسیل‌های آهکی در بخش فوقانی سازند گورپی- بخش تحتانی سازند پابده، شمال غرب شیراز، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۴، دوره ۳۶، ص ۱۴۷ - ۱۳۵.

صادقی، ع.، هداوندخانی، ن (۱۳۸۹) زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی امامزاده سلطان ابراهیم (شمال غرب ایذه). فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال چهارم، شماره پانزدهم، ص ۹۸ — ۸۱.

صداقت، م. ا.، شاوردی، ت (۱۳۹۴) نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ایلام، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

قنبرلو، ح.، وزیری‌مقدم، ح.، صیرفیان، ع.، طاهری، ع.، رحمانی، ع (۱۳۹۴) زیست‌چینه‌نگاری سازندهای شهبازان و آسماری در چاه شماره ۳ میدان نفتی قلعه‌نار، لرستان. نشریه دیرینه‌شناسی، شماره ۲۷، ص۷۱ - ۵۹.

قنبرلو، ح.، وزیری‌مقدم، ح.، صیرفیان،ع.، طاهری، ع.، رحمانی، ع (۱۳۹۶) ریزرخساره‌ها و محیط‌رسوبی سازند شهبازان در چاه شماره ۳ میدان نفتی قلعه‌نار، جنوب‌غرب لرستان. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال ۱۱، شماره ۴۱، ص ۷۸ — ۶۳.

گودرزی، م.، امیری‌بختیار، ح.، نورایی‌نژاد، م. ر (۱۳۹۸) دیرینه‌شناسی و محیط‌های رسوبی بخش بالایی سازند پابده و بخش زیرین سازند آسماری در چاه‌های A و B میدان نفتی مارون، شمال‌خاوری اهواز، نشریه رسوب‌شناسی کاربردی، شماره ۱۳، دوره ۷، ص ۱۸۴- ۲۰۸.

مغفوری‌مقدم، ا (۱۳۸۴) دیرینه‌شناسی و محیط دیرینه سازند تاربور شمال خرم‌آباد، فصلنامه علوم‌زمین، شماره ۵۸، دوره ۱۵، ص ۴۵ - ۳۸.

مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.

هداوندخانی، ن. صادقی، ع.، آدابی، م. ح.، طهماسبی سروستانی، ع (۱۳۹۶) چینه‌شناسی و معرفی زون‌های زیستی جدید در برش تنگ حتی (زون ایذه، خوزستان). پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره ۲، دوره ۳۳، ص ۱۸ - ۱.

هداوندخانی، ن. صادقی، ع. آدابی، م. ح و طهماسبی سروستانی، ع (۱۳۹۷) سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه نگاری سازند پابده در برش روستای چهارده (پهنه ایذه، خوزستان)، نشریه علوم‌زمین، شماره ۱۰۷، دوره ۲۷، ص ۱۵۰ — ۱۳۷.

Berggren, W. A (1969) Cenozoic chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time scale. Nature, 224: 1072–1075.

Berggren, W. A., Pearson, P. N (2005) A revised tropical and subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. Journal of Foraminiferal Research, 35: 279–298.

Berggren, W. A., Prothero, D. R (1992) Eocene–Oligocene climatic and biotic evolution: An overview, In: Prothero, D.R., Berggren, W. A. (Eds), Eocene–Oligocene Climatic and Biotic Evolution. Princeton University Press, Princeton, 1–28.

Blow, E. H (1979) The Cainozoic Globigerinida, E. J. Brill, Leiden, 3: 1452 p.

Bolli, H. M (1957) The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene-Lower Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad, B. W. I. In: Loeblich Jr., A. R. et al., (Ed.), Studies in Foraminifera. Bulletin of the United States National Museum, 215: 61–82.

Caron, M (1983) Taxonomie et phylogenie de la famille des Globotruncanidae. 2 nd kreide symposium, Munchen, 1982, Zitteliana, Munchen, 10: 667-81.

Caron, M (1989) Cretaceous, Plankton foraminifera in: Bolli, H. M., et al. (editors).

from the Koppeh-Dagh Basin, northeastern Iran. Geopersia, 10(2): 351-365.

Mohseni, H., Al–Aasm, I. S (2004) Tempestite deposits on a storm – influenced carbonate ramp: an example from the Pabdeh Formation (Paleogene), Zagros Basin, SW Iran. Journal of Petroleum Geology, 27(2): 163-178.

Postuma, A (1971) Manual of Planktonic Foraminifera, Elsevier, Amsterdam, 420p.

Setudehnia, A (1971) International stratigraphic Lexicon of Iran: south-west Iran. Geological survey of Iran, 3: 287–376.

Shariatzadeh, M. S (2004) Biostratigraphy and Micropaleontological investigations on the cutting samples of Qaleh Nar well # 2, and correlation with Golmahak#1, Papileh # 1 and Kabud # 1, in Dezful north Embayment, southwestern Iran. National Iranian Oil Company Exploration Directorate Geological and Geochemical Studies and Researches, Palaeontological note # 606.

Toumarkine, M., Lutterbacher, H. P (1985) Paleocene and Eocene planktonic foraminifera In: Plankton Stratigraphy, Bolli HM, Saunders JB, Perch Nielsen K (eds.). Cambridge Earth Science. Series. 87–154.

Wade, B. S., Pearson, P. N., Bergg ren, W. A., Heiko, P (2011) Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. Earth-Science Reviews, 104: 111-142.

Wynd, J. G (1965) Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement Area, Iranian Oil Operating Companies: Geological and Exploration Division, Report 1082.

Zachos, J. C., Ro, hl, U., Schellenberg, S. A., Sluijs, A., Hodell, D. A., Kelly, D. C., Thomas, E., Nicolo, M., Raffi, I., Lourens, L. J., McCarren, H., Kroon, D (2005) Rapid acidification of the ocean during the Paleocene–Eocene Thermal Maximum. Science, 308: 1611–1616.

Planktonic Stratigraphy, Vol. 1, Cambridge university press, 407p.

Dabbagh, A., Kendall, C. G. S. C (2020) Deep-T-Platform Responses to the Global Sea-level Fluctuations, Oligocene Asmari and Pabdeh Formations of the Zagros Foredeep Kalhur sub-basin, SW Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 207: 10-27.

Daneshian, J., Sharam Shariati, Sh., Salsani, A (2015) Biostratigraphy and planktonic foraminiferal abundance in the phosphatebearing Pabdeh Formation of the Lar Mountains (SW Iran). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen, 278(2): 175–189.

Eldholm, O., Thomas, E (1993) Environmental impact of volcanic margin formation. Earth and Planetary Science Letters, 117: 319–329.

Farmani, T, Ghasemi-Nejad, E., Beiranvand, B., Maleki-Porazmiani, S (2020) Biozonation, Paleobathymetry and paleoenvironmental study of the Gurpi Formation in southwestern Iran. Iranian Journal of Earth Sciences, 12(1): 54-68.

Geel, T (2000) Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in southeastern Spain. Palaeogeography. Palaeoclimatology, Palaeoecology, 155: 211–238.

Haq, B. U., Al-Qahtani, A. M (2005) Phanerozoic cycles of sea-level change on the Arabian platform. GeoArabia, 10: 127–160.

Hosseini Asgarabadi, Z., Khodabakhsh, s., Mohseni, H., Halverson, G., Hao Bui, T., Abbassi, N., and Moghaddasi, A (2018) Microfacies, geochemical characters and possible mechanism of rhythmic deposition of the Pabdeh Formation in SE Ilam (SW Iran). Geopersia, 9 (1): 89-109.

James, G. A., and Wynd, J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium, agreement area. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 49: 2182–2245.

Kavoosi, M. A., and Sherkati, S. H (2012) Depositional environments of the Kalhur Member evaporate and tectonosedimentary evolution of the Zagros fold-thrust belt during Early Miocene in south westernmost of Iran. Carbonates and Evaporites, 27: 55–69.

Liewellyn, V. P. G (1974) Geological map of Iliam- Kuh Dast, National Iranian Oil Company, sheet no.20504, scale 1:250 000.

Loeblich, A. R., Tappan, H (1988) Foraminiferal genera and their classification. New York (Van Nostrand Reinhold), 970 p.

Maleki-Porazmiani, S., Ghasemi-Nejad, E., Farmani, T (2020) Palynology and sequence stratigraphy of the Albian-Cenomanian strata