



<http://ui.ac.ir/en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
Vol. 34, Issue 1, No. 70, Spring 2018
pp. 5-8
Received: 12.06.2017 Accepted: 06.03.2018

Evaluation of Pabdeh/Asmari boundary based on calcareous nannofossil biostratigraphy at north eastern limb of Gurpi anticline, Khuzestan Province

Saeedeh Senemari*

Associate Professor, Department of Mining, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran
*Corresponding author email: senemari2004@yahoo.com

Introduction

One of the most extensive Tertiary deposits is the marine strata of Pabdeh and Asmari Formations in Zagros, which was studied based on paleontology studies. Type section of Pabdeh Formation is located in Tang-e Pabdeh, North of Lali oilfield and type section of Asmari Formation is located in Tang-e Gel-Torsh in Asmari Mountains (James & Wynd 1965). One of the most important achievement obtained from Pabdeh and Asmari Formations is the evaluation of boundary and biostratigraphy of it. In the north eastern limb of Gurpi anticline, boundary between of Pabdeh and Asmari Formations consists of 290 m thick which mainly consists of marl, marly limestone and shale.

Material & Methods

In this study 64 samples from Pabdeh and Asmari interval have been studied. Samples were prepared following standard smear slide method (Bown and Young 1998). All slides were studied under polarized light microscope at $\times 1000$ magnification. The nomenclature of calcareous nannofossil follows the taxonomic schemes of Perch-Nielsen (1985) and Fornaciari et al. (2010).

Discussion of Results & Conclusion

In order to study biostratigraphy based on calcareous nannofossils, boundary of the Pabdeh/Asmari in north eastern limb of Gurpi anticline, Emamzadeh Baba section was selected. In this section, Pabdeh Formation with 235m thickness is mainly consists of shale, marly limestones, marl and Asmari Formation with 55m thickness is consists of limestones. For introducing index species, calcareous nannofossil assemblages and biozones, slides have been studied at the Pabdeh/Asmari Formations interval which led to the recognition of 39 species and 18 genera of calcareous nannofossils. In this study four biozones were detected in Pabdeh/Asmari boundary. Biozones *Sphenolithus pseudoradians* Zone (NP20), *Ericsonia subdisticha* zone (NP21), *Helicosphaera reticulata* Zone (NP22) and *Sphenolithus predistintus* Zone (NP23) in Pabdeh Formation with Priabonian-Rupelian in age and *Sphenolithus distentus* Zone (NP24) in Asmari Formation with Rupelian- Chattian of Martini (1971) zonation, equivalent to biozones (CNE19 - CNO5) of Agnini et al. (2014) zonation and (CP15b- CP19a) of Okada and Bukry (1980) zonation. According to the first and last occurrence of index species the following bio zones are identified:

***Sphenolithus pseudoradians* zone (NP20/CP15b)**

This biozone is recorded from the FO *Sphenolithus pseudoradians* to the LO of *Discoaster saipanensis*. The age of this zone is Late Eocene (Priabonian). The thickness of this zone has been measured approximately 71.4 m.

***Ericsonia subdisticha* zone (NP21)**

The second zone is recorded from the LO of *Discoaster saipanensis* to the LO of *Ericsonia formosa*. The age of this zone is Late Eocene- Early Oligocene (Priabonian/ Rupelian). The thickness of this zone is 73 m.

***Helicosphaera reticulata* zone (NP22/ CP16c)**

This zone spans the interval from the LO of *Ericsonia formosa* to the last occurrence of *Reticulofenestra umbilica*. The age of this zone is Early Oligocene (Rupelian). The thickness of this zone is 25 m.

***Sphenolithus predistintus* zone (NP23 / CP17-18)**

The next nannofossil unit recorded in this study is the NP23. This zone spans the interval from the LO of *Reticulofenestra umbilica* to the FO of *Sphenolithus ciperoensis*. The age of this zone is Early Oligocene (Rupelian). The thickness of this zone was measured about 85 m.

***Sphenolithus distentus* zone (NP24 / CP19a)**

The last biozone recorded is NP24. This zone is from the lower part of Asmari Formation. This zone spans the interval from the FO of *Sphenolithus ciperoensis* to the LO of *Sphenolithus distentus*. The age of this zone is Late Oligocene (Chattian). The thickness of this zone was measured about 34 m.

So, as result of this study and according to the identified biozones, the age of Pabdeh/Asmari boundary is Late Eocene (Priabonian) to Late Oligocene (Chattian).

Keywords: Asmari, Biostratigraphy, Calcareous Nannofossils, Pabdeh, Paleogene.

References

- Aghanabati A. 2006. Geology of Iran. Geological survey of Iran, Tehran, 401 p (in Persian).
- Agnini C. Fornaciari E. Giusberti L. Grandesso P. Lanci L. Luciani V. Muttoni G. Palike H. Rio D. Spofforth D. J. A. and Stefani C. 2011. Integrated bio-magnetostratigraphy of the Alano section (NE Italy): a proposal for defining the middle-late Eocene boundary. *Geological Society of America Bulletin*, 123: 841–872.
- Agnini C. Fornaciari E. Raffi I. Catanzariti R. Pälíke H. Backman J. and Rio D. 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, 47(2):131–181.
- Ahifar A. Kani A. and Amiri Bakhtiar H. 2015. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of Pabdeh Formation at Gurpi Anticline. *Geosciences*, 24(95):107–120 (in Persian).
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American Journal of Science*, 304:1–20.
- Aubry M.P. 1992. Paleogene Calcareous Nannofossils from the Kerguelen Plateau, Leg 120. In: Wise S.W. Schlich R. et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Ocean Drilling Program, College Station*, pp. 471–491.
- Bahrami M. 2009. Microfacies and Sedimentary Environments of Gurpi and Pabdeh Formations in Southwest of Iran. *American Journal of Applied Science* 6(7): 1295–1300
- Behbahani R. Mohseni H. Khodabakhsh S. and Atashmard Z. 2010. Depositional environment of the Pabdeh formation (Paleogene) Elucidated from trace fossils, Zagros Basin, W Iran, 1st International Applied Geological Congress, 26-28 April, p. 1004 -1007.
- Berberian M. and King G.C.P. 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences* 18: 210–265.
- Berggren W. A. Kent D. V. Swisher C. C. and Aubry M. P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Special Publication 54: 129–212.
- Bown P.R. and Young J.R. 1998. *Techniques*. In: Bown P. R. (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 16–28.
- Bralower T.J. 2002. Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography*, 17 (2): 1–12
- Blaj T. Backman J. and Raffi, I. 2009. Late Eocene to Oligocene preservation history and biochronology of calcareous nannofossils from paleo-equatorial Pacific Ocean sediments. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115: 67–85
- Daneshian J., Norouzi N., Baghbani D. and Aghanabati S.A., 2012. Biostratigraphy of Oligocene and Lower Miocene sediments (Pabdeh, Asmari, Gachsaran and Mishan formations) on the basis of foraminifera in Southwest Jahrum, interior Fars. *Geosciences*, 21(83): 157–166
- Dunkley Jones T. Bown P.R. Pearson P.N. Wade B.S. Coxall H.K. and Lear C.H. 2008. Major shifts in calcareous phytoplankton assemblages through the Eocene-Oligocene transition of Tanzania and their implications for low-latitude primary production. *Paleoceanography*, 23(4): PA4204
- Fornaciari E., Agnini C., Catanzariti R., Rio D., Bolla E.M. & Valvasoni E. (2010). Mid latitude calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology across the middle to late Eocene transition. *Stratigraphy*, 7(4): 229–264
- Gibbs S.J. Shackleton N.J. and Young J.R. 2004. Identification of dissolution patterns in nannofossil assemblages: a high-resolution comparison of synchronous records from Ceara Rise, ODP Leg 154. *Paleoceanography*, 19(1): 1029–1041
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M., eds. 2012. *The Geological Time Scale 2012*, Amsterdam, Elsevier, 2 Vols. 1144 p.
- Hadavandkhani N. 2009. Lithostratigraphy and biostratigraphy of Pabdeh Formation in Kamestan anticline (northwest of Izeh) and comparison with type section. MSc thesis, University of Shahid Beheshti, Iran (in Persian)
- Heydari A. Ghalavand H. Foroughi F. and Elias Lankaran Z. 2010. Determination of age of Pabdeh Formation in Well 424 (Dezful embayment in Ahwaz Region) Based on Calcareous Nannofossils. The first meeting of the National Conference achievements of Iranian scientists, 9 (in Persian)
- Hosseinzadeh R. 2008. Microbiostratigraphy and lithostratigraphy Pabdeh Formation in Kavar section, south of Kabir Kuh. MSc thesis, University of Tehran, Iran (in Persian).
- James G.A. and Wynd J.C. 1965. Stratigraphy nomenclature of Iranian Oil consortium Agreement Area. *American Association Petroleum Geologist Bulletin*, 49: 2182–2245.
- Jiang S. and Wise S.W.J.R. 2009. Distinguishing the Influence of Digenesis on the Paleocological Reconstruction of Nannoplankton across the Paleocene/Eocene Thermal Maximum: An Example from the Kerguelen Plateau, Southern Indian Ocean. *Marine Micropaleontology*, 72: 49–59.
- Khavari Khorasani M. Hadavi F. and Ghaseminejad A. 2014. Nanostratigraphy and Paleoecology of Pabdeh Formation in the Northwest of Zagros Basin in Ilam Section. *Paleontology*, 1(2): 149–164 (in Persian).
- Martini E. (1970). Standard Paleogene calcareous nannoplankton zonation. *Nature*, 226: 560–561.
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci A. (Ed.), *Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils*. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2: 739–785.
- Melinte M. 2004. Calcareous nannoplankton, a tool to assign environmental changes. *Proceedings of Euro-Eco Geo Centre, Romania*, p.1–8.
- Motiei H. 1995. *Petroleum Geology of Zagros -1 Geological Survey of Iran*, 589 p (in Persian).
- Navabpour P. Angelier J. and Barrier E. 2010. Mesozoic extensional brittle tectonics of the Arabian passive margin, inverted in the Zagros collision (Iran, interior

- Fars). In: Leturmy P. and Robin C. (Eds.), *Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic–Cenozoic*. Geological Society, London, Special Publications, 330: 65-96.
- Okada H. and Bukry D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, 5(3): 321-325.
- Parandavar M. Mahanipour A. Aghanabati A. and Hosseini A. 2013. Biostratigraphy of calcareous nannofossils in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of Pabdeh Formation (Purple Shale) in the northeastern limit of the Gurpi anticlinal. *Geosciences*, 89(23):187–198 (in Persian).
- Perch-Nielsen K. 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli H M. Saunders JB. Perch-Nielsen K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 427-554.
- Raffi I. Backman J. Zachos JC. Sluijs A. 2009. The response of calcareous nannofossil assemblages to the Paleocene Eocene Thermal Maximum at the Walvis Ridge in the South Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 70: 201-212.
- Sadeghi A. and Hadavandkhani N. 2010. Biostratigraphy of Pabdeh Formation in the Stratigraphic Section of Emamzadeh Sultan Ibrahim (Northwest of Izeh). *Iranian Journal of Geology*, 15: 81-98 (in Persian).
- Shamrock J.L. 2010. Eocene calcareous nannofossil biostratigraphy, paleoecology and biochronology of ODP leg 122 hole 762c, Eastern Indian Ocean (exmouth plateau). University of Nebraska-Lincoln Follow, PhD thesis, 160p.
- Speijer R.P. Scheibner C. Stassen P. Abdoel-Mohsen M. and Morsi M. 2012. Response of marine ecosystems to deep-time global warming: a synthesis of biotic patterns across the Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM). *Australian Journal of Earth Science*, 105 (1): 6-16.
- Tremolada F. and Bralower T.J. 2004. Nannofossils Assemblage Fluctuations during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at Site 213 (Indian Ocean) and 401 (North Atlantic Ocean): Paleooceanographic Implications. *Marine Micropaleontology*, 52: 107-116.
- Villa G. and Persico D. 2006. Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231: 110–119.
- Villa G. Fioroni C. Pea L. Bohaty S.M. and Persico D. 2008. Middle Eocene–late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen plateau, Site 748. *Marine Micropaleontology*, 69: 173–192.
- Wie W. and Thierstein H.R. 1991. Upper Cretaceous and Cenozoic Calcareous Nannofossils of the Kerguelen Plateau (Southern Indian Ocean) and Prydz Bay (East Antarctica). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 119: 467-493.
- Zachos J.C. Wara M.W. Bohaty S. Delaney M.L. Petrizzo M.R. Brill A. Bralower T.J. and Premoli-Silva I. 2003. A transient rise in tropical sea-surface temperature during the Paleocene–Eocene thermal maximum. *Science*, 302: 1551–1554.

بررسی گذر پابده به آسماری بر اساس زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی در یال شمال‌شرقی تاقدیس گورپی، استان خوزستان

سعیده سنماری، دانشیار، گروه معدن، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران*

چکیده

در پژوهش حاضر، برش امامزاده بابا به‌منظور مطالعه زیست‌چینه‌نگاری بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی گذر پابده به آسماری در یال شمال‌شرقی تاقدیس گورپی انتخاب شد. در این برش، سازند پابده با ۲۳۵ متر ضخامت اساساً از شیل، سنگ آهک مارنی و مارن و سازند آسماری با ضخامت ۵۵ متر از سنگ آهک تشکیل شده است. برای تعیین و معرفی گونه‌های شاخص، تجمع‌های فسیلی همراه و بیوزون‌ها، اسلایدهای گذر سازند پابده به آسماری مطالعه شدند که به تشخیص ۳۹ گونه متعلق به ۱۸ جنس از نانوفسیل‌های آهکی منجر شد. در مطالعه حاضر، ۴ بیوزون در محدوده گذر سازند پابده به آسماری تعیین شدند. زون‌های *Ericsonia*، *Sphenolithus pseudoradians Zone (NP20)*، *subdisticha Zone (NP21)*، *Helicosphaera reticulata Zone (NP22)* و *Sphenolithus predistintus Zone (NP23)* در سازند پابده با سن پری‌آبونین - روپلین و زون *Sphenolithus distentus Zone (NP24)* در سازند آسماری با سن روپلین - چاتین از زون‌بندی *Martini (1971)* با زون‌های *CNE19* تا *CNO5* از زون‌بندی *Agnini et al. (2014)* و زون‌های *CP15b* تا *CP19a* از زون‌بندی *Okada and Bukry (1980)* همخوانی دارند. مطابق بیوزون‌های حاصل، بازه زمانی گذر مطالعه‌شده از ائوسن پسین (پری‌آبونین) تا الیگوسن پسین (چاتین) است.

واژه‌های کلیدی: آسماری، بیواستراتیگرافی، پابده، پالئوژن، نانوفسیل‌های آهکی

مقدمه

پیش است. در پژوهش حاضر، برای بررسی چگونگی گذر رسوبات سازند پابده به آسماری، تعیین سن نسبی و ارائه بایوزوناسیون دقیق این محدوده، برش امامزاده بابا واقع در یال شمال شرقی تاق‌دیس گورپی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی مطالعه شد.

موقعیت زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی برش مطالعه‌شده

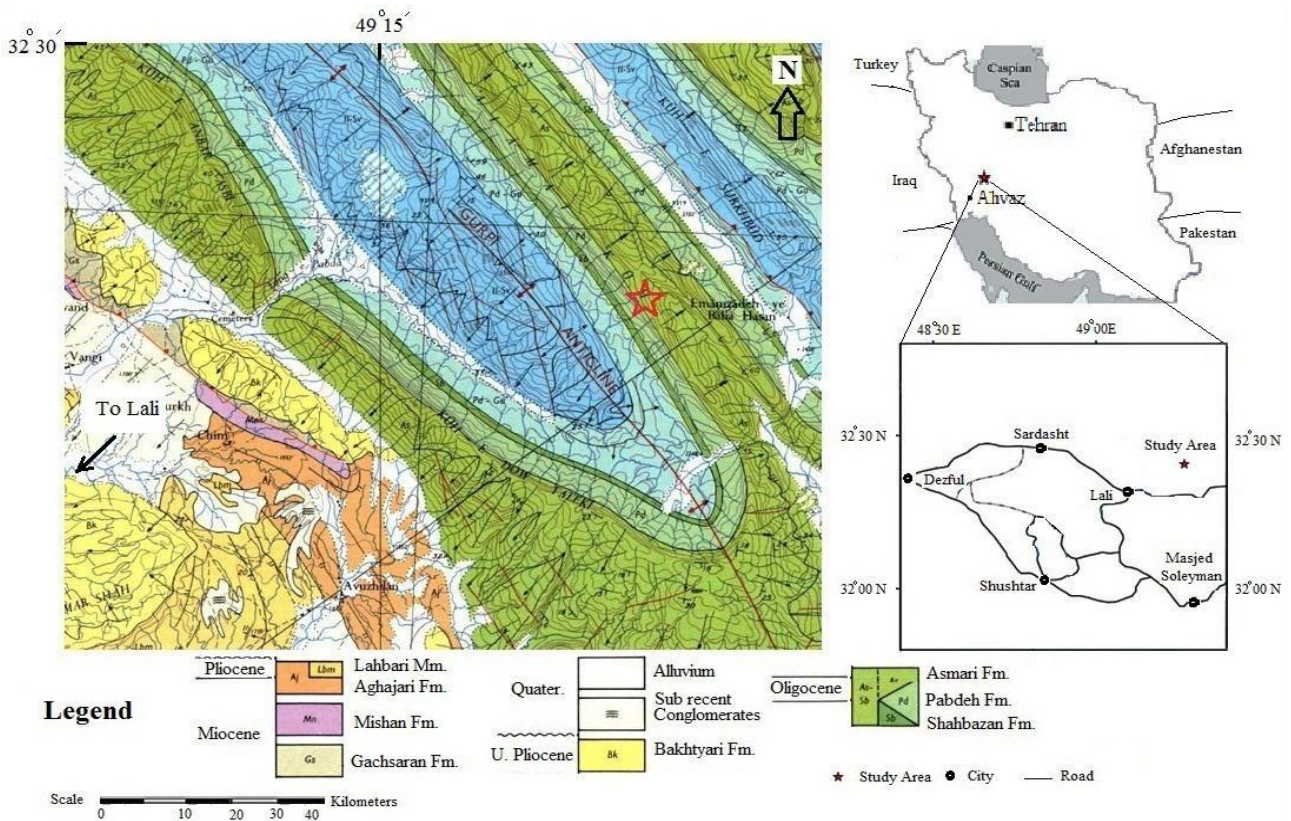
باتوجه به گسترش رسوبات سازند پابده در حوضه رسوبی زاگرس و به‌منظور بررسی چگونگی نهشتگی این رسوبات و تعیین نوع مرز با سازند آسماری، برش امامزاده بابا در شمال شرق لالی واقع در استان خوزستان مطالعه شد. برش امامزاده بابا در ۱۶ کیلومتری شمال شرق لالی، در یال شمال شرقی تاق‌دیس گورپی از زون ساختاری زاگرس قرار دارد (شکل ۱). در این برش، سازند پابده از رخساره شیلی و آهکی با ضخامت حدود ۷۹۵ متر تشکیل و زیر سازند آسماری با لیتولوژی سنگ آهک واقع شده است. در مطالعه حاضر، بخش فوقانی سازند پابده در گذر به سازند آسماری بررسی شد. قاعده برش مدنظر دارای مختصات طول و عرض جغرافیایی به ترتیب $49^{\circ}18'E$ و $32^{\circ}26'N$ است. برش الگوی سازند پابده در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی حدود ۸۰۰ متر ضخامت دارد (Aghanabati 2006). این سازند از فارس تا عراق ادامه دارد و به دلیل داشتن ویژگی‌های سنگ منشأ دارای اهمیت بسیاری در مطالعه‌های مناطق نفتی است؛ از این رو، پژوهشگران مطالعه‌های گسترده‌ای درباره آن انجام داده‌اند. برش الگوی سازند آسماری در تنگ گل‌ترش واقع در کوه آسماری با ۳۱۴ متر ضخامت اندازه‌گیری شده و شامل سنگ آهک‌های مقاوم کرم تا قهوه‌ای‌رنگ است. سنگ آهک آسماری مهم‌ترین سنگ مخزن حوضه رسوبی زاگرس ایران است (Aghanabati 2006).

اهمیت حوضه زاگرس برای اکتشاف میادین عظیم هیدروکربنی به قدری است که این حوضه یکی از مهم‌ترین حوضه‌های زمین‌شناسی جهان محسوب می‌شود (Motiei 1995). تاریخچه زمین‌شناسی حوضه رسوبی زاگرس شامل دوره‌های طولانی مدت فرونشست و رسوب‌گذاری است که با دوره‌های کوتاه مدت بالاآمدگی همراه هستند (Berberian & King 1981). در پی حرکات کرتاسه پسین، دوران سنوزوئیک با تغییرات رخساره‌ای مشخص، محیط دریایی باز تا قاره‌ای را در زاگرس تداعی می‌کند (Ahifar et al. 2015). حوضه زاگرس با روند شمال غربی - جنوب شرقی در ترشیری پیشین با دریای پیش‌رونده پوشیده و در بخش‌های عمیق این حوضه، سازند شیلی و مارنی پابده نهشته شد. سپس در مکان‌های مختلف، به تدریج با سنگ‌آهک‌های کم‌ژرف آسماری و جهرم پوشیده شد و نهشته‌های یادشده با تبخیری‌های گچساران تا آغاجاری و سپس کنگلومرای بختیاری پوشیده شدند. در نهایت، رسوبات موجود در نتیجه برخورد صفحه‌های عربی و اوراسیایی طی زمان سنوزوئیک چین خوردند و با بسته شدن حوضه یادشده، رشته‌کوه زاگرس به وجود آمد که بخشی از رشته‌کوه آلپ - هیمالیا است؛ در واقع، رشته‌کوه زاگرس مانع ریخت‌شناسی آشکاری است که پلیت عربی را از پلیت ایران مرکزی جدا می‌کند (Alavi 2004; Navabpour et al. 2010). تاکنون، مطالعه‌های فسیل‌شناسی بسیاری درباره نهشته‌های سنوزوئیک انجام شده‌اند و بیشتر بر پایه مطالعه‌ها درباره فرامینفرها و محیط رسوبی آنها بوده‌اند (James & Wynd 1965; Bahrami 2009; Behbahani et al. 2010; Daneshian et al. 2012). در سال‌های اخیر نیز مطالعه‌هایی بر پایه نانوفسیل‌های آهکی در این بخش از نهشته‌های حوضه زاگرس انجام شده‌اند (Hadavandkhani 2009; Heydari et al. 2010; Sadeghi & Hadavandkhani 2010; Parandavar et al. 2013; Khavari Khorasani et al. 2014). هرچند راه زیادی تا بررسی کامل نقاط مختلف زاگرس در

روش پژوهش

پس از انتخاب بهترین رخنمون متعلق به ضخامت ۲۹۰ متر از محدوده گذر سازند پابده به آسماری، در فاصله‌های حدود ۱۸ متر و از هر فاصله ۴ نمونه و در مجموع ۶۴ نمونه برداشت و اسلایدها تهیه شدند. از مجموع نمونه‌ها، ۵۲ اسلاید به سازند پابده و ۱۲ اسلاید به بخش تحتانی سازند آسماری تعلق داشتند. به‌منظور جلوگیری از هر نوع آلودگی و هوازگی هنگام نمونه‌برداری، برداشت نمونه از عمق ۲۰ سانتی‌متری و برای جلوگیری از هدررفت گونه‌ها،

آماده‌سازی طبق روش اسمیر اسلاید انجام شد (Bown and Young 1998). اسلایدهای تهیه‌شده با میکروسکوپ پلاریزان المپوس BH2، در نور معمولی (PPL) و نور پلاریزه (XPL) با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ بررسی شدند. برای شناسایی گونه‌های نانوفسیل و انجام مطالعه‌های زیست‌چینه‌نگاری از زون‌بندی (Perch-Nielsen (1985) و Agnini et al. (2014) و زون‌بندی‌های جهانی نظیر Martini (1971) و Okada and Bukry (1980) استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت ناحیه مطالعه‌شده در شمال‌غرب لالی، برش مطالعه‌شده در نقشه با ستاره مشخص و نقشه از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ لالی برگرفته شده است.

مطالعه‌های بیواستراتیگرافی، پالئوکلوژی و تطابق لایه‌های رسوبی اقیانوسی دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک در سرتاسر جهان باشند (Bralower 2002; Zachos et al. 2003; Melinte 2004; Villa and Persico 2006; Villa et al. 2008; Shamrock 2010). در مطالعه حاضر، از نانوفسیل‌های آهکی

بحث

بررسی حوادث زیستی و مطالعه بیواستراتیگرافی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی

الگوی تکاملی نانوپلانکتون‌ها سبب شده است این گروه از جمله مهم‌ترین شاخص‌های فسیلی برای تعیین سن نسبی،

- NP20 (Sphenolithus pseudoradians Zone)
/CP15b/CNE19-CNE20

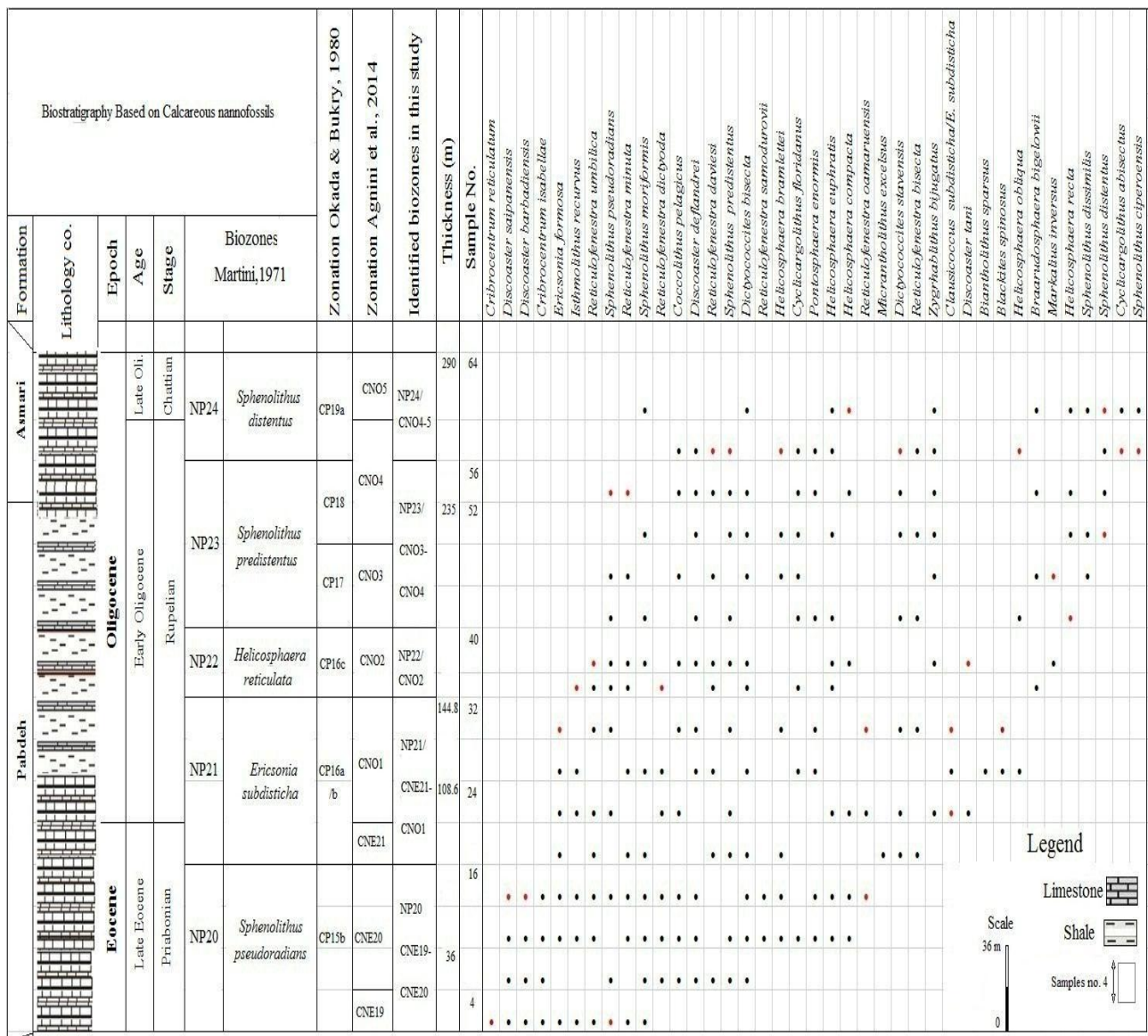
این بایوزون در سازند پابده از نخستین ظهور گونه *Sphenolithus pseudoradians* (متراز حدود ۰/۶ از قاعده انتخابی بخش فوقانی سازند پابده در نمونه ۲) تا آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* (متراز حدود ۷۲ در نمونه ۱۶) معرفی می‌شود. بر اساس طرح زونی Martini (1971)، مرز ائوسن - الیگوسن بین زون‌های زیستی NP21-NP20 قرار دارد و با آخرین حضور گونه *D. saipanensis* مشخص می‌شود. زون حاضر معادل زیرزون CP15b از زون‌بندی Okada and Bukry (1980) است. این زون از یک‌سو به علت آخرین حضور گونه *Cribocentrum reticulatum* معادل بخش فوقانی زون CNE19 و از سوی دیگر، به علت آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* معادل زون CNE20 از طرح زونی (Agnini et al. 2014) است. از نظر Martini (1971)، بازه زمانی نخستین ظهور گونه *Sphenolithus pseudoradians* در مکان‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است و از این رو، این گونه شاخص دقیق و مناسبی برای تعیین مرز تحتانی زون مطالعه‌شده نیست و بایستی از شاخص‌های مناسب دیگری در کنار آن برای تعیین دقیق مرز تحتانی زون یادشده استفاده شود؛ برای نمونه، در میان حوادث زیستی مطالعه‌شده، مشاهده می‌شود آخرین حضور گونه *Cribocentrum reticulatum* (اسلاید ۱) پیش از نخستین ظهور گونه *S. pseudoradians* (اسلاید ۲) اتفاق می‌افتد. سایر پژوهشگران نیز مطالعه‌های مشابهی انجام داده‌اند (Fornaciari et al. 2010; Agnini et al. 2011).

موجود در نهشته‌های گذر پابده به آسماری به‌عنوان ابزار مناسبی برای مطالعه‌های چینه‌نگاری زیستی، تعیین سن نسبی و نوع مرز و بررسی شرایط محیط رسوبی استفاده شد و ۳۹ گونه متعلق به ۱۸ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شدند (شکل ۲، پلایت). زون‌بندی حاضر بر مبنای نخستین ظهور (First Occurrences=FO) و آخرین حضور (Last Occurrences=LO) گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی است. در ارائه نمودار بیواستراتیگرافی، نشانه اختصاری NP بیان‌کننده نانوپلانکتون‌های پالئوژن از زون‌بندی مارتینی (Martini 1971)، نشانه اختصاری CP بیان‌کننده کوکولیت‌های پالئوژن از زون‌بندی اکادا و بوکری (Okada and Bukry 1980)، نشانه اختصاری CNE بیان‌کننده نانوفسیل‌های آهکی ائوسن و نشانه اختصاری CNO بیان‌کننده نانوفسیل‌های آهکی الیگوسن از زون‌بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) است که به تعیین بایوزون‌های زیر منجر شد (جدول ۱)؛ شرح هر یک از زون‌های شناسایی‌شده به ترتیب زیر است:

زون‌های شناسایی‌شده در گذر دوره‌های ائوسن - الیگوسن

گذر یادشده (۳۳/۸۹ Ma) بر پایه GTS (Berggren et al. 1995; Gradstein et al. 2012) تقریباً با آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* (شاخص رأس زون NP20 و قاعده زون NP21) مقارن است که در ۷۲/۴ متری از قاعده برش مطالعه‌شده ثبت شده است. بایوزون‌های این محدوده شامل زون‌های زیر هستند:

جدول ۱- جدول پراکندگی و گسترش گونه‌های مهم نانوفسیل‌های آهکی در برش امامزاده بابا، شمال شرق لالی



NP19 باشد. درواقع، تقارن آخرین حضور گونه *Cribrocentrum isabellae* با حضور گونه *C. reticulatum* بیان‌کننده بخش فوقانی زون CNE19 و تعیین‌کننده تقریبی حدود مرز NP20-NP19 است (Agnini et al. 2014)؛ ازاین‌رو، مطابق نخستین حوادث زیستی یادشده، ضخامت این زون حدود ۷۱/۴ متر و نشان‌دهنده برهه زمانی ائوسن پسین (Priabonian) (37-34/45 Ma) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون عبارتند از:

محدوده و بازه زمانی آخرین حضور گونه *Cribrocentrum reticulatum* رخداد و شاخص زیستی مناسب دیگری برای تعیین مرز زون‌های NP19 و NP20 است (Agnini et al. 2011). از سوی دیگر، مقارن شدن آخرین حضور گونه *Cribrocentrum reticulatum* (متراژ ۲ در نمونه ۱) با حضور گونه *Cribrocentrum isabellae* بیان‌کننده آنست که طبق نظر Agnini et al. (2014)، نخستین حضور گونه *Cribrocentrum isabellae* بایستی پایین‌تر از آخرین حضور گونه *Cribrocentrum reticulatum* و داخل زون

Dictyococcites stavensis, *Reticulofenestra oamaruensis*, *Reticulofenestra daviesi*, *Helicosphaera compacta*, *Helicosphaera euphratis*, *Reticulofenestra dictyoda*, *Reticulofenestra umbilica*, *Helicosphaera bramlettei*, *Discoaster deflandrei*, *Z. bijugatus*.

- NP22 (*Helicosphaera reticulata* Zone)/CP16c/CNO2
این بایوزون در سازند پابده از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* (مترای حدود ۱۴۵ در نمونه ۳۲) تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترای حدود ۱۷۰ در نمونه ۳۹) تعیین می‌شود. زون حاضر معادل زیرزون CP16c از زون‌بندی (Okada and Bukry (1980) و معادل زون CNO2 بر اساس طرح زونی (Agnini et al. 2014) است. زون CNO2 یا *Reticulofenestra umbilicus* Top Zone از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* تا آخرین حضور گونه *R. umbilica* ادامه دارد. (Martini (1970). زون NP22 را تصحیح کرده است (Perch-Nielsen 1985). ضخامت این زون بر اساس شاخص‌های زیستی شناسایی شده ۲۵ متر و سن آن بیان‌کننده برهه زمانی الیگوسن پیشین (Rupelian) (۳۲-۳۲/۹۵Ma) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Markalius inversus, *Reticulofenestra minuta*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster tani*, *Dictyococcites bisecta*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Reticulofenestra dictyoda*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Sphenolithus pseudoradians*, *Sphenolithus predistentus*, *Reticulofenestra daviesi*, *Isthmolithus recurvus*, *Helicosphaera compacta*, *Helicosphaera euphratis*, *Sphenolithus moriformis*, *Reticulofenestra umbilica*, *Discoaster deflandrei*, *Zygrhablithus bijugatus*.

- NP23 (*Sphenolithus predistentus* Zone)/CP17-18/CNO3- CNO4
این بایوزون در بخش فوقانی سازند پابده و بخش تحتانی سازند آسماری از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترای حدود ۱۷۰ در نمونه ۳۹) تا نخستین ظهور گونه *Sphenolithus ciperoensis* (مترای حدود ۲۵۵ در نمونه ۵۷) تعیین می‌شود. این زون معادل زون‌های CNO3 و CNO4 بر اساس طرح زونی (Agnini et al. 2014) است. زون CNO3 معادل زون CP17 از زون‌بندی Okada and

Reticulofenestra dictyoda, *Cribo centrum isabellae*, *Cribo centrum reticulatum*, *Reticulofenestra minuta*, *Dictyococcites bisecta*, *Coccolithus pelagicus*, *Sphenolithus moriformis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra oamaruensis*, *Ericsonia formosa*, *Isthmolithus recurvus*, *Reticulofenestra samodurovii*, *Sphenolithus pseudoradians*, *Sphenolithus predistentus*, *Helicosphaera compacta*, *Helicosphaera euphratis*, *Reticulofenestra daviesi*, *Reticulofenestra umbilica*, *Helicosphaera bramlettei*, *Pontosphaera enormis*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster saipanensis*, *Discoaster deflandrei*.

- NP21 (*Ericsonia subdisticha* Zone)/CP16a-b/CNE21-CNO1
این بایوزون در سازند پابده و از آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* (مترای ۷۲ در نمونه ۱۶) تا آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* (مترای حدود ۱۴۵ در نمونه ۳۲) تعیین می‌شود. زون حاضر معادل زیرزون‌های CP16a/b از زون‌بندی (Okada and Bukry (1980) است. (Martini (1970) زون NP21 را تصحیح کرده (Perch-Nielsen 1985) و این زون بر اساس طرح زونی (Agnini et al. 2014)، معادل زون‌های CNE21 و CNO1 است. بر اساس این طرح، مرز زمان‌های ائوسن - الیگوسن بین زون‌های زیستی CNO1-CNE21 قرار دارد. در طرح آگنینی، زون CNE21 از آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* (مترای ۷۲ در نمونه ۱۶) تا شروع فراوانی گونه *Clausicoccus subdistichus* (مترای حدود ۹۰ در نمونه ۲۱) و زون CNO1 از شروع فراوانی گونه *Clausicoccus subdistichus* تا آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* ادامه دارد؛ از این رو، ضخامت این زون بر اساس حوادث زیستی یاد شده ۷۳ متر و بیان‌کننده برهه زمانی ائوسن پسین - الیگوسن پیشین (Priabonian/Rupelian) (۳۲/۹۵-۳۴/۴۵ Ma) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Biantholithus sparsus, *Blackites spinosus*, *Micrantholithus excelsus*, *Reticulofenestra minuta*, *Dictyococcites bisecta*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster tani*, *Isthmolithus recurvus*, *Sphenolithus moriformis*, *Pontosphaera enormis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Ericsonia formosa*, *Ericsonia subdisticha* (*Clausicoccus subdistichus*), *Sphenolithus pseudoradians*, *Sphenolithus predistentus*,

distentus/Sphenolithus predistentus Concurrent Range Zone و بخش تحتانی زون CNO5 یا *Sphenolithus ciproensis* Top Zone با آخرین حضور گونه *Sphenolithus predistentus* (مترای حدود ۲۷۱ در نمونه ۶۰) مشخص می‌شود. زون NP24 معادل زیرزون CP19a از زون‌بندی (Okada and Bukry (1980 است (Perch-Nielsen 1985). گونه‌های شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Dictyococcites bisecta, *Coccolithus pelagicus*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Sphenolithus moriformis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus ciproensis*, *Dictyococcites stavensis*, *Pontosphaera enormis*, *Helicosphaera compacta*, *Reticulofenestra daviesi*, *Helicosphaera bramlettei*, *Helicosphaera recta*, *Helicosphaera euphratis*, *Helicosphaera oblique*, *Discoaster deflandrei*, *Cyclicargolithus abisectus*, *Zygrhablithus bijugatus*.

بررسی شرایط اقلیمی و نهشتگی برش مطالعه‌شده در حوضه رسوبی

در مطالعه عوامل محیطی که اجتماع نانوپلانکتون‌های آهکی را در حوضه رسوبی کنترل می‌کنند و بر تجمع نانوفسیل‌های آهکی داخل نهشته‌های رسوبی تأثیر می‌گذارند، عواملی مانند درجه حرارت، میزان غنای مواد غذایی و عامل حفظ‌شدگی نقش بیشتری دارند؛ این عوامل از جمله مهم‌ترین عوامل موجود برای کنترل تجمع‌های نانوفسیلی محسوب می‌شوند (Villa et al. 2008). درجه حرارت یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر فعالیت‌های حیاتی سلول کولیتوفر تأثیر می‌گذارد (Jiang and Wise 2009)؛ به عبارتی، میزان دمای آب‌های سطحی اقیانوسی بر اجتماع نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات مؤثر است. در این برش، حضور گونه‌هایی مانند *Helicosphaera recta*, *Ericsonia formosa*, *Sphenolithus dissimilis*, *Helicosphaera euphratis*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus predistentus*, *Discoaster deflandrei*, *Sphenolithus ciproensis* و *Discoaster saipanensis*, *Discoaster barbadiensis* و *Sphenolithus pseudoradians* که از گونه‌های معرف

(Bukry (1980 و زون CNO4 معادل زون CP18 و بخش تحتانی زیرزون CP19a از زون‌بندی Okada and Bukry (1980 است (Perch-Nielsen 1985). زون CNO3 از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترای حدود ۱۸۰ در نمونه ۴۰) تا نخستین ظهور گونه *Sphenolithus distentus* (مترای حدود ۲۱۸ در نمونه ۵۱) ادامه دارد. زون CNO4 از نخستین حضور گونه *Sphenolithus distentus* (مترای حدود ۲۱۸ در نمونه ۵۱) تا نخستین ظهور گونه *Sphenolithus ciproensis* (مترای حدود ۲۵۶ در نمونه ۵۷) و سپس آخرین حضور گونه *Sphenolithus predistentus* (مترای حدود ۲۷۱ در نمونه ۶۰) ادامه دارد؛ به طوری که مرز فوقانی آن با آخرین حضور گونه *Sphenolithus predistentus* (مترای حدود ۲۷۱ در نمونه ۶۰) مشخص می‌شود و بر اساس حوادث زیستی یادشده، ضخامت این زون ۸۵ متر و نشان‌دهنده برهه زمانی الیگوسن پیشین (Rupelian) با محدوده زمانی حدود (Ma) ۲۹/۶-۳۲ است. گونه‌های شناسایی شده در این زون عبارتند از:

Markalius inversus, *Reticulofenestra minuta*, *Dictyococcites bisecta*, *Coccolithus pelagicus*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Sphenolithus moriformis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Sphenolithus pseudoradians*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Pontosphaera enormis*, *Reticulofenestra daviesi*, *Dictyococcites stavensis*, *Helicosphaera compacta*, *Sphenolithus dissimilis*, *Helicosphaera recta*, *Helicosphaera bramlettei*, *Helicosphaera euphratis*, *Discoaster deflandrei*, *Zygrhablithus bijugatus*.

- NP24 (*Sphenolithus distentus* Zone)/CP19a
این بایوزون در بخش تحتانی سازند آسماری از نخستین ظهور گونه *Sphenolithus ciproensis* (مترای حدود ۲۵۵ در نمونه ۵۷) تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* (مترای حدود ۲۸۹ در نمونه ۶۴) تعیین می‌شود. ضخامت این زون، ۳۴ متر و سن آن الیگوسن پسین (Chattian) است. این زون معادل بخش فوقانی زون CNO4 و بخش قاعده‌ای زون CNO5 بر اساس طرح زونی (Agnini et al. (2014 است. بخش فوقانی زون CNO4 یا *Sphenolithus*

گذر سازند پابده به آسماری شناسایی شدند. مطابق با نخستین و آخرین حضور گونه‌های شاخص، بایوزون‌های NP24-NP20 از زون‌بندی (Martini 1971)، زون‌های CNE19-CNO5 بر اساس طرح زونی (Agnini et al. 2014) و زون‌های CP15b-CP19a از زون‌بندی (Okada and Bukry 1980) در گذر سازند پابده به آسماری شناسایی شدند. زون‌های (NP20) *Sphenolithus pseudoradians Zone*، *Helicosphaera*، *Ericsonia Subdisticha Zone* (NP21) *Sphenolithus predistintus* و *reticulate Zone* (NP22) در سازند پابده با سن پری‌آبونین - روپلین و زون (NP24) *Sphenolithus distentus Zone* در سازند آسماری با سن روپلین - چاتین از زون‌بندی (Martini 1971) شناسایی شدند؛ از این رو، بر اساس بایوزون‌های شناسایی شده، بازه زمانی محدوده مطالعه شده، - (Late Oligocene (Chatian) Late Eocene (Priabonian) و باتوجه به نهشته‌های رسوبی سازند پابده و گونه‌های شناسایی شده موجود در آن، محیط دریایی عمیق در زمان رسوب‌گذاری آن پیشنهاد می‌شود. باتوجه به حضور تاکسای معرف آب‌وهوای گرم و شرایط الیگوتروفیک در ائوسن و وجود تاکسای معرف آب‌وهوای معتدل و شرایط مزوتروفیک در زمان روپلین، تغییرات آب‌وهوایی در برش مطالعه شده طی این گذر مشخص می‌شود. بر اساس مطالعه‌های بیواستراتیگرافی، مرز بین رسوبات سازند پابده به سازند آسماری به شکل پیوسته پیشنهاد می‌شود. مشاهده‌های صحرایی و لیتولوژی و نیز مطالعه بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی بیان‌کننده کاهش عمق حوضه رسوبی در اثر بالآمدن کف حوضه رسوبی و پس‌روی آب طی این زمان و تغییر شرایط در زمان نهشتگی سازند آسماری در حوضه مدنظر هستند.

آب‌های گرم، الیگوتروفیک و متعلق به عرض‌های جغرافیایی پایین هستند (Perch-Nielsen 1985; Aubry 1992; Bralower 2002; Zachos et al. 2003; Tremolada and Bralower 2004; Gibbs et al. 2004; Villa and Persico 2006; Raffi et al. 2009; Speijer et al. 2012) نشان‌دهنده وجود شرایط غالب آب‌وهوایی گرم و وجود شرایط الیگوتروفیک به‌ویژه در زون‌های NP20 تا NP22 طی زمان پری‌آبونین - روپلین پیشین در سازند پابده از برش مطالعه شده هستند. همچنین، حضور به نسبت فراوان گونه‌های *Zygrhablithus bijiugatus* و *Cyclicargolithus floridanus* در نهشته‌های متعلق به بخش فوقانی سازند پابده و قاعده سازند آسماری (زون‌های NP23 تا NP24) در کنار لیتولوژی موجود (شیل - آهک) تأیید دیگری بر کاهش عمق حوضه رسوبی از شرایط عمیق به کم‌عمق (Blaj et al. 2009) در زمان ته‌نشینی رسوبات یاد شده در برش مدنظر است؛ علاوه بر این، حضور گونه *Cyclicargolithus floridanus* که از گونه‌های آسیب‌پذیر در برابر انحلال است (Dunkley Jones et al. ; Raffi et al. 2009) در 2008 بیان‌کننده فقدان عوامل انحلالی در برش مطالعه شده، در نمونه‌های متعلق به زمان الیگوسن پیشین (روپلین) است و از سوی دیگر، گونه *Cyclicargolithus floridanus* از جمله گونه‌هایی است که در شرایط تمرکز زیاد مواد غذایی افزایش می‌یابد. در برهه زمانی گذر ائوسن به الیگوسن، حضور گونه‌هایی مانند *Coccolithus*، *Dictyococcites bisecta*، *Dictyococcites* و *Reticulofenestra umbilicus pelagicus stavenis* که از نمونه‌های متعلق به آب‌وهوای معتدل هستند (Villa and Persico 2006; Wie and Thierstein 1991) معرف تغییر شرایط آب‌وهوایی و ناپایداری آن از آب‌وهوای گرم به معتدل در این بخش از برش مطالعه شده طی برهه زمانی یاد شده است.

نتیجه

در مطالعه برش امامزاده بابا واقع در شمال شرق لالی، تعداد ۳۹ گونه متعلق به ۱۸ جنس از گروه نانوفسیل‌های آهکی در

References

- Aghanabati A. 2006. Geology of Iran. Geological survey of Iran, Tehran, 401 p (in Persian).
- Agnini C. Fornaciari E. Giusberti L. Grandesso P. Lanci L. Luciani V. Muttoni G. Palike H. Rio D. Spofforth D. J. A. and Stefani C. 2011. Integrated bio-magnetostratigraphy of the Alano section (NE Italy): a proposal for defining the middle-late Eocene boundary. *Geological Society of America Bulletin*, 123: 841–872.
- Agnini C. Fornaciari E. Raffi I. Catanzariti R. Pälke H. Backman J. and Rio D. 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, 47(2):131–181.
- Ahifar A. Kani A. and Amiri Bakhtiar H. 2015. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of Pabdeh Formation at Gurpi Anticline. *Geosciences*, 24(95):107–120 (in Persian).
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold–thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American Journal of Science*, 304:1–20.
- Aubry M.P. 1992. Paleogene Calcareous Nannofossils from the Kerguelen Plateau, Leg 120. In: Wise S.W. Schlich R. et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Ocean Drilling Program, College Station*, pp. 471–491.
- Bahrami M. 2009. Microfacies and Sedimentary Environments of Gurpi and Pabdeh Formations in Southwest of Iran. *American Journal of Applied Science* 6(7): 1295-1300
- Behbahani R. Mohseni H. Khodabakhsh S. and Atashmard Z. 2010. Depositional environment of the Pabdeh formation (Paleogene) Elucidated from trace fossils, Zagros Basin, W Iran, 1st International Applied Geological Congress, 26-28 April, p. 1004 -1007.
- Berberian M. and King G.C.P. 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences* 18: 210–265.
- Berggren W. A. Kent D. V. Swisher C. C. and Aubry M. P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Special Publication 54: 129-212.
- Bown P.R. and Young J.R. 1998. Techniques. In: Bown P. R. (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 16-28.
- Bralower T.J. 2002. Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography*, 17 (2): 1-12
- Blaj T. Backman J. and Raffi, I. 2009. Late Eocene to Oligocene preservation history and biochronology of calcareous nannofossils from paleo-equatorial Pacific Ocean sediments. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115: 67-85
- Daneshian J., Norouzi N., Baghbani D. and Aghanabati S.A., 2012. Biostratigraphy of Oligocene and Lower Miocene sediments (Pabdeh, Asmari, Gachsaran and Mishan formations) on the basis of foraminifera in Southwest Jahrum, interior Fars. *Geosciences*, 21(83): 157-166
- Dunkley Jones T. Bown P.R. Pearson P.N. Wade B.S. Coxall H.K. and Lear C.H. 2008. Major shifts in calcareous phytoplankton assemblages through the Eocene-Oligocene transition of Tanzania and their implications for low-latitude primary production. *Paleoceanography*, 23(4): PA4204
- Fornaciari E., Agnini C., Catanzariti R., Rio D., Bolla E.M. & Valvasoni E. (2010). Mid latitude calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology across the middle to late Eocene transition. *Stratigraphy*, 7(4): 229-264
- Gibbs S.J. Shackleton N.J. and Young J.R. 2004. Identification of dissolution patterns in nannofossil assemblages: a high-resolution comparison of synchronous records from Ceara Rise, ODP Leg 154. *Paleoceanography*, 19(1): 1029-1041
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M., eds. 2012. *The Geological Time Scale 2012*, Amsterdam, Elsevier, 2 Vols. 1144 p.
- Hadavandkhani N. 2009. Lithostratigraphy and biostratigraphy of Pabdeh Formation in Kamestan anticline (northwest of Izeh) and comparison with type section. MSc thesis, University of Shahid Beheshti, Iran (in Persian)
- Heydari A. Ghalavand H. Foroughi F. and Elias Lankaran Z. 2010. Determination of age of Pabdeh Formation in Well 424 (Dezful embayment in Ahwaz Region) Based on Calcareous Nannofossils. The first meeting of the National Conference achievements of Iranian scientists, 9 (in Persian)
- Hosseinzadeh R. 2008. Microbiostratigraphy and lithostratigraphy Pabdeh Formation in Kavar section, south of Kabir Kuh. MSc thesis,

- University of Tehran, Iran (in Persian).
- James G.A. and Wynd J.C. 1965. Stratigraphy nomenclature of Iranian Oil consortium Agreement Area. *American Association Petroleum Geologist Bulletin*, 49: 2182-2245.
- Jiang S. and Wise S.W.J.R. 2009. Distinguishing the Influence of Digenesis on the Paleocological Reconstruction of Nannoplankton across the Paleocene/Eocene Thermal Maximum: An Example from the Kerguelen Plateau, Southern Indian Ocean. *Marine Micropaleontology*, 72: 49-59.
- Khavari Khorasani M. Hadavi F. and Ghaseminejad A. 2014. Nanostratigraphy and Paleocology of Pabdeh Formation in the Northwest of Zagros Basin in Ilam Section. *Paleontology*, 1(2): 149-164 (in Persian).
- Martini E. (1970). Standard Paleogene calcareous nannoplankton zonation. *Nature*, 226: 560-561.
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci A. (Ed.), *Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils*. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2: 739-785.
- Melinte M. 2004. Calcareous nannoplankton, a tool to assign environmental changes. *Proceedings of Euro-Eco Geo Centre, Romania*, p.1-8.
- Motiei H. 1995. *Petroleum Geology of Zagros -1 Geological Survey of Iran*, 589 p (in Persian).
- Navabpour P. Angelier J. and Barrier E. 2010. Mesozoic extensional brittle tectonics of the Arabian passive margin, inverted in the Zagros collision (Iran, interior Fars). In: Leturmy P. and Robin C. (Eds.), *Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic–Cenozoic*. Geological Society, London, Special Publications, 330: 65-96.
- Okada H. and Bukry D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, 5(3): 321-325.
- Parandavar M. Mahanipour A. Aghanabati A. and Hosseini A. 2013. Biostratigraphy of calcareous nannofossils in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of Pabdeh Formation (Purple Shale) in the northeastern limit of the Gurpi anticlinal. *Geosciences*, 89(23):187–198 (in Persian).
- Perch-Nielsen K. 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli H M. Saunders JB. Perch-Nielsen K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 427-554.
- Raffi I. Backman J. Zachos JC. Sluijs A. 2009. The response of calcareous nannofossil assemblages to the Paleocene Eocene Thermal Maximum at the Walvis Ridge in the South Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 70: 201-212.
- Sadeghi A. and Hadavandkhani N. 2010. Biostratigraphy of Pabdeh Formation in the Stratigraphic Section of Emamzadeh Sultan Ibrahim (Northwest of Izeh). *Iranian Journal of Geology*, 15: 81-98 (in Persian).
- Shamrock J.L. 2010. Eocene calcareous nannofossil biostratigraphy, paleoecology and biochronology of ODP leg 122 hole 762c, Eastern Indian Ocean (exmouth plateau). University of Nebraska-Lincoln Follow, PhD thesis, 160p.
- Speijer R.P. Scheibner C. Stassen P. Abdoel-Mohsen M. and Morsi M. 2012. Response of marine ecosystems to deep-time global warming: a synthesis of biotic patterns across the Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM). *Australian Journal of Earth Science*, 105 (1): 6-16.
- Tremolada F. and Bralower T.J. 2004. Nannofossils Assemblage Fluctuations during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at Site 213 (Indian Ocean) and 401 (North Atlantic Ocean): Paleooceanographic Implications. *Marine Micropaleontology*, 52: 107-116.
- Villa G. and Persico D. 2006. Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231: 110–119.
- Villa G. Fioroni C. Pea L. Bohaty S.M. and Persico D. 2008. Middle Eocene–late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen plateau, Site 748. *Marine Micropaleontology*, 69: 173–192.
- Wie W. and Thierstein H.R. 1991. Upper Cretaceous and Cenozoic Calcareous Nannofossils of the Kerguelen Plateau (Southern Indian Ocean) and Prydz Bay (East Antarctica). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 119: 467-493.
- Zachos J.C. Wara M.W. Bohaty S. Delaney M.L. Petrizzo M.R. Brill A. Bralower T.J. and Premoli-Silva I. 2003. A transient rise in tropical sea-surface temperature during the Paleocene–Eocene thermal maximum. *Science*, 302: 1551–1554.

Taxonomic index

- Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964
Blackites spinosus (Deflandre & Fert, 1954) Hay & Towe, 1962
Braarudosphaera bigelowii (Gran and Braarud, 1935) Deflandre, 1947
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1877) Schiller, 1930
Cribozentrum isabellae Catanzariti, Rio and Fornaciari in Fornaciari et al. 2010
Cribozentrum reticulatum (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen (1971)
Cyclicargolithus abisectus (Muller, 1970) Wise, 1973
Cyclicargolithus floridanus (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971
Discoaster deflandrei Bramlette and Riedel, 1954
Discoaster barbadiensis Tan, 1927
Discoaster tani Bramlette & Riedel (1954)
Discoaster saipanensis Bramlette & Riedel (1954)
Dictyococcites bisectus (Hay, Mohler, & Wade 1966) Bukry & Percival (1971)
Ericsonia formosa (Kamptner, 1963) Haq, 1971
Ericsonia subdisticha (Roth and Hay in Hay et al. 1967) Roth in Baumann & Roth (1969) = *Clausicoccus subdistichus* (Roth & Hay in Hay et al., 1967) Prins, 1979
Helicosphaera euphratis Haq, 1966
Helicosphaera compacta Bramlette & Wilcoxon, 1967
Helicosphaera bramlettei Müller (1970)
Helicosphaera oblique Bramlette and Wilcoxon, 1967
Helicosphaera recta Haq, 1966
Isthmolithus recurvus Deflandre in Deflandre and Fert, 1954
Markalius inversus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Bramlette and Martini, 1964
Micrantholithus excelsus Bown, 2005
Pontosphaera enormis (Locker, 1967) Perch-Nielsen, 1984
Reticulofenestra bisecta (Hay, Mohler, and Wade, 1966) Roth, 1970
Reticulofenestra daviesii (Haq, 1968) Haq, 1971
Reticulofenestra dictyoda (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968
Reticulofenestra samodurovii (Hay et al., 1966) Roth, 1970
Reticulofenestra stavensis (Levin & Joerger, 1967) Varol, 1989
Reticulofenestra minuta Roth, 1970
Reticulofenestra umbilicus (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski (1968)
Reticulofenestra oamaruensis (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Haq, 1968
Sphenolithus pseudoradians Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus predistentus Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus distentus Martini (1965) Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus dissimilis Bukry and Percival, 1971
Sphenolithus ciperoensis Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus moriformis (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967
Zygrhablithus bijugatus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959

Plate

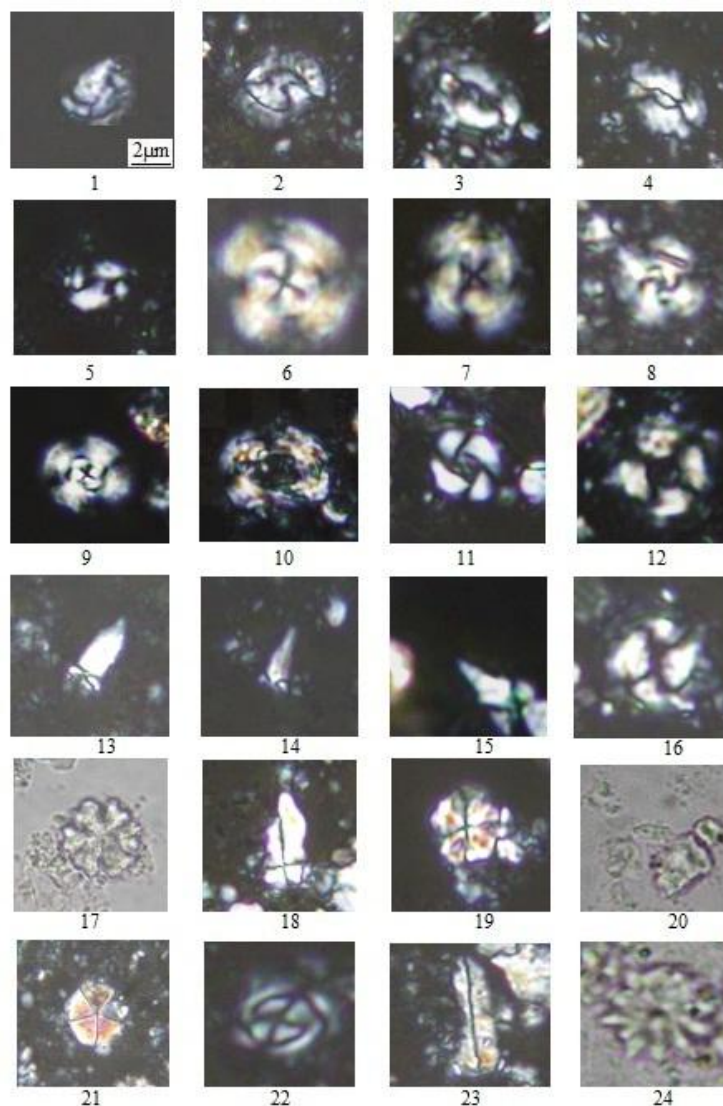


Fig 2. Plate: All figures in XPL except figures 17, 20 and 24 in PPL, Light micrographs $\times 1000$; the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985) and Fornaciari et al. 2010; Scale bar: 2 μm . 1: *Helicosphaera obliqua* Bramlette & Wilcoxon, 1967, sample. 42; 2: *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967, sample. 39; 3: *Helicosphaera bramlettei* Müller (1970), sample. 32; 4: *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966, sample. 50; 5: *Helicosphaera recta* (Haq, 1966) Jafar & Martini, 1975, sample. 42; 6: *Cribozentrum isabellae* Catanzariti, Rio and Fornaciari in Fornaciari et al. 2010, sample. 10; 7: *Cribozentrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen (1971), sample. 1; 8: *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay, in Hay et al., 1967) Bukry, 1971, sample. 54; 9: *Cyclicargolithus abisectus* (Muller, 1970) Wise, 1973, sample. 58; 10: *Reticulofenestra umbilica* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski (1968), sample. 29; 11: *Reticulofenestra daviesii* (Haq, 1968) Haq, 1971, sample. 54; 12: *Ericsonia formosa* (Kamptner, 1963) Haq, 1971, sample. 26; 13: *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, 1967, sample. 43; 14: *Sphenolithus distentus* (Martini, 1965) Bramlette & Wilcoxon, 1967, sample. 51; 15: *Sphenolithus ciperiensis* Bramlette and Wilcoxon, 1967, sample. 61; 16: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller (1930), sample. 54; 17: *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954, sample. 53; 18: *Sphenolithus pseudoradians* Bramlette & Wilcoxon, 1967, sample. 33; 19: *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967, sample. 39; 20: *Isthmolithus recurvus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954, sample. 26; 21: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947 sample. 61; 22: *Clausicoccus subdistichus* (Roth & Hay in Hay et al., 1967) Prins, 1979, sample. 31; 23: *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959, sample. 50; 24: *Discoaster barbadiensis* Tan 1927, sample. 5.