

رده‌بندی، توصیف و زیست‌پنهانه‌های کیتینوزوآهای دونین پسین سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق، البرز شرقی

فاطمه طاهریان^۱، فاطمه واعظ جوادی^{۲*} و سید حمید وزیری^۳

۱- دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

۲- دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۳/۰۹

*مسئول مکاتبات: فاطمه واعظ جوادی، vaezjavadi@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۹

چکیده

کیتینوزوآهای متنوع و خوب حفظ شده‌ای در دونین پسین سازند خوش‌بیلاق، البرز شرقی حضور دارند. این سازند در بردارنده‌ی ۹ گونه متعلق به ۳ جنس است. رده‌بندی، توصیف و زیست‌پنهانه‌بندی گونه‌های کیتینوزوآی این برش در این مقاله انجام می‌شود. گونه‌های شاخص دونین نظری *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala* *Angochitina echinata* *Angochitina devonica* و *Fungochitina pilosa* شناسایی شدند. سه زیست‌پنهانه بر اساس اولین و آخرین حضور مشاهده شده گونه‌های کیتینوزوآ معرفی می‌شوند. این زیست‌پنهانه‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارت هستند از: زیست‌پنهانه I: *Angochitina devonica* Taxon Range Zone؛ زیست‌پنهانه II: *Angochitina ecinata-Fungochitina pilosa* Assemblage Interval Zone؛ زیست‌پنهانه III: *Angochitina devonica-Fungochitina pilosa* Interval Zone. برخی کیتینوزوآها نظری گونه‌های *A. devonica* و *F. pilosa* و *S. sp. cf. S. sphaerocephala* به طور نزدیکی قابل مقایسه با مجموعه‌های هم ارز گزارش شده از آمریکای شمالی و جنوبی، لیبی، اسپانیا و بالتیک می‌باشند. این امر نشان دهنده ارتباط نزدیک صفحه‌ی ایران با سایر بخش‌های شمالی گندوانا و جنوبی لورازیا در خلال دونین پسین است. به علاوه، شواهد دیرینه‌شناسی و سنگ‌شناسی نشان می‌دهد که سازند خوش‌بیلاق در یک محیط دریایی، تقریباً نزدیک ساحل و با انرژی پایین در میان حوضه‌ی البرز و در امتداد اقیانوس پالئوتیس در این فاصله زمانی نهشته شده است.

واژه‌های کلیدی: دونین پسین، کیتینوزوآ، رده‌بندی، زیست‌پنهانه‌بندی، سازند خوش‌بیلاق، البرز.

Classification, description and biozonation of the Late Devonian Khoshyeilagh Formation

Chitinozoans in Khoshyeilagh section, eastern Alborz

Fatemeh Taherian¹, Fatemeh Vaez-Javadi^{*2} and Seyed Hamid Vaziri³

1- Ph.D., Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Islamic Republic of Iran

2- Department of Soft rock geology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Islamic Republic of Iran;;

3- Department of Geology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Islamic Republic of Iran

*Corresponding author: Fatemeh Vaez-Javadi, vaezjavadi@ut.ac.ir

Abstract:

Diverse and well preserved chitinozoans occur in the Late Devonian Khoshyeilagh Formation near the Khoshyeilagh village, northeastern Alborz. This formation consists of nine species assigned to three genera. Classification, description, and biostratigraphy of species were done herein. The vertical distribution of chitinozoans allows the erection within these sediments of three local biozones. These biozones are in descending order: Biozone I: *Angochitina devonica* Taxon Range Zone occurs, Biozone II: *A. devonica*- *Fungochitina pilosa* Interval Zone Interval Zone, and Biozone III: *Angochitina echinata-Fungochitina pilosa* Assemblage Zone. Some of the chitinozoan species such as, *A. devonica*, *F. pilosa*, and *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala*, are closely comparable with coeval assemblages recorded from the Baltic, Libya, South America, and North America. This indicates the close relationship of the Iranian Platform to other parts of the northern Gondwana and southern Laurentian Domain during the Late Devonian. Moreover, palaeontological and lithological evidence indicates that the Khoshyeilagh Formation was deposited in a low energy, somewhat offshore, normal marine environment within the Alborz Basin, along the Palaeo-Tethys Ocean during this time interval.

Keywords: Upper Devonian, Chitinozoans, Classification, Biozonation, Khoshyeilagh Formation, Alborz.

مقدمة

داده است (Coquel et al., 1977). همچنین، بر اساس مطالعات صورت گرفته روی پالینومورف‌های دریابی (اکریتارک‌ها و پراسینوفیت‌ها) و خشکی (میوسپورها) این ناحیه، برای مجموع سازنده‌های پادها و خوشبیلاق در برش الگو، سن دونین پسین تعیین شد (Taherian et al., 2020 & 2022).

مطالعات پالینولوژیکی سایر پهنه های هم ارز، از جمله سازندهای پادها و خوشبیلاق کوه ازوم واقع در شمال ناحیه Ghavidel-Syooki، سن دونین پسین را نشان می دهد (Jaeger, 2007 & Owens, 2007). به علاوه، واعظ جوادی (۱۳۷۳) بر اساس مطالعات پالینولوژیکی بر روی میوسپورها و اکریتارک های سازند جیروود (هم ارز بخش بالایی سازند خوشبیلاق) سن دونین پسین را خاطرنشان نمود. سایر مطالعات پالینولوژیکی پهنه های هم ارز سازند خوشبیلاق نیز سن دونین پسین را برای این برش ها در سایر نقاط ایران خاطرنشان می سازد & Hashemi, 1998 & Kimyai, 1972 & 1979)

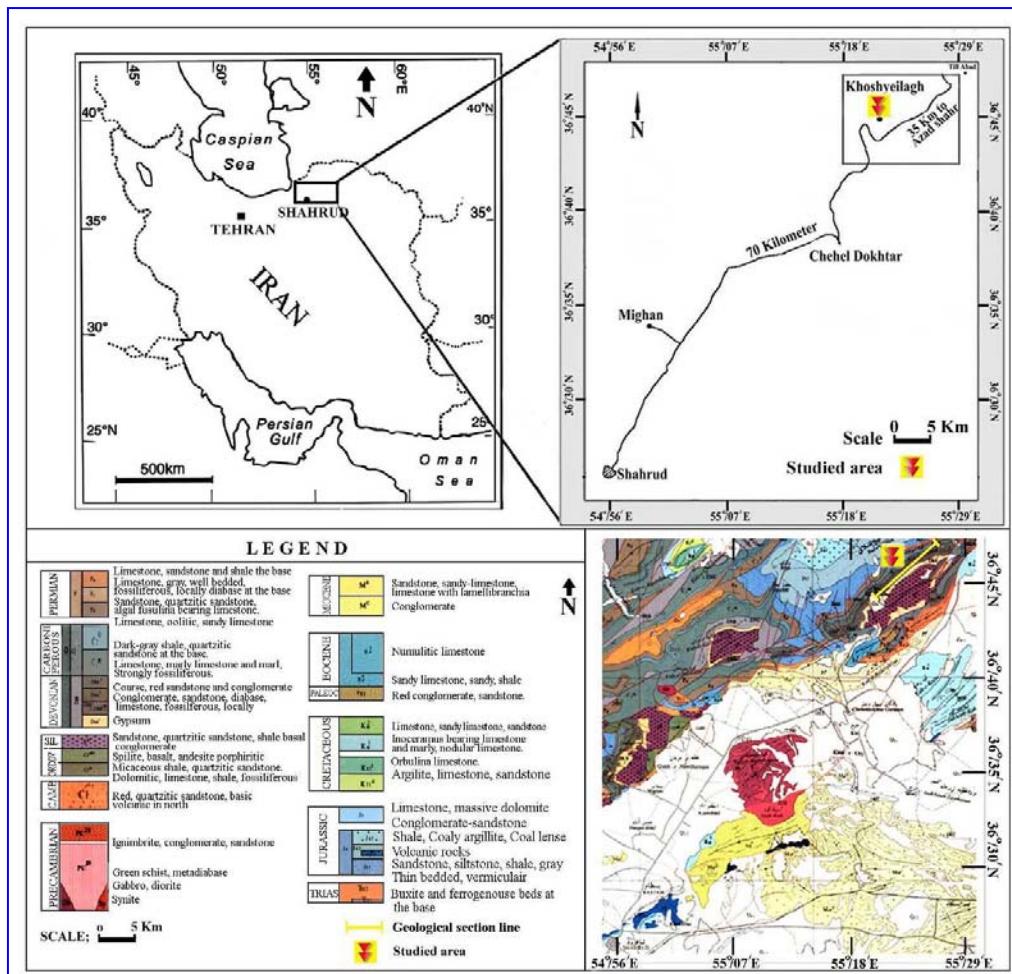
اولین برش نمونه‌ی سازند خوش‌بیلاق توسط بزرگ‌نیا و همکاران (۱۳۵۰) مطالعه شد. برش نمونه این سازند با ستبرای ۱۳۵۰ متر در ناحیه خوش‌بیلاق در ۶۵ کیلومتری شمال شرق شاهروド و ۵۰ کیلومتری آزادشهر قرار دارد. در مطالعه‌ی مذکور مشخص گردید که این سازند به عنوان برش نمونه‌ی سنگ‌های دونین میانی – بالایی البرز خاوری، یکی از ستبرترین ردیف‌های دونین البرز است به طوری که سازند آواری-تبخیری پادها در زیر و سازند آهکی مبارک در بالای آن قرار دارد و مرزهای بالا و پایین آن تدریجی است.

موقعیت جغرافیایی ناحیه‌ی خوش‌بیلاق

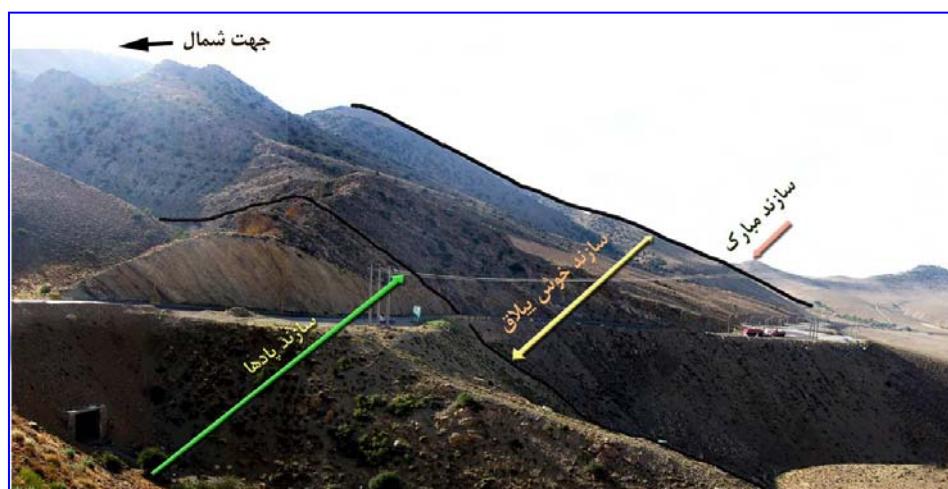
برش مورد مطالعه در ۵ کیلومتری غرب روستای خوشیيلاق و در ۷۰ کیلومتری شمال شرق شاهروود از توابع شهرستان شاهروود واقع در استان سمنان و به فاصله ۵۰۰ کیلومتری از شمال شرق تهران، با مختصات جغرافیایی $36^{\circ} 45'$ عرض شمالی و $55^{\circ} 20'$ طول شرقی قرار دارد. این سازند متشکل از لایه‌های آهک فسیل‌دار، شیل و ماسه‌سنگ می‌باشد و ستبرای آن در برش مورد مطالعه‌ی این تحقیق ۸۰۲ متر است (شکل های ۱ و ۲).

رسوبات دونین ایران توسط محققین بسیاری مطالعه شد و اعاظ Kimyai, 1972, 1979; Assereto & Gaetani, 1964) جوادی، ۱۳۷۳؛ Coquel et al., 1977؛ قویدل سیوکی و Ghavidel-Syooki, 1994, 1995, 1998, 2001؛ مهدویان، ۱۳۸۹؛ Ghavidel-Syooki et al., 1998؛ Hashemi & Playford, 1990؛ همکاران، ۱۳۹۰؛ Ghavidel-Syooki & Owens, 2007؛ Ghavidel-Syooki et al., 2011؛ قویدل سیوکی و طاهریان، ۱۳۹۱؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۹۶ و Taherian et al., 2020). توالی‌های پالئوزوئیک ناحیه‌ی خوش‌بیلاق از لحاظ چینه‌شناسی به ترتیب از قدیم به جدید شامل سازندهای قلّی، سلطان‌میدان، پادها، خوش‌بیلاق (برش الگو) و سازند مبارک می‌باشد. مطالعات پالینولوژی سازندهای قلّی و سلطان‌میدان نشان می‌دهد که این لاشه‌ها به سن اردویی‌سن (Katian-Hirnantian) تا سیلورین پسین (Gorstian) هستند (Ghavidel-Syooki et al., 2011). سازند پادها در این ناحیه عمدهاً مشکل از لاشه‌های کنگلومراتی و ماسه‌سنگی در پایین و تناوب لاشه‌های دولومیتی-آهکی و شیل‌های تغییر شکل یافته در بالا می‌باشد. بر مبنای مطالعات پالینولوژی، سن سازند پادها در بخش‌های مختلف ایران، دونین پسین برای بخش‌های بالایی آن تعیین گردید (Ghavidel-Syooki, 2001؛ قویدل سیوکی، ۱۳۵۵؛ طایفه خبازی، ۱۳۷۴؛ موسوی، ۱۳۷۴؛ مهدویان، ۱۳۸۹؛ شفیعی، ۱۳۸۷؛ قویدل سیوکی و طاهریان، ۱۳۹۰).

سازند خوشبیلاق در برش الگو بر پایه‌ی براکیوپودها، به سن دونین میانی تا پسین تعیین شد (Brice et al., 1975; Brice, 1985). قابل ذکر است میکروفسیل‌های این سازند در محل برش الگو توسط بزرگنیا (Bozorgnia, 1973) مطالعه شد و سن زیوسین- دونین پسین برای این لایه‌ها در نظر گرفته شد. به علاوه، بر اساس مطالعات کنودونت‌های سازند خوشبیلاق سن دونین پیشین تا پسین برای این سازند پیشنهاد گردید (Hamdi & Janvier, 1981). عاشری (۱۳۷۳)، به کمک کنودونت‌ها، سن عضوهای (Member) ۱ و ۲ سازند خوشبیلاق را آیفلین دانست. قویدل سیوکی (1355) بر اساس پالینومورف‌های محل برش الگوی این سازند، لایه‌های شیلی تیره رنگ سازند پادها و خوشبیلاق را به سن دونین پسین تعیین کرد. مطالعات دیگر عضو ۶ تا ۱۷ سازند خوشبیلاق، سن فراسنین - فامنین را برای این واحد سنگی نشان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی، راههای ارتباطی و نقشه‌ی زمین‌شناسی ناحیه‌ی خوش‌بیلاق از توابع شهرستان شهرود (نقشه زمین‌شناسی برگرفته از شهرابی، ۱۳۶۹).



شکل ۲- توالی سازنده‌های پادها، خوش‌بیلاق و مبارک ناحیه‌ی خوش‌بیلاق.

Angochitina devonica Eisenack, 1955

(Plate I, Figs. 1-3)

- 1955 *Angochitina devonica* Eisenack, p. 313, pl. 1, figs. 10-12.
- 1958 *Angochitina devonica*: Collinson and Scott; pp. 13-15, pl. 1, figs. 6, 9, 10, 14, 18, 20, 21, 24; pl. 3, figs. 22, 26, text-fig. 4.
- 1961 *Angochitina* sp. cf. *A. devonica*: Staplin; p. 419, pl. 51, figs. 1-7.
- 1972 *Angochitina devonica*: Urban; p. 14, pl. 2, figs. 1-12.
- 1973 *Angochitina devonica*: Urban & Newport; p. 240, pl. 1, figs. 11-12, 14-16
- 1980 *Angochitina devonica*: Wright; p. 9, pl. 4, figs. 1-3.
- 1984 *Angochitina* sp. cf. *A. devonica*: Moreau-Benoit; p. 212, pl. V, fig. 5.
- 1986 *Angochitina devonica*: Paris et al.; pl. 28, figs. 7-9.
- 1997 *Angochitina devonica*: Wicander & Wood; p. pp. 126, 131.
- 2007 *Angochitina devonica*: Ghavidel-Syooki & Owens, p. 137, pl. 5, figs. 6, 8.
- 2012 *Angochitina devonica*: El Shamma et al.; pp. 1904, 1908, pl. 2, fig. 5.
- 2014 *Angochitina devonica*: Moustafa et al.; p. 1469, pl. 5, figs. 10, 11.
- 2016 *Angochitina devonica*: Russell; p. 39; pl. III, figs. 2-3.
- 2019 *Angochitina devonica*: Askew & Russell; p. 76, pl. I, fig. 6, pl. III, fig. 1.

توصیف: این گونه از یک حجره یا محفظه‌ی بدنی تخم مرغی شکل و یک گردن واضح و نسبتاً کوتاه تشکیل شده است. نسبت قطر به طول (ارتفاع) تقریباً ۰/۵ است. تزئینات پوسته شامل خارهایی است که به صورت دو شاخه یا چند شاخه، گسترش یافته و یا ترکیبی از این موارد می‌باشد. بیشتر نمونه‌ها دارای ترکیبی از خارهای دو شاخه یا چند شاخه گسترده با اندازه‌ی بلند یا کوتاه می‌باشند.

خارها پهن و بطور کلی شفاف هستند و در مقطع، به شکل بلند و نازک مشاهده می‌شوند (شکل ۳، تصاویر ۱-۵).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه در نمونه TDKh-191 بوده و تا نمونه TDKh-291 سازند خوشبیلاق ادامه می‌یابد. این گونه در زیست‌پهنه I کیتینوزوآها به تعداد ۱۱ عدد با فراوانی معمول (Common) و با سن دونین پسین در برش خوشبیلاق مشاهده می‌شود.

Angochitina echinata Eisenack, 1931

- 1931 *Angochitina echinata* Eisenack, p. 82, pl. 1, figs. 6-7.
- 1968 *Angochitina echinata* Eisenack; p. 177, pl. 31, fig. 16.

روش پژوهش

به منظور شناسایی پالینومorf‌های برش «خوشبیلاق»، ۲۷۰ نمونه از این برش برداشت گردید که از این میان ۱۶۷ نمونه جهت مطالعات پالینولوژی آماده شد. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه تحت روش Playford & Phipps (۱۹۸۴)، اسیدشویی شدند.

در این روش، ابتدا از هر نمونه رسوبی، حدود ۷۰ گرم خرد شد و در اسید کلریدیک ۱۰٪ به مدت یک شب از آن حفظ شد. مجدداً، بالک نایلونی غربال شد و در بشر کوچکتر شیشه‌ای (با حجم ۱۰۰ سانتیمتر مکعب) قرار گرفت و با اسید کلریدریک ۱۰٪ به مدت نیم ساعت حرارت داده شد تا باقیمانده‌های رسوبات آهکی حل شود.

به منظور جداسازی کانی‌های سنگین و تغليظ، نمونه‌ها به کمک بروماید روی ($ZnBr_2$) سانتریفیوژ شده و نهایتاً درون شیشه‌های کوچک درب دار (ویال) قرار گرفتند. سپس، اسلامید میکروسکوپی از آنها تهیه شد.

نمونه‌های دارای کیفیت بهتر هم با میکروسکوپ نوری (SEM) و هم با میکروسکوپ الکترونیکی (LM) عکسبرداری و شناسایی شدند. سپس، زیست‌پهنه‌بندی کیتینوزوآها تشخیص داده شد و ترسیم گردید.

رده‌بندی کیتینوزوآهای برش خوشبیلاق

رده‌بندی (سیستماتیک) کیتینوزوآها که گروهی از پالینومorf‌های دریابی می‌باشند در این مقاله به طور مفصل شرح داده می‌شود. تعداد ۹ گونه کیتینوزوآ متعلق به ۳ جنس در برش خوشبیلاق شناسایی شد. شکل کلی کیتینوزوآها کوزه‌ای تا گلدانی بوده و دارای گردنی با درازای متفاوت و یک دهانه است (شکل‌های شماره ۳ و ۴؛ Plates 1, 2).

Incertae sedis Group **Chitinozoa** Eisenack, 1931

Order **Prosomatifera** Eisenack, 1972

Family **Lagenochitinidae** Eisenack, 1931 emend.

Paris, 1981

Subfamily **Angochitininae** Paris, 1981

Genus **Angochitina** Eisenack, 1931

Type species: **Angochitina echinata** Eisenack, 1931

این گونه در زیست‌پهنه‌های II و III کیتینوزوآهای سازند خوشبیلاق در برش خوشبیلاق به تعداد ۳ عدد با فراوانی کمیاب (Rare) با سن فامنین موجود است.

Angochitina sp. B

توصیف: حفره‌ی بدنه این جنس گرد با اندازه‌ی متوسط می‌باشد. اندازه‌ی گردن مساوی با ارتفاع حفره‌ی اصلی و نسبت به گونه‌ی A *Angochitina sp. A* پهن‌تر است. خارهای سوزنی شکل ریز به صورت منظم روی سطح پوسته توزیع شده است (شکل ۴، تصویر ۳).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه در نمونه‌ی TDKh-331 بوده و تا نمونه‌ی TDKh-333 ادامه می‌یابد و در زیست‌پهنه III کیتینوزوآهای سازند خوشبیلاق در برش خوشبیلاق به تعداد ۲ عدد با فراوانی کمیاب و با سن فامنین حضور یافته است.

Genus *Fungochitina* Taugourdeau, 1966

Type species. *Conochitina fungiformis* Eisenack, 1931
Fungochitina pilosa (Collinson and Scott, 1958) Paris in Paris, Richardson, Riegel, Streel & Vanguestaine, 1985
1958 *Sphaerochitina pilosa* Collinson and Scott, p. 21, pl. III, figs. 1-5.
1965 *Sphaerochitina pilosa*: Taugourdeau; pp. 66-67, pl. 1, figs. 28, 30.
1972 *Sphaerochitina pilosa*: Urban; p. 23, pl. 4, figs. 1-3.
1973 *Sphaerochitina pilosa*: Urban & Newport; p. 241, pl. 2, figs. 1-16.
1985 *Fungochitina pilosa* (Collinson and Scott) Paris in Paris et al.; pl. 28, figs. 3-6, 10a, b.
1986 *Sphaerochitina pilosa*: Wood, pl. 2, figs. 8, 9.
1987 *Fungochitina pilosa*: Boumendjel, pp. 122-124, pl. 21, fig. 8.
1988 *Fungochitina pilosa*: Boumendjel et al., pl. 5, fig. 9.
2002 *Fungochitina pilosa*: Grahn & Melo; p. 119, pl. I, figs. 5, 6.
2002 *Fungochitina pilosa*: Grahn et al.; p. 154, pl. 8H, text-fig. 13.
2012 *Fungochitina pilosa*: El Shamma et al.; pp. 1904, 1908.
2014 *Fungochitina pilosa*: Moustafa et al.; p. 1469, pl. 5, fig. 12.
2016 *Fungochitina pilosa*: Russell; p. 40, pl. III, fig. 4.
2019 *Fungochitina pilosa*: Askew & Russell; p. 77, pl. II, Fig. 2

توصیف: حفره‌ی بدنه این گونه، کوچک است؛ گردن استوانه‌ای نسبتاً بلند و بدنه‌ای مخروطی و کوتاه دارد که قاعده‌ی آن اکثراً مسطح است (شکل ۴، تصویر ۲).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه در نمونه‌ی TDKh-331 قرار دارد و آخرین حضور مشاهده شده‌ی آن در

1974 *Angochitina echinata*: Laufeld; p. 53, figs. 16, 17.
2001 *Angochitina* sp. cf. A. *echinata*: Grahn & Gutiérrez; p. 47, fig. 10, D, fig. 14.
2011 *Angochitina echinata*: Nestor; p. 200, pl. 8, figs. G, H.

توصیف: این گونه دارای حجره‌ی بدنه (وزیکول) کوچک تا متوسط است. بدنه در وسط محور طولی تقریباً دارای بیشترین پهنا است. گردن استوانه‌ای شکل و پهن می‌باشد. خارهای سوزنی شکل ریز به طور مساوی روی بدنه این گونه و همچنین، در قسمت تحتانی گردن توزیع شده است (شکل شماره ۳، تصاویر ۱۱ و ۱۲).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی (FOD) این گونه در نمونه‌ی TDKh-331 سازند خوشبیلاق است و تا نمونه III TDKh-343 ادامه می‌یابد. این گونه در زیست‌پهنه III کیتینوزوآهای سازند خوشبیلاق در برش خوشبیلاق به تعداد ۷ عدد، با فراوانی نامعمول (Uncommon) به سن فامنین حضور دارد.

Angochitina rathbuni Grahn and Melo, 2002

(Plate I, Figs. 5-7, 11; Plate II, Figs. 1, 2, 4)
2002 *Angochitina* sp. cf. A. *rathbuni*: Grahn et al.; p. 138, pl. 3C, text-figs. 2, 13.

توصیف: حفره‌ی بدنه این گونه متوسط و گرد می‌باشد. شانه‌ها توسعه یافته و مشخص است. خارهای سوزنی شکل و ریز به طور مساوی روی سطح حفره‌ی بدنه و قسمت تحتانی گردن توزیع شده است (شکل شماره ۳، تصاویر ۶ و ۷).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه‌ی شاخص در نمونه TDKh-327 بوده و آخرین حضور مشاهده شده‌ی آن در نمونه TDKh-343 سازند خوشبیلاق می‌باشد. این گونه به تعداد ۱۵ عدد با فراوانی معمول در زیست‌پهنه‌های II و III کیتینوزوآهای این سازند و با سن فامنین پسین حضور دارد.

Angochitina sp. A

(Plate I, Figs. 10, 11)

توصیف: حفره‌ی بدنه این جنس، گرد، با اندازه‌ی متوسط می‌باشد. اندازه‌ی گردن مساوی با ارتفاع حفره‌ی اصلی بدنه و کاملاً مشخص است. خارهای سوزنی شکل ریز به حالت خاصی روی گردن توزیع شده است (شکل ۳، تصاویر ۱۳ و ۱۴).

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه‌ی نامشخص در نمونه‌ی TDKh-331 سازند خوشبیلاق بوده و تا نمونه TDKh-343 این سازند ادامه می‌یابد.

2019 *Sphaerochitina sphaerocephala*: Askew & Russell; p. 80, pl. II, figs. 17, 18, pl. III, 8.

توصیف: حفره‌ی بدنه این گونه از یک محفظه‌ی تخم مرغی شکل و یک گردن واضح و نسبتاً کوتاه تشکیل شده است. نسبت بیشترین قطر حفره‌ی اصلی به طول کل (ارتفاع کل) تقریباً ۰/۵ است. خارها در حالت عمومی شفاف و نامشخص هستند (شکل ۴، تصویر ۱).

Sphaerochitina sp.

توصیف: این جنس از یک محفظه‌ی بدنه تخم مرغی شکل و یک گردن واضح و نسبتاً کوتاه تشکیل شده است. نسبت قطر حفره‌ی اصلی به طول کل (ارتفاع کل) تقریباً ۰/۵ است. خارها در این گونه به طور کلی شفاف و نامشخص هستند (شکل ۳، تصویر ۱۰).

نمونه‌ها: انتشار چینه‌شناسی این گونه از نمونه‌ی TDKh-316 تا نمونه‌ی TDKh-343 سازند خوش‌بیلاق است. این گونه در زیست‌پهنه‌های II و III کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق در ناحیه‌ی خوش‌بیلاق به تعداد ۸ عدد و با فراوانی نامعمول و سن فامنین موجود می‌باشد.

نمونه‌ی TDKh-343 می‌باشد. این گونه در زیست‌پهنه III کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق به تعداد ۱۲ عدد با فراوانی نامعمول و با سن فامنین حضور دارد.

Fungochitina sp.

(Plate II, Figs. 3, 5)

توصیف: حفره‌ی بدنه این جنس کوچک می‌باشد. گردن استوانه‌ای نسبتاً بلند و بدنه‌ای مخروطی و کوتاه دارد. قاعده در اکثر نمونه‌ها مسطح است (شکل ۳، تصویر ۹).

نمونه‌ها: این گونه در نمونه TDKh-333 و زیست‌پهنه کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق به تعداد ۳ عدد با فراوانی کمیاب و با سن فامنین حضور دارد.

Genus *Sphaerochitina* Eisenack, 1955

Type species. *Lagenochitina sphaerocephala* Eisenack, 1932

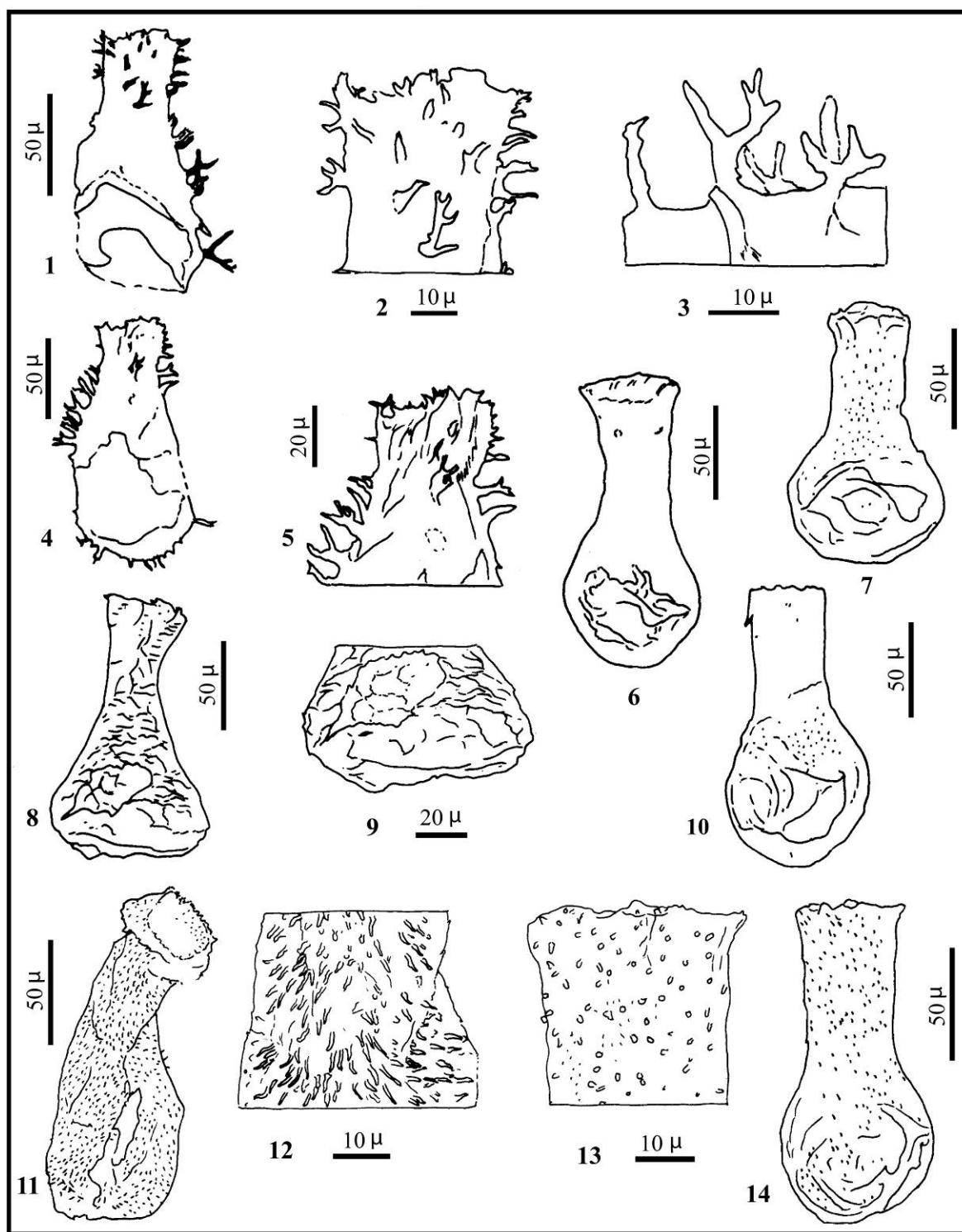
Sphaerochitina sp. cf. *S. sphaerocephala* Eisenack, 1932

1996 *Sphaerochitina sphaerocephala*: Paris & Grahn; p. 636, Text-fig. 2.

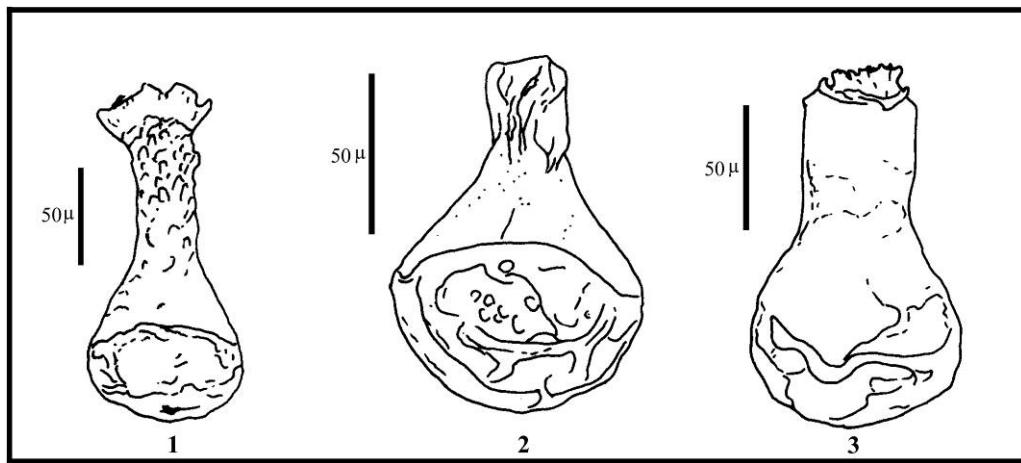
2016 *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala*: Russell; p. 49, pl. IV, fig. 3.

جدول ۱- اندازه‌های گونه‌های کیتینوزوآی مشاهده شده در سازند خوش‌بیلاق

انواع گونه‌های کیتینوزو در این مطالعه	طول کل (ارتفاع) (میکرومتر)	بلندی گردن (میکرومتر)	پهنه‌ای یقه (میکرومتر)	اندازه حجره اصلی (میکرومتر)	بیشترین عرض حجره اصلی (میکرومتر)	طول خار (میکرومتر)
<i>Angochitina devonica</i>	۱۴۲	۴۵	۳۱	۹۷	۶۶/۸	۱۷/۸
<i>Angochitina echinata</i>	۱۶۰	۷۴	۴۰	۸۶	۶۰	۲/۹
<i>Angochitina rathbuni</i>	۱۴۹ ۱۰۸ (۱۲۸/۵)	۳۸ (۵۶/۵) ۷۵	۳۴/۶ (۴۲/۸) ۵۱	۷۰ (۴۱) ۱۱۲/۱	۷۱ (۸۷/۳) ۱۰۳/۷	۱ (۲/۱) ۳/۲
<i>Angochitina</i> sp. A	۱۳۷/۴	۶۷/۴	۴۷/۴	۷۰	۶۶/۳	۱/۷
<i>Angochitina</i> sp. B	۱۴۰	۵۷/۷	۴۳/۳	۸۲/۳	۸۳/۷	۲/۱
<i>Fungochitina pilosa</i>	۱۰۹/۳ (۱۲۸) ۱۴۶/۸	۳۵/۴ (۵۶/۵) ۷۷/۹	۲۸ (۴۰) ۵۲	۷۳/۹ (۷۹/۱) ۸۴/۴	۸۰/۴ (۱۰۶/۷) ۱۳۳	۱/۵ (۳/۳) ۵/۲
<i>Fungochitina</i> sp.	۱۴۱/۷ (۱۴۲/۶) ۱۴۳/۵	۳۸ (۵۳) ۶۸	۲۷/۳ (۳۶/۱) ۴۵	۷۵/۵ (۸۹/۶) ۱۰۳/۷	۸۴/۸ (۸۶/۲) ۸۷/۶	۱/۵ (۲/۴) ۳/۳
<i>Sphaerochitina</i> sp. cf. <i>S. sphaerocephala</i>	۱۷۲	۹۰/۸	۴۰	۸۱/۲	۸۰	---
<i>Sphaerochitina</i> sp.	۱۴۷	۶۷	۴۰/۴	۸۰	۷۶/۲	۱/۷



شکل ۳ - ۱ تا ۵: *Sphaerochitina* sp.; ۶-۸: *Fungochitina* sp.; ۹-۱۰: *Angochitina rathbuni*; ۱۱-۱۴: *Angochitina devonica*; ۱۲-۱۳: *Angochitina echinata*



شکل ۱-۴: *Angochitina sp.* ۱؛ *Fungochitina pilosa* ۲؛ *Sphaerochitina sp. cf. S. sphaerocephala* ۳

این زیست‌پنهانی با زیست‌پنهانی LE میوسپورهای سازند خوش‌بیلاق ناحیه‌ی خوش‌بیلاق (Taherian et al., 2022) و با زیست‌پنهانه‌های VH و LL استاندارد جهانی (Strel et al., 1987) و همچنین با زیست‌پنهانه *pusillites-fructicosa* (Richardson & McGregor, 1986) مقایسه است. این زیست‌پنهانه در محدوده‌ی سنی فامنین پیشین از سازند خوش‌بیلاق گسترش دارد.

زیست‌پنهانه II: *Angochitina devonica*-*Fungochitina pilosa*: زیست‌پنهانه دو، یک زیست‌پنهانه بینابینی است که در یک ضخامت ۲۳۶ متری از سازند خوش‌بیلاق گسترش دارد (TDKh-291 تا TDKh-331). سنگ‌شناسی عمده‌ی این بخش شیل است. مرز زیرین این زیست‌پنهانه منطبق بر آخرین حضور مشاهده شده‌ی *Angochitina devonica* می‌باشد. این زیست‌پنهانه در بردارنده‌ی گونه‌های *Sphaerochitina sp. cf. S. sphaerocephala* و *Angochitina rathbuni* است. مرز بالایی آن منطبق بر مرز زیرین زیست‌پنهانه III است. این بخش در محدوده‌ی میانی سازند خوش‌بیلاق با زیست‌پنهانه LE میوسپورهای سازند خوش‌بیلاق (Taherian et al., 2022) و سایر نواحی جهان هم ارز می‌باشد (Strel et al., 1987; Maziane et al., 1999; Grahn & Melo, 2002; Grahn et al., 2003; Grahn, 2005) حضور کیتینوزوآی شاخص *Angochitina rathbuni* در بخش انتهایی این زیست‌پنهانه، سن فامنین برای آن پیشنهاد می‌گردد.

زیست‌چینه‌نگاری کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق
تاکنون هیچ زیست‌پنهانه‌بندی برای کیتینوزوآهای دونین پسین ایران ارائه نشده است. کیتینوزوآهای این مطالعه، تنها در سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق گسترش یافته‌اند و شامل ۹ گونه متعلق به ۳ جنس می‌باشند. کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق در قالب سه زیست‌پنهانه به طور محلی دسته‌بندی شده و معرفی می‌شوند (شکل ۵). این زیست‌پنهانه‌ها به منظور تعیین سن دقیق‌تر با زیست‌پنهانه‌های آکریتارکها و میوسپورهای سازند خوش‌بیلاق و سایر زیست‌پنهانه‌های استاندارد میوسپورها در مقیاس جهانی زمان دونین پسین مقایسه گردیده و تطبیق داده شد. شرح زیست‌پنهانه‌های مذکور در ادامه آمده است:

زیست‌پنهانه I: *Angochitina devonica* Taxon Range Zone: این زیست‌پنهانه با اولین و آخرین حضور مشاهده شده‌ی (FOD) LOD گونه کیتینوزوآی *Angochitina devonica* شناخته می‌شود و ضخامت ۲۶۸ متر از بخش زیرین تا میانی سازند خوش‌بیلاق را دربر می‌گیرد (TDKh-191 تا TDKh-291). سنگ‌شناسی (لیتولوژی) این بخش عمدتاً از لایه‌های آهکی با قطعات کمی از دولومیت، دیاباز، دولومیت و سنگ آهک‌های دارای تبلور مجدد و فاقد فسیل (نمونه های ۱۹۱ تا ۲۹۱) و همچنین، سنگ آهک‌های دولومیتی با لایه‌بندی نازک تا متوسط و سنگ آهک‌های رسی خاکستری تیره به همراه ۹۰ متر ماسه‌سنگ قرمز می‌باشد.

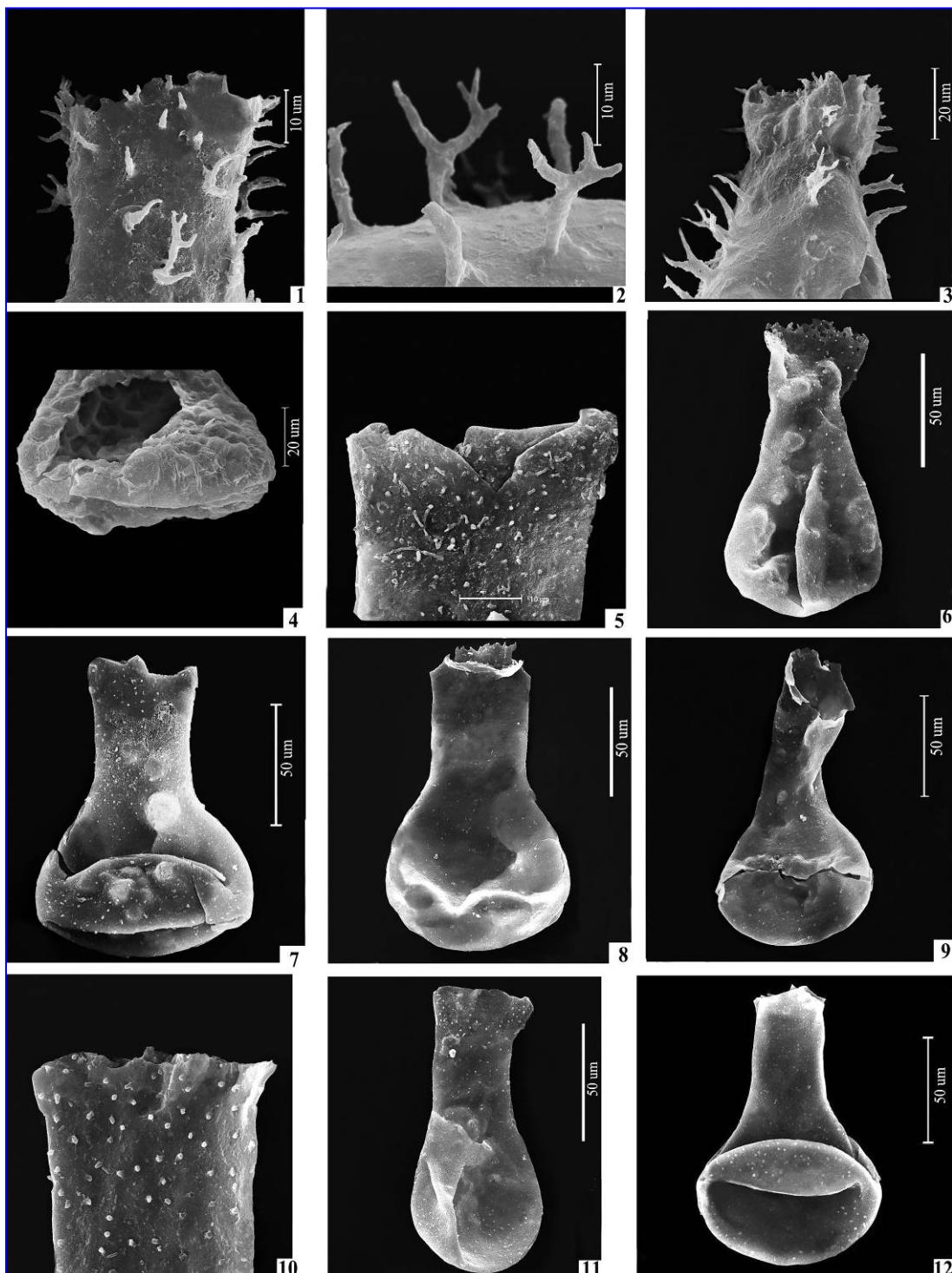


Plate I- 1-3- *Angochitina devonica* Collinson and Scott, 1958 (Sample TDKh-291); 4- *Fungochitina* sp. (Sample TDKh-333); 5, 6, 7- *Angochitina rathbuni* Grahn and Melo, 2002 (Samples TDKh-333; TDKh-343); 8- *Angochitina* sp. B (Sample TDKh-333); 9- *Sphaerochitina* sp. (Sample TDKh-333); 10, 11- *Angochitina* sp. A (Sample TDKh-331); 11- *Angochitina rathbuni* Grahn and Melo, 2002 (Sample TDKh-343).

Angochitina sp. A *Angochitina* sp. B ، *pilosa* و *Angochitina* sp. B ، *pilosa* نیز مشاهده می‌شود. این زیست‌پهنه با زیست‌پهنه‌ی LN میوسپورهای سازند خوش‌بیلاق (Taherian et al., 2022) و سایر نواحی جهان هم ارز می‌باشد (Strel et al., 2022). بر این اساس، این زیست‌پهنه با سن فامینین پسین در این بخش از سازند خوش‌بیلاق گسترش دارد.

زیست‌پهنه III: *Angochitina echinata-Fungochitina pilosa*: این زیست‌پهنه تجمعی در یک ضخامت ۵۷ متری در محدوده‌ی بالایی سازند خوش‌بیلاق گسترش دارد (TDKh-343 تا TDKh-331). این بخش شامل تنابو لایه‌های آهکی و شیلی می‌باشد. همچنین، علاوه بر تداوم حضور دو گونه کیتینوزوآی *Angochitina rathbuni* و *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala* در این زیست‌پهنه، اولین حضور گونه‌های *Fungochitina* sp. و *Angochitina echinata* در این زیست‌پهنه،

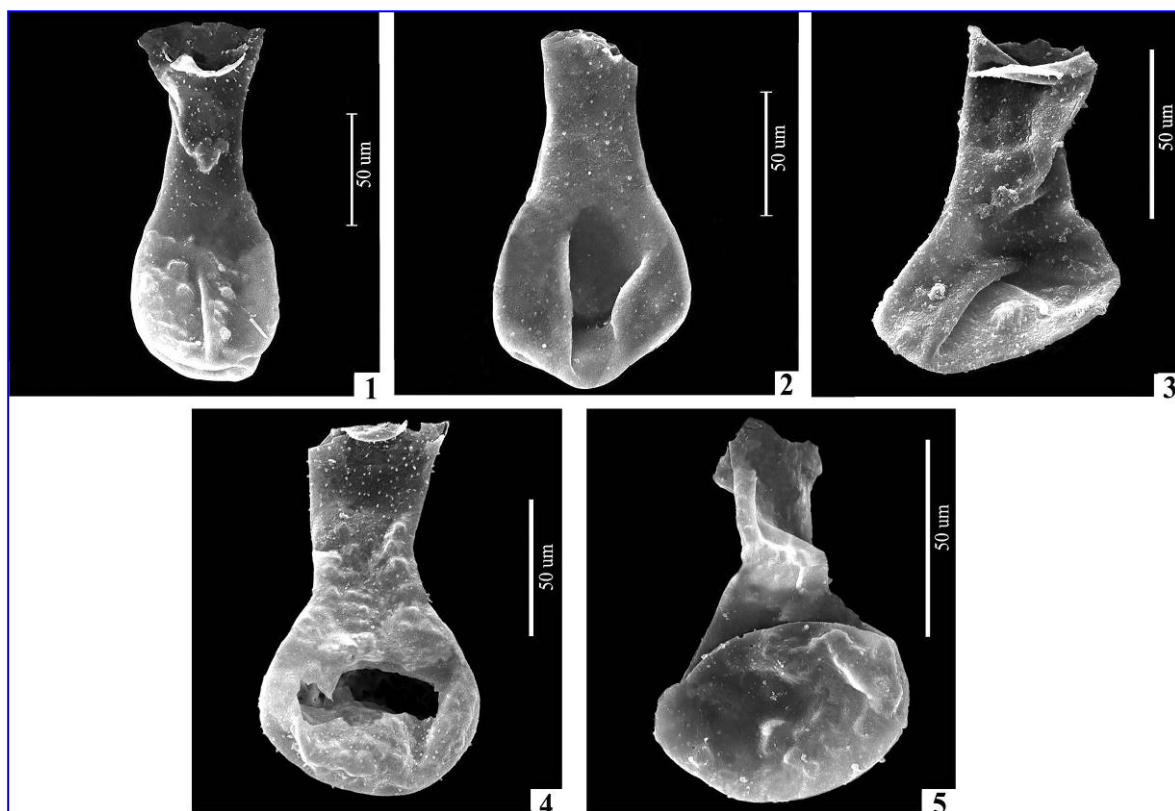
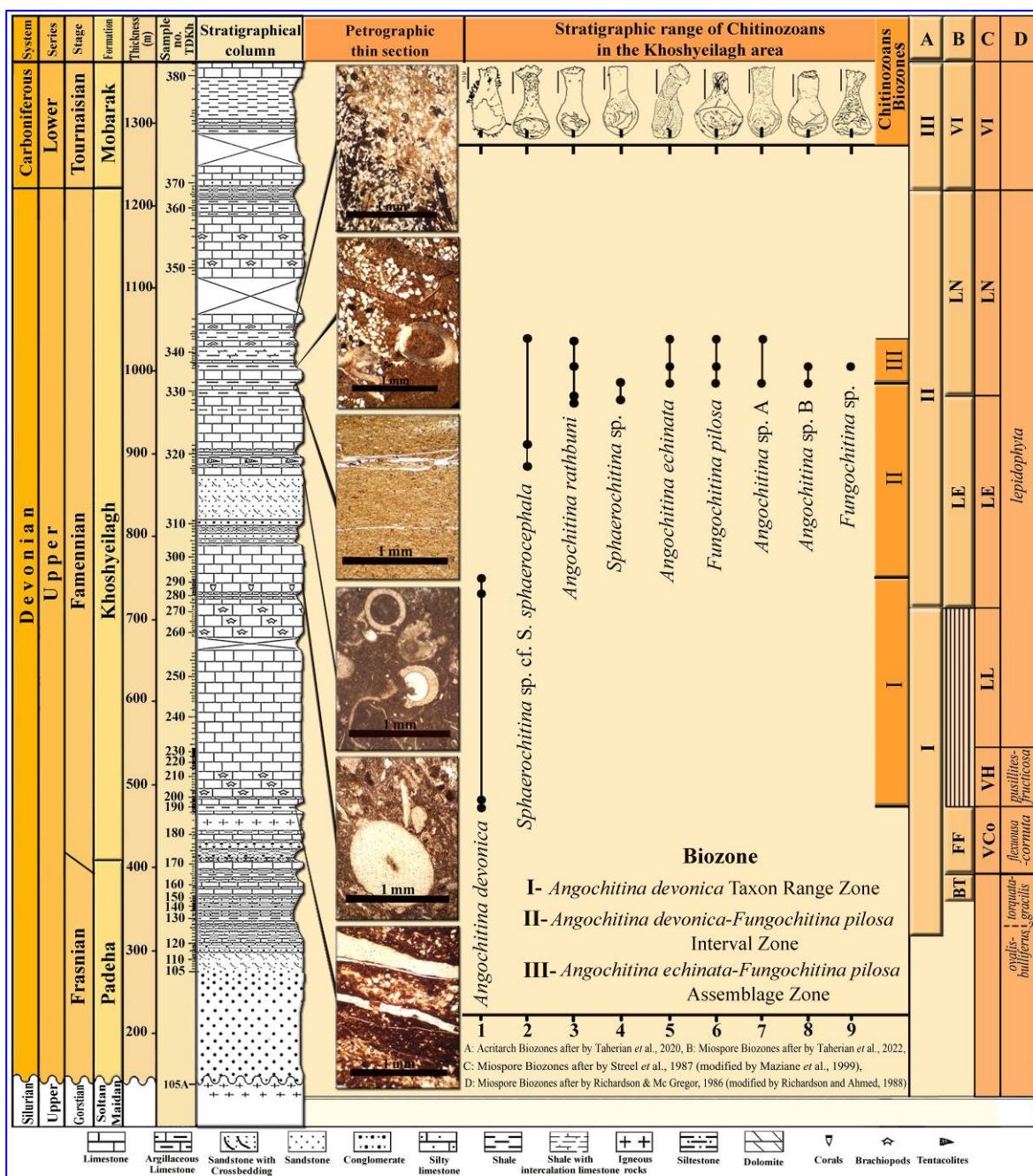


Plate II- Figs. 1, 2- *Angochitina rathbuni* Grahn & Melo, 2002 (Sample TDKh-343); Figs. 3, 5- *Fungochitina* sp. (Sample TDKh-331); Fig. 4- *Angochitina rathbuni* (Sample TDKh-333).



شکل ۵- انتشار چینه‌شناسی کیتینوزوآهای برش خوش‌بیلاق و برقراری تطابق با سایر زیست‌پهنه‌بندی‌های ایران و جهان به همراه وضعیت سنگ شناختی.

با سن *Angochitina praedensibaculata* Total Range Zone -۱ لوشکووین آغازی تا میانی، -۲ با سن *Angochitina strigose* لوشکووین، -۳ با سن *Urochitina loboi* Interval Zone لوشکووین پایانی، -۴ با سن *Ramochitina magnifica* Interval Zone سن پرآگین آغازی، -۵ با سن پرآگین پایانی-امسین آغازی، -۶ با سن *Alpenachitina parisi* Interval Zone با سن امسین، -۷ با سن *eisenacki* Interval Zone ژیوسین، -۸ با سن *Ramochitina stiphrospinata* Total Range Zone -۹ با سن *Fungochitina microspinosa*- با سن ژیوسین آغازی، -۱۰ با سن *Ancyrochitina taouratinensis* با سن ژیوسین میانی تا پایانی، -۱۱ با سن *Hoegisphaera glabra* Interval Zone آغازی تا پایانی، -۱۲ با سن *Urochitina bastosi-Sommerocithina langei* Concurrent Range Zone با سن فراسنین پایانی-فامنین *Fungochitina fenestrata* *Sommerocithina langei* -۱۳ با سن *Fungochitina ultima* Total Range Zone با سن پایانی ترین بخش فامنین. لازم به ذکر است که از میان *Fungochitina pilosa* با گسترش آیفلین میانی تا فراسنین پایانی در میان چندین زیستپهنه (۷ تا ۱۱) در این مناطق گسترش دارد.

انتشار جغرافیایی و زمانی کیتینوزوآها

همان طوری که در بخش‌های قبل بیان شد؛ انتشار جهانی کیتینوزوآها محدوده زمانی اردوویسین تا دونین پسین را در بر می‌گیرد. بر این اساس، به منظور برقراری تطابق و فهم وضعیت جغرافیای دیرینه دونین پسین ناحیه‌ی خوشبیلاق شمال شاهرود، انتشار چینه‌شناسی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های کیتینوزوآهای نامبرده شده در بالا در جدول شماره ۲ مرتب شده است.

لازم به ذکر است که گونه *Angochitina devonica* از رسوبات قدیمی تر یعنی اردوویسین میانی و گونه *Fungochitina pilosa* از چینه‌های سیلورین بالایی و گونه *Sphaerochitina sphaerocephala* از رسوبات اردوویسین زیرین نیز معرفی شده‌اند (Askew & Russell, 2019); بنابراین، این گونه‌ها علیرغم گستره پراکنش خوب، محدوده سنی وسیعی را در بر می‌گیرند و نمی‌توانند فسیل شاخص خوبی تلقی شوند.

مقایسه کیتینوزوآهای سازند خوشبیلاق با کیتینوزوآهای سایر نقاط جهان

متاسفانه، تاکنون از ایران گزارشی مبنی بر زیست‌پهنه‌بندی کیتینوزوآها منتشر نشده است؛ لیکن می‌توان زیست‌پهنه‌های کیتینوزوآی سازند خوشبیلاق را با بخش بالای زیست‌پهنه I به سن فراسنین پایانی و بخش زیرین تا میانی زیست‌پهنه II به سن فامنین پیشین از زیست‌پهنه‌های آکریتارک‌ها و پراسینوفیت‌های خوشبیلاق معرفی شده توسط Taherian et al. (2020) و زیست‌پهنه‌های LE و LN میوسپورهای سازند خوشبیلاق (Taherian et al., 2020) با سن فامنین مطابقت داد. Strel et al. (1988) زیست‌پهنه‌بندی (بیواستراتیگرافی) کیتینوزوآها و اسپورهای هفده حلقه چاه را در شمال شرق لیبی مورد مطالعه قرار دادند. آنها شش زیست‌پهنه غیررسمی از رسوبات دونین میانی-بالایی معرفی نمودند. این زیست‌پهنه‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارت هستند از: -۱-
-۲- *Alpenachitina eisenacki* Assemblage *Eisenackitina castor* Acme Range Biozone (آیفلین پایانی). لازم به ذکر است اولین حضور گونه در *Fungochitina pilosa* این زیست‌پهنه مشاهده می‌شود، -۳- *Ancyrochitina* sp. A -۴- Acme Range Biozone *Angochitina cyrenaicensis* -۵- Assemblage *Ancyrochitina* sp. B- ۶- Assemblage *Muscochltina* sp. A Concurrent Range Biozone (فامنین).

کیتینوزوآهای دونین میانی آیریا، Askew & Russell (2019) شمال اسپانیا را مورد مطالعه قرار داده و سه زیست‌پهنه معرفی نمودند. این زیست‌پهنه‌ها به ترتیب سنی عبارت هستند از:

-۱- *Alpenachitina eisenacki* Interval Range Biozone (آیفلین)، -۲- *Eisenackitina aranea* Interval Range Biozone (مرز آیفلین-ژیوسین) و -۳- زیست‌پهنه *Ancyrochitina cornigera* (ژیوسین)، لازم به ذکر است گونه *Fungochintina pilosa* در این زیست‌پهنه حضور دارد. Grahn (2005) سیزده زیست‌پهنه بر مبنای گونه‌های کیتینوزوآز گندوانای غربی که شامل کشورهای بولیوی، برباد، پاراگوئه و آرژانتین (آمریکای جنوبی) می‌باشد، معرفی نمود. این زیست‌پهنه‌ها عبارت هستند از:

محیط رسوی این بخش بیشتر شرایط با انرژی کم تا متوسط را نشان می‌دهد (شکل شماره ۵). کیتینوزوآهای بخش میانی سازند خوشبیلاق (TDKh- 327) تا (TDKh- 343) تریستاتی به شکل خارهای سوزنی ریز دارند. این کیتینوزوآها بیشتر درون سنگ‌های بیواسپاریت، ماسه سنگ هیبریدی و شیسته‌های این سازند حضور دارند که نشان دهنده محیط دریایی با انرژی متوسط است.

یکی از برداشت‌های انتهایی سازند خوشبیلاق (TDKh-366) شامل قطعاتی از پوسته‌ی کیتینوزوآها با خار دو شاخه تا چند شاخه به همراه گونه‌های بازوپایان در میان رسوبات میکریتی می‌باشد.

به دلیل فقدان قابلیت تشخیص جنس و گونه‌ی مشخصی از کیتینوزوآها، از ذکر موارد در ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه اجتناب شده است؛ اما می‌توان بیان داشت که محیط رسوی بخش بالایی این سازند با شرایط قاعده‌ای تشکیل این سازند، مشابه بوده است (شکل‌های شماره ۶ و ۷).

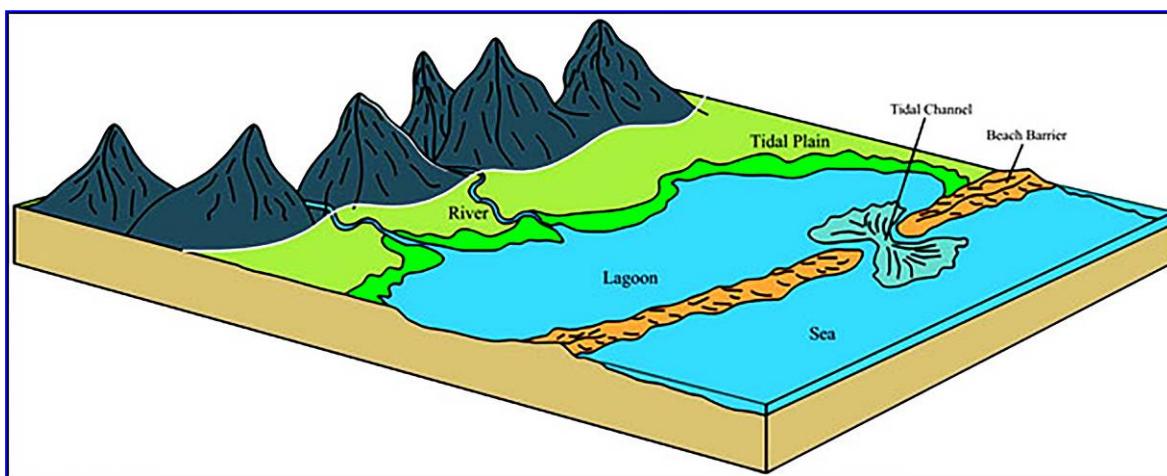
تنها گونه‌ی شاخص *Angochitina rathbuni* با سن دونین پسین است که تاکنون از برزیل (Grahn & Melo, 2002; Grahn et al., 2003; Grahn, 2005) گزارش شده است و دارای محدوده سنی کوتاهی است.

محیط دیرینه و سنگ‌شناختی سازند خوشبیلاق ناحیه‌ی مورد مطالعه

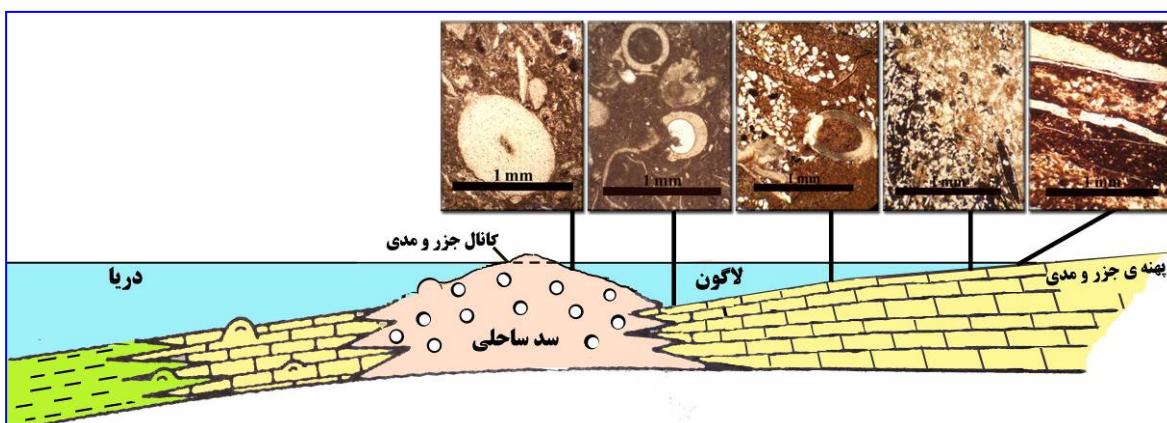
چنین به نظر می‌رسد که کیتینوزوآها دارای قربتی با جانوران دریایی هستند به طوری که برخلاف سایر گونه‌های جانوری، در سنگ‌های دگرگونی با درجه متوسط از جمله شیست نیز به *Angochitina devonica* کیتینوزوآی خوبی حفظ شده‌اند. گونه‌ی کیتینوزوآی در قاعده‌ی سازند خوشبیلاق (نمونه‌های TDKh-191 تا TDKh- 291) با خارهای دو شاخه و چند شاخه مشاهده شد. از آنجا که این گونه همراه با نمونه‌های لاله‌وش (از خارپستان)، بازوپایان و شکم‌پایان (از نرم‌ستان) دیده شده و سنگ‌های دربرگیرنده‌ی آنها شامل شیست و بیواسپاریت می‌باشد،

جدول ۲- انتشار زمان چینه‌ای گونه‌های کیتینوزوآها در جهان

گونه‌های کیتینوزوآ	کرونواستراتیگرافی گونه‌های کیتینوزوآ				مکان	نویسنده‌گان
	Eifelian	Givetian	Frasnian	Famennia n		
<i>Angochitina devonica</i>					باتیک، لیبی، آمریکا (ایالت‌های آیوا، و ایندیانا)، استرالیا، مصر، اسپانیا	Eisenack (1955), Collinson and Scott (1958), Urban (1972), Urban & Newport (1973), Jenkins & Legault (1979), Wright (1980), Moreau-Benoit (1984), Paris et al. (1985), Wicander & Wood (1997), El Shamma et al. (2012), Moustafa et al. (2014), Askew & Russell (2019)
<i>Angochitina echinata</i>					باتیک، برزیل، سوئد	Eisenack (1931, 1968), Laufeld (1974), Grahn & Gutiérrez (2001), Nestor (2011)
<i>Angochitina rathbuni</i>					برزیل، پاراگوئه	Grahn & Melo (2002), Grahn et al. (2002), Grahn (2005)
<i>Fungochitina pilosa</i>					برزیل، پاراگوئه، آیوا و نیویورک (آمریکا)، لیبی، الجزایر، مصر، فرانسه،	Collinson & Scott (1958), Taugourdeau (1965), Urban & Newport (1973), Jenkins & Legault (1979), Paris et al. (1985), Wood (1986), Boumendjel (1987), Boumendjel et al. (1988), Paris (1996), Grahn et al. (2002), Grahn & Melo (2002), El Shamma et al. (2012), Moustafa et al. (2014), Askew & Russell (2019)
<i>Sphaerochitina sphaerocephala</i>					باتیک، اکراین، اسپانیا	(Eisenack, 1968), Diez & Cramer (1978), Paris & Grahn (1996), Askew & Russell (2019)



شکل ۶- محیط رسوی سازند پادها و بخش قاعدهای سازند خوش‌بیلاق (برگرفته از طاهریان، ۱۳۹۹).



شکل ۷- محیط رسوی و مقاطع پتروگرافی همزمان با زیست‌پهنه‌های کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق.

نتیجه گیری

گونه‌ی *Angochitina rathbuni* در فامینین پسین زیست‌پهنه III گسترش دارد. گونه‌های *Angochitina devonica*, *F. pilosa* و *S. sp. cf. S. sphaeocephala* قابل مقایسه با مجموعه‌های هم ارز گزارش شده از آمریکای شمالی و جنوبی، لیبی، مصر، اسپانیا، بالتیک و هند می‌باشد. این امر نشان‌دهنده‌ی ارتباط نزدیک صفحه ایران با سایر بخش‌های شمالی گندوانا و جنوبی لورانسیا در خلال دونین پسین است. به علاوه، شواهد سنگ‌شناسی و فسیلی مبین این مطلب است که این سازند در شرایط نزدیک به ساحل و در محیطی با انرژی پایین تا بعضًا متوسط و در امتداد ساحل اقیانوس پالئوتیس نهشته شده است.

رسوبات دونین بالایی سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق واقع در شمال شرق شاهروod در بردارنده‌ی نه گونه کیتینوزوآ (متعلق به سه جنس) است. بر مبنای انتشار چینه‌شناسی گونه‌ها و اولین حضور مشاهده شده (FOD) و آخرین حضور مشاهده‌ی (LOD) گونه‌های کیتینوزوآ، سه زیست‌پهنه محلی شناسایی شد. این زیست‌پهنه‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارت هستند از: زیست‌پهنه I: *Angochitina devonica* Taxon A. *devonica*-*Fungochitina pilosa* Range Zone II: *Angochitina echinata*- Interval Zone III: *Fungochitina pilosa* Assemblage Zone. بررسی گونه‌های شاخص کیتینوزوآهای انشان می‌دهد که

- پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۳۹، شماره ۲، صفحات ۳۲-۱۹.
- اعاظ جوادی، ف. (۱۳۷۳). بیواستراتیگرافی سازند جیرود در مقطع تیپ بر اساس پالینولوژی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۸۴ صفحه.
- هاشمی، س.ح.، سپیده دم، ش. و حسین زاده، ر. (۱۳۹۶). پالینواستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند شیشتو در برش چینه‌شناسی کوه تیر، شمال غرب کرمان. پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۶۶، شماره ۱، صفحات ۸۵-۱۰۰.
- Askew, A.J. & Russell, E. (2019). A new Middle Devonian chitinozoan assemblage from northern Iberia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 268, 72-87.
- Asereto, R., Gaetani, M. (1964). Nuovi dati sul Devoniano della catena dell'Imam Zadé Hashim (Elburz Centrale-Iran). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 70, 631-636.
- Boumendjel, K. (1987). Les Chitinozoaires du Silurien supérieur et Dévonien du Sahara Algérien. Ph.D. Thesis, Université de Rennes, 181 p.
- Boumendjel, K., Loboziak, S., Paris, F., Steemans, P. & Streel, M. (1988). Biostratigraphie des miospores et des chitinozoaires du Silurien supérieur et du Dévonien dans le basin d'Illizi (S.E. du Sahara Algérien). *Géobios*, 22, 329-357.
- Bozorgnia, F. (1973). Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran. National Iranian Oil Company, 4, 185 p.
- Brice, D. (1985). "Tableau de répartition des principaux genres et espèces de Brachiopodes, cités dans le texte, provenant de 154 gisements. In: B. Mistiaen, Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan". Publications de la Société géologique du Nord, 11 (1), 333-336.
- Brice, D., Lapparent, A. F. de and Mistiaen, B. (1975). "Le Dévonien supérieur à l'Est d'Hajigak (Afghanistan)". Annales de la Société géologique du Nord, 94, 67-70.
- Coquel, R., Loboziak, S., Stampfli, G., Stampfli-Vuille, B. (1977). Palynologie du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur dans l'Elburz oriental (Iran nordest). *Revue de Micropaléontologie*, 20, 59-71.
- Collinson, C.W., Scott, A.J. (1958). Chitinozoan faunule of the Devonian Cedar Valley Formation. Illinois State Geological Survey, Circular, 247, 1-34.
- Díez, M. del C.R., Cramer, F.H. (1978). Iberian Chitinozoans - II. Lower Devonian forms (La Vid shales and equivalents). *Palinol. Número - Extraordin.*, 1, 203-218.
- Eisenack, A. (1931). Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. I. *Paläontologische Zeitschrift*, 13, 74-118.
- Eisenack, A. (1955). Neue Chitinozoen aus dem Silur des Baltikums und dem Devon der Eifel. *Senckenb. Lethaea*, 36, 311-319.
- Eisenack, A. (1968). Über Chitinozoen des baltischen Gebietes. *Palaeontographica A*, 131, 137-198.
- El Shamma, A.A., Moustafa, T.F., Hosny, A.M. (2012). A new study of Acritarchs and Chitinozoa of established subsurface Devonian rocks at North Western

منابع

- بزرگ‌نیا، ح.، بیات، ع.، معمار، ع. و مهاجر، م. (۱۳۵۰). گزارش منتشر نشده ای از رسوبات البرز. شرکت ملی نفت ایران.
- شفیعی، ن. (۱۳۸۷). پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها و بهرام در ناحیه شمس آباد کرمان. دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- شهرابی، م. (۱۳۶۹). نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی گرگان. انتشارات سازمان زمین شناسی ایران.
- طاهریان، ف. (۱۳۹۹). پالینواستراتیگرافی، پالئوژئوگرافی و پالئواکولوژی کیتینوزوآها در سازندهای پادها، خوشبیلاق و مبارک در ناحیه خوشبیلاق. دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، پایان نامه دکتری.
- طایفه خبازی، م.ر. (۱۳۷۴). پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها و بهرام در ناحیه انارک (ایران مرکزی). دانشکده علوم دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- قویدل سیوکی، م. (۱۳۵۵). مطالعه مجموعه گیاهی رسوبات دونین ناحیه خوشبیلاق. دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- عاشوری، ع. (۱۳۷۳). موقعیت چینه شناسی عضو های ۱ و ۶ سازند خوشبیلاق با استفاده از فون کنودونتی و معرفی سه زون کنودونتی از عضو ۶ مجله علوم زمین، ۴، شماره ۱۳، صفحات ۷۱-۶۴.
- قویدل سیوکی، م. و مهدویان، م. (۱۳۸۹). پالینواستراتیگرافی رسوبات دونین در ناحیه هوتك واقع در شمال کرمان. پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۳۹، شماره ۲، صفحات ۱۹-۳۲.
- قویدل سیوکی، م.، صادقی، ع. و روزگار، ر. (۱۳۹۰). پالینومورف‌های دریایی (آکریتارک‌ها) دونین پسین در ناحیه شاهزاده محمد کرمان. پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۴۴، شماره ۳، صفحات ۶۹-۸۲.
- قویدل سیوکی، م. و طاهریان، ف. (۱۳۹۰). بايواستراتيگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها (بخش فوكانی)، خوشبیلاق و مبارک (قاعده) در ناحیه میقان، شمال غرب شاهroud واقع در رشته کوه البرز شرق. پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۴۶، شماره ۱، صفحات ۵۴-۳۳.
- موسوی، س.م.ج. (۱۳۷۴). پالینواستراتیگرافی و پالینوبیوژئوگرافی سازندهای پادها، بهرام، شیشتو (۱ و ۲) و سردر واقع در حوض دوراه (شرق طبس). دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- مهدویان، م. (۱۳۸۹). پالینوبایواستراتیگرافی رسوبات سازندهای پادها و بهرام در ناحیه هوتك واقع در شمال کرمان.

- Moustafa, T.F., Gamal M. A. Lashin, Hosny A.M. & El-Shamma A.A. (2014). Ordovician–Carboniferous palynology of el-waha-1 borehole, western desert, Egypt. *Indiana Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(8), 1484-1499.
- Nestor, V. (2011). Chitinozoan biostratigraphy of the Přídolí Series of the East Baltics. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60 (4), 191-206
- Paris, F. (1996). Chapter 17. Chitinozoan biostratigraphy and palaeoecology. In: Jansonius, J., and McGregor, D.C. (Eds.) *Palynology: Principles and Applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2, 531–552.
- Paris, F. & Grahn, Y. (1996). Chitinozoa of the Silurian-Devonian boundary sections in Podolia, Ukraine. *Palaeontology*, 39 (3), 629-- 649.
- Paris, F., Richardson, J.B., Riegel, W., Streel, M. & Vanguestaine, M. (1985). Devonian (Emsian–Famennian) Palynomorphs. In: Thusu, B.G., and Owens, B. (Eds.) *Palynostratigraphy of North East Libya*. *Journal of Micropalaeontology*, 4, 49–82.
- Phipps, D., Playford, G. (1984). Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments.
- Richardson, J.B., Ahmed, S. (1988). Miospores, zonation and correlation of Upper Devonian sequences from Western New York State and Pennsylvania. In: N.J. McMillan et al. [Eds] *Devonian of the World: Paleontology, Paleoecology and Biostratigraphy*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir, 14 (3), 541- 558.
- Richardson, J.B., McGregor, D. C. (1986). Silurian and Devonian Spore Zones of the Old Red Sandstone Continent and Adjacent Regions. *Geological Survey of Canada*, 364, 1-79.
- Russell, E. (2016). Middle Devonian chitinozoans and scolecodonts from the Naranco Formation, northern Spain. Thesis. Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, 60 pp.
- Staplin, F.L. (1961). Reef-controlled distribution of Devonian Microplankton in Alberta. *Palaeontology*, 4 (3), 392-424.
- Streel, M., Higgs, K.T., Loboziak, S., Riegel, W., Steemans, P. (1987). Spore stratigraphy and correlation with faunas and floras in the type marine Devonian of the Ardenne-Rhenish Regions. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 50, 211-229.
- Streel, M., Paris, F., Riegel, W. & Vanguestaine, M. (1988). Acritarch, chitinozoan and spore stratigraphy from the Middle and Late Devonian of northeast Libya. In: EI-Arnauti, A. et al. [Eds.], *Subsurface Palynostratigraphy of Northeast Libya*.
- Taherian, F., Vaez-Javadi, F. & Vaziri, S.H. (2020). The biostratigraphy of the Upper Devonian of the Khoshyeilagh area, northeastern Alborz, Iran. *Palynology*, 45(2), 351-362.
- Taherian, F., Vaez-Javadi, F., & Vaziri, S. H. (2022). Miospores from the Upper Devonian and lowermost Carboniferous strata of the Khoshyeilagh area, northeastern Alborz, Iran. *Palynology*, 46(3), 1-16.
- Urban, J. B. (1972). A reexamination of Chitinozoa from the Cedar Valley Formation of Iowa with observations on their morphology and distribution. *Bulletin of American Palynology*, 63 (275), 1-48.
- Urban, J.B. & Newport, R.L. (1973). Chitinozoa of the Wapsipinicon Formation (Middle Devonian) of Iowa. *Micropaleontology*, 19 (2), 239-246.
- Desert, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(4), 1901-1917.
- Ghavidel-Syooki, M. (1988). Palynostratigraphy and paleoecology of the Faraghan Formation of southeastern Iran. A Ph. D dissertation Michigan state University, 279 p. (Unpublished).
- Ghavidel-Syooki, M. (1994). Upper Devonian Acritarchs and Miospores from the Geirud Formation in Central Alborz Range, Northern Iran. *Journal of Sciences*, 5(3),103-122.
- Ghavidel-Syooki, M. (1995). Palynostratigraphy and palaeogeography of a Palaeozoic sequence in the Hassanakdar area, Central Alborz Range, Northern Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 86, 91-109.
- Ghavidel-Syooki, M. & Owens, B. (2007). Palynostratigraphy and palaeogeography of the Padeha, Khoshyeilagh, and Mobarak formations in the eastern Alborz Range (Kopet-Dagh region), northeastern Iran. *Revue de micropaléontologie*, 50, 129-144.
- Ghavidel-Syooki, M., Hassanzadeh, J. & Vecoli, M. (2011). Palynology and isotope geochronology of the Upper Ordovician–Silurian successions (Ghelli and Soltan Maidan Formations) in the Khoshyeilagh area, eastern Alborz Range, northern Iran; stratigraphic and palaeogeographic implications. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 164, 251-271.
- Grahn, Y. (2005). Devonian chitinozoan biozones of Western Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, 55 (3), 211-227.
- Grahn, Y. & Gutiérrez, P.R. (2001). Silurian and Middle Devonian Chitinozoa from the Zapla and Santa Bárbara Ranges, Tarija Basin, northwestern Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina*, 38 (1), 35-50.
- Grahn, Y. & Melo, J.H.G. (2002). Chitinozoan biostratigraphy of the Late Devonian formations in well Caima PH-2, Tapajós River area, Amazonas Basin, northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 118: 115–139.
- Grahn, Y., Pereira, E. & Bergamaschi, S. (2002). Middle and Upper Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palynology*, 26, 135-165.
- Hashemi, H. & Playford, G. (1998). Upper Devonian palynomorphs of the Shishtu Formation, Central Iran Basin, east-central Iran. *Palaeontographica B*, 246, 115-212.
- Jenkins, V.A.M. & Legault, J. A. (1979). Stratigraphic ranges of selected Chitinozoa. *Palynology*, 3, 235-264.
- Kimyai, A. (1972). Devonian plant microfossils from the Central Elborz, Iran. *Pollen et Spores*, 14, 186-201.
- Kimyai, A. (1979). Devonian spores from the Hassanakdar area, Iran. *Pollen et Spores*, 21, 481- 498.
- Laufeld, S. (1974). Silurian Chitinozoa from Gotland. *Fossils and Strata*. Universitetsforlaget, Norway, 5, 1-130.
- Maziane, N., Higgs, K. T., Streel, M. (1999). Revision of the Late Famennian miospore zonation scheme in eastern Belgium. *Journal of Micropalaeontology*, 18 (1), 17-25.
- Moreau-Benoit, A. (1984). Acritarchs et Chitinozoaires du Devonien Moyen et Supérieur de Libye Occidentale. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 43, 187-216.

- Wicander, R. & Wood, G.D. (1997). The use of microphytoplankton and chitinozoans for interpreting transgressive/regressive cycles in the Rapid Member of the Cedar Valley Formation (Middle Devonian), Iowa. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 98, 125-152.

- Wood, G.D. (1986). Some Middle Devonian (Givetian) chitinozoans and acritarchs from New York State: Preliminary results. In: Miller, M.A. (Ed.), A field excursion to Trenton Group (Middle and Upper Ordovician) and Hamilton Group (Middle Devonian) localities in New York, and a survey of their chitinozoans. *American Association Stratigraphic Palynologists Field Trip Guidebook* (pp. 101-119).

- Wright, R.P. (1980). Middle Devonian chitinozoa of Indiana. *Geological Survey, special report*, 18, 1-24.