



مقاله پژوهشی

رده‌بندی، توصیف و زیست‌پهنه‌های 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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۹

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

چکیده

کیتینوزوآهای متنوع و خوب حفظ شده‌ای در دونین پسین سازند خوش‌بیلاق در مجاورت روستای خوش‌بیلاق، البرز شرقی حضور دارند. این سازند دربردارنده‌ی ۹ گونه متعلق به ۳ جنس است. رده‌بندی، توصیف و زیست‌پهنه‌بندی گونه‌های کیتینوزوآی این برش در این مقاله انجام می‌شود. گونه‌های شاخص دونین نظیر *Angochitina devonica* و *Angochitina* *echinata* *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala* و *Fungochitina pilosa* شناسایی شدند. سه زیست‌پهنه بر اساس اولین و آخرین حضور مشاهده شده گونه‌های کیتینوزوآ معرفی می‌شوند. این زیست‌پهنه‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارت هستند از: زیست‌پهنه ۱: *Angochitina devonica* Taxon Range Zone؛ زیست‌پهنه ۲: *Angochitina devonica* II: *Angochitina devonica* Interval Zone و زیست‌پهنه ۳: *Fungochitina pilosa* Assemblage Zone. برخی کیتینوزوآها نظیر گونه‌های *F. pilosa* A. *devonica* 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 دهنده‌ی ارتباط نزدیک صفحه‌ی ایران با سایر بخش‌های شمالی گندوانا و جنوبی لورازیا در خلال دونین پسین است. به‌علاوه، 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 پالئوتتیس در این فاصله زمانی نهشته شده است.

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

ماخذنگاری: طاهریان، ف.، واعظ جوادی، ف. و وزیری، ح. (۱۴۰۲). رده‌بندی، توصیف و زیست‌پهنه‌های کیتینوزوآهای دونین پسین سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق، البرز شرقی. دوفصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، (۱)، ۱۹-۳۸.

©حقوق معنوی مقاله برای دوفصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی و نویسندگان محفوظ است.

doi 10.30470/zpaleo.2023.708628



This is an open access article under the by-nc/4.0/ License



(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

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, 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.

مقدمه

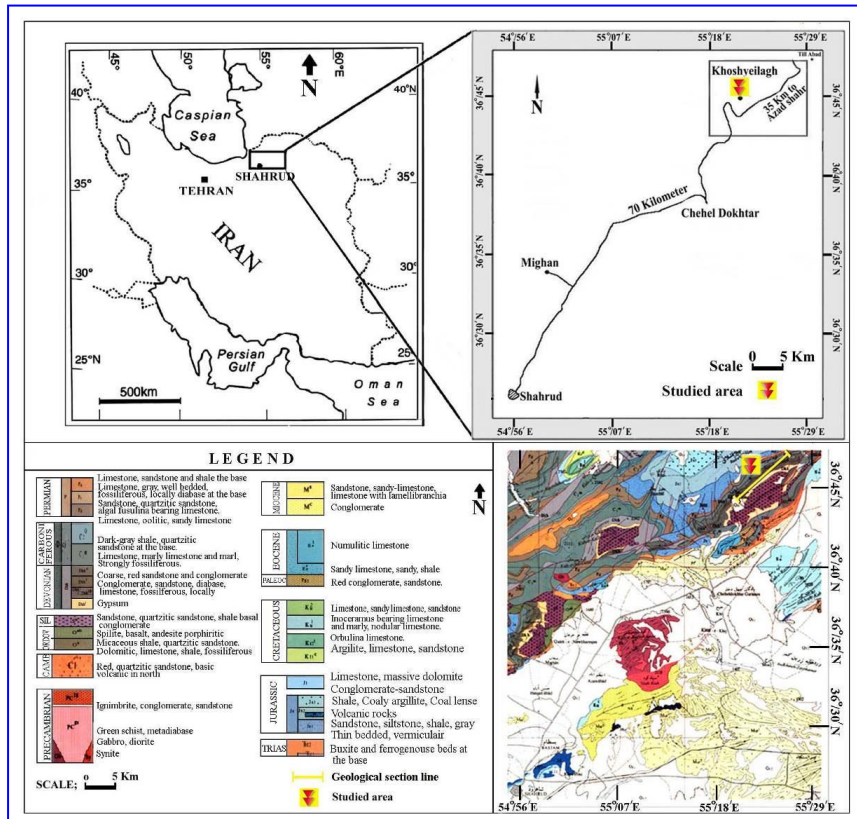
دونین پسین برای این لایه‌ها در نظر گرفته شد. به علاوه، بر اساس مطالعات کنودونت‌های سازند خوش‌ییلاق سن دونین پیشین تا پسین برای این سازند پیشنهاد گردید (Hamdi & Janvier, 1981). عاشوری (۱۳۷۳)، به کمک کنودونت‌ها، سن عضوهای (Member) ۱ و ۲ سازند خوش‌ییلاق را آیفیلین دانست. قویدل سیوکی (۱۳۵۵) بر اساس پالینومورف‌های محل برش الگوی این سازند، لایه‌های شیلی تیره رنگ سازند پادها و خوش‌ییلاق را به سن دونین پسین تعیین کرد. مطالعات دیگر عضو ۶ تا ۱۷ سازند خوش‌ییلاق، سن فراسنین - فامنین را برای این واحد سنگی نشان داده است (Coquel et al., 1977). همچنین، بر اساس مطالعات صورت گرفته روی پالینومورف‌های دریایی (اکریتارک‌ها و پراسینوفیت‌ها) و خشکی (میوسپورها) این ناحیه، برای مجموع سازندهای پادها و خوش‌ییلاق در برش الگو، سن دونین پسین تعیین شد (Taherian et al., 2020 & 2022). مطالعات پالینولوژیکی سایر پهنه‌های هم‌ارز، از جمله سازندهای پادها و خوش‌ییلاق کوه ازوم واقع در شمال ناحیه جاجرم، سن دونین پسین را نشان می‌دهد (Ghavidel-Syooki & Owens, 2007). به علاوه، واعظ جوادی (۱۳۷۳) بر اساس مطالعات پالینولوژیکی بر روی میوسپورها و اکریتارک‌های سازند جیروود (هم‌ارز بخش بالایی سازند خوش‌ییلاق) سن دونین پسین را خاطر نشان نمود. سایر مطالعات پالینولوژیکی پهنه‌های هم‌ارز سازند خوش‌ییلاق نیز سن دونین پسین را برای این برش‌ها در سایر نقاط ایران خاطر نشان می‌سازد (Kimyai, 1972 & 1979)؛ Hashemi, 1998؛ Ghavidel-Syooki, 1994, 1995, 1988). اولین برش نمونه‌ی سازند خوش‌ییلاق توسط بزرگ‌نیا و همکاران (۱۳۵۰)

رسوبات دونین ایران توسط محققین بسیاری مطالعه شد (Assereto & Gaetani, 1964)؛ Kimyai, 1972, 1979؛ واعظ جوادی، ۱۳۷۳؛ Coquel et al., 1977؛ قویدل سیوکی و مهدویان، ۱۳۸۹؛ Ghavidel-Syooki, 1994, 1995, 1998, 2001؛ قویدل سیوکی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Hashemi & Playford, 1998؛ Ghavidel-Syooki et al., & Owens, 2007؛ 2011؛ قویدل سیوکی و طاهریان، ۱۳۹۱؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۹۶ و (Taherian et al., 2020). توالی‌های پالئوزوئیک ناحیه‌ی خوش‌ییلاق از لحاظ چینه‌شناسی به ترتیب از قدیم به جدید شامل سازندهای قلی، سلطان‌میدان، پادها، خوش‌ییلاق (برش الگو) و سازند مبارک می‌باشد. مطالعات پالینولوژی سازندهای قلی و سلطان‌میدان نشان می‌دهد که این لایه‌ها به سن اردویسین-کاتیان (Katian-Hirnantian) تا سیلورین پسین (Gorstian) هستند (Ghavidel-Syooki et al., 2011). سازند پادها در این ناحیه عمدتاً متشکل از لایه‌های کنگلومرایی و ماسه‌سنگی در پایین و تناوب لایه‌های دولومیتی-آهکی و شیل‌های تغییر شکل‌یافته 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؛ شفیع، ۱۳۸۷؛ قویدل سیوکی و طاهریان، ۱۳۹۰). سازند خوش‌ییلاق در برش الگو بر پایه‌ی برآکیوپودها، 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 ژیوسین-

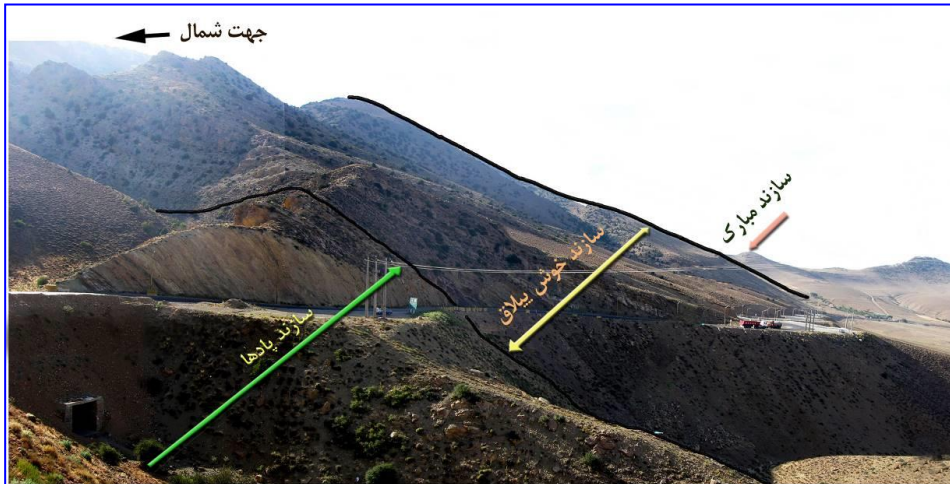
موقعیت جغرافیایی ناحیه خوش بیلاق

برش مورد مطالعه در ۵ کیلومتری غرب روستای خوش بیلاق و در ۷۰ کیلومتری شمال شرق شاهرود از توابع شهرستان شاهرود واقع در استان سمنان و به فاصله ی ۵۰۰ کیلومتری از شمال شرق تهران، با مختصات جغرافیایی ۴۵' ۳۶° عرض شمالی و ۲۰' ۵۵° طول شرقی قرار دارد. این سازند متشکل از لایه‌های آهک فسیل‌دار، شیل و ماسه‌سنگ می‌باشد و ستبری آن در برش مورد مطالعه‌ی این تحقیق ۸۰۲ متر است (شکل های ۱ و ۲).

مطالعه شد. برش نمونه این سازند با ستبری ۱۳۵۰ متر در ناحیه خوش بیلاق در ۶۵ کیلومتری شمال شرق شاهرود 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-تخیری پادها در زیر و سازند آهکی مبارک در بالای آن قرار دارد و مرزهای بالا و پایین آن تدریجی است (Assereto & Gaetani, 1964; Bozorgnia, 1973).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی، راه‌های ارتباطی و نقشه‌ی زمین‌شناسی ناحیه‌ی خوش بیلاق از توابع شهرستان شاهرود (نقشه زمین‌شناسی برگرفته از شهری، ۱۳۶۹).



شکل ۲- توالی سازندهای پادها، خوش بیلاق و مبارک ناحیه‌ی خوش بیلاق.

به منظور جداسازی کانی‌های سنگین و تغلیظ، نمونه‌ها به کمک بروماید روی ($ZnBr_2$) سانتریفیوژ شده و نهایتاً درون شیشه‌های کوچک درب دار (ویال) قرار گرفتند. سپس، اسلاید میکروسکوپی از آنها تهیه شد. نمونه‌های دارای کیفیت بهتر هم با میکروسکوپ نوری (LM) و هم با میکروسکوپ الکترونیکی (SEM) عکسبرداری و شناسایی شدند. سپس، زیست‌پهنه‌بندی کیتینوزوآها تشخیص داده شد و ترسیم گردید.

رده‌بندی کیتینوزوآهای برش خوش بیلاق

رده‌بندی (سیستماتیک) کیتینوزوآها که گروهی از پالینومورف‌های دریایی می‌باشند در این مقاله به طور مفصل شرح داده می‌شود. تعداد ۹ گونه کیتینوزوآ متعلق به ۳ جنس در برش خوش بیلاق 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).

روش پژوهش

به منظور شناسایی پالینومورف‌های برش «خوش بیلاق»، 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 شبانه روز قرار گرفت. سپس، با استفاده از الک نایلونی با قطر چشمه‌های ۲۰ میکرون غربال شد. بعد، محتوای حاصله به مدت ۴۸ ساعت در اسید فلوئوریدیک ۴۰٪ قرار گرفت تا سیلیکات‌های آن حل شد. مجدداً، با الک نایلونی غربال شد و در بشر کوچک‌تر شیشه‌ای (با حجم ۱۰۰ سانتیمتر مکعب) قرار گرفت و با اسید کلریدیک ۱۰٪ به مدت نیم ساعت حرارت داده شد تا باقیمانده‌های رسوبات آهکی حل شود.

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

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.

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 بدنی (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 بدنه‌ی 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 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.

Incertae sedis Group **Chitinozoa**

Eisenack, 1931

Order **Prosomatifera** Eisenack, 1972

Family **Lagenochitiniidae** Eisenack,

1931 emend. Paris, 1981

Subfamily **Angochitiniinae** Paris, 1981

Genus **Angochitina** Eisenack, 1931

Type species: **Angochitina echinata**

Eisenack, 1931

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 شاخه‌ی گسترده با اندازه‌ی بلند یا کوتاه

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 خوش بیلاق در برش خوش بیلاق 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 & Vanguetaine, 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 بدنی این گونه، کوچک است؛ گردن استوانه‌ای نسبتاً بلند و بدنه‌ای مخروطی و کوتاه دارد که قاعده‌ی آن اکثراً مسطح است (شکل ۴، تصویر ۲).

توصیف: حفره‌ی بدنی این گونه متوسط و گرد می‌باشد. شانه‌ها توسعه یافته و مشخص است. خارهای سوزنی شکل و ریز به طور مساوی روی سطح حفره‌ی بدنی 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 نمونه‌ی TDKh-343 سازند خوش بیلاق می‌باشد. این گونه به تعداد ۱۵ عدد با فراوانی معمول در زیست‌پهنه‌های II و III کیتینوزوآهای این سازند و با سن فامنین پسین حضور دارند.

***Angochitina* sp. A**
(Plate I, Figs. 10, 11)

توصیف: حفره‌ی بدنی 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 خوش بیلاق بوده و تا نمونه TDKh-343 این سازند ادامه می‌یابد. این گونه در زیست‌پهنه‌های II و III کیتینوزوآهای سازند خوش بیلاق در برش خوش بیلاق به تعداد ۳ عدد با فراوانی کمیاب (Rare) با سن فامنین موجود است.

***Angochitina* sp. B**

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

Sphaerochitina sp.

توصیف: این جنس از یک محفظه‌ی بدنی تخم مرغی شکل و یک گردن واضح و نسبتاً کوتاه تشکیل شده است. نسبت قطر حفره‌ی اصلی به طول کل (ارتفاع) 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.

زیست چینه‌نگاری کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق

تاکنون هیچ زیست‌پهنه‌بندی 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 زیست‌پهنه به طور محلی دسته‌بندی شده و معرفی می‌شوند (شکل ۵). این زیست‌پهنه‌ها به منظور تعیین سن دقیق‌تر با زیست‌پهنه‌های آکریتارک‌ها و میوسپورهای سازند خوش‌بیلاق و سایر زیست‌پهنه‌های استاندارد میوسپورها در مقیاس جهانی زمان دونین پسین مقایسه گردیده و تطبیق داده شد. شرح زیست‌پهنه‌های مذکور در ادامه آمده است

نمونه‌ها: اولین حضور مشاهده شده‌ی این گونه در نمونه‌ی TDKh-331 قرار دارد و آخرین حضور مشاهده شده‌ی آن در نمونه‌ی TDKh-343 می‌باشد. این گونه در زیست‌پهنه III کیتینوزوآهای سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق به تعداد ۱۲ عدد با فراوانی معمول و با سن فامنین حضور دارد.

Fungochitina sp.

(Plate II, Figs. 3, 5)

توصیف: حفره‌ی بدنی 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 III 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

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

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

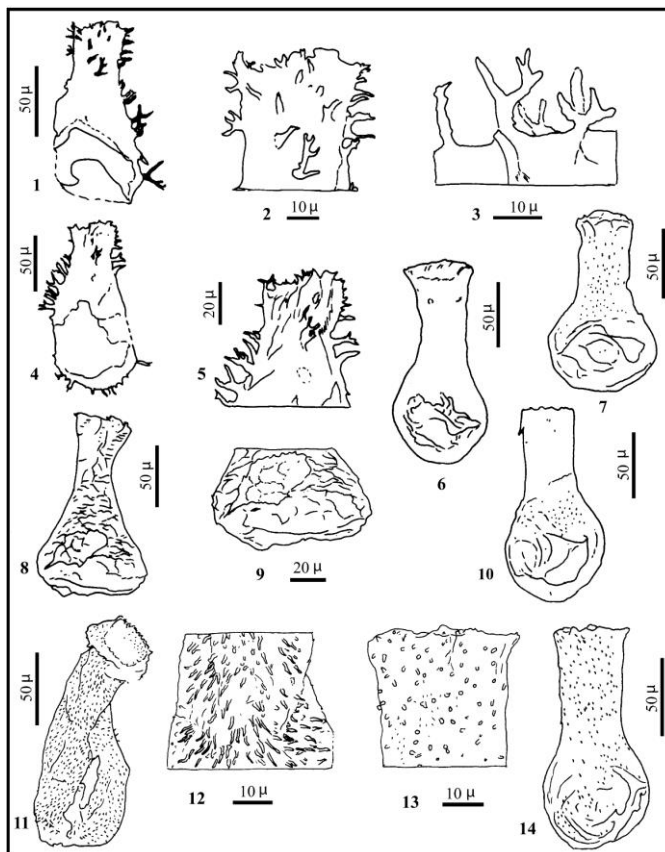
2016 *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala*: Russell; p. 49, pl. IV, fig. 3.

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

توصیف: حفره‌ی بدنی این گونه از یک محفظه‌ی تخم‌مرغی 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).

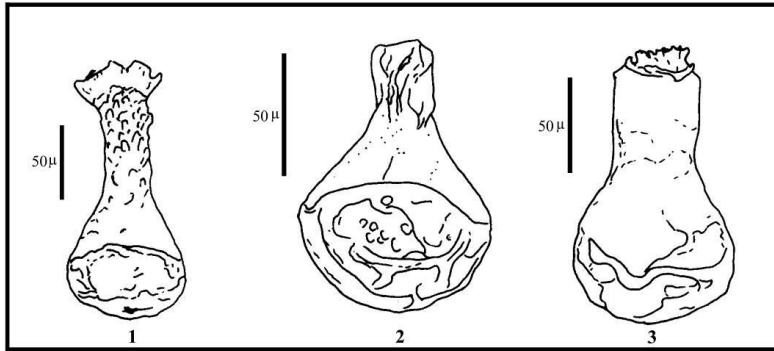
جدول ۱- اندازه‌های گونه‌های کیتینوزوآی مشاهده شده در سازند خوش بیلاق

انواع گونه های کیتینوزوآ در این مطالعه	طول کل (ارتفاع) (میکرومتر)	بلندی گردن (میکرومتر)	پهنای 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	۳/۹
<i>Angochitina rathbuni</i>	۱۴۹-۱۰۸ (۱۲۸/۵)	۳۸ (۵۶/۵) ۷۵	۳۴/۶ (۴۲/۸) ۵۱	۷۰ (۹۱) 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) ۷۷/۶	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 ۱-۳ تا ۵: *Angochitina devonica*; ۶: *Angochitina rathbuni*; ۷: *Angochitina* sp.; ۸: *Sphaerochitina* sp.

۹: *Fungochitina* sp.; ۱۰: *Sphaerochitina* sp. cf. *S. sphaerocephala*; ۱۱: *Angochitina echinata*; ۱۲: *Angochitina* sp. A;



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

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

زیست‌پهنه *Angochitina devonica* Taxon: این زیست‌پهنه با اولین و آخرین Range Zone: حضور مشاهده شده‌ی (FOD-LOD) گونه کیتینوزوآی *Angochitina devonica* شناخته می‌شود و ضخامت ۲۶۸ متر از بخش زیرین تا میانی سازند خوش بیلاق 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 (نمونه‌های 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. این زیست‌پهنه‌ی با زیست‌پهنه‌ی LE میوسپوره‌های سازند خوش بیلاق ناحیه‌ی خوش بیلاق (Taherian et al., 2022) و با زیست‌پهنه‌های VH و LL استاندارد جهانی (Streel et al., 1987) و همچنین با زیست‌پهنه *pusillites-fructifera* از تقسیمات ریچاردسون و مک‌گرگور (Richardson & McGregor, 1986) قابل مقایسه است.

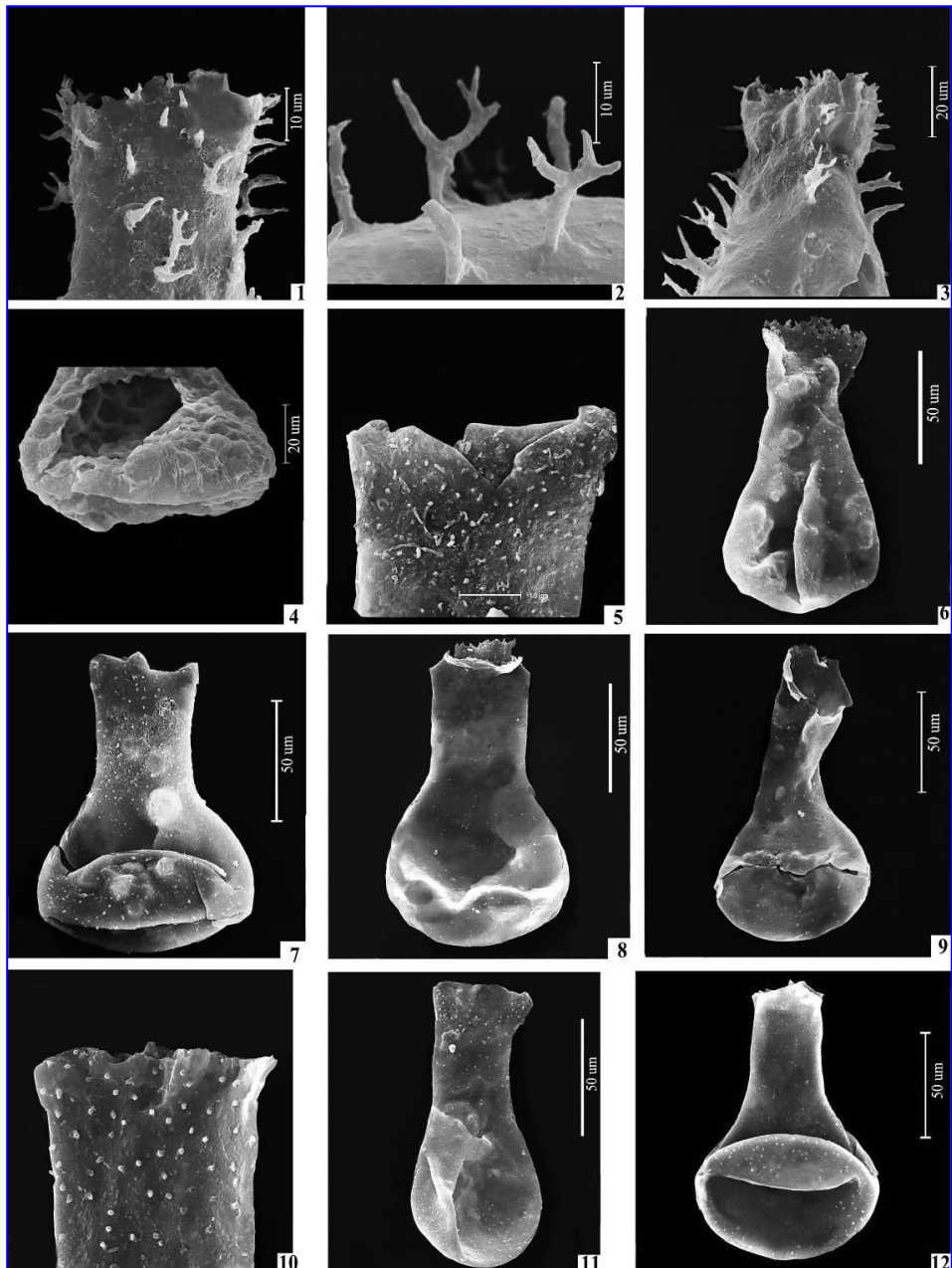


Plate I- 1-3- *Angochitina devonica* Collinson and Scott, 1958 (Sample TDKh-291); 4- *Fungochitina* sp. (Sample TDKh-333); 5, 6, 7- *Angochitina rathbuni* Grahn and Melo, 2002 (Samples TDKh-333; TDKh-343); 8- *Angochitina* sp. B (Sample TDKh-333); 9- *Sphaerochitina* sp. (Sample TDKh-333); 10, 11- *Angochitina*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

زیست پهنه III:

و *Angochitina* sp. A *Angochitina* sp. B ،
Fungochitina sp. نیز مشاهده می‌شود. این
زیست پهنه با زیست پهنه‌ی LN میوسپوره‌های
سازند خوش‌بیلاق (Taherian et al., 2022) و سایر
نواحی جهان هم ارز می‌باشد (Streel et al., 1987;
Maziane et al., 1999). بر این اساس، این
زیست پهنه با سن فامنین پسین در این بخش از
سازند خوش‌بیلاق گسترش دارد.

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

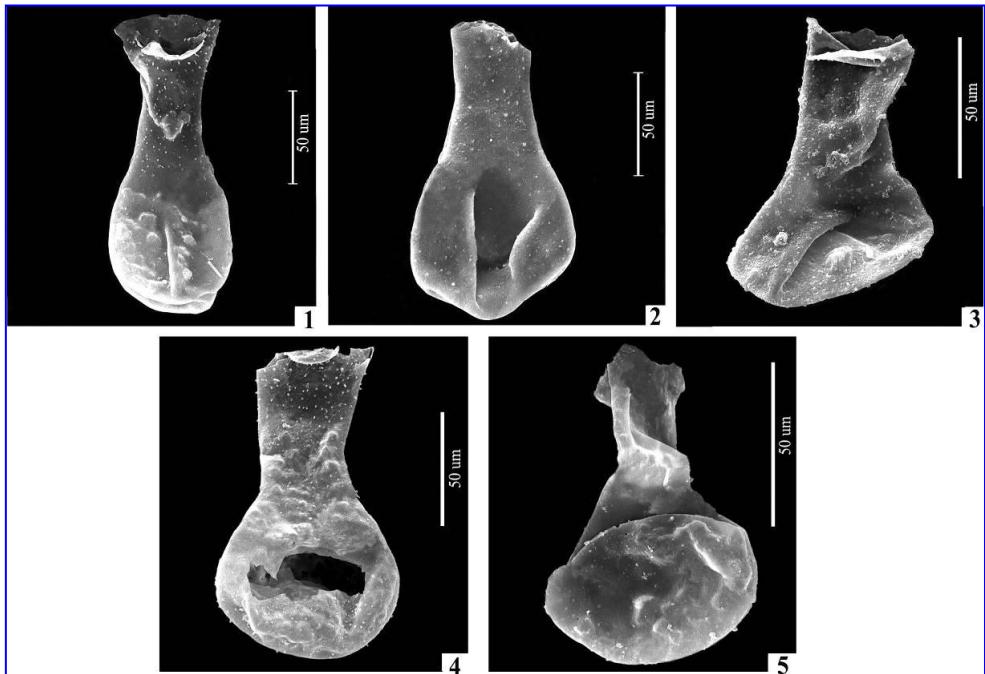
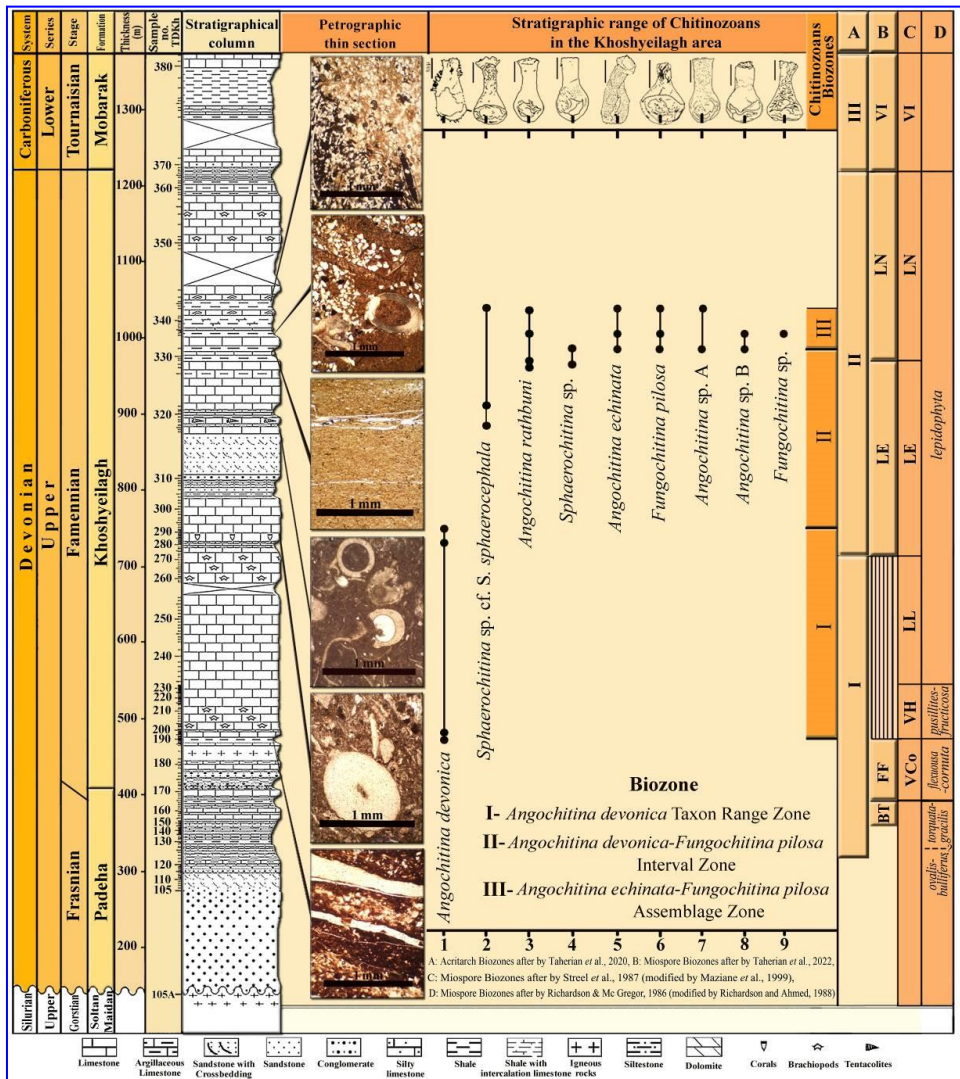


Plate II- Figs. 1, 2- *Angochitina rathbuni* Grahn & Melo, 2002 (Sample TDKh-343); Figs. 3, 5- *Fungochitina* sp. (Sample TDKh-331); Fig. 4- *Angochitina rathbuni* (Sample TDKh-333).



شکل ۵- انتشار چینه‌شناسی کیتینوزوآهای برش خوش بیلاق و برقراری تطابق با سایر زیست پهنه‌بندی‌های ایران و جهان به همراه وضعیت سنگ شناختی.

فراسنین پایانی و بخش زیرین تا میانی زیست پهنه II به سن فامنین پیشین از زیست پهنه‌های آکریتارک‌ها و پراسینوفیت‌های خوش بیلاق معرفی شده توسط (Taherian et al., 2020) و زیست پهنه‌های LE و LN میوسپورهای سازند خوش بیلاق (Taherian et al., 2020) با سن

مقایسه کیتینوزوآهای سازند خوش بیلاق با کیتینوزوآهای سایر نقاط جهان متأسفانه، تاکنون از ایران گزارشی مبنی بر زیست پهنه‌بندی کیتینوزوآها منتشر نشده است؛ لیکن می‌توان زیست پهنه‌های کیتینوزوآی سازند خوش بیلاق را با بخش بالایی زیست پهنه I به سن

۲- *Angochitina strigose* با سن لوشکووین، ۳-
 Interval Zone *Urochitina lobo* با سن
 لوشکووین پایانی، ۴- *Ramochitina magnifica*
 Interval Zone با سن پراگین آغازی، ۵-
 Interval Zone *Ancyrochitina pachycerata* با
 سن پراگین پایانی-امسین آغازی، ۶-
 Interval Zone *Ancyrochitina parisi* با سن
 امسین، ۷- *Alpenachitina eisenacki* Interval
 Zone با سن اواخر امسین پایانی-اوایل ژئوسین،
 ۸- *Ramochitina stiphrospinata* Total Range
 Zone با سن ژئوسین آغازی، ۹- *Fungochitina*
 با سن ژئوسین میانی تا پایانی، ۱۰- *Hoegisphaera*
 Interval Zone *glabra* با سن فراسنین آغازی تا
 پایانی، ۱۱- *Urochitina bastosi*-
 Concurrent Range *Sommerocithina langei*
 Zone با سن فراسنین پایانی-فامنین پایانی، ۱۲-
Fungochitina Sommerocithina langei
 Total و ۱۳- *fenestrata* Range Zone
 با سن پایانی‌ترین بخش فامنین.
 لازم به ذکر است که از میان کیتینوزوآهای سازند
 خوش‌بیلاق تنها گونه *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

همان‌طوری که در بخش‌های قبل بیان شد، انتشار
 جهانی کیتینوزوآها محدود به زمانی اردوویسین تا
 دونین پسین را در برمی‌گیرد. بر این اساس، به
 منظور برقراری تطابق و فهم وضعیت جغرافیایی
 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

فامنین مطابقت داد. (Streel 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- *Alpenachitina*
eisenacki Assemblage (آیفلین)، ۲-
Eisenackitina castor Acme Range Biozone
 (آیفلین پایانی). لازم به ذکر است اولین حضور
 گونه *Fungochitina pilosa* در این زیست‌پهنه
 مشاهده می‌شود، ۳- *Fungochitina pilosa* Acme
 Range Biozone (ژئوسین)، ۴- *Ancyrochitina*
Angochitina sp. A Assemblage (ژئوسین)، ۵-
cyrenaicensis Assemblage (ژئوسین) و ۶-
Ancyrochitina sp. B-*Muscochitina* sp. A
 Concurrent Range Biozone (فامنین).

(Askew & Russell (2019) کیتینوزوآهای دونین
 میانی آیبیریا، 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-ژئوسین) و
 ۳- زیست‌پهنه *Ancyrochitina cornigera*
 Interval Range (ژئوسین)، لازم به ذکر است گونه
Fungochitina pilosa در این زیست‌پهنه حضور
 دارد. (Grahm (2005) سیزده زیست‌پهنه بر مبنای
 گونه‌های کیتینوزوآ از گندوانای غربی که شامل
 کشورهای بولیوی، برزیل، پاراگوئه و آرژانتین
 (آمریکای جنوبی) می‌باشد، معرفی نمود. این
 زیست‌پهنه‌ها عبارت هستند از:

۱- *Angochitina praedensibaculata* Total
 Range Zone با سن لوشکووین آغازی تا میانی،

ماسه سنگ هیبریدی و شیت‌های این سازند حضور دارند که نشان دهنده‌ی 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 رسوبی بخش بالایی این سازند با شرایط قاعده‌ای تشکیل این سازند، مشابه بوده است (شکل‌های شماره ۶ و ۷).

نتیجه‌گیری

رسوبات دونین بالایی سازند خوش‌بیلاق در برش خوش‌بیلاق واقع در شمال شرق شاهرود دربردارنده‌ی 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، زیست‌پهنه II: *A. devonica*- Range Zone و *Fungochitina pilosa* Interval Zone و زیست‌پهنه III: *Angochitina echinata*- زیست‌پهنه *Fungochitina pilosa* Assemblage Zone. بررسی گونه‌های شاخص کیتینوزوآها نشان می‌دهد که گونه‌ی *Angochitina rathbuni* در فامنین پسین زیست‌پهنه III گسترش دارد. گونه‌های *S. sp. cf.*، *F. pilosa*، *Angochitina devonica* قابل مقایسه با مجموعه‌های هم ارز گزارش شده از آمریکای شمالی و جنوبی،

که گونه *Angochitina devonica* از رسوبات قدیمی‌تر یعنی اردویسین 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، محدوده‌ی سنی وسیعی را در برمی‌گیرند و نمی‌توانند فسیل شاخص خوبی تلقی شوند.

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 خوش-

بیلاق ناحیه‌ی مورد مطالعه

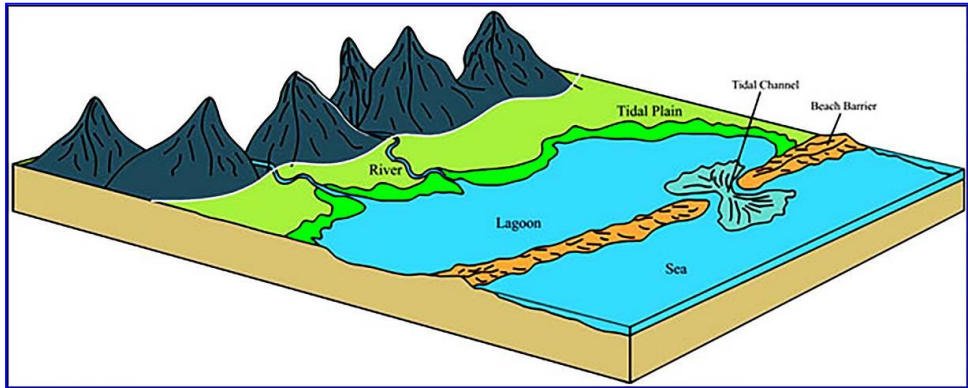
چنین به نظر می‌رسد که کیتینوزوآها دارای قرابتی با جانوران دریایی هستند به طوری که برخلاف سایر گونه‌های جانوری، در سنگ‌های دگرگونی با درجه متوسط از جمله شیت نیز به خوبی حفظ شده‌اند. گونه‌ی کیتینوزوآی *Angochitina devonica* در قاعده‌ی سازند خوش‌بیلاق (نمونه‌های TDKh-191 تا TDKh-291) با خارهای دو شاخه و چند شاخه مشاهده شد. از آنجا که این گونه همراه با نمونه‌های لاله‌وش (از خارپوستان)، بازوپایان و شکم‌پایان (از نرم‌تنان) دیده شده و سنگ‌های دربرگیرنده‌ی آنها شامل شیت و بیواسپارایت می‌باشد، محیط رسوبی 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) تزئیناتی به شکل خارهای سوزنی ریز دارند. این کیتینوزوآها بیشتر درون سنگ‌های بیواسپارایت،

سنگ‌شناسی و فسیلی مبین این مطلب است که این سازند در شرایط نزدیک به ساحل و در محیطی با انرژی پایین تا بعضاً متوسط و در امتداد ساحل اقیانوس پالئوتتیس نهشته شده است.

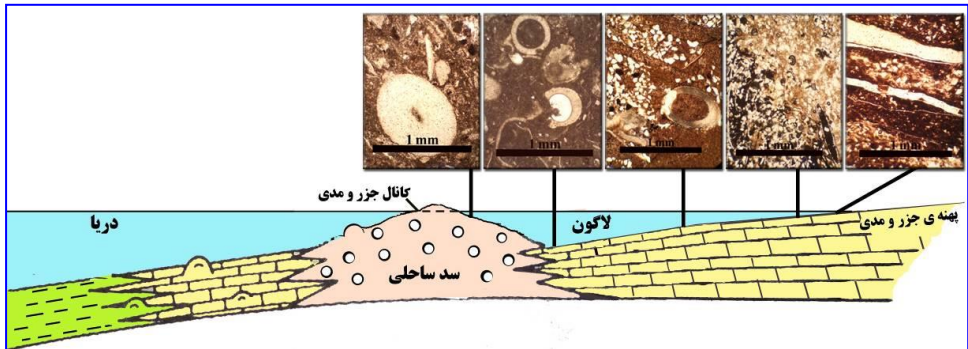
لیبی، مصر، اسپانیا، بالتیک و هند می‌باشد. این امر نشان‌دهنده‌ی ارتباط نزدیک صفحه ایران با سایر بخش‌های شمالی گندوانا و جنوبی لورانسیا در خلال دونین پسین است. به علاوه، شواهد

جدول ۲- انتشار زمان چینه‌ای گونه‌های کیتینوزوآها در جهان

گونه‌های کیتینوزوآ	کرونواستراتیگرافی گونه‌های کیتینوزوآ				مکان	نویسندگان
	Eifelian	Givetian	Frasnian	Famennian		
<i>Angochitina devonica</i>					بالتیک، 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>					بالتیک، برزیل، سوئد	Eisenack (1931, 1968), Laufeld (1974), Grahn & Gutiérrez (2001), Nestor (2011)
<i>Angochitina rathbunii</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>					بالتیک، آکراین، اسپانیا	(Eisenack, 1968), Díez & Cramer (1978), Paris & Grahn (1996), Askew & Russell (2019)



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



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

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی یا انتشار این مقاله ندارند.

منابع

- شهرابی، م. (۱۳۶۹). نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی گرگان. انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران.
- طاهریان، ف.، (۱۳۹۹). پالینواستراتیگرافی، پالئوژئوگرافی و پالئوکولوژی کیتینوزوآها در سازندهای پادها، خوش‌بیلاق و مبارک در ناحیه‌ی خوش‌بیلاق. دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، پایان‌نامه دکتری.
- طایفه خبازی، م.ر. (۱۳۷۴). پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها و بهرام در ناحیه انارک (ایران مرکزی).

- بزرگ‌نیا، ح.، بیات، ع.، معمار، ع. و مهاجر، م. (۱۳۵۰). گزارش منتشر نشده‌ای از رسوبات البرز. شرکت ملی نفت ایران.

- شفیعی، ن.، (۱۳۸۷). پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها و بهرام در ناحیه شمس‌آباد کرمان. دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

واقع در شمال کرمان. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۹، شماره ۲، صفحات ۱۹-۳۲.

- واعظ جوادی، ف. (۱۳۷۳). بیواستراتیگرافی سازند جیرود در مقطع تیپ بر اساس پالینولوژی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۸۴ صفحه.

- هاشمی، س.ح.، سپیده دم، ش. و حسین زاده، ر. (۱۳۹۶). پالینواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی سازند شیشتو در برش چینه‌شناسی کوه تیر، شمال غرب کرمان. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۶۶، شماره ۱، صفحات ۱۰۰-۸۵.

- Askew, A.J. & Russell, E. (2019). A new Middle Devonian chitinozoan assemblage from northern Iberia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 268, 72-87.

- Assereto, R., Gaetani, M. (1964). Nuovi dati sul Devoniano della catena dell'Imam Zadéh 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 bassin 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.

دانشکده علوم دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

- قویدل سیوکی، م. (۱۳۵۵). مطالعه ی مجموعه ی میکروفسیل های گیاهی رسوبات دونین ناحیه خوش‌بیلاق. دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

- عاشوری، ع. (۱۳۷۳). موقعیت چینه‌شناسی عضو های ۱ و ۶ سازند خوش‌بیلاق با استفاده از فون کنودنتی و معرفی سه زون کنودنتی از عضو ۶. *مجله علوم زمین*، ۴، شماره ۱۳، صفحات ۷۱-۶۴.

- قویدل سیوکی، م. و مهدویان، م. (۱۳۸۹). پالینواستراتیگرافی رسوبات دونین در ناحیه هوتک واقع در شمال کرمان. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، 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 چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۴، شماره ۳، صفحات ۸۲-۶۹.

- قویدل سیوکی، م. و طاهریان، ف. (۱۳۹۰). بایواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازندهای پادها (بخش فوقانی)، خوش‌بیلاق و مبارک (قاعده) در ناحیه میقان، شمال غرب شاهرود واقع در رشته کوه البرز شرقی. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۶، شماره ۱، صفحات ۵۴-۳۳.

- موسوی، س.م.ج. (۱۳۷۴). پالینواستراتیگرافی و پالینوبیوژئوگرافی سازندهای پادها، بهرام، شیشتو (۲و۱) و سردر واقع در حوض دوره (شرق طبس). *دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

- مهدویان، م. (۱۳۸۹). پالینوبایواستراتیگرافی رسوبات سازندهای پادها و بهرام در ناحیه هوتک

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.

-Kiyai, A. (1972). Devonian plant microfossils from the Central Elborz, Iran. Pollen et Spores, 14, 186-201.

-Kiyai, 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., Strel, 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.

-Moustafa, T.F., Gamal M. A. Lashin, Hosny A.M. & El-Shamma A.A. (2014). Ordovician–Carboniferous palynology of el-

-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 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 Sciencess, 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

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. & Vanguetstaine, M. (1988). Acritarch, chitinozoan and spore stratigraphy from the Middle and Late Devonian of northeast Libya. In: El-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.

-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.

waha-1 borehole, western desert, Egypt. Indiana Journal of Geo-Marine Sciences, 43(8), 1484-1499.

-Nestor, V. (2011). Chitinozoan biostratigraphy of the Pridolí 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. & Vanguetstaine, 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. Mc Millan et al. [Eds] Devonian of the World: Paleontology, Paleocology 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