



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
Vol. 34, Issue. 4, No. 73, Winter 2019
pp. 21-38
Received: 08.08.2018 Accepted: 22.01.2019

Palynostratigraphy of the Dalichai Formation in Darjazin section, North of Semnan

Khadijeh Mohammad-Khani

MSc. Department of Geology, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

Elahe Zarei*

Assistant Professor, Department of Geology, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

*Corresponding author, e-mail: ezarei@du.ac.ir

Abstract

The Dalichai Formation in Darjazin section in NE Semnan with a thickness of 631 meters consisting of an alternation of bulish-gray was studied. This formation overlies the Shemshak formation disconformity with conglomerate bed and it has gradually been covered by the thick-bedded limestones of the Lar formation. Based on the presence and stratigraphic distribution of the most dominant miospore, *Klukisporites variegatus* and *Callialasporites dampieri* of pollen are identified in the Dalichai (late Bajocian - Callovian) and Presence of some index dinoflagellate species led to identification of three biozones in the Dalichai Formation. These include in ascending order, *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (late Bajocian), *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (Bathonian - early Callovian), *Ctenididinium continuum* Interval Biozone (early to middle Callovian). This biozonation corresponds largely to those established in Northwest Europe and Northwestern Tethys and reveals the marine connection between North of Iran with Northwest Europe and the Northwestern Tethys during the Middle Jurassic.

Keywords: Palynostratigraphy, Dalichai Formation, Dinocyst, Spore and Pollen

Introduction

The Dalichai Formation in Darjazin section in northeast Semnan with a thickness of 631 meters consisting of an alternation of bulish-gray shale was studied. This formation overlies the Shemshak Group disconformity with conglomerate bed and it has gradually been covered by the thick-bedded limestones of the Lar Formation. Darjazin section is located in the central part of Alborz Mountains (northeast of Semnan). The grid coordinates for the base of the section is 53° 35' 14" eastern longitude and 35° 46' 10" northern latitude. The formation contains a very rich ammonite fauna, sponge spicules, belemnites, bryozoans, bivalves, echinoderm debris, ostracods, benthic foraminifers, and the trace fossil *Zoophycos*.

Material & Methods

Sixty one rock samples were collected systematically from the formation under study and prepared in the palynology laboratory. The preparation method of Traverse (2007) was used. Cold hydrochloric (20 %) and hydrofluoric acids were used to dissolve carbonate sand silicates, respectively. The residue was neutralized and centrifuged in $ZnCl_2$ with specific gravity (1.9 g/cm³). The materials were then sieved using a 15- μ m nylon mesh and mounted on microscope slides using liquid Canada balsam.

Discussion of Results & Conclusions

The present study shows that the Dalichai Formation is rich

in terrestrial (spores and pollen grains) and marine palynomorphs (dinoflagellate cysts, acritarchs, and scolecodonts). Based on the presence and stratigraphic distribution of the most dominant miospore, *Klukisporites variegatus* and *Callialasporites dampieri* of pollen are identified in the Dalichai Formation (Late Bajocian–Callovian). In addition to spores and pollens, dinoflagellate and fungus bodies form the palynomorphs assemblages in these strata. Presence of some index dinoflagellate species led to identification of three biozones in the Dalichai Formation. These include in ascending order, *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone, *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone, *Ctenididinium continuum* Interval Biozone.

Cribroperidinium crispum total range biozone
The interval between the FAD and LAD of *Cribroperidinium crispum*. This biozone encompasses 115 m of the base of the Dalichai Formation from samples 1 to 17. The zone differentiated here is equivalent to the *Cribroperidinium crispum* zone of Poulsen and Riding (2003) for sub-boreal northwest Europe. There are a few proximate dinoflagellate cysts in this zone. *Carpathodinium predae*, *Chytroeisphaeridia chytroeides*, *Cleistosphaeridium* sp., *Ctenidodinium cornigera*, *Endoscrinium luridum*, *Nannoceratopsis pellucida*, *Valensiella ovulum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *Nannoceratopsis triceras*, *Perisseiasphaeridium* sp., *Sentusidinium* sp., *Downiesphaeridium* sp., *Cribroperidinium* sp., *Meiourgonyaulax valensii*, *Lisabeldinium* sp.,

Carpathodinium sp., *Meiourgonyaulax caytonensis*, *Pareodinia ceratophora*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Dictyotidium* sp., *Chytroeisphaeridia pocockii*, *Gonyaulacysta* sp., *Meiourgonyaulax* sp. *Meiourgonyaulax valensii* is also relatively common in the Late Bajocian and many important FADs occur within this substage. These are considered to indicate an age of Late Bajocian for the zone.

Dichadogonyaulax sellwoodii interval biozone

The interval between the LAD *Cribroperidinium crispum* and the LAD of *Ctenidodinium combazii*. This biozone encompasses 315m of the Dalichai Formation above the *Cribroperidinium crispum* zone (from samples 17 to 35). The *Dichadogonyaulax sellwoodii* zone (Riding and Thomas 1992) is equivalent to the *Ctenidodinium sellwoodii* zone of Poulsen and Riding (2003). The dinoflagellate cyst assemblages tend to be relatively diverse, with forms having epicystal archaeopyles, especially *Ctenidodinium* spp. dominant. Riding et al. (1985) recorded levels of *Ctenidodinium* spp. in excess of 90% of the dinoflagellate cyst assemblages in the Bathonian strata of southwest England. *Ctenidodinium* sp., *Kalpteia stegasta*, *Tubotuberella* sp. cf. *T. dangeardii*, *Endoscrinium* sp., *Preodinia* sp., *Korystocysta gochtii*, *Pareodinia prolongata*, *Pareodinia antennata*, *Gonyaulacysta jurassica*, *Rhynchodiniopsis* sp.,

Tubotuberella sp., *Tubotuberella dangeardi*. These are considered to indicate an age of Bathonian to Early Callovian for this zone.

Ctenidodinium continuum interval biozone

The interval between the LAD of *Ctenidodinium combazii*, and the FAD of *Scriniodinium crystallinum*. This zone encompasses 166 m of the Dalichai Formation above the *Dichadogonyaulax sellwoodii* zone (from samples 35 to 49) and is marked by the LAD of *Ctenidodinium combazii*. There are many proximate and proximochorate dinoflagellate cysts recorded in this zone. Common taxa include *Gonyaulacysta jurassica*, *Rhynchodiniopsis* sp., *Tubotuberella* sp., *Tubotuberella dangeardii*, *Chytroeisphaeridia* sp., *Gonyaulacysta centriconnata*, *Valensiella* sp., *Ctenidodinium ornatum*, *Leptodinium* sp., *Scriniodinium crystallinum*, *Atopodinium* sp., *Cometodinium jurassicum*, *Pareodinia halsa*, *Tubotuberella apatela*, *Voodooia tabulate*, *Wallodinium laganum* are seen. These are considered to indicate an age of Middle to Late Callovian for this zone.

This biozonation corresponds largely to those established in northwest Europe and northwestern Tethys and reveals the marine connection between north of Iran with northwest Europe and the northwestern Tethys during the Middle Jurassic.

پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش درجین در شمال سمنان

خدیدجه محمدخانی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، ایران

الهه زارعی، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، ایران*

چکیده

سازند دلیچای با سنگ‌شناسی شیلی-مارنی با میان‌لایه‌های آهکی به ضخامت ۶۳۱ متر در برش درجین در شمال‌شرق سمنان بررسی شد. این سازند در مرز زیرین خود به‌طور ناهم‌ساز و با یک لایه کنگلومرایی روی سازند شمشک قرار گرفته و در مرز بالایی خود به‌طور هم‌شیب و با گذر تدریجی توسط سنگ‌آهک‌های ستبرالایه سازند لار پوشیده شده است. به‌منظور تعیین سن و انجام زیست‌چینه‌نگاری از حضور فراوان و مستمر میوسپور *Klukisporites variegatus* و دانه‌گرده *Callialasporites dampieri* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی هستند و داینوسیت‌های شاخص استفاده شد. سه بایوزون *Cribroperidinium crispum* به سن بازوسین پسین، *Dichadogonyaulax sellwoodii* به سن باتونین تا کالوین زیرین و *Ctenidodinium continuum* به سن کالوین زیرین-میانی در رسوبات سازند دلیچای در برش درجین بر مبنای داینوسیت‌های شاخص تفکیک شدند. بایوزون‌های ارائه‌شده بر مبنای داینوسیت‌ها با بایوزون‌های ارائه‌شده در شمال‌غرب اروپا و شمال‌غرب تیس مطابقت دارند و این موضوع بر وجود ارتباط دریایی بین این مناطق با شمال‌شرق ایران در محدوده زمانی ژوراسیک میانی دلالت دارد.

واژه‌های کلیدی: پالینواستراتیگرافی، سازند دلیچای، داینوسیت‌ها، اسپور و دانه‌گرده

Email: zareih32004@yahoo.com

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۸۳۱۳۷۰۷

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Doi: [10.22108/jssr.2019.112088.1062](https://doi.org/10.22108/jssr.2019.112088.1062)

مقدمه

از طریق تغییر رنگ و سنگ‌شناسی به‌خوبی تفکیک می‌شوند.

روش کار

به‌منظور انجام مطالعه‌های پالینواستراتیگرافی در برش مورد مطالعه، ۶۱ نمونه از نقاط مختلف این برش برداشت و اسلایدهای پالینولوژیکی به روش تراورس (Travers 2007) تهیه شدند. اسلایدهای تهیه‌شده با میکروسکوپ نوری و در بزرگ‌نمایی‌های ۴۰ و ۶۰ مطالعه شدند.

پالینواستراتیگرافی و تعیین سن رسوبات مورد مطالعه

پالینواستراتیگرافی بر مبنای اسپور و دانه‌گرده

سازند دلیچای در برش درجین حاوی پالینوفلورای متنوعی از جمله داینوسیست‌ها، اسپور و دانه‌گرده، آکریتارک‌ها، اسکلوکودونت‌ها و آستر داخلی فرامینیفرهاست. بررسی اسلایدهای این برش نشان داد اسپور و پولن‌ها در قاعده سازند و داینوفلاژله‌ها در قسمت‌های میانی و فوقانی برش مورد مطالعه نسبت به دیگر گروه‌های پالینومورفی تنوع، فراوانی و حفظ‌شدگی نسبتاً بهتری دارند؛ در نتیجه، اساس کار پالینواستراتیگرافی در این برش بر اسپور و پولن‌ها و داینوفلاژله‌ها قرار داده شد.

با مطالعه اسلایدهای پالینولوژیکی برش یادشده، ۳۳ گونه اسپور متعلق به ۲۰ جنس و ۲۲ گونه دانه‌گرده متعلق به ۱۰ جنس شناسایی شدند. اسپورهای شناسایی شده عبارتند از:

Cyathidites australis, *Dictyophyllidites harrisii*, *Dictyophyllidites mortonii*, *Klukisporites variegatus*, *Todisporites major*, *Verrucosisorites major*, *Cyathidites minor*, *Deltoidospora hallii*, *Neoraistrickia truncate*, *Osmundacidites wellmanii*, *Retitriteles* sp., *Limbosporites denmeadii*, *Perotrilites granulatus*, *Gleicheniidites senonicus*, *Retitriteles clavatoideis*, *Todisporites* sp., *Aequitriradites norrisii*, *Anapiculatisporites dawsonensis*, *Densoisporites velatus*, *Limbosporites antiquus*, *Contignisporites* sp., *Klukisporites lacunus*, *Neoraistrickia taylorii*, Spore Tetrad, *Todisporites minor*, *Concavissimisporites verrucosus*, *Limbosporites* sp., *Concavissimisporites*

سازند دلیچای تقریباً در تمام طول رشته‌کوه البرز رخنمون دارد. این سازند به‌علت ماهیت سنگ‌شناختی خود (لایه‌های شیلی و مارنی با میان‌لایه‌های آهکی) توپوگرافی متفاوتی دارد. سازند مارنی - آهکی دلیچای با ضخامت نسبتاً کم و رنگ سبز - خاکستری به‌عنوان افق زودفرسای تپه‌ماهوری تقریباً در تمام طول رشته‌کوه البرز بین دو سازند آواری و تیره‌رنگ شمشک در پایین و آهک صخره‌ای و روشن لار در بالا قرار دارد. برش‌های فراوانی از این سازند در ایران مطالعه شده‌اند (Seyed-Emami et al. 2001; Sabbaghiyan 2009; Dehbozorgi 2013; Hashemi Yazdi 2015, 2008). معادل‌های این سازند از نظر سنگ‌شناختی و محتوای فسیلی در ایران مرکزی، کپه‌داغ و حتی کشورهای مجاور مشاهده می‌شوند. سازند دلیچای از نظر محتوای فسیلی بسیار غنی است و از آن، گروه‌های فسیل‌هایی مانند آمونیت‌ها، اسفنج‌ها، بلمنیت‌ها، بازوپایان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، خارداران (خارپوستان) از ماکروفسیل‌ها و فرامینیفر، اسپور، دانه‌گرده، داینوفلاژله، رادیولر و... از میکروفسیل‌ها گزارش شده‌اند (Seyed-Emami et al. 1995, Aghanabati 2004). در بین ماکروفسیل‌های یادشده، آمونیت‌ها، اسفنج‌ها و بلمنیت‌ها درصد زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. به‌منظور پالینواستراتیگرافی و تعیین سن رسوبات سازند دلیچای در برش درجین، داینوسیست‌ها و اسپور و دانه‌های گرده آن مطالعه شدند.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

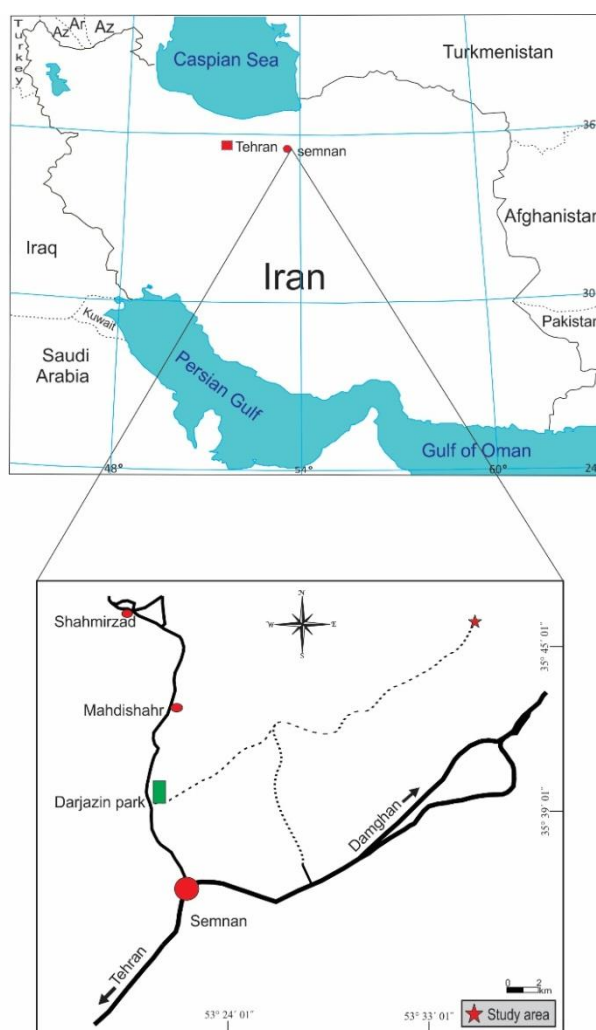
برش درجین با ضخامت ۶۳۱ متر در ۱۷ کیلومتری شمال‌غرب سمنان و جنوب شهرستان مهدی‌شهر با طول جغرافیایی $35^{\circ} 46' 10''$ E و عرض جغرافیایی $53^{\circ} 35' 14''$ قرار گرفته است (شکل ۱). این سازند در مرز زیرین خود به‌طور ناهم‌ساز و با یک لایه کنگلومرایی روی سازند شمشک قرار گرفته و در مرز بالایی خود به‌طور هم‌شیب و با گذر تدریجی توسط سنگ‌آهک‌های ستبرالایه سازند لار پوشیده شده است. در این قسمت، سه سازند شمشک، دلیچای و لار

Cycadopites crassimarginis, *Alisporites similis*, *Callialasporite dampieri*, *Callialasporites trilobatus*, *Cycadopites granulatus*, *Cycadopites* sp., *Indusiisporites parvisaccatus*, *Podocarpidites ellipticus*, *Chasmatosporites apertus*, *Alisporites* sp., *Alisporites australis*, *Classopollis classoides*, *Podocarpidites* sp., *Platysaccus* sp., *Platysaccus papillionis*.

punctatus, *Biretisporites* sp., *Densoisporites velatus*, *Deltoidospora* sp., *Striatella* sp., *Converrucosisporites parvitumulus*, *Retitriteles austroclavatidites*.

دانه‌های گرده شناسایی شده عبارتند از:

Alisporites grandis, *Alisporites lowoodensis*, *Araucariacites australis*, *Cerebropollenites macroverrucosus*, *Chasmatosporites major*, *Cycadopites follicularis*, *Platysaccus queenslandi*,



شکل ۱- راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

شده‌اند.

در میان میوسپورهای مشاهده شده در برش مورد مطالعه، حضور فراوان و مستمر گونه *Klukisporites variegatus* به چشم می‌خورد. ارزشنگ در سال ۱۹۷۵ بر مبنای حضور و

مطالعه‌های پالینولوژیکی متعددی از سال ۱۹۸۶ روی رسوبات ژوراسیک ایران در حوضه‌های البرز، ایران مرکزی و کپه‌داغ انجام (Bharadwaj and Kumar 1986) و به معرفی تعداد محدودی بایوزون محلی و بایوزون‌های جهانی منجر

دلیچای در البرز مرکزی و البرز شرقی، یک بایوزون فراوانی از این میوسپور را Hashemi-yazdi 2015 معرفی کرد. این میوسپور در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه از قاعده سازند تا ضخامت ۵۱۷/۵ متری نیز به فراوانی مشاهده شد؛ بنابراین، بایوزون *Klukisporites variegatus* Acm Zone برای برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نیز معرفی شد (شکل ۲).

ظهور میوسپور *Concavissimisorites verrucosus* و میوسپور *Striatella* sp. در قاعده بایوزون مورد مطالعه مشاهده شد که معرف ژوراسیک میانی (دوگر) در برش مدنظر است. میوسپور *Concavissimisorites verrucosus* که از ژوراسیک میانی - کرتاسه پیشین استرالیا (Filatoff 1975; Helby et al. 1987; Backhouse 1988; McKellar 1998; Sajjadi and Playford 2002)، بارمین ژاپن (Legrand et al 2011)، بارمین - آبتین بلژیک (Dejaxet al. 2007)، کرتاسه پیشین آرژانتین (Quattrocchio et al. 2006) و ژوراسیک - کرتاسه پیشین مصر (Filatoff 1975 Ibrahim et al. 2001) گزارش شده است، از ژوراسیک ایران توسط Sohaili 2002، Dehbozorgi 2008، 2013، 2004 و Hakimi- Tehrani 2008، Hashemi-Yazdi 2015 و از تریاس ایران توسط Borzoei 2010 گزارش شده است. میوسپور *Striatella* sp. از تریاس پسین - ژوراسیک میانی چین (Liu 2003) و تریاس پسین - ژوراسیک پسین استرالیا (Filatoff & Price 1988; McKellar 1998) گزارش شده است که در قسمت ابتدایی سازند دلیچای (بخش ۳) مشاهده می‌شود (شکل ۲).

گسترش میوسپورهای شاخص در رسوبات زغال‌دار کرمان، زون *Concavisorites zone* را برای نهشته‌های رتین - لیا س و بایوزون *Klukisporites variegatus* را برای نهشته‌های دوگر معرفی کرد. این گونه از ژوراسیک میانی تا بالایی نروژ (Vigran and Thush 1975)، بازوسین و بازوسین - کالوین مصر (Sultan and Solaiman 1978; Abdel Mohsen 1990)، ژوراسیک - کرتاسه پیشین استرالیا (Filatoff 1975; Backhouse 1988; McKellar 1998; Sajjadi and Playford 2002)، آلنین گروئلند (Koppelhus and Dam 2003)، تریاس پیشین - کرتاسه پیشین هند (Tripath & Ray 2005) و آکسفوردین - بریازین هند (Vijaya & Kumar 2002) نیز گزارش شده است. گونه *Klukisporites variegatus* در ایران به سن لیا س پسین - دوگر را Arjang 1975، 1977، Kimyai 1975، 1984 و Achilles et al. 1984 و Bharadwaj and Kumar 1986 و سن دوگر را Hossaini 2001، Sohaili 2002، Hakimi- Tehrani 2008، Hashemi-Yazdi 2009، 2013، 2008، 2015 و Navidi 2013 گزارش کرده‌اند. این گونه تقریباً در رسوبات ژوراسیک میانی در البرز غربی (Navidi 2013; Sajjadi and Dermanaki 2016)، البرز مرکزی (Sabbaghiyan 2009; Rafiei 2013; Hashemi-Yazdi 2015، 2008)، البرز شرقی (Saadati 2015) و کپه‌داغ (Jafarabadi et al. 2013; Hashemi-Yazdi 2015) و کپه‌داغ (Hadad-Tavakoli 2005) به فراوانی مشاهده شده است.

باتوجه به فراوانی و پراکندگی چینه‌شناسی میوسپور *Klukisporites variegatus* در بسیاری از برش‌های سازند



شکل ۲- محدوده گسترش اسپور و دانه‌های گرده سازند دلیچای در برش درجین

پس از مطالعه اسلایدهای پالینولوژیکی مشخص شد تنوع و حفظ‌شدگی داینوفلاژله‌ها در طول ستون چینه‌شناسی برش درجین به علت تغییرات لیتولوژیکی سازند دلیچای در این برش یکسان نیست و در فواصل مختلف آن باهم تفاوت دارد؛ به طوری که بیشترین فراوانی و حفظ‌شدگی پالینومورف‌ها به ویژه داینوفلاژله‌ها در بخش‌های ۳، ۴ و ۶ مشاهده می‌شود که به علت غالب بودن لیتولوژی ماری و شیلی آنهاست (شکل ۳). پالینومورف‌ها در دیگر بخش‌ها به علت ماهیت لیتولوژی آهکی آنها فراوانی و حفظ‌شدگی کمی دارند. در برش مورد مطالعه، داینوفلاژله‌ها نسبت به دیگر گروه‌های پالینومورفی تنوع، فراوانی و حفظ‌شدگی نسبتاً بیشتری دارند؛ در نتیجه، اساس کار پالینواستراتیگرافی در این برش بر داینوفلاژله‌ها قرار گرفت (از نظر سنی دقیق‌تر است) و پس از

از دانه‌های گرده شاخص در برش مورد مطالعه می‌توان به فراوانی گونه *Callialasporites dampieri* اشاره کرد. Filatoff 1975 و Helby et al. 1987 این گونه را شاخصی برای محدوده ژوراسیک میانی-پسین معرفی کرده‌اند. Dehbozorgi 2013 بر اساس فراوانی دانه گرده *Callialasporites dampieri*، یک زون تجمع‌ی به نام *Callialasporites dampieri Assemblage Zone* (در محدوده زمانی انتهای باتونین پسین-کالوین) را در دو سازند دلیچای و بغم‌شاه در شرق سمنان تفکیک کرد. بنابراین، سازند دلیچای در برش مورد مطالعه با قسمتی از زون تجمع‌ی (*Callialasporites dampieri Assemblage Zone* Filatoff 1975; Helby et al. 1987) قابل انطباق است.

پالینواستراتیگرافی بر مبنای داینوسیست‌ها

chtrouides, *Cleistosphaeridium* sp., *Ctenidodinium* *cornigera*, *Endoscrinium* *luridum*, *Nannoceratopsis* *pellucida*, *Valensiella* *ovulum*, *Gonyaulacysta* *pectinigera*, *Nannoceratopsis* *tricerias*, *Perisseiasphaeridium* sp., *Sentusidinium* sp., *Downiesphaeridium* sp., *Cribroperidinium* sp., *Meiourogonyaulax* *valensii*, *Lisabeldinium* sp., *Carpathodinium* sp., *Meiourogonyaulax* *caytonensis*, *Ctenidodinium* *continuum*, *Pareodinia* *ceratophora*, *Rhynchodiniopsis* *cladophora*, *Dictyotidium* sp., *Chytroeisphaeridia* *pocockii*, *Gonyalacysta* sp., *Meiourogonyaulax* sp.

Meiourogonyaulax valensii از دیگر گونه‌های شاخص باژوسین پسین در برش مورد مطالعه و گونه‌ای جهانی است؛ این گونه شاخص باژوسین پسین را Riding and Thomas (1992) و (1984) معرفی کرده‌اند. در مجموع، سن این بایوزون باتوجه به داینوسیست‌های موجود و گونه‌های شاخصی نظیر *Meiourogonyaulax valensii* باژوسین پسین در نظر گرفته شد.

Interval Biozone *Dichadogonyaulax sellwoodii*

این بایوزون در حدفاصل انقراض گونه *Cribroperidinium* *crispum* و آخرین حضور گونه *Ctenidodinium* *combazii* قرار دارد و اساس تعریف آن بر مبنای زون *Ctenidodinium* *sellwoodii* است که برای رسوبات به سن باتونین تا کالوین زیرین در انگلستان توسط Riding and Thomas (1992) معرفی شده است. *Ctenidodinium* *sellwoodii* به علت تغییر نام گونه شاخص آن به *Dichadogonyaulax* *sellwoodii* تغییر نام یافته است (Lentin and Williams 2004). این بایوزون دقیقاً بر بایوزونی منطبق است که Poulsen and Riding (2003) در ایالت زیستی اروپای شمال غربی معرفی کرده‌اند و گستره سنی پیشنهاد شده برای این بایوزون، باتونین زیرین تا اواسط کالوین زیرین است. ضخامت این بایوزون ۲۰۰ متر است و از نمونه ۱۷ تا ۳۵ یعنی تا متر ۳۱۵ متری از قاعده سازند ادامه دارد.

بررسی اسلایدهای پالینولوژیکی، تعداد ۲۸ جنس و ۶۰ گونه داینوفلاژله شناسایی شدند.

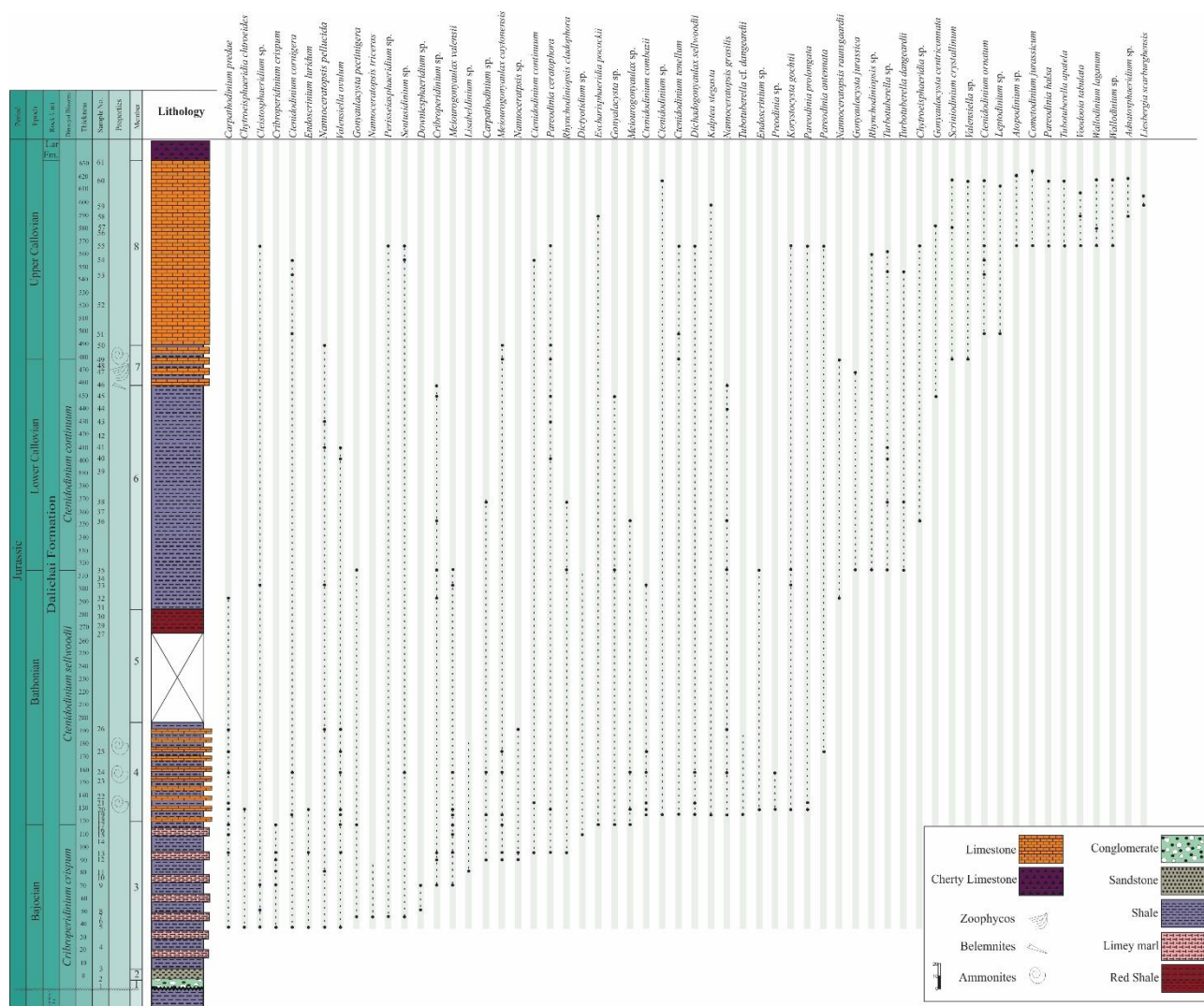
پس از شناسایی جنس‌ها و گونه‌های داینوفلاژله، زون‌بندی (Biozonation) بر مبنای ظهور و انقراض (LAD, FAD) گونه‌های شاخص (index) و مطابق با زون‌بندی‌های استاندارد موجود انجام شد و سه بایوزون *Cribroperidinium* *crispum* به سن باژوسین پسین، *Dichadogonyaulax* *sellwoodii* به سن باتونین تا کالوین زیرین و *Ctenidodinium* *continuum* به سن کالوین زیرین- میانی در رسوبات سازند دلچای در برش درج‌زین تفکیک شدند (شکل ۳).

Cribroperidinium crispum Total Range Biozone

این بایوزون با پیدایش و انقراض گونه *Cribroperidinium* *crispum* مشخص می‌شود و محدوده زمانی آن از بالاترین قسمت باژوسین پایینی تا باژوسین بالایی است؛ اساس آن نیز بر مبنای زون *Acanthulax* *crispa* است که در سال ۱۹۹۲ برای رسوبات باژوسین پسین توسط Riding and Thomas در انگلستان معرفی شده است. *Acanthulax* *crispa* به علت تغییر نام گونه شاخص آن به *Cribroperidinium* *crispum* تغییر نام یافته است. بیشتر داینوسیست‌های همراه این بایوزون جزو داینوفلاژله‌های با آرکتوپایل اپی‌سیستال هستند که تعداد آنها در این بایوزون فراوان است. این زون را Poulsen and Riding 2003 در نواحی اروپای شمال غربی، در ایالت زیستی Subboreal نیز معرفی کرده است. این بایوزون به ضخامت ۱۱۵ متر تا نمونه شماره ۱۷ از برش مورد مطالعه مشاهده می‌شود (شکل‌های ۳ و ۴).

یکی از ویژگی‌های بارز این زون در برش مورد مطالعه، حضور و فراوانی گسترده شکل‌های پروکسیمیت متعلق به جنس *Nannoceratopsis* است. از دیگر گونه‌های همراه این بایوزون عبارتند از:

Carpathodinium *predae*, *Chytroeisphaeridia*



شکل ۳- محدوده گسترش داینوسیست‌های سازند دلیچای در برش درجین

sellwoodii

از گونه‌های شاخص باتونین که در این بایوزون ظاهر شده‌اند، عبارتند از:

Ctenidodinium sp., *Kalpteia stegasta*, *Tubotuberella* sp. cf. *T. dangeardii*, *Endoscrinium* sp., *Preodinia* sp., *Korystocysta gochii*, *Pareodinia prolongata*, *Pareodinia antennata*, *Gonyaulacysta jurassica*, *Rhynchodiniopsis* sp., *Tubotuberella* sp., *Tubotuberella dangeardii*.

باتوجه به داینوفلاژله‌های شناسایی شده در این زون، سن باتونین تا کالوین زیرین برای آن در نظر گرفته شد.

فراوانی بسیار زیاد گونه‌های جنس *Ctenidodinium* به‌ویژه *Ctenidodinium combazii* نکته بسیار جالب در این

فراوانی و تنوع بسیار خوب، حفظ‌شدگی زیاد پالئومورف‌ها و حضور و فراوانی داینوسیست‌های دارای آرکنوپایل اپی‌سیستال به‌ویژه *Ctenidodinium* نسبت به بایوزون قبلی از ویژگی‌های بارز این زون هستند (شکل‌های ۳ و ۴)

سایر گونه‌های همراه در این زون از نظر شرایط نخستین و آخرین حضور عبارتند از: آخرین حضور گونه‌هایی نظیر *Chytroisphaeridia pocockii*, *Nannoceratopsis tricerata* و *Cribroperidinium crispum* و نخستین ظهور گونه‌های *Ctenidodinium tenellum*, *Ctenidodinium combazii*, *Dichadogonyaulax* و *Nannoceratopsis gracilis*

مطالعه‌های پالینولوژیکی انجام‌شده روی رسوبات ژوراسیک ایران در حوضه‌های البرز مرکزی، البرز شرقی، البرز غربی و کپه‌داغ به معرفی تعداد محدودی بایوزون منجر شده‌اند.

قاسمی‌نژاد و همکاران (Ghasemi-Nejad et al. 2012) برای سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی راهبند مهدی‌شهر، Dehbozorgi 2013 در برش چینه‌شناسی شرف (البرز مرکزی)، Hashemi-Yazdi 2015 در برش‌های چینه‌شناسی یونجه‌زار، پل‌دختر و بلو (البرز مرکزی) و برش‌های چینه‌شناسی لوان، طالو و تپال (البرز شرقی) و Sajjadi and Dermanaki Farahani 2016 در جنوب‌شرقی مراغه (البرز غربی) سه بایوزون *Cribopteridinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone (کالوین پیشین تا میانی) و یک زیرزون Subzona a (باتونین پیشین تا میانی) را معرفی کرده‌اند. بایوزون‌های معرفی‌شده با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قابل انطباقند.

مافی و همکاران (Mafi et al. 2013) برای سازند دلیچای در رشته‌کوه‌های بینالود شمال‌شرق ایران چهار بایوزون *Cribopteridinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone (کالوین پیشین تا پسین) و *Ctenidodinium tenellum* (آکسفوردین پیشین) را معرفی کرده‌اند. سه بایوزون اول با برش چینه‌شناسی درج‌زین قابل انطباقند.

مقایسه پالینوزون‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه از سازند دلیچای با پالینوزون‌های هم‌زمان در سایر نقاط جهان محمود و معاود (Mahmoud & Moawad 2000) بر اساس مطالعه داینوفلاژله‌ها، پنج زون تجمعی را در فاصله زمانی

بایوزون است. باتوجه به گزارش‌هایی که Shamsavani 2003، Hashemi-Yazdi 2008, 2015 و Sabbaghiyan 2009 درباره سازند دلیچای در البرز شرقی و مرکزی ارائه کرده‌اند، شاید بتوان یک زون فراوانی به شکل محلی تعریف و از آن برای تطابق برش‌های این سازند در منطقه البرز شرقی و مرکزی استفاده کرد.

Interval Biozone *Ctenidodinium continuum*

این زون فاصله بین آخرین حضور گونه *Ctenidodinium combazii* تا نخستین ظهور زون *Scrinioidinium crystallinum* را در بر می‌گیرد و تعریف آن بر مبنای ایتروال‌زونی است که در سال ۱۹۹۲ توسط Riding and Thomas برای نهشته‌های کالوین زیرین - میانی در انگلستان و توسط Poulsen and Riding (2003) در ایالت زیستی اروپای شمال غربی معرفی شده است. این بایوزون به ضخامت ۱۶۳ متر از نمونه ۳۵ تا ۴۹ را در بر می‌گیرد (شکل‌های ۳ و ۴). از جمله گونه‌های شاخص همراه این بایوزون عبارتند از:

Gonyaulacysta jurassica, *Rhynchodiniopsis* sp., *Turbotuberella* sp., *Turbotuberella dangeardii*, *Chytroisphaeridia* sp., *Gonyaulacysta centricornata*, *Valensiella* sp., *Ctenidodinium ornatum*.

گفتنی است فراوانی و حفظ‌شدگی پالینومورف‌ها به‌ویژه در ۱۵۰ متری انتهایی برش به علت سنگ‌شناسی آهکی کم است و داینوسیست شاخص بایوزون در این قسمت یافت نمی‌شود؛ بنابراین نمی‌توان به‌طور قاطع در زمینه اینکه آیا برش تا آکسفوردین ادامه دارد یا نه صحبت کرد. گونه‌های زیر از جمله داینوسیست‌های انتهای سازند هستند:

Leptodinium sp., *Scrinioidinium crystallinum*, *Atopodinium* sp., *Cometodinium jurassicum*, *Pareodinia halsa*, *Tubotuberella apatela*, *Voodooia tabulate*, *Wallodinium laganum*.

در مجموع، سن سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی درج‌زین بر اساس داینوسیست‌های شاخص، باژوسین پسین - کالوین تعیین شد.

مقایسه پالینوزون‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه از سازند دلیچای با پالینوزون‌های معرفی‌شده در سایر نقاط ایران

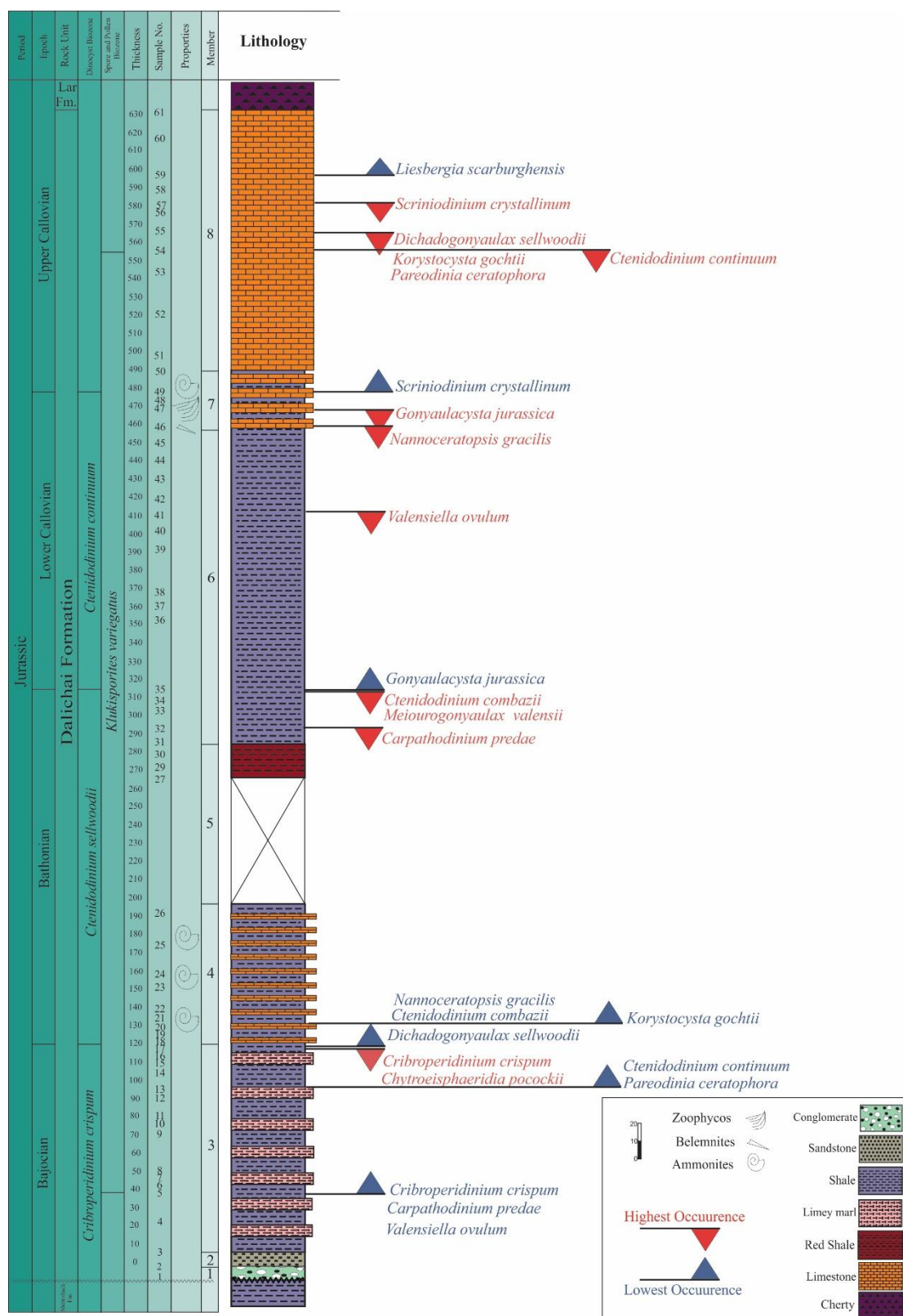
(Woollam & Riding 1983; Riding & Thomas 1992) و مجموعه‌های گزارش شده از شمال غربی اروپا (Poulsen & Riding 2003) گویای تطابق زیاد رسوبات هم‌زمان در این نقاط است (پالینوزون‌های معرفی شده در برخی نقاط یاد شده در جدول ۱ آمده است).

مطالعه‌های پالینولوژیکی انجام شده در زمینه سازند دلیچای در دو حوضه رسوبی البرز و بینالود گویای ارتباط این دو حوضه با یکدیگر در زمان بازوسین پسین-کالوین پسین است. نتیجه‌گیری یاد شده به علت شباهت زیاد گونه‌های داینوسیته‌شناسایی شده از سازند دلیچای در این دو حوضه رسوبی است؛ همچنین همان‌طور که گفته شد، بایوزون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیته‌ها در سازند دلیچای با بایوزون‌های ارائه شده در شمال غربی اروپا و شمال غرب تیس مطابقت دارند که این موضوع بر وجود ارتباط دریایی بین شمال و شمال شرق ایران با شمال غرب اروپا و شمال غرب تیس در بازه زمانی ژوراسیک میانی دلالت می‌کند؛ این امر به واسطه فونای (Wilmsen et al. 2009; 2010) آمونیتی نیز تأیید شده (Seyed-Emami et al. 2008) و موقعیت ایران در زمان ژوراسیک میانی در نقشه‌های پالئوژئوگرافیکی (Thierry 2000) نیز تأییدی بر آنست.

ژوراسیک میانی تا کرتاسه میانی در غرب مصر معرفی کرده‌اند. در این میان، بایوزون *Gonyaulacysta jurassica*-*Korystocysta kettonensis* Assemblage Zone با محدوده زمانی باتونین-آکسفوردین تا حدودی با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قابل انطباق است. ابراهیم و همکاران (Ibrahim et al. 2003) با مطالعه داینوفلاژله‌ها، چهار پالینوزون را در فاصله زمانی بازوسین تا کالوین پیشین در قطر معرفی کرده‌اند: *Mancodinium semitabulatum*-*Pareodinia ceratophora* Assemblage Zone I (بازوسین پیشین)؛ *Gonyaulacysta pectinigera*-*Escharisphaeridia pocockii* Assemblage Zone II (بازوسین پسین)؛ *Ctenidodinium continuum*-*Dichadogonyaulax sellwoodii* Assemblage Zone III (باتونین)؛ *Chlamydomphorella ectotabulata*-*Rhynchodiniopsis cladophora* Assemblage Zone IV (باتونین پسین-کالوین پیشین).

بایوزون‌های تجمعی Zone II، Zone III و Zone IV با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قابل انطباقند.

نکته درخور توجه، درصد شباهت بسیار ناچیز داینوسیته‌های برش مدنظر و تطابق نداشتن بایوزون‌های مورد مطالعه با بایوزون‌های روسیه است. مقایسه داینوسیته‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه با داینوسیته‌های گزارش شده از نهشته‌های انگلستان



شکل ۴- ظهور و انقراض داینوسیت‌های شاخص سازند دلیچای در برش مورد مطالعه

جدول ۱- مقایسهٔ زون‌های تفکیک‌شده بر مبنای داینوفلاژله‌ها در سازند دلیچای با سایر نقاط ایران و جهان

نتیجه

حضور فراوان و مستمر میوسپور *Klukisporites variegatus* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی است و همچنین حضور جنس *Callialasporites* (به‌ویژه گونه *Callialasporites dampieri*) که از جمله دانه‌های گرده متعلق به ژوراسیک است، سن ژوراسیک میانی (دوگر) را برای برش چینه‌شناسی درجین تأیید می‌کند.

حضور فراوان داینوسیت‌های شاخص نظیر *Cribroperidinium* و *Meiourogoniaulax valensii* در قسمت‌های میانی بخش ۳ و قرارگیری این بخش در بالای کنگلومرای کوارتزی مربوط به رویداد تکنونیک سیمرین میانی بیان‌کننده سن بازوسین پسین برای رسوبات قاعده سازند دلیچای در برش مورد مطالعه است.

انقراض داینوسیت *Cribroperidinium crispum* و ظهور گونه‌هایی نظیر *Adnatosphaeridium caulleryi* و *Dichadogonyaulax sellwoodii* در نمونه ۱۷ در ۱۱۵ متری از قاعده برش مورد مطالعه نشان‌دهنده مرز بازوسین و باتونین است (Riding 1987; Riding and Thomas 1992; Poulsen and Riding 2003).

حضور گونه‌هایی نظیر *Korystocysta gochtii*، *Valvaeodinium spinosum*، *Pareodinia ceratophora* و *Cleistosphaeridium sp.* تا نمونه ۳۵ نشان‌دهنده سن باتونین است. فراوانی گونه *Ctenidodinium combazii* با محدوده زمانی باتونین-کالوین پیشین در برش مورد مطالعه درخور توجه است و باتوجه به مطالعه‌هایی که افراد مختلف روی سازند دلیچای در البرز شرقی و مرکزی انجام داده‌اند، شاید بتوان یک زون فراوانی محلی را تعریف و برای تطابق برش‌های این سازند در منطقه البرز شرقی و مرکزی از آن استفاده کرد. با ظهور گونه‌های داینوسیت شاخص کالوین نظیر *Scriniodinium crystallinum* در قسمت‌های آهکی انتهای برش مورد مطالعه به نظر می‌رسد مرز دو استیج باتونین و کالوین در نمونه ۴۹

باشد؛ اما باتوجه به حضورنداشتن پالینومورف‌ها در قسمت‌های فوقانی برش مورد مطالعه نمی‌توان به‌طور قاطع درباره اینکه آیا برش تا آکسفوردین ادامه دارد یا نه صحبت کرد.

مطالعه داینوسیت‌های شاخص سازند دلیچای در برش درجین به تفکیک سه بایوزون منجر شد که به ترتیب عبارتند از: *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone؛ شاخص بازوسین پسین؛ *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone؛ باتونین-کالوین پیشین؛ *Ctenidodinium* Interval Biozone؛ کالوین پیشین-میانی. زون‌های داینوسیستی تفکیک‌شده انطباق کاملی با زون‌بندی زیستی انجام‌شده بر مبنای داینوفلاژل‌ها در ایالت شمال غرب اروپا و شمال غرب تیس نشان می‌دهند که این موضوع بر وجود ارتباط دریایی بین این مناطق در محدوده زمانی ژوراسیک میانی دلالت می‌کند.

References

- Abdel Mohsen S.A. 1990. The Middle Jurassic microflora from El Maghara No. 4 borehole, northern Sinai, Egypt. *Journal African Earth Science*, 11: 207-216.
- Achilles H. Kaiser H. Schweitzer H-J. and Hushmand A. 1984. Die rätojurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 7. Die Mikroflora der obertriadisch-jurassischen Ablagerungen des Alborz-Gebirges (Nord-Iran). *Palaeontographica, Abteilung B*, 194(1-4): 14-95.
- Aghanabati S.A. 2004. Geology of Iran. Geological Survey and Mining Exploration of Iran, Tehran. 586p. In Persian.
- Arjang B. 1975. Mikroflora der räto-jurassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral-Iran). *Palaeontographica, Abteilung B*, 152: 85-148.
- Ashraf A.R. 1977. Die räto-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 3. Die Mikrofloren der rätischen bis unterkretazischen Ablagerungen Nord Afghanistans, *Palaeontographica, Abteilung B*, 161 (1-4): 1-97.
- Backhouse J. 1988. Late Jurassic and Early Cretaceous palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Geological Survey of Western Australia, Bulletin*, 135: 233.

- east-central Iran. Ph.D. thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 388 p. In Persian.
- Helby R. Morgan R. and Partridge A.D. 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: Jell, P.A. (ed.): Studies in Australian Mesozoic palynology. Association of Australasian Palaeontologists, Memoir, 4: 1-94.
- Hossaini A. 2001. Study of Plant Fossils (Macrofossil and Microfossil), Shemshak Formation in Tazareh Region (Shahrood), M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 144p. In Persian.
- Ibrahim M.I.A. Aboul Ela N.M. and Kholeif S.E. 2001. Palynostratigraphy of Jurassic to lower Cretaceous sequences from the Eastern Desert of Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 32(2): 269-297.
- Ibrahim M.I.A. Kholeif S.E. and Al-Saad H. 2003. *Dinoflagellate cyst biostratigraphy and paleoenvironment of the Lower-Middle Jurassic succession of Qatar*, Arabian (Persian) Gulf. *Revista Española de Micropaleontología*, 35(2): 171-194.
- Kimyai A. 1975. Jurassic palynological assemblages from the Shahrud region, Iran. *Geoscience and Man*, 11: 117-121.
- Kimyai A. 1977. Further information on the palynological stratigraphy of the Mesozoic coaly sediments from Kerman, Iran. Iranian Petroleum Institute, Proceeding of the 2nd Geological Symposium of Iran, Tehran: 191-217. (in Persian)
- Koppelhus E.B. and Dam G. 2003. Palynostratigraphy and palaeoenvironments of the Rævekløft, Gule Horn and Ostreelv Formations (Lower–Middle Jurassic), Neill Klintner Group, Jameson Land, East Greenland. In: Ineson J.R. and Surlyk F. (eds.), *The Jurassic of Denmark and Greenland*. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 1: 723-775.
- Lentin, J.K. and Williams, G.L. (2004). Index of fossil dinoflagellates. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series* 42, 909 pp.
- Legrand J. Pons D. Nishida H. and Yamada T. 2011. Barremian palynofloras from the Ashikajima and Kimigahama formations (Choshi Group, Outer Zone of south-west Japan). *Geodiversitas*, 33 (1): 87-135. DOI: 10.5252/g2011n1a6.
- Liu Z.S. 2003. Triassic and Jurassic sporopollen assemblage from the Kuqa Depression, Tarim Basin of Xinjiang, NW China. *Palaeontologia Sinica* 190, New Series a 14, 1–244.
- Mafi A. Ghasemi-Nejad E. Ashouri A. and Vahidi-Nia M. 2013. Dinoflagellate cysts from the Upper Bhadravaj D.C. and Kumar P. 1986. Palynology of Jurassic sediments from Iran: 1, Kerman area. *Biological Memoirs*, 12(2): 146-172.
- Borzoei E. 2010. Palynostratigraphy of the upper Triassic sediments in the Kmmarchh section of the southeast mountain of Tabas, M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 140 p. In Persian
- Dehbozorgi A. 2013. Palynological and paleoecology Middle Jurassic sediments (Dalichai and Baghamshah formation) East of Semnan (Jam). Ph. D. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, University of Tehran, 320 p.
- Dehbozorgi A. 2004. Palynostratigraphy of the Kashafrud Formation at the Senjedak section, southeast of Mashhad, northeastern Iran. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 129p. In Persian
- Dejax J. Pons D. and Yans J. 2007. Palynology of the dinosaur-bearing Wealden facies in the natural pit of Bernissart (Belgium). *Review of palaeobotany and palynology*, 144: 25-38.
- Filatoff J. 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica, Abteilung B*, 154(1-4): 1-113.
- Filatoff J. and Price P.L. 1988. A pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic. In: Jell, P.A. & Playford, G. (eds.): *Palynological and palaeobotanical studies in honour of Basil E. Balme*. Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists, 5: 89-124.
- Ghasemi-Nejad, E. Sabbaghiyan, H. and Mosaddegh, H. 2012. Paleobiogeographic implications of late Bajocian-late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountain, northern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 43: 1-10.
- Hadad-Tavakoli E. 2005 Palynostratigraphy of the Kashafrud Formation at the Ghalesangi section, east of Mashhad, northeastern Iran. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 172p. In Persian.
- Hakimi Tehrani Z. 2008. Palynofloras of the Shemshak Formation at the Khoshyeilagh Section (north Ghosnavi) northeastern Iran. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, 244 p. In Persian.
- Hashemi Yazdi F. 2008. Palynostratigraphy of Dalichai Formation in the Balu section, north of Semnan. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, 129 p. In Persian.
- Hashemi Yazdi F. 2015. Palynology and palaeoecology of the Dalichai Formation in central-eastern Alborz Basin and the Hojedk Formation at the

- stratigraphic index of dinoflagellate cysts. British Micropalaeontological Society Publications Series. Chapman and Hall, London: 7-97.
- Riding J.B. and Hubbard N.L.B. 1999. Jurassic (Toarcian to Kimmeridgian) Dinoflagellate Cysts and Paleoclimates. *Palynology*, 23: 15-30.
- Saadati Jafarabadi Sh. Allameh M. Poursoltani M.R. and Sajjadi F. 2013. Paleoecology and palynostratigraphy of the Dalichai Formation, according to miospores, in the Bar Village section, East of Binaloud Basin. *Paleontology*, 1 (1): 67-80.
- Sabbaghiyan H. 2009. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Kuhe Rahband, South of Mahdishahr, Central Alborz, Iran. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 120p.
- Sajjadi F. and Playford G. 2002. Systematic and stratigraphic palynology of Late Jurassic - earliest Cretaceous strata of the Eromange Basin, Queensland, Australia. Part 2, *Palaeontographica, Abteilung A*, 261(4-6): 1-99.
- Sajjadi F. and Haddad Tavakol. A. 2008. Palaeoecology of the Kashafrud Formation, according to palynomorphs, east of Mashhad in the Koppeh Dagh Basin. *Journal of Sciences, University of Tehran*, 34 (1) 85-101. In Persian.
- Sajjadi F. and Dermanaki Farahani S. 2016. Palynostratigraphy and paleoecology of Middle Jurassic strata, southeastern Maragheh, according to terrestrial. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 33(2): 41-64. In Persian.
- Seyed-Emami K. and Alavi-Naini M. 1990. Bajocian Sage in Iran, *Mem. Desr. Carta Geol. XL*, pp. 215-222.
- Seyed-Emami K. Schairer G. and Zeiss A. 1995. Ammoniten aus der Dalichai - Formation (Mittlerer bis Oberer Jura) und der Lar - Formation (Oberer Jura) N Emamzadeh - Hashem (Zentralalborz, Nordirn). *Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie*, 35: 39-52.
- Seyed-Emami K. Fursich F.T. and Schairer G. 2001. Lithostratigraphy, ammonite Faunas and paleoenvironments of Middle Jurassic Strata in North and Central Iran. *Newsletters on Stratigraphy*, 38: 163-184.
- Seyed-Emami K. Fürsch F.T. Wilmsen M. Majidifard M.R. and Skekarifard A. 2008. Lower and Middle Jurassic ammonoids of the Shemshak Group in Alborz, Iran and their palaeobiogeographical and biostratigraphical Bajocian-Lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran): their biostratigraphical and biogeographical significance. *Arabian Journal of Geosciences*, Online paper.
- Mahmoud M.S. and Moawad A.M.M. 2000. Jurassic-Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) palynology and stratigraphy of the West Tiba-1 borehole, northern Western Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 30 (2): 401-416.
- McKellar J.L. 1998. Late Early to Late Jurassic palynology, biostratigraphy and palaeogeography of the Roma Shelf area, northwestern Surat Basin, Queensland, Australia (Including phytogeographic - palaeoclimatic implications of the *Callialasporites dampieri* and *Microcachryidites* Microfloras in the Jurassic - Early Cretaceous of Australia: an overview assessed against a background of floral change and true polar wander in the preceding late Palaeozoic - early Mesozoic). Ph.D. thesis, Brisbane (Queensland), University of Queensland, 620 p.
- Navidi N. 2013. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Diktash section, north east of Semnan. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 197p. In Persian.
- Poulsen N.E. and Riding J.B. 2003. The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. In: Ineson, J.R. and Surlyk, F. (eds). *The Jurassic of Denmark and Greenland*. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 1: 115-144.
- Quattrocchio M. Martinez M.A. Carpinelli .P A. and Volkheimer, W. 2006. Early Cretaceous palynostratigraphy, palynofacies and paleoenvironments of well sections in northeaster Tierra del Fuego, Argentina. *Cretaceous research*, 27:584-602.
- Rafiei A. 2013. Miospores of Jurassic sediments, northwest of Semnan, Central Alborz. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 96p. In Persian.
- Riding J.B. 1984. Dinoflagellate cyst range-top biostratigraphy of the uppermost Triassic to lowermost Cretaceous of northwest Europe. *Palynology* 8, 195-210.
- Riding J.B. 1987. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Nettleton Bottom Borehole (Jurassic: Hettangian to Kimmeridgian), Lincolnshire, England. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 46: 231-266.
- Riding J.B. and Thomas J.E. 1992. Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. In: Powell, A.J. (ed), A

- Vijaya and Kumar S. 2002. Palynostratigraphy of the Spiti Shale (Oxfordian-Berriasian) of Kumaon Tethys Himalaya, Malla Johar area, India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 122: 143-153.
- Vigran J.O. and Thush B. 1975. Illustration of Norwegian microfossils. Illustration and distribution of the Jurassic palynomorphs of Norway. Royal Norwegian Council of Science and Industrial Researches (NTNF), Continental shelf Division 65: 1-55.
- Wilmsen M. Fürsich F.T. Seyed-Emami K. and Majidifard M.R. 2009. An overview of the stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east - central Iran. *Geological Society London. Special Publication*, 312: 323-343.
- Wilmsen M. Fürsich F.T. Seyed-Emami K. Majidifard M.R. and Zamani-Pedram M. 2010. Facies analysis of a large-scale Jurassic shelf-lagoon: the Kamar-e-Mehdi Formation of east-central Iran. *Facies*, 56: 59-87.
- Woollam R. and Riding J.B. 1983. Dinoflagellate cyst zonation of the English Jurassic. *Institute of Geological Sciences, Report No. 83/2*, 42 p.
- importance. *Acta Palaeontologica Polonica*, 53(2): 237-260
- Shahsavani D. 2003. Palynostratigraphy, Palynofacies and Paleoenvironment in Chamak Bid Formation at Jajarm section. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran. In Persian.
- Sultan I.Z. and Solaiman H.A. 1978. Palynostratigraphie du Bathonian – Callovian du puits no. 3 de Barga, Sinai nord, Egypte. *Revue Micropalaeontologie*, 20: 222- 229.
- Sohaili S. 2002. Palaeoecology of Hojedk Formation in the Pabdana, according to Palynology. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, 142 p. In Persian.
- Thierry J. 2000. Middle Callovian (157-155 Ma). In: Dercourt, J., Gaetani, M., et al. (eds.), *Atlas Peri - Tethys, Palaeogeographical Maps. CCGM/CGMW*, Paris: 1-97.
- Traverse, A., 2007. *Paleopalynology. Topics in Geobiology*, second ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 813 p.
- Tripathi A. and Ray A. 2005. Palynostratigraphy of the Dubrajpur Formation (Early Triassic to Early Cretaceous), Rajmahal Basin, India. *Palynology*, 30: 133-149.

Plate

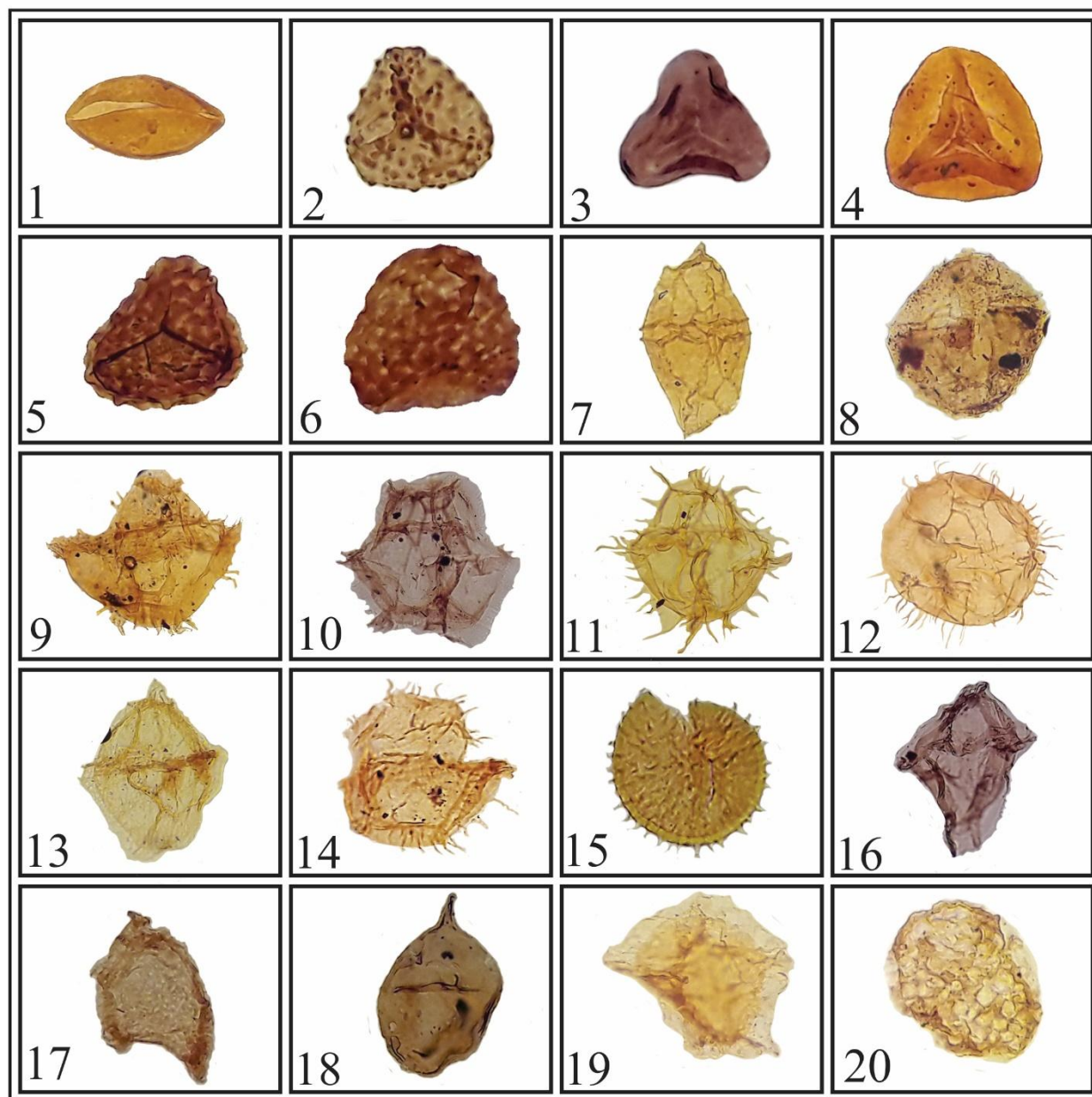


Plate .Fig.1. *Cycadopites follicularis* Wilson & Webster, 1946. mag× 510, Fig.2. *Concavissimisporites verrucosus* Delcourt & Sprumont emend. McKellar, 1998; proximal focus; mag× 510, Fig.3. *Dictyophyllidites harrisii* Couper, 1958; proximal focus; mag× 510. Figs.4. *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford & Dettmann, 1965; proximal focus; mag× 510 Figs.5. *Klukisporites variegatus* Couper, 1958. distal focus; mag× 510. Fig.6. *Klukisporites variegatus* Couper, 1958, Distal foci, X510 Fig.7. *Carpathodinium predae* (Beju) Drugg, 1978; mag× 510 . Figs.8. *Cribrasperidinium crispum* (Wetzel) Fenton, 1981; mag× 510. Fig.9. *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968; mag× 510. Fig.10. *Ctenidodinium ornatum* Gocht, 1970; mag× 510 Fig.11 *Ctenidodinium combazii* (Eisenack) Deflandre, 1938; mag× 510. Fig.12. *Ctenidodinium cornigera* (Sarjeant) Stover & Evitt, 1978; mag× 510. Fig.13. *Endoscrinium luridum* (Deflandre) Norris & Sarjeant, 1965; mag× 510. Fig.14 *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant 1975) Stover&Evitt 1978, mag×510. Fig.15.*Sentusidinium* sp., mag×510. Fig.16. *Endoscrinium asymmetricum* Riding, 1987; mag× 510 . Fig.17. *Nannoceratopsis gracilis* Alberti emend. Evitt, 1962; mag× 510 Fig.18. *Pareodinia ceratophora* Deflandre 1947; mag× 510 Fig.19. *Scrinioidinium crystallinum* (Deflandre) Klement 1960; mag× 510 Fig.20. *Valensiella ovulum* (Deflandre) Eisenack 1963; mag× 510