

## اثر فسیلهای سازند سرچشمه (آپسین) در برش ناودیس خور (شمال مشهد) و کاربرد آنها در تفسیر شرایط رسوبی

سید محمد علی موسوی زاده<sup>1</sup>، اسداله محبوبی<sup>2\*</sup>، رضا موسوی حرمی<sup>3</sup>، محمد حسین محمودی قرایی<sup>4</sup>، مهدی نجفی<sup>2</sup>

1- دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

2- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران 2- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

2- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\*پست الکترونیک: [amahboobi2001@yahoo.com](mailto:amahboobi2001@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: 89/5/4

تاریخ دریافت: 88/2/6

### چکیده

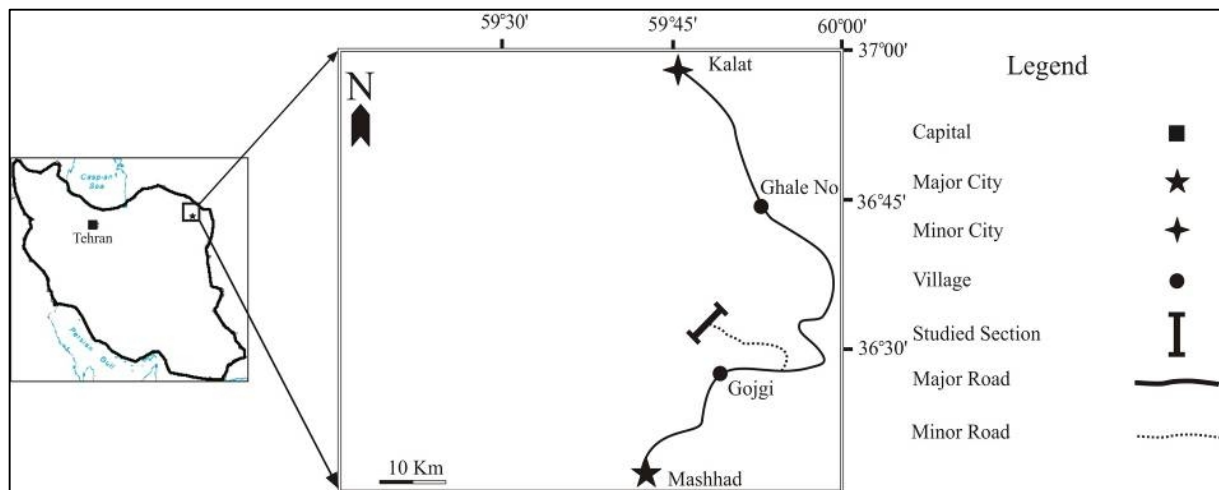
سازند سرچشمه به سن آپسین با امتداد شمال باختری - جنوب خاوری در ناودیس خور واقع در شمال مشهد (خاور کپه داغ) رخنمون دارد. این سازند در برش مورد مطالعه به طور عمده از شیل، مارن و سنگ آهکهای نازک لایه حاوی اثرات فسیلی تشکیل شده است. مرز پایینی سازند سرچشمه با سازند تیرگان به صورت تدریجی و هم شیب و مرز بالایی آن در هسته ناودیس به صورت فرسایش یافته است. در این مطالعه پنج اثر جنس *Paleodictyon*، *Zoophycos*، *Scolicia*، *Arthropycus* و *Chondrites* و سه اثر گونه *Paleodictyon strozzi*، *Paleodictyon maximum* و *Paleodictyon miocenicum* شناسایی شده است. با توجه به گسترش مکانی اثر فسیلهای، شرایط رسوب گذاری سازند سرچشمه در این برش به احتمال زیاد در بخش رمپ خارجی (Outer ramp) و مکانی با سطح اکسیژن پایین و با عمق بیشتر بوده است. این شرایط متفاوت از آن چیزی است که قبلاً برای این سازند در این برش تفسیر می شد.

**واژه‌های کلیدی:** اثر فسیل، سازند سرچشمه، آپسین، کپه داغ.

### مقدمه

کلات واقع است. منطقه مورد نظر در حد فاصل طولهای جغرافیایی 36° 30' تا 60° 00' و عرضهای جغرافیایی 36° 45' تا 59° 45' قرار دارد (شکل 1). اثر فسیلهای موجود در سازند سرچشمه که با وجود فراوانی زیاد، هنوز به طور دقیق بررسی نشده‌اند، موضوع مورد مطالعه در این پژوهش هستند و هدف از انجام آن، شناسایی این اثر فسیلهای و به کارگیری آنها در تفسیر شرایط رسوب گذاری سازند سرچشمه در برش ناودیس خور است.

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال خاور ایران، شمال افغانستان و بخش وسیعی از ترکمنستان واقع است. این حوضه درون قاره‌ای، پس از بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس و در اثر کوهزایی سیمیرین پیشین در زمان تریاس میانی تشکیل شده است (روتنر، 1993). سازند سرچشمه یکی از واحدهای چینه شناسی کرتاسه پیشین در این حوضه است که در شمال مشهد نیز رخنمون دارد. برش چینه شناسی مورد مطالعه در ناودیس خور در 50 کیلومتری مشهد، در مسیر جاده مشهد -



شکل 1: موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه.

### روش مطالعه

در این مطالعه سازند سرچشمه در برش یال جنوب باختری ناودیس خور به ضخامت 31 متر اندازه گیری و از آن تعداد 25 نمونه اثر فسیل برداشت شد. اثر فسیلهای جمع آوری شده بر اساس ریخت شناسی، تزیینات و همچنین اندازه و ابعاد اجزای مختلف شناسایی شدند (سیلاخر، 2007، میلر، 2007). به دلیل تنوع و حفظ شدگی خوب اثرجنس (Ichnogenus) پالئودیکتیون، این اثرجنس با استفاده از نمودار آچمن (1995) تعیین گونه شده است. در خاتمه نیز از تلفیق داده های سنگ شناسی، دیرینه شناسی فسیلهای پیکری و اثر فسیل جهت بازسازی شرایط حوضه در زمان رسوب گذاری استفاده شده است.

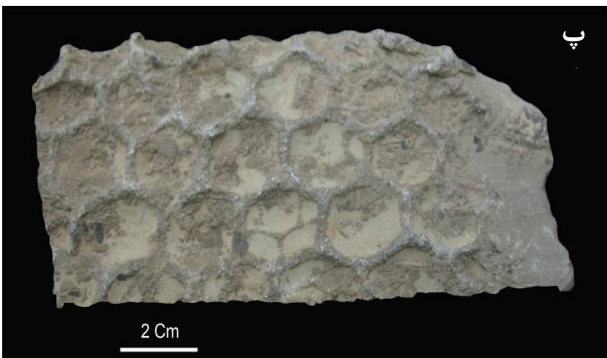
### توصیف اثر فسیلها

در رسوبات سازند سرچشمه در برش ناودیس خور، تعداد پنج اثرجنس *Scolicia*، *Zoophycos*، *Paleodictyon*، *Chondrites* و *Arthrophyucus* شناسایی شدند. همچنین بر اساس نمودارهای آچمن (1995) سه گونه پالئودیکتیون شامل *Paleodictyon strozzii*، *Paleodictyon maximum* و *Paleodictyon miocenicum* که همگی دارای شبکه

اثر فسیلها در مطالعات رسوب شناسی و دیرینه شناسی از اهمیت زیادی برخوردارند و از شاخصهای محیطی مهم هستند (میلر، 2007). اثر فسیلها به طور برجسته تشکیل شده و در اکثر موارد چنانچه رسوب دربرگیرنده آنها جابه جا شود این آثار از بین می روند. این آثار معمولاً در رسوبات فاقد فسیلهای پیکری (Body fossils) و به خصوص در رسوبات آواری از اهمیت بالایی برخوردار هستند (جعفریان و همکاران، 1383). فسیلهای پیکری ممکن است بر اثر عمل دیاژنز از بین بروند، در حالی که اثر فسیلها در طی دیاژنز مشخص تر می شوند، زیرا اختلاف نوع ذرات رسوبی بین زمینه سنگ و پرشدگی اثر فسیلها باعث وضوح بیشتر آنها می گردد (جعفریان و همکاران، 1383).

با توجه به قابلیت اثر فسیلها در تفسیر محیط رسوبی و با توجه به عدم وجود فسیلهای پیکری در مارنهای سازند سرچشمه و مقادیر ناچیز این فسیلها در لایه های آهکی، سعی شده است تا با استفاده از اطلاعات موجود اثر فسیلها به همراه اختصاصات سنگ شناسی و رسوب شناسی، ویژگیهای شرایط رسوبی سازند سرچشمه در برش ناودیس خور مورد بررسی قرار گیرد.

انتهای سازند سرچشمه دیده شده است.



شکل 2: اثر گونه‌های پالئودیکتیون (*Paleodictyon*) در سازند سرچشمه: الف) *P. miocenicum*، ب) *P. strozzii*، پ) *P. maximum*.

### *Paleodictyon miocenicum* - 2

این گونه نسبت به دو گونه قبلی پالئودیکتیون فراوانی کمتری در سازند سرچشمه دارد. این اثر به صورت اپی‌رلیف در مارنهای خاکستری باقی مانده است. اندازه شبکه‌های آن از 5/15 تا 5/85 میلی‌متر در تغییر است. قطر لوله‌ها 1/1 تا 1/4 میلی‌متر و به صورت فرورفته دیده می‌شوند. دیواره‌های شبکه‌ها در این گونه همانند گونه *P. strozzii* دچار فرسایش شده و حالت گرد مانند به خود گرفته‌اند، اما هنوز هم شش گوشه بودن آنها قابل تشخیص

لانه زنبوری هستند و به زیرجنس *Glenodictyon* تعلق دارند، تشخیص داده شدند. ویژگی‌های هر یک از این اثرفسیلها به شرح زیر است:

### پالئودیکتیون (*Paleodictyon*)

متعلق به گروهی به نام گرافوگلیپتید (*graphogliptids*) است و اولین بار توسط منگینی (1850) توصیف شده است. این اثرفسیلی به وسیله شبکه واضح چند گوشه در سطوح چینه‌بندی مشخص می‌شود و اگر چه از انواع متمایز کننده ایکنوفاسیس نرئیتس (*Nereites*) متعلق به آبهای عمیق محسوب می‌شود، ولی از رسوبات مناطق کم عمق‌تر نیز گزارش شده است (فورزیش و همکاران، 2007). اعتقاد بر این است که پالئودیکتیون دارای رفتار کشت میکروبی در محل زیست دائمی خود بوده و این رفتار منجر به تشکیل این نوع اثرفسیل شده است (بروملی، 1996؛ سیلاخر، 2007). اثرفسیل پالئودیکتیون فراوانترین اثرفسیل یافت شده در سازند سرچشمه است که به خصوص در بخشهای انتهایی برش به همراه اثرفسیل کندریتس دیده شده است. البته پالئودیکتیون در برش مورد مطالعه به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. سه گونه پالئودیکتیون شناسایی شده بر اساس نسبت بین اندازه حجرات و قطر لوله‌ها به شرح زیرند:

### 1- *Paleodictyon strozzi*

گونه *P. Strozzii* به صورت اپی‌رلیف بر روی مارنهای خاکستری رنگ تشکیل شده و شبکه‌های (Meshes) آن به صورت برجسته و لوله‌ها (Strings) به صورت فرورفته دیده می‌شوند (شکل 2 الف). اندازه شبکه‌ها بین 4/7 تا 4/85 میلی‌متر و قطر لوله‌ها از 0/9 تا 1/1 میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. بر اثر فرسایش شکل شش گوشه‌ای این آثار تاحدودی از بین رفته و در نگاه اول حالت گرد مانند در آنها به چشم می‌خورد. این گونه در ضخامت 15 متری اولیه همراه با گونه *P. maximum* و نیز در ضخامت 25 متری تا

زوفیکوسها دارای لامینه‌های ظریفی هستند که به صورت دسته جارویی آرایش یافته‌اند. اغلب لامینه‌ها کامل نبوده و به صورت منقطع هستند. حداکثر طول لامینه‌ها 8/6 سانتی‌متر و به صورت منحنی‌های واگرا هستند. پهنای لامینه‌ها بین 1/9 تا 2/2 میلی‌متر در تغییر است. فاصله بین لامینه‌ها 1/6 تا 2/1 اندازه‌گیری شده است که در محل همگرایی کمتر و با فاصله گرفتن از آن افزایش پیدا می‌کند. در محل همگرایی، لامینه‌ها حالت پیچشی و چرخشی به خود می‌گیرند (شکل 3 الف). این ساخت حالت اپی‌رلیف دارد. لوله حاشیه‌ای آن 3-3/8 میلی‌متر ضخامت دارد که در نقاط مختلف متغیر است. این اثر فسیل در مارنها و در 20 متری ابتدایی توالی سازند سرچشمه در ناحیه مورد مطالعه مشاهده شده است (شکل 4). فراوانی اثر فسیل زوفیکوس در قسمت‌های انتهایی برش بیشتر بوده و بیشترین تراکم این اثر فسیل در 20 متر انتهایی برش دیده می‌شود.

#### کندریتس (*Chondrites*)

کندریتس شامل دهلیزهای افقی تا مایل است که حالت شاخه‌ای را نشان می‌دهند. کندریتس اثر کرم‌های رسوب‌خوار سیفون‌دار است. این سیفون در این جانداران نقش تغذیه‌ای دارد. این کرم‌ها دارای خرطوم جمع‌شدنی هستند که به موجود اجازه می‌دهد بستر حوضه را از یک نقطه ثابت حفر کند. به طور کلی کندریتس دهلیزهای ساده کم عمقی هستند که برای تغذیه در رسوبات با اکسیژن پایین حفر می‌شود (سیمپسون، 1957؛ بروملی، 1996). این اثر جنس در نتیجه فعالیت موجودات همزیست شیمیایی (*Chemosymbiotic*) ایجاد می‌شود (ناست، 2009).

این اثر فسیلی در سازند سرچشمه به صورت شبکه‌ای از تونلهای اشعاعی تشکیل شده‌اند که به موازات سطوح لایه بندی ایجاد شده است. این اشعاعات حداکثر 21/5 میلی‌متر طول و 1/6 میلی‌متر قطر دارند. قطر تونلها در سرتاسر طول

است (شکل 2 ب). این اثر فسیلی از 25 متری تا انتهای سازند و به همراه جنس *P. strozzi* وجود دارد.

#### 3- *Paleodictyon maximum*

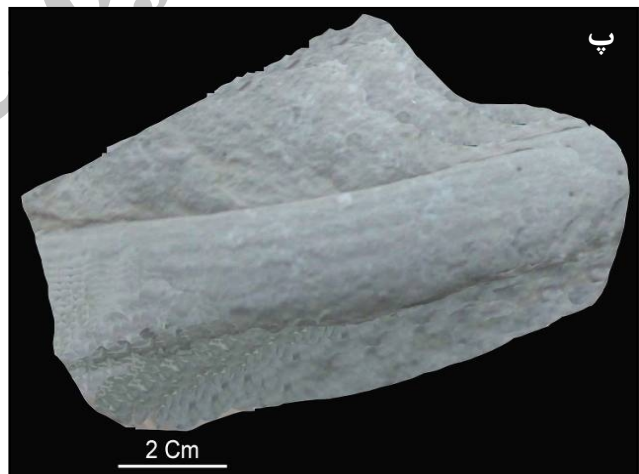
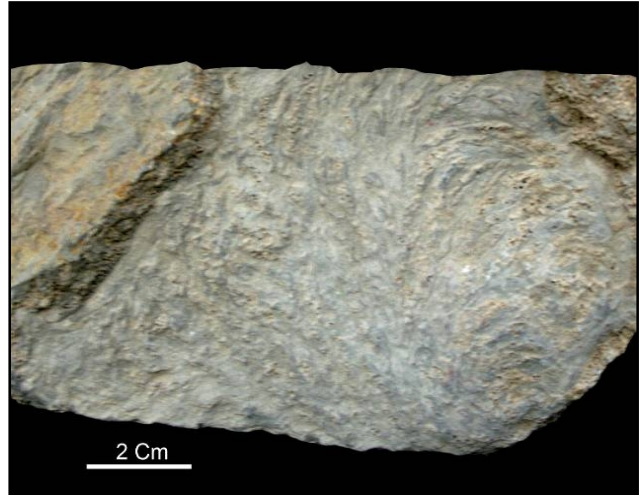
این گونه به صورت شبکه شش گوشه افقی با لوله‌های نیمه گرد دیده می‌شوند که بر روی بستری از سنگ آهک گلی تشکیل شده است. لوله‌ها توسط رسوبات آهکی دانه درشت پر شده‌اند که در واقع نشان دهنده ایجاد آنها به صورت ساختمانهای قبل از رسوب‌گذاری است. حجره‌ها به صورت شش گوشه‌های متقارن هستند. اندازه آنها 13/7 میلی‌متر و اندازه لوله‌ها 2/3-1/9 میلی‌متر اندازه‌گیری شده است (شکل 2 پ). طول یالهای شبکه در شش گوشه‌های متقارن معادل 10/7 میلی‌متر است. این اثر به صورت اپیکنیال و اپی‌رلیف تشکیل شده است. برخی از ردیفهای حجرات در نتیجه تراکم ناشی از فشار از حالت متقارن خارج شده‌اند. این جنس در 15 متری ابتدای سازند سرچشمه یافت شده است.

#### زوفیکوس (*Zoophycos*)

این نام اولین بار در سال 1855 برای ماکروفسیلیهای جلبکی و نه برای اثر فسیلها به کار برده شد (ماسالانگو، 1855). زوفیکوس اثر فسیلی بسیار پیچیده‌ای است و هنوز توافقی درباره تاکسونومی این اثر فسیل وجود ندارد (سیلاخر، 2007). زوفیکوس دارای محدوده زمانی طولانی، از اردوویسین تا عهد حاضر است و از اثر فسیل‌های مهم محسوب می‌شود (ساوری و همکاران، 2004؛ سیلاخر، 2007؛ میلر، 2007). این اثر فسیل احتمالاً اثر فعالیت کرم‌های غیر متحرک است (الیورو، 2003). ایکنو جنس زوفیکوس در محدوده رخساره اثر فسیلی زوفیکوس قرار می‌گیرد که در عمق سنجی کلی بین رخساره‌های کروزیانا و نرئیتس و در موقعیتهای کم و بیش مرتبط با شیب قاره دیده می‌شود (فری و پمبرتون، 1985). سیستم کلی زوفیکوسهای موجود در سازند سرچشمه دارای طول 9/2 سانتیمتر و عرض 8/3 سانتیمتر است.

انتهایی سازند و در فاصله 30 متری از قاعده یافت شده است (شکل 4). این اثرفسیل نسبت به پالئودیکتیون فراوانی کمتری دارد. بیشترین حضور کندریتس در انتهای برش و به همراه اثرفسیل پالئودیکتیون است. عمق نفوذ این اثرفسیل محدود بوده و آشفتگی چندانی ایجاد نکرده است.

آن تقریباً ثابت است. این تونلها هم به صورت مستقیم و هم به صورت انحنايي دیده می‌شوند. زمینه سنگ آهک گلی خاکستری تیره است، به طوری که تونلها با رسوبات دانه ریز و رنگ روشن از زمینه قابل تمایز است. زاویه بین انشعابات 35 تا 70 درجه است (شکل 3 ب). این اثرفسیل در قسمت



شکل 3: دیگر اثرفسیل‌های سازند سرچشمه؛ الف) Zoophycos isp. ب) Chondrites isp. پ) Scolicia isp. ت) Arthropycus isp.

### اسکولیسیا (Scolicia)

این اثر بوده‌اند (سیلاخر، 1986؛ فو و ورنر، 2000). شرایط زیست محیطی ایجاد این اثرفسیل مشابه شرایط کندریتس و زوفیکوس است (فو و ورنر، 2000). مطالعه‌ای که توسط فو و ورنر (2000) بر روی رسوبات منطقه شیب قاره صورت گرفته است، نشان می‌دهد که اسکولیسیا به طور عمده در

اسکولیسیا یک ساختار رسوبی زیست زادی (Biogenic) است که هم در رسوبات منطقه کم عمق و هم در رسوبات منطقه عمیق حضور گسترده دارد (آچمن، 1995). سازندگان اثر فسیلی اسکولیسیا در عهد حاضر با سازندگان آن در پالئوزوئیک متفاوت هستند. احتمالاً خارداران نامنظم *Hemiasfer expergitus* از زمان مزوزوئیک ایجاد کننده

پس ریزی عرضی هستند که انتهای تونل در آنها مسدود است، البته اسپریتهای آنها با آثار U شکل که در ریزو کورالیوم (*Rhizocorallium*) و دیپلو کراتریون (*Diplocraterion*) وجود دارد، متفاوت است. برای انطباق گندوانا در اردوویسین و سیلورین، از این اثر فسیلی استفاده شده است (سیلاخر، 2007). انواع آرتروفیسیدها تنوعی را نشان می دهند که می توانند به عنوان اثر فسیل راهنما در مناطق فاقد فسیلهای پیکری مورد استفاده قرار گیرند (سیلاخر، 2007).

آرتروفیکوسهای سازند سرچشمه به صورت لوله ای شکل باقی مانده اند. این لوله به صورت مستقیم و بدون پیچش است که دارای یک انحنای کلی بوده و شبیه به قسمتی از کمان یک دایره است. قطر لوله  $6/3$  میلی متر و طول آن  $16/3$  سانتی متر است. تنها در یک قسمت از کمان یک انشعاب دیده می شود که به لوله مجاور وصل شده است. قطر لوله در سرتاسر طول آن تقریباً ثابت است. این لوله به صورت افقی است که البته میزان ناچیزی پیچش در طول آن دیده می شود (شکل 3 ت). آرتروفیکوس به همراه اسکولیسیا در قسمت ابتدایی و در فاصله 10 متری قاعده سازند مشاهده شده است (شکل 4). این اثر فسیل کمترین فراوانی را در برش مورد مطالعه دارد و تنها به همراه اثر فسیل اسکولیسیا در قسمت ابتدایی برش و به صورت محدود دیده شد.

### بحث

به طور کلی اثر فسیلهای موجود در سازند سرچشمه از تنوع زیادی برخوردار نیستند. کرایمس (1974) تعداد کل ایکنوتاکساها را برای دوره های زمین شناسی به دست آورده و یک افزایش تنوع در طی فانروزوئیک را نشان داده است به طوری که اثر فسیلها با فراوانی و افزایش تنوع از کرتاسه تا پالئوژن همراه هستند.

روی دامنه جنوبی کانالها، جایی که نرخ رسوب گذاری بیشتر است ایجاد می شود.

اثر فسیل اسکولیسیا در برش مورد مطالعه دارای ابعادی به طول  $12/2$  سانتی متر و قطر  $2/3$  سانتی متر است که به صورت هیپورلیف در شیلهای باقی مانده است. سه شیار طولی در سرتاسر طول اثر دیده می شود. لبه های این اثر فسیل در یک سمت کاملاً صاف و بدون موج بوده ولی در طرف دیگر یکنواخت نیست. در یک سمت تونل، سطوح عمیق تر اثر نیز دیده می شود که دارای تزئینات ظریف تر و بیشتری است. پهنای شیارهای اصلی  $4/3$  میلی متر و فاصله بین شیارها  $2/2$  میلی متر است. این اثر به صورت یک تونل مستقیم و فاقد پیچش است که البته مقدار کمی انحنای در طول آن دیده می شود (شکل 3 پ). این اثر فسیلی بیشتر در 8 تا 10 متری قاعده سازند سرچشمه یافت شد (شکل 4). فراوانی اثر فسیل اسکولیسیا به طرف انتهای برش کاهش می یابد و بیشترین حضور این اثر فسیل در ضخامت 10 متری قاعده برش است. البته در قسمت انتهایی برش این اثر فسیل به صورت انگشت شمار نیز دیده می شود.

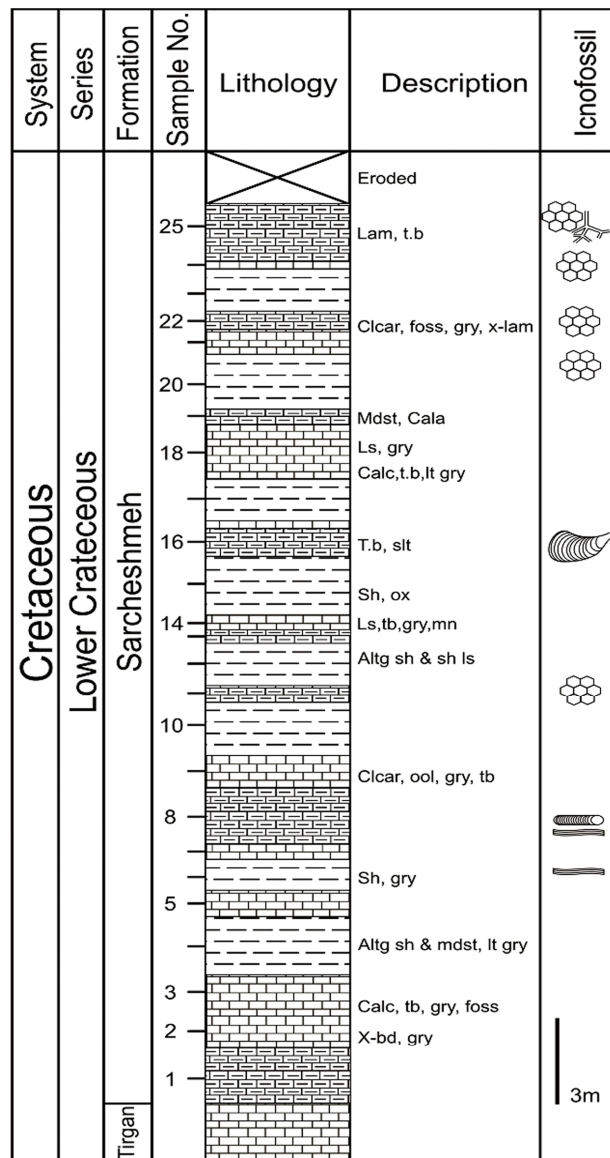
آشفستگی زیستی با عمق زیاد در رسوبات توسط جانوران مهمترین عامل تخریب اثر فسیلی اسکولیسیا است. بهترین شرایط برای حفظ این اثر فسیلی، حفاری اثر ساز اسکولیسیا در فصل مشترک رسوبات ماسه - سیلت / گل است (فو و ورنر، 2000).

### آرتروفیکوس *Arthropycus*

این اثر فسیلی به گروهی از کرمها به نام کرمهای بی خانمان (Homeless Worm) نسبت داده می شود، زیرا از لحاظ تاکسونومی اثر سازان آرتروفیکوس به رده های خاصی وابسته نیستند (سیلاخر، 2007). این آثار دارای اشکال و تزئینات ظریف و برجسته ای بوده و از حفظ شدگی خوبی برخوردارند. آرتروفیکوسها دارای یک دسته ساختمانهای

در طول کربنیفر پیشین برای پالئوزوئیک و در کرتاسه پیشین برای مزوزوئیک به دست آورده که بعد از یک کمینه مرحله‌ای کوتاه مدت در آلپین روند رو به افزایش آن تا ائوسن دنبال می‌شود (شکل 5). از آن جایی که سن سازند سرچشمه در شرق حوضه رسوبی کپه داغ (شکل 6) آپسین پسین است (رئیس‌السادات، 2004)، بنابراین تنوع آثار فسیلی در بخشهای ابتدایی آن منطبق با داده‌هایی است که آچمن (2004) ارائه کرده است (شکل 5). همچنین نوروزی و همکاران (1387) نیز اثر فسیل پالئودیکتیون سازند سرچشمه در برش رادکان واقع در ناودیس غروق در 8 کیلومتری شمال رادکان را در 50 تا 70 متر بخشهای ابتدایی سازند سرچشمه شناسایی و گزارش نموده‌اند.

در بارمین پیشین، بالا آمدن سطح آب دریا در مقیاس جهانی زمینه پیش روی وسیع دریا را در سطح خشکیها فراهم کرده است (هک و همکاران، 1987). این بالا آمدن سطح دریا در منطقه کپه داغ باعث نهشته شدن رسوبات کربناته آلیتی و بیوکلاستی سازند تیرگان در محیط کم عمق دریایی گردیده است. پیش روی از شمال باختری حوضه رسوبی کپه داغ شروع و به سمت جنوب خاوری آن ادامه داشته است (افشارحرب، 1373). پس از آن سازند سرچشمه در محیطی آرامتر و با فرونشینی بیشتر نهشته شده است. در طی بارمین - آپسین پسین سطح آب دریا بیشتر بالا آمده و حوضه عمیق تر شده است (رئیس‌السادات و موسوی حرمی، 2000). الگوی کلی روی هم چینی سازندها در حوضه کپه داغ، پیش روی آب را در اواخر کرتاسه پیشین و اوایل کرتاسه پسین در حوضه تأیید می‌کند و تبدیل محیط از رودخانه‌ای (سازند شوربجه) (موسوی حرمی و برنر، 1990 و 1992) به یک پلاتفرم کربناته (سازند تیرگان) (ریوندی و همکاران، 1386؛ موسوی زاده و همکاران، 1387) و پس از آن مناطق عمیق تر (سازندهای سرچشمه و سنگانه) (رئیس‌السادات و موسوی حرمی، 2000) نشان دهنده همخوانی با بالا آمدگی



Legend

	Marl		Arthropycus
	Limestone		Scolicia
	Shale		Paleodictyon
			Zoophycos
			Chondrites

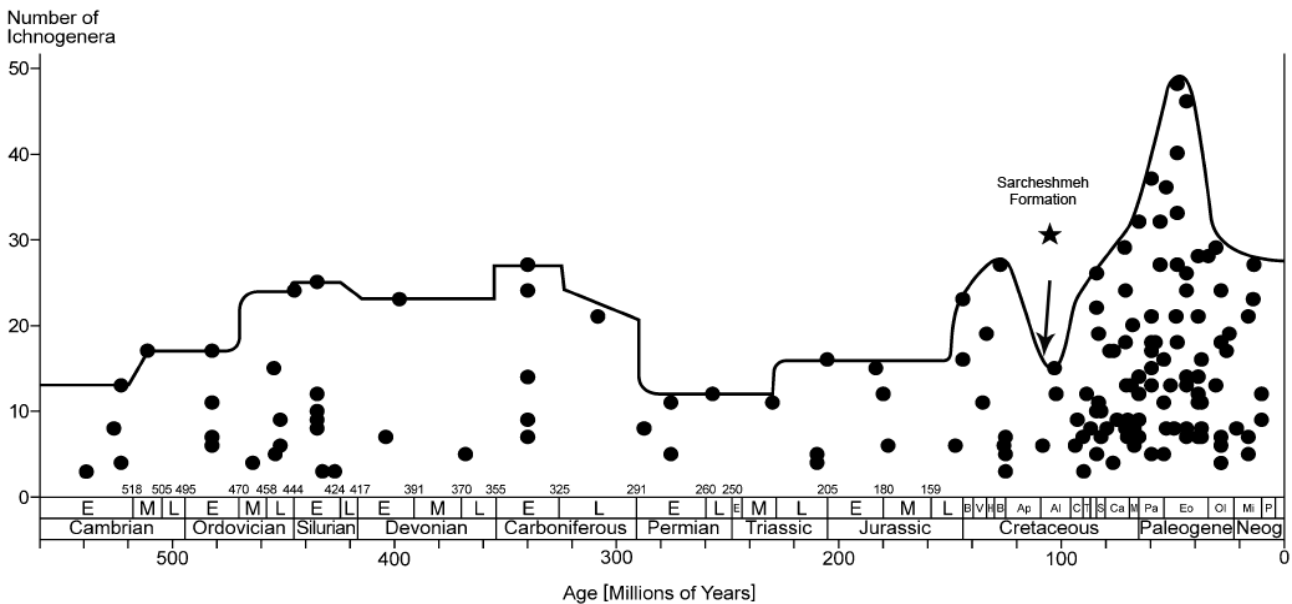
شکل 4: ستون چینه شناسی سازند سرچشمه در ناودیس خور همراه با محل آثار فسیل یافت شده، علائم توصیف سنگ شناسی شامل:

Altg: Alternating, x-bd: Cross bedded, x-l: Cross laminated, Calcar: Calcareous, Calc: Calcareous, Foss: Fossiliferous, Gry: Gray, Lam: lamination, Lt: Light, Ls: Limestone, Mn: Manganiferous, Mdst: Mmudstone, Ool: Oolitic, Sh: Shale, Slt: Silty, T.b: Thin-bedded.

آچمن (2004) مقادیر دقیق تنوع اثر فسیلی دریایی عمیق را ارائه کرده است. وی در این بررسی، بیشینه تنوع اثر فسیلهای را

محیطهای عمیق تر نسبت به سازند تیرگان و در محدوده رمپ خارجی (Outer ramp) و حتی عمیق تر وجود دارد.

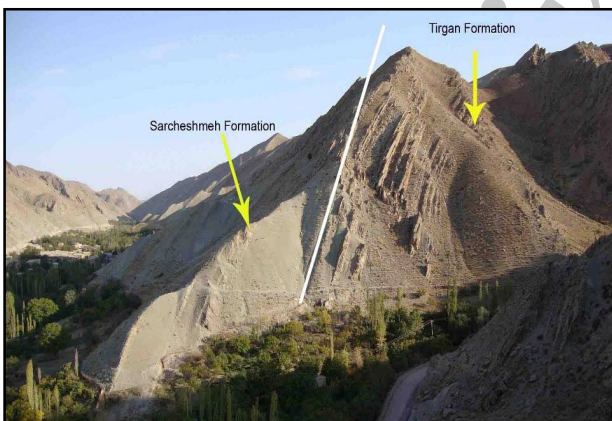
جهانی سطح آبها در این زمان (هک و همکاران، 1987) است. با توجه به این روند، امکان تشکیل سازند سرچشمه در



شکل 5: نمودار تغییرات تنوع اثرفسیلهها در طول زمان زمین شناسی (آچمن، 2004) و موقعیت سنی سازند سرچشمه در این نمودار.

پالئودیکتیون گزارش شده است (نوروزی و همکاران، 1387).

از نظر سنگ شناسی، قسمت زیادی از سازند سرچشمه را شیل و مارن تشکیل می دهند (شکل 4). براساس مطالعه ریوندی (1386)، سازند سرچشمه در برش ناودیس خور شامل رخساره های گرینستون آئیدی و بیو کلاستی نهشته شده در مناطق پرانرژی و رخساره های پکستونی بریوزوئری و اکینودرمی تشکیل شده در محیطهای کم انرژی دریای باز است. علاوه بر این شیل و مارنهای این سازند با توجه به عدم حضور فسیل پیکری به محیطهای ساحلی نسبت داده شده اند. این تفسیر با توجه به وجود اثرفسیلهایی نظیر زئوفیکوس، پالئودیکتیون و کندریتس در این رسوبات که به محیطهای عمیق تر و شرایط فاقد اکسیژن تعلق دارند (میلر، 2007؛ سیلاخر، 2007)، بعید به نظر می رسد. همچنین نوروزی (1387) نیز به دلیل عدم وجود فسیلهای پیکری در شیل و مارنهای این سازند و همچنین وجود پولکهای از ژپیس، تشکیل این رسوبات را در محیط کم عمق ساحلی تفسیر کرده است در حالی که برش مورد مطالعه وی نیز اثرفسیل



شکل 6: رخنمون سازندهای سرچشمه و تیرگان در ناودیس خور

همان طور که قبلاً اشاره شد زوفیکوسهای محیطهای کم عمق مربوط به زمان پالئوزوئیک هستند و نمونه های مربوط به مزوزوئیک تنها در محیطهای عمیق و عمدتاً در شیب قاره یافت شده اند (سیلاخر، 1986؛ چمبرلین، 2000؛ الیورو، 2003). جنسهای پالئودیکتیون و کندریتس مربوط به



در این برش به رخساره زوفیکوس تعلق دارد. البته با در نظر گرفتن بازه حضور ایکنوجنس پالئودیکتیون بین رخساره زوفیکوس و کروزیانا این مجموعه را می توان متعلق به قسمتهای انتهایی رخساره کروزیانا (*Distal Cruziana*) دانست.

### نتیجه گیری

در سازند سرچشمه پنج اثرجنس *Paleodictyon*، *Chondrites* و سه گونه *Paleodictyon strozzi*، *Paleodictyon maximum* و *Paleodictyon miocenicum* شناسایی شدند که هر سه گونه به زیراثرجنس (*Subichnogenus*) گلودیکتیون (*Glenodictyon*) تعلق دارند. از آن جا که بیشتر این آثار فسیل متعلق به بخش خارجی رمپ و شرایط با اکسیژن پایین هستند، به احتمال زیاد رسوبات دانه ریز این سازند برخلاف تفسیرهای گذشته در محیطهای عمیق تر برجای گذاشته شده است.

### تشکر و قدر دانی

در پایان از همکاری پروفیسور سیلاخر عضو مؤسسه علوم زمین توینگن (Tubingen) آلمان به خاطر تأیید اثر فسیلهای شناسایی شده سپاسگزاری می شود.

جانداران با فعالیت کشت میکروبی در محیطهای با سطح اکسیژن پایین و میزان مواد غذایی بالا هستند (بروملی، 1996؛ ناست، 2004؛ سیلاخر، 2007). این شرایط معمولاً با محیطهای نسبتاً عمیق و دور از دسترس اکسیژن همخوانی دارد. اگر چه این شرایط در محیطهای کم عمق نیز ممکن است به صورت موقتی ایجاد شود ولی با توجه به وجود گونه *P. maximum* که شاخص محیط عمیق است (سیلاخر، 2007)، این احتمال کمتر است. از طرفی مناطق کم عمق غالباً دارای مقدار بالای اکسیژن هستند و ایجاد شرایطی که منجر به رفتارهای کشت میکروبی همانند پالئودیکتیون و کندریتس شود، نیازمند کاهش شدید میزان اکسیژن در محیط است که شواهدی مبنی بر چنین شرایطی در سازند سرچشمه مشاهده نمی شود. بر اساس نمودار مربوط به بازه عمق سنجی برخی از اثر فسیلهای شاخص، امکان وجود پالئودیکتیون در عمق کمتر از 200 متر غیر معمول و حضور غالب این اثر فسیلی از عمق 600 متری تا اعماق 2600 متر است (ژانگ و همکاران، 2008). همچنین در مورد پالئودیکتیون باید اشاره کرد که حفظ شدگی این اثر فسیل در رسوبات مناطق کم عمق تر، مستلزم وجود شرایطی نظیر جریانهای طوفانی یا توریدایتهای دلتایی است (فورزیش و همکاران، 2007) که هیچ گونه شواهدی از این رویدادها در سازند سرچشمه گزارش یا مشاهده نشده است. اثر فسیل اسکولیسیا که به خارداران نامنظم (*Exocyclic*) مربوط می شود و به محیطهای عمیق تعلق دارد (فو و ورنر، 2000) نیز در سنگ آهکهای رسی سازند سرچشمه دیده می شوند و همان طور که اشاره شد موجودات سازنده این اثر در مزوزوئیک فقط در محیطهای عمیق زیست می کرده اند (چوماچنکو و آپمن، 2001). از لحاظ شرایط زیستی نیز این اثرجنس شرایط مشابه کندریتس، پلانولیتس و زوفیکوس دارد (فو و ورنر، 2000). با توجه به مطالعات صورت گرفته توسط سیلاخر (2007)، اثر فسیلهای موجود

## منابع

- افشارحرب، ع.، 1373. زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، 275 ص.
- جعفریان، م.ع.، وزیری مقدم، ح.، طاهری، ع.، 1383. بی مهرگان (سنگواره). انتشارات دانشگاه اصفهان، 356 ص.
- ریوندی، ب.، 1386. چینه نگاری زیستی و سکانسی سازندهای تیرگان و سرچشمه در ناودیس خور (شمال شرق مشهد). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، 162 ص.
- ریوندی، ب.، نجفی، م.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، وحیدی نیا، م.، موسوی زاده، م.، 1386. چینه نگاری زیستی و سکانسی سازند تیرگان در ناودیس خور در شمال شرق مشهد. یازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صص: 1613-1620.
- موسوی زاده، م.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، ر.، نجفی، م.، 1387. رخساره های رسوبی و چینه نگاری سکانسی سازند تیرگان در برشهای جوزک و چمن بید در غرب حوضه رسوبی کپه داغ و انطباق با نواحی شرق حوضه. مجله پژوهشی علوم پایه، دانشگاه اصفهان، 32 (3): 33-65.
- نوروزی، ز.، محمودی قزایی، م.ح.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، ر.، کباری، ر.، 1387. شناسایی ایکنوفسیل پالئودیکتیون در رسوبات سازند سرچشمه منطقه کپه داغ. دومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران. ص 176.
- نوروزی، ز.، 1387. بررسی تاریخچه رسوب گذاری و پس از رسوب گذاری سازند سرچشمه در بخش مرکزی حوضه رسوبی کپه داغ (منطقه چناران). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، 187 ص.
- Bromley, R.G., 1996. Trace Fossils: Biology, Taphonomy and Applications. Second Edition, *Chapman and Hall*, London, 361 p.
- Chamberlain, C.K., 2000. Prologue to the study of Zoophycos. *Ichnol. Newsl.*, 22: 13-23.
- Crimes, T.P., 1974. Colonization of the early ocean floor. *Nature*, 248: 328-330.
- Frey, R.W., & Pemberton, S.G., 1985. Biogenic structures in outcrops and cores: I: Approaches to ichnology. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 33: 72-115.
- Fu, S., & Werner, F., 2000. Distribution, ecology and taphonomy of the organism trace, Scolicia, in northeast Atlantic deep-sea sediments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156: 289-300.
- Fürsich, F.T., Taheri, J., & Wilmsen, M., 2007. New occurrence of the trace fossil paleodictyon in shallow marine environments: example from the Triassic-Jurassic of Iran. *Palaïos*, 22 (4): 408-416.
- Haq, B.U., Hrdenbol, J., & Vial, R., 1987. Chronology of fluctuating sea level. *Science*, 235: 1156-1167.
- Knaust, D., 2004. The oldest Mesozoic nearshore *Zoophycos*: evidence from the German Triassic. *Lethaia*, 37: 297-306.
- Knaust, D., 2009. Characterisation of a Campanian deep-sea fan system in the Norwegian Sea by means of ichnofabrics. *Marine and Petroleum Geology*, 26: 1199-1211.
- Massalongo, A., 1855. Zoophycos, novum genus Plantorum fossilium, Typis Antonellianis. *Veronae*: 45-52.
- Menghini, G.G., 1850, In: Savi, P. & Menghini, G.G., (Eds.), Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche concernanti la geologia della Toscana e dei paesi limitrofi. Appendix in: Murchison, R.I. (Ed.), *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi degli Apennini e dei Carpazi. Stemparia granucale, Firenze*: 246-528.
- Miller, W., 2007. Trace Fossils: Concepts, Problems, Prospects. *Elsevier*, 611p.
- Moussavi-Harami, R., & Brenner, R.L., 1990. Lower Cretaceous (Neocomian) fluvial deposition eastern Kopet-Dagh Basin, Northeastern Iran. *Cretaceous Research*, 11: 163-174.
- Moussavi-Harami, R., & Brenner, R.L., 1992. Geohistory analysis and petroleum reservoir characteristics of Lower Cretaceous (Neocomian) Sandstones, Eastern Kopet-Dagh Basin, Northeastern Iran. *American Association Petroleum Geology Bulletin*, 76: 1200-1208.
- Olivero, D., 2003. Early Jurassic to Late Cretaceous evolution of Zoophycos in the French Subalpine Basin (southeastern France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 192: 59-78.

- Raisossadat, S.N., 2004. The ammonite family Deshayestidae in the Kopet Dagh Basin, north-east, Iran. *Cretaceous Research*, 25: 115-136.
- Raisossadat, S.N. & Moussavi-Harami, R., 2000. Lithostratigraphic and facies analyses of the Sarcheshmeh Formation (Lower Cretaceous) in the eastern Kopet Dagh Basin, NE Iran. *Cretaceous Research*, 21 (4): 507-516.
- Ruttner, A.W., 1993. Southern borderland of Triassic Laurasia in northeast Iran. *Geol. Rund.*, 82: 110-120.
- Savary, B., Olivero, D., & Gaillard, C., 2004. Calciturbidite dynamics and endobenthic colonisation: example from a Late Barremian (Early Cretaceous) succession in southeastern France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 211: 221-239.
- Seilacher, A., 1986. Evolution of behavior as expressed in marine trace fossils. In: Nitecki, M.H., & Kitchell, J.A., (Eds.), *Evolution of Animal Behavior*. Oxford University Press, New York: 62-87.
- Seilacher, A., 2007. Trace Fossil Analysis. *Springer-Verlag*, Berlin, 226 p.
- Simpson, S., 1957. On the trace-fossil Chondirites. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 112: 475-499.
- Tchoumatchenco, P., & Uchman, A., 2001. The oldest deep-sea Ophiomorpha and Scolicia and associated trace fossils from the Upper Jurassic - Lower Cretaceous deep-water turbidite deposits of SW Bulgaria. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 169 (1-2): 85-99.
- Uchman, A., 1995. Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: The Marnoso-arenacea Formation and associated facies (Miocene, Northern Appenines, Italy). *Beringeria*, 15: 1-114.
- Uchman, A., 2004. Phanerozoic history of deep-sea trace fossils, In: McIlroy, D., (ed.), *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphical Analysis*. Geological Society of London, *Special Publication*, 228: 125-139.
- Zhang, X., Shi, G.R., & Gong, Y., 2008. Middle Jurassic trace fossils from the Ridang Formation in Sajia County, South Tibet and their palaeoenvironmental significance. *Facies*, 54: 45-60.

Archive of SID