

## سنگ‌چینه‌نگاری، زیست‌چینه‌نگاری و طیف‌سنجی پرتو گاما مرز کرتاسه-پالئوژن در برش چینه‌شناسی سطحی و چاه اکتشافی در ناحیه فارس ساحلی، کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس

عبدالرضا مقدسی<sup>۱</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۲\*</sup> و علی صیرفیان<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳ - گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه اصفهان، اصفهان

نویسنده مسئول: hvaziri@sci.ui.ac.ir

دریافت: ۹۷/۸/۲۸ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۸

### چکیده

هدف از این پژوهش شناخت دقیق مرز کرتاسه-پالئوژن در ناحیه فارس ساحلی بر مبنای ویژگی‌های سنگ‌شناسی، فسیلی و نمودار پرتوگاما سطحی و چاه است. این پژوهش بر روی یک برش سطحی در یال شمالی تاق‌دیس گاوبست و یک چاه اکتشافی در همان ناحیه انجام و سپس با یکدیگر مقایسه شده است. در این منطقه راس سازند گورپی و قاعده سازند پابده به سترای ۵۰ متر نمونه‌برداری شد و ۱۹۵ نمونه و اندازه‌گیری پرتوگاما بوسیله دستگاه برداشت پرتو گاما قابل حمل به فاصله ۳۰ سانتی‌متری انجام گرفته که برای شناسایی دقیق مرز و بایوزون‌ها پیش و پس از مرز کرتاسه-پالئوژن، برای افزایش دقت، فاصله به ۱۵ سانتی‌متر کاهش داده شد. فاصله نمونه‌برداری از خرده‌های حفاری، در زمان حفاری چاه اکتشافی، ۲ متر بوده است. اورانیوم (پی‌پی‌ام)، تورنیوم (پی‌پی‌ام)، پتاسیم (/) و مقدار کل گاما (نانوگری/ساعت) در محل هر نمونه اندازه‌گیری شده و با نرم‌افزار ژئولاگ رسم گردید و سپس با بهره‌گیری از نرم‌افزار سیکلولاگ، لاگ گامای سطحی با چاه اکتشافی در ناحیه مقایسه شد. نتایج نشانگر تغییرات زیاد پرتوی گاما (۱۷/۰۲ تا ۸۱/۹۴ نانوگری بر ساعت) است. این افزایش گاما بر مرز کرتاسه-پالئوژن منطبق نیست و به دلیل افزایش کانی‌گلوکونیت و فسفات در نهشته‌های نزدیک مرز است. کمترین مقدار اورانیوم ۱/۳۶ پی‌پی‌ام و بیش‌ترین آن ۱۳/۲۴ پی‌پی‌ام است. فرامینفرهای پلانکتون در بُرش میکروسکوپی و هم‌بصورت شسته شده جدا و مورد بررسی و عکسبرداری قرار گرفت. شمار ۲۵ جنس و ۵۰ گونه از فرامینفرهای پلانکتون شناسایی شد. بایوزون‌های شناسایی شده در راس سازند گورپی عبارتند از زون *Gansserina gansseri* و زون *Contusotruncana contusa* که نشانگر سن بخش بالایی کامپانین پسین تا مائسترشتین می‌باشد. بایوزون‌های شناسایی شده در قاعده سازند پابده شامل زون گستره-بخشی *Eoglobigerina edita* (P1)، زون پایین‌ترین پیدایش *Pramurica uncinata* (P2) و زون پایین‌ترین پیدایش *Morozovella angulata* (P3) می‌باشند که نشانگر سن داتین برای نهشته‌های قاعده سازند پابده می‌باشد. بر پایه کارهای انجام گرفته، مرز سازندهای گورپی-پابده در ناحیه مورد مطالعه به دلیل نبود زون‌های *Pseudoguembelina Abathomphalus mayeroensis*، *Guembeliteria cretacea* (P0)، *Plummerita hatkeninoides*، *Pseudotextularia elegans*، *hariaensis*، تمام *Parvularugoglobigerina eugubina* (Pa) ناپیوسته موازی بوده و این ناپیوستگی از مائستریشیتین پسین تا داتین پیشین می‌باشد. این ناپیوستگی به دلیل وجود گلوکونیت و فسفات در نهشته‌های نزدیک مرز سازندهای گورپی-پابده نشانگر هاردگراند می‌باشد. از دید سنگ‌چینه‌نگاری مرز سازندهای گورپی و پابده به دلیل نبود بخش غیر رسمی شیل ارغوانی در قاعده سازند پابده در ناحیه فارس ساحلی، در آغازه‌های مارلستونی سازند پابده که کم فرسا بوده و دارای میکروفسیل‌های ترابری شده کرتاسه هستند قرار داده شده است.

**واژه‌های کلیدی:** سنگ‌چینه‌نگاری، زیست‌چینه‌نگاری، فرامینفرهای پلانکتون، طیف‌سنجی پرتو گاما، کرتاسه-پالئوژن، زاگرس

### مقدمه

تریاس دومین رویداد مهم در روی زمین بوده (سپکوسکی، ۱۹۹۶) و منطبق بر ۶۶ میلیون سال پیش است (اوگ و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۶). این رخداد باعث از بین رفتن ۶۴ تا ۸۵ درصد از همه‌ی گونه‌های ارگانسیم‌های دریایی و خشکی شده است (سپکوسکی، ۱۹۹۶). فرضیه‌های مختلفی در مورد علت این رویداد توسط پژوهشگران مختلف داده شده است. یکی از آن‌ها

گذر کرتاسه به پالئوژن از دیدگاه چینه‌شناسی رویدادی<sup>۱</sup> به *vhsjhd* انقراض عمومی اهمیت زیادی دارد. یکی از بزرگ‌ترین حوادث در تاریخ زمین رویداد مرز کرتاسه-پالئوژن<sup>۲</sup> می‌باشد، این رویداد پس از رویداد مرز پرمین-

<sup>1</sup> Event stratigraphy

<sup>2</sup> K/Pg

مرز کرتاسه-پالئوژن در ناحیه فارس ساحلی در یک برش عرضی<sup>۵</sup> با راستای جنوب به شمال در عماد شهر (عماد ده) در استان فارس دربرگیرنده نهشته‌های مرز سازندهای گورپی-پابده مورد بررسی قرار گرفت که شامل یک برش چین‌شناسی سطحی و یک چاه اکتشافی است.

### زمین‌شناسی منطقه

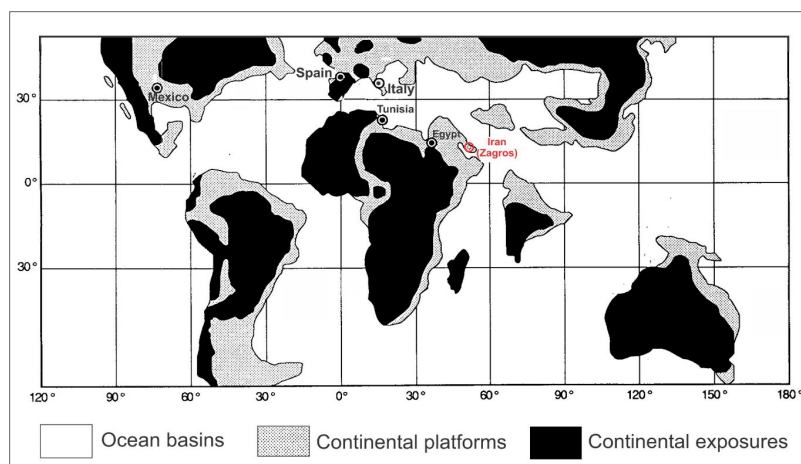
ناحیه مورد بررسی در کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس<sup>۶</sup> واقع شده است و جزو کمربند کوهزایی آلپ-همیالیا که ۲۰۰۰ کیلومتر بوده و بین خرده قاره<sup>۷</sup> ایران مرکزی (تکین، ۱۹۷۲) و بخش شمال‌باختری پلیت ایران در شمال‌خاور و پلیت عربی در جنوب‌باختر قرار دارد (کویی و همکاران، ۲۰۰۸). کمربند چین‌خورده-رانده نتیجه فرورانش اقیانوس نئوتتیس زیر ایران و برخورد قاره-قاره بین ایران و صفحه‌ی عربی در میوسن پیشین است (تکین، ۱۹۷۲؛ اشتوکلین، ۱۹۷۴؛ علوی، ۱۹۸۰، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۴؛ بربریان و کینگز، ۱۹۸۱؛ کویی و همکاران، ۲۰۰۸؛ جهانی و همکاران، ۲۰۰۹؛ آگارد و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱؛ معتمدی و همکاران، ۲۰۱۲). کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس یکی از بزرگ‌ترین و فعال‌ترین سیستم حوضه‌ای پیش‌بوم<sup>۸</sup> است و به علت دارا بودن مخازن نفت و گاز، گنبد‌های نمک و تاق‌دیس‌ها معروف است (پیروز و همکاران، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶). دوسوم مخازن نفت اثبات شده و یک سوم گاز جهان در کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس واقع است (بیدون، ۱۹۹۲). تکامل ساختمانی و تاریخچه رسوب‌گذاری این کمربند به قرار زیر است: شرایط پلاتفرم پایدار و گسل‌شدگی بلوکی در دیرینه‌زیستی، فاز کافتی‌شدن<sup>۹</sup> در پرمو-تریاسیک، حاشیه قاره‌ای ناپویا با گسترش دریا در شمال‌خاور و فرورانش در تریاس پسین-کرتاسه پسین (تورونین)، فرارانش<sup>۱۰</sup> افیولیت در کرتاسه پسین (کنیاسین-سانتونین)، چین‌خوردگی و کوتاه‌شدگی در میو-پلیوسن است (جهانی و همکاران، ۲۰۰۵؛ معتمدی و همکاران، ۲۰۱۲). در طی مرز کرتاسه-پالئوژن کمربند زاگرس چین‌خورده و رانده در بخش جنوبی اقیانوس نئوتتیس قرار داشت (شکل ۱).

برخورد شهاب خارج از زمین است که توسط آلوارز ارائه شده که باعث آنومالی مثبت عنصر ایریدیم در این مرز شده است (آلوارز و همکاران، ۱۹۸۰؛ اسمیت، ۱۹۹۰). آتشفشان‌های پیایی (مولن، ۲۰۰۴)، و روانه بازالتی دکن (دانکن و پایل، ۱۹۸۸)، سمی شدن آب دریاها توسط دی‌اکسید کربن (مکلتن، ۱۹۸۵؛ درکلر، ۱۹۹۶)، خفه‌شدگی به علت کمبود اکسیژن (لندیس و همکاران و درکلر، ۱۹۹۶)، ناتوانی در تولید مثل (مکلتن، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۴؛ درکلر، ۱۹۹۶)، نوسان سطح آب دریا و تغییر آب و هوا (هالام، ۱۹۸۹؛ درکلر، ۱۹۹۶)، سوپرنوا (الیس و اسمیت، ۱۹۹۵) از این گونه رویدادها هستند (کلر و همکاران، ۲۰۰۱).

بررسی دقیق مرز کرتاسه-پالئوژن در جهان از دهه ۱۹۸۰ آغاز گردیده است. جایگاه و برش چین‌شناسی جهانی<sup>۳</sup> این مرز در قاعده لایه رسی برش الکف در تونس معرفی شده که پیوسته می‌باشد (کلر، ۱۹۹۸؛ کلر و همکاران، ۱۹۹۵؛ مولینا و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۹). دیگر برش‌های مهم در جهان در عین ستاره و الس در تونس (آرنیلاس و همکاران، ۲۰۰۰؛ کارویی-یاکوب، ۲۰۰۲؛ مولینا و همکاران، ۲۰۰۹)، منطقه آگوست، کاراکاوا و زومیا در شمال‌خاور اسپانیا (کنیودو و همکاران، ۱۹۹۱؛ پارودو و همکاران، ۱۹۹۶؛ مولینا و همکاران، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۹)، ناحیه بیدارت در فرانسه (گالالا و همکاران، ۲۰۰۹؛ مولینا و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۹)، ناحیه ال‌مولاتو و بوچیل در مکزیک (مولینا و همکاران، ۲۰۰۹) و پوتی در برزیل (آلبرتائو و همکاران، ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴؛ اشتینزیک و کلر، ۱۹۹۶؛ کوتسوکوس، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶) است. در طی کرتاسه و پالئوسن بخش شمال‌خاور صفحه‌ی عربی توسط اقیانوس نئوتتیس پوشیده شده بود (مطیعی، ۱۳۷۲؛ علوی، ۲۰۰۴؛ زیگلر، ۲۰۰۱) و کوه‌های زاگرس کنونی در یک حوضه پیش‌گودال<sup>۴</sup> در جایگاه شمال‌خاور زون خط درز زاگرس قرار داشت (علوی، ۲۰۰۴؛ زیگلر، ۲۰۰۱). ژرف‌ترین بخش حوضه در نزدیک خط درز بوده و سازندهای گورپی و پابده از سانتونین تا اولیگوسن در این حوضه پیش‌بوم نامتقارن نهشته شده‌اند (بحرودی و تالبوت، ۲۰۰۳).

<sup>5</sup> Transect  
<sup>6</sup> Fold and Thrust Belt  
<sup>7</sup> Microcontinent  
<sup>8</sup> Foreland  
<sup>9</sup> Rifting  
<sup>10</sup> Obduction

<sup>3</sup> Global stratigraphic section and point  
<sup>4</sup> Foredeep



شکل ۱. جایگاه جغرافیای دیرینه کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس در طی مرز کرتاسه-پالئوژن، ۶۶ میلیون سال پیش (از: مک لئود و کلر، ۱۹۹۱ با کمی تغییرات)

خطواره<sup>۱۰</sup> رازک می‌باشد که توسط برزگر با بهره‌گیری از عکس‌های ماهواره‌ای معرفی شده است (برزگر، ۱۳۶۰ و ۱۹۹۴). این گسل پی سنگی امتدادلغز با روند شمالی-جنوبی است و فعالیت اصلی آن در دوران دیرینه‌زیستی بوده و در زمان‌های زمین‌شناسی بعدی دوباره فعال شده است (برزگر، ۱۹۹۴؛ حسامی و همکاران، ۲۰۰۱؛ حسامی و طیبی، ۱۳۸۵). گسل مهم دیگر، گسل پیشانی زاگرس<sup>۱۱</sup> بوده که توسط بربریان (۱۹۹۵) معرفی شده که میان تاقدیس‌های دهنو و خلفانی قرار دارد. این گسل نیز به عنوان گسل پی‌سنگی با روند خاوری-باختری در نظر گرفته می‌شود که فعالیت اصلی آن پس از میوسن می‌باشد. اثری از این گسل در بخش خاوری ناحیه مورد بررسی دیده نمی‌شود (بربریان، ۱۹۹۵) (شکل ۲). برش تنگ بنوو در ۱۰ کیلومتری جنوب‌خاور عماد شهر (عماد ده) قرار دارد. بلندی این برش ۱۰۸۷ متر بالای سطح میانگین دریا است و مختصات قاعده برش به قرار: جغرافیایی "۵۳°۵۳'۴۵.۵" طول‌خاوری و "۲۷°۲۲'۳۶.۶" عرض شمالی (یو تی ام<sup>۱۲</sup> ۷۸۶۴۳۱.۳۷ خاوری و ۳۰۳۱۵۰۴.۶۳ شمالی) و مختصات راس برش به قرار: جغرافیایی "۵۳°۵۳'۳.۱" طول‌خاوری و "۲۷°۲۳'۱۳.۵" عرض شمالی (یو تی ام ۷۸۵۲۳۹.۵۶ خاوری و ۳۰۳۲۶۱۳.۷۶ شمالی) می‌باشد. منطقه مورد بررسی در زون R ۳۹ یو تی ام/یو پی اس<sup>۱۳</sup> قرار می‌گیرند.

کمربند چین‌خورده و رانده زاگرس به زون‌های زمینساختی مختلفی بر پایه ویژگی‌های ساختمانی و یا ناپیوستگی‌های رسوبی تقسیم می‌شود که هر کدام تاریخچه زمین‌شناسی جداگانه‌ای دارند. زون فلسی زاگرس<sup>۱</sup>، کمربند چین‌خورده ساده<sup>۲</sup> و حوضه پیش‌بوم بین‌النهرین<sup>۳</sup> از زون‌های اصلی آن می‌باشند. بخش بیرونی کمربند چین‌خورده زاگرس شامل دو پیش‌آمدگی<sup>۴</sup> است - پیش‌آمدگی لرستان و پیش‌آمدگی فارس - که توسط فروافتادگی<sup>۵</sup> دزفول از هم جدا می‌شوند (اشتوکلین، ۱۹۶۸؛ ستوده‌نیا، ۱۹۷۸؛ بربریان، ۱۹۹۵؛ مطیعی، ۱۳۷۴). پیش‌آمدگی فارس بر پایه هندسه‌ی چین‌خوردگی و تاریخچه رسوب‌گذاری به سه زیر زون تقسیم می‌شود (مطیعی، ۱۳۷۲). زیر زون شمالی که فارس داخلی<sup>۶</sup>، زیر زون میانی که حاشیه فارس ساحلی<sup>۷</sup> و زیر زون جنوبی که فارس ساحلی<sup>۸</sup> است (مطیعی، ۱۳۷۴؛ ستوده‌نیا، ۱۹۷۸؛ بربریان، ۱۹۹۵). بر پایه ناپیوستگی‌های محلی و واحدهای چین‌ای رشدی<sup>۹</sup>، چین‌خوردگی در پالئوسن پیشین در بخش‌های داخلی فارس (زاگرس بلند و فارس داخلی) آغاز شده و پس از آن به سوی فارس ساحلی انتشار یافته است (قرابیلگی، ۲۰۱۴). دو گسل مهم در ناحیه مورد بررسی وجود دارد. مهم‌ترین آن، گسل یا به نظر برخی از پژوهشگران

<sup>1</sup> Zagros imbricate zone

<sup>2</sup> Simply folded belt

<sup>3</sup> Mesopotamian foreland basin

<sup>4</sup> Salient

<sup>5</sup> Embayment

<sup>6</sup> Interior Fars

<sup>7</sup> Subcoastal Fars

<sup>8</sup> Coastal Fars

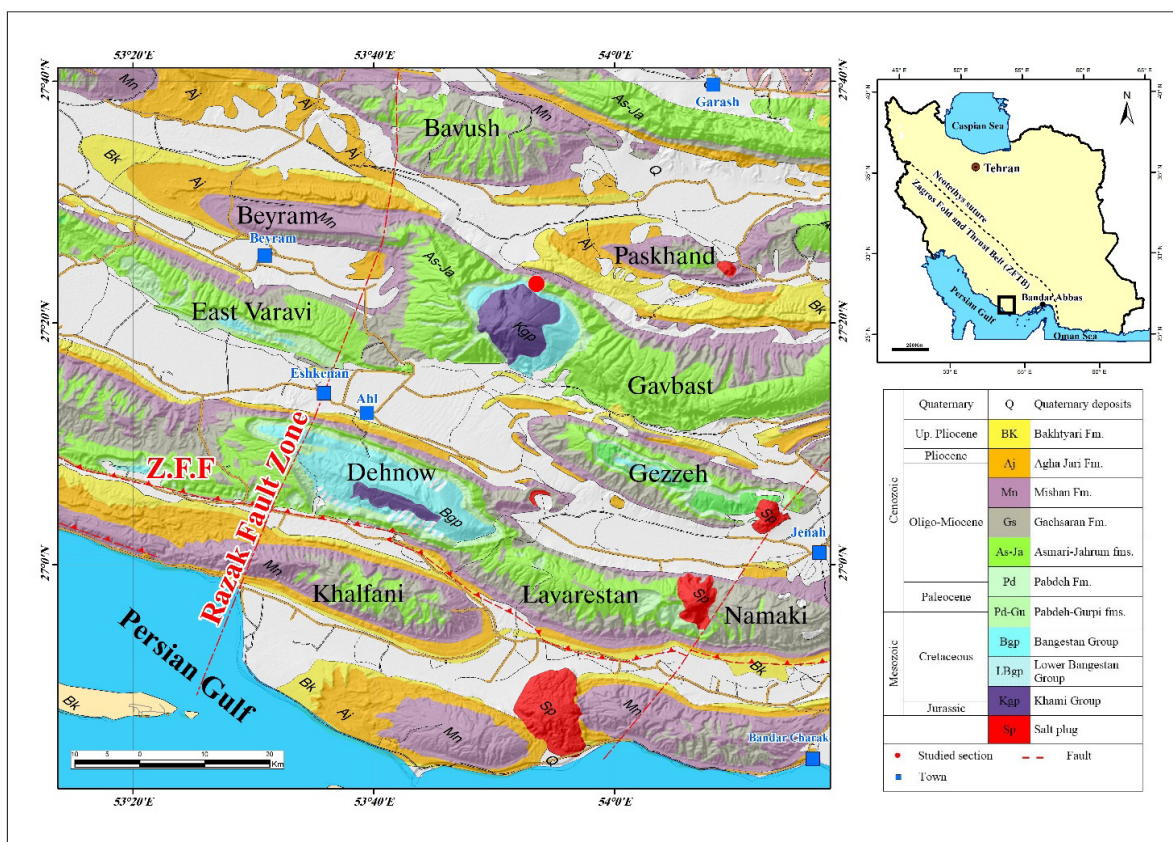
<sup>9</sup> Growth strata

<sup>10</sup> Lineament

<sup>11</sup> Zagros Frontal Fault=Z.F.F

<sup>12</sup> UTM

<sup>13</sup> UTM/UPS



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی برش مورد بررسی (دایره قرمز رنگ) در تاقدیس گاوبست و تاقدیس دیگر در شمال آن (از: نقشه زمین‌شناسی زاگرس با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ شرکت ملی نفت ایران با کمی تغییر).

است. در بخش‌هایی از فروافتادگی دزفول و پیش‌آمدگی لرستان، سازندهای گورپی و پابده به عنوان سنگ منشأ<sup>۳</sup> می‌باشند (علا و همکاران، ۱۹۸۰؛ بوردنو و بیروود، ۱۹۹۰؛ بوردنو و هیوک، ۱۹۹۵؛ بوردنو و هگره، ۲۰۱۰). سازند گورپی در فروافتادگی دزفول به عنوان پوش سنگ<sup>۴</sup> عمل می‌کند (بوردنو و بیروود، ۱۹۹۰؛ بوردنو و هیوک، ۱۹۹۵؛ بوردنو و هگره، ۲۰۱۰).

بایوزوناسیون بر روی تمامی سازندهای زاگرس بر پایه فرامینیفرها و دیگر مجموعه‌های فسیلی توسط وایند در سال ۱۹۶۵ انجام و به صورت گزارش داخلی شرکت‌های عامل نفت تدوین گردید (وایند، ۱۹۶۵). وایند شش بایوزون بر پایه فرامینیفرها برای این سازند از کامپانین تا پالئوسن پیشین معرفی کرده و بر این مبنا در ناحیه لرستان، بایوزون‌های زیر برای مرز کرتاسه-پالئوژن (سازند گورپی که در لرستان دیاکرون است) معرفی شده است.

### پژوهش‌های پیشین

جیمز و وایند (۱۹۶۵) تمامی سازندهای زاگرس را بطور رسمی نام‌گذاری، توصیف و منتشر نمودند (جیمز و وایند، ۱۹۶۵؛ فورست، ۱۹۷۰؛ ستوده‌نیا، ۱۹۷۲ و ۱۹۷۷). برش‌های الگوی سازندهای گورپی و پابده در تنگ پابده در یال جنوب‌باختری پلانچ جنوب‌خاوری کوه پابده در شمال شهر لالی در فروافتادگی دزفول معرفی شده‌اند. در برش الگو سازند گورپی شامل ۳۲۰ متر مارلستون خاکستری تیره مایل به آبی، شیل و سنگ‌آهک‌های مازنی می‌باشد. این سازند دارای دو بخش رسمی به نام‌های لوفال<sup>۱</sup> و سنگ‌آهک امام‌حسن است که در پیش‌آمدگی لرستان هر دوی این بخش و در ناحیه خوزستان و بخش کمی از فارس ساحلی بخش آهک امام‌حسن وجود دارد. مرز بالایی سازند گورپی در لرستان در محل اتصال شیل‌های تیره خاکستری سازند گورپی با شیل‌های ارغوانی<sup>۲</sup> ماسه‌ای و سیلتی قاعده سازند پابده

<sup>3</sup> Cap rock  
<sup>4</sup> Source rock

<sup>1</sup> Lophal Limestone Member  
<sup>2</sup> Purple shale



شیراز مطالعه و زون‌های شماره VI (*Globotruncanita*) و VII (*Gansserina gansseri*) معرفی کرده و سن مائستریشتین پیشین تا میانی را نسبت داده و یادآور شد که نهشته‌های مائستریشتین بالایی در این ناحیه وجود ندارد. درویش‌زاده و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر پایه فرامینیفراهای پلانکتون مرز سازندهای گورپی-پابده را در برش کبیرکوه بررسی و این مرز را پیوسته دانسته‌اند. مرز سازندهای گورپی-پابده در برش دانیال در زون ایزده بر پایه فرامینیفراهای پلانکتون و پالینومرف بررسی و پیوسته شناخته شد (بیرانوند و قاسمی‌نژاد، ۲۰۱۳؛ بیرانوند و همکاران، ۲۰۱۳؛ بیرانوند و همکاران، ۲۰۱۴؛ الف و ب). وزیرمقدم و همکاران (۱۳۸۵) بایواستراتیگرافی برش الگوی سازند گورپی واقع در لالی را با سبزه کوه در بروجن مقایسه کردند. قاسمی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۶) نتایج بررسی‌های خود بر مبنای داینوفلاژلاتها و فرامینیفراها بر روی سازند گورپی در زاگرس را منتشر نمودند. اعتماد و همکاران (۱۳۸۷) بایواستراتیگرافی سازند گورپی را بر پایه فرامینیفراهای پلانکتونیک در کوه گچ ناحیه لار بررسی و منتشر نمودند. قورچایی و همکاران (۱۳۸۷) بایواستراتیگرافی سازند گورپی را در شمال کبیرکوه در ناحیه لرستان بررسی نمودند. صادقی و هداوند خانی (۱۳۸۹) زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده را در شمال‌باختر ایزده بررسی نمودند. ابراری و همکاران (۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) زیست‌چینه‌نگاری و چینه‌نگاری سکانسی سازند گورپی را در تاقدیس آغار واقع در جنوب‌باختر فیروزآباد بررسی و انتشار دادند. فریدون‌پور و همکاران (۲۰۱۴) زیست‌چینه‌نگاری و چینه‌شناسی توالی سازند گورپی را در ناحیه ده‌دشت بررسی و منتشر نمودند. فریدون‌پور و همکاران (۱۳۹۳) چینه‌نگاری سکانسی سازند گورپی در تاقدیس کوه سیاه را بررسی و با تنگ بوالفارس و تاقدیس آغار مقایسه کرده‌اند.

#### مواد و روش کار

منابع موجود که شامل گزارشات پیشین منطقه (پریر، ۱۹۷۶؛ جنوریه، ۱۹۷۷)، مقالات، نقشه‌های زمین‌شناسی چهارگوش گاوپست با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (جهانی و همکاران، ۲۰۰۴) و چهارگوش‌های اشکنان و گاوپندی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (جیمز، ۱۹۶۰)، نقشه جغرافیایی،

۱- زون پیدایش محلی<sup>۵</sup> *Abathomphalus mayaroensis*

شماره ۴۰ به سن مائستریشتین پسین

۲- زون تجمعی<sup>۶</sup> *Globorotalia - Globigerina - G. daubjergensis* شماره ۴۱ به سن دانین (پالتوسن پیشین)

در مطالعه و ایند در ناحیه خوزستان زون شماره ۴۰ گزارش نشده و در نواحی فارس ساحلی و داخلی زون‌های ۴۰ و ۴۱ نیز دیده نشده است.

برش الگوی سازند پابده در تنگ پابده در کوه پابده اندازه‌گیری و معرفی شده است. سازند پابده شامل ۷۹۸ متر شیل‌های خاکستری و سنگ‌آهک‌های رسی می‌باشد. این سازند شامل رسوبات شیلی و سنگ‌آهک رسی می‌باشد. در قاعده این سازند بخش غیر رسمی شیل ارغوانی در لرستان معرفی شده است که از لحاظ چینه‌نگاری سنگی آغاز این سازند در نظر گرفته می‌شود. بخش غیر رسمی دیگر بخش تله‌زنگ است که هم‌ارز بخش ژرف سازند تله‌زنگ است. برای این سازند شش بایوزون بر پایه فرامینیفراها توسط وایند معرفی شده است. سن این سازند در لرستان، پالتوسن پسین-میوسن بوده و در خوزستان و فارس به پالتوسن پسین-اولیگوسن نسبت داده است. بایوزون ارائه شده برای پالتوسن پسین این سازند، زون تجمعی شماره ۴۲ *Globorotalia velascoensis-Glr. Pseudomenardii* می‌باشد.

سمپو (۱۹۶۹) برای نهشته‌های مائستریشتین زون نهشته‌های دانین زون *Globotruncanita stuarti-Bolivina incrassata* و برای معرفی کرده است. هم‌رنگ (۱۹۷۵) بر پایه فرامینیفراهای پلانکتون مرز کرتاسه-پالتوژن (که در آن زمان کرتاسه-ترشیاری<sup>۷</sup> نامیده می‌شد) در تعدادی برش‌های میدانی و چاه‌های اکتشافی در باختر کرمانشاه را مطالعه و با بایوزوناسیون منطقه ترینیداد مقایسه کرده است. ستوده‌نیا (۱۹۷۸) نیز بر روی چینه‌شناسی رسوبات مزوزوئیک نیز پژوهشی انجام داد. کلانتری (۱۳۶۵) و (۱۳۷۱) برخی از فرامینیفراهای سازندهای گورپی و پابده را گزارش کرده است. وزیرمقدم (۲۰۰۲) زیست‌چینه‌نگاری سازندهای ایلام و گورپی را بر پایه فرامینیفراهای پلانکتون در ناحیه سروستان، جنوب‌خاور

<sup>5</sup> Local occurrences zone

<sup>6</sup> Assemblage zone

<sup>7</sup> K/T (Kriede-Tertiary)

تست کور<sup>۱۳</sup> طبق کارهای پژوهشی کلر و همکاران، ۱۹۹۵؛ مولینا و همکاران، ۲۰۰۶ بر روی نمونه‌های مرز کرتاسه-پالئوژن انجام شد.

نمودار انتشار فسیلی<sup>۱۴</sup> میکروفسیل‌ها با رعایت درصد فراوانی فسیل‌ها با در نظر گرفتن فراوانی ۲-۱ را نادر<sup>۱۵</sup>، ۵-۳ را کم<sup>۱۶</sup>، ۱۰-۶ معمول<sup>۱۷</sup> و بیش از ۱۰ را فراوان<sup>۱۸</sup> (نیشی و همکاران، ۲۰۰۳) رسم گردید. اطلاعات پرتوگامای برداشت شده از برش سطحی با بهره‌گیری از نرم‌افزار ژئولاگ<sup>۱۹</sup> رسم گردید و سپس با نمودار پرتو گاما چاه اکتشافی توسط نرم‌افزار سیکلولاگ<sup>۲۰</sup> تطابق داده

### سنگ‌چینه‌نگاری مرز کرتاسه-پالئوژن در یال شمالی تاقدیس گاوبست (تنگ بنوو)

در این برش ستون چینه‌شناسی اندازه‌گیری و برداشت شده بخش بالایی سازند گورپی و قاعده سازند پاینده به شرح زیر است (شکل ۳). سازند گورپی شامل مارلستون‌های با رنگ خاکستری روشن همراه با نودول‌های پیریت و آثار فلس ماهی و نازک لایه‌های گلوگونیتی است که این بخش فقط در منتهی‌الیه تاقدیس گاوبست به سوی خاور در محل پلانچ تاقدیس رخنمون دارد و ستبرای آن ۲۱ متر و بلندی محل آن ۱۰۸۷ متر می‌باشد. نمونه‌های شماره ۳۰۴۰ ARMO الی ۳۱۱۰ ARMO از این بخش برداشت شده است (شکل ۴). به سوی بالا، این سازند شامل سنگ‌آهک‌های رسی (پکستون) خاکستری روشن تا خاکستری با لایه‌بندی متوسط تا ستر به همراه گلوگونیت و فسفات فراوان که دارای زیست‌آشفستگی<sup>۲۱</sup> است که این بخش پس از شیفت دادن در سه راهی دره غار بنوو برداشت شده است و بلندی آن ۸۸۷ متر است (شکل ۵). سازند پاینده با سنگ‌آهک‌های رسی و میان لایه‌های مارلستون خاکستری رنگ همراه با زیست‌آشفستگی آغاز می‌شود. به سوی بالا، تناوب لایه‌های مارلستون و سنگ‌آهک‌های رسی (وکستون-پکستون) خاکستری نازک تا متوسط لایه می‌باشد (شکل ۶).

گردآوری گردید و سپس در مورد چگونگی و نحوه انتخاب مناسب‌ترین برش مرز کرتاسه-پالئوژن با بهره‌گیری از نقشه‌های زمین‌شناسی و نرم‌افزار گوگل ارث<sup>۸</sup> تحقیق شد.

بررسی‌های میدانی شامل شناسایی برش چینه‌شناسی مناسب در روی زمین، پیمایش میدانی عمود بر امتداد لایه‌ها با استفاده از میله ژاکوب<sup>۹</sup>، برداشتن لایه سطحی با استفاده از بیل و بیلچه حداقل به ژرفای ۲۵ سانتی‌متر، پاک کردن زمین توسط قلم موی نقاشی برای پیش‌گیری از آلودگی و برداشت نمونه جهت‌دار به فاصله ۳۰ سانتی‌متری و در نزدیکی مرز کرتاسه-پالئوژن به فاصله ۱۵ سانتی‌متری در بازه ۳۵ متری، کالیبراسیون دستگاه قابل حمل برداشت گاما-ری و برداشت گاما سطحی در محل برداشت هر نمونه، ثبت مشخصات میدانی لایه‌ها با مقیاس ۱:۲۰۰ در روی زمین و تهیه عکس از مراحل نمونه‌برداری هر نمونه و نیز عکس از برش میدانی می‌باشد. فاصله نمونه‌برداری خرده‌های حفاری<sup>۱۰</sup> در زمان حفاری چاه اکتشافی ۲ متر بوده است.

بررسی‌های آزمایشگاهی شامل ترسیم ستون‌های چینه‌شناسی با مقیاس ۱:۲۰۰ توسط نرم‌افزار اتوکد، تهیه حداقل دو عدد برش نازک میکروسکوپی از نمونه‌های سخت در دو جهت، شستن نمونه‌های سست به روش لیرر<sup>۱۱</sup> (لیرر، ۲۰۰۰) و تهیه نمونه‌های شسته شده با استفاده از چهار الک ۸۰ مش (۱۷۸ میکرومتر)، ۱۲۰ مش (۱۲۵ میکرومتر)، ۲۳۰ مش (۶۳ میکرومتر)، ۳۲۵ مش (۴۴ میکرومتر) در آزمایشگاه، جداسازی فرامینفرهای پلانکتون نمونه‌های شسته شده و قرار دادن در اسلایدهای با سه سلول، بررسی با بهره‌گیری از استریو میکروسکوپ زایس مدل Stemi SV 11، بررسی برش‌های میکروسکوپی نمونه‌های سخت برش سطحی و چاه اکتشافی با بهره‌گیری از میکروسکوپ پلاریزان لایکا مدل DM LP و عکسبرداری توسط دوربین نیکون مدل DS-Fi1 که به میکروسکوپ متصل بوده است. در بررسی‌های میکروسکوپی برای پیش‌گیری از اثر سیگنور-لیپس<sup>۱۲</sup> (مک لئود، ۱۹۹۶؛ مک لئود و همکاران، ۱۹۹۷)

<sup>13</sup> Blind test

<sup>14</sup> Range chart

<sup>15</sup> Rare

<sup>16</sup> Few

<sup>17</sup> Common

<sup>18</sup> Abundant

<sup>19</sup> Geolog

<sup>20</sup> CycloLog

<sup>21</sup> Bioturbation

<sup>8</sup> Google earth

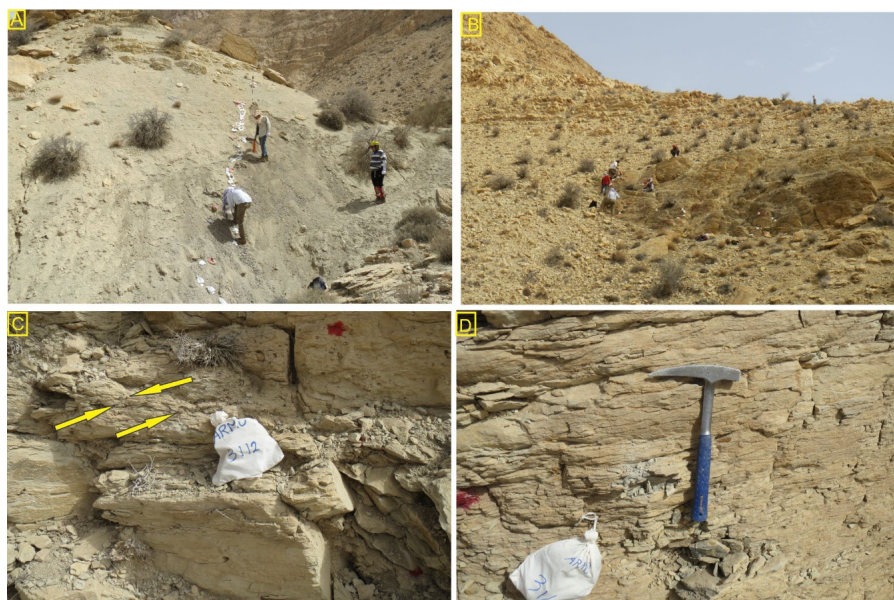
<sup>9</sup> Jacob staff

<sup>10</sup> Cutting (=ditch) sample

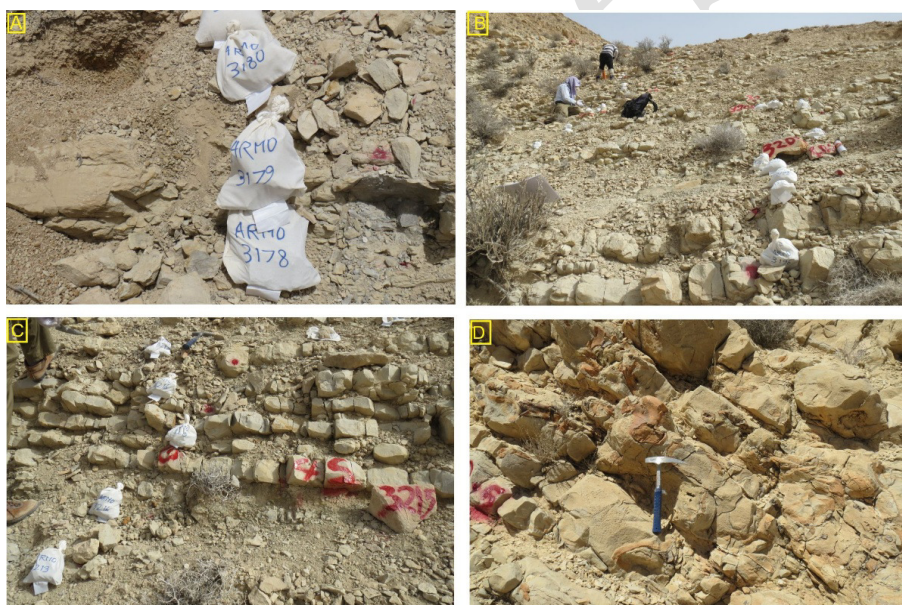
<sup>11</sup> Lirer

<sup>12</sup> Signor-Lipps effect





شکل ۴. سازند گورپی در برش یال شمالی تاقدیس گاوپست (تنگ بنوو). (A) بخش مارلستونی در منتهی‌الیه یال شمالی تاقدیس گاوپست (نگاه به شمال) (B) برونزد سنگ‌آهک‌های رسی در دره سهراهی غار بنوو (نگاه به شمال) (C) گلوکونیت در داخل سازند گورپی بصورت دانه‌های تیره رنگ دیده می‌شود (فلش‌های زرد رنگ). (D) لایه‌های سنگ‌آهک رسی.



شکل ۵. سازند پابده در برش یال شمالی تاقدیس گاوپست (تنگ بنوو). (A) آغاز لایه‌های مارلستون سازند پابده در مرز سازند گورپی - پابده (B) تناوب لایه‌های سنگ‌آهک رسی و مارلستون سازند پابده (نگاه به شمال) (C) تناوب لایه‌های سنگ‌آهک رسی و مارلستون سازند پابده از نزدیک (D) لایه‌های سنگ‌آهک چرتی سازند پابده.

لایه‌ها را مرز این دو سازند در نظر گرفت. بر پایه بررسی‌های این پژوهش، مرز سازندهای گورپی و پابده در ابتدای آغاز لایه‌های مارلستونی که در روی زمین هم حالت کم فرسایش<sup>۱</sup> دارند قرار دارد (نمونه شماره ARMO ۳۰۸۰). فراوانی گلوکونیت در پیش از مرز دو

در ناحیه فارس ساحلی بخش شیل ارغوانی در قاعده سازند پابده وجود ندارد و مرز لیتواستراتیگرافی سازند گورپی و پابده لایه‌های سنگ‌آهکی دارای نودول چرت سازند پابده مرز معرفی شده است (جیمز و واینر، ۱۹۶۵) ولی با توجه به اینکه لایه‌های چرتی در افق‌های بالاتر (۱۰۵ متر بالاتر) ظاهر می‌شود نمی‌توان وجود چرت در

<sup>1</sup> Low weathered

بودن این انقراض بحث برانگیز است. شواهد پژوهش‌های انجام شده در جهان نشان می‌دهد که انقراض توده‌ای به صورت ناگهانی و همزمان بوده است (ریدلی، ۲۰۰۳ ترجمه وهابزاده، ۱۳۹۵).

فرامینیفرهای پلانکتون سازندهای گورپی و پابده در بُرش‌ها میکروسکوپی و شسته شده مورد بررسی قرار گرفتند. شناسایی، رده‌بندی جنس‌ها، توصیف، محدوده سنی فرامینیفرهای پلانکتون مائستریشترین و دانین بر پایه منابع (پوستوما، ۱۹۷۱؛ روباژینسکی و همکاران، ۱۹۸۴؛ کارون، ۱۹۸۷؛ تومارکین و لوتر باخر، ۱۹۸۷؛ لوبلیش و تپان، ۱۹۶۴ و ۱۹۸۸؛ سارتوریو و ونتورینی، ۱۹۸۸؛ اسلایتر، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۹؛ ندربراکت، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۱؛ برگرن و نوریس، ۱۹۹۷؛ اولسون و همکاران، ۱۹۹۹؛ پریمولی سیلوا و اسلایتر، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۲؛ پریمولی سیلوا و همکاران، ۲۰۰۳؛ پریمولی سیلوا و ورگا، ۲۰۰۴؛ کلر و همکاران، ۱۹۹۵؛ لی و کلر، ۱۹۹۸) و سایت میکروتاکس<sup>۵</sup> انجام شده است.

بایوزوناسیون کرتاسه بر پایه پژوهش‌های کوچیونی و پریمولی سیلوا (۲۰۱۵)، لی و کلر (۱۹۹۸) و لی و همکاران (۱۹۹۹) انجام شد. برای بایوزوناسیون از پژوهش‌های برگرن و میلر (۱۹۸۸)، برگرن و پیرون (۲۰۰۵)، وید و همکاران (۲۰۱۱) بهره‌گیری شد. بایوزون‌های شناسایی شده با بایوزوناسیون قدیمی زاگرس که به دلیل عملیاتی بودن در اکتشاف نفت و گاز در چاه‌های اکتشافی که توسط وایند (۱۹۶۵) ارائه شده مقایسه شد (شکل‌های ۶ و ۷). بایوزون‌های شناسایی شده در بخش بالایی سازند گورپی به شرح زیر است:

۱- اینتروال زون<sup>۶</sup> *Gansserina gansseri* (کوچیونی و پریمولی سیلوا، ۲۰۱۵)

تعریف: اینتروال از پایین‌ترین پیدایش<sup>۷</sup> شاخص‌های زونی<sup>۸</sup> مانند *Globotruncanita conica* و دیگر جنس‌ها گونه‌های این زمان تا پایین‌ترین پیدایش *Contusotruncana contusa*

سن: کامپانین پسین-مائستریشترین پیشین  
توضیحات: این زون هم ارز زون CF7 لی و کلر (۱۹۹۸) (وب) است.

سازند، در درون سازند گورپی نزدیک راس آن زیاد است. وجود گلوکونیت نیز نمی‌تواند شاهدهی بر جدایش دو سازند از دید چینه‌نگاری سنگی باشد.

### زیست‌چینه‌نگاری

بر پایه پژوهش‌های سپکوسکی (۱۹۹۶) دو جنبه از انقراض در خور توجه است. یکی آنکه نرخ انقراض بطور متوسط از کامبرین تا به امروز رو به کاهش است و دوم اینکه در برخی از زمان‌های زمین‌شناسی نرخ انقراض بطور استثنایی بالا بوده که آن را انقراض توده‌ای<sup>۲</sup> می‌نامند. در تاریخ زمین پنج رویداد انقراضی در زمان‌های اردویسین بالایی، دونین بالایی، پرمین بالایی، تریاسیک بالایی و کرتاسه بالایی انجام گرفته است که این رخدادها را "پنج بزرگ" می‌نامند. در مورد سه انقراض اردویسین بالایی، دونین بالایی و تریاسیک بالایی شک وجود دارد. انقراض توده‌ای پرمین بالایی بزرگ‌ترین انقراض‌هاست و در آن ۹۶ - ۸۰٪ از گونه‌ها منقرض شده‌اند و در انقراض مرز کرتاسه-پالئوژن ۵۰٪ و شاید ۷۵-۶۰٪ از گونه‌ها منقرض شده‌اند (سپکوسکی، ۱۹۹۶).

انقراض توده‌ای مرز کرتاسه-پالئوژن بهتر از همه‌ی انقراض‌ها بررسی شده است و در همه جای جهان یافت می‌شود. این انقراض بر همه‌ی گروه‌های گیاهان، جانوران و آغازیان تاثیر گذاشته است. مدارک فسیلی فراوانی از فرامینیفرها در این مرز وجود دارد. بیش‌تر فرامینیفرهای پلانکتون در این مرز مانند *Globotruncana* ها که بزرگ‌تر بوده و ساختمان پیچیده دارند منقرض شده‌اند و تعداد اندکی مانند *Guembelitra cretacea* که کوچک بوده و دیواره ستر<sup>۳</sup> داشته و کوتوله<sup>۴</sup> شده‌اند بدون تغییر در پالئوژن ادامه پیدا کرده‌اند.

برقراری همبستگی بین حوادث مناطق مختلف جغرافیایی کار دشواری است زیرا قدر مطلق زمان در بیش‌تر موارد در اختیار نیست. ناقص بودن شواهد فسیلی نیز موجب سردرگمی است برای نمونه یک گونه به نظر می‌رسد که منقرض شده است حال آنکه فقط یک گسست در شواهد رسوب‌شناختی است. اگر قرار باشد انقراض‌ها را بر پایه شواهد فسیلی نشان داد همیشه در مورد ناگهانی یا تدریجی بودن، همزمان یا غیر همزمان

<sup>5</sup> <http://www.mikrotax.org>

<sup>6</sup> Interval zone

<sup>7</sup> LO=Lowest Occurrence

<sup>8</sup> Zonal marker

<sup>2</sup> Mass extinction

<sup>3</sup> Robust

<sup>4</sup> Dwarfed



پلانکتون این بایوزون در برش مورد بررسی (شکل‌های ۹ و ۸) شامل:

*Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg 1840),  
*Globotruncana arca* (Cushman 1926),  
*Macroglobigerinelloides alvarezii* (Eternod Olvera 1959),  
*Globotruncana linneiana* (d'Orbigny 1839),  
*Globotruncanita stuarti* (de Lapparent, 1918),  
*Globotruncana falsostuarti* Sigal 1952,  
*Globotruncanita pettersi* (Gandolfi 1955),  
*Contutrunca fornicata* (Plummer 1931),  
*Globotruncanita conica* (White 1928),  
*Globotruncana hilli* Pessagno 1967,  
*Globotruncana bulloides* Volger, 1941,  
*Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez 1955),  
*Muricohedbergella monmouthensis* (Olsson 1960),  
*Rugoglobigerina rugosa* (Plummer 1926),  
*Rugoglobigerina hexacamerata* Brönnimann 1952,  
*Pseudoguembelina excolata* (Cushman 1926),  
*Globotruncana ventricosa* White 1928,  
*Pseudotextularia elegans* (Rzehak 1891),  
*Globotruncanella havanensis* (Voorwijk 1937),  
*Globotruncana orientalis* El Naggar 1966,  
*Globotruncana aegyptiaca* Nakkady 1950,  
*Globotruncana rosetta* (Carsey 1926),  
*Gansserina gansseri* (Bolli 1951),  
*Globotruncanita angulata* (Tilev 1951),  
*Globotruncanita insignis* (Gandolfi 1955),  
*Contusotruncana contusa* (Cushman, 1926),  
*Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi 1955),  
*Contusotruncana walfischensis* (Todd, 1970),  
*Trinitella scotti* Brönnimann 1952,  
*Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi 1955),  
*Gansserina wiedenmayeri* (Gandolfi 1955),  
*Pseudotextularia nuttalli* (Voorwijk 1937),  
*Archaeoglobigerina blowi* Pessagno, 1967,  
*Heterohelix striata* (Ehrenberg 1840).

و فرامینیفراهای کفزی مانند *Neoflabellina delicatissima* Plummer, 1927. همراه اینها دندان کوسه قطعات خارپوستان و دوکفه‌ای دیده می‌شود.

بالاترین بخش سازند گورپی در برش چینه‌شناسی تنگ بنو به سن مائستریشتین میانی است. در چاه اکتشافی شماره ۱- این زون شناخته نشده و بنظر می‌رسد به دلیل فاصله زیاد نمونه‌برداری (۲ متری) و کیفیت کم خرده‌های حفاری می‌باشد.

زون تجمعی ۳۹ و ایند (۱۹۶۵) - *Globotruncana stuarti* و *Pseudotextularia varians* هم ارز دو بایوزون یاد شده کوچیونی و پرمولی سیلوا (۲۰۱۵) برای بخش بالایی سازند گورپی در منطقه مورد بررسی است.

هدف از این بررسی، شناسایی دقیق مرز کرتاسه-پالئوژن است بنابراین اولین پیدایش این بایوزون شناسایی نشده است. تجمع<sup>۹</sup> فرامینیفراهای پلانکتون این بایوزون در برش مورد بررسی و چاه اکتشافی به قرار زیر است (شکل‌های ۱۱ و ۹، ۸):

*Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg 1840),  
*Globotruncana arca* (Cushman 1926),  
*Macroglobigerinelloides alvarezii* (Eternod Olvera 1959),  
*Globotruncana linneiana* (d'Orbigny 1839),  
*Globotruncanita stuarti* (de Lapparent, 1918),  
*Globotruncana falsostuarti* Sigal 1952,  
*Globotruncanita pettersi* (Gandolfi 1955),  
*Contutrunca fornicata* (Plummer 1931),  
*Globotruncanita conica* (White 1928),  
*Globotruncana hilli* Pessagno 1967,  
*Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Pessagno 1967),  
*Globotruncana lapparenti* Brotzen 1936,  
*Globotruncana bulloides* Volger, 1941,  
*Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez 1955),  
*Muricohedbergella monmouthensis* (Olsson 1960),  
*Contusotruncana plummerae* (Gandolfi 1955),  
*Rugoglobigerina rugosa* (Plummer 1926),  
*Rugoglobigerina hexacamerata* Brönnimann 1952,  
*Pseudoguembelina excolata* (Cushman 1926),  
*Globotruncana ventricosa* White 1928,  
*Pseudotextularia elegans* (Rzehak 1891),  
*Globotruncanella havanensis* (Voorwijk 1937),  
*Globotruncana orientalis* El Naggar 1966,  
*Globotruncana aegyptiaca* Nakkady 1950,  
*Globotruncana rosetta* (Carsey 1926),  
*Gansserina gansseri* (Bolli 1951),  
*Globotruncanita angulata* (Tilev 1951),  
*Globotruncanita insignis* (Gandolfi 1955),  
*Rugoglobigerina pennyi* Brönnimann 1952.

و فرامینیفراهای کفزی مانند *Neoflabellina delicatissima* Plummer 1927 و قطعات خارپوستان دیده می‌شود.

۲- اینتروال زون *Contusotruncana contusa* (کوچیونی و پرمولی سیلوا، ۲۰۱۵)

تعریف: اینتروال از پایین‌ترین پیدایش شاخص‌های زونی مانند *C. fornicata*, *C. patelliformis*, *G. alvarezii* تا

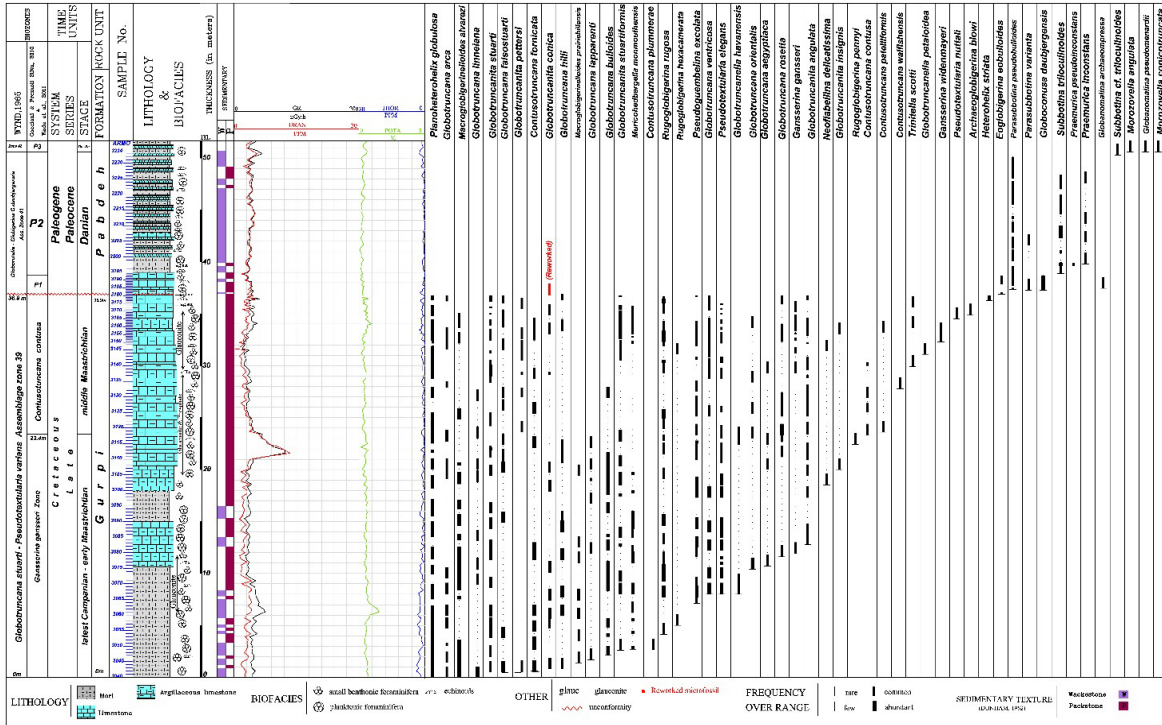
پایین‌ترین پیدایش *Abathomphalus mayarensis*

سن: مائستریشتین میانی

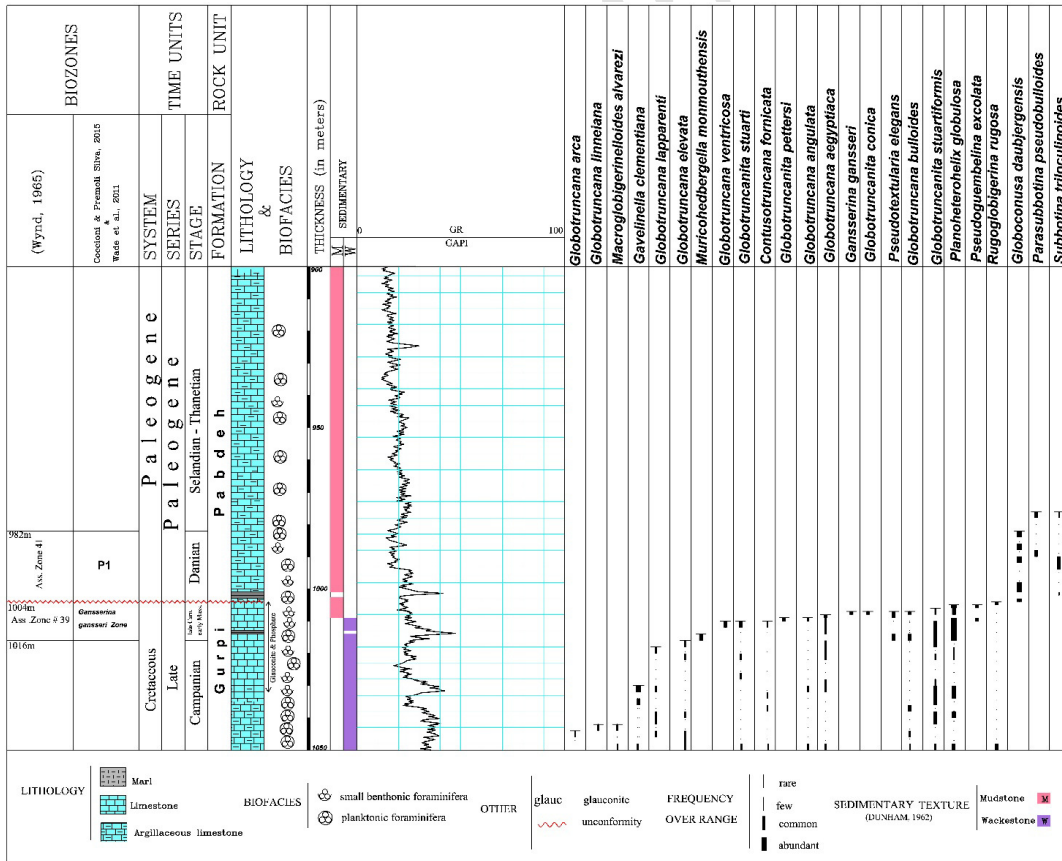
توضیحات: این زون هم ارز زون CF6 لی و کلر (۱۹۹۸) و (ب) است.

پایین‌ترین پیدایش *Abathomphalus mayarensis* در این پژوهش شناسایی نشده است. تجمع فرامینیفراهای

<sup>9</sup> Assemblage

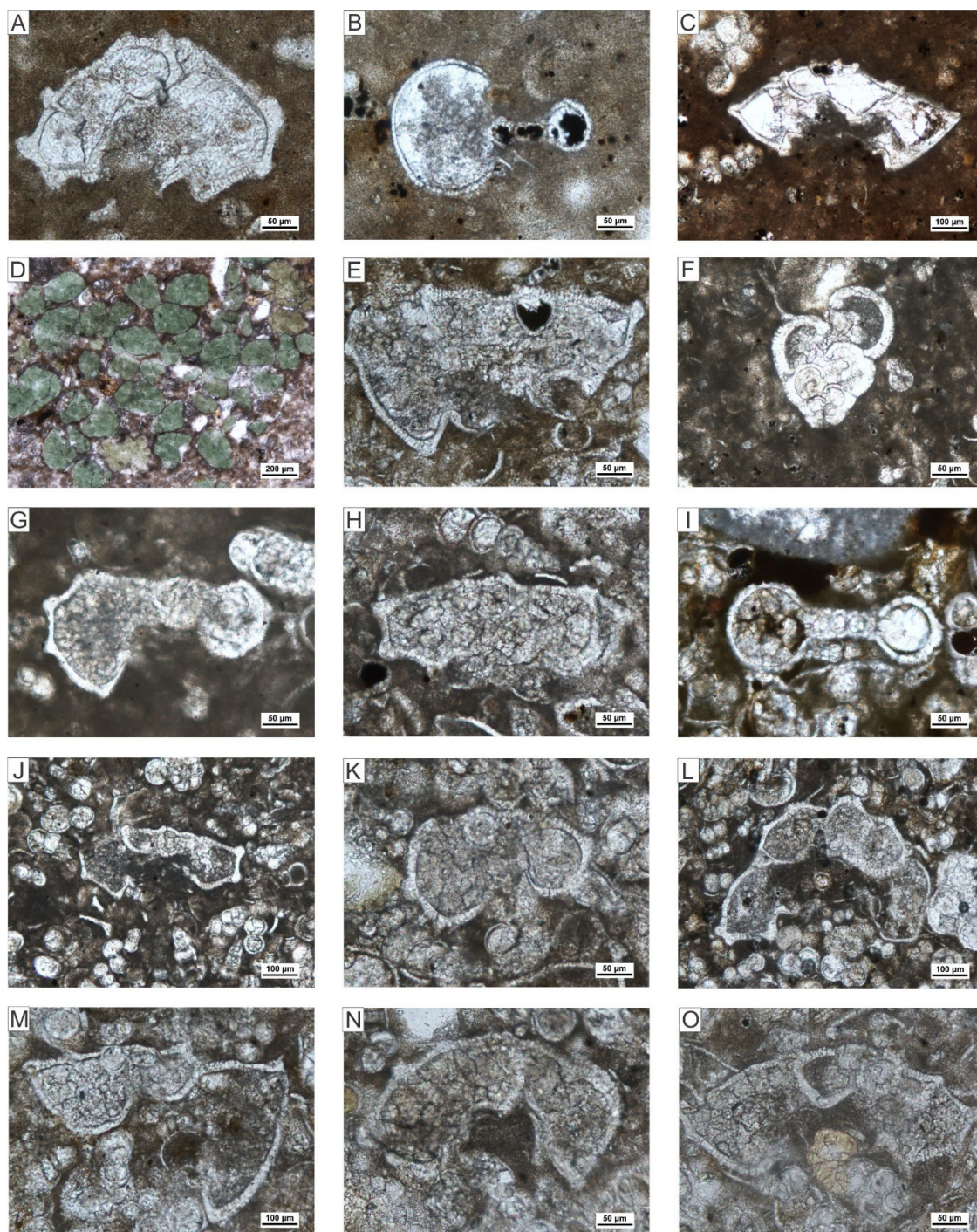


شکل ۶. نمودار انتشار فسیلی فرامینیفرهای پلانکتون مرز کرتاسه-پالئوژن و نمودارهای رسم شده اورانیوم، تورنیوم، پتاسیم و پرتو گاما کل حاصل از برداشت توسط دستگاه طیف‌سنج پرتو گاما در برش سطحی مورد مطالعه (تنگ بنوو).



شکل ۷. نمودار انتشار فسیلی فرامینیفرهای پلانکتون مرز کرتاسه-پالئوژن به همراه نمودار پرتو گاما در چاه اکتشافی شماره ۱-



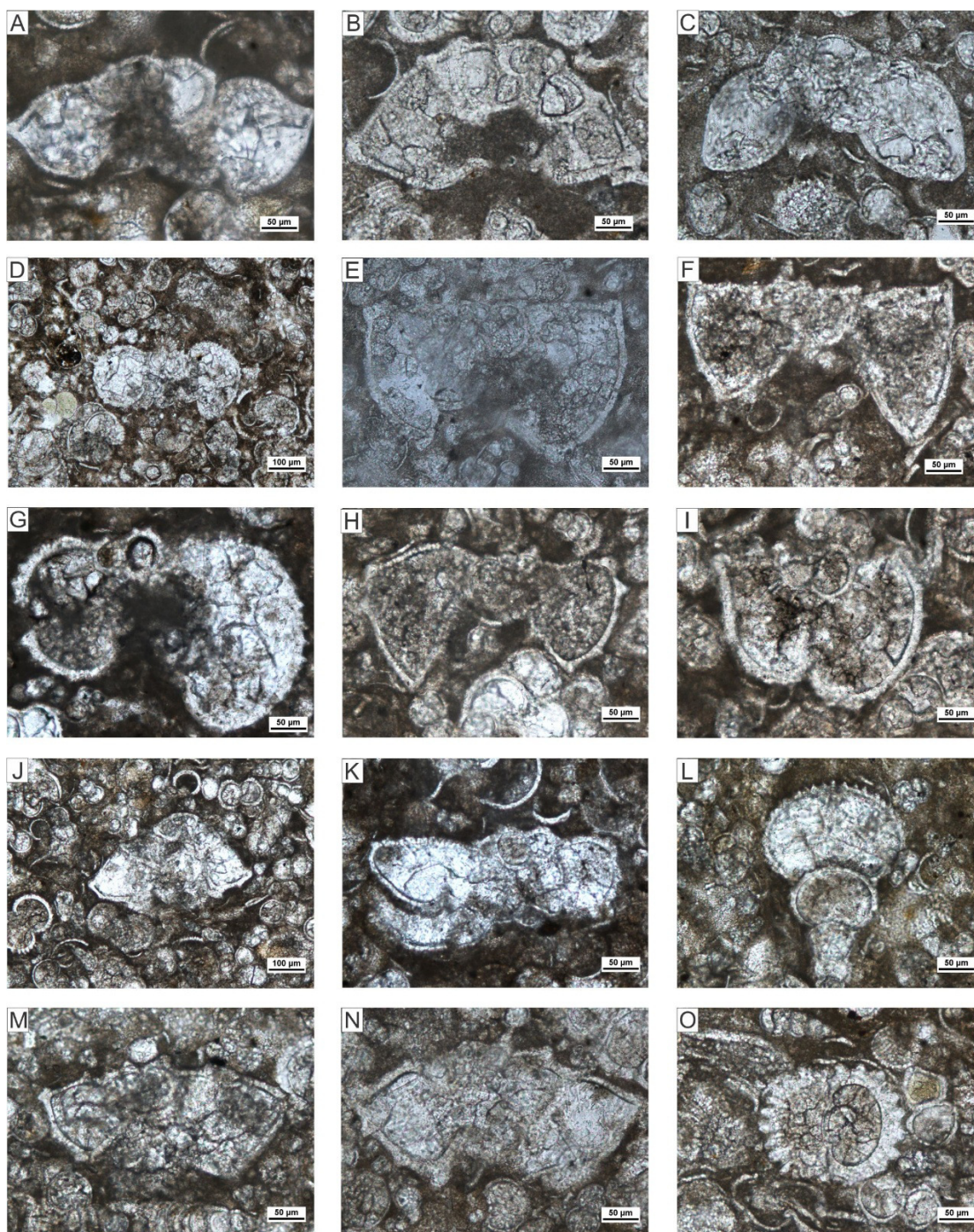


شکل ۸. فرامینیفرهای شاخص پلانکتون سازند گوری در برش سطحی بال شمالی تاق‌دیس گاوبست (تنگ بنوو). همه تصاویرها با نور

PPL

**A**, *Contusotruncana fornicata* (Plummer 1931), Sample no. ARMO 3042. **B**, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Pessagno 1967), 3045. **C**, *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez 1955), 3052. **D**, glauconite, 3062. **E**, *Globotruncana ventricosa* White 1928, 3072. **F**, *Pseudotextularia elegans* (Rzehak 1891), 3085. **G**, *Globotruncana hilli* Pessagno 1967, 3087. **H**, *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny, 1839), 3103. **I**, *Macroglobigerinelloides alvarezii* (Eternod Olvera 1959), 3106. **J**, *Globotruncana lapparenti* Brotzen 1936, 3107. **K**, *Rugoglobigerina pennyi* Brönnimann 1952, 3115. **L**, *Contusotruncana contusa* (Cushman 1926), 3130. **M**, *Globotruncanita pettersi* (Gandolfi 1955), 3130. **N**, *Contusotruncana walfischensis* Todd 1970, 3133. **O**, *Globotruncana arca* (Cushman 1926), 3134.





شکل ۹. فرامینیفرهای شاخص پلانکتون سازند گورپی در برش سطحی یال شمالی تاقدیس گاوبست (تنگ بنوو)، همه تصاویرها با نور

PPL

**A**, *Globotruncana orientalis* El Naggar, 1966, Sample no. ARMO 3155. **B**, *Globotruncanita conica* (White 1928), 3138. **C**, *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk 1937), 3144. **D**, *Rugoglobigerina hexacamerata* Brönnimann, 1952, 3144. **E**, *Gansserina gansseri* (Bolli 1951), 3144. **F**, *Globotruncanita angulata* (Tilev 1951), 3149. **G**, *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer 1926), 3151. **H**, *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady 1951, 3155. **I**, *Gansserina wiedenmayeri* (Gandolfi 1955), 3156. **J**, *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi 1955), 3157. **K**, *Trinitella scotti* Brönnimann 1952, 3160. **L**, *Pseudotextularia nuttalli* (Voorwijk 1937), 3166. **M**, *Globotruncana rosetta* (Carsey 1926), 3175. **N**, *Globotruncana falsostuarti* Sigal 1952, 3176. **O**, *Pseudoguembelina excolata* (Cushman 1926), 3180.

تعریف: اینتروال بیواستراتیگرافیک بین پایین‌ترین پیدایش *Morozovella angulata* و پایین‌ترین پیدایش *Globanomalina pseudomenardii*

سن: پالتوسن پیشین-میانی (دانین-سلاندین)

مجموعه فرامینیفرهای پلانکتون این بایوزون در برش سطحی (شکل ۱۰) به قرار زیر است:

*Morozovella angulata* (White, 1928),  
*Globanomalina pseudomenardii* (Bolli 1957),  
*Morozovella conicotruncata* (Subbotina 1947).

در این پژوهش امکان جداسازی زیرزون‌ها شامل P3 a, b وجود نداشت.

زون تجمعی ۴۲ و ایند (۱۹۶۵) *Globorotalia velascoensis-G. pseudomenardii* هم ارز این زون است.

#### طیف‌سنجی پرتو گاما

دستگاه پیمایشگر پرتو گاما<sup>۳</sup> گروه جدیدی از طیف‌سنج‌های پرتو گاما چند کاناله است که برای اندازه‌گیری‌های رادیو ایزوتوپ‌های طبیعی و مصنوعی در صحرا، گمانه و آزمایشگاه طراحی و ساخته شده است

با توجه به اینکه ابزار نمودارگیری چاه‌ها، لاگ گاما را بر حسب واحدای پی آی<sup>۴</sup> برداشت می‌کند و پرتو گاما کل توسط معادله زیر محاسبه می‌شود  $GT = aTh + bU + cK$  که در آن ضرایب ثابت  $a=4$  و  $b=8$  و  $c=16$  است (هرون و هرون، ۱۹۹۶ و ۱۹۹۸) و واحد اندازه‌گیری دستگاه برداشت میدانی گاما بر حسب نانوگری بر ساعت است ولی چون هدف از این پژوهش تطابق روند کلی پرتو گاما با چاه‌های اکتشافی است تأثیری در این زمینه نخواهد داشت.

نمودار پرتو گاما وسیله خوبی برای شناسایی مرزهای چینه‌شناسی، تطابق رخنمون‌ها و تطابق چاه‌ها می‌باشد (کورثیا و همکاران، ۲۰۱۲) بدین منظور داده‌های برداشت شده از رخنمون‌ها توسط نرم‌افزار ژئولاگ رسم گردیده و سپس با نرم‌افزار سیکلولاگ با چاه اکتشافی تطابق داده شده‌اند. اطلاعات پرتو گاما برداشت شده توسط طیف‌سنج در فاصله نمونه‌گیری ۳۰ و ۱۵ سانتی‌متر در گذر کرتاسه-پالتوسن برش تنگ بنو در جدول ۱ نشان داده شده است.

بایوزون‌های شناسایی شده در قاعده سازند پابده به شرح زیر است:

۱- زون گستره بخشی<sup>۱</sup> *Eoglobigerina edita* (P1) (برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱)

تعریف: محدوده بخشی از تاکسون مشخص بین بالاترین پیدایش<sup>۲</sup> *Parvularugoglobigerina eugubina* و پایین‌ترین پیدایش *Praemurica uncinata*.  
سن: پالتوسن پیشین (دانین)

مجموعه فرامینیفرهای پلانکتون این بایوزون در برش سطحی و چاه اکتشافی (شکل‌های ۱۱ و ۱۰) به قرار زیر است:

*Eoglobigerina eobulloides* Morozova 1959,  
*Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer 1926),  
*Parasubbotina varianta* (Subbotina 1953),  
*Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953),  
*Globanomalina archaeocompressa* (Blow 1979).

در این پژوهش امکان جداسازی زیرزون‌ها شامل P1 a, b, c وجود نداشت. فرامینیفر پلانکتون کرتاسه *Globotruncanita conica* (White 1928) در این زون وجود دارد که به رنگ قرمز در نمودار انتشار فسیلی نشان داده شده است.

۲- زون پایین‌ترین پیدایش *Praemurica uncinata* (P2) (برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱)

تعریف: اینتروال بیواستراتیگرافیک بین پایین‌ترین پیدایش *Praemurica uncinata* و پایین‌ترین پیدایش *Morozovella angulata*  
سن: پالتوسن پیشین (دانین)

مجموعه فرامینیفرهای پلانکتون این بایوزون در برش سطحی (شکل ۱۰) به قرار زیر است:

*Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer 1926),  
*Parasubbotina varianta* (Subbotina 1953),  
*Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953),  
*Subbotina triloculinoidea* (Plummer 1926),  
*Praemurica inconstans* (Subbotina 1953),  
*Praemurica pseudoconstans* (Blow 1979).

زون تجمعی ۴۱ و ایند (۱۹۶۵) *Globorotalia Globigerina-Globigerina daubjergensis* هم ارز دو بایوزون یاد شده برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱ گفته شده در بالا است.

۳- زون پایین‌ترین پیدایش *Morozovella angulata* (P3) (برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱)

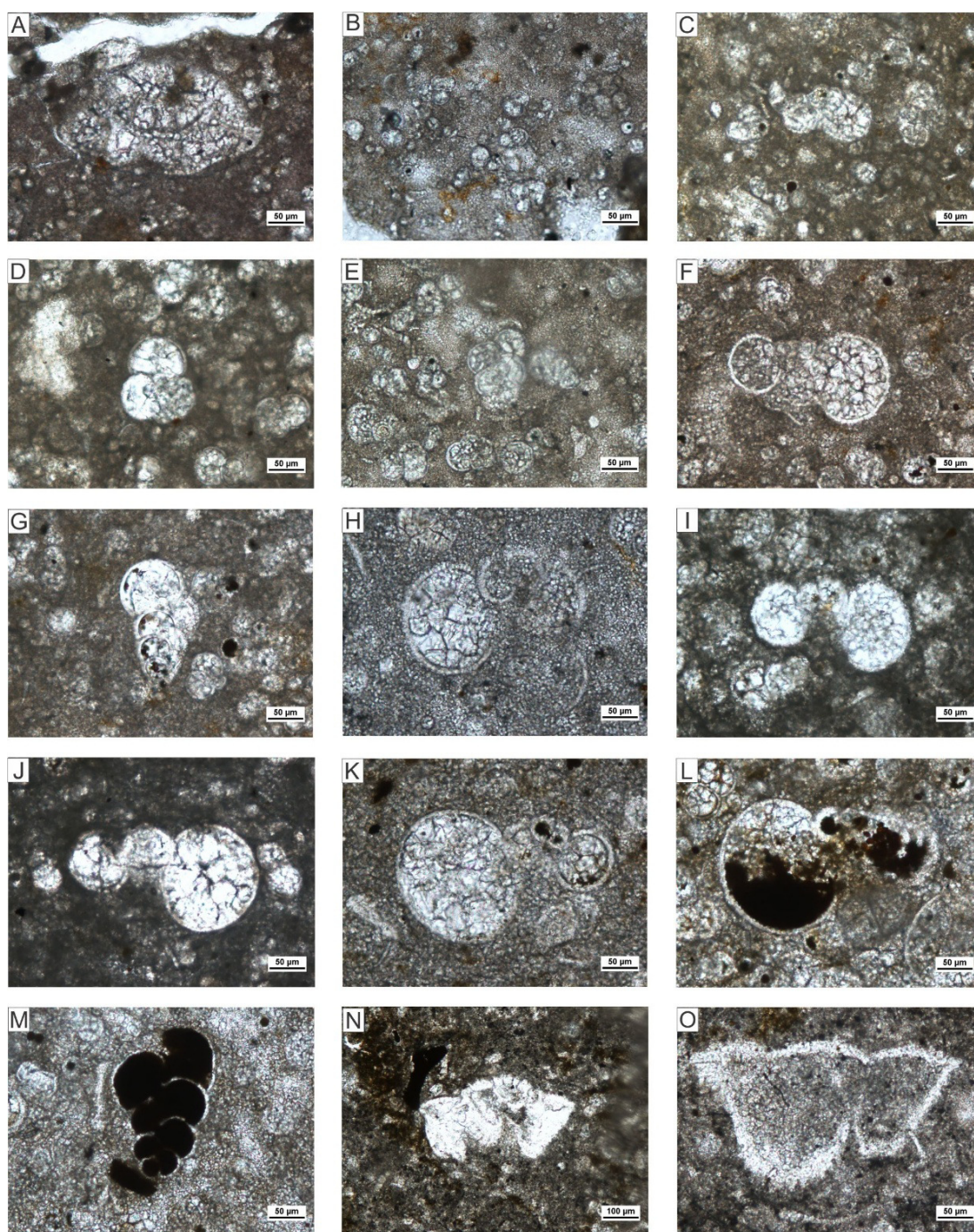
<sup>3</sup> Gamma-ray surveyor

<sup>4</sup> API=American Petroleum Institute

<sup>1</sup> Partial-range zone

<sup>2</sup> HO=Highest Occurrence



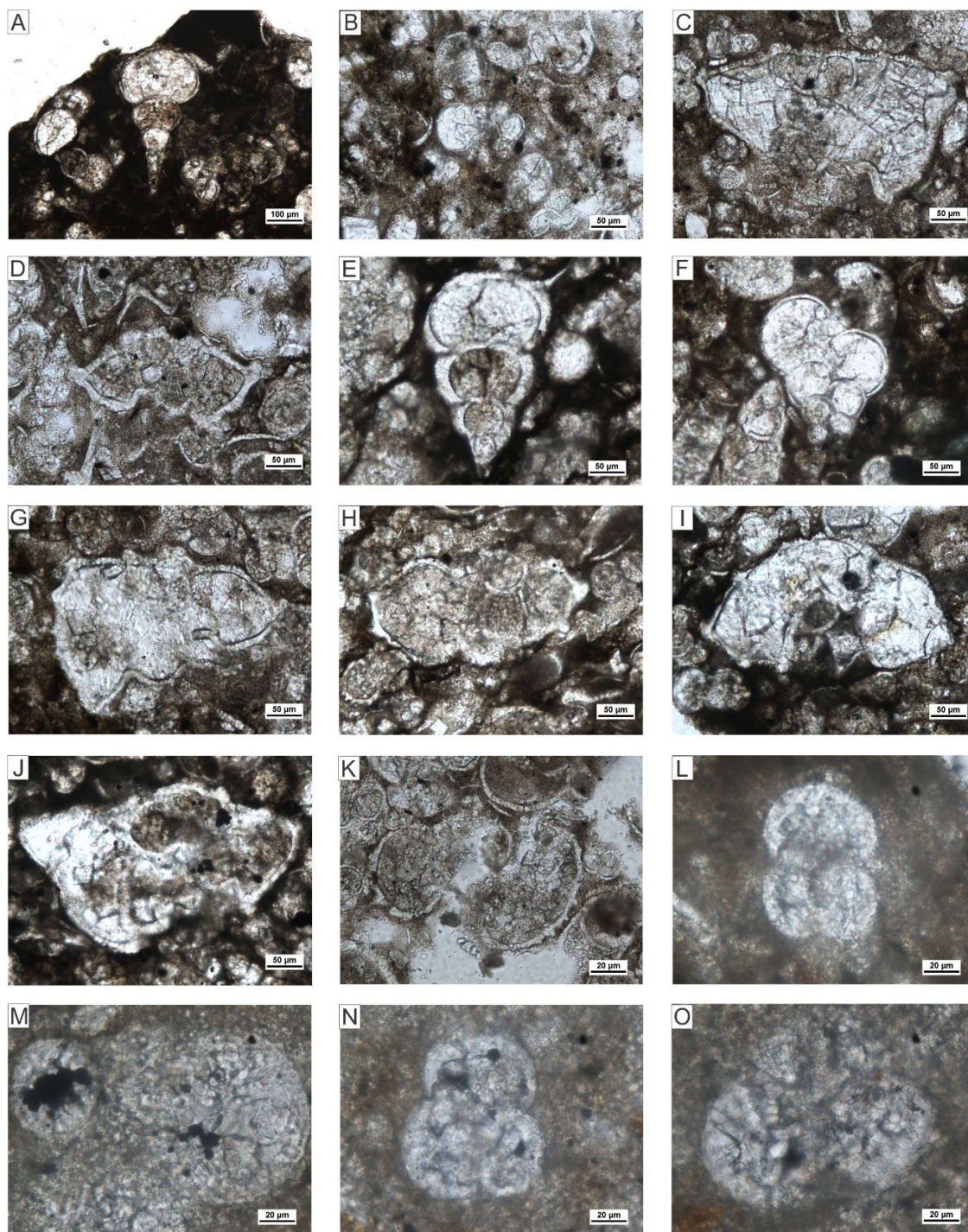


شکل ۱۰. فرامینیفرهای شاخص پلانکتون سازند پابده در برش سطحی یال شمالی تاقدیس گاوبست (تنگ بنو)، همه تصاویرها با نور

PPL

**A**, Reworked *Globotruncanita conica* (de Lapparent 1918) at K/Pg boundary besides of Danian planktonic foraminifera, Sample no. ARMO 3181. **B**, small globigerinids, 3181. **C**, *Eoglobigerina eobulloides* Morozova 1959, 3182. **D**, *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953), 3184 **E**, *Chiloguembelina* sp., 3184. **F**, *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer 1926), 3185. **G**, *Chiloguembelina* sp., 3185. **H**, *Subbotina triloculinoides* (Plummer 1926), 3195. **I**, *Praemurica inconstans* (Subbotina 1953), 3197. **J**, *Praemurica pseudoinconstans* (Blow 1979), 3198. **K**, *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer 1926), 3212. **L**, The chambers of *Subbotina triloculinoides* (Plummer 1926) filled by glauconite, 3223. **M**, The chambers of *Chiloguembelina* sp. filled by glauconite, 3223. **N**, *Morozovella angulata* (White 1938), 3234. **O**, *Morozovella conicotruncata* (Subbotina 1947), 3234.





شکل ۱. فرامینیفرای شاخص پلانکتون سازندهای گورپی (A-K) و پابده (L-O) در چاه اکتشافی شماره-۱. همه تصاویرها با نور PPL.

**A**, *Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg 1840), Sample depth (in meters) - BAV 1016. **B**, *Muricohedbergella monmouthensis* (Olsson 1960), 1014. **C**, *Globotruncana ventricosa* White 1928, 1010. **D**, *Globotruncanita stuarti* de Lapparent 1918, 1010. **E**, *Pseudotextularia elegans* (Rzehak 1891), 1009. **F**, *Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg 1840), 1009. **G**, *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady 1950, 1008. **H**, *Globotruncana bulloides* Volger, 1941, 1007. **I**, *Globotruncanita conica* (White 1928), 1007. **J**, *Globotruncana stuartiformis* (Dalbiez 1955), 1007. **K**, *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer 1926), 1005. **L**, *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953), 1000. **M**, *Parasubbotina pseudobulloides* (Plummer 1926), 988. **N**, *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953), 986. **O**, *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann 1953), 982.

## نتایج حاصل از طیف‌سنجی پرتو گاما

عناصر اندازه‌گیری شده در برش یال شمالی تاقدیس گابست (تنگ بنوو) توسط نرم‌افزار ژئولاگ رسم و در شکل ۶ نیز نشان داده شده و به شرح زیر است:

**پرتو گاما کل<sup>۱</sup>:** تشعشع گاما تغییرات زیادی دارد و از ۱۷/۰۲ نانوگری بر ساعت<sup>۲</sup> در نمونه شماره ۳۰۹۱ ARMO در سازند پابده تا ۸۱/۹۴ نانوگری بر ساعت در نمونه شماره ۳۱۱۲ ARMO در سازند گورپی است.

**اورانیوم:** منحنی اورانیوم کاملاً از منحنی پرتو گاما کل تبعیت می‌کند. کمترین مقدار اورانیوم ۱/۳۶ پی‌پی‌ام<sup>۳</sup> در نمونه شماره ۳۰۹۱ ARMO در سازند پابده و بیش‌ترین مقدار اورانیوم ۱۳/۲۴ پی‌پی‌ام در نمونه شماره ۳۱۱۲ ARMO سازند گورپی است.

**توریوم:** مقدار این عنصر روند ثابتی در این برش دارد. کمترین مقدار توریوم صفر پی‌پی‌ام در نمونه‌های شماره ۳۰۸۶، ۳۱۱۲، ۳۱۲۰، ۳۱۲۷، ۳۱۴۹، ۳۱۵۵، ۳۱۷۹ ARMO سازند گورپی و ۳۱۸۵، ۳۱۸۶، ۳۱۹۰، ۳۱۹۳، ۳۱۹۴، ۳۱۹۵ ARMO لایه‌های آهک رسی سازند پابده است و بیش‌ترین مقدار آن ۳/۹ پی‌پی‌ام در نمونه شماره ۳۰۴۲ ARMO در لایه‌های مارنی سازند گورپی است.

**پتاسیم:** میزان درصد این عنصر تغییرات زیادی نداشته و کمترین میزان درصد آن ۰/۱۶ در نمونه‌های لایه‌های آهک رسی قاعده سازند پابده شماره‌های ۳۱۹۰ و ۳۱۹۱ ARMO و بیش‌ترین میزان درصد آن ۱/۵۴ در لایه‌های مارنی سازند گورپی نمونه شماره ۳۰۶۱ ARMO است.

همانطوری که در شکل ۶ دیده می‌شود روند تغییرات پرتو گاما و اورانیوم بر هم منطبق است. در لایه‌های سنگ آهک رسی فسفات و گلوکونیت‌دار افزایش مقدار پرتو گاما بر مرز سنگ چینه‌نگاشتی سازندهای گورپی و پابده و نیز بر مرز کرتاسه-پالئوژن منطبق نیست و نمی‌توان در چاه‌های اکتشافی حفاری شده با بهره‌گیری از نمودار پرتوگاما درون چاهی مرز این دو سازند را مشخص نمود. این افزایش پرتو-گاما نتیجه وجود پتاسیم در لایه‌های دارای فسفات و گلوکونیت است (رایدر، ۲۰۰۷؛ باگز، ۲۰۰۹).

## تطابق نمودار پرتو گامای برش سطحی با چاه اکتشافی

نرم‌افزار سیکلولاگ برای خوشه‌بندی، تطابق لاگ‌ها، تجزیه و تحلیل فراوانی، محاسبات پتروفیزیکی، محاسبه و ایجاد لاگ (دانسیته از سونیک، سونیک از دانسیته، نمودار اینپفا<sup>۴</sup>) کاربرد دارد.

در اغلب چاه‌های اکتشافی حفاری شده مغزه<sup>۵</sup> گرفته نمی‌شود و یا مغزه‌های گرفته شده پیوسته نمی‌باشند و نیز خرده‌های حفاری با فواصل نسبتاً زیادی برداشت می‌شود (همانند چاه اکتشافی مورد مطالعه این تحقیق) ولی خوشبختانه نمودارهای پتروفیزیکی برای کل چاه تهیه می‌گردد. در کمبود و یا فقدان اطلاعات مغزه‌ها و خرده‌های حفاری نمودارهای پتروفیزیکی وسیله مفیدی برای بررسی مرزها است. یکی از این نمودارها، نمودار پرتوگاما می‌باشد که زمین‌شناسان نفتی از آن برای جدایش زون‌های مخزنی و نیز تطابق بین چاه‌ها، برش‌های سطحی (رخنمون) با یکدیگر و یا چاه‌ها با برش‌های سطحی استفاده می‌کنند. همچنین رسوب‌شناسان و چینه‌شناسان نیز، این نرم‌افزار را برای شناسایی سطوح سکansı بکار می‌برند.

نرم‌افزار سیکلولاگ بر پایه نمودار گاما یک نمودار به نام INPEFA می‌سازد. این نمودار بر پایه آنالیز موجک در یک پنجره با طول مشخص که توسط کاربر شناسایی می‌شود، انجام می‌گیرد و سپس بر طبق نتایج به دست آمده روند نمودار را در مرحله بعد پیش‌بینی می‌کند. در این روش میزان خطای بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده با هم جمع شده و بصورت یک نمودار نشان داده می‌شود. تغییرات در روند نمودار INPEFA به دو صورت مثبت<sup>۶</sup> که نشانگر مرزهای سکansı<sup>۷</sup> و منفی<sup>۸</sup> که نشانگر سطوح حداکثر سیلابی<sup>۹</sup> است (نیو و همکاران، ۲۰۰۵؛ دجونگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ انرس، ۲۰۱۵؛ رحمانی، ۱۳۹۰). در برش تنگ بنوو در ستیرا ۲۲ متری میزان پرتوگاما کل به بیش‌ترین مقدار را یعنی ۸۱/۹۴ نانوگری بر ساعت دارد و منحنی گام بلند<sup>۱۰</sup> دینامیک اینپفا- پرتوگاما نیز به مقدار بیشینه رسیده است. منحنی گام

<sup>۴</sup> INPEFA= Integrated Prediction Error Filter Analysis

<sup>۵</sup> Core

<sup>۶</sup> PB=Positive Break

<sup>۷</sup> SB=Sequence Boundary

<sup>۸</sup> NB=Negative Break

<sup>۹</sup> mfs=maximum flooding surface

<sup>۱۰</sup> Long-term

<sup>۱</sup> Total GR (Dose rate)

<sup>۲</sup> nGy/h

<sup>۳</sup> ppm

پریمولی سیلوا، ۲۰۱۵) هم ارز زون *Pseudoguembelina palpebra* (CF1) لی و کلر (۱۹۹۸ آ و ب)؛ لی و همکاران (۱۹۹۹)، زون *Guembelitra cretacea* (P0) و زون گستره کامل<sup>۱۴</sup> *Parvularugoglobigerina eugubina* (Pa) (وید و همکاران، ۲۰۱۱) شناسایی نشدند در نتیجه یک هیاتوس بین مرز سازندهای گورپی-پابده وجود دارد و این هیاتوس مائستریشتین پسین و دانین پیشین را در بر می‌گیرد. هم‌چنین فرامینیفراهای حمل‌شده<sup>۱۵</sup> از کرتاسه در نهشته‌های دانین سازند پابده وجود دارد.

از نظر سنگ‌شناسی کانی گلوکونیت نشانگر نرخ رسوب‌گذاری کم در محیط‌های دریایی است و عموماً با هاردگراندها<sup>۱۶</sup> همراه بوده و نشانگر عمق ۵۰ متر تا ۵۰۰ متر است (آموروسی، ۱۹۹۷). هم‌چنین همراه با رسوبات پیشرونده<sup>۱۷</sup> است (بنجری و همکاران، ۲۰۱۶). وجود فسفات شرایط بی‌هوازی<sup>۱۸</sup> را مشخص می‌کند (برا و همکاران، ۲۰۰۷). در منطقه مورد مطالعه رنگ دانه‌های گلوکونیت در نور طبیعی<sup>۱۹</sup> میکروسکوپ سبز تا سبز تیره است (AD) و بلوغ<sup>۲۰</sup> گلوکونیت‌ها در حد "رشد کرده"<sup>۲۱</sup> تا "خیلی رشد کرده"<sup>۲۲</sup> است (اودین و متر، ۱۹۸۱). جورشدگی<sup>۲۳</sup> گلوکونیت‌ها "بد جور شده"<sup>۲۴</sup> بوده و حجرات برخی از فرامینیفراهای پلانکتون توسط گلوکونیت پر شده‌اند که نشان از درجا<sup>۲۵</sup> بودن اینهاست (آموروسی، ۱۹۹۷؛ برا و همکاران، ۲۰۰۷؛ بنجری و همکاران، ۲۰۱۶ آ و ب).

برپایه دیدگاه کلر (۱۹۹۶) برش‌های مرز کرتاسه-پالئوژن در جهان که در زون شلف قاره<sup>۲۶</sup> قرار می‌گیرند ناپیوسته<sup>۲۷</sup> هستند. برش‌های پیوسته مرز کرتاسه-پالئوژن برای مثال الکف در تونس، آگوست در اسپانیا در زون شلف-سرازیری<sup>۲۸</sup> قرار می‌گیرند. برش‌هایی که در زون شلف-سرازیری تا باتیال قرار می‌گیرند ناپیوسته هستند

کوتاه<sup>۱۱</sup> دینامیک اینیفا-پرتوگاما ۱- (رنگ قرمز) در زیر مرز کرتاسه-پالئوژن نشانگر روند منفی (درشت‌شوندگی به سمت بالا<sup>۱۲</sup>) و منحنی گام کوتاه دینامیک اینیفا-پرتوگاما ۲- (رنگ آبی) نشانگر روند مثبت (ریز شوندگی به سمت بالا<sup>۱۳</sup>) است (شکل ۱۲).

در چاه اکتشافی شماره-۱ گاما ری در ستبرا ۸۲۰ متری به بیش‌ترین مقدار یعنی ۶۷ ای‌پی‌آی رسیده است و منحنی سیکلولاگ شامل منحنی گام بلند دینامیک اینیفا افزایش یافته است. منحنی گام کوتاه دینامیک اینیفا-پرتوگاما ۳- (رنگ آبی) در زیر مرز کرتاسه-پالئوژن نشانگر روند منفی (درشت‌شوندگی به سمت بالا) و منحنی گام کوتاه دینامیک اینیفا-پرتوگاما ۲- (رنگ سبز) نشانگر روند مثبت (ریز شوندگی به سمت بالا) است (شکل ۱۳). همبستگی میان برش سطحی و چاه اکتشافی انجام شده و مرز بین کرتاسه-پالئوژن به عنوان خط مبنا در نظر گرفته شده است. روند کلی منحنی‌های گام بلند اینیفا و گام کوتاه اینیفا برش سطحی و چاه اکتشافی با هم مشابه هستند (شکل ۱۴).

## بحث

از دیدگاه زیست‌چینه‌نگاری زون *Gansserina gansseri* (هم ارز زون CF7) و زون *Contusotruncana contusa* (کوچیونی و پریمولی سیلوا، ۲۰۱۵) که هم ارز زون CF6 لی و کلر، ۱۹۹۸ آ و ب) کامپانین پسین تا مائستریشتین میانی برای بخش‌های بالایی سازند گورپی را نشان می‌دهد. زون گستره بخشی *Eoglobigerina edita* (P1) زون پایین‌ترین پیدایش *Praemurica uncinata* (P2) و زون پایین‌ترین پیدایش *Morozovella angulata* (P3) (برگرن و پیرسون، ۲۰۰۵؛ وید و همکاران، ۲۰۱۱) سن دانین را برای قاعده سازند پابده معرفی می‌کند.

زون *Abathomphalis mayaroensis* زون *Pseudoguembelina hariaensis* (هم ارز زون CF3 لی و کلر، ۱۹۹۸ آ و ب)، زون *Pseudotextularia elegans* (کوچیونی و پریمولی سیلوا، ۲۰۱۵) هم ارز زون *Pseudoguembelina palpebra* (CF2) لی و کلر (۱۹۹۸) ب، زون *Plummerita hantkeninoides* (کوچیونی و

<sup>14</sup> Total-range zone

<sup>15</sup> Reworked

<sup>16</sup> Hardground

<sup>17</sup> Transgressive deposits

<sup>18</sup> Anoxic

<sup>19</sup> PPL

<sup>20</sup> Maturity

<sup>21</sup> Evolved

<sup>22</sup> Highly evolved

<sup>23</sup> Sorting

<sup>24</sup> Bad sorted

<sup>25</sup> Autochthonous

<sup>26</sup> Continental shelf

<sup>27</sup> Unconformity

<sup>28</sup> Shelf-slope

<sup>11</sup> Short-term

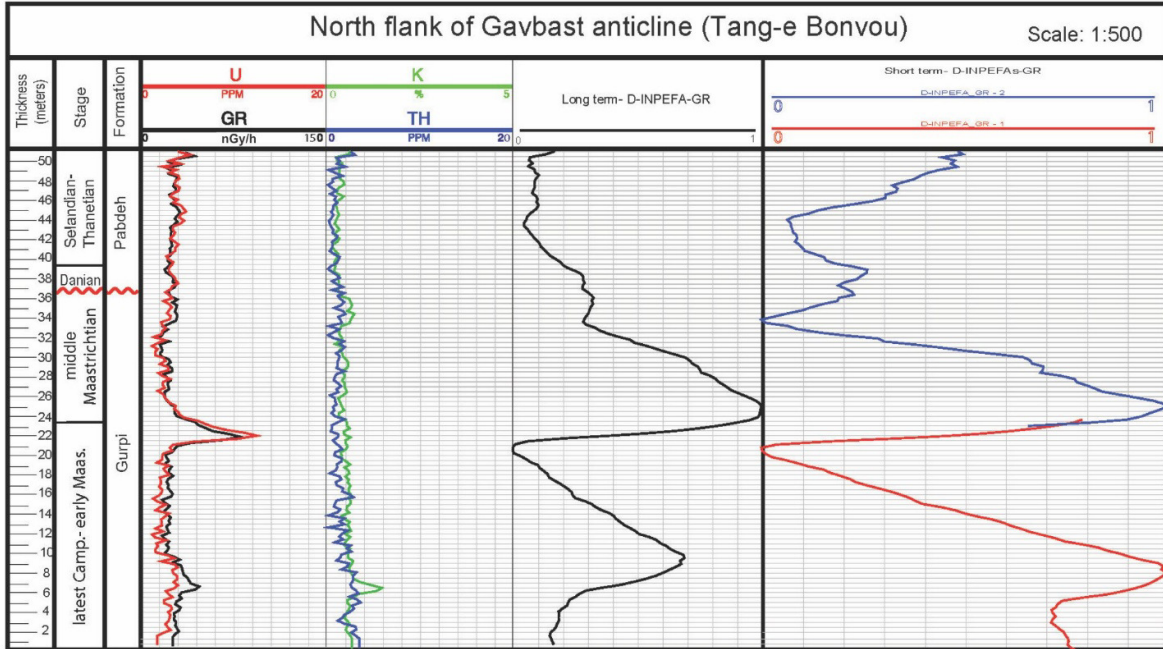
<sup>12</sup> Coarsening upward

<sup>13</sup> Fining upward

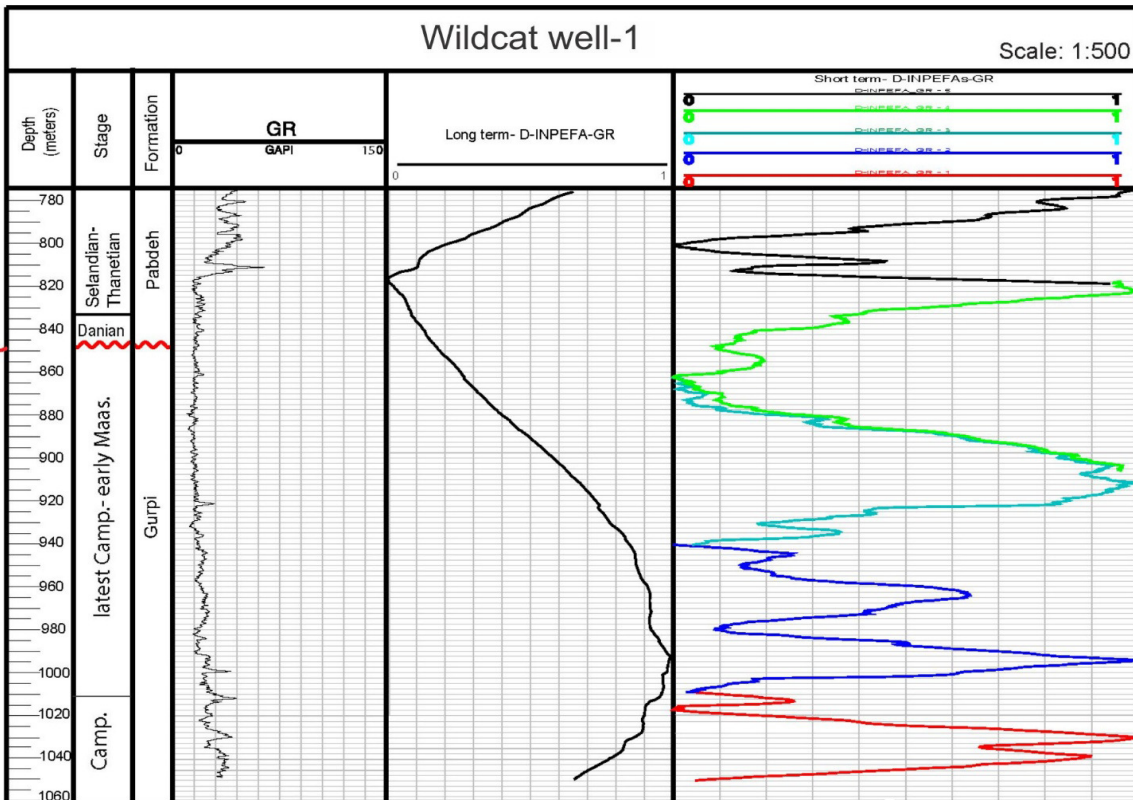


سازندهای گورپی-پابده یک هارگراند با ناپیوستگی موازی وجود دارد.

(شکل ۱۵). شواهد نشان می‌دهد که ناحیه مورد بررسی در زون سرازیری تا باتیال قرار می‌گیرد و در مرز



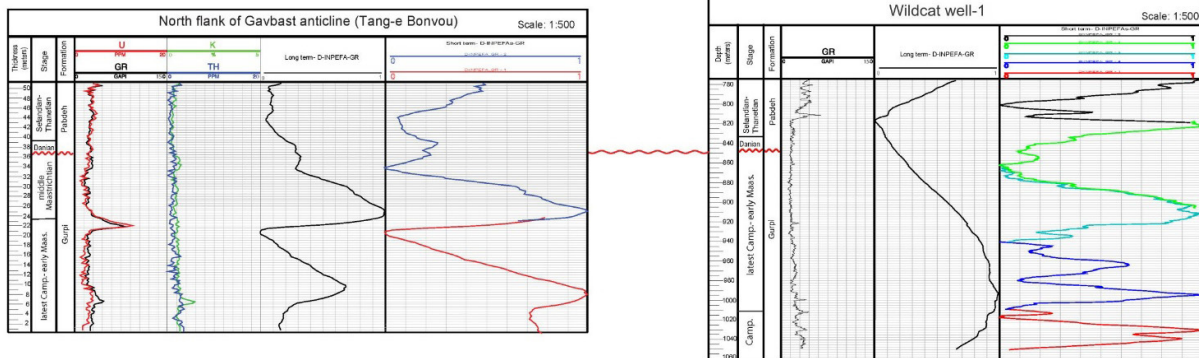
شکل ۱۲. نمودارهای اورانیوم، پرتو گاما کل، توریوم، پتاسیم و INPEFA مرز کرتاسه-پالئوژن در یال شمالی تاقدیس گاوبست (تنگ بنوو).



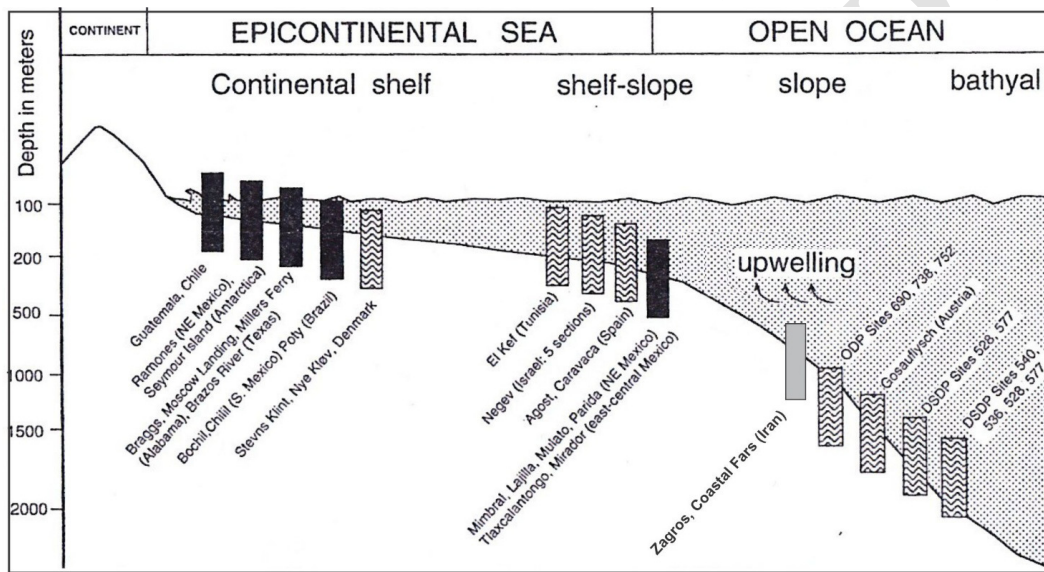
شکل ۱۳. نمودار پرتو گاما و INPEFA مرز کرتاسه-پالئوژن در چاه اکتشافی شماره ۱.



S ————— N



شکل ۱۴. نمودار تطابقی مرز کرتاسه-پالئوژن در ترانسکت جنوب به شمال. برش سطحی یال شمالی تاقدیس گاوپست (تنگ بنوو) با چاه اکتشافی شماره ۱- در ناحیه فارس ساحلی.



شکل ۱۵. عمق نهشتگی برش‌های مرز کرتاسه-پالئوژن در جهان و جایگاه زاگرس در بین آن‌ها (از: کالر، ۱۹۹۶ با کمی تغییرات)

### نتیجه‌گیری

بر پایه مطالعات سنگ‌چینه‌نگاری، زیست‌چینه‌نگاری بر مبنای فرامینیفرهای پلانکتون، طیف‌سنجی پرتو گاما در برش سطحی یال شمالی تاقدیس گاوپست و چاه اکتشافی شماره ۱- در فارس ساحلی، نتایج زیر به دست آمد:

- ۱- نهشته‌های پالئوسن زیرین (آشکوب دانین) در ناحیه فارس ساحلی وابسته به سازند پابده بوده و انتساب آن به سازند گورپی همانند لرستان نادرست است.
- ۲- با توجه به اینکه در فارس ساحلی بخش غیررسمی شیل ارغوانی وجود ندارد مرز سنگ نگاشتی سازندهای گورپی و پابده در آغاز لایه‌های مارلستونی که کم‌فرسا هستند قرار دارد و نمی‌توان لایه‌های سنگ‌آهک چرت‌دار را مبنای تفکیک دو سازند قرار

- داد زیرا این لایه‌ها صد و پنج متر بالاتر از مرز قرار دارند.
- ۳- مرز بین کرتاسه-پالئوژن (سازندهای گورپی و پابده) ناپیوسته است و این ناپیوستگی نهشته‌های مائستریشتین پسین و دانین پیشین را در بر دارد.
- ۴- ناپیوستگی میان کرتاسه-پالئوژن یک سطح هاردگراند می‌باشد.
- ۵- در برش سطحی پرتو گاما کل و اورانیوم در بخش‌های بالایی سازند گورپی به دلیل وجود پتاسیم در فسفات و گلوکونیت فراوان افزایش می‌یابد ولی دلیلی بر راس سازند گورپی نیست و در چاه اکتشافی نیز افزایش نمودار پرتو گاما کل در داخل سازند پابده است و نمی‌توان از آن بطور قطع برای جداسازی مرز دو سازند به کار برد.

جدول ۱. پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط دستگاه اسپیکترومتر گاما-ری در برش یال شمالی تاق‌دیس گاوبست (تنگ بنوو). پروفایل‌های ۱، ۲ و ۴ بازه اندازه‌گیری ۳۰ سانتی‌متری و پروفایل شماره ۴ بازه اندازه‌گیری ۱۵ سانتی‌متری در گذر کرتاسه - پالئوژن می‌باشد.

Profile No.	Station [m]	Dead-time [%]	ROI-K [cps]	ROI-U [cps]	ROI-Th [cps]	ROI-Tot [cps]	K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	DoseRate [nGy/h]	Sample No. ARMO
1	0	0.34	4.1	1.13	0.45	833.37	0.72	2.65	1.93	29.25	3040
1	0.3	0.34	4.02	1.15	0.47	840.42	0.69	2.68	2.05	29.28	3041
1	0.6	0.33	3.97	1.35	0.72	829.2	0.59	2.93	3.9	34.1	3042
1	0.9	0.34	3.88	1.1	0.57	839.08	0.66	2.31	2.82	28.76	3043
1	1.2	0.33	3.78	1.02	0.7	833.33	0.65	1.77	3.86	28.13	3044
1	1.5	0.33	3.72	1	0.58	827.67	0.64	1.93	2.98	26.67	3045
1	1.8	0.33	3.87	1.33	0.48	826.57	0.58	3.3	2.13	31.58	3046
1	2.1	0.33	3.68	1.38	0.52	834.67	0.5	3.42	2.36	31.84	3047
1	2.4	0.33	3.33	1.2	0.6	835.87	0.45	2.61	3.05	28.26	3048
1	2.7	0.33	3.72	1.27	0.48	835.57	0.55	3.06	2.14	29.94	3049
1	3	0.33	3.88	1.25	0.32	832.98	0.62	3.31	0.88	29.07	3050
1	3.3	0.33	3.28	1.23	0.33	830.92	0.43	3.22	1.01	26.45	3051
1	3.6	0.33	3.5	1.35	0.43	832.25	0.46	3.45	1.74	29.92	3052
1	3.9	0.33	3.35	1.15	0.38	831.35	0.48	2.83	1.41	25.85	3053
1	4.2	0.33	4	1.58	0.57	831.78	0.53	4.04	2.69	36.6	3054
1	4.5	0.33	3.82	1.25	0.5	841.05	0.59	2.97	2.27	30.24	3055
1	4.8	0.33	3.75	1.12	0.5	830.8	0.61	2.5	2.31	27.93	3056
1	5.1	0.33	3.52	1.3	0.68	832.38	0.47	2.81	3.65	31.2	3057
1	5.4	0.34	4.05	1.55	0.5	833.13	0.56	4.04	2.19	35.78	3058
1	5.7	0.33	4.25	1.13	0.45	830.78	0.77	2.65	1.93	29.87	3059
1	6	0.34	4.73	1.33	0.65	841.65	0.84	2.99	3.4	36.5	3060
1	6.3	0.34	7.17	1.58	0.52	851.07	1.54	4.13	2.34	49.38	3061
1	6.6	0.34	6.75	1.6	0.5	852.4	1.4	4.22	2.2	47.77	3062
1	6.9	0.34	5.37	1.38	0.48	840.75	1.04	3.48	2.12	38.58	3063
1	7.2	0.34	4.83	1.63	0.53	838.68	0.78	4.28	2.43	40.57	3064
1	7.5	0.34	4.35	1.57	0.53	841.75	0.65	4.04	2.45	37.54	3065
1	7.8	0.34	4.28	1.42	0.52	842.75	0.68	3.54	2.36	34.85	3066
1	8.1	0.34	4.05	1.45	0.58	836.47	0.59	3.53	2.86	34.91	3067
1	8.4	0.34	4.07	1.53	0.32	839.7	0.58	4.32	0.8	34.14	3068
1	8.7	0.33	3.95	1.43	0.48	833.8	0.57	3.66	2.1	33.45	3069
1	9	0.33	3.75	0.97	0.45	833.6	0.66	2.06	1.97	25.25	3070
1	9.3	0.33	4.32	1.47	0.28	837.58	0.68	4.15	0.57	33.9	3071
1	9.6	0.33	3.42	1.13	0.37	821.05	0.51	2.8	1.29	25.74	3072
1	9.9	0.33	3.15	0.78	0.35	830.38	0.54	1.59	1.26	19.17	3073
1	10.2	0.33	3.27	0.9	0.5	828.88	0.53	1.72	2.37	22.62	3074
1	10.5	0.33	3.52	0.95	0.42	832.75	0.6	2.06	1.72	23.76	3075
1	10.8	0.33	2.98	0.92	0.48	832.27	0.44	1.82	2.23	21.56	3076
1	11.1	0.33	3.22	1.13	0.27	829.97	0.45	2.99	0.52	24.12	3077
1	11.4	0.33	3.12	0.82	0.38	828.88	0.52	1.64	1.5	19.81	3078
1	11.7	0.33	3.22	0.7	0.32	827.43	0.59	1.35	1.03	17.92	3079
1	12	0.33	3.2	1.08	0.38	822	0.45	2.6	1.43	24.21	3080
1	12.3	0.33	3.47	0.87	0.43	829.93	0.61	1.73	1.87	22.42	3081
1	12.6	0.33	3.42	0.95	0.2	828.17	0.57	2.46	0.07	21.64	3082
1	12.9	0.33	3.4	1.03	0.4	830.58	0.53	2.39	1.57	24.42	3083
1	13.2	0.33	3.48	0.98	0.33	819.32	0.58	2.33	1.08	23.47	3084
1	13.5	0.33	3.17	1.15	0.42	823.23	0.42	2.77	1.66	25.35	3085
1	13.8	0.32	2.97	1.18	0.18	824.3	0.35	3.32	0	23.5	3086
1	14.1	0.33	3.25	0.8	0.3	824.93	0.57	1.74	0.87	19.45	3087
1	14.4	0.33	3.2	0.93	0.35	829.1	0.5	2.12	1.21	21.67	3088
1	14.7	0.33	3.35	1.13	0.27	833.47	0.49	2.99	0.53	24.68	3089

ادامه جدول ۱

Profile No.	Station [m]	Dead-time [%]	ROI-K [cps]	ROI-U [cps]	ROI-Th [cps]	ROI-Tot [cps]	K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	DoseRate [nGy/h]	Sample No. ARMO
1	15	0.33	3.42	0.87	0.28	823.35	0.6	2.01	0.73	21.03	3090
1	15.3	0.33	3.25	0.67	0.25	827.73	0.61	1.36	0.53	17.02	3091
1	15.6	0.33	3.4	1.02	0.52	835.45	0.53	2.11	2.46	25.08	3092
1	15.9	0.33	3.77	1.07	0.48	829.87	0.63	2.35	2.2	27.11	3093
1	16.2	0.33	3.5	1.07	0.37	829.17	0.55	2.57	1.31	25.08	3094
1	16.5	0.33	3.33	0.95	0.4	832.15	0.54	2.09	1.59	22.87	3095
1	16.8	0.33	3.63	0.97	0.32	834.7	0.63	2.3	0.95	23.71	3096
1	17.1	0.33	3.25	0.98	0.27	826.02	0.51	2.46	0.57	21.98	3097
1	17.4	0.33	3.43	0.87	0.35	822.33	0.6	1.88	1.23	21.62	3098
1	17.7	0.33	3.35	1.27	0.4	835.27	0.44	3.22	1.5	27.76	3099
1	18	0.33	3.5	1.13	0.2	830.2	0.54	3.11	0.02	24.77	3100
1	18.3	0.33	3.53	0.88	0.27	831.6	0.63	2.1	0.6	21.63	3101
1	18.6	0.33	3.27	1.4	0.33	823.62	0.37	3.82	0.96	28.92	3102
1	18.9	0.33	3.27	0.78	0.28	824.78	0.58	1.71	0.75	19.13	3103
1	19.2	0.33	3.52	0.95	0.33	828.65	0.6	2.21	1.09	23.11	3104
1	19.5	0.33	2.83	1.18	0.42	832.28	0.3	2.89	1.65	24.47	3105
1	19.8	0.33	2.85	0.82	0.28	830.83	0.43	1.83	0.74	17.91	3106
1	20.1	0.33	2.88	1.35	0.25	832.1	0.27	3.79	0.34	25.9	3107
1	20.4	0.33	3.3	1.25	0.37	832.22	0.43	3.22	1.25	27.04	3108
1	20.7	0.34	3.72	1.32	0.4	837.55	0.54	3.4	1.49	30.05	3109
1	21	0.33	3.73	1.42	0.28	833.68	0.52	3.97	0.58	30.72	3110
2	21.3	0.35	4.73	2.65	0.37	859.18	0.42	8.21	0.88	54.31	3111
2	21.6	0.36	6.42	4.02	0.27	874.48	0.51	13.27	0	81.94	3112
2	21.9	0.37	6.8	3.8	0.55	878.27	0.69	11.97	1.98	81.87	3113
2	22.2	0.35	4.57	3.27	0.25	851.98	0.17	10.63	0	62.53	3114
2	22.5	0.35	5.42	2.58	0.32	858.6	0.66	8.07	0.52	55.74	3115
2	22.8	0.34	4.83	2.48	0.28	850.5	0.51	7.77	0.29	51.53	3116
2	23.1	0.34	4.4	2.12	0.28	849.9	0.5	6.46	0.39	44.15	3117
2	23.4	0.34	4.47	2.1	0.42	843.7	0.52	6.16	1.41	45.22	3118
2	23.7	0.33	3.4	1.47	0.43	827.63	0.39	3.87	1.7	31.28	3119
2	24	0.33	2.95	1.57	0.18	826.97	0.22	4.69	0	29.53	3120
2	24.3	0.33	3.1	1.38	0.28	835.03	0.33	3.85	0.58	27.57	3121
2	24.6	0.33	3.58	1.35	0.28	831.32	0.49	3.73	0.59	29.08	3122
2	24.9	0.33	3.12	1.43	0.27	825.28	0.32	4.06	0.44	28.27	3123
2	25.2	0.32	2.93	1.12	0.33	822.05	0.36	2.81	1.03	23.22	3124
2	25.5	0.32	2.75	1.15	0.27	818.57	0.29	3.05	0.52	22.43	3125
2	25.8	0.33	2.55	1.02	0.28	818.07	0.27	2.54	0.68	19.7	3126
2	26.1	0.33	3.08	0.97	0.17	816.05	0.46	2.58	0	20.72	3127
2	26.4	0.32	3.13	0.83	0.37	814.93	0.52	1.73	1.37	20	3128
2	26.7	0.32	3.28	1.17	0.28	818.03	0.46	3.08	0.64	25.04	3129
2	27	0.33	3.1	1.02	0.38	820.82	0.44	2.36	1.44	22.78	3130
2	27.3	0.32	3.12	1.05	0.3	827.57	0.44	2.63	0.8	22.7	3131
2	27.6	0.32	3.1	1.28	0.27	825.88	0.36	3.52	0.48	25.92	3132
2	27.9	0.32	3.07	0.93	0.28	818.63	0.46	2.25	0.71	20.59	3133
2	28.2	0.32	2.88	0.88	0.3	821.83	0.42	2.04	0.84	19.19	3134
2	28.5	0.32	3.1	1.33	0.43	819.02	0.34	3.39	1.74	28	3135
2	28.8	0.33	3.48	1.15	0.28	825.7	0.53	3.02	0.65	25.62	3136
2	29.1	0.33	3.33	0.92	0.32	825.62	0.55	2.12	0.97	21.7	3137
2	29.4	0.33	3.5	1.13	0.32	825.58	0.53	2.9	0.91	25.7	3138
2	29.7	0.32	3.22	1.05	0.33	821.08	0.47	2.57	1.06	23.38	3139



ادامه جدول ۱

Profile No.	Station [m]	Dead-time [%]	ROI-K [cps]	ROI-U [cps]	ROI-Th [cps]	ROI-Tot [cps]	K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	DoseRate [nGy/h]	Sample No. ARMO
2	30	0.32	2.67	0.78	0.33	827.85	0.39	1.62	1.12	17.03	3140
2	30.3	0.32	2.63	0.78	0.28	818.87	0.38	1.71	0.74	16.5	3141
2	30.6	0.32	2.55	0.9	0.37	819.55	0.31	1.97	1.35	18.59	3142
2	30.9	0.32	2.73	0.75	0.4	820.33	0.41	1.38	1.64	17.33	3143
2	31.2	0.32	2.12	0.88	0.33	810.58	0.18	1.98	1.09	16.27	3144
2	31.5	0.33	2.87	1.15	0.4	831.75	0.32	2.8	1.53	23.97	3145
3	31.65	0.32	2.6	0.55	0.4	821.82	0.44	0.66	1.7	13.73	3146
3	31.8	0.32	2.58	0.72	0.25	820.37	0.38	1.54	0.51	15.01	3147
3	31.95	0.32	2.55	0.82	0.2	819.48	0.34	1.98	0.1	16	3148
3	32.1	0.32	2.58	0.92	0.17	821.2	0.32	2.4	0	17.85	3149
3	32.25	0.32	2.8	0.67	0.18	820.32	0.47	1.48	0.02	14.63	3150
3	32.4	0.32	2.57	0.98	0.27	820.67	0.29	2.46	0.56	19.13	3151
3	32.55	0.32	2.42	1	0.4	823.78	0.23	2.27	1.57	19.82	3152
3	32.7	0.32	2.8	1.15	0.35	823.47	0.31	2.89	1.15	23.3	3153
3	32.85	0.33	2.85	1	0.33	825.15	0.37	2.39	1.07	21.09	3154
3	33	0.32	2.67	0.95	0.17	823.8	0.34	2.52	0	18.73	3155
3	33.15	0.33	3.38	0.93	0.43	835.72	0.56	1.97	1.85	23.09	3156
3	33.3	0.33	3.53	0.98	0.37	829.33	0.59	2.27	1.33	23.95	3157
3	33.45	0.33	3.45	1.15	0.53	832.45	0.5	2.55	2.55	27.45	3158
3	33.6	0.33	3.85	1.27	0.37	842.23	0.6	3.28	1.25	29.58	3159
3	33.75	0.33	4.07	1.27	0.43	842.13	0.66	3.16	1.76	31	3160
3	33.9	0.33	4	1.28	0.32	835.42	0.64	3.43	0.87	30.06	3161
3	34.05	0.34	5.2	1.38	0.38	840.78	0.99	3.66	1.36	37.1	3162
3	34.2	0.33	4.23	1.2	0.42	834.28	0.74	2.95	1.66	30.55	3163
3	34.35	0.33	3.98	1.12	0.38	830.52	0.69	2.71	1.42	27.98	3164
3	34.5	0.33	3.53	1.25	0.42	830.25	0.5	3.13	1.64	28.4	3165
3	34.65	0.33	3.78	1.13	0.37	841.95	0.62	2.8	1.29	27.27	3166
3	34.8	0.33	3.87	1.28	0.27	827.47	0.6	3.52	0.49	29.11	3167
3	34.95	0.33	3.75	1.47	0.38	830.92	0.5	3.96	1.33	32.34	3168
3	35.1	0.33	4.08	1.32	0.37	831.75	0.66	3.46	1.24	31.31	3169
3	35.25	0.33	3.33	1.37	0.37	832.38	0.4	3.64	1.22	28.95	3170
3	35.4	0.33	3.57	1.03	0.4	837.35	0.59	2.39	1.57	25.11	3171
3	35.55	0.33	3.97	1.43	0.33	835.13	0.58	3.94	0.96	32.34	3172
3	35.7	0.33	4.05	1.35	0.38	836.63	0.63	3.55	1.36	31.81	3173
3	35.85	0.33	3.58	1.05	0.3	834.9	0.59	2.63	0.8	24.64	3174
3	36	0.33	2.98	1.27	0.28	833.03	0.33	3.43	0.61	25.31	3175
3	36.15	0.33	3.2	1.07	0.42	828.92	0.46	2.47	1.69	24.22	3176
3	36.3	0.33	2.85	1.13	0.47	830.1	0.32	2.62	2.04	24.18	3177
3	36.45	0.34	4.55	1.67	0.38	838.45	0.69	4.67	1.28	38.71	3178
3	36.6	0.33	2.63	1.2	0.17	824.8	0.24	3.41	0	22.57	3179
3	36.75	0.33	3	1.58	0.25	834.73	0.23	4.63	0.27	29.94	3180
3	36.9	0.33	3.05	1.28	0.4	835.12	0.34	3.28	1.5	26.77	3181
3	37.05	0.33	2.98	1.45	0.5	835.27	0.26	3.69	2.21	29.82	3182
3	37.2	0.33	3.12	1.55	0.37	829.8	0.27	4.29	1.17	30.84	3183
3	37.35	0.33	3.22	1.32	0.38	832.58	0.38	3.43	1.36	27.84	3184
3	37.5	0.33	3.03	1.35	0.17	828.9	0.32	3.95	0	26.61	3185
3	37.65	0.33	3.32	1.47	0.2	837.68	0.37	4.3	0	29.27	3186
3	37.8	0.33	2.78	1.42	0.37	825.43	0.21	3.81	1.2	27.42	3187
3	37.95	0.33	3.03	1.47	0.3	832.33	0.28	4.12	0.68	28.7	3188
3	38.1	0.34	3.23	1.35	0.33	836.17	0.38	3.64	0.97	28.02	3189

ادامه جدول ۱

Profile No.	Station [m]	Dead-time [%]	ROI-K [cps]	ROI-U [cps]	ROI-Th [cps]	ROI-Tot [cps]	K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	DoseRate [nGy/h]	Sample No. ARMO
3	38.25	0.33	2.2	1.03	0.15	821.72	0.16	2.85	0	18.31	3190
3	38.4	0.33	2.4	1.22	0.28	825.62	0.16	3.26	0.62	22.13	3191
3	38.55	0.33	2.68	1.2	0.22	828.55	0.26	3.32	0.12	22.52	3192
3	38.7	0.33	2.28	1.13	0.18	831.58	0.16	3.15	0	19.88	3193
3	38.85	0.33	2.4	0.82	0.18	823.52	0.3	2.02	0	15.32	3194
3	39	0.33	2.47	1.13	0.13	820.63	0.22	3.24	0	21.19	3195
4	39.3	0.33	2.58	1.4	0.32	826.65	0.16	3.85	0.83	25.94	3196
4	39.6	0.32	2.58	1.28	0.32	826.17	0.19	3.43	0.86	24.17	3197
4	39.9	0.33	2.47	1.12	0.35	826.77	0.21	2.78	1.16	21.41	3198
4	40.2	0.33	2.93	1.18	0.33	828.3	0.34	3.04	1.02	24.23	3199
4	40.5	0.33	2.7	1.42	0.18	825.32	0.19	4.16	0	26.11	3200
4	40.8	0.33	2.53	1.28	0.25	829.1	0.18	3.56	0.35	23.43	3201
4	41.1	0.33	2.37	1.47	0.27	829.93	0.07	4.18	0.43	25.66	3202
4	41.4	0.33	2.65	1.48	0.27	830.3	0.15	4.24	0.42	27.09	3203
4	41.7	0.33	3	1.22	0.25	830.45	0.35	3.32	0.37	24.36	3204
4	42	0.33	2.77	1.27	0.35	827.75	0.26	3.31	1.12	24.94	3205
4	42.3	0.33	2.53	1.43	0.3	824.17	0.13	4	0.69	26.11	3206
4	42.6	0.33	2.82	1.32	0.23	828.5	0.26	3.71	0.22	24.99	3207
4	42.9	0.33	3.02	1.3	0.3	830.62	0.33	3.52	0.73	26.09	3208
4	43.2	0.33	2.55	1.32	0.18	830.05	0.18	3.8	0	23.9	3209
4	43.5	0.32	2.87	1.63	0.25	828.12	0.17	4.8	0.26	30.15	3210
4	43.8	0.33	3.03	1.6	0.17	835.63	0.24	4.84	0	30.59	3211
4	44.1	0.33	2.95	1.43	0.28	838.7	0.26	4.03	0.57	27.71	3212
4	44.4	0.33	3.28	1.6	0.28	837.87	0.31	4.62	0.52	31.64	3213
4	44.7	0.34	3.13	1.75	0.25	841.08	0.22	5.22	0.23	33.03	3214
4	45	0.34	3.07	1.58	0.3	834.45	0.25	4.53	0.65	30.61	3215
4	45.3	0.33	2.87	1.57	0.27	825.55	0.19	4.54	0.4	29.26	3216
4	45.6	0.33	2.62	1.28	0.35	835.9	0.2	3.37	1.11	24.57	3217
4	45.9	0.33	3.33	1.53	0.27	838.23	0.35	4.42	0.42	30.7	3218
4	46.2	0.33	3.25	1.15	0.32	841.93	0.45	2.96	0.9	24.91	3219
4	46.5	0.33	2.62	1.32	0.2	828.2	0.2	3.77	0	23.99	3220
4	46.8	0.33	2.97	1.55	0.35	825.57	0.23	4.32	1.04	30.08	3221
4	47.1	0.33	3.2	1.5	0.23	837.6	0.32	4.36	0.17	29.37	3222
4	47.4	0.33	3.4	1.28	0.17	827.57	0.46	3.71	0	27.07	3223
4	47.7	0.33	3.33	1.38	0.28	830.28	0.4	3.85	0.58	28.55	3224
4	48	0.33	3.13	1.52	0.27	829.07	0.29	4.36	0.42	29.61	3225
4	48.3	0.33	3.17	1.55	0.42	832.68	0.29	4.2	1.55	31.44	3226
4	48.6	0.33	2.82	1.17	0.27	825.93	0.31	3.11	0.51	22.97	3227
4	48.9	0.33	3.05	1.42	0.2	837.13	0.3	4.12	0	27.37	3228
4	49.2	0.33	2.63	1.03	0.43	822.52	0.29	2.32	1.82	21.49	3229
4	49.5	0.34	3.52	1.6	0.32	839.33	0.39	4.56	0.78	32.87	3230
4	49.8	0.33	2.63	1.23	0.35	837.48	0.23	3.19	1.13	23.88	3231
4	50.1	0.33	2.92	1.53	0.32	835.7	0.22	4.32	0.79	29.36	3232
4	50.4	0.35	4.47	2	0.57	853.68	0.54	5.52	2.58	44.89	3233
4	50.7	0.34	4.23	1.58	0.5	841.48	0.61	4.16	2.19	37.05	3234
4	51	0.33	2.93	1.13	0.3	829.27	0.36	2.93	0.78	23.21	3235
4	51.3	0.33	2.98	1.22	0.38	830.25	0.34	3.07	1.39	25.34	3236
4	51.6	0.34	4.12	1.53	0.38	832.45	0.59	4.2	1.31	34.88	3237
4	51.9	0.35	4.82	1.5	0.38	846.2	0.83	4.08	1.33	37.28	3238
4	52.2	0.33	3.08	1.77	0.32	827.87	0.19	5.16	0.73	33.61	3239



## سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه اصفهان برای تامین مالی این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. هم‌چنین از مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران برای تهیه امکانات عملیات زمین‌شناسی میدانی، در اختیار قرار دادن اطلاعات و اجازه انتشار این مقاله نهایت سپاس‌گزاری را دارند. زحمات زمین‌شناسان مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران هنگام برداشت میدانی ستودنی است. از داوران گرامی مقاله برای نقد سازنده و ارائه پیشنهادهای سودمند بسیار سپاسگزاریم.

## منابع

- ابراهی، ن.، ح. وزیری‌مقدم، ع. طاهری و ع. صیرفیان (۱۳۹۰) زیست‌چینه‌نگاری و تعیین عمق دیرینه سازند گورپی در جنوب باختر منطقه فیروزآباد. فصلنامه زمین‌شناسی ایران دانشگاه شهید بهشتی، ش. ۱۷، ص. ۶۰-۴۹.
- ابراهی، ن.، ح. وزیری‌مقدم، ع. طاهری و ع. صیرفیان (۱۳۹۱) چینه‌نگاری سکانسی سازند گورپی در جنوب‌غربی فیروزآباد (تاق‌دیس آغار). نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم (زمین‌شناسی) (علمی- پژوهشی)، ج. ۱۰، ش. ۲، ص. ۷۰۹-۷۲۸.
- اعتماد، م.، ح. وزیری‌مقدم، ح. امیری‌بختیار و ع. رحمانی (۱۳۸۷) زیست‌چینه‌نگاری و تعیین عمق محیط‌رسوبی سازند گورپی در ناحیه لار، کوه گچ، برپایه روزن‌بران پلانکتونیک. مجله علمی-پژوهشی دانشگاه اصفهان، ج. ۳۲، ش. ۳ (زمین‌شناسی)، ص. ۶۸-۵۷.
- برزگر، ف (۱۳۶۰) گسله رازک. خلاصه مقالات سومین سمپوزیوم زمین‌شناسی ایران، انجمن نفت ایران. ص. ۳۲.
- حسامی، خ. و طیبی، ه (۱۳۸۵) گسل رازک و عوارض ریخت زمین‌ساختی مرتبط با آن. پژوهشنامه زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ش. ۱، ص. ۳۶-۳۰.
- رحمانی، ع (۱۳۹۰) چینه‌شناسی سازند آسماری در تاق‌دیس‌های خويز و بنگستان و میدان نفتی پارس. پایان‌نامه دکتری چینه و فسیل‌شناسی دانشگاه اصفهان، ص. ۲۱۰.
- ریدلی، م (۲۰۰۳) (ترجمه: وهاب‌زاده، ع. ۱۳۹۵) (چاپ دوم)، تکامل. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد، ص. ۵۹۹-۵۶۴.
- فریدون‌پور، م.، ح. وزیری‌مقدم، ع. غبیشاوی و ع. طاهری (۱۳۹۳) چینه‌نگاری سازند گورپی در برش تاق‌دیس کوه سیاه و مقایسه آن با برش‌های تنگ بوالفارس و تاق‌دیس آغار. نشریه دانشگاه فردوسی مشهد.

- صادقی، ع. و هداوند خانی، ن (۱۳۸۹) زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی امامزاده سلطان ابراهیم (شمال غربی ایذه). فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ش. ۱۵، ص. ۸۱-۹۸.
- قورچایی، ش.، ب. درویش‌زاده و ا. قاسمی نژاد (۱۳۸۷) زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در شمال کبیرکوه بر مبنای فرامینیفرا و تطابق آن با بُرش‌ها جهانی. دوفصلنامه مطالعات زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، ج. ۱، ش. ۱، ص. ۶۱-۷۳.
- کلانتری، ا (۱۳۶۵) رخساره‌های میکروسکوپی سنگ‌های کربناته ایران. انتشارات آزمایشگاه‌های زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران، نشریه شماره ۱۱، ۲۳۳ص.
- کلانتری، ا (۱۳۷۱) سنگ‌چینه‌ای و رخساره‌های میکروسکوپی زاگرس. انتشارات آزمایشگاه‌های زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران، نشریه شماره ۱۲، ۴۲۱ص.
- مطیعی، ه (۱۳۷۲) چینه‌شناسی زاگرس. طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ش. ۱، ۵۳۶ص.
- مطیعی، ه (۱۳۷۴) زمین‌شناسی نفت زاگرس جلد ۱ و ۲. طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ش. ۲۵، ۱۰۰۹ص.
- وزیری‌مقدم، ح.، ا. کاملی، م. قیامی، و ع. طاهری (۱۳۸۵) مقایسه چینه‌نگاری زیستی سازند گورپی در بُرش تیب (شمال غربی مسجد سلیمان) و سبزه کوه (جنوب‌باختر بروجن). نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ج. ۶، ش. ۳ و ۴، ص. ۸۲۶-۸۰۳.
- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., and Moutherrau, F (2005) Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. *International Journal of Earth Sciences (Geol. Rundsch)*, 94: 401-419.
- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Whitechurch, H., Vrielynck, B., Spakman, W., Monie, P., Meyer, B., and Wortel, R (2011) Zagros orogeny: a subduction-dominated process. *Geological Magazine*, 148 (5-6): 692-725.
- Ala, M. A., Kinghorn, R.R.F., and Rahman, M (1980) Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province, southwest Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 3 (1): 61-89.
- Alavi, M (1980) Tectonostratigraphic evolution of the Zagrosides of Iran. *Geology*, 8: 144-149.
- Alavi, M (1994) Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations. *Tectonophysics*, 229: 211-238.
- Alavi, M (2004) Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its

- across the Cretaceous-Paleogene (K/Pg) transition at the Izeh section (SW Iran). *Comptes Rendus Paleo*, 13: 235-258.
- Beiranvand, B., Ghasemi-Nejad, E., Kamali, M., and Ahmadi, A (2014 b) Sequence stratigraphy of the Late Cretaceous-Paleocene Gurpi Formation in southwest Iran. *GeoArabia*, 19 (2): 89-102.
- Berberian, M (1995) Master "blind" thrust faults hidden under Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, 241: 193-224.
- Berberian, M., and Kings, G. C. P (1981) Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18: 210-265.
- Berggren, W. A., and Norris, R. D (1997) Biostratigraphy, phylogeny and systematics of Paleocene trochospiral planktic foraminifera. *Micropaleontology*, 43, supplement 1, 1-116.
- Berggren, W. A., and Pearson, B. T (2005) A revised tropical to subtropical Paleocene planktonic foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 35 (4): 279-298.
- Berra, F., Zanchi, A., Mattei, M., and Nawab, A (2007) Late Cretaceous transgression on a Cimmerian high (Neka Valley, Eastern Alborz, Iran): A geodynamic event recorded by glauconitic sands. *Sedimentary Geology*, 199: 189-204.
- Beydoun, Z. R., Hughes Clarke, M. W., and Stonley, R. (1992) Petroleum in the Zagros basin: A Late Tertiary foreland basin overprinted onto the outer edge of a vast hydrocarbon – rich Paleozoic – Mesozoic passive - margin shelf. In: Macqueen, R.W., and Leckie, D.A. (Eds.), *Foreland basins and foreland belts*. The American Association of Petroleum Geologists Memoire, 55: 309-339.
- Boggs, S.Jr (2009) (2<sup>nd</sup> edition), *Petrology of sedimentary rocks*. Cambridge University Press, 600 p.
- Bordenave, M. L., and Burwood, R (1990) Source rock distribution and maturation in the Zagros orogenic belt: Provenance of the Asmari and Bangestan reservoir oil accumulations. *Organic Geochemistry*, 16 (1-3): 369-387.
- Bordenave, M. L., and Hegre, J. L (2010) Current distribution of oil and gas fields in the Zagros Fold belt of Iran and contiguous offshore as the result of petroleum systems. *Geological Society, London, Special Publications* 330, 291-353.
- Bordenave, M. L., and Huc, A. Y (2010) The Cretaceous source rocks in the Zagros foothills of Iran. *Revue de l'Institut Français du Pétrol*, 50: 727-753.
- Canudo, J. I., Keller, G., and Molina, E (1991) Cretaceous/Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and proforeland evolution. *American Journal of Science*, 304: 1-20.
- Albertão, G. A., Koutsoukos, E. A. M., Regali, M. s. P., Attrep, Jr. M., and Martins Jr., P. P (1993) The Cretaceous-Tertiary boundary (KTB) at Pernambuco/Paraíba Basin, northeastern Brazil. *Acta Geologica Leopodensia*, 16 (38): 59-71.
- Albertão, G. A., Koutsoukos, E. A. M., Regali, M. s. P., Attrep Jr., M., and Martins Jr., P. P (1994) The Cretaceous-Tertiary boundary in southern low-latitude regions: preliminary study in Pernambuco, northeastern Brazil. *Terra Nova* 6, 366-375.
- Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F., and Michel, H. V (1980) Extraterrestrial causes for the Cretaceous-Tertiary boundary extinction. *Science*, 208: 1095-1108.
- Amorosi, A (1997) Detecting compositional, spatial, and temporal attributes of glaucony: a tool for provenance research. *Sedimentary Geology*, 109: 135-153.
- Arenillas, I., Arz, J. A., Molina, E., and Dupuis, C (2000) The Cretaceous/Paleogene (K/P) boundary at Ain Settara, Tunisia: sudden catastrophic mass extinction in planktic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 30 (3): 202-218.
- Barzegar, F (1994) Basement fault mapping of E. Zagros folded belt (S.W. Iran) based on space-borne remotely sensed data. *Proceeding of the 10th Thematic Conference on Geologic Remote Sensing: Exploration, Environment, and Engineering*, San Antonio, Texas, USA, 10: 455-466 .
- Banerjee, S., Bansal, U., Pande, K., and Meena, S. S (2016a) Compositional variability of glauconites within the Upper Cretaceous Karai Shale Formation, Cauvery Basin, India: implications for evaluation of stratigraphic condensation. *Sedimentary Geology*, 331: 12-29.
- Banerjee, S., Bansal, U., and Thorat, A. V (2016b) A review on palaeogeographic implications and temporal variation in glaucony composition. *Journal of Palaeogeography*, 5 (1): 43-71.
- Beiranvand, B., and Ghasemi-Nejad, E (2013) High resolution planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Gurpi Formation, K/Pg boundary of the Izeh zone, SW Iran. *Revista Brasileira de Paleontologia* 16 (1): 5-26.
- Beiranvand, B., Ghasemi-Nejad, E., and Kamali, M (2013) Palynomorphs' response to sea-level fluctuations: a case study from Late Cretaceous-Paleocene, Gurpi Formation, SW Iran. *Geopersia-University of Tehran*, 3 (1): 11-24.
- Beiranvand, B., Zaghbib-Turki, D., and Ghasemi-Nejad, E (2014 a) Integrated biostratigraphy based on foraminifera and dinoflagellates

- foraminifera across the Cretaceous/Paleogene (K/Pg) boundary at Bidart (SW France). *Marine Micropaleontology*, 72: 196-209.
- Gharabegli, G (2014) Evolution of the folded carbonates in the Central Fars Province, southwestern Iran. Royal Holloway University of London (Unpublished PhD thesis).
- Genevraye, de. P (1977) Dehnow–Namaki geological survey. Total Iran Petroleum Company Report no. E. R. 12, 36 (Unpublished).
- Hamrang, F (1975) Upper Cretaceous to Lower Tertiary succession in west Kermanshah area with special attention to the Cretaceous–Tertiary boundary. *The Iranian Petroleum Institute Bulletin*, 60: 1-15.
- Herron, S. L, and Herron, M. M (1996) Quantitative lithology: An application for open and cased hole spectroscopy. In: 37<sup>th</sup> Annual Logging Symposium Transactions: Society of Petrophysicists and Well-log Analysts (SPWLA), p. E1-14.
- Herron, M. M., and Herron, S. L (1998) Quantitative lithology: open and cased hole application derived from integrated core chemistry and mineralogy database. In: Harvey, P.K., and Lovell, M.A. (eds) *Core-log integration*, Geological Society, London, Special publications, 136: 81-95.
- Hessami, K., Koyi, H. A., and Talbot, C. J (2001) The significance of strike-slip faulting in the basement of the Zagros fold and thrust belt: *Journal of Petroleum Geology*, 24: 5-28.
- Jahani, S., Kavooosi, M. A., and Beik, F (2004) Gavbast geological map 1:100000, NIOC-EXP (Unpublished).
- Jahani, S., Letouzey, J, and Frizon de Lamotte, D (2005) Fold, fault and Hormuz salt in the southern Zagros (Iran); Dehnow anticline as a case study. Paper presented at Earth Science Meeting Geological Society of Franch, Rueil-Malmaison, France, 4 p.
- Jahani, S., Callot, J. P., Letouzey, J, and Frizon de Lamotte, D (2009) The eastern termination of the Zagros Fold-and-Thrust Belt, Iran: Structures, evolution, and relationships between salt plugs, folding, and faulting. *Tectonics*, 25: 1–22.
- James, G. A (1960) Eshkanan geological map 1:50000, sheet no. 20437, Khalafani-Dehnow anticlines. NIOC-EXP (Unpublished).
- James, G. A (1960) Gavbandi geological map 1: 50,000, sheet no. 20436, Khalafani-Dehnow anticlines, NIOC-EXP (Unpublished).
- James, G. A., and Wynd, J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of the Iranian oil consortium agreement area. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49 (12): 2182-2245 .
- Caravaca, S. E. Spain. *Marine Micropaleontology*, 17: 319-341.
- Caron, M (1987) Cretaceous planktic foraminifera. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, 17-86.
- Coccioni, R., and Premoli Silva, I (2015) Revised Upper Albian-Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletters on Stratigraphy*, 48 (1): 47-90.
- Correia, G. C., Duarte, L. V., Pereira, A., and Silva, R. L (2012) Outcrop gamma-ray spectrometry: Applications to the Sinemurian-Pliensbachian organic-rich facies of the Lusitanian basin (Portugal). *Journal of Iberian Geology*. 38 (2): 373-388.
- Darvishzad, B., Ghasemi-Nejad, E., Ghourchaei, S., and Keller, G (2007) Planktonic foraminiferal biostratigraphy and faunal turnover across the Cretaceous-Tertiary boundary in southwestern Iran. *Journal of Science, Islamic Republic of Iran*, 18 (2): 139-149.
- De Jong, M., Smith, D., Nio, S. D., and Hardy, N (2006) Subsurface correlation of the Triassic of the UK southern Central Graben: new look at an old problem. ENRES Technical Paper Series, First Break, Special topic multi-disciplinary issue, 24: 103-109.
- Duncan, R. A., and Pyle, D. G (1988) Rapid eruption of the Deccan flood basalts at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, 333 (6176): 841-843.
- Ellis, J., and Schramm. D. N (1995) Could a nearby supernova explosion have caused a mass extinction? *Proceedings of National Academy of Sciences*, 92 (1): 235-238.
- ENRES International (2015) *CycloLog*. Tutorial-base module, 106 p.
- Fereydoonpour, M., Vaziri-Moghaddam, H. and Taheri, A (2014) Biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Gurpi Formation at Deh Dasht area Zagros Basin, SW Iran: *Acta Geologica Sinica (English edition)*, 88 (6): 1801–1815.
- Fiet, N., and Gorin, G. E (2000) Gamma-ray spectrometry as a tool for stratigraphic correlations in the carbonate-dominated, organic-rich, pelagic Albian sediments in Central Italy. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 93(2): 175-181.
- Fürst, M (1970) *Stratigraphie und Werdegang der östlichen Zagrosketten (Iran)*. Erlanger Geologische Abhandlungen Hessen 80, 3-51.
- Gallala, N., Zaghbib-Turki, D., Arenillas, I., Arz, J. A., and Molina, E (2009) Catastrophic mass extinction and assemblage evolution in planktic



- northwestern Tunisia: palaeoenvironmental inferences from lithology, macrofauna and benthic foraminifera. *Cretaceous Research*, 20: 231-252.
- Lirer, F (2000) A new technique for retrieving calcareous microfossils from lithified lime deposits. *Micropaleontology*, 46 (4): 365-369.
- Loeblich, A.R. Jr., and Tappan, H (1964) Protista 2; Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and "Foraminiferida". In: Moore, R.C. (Ed.), *Treatise on invertebrate paleontology: part C* (2 v.), Geological Society of America and University of Kansas Press, 900 p.
- Loeblich, A. R. Jr., and Tappan, H (1988) Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, 1, 970 p., 2, 212 p. and 847 pls.
- MacLeod, N., and Keller, G (1991b) How complete are Cretaceous/Tertiary boundary sections? A chronostratigraphic estimate based on graphic correlation. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1439-1457.
- MacLeod, N (1996) Nature of the Cretaceous-Tertiary planktonic foraminiferal record: stratigraphic confidence intervals, Signor-Lipps effect, and patterns of survivorship. In: MacLeod, N., and Keller, G. (Eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinction: Biotic and environmental changes*. W. W. Norton & Company, 85-138.
- MacLeod, N., Rawson, P.F., Forey, P.L., Banner, F.T., Boudagher-Fadel, M.K., Bown, P.R., Burnett, J.A., Chambers, P., Culver, S., Evans, S.E., Jeffery, C., Kaminiski, M.A., Lord, A.R., Milner, A.C., Milner, V, Morris, N., Owen, E., Rosen, B.R., Smith, A.B., Taylor, P.D., Urquhart, E., and Young, J.R (1997) The Cretaceous-Tertiary biotic transition. *Journal of the Geological Society of London*, 154: 265-292.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., and Arz, J.A (2004) The Cretaceous/Paleogene boundary at the Agost section revisited: paleoenvironmental reconstruction and mass extinction pattern. *Journal of Iberian Geology*, 31: 135-148.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J.A., Gallala, N., Grajales-Nishimura, J.M., Murillo-Muñetón, G., and Zaghib-Turki, D (2009) The global boundary stratotype section and point for the base of the Danian stage (Paleocene, Paleogene, "Tertiary", Cenozoic): auxiliary sections and correlation. *Episodes*, 32 (2): 84-95.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J.A., Gallala, N., Hardenbol, J., von Salis, K., Steurbaut, E., Vandenberghe, N., and Zaghib-Turki, D (2006) The global boundary stratotype section and point for the base of the Danian stage (Paleocene, Paleogene, "Tertiary", Cenozoic) at El Kef, Tunisia – original
- Karoui-Yaakoub, N., Zaghib-Turki, D., and Keller, G (2002) The Cretaceous-Tertiary (K-T) mass extinction in planktic foraminifera at Elles I and El Melah, Tunisia. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 178: 233-255.
- Keller, G (1988b) Extinction, survivorship and evolution of planktic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at El Kef, Tunisia. *Marine Micropaleontology*, 13: 239-263.
- Keller, G (1996) The Cretaceous-Tertiary mass extinction in planktonic foraminifera: biotic constraints for catastrophe theories. In: MacLeod N., and Keller, G. (Eds.) *Cretaceous-Tertiary mass extinction: Biotic and environmental changes*. W. W. Norton & Company, 49-83.
- Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Stuben, D., and Berner, Z (2001) Age, chemo- and biostratigraphy of Haiti spherule-rich deposits: a multi-event K-T scenario. *Canadian Journal of Earth Science*, 38: 197-227.
- Keller, G., Li, L., and MacLeod, N (1995) The Cretaceous/Tertiary boundary stratotype section at El Kef, Tunisia: How catastrophic was the mass extinction? . *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 119: 221-254.
- Keller, G., and von Salis Perch-Nielsen, K (1995) Cretaceous-Tertiary (K/T) mass extinction: effects of global change on calcareous microplankton. In: Stanley, S., Kennet, J.P. (Eds.), *Global Changes*. National Research Council, National Academy of Sciences, 72-93.
- Koutsoukos, E. A. M (2005) The K-T boundary. In: Koutsoukos, E.A.M. (Ed.), *Applied stratigraphy*. Springer, 147-161.
- Koutsoukos, E. A. M (2006) The Cretaceous-Paleogene boundary at the Poty section, NE Brazil: foraminiferal record and sequence of events – A review. *FORAMS 2006, Anuário do instituto de Geociências – UFRJ*, 29 (1): 95-107.
- Koyi, H. A., Ghasemi, A., Hesami, K., and Diet, C (2008) The mechanical relationship between strike-slip faults and salt diapirs in the Zagros fold-thrust belt. *Journal of the Geological Society, London*, 165: 1031-1044.
- Li, L., and Keller, G (1998a) Maastrichtian climate, productivity and faunal turnovers in planktic foraminifera in South Atlantic DSDP Sites 525A and 21. *Marine Micropaleontology*, 33: 55-86.
- Li, L., and Keller, G (1998c) Diversification and extinction in Campanian-Maastrichtian planktic foraminifera of Northwestern Tunisia. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 91: 75-102.
- Li, L., Keller, G., and Stinnesbeck, W (1999) The Late Campanian and Maastrichtian in

- Pirouz, M., Simpson, G., and Bahroudi, A (2016) Control on the sequence stratigraphic architecture of the Neogene Zagros foreland basin. In: Sorkhabi, R. (Ed.), Tectonic evolution, collision, and seismicity of southwest Asia. The Geological Society of America Special Paper, 525: 1-23.
- Postuma, J. A (1971) Manual of planktonic foraminifera. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 397.
- Premoli Silva, I., Rettori, R., and Verga, D (2003) Practical manual of Paleocene and Eocene planktonic Foraminifera. In: Rettori, R., Verga, D. (Eds.), 2<sup>nd</sup> International school on planktonic Foraminifera, University of Perugia, Italy. 152.
- Premoli Silva, I., and Sliter, W. V (1995) Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section Gubbio, Italy. *Paleontographica Italica*, 82: 1-89.
- Premoli Silva, I., and Sliter, W.V (2002) Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera: 1<sup>st</sup> international school on planktonic foraminifera, Perugia Italy, 320.
- Premoli Silva, I., and Verga, D (2004) Practical manual of Cretaceous planktonic Foraminifera. In: Verga, D., and Rettori, R. (Eds.), International school on planktonic Foraminifera, 3<sup>rd</sup> Course: Cretaceous, Universities of Perugia and Milan, Tipografia pontefelcino, Perugia (Italy), 283.
- Robaszynski, F., Caron, M., Gonzalez Donoso, J.M., Wonders, A. A.H., and European Working Group of Planktonic Foraminifera (Decembre 1983 – Mars 1984) (Eds.) Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaleontologie*, 26 (3-4): 145-305.
- Rider, M (2002) (2<sup>nd</sup> revised edition) The geological interpretation of well logs. Rider-French Consulting Ltd. Publishing, 280 p.
- Sampo, M (1969) Microfacies and microfossils of the Zagros area, SW Iran from (pre-Permian to Miocene). In: Cuveiller, J., Schurmann, H.M.E. (Eds.), International Sedimentary Petrographical Series E. J. Brill, Leiden, 12, 102 p., 105 pls .
- Sartorio, D., and Venturini, V (1988) Southern Tethys biofacies. Agip S.P.A., 235 p.
- Sepkoski, J. J. Jr (1996) Patterns of Phanerozoic extinction: a perspective from global data bases. In: Wallisier, O. H. (Ed.) Global events and event stratigraphy. Springer, 34-51.
- Setudehnia, A (1972) Iran du Sud-Ouest (Deuxième partie). In: Asie (Sous la direction de L. Dubertret), Volume III, Fascicule 9 b, Iran. Centre national de la recherche scientifique, 285-376.
- Setudehnia, A (1977) South-west Iran (Part II). In: Stöcklin, J., Setudehnia, A. (compiled) (second definition and revision. *Episodes*, 29 (4): 263-273.
- Nio, S.D., Brouwer, J., Smith, D., de Jong, M., and Böhm, A (2005) Spectral trend attribute analysis: applications in the stratigraphic analysis of wireline logs. ENRES Technical paper series, First break, petroleum geology special topic, 23 (4): 71-75.
- Motamedi, H., Sherkati, S., and Sepehr, M (2012) Structural style variation and its impact on hydrocarbon traps in Central Fars, southern Zagros folded belt, Iran. *Journal of Structural Geology*, 37: 124-133.
- Mullen, L (2004) Multiple impacts?. *Asterobiology magazine* 10, 1.
- NIOC (National Iranian Oil Company) (1975) Zagros geological map, scale 1:1000, 000.
- Nederbragt, A. J (1989) Chamber proliferation in the Cretaceous planktonic foraminifera Heterohelicidae. *Journal of Foraminiferal Research*, 19 (2): 105-114.
- Nederbragt, A. J (1991) Late Cretaceous biostratigraphy and development of Heterohelicidae (planktic foraminifera). *Micropaleontology*, 37 (4): 329-372.
- Nishi, H., Taskashima, R., Hastuugai, T., Saito, T., Moriya, K., Ennyu, A., and Sakai, T (2003) Planktonic foraminiferal zonation in the Cretaceous Yezo Group, Central Hokkaido, Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21: 867-886.
- Odin, G. S., and Matter, A (1981) Die Glauconiarum origine: *Sedimentology*, 8: 611-641.
- Ogg, J. G., Hinnov, L. A., and Huang, C (2012) Cretaceous. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., Ogg, G. (Eds.), The geologic time scale 2012. Elsevier Publication, 793-854.
- Ogg, J. G., Ogg, G. M., and Gradstein, F. M (2016) A concise geologic time scale 2016. Elsevier Publication, 167-186.
- Olsson, R. K., Hemleben, C., Berggren, W. A., and Huber, B.T (1999) (Eds.) Atlas of Paleocene planktonic foraminifera. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 85, 252.
- Pardo, A., Ortiz, N., and Keller, G (1996) Latest Maastrichtian and Cretaceous-Tertiary boundary foraminiferal turnover and environmental changes at Agost, Spain. In: MacLeod, N., and Keller, G. (Eds.), Cretaceous-Tertiary mass extinction: Biotic and environmental changes. W. W. Norton & Company, 139-171.
- Perrier, R (1976) Gavbast geological survey. Total Iran Petroleum Company Report no. E.R. 10, 19. (Unpublished).
- Pirouz, M., Simpson, G., and Chiaradia, M (2015) Constraint on foreland basin migration in the Zagros Mountain belt using Sr isotope stratigraphy. *Basin Research*, EAGE, 1-15.

- edition) Stratigraphic lexicon of Iran. Geological Survey of Iran, Report no. 18, pp. 285-376.
- Setudehnia, A (1978) The Mesozoic sequence in south-west Iran and adjacent areas. *Journal of Petroleum Geology*, 1: 3-42.
- Sliter, W. V (1989) Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research*, 19 (1): 1-19.
- Sliter, W. V (1999) Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Calera limestone, Northern California, U. S. A. *Journal of Foraminiferal Research*, 29 (4): 318-339.
- Stinnesbeck, W., and Keller, G (1996) Environmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in northeastern Brazil. In: MacLeod, N., and Keller, G. (Eds.), *Cretaceous-Tertiary mass extinction: Biotic and environmental changes*. W. W. Norton & Company, 451-469.
- Stöckin, J (1968b) Structural history and tectonics of Iran: A review. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52 (7): 1229-1258.
- Stöcklin, J (1974) Possible ancient continental margin in Iran. In: Burk, C.A., Drake, C.L. (Eds.), *The geology of continental margin*. Springer-Verlag, pp. 873-887.
- Takin, M (1972) Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature*, 235 (5334): 147-150.
- Vaziri-Moghaddam, H (2002) Biostratigraphic study of the Ilam and Gurpi formations based on planktonic foraminifera in SE of Shiraz, Iran. *Journal of Sciences Islamic Republic of Iran*, 13 (4): 339-356.
- Wade, B. S., Pearson, P., Berggen, W. A., and Pälike, H (2011) Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth Science Reviews*, 104: 111-142.
- Wynd, J. G (1965) Biofacies of the Iranian oil consortium agreement area. *Iranian Oil Operation Company Report no. 1082*, 89 (Unpublished).
- Ziegler, M (2001) Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian plate and its hydrocarbon occurrences. *GeoArabia*, 6 (3): 445-504.