

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

شناسایی طبقات مارکر، زون بندی زیستی سازند مراغه و بررسی جهت جریان دیرینه در ناحیه شمال باختری مراغه - شمال باختری ایران - میوسن پسین

عنایت الله حق فرشی^۱، پیمان رضایی^۲، مرتضی حمیدی^۳

^۱ دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان

^۲ گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان

^۳ سازمان زمین شناسی شمال باختری کشور

*ایمیل نویسنده مسئول: e.haghfarshi.phd@hormozgan.ac.ir

چکیده: سازند مراغه از نهشته های قاره ای میوسن پسین ناحیه شمال باختری و در دامنه های جنوبی و جنوب خاوری کوه سهند قرار دارد. حضور فسیل های پستانداران در این سازند باعث اهمیت بالای آن از دیدگاه علمی از سالیان گذشته بوده است. در این تحقیق لایه های مارکر معرفی شده توسط محققین خارجی در ناحیه خاور مراغه، در ناحیه باختر و شمال شهر مراغه مورد شناسایی و انطباق قرار گرفته اند. به علاوه بر اساس این اطلاعات بدست آمده و استفاده از مطالعات محققین قبلی، سازند مراغه در ناحیه مورد مطالعه تحت زون بندی زیستی قرار گرفته و بصورت یک نقشه ارائه گردیده است. این نقشه در مطالعات پی جویی فسیل های پستانداران می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. در بخش دوم مطالعه جهت جریان دیرینه حوضه رسوبی مراغه مورد مطالعه قرار گرفته که در آن با اندازه گیری ساختهای رسوبی نشان دهنده جهت جریان، داده های حاصله بصورت رزیدیاگرام ارائه گردیده است و نشاندهنده جهت شمال خاوری تا شمال باختری جهت شیب حوضه رسوبی در زمان میوسن در این ناحیه می باشد.

واژگان کلیدی: میوسن، سازند مراغه، جهت جریان دیرینه، طبقات مارکر

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۱- **مقدمه:** سازند مراغه به سن میوسن فوقانی، تورولین (Turolian) متشکل از سکانس ضخیمی از چینه های قاره ای ولکانی کلاستیک می باشد که در دامنه های جنوبی توده ولکانیکی سهند گسترش دارد. این رسوبات دارای جایگاه بسیار پر اهمیتی برای تحقیقات فسیل شناسی پستانداران میوسن می باشند و در بردارنده مجموعه فسیل پستانداران بزرگ از نوع Savana می باشد که به نام فونای Pikermian شناخته می شود. لذا به خاطر اهمیت آن، این رسوبات در ۱۵۰ سال گذشته توسط محققین مختلف تحت مطالعات زمین شناسی، چینه شناسی و ژئوکرونولوژی و فسیل شناسی قرار گرفته است. علاوه بر آن در مقایسه با سه فونای Pikermian کلاسیک جهانی، فونای مراغه منحصر بفرد می باشد. این برتری به علت نمایش چینه شناسی واضح Layer-cake آن با داشتن چندین خاکستر ولکانیکی بطور جانبی پیوسته می باشد که برای سن سنجی رادیومتریکی ایده آل می باشند (Ataabadi, et al., 2013). در این رسوبات فسیل های پستانداران مربوط به فیل های نخستین، اسب های نخستین، گوشتخواران، گوزن و بز کوهی یافت شده اند و نیز اولین فسیل هومونید (نخستینیان - انسانسایان) در ایران در سال ۲۰۰۴ از داخل این رسوبات پیدا شد (Suwa, et al. 2016). گسترش سازند مراغه به طول ۵۰۰ کیلومتر و عرض ۳۰۰ کیلومتر در بخش جنوبی سهند و ضخامت تخمینی برای این رسوبات ۵۰۰ الی ۶۰۰ متر می باشد. در قاعده سازند مراغه یک واحد پیروکلاستیک به نام توف قاعده ای (Basal Tuff) به ضخامت ۸۰ متر قرار دارد. (Kamei, et al. 1977; Bernor, et al. 1986; Campbell, et al. 1980; Sakai, et al. 2016) (آقانباتی، ۱۳۸۳)

طبقات رسوبی این واحد در ناحیه مورد مطالعه شامل رسوبات عمدتاً ولکانوکلاستیکی می باشند و شامل تناوبی از لایه های کنگلومرا با گراول های درشت خوب گرد شده ولکانیکی، طبقات تفرها شامل توف، لاپیلی توف با گراول های پومیزی، توف ماسه ای تا گراولی، توف رسی، ماسه سنگ، ماسه سنگ توفی، ماسه سنگ کنگلومرای با گراولی های از جنس ولکانیک و پامیس، سیلتستون، سیلتستون توفی حاوی لاپیلی های پامیزی، گل سنگ (پالئوسل یا خاک دیرینه)، گل سنگ

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

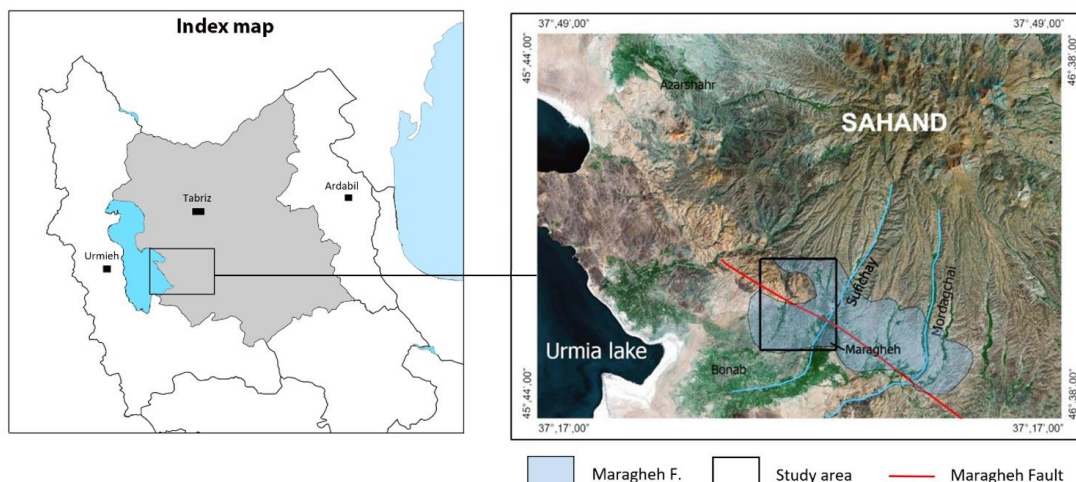
با گراولهای پامیسی و ولکانیکی و رس سنگ هستند. طبقات این واحد لایه بندی نازک تا ضخیم لایه داشته، دارای رنگ ظاهری نخودی تا قهوه ای روشن می باشند، ولی بخش های کنگلومرایی آن اغلب بسیار ضخیم لایه و توده ای بوده و رنگ خاکستری تیره دارند. ساخت های رسوبی قابل مشاهده در این رسوبات شامل ساخت های رسوبی لامیناسیون، طبقه بندی تدریجی نرمال و معکوس و ساخت های حفر شده و پر شده (Scour and fill) می باشند. رسوبات این واحد از نمای دور و همچنین نزدیک لایه بندی خوب از خود نشان می دهند ولی کنگلومراها ساخت توده ای دارند. رسوبات توفی بطور معمول حاوی درصد زیادی گراول های توفی و پامیسی تخریبی با گردشگری خوب و گاهی حاوی قطعات تخریبی زاویه دار آندزیتی می باشند. قطعات توفی حاوی بلورهای بیوتیت سیاه رنگ می باشند که با چشم غیر مسلح نیز قابل مشاهده هستند. رسوبات سازند مراغه عمدتاً دارای توپوگرافی تپه ماهوری بوده و از دور به رنگ زرد تا قهوه ای روشن دیده می شوند. عمدتاً شیب تقریباً افقی دارند ولی بصورت محلی در اثر عملکرد گسل مراغه و در مجاور آن شیب تا ۴۰ درجه نیز دارند. (حق فرشی، ۱۴۰۲) در این مطالعه که در قالب تهیه نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مراغه انجام گردیده است، طبقات مارکر شناسایی شده در مطالعات پیشین که عمدتاً در ناحیه خاور و شمال خاوری مراغه و عمدتاً توسط محققین خارجی انجام گرفته است، در این چارچوب مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. همچنین بر اساس این طبقات مارکر زون بندی زیستی سازند مراغه مربوط به مطالعات پیشین در رسوبات این ناحیه مورد تفکیک قرار گرفت. به علاوه با توجه به ساختهای رسوبی شناسایی شده در رخنمون ها، بررسی بر روی جهت جریان دیرینه این سازند انجام گرفت که نتایج آن ارائه می گردد. (شکل ۱ و ۲)

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱: موقعیت ناحیه مورد مطالعه و گسترش سازند مراغه



شکل ۲: نمایی از رسوبات سازند مراغه، ناحیه باختر روستای آهق، شمالغرب مراغه

۲- طبقات مارکر در سازند مراغه: طبقات کلیدی (Marker beds) در سازند مراغه دارای اهمیت زیادی هستند و برای تعیین سن و پی جویی طبقات حاوی فسیل مهره داران بکار گرفته می شوند. در این تحقیق سعی گردید از لایه های کلیدی معرفی شده توسط پژوهشگران قبلی که در منطقه ای به فاصله تا ۳۰ کیلومتری خاور ناحیه مورد مطالعه قرار دارند، در ناحیه باختر و شمال شهر مراغه مورد شناسایی و انطباق قرار بگیرند.

۲-۱ خلاصه ای بر سابقه مطالعه طبقات مارکر در سازند مراغه: برای اولین بار Kamei و همکاران ۶ واحد پیروکلاستیک توفی و پامیسی را در ناحیه قورت دره سی در دو کیلومتری شمال خاوری روستای مردق در جنوب خاوری

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

شهر مراغه مورد شناسایی قرار داد. وی در این مطالعه سن سنجی به روش Fission racks و مغناطیس دیرینه بر روی این طبقات انجام داد. این طبقات از پایین به بالا شامل توف Ash flow بیوتیت دار، توف مردق، پامیس زیرین، توف ریز دانه سفید، پامیس بالایی، اسکوریا، ریزش های پامیسی (Pumice falls)، توف Sargizeh و Ash flow کرده ده بودند. سن بدست آمده برای این طبقات در این مطالعه از ۷/۲ میلیون سال تا ۵/۲ میلیون سال بوده است (Kamei, 1977). Erdbrink در کنار بررسی فسیل های پستانداران، سن سنجی به روش K-Ar بر روی بعضی از طبقات مارکر در سازند مراغه انجام داد (Erdbrink, 1976). Campbell در تحقیق خود تعیین سن به روش های Fission track و ایزوتوپی K-Ar بر روی ۱۳ نمونه انجام داد. وی طبقه مارکر "Loose chippings pumice" در ناحیه مرکزی فسیل دار را معرفی نمود که یک برش ولکانی کلاستیک می باشد. وی بر اساس این افق کلیدی محل های فسیلی مراغه را به بخش های چینه شناسی ۲۵ متری قراردادی اختصاص داد. این طبقه توسط Kamei (۱۹۷۷) به عنوان "Scoria bed" و توسط Erdbrink (۱۹۷۶) به نام "Trachytic breccias" نامگذاری شده است. وی چهار افق پامیسی در ناحیه ایلخچی مورد شناسایی قرار داد که به نام های پامیس فوقانی، پامیس میانی، پامیس تحتانی و پامیس Village نامگذاری کرد (Campbell, et al. 1980). Bernor در بررسی خود ستون های چینه شناسی برای واحد های مورد مطالعه، با در نظر گرفتن واحد مارکر Losse chipping ترسیم نمود. وی افق مارکر (Layered Marker) را که Campbell نیز آن را به عنوان یک افق مارکر شناسایی کرده بود را توصیف نمود که نشاندهنده چندین چرخه درجه بندی شده می باشد. همچنین وی برای سکانس فسیل دار سازند مراغه براساس تعیین سن فسیلی، سن ۹-۱۱ میلیون سال برای توف قاعده ای و سن ۷/۴ میلیون سال برای حد بالایی آن پیشنهاد داد. همچنین بر اساس لایه مارکر Loose Chip. زیر تقسیم های فونایی سه گانه ۲۵ متری برای سازند مراغه تعریف کرد (Bernor, 1980). Sakai. (Bernor, 1980) ضمن مطالعه محیط رسوبی سازند مراغه یک طبقه مارکر تحت عنوان Middle pumice در محدوده زیرین مارکر توف سفید معرفی نمود (Sakai, et al. 2013). Sawada مطالعه مغناطیس دیرینه و سن سنجی به روش K-Ar بر روی سازند مراغه میانی در برش دره گرگ انجام داد. این مطالعه بر روی طبقات توف مردق، پامیس زیرین، پامیس میانی، پامیس فوقانی انجام شده است (Sawada, et al. 2016). Salminen مطالعه مغناطیس دیرینه بر روی سازند مراغه میانی، فاصله پامیس میانی تا توف سفید، در سکشی در دره گرگ انجام داد. این مطالعه مغناطیس دیرینه سه بخش قطبی را در برش مورد مطالعه نشان می دهد (Salminen, et al. 2016). در جدول شماره ۱ خلاصه سن سنجی های انجام گرفته بر روی طبقات مارکر در مطالعات پیشین گردآوری شده است.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

جدول ۱: خلاصه نتایج سن سنجی های انجام گرفته بر روی طبقات مارکر توسط محققین مختلف

Marker bed	Kamei (1977)	Erdbrink (1976)	Campbell(1980), Bernor(1980)		Swisher(1996)	Swada (2016)
Method	F.T. & Paleom.	K-Ar	K-Ar	Fission tracks	Ar-Ar	K-Ar
Korde deh ash flow	5.2	-	-	-	-	-
Sargizeh tuff	-	-	Upper pumice Ilkchi	7.5	7.2	-
			Middle pumice Ilkchi	7.7-7.2	7.3	
			Lower pumice Ilkchi	7.9	7.0-7.4	
			Village pumice Ilkchi	5.5	5.2-5.3	
Pumice falls (3 layers)	-	6.2 - 8.1	6.4-8.3	7.6-7.7	7.5-7.6	-
Scoria bed	6.6	8.7	7.4	7.8	7.7	-
Upper pumice	-	-	-	-	-	6.80-7.21
White fine tuff	-	-	-	-	-	-
Middle Pumice	-	-	-	-	-	7.84-7.89
Lower pumice	5 - 6.5	14.4	-	-	-	6.93-6.99 7.39-7.69
Mordag tuff	7	12.9	6.4-8.9	10.6	8.6	8.09-8.21
Basal tuff	7.2	10.1-11.4	Basal tuff western area	11.2	11.2-12.8	10.3-10.4
			Basal tuff Ilkchi	9.3-11.3		

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۱-۲- شناسایی طبقات مارکر در محدوده مورد مطالعه: در این بررسی تعداد ۱۱ طبقه تفرا یا پیروکلاستیک در داخل رسوبات سازند مراغه مورد شناسایی قرار گرفتند که تعداد چهار مورد از طبقات با طبقات کلیدی الگو تطبیق داده شدند. این تحقیق با مطالعه دقیق مشخصات طبقات مارکر معرفی شده در تحقیقات محققین خارجی انجام گرفت. در جدول شماره ۲ موقعیت، ارتفاع قرارگیری، ضخامت و یک توصیف کلی از لایه های کلیدی و موقعیت آنها در نقشه ترسیمی در شکل شماره ۱۶ ارائه گردیده است. بدین ترتیب از طبقات تفرا شناسایی شده در این مطالعه، طبقات شماره K118 ، K113 ، K114 و K116 به ترتیب با طبقات مارکر Mordag tuff ، Scorai bed ، Layerd marker و Korde-deh مورد مقایسه قرار گرفتند. (شکل ۳ تا ۸)

۱- افق مارکر Mordag tuff توسط Kamei در ۱/۲ کیلومتری شمال خاوری روستای مردق در برش کرج آباد واقع در جنوب خاوری مراغه معرفی گردیده است. این طبقه به عنوان یک Ash fall شناخته شده و در فاصله ضخامتی حدود ۲۰ متری بالای توف قاعده ای قرار دارد. از بین افق های شناسایی شده در این مطالعه، منطقی ترین افق مارکر برای تطابق با این مارکر، طبقه K-118 می باشد که در ۴ کیلومتری شمال باختری مراغه در ارتفاع ۱۶۱۰ متری قرار دارد. نزدیکترین رخنمون توف قاعده در خاور این رخنمون در ارتفاع ۱۵۸۰ تا ۱۶۰۰ متری (راس توف قاعده ای) قرار دارد. توف مورد نظر یک توف ریز دانه به رنگ سفید می باشد که البته ضخامت نمایان شده آن در این ناحیه حدود یک متر می باشد و توسط یک طبقه گراولهای ولکانیکی گرد شده با ترکیب آندزیتی و پامیسی به رنگ سفید پوشیده می شود. طبق سن سنجی انجام شده توسط (Swada, 2016) به روش K-Ar ، این لایه مارکر دارای سن ۸/۱۴ میلیون سال می باشد. (جدول ۲)

۲- افق Scorai bed اولین بار توسط Kamei در برش کرج آباد در ۱۳ کیلومتری خاور مراغه معرفی شد. این طبقه توسط Campbell (1980) به نام Loose chippings pumice نامیده شد. وی این افق را به عنوان یک مبنا قرار داده و بر اساس این افق کلیدی محل های فسیلی مراغه را به بخش های چینه شناسی ۲۵ متری قراردادی اختصاص داد. این افق توسط Erdbrink (۱۹۷۶) به نام Trachytic breccia در ناحیه روستای شلوند (sholvand) در ناحیه خاور مراغه نامگذاری گردید. طبق توصیف Bernor (1980) این طبقه توف یک برش ولکانی کلاستیک واضح بصورت یک برش دیامیکتیکی (Diamictic breccia) است. طبقه معادل این افق مارکر در این ورقه طبقه شماره k-113 می باشد که در شمال ورقه ۲/۴ کیلومتری شمال باختری روستای کهق در ارتفاع ۱۹۴۴ متری از سطح دریا شناسایی شد. این طبقه به ضخامت متغیر ۱ تا ۴ متر، یک برش توفی به رنگ هوازده نخودی و تازه سفید با قطعات لیتیک تراکیتی به رنگ خاکستری می باشد که بر روی طبقه گلشنگی قهوه ای یا پالئوسل قرار دارد. قطعات تخریبی زاویه دار در زیر اندازه های بزرگ تا ۱۵ سانتی متر داشته و به سمت بالا کوچکتر می شوند بنابراین دارای ساخت دانه بندی تدریجی نرمال می باشد. (شکل)

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

بنابراین طبق آخرین سن سنجی انجام شده توسط Swisher(1996) به روش Ar-Ar این لایه مارکر دارای سن ۷/۷ میلیون سال می باشد. (جدول ۲ و شکل ۳ و ۴)

۳- لایه Layered marker توسط Bernor(1980) معرفی گردید. توصیف وی از این طبقه داشتن چندین سیکل های درجه بندی شده است که نتیجه ای از تعداد معادل ریزشهای پامیسی در طول یک حادثه فوران منفرد دارد. این توفها در بخش بالایی لامینه ای بوده و لذا حاکی از جابجایی رسوب دارد، ولی زون پامیسی زیرین یک پامیس draped می باشد که برجستگی های قدیمی زیرین را با ضخامت ثابت پوشانده است و نشان از رسوبگذاری اولیه پیروکلاستیک دارد. طبقه شماره k-114 شناسایی شده در شمال خاوری ورقه، ۱/۷ کیلومتری شمال روستای کهق و در یک ارتفاع ۱۹۴۹ متری از سطح دریا یک طبقه دوگانه توفی می باشد که در بخش زیرین ساخت توده ای داشته و بدون لامیناسیون است. قطعات آن بیشتر زاویه دار هستند و جور شدگی ضعیفی دارد. بعلاوه این بخش خود دارای دو زون می باشد. زون زیرین دارای دانه بندی تدریجی نرمال بوده و زون بالایی نیز خود دارای دانه بندی تدریجی نرمال مستقل می باشد. بخش بالایی دارای ساخت لامینه ای و نیز دانه بندی تدریجی معکوس می باشد، بطوریکه از پایین به بالا از اندازه ماسه دانه درشت به دانه های در اندازه ۳ سانتی متری در بالا می رسد. قطعات بخش فوقانی شامل قطعات سنگی توفی بیوتیت دار در اندازه های ۲ میلیمتر تا ۳ سانتی متر می باشند که دارای گردشگی هستند. سایر قطعات سنگی آواری تخریبی ریز دانه نیز کم و بیش در داخل این بخش دیده می شوند. لذا با این مشخصات بخش فوقانی قطعا در یک محیط آبی تشکیل شده است. این دو بخش توسط یک لامینه توفی ریز دانه به ضخامت ۱ سانتی متر به رنگ سفید از هم جدا می شوند. طبق آخرین سن سنجی انجام شده توسط Swisher(1996) به روش Ar-Ar این لایه مارکر دارای سن ۷/۵ تا ۷/۶ میلیون سال می باشد. (جدول ۲)

۴- افق مارکر پامیس "کرده ده" نیز توسط Kamei در برش کرده ده در ۲۰ کیلومتری شمال خاوری مراغه معرفی شده است. این طبقه توفی بعنوان یک Ash flow می باشد که بالاترین افق را از نظر ارتفاعی در برش های مورد مطالعه دارد. این افق طبق تقسیم بندی بایواستراتیگرافی در بخش مراغه بالایی قرار می گیرد. طبقه شناسایی شده K-116 بصورت یک افق توف ریزشی (ash fall) به رنگ سفید مایل به قهوه ای با ضخامت ۳ متر و یکنواخت می باشد. دارای طبقه بندی مورب نیمه واضحی در مقیاس نسبتا بزرگ در بخش تحتانی می باشد. در بالا حاوی قطعات سنگی نیمه زاویه دار تا ۲۰ سانتی متر می باشد. این طبقه بر روی یک گل‌سنگ گراولی قهوه ای رنگ قرار گرفته است. موقعیت این طبقه در شمال ورقه واقع در ۲/۸ کیلومتری شمال باختری روستای کهق در ارتفاع ۲۰۳۵ متری از سطح دریا می باشد. این طبقه با توجه به مشخصات و ارتفاع قرار گیری معادل طبقه مارکر "کرده ده" می توان در نظر گرفت. (Cambpell(1980 اختلاف ارتفاع

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

طبقه مارکر "کرده ده" از طبقه "اسکوریا" ۱۰۰ متر تعیین نموده است. لذا اختلاف ارتفاع ۹۱ متری بین K-116 تا K-113 تایید کننده می تواند این تطابق باشد. طبق سن سنجی انجام شده توسط Kamei (1977) به روش Fission Track این لایه مارکر دارای سن ۵/۲ میلیون سال می باشد. (جدول ۲ و شکل ۸ و ۱۲)

جدول ۲: طبقات توفی مارکر شناسایی شده در سازند مراغه در ناحیه مورد مطالعه

Tephra bed	Thick. (cm)	Description	Coordinate1	Coordinate2	Ele. (m)
k-117	250	White lapilli pumice tuff (pumice flow), Well sorting, contains of cross bedding str., pumice fragments angular to sub rounded	37°30'9.21"N 46°12'9.04"E		2049
k-116	300	Brownish white thick massive ash fall, cross bedding at lower part, reverse graded bedding, at upper part bearing angular lithic fragments	37°30'7.8"N 46°12'9.4"E		2035
k-119	40	Sandy tuff contains of pumice fragments, well layering	37°30'6.53"N 46°12'8.80"E		2021
k-115	65	Sandy muddy tuff, well layering	37°30'5.02"N 46°12'9.50"E		2010
k-114	150	Dual continued layers: upper layer: pumice flow, laminated & reverse graded bedded, lower layer: fall pumice, massive & normal graded bedded	37°29'56.5"N 46°13'34.1"E	37°29'58.2"N 46°13'34.7"E	1949
K-113	400	Cream thick tuff breccia bearing white to grey trachytic lithic fragments and normal graded bedding	37°29'31.1"N 46°12'18.3"E	37°29'48.7"N 46°12'14.3"E	1944
K-112	30	Alternation of white sandy tuff and sandstone	37°29'31.3"N 46°11'20.4"E		1929
K-111	25	Pumice flow bearing lithic fragments & crossbedding st.	37°29'27.1"N 46°11'22.1"E		1895
K-118	90	Massive white fine ash fall upward white tuffaceous conglomerate	37°25'48.7"N 46°13'28.2"E	37°25'56.9"N 46°13'12.4"E	1601-1621
K-109	270	Massive white ash fall upward weak layering	37°25'40.9"N 46°10'3.90"E		1584
K-108	300	Massive white sandy tuff, vague layering, covered by fluvial cong. & sandstone	37°25'16.6"N 46°09'51.6"E		1550

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۴: دانه بندی تدریجی نرمال در طبقه توف شماره K-113

شکل ۳: طبقه توف شماره K-113



شکل ۶: نمای نزدیک از طبقه توف شماره K-117

شکل ۵: طبقه توف شماره K-117



شکل ۸: طبقه توف شماره K-116

شکل ۷: طبقه توف شماره K-111

۲-۳- زون بندی سازند مراغه بر اساس طبقات توفی مارکر شناسایی شده:

Cambpell(1980) در سکانس مراغه ۷ واحد زیست چینه ای تعریف کرد و آن را بر اساس فونای فسیلی به سه بخش زیست چینه ای زیرین، میانی و بالایی تقسیم نمود. Bernor این مرزها را اصلاح کرد. وی بر اساس لایه مارکر Loose Chip. زیر تقسیم های فونایی سه گانه ۲۵ متری برای سازند مراغه تعریف کرد که از پایین به بالا شامل واحد Koprان، واحد Kerjabad و واحد Sholavand نامگذاری شدند که بر اساس این مطالعه بیشترین فسیل پستانداران در واحد کرج آباد حضور دارند (Bernor, 1980,1986). طبق تقسیم بندی فوق لایه های مارکر معادل Kordeh-deh، Loose، chippings pumice و Layerd marker شناسایی شده در این ورقه در بخش مراغه بالایی قرار می گیرند و لایه توف معادل مارکر توف مردق (Mordag tuff) در مراغه پایین قرار می گیرد. با توجه به این داده های در دسترس و داشتن فواصل قائم اندازه گیری شده توسط محققین سعی گردید نقشه ای از محدوده این بخش های در ورقه مورد مطالعه ترسیم گردد. ترسیم به این نحو انجام گرفت: در محدوده مورد مطالعه دو رخنمون توف قاعده ای در حاشیه سد علویان خاور نقشه در ارتفاع ۱۶۵۰ تا ۱۶۹۰ متری و یک رخنمون در شمال نقشه در حاشیه خاوری روستای چاوان در ارتفاع ۱۷۹۰ تا ۱۸۲۸ متری حضور دارند. علت این اختلاف ارتفاع چنانچه قبلا نیز توضیح داده شد، در رخنمون های برش های الگو ایلخچی و کوپران مطالعه شده توسط محققین نیز وجود دارد و با شیب توپوگرافی زمان ته نشست در دامنه سهند در ارتباط است. بعلاوه به عقیده نگارنده بالآمدگی بلوک شمالی گسل مراغه نیز می تواند به عنوان عامل دوم در این اختلاف ارتفاع باشد. به عقیده نگارنده به علت اختلاف ارتفاع این دو رخنمون توف قاعده ای در محدوده نقشه، می بایست برای محاسبه و تعیین محدوده بخش مراغه میانی این دو بخش بطور جداگانه تعیین گردند.

با توجه به مطالعات محققین بخش مراغه میانی در حدود فاصله ۹۰ تا ۱۳۰ متری از توف قاعده ای قرار دارد. لذا تراز ارتفاعی ۱۸۹۰ تا ۱۹۳۰ متری برای ترسیم مراغه میانی در نظر گرفته شد. چنانچه انتظار می رفت اولین افق مراغه بالایی، لایه K-116 (Layerd marker) می بایست در فاصله نزدیک (۲۵ متری) از مرز فوقانی مراغه میانی در داخل زون مراغه بالایی قرار بگیرد که همین طور هم بود. برای ترسیم محدوده مراغه میانی در ارتباط با توف قاعده ای حاشیه سد علویان نیز همین روش بکار گرفته شد. حدود ارتفاعی رخنمون توف قاعده ای در این ناحیه ۱۵۵۰ تا ۱۶۶۵ متری می باشد. لذا با در نظر گرفتن اختلاف ۹۰ تا ۱۳۰ متری، ارتفاع ۱۶۵۰ تا ۱۶۹۰ متری برای مراغه میانی در این بخش در نظر گرفته شد. انتظار می رفت که افق K-118 در محدوده مراغه زیرین در این ناحیه قرار بگیرد که همین اتفاق نیز افتاد. با توجه به این ترسیم بخش فسیلی باختری روستای آهق نیز در مراغه زیرین قرار می گیرد. (شکل ۱۶)

۲-۴- تعیین افق بخش فسیلی باختر آهق:

طبق مطالعات پیشین اکثر افق های فسیل دار مهره داران در ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر زیرین سازند مراغه، در بخش مراغه میانی و زیرین قرار دارند. طبق طرح برش ترسیمی سازند مراغه توسط Campbell(1980)، برش مورد مطالعه Koprان واقع در ۳ کیلومتری خاور شهر مراغه، نزدیکترین ترانسه مطالعه شده به چارچوب مورد بررسی ما می باشد. در این طرح ترسیمی Campbell دو افق فسیل دار مربوط به زون مراغه زیرین در ارتفاع حدود ۱۵۶۰ تا ۱۶۲۰ متری قرار دارند. لذا با توجه به حضور افق فسیل دار در چارچوب مورد مطالعه، در ناحیه باختری روستای آهق در ارتفاع ۱۵۳۰ تا ۱۵۶۰ متری، این افق با توجه به ارتفاع آن و نزدیکی به محل برش کوپران، می توان معادل افق فسیل دار Koprان در نظر گرفت. قرار گیری این بخش در محدوده مراغه زیرین در نقشه ترسیمی (شکل ۱۶) نیز تایید کننده این موضوع می باشد. بنابراین شواهد حاکی از آن هستند که این افق فسیلی معادل قدیمی ترین افق شناسایی شده توسط محققین خارجی می باشد.

۳- جهت جریان دیرینه سازند مراغه:

با بررسی ساخت های رسوبی عمدتاً از نوع طبقه بندی مورب و ایمبرکاسیون در طبقات رسوبی سازند مراغه که اغلب از نوع ماسه سنگ، کنگلومرا و تفرهای مربوط به سازند مراغه می باشند، جهت جریان دیرینه در آنها بررسی شد. نتیجه این بررسی که در جدول شماره ۳ آمده است، نشاندهنده آن است که جهت جریان در زمان حیات حوضه رسوبی سازند مراغه غالباً از جانب جنوب به سمت شمال، جنوب باختری به سمت شمال خاوری و نیز غرب به شرق بوده است. همچنین بررسی جهات جریان دیرینه در رسوبات کنگلومرای پلیوسن در این منطقه، جهت شمال به جنوب (موافق شیب فعلی دامنه سهند) را نشان می دهند. از نظر جغرافیای دیرینه این مسئله حاکی از آن است که در زمان میوسن فوقانی و زمانی که آتشفشان سهند فعالیت های نخستین خود را شروع کرده بود ولی گسترش کنونی خود را نداشته است، شیب و جهت جریان حوضه های آبریز غالباً رو به شمال، شمال خاوری و خاور بوده اند. در جدول ۳ اطلاعات این رخنمون ها به همراه مختصات موقعیت آنها و جهت جریان دیرینه ثبت شده در آنها آمده است. همچنین رزدياگرام ترسیمی با استفاده از اندازه گیری های صحرایی جهت های جریان غالب در حوضه رسوبی سازند مراغه را نشان می دهد. (جدول ۳ و شکل های ۱۱ تا ۱۵)

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

جدول ۳: داده های جهت جریان دیرینه سازند مراغه در ناحیه مورد مطالعه

No	Coordinate	Lithology	Sedimentary structure	Dip. Direction	Paleocurrent Direction
A	37°27'38.01"N 46°14'11.69"E	Coarse grain Conglomerate	Large scale Crossbedding	05°	North
B	37°29'5.60"N 46°10'51.87"E	Fine grain conglomerate & Sandstone (Fluvial)	Crossbedding	88°	East
C	37°29'5.53"N 46°10'53.34"E	Tuffaceous gravelly Sandstone (Fluvial)	Crossbedding	34°	Northeast
D	37°23'40.22"N 46°12'35.44"E	Conglomerate (Fluvial)	Planar Crossbedding & Imbrication	28°	Northeast
E	37°23'42.17"N 46°12'36.15"E	Coarse grain Conglomerate (debris flow)	Large scale Crossbedding	324°	Northwest
F	37°25'40.27"N 46° 7'58.12"E	Coarse grain Conglomerate	Large scale Crossbedding	330°	Northwest
G	37°29'26.89"N 46°11'22.08"E	Pumice flow tuff	Crossbedding	91°	East
H	37°29'54.24"N 46°12'10.87"E	Tuff breccia	Large scale Crossbedding	356°	North
I	37°30'7.50"N 46°12'9.64"E	Ash fall tuff	Crossbedding	125°	Southeast
J	37°30'9.08"N 46°12'9.03"E	Lapilli tuff (pumice flow)	Crossbedding	33°	Northeast
K	37°25'16.67"N 46°10'59.44"E	Coarse grain Conglomerate (debris flow)	Large scale Crossbedding	320°	Northwest
L	37°25'9.56"N 46° 7'33.25"E	Tuffaceous Conglomerate	Crossbedding	03°	North

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱۱ (راست): طبقه بندی مورب در رخنمون شماره F- سوی دید شمال شرق، شکل ۱۲ (چپ): طبقه بندی مورب در رخنمون شماره I-(k116) سوی دید شمال شرق



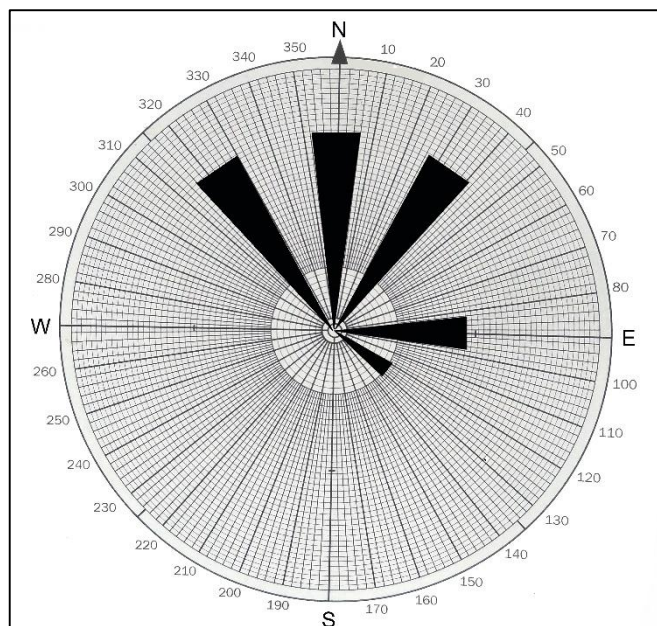
شکل ۱۳ (راست): طبقه بندی مورب طبقه رخنمون شماره J- سوی دید شمال، شکل ۱۴ (چپ): طبقه بندی مورب در رخنمون شماره H- سوی دید شرق

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱۵: رزدياگرام ترسيمی نشاندهنده جهت های جريان غالب در حوضه رسوبي سازند مراغه

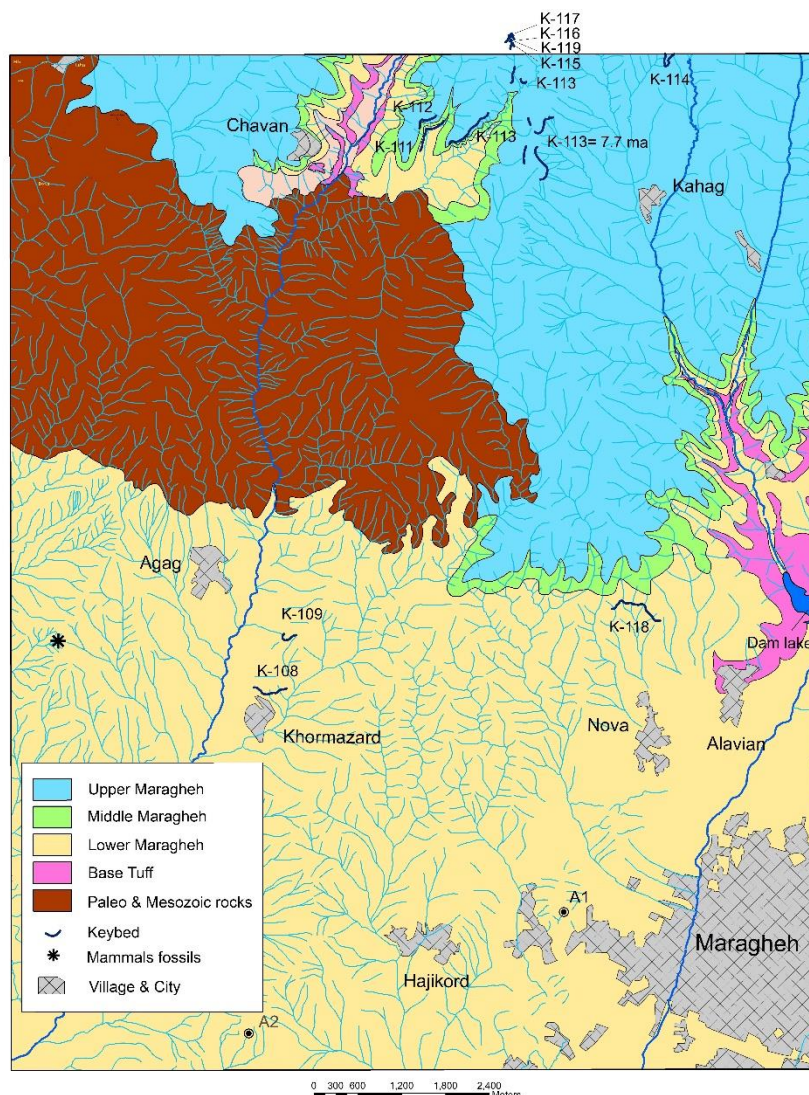
۴- نتیجه گیری: در این تحقیق ضمن ارائه خلاصه ای از تحقیقات سابق پژوهشگران بر روی طبقات مارکر سازند مراغه و نیز سن سنجی های انجام گرفته بر روی آنها، تعداد ۱۱ افق توفی در ناحیه باختری و شمال باختری مراغه مورد شناسایی قرار داده و از میان آنها چهار افق را به عنوان طبقات مارکر معادل ناحیه خاور مراغه معرفی نماییم. بعلاوه با استفاده از داده های بدست آمده در این مطالعه، زون بندی زیستی بصورت یک نقشه برای سازند مراغه ارائه نمودیم که می تواند در پی جویی افق های فسیلی مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین مطالعه ای بر روی جهت جریان دیرینه این حوضه رسوبي با استفاده از ساختهای رسوبي مطالعه شده انجام گردید که نشاندهنده جهت رو به شمال غالب در زمان حیات این حوضه می باشد که بصورت رز دیاگرام ترسیم و ارائه گردید.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱۶: نقشه موقعیت طبقات مارکر شناسایی شده سازند مراغه و تقسیم بندی سازند مراغه به بخش های زیرین، میانی و بالایی (حق فرشی، ۱۴۰۲)

منابع فارسی:

- آقائاتی، ع. (۱۳۸۳)، کتاب زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ۵۸۶

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

- حق فرشی، ع. (۱۴۰۲)، نقشه و گزارش زمین شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مراغه، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، در دست چاپ

References:

- Aghanabati, S. A. (2004) Geology of Iran. Geological Survey of Iran, Tehran, Iran (in Persian).
- Alavi M. , Shahrabi M. (1975), MARAGHEH geological map scale 1:100000, Geological map of IRAN
- Ataabadi, M. M., Bernor, R. L., Kostopoulos, D. S., Wolf, D., Orak, Z., Zare, G., ... & Fortelius, M. (2013). Recent advances in paleobiological research of the late Miocene Maragheh Fauna, Northwest Iran. Fossil Mammals of Asia, 546-565.
- Bernor, R. L. (1986). Mammalian biostratigraphy, geochronology, and zoogeographic relationships of the Late Miocene Maragheh fauna, Iran. Journal of Vertebrate Paleontology, 6(1), 76-95.
- Bernor, R. L., Woodburne, M. O., & Van Couvering, J. A. (1980). A contribution to the chronology of some Old World Miocene faunas based on hipparionine horses. Geobios, 13(5), 705-739.
- Campbell, B. G., Amini, M. H., Bernor, R. L., Dickinson, W., Drake, R., Morris, R., ... & Van Couvering, J. A. H. (1980). Maragheh: a classical late Miocene vertebrate locality in northwestern Iran. Nature, 287(5785), 837-841.
- ERDBRINK, D. P. B. (1976). Early Samotherium and early Oioceros from an Uppermost Vindobonian fossiliferous pocket at Mordaq near Maragheh in NW Iran.
- Kamei, T., Ikeda, J., Ishida, H., Ishida, S., Onishi, I., Partoazar, H., ... & Nishimura, S. (1977). A general report of the geological and palaeontological survey in Maragheh area, North-West Iran, 1973.
- Sakai, T., Zaree, G., Sawada, Y., Ataabadi, M. M., & Fortelius, M. (2016). Depositional environment reconstruction of the Maragheh Formation, East Azarbaijan, Northwestern Iran. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 96(3), 383-398.
- Salminen, J., Paknia, M., Kaakinen, A., Ataabadi, M. M., Zare, G., Orak, Z., & Fortelius, M. (2016). Preliminary magnetostratigraphic results from the late Miocene Maragheh Formation, NW Iran. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 96(3), 433-443.
- Sawada, Y., Zaree, G. R., Sakai, T., Itaya, T., Yagi, K., Imaizumi, M., ... & Fortelius, M. (2016). K-Ar ages and petrology of the late Miocene pumices from the Maragheh Formation, northwest Iran. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 96(3), 399-431.
- Suwa, G., Kunimatsu, Y., Ataabadi, M. M., Orak, Z., Sasaki, T., & Fortelius, M. (2016). The first hominoid from the Maragheh Formation, Iran. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 96(3), 373-381.
- Taghipour, K., Khatib, M. M., Heyhat, M., Shabanian, E., & Vaezihir, A. (2018). Evidence for distributed active strike-slip faulting in NW Iran: The Maragheh and Salmas fault zones. Tectonophysics, 742, 15-33.