پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی
سال سی‌ام، شماره پیاپی ۵۵، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳
تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۵
صص ۷۳-۸۸

تحلیل آماری انتشار روزنه‌داران در رمپ ائوسن در بلوک لوت، شرق ایران

سید احمد بابازاده، *دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور*
مصطفی یوسفی‌راد، *استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور* *

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی آماری انتشار روزنه‌داران کف زی و تفسیر محیط رسوب‌گذاری و رخساره‌های موجود در توالی ائوسن زیرین منطقه شرق بلوک لوت می‌باشد. با این منظور برشی در شمال غرب شهرستان خوسف واقع در شمال شرقی روستای کلاته رود انتخاب شد. پس از آن مقاطع میکروسکوپی تهیه شد و پس از شناسایی رخساره های زیستی و انواع روزنه‌داران نسبت به شمارش و تعیین درصد حضور انواع روزنه‌داران در هریک از انواع ریز رخساره‌های شناسایی شده اقدام شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در رخساره‌های مربوط به رمپ ائوسن منطقه ده ریزرخساره MF1, MF2, MF3, MF4, MF5, MF6, MF7, MF8, MF9, MF10 وجود دارد. رخساره‌های MF1, MF2, MF3 مربوط به قسمت بالایی زون فوتیک فوقانی، ریزرخساره‌های MF4, MF5, MF6, MF7 مربوط به قسمت‌های تحتانی زون فوقانی از رخساره‌های داخلی‌تر رمپ داخلی و ریزرخساره‌های MF10 وMF9 متعلق به بخش زیرین Foreslope هستند. با توجه به نحوه توزیع روزنه‌داران، انواع با پوسته پورسلانوز در لاگون و قسمت‌های داخلی‌تر لاگون با شوری بیشتر قرار می گیرند. آلوئولین در لاگون باز و شول‌های نومولیتیک به همراه نومولیت‌های گلبولی متوسط قرار می گیرند. به سمت دریای آزاد و قسمت‌های عمیق از میزان فراوانی روزنه‌داران پورسلانوزی کاسته شده و به میزان فراوانی روزنه‌داران با پوسته هیالین اضافه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ائوسن زیرین، رمپ، بلوک لوت.

* نویسنده مسؤول: ۰۹۱۸۳۶۳۸۹۵۷
Email: radyousefi@yahoo.com

مقدمه

در طول سنوزوئیک آغازی و به دنبال از بین رفتن تجمعات مرجان – رودوسیت در اواخر کرتاسه، نومولیتیدها (نومولیتس، آسلینا، اپرکولینا)، ارتوفراگمینوئید (دیسکوسیکلینا و ...)، آلوئولینید (آلوئولینا) که جزء فرامینیفرهای بنتیک بزرگ (LBF) هستند در پلاتفرم‌های کربناته تتیس و آب‌های گرم و کم عمق الیگوتروفیک افزایش یافته‌اند (Buxton and Pedley 1989).

نومولیت‌ها در پالئوسن تا رسوبات ائوسن بالایی مدیترانه و شبه‌جزیره عربستان فراوان هستند، تا جایی که آهک‌های نومولیتیک مخازن هیدروکربنی را در سواحل هند و آفریقای شمالی تشکیل می‌دهند و در خاورمیانه نیز پتانسیل اکتشافی دارند ((Beavington-Penney and Racey 2004).

با توجه به آنکه ایران در مسیر دریای تتیس قرار گرفته است و منطقه شرق ایران یکی از مناطقی است که در آن نهشته‌های دوران سوم و پالئوژن به طور گسترده در حوزه عمیق اقیانوسی و پلاتفرم دریای گرم و کم عمق در عرض‌های پایین جغرافیایی دیده می‌شود، فرامینیفرهای بنتیک شامل رده‌های روتالینا و میلیولینا با تنوع و فراوانی در این منطقه مشاهده می‌شوند.

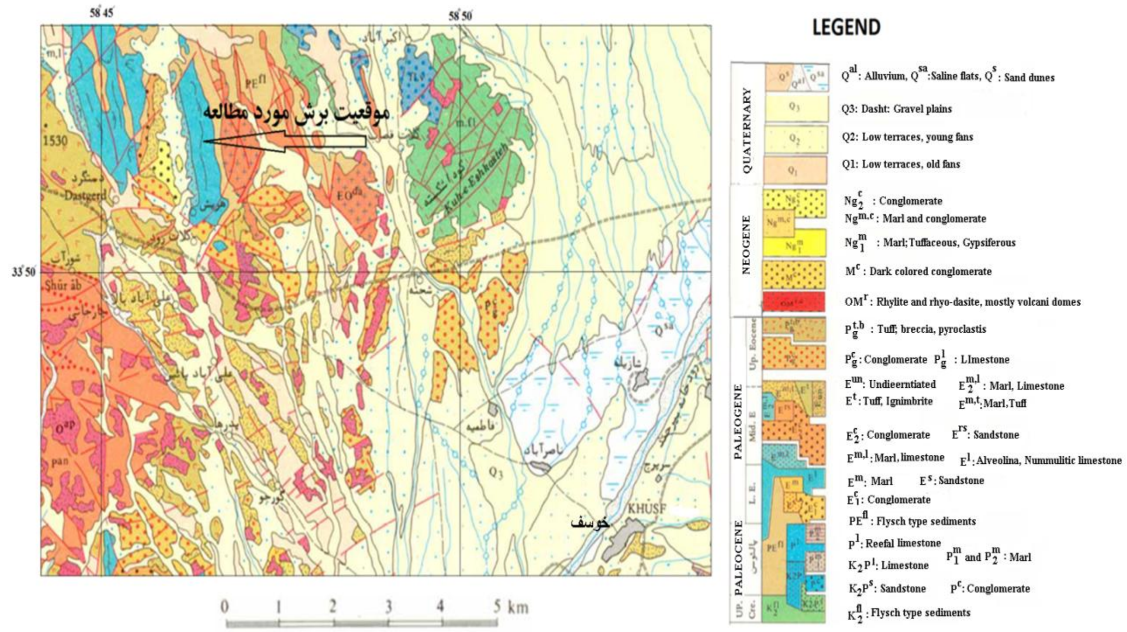
در سال‌های اخیر مطالعات متعدد و گسترده‌ای بر روی رمپ‌های سن پالئوسن - ائوسن صورت گرفته است (Rasser et al. 2005; Racey et al. 2001). همچنین مطالعات زیادی در زمینه تغییرات ریخت‌شناسی مرتبط با تغییرات عمق زیستگاه روزنه‌داران انجام شده است (Hallock and Gelenn 1986, Hottinger 2000). عوامل زیستی و غیر زیستی در انتشار روزنه‌داران بنتیک در رمپ‌های همو کلینال کربناته تأثیر می‌گذارد از جمله نور، دما، تحرک آب، شوری، اکسیژن محلول در آب. علت اصلی تفاوت انتشار روزنه‌داران بنتیک را می‌توان توانایی سازگاری زیستی جانور با تغییر شکلی و ضخامت در پوسته با توجه به عمق آب و نوع بهره‌برداری ازهمزیستی جلبکی و میزان تغذیه آنها دانست (Hottinger 1983, Murray 1991, Pomar et al. 2004).

هدف از این مطالعه بررسی آماری حضور انواع روزنه‌داران و تفسیر محیط رسوب‌گذاری رخساره‌های موجود در برش کلاته رود در منطقه خوسف واقع در بلوک لوت می‌باشد. برش مورد مطالعه در شرق بلوک لوت در غرب شهرستان خوسف (غرب بیرجند) قرار دارد. این برش در شمال شرقی روستای کلاته رود با مختصات جغرافیایی طول شرقی "۱۷، ´۴۶ ،°۵۸ و عرض شمالی "۲۰و ´۵۲ و °۳۳ واقع شده است(شکل ۱). این منطقه براساس آنالیز حضور روزنه‌داران و ریزرخساره‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

روش

از توالی ائوسن زیرین مورد مطالعه ۵۴ نمونه سنگی برداشت شد که از این تعداد ۵۱ نمونه حاوی انواع روزنه‌داران مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه پس از تهیه مقاطع میکروسکوپی، ریز رخساره‌ها به روش دانهام (۱۹۶۲) و رخساره‌ها و محیط رسوبی مربوطه اساس روش (Flugle 2010) تعیین شد. انواع روزنه‌داران نسبت به شمارش و تعیین درصد حضور انواع روزنه‌داران در هریک از انواع ریز رخساره‌های شناسایی شده اقدام شد.

پس از آن براساس نمودارهای سه تای (Murray 1973)، موقعیت هر یک از ریزرخساره‌ها براساس درصد حضور انواع روزنه‌داران شناسایی و محیط‌رسوبی مربوطه تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی برش مورد مطالعه در شمال غرب خوسف (وحدتی ۱۳۶۳)

بحث

از نظر چینه‌شناسی برش مورد مطالعه از شش واحد سنگ شناسی مجزا تشکیل شده است که مشخصات کلی آنها از پایین به بالا به شرح زیر می باشد:

۱ – آهک تخریبی ماسه‌دار: بخش آهک تخریبی ماسه‌دار ضخیم لایه تا توده ای دارای رنگ خاکستری روشن و تیره نودول‌دار می باشد که از نظر تقسیم بندی فولک (۱۹۷۴)، وک لیتیک محسوب می‌شود. ضخامت این واحد سنگ‌شناسی ۱۵۵متر است.

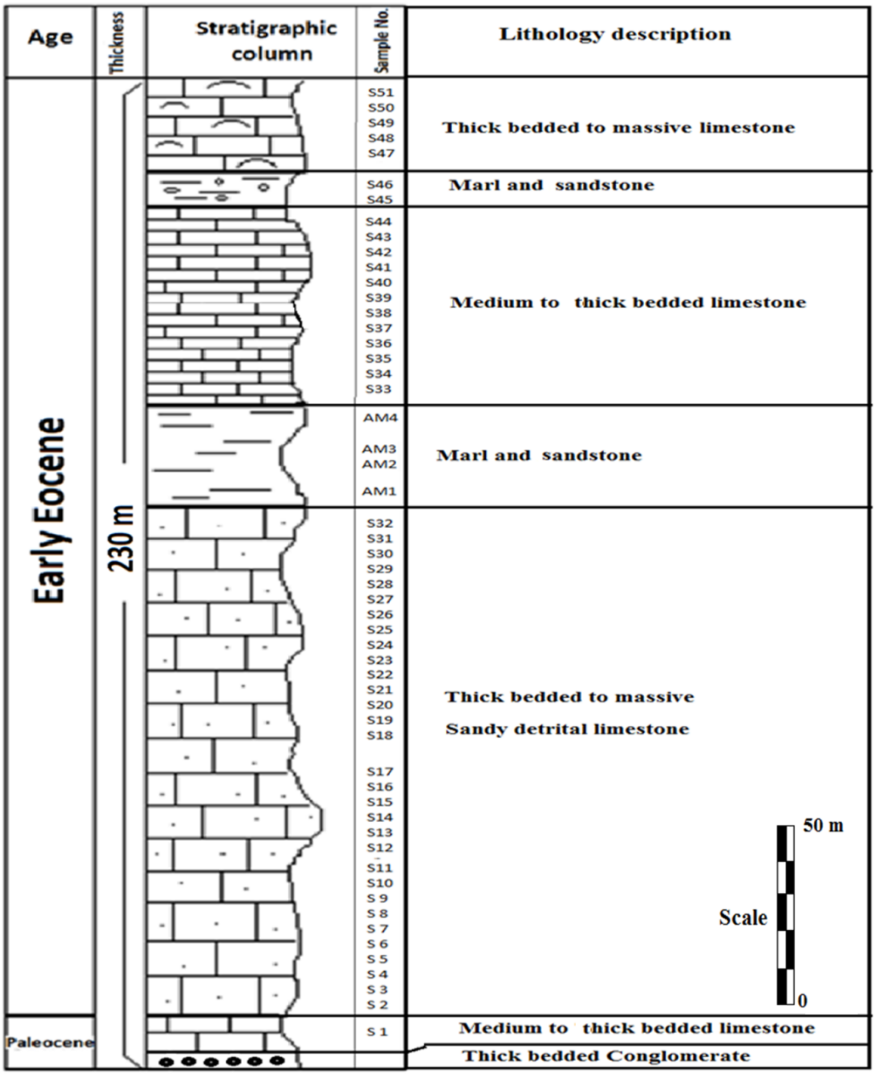
۲- مارن و ماسه سنگ : برروی واحد آهک تخریبی ماسه‌دار، یک توالی به ضخامت ۵۰ متر از مارن و ماسه سنگ به رنگ سبز تا زرد فاقد فسیل‌های فرامینیفری قرار دارد.

۴ –آهک : این واحد سنگ چینه‌ای عمدتاً از واحدهای متوسط تا ضخیم لایه آهکی تشکیل شده، دارای دو ریزرخساره بیومیکرتی پکستونی و وکستونی است که ضخامت بخش بیومیکرایت پکستون آن ۱۵ متر و بیومیکرایت وکستون ۱۰ متر می‌باشد.

۵- مارن و ماسه سنگ: این لایه به ضخامت ۳ متر از جنس مارن ماسه سنگ به رنگ قهوه‌ای روشن است که فاقد فسیل فرامینیفری می‌باشد.

۶ –آهک توده‌ای: این واحد به صورت آهک توده‌ای خاکستری روشن به ضخامت ۱۷ متر در سطح زمین رخنمون دارد.

با توجه به جدول ۲ مرز زیرین این واحدهای رسوبی با واحدهای پالئوسن شامل دو لایه به ضخامت سه متراز کنگلومرا (یک متر) و آهک لایه‌ای (دو متر) به سن پالئوسن و مرز بالایی آن توسط آبرفت‌های جوان مشخص می‌باشد. یادآور می‌شود با توجه به آنکه دو واحد مارنی- ماسه سنگی فاقد فسیل می‌باشند، لذا در شکل ۲ شماره نمونه‌های سنگی آنها با علامت دیگری آورده شده و در محاسبات آماری از این واحدهای سنگی استفاده نشده است. ضخامت کلی این واحدهای رسوبی به جزء بخش قاعده ای ۲۳۰ متر می‌باشد (شکل ۲).

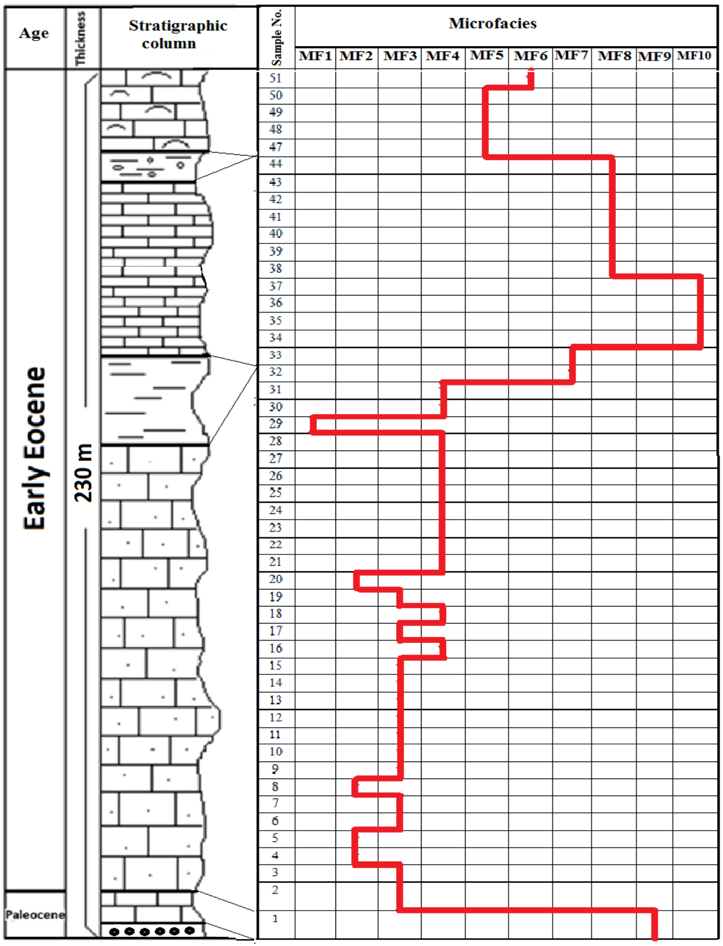


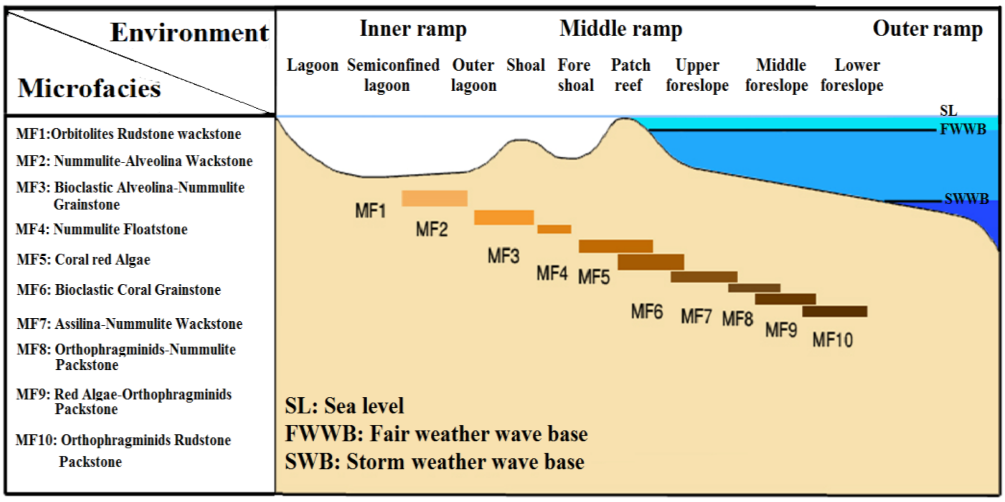
شکل ۲- ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه

در مطالعاتی که بر روی نمونه‌های سنگی از واحدهای سنگ‌شناسی برش مورد مطالعه انجام شده، ریزرخساره MF1, MF2, MF3, MF4, MF5, MF6, MF7, MF8, MF9, MF10 شناسایی شده است که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

بر اساس ریزرخساره‌ها محیط‌رسوبی توالی ائوسن زیرین منطقه از نوع رمپ هموکلینال تشخیص داده شده است (شکل ۳) که در این مطالعه توزیع آماری روزنه‌داران در این رسوبات مد نظر بوده و لذا از شرح ریزرخساره‌ها و بررسی محیط‌رسوبی خودداری شده است. نوع ریز رخساره‌ها و موقعیت آنها در این رمپ در شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۱-توزیع ریزرخساره‌ها در نمونه‌های سنگی





شکل ۳- محیط‌رسوبی و توزیع ریزرخساره‌ها در توالی مورد مطالعه

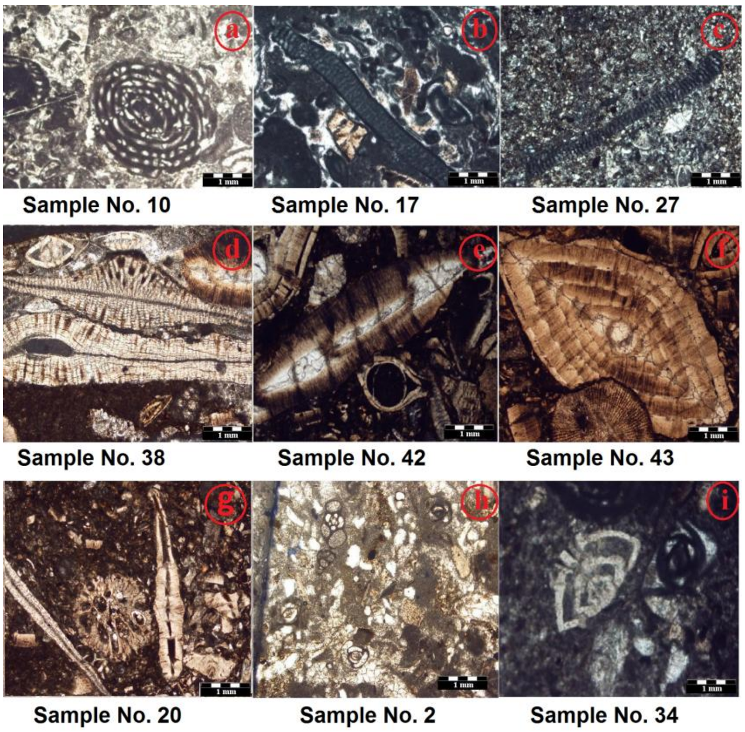
آنالیز آماری روزنه‌داران در واحدهای سنگ‌شناسی

آنالیزهای آماری روزنه‌داران بنتیک رایج‌ترین روش‌های برای تحلیل بوم‌شناسی محیط‌های رسوبی عهد حاضر و دیرینه است (Carnahan et al. 2009; Hallock et al. 2003; Schueth and Frank 2008).

فرامینیفرهای بزرگ به فراوانی در بسیاری از پلاتفرم‌های کربناته نوع سکویی یافت می‌شوند و همچنین یک محدوده وسیع از محیط‌های پلاتفرمی را می‌پوشانند. این جانداران فاکتورهای جهانی و محلی را مانند اکولوژی (دما، شیمی آب و منابع تروفیک)، زمین‌شناسی (سطح آب، تکتونیک صفحه‌ای) و فیلوژنی (فراوانی، انقراض) را نشان می‌دهند. تنوع این پارامترها ترکیب ارگانیکی و جانداران را نشان می‌دهد (Cosovic et al. 2004; Barattolo et al. 2007).

براساس فراوانی فرامینیفرهای بنتیک بزرگ شامل نومولیت، آلوئولین، دیسکوسیکلینا، آسلینا، اآپرتواربیتولیتس، اربیتولیتس و نیز فرامینیفرهای بنتیک کوچک شامل میلیولید و روتالیاها به همراه جلبک‌های کورالین، مرجان‌ها و اکینوئیدها در این برش چینه‌شناسی آنالیزهای آماری لازم انجام شده است. تصاویری از برخی روزنه‌داران شناسایی شده در توالی مورد مطالعه در شکل ۴ ارائه شده است.

جدول ۲ نیز درصد حضور انواع روزنه‌داران با پوسته هیالین، پورسلانوز و آگلوتینه را در هریک از نمونه‌های سنگی که از آنها مقطع میکروسکوپی تهیه شده است، نشان می‌دهد.



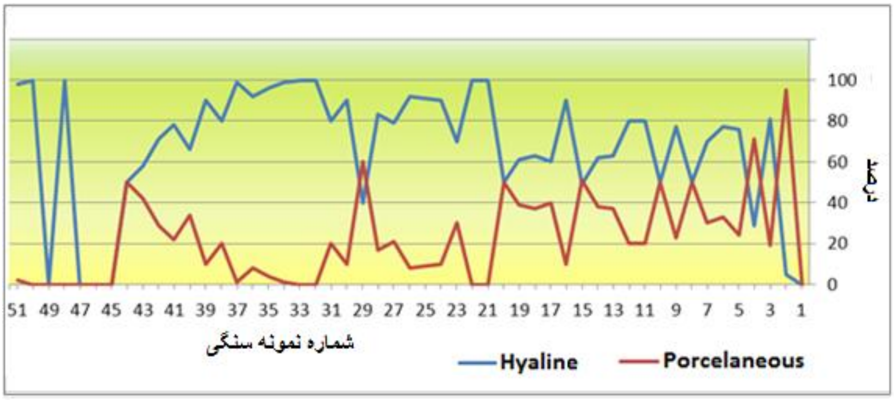
شکل ٤- نمونه‌هایی از روزنه‌داران بنتیک منطقه مورد مطالعه (شماره نمونه‌های سنگی در زیر تصاویر آورده شده است)

a, Aveolona sp. ; b, Opertorbitolites sp. ; c, Orbitolites sp.; d, *Discocyclina dispansa*; e, Assilina sp.; f, *Nummulites atacicus*; g, Operculina sp.; h, Miliolids ;i, Rotalia sp.

جدول ۲- درصد حضور انواع روزنه‌داران بنتیک در توالی ائوسن زیرین برش مورد مطالعه

Sample No.	Nummulites	Assilina	Rotalia	Discocyclina	Actinocyclina	Lockhartia	Operculina	Cuvileria	Miliolides	Orbitolites	Opert orbitolites	Alveolina	Textularia	Red Alga	Echinoid	Coral
1	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
2	5	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	83	0	1	0	0
3	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
4	27	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	61	5	0	0	0
5	73	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	22	1	0	0	0
6	65	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	33	0	0	0	0
7	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
8	50	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	45	1	0	0	0
9	75	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	23	0	0	0	0
10	50	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	48	0	0	0	0
11	78	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	16	0	0	0	0
12	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
13	64	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	35	0	0	0	0
14	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0
15	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0
16	85	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	8	1	0	0	0
17	48	0	0	4	0	0	0	0	8	24	4	0	0	0	12	0
18	59	0	0	3	0	0	0	0	6	18	0	5	0	0	8	0
19	62	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	35	0	0	0	0
20	45	0	4	0	0	0	1	0	8	0	0	41	1	0	0	0
21	90	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	72	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	14	0	0	0
23	71	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	18	0	0	3	0
24	88	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4	0	0	1	0
25	88	0	2	0	0	3	0	0	2	2	0	2	0	0	1	0
26	60	0	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	0	0	25	0
27	74	0	2	0	0	0	0	0	0	14	2	5	0	0	3	0
28	74	0	3	0	0	5	0	0	3	12	0	0	0	0	3	0
29	37	0	4	0	0	0	0	0	18	38	0	0	1	2	0	0
30	94	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	2	0
31	71	0	2	0	0	0	2	0	10	6	0	7	2	0	0	0
32	57	31	9	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	68	15	0	2	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	32	1	1	65	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
35	57	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
36	67	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	45	0	1	49	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
38	62	2	0	26	0	0	0	0	5	0	0	14	1	0	0	0
39	38	0	0	53	0	1	0	0	2	0	0	7	0	0	0	0
40	30	0	3	39	0	5	0	0	7	0	0	13	0	0	0	0
41	52	0	2	32	0	0	0	0	2	0	0	10	0	0	0	0
42	58	3	2	19	0	0	0	0	2	0	0	16	0	0	0	0
43	39	0	4	8	0	0	0	0	7	0	0	37	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
48	62	0	14	5	14	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
50	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
51	55	5	2	30	0	0	0	5	1	0	0	2	0	0	0	0

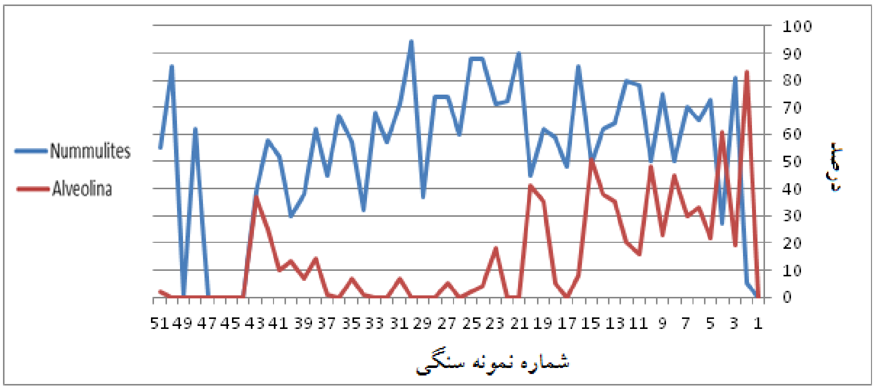
در شکل‌های ۹-۵ نسبت شمارشی روزنه‌داران بنتیک در رخساره‌های منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. شکل ۵ تغییرات روزنه‌داران پورسلانوز و هیالین در نمونه‌های سنگی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود معمولاً حضور دو نوع روزنه‌داران با پوسته هیالین و پوزسلانوز در تضاد با یکدیگر می‌باشد که خود بیانگر تفاوت در شرایط محیطی و سازگاری محیطی آنها نسبت به هم دارد است (Hallock and Gelenn 1986; Hottinger 2000).



شکل ۵- بررسی درصد تغییرات روزنه‌داران پورسلانوز و هیالین در واحدها سنگ‌شناسی برش مورد مطالعه

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود تغییرات فراوانی نمونه‌های پورسلانوز و هیالین تا نمونه سنگی ۴۴ بر خلاف یکدیگر تغییر می‌کنند، ولی از نمونه ۴۵ و بعد از آن فراوانی پورسلانوز در مقدار ناچیزی باقی می‌ماند ولی مقادیر هیالین بین حداقل و حداکثر مقدار موجود نوسان دارد. یادآور می‌شود نمونه‌هایی ۴۴ و ۴۵ مارتی بوده و فاقد فسیل هستند.

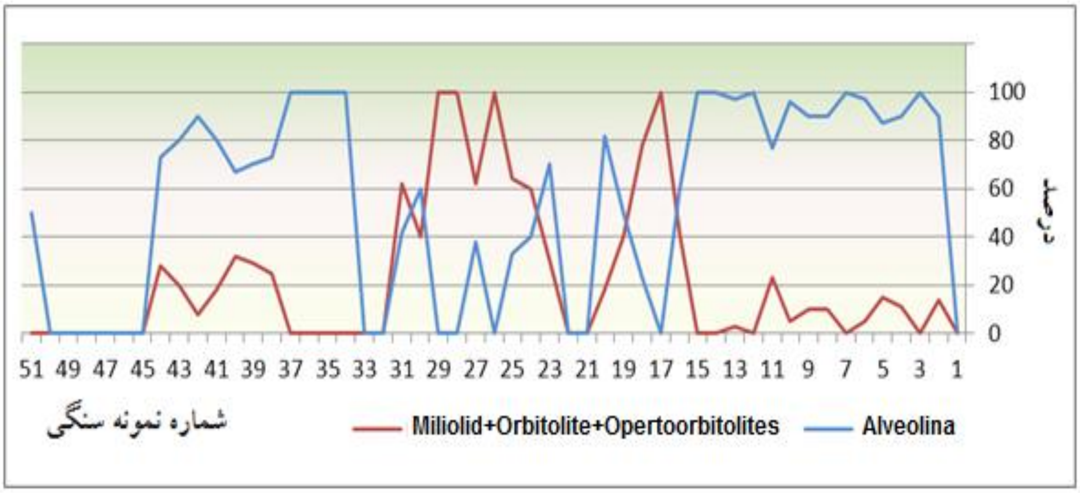
شکل ۶ نشان می‌دهد که تغییرات فراوانی نومولیت و آلوئولینا در نمونه‌های سنگی برش منطقه مورد مطالعه رابطه معکوس با یکدیگر دارند. نسبت نومولیت به آلوئولین N/A نشان‌دهنده لاگون باز از سد (بیوکلاستی، پچ ریف و بانک‌های نومولیتیک) می‌باشد. آلوئولین و نومولیت در محیط‌های مجازی رشد و نمو می‌کنند (Hottinger 1983). لذا افزایش درصد حضور آلوئولینا در نمونه‌های سنگی محیط تشکیل آنها را به سمت محیط لاگون می‌کشاند (Hallock and Gelenn 1986, Hottinger 2000).



شکل ٦- روند تغییرات روزنه‌داران نومولیت و آلوئولین در نمونه‌های سنگی

در شکل ۶ نیز مشاهده می‌شود که تغییرات فراوانی نوموليت و آلوئولین در نمونه‌های سنگی برش منطقه مورد مطالعه تغییراتی همانند مقادیر پورسلانوز و هیالین دارند و تا نمونه شماره ۴۴ تغییراتی عکس یکدیگر را دارند و در نمونه‌های بعد مقدار آلوئولین ناچیز و مقادیر نوموليت بین مقدار حداقل و حد اکثر تغییر می‌کند.

نسبت اربیتولیتس، میلیولید و اپرتواربیتولیتس به آلوئولین (M+Or+Op/A) نشان‌دهنده قسمت‌های داخلی‌تر لاگون از لاگون باز می‌باشد. آلوئولین‌ها فونای مهم شرکت‌کننده در رسوبات آب‌های آزاد پلاتفرم داخلی هستند. آنها کمی دامنه عمیقی عمیقتر از اربیتولیتدها دارند (Hottinger 1983). در شکل ۷ مشاهده می‌شود که مقادیر اربیتولیتس، میلیولید، اپرتواربیتولیتس با آلوئولین در برش منطقه مورد مطالعه برخلاف یکدیگر تغییر می‌کنند که این وضعیت تغییر از محیط لاگون بسته به باز را نشان می‌دهد.

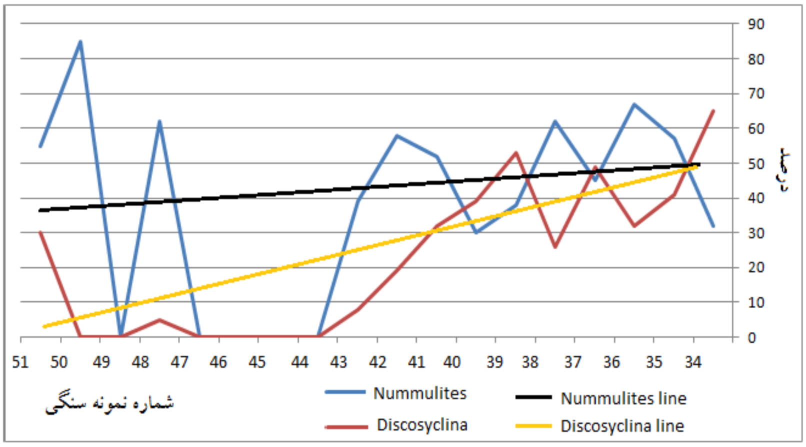


شکل ۷- روند تغییرات روزنه‌داران میلیولید،اربیتولیتس و اپرتواربیتولیتس و آلوئولین در نمونه‌های سنگی

همچنین در شکل ۷ مشاهده می‌شود که تغییر مقادیر میلیولید، اربیتولیتس و اپرتواربیتولیتس نسبت به آلوئولین در نمونه‌های ۳ تا ۲۱، ۲۳ تا ۳۲ و ۳۴ تا ۴۴ تغییراتی عکس همدیگر را داشته‌اند و در نمونه‌های ۱، ۲۱ تا ۲۲ و ۳۲ تا ۳۳ و ۴۵ تا ۵۰ مقادیر آنها به حداقل رسیده است. این شرایط بیانگر تفاوت محیط و رخساره هریک از نمونه‌های فوق است که در جدول ۱ نشان داده شده است.

نسبت نوموليت به دیسکوسیکلین (N/D) و آستروسیکلینا و اکتینو سیکلاینا به دیسکوسیکلین (A+A/D) نشان‌دهنده محیط‌های با عمق کمتر رمپ میانی با افزایش نسبت نوموليت و آستروسیکلینا و آسلینا همراه است. رمپ میانی کم عمق‌تر بوسیله نوموليت‌های گلبولی شکل با درصد بالاتر و آسیلینا و ارتوفراگمینیدهای قطور (آستروسیکلینا) نشان داده می‌شود (Cosovic et al. 2004). ریزرخساره‌های واجد انواع دیسکوسیکلینیده تحت شرایط انرژی پائین و در بالای قاعده امواج عادی (FWWB) در محل رمپ میانی تشکیل می‌شوند. در شکل ۸ مشاهده می‌شود که روند تغییرات فراوانی، نوموليت و دیسکو سکلینا در توالی مورد مطالعه در نمونه‌های ۳۴ تا ۴۴ روندی خلاف یکدیگر دارند.

در شکل ۸ روشن است که فراوانی نوموليت و دیسکوسیکلینا در منطقه از واحد ۴۴ تا واحد ۵۱، تغییراتی نامعین و بدون روند خاصی را نشان می‌دهد. از خطوط زرد و سیاه رنگ روی نمودار که میانگین تغییرات فراوانی روزنبران را نشان می‌دهند، مشخص می‌شود که مقادیر هر دو گروه از روزنبران از واحد ۳۴ تا ۵۱ روندی کاهشی دارند که این مقدار برای دیسکوسیکلینا کاهش بیشتری را نشان می‌دهد.



شکل ۸- روند تغییرات فراوانی نومولیت و دیسکوسیکلینا در واحدهای سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه

براساس شکل ۸، افزایش نسبت دیسکوسیکلین بیانگر عمیقتر شدن آب در رمپ میانی و خارجی می‌باشد. معمولاً در چنین رخساره‌هایی به همراه ارتو فراگمینیدها أپرکولینیدها و نومولیتیدهای لوزی یا دوکی شکل حضور دارند (Cosovic et al. 2004) و در قسمت‌های عمیق‌تر ابتدای رمپ خارجی اشکال زینی شکل دیسکوسیکلین که دارای پوسته جانبی می‌باشند. افزایش فرم‌های نازک و زینی شکل نشان‌دهنده نزدیکتر شدن به حد نهایی ویژگی دامنه عمق آن است (Babazadeh 2010) که نشان‌دهنده بلوغ بلوغ آنها با تنوع گونه‌ای کم می‌باشد که به همراه پلانکتون‌ها دیده می‌شوند.

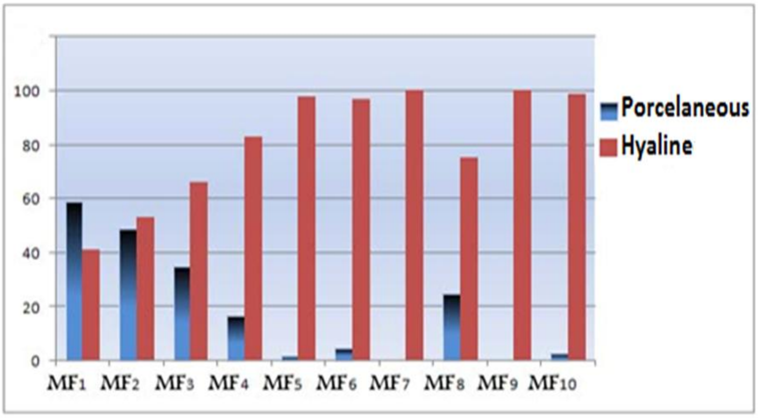
آنالیز آماری روزنه‌داران در ریزرخساره‌ها

بررسی آماری حضور روزنه‌داران با پوسته‌های هیالین، پورسلانوز و آگلوتینه در برش مطالعه تحلیل‌های جالبی از شرایط محیط‌رسوبی ائوسن زیرین در منطقه در اختیار قرار می‌دهد. بر این اساس شمارش و درصدبندی حضور انواع روزنه‌داران در ریزرخساره‌های شناسایی شده انجام شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- درصد وجود انواع روزنه‌داران در ریزرخساره‌های برش مورد مطالعه

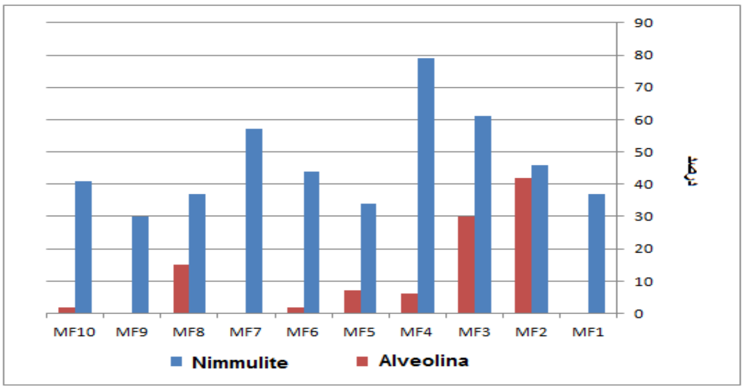
Microfacies	Hyaline tests								Porcelaneous test				Agglutinated test	Echinoid	Red alga	coral
	Nummulites	Assilina	Rotlia	Discocyclina	Actinocyclina	Lockhartia	Operculina	Cuvileria	Miliolites	Orbitolites	Opertorbitolites	Alveolina	Textularia			
MF1	37	0	4	0	0	0	0	0	18	39	0	0	1	0	2	0
MF2	46	0	1	0	0	0	3	0	5	1	0	42	2	0	0	0
MF3	61	0	0	5	0	0	0	0	2	1	0	30	1	0	0	0
MF4	79	0	2	0	0	2	0	0	2	8	1	6	0	0	0	0
MF5	34	0	36	9	11	0	0	7	2	0	0	7	0	1	0	0
MF6	44	6	2	27	0	0	0	15	4	0	0	2	0	0	0	0
MF7	57	31	2	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MF8	37	3	2	23	0	3	0	5	12	0	0	15	0	0	0	0
MF9	30	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
MF10	41	2	1	52	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0

بر اساس جدول ۳ و طبق شکل ۹ هر چه از رخساره‌های داخلی‌تر رمپ داخلی به سمت دریای آزاد و قسمت‌های عمیق می‌رود از میزان فراوانی روزنه‌داران پورسلانوزی کاسته شده و به میزان فراوانی روزنه‌داران با پوسته هیالین‌دار اضافه می‌شود.



شکل ۹- تغییرات انواع روزنه‌داران پورسلانوز و هیالین در ریزرخساره‌ها

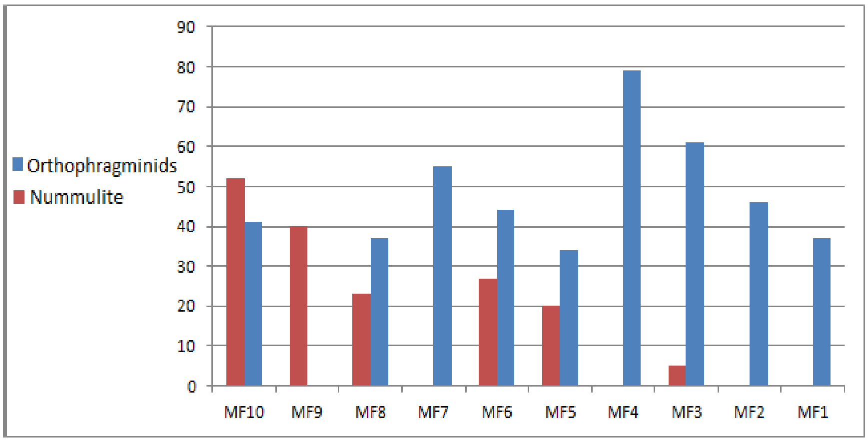
در شکل ۱۰ نیز کاملا مشهود است که با حرکت به سمت رخساره‌های سدی، فوراسلوپ و دریای باز از درصد حضور آلوئولین‌ها کاسته می‌شود و نسبت نومولیت به آلوئولین افزایش می‌یابد.



شکل ۱۰- تغییرات درصد حضور آلوئولین و نومولیت در ریزرخساره‌ها

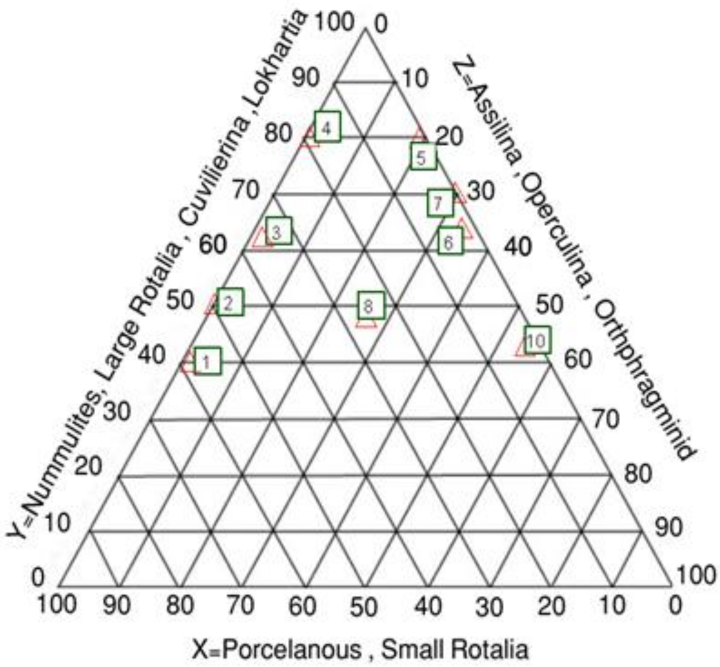
براساس دو شکل ۹ و ۱۰ مشخص می‌شود که تجمع نومولیت، روتالیا، کوویلی رینا، لوکارتیا در رخساره‌های مربوط به رخساره‌های سدی (ریف پراکنده و shoal, Fore shoal)، رخساره‌های ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و در اپر تا میدل فور اسلوپ در رخساره ۷ و ۸ حضور فراوانتری دارند.

تجمع آسلینا به همراه ارتوفراگمینیدها شامل اکتینوسیکلینا، دیسکوسیکلینا و اپرکولینا در قسمت‌های عمیق‌تر فور اسلوپ تا لاورفوراسلوپ رخساره ۱۰ دارای فراوانی بیشتر می‌باشد. شکل ۱۱ بیانگر حضور قابل توجه روزنه‌داران گروه ارتوفراگمینیده در رخساره‌های ۱۰-۸ می‌باشد.



شکل ۱۱ – تغییر درصد حضور نومولیت در برابر روزنه‌داران ارتوفراگمینید در ریزرخساره‌های برش مورد مطالعه

در شکل ۱۲ شاهد حضور سه تجمع روزنـه‌داران بنتیـک در راس هر یک از زوایای مثلث هستیم. با توجه به نتـایج بـه دست آمده تجمع پورسـلانوزی یعنـی روزنـه‌داران بـا پوسـته پورســـلانوزی مثـــل میلیولیـــد ،آلوئـــولین، اربیتـــولیتیس، آپرتواربیتولیتس در رخســاره‌هـای مربــوط بــه محـیط لاگـون رخساره ۱و۲ حضور فراوان‌تری دارند.



شکل ۱۲– نمودار مثلثی نحوه پراکندگی سه تجمع اصلی روزنه‌داران بنتیک در رخساره برش مورد مطالعه

با بررسی درصد حضور سـه نـوع روزنـه‌داران براسـاس جنس پوسته، به این نتیجه مـی‌رسـیم هرچـه از قسـمت‌هـای داخلی لاگون یعنی نزدیک به خشـکی دور مـی‌شـویم درصـد پورســـلانوز هاکـــاهش یافتـــه و مقـــدار تجمـــع نومولیـــت، روتالیا،کوویلی رینا، لوکارتیا اضافه می‌شود و در قســمت‌هـای عمیق‌تر میزان تجمع آسلینا، ارتوفراگمینیدها، اپرکولینا افـزایش

می‌یابد.

با توجه به حضـور روزنـه‌داران پورسـلانوزی در بعضـی رخسـاره‌هـای دریـای بـاز و عـدم حضـور آنهـا در دیگـر رخساره‌های دریای باز را می‌توان به وجود پچ ریف یـا ریـف پراکنده با وسعت کم دانست کـه ایـن شـرایط باعـث حضـور روزنه‌داران پورسلانوزی در بعضی رخساره‌ها مانند رخساره ۸ می‌باشد اما در رخساره ۷ که مانند رخساره ۸ در فور اسـلوپ قرار دارد فاقد انواع پورسـلانوزی مـی‌باشـد کـه بیـانگر عـدم قرارگیری این رخساره در محیط ریف پراکنده است.

یافته‌ها

در توالی ائوسن زیرین منطقه مورد مطالعـه, ریزرخسـاره‌هـای MF1, MF2, MF3 مربـوط بـه قسـمت بـالایی زون فوتیـک فوقانی قـرار مـی‌گیرنـد. در ایـن رخسـاره‌هـا تنـوع گونـه‌ای روزنه‌داران بنتیـک بیشـتر بـوده و نومولیـت‌هـا دارای اشـکال گلبولی شکل با فرم مگالوسفریک (غیـر جنسـی) بـه صـورت (Schizont) فرم A1 می‌باشند. در آب‌های کم عمق تقسیم بـه صورت غیر جنسی است (Leuteneggr 1984). در این رخساره‌ها نومولیت‌ها دارای پوسته نسبتا ضخیم تا ضـخیم مـی‌باشـد. در این ریزرخساره‌ها روزنه‌داران بنتیـک بـا پوسـته پورسـلانوزی بسیار فراوان می‌باشند.

ریزرخسـاره‌هـای MF4, MF5, MF6, MF7 در قسمت‌های تحتانی زون فوقانی قرار می‌گیرند. این رخساره‌هـا هم پیوسته‌هـای ضـخیم و گلبـولی و هـم پوسـته‌هـای نـازک تخم‌مرغـی شـکل وجـود دارد. تـوده‌هـایی از نومولیـت‌هـای متوسط تا بزرگ عدسی تا گلبولی شکل تمایل دارند که محیط حد واسط را اشغال کنند (Racy 2001). هر دو فرم A,B در ایـن رخساره‌ها دیده مـی‌شـود (بیشـترین فراوانـی فـرم B در ایـن رخساره‌ها دیده شـده اسـت). تولیـد مثـل جنسـی فـرم B در وقفه‌های متوسـط دامنـه عمـق خـاص بیشـتر معمـول اسـت (Beavington-Penney and Racey 2004). تنـوع رخسـاره‌ای در ایـن رخساره‌ها نسبتاً بالا می‌باشد اما از قسمت فوقانی زون فوتیک فوقـانی دارای تنـوع گونـه‌ای کمتـر و تنـوع شـکلی بیشـتر می‌باشند. در این رخساره‌هـا ارتوفراگمینیـدها یـا پوسـته‌هـای قطور و با تنوع گونه‌ای کم در دیسکوسیکلینا مشاهده شده‌اند. در قسمت بالای زون فوتیک تحتانی پوسته پوسته نومولیت‌هـا نازکتر شده و اشکال تخم‌مرغی در کنار گلبولی شکل‌هـا قـرار می‌گیرند. تنوع جنسی در ارتو فراگمینیدها بالا و تنوع گونه‌ای و شکلی در دیسکوسیکلین‌ها متوسط مـی‌باشـد. هـر دو فـرم مگالو سفریک و میکـرو سـفریک وجـود دارنـد. فـرم A2 در عمیق‌ترین قسمت یافت می‌شوند به همراه فرم B (Leutenegger 1984). تناوب نسل‌ها غیرجنسی و جنسی تحت شرایط محیطی مساعد معمول‌تر است. فـرم مگالوسـفریک از نـوع (Agamount) فرم A2 می‌باشند.

به طور کلـی ایـن رخسـاره دارای تنـوع گونـه‌ای بـالا و شرایط مناسب تولید مثـل و رشـد بـرای روزنـه‌داران بنتیـک می‌باشد. زیرا میزان نور در حال تعادل بوده، اکسیژن در اختیار روزنه‌داران به میـزان لازم وجـود داشـته، احتمـالاً دارای یـک منطقه یا لایه غذایی در قسـمت فوقـانی زون فوتیـک تحتـانی هستیم. لذا ریزرخساره MF8 در این زون قرار می‌گیرد.

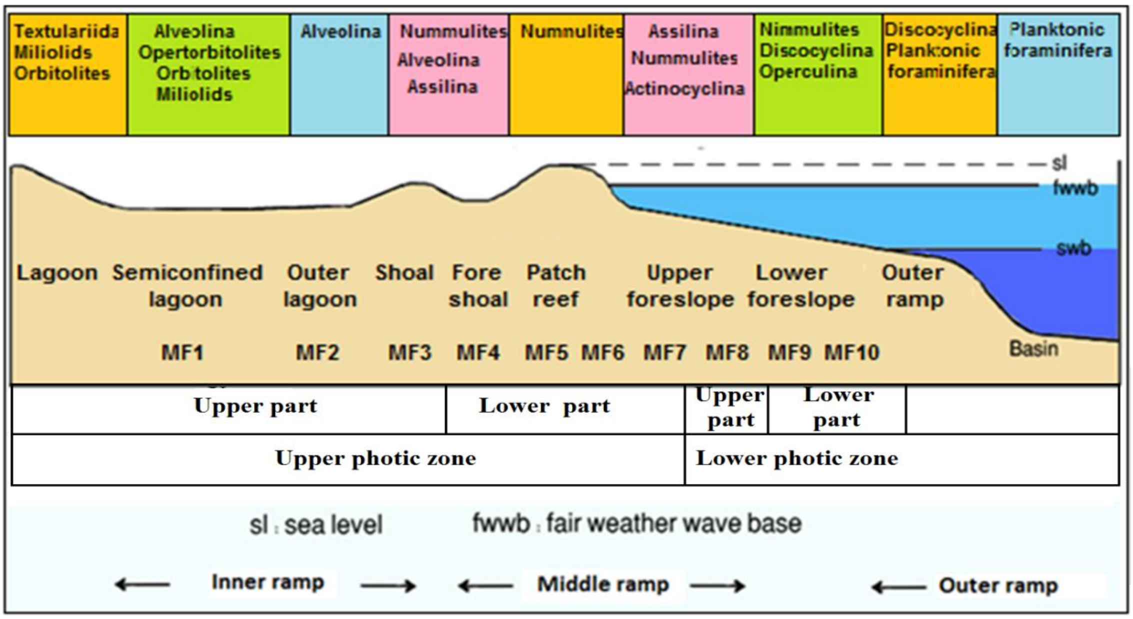
در ریزرخســـاره MF9 جلبـــک‌هـــای قرمـــز، انـــواع ارتوفراگمینیدهای دیسکی شـکل مثـل دیسکوسـیکلینا بـه همـراه آکتینوسیکلینا و اپرکولینا در یک آهک میکرایتی پکسـتونی (شـکل ۴d) مشاهده می‌شود که بر این اساس این رخساره به قسمت‌های عمیق تر رمپ میانی و Lower foreslope تعلق دارد.

ریزرخساره MF10، در زون فوتیـک تحتـانی یـا Lower foreslope قرار دارد. زیرا در این ریزرخساره ارتوفراگمینیـدها غالب بوده و نومولیت‌ها درای فراوانی بالای اشکال تخم‌مرغی متوسط با پوسته نازک هستند. نسبت فرم A2 به فرم B بیشـتر بوده و تنوع گونه‌ای در نومولیت‌ها بسیار کـم و بـه یـک و دو گونه بیشتر نمی‌رسد. در این رخساره درصد اشـکال تخـت و زینی شکل ارتوفراگمینیدها نیز بیشتر است اما این رخساره‌هـا دارای تنوع شکلی و گونه‌ای در دیسکوسیکلین مـی‌باشـند. در این رخساره میزان اکسیژن محیط کاسـته شـده اسـت و فقـط

گونه‌های خاصی از نومولیت‌های فرصت‌طلب با نیاز کمتر به اکسیژن به تولید مثل غیرجنسی و بلوغ سریع توانایی زندگی کردن در این محیط را دارند. بدیهی است این شرایط می‌تواند تحت تاثیر کاهش مواد مغذی و سایر عوامل اکولوژیک دیگر نیز ایجاد شود. محیط کم اکسیژن و تولید مثل غیرجنسی و بلوغ سریع توانایی زندگی کردن در این محیط را دارند. محیط کم اکسیژن با تنوع گونه‌ای اندک و حضور یک گونه خاص بنتیک فرصت طلب مشخص می‌شود (Flugle 2010). با افزایش عمق پهن شدگی پوسته روزنه‌داران، کاهش فراوانی آستروسیکلینا و تنوع گوناگونی دیسکوسیکلینیدها همراه است.

مدل انتشار روزنه‌داران

در برش مورد مطالعه با توجه به نحوه توزیع روزنه‌داران، انواع با پوسته پورسلانوز در لاگون و قسمت‌های داخلی‌تر لاگون با شوری بیشتر قرار می‌گیرند. مدل انتشار روزنه‌داران در برش مورد مطالعه در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۳- انتشار روزنه‌داران بنتیک در رخساره‌های رمپ همکینال برش مورد مطالعه

طبق شکل ۱۲ آلوئولین‌ها در لاگون باز و شول‌های نومولیتیک به همراه نومولیت‌های گلبولی متوسط قرار می‌گیرند. تجمع فراوان نومولیت می‌تواند نشان‌دهنده بانک‌های نومولیتی با ریف پراکنده باشد (Hallock and Gelenn 1986; Hottinger 2000). نومولیت‌ها در بانک‌ها دارای دو فرم مگالوسفریک و میکروسفریک بوده و از فرایند فیزیکی و زیستی پیروی می کنند. نومولیت‌های درشت گلبولی ضخیم با فرم مگلوسفریک در ردیف‌های پراکنده با کوویلی رینا به همراه مرجان و جلبک قرمز سنگ فرشی قرار دارند. کوویلی رینا در پشت و جلوی پچ ریف فراوان است (بابازاده ۲۰۰۸). آسلینا به همراه نومولیت‌های گلبولی به همراه ارتو فراگمینیده‌های قطور مانند آستروسیکلینا و اکتینوسیکلینا در اپرفوراسلوپ بیشترین فراوانی را داشته و در قسمت های لاور فوراسلوپ اپرکولیناهای بزرگ به همراه نومولیت‌های تخم‌مرغی شکل و دیسکوسیکلین‌ها با تنوع شکلی و گونه‌ای زیاد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهد (Hallock and Gelenn 1986; Hottinger 2000).

نتایج

نتیجه این مطالعه نشـان مـی‌دهـد در بـرش مـورد مطالعـه ده ریزرخسـاره در یـک رمـپ هموکلینـال تشـکیل شـده اسـت. ریزرخساره‌های MF1, MF2, MF3 مربوط به قسـمت بـالایی زون فوتیک فوقانی است، به نحوی که ریزرخساره‌های MF1, MF2, در محیط لاگـون وMF3 در بخـش سـدی shaol قـرار دارند. تجمع روزنه‌داران با پوسته پورسلانوزی مثـل میلیولیـد، آلوئولین، اربیتولیتیس، آپرتواربیتولیتس در رخساره‌های مربوط به محیط لاگون رخساره‌های MF1 و MF2 حضور فراوان‌تری دارند. در حالیکـه روزنـه‌دارانـی مثـل نومولیـت و آسـیلینا در ریزرخساره MF3 به چشم می‌خورند.

ریزرخســـاره‌هـــای MF4, MF5, MF6, MF7 در قسـمت‌هـای تحتـانی زون فوقـانی قـرار مـی‌گیرنـد. تجمـع نومولیت، روتالیا، کوویلی رینا، لوکارتیـا در ریزرخسـاره‌هـای مربوط به رخساره‌های سـدی شـامل ریزرخسـاره‌هـای MF3, MF4, MF5, MF6 و در اپـر و میـدل فـور اسـلوپ شـامل رخساره MF7 و MF8 حضور فراوانتری دارند.

تجمـــع آســـلینا بـــه همـــراه ارتوفراگمینیـــدها شـــامل اکتینوسیکلینا، دیسکوسیکلینا، دیسکو سـیکلین و اپرکولینـا در قسمت‌هـای عمیـق‌تـر فـور اسـلوپ تـا لاور فـور اسـلوپ و درریزرخســاره‌هــای MF9 و MF10 دارای فراوانـــی بیشـــتر می‌باشد.

در مدل ارائه شده، آلوئولینا و اربیتولیتیس در بخـش‌هـای کم ژرفای حوضه(محیط‌های لاگونی با درجـه شـوری بـالا) و نومولیت‌ها و اپرکولیناها با پوسته هیالین در بخش‌هـای میـانی حوضه با ژرفای متوسط به فراوانی مشاهده می‌شوند. به عبارت بهتر از رخساره‌های داخلی‌تر رمپ داخلـی بـه سـمت دریـای آزاد و قسـمت‌هـای عمیـق از میـزان فراوانـی روزنــه‌داران پورسلانوزی کاسته شده و بـه میـزان فراوانـی روزنـه‌داران بـا پوسته هیالین اضافه می‌شود.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت دانشگاه‌های پیام نور مرکز تهران و اراک انجام شده است. لذا نویسندگان مقاله از مسؤولان محترم ایـن دانشگاه‌ها تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنـین، از مسـؤولان محترم مجله پـژوهش‌هـای چینـه‌نگـاری و رسـوب‌شناسـی و داوران محترم این مجله که امکان چـاپ ایـن مقالـه را فـراهم نمودند تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

وحدتی، ف. و م.ح. خلقی، ۱۳۶۳، گزارش زمین‌شناسی نقشه خوسف: سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۴۴ صفحه.

Adabi, M.H., A. Zohdi, A. Ghabeishavi, & H. Amiri-Bakhtiyar, 2008, Applications of nummulitids and other larger benthic foraminifera in depositional environment and sequence stratigraphy: An example from the eocene deposits in Zagros basin, SW Iran: Facies, **v.** 54(4), p.499-512.

Babazadeh, S.A., 2008, Lower Eocene tranagressive successions oof Sahlabad province, eastern Iran implication of biostratigraphy and microfacies analysis: Revue de Paleobiologie, Geneve, **v.** 27(2), p.1- 11.

Babazadeh، S.A., 2010, Benthic foraminifera، microfacies analysis and paleoenvironmentelinterpretations of Early Eocene shallow water carbonates from Sahlabad province, eastern Iran: Revue de Paleobiologie, Geneve, **v.** 29 (2), p.305-317.

Barattolo, F., D. Bassi, R. Romano, 2007, Upper Eocene larger foraminiferal-coralline algal facies from the Klokova Mountain (southern continental Greece): Facies, **v.** 53, p. 361-375.

Beavington-Penney, S.J., A., Racey, 2004, Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in paleoenvironmental analysis: Earth Sci. Rev. **v.** 67, p. 219–265.

Buxton, M.W.N., and H.M. Pedley, 1989, Short paper: a standardised model for Tethyan Tertiary carbonates ramps: J. Geol. Soc. Lond. **v.** 146, p. 746–748.

Carnahan, E.A., A.M. Hoare, P. Hallock, B.H. Lidz, and C.D. Reich, 2009, Foraminiferal assemblages in Biscayne Bay, Florida, USA: responses to urban and agricultural influence in (corbieres, france, Pytnees, Spain): Facies, **v.** 51, p.217-232.

Schueth, J.D., and T.D. Frank, 2008, Reef foraminifera as bio-indicators of coral reef health: Low Isles Reef, Northern Great Barrier Reef, Australia: Journal of Foraminiferal Research, **v.** 38, p. 11–22.

a subtropical estuary: Marine Pollution Bulletin **v.** 59, p.221–233.

Cosovic, V., K. Droben, A. Moro, 2004, Paleoenvironmental model for Eocen foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate Platform(Istrian peninsula).

Dunham, R.I., 1962, Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture, In: Classification of Carbonate Rocks, (Ed. By. W. Ham): AAPG, Mem, **v.** 1, P. 108-121.

Flügel, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks: 2nd ed. Springer-Verlag Berlin, Germany. 976 pp.

Folk, R.L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill Publishing, Austin, TX.

Hallock, P., Glenn, E.C., 1986, Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic depositional facies: Palaios **v.** 1, p.55– 64.

Hallock, P., B.H. Lidz, E.M. Cockey-Burkhard, K.B. Donnelly, 2003, Foraminifera as bio-indicators in coral reef assessment and monitoring: the foram index: Environmental Monitoring and Assessment, **v.** 81, p.221–238.

Hottinger, L., 1983, processes determining the distribution of Larger foraminifera in space and time: Utrecht micropaleontological Bulletin **v.** 30, p. 239-253.

Hottinger, L., 2000, Functinal morphology of benthic foraminifera shells, envelopes of cells byond measure: Micropaleontology, **v.** 45, p. 57-86.

Leutenegger, S., 1984, Symbiosis in benthic foraminifera: specificity and host adaptations: Journal of Foraminiferal Research, **v.** 14, p. 16-35.

Murray, J.W., 1973, Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids : London, Heinemann Educational Books, 274 pp.

Murray, J.W., 1991, Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera. Longman scientific and Technical: Avon UK, 1-397.

Pomar, L., M.Brandano, and H. Westphal, 2004, Environmental factors influencing skeletal grain sediment association: a dritical review of Miocene examples from the western Mediterranean: Sedimentology, **v.** 51, p627-651.

Racey, A., H.W. Bailey, D. Beckett, L.T. Gallagher, M.J. Hamfton, and J., Mcquilken, 2001, The petroleum geology of the Early Eocene El Garia Formation in the Hasdrubal Field, Offshore Tunisia: Journ. Petrol. Geol., **v.** 24(1), p.29-53.

Rasser, M.W. C. Scheibner and M. Mutti, 2005, A Palaeoenvironmental standard section for Early ilerdian tropical varbonate factorsies