

بررسی تحولات مرز K/T در یال شمال شرقی کبیرکوه، جنوب غربی ایران

ابراهیم قاسمی نژاد^{۱*}، بهروز درویش زاده^۲، شمشاد قورچایی^۱

^۱دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۴۵۵، تهران

^۲گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* مسئول مکاتبات - آدرس الکترونیکی: eghasem@khayam.ut.ac.ir

(دریافت: ۸۴/۱۱/۱۷؛ پذیرش: ۸۴/۳/۲۰)

چکیده

قسمت فوقانی سازند گورپی در یال شمال شرقی کبیرکوه در جنوب شرق ایلام به منظور تعیین و تفکیک زونهای زیستی جهانی و بررسی تحولات مرز کرتاسه-ترشیر بر مبنای فرامینیفرها مطالعه شد. برای رسوبات مائس تریشتین بر مبنای زون بندی استاندارد جهانی Caron (1985) چهار بایوزون تفکیک گردید. واحدهای معادل بایوزون *Abathamphalus mayaroensis* بر مبنای زون بندی Li & Keller (1998a) یعنی زونهای Cfl تا Cf4 نیز ثبت گردید. رسوبات پالئوسن بر مبنای زون بندی Toumarkine & Lutherbakher (1985) به دو بایوزون *Parasubbotina pseudobulloides* و *Parvularugoglobigerina eugubina* تفکیک شد. ثبت بایوزونهای مربوط به انتهای ترین قسمت مائس تریشتین و ابتدایی ترین قسمت پالئوسن نشان می دهد که به احتمال بسیار زیاد رسوب گذاری در گذر از کرتاسه به ترشیر پیوسته بوده اگرچه این مطالعه به منظور ثبت زون P0 همچنان ادامه دارد. مطالعه فرامینیفرهای پلانکتونیک نشان می دهد که الگوی انقراض و بقای گونه ها نیز مشابه مقطع تیپ جهانی ElKef است. به طوری که بیشتر از ۲/۳ گونه ها در نزدیکی مرز و در مرز منقرض شده اند و کمتر از ۱/۳ آنها در دانهین زیرین باقی مانده اند. گونه های باقیمانده کوچک بوده و دارای تزئینات کم و گسترش جهانی هستند. در مقابل گونه هایی که در مرز منقرض می شوند بزرگ و دارای تزئینات زیاد بوده و از لحاظ جغرافیایی محدود هستند.

واژه های کلیدی: فرامینیفرها، مرز کرتاسه-ترشیر، تحولات، کبیرکوه، ایلام، ایران.

مقدمه

قسمت پایینی دانهین به ضخامت ۲ متر را در بر می گیرد که با تناوبی از شیل و آهک به ضخامت ۱۴ متر شروع می شود و با تناوبی از شیل های آهکی و میان لایه های شیلی سبز رنگ به ضخامت ۲۵ متر و سپس شیل های سیاه رنگ به ضخامت ۱۰ متر ادامه می یابد. مرز K/T در داخل همین شیل های سیاه رنگ قرار می گیرد.

روش مطالعه و نمونه برداری

برش مورد مطالعه در دو مرحله نمونه برداری شد. در مرحله اول تعداد ۳۱ نمونه از رسوبات مائس تریشتین به فواصل ۱/۵ متری برداشت شد و مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور تعیین مرز K/T در دومین مرحله تعداد ۶۰ نمونه به فواصل ۲۰ سانتی متری از قسمت فوقانی برش شامل ۱۰ متر فوقانی رسوبات مائس تریشتین و ۲ متر طبقات دانهین برداشت گردید. نمونه ها سپس در آب اکسیژنه خیسانده شد و از الکه های با مش ۷۰، ۲۷۰ و ۳۰۰ میکرون عبور داده شد. الک با مش ۳۰۰ میکرون به منظور جدا کردن گونه های خیلی کوچک متعلق به دانهین زیرین به کار برده می شود، زیرا نمونه های فسیلی ثبت شده در طبقات دانهین بسیار ریز هستند و به راحتی از الک با مش ۲۷۰

امروزه رسوبات کرتاسه فوقانی (مائس تریشتین) و ترشیری زیرین (دانهین) برای بررسی حوادث مرز K/T از جمله انقراض فرامینیفرهای پلانکتونیک اهمیت زیادی دارد. جهت مطالعه رسوبات متعلق به کرتاسه فوقانی-پالئوسن زیرین مقطعی از سازند گورپی در یال شمال شرقی کبیرکوه انتخاب گردید. کبیرکوه در رشته کوه های زاگرس در جنوب غرب ایران واقع است و برش مورد مطالعه در سه کیلومتری غرب شهر دره شهر در مسیر جاده دره شهر-آبدانان قرار دارد (شکل ۱). مختصات جغرافیایی برش ۴۷° ۴۰' طول جغرافیایی شرقی و ۲۰° ۳۳' عرض جغرافیایی شمالی است. سازند گورپی در نقاط مختلف توسط افراد مختلفی از جمله Holstrand [1996] در طاهری (۱۳۷۷)، [ماجد (۱۳۷۹)، نوروزی (۱۳۸۰)، حبیبی (۱۳۸۱)، وزیر مقدم (۱۳۸۲) و زارعی (۱۳۸۴) مورد مطالعه قرار گرفته است که اساس کار این افراد زون بندی و تعیین سن سازند گورپی بوده است. در این مقاله هدف زون بندی رسوبات کرتاسه فوقانی و ترشیری زیرین بر مبنای فرامینیفرها و همچنین مطالعه تحولات مرز K/T در این سازند است. این مطالعه تنها رسوبات متعلق به مائس تریشتین به ضخامت ۴۷ متر و

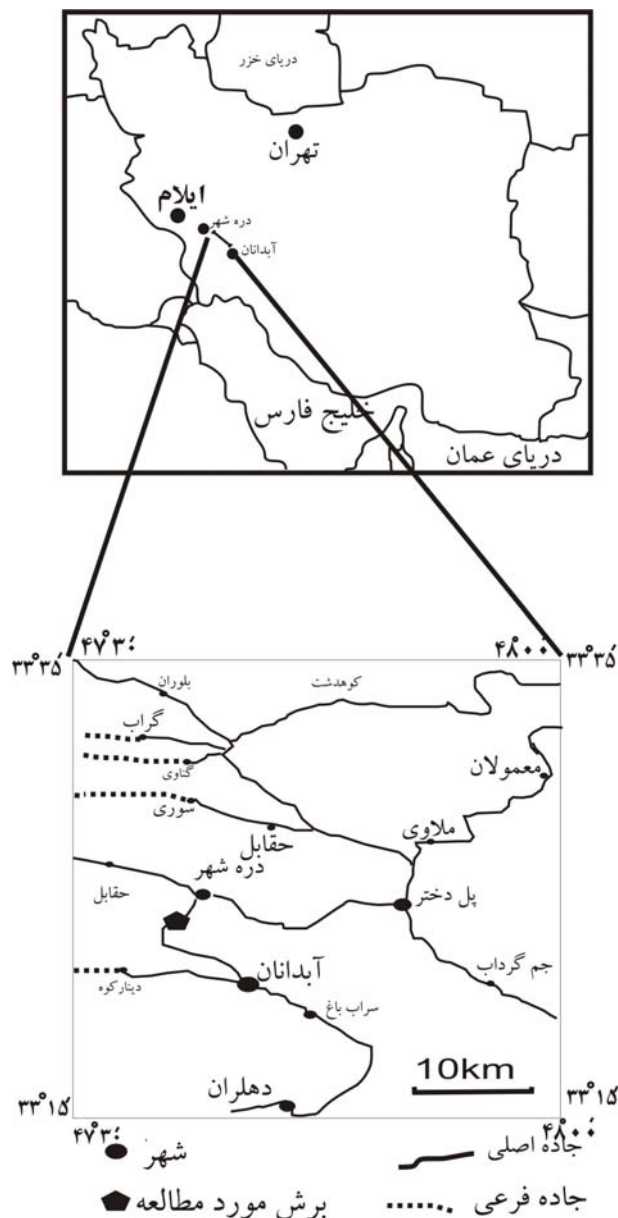
جغرافیایی پایین می‌دانند (Robazsynski *et al.* 1984). درنواحی اطلس که فسیل *G. havanensis* یافت نمی‌شود این بایوزون معادل بایوزون *Globotruncana subcarinatus* است.

بایوزون *Globotruncana aegyptiaca* - این بایوزون از اولین حضور *Gansserina gansseri* تا اولین حضور *Globotruncana aegyptiaca* معرفی شده است (Caron 1985) و نشان‌دهنده مائس‌ترین پائینی در عرضهای جغرافیایی پایین است (Robazsynski *et al.* 1983, 1984, Caron 1985). در برخی مناطق مثل جنوب شرقی اسپانیا و برش Kalaat Senan در تونس اولین حضور *G. aegyptiaca* قبل از آخرین حضور *Globotruncanita calcarata* است (Chacon *et al.* 2004). در این گونه موارد بایوزون *Globotruncana falsostuarti* به کار برده می‌شود که از آخرین حضور *G. calcarata* تا اولین حضور *Gansserina gansseri* معرفی شده است. این بایوزون اولین بار به وسیله Caron (1985) معرفی شده و بعدها بوسیله (Robazsynski *et al.* 1984) و (Permolisilva & Sliter 1995) به دو بایوزون *G. havanensis* و *G. aegyptiaca* تقسیم شده است.

بایوزون *Gansserina gansseri* - این بایوزون از اولین حضور *G. gansseri* تا اولین حضور *Abathamphalus mayaroensis* معرفی شده است (Caron 1985, Robazsynski & Caron 1995). این بایوزون در برخی مناطق مثل ElKef در تونس و جنوب اطلس بر مبنای اولین حضور *Contusatruncana contusa* معرفی و به طور غیررسمی به دو بایوزون تقسیم می‌شود (Li & Keller 1998a, Li *et al.* 1999) و نشان‌دهنده مائس‌ترین بالایی است. قسمت بالایی آن که با اولین حضور *C. contusa* معرفی می‌شود نشان‌دهنده قسمت فوقانی مائس‌ترین بالایی است (Permolisilva & Sliter 1995).

بایوزون *Abathamphalus mayaroensis* - این بایوزون از اولین حضور تا آخرین حضور *Abathamphalus mayaroensis* تعریف شده (Caron 1985). در بسیاری مطالعات، مائس‌ترین بالایی در عرضهای جغرافیایی پایین تا میانه را با زون *A. mayaroensis* تعیین می‌کنند (Caron 1985, Robazsynski & Caron 1995)، اما اخیراً مائس‌ترین بالایی را با زون *Plummerita hantkeninoides* نشان می‌دهند (Pardo *et al.* 1996, Masters 1984, Li & Keller 1998a) و این زون را جایگزین قسمت فوقانی زون *A. mayaroensis* کرده‌اند که نشان‌دهنده مائس‌ترین فوقانی است. دو دلیل اصلی برای این جایگزینی وجود دارد، اول اینکه *A. mayaroensis* گستره قائم بلندی دارد و تشخیص کامل بودن یا نبودن مائس‌ترین فوقانی با آن مشکل است. به عنوان مثال نبوده‌های درون زونی (intrazonal) احتمالی در این زون قابل تشخیص نیست (Karoui-Yaakoub *et al.* 2002). دلیل دوم این است که *A. mayaroensis* دو زمانه (Diachronous) است و در عرضهای

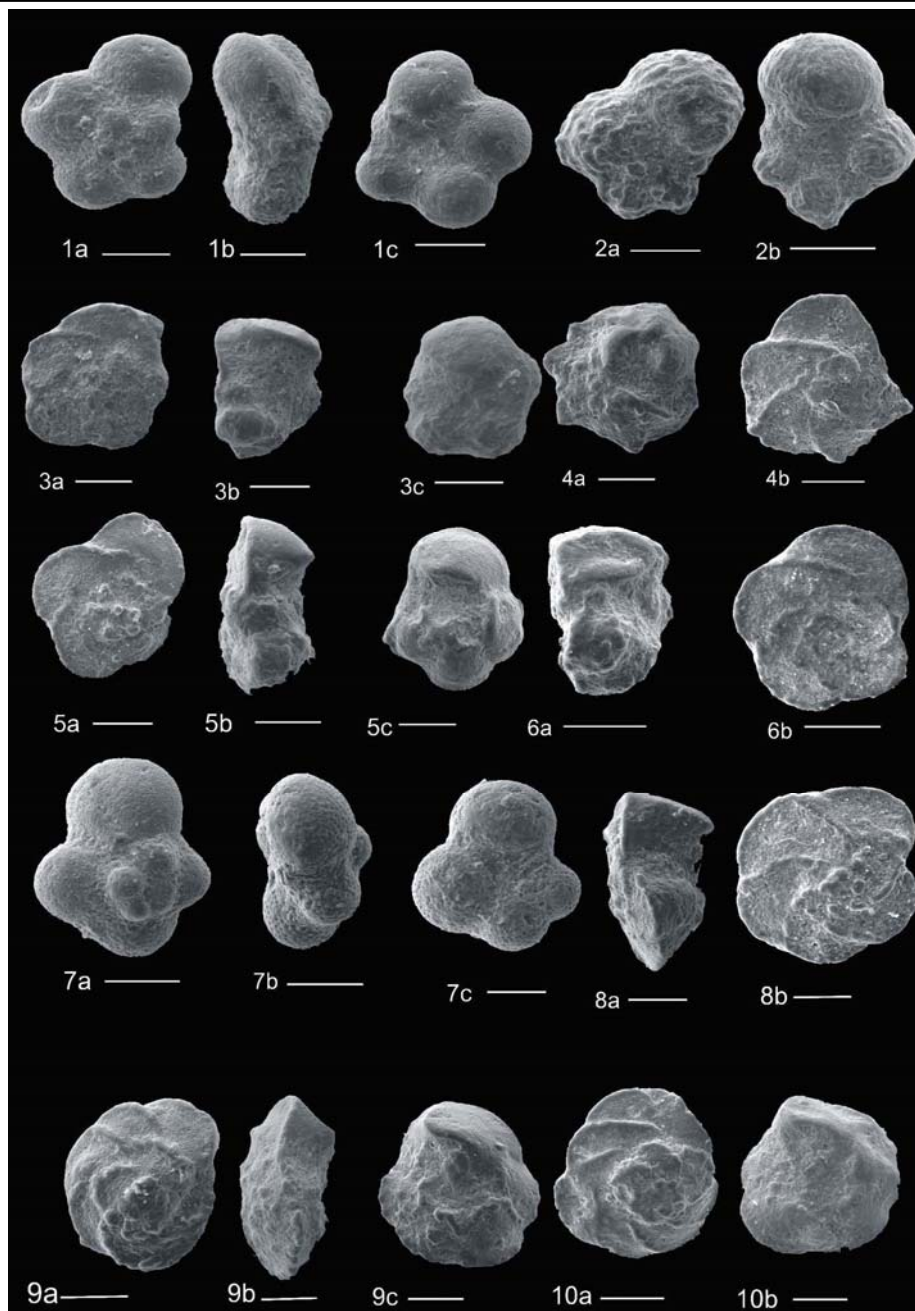
میکرون عبور می‌کنند. سپس محتوای هر کدام از الکاها جداگانه جمع‌آوری، خشکانده و مطالعه شد. نمونه‌های شاخص با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM عکسبرداری شد و به صورت پلیت‌های ۱ و ۲ ارائه گردیده است.



شکل ۱- راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه.

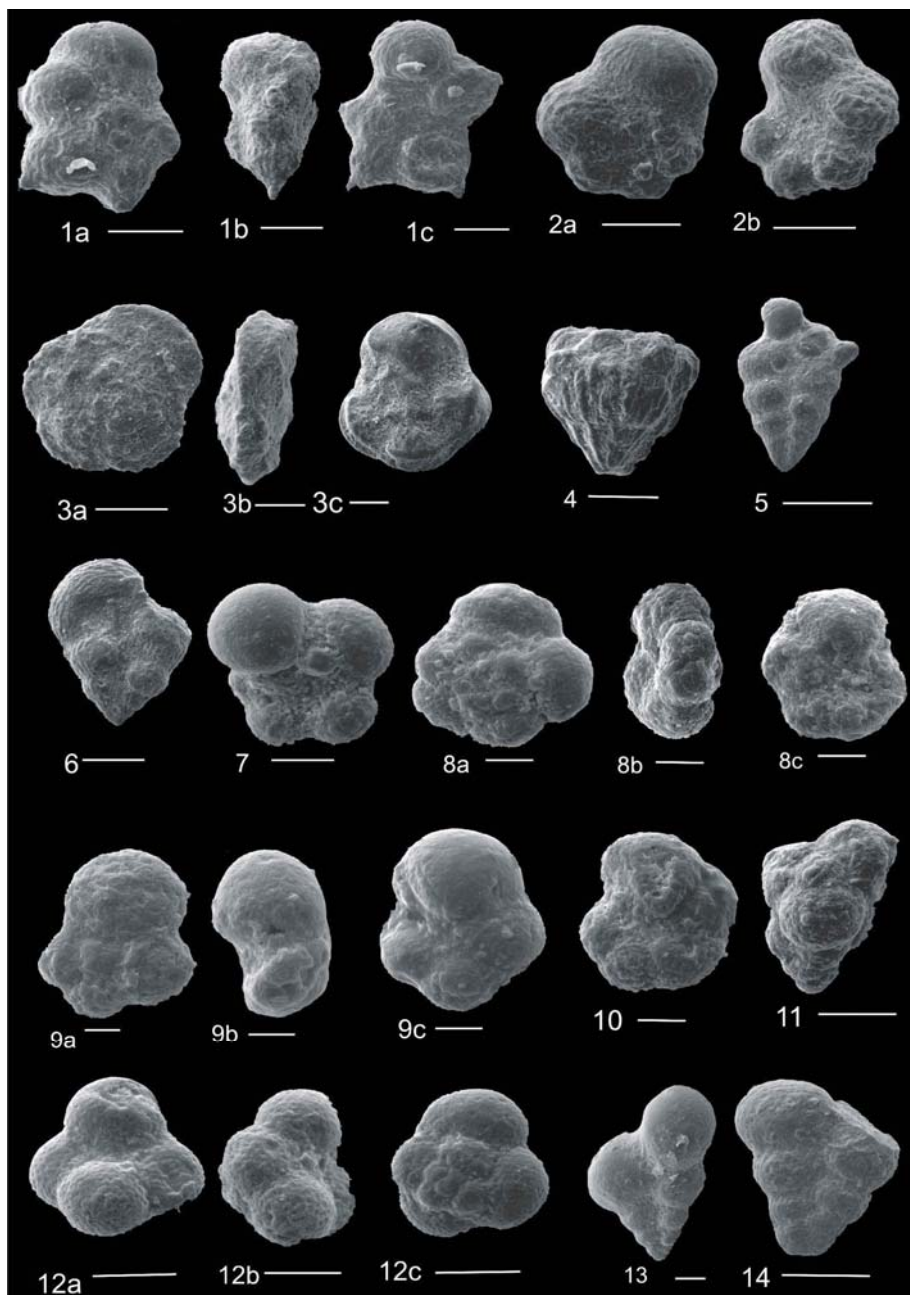
بیواستراتیگرافی

بایوزون *Globotruncanella havanensis* - این بایوزون از آخرین حضور *Globotruncanita calcarata* تا اولین حضور *Globotruncana aegyptiaca* معرفی شده است (Caron 1985) و نشان‌دهنده قسمت زیرین مائس‌ترین پائینی است. قاعده این بایوزون را به طور غیر-رسمی نشان‌دهنده مرز کامپانین و مائس‌ترین در عرضهای



پلیت ۱- برخی فرامینیفرهای یافت شده در برش مورد مطالعه (شمال شرق کبیرکوه):

1a. *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk) 1937, Scale bar = 50 μm . 1b. *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk) 1937, Scale bar = 50 μm . 1c. *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk) 1937, Scale bar = 60 μm . 2a. *Rugoglobigerina reicheli* (Bronnimman) 1952, Scale bar = 55 μm . Fig. 2b. *Rugoglobigerina reicheli* (Bronnimman) 1952, Scale bar = 60 μm . Fig. 3a. *Gansserina gansseri* (Bolli) 1951, Scale bar = 40 μm . Fig. 3b. *Gansserina gansseri* (Bolli) 1951, Scale bar = 40 μm . Fig. 3c. *Gansserina gansseri* (Bolli), 1951, Scale bar = 46 μm . Fig. 4a. *Kassabiana falsocalcarata* (Kerdany & Abdelsalam 1969), (Scale bar = 50 μm). Fig. 4b. *Kassabiana falsocalcarata* (Kerdany & Abdelsalam 1969), Scale bar = 50 μm . Fig. 5a. *Globotruncana aegyptiaca* (Nakkady) 1950, Scale bar = 40 μm . Fig. 5b. *Globotruncana aegyptiaca* (Nakkady) 1950, Scale bar = 40 μm . Fig. 5c. *Globotruncana aegyptiaca* (Nakkady) 1950, Scale bar = 40 μm . Fig. 6a. *Gansserina wiedenmayeri* (Gandolfi) 1955, Scale bar = 50 μm . Fig. 6b. *Gansserina wiedenmayeri* (Gandolfi) 1955, Scale bar = 50 μm . Fig. 7a. *Globotruncanella petalloidiae* (Gandolfi) 1955, Scale bar = 50 μm . Fig. 7b. *Globotruncanella petalloidiae* (Gandolfi) 1955, Scale bar = 60 μm . Fig. 7c. *Globotruncanella petalloidiae* (Gandolfi) 1955, Scale bar = 35 μm . Fig. 8a. *Globotruncanita angulata* (Tilev) 1951, Scale bar = 50 μm . Fig. 8b. *Globotruncanita angulata* (Tilev) 1951, Scale bar = 50 μm . Fig. 9a. *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent) 1918, Scale bar = 50 μm . Fig. 9b. *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent) 1918, Scale bar = 40 μm . Fig. 9c. *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent) 1918, Scale bar = 50 μm . Fig. 10a. *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbez) 1955, Scale bar = 50 μm . Fig. 10b. *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbez) 1955, Scale bar = 43 μm .



پلیت ۲ برخی فرامینیفرهای یافت شده در برش مورد مطالعه (شمال شرق کبیرکوه):

Fig. 1a. *Plummerita hantkeninoides* (Bronnimman) 1952, Scale bar = 64 μm . Fig. 1b. *Plummerita hantkeninoides* (Bronnimman) 1952, Scale bar = 50 μm . Fig. 1c. *Plummerita hantkeninoides* (Bronnimman) 1952, Scale bar = 50 μm . Fig. 2a. *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer) 1926, Scale bar = 56 μm . Fig. 2b. *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer) 1926, Scale bar = 74 μm . Fig. 3a. *Abathamphalus mayaroensis* (Bolli) 1951, Scale bar = 50 μm . Fig. 3b. *Abathamphalus mayaroensis* (Bolli) 1951, Scale bar = 45 μm . Fig. 3c. *Abathamphalus mayaroensis* (Bolli) 1951, Scale bar = 35 μm . Fig. 4. *Racemiguembelina fructicosa* (Egger) 1899, Scale bar = 50 μm . Fig. 5. *Pseudoguembelina hariansis* (Nederbragt) 1991. (Scale bar = 12 μm). Fig. 6. *Pseudoguembelina palpebra* (Bronnimann & Brown) 1953, Scale bar = 58 μm . Fig. 7. *Hedbergella holmdelensis* (Olsson) 1964, Scale bar = 38 μm . Fig. 8a. *Parvularugoglobigerina eugubina* (Lutherbacher & Permolisilva) 1964, Scale bar = 10 μm . Fig. 8b. *Parvularugoglobigerina eugubina* (Lutherbacher & Permolisilva) 1964, Scale bar = 8 μm . Fig. 8c. *Parvularugoglobigerina eugubina* (Lutherbacher & Permolisilva) 1964, Scale bar = 8 μm . Fig. 9a. *Eoglobigerina fringe*(Subbotina) 1950, Scale bar = 7 μm . Fig. 9b. *Eoglobigerina fringe* (Subbotina) 1950, Scale bar = 10 μm . Fig. 9c. *Eoglobigerina fringe*(Subbotina) 1950, Scale bar = 10 μm . Fig. 10. *Parvularugoglobigerina longiapertura* (Lutherbacher & Permolisilva) 1964, Scale bar = 12 μm . Fig. 11. *Guembelitra cretacea* (Cushman) 1933, Scale bar = 22 μm . Fig. 12a. *Globoconusa daubjergensis*(Bronnimann) 1953, Scale bar = 50 μm . Fig. 12b. *Globoconusa daubjergensis* (Bronnimann), 1953, Scale bar = 25 μm . Fig. 12c. *Globoconusa daubjergensis* (Bronnimann) 1953, Scale bar = 25 μm . Fig. 13. *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg) 1840, Scale bar = 29 μm . Fig. 14. *Heterohelix navarroensis* (Loeblich) 1951, Scale bar = 50 μm .

Standard zones Caron(1985)	This study	Elkef,tunisia (Nedenberg 1991)	Southern tibet (Wan et al.2005)	Elkef and Elles (Li et al.1999) Li & Keller (1998a,b)	SE Turkey (Yeldes et al.1999)	Western central Sinai Egypt (1992)	Aspe section Spania (2004)
A.mayaroensis	Cf1	R.fructicosa	?	Cf1	?	?	A.mayaroensis
	Cf2			Cf2			
	Cf3			Cf3			
	Cf4			Cf4			
G.gansseri	G.gansseri	G.gansseri		P.intermedia	G.gansseri	G.gansseri	G.gansseri
				R.contusa			
				G.gansseri			
G.aegyptiaca	G.aegyptiaca	G.aegyptiaca	G.havanensis G.aegyptiaca	R.hexacamerata	G.aegyptiaca	?	G.falsostuarti
				G.aegyptiaca			
G.havanensis	G.havanensis	G.havanensis		G.subcarinatus	G.havanensis		

شکل ۲- انطباق بایوزونهای معرفی شده برای طبقات مائس تریشتین برش مورد مطالعه با مقطع تیپ EIKef و مقاطع دیگر در نقاط مختلف جهان.

زون *Cf₂* (*Pseudoguembelina palpebra*) - این زون از آخرین حضور *G. gansseri* تا اولین حضور *P. hantkeninoides* تعریف شده است (Li & Keller 1998a, b) و از ۶۵/۴۵ تا ۶۵/۳ یعنی ۱۵۰۰۰ سال را در برمی گیرد.

زون *Cf₁* (*Plummerita hantkeninoides*) - این زون بوسیله گستره کلی گونه نامبرده تعریف شده است (Li & Keller 1998a, b) و گستره این فسیل که شاخص بالاترین قسمت مائس تریشتین فوقانی است ۳۰۰ تا ۲۰۰ هزار سال پایانی مائس تریشتین زیر مرز K/T را نشان می دهد و در برشهای تونس مثل مقطع تیپ جهانی معمول است (Karoui-Yaakoub et al. 2002).

بایوزون *Parvularugoglobigerina eugubina* - این بایوزون از اولین حضور تا آخرین حضور *Parvularugoglobigerina eugubina* تعریف شده است و نشان دهنده پالتوسن زیرین (دائین زیرین) است (Toumarkine & Lutherbakhetr 1985). این بایوزون از نقاط مختلف ایتالیا (Lutherbakher & Permolisilva 1964) اسرائیل (Rosenfeld et al. 1999) و تونس (Masters 1984, Shahin 1988) گزارش شده است. بایوزونهای قابل تفکیک در برش مورد مطالعه از پایین به بالا به شرح زیر است (شکل ۳):

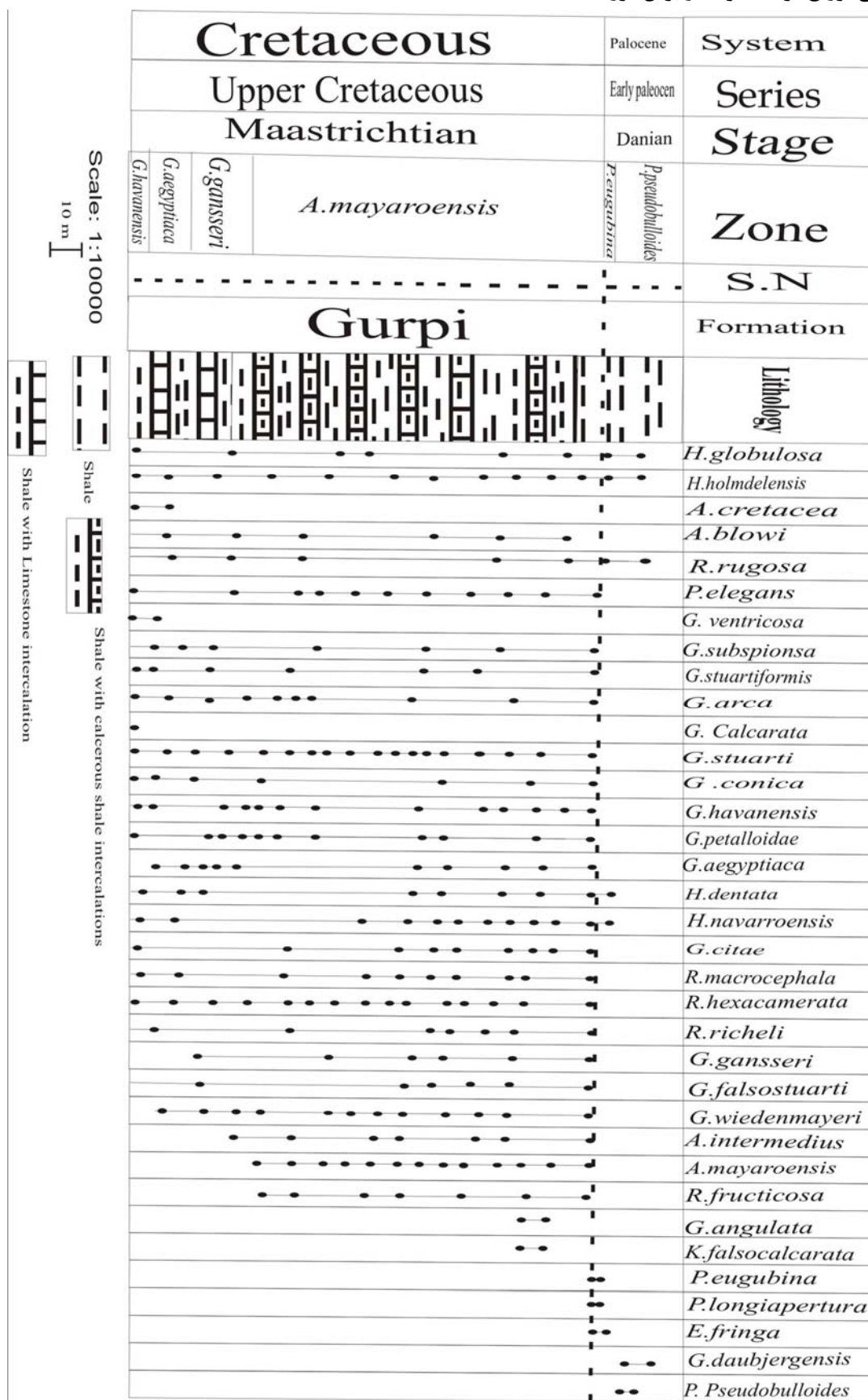
جغرافیایی بالاتر زودتر ظاهر می شود (Boersma 1984a, Huber 1990) به طوری که در عرضهای جغرافیایی بالا در مائس تریشتین فقط دو بایوزون *A. mayaroensis*, *G. havanensis* معرفی شده است (Huber 1990) و همچنین در برشهای شیب قاره خیلی کم یافت می شود و شاخص طبقات عمیق است (Masters 1984, 1993, Hultberg & Malmgren 1987, Keller 1988, 1989, 1993, Brinkhuis & Zachariasse 1988, Huber 1992, Nederbragt 1991, Schmit et al. Olsson & Liu 1993 Keller et al. 1996, Luciani 2002, 1992, Pardo et al. 1996) و برای تطابق جهانی قابل اعتماد نیست.

Li & Keller (1998a) زون *A. mayaroensis* را بر مبنای حضور گونه های شاخص از پایین به بالا به چهار زون از *Cf₄* تا *Cf₁* تقسیم کردند (شکل ۲).

زون *Cf₄* (*Racemiguembelina fructicosa*) - این زون بوسیله اولین حضور *R. fructicosa* تا اولین حضور *Pseudoguembelina hariansis* معرفی می شود و فاصله ۶۸/۳۳ تا ۶۶/۸۳ میلیون سال قبل را در بر می گیرد (Li & Keller 1998a, b). شروع این زون همزمان با شروع زون *A. mayaronsis* (Caron 1985) است.

زون *Cf₃* (*Pseudoguembelina hariansis*) - این زون بوسیله اولین حضور *P. hariansis* در قاعده و آخرین حضور *G. gansseri* در راس معرفی شده است که از ۶۶/۳۸ تا ۶۵/۴۵ میلیون سال قبل را در بر می گیرد (Li & Keller 1998a, b).

شکل ۳- چگونگی توزیع فرامینیفرها در برش مورد مطالعه.



Scale: 1:10000
10 m

مطالعه حضور *A. mayaroensis* تا آخرین نمونه کرتاسه ثبت گردیده است اما حضور گونه‌هایی که برای تقسیم این بایوزون توسط (Li & Keller 1998a, b) معرفی شده امکان تقسیم این واحد را به ۴ بایوزون فراهم می‌سازد (شکل ۲) که به شرح زیر است:

بایوزون *Cf₄* (*Racemiguembelina fructicosa*) - این زون بوسیله اولین حضور *R. fructicosa* تا اولین حضور *Pseudoguembelina hariansis* تفکیک گردیده است. شروع این زون همزمان با شروع زون *A. mayaroensis* (Caron 1985) است و در برش مورد مطالعه این زون ۱۹/۴۰ متر ضخامت دارد و منطبق بر لیتولوژی شیل آهکی با میان لایه های شیلی سبز رنگ متمایل به کرم است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Globotruncanita subspinoso*, *Heterohelix globulosa*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncana arca*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncanella petaloida*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncanella citae*.

بایوزون *Cf₃* (*Pseudoguembelina hariansis*) - این زون بوسیله اولین حضور *P. hariansis* در قاعده و آخرین حضور *G. gansseri* در راس تفکیک گردیده است، ۲/۲۰ متر ضخامت دارد و منطبق بر لیتولوژی شیل آهکی با میان لایه‌های شیلی خاکستری رنگ است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncana falsostuarti, *Heterohelix globulosa*, *Hedbergella holmdelensis*, *Heterohelix dentata*, *Gansserina wiedenmayeri*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Pseudoguembelina palpebra*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Globotruncana arca*.

بایوزون *Cf₂* (*Pseudoguembelina palpebra*) - این زون از آخرین حضور *G. gansseri* تا اولین حضور *P. hantkeninoides* تفکیک گردیده است (Li & Keller 1998a, b) و منطبق بر لیتولوژی شیل با میان لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ است و ۳/۸۰ متر ضخامت دارد، گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita angulata, *Pseudoguembelina hariansis*, *Heterohelix globulosa*, *Gansserina wiedenmayeri*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Heterohelix dentata*, *Hedbergella holmdelensis*, *Globotruncana aegyptiaca*.

بایوزون *Cf₁* (*Plummerita hantkeninoides*) - این زون بوسیله گستره قائم گونه نامبرده تفکیک گردیده است و در برش مورد مطالعه منطبق بر لیتولوژی شیل های خاکستری است و ۲/۶۰ متر ضخامت دارد. گونه‌های همراه عبارتند از:

Pseudoguembelina palpebra, *Pseudoguembelina hariansis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Gansserina wiedenmayeri*, *Heterohelix globulosa*, *Kassabiana falsocalcarata*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana aegyptiaca*.

در شکل ۲ بایوزون‌های معرفی شده در برش مورد مطالعه با بایوزون‌های مقطع تیپ جهانی (Elkef) و مقاطع دیگر در نقاط مختلف تطابق داده شده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود برش مورد

بایوزون *Globotruncanella havanensis* - این بایوزون شامل طبقاتی است که دربر گیرنده آخرین حضور *Globotruncanita calcarata* تا اولین حضور *Globotruncana aegyptiaca* می‌باشند و نشان‌دهنده قسمت زیرین مائس تریشتین پایینی است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Globotruncanella citae*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncana arca*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Hedbergella holmdelensis*.

این بایوزون منطبق بر لیتولوژی شیل با میان لایه‌های آهکی است و ۴ متر ضخامت دارد.

بایوزون *Globotruncana aegyptiaca* - این بایوزون از اولین حضور *Gansserina gansseri* تا اولین حضور *Gansserina gansseri* تفکیک گردیده است و نشان‌دهنده مائس تریشتین پایینی است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Globotruncanella citae*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncana arca*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Hedbergella holmdelensis*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Rugoglobigerina reicheli*, *Globotruncanella petaloida*, *Globotruncanita conica*, *Heterohelix globulosa*, *Pseudotextularia elegans*, *Heterohelix globulosa*.

این بایوزون منطبق بر لیتولوژی شیل با میان لایه‌های آهکی است و ۵ متر ضخامت دارد.

بایوزون *Gansserina gansseri* - این بایوزون از اولین حضور *Gansserina gansseri* تا اولین حضور *Abathamphalus mayaroensis* تفکیک شده است و نشان‌دهنده مائس تریشتین بالایی است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Hedbergella holmdelensis*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Rugoglobigerina reicheli*, *Globotruncanella petaloida*, *Gansserina wiedenmayeri*, *Globotruncanita conica*, *Pseudotextularia elegans*, *Heterohelix globulosa*.

این بایوزون منطبق بر لیتولوژی شیل با میان لایه‌های آهکی است و ۱۰ متر ضخامت دارد.

بایوزون *Abathamphalus mayaroensis*: این بایوزون بر مبنای اولین حضور تا آخرین حضور *Abathamphalus mayaroensis* تفکیک شده و نشان‌دهنده مائس تریشتین بالایی است. گونه‌های همراه عبارتند از:

Globotruncanita stuarti, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Globotruncana arca*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Hedbergella holmdelensis*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Rugoglobigerina reicheli*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncanella petaloida*, *Globotruncanita conica*, *Heterohelix globulosa*, *Pseudotextularia elegans*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncanita angulata*, *Kassabiana falsocalcarata*.

این بایوزون منطبق بر لیتولوژی شیل آهکی و میان لایه‌های شیلی و شیل است و ۲۸ متر ضخامت دارد و نشان‌دهنده مائس تریشتین بالایی است.

Li & Keller (1998a, b) زون *A. mayaroensis* را بر مبنای حضور گونه‌های شاخص به چهار زون از *Cf₄* تا *Cf₁* تقسیم کردند. در برش مورد

Datum events	Toumarkine & Luther bakher (1985)	This study	Smit(1982) Smit et al(1992)	Ben Abdelkaber et al. (1992)	Keller(1993) Keller et al.(1995)	Berggren et al. (1995)
M.trinidadensis	M.trinidadensis	M.trinidadensis	P1c	P1d	P1d	P1a & P1b
			P1b	P1c	P1c ⁽²⁾ P1c ⁽¹⁾	
P.pseudobulloides	P.pseudobulloides	P.pseudobulloides		P1b	P1b	Pa
				P1a	P1a	
P.eugubina K/T	P.eugubina	P.eugubina	PO	PO	PO	
P.hantkeninoides	P.hantkeninoides	P.hantkeninoides	A.mayaroensis	P.deformis	P.hantkeninoides	A.mayaroensis

شکل ۴- مقایسه بایوزونهای معرفی شده برای مرز K/T در نقاط مختلف با بایوزونهای برش مورد مطالعه.

در بیشتر انقراض‌های مهم واحدی به نام زون باز ماندگان (interval) survival ثبت می‌شود که شامل فاصله زنده ماندن بعضی از گونه‌ها پس از مرگ اکثر گونه‌هاست. در این فاصله یک دوره ابتدایی وجود دارد که فقط گونه‌های نادر ظاهر می‌شوند و تنوع خیلی کم است و بعد از آن گونه‌های غالب ظاهر می‌شوند که می‌توانند در شرایط بحرانی بیشترین فراوانی را از خود نشان دهند. بعد از آن مرحله بازگشت (recovery interval) است که گونه‌های جدیدی ظاهر شده و متنوع می‌شوند و گونه‌های قبلی هم ممکن است همراه باشند (Brenkhly & Huber 1998). بنابراین سه گروه از فرامینیفرها مورد بحث قرار می‌گیرند: ۱- گونه‌هایی که در مرز K/T منقرض می‌شوند، ۲- گونه‌هایی که در مرز K/T به بیشترین فراوانی خود می‌رسند، ۳- گونه‌هایی که از انقراض مرز K/T نجات می‌یابند.

فرامینیفرهای *ecological specialist*- این گروه شامل گونه‌های استوایی و نیمه استوایی است که گستره پالئوجغرافیایی محدودی داشته و تحمل کمی در مقابل نوسانات دما، شوری، اکسیژن و مواد غذایی دارند. از لحاظ مورفولوژی هم بزرگ و پیچیده بوده و پوسته‌هایی با تزئینات زیاد دارند. این گروه شامل پوسته‌های کلسیتی با حجره‌های زیاد، کیل، خار و دهانه‌های بزرگ است و خاص عمق‌های ترموکلاین و عمیق‌تر از آن است و شامل Racemi-Globotruncanid, Pseudotextularid و Rugoglobigerinid, guembelinid Keller (2001). در مقطع تیپ جهانی Elkef همه گونه‌های استوایی و نیمه- استوایی در مرز یا نزدیک مرز منقرض شده‌اند و هیچگونه باقی مانده وجود ندارد.

فرامینیفرهای *generalist ecological*- این گروه گونه‌های باقیمانده را در بر می‌گیرد و شامل تعداد کمی از گونه‌هاست. گستره پالئوجغرافیایی جهانی دارند و شامل Heterohelicid, Globigerinellid و Hedbergellid است. همه این گونه‌ها اندازه کوچک و مورفولوژی

مطالعه بیشترین شباهت را با مقطع تیپ جهانی Elkef دارد.

بایوزونهای *PO, P1 (Parvularugoglobigerina eugubina)* - به دلیل فواصل نسبتاً زیاد نمونه برداری تفکیک این دو زون ممکن نیست. بنابراین زون *P. eugubina* از اولین حضور *P. eugubina* تا اولین حضور *P. pseudobulloides* معرفی می‌شود (Bolli 1957) که معادل زونهای *Po, P1a (1) Keller et al (1995)* است و در حد ۱ متر ضخامت دارد (شکل ۴). بایوزون *P. pseudobulloides*- این با یوزون از اولین حضور *P. pseudobulloides* تا اولین حضور *M. trinidadensis* معرفی می‌شود (Bolli 1957) و زون‌های *P1c, P1b, P1a (1) Keller et al. 1995* را در بر می‌گیرد و در حد یک متر ضخامت دارد.

تحولات مرز K/T

مرز K/T معمولاً با همراهی تغییر در چندین عامل لیتولوژیکی، ژئوشیمیایی و فسیلی شناخته می‌شود. از لحاظ لیتولوژیکی این تغییر شامل تبدیل از مارل یا شیل به لایه رسی تیره تا خاکستری رنگ غنی از مواد آلی است. حضور یک لایه قرمز رنگ حدود ۱ سانتیمتری در قاعده این لایه رسی و همچنین حضور اسفرول‌ها و اسپینل‌ها و آنومالی ایریدیوم در لایه قرمز رنگ گزارش گردیده است (Keller et al. 1995). از لحاظ فسیلی انقراض کامل گونه‌های استوایی و نیمه‌استوایی شامل Globotruncanid, Racemiguembelinid و Rugoglobigerinid زیر لایه قرمز و لایه رسی غنی از مواد آلی اتفاق افتاده و افق انقراض با همراهی اولین حضور گونه‌های دانین از قبیل:

Eoglobigerina, Eoglobigerina edita, Globoconusa conusa, Woodringina, horenerostoensis, eobulloides, در نزدیکی لایه رسی ثبت گردیده (Karoui et al. 2002, Keller et al. 1995).

می‌یابد به طوری که در زون Cf_1 کمتر از ۲ درصد آن‌ها مشاهده می‌شود و فرم‌های باقی مانده در این زون گونه‌های خاردار مثل *K. falsocalcarata* همراه با *P. hantkeninoides* در زون Cf_1 یافت می‌شوند. همراهی و فراوانی این دو نشان‌دهنده شرایط آب و هوایی گرم و انقباض‌شان در آب و هوای سرد است (Keller 1988, Frerichs 1971, Masters 1997, Abramovich, Luciani 1997, Orue-Etxebarria 1997). گونه‌های دو ردیفی و پلانسیپرال باقی مانده قبل از مرز K/T به فراوانی یافت می‌شوند (حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد) و شامل فرم‌های generalist از قبیل *H. H. dentata*، *H. globulosa*، *H. holmdelensis* و *H. navarroensis*، *monmouthensis* است. این گروه از میانه زون Cf_1 یک ریز شدن تدریجی را نشان می‌دهد و در مرز K/T به ریزترین اندازه خود می‌رسند. این ریز شدگی احتمالاً در اثر استرس‌های زیاد ایجاد شده که باعث کاهش رشد می‌شود (Keller 2001). این گونه‌ها در دانین به تدریج کاهش می‌یابند و در نهایت در دانین بالایی منقرض می‌شوند که این را ناشی از رقابت بین گونه‌های جدید دانین و گونه‌های باقیمانده برای سازگاری با تغییرات محیطی می‌دانند (Keller 1998 a, b, Canudo et al. 1991, Keller et al. 1995).

در برش مورد مطالعه فرم‌های دو ردیفی فرصت‌طلب در مرز K/T ۷۰ تا ۸۰ درصد فراوانی دارند و در دانین زیرین کاهش می‌یابند (کمتر از ۵ درصد) و در دانین بالا منقرض می‌شوند که این نشان‌دهنده شرایط خوب اکولوژیکی برای دوردیفیها از جمله گسترش زون حدقل اکسیژن و لایه‌بندی توده آب در اواخر کرتاسه است. در دانین زیرین موقعیت خوب اکولوژیکی کاهش یافته و در نتیجه باعث کاهش و انقباض آنها در دانین بالایی می‌شوند (Keller et al. 2001). فرم‌های سه ردیفی فرصت‌طلب در پایان مائس تریشتین خیلی نادر بوده (کمتر از ۲ درصد) و در مرز K/T و در دانین زیرین به حدود ۳۰ درصد می‌رسند که این نشان می‌دهد برش مورد مطالعه یک محیط تقریباً پایدار و عمیق‌تر از محیط‌های Shelf و حاشیه دریاهاست، زیرا که گونه‌های سه ردیفی در محیط‌های ناپایدار مثل محیط‌های shelf و حاشیه دریاها و محیط‌های upwelling مثل مقطع تیپ جهانی بیشتر از ۸۵ تا ۹۰ درصد فراوانی دارد (MacLeod 1993, MacLeod & Keller 1994, 2000, Keller et al. 2002) و در نهشته‌های آب‌های عمیق و در دریا‌های باز کاهش می‌یابند (Keller 2000).

الگوی انقباض در مرز K/T:

الگوی انقباض فرامینیفراهای پلانکتونیک در مرز K/T به طور گسترده-ای مورد بحث است و دو نظریه کلی در مورد الگوی انقباض وجود دارد. یکی نظر به ناگهانی بودن انقباض در مرز K/T که اسمیت در سال

ساده دارند و فاقد تزیینات هستند (Keller 2001, 2002).

فراوانی ۷۰ تا ۸۰ درصدی از این گونه‌ها در اواخر مائس تریشتین و حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد در دانین زیرین در برش الگوی جهانی و برش‌های دیگر گزارش شده است (Keller 2001, 2002). حضور این گونه‌ها در رسوبات دانین زیرین نشان می‌دهد که این گونه‌ها تحمل زیادی در مقابل نوسانات دما، شوری، اکسیژن و مواد غذایی دارند و انقباض اثر کمی روی فرم‌هایی که بیشتر در مناطق کم عمق سکونت دارند داشته است (Keller 2001).

فرامینیفراهای *ecological opportunist* - این گروه فرصت‌طلب در بحران مرز K/T که منجر به نابودی بیشتر گونه‌ها می‌شوند به بیشترین فراوانی خود می‌رسند. در این گروه دو دسته غالب هستند: دو ردیفی-های کوچک مثل جنس *Heterohlix* و سه ردیفی‌های *Guembelitra* که در محیط‌های نزدیک ساحل با شرایط فشارهای بالا شکوفا می‌شوند. سه ردیفی‌های فرصت‌طلب در مقطع تیپ EIKef و مقاطع دیگر مثل ElMelah ۸۰ تا ۹۰ درصد مجموعه فونای دانین زیرین را تشکیل می‌دهد. سه ردیفیها در اندازه بین ۳۸ تا ۶۳ میکرون غالب هستند و در اندازه بزرگتر از ۶۳ میکرون نادر هستند (Karoui-Yaakoub et al. 2002). فراوانی ۷۰ تا ۸۰ درصدی سه ردیفی‌ها در مقاطع تونس و مقاطع اسرائیل، ایتالیا، اسپانیا، تگزاس، دانمارک در اواخر مائس تریشتین گزارش شده است (Keller 1988, 1989, Keller et al. 1995, Malmgren 1991, 1991, 1998, Nederbragt 1993, Luciani 1997, Abramovich & Keller 2002).

فرم‌های باقیمانده (*survivor*) - این گروه جزو فرامینیفراهای generalists بوده و گونه‌های کرتاسه هستند که در ترشیری نیز حضور دارند. این گونه‌ها کوچک و فاقد هر گونه تزیینات بوده و خاص عمق‌های کم و زون فوتیک هستند و گسترش جهانی دارند (MacLeod 1994, Keller et al. 1993, Canudo et al. 1991). این گونه‌ها در مائس تریشتین بالایی غالب بوده و در دانین زیرین باقی مانده‌اند.

مقایسه برش مورد مطالعه با مقطع تیپ جهانی نشان می‌دهد که تنها تغییر لیتولوژیکی که رخ داده سست شدن شیل‌های موجود در محدوده مرز K/T است که از لحاظ ژئومورفولوژی فرو افتادگی پستی را ایجاد می‌کند. یک لایه قرمز رنگ متمایل به نارنجی به ضخامت ۲ سانتیمتر نیز دیده می‌شود که از لحاظ فسیلی پایینتر از آن گونه‌های کرتاسه و بالای آن گونه‌های شاخص پالئوسن ثبت گردیده است. در مرز K/T همه گونه‌های استوایی و نیمه استوایی (*ecological specialists*) به مانند مقطع تیپ EIKef منقرض شده‌اند. این انقباض گونه‌ها به تدریج از چند متر پایینتر از مرز K/T از زون Cf_2 شروع می‌شود به سمت بالا تعداد آنها از جمله Globotruncanids کاهش

۱۹۸۲ آن را مطرح کرد و معتقد است که هیچ گونه کاهش گونه‌ها قبل از مرز K/T وجود ندارد و همه گونه‌ها به استثنای یکی (*Guembelitra cretacea*) در مرز K/T در اثر عامل برخورد منقرض شده‌اند و گونه‌های کرتاسه موجود در ترشیری را ناشی از انتقال آنها (Rework) می‌داند (Smit 1982, 1992, Molina et al. 1996, Karoui et al. 2002).

دیگری نظریه تدریجی بودن انقراض در مرز K/T که Keller (1988) بیان کرد. وی این انقراض تدریجی را در نتیجه تاثیر چندین عامل محیطی و آب و هوایی در مائس تریشتین بالایی می‌داند (Keller MacLeod & Keller, Keller et al. 1993, 1988, 1989b, 1998). برای تعیین چگونگی انقراض در مرز K/T برش الگوی جهانی EIKef بارها نمونه‌برداری شده و توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است اما هنوز اجماع جهانی در مورد الگوی انقراض در این مرز وجود ندارد (Keller et al. 1995, Smit 1999) و باگذشت دو دهه از مطرح شدن نظریات فوق هنوز هیچ فرضیه‌ای نتوانسته است همه داده‌های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی و فسیلی موجود در مرز K/T را با هم منطبق نماید (Keller 2000).

اختلاف نظر در مورد الگوهای انقراض فرامینیفرهای پلانکتونیک در مرز K/T بستگی به تفسیرهای مختلف داده‌ها و روشهای مورد مطالعه مثل تفسیرهای taxonomic متفاوت، حفظ شدن متفاوت گونه‌ها، فاصله متفاوت نمونه برداری‌ها، اندازه نمونه های آنالیز شده و شرایط محیطی محلی دارد (Molina et al., Kaaroui-Yakoub et al. 2000, Keller 2001, Luciani 2002, 1998).

در مقطع تیپ جهانی EIKef ۱۱ درصد از گونه‌ها بین ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتری زیر مرز K/T منقرض می‌شوند و ۴۲ درصد از گونه‌ها در نزدیکی مرز و ۱۶ درصد از گونه‌ها نیز در مرز منقرض شده‌اند. بدین ترتیب ۶۹ درصد از گونه‌ها در فاصله بین ۵۰ سانتیمتری تا مرز K/T منقرض می‌شوند. ۳۱ درصد از گونه‌ها نیز در زون P0 و P1 باقی مانده‌اند (Keller et al. 1995).

الگوی انقراض در مقاطع دیگر مثل (Elles (Karoui-Yaakoub et al., 2002) و (Ainsettara (Luciani 2002) ایتالیا (Luciani 1997) اسپانیا و تگزاس (Keller 1998a, b, Canudo et al. 1991) همانند مقطع تیپ می‌باشد که تقریباً ۲/۳ از گونه‌ها در مرز و نزدیکی مرز منقرض شده‌اند و کمتر از ۱/۳ گونه‌های کرتاسه در دانهین باقی مانده‌اند (Karoui-Yaakoub et al. 2002).

در برش مورد مطالعه چگونگی انقراض و الگوهای مذکور مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه آماری محتوای نمونه های برداشت شده به فواصل ۲۰ cm سانتیمتری از ۱۰ متر پایین تا ۲ متر بالای مرز K/T و به فواصل ۱/۵ متری از رسوبات مائس تریشتین چگونگی انقراض

گونه‌ها را تدریجی نشان می‌دهد (شکل ۵).

به طوری که انقراض گونه‌ها از زون Cf₃ با انقراض گونه *G. gansseri* شروع می‌شود و قبل از شروع زون Cf₂ بیشترین تعداد گونه‌ها (۲۹ گونه) ثبت گردیده است. کاهش گونه‌ها در زون Cf₂ خیلی کند و تدریجی است طوری که در ابتدای شروع زون Cf₁، ۲۶ گونه باقیمانده است. این تعداد از اواسط زون Cf₁ به سرعت کاهش می‌یابد و در انتهای زون تنها ۱۲ گونه باقی می‌ماند که از این تعداد ۶ گونه منقرض می‌شود و ۶ گونه کرتاسه در دانهین باقی می‌ماند. در کل ۱۰ درصد گونه‌ها قبل از زون Cf₁ و ۴۸ درصد در نزدیکی مرز و ۲۱ درصد در خود مرز منقرض شده‌اند و ۲۱ درصد گونه‌ها در تحولات مرز K/T باقی مانده‌اند که در دانهین زیرین نیز دیده می‌شوند. این گونه‌های باقیمانده در دانهین زیرین در زون P1 به شدت کاهش یافته و منقرض می‌شوند (شکل ۶).

نتیجه‌گیری

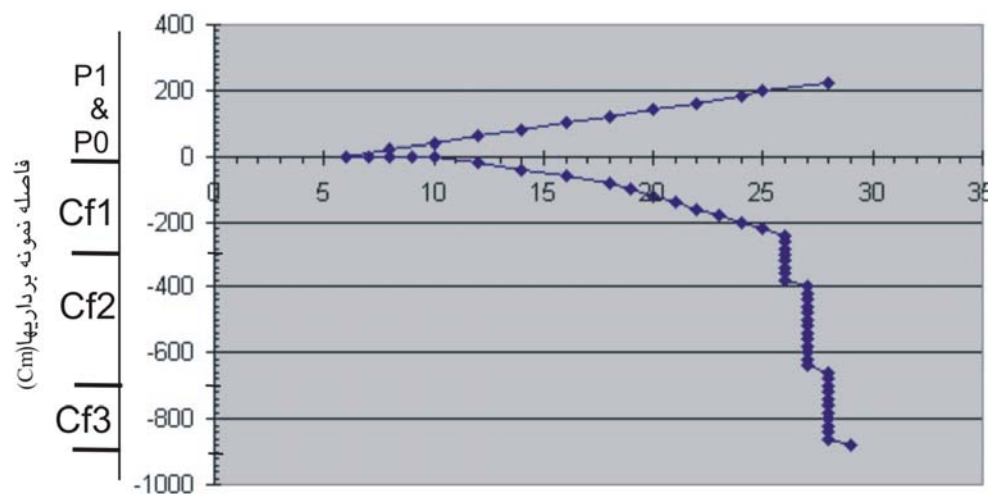
در برش مورد مطالعه چهار بایوزون فرامینیفری برای طبقات مائس-تریشتین و دو بایوزون برای طبقات دانهین زیرین تفکیک گردید. ثبت گونه‌های شاخص بایوزون‌های آخرین حد مائس تریشتین و پایین‌ترین حد دانهین نشان می‌دهد که در برش مورد مطالعه رسوبگذاری در گذر از کرتاسه به ترشیر پیوسته بوده است. در این برش همانند مقطع تیپ جهانی Elkef انقراض کامل گونه‌های استوایی و نیمه استوایی که خاص مناطق ترموکلاین هستند در مرز ثبت گردید. گونه‌های باقیمانده در دانهین همانند مقطع تیپ و مقاطع دیگر شامل *H. dentata*، *H. globulosa*، *H. navarroensis*، *H. holmdelnsis* و *H. monmouthensis* است که جزو فرمهای جنرالیزست (e. generalists) سطحی زیست و محدود به زون فوتیک هستند (Keller 2002). این موضوع نشان می‌دهد که انقراض به طور انتخابی و فقط در مناطق عمیق اثر کرده است. در برش مورد مطالعه ۴۸ درصد گونه‌ها در نزدیکی مرز و ۲۱ درصد آنها در خود مرز منقرض شده‌اند. ۱۰ درصد گونه‌ها نیز قبل از مرز منقرض شده‌اند که این نشان‌دهنده الگوی انقراض تدریجی است که به دلیل عوامل محیطی و آب و هوایی صورت گرفته است.

گونه‌های فرصت‌طلب *Guembelitra* در طبقات مائس تریشتین به ندرت دیده می‌شود (کمتر از یک درصد) و در رسوبات دانهین و در مرز دارای فراوانی حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد است. کم بودن فراوانی سه ردیفیها در دانهین زیرین و در مرز در مقایسه با مقطع تیپ Elkef که فراوانی ۷۰ تا ۸۰ درصدی سه ردیفیها در آن ثبت گردیده است نشان دهنده پایداری و عمق بیشتر حوضه است. اما گونه‌های دو ردیفی مانند مقطع تیپ قبل از مرز فراوان هستند و بعد از مرز به مقدار کمی حضور دارند و در دانهین زیرین کاهش می‌یابند که به دلیل حضور گونه‌های جدید در دانهین است.

Age	Zone	Taxa																															
		Pseudobulimina		Cyclonema	Ammobaculites	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia	Puzosia		
		P1b	P1c																														
Paleocene	Paeugubina	P1b																															
		P1c																															
		P0																															
		P1																															
Cretaceous	A. mayaroensis	Cf1																															
		Cf2																															
		Cf3																															
		Cf4																															

X 30um

شکل ۵- نمایش چگونگی توزیع فرامینیفرها، ظهور و انقراض گونه‌ها و تفکیک بیوزون‌ها در برش مورد مطالعه.



تنوع گونه‌ها

شکل ۶- نمودار تغییرات تنوع گونه‌ها از ۸ متری پایین مرز تا ۴ متری بالای مرز کرتاسه-ترشیر.

منابع:

- حبی م. ه. ۱۳۸۱: پالینواستراتیگرافی سازند گورپی در برش کوه شاه نشین (نودان) واقع در غرب شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
- زارعی ا. ۱۳۸۴: پالینولوژی، بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی سازند گورپی در برش الگو. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم دانشگاه تهران.
- طاهری م. ر. ۱۳۷۷: لیتواستراتیگرافی سازند گورپی در نواحی لرستان و فروافتادگی دزفول و دشت آبادان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم.
- ماجد ع. ا. ۱۳۷۹: بیواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی مرز کرتاسه-پالئوژن در منطقه چلگرد (تونل کوه‌رنگ) از استان چهارمحال بختیاری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی. تهران.
- نوروزی م. ۱۳۸۰: مطالعه میکروبیواستراتیگرافی سازند گورپی از طاق‌دیس سلطان (ناحیه مرکزی لرستان) تا طاق‌دیس گورپی (برش نمونه سازند گورپی، شمال شرق خوزستان). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
- Abramovich S., Almogi-Labin A., Bejamini C. 1998: Decline of the Maastrichtian pelagic ecosystem based on planktic foraminifera assemblage change: implications for terminal Cretaceous faunal crisis. *Geol.* **26**: 62-66.
- Abramovich S., Keller G., Addate T., Stinnesbeack W., Hottinger L., Sttuben D., Berner Z., Ramanivosoa B., Randriamanantenosoa A. 2002: Age paleoenvironment of the Maastrichtian-Paleocene of the Mahajanga Basin, Madagascar: A multidisciplinary approach. *Mar.*

- Micropaleontol.* **47**: 17-70.
- Berggren W.A., Kent D.V., Swisher C.C., Aubry M.P. 1995: A revised Cenozoic geographic and chronostratigraphy. *SEPM*. **54**: 129-213.
- Ben Abdel Kaber O.B., Ben Haj Ali B., Ben Salem H., Razagall Ah. S. 1992: International workshop on the Cretaceous-Tertiary transitions at ElKef, Part II fieldtrip Guide Book. Pp. 25. Service Géologique de Tunisie, Tunis.
- Boersma A. 1984: Cretaceous-Tertiary planktic foraminifers from DEEP Sea Drilling Project Leg 74. *Init. Rep. DSDP*. **62**: 377-397.
- Bolli H.M. 1957: The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene–Lower Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad. *B.W. I. Bull. U. S. Nat. Mus.* **215**: 61-81.
- Bolli H.M. 1966: Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Inf. Assoc. Venez. Geol. Min. Pet., Caracas*. **9**: 3-32.
- Brinkhuis H., Zachariasse W.J. 1988: Dinoflagellate cysts, sea level changes and planktonic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at ElHaria, Northeast Tunisia. *Mar. Micropaleontol.* **13**: 153-190.
- Canudo J.L., Keller G., Molina E. 1991: Cretaceous/Tertiary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca: SE Spain. *Mar. Micropaleontol.* **17**: 319 – 341.
- Caron M. 1985: Cretaceous planktic foraminifera. In: Bolli H.M., Saunders J.B., Perch–Nielsen K. (Eds), Plankton stratigraphy. Pp. 17–86. Cambridge University Press. Cambridge.
- Chacon B., Martin-Chivelet J., Grafe K.U. 2004: Latest Santonian to latest Maastrichtian planktic foraminifera and biostratigraphy of the hemipelagic successions of the Prebetic Zone (Murcia and Alicante provinces, south-east Spain). *Cretac. Res.* **25**: 585-601.
- Frerichs W.E. 1971: Evolution of planktic foraminifera and paleotemperature. *J. Paleont. Tulso.* **45**: 963- 968.
- Huber B.T. 1990: Maastrichtian planktonic foraminifera biostratigraphy of the Maud Rise (Weddell Sea, Antarctica): ODP Leg 113 Hole 689B and 690C. *Proc. ODP. Sci. Results.* **113**: 489-514.
- Huber B.T. 1991: Maastrichtian planktonic foraminifera biostratigraphy and the Cretaceous-Tertiary boundary at the ODP Hole 738c (Kerguelen Plateau, southern Indian ocean). *Proc. ODP Sci. Resul.* **119**: 451- 499.
- Huber B.T. 1992: Paleobiogeography of Campanian–Maastrichtian foraminifera in the Southern high latitudes. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* **92**: 325-360.
- Hultberger S.U., Malmgren B.A. 1987: Quantitative biostratigraphy based on late Maastrichtian dinoflagellates and planktonic foraminifera from southern Scandinavia. *Cretac. Res.* **8**: 211-288.
- Karoui Yaakoub N., Keller G., Zaghib-Turkey D. 2002: The Cretaceous-Tertiary (K/T) mass extinction in planktic foraminifera at Elles and El Melah Tunisia. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.* **178**: 233 – 255.
- Keller G. 1988: Extinction, survivorship and evolution of planktonic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at Elkef. *Tunisia Mar. Micropaleo.* **130**, 239 – 263.
- Keller G. 1989a: Extended period of extinction across the Cretaceous/Tertiary boundary in planktonic foraminifera of continental shelf sections: implications for impact and volcanism theories. *Geol. Soc. Am. Bull.* **101**: 1408-1419.
- Keller G. 1989b: Extended Cretaceous/Tertiary Boundary extinction & delayed population change in planktonic foraminiferal faunas from Brazos River Texas. *Paleocean.* **4**: 287 – 332.
- Keller G. 1993: The Cretaceous/Tertiary boundary transition in the Antarctic ocean and its global implications. *Mar. Micropaleo.* **21**: 1-45.
- Keller G. 1995: Mass extinction and evolution patterns across the Cretaceous–Tertiary boundary. In: International workshop on Cretaceous/Tertiary Transition Proceedings, Elkef section, Tunis 1992, Service Géologique de Tunisie. *Ann. Min. Geol.* **35**: 23–4.
- Keller G. 1996: The K/T mass extinction in planktic foraminifera: biotic constraints for catastrophe theories. In: MacLeod N., Keller G. (Eds), Cretaceous/Tertiary mass extinctions. W. W Norton, New York. Pp. 49-84.
- Keller G. 2001: The end Cretaceous mass extinction in the marine realm: Year 200, Assessment. *Plan. Space Sci.* **49**: 817-830.
- Keller G. 2002: Guembelitria-dominated late Maastrichtian planktic foraminiferal assemblages mimic early Danian in central Egypt. *Mar. Micropaleont.* **47**: 71- 99.
- Keller G., Barrera E., Schmitz B., Mattson E. 1993: Gradual mass extinction, species survivorship and long term environmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in high latitudes. *Geol. Soc. Amer. Bull.* **105**: 979-997.
- Keller G., Li L., MacLeod N. 1995: The Cretaceous/Tertiary boundary stratotype section at El kef, Tunisia : How catastrophic was the mass extinction? *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* **119**: 221 -254.
- Keller G., Stinnesbeck W. 1996: Sea level changes, clastic deposits and megatsunamis across the Cretaceous/Tertiary boundary. In: MacLeod N., Keller G. (Eds.), The Cretaceous-Tertiary boundary mass extinction: biotic and environmental events. Norton Press, New York. Pp. 415-449.
- Keller G., Adatte T., Stinnesbeck W., Stuben D., Berner Z. 2001: Age, chemo- and biostratigraphy of Haiti Spherules rich deposits: a multi-event K-T scenario. *Can. J. Earth Sci.* **38**: 197- 227.
- Li K., Keller G. 1998a: Maastrichtian climate, productivity and faunal turnovers in planktic foraminifera in south Atlantic DSD sites 52 and 21. *Mar. Micropaleo.* **33**: 55- 86.
- Li L., Keller G. 1998b: Diversification and extinction in Campanian-Maastrichtian planktic foraminifera of the North-west

- Tunisia Eclogae. *Geol. Helv.* **91**: 75–102.
- Li L., Keller G., Stinnesbeck W. 1999: The Late Campanian and Maastrichtian in northwestern Tunisia: Paleoenvironmental inferences from lithology, macrofauna and benthic foraminifera. *Cretac. Res.* **20**: 231-252.
- Luciani V. 1997: planktonic foraminiferal turnover across the Cretaceous-Tertiary boundary in the vajont valley (southern Alps, north in Italy). *Cretac. Res.* **18**: 799-821.
- Luciani V. 2002: High resolution planktonic foraminiferal analysis from the Cretaceous Tertiary boundary at Ainsettara (Tunisia): Evidence of an extended mass extinction Paleogeogr. *Paleoclimatol. Paleoeco.* **178**: 299 – 319.
- Lutherbakter H.P., Permolisilva I. 1964: Biostratigraphia del limite Cretaceo-Terziario nell Appennino Centrale. *Riv. Ital. Paleont.(Stratigr). Milan* **70**: 67-128.
- MacLeod N., Keller G. 1991: How complete are Cretaceous/Tertiary boundary sections? *Geol. Soc. Amer. Bull.* **103**: 1439-1457.
- MacLeod N. 1993: The Maastrichtian-Danian radiation of Hisetial and biserial planktic foraminifera Testing Phylogenetic and adaptional by potheses in the (micro) fossil record. *Mar. Micropaleontol.* **21**: 47-100.
- MacLeod N., Keller G. 1994: Comparative biogeographic analysis of planktic foraminiferal across the Cretaceous-Tertiary boundary. *Paleobiol.* **20**: 143-177.
- MacLeod N., Ortiz N., Fefferman N., Clyde W., Schuller C., MacLean J. 2000: Phenotypic response of foraminiferal to episodes of global environmental change. In: Curver S.J., Rawson P. (Eds), Biotic response to global change: the last 145 million years. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 51–78.
- Malmgren B.A. 1991: Biostratigraphic patterns in terminal Cretaceous planktonic foraminifera from Tethyan and warm transitional waters. *Mar. Micropaleo.* **18**: 73-99.
- Masters B.A. 1984: Comparison of planktic foraminiferal at the Cretaceous/Tertiary boundary from the El Haria shale (Tunisia) and the Esna shale (Egypt). In: Proceedings of the 7th exploration seminar, March 1984: Cairo, Egyptian General Petroleum Corporation. Pp. 310-324.
- Masters B.A. 1993: Re-evaluation of the species and subspecies of the genus *Plummerita* Bronnmann and a new species of *Rugoglobigetine* Bronnmann (Foraminiferidae). *J. Foramin. Res.* **23**: 267–279.
- Masters B.A. 1997: Elkef blind test II results. *Mar. Micropaleo.* **29**: 77 – 79.
- Molina E. 1995: Models causas de extinction masiva. *Interciencia. Caracas.* **20**: 83 – 89.
- Molina E., Arenillas I., Arz J.A. 1996: The Cretaceous–Tertiary boundary mass extinction in planktonic foraminifera at Agost, Spain. *Rev. de Micropaleo. GIE.* **39**: 225- 243.
- Molina E., Arenillas I., Arz J.A. 1998: Mass extinction in planktic foraminifera at the Cretaceous/Tertiary boundary in the subtropical to temperate latitudes. *Bull. Soc. Geol. France.* **169**: 351 – 372.
- Nederbragt A.J. 1991: Late Cretaceous biostratigraphy and development of Heterohelicidae (planktonic foraminifera). *Micropaleo.* **37**: 329-372.
- Nederbragt A. 1998: quantitative biogeography of late Maastrichtian planktonic foraminifera. *Micropaleo.* **44**: 385-412.
- Olsson. R.K., Liu. G. 1993: Controversies on the placement of the Cretaceous-Paleogene boundary the C/P mass extinction of planktonic foraminifer. *Paleoeco. Paleoclimato. Paleoecol.* **8**: 127 -139.
- Orue-Etxebarria X. 1997: Elkef blind test IV results. *Mar. Micropaleo.* **29**: 85–88.
- Pardo A., ortiz N., Keller G. 1996: Latest Maastrichtian and K/T boundary foraminiferal turnover and environmental changes at Agost Spain. In: MacLeod N., Keller G. (Eds), The Cretaceous/Tertiary boundary mass extinction. biotic and environmental events. Norton, New York. Pp. 139-172.
- Permolisilva I., Sliter W.V. 1995: Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottacioni section , Gubbio, Italy. *Palaeo. Ital.* **82**: 1-89.
- Robaszynski F., Caron M. 1995: Foraminifères planctoniques du crétacé: Commentaire de la zonation Europe Méditerranée, France. *Bull. Soc. Geol.* **166**: 691–692.
- Rosenfeld A., Flexer A., Honigstien A., Almog-Labin A., Dvorachec M. 1989: First report on a Cretaceous/Tertiary boundary section at Makhtesh Gadol, Southern Israel. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh., Stuttgart.* **8**: 474-488.
- Schmitz B., Keller G., Stenvall O. 1992: Stable isotope and foraminiferal changes across the Cretaceous–Tertiary boundary at Steven Klint, Denmark; arguments for long term oceanic instability before and after bold impact event. *Palaeoeco. Paleoclim. Palaeoecol.* **96**: 233-260.
- Shahin A.M. 1988: Fossil fauna and stable isotopic composition within the Late Cretaceous–Early Tertiary at Gebel Nezzazata, Sinai, Egypt. Ph. D. Thesis, Mansour Univ., Mansoura, Egypt. **212**: 493-512.
- Smit J. 1982: Extinction and evolution of Planktic foraminifera after a major impact at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Geol. Soc. Amer.* **190**: 329 – 352.
- Smit J., Montanari A., Swinburne N.H.M., Alvarez W., Hildebrand A., Margolis S.V., Lowerie C.P.W., Asaro F. 1992: Tektite bearing deep-water clastic unit of the Cretaceous-Tertiary boundary in north eastern Mexico. *Geol.* **20**: 99- 103.
- Smit J. 1999: Blind tests and muddy waters. *Nature* **368**: 809–810.
- Toumarkine M., Lutherbakter H. 1985: Paleocene and Eocene planktonic foraminifera. In: Bolli H.M., Saunders J.B., Perch-Nielson Series, Cambridge University Press. Pp 87-153.
- Vaziri-Moghaddam H. 2002: Biostratigraphic study of the Ilam and Gurpi Formations based on planktonic foraminifera in SE of Shiraz, Iran. *J. Sci. I. Rep. Ir.* **13**: 339-356.