

مدلسازی دمایی-زمانی U-Th-Pb-He توده نفوذی لیسار در کوههای طالش، شاهدی بر الگوی فرایش شمال غرب فلات ایران در سنوزوییک پایانی ◊◊◊◊◊◊◊◊

چکیدہ :

WW1

روند سردشدگی توده های نفوذی از زمان نفوذ تا رسیدن آنها به سطح زمین می تواند اطلاعات ارزشمندی در خصوص تاریخچه و الگوی فرآیش کمربندهای کوهزایی ارایه نماید. رسیدن به این تاریخچه نیازمند مدلسازی حرارتی وارون این توده ها می باشد. سن سنجی سه گانه HT-Pb-He بر روی بلورهای آپاتیت و زیرکن یک نمونه منفرد از توده نفوذی با توجه به در برگیری پنجره های حرارتی ۲۵۰، ۲۴۰ و ۷۵ درجه سانتیگرادی می تواند داده های اولیه مورد نیاز جهت مدلسازی حرارتی وارون این توده ها می باشد. توده نفوذی لیسار در کوههای طالش در شمال غرب فلات ایران در ۱۷۹ میلیون سال پیش جایگیری نموده و به تدریج پنجره های حرارتی BHS و AHA را در زمانهای ۱۳۸/۸ و ۱۳۸ میلیون سال پیش جایگیری نموده و به تدریج پنجره های سردشدگی در ترکیب با شواهد زمین شناسی و ساختاری مشاهده شده در کوههای طالش نشان دهنده آن است که این توده بعد از سردشدگی بسیار سریع ماگماتیک دو مرحله فرایش به سطح را در بازه های زمانی کرتاسه پایانی و سنوزوییک پایانی متحمل شده سردشدگی بسیار سریع ماگماتیک دو مرحله فرایش به سطح را در بازه های زمانی کرتاسه پایانی و سنوزوییک پایانی متحمل شده است. فاز نهایی سردشدگی این توده در ارتباط با تغییرشکل سریع مرزهای شمالی فلات ایران در میوس میانی بوده است. پس از رخنمون نهایی در ۲/۳ میلیون سال پیش بیش از ۱ کیلومتر فرسایش و با نرخ ۲/۰ میلی متر در سال را متحمل شده است.

کلید واژه ها: گرانیت لیسار، سردشد کی ماگمایی، سردشد کی فرایشی، مدلسازی حرارتی وارون، تعیین سن سه گانه

\$\$\$\$\$

Time-temperature U-Th-Pb-He modelling of the Lisar Granite in the Talesh Mountains, Evidence for Late Cenozoic exhumation pattern at NW Iranian Plateau

Abstract:

Cooling history of the intrusive bodies from their time of emplacement till exposure at the surface provides valuable information about the exhumation history of the orognic belts. Thermal inverse modelling could reveal the exhumation history of the intrusive bodies based on their chronometric cooling ages. The U-Th-Pb-He triple chronometric ages of zircon and apatite crystals, with closure temperature of 750°C, 240°C and 75°C respectively, can be used as primary data set to reconstruct magmatic and exhumation cooling history of the intrusive bodies. Lisar Granite located in Talesh Mountains at the NW Iranian Plateau margin have been intruded and emplaced at ~179Ma . The apatite and zircon U-Th/He and chronometric ages represent that this intrusive body has been passed 240°C and 75°C closure temperatures at 123.8Ma and 11.8Ma, respectively. The thermal inverse modelling combined with the structural and geologic observations documents 2 stages of surface exposure of the Lisar intrusive body during the Late Cretaceous and Late Cenozoic time. The final cooling stage of this granite is occurred during the middle Miocene phase of rapid deformation that influenced the northern margin of the Iranian Plateau. The middle Miocene deformation event at 6.3 Ma has finally led the Lisar Granite to exposure at the surface. Since 6.3Ma, 1.2 Km of the granite with the erosion rate of 0.2mm/yr has been eroded.

Keywords: Lisar Granite, Magmatic cooling, Exhumation Cooling, Inverse thermal modelling, Triple Dating

\$\$\$\$

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹–۰۲۱ WWW.gsi.ir



مقدمه:

دما-زمان سنجی (Thermochronology) ابزاری است که امکان استخراج اطلاعات در خصوص تاریخچه سردشدگی (Daughter element) یک سنگ را ارایه می نماید (One element) یا روش بر پایه تقابل بین عنصر نوزاد (ز افت سنگ می تولید شده در طی واپاشی رادیواکتیو در شبکه بلوری کانیهای موجود در سنگ و خروج انتشاری این عنصر نوزاد از بافت سنگ می باشد. خروج عنصر نوزاد از شبکه بلوری کانیهای سنگ به شدت تابع تغییرات درجه حرارت می باشد. از آنجایی که میزان درجه رارت در تبعیت از گرادیان زمین گرمایی ناخیه ای سنگ به شدت تابع تغییرات درجه حرارت می باشد. از آنجایی که میزان درجه حرارت در تبعیت از گرادیان زمین گرمایی ناخیه ای به سمت عمق در لیتوسفر زمین افزایش می یابد، بنابراین این اطلاعات دمایی قابل تبدیل به اطلاعات ساختاری و دما-زمان سنجی بوده و می توانند عمق قرار گیری سنگ در یک زمان مشخص را نشان دهند. بنابراین این اطلاعات دمایی بنابراین در خصوص سنگهایی که در اعماق لیتوسفر واقع بوده و اکنون در سطح رخنمون یافته اند، دما-زمان سنجی درجه حرارت می باشد. از آنجایی که میزان درجه قابل تبدیل به اطلاعات ساختاری و دما-زمان سنجی بوده و می توانند عمق قرار گیری سنگ در یک زمان مشخص را نشان دهند. بنابراین این اطلاعات دمایی بنابراین در خصوص سنگهایی که در اعماق لیتوسفر واقع بوده و اکنون در سطح رخنمون یافته اند، دما-زمان سنجی درجه حرارت پایین بهترین ابزار جهت آشکار سازی کمی زمان و نرخ فر آیش (Exhumation) این واحدهای سنگی در سطح زمین می باشد. از آنجایی که فرایندهای زمین ساختی بویژه فعالیت گسلها در ترکیب با فرآیندهای فرسایشی ساختار حرارتی لیتوسفر را به شدت تحت تاثیر قرار می دهند لذا اطلاعات حاصل از دما -زمان سنجی درجه حرارت پایین در تلفیق با فرآیندهای زمین ساختی و فرسایشی حادی یا در تاین را به می باشد. از در کر کر را می دهند لذا اطلاعات حاصل از دما -زمان سنجی درجه حرارت پایین در تلفیق با فرآیندهای زمین ساختی و فرسایشی در تلفیق با فرآیندهای زمین ساختی و فرسایشی ساختار حرار می دهند لذا اطلاعات حاصل از دما -زمان سنجی درجه حرارت پایین در تلفیق با فرآیندهای زمین ساختی و فرسایشی حرار می دهند لذا اطلاعات حاصل از دما -زمان سنجی درجه حرارت پایین در تلفیق با فرآیندهای زمین ساختی و فرسایشی حرار حراکی را رمی دهند لذا اطلاعات حاصل از دما -زمان سنجی درجه حرارت پایین در تلفیق با فرآیندهای

از آنجا که تعیین سن دقیق تبلور و جایگیری در عمق توده های نفوذی و همچنین جایگیری به سطح زمین آنها در نتیجه فر آیندهای فرسایشی و فر آیشی امکان پذیر است، بنابراین ابزاری مناسب جهت تخمین میزان فرایش در موقعیتهای زمین ساختی متفاوت می باشند. فر آیندهای متفاوتی شامل سردشدگی انتقالی (Conduction cooling)، گرمای نهان تبلور و همجوشی (Thermal convection within magma body)، باشند. فر آیندهای متفاوتی شامل سردشدگی انتقالی (Conduction cooling)، گرمای نهان تبلور و همجوشی (Thermal convection within magma body)، چرافی نهان تبلور و همجوشی (Thermal convection within magma body)، چرافی نهان تبلور و همجوشی (Thermal convection within magma body)، چرافی فرایش و فرسایش سرد شدن یک توده نفوذی چرافیهای گرمابی (Hydrothermal circulation)، و فرسایش سرد شدن یک توده نفوذی توده ماگمایی (Thermal convection within magma body)، مرایش و فرسایش سرد شدن یک توده نفوذی می باشد (Thermal circulation)، همرفت گرمایی درون توده ماگمایی (Thermal circulation)، و فرسایش سرد شدن یک توده نفوذی می باشد (Contex گی ماگماتیک و سردشدگی فرآیش و فرسایش سرد شدن یک توده نفوذی از ایش آنها می باشد (Contex در مجموع تاریخچه حرارتی کامل توده های نفوذی شامل سردشدگی ماگماتیک و سردشدگی فرآیش آنها می باشد (Contex در محموع تاریخچه حرارتی کامل توده نفوذی به محض برخورد با سنگ دربرگیرنده که در حال گرم شدن می باشد (Contex در می می باشد. در مرحله اول توده نفوذی به محض برخورد با سنگ دربرگیرنده که در حال گرم شدن سرد می شوند تا زمانی که توده به تعادل دمایی نهایی برسد. اندازه توده نفوذی و عمق نفوذ آن مهمترین فاکتورهایی هستند که فر آیند سردشدگی ماگماتیک توده را کنترل می نمایند. اما مرحله نهایی سردشدگی توده های نفوذی شامل سردشدگی فر آیشی،

به منظور شناسایی تاریخچه سردشدگی حرارتی توده های نفوذی در دو مرحله سردشدگی ماگماتیک و سردشدگی فرایشی، نیاز به تعیین سن زمانی است که توده نفوذی در عمق معینی از پوسته جایگیری نموده و متبلور شده است. اگرچه این عمق جایگیری با توجه به ماهیت خود توده و موقعیت زمین ساختی آن می تواند متفاوت باشد ولی تبلور آن در کمتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد می باشد کمی بیشتر و یا برابر با درجه حرارت بسته شدگی سیستم U-Pb می باشد. بنابراین این روش جهت تعیین سن تبلور و زمان سردشدگی ماگماتیک توده های نفوذی مناسب می باشد. تلفیق این روش با دما زمان سنجی های با درجه حرارت بستگی کمتر

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۹–۰۲۱ www.gsi.ir



انجمن زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایسران

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

شامل Apatite U-Th/He و Zircon U-Th/He با پنجره های حرارتی به ترتیب ۷۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد میتواند سیستم تعیین سن سه گانه (Triple dating) با عنوان U-Th-Pb-He را ارایه نماید که تاریخچه تکامل حرارتی و سردشدگی توده نفوذی را آشکار می سازد (Tuple dating). منحنی دما- سن بدست آمده از مدلسازی در سیستم U-Th-Pb-He، اطلاعات ارزشمندی در خصوص زمان و عمق نفوذ توده، بازه های سنی متبلور شدن، نرخ سردشدگی، سنهای سرد شدن و رخنمون در سطح و همچنین نرخ فرسایش و فرآیش آن را ارایه می نمایند. در این مطالعه ابتدا سن تبلور توده نفوذی با روش (Zircon U-Pb) تعیین شده و سپس با استفاده از دما-زمان سنجی درجه حرارت پایین در سیستمهای (Zircon U-Th/He) و (Apatite U-Th/He) سنهای سردشدگی این توده در محدوده پنجره حرارتی ۲۰۰ درجه سانتی گراد و ۲۵ درجه سانتی گراد تعیین شده است. در ادامه مدلسازی عددی تاریخچه سردشدگی توده از زمان نفوذ، تبلور تا جایگیری در سطح زمین با استفاده از که 4DTHERE ارایه شده توسط (Fu et al., 2003) و بهبود یافته توسط (Zinco I-Dh/He) سنه تاریخچه در مدین گراد تعیین شده است. در ادامه مدلسازی عددی تاریخچه مود شرد گی توده از زمان نفوذ، تبلور تا جایگیری در سطح زمین با استفاده از که 4DTHERE ارایه شده توسط (Fu et al., 2003) و بهبود یافته توسط (Zinco I-Dh) منازی عددی تاریخچه در مدین با سنهای مردشدگی این توده در مرد شدگی توده از زمان نفوذ، تبلور تا جایگیری در سطح زمین با استفاده از که 4DTHERE ارایه شده توسط (Eu et al., 2003) معدوده پنجره حوارتی در تعلی در مدینه کی مدینه است. نتایج این مدل تخمینی مناسب از عمق جایگیری، سن جایگیری، سن تبلور، سن سردشدگی، سن زخنمون در سطح، نرخ سردشدگیهای ماگمایی و فرآیشی، نرخ فرسایش توده و سنگ مجاور ارایه نموده که با تلفیق با داده های ساختاری شامل کینماتیک گسل بغروف داغ که توده نفوذی در فرا دیواره آن به سطح رسیده تخمینی نموده که با تلفیق با داده های ساختاری شامل کینماتیک گسل به نموده است.

\$\$\$\$\$

۲- روش شناسی و نتایج: ۲-۱- تعیین سن تبلور و سردشدگی توده نفوذی در سیستم سه گانه U-Th-Pb-He سیستم U-Th-Pb-He سیستم U-Pb ۲-۱-۱- سیستم U-Pb گرانیت لیسار از جمله تودههای نفوذی کوههای طالش است که در دامنه به سمت دریای خزر کوههای طالش واقع شدهاست. مساحت تقریبی توده نفوذی ۴۰ کیلومتر مربع و طرح نقشهای دایرهای شکل را نشان میدهد شکلهای ۱ و ۲). دادههای سنی رادیمتریک در خصوص این توده نفوذی بصورت اولیه وجود نداشته ولی در واحدهای کنگلومرایی کرتاسه قطعات گرانیتی با ترکیب گرانیت لیسار قابل مشاهده است که سن پیش از کرتاسه را برای آن پیشنهاد میدهد (شکل ۲).

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹-۲۱۰ تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹



TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN



شکل-۱) نقشه ساختاری ساده شده فلات ایران-ترکیه و صفحات مجاور (تغییرشکل یافته از Ig91, Jackson et al 2003, Allen et al 2003a, Allen et al 2003b (ییمرخ توپوگرافی و دادههای ساختاری نشان داده شده بر روی آن بر پایه دادههای ۹۰ SRTM متر ترسیم شده و طول آن دوبرابر مقدار نشان داده شده بر روی نقشه است مقیاس قائم بیش از ۱۰ برابر افقی است. علائم اختصاری بکار رفته در نقشه:CHF: گسل چمن، DRF: گسل درونه، EAF: گسل آناتولی خاوری، HRF: گسل هرات، HMF : گسل هلمند، MKDF: گسل اصلی کپهداغ، NAF: گسل شمال آناتولی، NBF: گسل نایبند،ONF: گسل از از پال، ZTZ : پهنه راندگی اصلی زاگرس. موقعیت شکل ۲ با کادر مستطیلی سفیدرنگ نشان داده شده است.

توده نفوذی لیسار بافت دانه درشت و رنگ صورتی داشته که در مقاطع نازک بافتهای میکرو گرافیکی و پورفیروئیدی نشان میدهد. بطور عمده از کوارتز، فلدسپات آلکالن، پلاژیو کلاز سدیک تشکیل شده و بیوتیت، زیرکن و آپاتیت نیز بصورت ریزدانه دیده می-شوند. این توده نفوذی در ردهبندی سنگهای آذرین جزو سنگهای سینو گرانیتی تا مونزو گرانیتی قرار می گیرد.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹ - ۰۲۱ www.gsi.ir



از آنجایی که سن توده نفوذی بطور دقیق مشخص نبوده و تنها بر مبنای روابط چینهشناسی بوده است، لذا سنسنجی رادیومتریک سری U-Pb بر روی کانیهای زیرکن آن در آزمایشگاه گروه مینرالوژی دانشگاه توبینگن آلمان صورت گرفته است. نتایج اندازه-گیریها در جدول شماره ۱ خلاصه شده و نمودار کنکوردیا و سن توده نفوذی (۱۸±۱۷۹) در شکل ۳ ارائه شده است.



داغ.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۹-۲۱۰ www.gsi.ir

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

Lisar Granitoid U-Th-Pb-He Ages	Single Grain	He ₄ (mol)	U238 (mol)	U ₂₃₅ (mol)	Th 232 (mol)	Sm ₁₄₇ (mol)	Ft	r (µm)	Single grain age(Ma)	Mean Age (Ma)	STDEV (Ma)
Apatite U-Th/He	1	5.17E-15	2.87E-13	2.12E-15	8.03E-13	1.07E-12	0.707	90	11.9	11.73	0.24
	2	4.98E-14	1.09E-12	8.07E-15	3.14E-12	2.62E-12	0.76	105	27.84		
	3	5.97E-15	3.16E-13	2.33E-15	9.18E-13	1.18E-12	0.753	107	11.56		
Zircon U-Th/He	1	9.07E-13	6.45E-12	4.77E-14	4.28E-12		0.813	125.2	115.23	123.77	9.82
	2	7.84E-13	4.77E-12	3.53E-14	4.19E-12		0.779	94.9	134.5		
	3	9.82E-13	6.66E-12	4.92E-14	4.96E-12		0.795	94.6	121.57		
	U/Th	206/208	rho	Error (%)	206Pb/2 38U	Error (%)	207Pb/2 35U	Sample	ı	J-Pb Age	
Zircon U-Pb	1.58	4.95	0.62	0.78	0.02111	1.33	0.1805	aa7-1	Intercepts at 179 ± 18 & 805 ± 830 Ma		
	0.61	1.9	0.59	0.66	0.01815	1.28	0.1525	sa7-2			
	0.97	3.04	0.58	1	0.03414	1.95	0.2485	sa12-1			
	1.06	3.33	0.54	1.11	0.03425	2.31	0.2529	sa12-2			
	0.79	2.49	0.6	1.26	0.03132	2.29	0.2264	##20-1			
					and the second sec						

جدول-۱) سنهای تبلور و سردشدگی U-Pb و Apatite U-Th/He و Zircon U-Th/He توده نفوذی لیسار. دما-زمان سنجیهای ZHe و AHe بصورت سه بخشی و در سه بلور متفاوت از یک نمونه انجام شده است و سن سنجی تبلور U-Pb بصورت اندازه گیری سری اورانیوم و در شش بلور مجزا انجام شده است.

U-Th سيستم -۲-۱-۲

با فهم و شناسایی بیشتر رفتار He در کانیهای مختلف، پیشرفت تکنیکهای آزمایشی جدید و تشخیص اهمیت آن در مسایل زمین-شناسی مختلف این روش پیشرفتهای قابل ملاحظهای نموده است (e.g., Ehlers and Farley, 2003). این روش در کانیهای مختلف آپاتیت، زیرکن و تیتانیت قابل اجرا میباشد. تمرکز بیشتر بر روی کانی آپاتیت از آن جهت صورت میگیرد که تمرکز هیلیوم در بلور در درجه حرارت ۷۰ تا ۷۵ درجه سانتیگراد صورت میگیرد (Wolf et al., 1996). در درجه حرارتهای بیشتر، پراکنش

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹ - ۰۲۱-۶۶۰۷۰

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

(Diffiusion) ، هیلیوم را سریعتر از نرخ تولید آن از بین میبرد. بنابراین این روش سردشدگی بخش بسیار بالاتری از پوسته را می-تواند ثبت نماید. در برخی از موارد حتی این روش میتواند در شناسایی زمان و نرخ حرکت گسلها نیز مورد استفاده قرار گیرد (Stockli and Farley, 2000; Ehlers et al., 2002). در مواردی که سردشدگی با سرعت بسیار بالایی انجام شود این روش در بین سایر روشهای دما-زمانسنجی بسیار کاربردی تر است.

سنسنجی U-Th/He برپایه رشد درونی ذرات α در نتیجه واپاشی سریهای U و Th میباشد. در مدت زمان t مقدار هیلیومی که در بلور تشکیل میشود برابر است با:

⁴He=8²³⁸U ($e^{\lambda 238t}$ -1) +7/137.88²³⁸U ($e^{\lambda 235t}$ -1) +6²³²Th ($e^{\lambda 232t}$ -1)

از آنجایی که He³ ²³⁵U ²³⁸U ²³⁸U و Th و ²³²Th اتمهای زمان حاضر هستند و λهای مربوط به هریک از آنها نیز به ترتیب نرخ واپاشی آنها را نشان میدهد لذا t مدت زمان تمرکز و یا سن هیلیوم است. اندازه گیری ایزوتوپهای والد و دختر نشان دهنده زمان بسته شدن سیستم است البته با فرض اینکه انکلوزیونهایی از کانیهای دیگر در بلور نباشد (House et al., 1998). هیچ محدودیتی در بازه زمانی که این روش ارائه می نماید وجود ندارد و سن های بدست آمده از چندصد هزار سال (آتشفشانهای جوان) تا ۴/۵ میلیارد سال (یک نمونه شهاب سنگ) ارئه شده است. انکلوزیونهایی از کانیهایی که تمرکز U و Th در آنها بالا است مثل زیرکن و تیتانیت در داخل آپاتیت می تواند سنهای هیلیومی را ارایه نماید که بسیار قدیمی تر از سن سرشدگی واقعی می باشد (Farley et al., 2001; Reiners et al, 2002; Farley, 2002). بنابراین کیفیت بلورهای آپاتیت از نظر وجود انکلوزیونهای کانیهای دیگر در آنها در سنهای سردشدگی بدست آمده بسیار مهم میباشد. عناصر U و Th موجود در بلور آپاتیت ذرات α تولید می کنند که به فاصله ۲۰ میکرومتر در داخل شبکه بلور طی مسیر مینماید. در بعضی از موارد این ذرات α ممکن است که ازشبکه بلور خارج و یا از بلورهای مجاور وارد شبکه بلوری آپاتیت شوند. در صورتی که این اثر خنثی نشود، جابجایی ذرات α می تواند باعث دهها درصد خطا در سنهای سردشدگی هیلیوم بدست آمده شود (Farley et al., 2000). دو عامل اساسی نسبت بین سطح به حجم بلور آپاتیت و توزیع اتمهای والد نسبت به سطح بلور کنترل کننده بزرگی انتشار ذرات α هستند. مهمترین کاربرد روش AHe در تخمین تاریخچه سردشدگی است که نیازمند دانش دقیق و صحیح از قابلیت انتشار هیلیوم است. آزمایشهای حراردتدهی مرحلهای که در آن نرخ از دست دادن هیلیوم بصورت تابعی از درجه حرارت اندازه گیری می شود اطلاعات لازم را در اختیار قرار می دهد. در تمامی آپاتیتهایی که تاکنون مورد مطالعه واقع شده است از دست دادن هیلیوم بصورت همساز با انتشار حجمی فعال شده با درجه حرارت بوده است (Zietler et al., 1987; Wolf et al., 1996). با فرضهای کاملاً ساده این اطلاعات قابل تبدیل به ثابت انتشار و سپس به پارامترهای جنبشی خواهد بود که قابلیت انتشار را بصورت تابعی از درجه حرارت توصیف می نمایند (Ehlers and Farley, 2003). دادههای باکیفیت محدود از انتشار، نشان دهنده آن است که درجه حرارت بستگی سیستم AHe با فرض نرخ سردشدگی ۱۰ درجه سانتیگراد در میلیون سال بین ۶۰ تا ۷۵ درجه سانتیگراد قابل تغییر میباشد. شواهد بسیار زیادی در طبیعت این محدوده درجه حرارت را تقویت مىنمايند (Stockli et al., 2000; Dadson, 1973). درجه حرارت بستگى در سيستم AHe با تغيير تركيب شيميايي بلور چندان تغيير نمي يابد ولي اندازه بلور در آن موثر است. به عنوان مثال تغيير قطر بلور از ٥٠ تا ١٥٠ باعث افزايش درجه حرارت بستگي در حدود ۱۰ درجه سانتیگراد می شود (Ehlers and Farley, 2003). در کل هرچقدر نرخ سردشدگی در منطقهای کمتر باشد سن هیلیوم

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۹۹–۰۲۱ www.gsi.ir

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

بدست آمده بسیار نسبت به عوامل کنترل کننده از دست دادن هیلیوم همچون اندازه بلور، منطقهبندی بلور و تغییرات پارامترهای جنبشی حساس خواهد بود (Ehlers and Farley, 2003).

اگرچه آپاتیت بوفور ممکن است در جایی پیدا شود ولی شرایط توصیف شده در بالا حاکی از آن است که تنها بلورهای خاصی پتانسیل سنسنجی هیلیوم را دارا می باشند. یکی از مهمترین فاکتورها در این میان که کنترل کننده فرار ذرات α از بلور می باشد اندازه قطر بلورها است که باید بزرگتر از ۷۵ میکرومتر باشد. سنگهای آذرین گرانیتوئیدی دانه درشت و یا معادلهای کمتر دگر گون شده آنها معمولاً بلورهای آپاتیت شکل دار با انکلوزیون کم را ارایه می نمایند. گنیسها نیز بلورهای آپاتیت خوبی جهت این نوع سن-سنجی دارند ولی معمولاً بلورهای آپاتیت شکل دار با انکلوزیون کم را ارایه می نمایند. گنیسها نیز بلورهای آپاتیت خوبی جهت این نوع سن-می باشند. برای تمامی این لیتولوژی ها اغلب بین ۵ تا ۱۵ کیلوگرم نمونه سنگی سالم و هوانزده مورد نیاز می باشد (Ehlers and می باشند. برای تمامی این لیتولوژی ها اغلب بین ۵ تا ۱۵ کیلوگرم نمونه سنگی سالم و هوانزده مورد نیاز می باشد (Farley 2003 جدا شود چندین مرحله خردایش، دانه بندی و شستشو انجام شده است. برداشت شده پس از خردایش، دانه بندی و شستشوی اولیه توسط مایعات سنگین مجموعه کانیهای مغناطیسی، زیر کن و آپاتیت آنها جدا شده است. مراحل نهایی جداسازی آپاتیتها و زیر کنها و طبق روش اشاره شده در بخش قبل در آزمایشگاه جداسازی دانشگاه توبینگن صورت گرفته است. از میان کل بلورهای موجود آپاتیتها و زیر کونهای شکل دار جداسازی شده است.

در مورد زیر کونها تنها شکل دار بودن و اندازه بلورها در نظر گرفته شده و بلورهای با قطر بیشتر از ۹۰ میکرون جدا شده است. اما در مورد آپاتیتها علاوه بر شکل و اندازه عدم وجود انکلوزیون هم درنظر گرفته شده تا از خطای ناشی از جایگیری هیلیوم اضافی در طی واپاشی دوری شود. جداسازی و مطالعه بلورها در نور متفاطع میکروسکوپ بینو کولار با بزرگنمایی 160X انجام شده است. اندازه بلورها به منظور محاسبه فاکتور پر تاب ۹ به دقت اندازه گیری شده است. از هر نمونه حداقل ۳ بلور جهت تعیین سن جداسازی منه هده است. پس از جداسازی نمونهها در لوله های نیوبیوم (Nb) بسته بندی شده است. از هر نمونه حداقل ۳ بلور جهت تعیین سن جداسازی منه است. پس از جداسازی نمونه ها در لوله های نیوبیوم (Nb) بسته بندی شده است. از هر نمونه حداقل ۳ بلور جهت تعیین سن جداسازی می شده است. پس از جداسازی نمونه ها در لوله های نیوبیوم (Nb) بسته بندی شده و جهت جداسازی و اندازه گیری هیلیوم آنها آماده می شوند. جداسازی و اندازه گیری ا ⁴ با استفاده از خط لیزر Nb) بسته بندی شده و جهت جداسازی و اندازه گیری ها ⁴ با استفاده از خط لیز (Nb) بسته بندی شده و جهت جداسازی و اندازه گیری ما ⁴ با استفاده از خط لیز (Nb) بسته بندی شده و جهت جداسازی و اندازه گیری ما ⁴ با استفاده از خط لیز (Nb) بسته بندی شکاه توبینگن انجام شده است. در مورد زیر کونها مدت می شوند. جداسازی طولانی تر (Pb) ساحت و شار قرار گرفته و Pb) آنها جداسازی شده است. در مورد زیر کونها مدت زمان جداساز قرار گرفته و Pb آنها جداسازی شده است. در مورد زیر کونها مدت زمان جریا تر را Pb) بوده است. هیلیوم آزاد شده توسط Pb ³ توسط Pb ³ توسط Pb ⁴ توسط Pb ³ توبیا تر قرار آز Pb) بوده است. هیلیوم آزاد شده توست. در مورد زیر کونها مداده شده و نسبت بین Pb) و اندازه ⁴ باین را Pb از Pb) بوده است. مرا Pb Pb توسط طیف سنج جرمی چهارقطبی اندازه گیری شده است. نیس زا در Pb) مده و در بوده ار و اندازه گیری مرحله آز را Pb) مرحل از Pb) مده و نمود ای Pb Pb و Pb Pb توسط Pb) و در تایز Pb Pb و Pb) و Pb Pb و Pb) و اندازه گیری مرحله آز را Pb) مده و تایر را Pb) مده و حراری Pb) مده و حراری Pb) مده و حرار Pb) مده و در Pb) مده و حرار Pb) مده و حرار Pb) مده و حرار Pb) مده و Pb) مده و حرار Pb) مده و حرار Pb) مده و حرار Pb) مده و Pb) مده و Pb) مده و Pb) مده و ح

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹ - ۰۲۱ www.gsi.ir

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

۲-۲- مدلسازی حرارتی معکوس از سردشدگی ماگماتیک و فرآیشی توده نفوذیلیسار

4DTHERM مدل دوبعدی استفاده شده در این مقاله یک روش حل تفاضل محدود (2D Finite difference Model) به اسم Fu et al., 2003 با اصلاح پاره 1.2 است که در سال ۲۰۰۳ توسط 2003 Fu et al., 2003 ارایه شده و در ادامه در سال ۲۰۰۵ توسط 2005 Ker متر و با توجه به ای از نقایص اولیه بهبود یافته است. دامنه حل مسئله در این مطالعه ۲۴۰ ۲۴۰ عنصر و اندازه هر عنصر ۳۰ ۲۰۰ متر و با توجه به تخمینی که از توده نفوذی لیسار انجام شده در نظر گرفته شده است. بالاترین درجه حرارت بستگی در این مدل ۹۰۰ درجه سانتی گراد و در ارتباط با سیستم U-Pb در زیر کون در نظر گرفته شده است و درجه حرارت اولیه توده در زمان شروع تبلور ۸۰۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شده است.

۲-۲-۱ سردشدگی ماگماتیک توده نفوذی لیسار

همانطور که اشاره شد روند سردشدگی یک توده نفوذی شامل سردشدگی ماگماتیک و سردشدگی فرآیشی می باشد. سردشدگی ماگمایی در ارتباط با سردشدگی توده از زمان جایگیری آن تا درجه حرارتی برابر و یا حداکثر ۱ درجه سانتی گراد بالاتر از سنگ در برگیرنده با شرایط گرادیان زمین گرمایی عادی می باشد. سردشدگی فرآیشی توده نفوذی نیز بلافاصله بعد از سردشدگی ماگماتیک و در طی فرآیندای برخاستگی و فرسایش شروع می شود. از مجموع فاکتورهای کنترل کننده سردشدگی ماگماتیک انتقال حرارتی آن با سنگ دربرگیرنده (Conduction)، انتقال حرارتی داخلی توده (convection) و تاثیر جریانات آبهای زیرزمینی توده نفوذی و واحدهای سنگی مجاور توده مقادیر آنها در مدل اعمال شده است. نتایج مدل نشان دهنده آن است بلافاصله بعد از نفوذ در نتیجه انتقال حرارتی داخلی تغییراتی در ایزوترمهای حرارتی ایجاد می شود. این تغییرات هم موقعیت زمین شناسی، جنس نفوذ در نتیجه انتقال حرارتی داخلی تغییراتی در ایزوترمهای حرارتی ایجاد می شود. این تغییرات هم در داخل توده قال دهنده آن است بلافاصله بعد از نفوذ در نتیجه انتقال حرارتی داخلی تغییراتی در ایزوترمهای حرارتی ایجاد می شود. این تغییرات هم در داخل توده قوذی و هم مال دهنده آن است بلافاصله بعد از نفوذ در نتیجه انتقال حرارتی داخلی تغییراتی در ایزوترمهای حرارتی ایجاد می شود. این تغییرات هم در داخل توده نفوذی و هم سنگ در بر گیرنده قابل مشاهده می باشد (شکل-۴ و جدول-۲).

شکل-۴) نتیجه مدلسازی در گامه اول توده نفوذی لیسار. الگوی توزیع ایزوترم در توده نفوذی و سنگ در برگیرنده در اولین مرحله از سردشدگی و تبادل حرارتی توده و سنگ مجاور.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹ - ۲۱-۶۶۰۷

عمده ترین تغییرات حرارتی در داخل تود صورت می گیرد که ناشی از انتقال حرارتی و همرفت داخل توده می باشد. به تدریج گرادین زمین گرمایی در حاشیه توده و بویژه بخش بالایی آن دچار تغییراتی می شود تا اینکه پس از گذشت حدود ۱۵۰۰۰ سال سیستم Zircon U-Pb بسته شده وتبلور و سردشدگی سریع توده آغاز می گردد که در این زمان فرم قارچی شکل ایزوترمهای حرارتی در بالای توده تکامل یافته است (شکل–۵ و جدول–۲).

شکل-۵) نتیجه مدلسازی در گامه ۱۵۰ توده نفوذی لیسار. الگوی توزیع ایزوترم در توده نفوذی و سنگ در برگیرنده ۱۵۰۰۰ سال پس از آغاز سردشدگی و تبادل حرارتی توده و سنگ مجاور.

روند سردشدگی سریع توده به شدت و با بیشینه نرخ ۲۴۳۷۳/۳ درجه در میلیون سال و کمینه نرخ ۱۴۵۹۹/۹ درجه در میلیون سال و به مدت ۷۵۰۰۰۰ سال ادامه می یابد تا اینکه در ۱۷۸/۰۶ میلیون سال پیش توده در حد سنگ مجاور خود (۲۶۲/۹ درجه سانتیگراد) سرد شده و با آن هم دما می شود (شکل-۶ و جدول-۲). در این مرحله سردشدگی ماگماتیک توده متوقف و سردشدگی فرآیشی آن آغاز می گردد.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۹۹ - ۰۲۱ www.gsi.ir

شکل-۶) نتیجه مدلسازی در گامه ۱۴۰۲ توده نفوذی لیسار. الگوی توزیع ایزوترم در توده نفوذی و سنگ در برگیرنده در در زمان تعادل حرارتی توده و سنگ مجاور.

۲-۲-۲- سردشدگی فرآیشی توده نفوذی لیسار با توجه به رخنمون سطحی آن در مجاورت و در فرادیواره گسل راندگی بغروف داغ و روند سردشدگی فرآیشی توده نفوذی لیسار با توجه به رخنمون سطحی آن در مجاورت و در فرادیواره گسل راندگی بغروف داغ و همچنین پوشیدگی آن بصورت ناپیوستگی آذرین پی توسط کنگلومرای کرتاسه نشان از دو مرحله رخنمون در سطح می باشد که این مسئله روند تفسیر سردشدگی فرآیشی آن را مشکل می نماید. در مجموع نتایج مدلسازی حاکی از آن است که تود نفوذی پس از تعادل حرارت با سنگ در برگیرنده روند سردشدگی فرآیشی آن را مشکل می نماید. در مجموع نتایج مدلسازی حاکی از آن است که تود نفوذی پس از تعادل حرارت با سنگ در برگیرنده روند سردشدگی ملایم و با نرخ ۱/۴۴ درجه سانتیگراد در میلیون سال را پشت سر گذاشته است (شکل–۷و جدول–۲). این روند سردشدگی توده تا ۲/۶ میلیون سال پیش ادامه داشته و در این زمان توده نفوذی با درجه حرارت حدود ۳۶ درجه سانتیگراد در نتیجه فرسایش سنگ در برگیرنده روند سردشدگی توده تا ۲/۶ میلیون سال پیش ادامه داشته و در این زمان توده نفوذی با درجه حرارت جدود حا۲ در خان سردشدگی توده تا ۲/۶ میلیون سال پیش ادامه داشته و در این زمان توده نفوذی با درجه حرارت حدود ۳۶ درجه سانتیگراد در نیوزمان توده نفوذی با درجه حرارت حدود ۳۶ در و جدود تا ۲/۶ میلیون سال پیش ادامه داشته و در این زمان توده نفوذی با درجه حرارت حدود تا و درجه سایش سنگ در برگیرنده در سطح رخنمون یافته است. ادامه فرآیش و فرسوده شدن حرارت حدود ۳۶ درجه سانتیگراد در نتیجه فرسایش سنگ در برگیرنده در سطح رخنمون یافته است. ادمام و در بخش تفیسی توده نفوذی و با نرخ فرسایش ۲/۰ میلیمتر در سال سبب فرسایش ۱۰/۲ کیلومتر از توده نفوذی و رخمون بخشهای عمیق آن شده است (شکل–۷ و جدول–۲). در ادامه و در بخش تفسیر زمین شناسی این روند سردشدگی با شرایط زمین شناسی و بویژه گسلهای ایم روند سردشدگی و شره می میگیرد.

Key parameter	Value	
Depth of emplacement	5000	
Age of Emplacement (M	179.1	
Age of Solidification (M	178.9	
Cooled Age (Ma)	178.1	
Exposure Age of (Ma)		6.3
Cooling rate (°C/Mo)	Magmatic Cooling	991.3
	Exhumation Cooling	1.45
Erocion roto (mm/ur)	Country rock	0.03
Erosion rate (mm/yr)	Intrusive body	0.2

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷٬۰۵۹ - ۲۱-۶۶۰۷

جدول-۲) نتایج کلی مدلسازی حرارتی معکوس توده نفوذی لیسار در شمال غرب ایران

اصلي مستخرج از مدل است که در جدول شماره ۲ خلاصه شده است.

\$\$\$\$

بحث و نتیجه گیری :

سن جایگیری توده نفوذی لیسار و موقعیت آن در کنار مجموعه دگر گونی رخنمون یافته در کوههای طالش نشان دهنده تشکیل آن در محیط برخورد قاره ای ناشی از رخداد کیمرین میانی است (,e.g., Zanchi et al., 2009, Zanchetta et al., 2009). پس از جایگیری توده نفوذی در ۱۷۹ میلیون سال پیش و سردشدگی سریع و ماگماتیک آن در طی ۷۵۰۰۰۰ سال این توده روند سردشدگی فرآیشی ملایم را تا کرتاسه بالایی پشت سر گذاشته است (شکل ۸ مراحل ۱ و ۲). پوشیدگی این توده نفوذی توسط کنگلومرای کرتاسه بالایی نشان دهنده اولین مرحله رخنمون آن در سطح در این زمان می باشد. با توجه به اینکه سن سردشدگی کنگلومرای کرتاسه بالایی نشان دهنده اولین مرحله رخنمون آن در سطح در این زمان می باشد. با توجه به اینکه سن سردشدگی درجه سانتیگراد است لذا با فرض گرادیان زمین گرمایی ۲۵ درجه سانتیگراد به ازای هر کیلومتر حدود ۱۰ کیلومتر بار رسوبی مورد نیاز است تا این سیستم بازسازی مجدد گردد که این میزان بار رسوبی پس از کرتاسه با توجه به شواهد زمین شناسی موجود در کوههای طالش موجود نمی باشد (2013, 2013). بنابراین سن HE بدست آمده از توده نفوذی در واقع نشان دهنده توره نفوذی لیسار قطعا نمی تواند می تر از تران آن در سود می باشد. بنابراین میتوان نتیجه گرفت که کنگلومرای کرفت که مراحی در واقع نشان دهنده توره نفوذی لیسار قطعا نمی تواند سن قدیمی تر از ۲۰ میلون سال (قاعده کرتاسه بالایی) داشته باشد.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۰۹ - ۰۲۱ www.gsi.ir Archive of SID

Intrusive

Image: Second State St

پس از کرتاسه توده نفوذی در زیر مجموعه واحدهای پس از کرتاسه پایانی دفن و مجدداً در سنوزوییک پایانی در نتیجه تجدید فعالیت گسلهای اصلی کوههای طالش (گسل بغروف داغ) در سطح رخنمون یافته است (شکل ۸ مرحله ۳). این رخنمون در سطح توده نفوذی و نرخ آن در سیستم با درجه حرارت پایین تر (Apatite U-Th/He) به خوبی ثبت شده است. دفن مجدد توده نفوذی لیسار اگرچه تاثیری بر سنهای سردشدگی Zircon U-Ph و Zircon U-Ph مرتبط با روند طبیعی سرد شدن و فرآیش توده

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷۰۵۹۹۹ - ۰۲۱

WW1

TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

نفوذي نداشته اند ولي سن سردشدگي Apatite U-Th/He را با توجه به ينجره حرارتي كم (۷۵ درجه سانتيگراد) تحت تاثير قرار داده اند. به این معنی که سن ۱۱/۲ میلیون سال بدست آمده در سیستم AHe مربوط به روند تکامل و سردشدگی طبیعی قبل از کرتاسه پایانی توده نفوذی نمی باشد بلکه سن سردشدگی توده از عمق حدود ۴ کیلومتری تا سطح را پس از زمان دفن مجدد توده در زیر رسوبات پس از کرتاسه پایانی نشان می دهد. داده های دما زمان سنجی درحه حرارت پایین از کوههای طالش نشان دهنده آغاز سردشدگی در حدود ۲۳–۲۷ میلیون سال پیش و با نرخ آهسته در کوههای طالش است که در ادامه در ۱۲ میلیون سال پیش شدت گرفته و تا امروز ادامه یافته است (شکل ۸ مراحل ۴ و ۵) (Madanipour et al., 2013). این داده ها در تلفیق با مدسازی حرارتی بدست آمده از گرانیت لیسار نشان دهنده آن است که بخش عمده سردشدگی فرآیشی توده نفوذی لیسار از میوسن میانی به بعد اتفاق افتاده است. در طی این سردشدگی فرآیشی گسل از میوسن میانی که ناشی از حرکت راندگی گسل بغروف داغ بوده حدود ۴ کیلومتر بار برداری از روی توده نفوذی انجام شده تا اینکه توده نفوذی در سطح رخنمون یافته است (شکل ۸ مرحله ۵). ادامه حرکت گسل و همچنین فرسایش بیشتر توده سبب باربرداری حدود ۱ کیلومتری از توده نفوذی در طی ۶ میلیون سال اخیر شده است (شکل ۸ مر حله ۵).

0000000

References:

- Braun, J., 2006. Quantifying the effect of Recent relief changes on age-elevation relationships. Earth Planet Sci Lett 200(3-4):331-343.
- Dodson M. H., 1973. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. Contrib Mineral Petrol. 40, 259-274p.
- Ehlers TA, Armstrong PA, Chapman D., 2001. Normal fault thermal regimes and the interpretation of lowtemperature thermochronometers. Phys Earth Planet Interiors 126:179-194
- Ehlers T. A., and Farley K. A., 2003. Apatite (U-Th)/He thermochronometry: methods and applications to problems in tectonic and surface processes. Earth and Planetary Science Letters 206, 1-14p.
- Ehlers T. A., 2005. Crustal Thermal Processes and the Interpretation of Thermochronometer Data, Reviews in Mineralogy & Geochemistry Vol. 58, pp. 315-350, 2005.
- Farley K. A., 2000. Helium diffusion from apatite: General behavior as illustrated by Durango fluorapatite. Journal of Geophysical Research 105(B2), 2903-2914p.
- Farley K. A. and Stockli D.F., 2002. (U-Th)/He dating of phosphates: Apatite, monazite, and xenotime, in Phosphates: Geochemical, geobiological, and materials importance. Reviews in Mineralogy and Geochemistry 48, 559-577p.
- Fu, F., McInnes, F. A. I., Evans, A. J., Davies, P. J., 2010, Numerical modeling of magmatic-hydrothermal systems constrained by U–Th–Pb–He time-temperature histories, Journal of Geochemical Exploration.
- House M.A., Wernicke B.P., and Farley K.A., 1998. Dating topography of the Sierra Nevada, California, using apatite (U-Th)/He ages. Nature 396, 66-69p.
- Madanipour, S., Ehlers, T.A., Yassaghi, A., Rezaeian, M., Enkelmann, E and Bahroudi, A., 2013, Synchronous deformation on the orogenic plateau margins, insights from the Arabia-Eurasia collision, Tectonophysics, 608. 440-451.
- Reiners, PW., 2007. Thermochronologic Approaches to Paleotopography, Reviews in Mineralogy & Geochemistry Vol. 66, pp. 243-267, 2007
- Stockli D.F., Farley K., and Dumitru T.A., 2000. Calibration of the apatite (U-Th)/He thermochronometer on an exhumed fault block, White Mountains, California. Geology 28, 983-986p.
- Wolf R.A., Farley K.A., and Silver L.T., 1996. Helium diffusion and low-temperature thermochronometry of apatite. Geochiica et Cosmochimica Acta 60(21), 4231-4240p.
- Zancheta, S., Zanchi, A., Villa, I., Poli, S., Muttoni, G., 2009. The Shanderman eclogites: a Late Carboniferous highpressure event in the NW Talesh Mountains (NW Iran). In: Brunet, M.-F., Wilmsen, M. & Granath, J. W. (eds) South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications, 312, 57-78.

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور www.gsi.ir تلفن: ۲۱-۶۶۰۷۰۵۰۹

- Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghassemi, M., Sabouri, J., 2006. Inversion tectonics in central Alborz, Iran, J. Struct. Geol., 28, 2023-2037, doi: 10.1016/j.jsg.2006.06.020.
- Zanchi ,A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Garzanti, E., Molyneux, S., Nawab, A., Sabouri, J., 2009. The Eo-Cimmerian (Late? Triassic) orogeny in North Iran, In: Brunet, M.-F., Wilmsen, M. and Granath, J. W., 2009. South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications; v. 312; p. 31-55, doi:10.1144/SP312.3
- Zeitler PK, Johnson MN, Briggs ND, Naeser CW., 1986. Uplift history of the NW Himalaya as recorded by fission-track ages of detrital Siwalik zircons. In: Proceedings of the Symposium on Mesozoic and Cenozoic Geology. Jiqing H (ed) Geological Publishing House, Beijing, p 481-494

آدرس: میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تلفن: ۶۶۰۷٬۰۵۹ - ۶۲۱