

نام خانوادگی : اکبرزاده لاله	نام: موسی
عنوان پایان نامه : پتروگرافی و پترولوژی دایک لامپروفیری کوه گوی پشته (شمال غرب مراغه)	
اساتید راهنما : دکتر محسن موید - دکتر نصیر عامل	
استاد مشاور : دکتر احمد جهانگیری	
مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز دانشکده علوم طبیعی رشته زمین شناسی گرایش پترولوژی تعداد صفحات پایان نامه : ۱۰۷ صفحه تاریخ دفاع از پایان نامه: ۱۳۹۱/۸/۸	
واژه های کلیدی : دایک لامپروفیری، دیاباز، کالک آلکالن، کرسانتیت، کوه گوی پشته، محیط پس برخوردی	
<p>چکیده :</p> <p>منطقه مورد مطالعه در شمال غرب مراغه (کوه گوی پشته) به مختصات جغرافیایی $۱۰^{\circ} ۸' ۴۶''$ تا $۴۰^{\circ} ۱۱' ۴۰''$ طول شرقی و $۳۷^{\circ} ۲۵' ۳''$ تا $۳۷^{\circ} ۲۸' ۳۸''$ عرض شمالی واقع شده است. توده های نفوذی این منطقه دارای ترکیب سنگ شناسی لامپروفیری و دیابازی می باشند. دایک لامپروفیری در درون نهشته های رسوبی شمشک جایگیری کرده است. سن این توده ها با توجه به شواهد چینه شناسی احتمالاً سیمین پسین است. کانی های اصلی تشکیل دهنده دایک لامپروفیری شامل پلاژیوکلاز (آندزین - الیگوکلاز)، بیوتیت (استونیت)، فلوگوپیت، الیوین و کلینوپیروکسن (دیوپسید) می باشد و توده دیابازی شامل پیروکسن، الیوین و پلاژیوکلاز است. در مقاطع میکروسکوپی سنگ های لامپروفیری دارای بافت اوسلار هستند. در این دایک لامپروفیری متوسط ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن ها $En_{42.3}$, Wo_{46}, $Fs_{11.7}$ و متوسط ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازها $Ab_{51.74}$, $An_{30.92}$, $Or_{17.34}$ می باشد. با توجه به مشخصات کانی شناسی و شواهد ژئوشیمیایی، نمونه های لامپروفیری مطالعه شده از نوع کالک آلکالن و جزء کرسانتیت ها محسوب می شوند. نمودارهای عنکبوتی ترسیم شده برای نمونه های لامپروفیری نیز نشانگر غنی شدگی عناصر کمیاب خاکی سبک (LREE) و عناصر ناسازگار نسبت به عناصر کمیاب خاکی سنگین (HREE) می باشد. تشکیل ماگمای این سنگ ها از گوشته گارنت لرزولیت با نرخ ذوب بخشی کم می باشد. دایک لامپروفیری مورد مطالعه در یک محیط درون صفحه ای و در محیطهای کششی بعد از برخورد صفحات تشکیل شده است و احتمالاً در محل حوضه ها و گسیختگی های مرتبط با سیستم گسلی جایگیری کرده است.</p>	

فصل اول

پایه های بنیادی و نظری

۱-۱- لامپروفیر

واژه لامپروفیر، برای نخستین بار توسط Gumbel (1874) برای توصیف گروهی از سنگ های دایکی تیره رنگ که از بیوتیت غنی بوده اند بکار رفت. نام این سنگ از کلمه یونانی "لامپروس" (Lampros) به معنای "درخشان" یا براق گرفته شده است، که با حضور گسترده ورقه های براق بیوتیت در این سنگ ها مناسبت دارد.

Rosenbusch (1887) از لامپروفیرها به عنوان سنگ هایی یاد کرد که بر اساس خصوصیات صحرایی به آسانی می توان آن ها را شناخت. به عقیده وی لامپروفیرها توده های نفوذی کوچک و معمولاً دایکی شکل هستند که غالباً همراه با سنگ های دیوریتی و سینیتی دیده می شوند. در هر حال ترکیب کانی شناختی و شیمیایی غیر معمول لامپروفیرها باعث گردیده تا نام ها و تعابیر گسترده و در عین حال غیر ضروری برای آن ها به کار برده شود. به همین دلیل برخی از محققین (Rock, 1979; Streckeisen, 1980) به اصلاح و ساده سازی تعریف و نامگذاری لامپروفیرها مبادرت نمودند. بعقیده Streckeisen (1980) این سنگ ها، سنگ های عادی ولکانیک و یا پلوتونیک نیستند، بنابراین آن ها را کم و بیش بر اساس ترکیب کانی شناسی و بافت و تا حدودی بر پایه ترکیب شیمیایی از سایر گروه های سنگ های آذرین تشخیص می دهند.

۱-۱-۱- خصوصیات لامپروفیرها

- لامپروفیرها سنگ های پورفیری مزوکرات تا ملانوکرات بوده و بندرت اولترامافیک می باشند.
- اصولاً دارای بیوتیت - فلوگوپیت و یا آمفیبول و همچنین کلینو پیروکسن، الیوین و گهگاهی ملیت هستند.
- فلدسپارها یا فلدسپاتوئیدها در صورتی که موجود باشند خمیره سنگ را تشکیل می دهند.
- دگرسانی هیدروترمال الیوین، پیروکسن، بیوتیت - فلوگوپیت و پلاژیوکلاز در آن ها عادی است.
- حضور کلسیت، زئولیت و سایر کانیهای هیدروترمال بسیار رایج است.
- نسبت به درصد پایین SiO_2 ، از مقدار بالای K_2O یا (K_2O+Na_2O) برخوردارند.
- در مقایسه با سنگ های دارای میزان SiO_2 مشابه، لامپروفیرها از مقادیر بالایی از CO_2 ، H_2O ، S ، P_2O_5 و Ba برخوردار بوده بنابراین با فراوانی کانیهای آبدار، کربنات، سولفید، آپاتیت، و زئولیت مواجه هستیم.
- اکثر لامپروفیرها به صورت دایک و دیاترم یا گاهی به شکل گدازه دیده می شوند.

۱-۱-۲- تقسیم بندی لامپروفیرها

Streckeisen (1980) سه نوع اصلی لامپروفیر تشخیص داد:

الف) لامپروفیرهای کالک آلکالن

ب) لامپروفیرهای آلکالن

ج) لامپروفیرهای میلیتی

لامپروفیر کالک آلکالن را با عناوین لامپروفیر (به طور کلی) و لامپروفیرهای شوشونیتی می شناسند (Wimmenauer, 1973; Joplin, 1966). برخی از پترولوژیستها این سنگ ها را لامپروفیرهای عادی در نظر می گیرند.

لامپروفیرهای عادی عبارتند از مینت ها (Minettes)، وژزیت ها (Vogesites)، کرسانتیت ها (Kersantites) و اسپسارتیت ها (Spessartites). (Metais & Chayes (1963) در مورد ترکیب شیمیایی لامپروفیرها مطالعه دقیقی انجام داده اند (جدول ۱-۱) و نتیجه گرفته اند که از روی میانگین ترکیب شیمیایی نمی توان مینت ها، وژزیت ها، اسپسارتیت ها و کرسانتیت ها را از هم مجزا نمود. ترکیب شیمیایی مینت ها در مقایسه، بیشتر شبیه لوسیت تفریت ها و لوسیت تفریت های فنولیتی است تا بازالت های آلکالن. معمولاً لامپروفیرهای عادی با سنگ های اپی زون گرانیتی، سینیتی و مونزونیتی همراهند و گهگاهی با سنگهای مجموعه کربناتیت آلکالن نیز دیده می شوند (Heinrich, 1966).

جدول (۱-۱) ترکیب شیمیایی لامپروفیرهای معمولی و آلکالن (Metais & Chayes, 1963).

	لامپروفیرهای معمولی				لامپروفیرهای آلکالن	
	می نت	وژزیت	کرسانتیت	اسپسارتیت	کامپتونیت	مونشی کیت
SiO ₂	۵۱/۱۷	۵۱/۱۳	۵۱/۸۰	۵۲/۳۷	۴۴/۶۷	۴۰/۶۸
Al ₂ O ₃	۱۳/۸۷	۱۴/۳۵	۱۴/۸۴	۱۵/۴۴	۱۴/۳۵	۱۳/۲۰
Fe ₂ O ₃	۳/۲۷	۳/۶۳	۳/۰۳	۳/۲۷	۴/۵۰	۴/۸۷
FeO	۴/۱۶	۴/۷۴	۵/۳۲	۵/۳۵	۷/۱۹	۶/۴۷
MgO	۶/۹۱	۶/۸۴	۶/۲۹	۶/۲۷	۷/۰۲	۹/۱۷
CaO	۶/۵۸	۷/۰۵	۶/۲۴	۷/۳۶	۹/۴۵	۱۱/۰۲
Na ₂ O	۲/۱۲	۳/۰۰	۲/۹۸	۳/۳۰	۲/۹۹	۳/۰۶
K ₂ O	۵/۴۹	۳/۸۱	۳/۶۸	۲/۵۴	۱/۹۱	۲/۱۶
TiO ₂	۱/۳۶	۱/۴۴	۱/۳۲	۱/۳۱	۲/۴۶	۲/۳۴
CO ₂	۱/۳۰	۰/۷۴	۱/۱۴	۰/۴۱	۱/۵۸	۱/۳۸
H ₂ O	۲/۴۲	۲/۶۲	۲/۵۶	۲/۳۶	۳/۱۲	۳/۵۲
تعداد تجزیه	۶۴	۳۰	۹۵	۴۵	۷۸	۶۱

وابستگی بین لامپروفیرهای عادی با لامپروفیرهای آلکالن و لامپروفیرهای ملیلیتی در مرحله آخر اهمیت قرار دارد.

گروه چهار گانه لامپروفیرهای عادی را با استفاده از داده های مودال به راحتی طبقه بندی می کنند. کانیهای مشخصی که در این سنگها وجود دارند معمولاً فلدسپار پتاسیم، پلاژیوکلاز (الیگوکلاز یا آندزین)، بیوتیت - فلوگوپیت، اوژیت (معمولاً دیوپسیدی)، آمفیبول (عموماً هورنبلند یا کرسوتیت)، الیوین، کوارتز، آپاتیت، اکسیدهای آهن - تیتان و کلسیت می باشند.

در مینت کانی های اصلی عبارتند از فلدسپار آلکالن، بیوتیت - فلوگوپیت و اوژیت، در کرسانتیت پلاژیوکلاز، بیوتیت - فلوگوپیت و اوژیت، در وژزیت آلکالی فلدسپار، هورنبلند و اوژیت و در اسپسارتیت پلاژیوکلاز، هورنبلند و اوژیت می باشند.

معمولاً لامپروفیرهای آلکالن و لامپروفیرهای ملیلیتی را باهم مورد مطالعه قرار می دهند. زیرا هر دو گروه دارای سنگ های آلکالن بوده و معمولاً با مجموعه های آلکالن و سنگ های سری کربناتیت - نفلین - ایزولیت همراهند. به نظر (Sterckeisen 1980) لامپروفیرهای آلکالن معمولی کامپتونیت، سانائیت و مونشیکیت می باشند و از نظر شیمیایی به بازالتهای آلکالن، بازائیت ها و نفلینیت ها منسوب هستند.

کامپتونیت، مشخصاً از آمفیبول (عموماً بارکویکیت و یا کرسوتیت)، تیتان اوژیت آلومینیم دار، الیوین و یا بیوتیت - فلوگوپیت (عموماً غنی از Ti) ترکیب یافته است. این کانیها در زمینه ای از پلاژیوکلاز (معمولاً لابرادوریت)، آمفیبول و پیروکسن همراه با مقادیر کمتری فلدسپار آلکالن، فلدسپاتوئید، آپاتیت، اکسیدهای آهن - تیتان، زئولیت و کانیهای کربناته قرار دارند.

ترکیب مودال سانائیت تا حد زیادی شبیه کامپتونیت است، فقط به جای پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم دارد.

در مونشیکیت تیتان اوژیت آلومینیم دار، آمفیبول (عموماً آمفیبول بارکویکیت یا کرسوتیت)، بیوتیت - فلوگوپیت و غالباً الیوین وجود دارد که در یک زمینه ایزوتروپ و بی رنگ از شیشه (با ترکیب بالقوه پلاژیوکلاز + نفلین)، آنالسیم یا نفلین و واجد میکروولیت های پیروکسن، آمفیبول، اکسیدهای آهن - تیتان، آپاتیت، زئولیت و کانیهای کربناته قرار دارند.

لامپروفیرهای ملیلیتی عبارتند از آلنوئیت و پولزنیت.

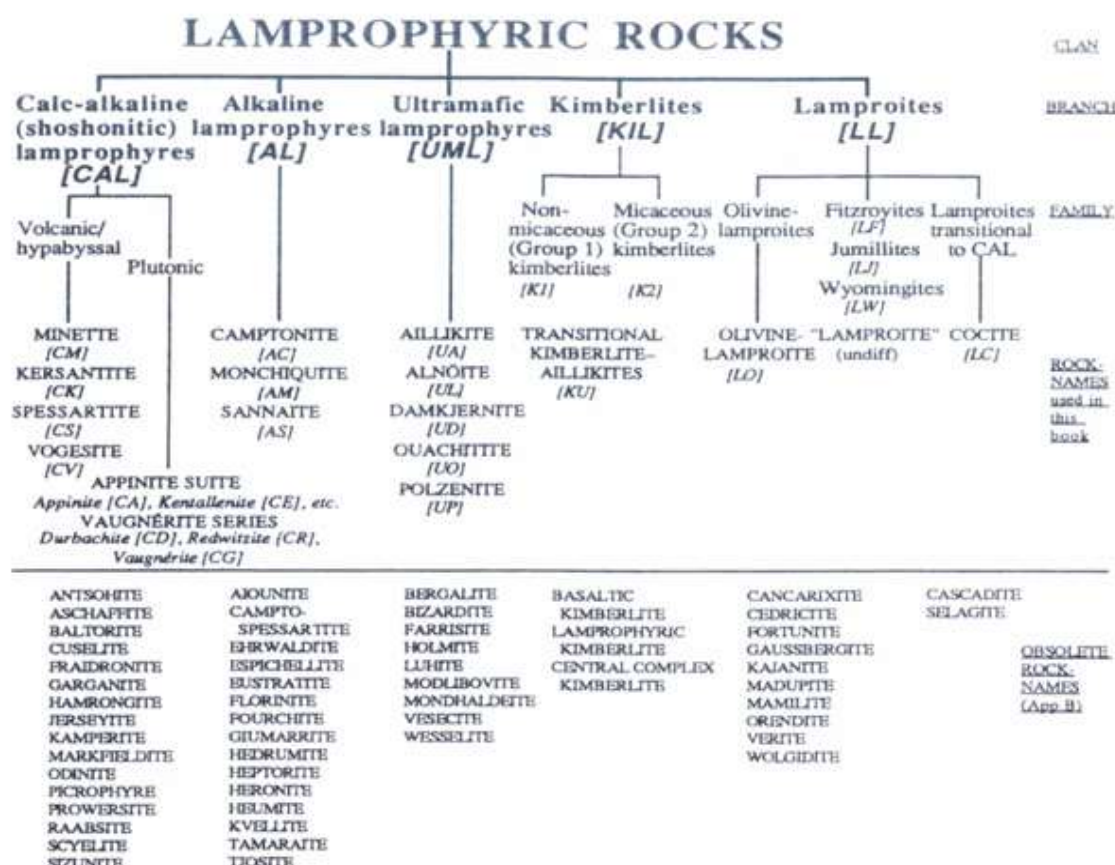
آلنوئیت یک لامپروفیر ملیلیتی اولترامافیک است که عموماً از ملیلیت و بیوتیت - فلوگوپیت همراه با مقادیر کمی کلینوپیروکسن، الیوین، کانیهای کربناته، پروسکیت، آپاتیت، نفلین، مونتی سیلیت، اکسیدهای آهن - تیتان و گارنت ملانیت تشکیل شده است.

پولزیت نیز یک لامپروفیر میلیتی است که بین ۱۰-۳۰ درصد فلدسپاتوئید (اصولاً نفلین و هائوئین) دارد و در حالت معمولی کانیهای آن با آلنوئیت مشابه می باشد، یعنی شامل میلیت، بیوتیت-فلوگوپیت و یک کانی فلدسپاتوئید که از کانیهای اصلی به شمار می آید، می باشند.

بر خلاف رده بندی مصنوعی لامپروفیرها که عمدتاً نامگذاری گروههای مختلف سنگی این گروه بر پایه مکانهای رخمون آنها استوار بوده، تحقیقات و مطالعات جدید بخصوص مطالعات (Rock 1981) در خصوص لامپروفیرها نشان می دهد که می توان لامپروفیرها را در پنج دسته کلی رده بندی نمود (جدول ۱-۲) که عبارتند از:

الف- لامپروفیرهای کالک آلکان (CAL) ، ب- لامپروفیرهای آلکان (AL) ، ج- لامپروفیرهای اولترامافیک (UML) ، د- کیمبرلیت ها (KIL) ، و- لامپروفیرها (LL)

جدول (۱-۲) رده بندی سنگ های لامپروفیری و گروه های اصلی لامپروفیر (Rock, 1981).



رده بندی دیگری از لامپروفیرها از LeMaitre (1989) در جدول (۱-۳) و (Rock 1987) در شکل (۱-۱) و جدول (۱-۴) آورده شده است.

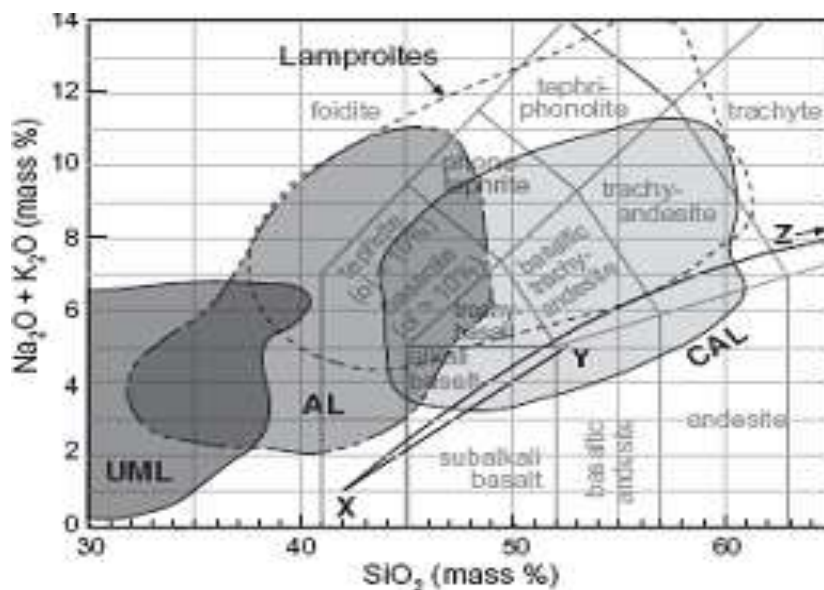
جدول (۱-۳) رده بندی کنونی لامپروفیرها (LeMaitre (1989)

کانیهای روشن			کانیهای مافیک عمده		
فلدسپار	فوئید	بیوتیت، اوزیت دیوپسیدی (الیون)	هورنبلند، اوزیت دیوپسیدی (الیون)	آمفیبول (از نوع بارکوکیت یا کرسوتیت)، اوزیت تیتان دار، الیون و بیوتیت	ملیلیت، بیوتیت، اوزیت تیتان دار، الیون، کلسیت
Or>Pl	-	مینت	ووژزیت	-	-
Pl>Or	-	کرسانتیت	اسپسارتیت	-	-
Or>Pl	Feld>Foid	-	-	سانائیت	-
Pl>Or	Feld>Foid	-	-	کامپتونیت	-
-	شیشه یا Foid	-	-	مونشی کیت	پولزیت
-	-	-	-	-	آلنویت

Or=آلکالی فلدسپار، Pl=پلاژیوکلاز، Feld=فلدسپار و Foid=فلدسپاتوئید.

جدول (۱-۴) گروه نامهای لامپروفیری از سنگ ها (Rock (1987)

Group	Lamprophyre name	Main phenocryst minerals	Felsic mins in groundmass
CAL	minette	biotite > hornblende	alkali feldspar > plag
	vogesite	hornblende > biotite	alkali feldspar > plag
	kersantite	biotite > hornblende	plag > alkali feldspar
	spessartite	hornblende > biotite	plag > alkali feldspar
AL	sannaite	kaersutite ± Ti-augite	(alkali fsp > plag) > foid
	camptonite	kaersutite ± Ti-augite	(plag > alkali fsp) > foid
	monchiquite	kaersutite ± Ti-augite	analcite ± glass
UML	alnoite	phlog ± olivine ± augite	melilite ± perovskite ± calcite
	aillikite	oliv ± HCP ± amph ± phlog	calcite ± perovskite
	dankjernite'	biotite ± Ti-augite	nepheline ± calcite ± alk fsp



شکل (۱-۱)

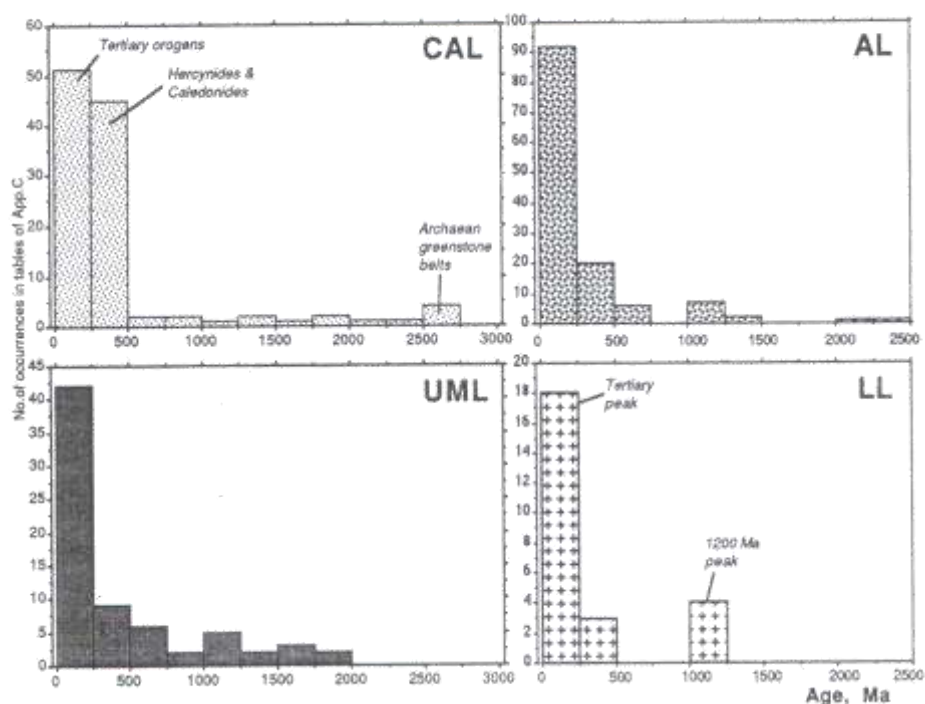
ترکیب میدانی لامپروفیرهای الترامافیک (UML) و لامپروفیرهای آلكالن (AL) و لامپروفیرهای کالک آلكالن (CAL) در نمودار TAS و IUGS نشان داده شده است (Rock (1991).

- (i) لامپروفیرها عموماً ترکیب آلكالن دارند.
- (ii) بین گستره گروههای لامپروفیری همپوشانی وجود دارد.
- (iii) در فضای نمودار TAS بین لامپروئیت ها و دیگر سنگ های آذرین همپوشانی وجود دارد.

۱-۱-۳- گسترش زمانی و محیط تکتونیکی لامپروفیرها

از نظر زمانی لامپروفیرها در گستره وسیعی از زمان جایگیری کرده اند که مشخصات زمانی آنها در هیستوگرام زیر خلاصه شده است.

لامپروفیر های کالک آلكالن محدوده سنی ۲/۷ میلیارد سال تا عهد حاضر را در بر می گیرند، لامپروفیرهای آلكالن از ۲ میلیارد سال تا عهد حاضر را شامل می شوند، لامپروفیرهای اولترامافیک از ۱/۹ میلیارد سال تا پلیستوسن را شامل می گردند، لامپروفیرهای کیمبرلیتی محدوده زمانی از ۱/۶ میلیارد سال تا ترشیری را در بر می گیرند، لامپروفیرهای لامپروئیتی محدوده سنی ۱/۳ میلیارد سال تا عهد حاضر را در بر می گیرند، (شکل ۱-۲).



شکل (۱-۲) گسترش زمانی تیپ های مختلف لامپروفیری (Rock (1991).

۱-۴-۱-۱- اختصاات ماکروسکوپی و کانی شناسی لامپروفیرها

تقریباً همه لامپروفیرها به فرم دایک، پایپ ها، سیل ها و ورقه ها و پرکننده شکاف ها رخنمون دارند و به علت تفاوت زمانی رخداد، نشان دهنده رخساره متفاوتی از یک رویداد ماگمایی هستند (Mitchell, 1986). دایک ها و سیل ها دارای عرضی حدود ۰/۱ تا ۵ متر بوده و ندرتاً دارای عرضی متجاوز از ۱۰ متر می باشند. در صورتی که پایپ ها و دیاترم ها معمولاً ده ها صدها و حداکثر چند هزار متر هستند. نسبت ماگمای موجود در دایک ها و سیل ها دو برابر پایپ ها بوده و رگه ها احتمالاً در انواع لامپروفیری به ترتیب زیر کاهش می یابد:

$$CAL > AL > LL > UML = KIL$$

لامپروفیرهای تیپ CAL به صورت دایک یا سیل می باشند. در صورتی که انواع UML و KIL به صورت پایپ ها یا دودکش مانند تظاهر می کنند. با توجه به اینکه اغلب لامپروفیرها دایک مانند هستند، در اثر فرسایش به صورت شکاف های قائم و یا برجستگی های دیواره مانند رخنمون دارند. در مناطقی که لامپروفیرها به همراه دایک های بازالتی رخنمون دارند، برخی از نکات زیر آن ها را از دایک های بازالتی متمایز می کنند:

الف- بافت سنگ: بافت سنگ در لامپروفیرها کاملاً پورفیری با ذرات کوچک سیاه تا خاکستری و با ماتریکس دانه ریز تا متوسط بوده و فنوکریستالهای آن ورقه های بیوتیت یا کانی مافیک دیگر است. در صورتی که در بازالت ها درشت بلورهای پلاژیوکلاز و ماتریکس سبز رنگ شاخص است.

ب- خصوصیات درز و شکاف: سیستم درز و شکاف در لامپروفیرها عمدتاً بی قاعده است.

ج- پهنا: لامپروفیرها در حالت کلی عرضی بوده و تغییر پذیری بیشتری در قطعات منحصر به فرد دارند و نسبت درازا به پهنای آن ها اساساً بیشتر از دایک های بازالتی است.

د- حاشیه های مژرس: دایک های لامپروفیری نازک، برآمده و مخروطی اند و با اشکال بی قاعده، سرپانتینی شدن و یا شاخه شاخه شدن بی نظم و تفکیک به قطعات جداگانه را منعکس می کنند و تنوعات در طول یک مرز معمولاً نسبت به حاشیه های دیگر متفاوت است و دارای مرزهای بی قاعده و مژرس می باشند. در صورتی که بازالت ها و دایک های بازالتی دارای حواشی و مرزهای مستقیم بوده و به صورت منحنی یکنواخت و یا شاخه های با قاعده هستند.

ر- حواشی سرد: این حواشی در لامپروفیرها نسبت به بازالت ها نادرترند.

ز- هوازدگی: هوازدگی پوست پیازی اغلب در لامپروفیرها به چشم می خورد و سرانجام پیکره لامپروفیرها به خاک قرمز و قهوه ای خوش رنگ منتهی می گردد که معمولاً دارای تالو کریستالهای بیوتیت یا هورنبلند است. در برخی نواحی از این خاک برای پی جویی پیکره ی لامپروفیرها استفاده می شود.

بررسی تیپ های مختلف لامپروفیری در دیاگرام TAS نشان می دهد که تیپ کالک آلکالن عموماً در محدوده سنگ بازالتی، آندزیتی و تراکی آندزیتی قرار می گیرد. تیپ آلکالن در محدوده بازانیت و فوئیدیت، تیپ های اولترامافیک و کیمبرلیتها در محدوده فوئیدیتی و تیپ لامپروفیری در محدوده فنوتفریتی و تراکیتی قرار می گیرند. گروه های پنج گانه لامپروفیری میدان های مشترک همپوشانی را در دیاگرام TAS به نمایش می گذارند که این همپوشانی ناشی از تجمع مینرالی، تفریق و آلتراسیون می باشد (Bailey, 1987).

۱-۱-۵- پتروگرافی لامپروفیرها

جدول (۱-۵) محدوده کانیهای مودال و مقادیر آن ها را در انواع لامپروفیرها نشان می دهد.

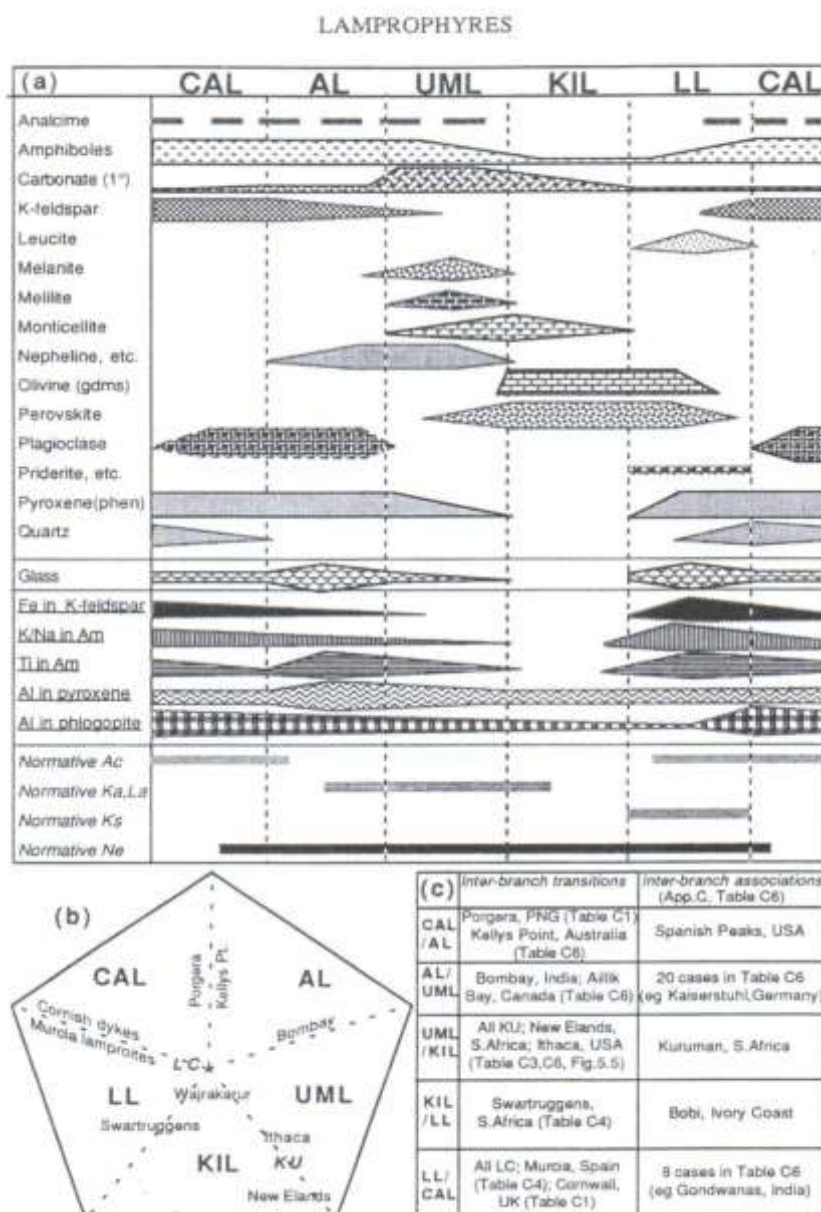
جدول (۱-۵) ترکیب مودال لامپروفیرها (فئوکریستالها و توده های جدا نشده) (Rock (1991).

	Calc-alkaline	Alkaline	Ultramafic	Kimberlites	Lamproites
Amphibole,%	}20-45	2-50	<35	<5	<25
Biotite/phlogopite	}	2-30	5-70	<40	<25
Clinopyroxene	<25	20-50	<50	<5	<50
Feldspars	33-67	25-50‡	<5*	Absent*	<50
Feldspathoids	<5*	<15	<35	Absent*	<20
Garnet(melanite)	Absent*	<5	<25	Absent*	Absent*
Glass	<5	<30	<20	Absent*	<50
Melilite	Absent*	Absent*	<35	Absent*	Absent*
Monticellite	Absent*	Absent*	<25	<25	Absent*
Olivine	<10	<10†	<50	25-75	<60
Quartz	<10*	Absent*	Absent*	Absent*	<10

* by definition ‡ zero by definition in monchiquites, and <25 in cumulate varieties

† may reach much higher amounts in picritic varieties(e.g.Wandage)

بعلاوه شکل (۱-۳) سکانس پاراژنتیک و تغییرات ترکیبی بین انواع لامپروفیرها نشان داده شده است.



شکل (۱-۳) طیف ترکیبی در بین ۵ گروه اصلی لامپروفیری (Rock 1991)

a: اندازه محدوده تغییرات با اهمیت فازهای مینرالی مودال - نورماتیو در ارتباط باهم مرز بین CAL و LL توسط

کارهای (Bergman 1987), (Rock 1984) رسم شده است.

b: مثلهایی از تحولات تدریجی پتروگرافیکی بین ۵ گروه اصلی لامپروفیری بر اساس اطلاعات حاصل از بند اول

c: تحولات پتروگرافیکی تدریجی بین خانواده های مختلف لامپروفیری

۱-۱-۶- ترکیب نورماتیو C.I.P.W در لامپروفیرها

ترکیبات نورماتیو C.I.P.W محاسبه شده برای تمامی نمونه های لامپروفیری نشان می دهد که اغلب گروه های لامپروفیری تحت اشباع از سلیس بوده و به استثنای گروه کیمبرلیتی که خارج از محدوده مفید و قابل استفاده آنالیز نورم C.I.P.W قرار می گیرند، مشخصات ترکیبات نورماتیو C.I.P.W برای چهار دسته به شرح زیر است:

الف- دسته کالک آلکالن: در این گروه مقدار کوارتز نورماتیو بیشتر می باشد. در تحول تدریجی مینت ها و وژزیت ها به لامپروئیت ها ظهور آنالسیم $\pm \text{Na}_2\text{SiO}_3$ شاخص می باشد. اما کرسانتیت ها و اسپسارتیت ها دارای آنورتیت نورماتیو هستند، برای اینکه در نورم آنها پلاژیوکلاز دیده می شود. ظهور کرسانتیت به مقدار ۸٪ آنالیزها الزاماً به معنی آلتراسیون و تاثیر آن نیست و می تواند نشانگر ماگماهای در ارتباط با فرورانش باشد (Gill, 1982).

ب- دسته آلکالن: کامپتونیت ها در این گروه عموماً دارای نورم بازانیتی می باشند (آلبیت + ارتوکلاز + آنورتیت + نفلین + دیوپسید - الیوین). در مقابل نیمی از مونشیکیت ها و برخی از سانائیت ها حاوی لوسیت \pm کالسلیت نورماتیو \pm لارنیت نورماتیو (Ca_2SiO_2) می باشند که شاخص تبدیل تدریجی به فوئیدیت ها و لامپروفیرهای اولترامافیک است. نورم های پرآلکالین (آنالسیم) در سانائیت ها فقط در حدود ۶٪ می باشد. در حالت کلی همگی دال بر سنگ های تحت اشباع از سلیس می باشند.

ج- دسته اولترامافیک: این دسته از SiO_2 فقیر و از CO_2 غنی می باشد. در حدود ۵ تا ۲۰ درصد از آنوئیت ها و آلیکیت ها، CaO با CO_2 ترکیب می شود. اگر CO_2 در تمامی نمونه ها نادیده گرفته شود، ۹٪ آنوئیت ها و ۲۳٪ از آلیکیت ها دارای تعداد SiO_2 کافی برای تشکیل کانی های نورماتیو (نفلین، کالسلیت، الیوین، لارنیت و ژهلنیت) نخواهد بود. در آلیکیت ها محصول لارنیت \pm ژهلنیت + ملیلیت نورماتیو است، لذا ملیلیت یک کانی ضروری نورماتیو به شمار می آید ولی الزاماً به معنی حضور ملیلیت در مودال سنگ نیست (Velde & Yoder 1976, 1977).

آنالسیم به مقدار اندک در در ۷٪ از آنوئیت ها و در ۱۵٪ از پولزنیته ها حضور دارد. در آلیکیت ها حدود ۶٪ کرسانتیت وجود دارد.

د- دسته لامپروئیتی: در این گروه ترکیب غیر عادی آنالسیم \pm کالسلیت با روتیل وجود دارد. حدود ۸۰٪ این گروه فوق اشباع از سلیس هستند و ۲۰٪ بقیه تحت اشباع از سلیس و به عبارتی از انواع کالک آلکالن سیلیسی ترند.

۱-۱-۷- پتروژنز ماگماهای لامپروفیری

مباحث مطروحه در بخش پتروژنز بر روی سه مورد اصلی تکیه دارد که عبارتند از:
الف- طبیعت مایعات لامپروفیری، ب- ژنز یکسان و متفاوت از هم، ج- احتمال اینکه لامپروفیر یک مذاب اولیه باشد.

هر سنگ بازالتی در صورتی اولیه محسوب می شود که ترکیب آن ها برابر مایع اولیه باشد (Rhodes, 1981). گر چه همین مسئله در مورد ماگماهای گرانیته هم مطرح است که مجموعه ای از مذاب سلیکاته + فاز تفاله + فازهای متقدم تبلوری را شامل می گردد.

Bowen (1928) از فراوانی فنوکریستالهای موجود در لامپروفیرها نتیجه گرفت که لامپروفیرها با هیچ ماگمای کامل و منفردی مطابقت ندارند. در مقابل حدس زده شد که در تشکیل کریستالهای درشت، شرایط فوق بحرانی و سیالات هیدروترمال دخالت داشته اند (Bishop, 1964).

این سیالات ممکن است توسط فاز گازی متاسوماتیزمی تولید شده باشند که از ذوب کانی های گوشته ناشی شده اند و توسط فرایند فلوئیدیزاسیون و مکانیزم های نفوذ عادی جانشین کانی ها می گردند (Bailey, 1987). کومولاهایی که مجدداً متحرک شده اند به این مسئله تاکید می کنند (Barker, 1983).

تمامی فنوکریستالهای موجود در لامپروفیرها نیازی به فاز لیکیدوس ندارند ولی بلورهایی که خیلی رشد می کنند، بایستی در یک فاز فرار غنی از همان ماده قرار داشته باشند. مدارکی که به تبع از آنها می توان برای حمایت از وضعیت غنی از کریستال در مایعات لامپروفیری استفاده کرد عبارتند از:

الف- کمیابی حواشی انجماد سریع تمام شیشه ای یا تمام بلورین ممکن است به کمبود مایع اشاره داشته باشد. با این وجود این شواهد دال بر وجود مایعات به مدت طولانی در داخل شکاف ها می باشد (Fabre et al, 1989).

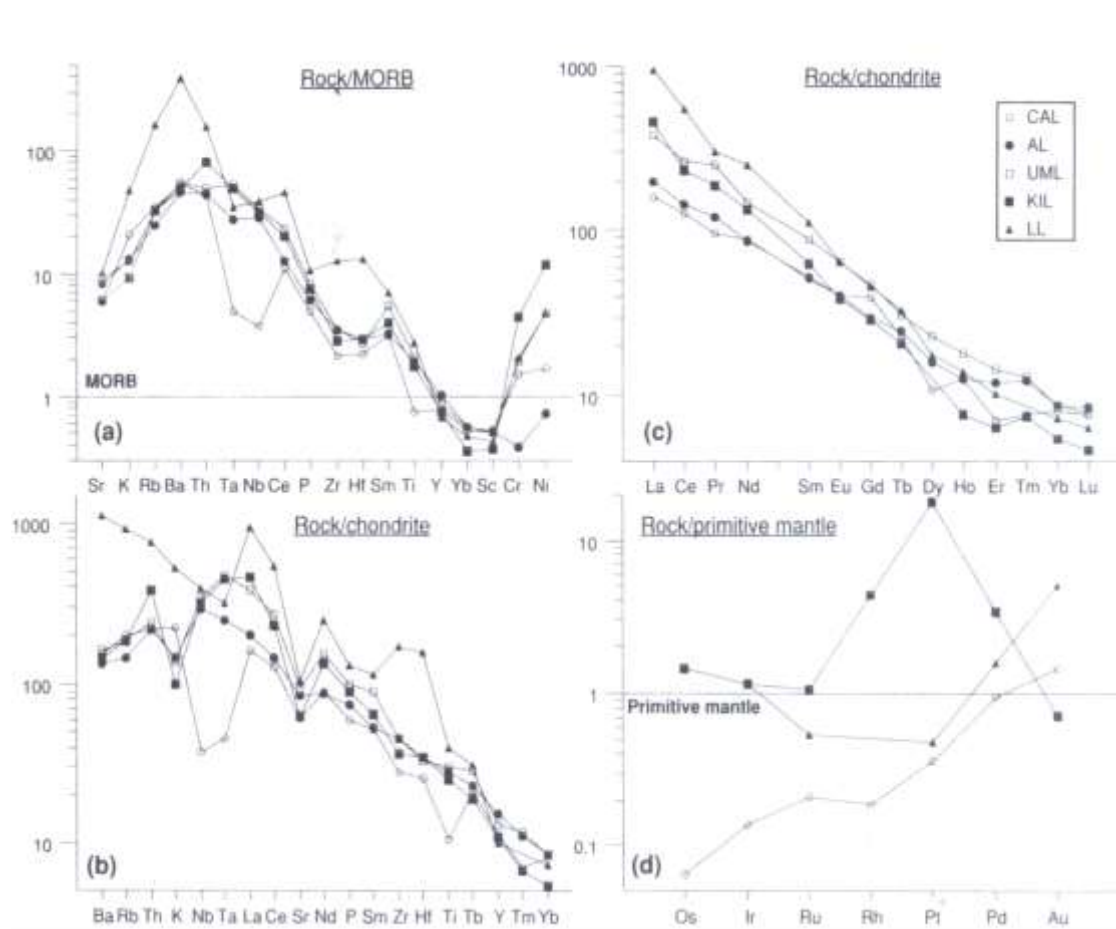
ب- ممکن است مگا کریست ها انشعابات دایک ها را وسیعاً پر کنند که این امر با کریستالیزاسیون امکان پذیر نیست.

ج- دمای لیکوئیدوس اندازه گیری شده برای انواع کالک آلکالن در حول و حوش ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد می باشد (Nemec, 1977a; Esperanca & Holloway, 1987) که این امر در تناقض با آثاری است که در محل دگرگونی مجاورتی آن ها ظاهر می شود و این امر شاید به جایگیری تاخیری آن ها در طی جایگزینی آپلیت ها و پگماتیت ها اشاره دارد و شاید اشاره ای به مشارکت معنی دارشان به همراه گرانیته ها داشته باشد.

د- محدوده تغییرات حرارتی تبلور مایع از ۲۵۰ تا ۴۵۰ درجه سانتیگراد تغییر می کند (Nemec, 1977a; Montel & Weisbrod, 1986) و این محدوده بیشتر از مقدار ذکر شده برای ماگماهای بازالتی است و امکان دارد بر وضعیت غنی از کریستال در فاز مایع اشاره داشته باشد. گرچه ممکن است یک فاز بسیار فرار و غنی از هالوژن ها این نقش را بازی کند و موجب ترکیب کانی ها گردد. از مورد مهم دیگر در پتروژنز لامپروفیرها ترکیبی از زمینه + فنوکریستال ها + کانی های غنی از CO_2 , H_2O است که می تواند با یک محصول منجمد شده مذاب + کریستالهای معلق + فاز فرار مقایسه گردد و این سیستم یک سیستم بی نظیر ماگمایی محسوب می گردد. تنوعات کانی شناسی در لامپروفیرها ما را به وجود ماگماهای هیبرید شده و کریستالهایی از منابع مختلف رهنمون می سازد و به موازات این امر اتومتاسوماتیسم و انجماد مایعات غنی از مواد فرار نیز به تنوعات کانی شناسی کمک کنند.

۱-۱-۸-ژئوشیمی عناصر کمیاب

مقایسه نمودارهای عنکبوتی رسم شده (شکل ۴-۱) برای انواع لامپروفیرها مسائل زیر را روشن می سازد:



شکل (۱-۴) نمودار عنکبوتی گروه های مختلف لامپروفیری بر اساس میانگین داده ها

- (a) نرمالیز شده به MORB (Pearce, 1983)
 (b) نرمالیز شده به Chondrite (Thompson, 1982)
 (c) REE نرمالیز شده به Chondrite (Nakamura, 1974)
 (d) عناصر گروه پلاتین و طلا نرمالیزه شده به Primitive mantle (Rock, 1991)

الف- لامپروفیرها به همراه سنگ های آلکالن حاوی میانگین بالایی از عناصر لیتوفیل با شعاع یونی بالا (LILE) نظیر K, Rb, Sr, Br و ... بوده اما مشابه بازلت ها از نظر فراوانی Sc, Ti, Y و عناصر HREE می باشند. عناصر اولترامافیک نظیر Cr و Ni مشابه سنگ های مافیک و اولترامافیک در لامپروفیرها حضور دارند.

ب- آنومالی منفی Ta, Nb, Ti در انواع کالک آلکالن به چشم می خورد.

ج- Sr, Ba عموماً روند صعودی شدیدتری یا بعبارتی پیک مثبت بیشتری در لامپروفیرها نسبت به سنگ های آذرین عادی دارند. حداکثر تعداد Sr برابر 7275ppm، که بیشتر از مقدار ذکر شده برای کربناتیت ها توسط (Wedepohl, 1978) می باشد.

د- Th, Zr, Rb به میزان عناصر فلزی کمیاب در پگماتیت ها می باشند.

ه- Y عموماً تعداد و روند مشابهی با MORB نشان می دهد، با این حال دارای مقادیر بالایی حدود بیش از 150ppm در انواع آلكالن و اولترا مافیک است.

و- نمودارهای عنكبوتی مربوط به انواع اصلی آلكالن شکل مشابهی با بازالت های آلكالن دارد. اما غنی شدگی بیشتری نسبت به آنها برابر ۱/۵ تا ۲ برابر دارد.

ز- محدوده اغلب عناصر کمیاب در پنج گروه اصلی عموماً دارای همپوشانی می باشند، گرچه مقادیر متوسط مربوط به Li, V, Cr, Co, Ni, Zr, Nb, La, Yb, Hb, Ta و Pb می باشد و محدوده کم وسعت همپوشانی مربوط به عناصری نظیر Zn, Rb, Y و U است.

۱-۱-۹- غنی شدگی بالا از LILE و HFSE

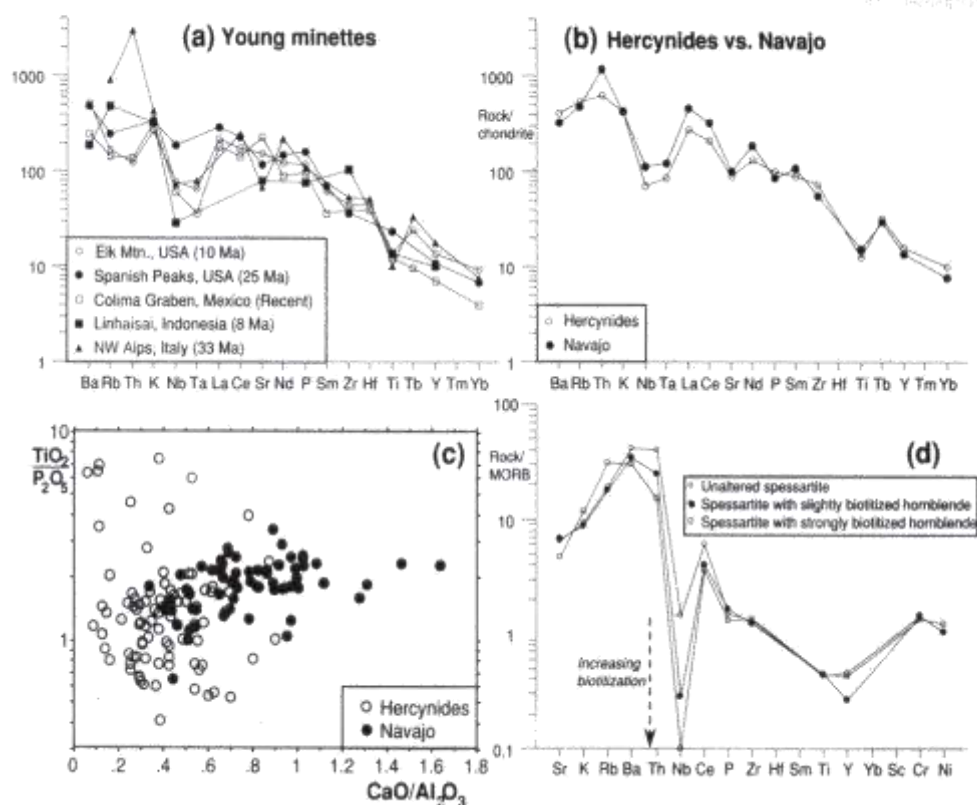
غنی شدگی بالای LILE و HFSE در لامپروفیرها مشکلات عمده تئوریک را مطرح می سازد و این امر در مورد سنگ های بازیک آلكالن نیز مصداق دارد (Cullers & Graf, 1984).

برای سنگ هایی که از مواد گوشته ای نمی توانند تولید گردند توضیحات زیر داده شده است:

الف- تفریق وسیع از اجتماعات گارنت دار نظیر اکلوزیت می تواند دلیل موجهی برای شیب پروفیل REE باشد (اما دستیابی به مذاب جدا شده به علت پایین بودن زیاد درجات ذوب کمتر از ۱ درصد مشکل است).

ب- عدم تعادل ذوب بدلیل ورود یک فاز غنی از REE.

ج- گوشته متاسوماتیزه که قبلاً از LILE و HFSE غنی شده است.



شکل (۱-۵) تحولات ژئوشیمیایی در خصوص منشأ لامپروفیرهای کالک آلکان (Rock (1991)

a: نمایش ترکیبات عناصر کمیاب مینت های ترشیری تا عهد حاضر

b: میانگین لامپروفیرهای هرسی نین

c: تفکیک بین مینت های هرسی نین و ناواجو بر اساس نسبت اکسید های اصلی

d: آنومالی منفی Nb که می تواند توسط فرایند های آلتراسیون در لامپروفیرهای کالک آلکان آرکن در بلوک Yilgarn تولید شده باشد.

۱-۱-۱-۱- محیط تکتونیکی لامپروفیرها

در حالت کلی لامپروفیرها در محیط های متنوع تکتونیکی یافت می شوند، این محیط ها بترتیب عبارتند از:

مناطق همگرا (جزایر قوسی و حواشی فعال قاره ای و مناطق تصادمی)، مناطق واگرا، داخل صفحات و رژیم های غیر فعال.

اما تیپ کالک آلکان عموماً خاص مناطق همگرا بوده و تیپ های آلکان و اولترا مافیک در مناطق کششی و واگرا و همچنین در مناطق غیر فعال دیده می شوند.

تیپ های اولترامافیک و کیمبرلیتی در مناطق داخل صفحات جایگیری می کنند.

تجمعات ویژه ای از لامپروفیرها دیده می شود که بترتیب عبارتند از:

جدول (۱-۶) تجمعات تکتونو-ماگمایی لامپروفیرها (Rock (1991).

L	NUMBER	1	2	3	4	5	6	7
E		Convergent margins (Andean-type continental orogens)	?Convergent margins (Greenstone belts, mobile belts)	Convergent margins (Island-arcs)	Passive margins (Transform faults)	Divergent margins (rifts, triple junctions)	Intra-plate (Oceanic islands, hot-spots)	Intra-plate (Old stable or recently stabilized cratons)
T								
T								
E								
R	<i>Associated igneous rock</i>							
A	Calc-alkaline (granitoid) intrusive/extrusive suites	CAL	CAL	CAL	CAL	-	-	-
B	Shoshonitic (monzonite-shonkinite) intrusive/extrusive suites	CAL	?	CAL	CAL	-	-	-
C	Intrusive breccia pipe-complexes	CAL	?	?	CAL	-	-	-
L	Other Lamprophyres only	AL	CAL, AL	CAL, AL	CAL, AL	AL, UML	AL, UML	All branches
M	Mildly alkaline (gabro-syenite) intrusive/extrusive suites	-	-	-	-	AL	AL	
R	None (isolated, local or regional lamprophyric magmatism)	LL	-	-	AL	LL	UML	All branches
S	Strongly alkaline (carbonatite-ijolite) extrusive suites	-	-	-	-	UML	AL, UML	LL, UML

تجمع A: همراه با گرانیتوئید های کالک آلکالن و سری آپینیت. این دسته عموماً با سری کالک آلکالن همراهی دارند. پورفیریه‌ها، آپلیت‌ها و پگماتیت‌ها سنگ‌هایی هستند که عموماً با لامپروفیر های کالک آلکالن همراهی دارند.

تجمع B: همراهی با سنگ‌های شوشونیتی که اصولاً سنگ‌های اشباع تا اندکی تحت اشباع از سیلیس‌اند. این دسته از سنگ‌ها شامل مونزونیت‌ها، شوشونیت‌ها و شونکینیت‌ها و سینیت‌های پتاسیک‌اند و بیشتر همراه لامپروفیرهای کالک آلکالن دیده می‌شوند.

تجمع C: همراه با آپینییت‌ها و پایپ‌های برشی. بسیاری از گرانیتوئیدهای کالدونین توسط دایک‌ها و پایپ‌های برشی سری آپینیت و هورنبلند لامپروفیر قطع می‌شوند که از نظر زمانی بسیار نزدیک به هم می‌باشند و لامپروفیرهای کالک آلکالن هورنبلند دار همراه این مجموعه دیده می‌شوند.

تجمع بین A, B, C: این تجمعات حدواسط تجمعات فوق بوده و لامپروفیرهای کالک آلکالن همراه این تجمعات دیده می‌شوند که شامل سنگ‌های غنی از پتاسیم، گرانیتوئیدهای پتاسیک و... است. تجمع L: لامپروفیرها فقط با خودشان تجمع دارند و گروه‌های لامپروفیری در این نوع تجمع کنار هم دیده می‌شوند.

تجمع M: همراه با گابروها و سینیت‌های آلکالن. در این دسته لامپروفیرهای آلکالن و بندرت تیپ کالک آلکالن حضور دارند و به دو زیر گروه ۱- تجمع M مافیک یا فلسیک ۲- تجمع M فلسیک غالب تقسیم می‌شود.

تجمع R: ماگماتیسیم ناحیه‌ای لامپروفیری بدون ارتباط با دیگر فعالیت‌های آذرین. شامل کیمبرلیت‌ها و لامپروئیت‌ها و بندرت تیپ‌های کالک آلکالن و اولترامافیک حضور دارند ولی تیپ آلکالن حضور عمده دارد.

تجمع S: آلکالن و همراه با سری کربناتیت، ایزولیت، نفلینیت شامل تیپ‌های اولترامافیک و انواع آلکالن‌عاری از پلاژیوکلاز است.

۱-۱-۱۱- مکانیزم‌های احتمالی نفوذ

مکانیزم‌هایی که بطور خلاصه در این خصوص دخیل‌اند عبارتند از: تزریقات مکرر، تفریق جریانی، جدایش و تفریق ثقلی و پدیده عدم آمیزش مایعات که هر کدام از آن‌ها در متنوع ساختن ساختمان داخلی لامپروفیرها دخالت دارند. مطالعات در خصوص مکانیزم‌های احتمالی نفوذ توده‌های لامپروفیری بر موارد زیر تکیه می‌نماید:

الف- جهت‌یابی زینولیت‌ها می‌تواند راهنمای خوبی برای مکانیزم جایگیری گدازه باشد.