

بررسی ساختمانی و مطالعه پدیده لابرادورسنس در فاز دوتایی Albite–Anorthite تحت آزمایشات UV–VIS و XRD، FTIR

فاطمه پیربک درویشوند*، رضا ظهیری

دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

چکیده

سیستم دوتایی آلبیت–آنورتیت (Albite–Anorthite) به عنوان چارچوب اصلی سری پلاژیوکلازها، نقش کلیدی در تعیین ویژگی‌های ساختاری و نوری این گروه از کانی‌ها ایفا می‌کند. یکی از پدیده‌های نوری شاخص مرتبط با ترکیب‌های میانی این سیستم، پدیده لابرادورسنس است که به صورت بازی رنگ‌های متنوع در برخی پلاژیوکلازها، به‌ویژه لابرادوریت، مشاهده می‌شود. در این پژوهش، رفتار ساختاری و نوری فازهای میانی سیستم Albite–Anorthite با استفاده از آنالیزهای XRD، FTIR و UV–VIS مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج XRD تغییرات پارامترهای شبکه بلوری و گذارهای ساختاری وابسته به ترکیب را نشان می‌دهد. داده‌های FTIR بیانگر تغییر در ارتعاشات پیوندی Si–O و Al–O در اثر جانشینی یونی هستند. طیف‌های UV–VIS نیز تفاوت‌های قابل توجهی در رفتار جذب و بازتاب نور در ترکیب‌های مختلف سیستم دوتایی را آشکار می‌سازند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پدیده لابرادورسنس نتیجه برهم‌کنش پیچیده میان ساختار بلوری، نظم شیمیایی و پاسخ طیفی فازهای میانی Albite–Anorthite است.

واژه‌های کلیدی: سیستم دوتایی آلبیت–آنورتیت؛ پلاژیوکلاز؛ لابرادورسنس؛ UV–VIS؛ FTIR؛ XRD

Structural Investigation and Study of the Labradorescence Phenomenon in the Albite–Anorthite Binary Phase under XRD, FTIR, and UV–VIS Analyses

Abstract

The albite–anorthite binary system represents the fundamental compositional framework of plagioclase feldspars and plays a critical role in controlling their structural and optical properties. Labradorescence, a distinctive optical phenomenon observed in intermediate plagioclase compositions, is particularly associated with labradorite-rich phases. In this study, the structural and optical behavior of intermediate compositions within the albite–anorthite system was investigated using X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and UV–visible spectroscopy (UV–VIS). XRD results reveal systematic variations in lattice parameters and structural ordering as a function of composition. FTIR spectra show compositional-dependent changes in Si–O and Al–O vibrational modes, reflecting cation substitution and framework distortion. UV–VIS analyses indicate significant variations in light absorption and reflectance behavior across the binary system. The results

suggest that labradorescence arises from the combined effects of crystal structure, chemical ordering, and wavelength-dependent optical response in intermediate albite–anorthite compositions.

Keywords: Albite–Anorthite system; Plagioclase; Labradorescence; XRD; FTIR; UV–VIS

۱. مقدمه

پلاژیوکلازها گروهی از کانی‌های سیلیکاته با ترکیب شیمیایی پیوسته بین دو عضو انتهایی آلبیت ($8\text{NaAlSi}_3\text{O}$) و آنورتیت ($8\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}$) هستند. این سری جامد محلول، یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کانی‌شناسی در سنگ‌های آذرین و دگرگونی به شمار می‌رود. تغییرات تدریجی ترکیب شیمیایی در سیستم Albite–Anorthite منجر به تغییرات قابل توجهی در ساختار بلوری، نظم شیمیایی و خواص فیزیکی و نوری این کانی‌ها می‌شود.

یکی از پدیده‌های نوری خاص مرتبط با ترکیب‌های میانی این سیستم، لابرادورسنس است که عمدتاً در ترکیب‌های نزدیک به لابرادوریت مشاهده می‌شود. اگرچه این پدیده از دیرباز شناخته شده است، اما تبیین دقیق ارتباط میان ساختار بلوری، ترکیب شیمیایی و پاسخ طیفی نور همچنان موضوع پژوهش‌های فعال است. هدف این مطالعه بررسی نقش ساختار و رفتار طیفی فازهای میانی سیستم Albite–Anorthite در ایجاد پدیده لابرادورسنس با استفاده از روش‌های طیف‌سنجی و پراش پرتو ایکس است.

۲. مواد و روش بررسی

نمونه‌های مورد مطالعه شامل ترکیب‌های میانی سیستم Albite–Anorthite بودند که به‌صورت طبیعی یا آزمایشگاهی تهیه شدند. آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) برای بررسی ساختار بلوری و تعیین پارامترهای شبکه انجام شد. طیف‌سنجی FTIR در محدوده عدد موج ۴۰۰ تا 4000 cm^{-1} به منظور بررسی ارتعاشات پیوندی شبکه سیلیکاتی به کار رفت. همچنین، طیف‌های UV–VIS جهت بررسی رفتار جذب و بازتاب نور در محدوده طول موج مرئی و فرابنفش ثبت گردید.

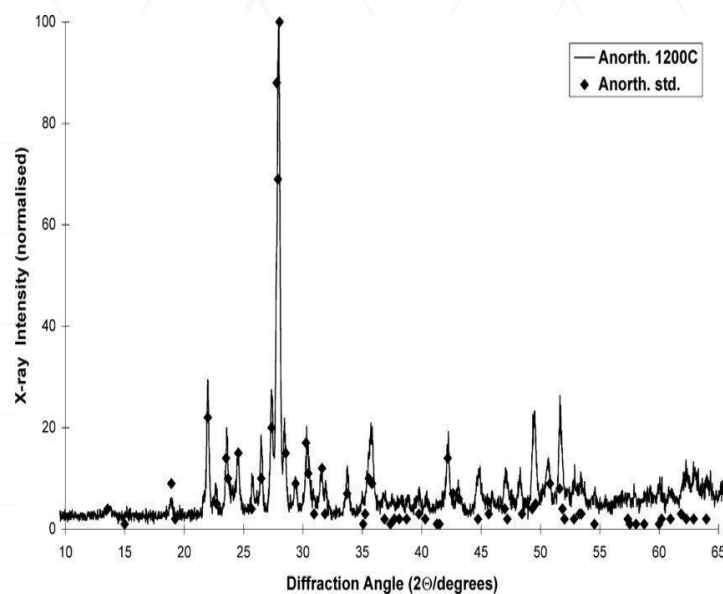


شکل ۱- نمونه نگین پولیش خورده لابرادوریت ماداگاسکار

۲. نتایج

۳-۱. نتایج XRD

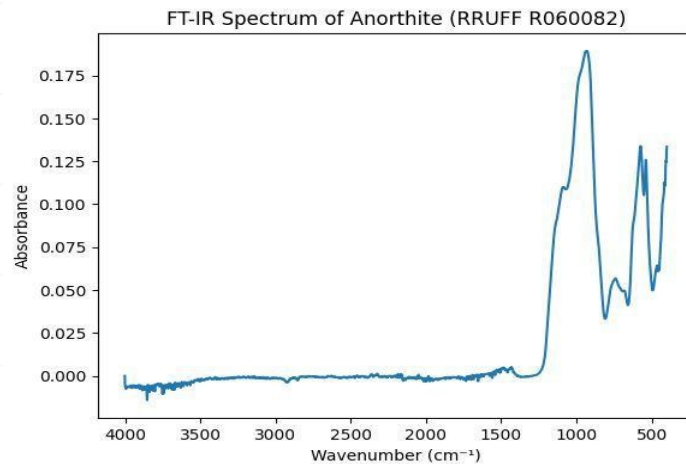
الگوهای XRD تغییرات تدریجی در موقعیت و شدت پیک‌ها را با تغییر ترکیب از آلبیت به آنورتیت نشان می‌دهند. این تغییرات بیانگر جانشینی یونی Na^+ با Ca^{2+} و افزایش میزان آلومینیوم در چارچوب بلوری است. نتایج حاکی از تغییرات ظریف در نظم ساختاری و اعوجاج شبکه‌ای در فازهای میانی هستند که می‌توانند بر خواص نوری تأثیرگذار باشند.



شکل ۲- نمونه پراش پرتو XRD

۳-۲. نتایج FTIR

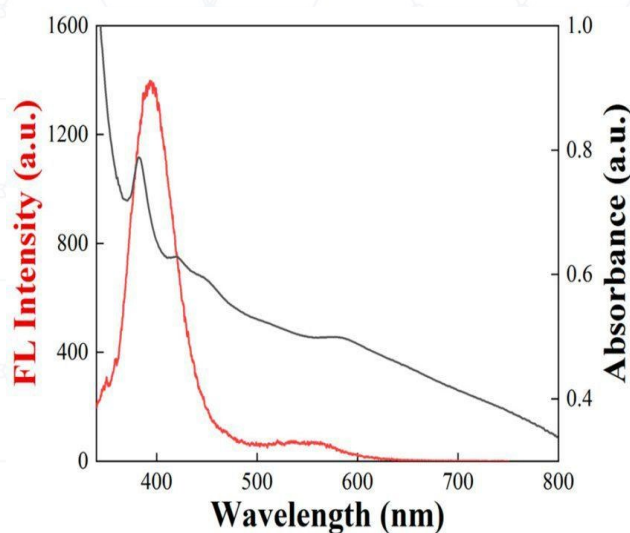
طیف‌های FTIR تغییرات قابل توجهی در باندهای ارتعاشی مربوط به پیوندهای Si-O-Si و Si-O-Al نشان می‌دهند. افزایش سهم آنورتیت منجر به جابه‌جایی باندها و تغییر شدت آن‌ها می‌شود که نشان‌دهنده تغییر در نظم شیمیایی و محیط پیوندی یون‌ها در شبکه بلوری است.



شکل ۳- نمونه طیف FT-IR

۳-۳. نتایج UV-VIS

طیف‌های UV-VIS تفاوت‌های آشکاری در رفتار جذب نور میان ترکیب‌های مختلف سیستم دوتایی نشان می‌دهند. ترکیب‌های میانی، که بیشترین تمایل به بروز لابرادورسنس دارند، الگوهای جذب و بازتابی متفاوتی نسبت به اعضای انتهایی آلبيت و آنورتیت از خود نشان می‌دهند.



شکل ۴- نمونه طیف UV

۴. بحث

نتایج حاصل از XRD، FTIR و UV-VIS نشان می‌دهد که پدیده لابرادورسنس را نمی‌توان صرفاً به یک عامل منفرد نسبت داد. تغییرات ساختاری ناشی از جانشینی یونی، نظم شیمیایی Al-Si و پاسخ طیفی شبکه بلوری همگی در شکل‌گیری این پدیده نقش دارند. فازهای میانی سیستم Albite-Anorthite شرایط ساختاری مناسبی برای ایجاد برهم‌کنش پیچیده نور با

شبکه بلوری فراهم می‌کنند. این نتایج با مطالعات پیشین بر روی فلدسپارها و مدل‌های تداخل نور در ساختارهای بلوری سازگار است.

۵. نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان می‌دهد که پدیده لابرادورسنس در سیستم دوتایی Albite-Anorthite نتیجه تعامل هم‌زمان ساختار بلوری، ترکیب شیمیایی و رفتار طیفی نور است. فازهای میانی این سیستم به دلیل ویژگی‌های ساختاری خاص خود، بیشترین پتانسیل را برای بروز این پدیده نوری دارند. استفاده هم‌زمان از XRD، FTIR و UV-VIS امکان درک جامع‌تری از این رفتار نوری فراهم می‌کند.

۶. قدردانی

بدین‌وسیله از گروه شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان بابت همکاری در انجام آزمایش‌های FTIR و فراهم نمودن زیرساخت‌های آزمایشگاهی لازم تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین نویسندگان مراتب سپاس خود را از دکتر فدوی، استاد فیزیک دانشگاه دامغان به‌دلیل ارائه توضیحات تخصصی و تفسیر علمی داده‌های مربوط به آزمایش‌های نوری مرئی و UV-VIS ابراز می‌دارند.

۷. منابع

- * B. Boggild, O. B. (1924). On the labradorization of feldspars. *Mineralogical Magazine*, ۲۰, ۳۴۵-۳۵۸.
- * Smith, J. V. (1974). Feldspar Minerals. *Springer-Verlag*.
- * Brown, W. L., & Parsons, I. (1989). Alkali feldspars: ordering rates and structural states. *Mineralogical Magazine*, 53, 25-42.
- * Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman, J. (2013). *Rock-Forming Minerals: Feldspars*. Geological Society.
- * Heaney, P. J. (1994). Structure and chemistry of feldspars. *Reviews in Mineralogy*, 28, 1-49.
- * Fleet, M. E. (2003). Optical phenomena in plagioclase feldspars. *American Mineralogist*, 88, 135-148.