

محیط زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی محل رویش گیاه دارویی پونه‌سای کرک ستاره‌ای در سنگ‌های آذرین شیرکوه یزد

عزت اسلامی‌زاده*^۱ و شهرام سامانی‌راد^۲

(۱) گروه مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق، meslamizadeh@bafgh-iau.ac.ir

(۲) سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

(* عهده‌دار مکاتبات)

دریافت: ۸۹/۵/۱۴؛ دریافت اصلاح شده: ۸۹/۷/۳۰؛ پذیرش: ۸۹/۸/۲؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۰/۳/۹

چکیده

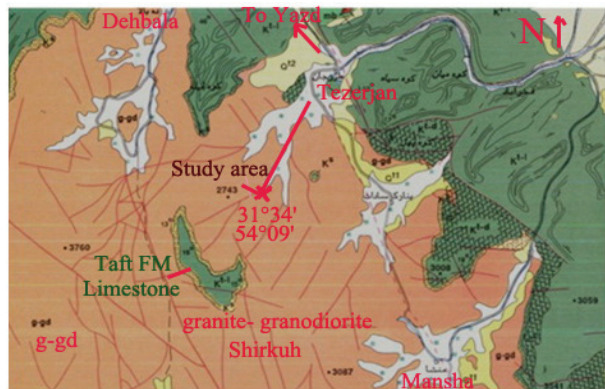
گونه‌ای گیاه دارویی از تیره نعناع به نام پونه‌سای کرک ستاره‌ای، در محدوده برفخانه طزرجان، در دامنه‌های شیرکوه واقع در جنوب غرب یزد یافت می‌شود. در این تحقیق، محل پیدایش این گیاه کمیاب، از دیدگاه پترولوژی و زمین بوم‌شناسی (Geoecology) مورد بررسی قرار گرفت تا عوامل اصلی رشد گیاه در این ناحیه خاص، شناسایی گردد. بررسی‌های زمین بوم‌شناسی، رابطه متقابل خاک و گیاه با شرایط زمین‌شناسی را نشان می‌دهد. در پژوهش‌های اخیر، ضرورت انجام این نوع تحقیقات بین رشته ای و مشترک دیده می‌شود. این مطالعه عمدتاً براساس بازدید صحرایی، تعیین ویژگی‌های محیط زیست گیاه، نمونه گیری از خاک و سنگ، آنالیزهای شیمیایی و مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد، که گرانودیوریت، گرانیت دومیکا و مونزوگرانیت، سنگ‌های تشکیل دهنده مکان رویش گیاه هستند. مقادیر آهن، منیزیم و کلسیم در خاک محل رویش گیاه، از میانگین عادی سنگ‌های گرانیتی بالاتر است که دلیل آن، ترکیب سنگ‌شناسی ویژه و کانی‌های موجود در گرانیتوئیدهای شیرکوه است. دگرسانی این سنگ‌ها و وجود سنگ آهک و کنگلومرا در منطقه، عناصر لازم برای رشد پونه کرک ستاره‌ای را در دامنه ارتفاعات میانی شیرکوه فراهم ساخته است.

واژه‌های کلیدی: سنگ‌های آذرین، زمین بوم‌شناسی، شیرکوه، پونه‌سای کرک ستاره‌ای، گیاه دارویی.

۱- مقدمه

زمین‌شناسی می‌پردازد و اطلاعات جامعی در باره محیط زیست گیاه و شرایط رویش آن در اختیار محققین قرار می‌دهد (Forrest & Miller-Rushing 2010, Richardson et al. 2010). ارتفاعات شیرکوه در جنوب غرب یزد، محل رویش گونه ای خاص از گیاه پونه است که خواص دارویی دارد و نام آن پونه‌سای کرک ستاره‌ای است. این ناحیه متشکل از سنگ‌های آذرینی است که بر اثر هوازدگی، خاک مورد نیاز گیاه را تأمین کرده اند. ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی این سنگ‌ها در این نوشتار بررسی شده است. رویش گونه‌های خاصی از یک گیاه، در بخش‌هایی از یک منطقه، سبب می‌شود که سنگ و خاک آن ناحیه خاص، کلید مهمی برای جغرافیای زیستی و سیر تکاملی گیاه باشد (Alexander et al. 2007).

در پژوهشی که توسط زارع زاده و همکاران (الف-۱۳۸۶)، برای ایجاد یک بانک ژن زنده گیاهان دارویی به منظور جلوگیری از انقراض گیاهان دارویی خودرو و تشخیص سازگاری آن‌ها در کلکسیون گیاهان دارویی یزد به عمل آمد، تنها حدود ۷۷/۷ درصد گیاهان، مراحل رشد (phenology) خود را کامل کردند و بقیه یا به حالت رویشی ماندند، یا خشک شده و یا اصلاً سبز نشدند. وقوع این اتفاق، مطالعه دقیق‌تر محیط زیست گیاهان دارویی، به خصوص انواعی که در شرایط زمین‌شناسی خاص رشد می‌کنند را آشکار می‌سازد. به همین دلیل در سال‌های اخیر، تحقیقات مشترک در علوم رواج یافته است. یکی از این موارد، بررسی‌های زمین بوم‌شناسی یا ژئواکولوژی است که به بررسی روابط متقابل خاک و گیاه با شرایط



تصویر ۱- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ یزد، تهیه شده توسط حاج ملاعلی و مجیدی فرد (۱۳۷۹) که با اعمال تغییرات، موقعیت محدوده مطالعاتی را نشان می دهد.

جمع آوری نمونه هایی از سنگ و خاک محل رویش گیاه، در زمستان ۱۳۸۸ در دامنه های شیرکوه انجام شد. ابتدا به منظور شناسایی ترکیب شیمیایی خاک، از خاک در برگرفته ریشه گیاه، در عمق ۳۰ سانتیمتری در محلی با مختصات ۳۴۹۶۸۶۳ و ۰۲۳۰۵۶۷ UTM 40R نمونه برداری شد. همچنین تعدادی نمونه سنگ از سطح زمین در اطراف ساقه گیاه جمع آوری و نمونه ها به آزمایشگاه ارسال گردید. تعدادی نمونه نیز از سنگ های گرانیتی موجود در محدوده پیدایش گیاه پونه سا برداشت و از آن ها تیغه نازک تهیه شد. مطالعات میکروسکوپی بر روی مقاطع نازک انجام گرفت. همچنین با استفاده از روش های پراش پرتو ایکس (XRD)، فلورسانس پرتو ایکس (XRF) و روش طیف سنجی جرمی گسیل پلاسمای جفتیده القایی (Inductively Coupled Plasma Emission Mass Spectrometry, ICP-MS) ترکیب کانی شناسی و شیمیایی سنگ ها و مقدار عناصر موجود در خاک و سنگ های محل رویش گیاه تعیین و نتایج آنالیز شیمیایی با استفاده از نرم افزار اکسل (Excel) به صورت نمودار ترسیم گردید. روش مطالعه در این تحقیق، بر پایه مطالعات صحرایی، بررسی نمونه های سنگی تازه و دگرسان شده و پتروگرافی بیش از ۱۰ نمونه و همچنین تجزیه شیمیایی انجام گرفته است. مطالعات میکروسکوپی در آزمایشگاه سنگ شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق و آنالیزها توسط شرکت زرآما در تهران انجام شده است.

۴- زمین شناسی

باتولیت گرانیتی شیرکوه با مساحت بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع همراه با توده های گرانیتوئیدی کوچکتر، در ۴۰ کیلومتری جنوب غرب یزد، در محدوده عرض های ۲۳° ۳۱' تا ۲۵° ۳۱' شمالی و طول های ۲۰' ۵۳° تا ۵۴° ۵۰' شرقی واقع شده است. تصویر ۲ نقشه، زمین شناسی باتولیت شیرکوه و انواع سنگ های آن را نشان

ترکیب دانش زمین شناسی با گیاه شناسی و محیط زیست آن (اکولوژی)، رابطه متقابل این علوم را توضیح می دهد.

اکولوژی به ندرت اطلاعات جامعی راجع به سنگ ها و خاک ها در اختیار قرار می دهد. بنابراین برخی پژوهشگران با به کارگیری واژه زمین بوم شناسی (Geoecology) به معنی مطالعات مشترک زمین شناسی و اکولوژی، سعی در پر کردن این جای خالی نموده اند.

جنس پونه سا در ایران دارای ۶۷ گونه است که به صورت خودرو در بسیاری از نقاط کشور می روید. تمام گونه های پونه سا ارتفاع پسند هستند. پونه ساس کرک ستاره ای، در مناطق کوهستانی با بلندای بیش از ۲۰۰۰ متر، در شیرکوه یزد یافت می شود. (زارع زاده و همکاران، ب- ۱۳۸۶). اهمیت این گونه گیاهی به دلیل خواص درمانی منحصر به فرد آن، به خصوص در مقابله با برخی باکتری های مولد بیماری های عفونی است. این گیاه در ارتفاع ۲۴۵۵ متری دامنه های شیرکوه در محل برفخانه طرزجان، در جنوب غرب یزد، مورد مطالعه قرار گرفته است (Eslamizadeh & Samanirad 2010).

این تحقیق به منظور مشخص کردن عواملی که سبب رویش گونه گیاهی خاص در این محل ویژه شده انجام گرفته است و در آن پترولوژی و زمین بوم شناسی محل رویش گیاه، با استفاده از مشاهدات صحرایی، نمونه برداری از خاک و سنگ، مطالعات میکروسکوپی و آنالیزهای شیمیایی، بررسی شده است. نتیجه این مطالعات، به ویژه کانی شناسی سنگ ها و همچنین فاکتورهای مؤثر در رشد گیاه پونه سا، به طور مشروح در پی خواهد آمد.

۲- موقعیت جغرافیایی

محدوده مطالعاتی در استان یزد، در ۱۸ کیلومتری جنوب غرب شهرستان نفت و ۴/۵ کیلومتری جنوب غرب روستای طرزجان قرار دارد. عرض جغرافیایی محل ۳۱° ۳۴' ۳۱" شمالی، طول ۴۰° ۰۹' ۵۴" شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۴۵۵ متر است. این منطقه که برفخانه طرزجان نامیده می شود، به صورت دره باریکی در میان قله های مرتفع شیرکوه قرار دارد (تصویر ۱). ارتفاع بلندترین قله محدوده ۳۷۲۶ متر است که در تمام مدت سال پوشیده از برف می باشد. گونه پونه ساس کرک ستاره ای در کنار جویبارهای همیشه جاری که از ذوب برف منشاء می گیرند، یافت می شود.

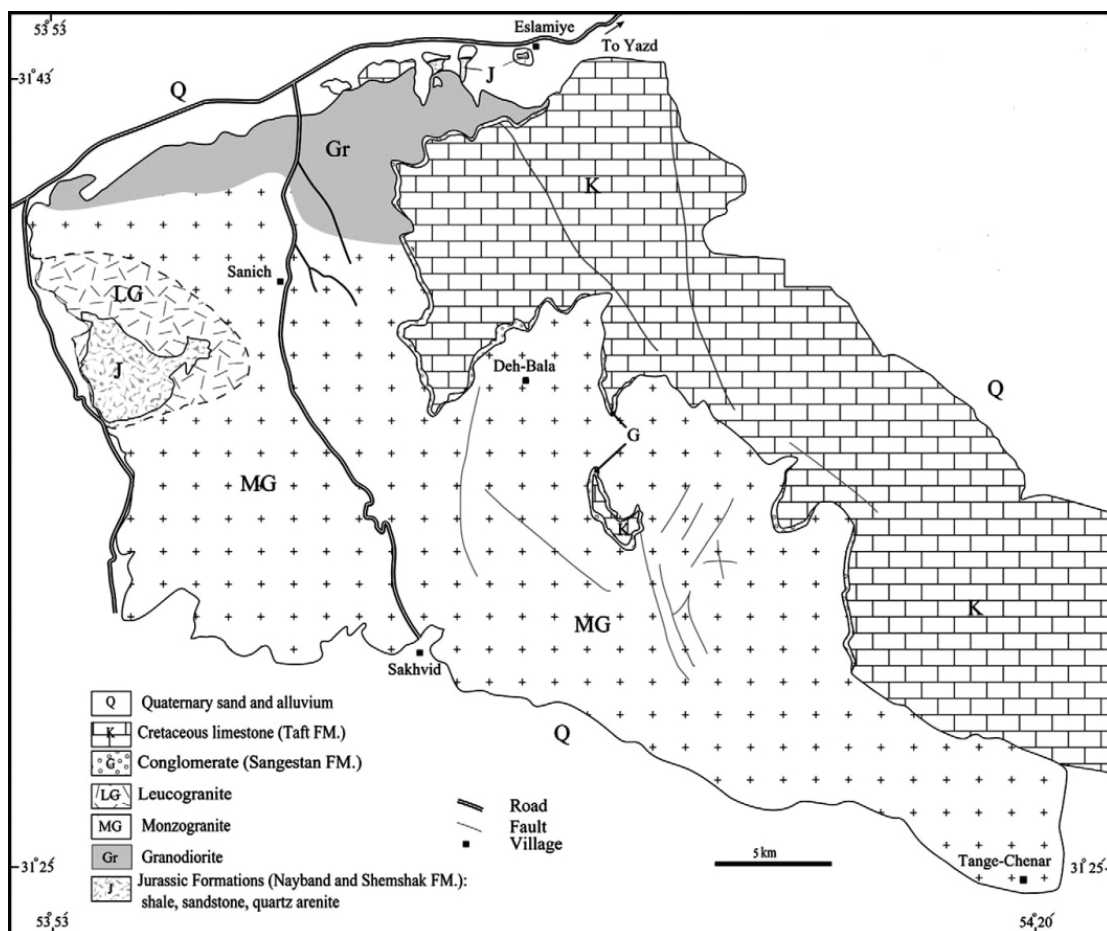
۳- مواد و روش ها

در این تحقیق، علاوه بر گزارشات موجود و نتایج مطالعات قبلی، از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ یزد نیز استفاده شده است. عملیات صحرایی به منظور بررسی زیستگاه پونه ساس کرک ستاره ای و

مانند تزریق گرانیت شیر کوه در میان خرد قاره ایران مرکزی شده است (Berberian & Berberian 1981). پس از آن در ژوراسیک پایانی تا کرتاسه آغازی، رخداد کیمبرین پسین، موجب فرسایش گرانیت شیرکوه و تشکیل سازند سنگستان شامل کنگلومرا و ماسه سنگ شده که با ناپیوستگی آذرین پی، بر روی گرانیت شیرکوه قرار گرفته است (خسرو تهرانی و وزیر مقدم ۱۳۷۲). پیشروی دریا در کرتاسه زیرین (بارمین - آپتین) باعث نهشته شدن آهک‌های ضخیم لایه سازند تفت با ناپیوستگی همشیب، بر روی سازند سنگستان شده است (مجیدی فرد ۱۳۷۵). آهک‌های سازند تفت بلندترین ارتفاعات منطقه را تشکیل می‌دهند (تصویر ۳).

می‌دهد (Sheibi et al. 2010). با توجه به سن پرتوسنجی و جایگاه چینه‌شناسی، گرانیت شیرکوه در زمان ژوراسیک میانی تشکیل شده و در ارتباط با فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر ایران مرکزی است (مجیدی فرد ۱۳۷۵، Berberian & King 1981).

ایران مرکزی در ابتدا بخشی از گندوانا بود که از طریق پالتوتیس از صفحه اوراسیا جدا می‌شد. در تریاس، حرکت رو به شمال ایران مرکزی سبب اتصال آن به صفحه اوراسیا شد. در همین زمان وقوع ریفت در محل فعلی زاگرس سبب باز شدن یک اقیانوس به نام نئوتتیس گردید. با از بین رفتن پالتوتیس، پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر ایران مرکزی فرو رفت. این فرورانش سبب فعالیت‌های آذرین



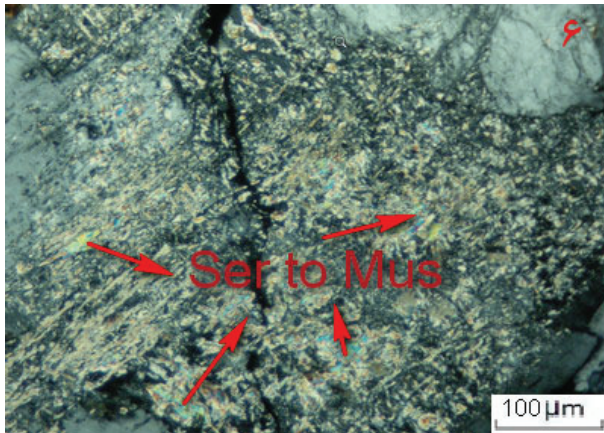
تصویر ۲- نقشه ساده شده زمین‌شناسی باتولیت شیرکوه و انواع سنگ‌های آن (Sheibi et al. 2010)

است اطلاق می‌گردد (Clarke 1992). بنابراین سنگ‌های این منطقه با درصد متفاوتی از کانی‌های تشکیل‌دهنده، در محدوده گرانیتوئیدها قرار می‌گیرند. بافت این سنگ‌ها گرانولار و گاهی گرانوفیریک است. در سنگ‌های کمتر دگرسان شده، بلورهای درشتی از آلکالی فلدسپار پرتیتی و بلورهای تخته‌ای پلاژیوکلاز دیده می‌شود.

۵- پرتولوژی و ژئواکولوژی

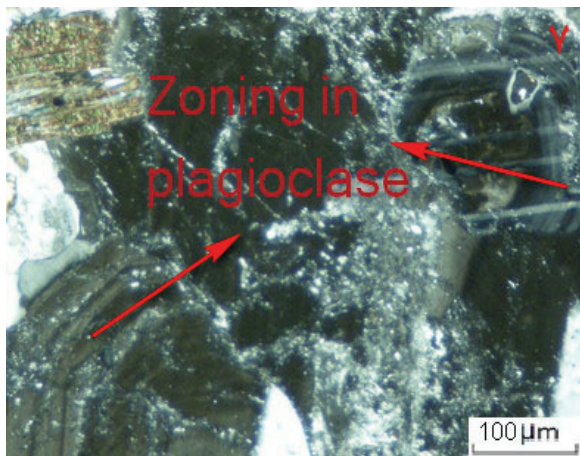
مطالعات میکروسکوپی سنگ‌ها در محدوده مورد مطالعه، نشانگر ترکیب گرانیتوئیدی آن‌ها است. صفت گرانیتی فقط در مورد سنگ گرانیت به کار برده می‌شود در حالی که اصطلاح گرانیتوئید به تمام سنگ‌هایی که ترکیب آن‌ها از توانالیت تا آلکالی فلدسپار گرانیت متغیر

نوع دیگر موسکویت، از تبلور مجدد سریسیت‌هایی به وجود آمده است که خود حاصل دگرسانی پلاژیوکلاز هستند (تصویر ۶).



تصویر ۶- بلورهای موسکویت حاصل از تبلور مجدد سریسیت

بلورهای پلاژیوکلاز گاهی ساختمان منطقه‌ای (Zoning) نشان می‌دهند (تصویر ۷).



تصویر ۷- پلاژیوکلاز با ساختمان منطقه‌ای

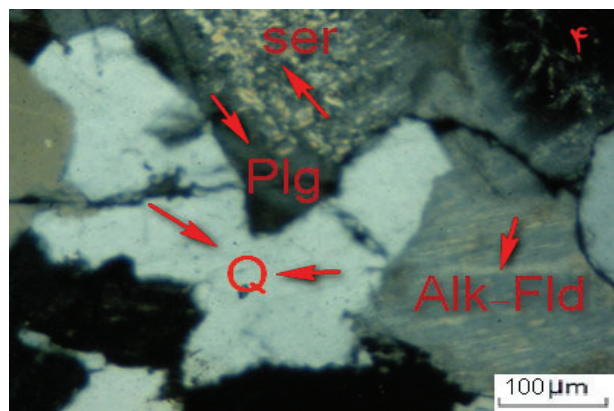
ساختمان منطقه‌ای در فلدسپار پلاژیوکلاز معمولاً نشان دهنده تغییر ترکیب بلور است و به این واقعیت اشاره دارد که ترکیب محلولی که بلور از آن منشاء گرفته، تغییر یافته است. بیشتر کانی‌ها دارای یک ترکیب ثابت نیستند و به یک گروه محلول جامد تعلق دارند. همین‌طور که بلور رشد می‌کند، لایه‌های بیرونی از نظر ترکیب، با لایه‌های درونی متفاوت می‌شوند. این وضعیت به جز مواردی که تغییرات بسیار جزئی است، معمولاً سبب تغییر خصوصیات نوری قابل مشاهده در بلور می‌شود (Mackenzie & Adams 1994).

بلورهای بیوتیت شدیداً کلریتی شده و گاهی به کانی‌های کدر تغییر یافته‌اند (تصویر ۸).

بلورهای پلاژیوکلاز تا حدی سریسیتی شده‌اند (تصویر ۴).

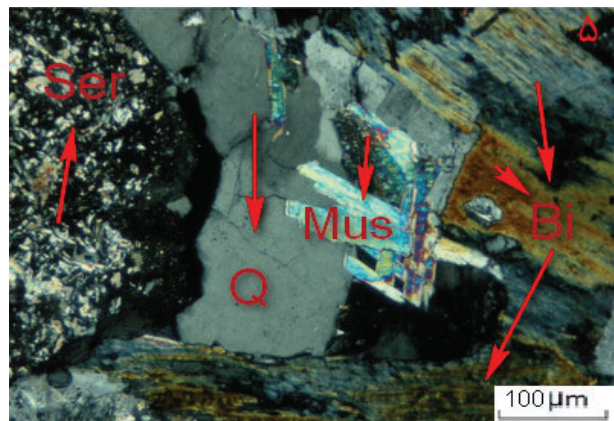


تصویر ۳- نمایی از آهک‌های سازند تفت همراه با ماسه سنگ و کنگلومرای سازند سنگستان (S+C) که بر روی گرانیت شیرکوه در مجاورت محل مورد مطالعه قرار دارند.

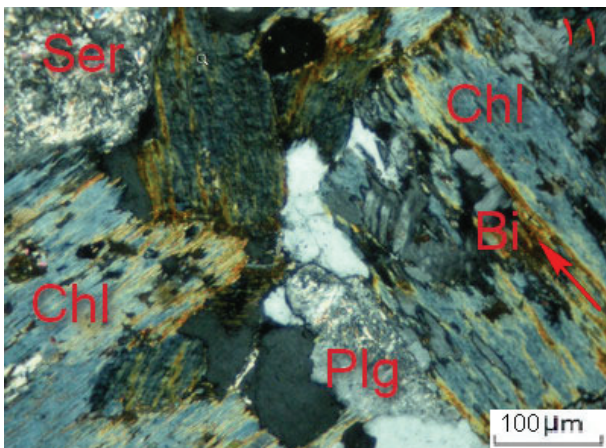


تصویر ۴- بلورهای آلکالی فلدسپار پرتیتی و پلاژیوکلاز سریسیتی

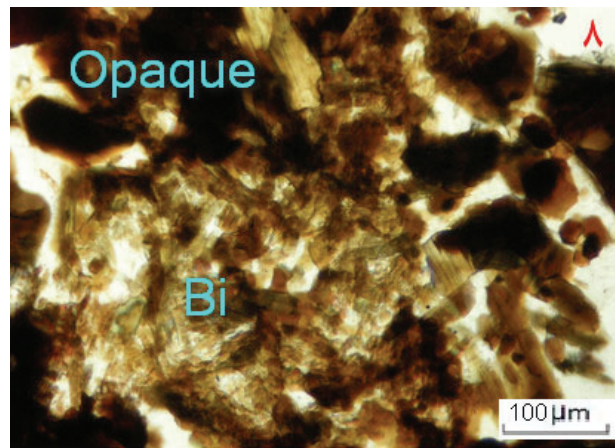
بیوتیت و موسکویت کانی‌های فرعی بوده و حدود ۱۵ درصد نمونه را تشکیل می‌دهند که حدود ۸-۱۰ درصد مربوط به بیوتیت و ۳-۵ درصد مربوط به موسکویت است. به طور کلی تیپ سنگ‌های مطالعه شده شامل گرانیت دومیکا، گرانودیوریت، گرانیت و مونزوگرانیت است. در نمونه‌های مطالعه شده، دو نوع موسکویت مشاهده می‌شود که یک نوع آن بلورهای مجزا و بدون ارتباط با پلاژیوکلاز است (تصویر ۵).



تصویر ۵- بلورهای موسکویت اولیه



تصویر ۱۱- بلورهای بیوتیت کلریتی شده



تصویر ۸- بلورهای بیوتیت کلریتی و اوپاسیتی شده

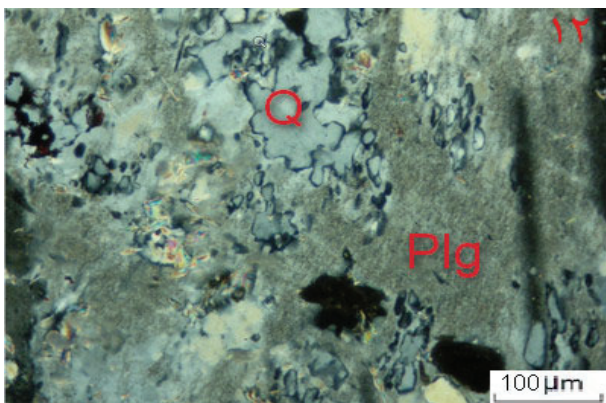
کانی کلریت با توجه به پایداری و ترکیب، دارای محدوده وسیعی از محلول جامد است. عناصر اصلی جانشین شونده در کلریت، Li^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} هستند که به جای Fe و Mg قرار می‌گیرند. معمولاً یون Al^{3+} جانشین Fe^{3+} می‌شود. آنکلاوهای میکروگرانولار در مقایسه با سنگ‌های در برگیرنده، رنگ تیره‌تر و کانی‌های مافیک بیشتری داشته و به طور قابل توجهی دانه ریزتر هستند. ریز دانه بودن آنکلاوها، نشان دهنده شرایط خاص تبلور آن‌ها، یعنی سرد شدن سریع ماگما است.

در مورد منشاء آنکلاوها می‌توان گفت که احتمالاً واکنش بین پوسته و گوشته در تشکیل آن‌ها نقش داشته و تبادلانی بین گوشته و مواد پوسته‌ای تا حدی ذوب شده، صورت گرفته است. در این حالت، گوشته گازهای خود را از دست داده و پوسته‌ای گرم با موادی فرار از قبیل F , H_2O , Cl ایجاد می‌کند. این مواد به وسیله سیالات متاسوماتوز کننده، به بخش‌های بالاتر حمل می‌شوند. حالت دوم، آن است که ماگمای مافیک، مواد پوسته را ذوب کرده و ماگمای گرانیتی تولید می‌کند. در سنگ‌های گرانوفیریک منطقه، کوارتز و فلدسپار به صورت هم رشد وجود دارند (تصویر ۱۲).

بلورهای بیوتیت در آنکلاوها حضوری چشمگیر دارند، تصویر ۹ یک نمونه از این آنکلاوها را در فازهای جوانتر گرانیت شیرکوه در منطقه علی‌آباد و تصویر ۱۰ نمونه دیگری از این آنکلاوها را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. بلورهای بیوتیت شدیداً کلریتی شده، همراه با کانی‌های کربناته در آنکلاوها دیده می‌شوند (تصویر ۱۱).



تصویر ۹- آنکلاو در گرانیتوئید شیرکوه در محل علی‌آباد

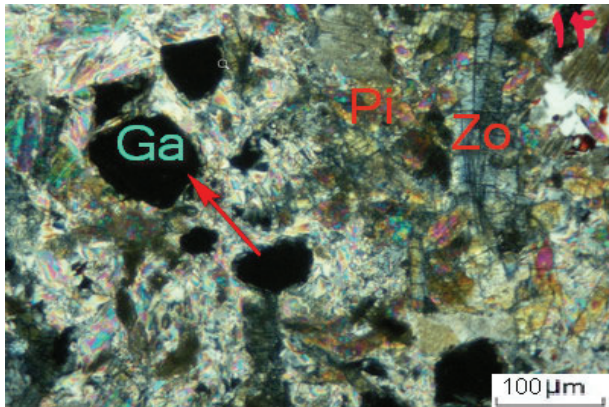


تصویر ۱۲- هم‌رشدی کوارتز و فلدسپار

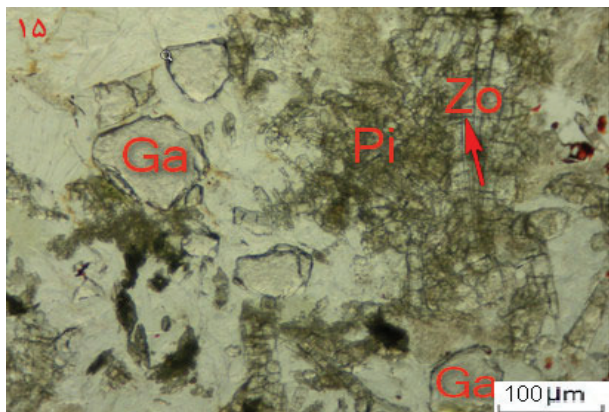


تصویر ۱۰- آنکلاو در گرانیتوئید شیرکوه در محدوده مورد مطالعه

این گروه از سنگ‌ها در باتولیت شیرکوه در تصویر ۲ نشان داده شده است.



تصویر ۱۴- مجموعه‌ای از کانی‌های کربناته، موسکویت، گارنت، پیستاسیت و زئوئیت

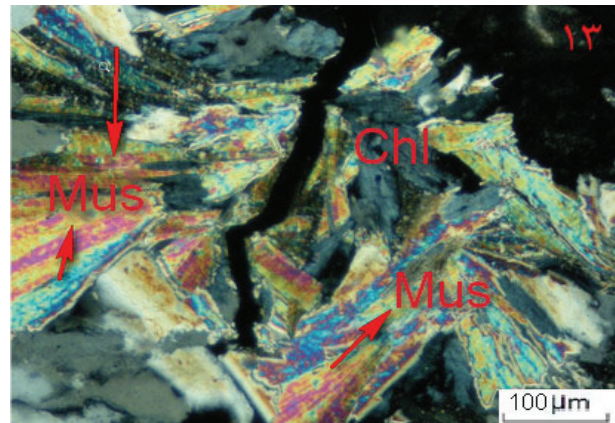


تصویر ۱۵- کانی‌های کربناته، موسکویت، گارنت، پیستاسیت و زئوئیت در نور پلاریزه معمولی

بلورهای زیرکن دارای هاله رادیو اکتیو، در داخل بیوتیت‌ها دیده می‌شوند. گرانیتوئیدهای شیرکوه تا حدی تکتونیزه و خرد شده هستند. تغییر شکل کانی‌ها بر اثر فشار، در زیر میکروسکوپ دیده می‌شود که احتمالاً حاصل تأثیر فاز فشاری لارامین، در کرتاسه پایانی است که دقیقاً هم زمان با بسته شدن حوضه اقیانوسی باریک موجود در منطقه بوده است. در گرانیتوئیدهای شیرکوه، سه رخساره تشخیص داده شده که سن آن‌ها بعد از ژوراسیک و قبل از کرتاسه پایانی است. بر اساس ترکیب سنگ‌شناسی و سن جایگیری، این رخساره‌ها شامل گرانودیوریت، گرانودیوریت - گرانیت و گرانیت هستند (حاج ملاحلی و علوی نائینی ۱۳۷۱). رخساره اصلی توده نفوذی شیرکوه، گرانودیوریت، مونزوگرانیت، سینوگرانیت و تونالیت است. رخساره بعدی جوان تر بوده و با ترکیب عمده گرانودیوریتی، در زمان‌های بعد از کرتاسه جایگزین و فاقد سیلیکات‌های آلومینیم مانند کردیریت، آندالوزیت و سیلیمانیت می‌باشد که اغلب با رنگ روشن ظاهر شده

بافت‌های گرانوفیریک می‌توانند بر اثر ورود آب به سیستم فلدسپار و تبلور یک فلدسپار سدیم - پتاسیم دار حدواسط تشکیل شوند.

به علاوه در بافت‌های گرانولار و گرانوفیریک، رشد پرتیتی ناشی از امتزاج‌ناپذیری (Exsolution) و بافت‌های جانیشینی مانند جانیشینی کلریت به جای بیوتیت و سریسیتی شدن دیده می‌شود (تصویر ۱۳).



تصویر ۱۳- بلورهای موسکویت و بیوتیت که توسط کلریت جانشین شده‌اند.

رشد بلور سریسیت، نیازمند وجود آب و یون K^+ است. K^+ از کلریتی شدن بیوتیت حاصل می‌شود. سپس K^+ با بخش آنورتیتی پلاژیوکلاز وارد واکنش شده و بخش‌های غنی از آنورتیت در پلاژیوکلازهای منطقه‌ای، به سریسیت تبدیل می‌شوند.

بر خلاف رشد یکنواخت کلریت در بیوتیت، یا اورالیت در پیروکسن، سریسیت عموماً دارای یک رشد غیر یکنواخت است و در اینجا بر اثر تبلور دوباره، به موسکویت تبدیل شده است (تصویر ۶). دگرسانی دیگری که در سنگ‌ها مشاهده می‌شود، سوسوریتی شدن می‌باشد که در آن بخش آنورتیتی پلاژیوکلاز، به اپیدوت (زئوئیت و کلینوزئوئیت) و بخش باقیمانده پلاژیوکلاز به آلبیت تبدیل شده است. همراه با آلبیت و اپیدوت، بلورهای سریسیت و کلسیت نیز دیده می‌شوند. سوسوریتی شدن، نشانه واکنش‌های هیدروترمال است. در بین نمونه‌های مورد مطالعه، سنگ‌های گرانوفیری دیده می‌شوند که در آن‌ها بلورهای پلاژیوکلاز کائولینیتی شده و مجموعه‌ای از کانی‌های کربناته، موسکویت، گارنت، پیستاسیت و زئوئیت وجود دارد (تصاویر ۱۴ و ۱۵). حضور بلورهای گارنت می‌تواند نشانگر تیپ S و منشاء آتاکسی گرانیت شیرکوه باشد (اسلامی‌زاده و امامی ۱۳۸۲، Nabavi 1972).

مطالعات بعدی (Sheibi et al. 2010) نیز تأیید کننده تیپ S و پرآلومینوس بودن این گرانیتوئیدهاست همچنین ترکیب عمده آن‌ها را گرانودیوریت تا مونزوگرانیت و لوکوگرانیت بیان می‌دارد. پراکندگی

جدول ۱- ویژگی های اکولوژیک گیاه پونه سای کرک ستاره ای از تیره نعناع (زارع زاده و همکاران ب- ۱۳۸۶)

نام گیاه	پونه سای کرک ستاره ای
نام علمی گیاه	<i>Nepeta astrotricha</i>
بافت خاک	شنی - لومی - رسی
نوع اقلیم	فراخشک سرد تا نیمه خشک سرد
درصد شیب	۷۰ - ۱۵
حداقل و حداکثر ارتفاع	۲۹۶۱ - ۱۴۸۰
متوسط درجه حرارت سالیانه (سانتیگراد)	۱۸/۱ - ۱۶/۱
متوسط بارندگی سالانه	۳۱۷ - ۱۱۷

متوسط سالیانه دما از پست ترین تا مرتفع ترین نقاط استان یزد بین ۶/۵ تا ۲۳ درجه سانتیگراد تغییر می کند. حداکثر مطلق دما ۴۵/۸ و حداقل آن ۱۹/۵- درجه سانتیگراد در مجموع ایستگاههای هواشناسی به ثبت رسیده است. (زارع زاده و همکاران ب- ۱۳۸۶). پونه کرک ستاره ای در خاک دارای رطوبت زیاد و ماسه ای - سنگی (Stony sandy soil) در عمق ۳۰-۲۰ سانتیمتری خاک در کنار جویبارهای شیرکوه رشد می کند (تصویر ۱۷). این خاکها ناشی از هوازدگی گرانیت هستند. گرانیت های مزبور مشابه گرانیتوئیدهای زاهدان (رهنماراد و دیگران، ۱۳۸۷) تحت تأثیر عوامل هوازدگی به ویژه هوازدگی فیزیکی و تخریبی قرار گرفته اند و بعضاً در محل رشد گیاه به طور درجا دچار هوازدگی شده اند.

میزان تبخیر در ارتفاعات، نسبت به مناطق کم ارتفاع، کمتر است به طوری که در ارتفاع ۲۰۰۰ متری، مقدار تبخیر ۳۷۵۰ میلی متر و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری به مقدار ۲۲۰۰ میلی متر در سال برآورد می شود (زارع زاده و همکاران ب- ۱۳۸۶).

در محل رشد پونه کرک ستاره ای، خاک همیشه مرطوب است و الگوی ارتفاعی آن ممکن است ناشی از افزایش درشتی دانه های خاک گرانیتی در ارتفاعات بالاتر و در نتیجه کاهش فعالیت بیولوژیکی این نوع خاک باشد (تصویر ۱۸).

این در حالی است که رخساره اصلی شیرکوه، دارای کانی های سیلیکات های آلومینیم یاد شده و نیز کانی های مافیک بیشتری مانند بیوتیت و آمفیبول است. رخساره اصلی در گروه گرانیت های تیپ S قرار می گیرد و پرآلمینوس است (زارعی سهامیه و امینی ۱۳۸۰، Sheibi et al. 2010).

این رخساره، دارای یک منشاء زیر پوسته ای مشتق از سنگ های رسوبی قدیمی و دگرگون شده غنی از پلاژیوکلاز (متاگرایوک) است. رخساره جوانتر شیرکوه مانند گرانیت های موجود در بخش های علی آباد و دره زرشک، ماهیت متاآلمینوس و کالک آکالن دارند و در دره گرانیت های تیپ I قرار می گیرند. به نظر می رسد این گرانیت ها از سنگ های آذرین مافیک با ترکیب متوسط یا مواد زیر پوسته حاصل شده باشند (امینی و کلانتری سرچشمه ۱۳۷۶- اسلامی زاده و امامی ۱۳۸۲). سنگ های گرانیتی موجود در منطقه مورد مطالعه به خصوص نمونه هایی که خاک ماسه ای - سنگی برای رشد پونه کرک ستاره ای را ایجاد کرده اند، ویژگی های هر دو رخساره را نشان می دهند. این قله سنگ ها از خرد شدن سنگ های بالادست به وجود آمده و توسط جریان آب حاصل از ذوب برف، به دامنه های شیرکوه حمل شده اند.

پونه کرک ستاره ای یک گیاه علفی چند ساله است و بخش های بالایی آن کاملاً با کرک های ستاره مانند پوشیده شده است. ساقه ها به ارتفاع ۴۵ - ۲۰ سانتیمتر، بالا رونده و تقریباً راست و دارای برگ های متراکم است (تصویر ۱۶). عوامل محیطی مانند نوع خاک و درصد رطوبت آن، درجه حرارت محیط، ارتفاع از سطح دریا، زاویه تابش خورشید و توپوگرافی محل می تواند منجر به رویش گونه های خاصی از گیاهان در مکانی با شرایط ویژه گردد. میانگین بارندگی در ارتفاعات شیرکوه در حدود ۳۸۰ میلی متر در سال برآورد شده است. مهم ترین ویژگی های اکولوژیک گیاه پونه سای کرک ستاره ای از تیره نعناع، به نقل از زارع زاده و همکاران (ب- ۱۳۸۶) در جدول ۱ آورده شده است.



تصویر ۱۷- محل رویش پونه کرک ستاره ای



تصویر ۱۶- گیاه پونه کرک ستاره ای

رشد گونه ای خاص از گیاه شده است، عناصری که عموماً مورد نیاز گیاه است و در خاک و سنگ های اسیدی محدوده مطالعاتی وجود دارد با میانگین مقدار این عناصر در سنگ های آذرین درونی اسیدی (Alexander et al. 2007) مقایسه شده است (جدول ۲).

جدول ۲- عناصر مورد نیاز گیاه در خاک و سنگ های محل رویش گیاه و مقدار میانگین این عناصر در سنگ های آذرین درونی اسیدی

عنصر	نمونه خاک	گرم در تن (ppm)	
		موزوگرانیت	مقدار میانگین در سنگ های اسیدی
P	۳۵۱	۱۴۵۳	۶۰۰
K	۱۲۴۹۸	۱۸۶۵۳	۴۲۰۰۰
Ca	۱۲۱۰۱۱	۱۱۵۵۳	۵۱۰۰
Mg	۲۲۴۹۵	۴۰۲۸	۱۶۰۰
Fe	۱۵۱۴۱	۸۴۱۰	۱۴۲۰۰
Mn	۳۰۵	۳۹۱	۳۹۰
Cu	۹	۱۴	۱۰
Zn	۴۰	۶	۳۹



تصویر ۱۸- زیستگاه پونه کرک ستاره ای

پونه کرک ستاره ای یک گونه منحصر به فرد بوده و براساس مطالعات آزمایشگاهی، اسانس این گیاه بر روی برخی باکتریهای مولد بیماریهای عفونی اثرات کاملاً کتتری دارد.

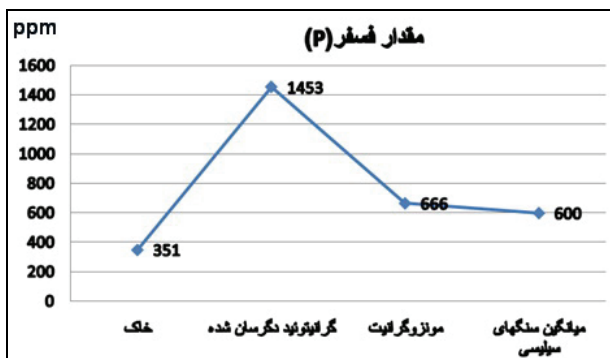
گیاهان برای رشد به ۱۶ ماده شیمیایی نیاز دارند، همچنین ممکن است مواد دیگر در مقادیر بسیار کم موثر باشند (Marschner 1995). آب و هوا دو منبع اصلی تأمین کننده عناصر مورد نیاز گیاه مانند کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد هستند. همچنین عناصری مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن، منگنز، مس، روی، بور، مولیبدن و کلر مورد نیاز گیاهان می باشند (Bargagli 1998). اتمسفر و آب منشاء اصلی کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند. این عناصر اجزاء سازنده برگ گیاهان هستند. اتمسفر از طریق میکروارگانیسم های خاک، نیتروژن را تأمین می کند که سازنده کلیه اسیدهای آمینه و پروتئینها است.

سولفیدهای موجود در خاک و همچنین اتمسفر، از طریق خاک می توانند گوگرد مورد نیاز برای ساختن برخی از پروتئینهای ضروری را تأمین کنند. مقدار گوگرد اندازه گیری شده در خاکها و سنگ های گرانیتی محدوده، از ۵۰ گرم در تن تا ۴۴۷ گرم در تن متغیر است. متوسط مقدار گوگرد سنگ های آذرین درونی اسیدی ۳۰۰ گرم در تن است (Alexander et al. 2007).

کانی آپاتیت ماده سازنده اسیدهای نوکلئیک مانند DNA، RNA و فسفات ATP⁺ و ATP است که پیوندهای اصلی انتقال انرژی هستند. در نمونه های مطالعه شده آپاتیت دیده نمی شود.

جهت تعیین میزان عناصر موجود در خاک که مورد نیاز گیاه است، از عمق ۳۰ سانتیمتری محل رویش پونه سا در مجاورت ریشه آن نمونه برداری شد و نمونه های سنگی از سطح زمین در کنار ساقه گیاه برداشت گردید و با روش طیف سنجی جرمی گسیل پلاسما جفتیده القایی (ICP-MS) مورد آزمایش قرار گرفت و مقدار عناصر موجود در آنها شناسایی شد. به منظور بررسی ترکیب ویژه ای که منجر به

به طوری که در تصویر ۱۹ دیده می شود، مقدار فسفر خاک در عمق ۳۰ سانتیمتری در محل ریشه ۳۵۱ گرم در تن است ولی در گرانیتوئیدهای دگرسان شده سطحی، میزان آن نسبت به مقدار میانگین سنگ های آذرین درونی اسیدی به شدت افزایش یافته است.



تصویر ۱۹- میزان فسفر موجود در خاک و سنگ های محل رویش گیاه

فلدسپار پتاسیک و میکا کانی های موجود در سنگ های گرانیتی هستند. عنصر پتاسیم یک کاتیون فراوان در سیئوپلاسم است و پتانسیل اسمزی را تنظیم می کند و در بسیاری از فرایندهای سلولی نقش اساسی دارد (Alexander et al. 2007).

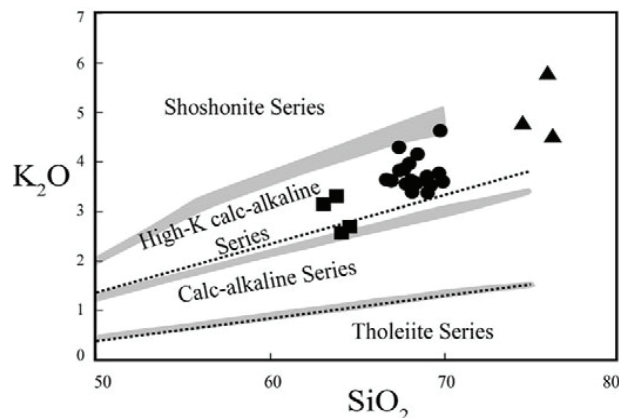
گرانیتوئیدهای شیرکوه همان طور که در تصویر ۲۰ دیده می شود از نوع کالک آلکال پتاسیم بالا هستند، هرچند میزان پتاسیم در گرانودیوریتها و موزوگرانیتها نسبت به لوکوگرانیتها پایین تر است. این

کانی های کلسیم دار مانند پلاژیوکلاز و پیستاسیت و آنکلاوهای کربناتی، منشاء کلسیم در سنگ های منطقه هستند. درصد اکسید کلسیم در آنکلاوها همانطور که در تصویر ۲۳ دیده می شود بالاتر از گرانیتهای در برگیرنده آنهاست.

کلسیم از اجزای اصلی ساخت دیواره سلول های گیاهی است و در هدایت سیگنالها و رشد سلولی نقش اساسی دارد. مقدار کلسیم در خاک محل رویش گیاه از میانگین سنگ های آذرین درونی اسیدی و نیز سنگ های گرانیتهای موجود، بیشتر است (تصویر ۲۴).

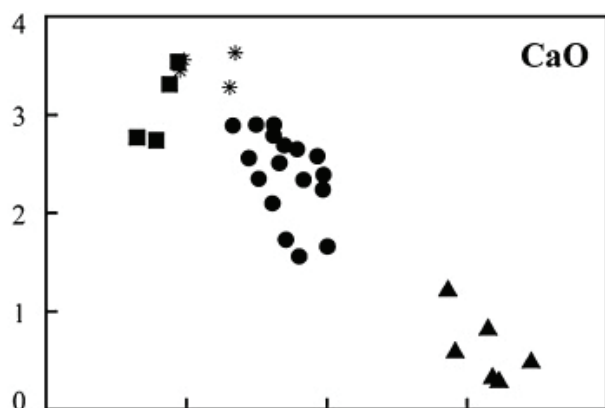
این امر عمدتاً به دلیل انحلال سنگ های آهکی کرتاسه که ارتفاعات منطقه را تشکیل می دهند و نیز وجود آنکلاوهای کربناتی در نمونه های مطالعه شده می باشد. البوین، پیروکسن و آمفیبول، منبع عادی Mg در سنگ های مافیک است ولی سنگ های فلسیک مانند گرانیتهای فاقد چنین کانی هایی هستند. در ناحیه مورد مطالعه، بیوتیت منیزیم دار ممکن است منشاء Mg باشد. در سنگ های گرانیتهای محدود شده مورد مطالعه، بیوتیت فراوان ترین کانی سیلیکاته آهن - منیزیم دار با فراوانی ۱۰-۷ درصد است.

موضوع در روی نمودارهای دوتایی هارکر به خوبی دیده می شود (تصویر ۲۱). به نظر می رسد مقدار پتاسیم در خاک و سنگ های محل رویش گیاه به شدت کاهش یافته است. (تصویر ۲۲).

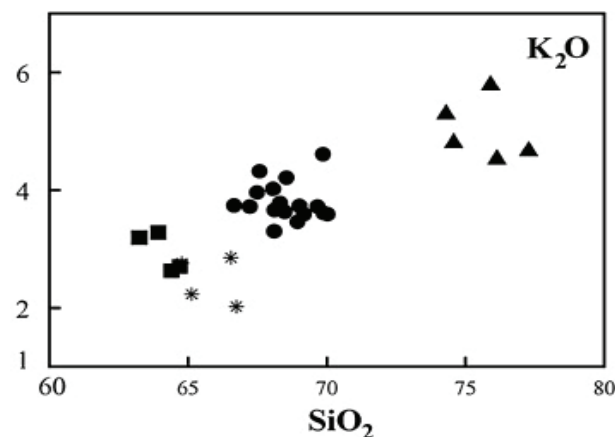


تصویر ۲۰- گرانیتهای شیرکوه در گروه کالک آلکان پتاسیم بالا قرار می گیرند (Sheibi et al. 2010)

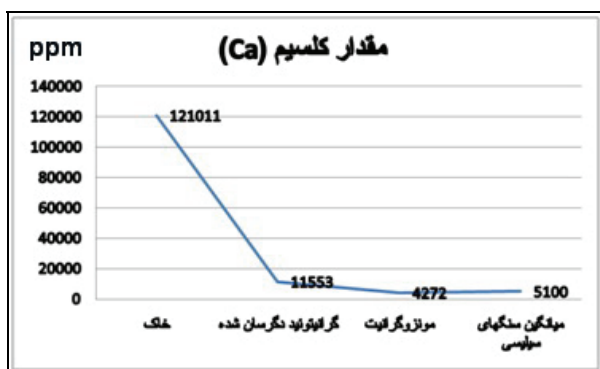
■ گرانودیوریت ● مونزوگرانیته ▲ لوکوگرانیته



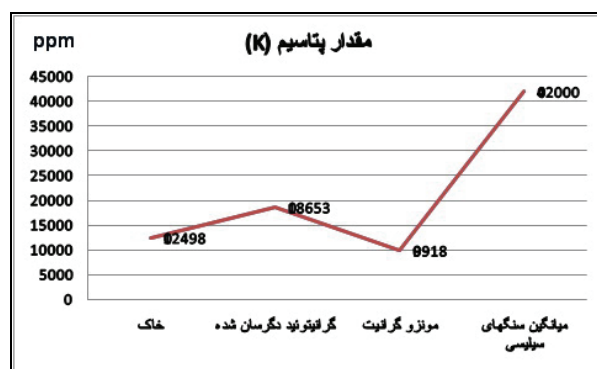
تصویر ۲۳- میزان کلسیم در آنکلاوها به بیش از ۳ درصد وزنی می رسد (Sheibi et al. 2010). آنکلاوها با علامت ستاره نشان داده شده اند و سایر علائم مانند تصویر ۲۰ است.



تصویر ۲۱- میزان پتاسیم در آنکلاوها، گرانودیوریتها و مونزوگرانیتهای شیرکوه نسبت به لوکوگرانیته پایین تر است. علامت * آنکلاوها را نشان می دهد و بقیه علائم مانند تصویر ۲۰ است (Sheibi et al. 2010)



تصویر ۲۴- میزان کلسیم موجود در خاک و سنگ های محل رویش گیاه



تصویر ۲۲- میزان پتاسیم موجود در خاک و سنگ های محل رویش گیاه

هر چند در گرانیوئیدهای محدوده مورد مطالعه، آثار کانی سازی مس نمایان نیست ولی مقدار متوسط مس در آن‌ها از مقادیر میانگین سنگ‌های آذرین درونی سیلیسی کمی بیشتر است. عنصر مس در واکنشهای اکسیداسیون - احیاء نقش اساسی دارد. یون Cu^{2+} می تواند به Cu^+ کاهش یابد که در اکوسیستم ناپایدار است. کانی‌های سولفیدی منشاء روی هستند که برای فعالیت آنزیم ها در گیاه مورد نیاز است. مقدار روی در نمونه‌ها به جز یک مورد که مقدار کمی نشان می دهد دارای مقادیر عادی است (جدول ۱).

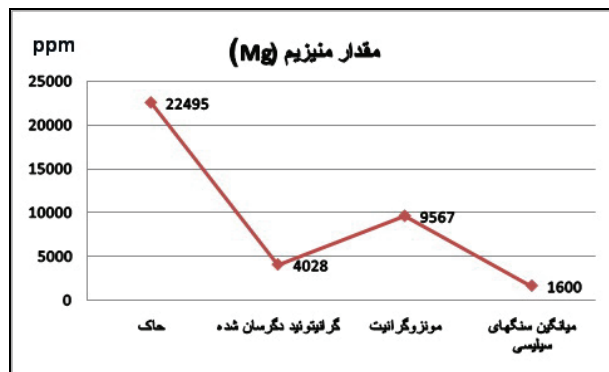
کانی تورمالین منشاء عنصر بور برای گیاهان است که برای ساخت بخش‌های چوبی و افزایش طول ریشه مورد استفاده قرار می گیرد. تورمالین در سنگ‌های گرانیتی یافت می شود. بلورهای تورمالین با طول بیش از ۲۰ سانتیمتر در پگماتیتهای شیرکوه گزارش شده است (امامی ۱۳۷۹). هر چند در نمونه‌های مطالعه شده در محل رویش پونه کرک ستاره ای، کانی تورمالین مشاهده نشد.

عنصر مولیبدن (Mo) که یکی از سازنده های اصلی آنزیم است، برای تثبیت مقدار نیتروژن و احیاء یون نترات ضروری است. میزان مولیبدن در نمونه‌ها حدود ۰/۸۴ گرم در تن (0.84 ppm) است که از مقدار میانگین سنگ‌های گرانیوئیدی (1.3 ppm) کمتر است. اغلب عناصر واسطه گروه اول، به غیر از آهن و منگنز، به خصوص وانادیم، کروم، نیکل و کبالت در مقادیر پایین، برای گیاه سودمند هستند ولی مقادیر بالای آن‌ها برای گیاه سمی است. میزان MnO , TiO_2 و Fe_2O_3 در گرانیوئیدهای شیرکوه با افزایش مقدار سیلیس، کاهش یافته و مقادیر اندکی نشان می دهد ولی این نسبت در آنکلاوها کمی بیشتر است.

سلنیم نیز در غلظتهای بالا می تواند برای گیاه سمی باشد ولی به طور کلی مقادیر جزئی از عناصری مانند سدیم، کلسیم، فلئور، ید و سلنیم، برای حیات گیاهان و جانوران ضروری است (Alexander et al. 2007). نمکها معمولاً در همه جا وجود دارند و توسط گیاهان جهت موازنه بار الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند.

۴- نتیجه گیری

گیاه پونه کرک ستاره ای یک گونه بسیار کمیاب است که در ارتفاعات شیرکوه یزد یافت می شود. اهمیت این گونه گیاهی به دلیل خواص درمانی منحصر به فرد آن به ویژه در مقابله با برخی باکتریهای مولد بیماریهای عفونی است. این گیاه دارویی در ارتفاع ۳۰۵۰-۲۰۷۰ متری شیرکوه در جنوب غرب یزد، در محل برفخانه طرزجان می روید. این تحقیق که شامل سنگ شناسی و مطالعات مشترک زمین شناسی و

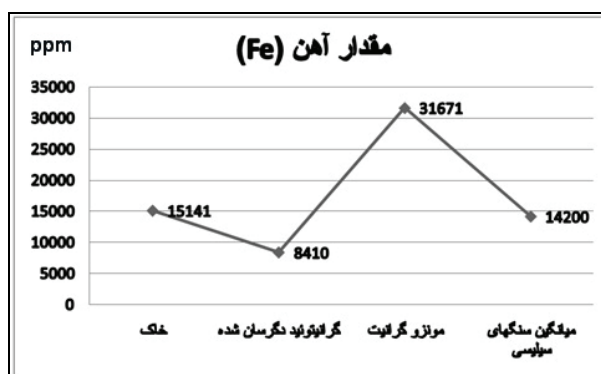


تصویر ۲۵- میزان منیزیم موجود در خاک و سنگ‌های محل رویش گیاه

منیزیم یکی از اجزاء اصلی کلروفیل و فعال کننده بسیاری از آنزیمها است که در ساختن پروتئین نقش اساسی دارد. تصویر ۲۵ افزایش منیزیم خاک را نسبت به سنگ‌های گرانیوئیدی منطقه نشان می دهد.

آهن نیز با توجه به شعاع یونی مشابه با منیزیم، در کانی‌های الیون، پیروکسن و آمفیبول وجود دارد ولی چنین کانیهایی در محدوده مطالعاتی یافت نمی شوند. وجود بیوتیت‌های آهن دار در این گرانیوئیدها می تواند منشاء آهن مورد نیاز گیاه باشد. آهن به عنوان یکی از عناصر سازنده آنزیم ها نقش مهمی در اکسیداسیون - احیاء، ساخت پروتئین و رشد کلروپلاست دارد. دگرسانی بیوتیت‌های آهن دار در گرانیوئیدهای شیرکوه سبب پیدایش کانی‌های کدر مانند هماتیت و تأمین آهن مورد نیاز گیاه در خاک گردیده است (تصاویر ۸ و ۲۶).

منگنز در کانی‌های سیلیکاته آهن - منیزیم دار جانشین Fe^{2+} می شود و همچنین به عنوان فعال کننده آنزیم، جزء سازنده برخی پروتئین ها است و در واکنشهای اکسیداسیون - احیاء نیز نقش دارد. مقدار منگنز موجود در ناحیه به مقدار میانگین موجود در سنگ‌های سیلیسی نزدیک است (جدول ۲). کانی‌های سولفیدی و سنگ‌های رسوبی غنی از کربن، منشاء مس هستند. گرانیوئیدهای شیرکوه در مناطق علی آباد و دره زرشک واقع در غرب یزد، منشاء دو کانسار مس پورفیری با عیار نسبتاً خوب هستند (Eslamizadeh & Samanirad 2008).



تصویر ۲۶- میزان آهن موجود در خاک و سنگ‌های محل رویش گیاه

زرشک در جنوب غرب یزد، بیست و دومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور. بخش زمین‌شناسی اقتصادی و اکتشاف: ۵۹-۴۷.

امامی، م.، ۱۳۷۹، "ماگماتیسم در ایران"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۰۸ ص.

امینی، ص. و کلانتری سرچشمه، م.، ۱۳۷۶، "مطالعه پترولوژی و ژئوشیمی باتولیت گرانیتوئیدی شیرکوه یزد"، اولین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. تهران: ۱۰۳-۹۹.

حاج ملاعلی، ع. و علوی نائینی، م.، ۱۳۷۱، "نقشه زمین‌شناسی خضر آباد، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

حاج ملاعلی، ع. و مجیدی فرد، م.، ۱۳۷۹، "نقشه زمین‌شناسی یزد، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

خسرو تهرانی، خ. و وزیری مقدم، ح.، ۱۳۷۲، "چینه‌شناسی کرتاسه زیرین در نواحی غرب و جنوب غربی یزد"، فصلنامه علوم زمین، سال دوم، شماره ۷، سازمان زمین‌شناسی کشور: ۴۶-۳۶.

رهنماراد، ج. صاحب زاده، ب. و میرحاجی زاده، ع. ا.، ۱۳۸۵، "توصیف هوازدگی و سست شدگی در گرانیتوئید زاهدان از دیدگاه مهندسی سنگ"، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۴ (۴): ۲۵۸-۲۴۷.

زارع زاده، ع. باباخانلو، پ.، هادی راد، م.، میرحسینی، ع. و شمس زاده، م.، الف-۱۳۸۶، "بررسی نتایج کشت گیاهان دارویی در شرایط کلکسیون استان یزد"، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۶: ۳۵-۱۱.

زارع زاده، ع. رضایی، م.، میرحسینی، ع. و شمس زاده، م.، ب-۱۳۸۶، "بررسی اکولوژیک سی و چهار گونه گیاه اسانس دار تیره نعناع در استان یزد"، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۳ (۳): ۴۴۲-۴۳۲.

زارعی سهامیه، ر. و امینی، ص.، ۱۳۸۰، "پترولوژی و ژئوشیمی توده های نفوذی جنوب غرب یزد"، فصلنامه علوم دانشگاه تربیت معلم، سال ۱ (۱): ۲۳-۱۲.

Alexander, E. B., Coleman, R. G., Keeler-Wolf, T. & Harrison, S., 2007, "Serpentine geocology of western north America", *Geology, Soils, and Vegetation, Oxford University Press*, 528 pp.

Bargagli, R., 1998, "Trace elements in terrestrial plants", *An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery, Springer, 1st edition*, 324 pp.

Berberian, F. & Berberian, M., 1981. "Tectono-plutonic episodes in Iran", In Gupta H. K. & Delany F. M.(eds.) *Zagros Hindukush, Himalaya Geodynamic Evolution, American Geophysical Union Geodynamic, Series 3:5-32*.

Berberian, M. & King G. C. P., 1981, "Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran", *Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 18: 210-245*.

Clarke, D. B., 1992, "Granitoid rocks", *Chapman & Hall, 281 pp*.

اکولوژی (زمین‌بوم‌شناسی) است نشان می‌دهد که مقدار عناصر آهن، منیزیم و کلسیم موجود در خاک محل رویش گیاه، در برخی نمونه‌ها گاه تا چند برابر مقدار میانگین سنگ‌های آذرین درونی اسیدی، افزایش یافته است که دلیل آن، ترکیب سنگ‌شناسی ویژه و کانی‌های موجود در گرانیتوئیدهای شیرکوه است. در این سنگ‌ها علاوه بر آنکلاوهای کربناته، کانی‌های سیلیکاته آهن - منیزیم دار مانند بیوتیت و همچنین کانی‌های گروه اپیدوت وجود دارد که سبب افزایش میزان عناصر آهن، منیزیم و کلسیم خاک گردیده است. بالا بودن غیر عادی میزان کلسیم خاک، به دلیل قرار گرفتن سنگ‌های آهکی سازند تفت بر روی گرانیتوئیدها و انحلال کلسیم موجود در آهک‌ها، توسط جریان آب حاصل از ذوب برف است که به طور دائم از قله‌های پوشیده از برف مشرف بر محدوده، به سمت پایین دامنه جریان دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که وجود حداقل ۱۶ عنصر شیمیایی برای رشد و نمو گیاهان لازم است و وجود برخی از این عناصر حتی در مقدار کم، برای رویش گیاه ضروری است. عناصر کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد به طور عمده از طریق آب و اتمسفر فراهم می‌شوند.

خاک و سنگ، منبع تأمین Ca, Mg, K, Fe, Mn, Zn, B, Mo, Cl, Cu, P و دیگر عناصر مورد نیاز گیاه هستند. سنگ‌های گرانیتوئیدی رخساره اصلی شیرکوه، ترکیب کالک آلکالن و پرآلومینوس داشته و مقدار پتاسیم آن‌ها از متوسط تا زیاد تغییر می‌کند. دگرسانی سنگ‌های آذرین، سنگ آهک و کنگلومرای موجود در منطقه، عناصر مورد نیاز برای رشد پونه کرک ستاره‌ای را در دامنه ارتفاعات میانی شیرکوه فراهم ساخته است. همچنین عواملی از قبیل ارتفاع بالا، رطوبت زیاد خاک، ترکیب شیمیایی ویژه و دمای پایین آبهای حاصل از ذوب برف و وجود خاک ماسه‌ای - سنگی، نقش مهمی در ایجاد شرایط مناسب برای رشد این گونه کمیاب ایفا نموده است. علاوه بر عناصر و عوامل یاد شده فوق، تخلخل زیاد خاک گرانیتی زیستگاه که سبب کاهش فعالیت‌های زیستی می‌شود نیز ممکن است در رویش گیاه پونه کرک ستاره‌ای اهمیت داشته باشد.

تشکر و قدرانی

از آقای دکتر محمد حسین حکیمی رئیس دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی دانشگاه یزد که علاوه بر همراهی در عملیات صحرائی، اطلاعات ارزشمندی از تحقیقات خود را در اختیار نگارندگان قرار دادند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

مراجع

اسلامی زاده، ع. و امامی، م.، ۱۳۸۲، "کانسار مس پورفیری دره

Eslamizadeh A. & Samanirad Sh. 2010, "Petrology of igneous rocks in Shirkuh SW of Yazd as a unique growth place for a medical plant *Nepta Astrotricha*", *GSA Denver Annual Meeting, GSA Abstracts Vol. 42 (5): 104*.

Eslamizadeh A. & Samanirad Sh., 2008, "The role of Neogene magmatism on alteration zones and supergene enrichment porphyry copper deposit of Darreh Zereshk, Yazd, Iran", *The joint meeting of the Geological Society of America, GSA Abstracts Vol. 40 (6): 251*.

Forrest, J. & Miller-Rushing, A. J., 2010, "Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution", *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol. 356 (1559): 3101—3112*.

Mackenzie, W. S. & Adams, A. E., 1994, "A Colour atlas of rocks and minerals in thin section", *Manson publishing, 192 pp*.

Marschner, H., 1995, "Mineral Nutrition of Higher Plants", *New York Academic Press Pub, 2nd edition, 889 pp*.

Nabavi, M.H., 1972, "Geologic map of Yazd quadrangle, Scale 1:250000", *Geological Survey of Iran, Tehran, Iran*.

Richardson, A. D., Black, T. A., Ciais, P., Delbart, N., Friedl, M. A., Gobron, N., Hollinger, D. Y., Kutsch, W. L., Longdoz, B., Luysaert, S., Migliavacca, M., Montagnani, L., Munger, J. W., Moors, E., Piao, S., Rebmann, C., Reichstein, M., Saigusa, N., Tomelleri, E., Vargas, R. & Varlagin, A., 2010, "Influence of spring and autumn phenological transitions on forest ecosystem productivity", *Transactions of the Royal Society B, Vol.: 356 (1559): 3227-3247*.

Sheibi, M., Esmacily, D., Nedelec, A., Bouchez, J. L., & Kananiani, A., 2010, "Geochemistry and petrology of garnet-bearing S-type Shir-Kuh Granite, southwest Yazd, central Iran", *Island Arc, Vol. 19 (2): 293-312*.