



رابطه بین دگرشکلی و رشد پورفایروبلاست ها در آندالوزیت شیست های منطقه

قنداب جنوب شرق فریمان

- رنجبر، فاء؛ همام، م^۱؛ ابراهیمی، خ^۲؛ رحیمی، ب^۲
 ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد
 ۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده: منطقه مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری جنوب شرق فریمان قرار گرفته است. سنگهای دگرگونی این منطقه شامل آندالوزیت میکا شیستها، کوارتزیت، آهکهای تبلور مجدد یافته، شیستهاو گنیسهای کوارتز فلدسپاتی می باشد. این مجموعه تحت تاثیر دگرشکلی های مختلفی قرار گرفته است با توجه به روابط ریز ساختاری رشد پورفایروبلاست ها به صورت همزمان نبوده است. مطالعات ریز ساختاری و صحرایی دو مرحله دگرشکلی در منطقه را تأیید می نماید. در طی D_1 برگواره S_1 به وجود آمده و این برگواره در طی دگرشکلی دوم D_2 چین خورده است. بلورهای کوردیریت قبل از D_1 شکل گرفته و پورفایروبلاست های آندالوزیت و گارنت پس از D_2 تشکیل شده اند.

Abstract: The study area is located 40 km South East of Fariman. These metamorphic rocks have been included andalusite mica schist, quartzite, limestones recrystallization and quartz-Feldsparschiste and gneises. It has been affected by different deformation. Using the different microstructural relationships it can be concluded that porphyroblasts were not generated in the same time but they have grown sequentially. Microstructure and field studies confirm two-stage deformation in the region. D_1 deformation produced S_1 foliation which has been crenulated during the D_2 deformation. The cordierites grew before D_1 and porphyroblast of garnet and andalusite generated after D_2 .

مقدمه

در سنگهای دگرگونی روابط ریز ساختاری بین پورفایروبلاستها و انکلوزیون های موجود همچون فولیاسیون موجود در زمینه برای درک حوادث دگرگونی و ارتباط آنها با تغییر شکل بکار می رود. با استفاده از این روابط تعیین زمان نسبی تشکیل پورفایروبلاستها و تقدم و تاخر انجام واکنشهای دگرگونی نسبت به حوادث دگرگونی ممکن می شود و به عبارت دیگر توالی تشکیل پورفایروبلاستها را می توان مشخص کرد. پورفایروبلاست های موجود در شیستهای جنوب شرق فریمان را عمدتاً آندالوزیت، کوردیریت و گارنت تشکیل می دهند. حضور دخال های ریز سایر کانی ها مانند کوارتز، میکا و گرافیت و مقایسه آنها با آرایش کانیها در زمینه سنگ شرایط مساعدی را جهت بررسی رابطه رشد پورفایروبلاست و دگرشکلی در شیست های جنوب شرق فریمان فراهم نموده است.

بحث و بررسی

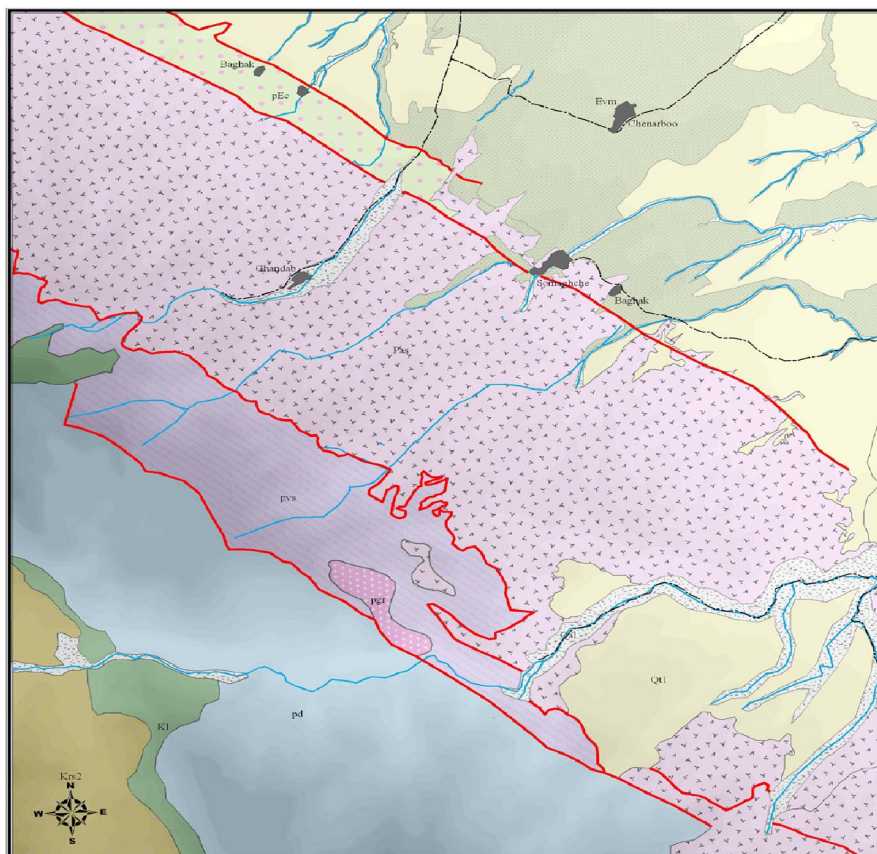
الف - زمین شناسی عمومی منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرق مشهد و ۴۰ کیلومتری جنوب شرق فریمان در طول جغرافیایی ۳۵°۲۴ تا ۳۵°۲۸ و عرض جغرافیایی ۶۰°۰۲ تا ۶۰°۰۷ قرار دارد. طبق مشاهدات و بررسیهای صحرایی سنگ های دگرگونیمنطقه شامل بخشهای زیر می باشد
 لایه های ضخیمی از میکاشیستهای حاوی آندالوزیت، سیلیمانیت، کوردیریت و گارنت که در این تشکیلات لایه هایی با پراکندگی نامنظم از کوارتزیت، آهک های تبلور مجدد یافته و ماسه سنگهای رس دار دگرگون شده حاوی بیوتیت، مسکویت، فیبرولیت و گارنت مشاهده میشود. در انتهای مقطع روستای قنداب گنایسهای در مجاورت میکاشیستها مشاهده می شود که از نوع گنایسهای کوارتز - فلدسپاتی می باشند. طبقات شیستی در سمت شمال با واسطه گسلی در مجاورت مجموعه ای شامل ماسه سنگهای توفی و گری وکی، ژئپس، مارن، کنگلومرا و آتشفشانیهای کرتاسه قرار میگیرد. این مجموعه خود توسط رسوبات پلیو - پلیستوسن و در نهایت آبرفتیهای کواترنر پوشیده شده است. البته در حدفاصل غرب مقطع روستای سماقچه تا مقطع روستای قنداب میکاشیستها به صورت گسله در مرز با کنگلومرا و سنگهای آتشفشانی پالئوسن - انوسن قرار دارند. در جنوب نیز تشکیلات شیستی در کنتاکت گسله با کمپلکس رسوبی - ولکانیکی (کمپلکس سبیک) قرار دارند که شامل کربناتهای تبلور مجدد یافته، سنگهای آتشفشانی دگرگون شده اسیدی و بازیک و گرانیت های است که به طور



منطقه ای بافت گنایسی از خود نشان می دهند و به صورت نواری با عرض کمتر از ۱ کیلومتر در امتداد شمال غرب - جنوب شرق رخنمون دارند. این مجموعه آتشفشانی دگرگون شده به صورت گسله در مجاورت دولومیت‌های دگرگون شده و تبلور مجدد یافته قرار می‌گیرند. این دولومیت‌های تیره رنگ و تبلور مجدد یافته از نظر لیتولوژیکی شبیه دولومیت‌های سلطانیه است و در روی سازندهای کرتاسه رانده (overrust) شده است. توالی توصیف شده تحت تاثیر سیستم گسلی با روند شمال غرب - جنوب شرق قرار گرفته که کمپلکس ولکانیک - رسوبی و آندالوزیت شیبست ها را از واحد دولومیت‌های رورانده جدا می کند (شکل ۱)

شیبست‌های منطقه مورد مطالعه در حد درجات متوسط تا بالایی رخساره آمفیبولیت تحت تاثیر دگرگونی نوع حرارت بالا - فشار پایین دگرگون شده اند. در نمونه دستي این شیبست ها به رنگ خاکستري روشن تا تیره دیده شده و در بسیاری از این نمونه ها بلورهای صورتی رنگ و درشت آندالوزیت ظاهري زیبا به سنگ داده اند در بعضی از قسمتهای منطقه جهت یابی بلورهای آندالوزیت در جهت شیبستوزیته به خوبی قابل مشاهده است. رگه های کوارتز با ضخامت‌های متفاوتین شیبست‌ها را قطع نموده که در بعضی قسمتها حالت چین خوردگی در این رگه ها مشاهده میشود. با توجه به شواهد موجود متمامورفیسم رخ داده در منطقه از نوع مجاورتی در مقیاس ناحیه ای می باشد.



شکل شماره ۱: نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

ب- پتروگرافی

سه مجموعه میزالی در متاپلیت‌های منطقه تشخیص داده شد که در این سه مجموعه از شمال به جنوب درجه دگرگونی افزایش می یابد این سه مجموعه شامل (۱) کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + کوردیریت + گارنت (۲) کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + فیبرولیت ± کوردیریت (۳) کوارتز + بیوتیت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + آلکالی فلدسپار + فیبرولیت + سیلیمانیت می باشد. کانیهای فرعی موجود زیرکون، آپاتیت، تورمالین، مگنتیت، گوتیت و سولفید آهن می



باشد. در مجموعه کانیایی اول که در متاپلیتهای درجه پایین دگرگونی مشاهده می شود پورفیر و بلاستهای آندالوزیت با بی رفرنزانس ضعیف و رنگ تداخلی آبی مایل به خاکستری تا زرد و اغلب با ساخت ضربدری در زمینه ای دانه ریز مشاهده میشوند اگر چه اشکال مربعی آندالوزیت (کیاستولیت) نیز به فراوانی قابل مشاهده اند. اندازه بلورهای آندالوزیت در مقاطع میکروسکوپی حدود ۰/۲ تا ۲ میلیمتر می باشد. بلورهای کوردیریت نیز به صورت پورفیر و بلاستهای بیضوی و اکثراً دارای ماکل شعاعی می باشند اما اغلب بلورهای کوردیریت در میان تجمعاتی از بلورهای نسبتاً درشت بیوتیت و مسکویت مشاهده می شوند وجود این تجمعات که در آنها کوارتز نیز مشاهده میشود ساخت چشم پرنده ای را در زمینه این سنگها ایجاد کرده است. طبق بررسی های پتروگرافی به عمل آمده این تجمعات حاصل واکنشهای پسروده نبوده بلکه در نتیجه دگرگونی پیشرونده و احتمالاً به دنبال واکنش زیر به وجود آمده اند

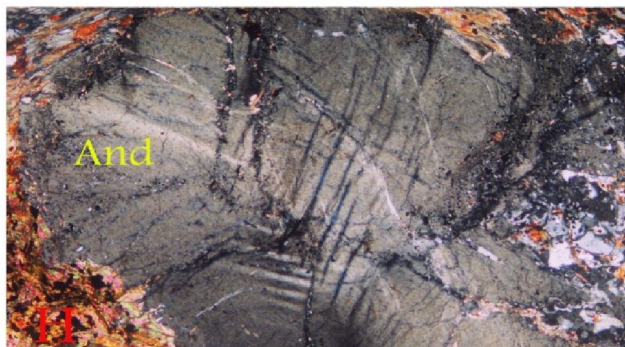
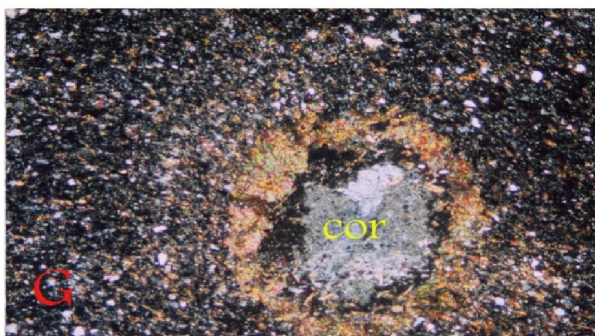
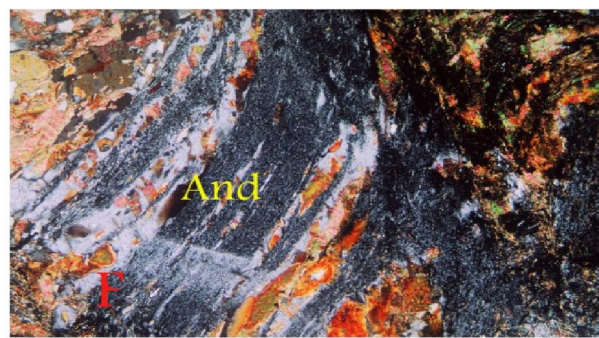
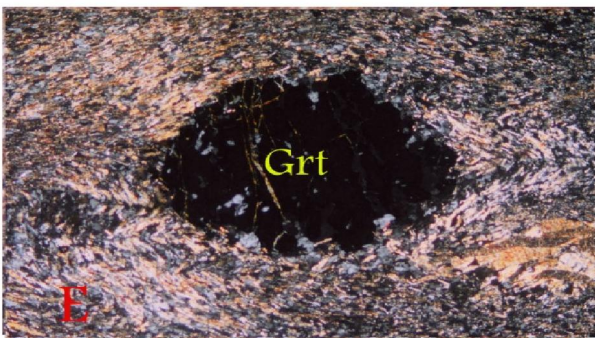
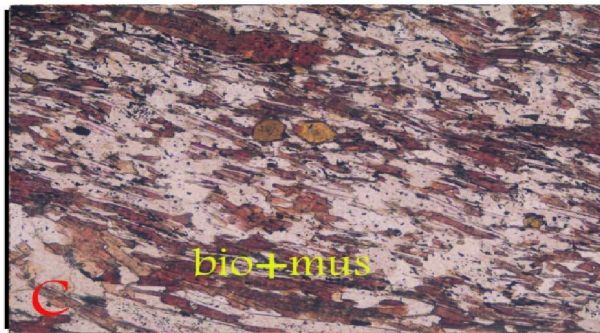
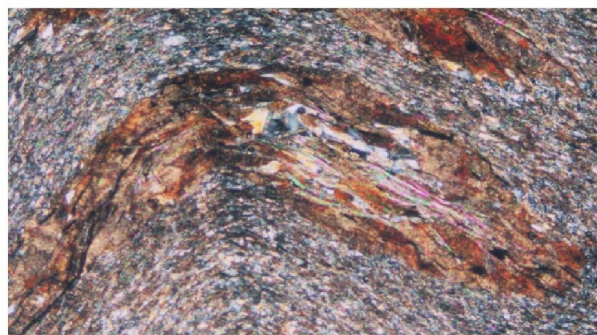
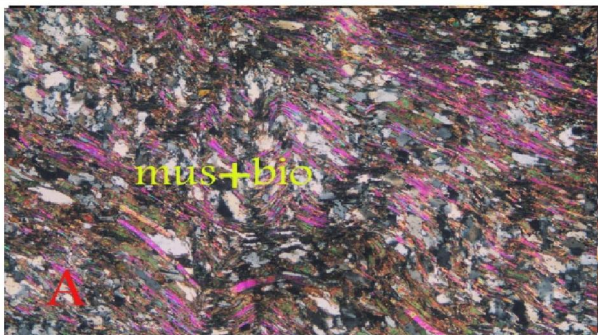
کوارتز + آندالوزیت + بیوتیت = مسکویت + کوردیریت

بالا بودن میزان آلتراسیون در بلورهای آندالوزیت نسبت به بلورهای کوردیریت ها نیز می تواند احتمالاً نشان دهنده این واقعیت باشد که بلورهای آندالوزیت دیرتر از بلورهای کوردیریت رشد کرده اند به عبارت دیگر تأییدی بر این موضوع می تواند باشد که آندالوزیتهای حاصل واکنش های پیشرونده می باشند. در این شیبست ها گارنت هم در مجموعه بیوتیت - مسکویت - کوارتز و هم در زمینه مشاهده می شوند گارنتهای زمینه اغلب بی شکل هستند در حالیکه گارنتهای تشکیل شده در آگرگاتهای میکایی شکل دار و دارای بافت اسفنجی می باشند. هر دو نوع گارنت به ویژه گارنت های زمینه ریز بلور هستند (حدود ۰/۰۵ mm). از نظر ترکیبی گارنتهای موجود از نوع آلماندن و غنی از اسپسارتین می باشند

در متاپلیتهای درجه بالا آندالوزیتهای از نظر اندازه نسبت به درجات پایین درشت تر بوده و گاهی در نمونه های دستی طول آنها تا ۱۰ سانتیمتر نیز می رسند. این نوع آندالوزیتهای با رنگ صورتی روشن تا قهوه ای و با جلا شیشه ای تا چرب در نمونه دستی قابل مشاهده اند. در مقاطع میکروسکوپی این آندالوزیت ها به طور کلی به دو صورت دیده میشوند (۱) آندالوزیتهای پوئی کیلوبلاستیک بی شکل دارای ادخالهای گرافیت، کوارتز، بیوتیت و مسکویت (۲) کیاستولیت. در برخی از بلورهای آندالوزیت سیلیمانیت جانشین آندالوزیت شده است این سیلیمانیتهای جایگزین شده یا به صورت بلورهای الماسی شکل با برجستگی بالا و بیرفرنزانس خاکستری تا زرد کم رنگ می باشند یا به شکل منشوری و با رنگ تداخلی بالا مشاهده میشوند. در برخی موارد که بلورهای آندالوزیت توسط سیلیمانیت جایگزین شده اند اطراف این پورفیر و بلاستها را بلورهای درشت مسکویت، پلاژیوکلاز، گارنت، کوارتز، بیوتیت و گاهی فیبرولیت و ارتوز احاطه کرده اند. در برخی بلورهای آندالوزیت در اثر دگرگونی قهقرایی سربیسیت، بیوتیت و کلریت تشکیل شده است. بعضی بلورهای آندالوزیت دارای سکتور زونینگ (sector zoning) می باشند. بلورهای گارنت از نظر اندازه متفاوت هستند (از ۰/۱ تا ۰/۵ mm) و به صورت شکل دار تا کاملاً بی شکل دیده می شوند همچنین آثار شکستگی در بسیاری از بلورهای گارنت دیده میشود. از نظر ترکیبی گارنتها از نوع آلماندن غنی از اسپسارتین بوده و فاقد منطقه بندی بافتی و شیمیایی می باشند کانیهای مانند کوارتز، بیوتیت و سیلیمانیت به دلیل هسته بندی آسان به نسبت دانه ریز بوده و کمتر به صورت پورفیر و بلاست دیده میشوند.



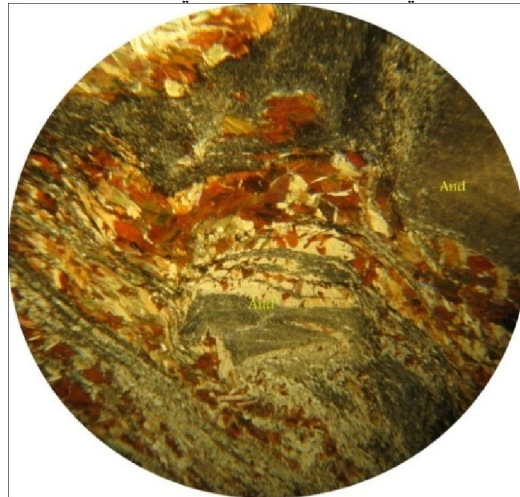
شکل ۲: A: چین خوردگی در شیستوزیته S₁B: چین خوردگی در تجمعات میکابی حاصل از کوردیریت C: شیستوزیته S₁ شکل گرفته توسط بلورهای بیوتیت و مسکویت D: بلور شکسته شده آندالوزیت که بعداً توسط کلریت شکستگیها پر شده است E: شیستوزیته چین خورده در اطراف بلور گارنت F: خمیدگی انکلوژیون های بیوتیت در یک بلور آندالوزیت G: تجمعات میکابی شکل گرفته در اطراف یک بلور کوردیریت H: ایجاد ساختارهای منطقه ای در بلور آندالوزیت





ج - ارتباط پورفیروبلاستها با تغییر شکل/ یا تکتونیک

بر اساس مطالعات پتروگرافی رشد پورفیروبلاستها همزمان نبوده بلکه بصورت سکانسی صورت گرفته است. نخستین کانی تشکیل شده کانی کوردیریت می باشد که مناسفانه به دلیل جایگزینی وسیع بلورهای نسبتاً درشت بیوتیت و مسکویت در طی واکنش پیشرونده تبدیل کوردیریت به آندالوزیت عملاً امکان بررسی رابطه بین زمان تشکیل پورفیروبلاستها و دگرشکلی نبوده است اما به نظر می رسد که این کوردیریتها در طی مراحل نخستین تشکیل شیستوزیته S_1 به وجود آمده اند. در مرحله بعدی تغییر شکل که باعث چین خوردگی و کرینولیشن در شیستوزیته S_1 شده است وجود چین خوردگی در مجموعه های بیوتیت و مسکویت جایگزین شده به خوبی دیده می شود. اما بهترین شواهد از روابط بین پورفیروبلاستها و دگرشکلی در بلورهای آندالوزیت قابل مشاهده است. چین خوردگی انکلوزیونها در بلورهای آندالوزیت به خوبی نشان دهنده شروع به رشد آندالوزیت پس از آغاز دگرشکلی دوم که منجر به چین خوردگی شیستوزیته اولیه سنگ شده است، می باشد. گارنتها دارای انکلوزیونهای به موازات ماتریکس و نشان دهنده رشد بعد از دگرشکلی D_1 و قبل از D_2 می باشند. از طرفی چرخش شیستوزیته در اطراف پورفیروبلاست آندالوزیت و گارنت، وجود سایه فشاری در اطراف آنها، شدیدتر بودن چین خوردگی یا کرینولیشن در زمینه سنگ (شکل ۳) و همچنین ایجاد شکستگی در بلورهای آندالوزیت و گارنت بعلاوه وجود ساختارهای منطقه بندی حاصل از دگرشکلی به خوبی معرف ادامه فرآیند دگرشکلی پس از رشد پورفیروبلاستهای آندالوزیت است. همچنین از منطقه مورد مطالعه برداشت ۳۰ اندازه گیری شیب و امتداد بر روی شیستهای منطقه انجام شد که نتایج حاصل از تحلیل اطلاعات به دست آمده نشان میدهد روند عمومی شیستوزیته موجود در منطقه تقریباً شمالغرب - جنوب شرق می باشد ولی شیب از قسمت به قسمت دیگر متفاوت بوده و بعضاً در دو جهت به سمت شمال شرق و جنوب غرب مشاهده میشود که این نتایج وجود چین خوردگی و دو مرحله دگرشکلی را در منطقه ثابت می کند.



شکل شماره ۳: چین خوردگی شدیدتر زمینه نسبت به انکلوزیون های موجود در آندالوزیت

نتیجه گیری

بر اساس مطالعات انجام شده رشد پورفیروبلاستها به صورت سکانسی بوده است. همچنین این مطالعات عملکرد ۲ مرحله دگرشکلی را ثابت می کند. مرحله D_1 با ایجاد شیستوزیته S_1 همراه بوده است. رشد کوردیریت در مراحل اولیه تشکیل شیستوزیته S_1 صورت گرفته است در طی دگرشکلی دوم D_2 فابریک S_1 دچار چین خوردگی شده و در بعضی قسمتها فابریک S_2 شکل گرفته است همچنین آندالوزیتها موجود چرخیده و نیز اگرگاتهای میکایی حاصل تجزیه کوردیریت نیز به شدت چین خورده اند. رشد برخی پورفیروبلاستهای آندالوزیت و گارنت احتمالاً پس از D_2 و قبل از خاتمه آن صورت گرفته است.



مراجع :

principles of igneous and metamorphic petrology , Anthony R.philpotts and jay j.Ague

rockmicrostructure ,R.H,Vernon

growth and deformation of porphyroblasts the foothills terrane central sierra Nevada califirnia

,negotiating a microstructural ,1993, R.H.vernon&S.R.Patterson&Foster. Metamorphic geology

1993,11,203-220