

## ویژگیهای پیکر شناسی زمین در حوضه آبریز زاهدان<sup>۱</sup>

دکتر فرج ۰۰۰۱ محمودی

گروه جغرافیا - دانشگاه تهران

### مقدمه

حوضه آبریز زاهدان به صورت يك بیضی نامنظم و کشیده، در امتداد تقریباً " شمالی - جنوبی، در جنوبشرقی ایران و نزدیک مرز پاکستان در استان بلوچستان، بخشی از یکی از کوچکترین و قدیمیترین حوضه‌های آندورئیک ایران است. حوضه انتهایی آن به بیابانهای غربی بلوچستان پاکستان ختم می‌شود. این حوضه با وسعتی معادل ۱۵۴۵ کیلومتر مربع میان عرضهای شمالی ۲۹ درجه و ۸ دقیقه و ۲۴ ثانیه، و ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و طولهای شرقی ۶۰ درجه و ۳۵ دقیقه و ۶۱ درجه و ۲ دقیقه گسترده شده است. مرز شمالی حوضه آبریز طبیعی زاهدان در شمالی ترین قسمت در حدود ۲۹ درجه و ۳۵ دقیقه و منطبق بر قله ارتفاعات شمالغربی می باشد. اما به دلیل گسترش شهر و ایجاد مراکز کشاورزی و دامپروری و خدماتی در امتداد راه زاهدان کرمان و زاهدان - زابل، حوضه رودهای فصلی شمال شهر که مستقیماً<sup>۱</sup> به خط القعر اصلی کال لار می‌پیوندند، جزء حوضه آبریز زاهدان در نظر گرفته شده‌اند.

با توجه به شرایط چینه شناسی و فقدان سنگهای رسوبی، اولیگوسن، میوسن و پلیوسن در محدوده حوضه، می‌توان گفت که این حوضه حداقل پس از پایان ائوسن از آب خارج شده و تحت تاثیر دینامیک بیرونی و درونی در طول دهها میلیون سال در حال تحول بوده است. ویژگیهای ساختمانی فلیشهای قدیم و جدید و نفوذ باتولیت نسبتاً "عظیم گرانودیوریت در اولیگوسن و سپس ادامه فعالیت‌های ماگماتی به صورت رگه‌های بسیار فراوان به شکل سیل و دایک که با تولیت را نیز در سطحی گسترده تحت

۱- این مقاله بخشی از يك طرح تحقیقاتی تحت عنوان (بررسی ژئومرفولوژی و سیلابهای زاهدان) می‌باشد که هزینه آن از طریق معاونت پژوهشی و برنامه‌ریزی دانشگاه تهران تامین شده و در مرکز تحقیقات مناطق کویبری و بیابانی ایران اجراء شده است.

تأثیر قرار داده است، نشانه تحرك فعال منطقه بلسوچستان در ادوار اولیگو میوسن بوده است. بنابراین با لا آمدن حوضه بر اثر نفوذ باتولیت به احتمال زیاد نه تنها شکل و وسعت آنرا تغییر داده بلکه در اثناسای اولیگوسن بر اثر افزایش ارتفاع، فرسایش در آن شدت یافته است. اسکلت اصلی زیر بنای حوضه پس از فروکش فعالیت‌های ماگماتی در میوسن پایانی، شکل گرفته است. بدون شك حرکات فراگیر زمین ساختی، پلیو-کواترنر به صورت ایجاد شکست‌ها و تشدید ناهمواریها تغییراتی در پیکرشناسی حوضه قدیمی آبریز به وجود آورده است.

در کواترنر، فرایندهای بیرونی در ارتباط با ساختمان و نسبت مقاومت سنگها، دست کاریهای شدیدی در آن نموده است. شواهد محلی نشان می‌دهد که در مجموع، این حوضه با پسرروی سر شاخه‌های مسیله‌ها و ویژه در غرب منطقه، در حال گسترش می‌باشد. باز دیدهای محلی و مطالعه عکسهای هوایی نشان می‌دهند که در حال حاضر، حوضه آبریز در جنوب و مغرب در حال توسعه و در مشرق به علت پایین بودن بستر سیلابهای مجاور حوضه در حال پسرروی می‌باشد. بخشی از مرز شمال غربی حوضه (نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شماره III ۸۱۴۹) بر سطح مخروط افکنه‌ای منطبق است که قسمتی از جریانهای سیلابی را به داخل حوضه هدایت می‌نماید. بنابراین احتمال گسترش سیلابهاش حوضه آبریز در جریان يك سیلاب مهم فصلی وجود دارد.

با توجه به منابع موجود زمین شناسی، قدیمیترین رسوبهای حاصل از دینامیک بیرونی در داخل حوضه متعلق به پله ایستوسن می‌باشد. بنابراین این می‌توان تصور نمود که آثار فرسایش کاوشی و تراکمی از اولیگوسن به بعد، به علت طول مدت دخالت این عوامل به کلی از بین رفته باشند. چون آزمایشهای دقیق تعیین سن مطلق از رسوبهای تخریبی محلی انجام نشده و در این مطالعه نیز چنین تلاشی پیش بینی نشده بود، لذا این احتمال وجود دارد که بخشی از رسوبهای منتسب به کواترنر قدیم، قدیمتر باشند. از طرف دیگر به علت حساسیت فلیشها و سنگهای آذرین نفوذی در برابر تخریب مکانیکی، نه روی زمین در مسیر بازدید و نه در مطالعه عکسهای

هوایی ، سطوح فرسایشی بسیار قدیمی شناخته نشد .  
 چون هدف از این مطالعه ، بررسی ویژگیهای پیکرشناسی  
 و شناخت عملکرد سیلابهای حوضه زاهدان می باشد ، بنابراین فقط آن بخش  
 از خصوصیات زمین شناسی و اقلیم شناسی منطقه مورد توجه بوده است .  
 که به صورت مستقیم یا غیر مستقیم در شناسایی تحول ناهمواریها و گسترش  
 یا محدودیت عملکرد سیلابها دخالت داشته اند . لذا ویژگیهای کلی  
 زمین شناسی و اقلیم شناسی بر حسب اولویت نقش آنها در پیکرشناسی  
 زمین مورد مطالعه قرار می گیرند .

### تاریخچه زمین شناسی

حوضه آبریز زاهدان جزئی از قلمرو فلیشهای جنوب شرقی ایران  
 است . از نظر تقسیمات کلی جزء زیرزون زاهدان محسوب می شود . در این  
 نوشته فقط به آن قسمت از ویژگیهای زمین شناسی اشاره خواهد شد که به  
 نحوی در تدارك اشکال ناهمواریهای زمین دخالت آشکار داشته اند . حاصل  
 مطالعات اولیه زمین شناسی در منطقه به وسیله سازمان زمین شناسی کشور  
 در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ شماره ۸۱۴۸ منعکس شده است که حوضه آبریز زاهدان  
 را تا مدار شهر زاهدان (۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه) در برمی گیرد . هر چند  
 نقشه های کوچک مقیاس تری از کل منطقه وجود دارد . اما نقشه زمین شناسی  
 بخش شمالی حوضه در همان مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ به کمک عکسهای هوایی  
 و نقشه های توپوگرافی تکمیل و تهیه شد . به خاطر سهولت مقایسه اشکال  
 ناهمواری با نحوه گسترش سنگها و شناسایی ساختمان آنها نقشه زمین شناسی  
 ۱:۵۰۰۰۰ حوضه آبریز زاهدان از طریق فتوزئولژی نیز تهیه و ترسیم  
 گردید .

ناحیه مورد نظر از لحاظ تنوع سنگ شناسی یکی از ساده ترین  
 نواحی زمین شناسی ایران است . با توجه به نقشه زمین شناسی و مطالعات  
 زمینی ، مجموعه سنگهای تشکیل دهنده حوضه آبریز زاهدان مربوط به

سنوزوئیک می‌باشد و قدیمیترین آنها منتسب به دوره ائوسن است. گسترش این سنگها با رخساره فلیشی در حوضه، اهمیت فراوانی دارد. هر چند در منطقه زاهدان فلیشها به دو گروه قدیم و جدید تقسیم شده‌اند؛ اما حوضه آبریز زاهدان در مجموع از فلیشهای جدیدتشکیل شده است. بر اثر دخالت دینامیک درونی به ویژه در اولیگوسن، پدیده دگرگونی، مجموعه ایمن سنگها را تحت تاثیر قرار داده است. شدت دگرگونی در آنها متفاوت است و رویهمرفته دگرگونی شدیدی را متحمل شده‌اند. اما در قسمت جنوبغربی و شمالغربی حوضه در محدوده نه چندان وسیعی رخساره شیستی نیسز شناسایی شده است. به سمت شمال و شمالشرقی از میزان دگرگونی کاسته شده و با گاهی بدون دگرگونی می‌باشند.

هر چند از نظر چینه شناسی، با توجه به زمان تشکیل و بافت و جنس سنگها، تقسیمات متنوعی وجود دارد اما از دید پیکرشناسی زمین به مهمترین سازندهای آن شامل مارستون، سیلت استون و ماسه سنگ کسه گسترش بیشتری دارند توجه شده است. در ارتباط با پراکندگی جغرافیایی، اغلب نوعی از این سنگها در يك محل بر سایر سنگها برتری یافته و یامیان لایه‌هایی از آهک (جنوبغربی حوضه) و آندزیت‌های آتش فشانی (شمالشرقی حوضه) و اسلیت گرافیکی (شمالشرق و شمالغرب حوضه) در بین آنها وجود دارد. در ارتباط با میزان مقاومت ونحوه گسترش این سنگها، هر واحد به صورتی در شکل ناهمواری دخالت داشته است. قدیمیترین سنگهای ائوسن، در جنوبغربی در کوه قطار خانجک به صورت رخساره شیست سبز و جدیدترین آنها مربوط به ائوسن فوقانی در مشرق و شمالشرقی زاهدان به صورت ماداستون وسیلت استون و ماسه سنگ همراه با لایه‌های نازک آهک و گاهی ماسه سنگ فراوان به چشم می‌خورند.

مجموعه این حوضه رسوبی در داخل و خارج حوضه آبریز زاهدان بر اثر فعالیت‌های ما گمائی در دوره اولیگوسن تحت تاثیر يك باتولیت عظیم گرانیتی قرار گرفته است. بنابراین پدیده دگرگونی مجاورتی، بخش بزرگی از سنگهای ائوسن را تحت تاثیر قرار داده که بسته به موقع آنها نسبت به باتولیت و در

رابطه با ترکیب کانی شناسی و بافت آنها به صورت اسلیت و فیلیست و شیست ظاهر شده‌اند.

در این حوضه سنگهای آذرین درونی به طور یکپارچه یا پراکنده مشاهده می‌شوند. سنگهای آذرین بیرونی بیشتر همراه فلیشها و مربوط به ائوسن می‌باشند. اما مهمترین سنگهای آذرین درونی به صورت یک باتولیت عظیم است که در حال حاضر بخش بزرگی از آن از قید رسوبهای ائوسن آزاد شده و پیدایش آن را به اولیگوسن میانی نسبت می‌دهند. این باتولیت شامل گرانیت، گرانودیوریت، دیوریت و تونالیت و ۰۰۰ می‌باشد که اغلب بافت دانه‌ای ریز تا متوسط دارند. گسترش جغرافیایی آن در امتداد شمالغربی - جنوبشرقی، قسمتی از مرکز حوضه آبریز را در برمی‌گیرد و ادامه آن از شمالغربی و جنوبشرقی حوضه آبریز می‌گذرد.

جوان‌ترین سنگهای سنوزوئیک میانی رگه‌های نفوذی، بازی و یسا بندرت اسیدی است که به صورت سیل و دایک، مجموعه سنگهای ائوسن و اولیگوسن را قطع نموده‌اند. تراکم این رگه‌ها در مغرب و مشرق حوضه بسیار زیاد و چشمگیر است. وجود این پدیده یکی از ویژگیهای جنوبشرقی ایران به‌ویژه حوضه آبریز زاهدان می‌باشد. امتداد کلی آنها در مغرب بیشتر شمالی - جنوبی یا شمال شمالغربی - جنوب جنوبشرقی است. در حالیکه در مشرق و به‌ویژه در جنوب کوه پدکی در امتداد محور اصلی تغییر شکلها، یعنی شمالغربی - جنوبشرقی است. این رگه‌های نفوذی به طور محلی چنانچه بعداً به آن اشاره خواهد شد، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌ناهم‌واریه‌ها به عهده دارند.

فقدان سنگهای رسوبی از آغاز اولیگوسن تا کواترنر قدیم، در حوضه آبریز زاهدان، نشانه‌هایی این ناحیه از قید دریا‌های زمین‌شناسی از پایان ائوسن می‌باشد. بنابراین در طول دهها میلیون سال این حوضه آبریز تحت تأثیر دینامیک بیرونی قرار داشته و رسوبهای بعدی، منشاء خشکی و تخریبی داشته‌اند. به علت طول مدت فرسایش رسوبها احتمالی اولیگوسن و میوسن و پلی‌وسن و بخشی از کواترنر قدیم به کلی از بین رفته و از این ناحیه تخلیه شده‌اند. قدیمیترین رسوبهای شناخته شده کواترنر، غیر از قطعات

پراکنده‌ای از تراورتن در جنوب و جنوبشرقی حوضه، منشاء تخریبی دارند و به صورت واریزه‌های سیمانی شده در پای دامنه‌ها و مخروط افکنه‌های قدیمی و پادگانه‌های آبرفتی می‌باشند. در هولوسن تحول ناهمواریها همچنان ادامه داشته و حاصل آن کماکان به صورت واریزه‌های پای دامنه‌ها و مخروط افکنه‌ها و احتمالاً " پادگانه آبرفتی و دشته‌ها و مسیل‌های سیلابی گاه‌سی در وسعتی قابل توجه چه بر سطح باتولیت و چه در جنوب و مغرب شهر زاهدان گسترش دارند. به نقش این رسوبها در بحث تحول پیکر شناسی حوضه آبریز زاهدان اشاره خواهد شد.

### ویژگیهای زمین ساختی

حوضه رسوبی کنونی زاهدان بخش کوچکی از حوضه وسیعتری بوده که حداقل از اواخر دوران مزوزوئیک در جنوبشرقی ایران (سیستان و بلوچستان) گسترش داشته است. متعاقب حرکات زمین ساختی پایانی ائوسن تقریباً " قسمت اعظم حوضه، بخصوص نواحی زاهدان و اطراف آن برای همیشه از آب خارج شده و بخشی از خشکیهای سرزمین ایران را از همان زمان به بعد تشکیل داده است. تغییر رخساره سنگها و تغییرات ترکیب شیمیایی آنها نشانه نوسان کف حوضه، حداقل در اثنای رسوبگذاری در حوضه زاهدان می‌باشد. با توجه به امتداد محورهای اصلی تغییر شکلها، یعنی چین خوردگیها و گسلها در فلیشهای ائوسن، منشاء ایجاد نیرو همانند بخش وسیعی از فلات ایران، جابجایی پلات فرمهای عربستان و سبیری و سپس نقش محلی قطعاتی از پلات فرمهای شرقی فلات ایران (افغانستان و پاکستان غربی) و احتمالاً " بلوک نیمه سخت لوت بوده است. بنابراین امتداد اصلی تغییر شکلها شمالغربی- جنوبشرقی است و عوارض آن بیشتر به صورت چینهای فشرده و کوچک محلی ظاهر می‌شوند. گاهی نظم چین خوردگیها در وسعتی قابل توجه بسیار چشمگیر است. (کوهستانهای شمال و مشرق شهر زاهدان) . از آنجاییکه بقایای فلیشهای پوشاننده با تولیت، ساختمانسی چین خورده و شکسته دارند و به این دلیل که تقریباً " دروسعت زیادی از حوضه

آبریز، امتداد این ساختمانها از نظم نسبتاً " مشخص پیروی می‌کنند (شمالغربی - جنوبشرقی)، بنابراین می‌توان به احتمال زیاد حدس زد که این رسوبها قبل از پدیده‌گرانیت زایی یعنی در پایان ائوسن تغییر شکل یافته‌اند. در غیر این صورت چنانچه رخداد زمین ساختی را همزمان با پدیده‌گرانیت زایی بدانیم، با توجه به اختلاف میزان نیرو به ویژه نیروهای فشاری صعودی حاصل از تزریق گدازهای گرانیتی، می‌بایست در سیستم تغییرشکل شکل فلیشها آشفستگیهای شدیدی به وجود می‌آمد. می‌دانیم که از آغاز سنوزوئیک فعالیت‌های شدید ماگماتی بخش وسیعی از فلات ایران را تحت تاثیر داشته است که حاصل آن سازندهای سبز البرز و یا معادل آن در ایران مرکزی و شرقی است. آثار این فعالیتها وجود لایه‌های آتشفشانی در بیسن فلیشهای ائوسن می‌باشد؛ که بیشتر به صورت آندزیت و داسیت پروفیری تشکیل شده‌اند. اختلاف بافت کانیهای تشکیل دهنده این سنگهای آتشفشانی در حال حاضر در میزان تخریب آنها در برابر فرایندهای بیرونی به طور محلی نقش چشمگیری داشته‌اند. دنباله فعالیت‌های ماگماتی تا دوره اولیگوسن ادامه یافته است. به طوریکه شدیدترین مرحله آن با تزریق با تولیت زاهدان در اولیگوسن میانی به وقوع پیوسته است. با توجه به ظواهر مشهود، طول سقف باتولیت در امتداد شمالغربی - جنوبشرقی، حدود چندین ده کیلومتر و عرض آن تقریباً " ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر می‌باشد. سقف اولیه باتولیت بسیار ناهموار بوده است، به طوریکه در برش زمین شناسی به صورت توده‌های جداگانهای ظاهر می‌شوند و در فواصل و مجاور آنها بخشی از سنگهای ائوسن، دگرگونی مجاورتی حاصل نموده‌اند (نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ زاهدان قطعه ۸۱۴۸). پی آمد این رخداد زمین ساختی به صور مختلف در پیکرشناسی حوضه آبریز زاهدان منعکس شده است.

مهمترین اثر آن به صورت افزایش ارتفاع نسبی سنگها، در توپوگرافی ظاهر شده که بدون شك سبب تشدید آثار و عوامل فرسایش در محدوده باتولیت بوده است. احتمالاً " به دلیل همزمانی حرکات زمین ساخت با پس‌دیده‌گرانیت زایی، ساختمانهای اولیه دچار تغییر شکل‌های کلی شده‌اند. آثار

این تغییرات را می‌توان به صورت برهم خوردن سیستم چین خوردگیها و تغییر امتداد سطح محور تغییر شکلها و پیدایش گسلهای متعدد به ویژه در محدوده عملکرد با تولیت مشاهده نموده و چین خوردگیها در بیشتر موارد از حالت تقارن خارج شده و صفحه محوری آنها به سمت شمالشرقی متمایل شده‌اند. در اغلب موارد چنین به نظر می‌رسد که ساختمان کنونی چین خوردگیها توسط گسلهایی کنترل شده‌اند که متعاقب پدیده گرانیت زایی به وجود آمده‌اند. علاوه بر تجدید فعالیت گسلهایی که قبلاً در اثنای اولیسن رخداد تکتونیکی در امتداد شمالغربی - جنوبشرقی ایجاد شده‌اند و فقط فلیشها را تحت تاثیر قرار داده‌اند، می‌توان بر گسلهای نسبتاً مهمی با جهت شمالشرقی - جنوبغربی اشاره نمود که هم فلیشها و هم گرانیتها را مشترکاً تغییر شکل داده‌اند. آثار این گسلها که حاصل پدیدار گرانیت زایی در اولیگوسن میانی است، هم در غرب و هم در شرق حوضه آبریز فراوان است؛ که به طور محلی نقش مشخصی در توپوگرافی کنونی به عهده‌دارند. در قلمروهای دور از باتولیتها گسلهای اصلی همان جهت شمالغربی - جنوبشرقی را دارند. نمونه بارز آنها در شمال و شمالشرق شهر زاهدان فراوان است. آثار جابجاییهای افقی و عمودی قطعات گسل خورده به صورت قطع امتداد قطعات با ایجاد پرتگاههای قابل توجه حتی در حال حاضر نیز مشهود است. در این قلمرو امتداد گسلها با امتداد سطح محسوری چین خوردگیها بر هم منطبق نیستند و به همین دلیل آشفتهگیهای محلی و تغییرات ناگهانی در شکل ناهمواریها به وجود آمده است.

حرکات زمین ساخت و پی آمد فعالیتها ماگمائی آن تا میوسن آغازین ادامه داشته است. شواهد این فعالیتها وجود رگه‌های نفوذی فراوانی است که با هم تولیت خرابی و هم فلیشها را به ویژه در مجاورت گرانیتها به شدت تحت تاثیر قرار داده است. به علت اختلاف ترکیب کانی شناسی رگه‌های نفوذی (اسیدی یا بازی) و تقاطع آنها، این فعالیت در چند مرحله جداگانه به وقوع پیوسته است. از طرف دیگر به خاطر اختلاف مقاومت و نسبت تراکم رگه‌ها، اغلب همین رگه‌ها نقش مسلط را در ایجاد اشکال



ناهمواریها، به عهده داشته و خطوط مشخص توپوگرافی را کنترل می‌کنند. در داخل درزها و شکستگیهای حاصل از زمین ساخت، تراکم کانیهای سیلیسی به صورت کوارتز مخصوصاً "در شمال‌غربی حوضه (شمال کوه روگان)، رگه‌های فراوان و متراکمی به وجود آمده است. تخریب این رگه‌ها و تخلیه آنها از طریق سیلابهای فصلی، ویژگی خاصی به مخروط افکنه‌های قدیم و جدید زاهدان بخشیده است و به صورت پوشش سفید رنگی چه روی زمین و چه از طریق عکسهای هوایی قابل شناسایی است. از لحاظ حضور و شدت تراکم رگه‌های نفوذی، حوضه آبریز زاهدان ویژگی خاص خود را دارد. هر چند رگه‌های نفوذی در سایر نواحی کوهستانی ایران نیز وجود دارند و گاهی شدت تراکم آنها بسیار چشمگیر است، اما می‌توان این پدیده را به صورت يك نمونه بارز و يك سمبل مشخص برای زاهدان به شمار آورد. در بحث تحول ناهمواریها ویژگیهای بیشتری از آنها مورد گفتگو قرار خواهد گرفت.

با توجه به اینکه حرکات متعدد زمین ساخت در طول سنوزوئیک به وقوع پیوسته و ویژگیهای اساسی چهره ناهمواریهای ایران مدیون مهمترین و آخرین حرکت زمین ساخت پلیو - کواترنر می‌باشد، مابعد دلیل فقدان رسوبهای میو- پلیوسن در ناحیه مورد نظر، نمی‌توان آثار و میزان دخالت رخداد های جدید زمین ساختی را در این محدوده ارزیابی نمود. اما به احتمال زیاد تغییرات قابل توجهی در این ناحیه به وجود آورده که آشفتگی ساختمان زمین در جنوب شرقی ایران مانند جابجایی سطح محور تغییر شکلها، ایجاد گسلهای متعدد در جهات متفاوت و سرانجام پیدایش روراندهایی محلی مهمی در شمال شرقی (کوه پدکی) و جنوب غربی (کوه قطار خانجک) این حوضه را از آن جمله دانست. احتمالاً "ویژگی کلی ناهمواریهای حوضه زاهدان مدیون گسلها و روراندهایی است که در پلیو - کواترنر اتفاق افتاده و مجموعه عوارض را به صورت زمینهای پست (دشتهای آبرفتی کنونی) و کوهستانهای متراکم و نسبتاً "مرتفع در آورده است. در حال حاضر شناسایی گسلهای متعدد و مهم در حد فاصل دشتها و کوهستانها، مانند دشت اسپسی زان در

جنوبشرقی حوضه، دشت شندک در جنوبغربی و دشت زاهدان در شمال حوضه و ۰۰۰ می‌توانند نقش این دخالت را به خوبی روشن کنند. سایر دشتهای داخلی کوهستانها احتمالا " نشانه دخالت دراز مدت فرسایش در طول نیمه دوم سنوزوئیک می‌باشند.

با در نظر گرفتن تاریخچه فوق، حوضه آبریز زاهدان از آغاز اولیگوسن، هم بر اثر دخالت دینامیک درونی (رخدادهای متعدد زمین ساختی و مخصوصاً "پدیده گرانیت زایی و هم متاثر از عوامل مختلف فرسایش، دائماً" در حال تغییر بوده است. آثار دینامیک درونی و نقش آن را در ایجاد ناهمواریها با توجه به شواهد بازمانده محلی تا حدودی مورد شناسایی قرار دادیم. اما با در نظر گرفتن طول مدت فرسایش و تخمین عظمت احتمالی آن در طول چندین ده میلیون سال نمی‌توان در باره نقش دینامیک بیرونی در گذشته‌های دور به شواهد عینی خاصی استناد جست. آثار دخالت فرایندهای بیرونی مراحل قدیمی، به وسیله فرایندهای جدید تر یا از بین رفته و یا به صورت مدفون از نظر پنهان مانده است. چون شناسایی شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه در گذشته تنها از طریق مطالعه رسوبهای هم زمان با دخالت آن عوامل امکان پذیر می‌باشد، ناچار نمی‌توان در مورد پالئوکلیمای اواخر سنوزوئیک اظهار نظر نمود. قدیمیترین رسوبهای کواترنر مربوط به پله ایستوسن پایانی است. بنابراین شرایط تحول ناهمواری را از زمان ایجاد این رسوبها در بحث پیکرشناسی زمین دنبال خواهیم نمود.

برای درک عظمت دخالت فرسایش در گذشته می‌توان به حضور ارتفاعات گرانیتهای زاهدان اشاره نمود که نه تنها از قید هزاران متر رسوبهای فلیش ائوسن آزاد دشته‌اند، بلکه با توجه به حجم قابل توجه آنها و نسبت آنها در رسوبهای تخریبی کف دشت زاهدان و سایر دشتهای داخلی کوهستانها، بخشی از خود باتولیتها نیز تخریب شده و از بین رفته‌اند.

**چهره اصلی پیکرشناسی کنونی حوضه زاهدان در محدوده باتولیت، حاصل دخالت پدیده گرانیتهای و نسبت مقاومت توده‌ها و رگمهای آفرین**

درونی است و در سایر نواحی به استثنای روراندگیهای مهم محلی مانند کوهستانهای پدگی و قطار خانجک، نتیجه دخالت عوامل فرسایش در ارتباط با مقاومت سنگهای تشکیل دهنده فلیشها می باشد.

## تحول شبکه آبها

با وجودی که حوضه آبریز زاهدان جزء یکی از خشکترین نواحی ایران است و در حال حاضر میانگین باران سالیانه آن از  $73/2$  میلیمتر تجاوز نمی کند، معهذاً در برخورد اول، دخالت آب در تحول ناهمواریها به صورتی چشمگیر مشخص و نمایان می باشد. تراکم و عمق خط القعرها در سراسر حوضه و توسعه دشتهای میان کوهی، اهمیت نقش این فرایندها را منعکس می سازد. این ویژگی حاصل قدمت عملکرد آبهای جاری در طول دهها میلیون سال از آغاز اولیگوسن تا کنون و تغییر شرایط اقلیمی در اثنای کواترنری و سرانجام بی نظمی کامل در رژیم بارندگی است.

پس از عقب نشینی دریاها، زمین شناسی در پایان ائوسن، طرح اولیه شبکه آبها متناسب با توپوگرافی سطح فلیشها شکل گرفته است. با توجه به اینکه هیچ پدیده اسارت یا انحرافی در داخل یا حاشیه حوضه شناخته نشده است، بنابراین اسکلت کنونی سیلپهای اصلی، حاصل تحول مستقیم شبکههای اولیه می باشد. شیب کلی حوضه از جنوب، جنوب غربی به شمال، شمال شرقی است که نهایتاً " در مشرق شهر زاهدان در یک شبکه واحد به نام کال لار متمرکز می شود.

در اولیگوسن میانی، پدیده گرانیتهایی تغییراتی در حوضه میانی سیستم زه کشی به وجود آورده است. به عبارت دیگر تزریق ماگمائی سبب افزایش ارتفاع در حوضه میانی یعنی محدوده عملکرد باتولیت شده است. اما آثار پیکر شناسی مهمی از این افزایش ارتفاع در حوضه مشهود نیست و جریان آبها کماکان مسیر اولیه خود را ادامه داده اند. توجه مسئله به این ترتیب خواهد بود که آهنگ بالا آمدن بستر در محدوده باتولیت، کمتر از پایین رفتن بستر بر اثر فرسایش کاوشی سیلابها در همان محدوده بوده است. در غیر

این صورت می‌بایست سرشاخه‌های حوضه زاهدان در مغرب و جنوبغربی باتولیت، از مسیر اولیه خود منحرف شده و حوضه جداگانه‌ای به وجود بیاورند و باتولیت به صورت خط مستقیم آنها عمل می‌نمود. اما سیستم زه‌کشی قدیمی عمیقا " باتولیت را شکافته و دره‌های گودی مانند حاجی آباد، محمدآباد، گوربند و به ویژه رزاق زاده در آن به وجود آورده است.

بالا آمدن زمین در حوضه میانی هرچند قادر به تغییر مسیر شبکه آنها نبوده اما سبب تراکم و افزایش شاخه‌های فرعی به ویژه بردامنه شمالشرقی باتولیت شده است. در جنوب و جنوبغربی باتولیت، مسیر شبکه آنها تحت تاثیر بالا آمدن گرانیب در مسیری موازی با آن جریان یافتند و نهایتاً به مسیر رزاق زاده که خط القعر اصلی حوضه در آن محسوس می‌باشد پیوسته اند. افزایش شیب بستر قدرت فرسایش کاوشی را به دنبال داشته و تغییراتی را در آرایش زه‌کشی در داخل حوضه به وجود آورده است. آخرین تغییرات احتمالی حاصل نیروهای زمین ساخت پلیو-کواترنر است که ظاهراً در سیستم کلی زه‌کشی تاثیری نداشته، اما به صورت عملکرد گسل‌های کوچک محلی در توجیه مسیر سرشاخه‌های فرعی شبکه آنها دخالت مستقیم داشته است. همانگونه که قبلاً یادآوری شد، به علت از بین رفتن آثار فرسایشی تا اوایل کواترنر، نمی‌توان دقیقاً در مورد نقش زمین ساخت جدید در محدودیت و یا توسعه شبکه آنها در داخل حوضه با قاطعیت اظهار نظر نمود.

فصل دوم

ژئومورفولوژی

## تحول ناهمواریها در حوضه آبریز زاهدان

با اتکا به شواهد محلی و شناسایی میراث‌های قدیمی اشکال ناهمواری، می‌دانیم که شرایط اقلیمی در کواترنر تغییراتی را متحمل شده است. چگونگی این تغییرات به صورت تناوب دوره‌های خشک و مرطوب شنا سایی و پذیرفته شده است. در حوضه آبریز زاهدان نیز همانند سایر نواحی ایران آثار این تحولات را می‌توان در چهره زمین بازشناخت. وجود پادگان‌های متعدد در حاشیه مسیلهها، گسترش مخروط افکنه‌های بزرگ در دشتها، ایجاد و توسعه گلاسیهها در سنگهای رسوبی و پدیمنت‌ها در سنگهای آذرین حضور رسوبهای آهکی به صورت تراورتن در جنوب حوضه و آثار فرسایش کارستی در ناهمواریهای آهکی و ۰۰۰ چهره‌هایی از تسلط اقلیم مرطوب می‌باشند. برعکس ساختمان سیلابی آب‌رفته‌ها و قشر بستگی سطح آنها ایجاد شیارها و آب‌کندها و تراکم رسوب بر سطح گلاسیهها و پدیمنتها و پراکندگی آثار فرسایش بادی در مرکز و شمال حوضه، گویای دخالت اقلیم خشک هستند. با توجه به ثبوت موقع جغرافیایی این ناحیه در طول کواترنر، فرایندهای دیگری نیز در کار تحول ناهمواریها دخالت داشته‌اند که تغییرات شرایط اقلیمی فقط در تشدید و یا تضعیف آنها موثر بوده‌اند. آثار این فرایندها بیشتر به صورت تخریب مکانیکی و کمتر در چهره تجزیه شیمیایی عمل نموده‌اند.

## تحول ناهمواریها در دوره‌های مرطوب

جابجایی توده‌های پرفشار در کواترنر، هم‌زمان با تسلط دوره‌های یخچالی در نیمکره شمالی، قلمرو تسلط بادهای مرطوب غربی را به حوضه آبریز زاهدان گسترش داده است. حاصل این تحول عوارضی است که به طور پراکنده در سطح وسیعی هنوز چهره اصلی ناهمواریها را در این ناحیه تشکیل می‌دهند. پادگان‌های وسیع و منطبق آبرفتی، مخروط افکنه‌های متعدد و عظیم و گلاسی-پدیمنت‌های گسترده و ۰۰۰ عوارضی هستند

که در حال حاضر شرایط مناسب جهت پیدایش آنها وجود ندارد.

با تسلط کم فشارهای غربی بر این قلمرو نه تنها حجم بارندگیها افزایش یافته ، بلکه رژیم آنها نیز منظم تر و پراکندگی بارشها گسترده شده است. در زمستانها با کاهش میانگین دما پدیده یخبندان و ذوب یخ (Cryoclastie) فعال شده و تمام رخنمونهای سنگی را متناسب با بافت و ساختمان زمین شناسی و سنگ شناسی آنها تحت تاثیر قرار داده است. تذکر این نکته ضروری است که ویژگی فیزیکی فلیشها به صورت تناوب لایه های ماسه ای و مارنی و شیستی و آهکی و ۰۰۰ از یک طرف و شکنندگی این رسوبها در برابر فشارهای زمین ساختی از طرف دیگر، محیط مناسبی جهت نفوذ بارشها و جریانهای سطحی به وجود آورده است. فراوانی درزها و شکافها چه در امتداد سطوح چینه بندی و چه در سایر جهات بر اثر ضعف مقاومت سنگها در برابر حرکات زمین ساخت، مناسبترین شرایط را در زمینه تخریب سنگها فراهم می ساخته است. در چنین شرایطی در اثنای کاهش فصلی دما، پدیده کریوکلاستی ، سطح جریان سنگها را به شدت متلاطم می ساخته و مصالح لازم را در اختیار بارشهای جوی قرار می داده است. حمل این رسوبهای تخریبی وسیله جریانهای صفحه ای ، بر سطح میانابه ها ، سایش شدیدی را بر آنها تحمیل می نموده و در طول زمان با تکرار این پدیده ، گلاسیهای وسیعی در پای دامنه ها ایجاد شده و گسترش عرض خط القعرها را به دنبال داشته است. هنگامیکه کلیه رسوبهای فلیشی بر سطح باتولیت بدین ترتیب تخریب شده و از طریق سیلابها از منطقه تخلیه شده اند ، همی پدیده خود توده باتولیتی را نیز تحت تاثیر قرار می داده است. به دلیل مقاومت بیشتر سنگهای خارا نسبت به فلیشها ، اثر تخریب به طور نسبی در گرانیتها کمتر بوده و به همین دلیل بقایای باتولیت همه جا به صورت ارتفاعاتی بر قلمرو فلیشها مسلط شده است. به علت ساختمان نسبتاً یکنواخت متراکم در سنگهای گرانو-دیوریتی ، نفوذ آبها احتمالاً بیشتر از طریق درزهای انقباضی و زمین ساختی صورت می گرفته و بسته به خصوصیت فیزیکی سنگها ، آنها را به صورت پوسته های نازک خمیده و یا توده های

بزرگ زاویه دار متلاشی می‌ساخته است. بزرگترین تخته سنگها چه در داخل آبرفتها و چه بر سطح مسیلهای فعال کنونی و یا در پای کوهستانهای گرانیتی از باتولیت منشاء گرفته‌اند. با مطالعه محلی به روشنی در می‌یابیم که هموار شدن ناهمواریها چه در سنگهای رسوبی و دگرگونی و چه بر سطح گرانیتها تقریباً "به صورت یکنواخت عمل نموده است. به عبارت دیگر به علت طول مدت فرسایش، نقش مقاومت سنگها در قلمرو توسعه گلاسیها از بین رفته است. به همین دلیل در سراسر حوضه به ویژه در جنوب و جنوبغربی و شمال و شمالشرقی گلاسیها و پدیمتها به ترتیب بر سطح انواع سنگهای دگرگونی و آذرین توسعه یافته‌اند. محدوده گسترش این پدیده در نقشه ژئومرفولوژی با علائمی خاص نمایانده شده است.

گلاسیها یا عریان می‌باشند و یا به وسیله قشری آبرفت پوشیده شده‌اند. گلاسیهای عریان به دو صورت هموار و ناهموار در حد فاصل ناهمواریها وجود دارند. به احتمال زیاد گلاسیهای عریان ناهموار قدیمیترین عوارض بازمانده از این پدیده می‌باشند. زیرا جریانهای متمرکز سیلابها در دوره‌های خشک بتدریج خط القعرهایی بر سطح گلاسیهای قدیمی ایجاد نموده و تحول آنها در جهات متفاوت سطح گلاسی را ناهموار ساخته است. گاهی بر سطح گلاسیهای ناهموار به طور پراکنده و منقطع رسوبهای سطحی تخریبی وجود دارد که آن هم نشانه قدمت گلاسیها می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که گلاسیهای عریان هموار مربوط به دوره‌های مرطوب جدیدتر می‌باشند. گلاسیهایی که در مجاور خط القعرهای اصلی قرار دارند و با ارتفاعات پرحجم و مرتفع بر آنها مسلط می‌باشند، به صورت گلاسی پوشیده در توپوگرافی ظاهر شده‌اند. هنگامیکه ضخامت رسوبهای تخریبی بر سطح آنها افزایش یابد، به صورت گلاسیهای مدفون زیر بنای دشتهای داخلی کوهستانها را تشکیل می‌دهند. گلاسیهای پوشیده فراوانترین نوع از این پدیده هستند که هم بر سطح فلیشها و هم بر سطح باتولیت گسترش یافته‌اند. بافت رسوبهای سطحی آن در قلمرو فلیشها متوسط و بر سطحها تولید بیشتر



ریز دانه می‌باشند.

انواع گلاسیها یا پدیمنتها و پراکندگی آنها با علائم جداگانه‌ای در نقشه ۱:۵۰،۰۰۰ ژئومرفولوژی مشخص شده‌اند. گلاسیها بیشتر در قلمرو فلیشها و پدیمنتها در محدوده باتولیت تشکیل شده‌اند. به علت بافت ریز تا متوسط گرانیت، حاصل تخریب مکانیکی به صورت آرن در ناحیه مشاهده می‌شود. بنابراین پوشش پدیمنتها بیشتر از آنها تغذیه شده‌اند. علاوه بر انواع فوق‌گلاسیها یا پدیمنتهای تراکمی نیز در پای ناهمواریها وجود دارند که پیدایش و تحول آنها هم در دوره‌های مرطوب و هم در دوره‌های خشک متعاقب پدیده ریزش و مخصوصاً "خزش ادامه داشته است."

فراوانی نسبی با رشها در دوره‌های مرطوب همراه سایر فرایندها به شدت از حجوم ارتفاع ناهمواریها کاسته و مخصوصاً "در قلمرو فلیشها عوارض تپه ماهوری را به وجود آورده است (نقشه ژئومرفولوژی)". این عوارض در جنوب و مغرب حوضه و در شمال شهر زاهدان از چهره‌های مشخص ناهمواری است. حداکثر گسترش آن با محدودیت لایه‌های ماسه سنگی و آهکی در محصل همراه است. در چنین شرایطی تیغه‌ها و برجستگیهای مشخص محلی یا بررگه‌های نفوذی به صورت سیل و دایک منطبق است و یا انعکاس مقاومت لایه‌های نادر ماسه سنگی یا آهکی است.

در مشرق و شمالشرقی شهر زاهدان ناهمواریهای مشرف به ساحل شرقی کال لارازویژگیهای خاصی برخوردار می‌باشند. این ناهمواریها که در جوانترین فلیشهای ائوسن شکل گرفته‌اند از تناوب ماداستون، سیلیست استون و ماسه سنگ تشکیل شده و به ندرت لایه‌هایی از سنگهای آذرین تیره رنگ نیز در آنها مشاهده می‌شوند. ساختمان این سنگها شامل چینهای کوچک، نسبتاً "فشرده و منظم می‌باشند که محور تغییرشکلهای آنها، شمال-شمالشرقی-جنوب جنوبغربی است. مجموعه این ناهمواریها به شدت تحت تاثیر تخریب مکانیکی قرار گرفته و به صورت سطوحی نسبتاً "هموار و تپه ماهوری ظاهر شده‌اند. چهره کلی ناهمواریها شامل تناوب لایه‌های موازی در امتداد شمال شمالغربی - جنوب جنوبشرقی است که اختلاف ارتفاع چندانی با هم ندارند و تحول آنها منجر به تشکیل سیستم آپی لاشی در این

محدوده خواهد شد. لایه‌های ماسه سنگی به علت مقاومت بیشتر، چهره مشخص تری در ناهمواریها دارند و اغلب به صورت تیغه یا دیواره ظاهر می‌شوند. چون اغلب چینها دارای فرودهای محوری (PLANG) مضعفی هستند، ناچار نادویسه‌های بسته و تیغه‌ها یا دیواره‌های حلقوی در آن نسبتاً فراوان است. در پلیو-کواترنر بر اثر دخالت گسلهای متعدد و نسبتاً مهم در امتداد شمالغربی - جنوبشرقی، هم‌آهنگی سیستمهای چین خودره دچار آشفته‌گی شده و جابجایی‌های افقی و قائم چهره جدیدی به ناهمواریها بخشیده است. پرتگاههای گسلی متعددی ایجاد شده و نادویسه‌های معلق زیبایی به وجود آورده است. با توجه به افزایش ارتفاع نسبی بین قطعات گسل خورده، دخالت فرسایش سیلابی به طور محلی نسبتاً چشمگیر است.

پی‌آمد بارانهای نسبتاً فراوانتر و منظم‌تر، جابجایی رسوبهای تخریبی و تخلیه آنها از طریق خط القعرها به سمت نواحی پست و دشتهای میانکوهی و پایکوهی، بوده است. ساختمان پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های گسترده‌ای که در دره‌ها و دشتهای وسیع کنونی انباشته شده‌اند، شرایط تراکم آنها را به خوبی منعکس می‌سازند. ویژگی بافت و نظم یابی نظمسی لایه‌های تشکیل دهنده آنها، معرف نوع عامل و چگونگی جابجایی رسوبهای تخریبی می‌باشد. از نظر بافت و شکل دانه‌ها یا قطعات تشکیل دهنده آبرفتها، دو قلمرو متمایز قابل تشخیص است.

در مسیر تمام شبکه‌هایی که مستقیماً از توده گرانیتی سرچشمه گرفته و آبرفتهای آن حاصل تخریب سنگهای آذرین درونی می‌باشند، صرفنظر از قطعات بسیار بزرگ گرانیت که ویژگی سیلابی جریانهارانشان می‌دهند، بافت نسبتاً منظم و تقریباً ریز دانه است. زیرا کانیه‌های تشکیل دهنده باتولیت بافتی ریز تا متوسط دارند. بنابراین تخریب و هوازدگی گرانیتها، آرنی تقریباً یکدست به وجود می‌آورد. سپس جریان آنها نقش موثری در تفکیک آنها داشته‌اند. این شرایط به ویژه در حاشیه کوههای لوچان و روگان در داخل دره‌ها و دشتهای پایکوهی چشمی خورند.

در سایر نواحی کوهستانی که فلیشها در تشکیل ناهمواریها سهم بیشتری دارند، آبرفتها از بافت نامنظم تری برخوردار می‌باشند. اما همچنان در مجموع دارای بافتی متوسط تا ریز است. علت این مسئله ضعف ساختمان فیزیکی فلیشها در برابر نیروهای زمین ساخت و تخریب شدید مکانیکی بر اثر یخبندان و ذوب یخ می‌باشد. در آبرفت‌های این بخش، نسبت قطعات بزرگ کمتر از قلمرو گرانیتها می‌باشند و نسبت مواد ریز دانه به طور محلی اغلب قابل توجه است. سخت ترین سنگها از بقایای سیل‌ها و دایکهای بازی به جای مانده‌اند که به فراوانی تقریباً " همه جا دیده می‌شوند.

سیلابهایی که از دامنه کوهها سرزیر شده‌اند به محض خروج از کوهستان مخروط افکنه‌های بزرگ‌تا کوچکی متناسب با وسعت حوضه آگیر و مقاومت سنگها تشکیل داده و در بسیاری از موارد بر سطح گلاسیه‌ها پدیمنتها گسترده شده‌اند. در حوضه سرشاخه‌ها هر جا که کوهستانها پر حجم و مرتفع بوده‌اند. مخروط افکنه‌ها از تراکم و حجم بزرگتری برخوردار می‌باشند. نمونه مشخص این ویژگی را در پای کوههای قطار خانجک و جنوب لوچان مشاهده می‌کنیم (نقشه ژئومرفولوژی). گاهی در پای کوهستانها مخروط افکنه‌ها تنها عارضه مشخص ناهمواری به شمار می‌روند (شمال شرق زاهدان، دره لار). در جنوب شرق ناحیه که کوهستانها به شدت متلاشی شده و از بیرون رفته‌اند، مخروط افکنه‌ها بسیار محدود هستند و گلاسیه‌های پوشیده جانشین آنها شده‌اند. اما به سمت شمال در مشرق کال رزاق زاده به علت تمرکز بیشتر سیلابها بتدریج بر تراکم و وسعت مخروط افکنه‌ها افزوده شده و ناهمواریهای سنگی کاهش می‌یابند. ادامه این شرایط به سمت شمال تدریجاً " پیدایش دشت آبرفتی زاهدان را به دنبال داشته است. مخروط افکنه‌های بزرگتر در انتهای شبکه‌های اصلی حوضه تشکیل شده‌اند.

دشت زاهدان به صورت سطح پایه محلی، مجموعه سیلابهای حوضه را در خود متمرکز ساخته است. جریان آنها به محض خروج از کوهستان در ارتباط با شیب توپوگرافی به سمت خط القعر اصلی یعنی کال لار هدایت

شده‌اند. در طول زمان، بار آبرفتی شعبات مهم حوضه به علت کاهش شیب در داخل دشت متمرکز شده‌است. ضخامت آبرفتها در جنوب شهر زاهدان تا صد متر اندازه‌گیری شده‌اند. زیر بنای دشت را فلیشهای جوان ائوسن تشکیل می‌دهند. دشت کنونی در واقع از تراکم آبرفت مخروط افکنه‌هایی تشکیل شده که پهلو به پهلو قرار گرفته‌اند. وسیعترین مخروط افکنه‌ها به علت ویژگی حوضه‌های آبریز، در جنوب و مغرب دشت زاهدان شکل گرفته‌اند. شهر زاهدان بر سطح منتهی‌الیه همین مخروطها تشکیل شده و گسترش یافته است. به همین دلیل به طور طبیعی سیلابهای غربی و جنوب‌غربی دشت، مستقیماً شهر را تهدید می‌نمایند. اصولاً در مجموع بافت آبرفتهای دشت متوسط تا ریز است و تدریجاً به سمت شهر زاهدان اندازه بافت کاهش می‌یابد و ریزترین دانه‌ها به صورت مارن و لیمونو گاهی رس در شمال‌شرقی شهر و در پادگانه‌گسلی مسلط به دره لا ر متمرکز شده است. در يك برش قائم بافت آبرفتها در داخل دشت یکسان نیست. بلکه به صورت تناوبی از لایه‌های ریز تا متوسط ظاهر می‌شوند. علت اختلاف بافت رسوبها را می‌توان در نوسان قدرت سیلابها در زمانهای متفاوت دانست. به طوری پراکنده در داخل همین آبرفتهای نسبتاً ریز دانه، به تخته سنگهای بزرگی نیز برخورد می‌کنیم که خصوصیت سیلابی جریانها را حتی در داخل دشت منعکس می‌سازند.

به علت گسترش بیشتر سنگهای آذرین درونی در مغرب حوضه، سهم بیشتر آبرفتهای غربی دشت از آرن تشکیل شده است. در حالیکه آبرفتهای جنوبی و شرقی دشت که بیشتر منشاء از تخریب فلیشها دارند، دارای آلودگیهای نمکی بیشتری می‌باشند. در مرکز دشت بر اثر اتصال جانبی مخروط افکنه‌ها توپوگرافی همواری به وجود آمده و بیشتر مسیله‌ها سطحی شده‌اند. اما تدریجاً به سمت کوهستان به علت عمیق شدن بستر جریانها، دشت از توپوگرافی ناهمواری برخوردار می‌باشد. تشخیص حدود مخروط افکنه‌ها در داخل دشت بسیار مشکل است اما به سمت پایکوه با تشکیل برآمدگیهای محلی، مشخص و نمایان می‌شوند و اختلاف ارتفاعی در

حدود ۲ تا ۳ متر به وجود می‌آورند.

به علت مقاومت بیشتر سنگهای سیلیسی، تراکم این کانیها به صورت ریز تا درشت در سطح دشت بسیار چشمگیر است. در مشرق و حوالی کال پدکی در داخل مسیلهای فعال ماسه‌های سیلیسی ریز دانه فراوان می‌باشند و بتدریج به سمت میانابها تراکم کانیهای سیلیسی افزایش یافته و قطر دانه‌ها حداکثر به ۲ تا ۳ سانتیمتر می‌رسند. به سمت مغرب دشت یعنی بر سطح مخروط افکنه‌های کال گوربند و حاجی آباد و محمدآباد و سایر مخروط افکنه‌های شمالی آنها، بر تراکم و قطر دانه‌های سیلیسی افزوده می‌شود. به طوریکه در مشاهده هوایی به رنگ سفید نمایان می‌شوند. اندازه دانه‌ها افزایش یافته و تراکم قلوه سنگهای سیلیسی بسیار چشمگیر است. این آبرفت‌های سیلیسی به احتمال زیاد منشأ از باتولیت گرانیتی و رگه‌های نفوذی اسیدی دارند. در حال حاضر تراکم آنها به صورت نوارهایی بر سطح میانابهای کنونی می‌باشند. زیرا در مسیلهای فعال، ماسه‌ها و شن‌های تیره رنگ از منشأ فلیش‌متراکم شده‌اند. در راس مخروط افکنه‌ها، تخته سنگهای بزرگسی پراکنده‌اند. چسبندگی آبرفت‌ها در حوالی راس مخروط، افکنه‌ها بیشتر است. به همین دلیل تراکم شیارهای آب کند فراوانتر شده است.

با توجه به اختلاف شکل‌ناهمواری و رنگ‌بافت آبرفت‌ها در تمام حوضه، سه نسل متمایز از مخروط افکنه‌ها قابل شناسایی هستند. این تفاوت در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ از زمین‌شناسی زاهدان نیز منعکس می‌باشد. قدیمیترین مخروط افکنه‌ها، ناهموارترین آنها نیز می‌باشند. به علت قدمت زیاد آبرفت‌های تشکیل‌دهنده آن بر اثر تخریب و هوازدگی فرسوده و متلاشی شده‌اند. آبرفت این مخروط افکنه‌ها، وسیله سیمانی، اغلب آهکی و یارسی و مارنی به صورت لایه‌های سخت شده‌ای در برش مسیله‌ها مشاهده می‌شوند که گاهی با تخته سنگهای بزرگی نیز همراه هستند. این مخروط افکنه‌ها در مغرب دشت به علت تراکم کانیهای سیلیسی به ویژه در سطح، سفید رنگ هستند. اما در مشرق دشت و سایر نواحی کوهستانی تیره رنگ می‌باشند. گاهی دخالت سیلابها این مخروط‌ها را بکلی متلاشی ساخته و به صورت رشته‌های باریکی مسلط به مسیلهای فعال کنونی در آورده است. گسترش

این مخروط ها از پایکوه آغاز شده و تامجاور شهر زاهدان امتداد می‌یابند .  
 دومین نسل از مخروط افکنه‌ها که سطح نسبتاً " هموارتری دارند در حد فاصل مخروط های قدیمی قرار گرفته و به ضرر آنها توسعه یافته‌اند .  
 گاهی از توپوگرافی همواری برخوردارند وزمانی به وسیله سیلابهای دوره‌های خشك بریده شده‌اند ، رنگ آنها نسبتاً " تیره‌تر است وحتی در مغرب دشت ، نسبت‌کانبیهای سیلیسی در آنها کمتر است . گسترش آنها به سمت مشرق دشت زاهدان افزایش می‌یابد و اغلب قطعاتی از مخروط های قدیمتر بر آنها مسلط می‌باشند . سخت شدگی در لایه‌های سطحی آبرفتیهای آن مشاهده می‌شوند .

سومین گروه مخروط افکنه‌ها به طور پراکنده در حدفاصل مخروط های قدیمی قرار دارند و دورتر از نواحی کوهستانی تشکیل شده‌اند . وسعت آنها به مراتب کم‌تر و از توپوگرافی همواری برخوردار می‌باشند . رنگ آنها روشنتر و بافت ریزتری دارند و حداکثر گسترش آنها در جنوبشرقی شهر زاهدان است . فرودگاه زاهدان بر سطح این مخروط افکنه‌ها قرار دارند .

یکی دیگر از عوارض مهم دشت ، مسیلهای فعال کنونی است که به طور پراکنده عوارض قدیمی را تحت‌تاثیر قرار داده است . این مسیلهای درخروج از کوهستان مخروط های قدیمی را گاهی تا عمق ۳ متر بریده و بتدریج به سمت داخل دشت سطحی می‌شوند . گاهی عرض این مسیلهای حتی در داخل کوهستان بیش از یک کیلومتر است و پهنای آن در دشت افزایش می‌یابد . در نواحی کوهستانی در داخل مسیلهای اغلب تخته سنگهای بزرگی پراکنده می‌باشند که نشانه فعال بودن سیلابها حتی در حال حاضر است . کف مسیلهای را در داخل کوهستان ، ماسه و شن می‌پوشانند و در داخل دشتها ، مارن و لیمون با رنگ روشن برتری می‌یابند . اغلب پرتگاههایی از مخروط افکنه‌های قدیمی بر آن مسلط می‌باشند . در حال حاضر به علت تصحیح بستر و ایجاد بندهای خاکی و مخصوصاً " گسترش تاسیسات شهری ، آشفته‌گی هایی در پراکندگی و نظم آنها به وجود آمده است . مجموعه دشت‌خارج از بسترهای سیلابی به علت دخالت باد به دشتهای ریگی ( REG ) تبدیل شده‌اند . یکی دیگر از

عوارض مهم ناهمواری در دره‌ها، پادگانه‌های آبرفتی است که همزمان با توسعه مخروط افکنه‌ها در این ناحیه ایجاد شده‌اند. همانند مخروط افکنه‌ها، سه پادگانه آبرفتی در حاشیه مسیله‌ها و مسلط بر آنها بجای مانده است. قدیمیترین و مرتفع‌ترین پادگانه‌ها در حاشیه مسیله‌های اصلی و در داخل کوهستانهای نیمه غربی حوضه وجود دارند. گاهی این پادگانه‌ها در آبرفتهای انتهایی مخروط افکنه‌ها تشکیل شده‌اند که مشخصترین آنها در دشت قطار خانجک با ارتفاعی حدود ۷ تا ۸ متر بر بستر مسیله‌های کنونی مسلط می‌باشند. نظیر این پادگانه‌ها در دره‌های رزاق زاده، گوربند، حاجی آباد، محمد آباد و همت آباد وجود دارند. در پای دامنه جنوبشرقی کوه لوچان، پادگانه‌های مطبق بچشم می‌خورند. مهم‌ترین و طویل‌ترین این پادگانه‌ها در دره گوربند به صورت نواری طولانی در مشرق کوه روگان قرار دارد. آبرفتهای تشکیل دهنده قدیمیترین پادگانه‌ها، کاملاً سیمانی و سخت شده‌اند و جریانهای فعال سیلابهای کنونی زیر بنای این پادگانه‌ها را شسته و بنابراین قطعات بسیار عظیمی از آن به داخل مسیل ریزش نموده‌اند (کال رزاق زاده). بافت آبرفتها مخلوط و بسته به موقع حوضه آبگیر آنها اغلب تخته سنگهای آذرین گرانیتی یا آندزیتی در آنها بچشم می‌خورند. پادگانه‌های میانی اغلب در حاشیه مسیله‌های فرعی محفوظ مانده‌اند و با وسعتی قابل توجه و با ارتفاعی حدود ۳ متر اغلب بر بستر کنونی مسلط می‌باشند و همانند پادگانه‌های قدیمی سخت و سیمانی شده‌اند و در دره‌های رزاق زاده و گوربند همراه پادگانه‌های قدیمی وجود دارند. وسیعترین محدوده پادگانه‌های میانی در حوضه کال رزاق زاده باقی مانده است. جوانترین پادگانه‌ها با آبرفتهای نسبتاً "سالمتر و منظم‌تر در حاشیه مسیله‌های کنونی پراکنده هستند و ادامه آنها غالباً تا داخل دشت زاهدان کشیده می‌شود. میانگین ارتفاع این پادگانه‌ها نسبت به بسترهای فعال کنونی ۱ تا ۱/۵ متر می‌باشد. در حاشیه خط القعر اصلی حوضه یعنی در کمال لار، پادگانه‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌های مسلط بر آنها عوارض اصلی کف دره را تشکیل می‌دهند. هر دو عارضه یعنی پادگانه‌ها و مخروطهای افکنه

تحت تاثیر عملکرد گسل قرار گرفته و اغلب به صورت افقی و عمودی جابجا شده‌اند. در شرق زاهدان پرتگاه خط گسل در آبرفت‌های بسیار ریز دانسه و در امتداد شمال‌غربی، جنوب‌شرقی، پادگانه را در ارتفاع ۲۰ متر نسبت به بستر کنونی قرار داده است. در واقع کال لار گرابنی (فروز زمین) است که بر اثر عملکرد گسل‌های موازی شکل گرفته است. آثار گسل‌ها در هر دو حاشیه کال چه در پایکوه و چه در داخل آبرفت‌ها هنوز به آسانی قابل شناسایی است.

قدیمیترین سطوح فرسایشی در حوضه آبریز زاهدان در زیر پوشش‌های نسبتاً ضخیمی از تراورتن به صورت فسیل باقی مانده است. رسوب‌های همزمان و یا بعد از پیدایش این سطوح به صورت توده‌های تراکمی و سخت و سیمان شده در حوضه علیایی کال رزاق زاده در مشرق دشت قطار خانجک و یا حاشیه مسیل شندک به جای مانده‌اند. ساختمان این رسوب‌ها به صورت میکروبرش مملو از قطعات متلاشی شده فلیش‌ها می‌باشد که با سیمان سخت آهکی به هم چسبیده‌اند. پیدایش چنین رسوب‌های برشی سختی، نشانه دوره‌های مرطوب و خشک بر آنها بوده است.

یکی از قدیمیترین آثار تراکمی پله ایستوسن توده‌های تراورتنی است که یا به صورت سطوح کاملاً هموار و مرتفع در مشرق دشت قطار خانجک به نام تخت جنیک و یا توده‌های وسیع و پراکنده و نسبتاً ناهموار در حوضه میانی آبریز خیر آباد (یکی از شاخه‌های شرقی کال رزاق زاده) به جای مانده‌اند. حداکثر ضخامت مرئی این عوارض حدود ۱۰ متر است. این تراورتن‌ها در دشت قطار خانجک متکی بر فلیش‌ها و در حوضه خیرآباد هم بر سطح گرانودیوریت‌ها و هم دگرگونی‌های حاشیه‌ای تشکیل شده‌اند. پیدایش آنها بدون شک مربوط به تسلط دوره‌های بارانی بر حوضه آبریز زاهدان بوده است. خروج آب‌های نفوذی فراوان و مملو از کربنات کلسیم سبب ایجاد و گسترش ایسن عوارض شده است. همانگونه که قبلاً یادآوری شد در حال حاضر توده‌های پراکنده‌ای در حوضه خیرآباد از آن به جای مانده است. گسترش قطعات آنها در ارتباط با شیارها و یا منافذ خروجی به صورت رشته‌های مطول یا پهنه‌های



تپه ماهوری می‌باشد. هنوز آثار حفره‌های خروج آب از طریق عکس‌های هوایی در آنها قابل شناسایی می‌باشد. قطعاتی که در مجاور مسیله‌ها تشکیل شده‌اند وسیله شبکه آنها بریده شده و ساختمان پر از حفره آنها ظاهر شده است. این تراورتنها اغلب با پرتگاههایی که حاصل تخریب جانبی آنها است به اطراف خود مسلط شده‌اند. وسیعترین قطعه آن به صورتی ناهموار و پسر از شکاف و حفره و دره‌های ثانوی در شمال کوه نور آباد بجای مانده است. مرتفعترین عارضه از این نوع به نام تخت جنیک در مشرق دشت قطار خانجک قرار دارد که با پرتگاهی به ارتفاع ۲۰ متر به اطراف مسلط می‌باشد. در پای این پرتگاه قطعات تخریب شده تراورتن در ابعاد بزرگ در حاشیه و یا بر سطح واریزه‌های جدید پراکنده می‌باشد.

قبلاً توضیح داده شد که همراه فلیشها اغلب میان لایه‌هایی از آهک نیز وجود دارد. پراکندگی لایه‌های آهکی همه جا یکسان نیست. نسبت کربنات کلسیم نیز در آنها متفاوت است و اغلب با کانیهای دیگری همراه می‌باشند. در نقاطی که آهک خالصتر و حجم آنها چشمگیر تر است، آثار فرسایش کارستی بر بدنه کوهستانها ظاهر می‌شوند. هر چند به طوری پراکنده در سراسر حوضه لایه‌های آهکی وجود دارد و به طور محلی متناسب با ضخامت و ساختمان آن برجستگیهایی به وجود آورده، اما مهمترین محل تراکم لایه‌های آهکی بخش علیای کال قطار خانجک می‌باشد. در این محل لایه‌های آهکی اغلب به وسیله گسلهای راست گرد جابجا شده‌اند. هنگامی که گسترش آنها افزایش می‌یابد، انواع حفره‌های انحلال سطحی بر بدنه آنها مشاهده می‌شوند. مشخص ترین حفره‌های انحلال سطحی، لایه‌هایی باشند که به صورت شیارهای موازی و منحنی نسبتاً "پهن، سطح وسیعی را اشغال نموده‌اند. این شیارها به وسیله تیغه‌های تیزی از هم جدا شده‌اند. امکان دارد حفره‌های زیر زمینی نیز وجود داشته باشند. اما به دلیل عدم امنیت در منطقه، امکان بازدید همه عوارض آهکی میسر نشد. این آثار جزئی، میراث‌های اقلیمی دوره‌های مرطوب است چون در شرایط خشک کنونی عامل تخریب و هوازدگی نقش برتر را دارد و در پاره‌ای موارد حتی آثار تخریب در

سنگهای آهکی به زیان انحلال، توسعه یافته است. در حال حاضر بر سطح سنگها و پای دامنه‌ها، قطعات متلاشی شده آهک فراوان است. نسبت کانیه‌های آهکی در آبرفت‌های کال قطار خانجک بیش از سایر نقاط حوضه است و به علت مقاومت زیاد نسبت به سنگهای مجاور خود به طور محلی نقش تعیین‌کننده‌ای در ناهمواریها به عهده دارند.

### سیمای کنونی حوضه زاهدان

طبیعتاً همانند سایر نواحی چین خورده و شکسته، حاصل دخالتهای فرایندهای فعال در ناهمواریهای حوضه آبریز زاهدان، در طول زمان، به صورت دو واحد کوهستانی و هموار جلوه‌گر شده است. بخش عظیمی از ناحیه را کوههای پست و بلند تشکیل داده که در حدفاصل آنها واحدهای هموار به صورت دشتهای کوچک و بزرگ شکل گرفته‌اند. وسیعترین واحد هموار در شمال حوضه به صورت دشت زاهدان از تراکم رسوبهای تخریبی ناهمواریهای حوضه آبریز به وجود آمده است. فرسودگی شدید ناهمواریها در بخش شرقی حوضه از یک طرف و حضور ارتفاعات پرحجم و مرتفع در بخش غربی از طرف دیگر، از ویژگیهای کلی ناحیه زاهدان به شمار می‌رود. این ویژگی صرف نظر از دخالت نیروهای زمین ساخت در طراحی اسکلت اصلی ناهمواریها، حاصل رویارویی فرایندهای مسلط بیرونی در برخورد با ساختمان فیزیکی و نسبت مقاومت سنگها در طول دهها میلیون سال بوده است.

با توجه به ویژگیهای اقلیم زاهدان که جداگانه بررسی و مطالعه شده است، خصوصیات پاره‌ای از عناصر آن از جمله رژیم بارندگی و دامنه حرارت، گویای نقش فرایندهایی است که در حال حاضر دست اندر کار تغییر و تحول سیمای محیط طبیعی می‌باشند. تداوم بخشی از این فرایندها از گذشته و هماهنگی و ادامه آنها در حال حاضر، اهمیت دخالت عوامل فرسایش را در ناهمواریها توجیه می‌کند. با توجه به شواهد بازمانده محلی، نقش مداوم و کار ساز آبهای جاری و تخریب شدید مکانیکی در گذشته در ایجاد دشت سرهای متعدد و گسترده و مخروط افکنه‌ها و پادگانهای آبرفتی

مطالعه شد. در حال حاضر تداوم این دو فرایند در شرایطی متفاوت از گذشته کماکان نقش اساسی را به عهده دارند.

هرچند میزان باران سالیانه از حداقل ۲۳/۶ میلیمتر در سال ۱۹۷۸ تا حداکثر ۱۶۶/۶ میلیمتر در سال ۱۹۸۲ در طول ۲۰ سال متغییر بوده و میانگین ۲۰ ساله رقمی حدود ۷۳/۲ میلیمتر را نشان می‌دهد، اما سیلابی نظم‌یافته‌ی حاکم بر رژیم بارندگی به صورت سیلاب‌های مهیب ناگهانی همچنان نقش دینامیک آب‌های جاری را حتی در دوره‌های خشک به صورت نیرومندترین عامل فرسایش پابرجا ساخته است. حجم باران‌های لحظه‌ای در طول سال‌های مارگیری اغلب از  $\frac{1}{3}$  تا بیش از  $\frac{1}{2}$  میانگین باران سالیانه به ثبت رسیده است. نزول چنین حجم عظیمی از آب در زمانی کوتاه و در محیطی عریان از پوشش گیاهی و مملو از رسوب‌های تخریبی، حتی بر سطح سنگ‌های اصلی، فاجعه بار خواهد بود. اگر چه به طور دائم سیلاب‌های سالیانه وجود دارد، اما هرچند سال یکبار، سیلاب‌های نیرومندی به وقوع می‌پیوندد و آثار پیکرشناسی مشهودی به صورت حفر مسیل و یا تراکم رسوبها در مسیر سیلابها و تهدید و انهدام تاسیسات شهری از آن ناشی می‌شود. شهروندان در مجاور خط القعر اصلی (کال لار) همیشه در معرض خطر این سیلابها به ویژه سیلاب‌های بخش غربی و شمال‌غربی که مرتفع‌ترین کوهستانها نیز در آن وجود دارند، قرار دارد.

یکی از مهمترین فرایندهای اولیه که سنگ‌های عریان این ناحیه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تخریب مکانیکی بر اثر یخبندان و ذوب یخبندان می‌باشد. مطالعه عنصر حرارت در حوضه نشان می‌دهد که در فصل سرد به کرات دما به زیر صفر می‌رود. هم‌زمانی برف و دت هوا با فصل بارندگی، شرایط لازم را برای پدیده کریوکلاستی مهیا می‌سازد. به علت تسلط اقلیم خشک، شرایط خاک‌سازی بسیار محدود است. بنابراین بیشتر سنگ‌های عریان در معرض عوامل فرسایش قرار دارند. حساسیت فلیشها در برابر این عامل، انهدام سریع این سنگها را توجیه می‌کند و به همین دلیل در محدوده گسترش فلیشها، دشت سرهای متعدد وسیعی ایجاد شده و بیشتر کوهستانها حالت تپه ماهوری

دارند. حجم و ارتفاع و خشونت ناهمواریها در این ناحیه، انعکاس نسبت مقاومست آنها در برابر عامل تخریب مکانیکی می‌باشند. مهمترین سنگهای تشکیل دهنده ناهمواریها شامل گرانودیوریت، ماسه سنگ، آهک و رگه‌های نفوذی بازی به صورت سیل و دایک می‌باشند. بنابراین پراکندگی ارتفاعات به طور محلی منطبق بر حضور و گسترش این سنگها می‌باشند. مرتفع‌ترین و مشخص‌ترین کوهستانها در سراسر حوضه منشاء گرانیتی دارند (کوه لوچان ۲۵۲۵ متر، کوه روگان ۲۱۶۵ متر و ۰۰۰ متر در غرب حوضه). بر سطح همین کوهستانها، قسمت اعظم ستیغها و قله‌ها و دیوارها دقیقاً "بر موقوع و امتداد رگه‌های نفوذی بازی منطبق می‌باشند. بنابراین رگه‌های نفوذی بازی، بالاترین مقاومت را در این ناحیه در برابر تخریب و تجزیه شیمیایی نشان داده‌اند.

در محدوده گسترش فلیشها که جنوب و بخشی از مشرق و شمال‌شرقی حوضه را شامل می‌شوند، خطوط اصلی برجستگیها، منطبق بر سنگهای آهکی (جنوب‌غربی حوضه) یا ماسه سنگی (جنوب و شمال‌شرقی حوضه) و یا سرانجام رگه‌های نفوذی است. این عنصر آخری به علت مقاومت زیاد، نقش اساسی در حضور و توجیه ناهمواریها دارد. اما در برابر فعالیت دینامیکی آب‌های جاری نسبتاً "ضعیف می‌باشد. در نقاطی که فلیشها بر اثر تداوم و قدرت عوامل فرسایش به کلی از بین رفته‌اند، هنوز بقایای رگه‌های نفوذی، تنها عوارض ناهمواریها را بر سطح دشتهای متراکم از رسوبهای تخریبی تشکیل می‌دهند و پیرنگاههای مشخصی در امتداد معین می‌سازند. حجم و ارتفاع این تیغه‌ها متفاوت و با ضخامت رگه نفوذی ارتباط دارند. در نقاطی که این تیغه‌ها در معرض جریانهای سیلابی قرار گرفته‌اند به صورت نوارهای گسسته، هنوز بر سطح میانابها بحای مانده‌اند. (جنوب‌شرقی دشت زاهدان و دشتهای داخلی در مشرق کال رزاق زاده)، جهت رگه‌ها در قسمت علیای حوضه آبریز بیشتر به سمت مغرب و شمال‌غربی و در بخش شرقی بیشتر به سمت مشرق و شمال‌شرقی است. هر جا که حضور این رگه‌های نفوذی کاهش می‌یابد، فلیشها بشدت متلاشی و فرسوده شده و سطوح فرسایشی دشت سرها یا عوارض تپه‌

ماهوری را به وجود آورده‌اند. در حاشیه غربی که عناصر تشکیل دهنده فلیشها مرز حوضه آبریز را تشکیل می‌دهند، پرتگاهها بیشتر متکی بر تیغه‌ها یا دیواره‌ها در لایه‌های ماسه سنگی و یا احتما لا " آهکی است. در همین محدوده در قلمرو گسترش سنگهای دگرگونی (اسلیت و فیلیت) به علت مقاومت مشابه و ضعف در برابر جریانهای سطحی، پرتگاهها کاهش یافته و جریانهای فعال کنونی بستر خود را عمیقا " در آن حفر نموده‌اند (نقشه ژئومورفولوژی). در سراسر حوضه هر جا تراکم این رگه‌ها بیشتر باشد، خشنونت ناهمواریها زیاد تر است (جنوب کوه پدگی).

حضور دوسنگ مقاوم در مغرب حوضه، علت وجودی ناهمواریهای پرحجم و مرتفع آن را توجیه می‌کند. مهمترین ارتفاعات در مغرب کمال رزاق زاده قرار دارند که منطبق بر قله گنبد باتولیتی گرانودیوریتها می‌باشند. حتی در بخش شرقی کال رزاق زاده هم مرتفع‌ترین کوهستانها در سنگهای گرانیتی شکل گرفته‌اند. با توجه به ترکیب کانی شناسی این سنگها (کوا رتزه-فلدسپات و میکا)، در دوره‌های مرطوب، هوازدگی شیمیایی در آنها فعال بوده است. فراوانی آنها در رسوبهای کف دشت زاهدان به ویژه در مغرب آن گویای فعالیت این پدیده در گذشته بوده است. می‌دانیم که رگه‌های نفوذی، توده‌های گرانیتی را نیز بشدت تحت تاثیر قرار داده است. گاهی تراکم رگه‌های متقاطع چهره گرانیت را به صورت مشبك زینت داده است. دخالت عوامل فرسایش به صورت هوازدگی شیمیایی در دوره‌های مرطوب و تجزیه مکانیکی در دوره‌های خشك بدنه با تولیت رابشدت متلاشی ساخته و دره‌ها و شیارهای متعددی در آن به وجود آورده است. پیدایش این دره‌ها نشانه قدرت دینامیک آبهای جاری و هوازدگی شیمیایی می‌باشد و پرتگاههای پرشیب و متعدد مسلط به این دره‌ها نتیجه دخالت تخریب مکانیکی است. به علت مقاومت بیشتر رگه‌های نفوذی نسبت به توده اصلی باتولیت در برابر دینامیک بیرونی، تقریبا " خط الراس برجستگیها برای رگه‌ها منطبق می‌باشند. حضور درزهای تکنونیک، دخالت تخریب مکانیکی در دوره‌های خشك نیز شدت بخشیده است و مجموعه سنگهای آذرین نفوذی اسیدی و بازی را تحت

تاثیر قرار داده است. در کوه لوچان که پر حجم ترین و مرتفع ترین کوه حوضه می باشد، خطوط اصلی چهره ناهمواری متکی بر حضور و امتداد رگه‌های نفوذی باران است. در حالیکه در کوه روگان در شمال کال گوربند چهره اصلی پرتگاهها را تخریب مکانیکی در ارتباط با امتداد درزها به وجود می آورد. در انتهای شمال غربی باتولیت که کوهستانهای خارایی جبهه شمال غربی حوضه زاهدان را به وجود آورده اند، مجدداً " به علت مقاومت سنگ، ارتفاعات پر حجمی تشکیل شده و تراکم رگه‌های نفوذی خط الراسهای اصلی و پرتگاههای متعددی شبیه کوه لوچان به وجود آورده اند.

حضور رگه‌های اسیدی در گرانیتهای یا هیچ انعکاسی در ناهمواریها نداشته و یا اغلب به صورت شیاریهایی منطبق بر امتداد رگه‌ها ظاهر شده اند. آثار این پدیده مخصوصاً " در کوه روگان و بخش غربی کوه لوچان به طور محلی در ناهمواریها منعکس می باشند. ضعف این کانیهها در برابر عوامل هوازدگی و تخریب سبب شده است که قسمت اعظم آنها بشدت متلاشی شده و از طریق فرایندهای اولیسه و سیلابهای محلی به بخش غربی دشت زاهدان انتقال یابند و سهم مهمی در تشکیل مخروط افکنه‌های شمال جاده زاهدان - کرمان به عهده داشته باشند. سفیدی سطح این مخروط افکنه‌ها حضور سهم فراوان رگه‌های آذرین اسیدی را نشان می دهد.

آمارهای اقلیمی ثبت شده در ایستگاه زاهدان، نزول بارانهای تابستانی را گواهی می دهد که به احتمال زیاد از منشاء بادهای موسمی اقیانوس هند است. همزمان با حضور ابرهای بارانزا دمای هوا که منشاء حاره‌ای دارد افزایش می یابد. این شرایط به احتمال زیاد، در دوره‌های مرطوب هم اتفاق می افتاده است. در چنین شرایطی، محیطی مناسب برای هوازدگی شیمیایی به وجود می آید. هر چند در حال حاضر میزان رطوبت تابستانه اندک است اما به علت تسلط گرما عامل تجزیه شیمیایی - فیزیکی از فرایندهای فصلی خواهد بود. فراوانی خاک رس در رسوبهای حاشیسه ارتفاعات گرانیتهای و همچنین رسوبهای دشت زاهدان را می توان نشاندهنده از تداوم آن در گذشته دانست. در حال حاضر همراه با سیلابهای فصلی،

رسوبهای رسی فراوانی جابجا می‌شوند. در پشت بندها و خاکریزهایی که به دلایل مختلف در دشت زاهدان و یا مدخل بعضی از دره‌ها ایجاد شده بعد از نفوذ یا تبخیر آب همیشه حجم قابل توجهی خاک رس باقی می‌ماند. این خاکرسها می‌توانند برای مصارف ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند.

در فصل گرم اغلب به دلیل شفافیت هوا در شرایط غیر طوفانی، بخش عظیمی از انرژی خورشیدی جذب زمین می‌شود و شب هنگام به همین دلیل حرارت بسرعت پایین می‌افتد. به دلیل خشکی منطقه و دامنه نسبتاً وسیع درجه حرارت، تخریب مکانیکی بر اثر اختلاف درجه حرارت ( THERMOCLASTIC ) در سنگهای عریان کار ساز خواهد بود. اما تعیین سهم آن در تخریب سنگها بدون انجام آزمایشهای لازم و اندازه‌گیری دقیق دامنه حرارت روزانه ممکن نیست. با اتکا به ارقام موجود گاهی دامنه سالیانه از ۶۵ درجه سانتیگراد بیشتر است. تقریباً در سراسر حوضه چه بر سطح سنگهای عریان و چه در امتداد دامنه‌ها و یا پای پرتگاههای گسلی و فرسایشی، قطعات متلاشی شده سنگهای محلی از چهره‌های معمول و آشنای منطقه است. شکل و اندازه قطعات تخریب شده با ساختمان فیزیکی سنگها در ارتباط می‌باشد. سطح اغلب این سنگهای تخریبی رالایه نازک‌سیاه و براقی می‌پوشاند که ورنی بیابان نام دارد و حاصل اکسیداسیون کانیهای سطحی سنگ در فصل گرم و در اثنای بارندگی‌های ولو بسیار کم می‌باشد.

به علت خشکی هوا، آفتاب شدید فواصل قابل ملاحظه بارندگیها، میزان تبخیر بالقوه سالیانه بسیار زیاد است. آزمایشهای انجام شده میزان تبخیر را بیش از ۲۰ برابر میانگین باران سالیانه نشان می‌دهد. آبهای نفوذی که کانیهای زیادی را به صورت محلول همراه دارند، در اثنای تبخیر، سبب سیمانی شدن رسوبهای سطحی می‌شوند. تقریباً تمام رسوبهای قدیمی کواترنر به همین علت در دوره‌های خشک بر اثر شدت تبخیر سخت و سیمانی شده‌اند. این پدیده هم در مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید و هم در پادگانه‌های آبرفتی ایجاد شده است و سبب کاهش نفوذ آبها می‌شود. در حال حاضر نیز به علت آلودگی آبهای زیرزمینی در بخش شرقی حوضه و وجود فصل خشک و گرم

تابستانی، اغلب پهنه‌های کوچک و پف، کرده‌ای از املاح تبخیری در سطح مخروط افکنه‌های قدیمی، در محل خروج کال رزاق زاده از کوهستان تشکیل شده است.

گفته شد که حوضه آبریز زاهدان یا میانگین بارانی حدود ۷۳/۲ میلی‌متر یکی خشکترین نواحی ایران است. در چنین شرایطی باد به عنوان یک عامل فرسایش، میدان عمل مناسبی در اختیار خواهد داشت. اما مطالعه عکسهای هوایی و مشاهدات محلی نشان می‌دهد که برخلاف معمول آثار قابل توجهی از آن در این ناحیه وجود ندارد. هر چند بر اساس آمارهای موجود فراوانترین بادهای شمالی هستند، اما اشکال بسیار اندک تراکم ماسه‌های بادی گویای این مسئله می‌باشد که بادهای طوفانزا بیشتر از جنوب و جنوب‌غربی می‌وزند. به احتمال زیاد اختلاف ارتفاع بین کوههای جنوب‌غربی و غربی حوضه نسبت به دشت زاهدان اگر منشاء محلی ایجاد این طوفانها نباشد، در تشدید آن نقش مهمی دارند. مساعدترین زمان در آغاز فصل گرمایی پایان زمستان یا اوایل بهار است، چون در این فصل حداکثر اختلاف دما بین کوهستان و دشت حاصل می‌شود. هرچند که وقوع طوفانهای ماسه‌ای در سایر فصول نیز مشاهده شده است. با توجه به حجم عظیم رسوبهای ریز دانه در این حوضه و خشکی هوا، اشکال تراکمی ماسه چندان قابل توجه نیست. یکی از علل اصلی آن تخلیه ذرات معلق از منطقه می‌باشد. از طرف دیگر هم‌واری دشت زاهدان شرایط نامناسبی از نظر تمرکز ماسه‌ها به وجود می‌آورد. هر جا که مانعی در مسیر طوفان وجود داشته، حجم اندکی از ماسه در پناه آن به جای مانده است. بنابراین با دست‌کاریهایی که اخیراً به منظور ایجاد جاده، کمربندی شهر زاهدان و خاکریزهایی که برای جلوگیری از ورود سیلاب به شهر ایجاد شده باید انتظار تمرکز تپه‌های ماسه‌ای بیشتری را داشت. محل تمرکز ماسه‌های محدود این حوضه یا در داخل دره‌ها و حاشیه سیل‌سما مانند کال رزاق زاده در مشرق کوه منزلاب و یا در دره کالی در شمال همپس کوه و یا در پناه تپه‌های فرسوده فلیش در حاشیه دشت در شمال‌شرقی کلات رزاق زاده و یا جنوب‌غربی شهر زاهدان قرار دارند. وسیعترین محل تمرکز



ماسه‌ها کال لار است. در این محل در اثنای طوفانها بخشی از ماسه‌ها به دام می‌افتند. تراکم ماسه در پناه پرتگاه کسل کال لار و در پای ناهمواریهای شرقی این دره نسبتاً قابل توجه است. ماسه‌ها بر سطح مخروط افکنه‌های دامنه شرقی به صورت سطحی پاشیده شده‌اند که ظاهراً "ضخامت چندانی ندارند". تنها در دومورد در مجاور محل پیوست کال همت اباد به کال لار تراکم ماسه‌ها به صورت برخانهای جداگانه به دامنه تپه‌های شرقی کال آویخته‌اند که وسعت آنها از چند هزار متر مربع تجاوز نمی‌کند. به احتمال زیاد یکی دیگر از علل کمبود تراکم ماسه در این ناحیه، تخلیه آنها از طریق سیلابهای سالیانه می‌باشد. زیرا انباشتگیهای محدود فعلی در حاشیه مسیلهای قرار دارند. تراکم ماسه‌ها بیشتر به صورت بی شکل است و بنسبدرت از نظم خاصی پیروی می‌کنند (رشته طولی در کال رزاق زاده و برخان در کال لار).

مشخص ترین چهره فرسایش کاوشی باد، دشتهای ریگی است که تقریباً "چه در داخل کوهستان و چه در دشت زاهدان بر سطح میانامپه‌های کنونی گسترده شده‌اند. دشتهای ریگی در غرب دشت زاهدان به علت تراکم دانه‌ها و قطعات سیلیسی سفید رنگ و در مشرق به علت کاهش این کانیها تیره رنگ است. در مسیر طوفانها و در داخل مسیلهای فرعی گاهی در پنجاه بونه‌های بسیار پراکنده و کمیاب، نپکاهای کوچکی تشکیل شده‌اند؛ اما در مجموع ناحیه اهمیت پیکرشناسی چندانی ندارند.

باتوجه به موقع جغرافیایی شهر و فرودگاه زاهدان نسبت به بادهای طوفانزا متاسفانه هر دو محل تحت تاثیر طوفانهای ماسه‌ای قرار دارند. آلودگی هوا در هر دو محل در بیشتر اوقات حاصل ذرات معلق است که به فراوانی در دسترس بادهای طوفانزا قرار دارند. مبارزه با این طوفانها به علت وسعت دشت و فراوانی با ماسه‌های ریز دانه و خشکی شدید منطقه بسیار مشکل است. اما با مهار سیلابهای فصلی و توسعه پوشش گیاهی متناسب با شرایط محیط شاید تا حدودی بتوان از خسونت اثر طوفانها کاست.

### فهرست منابع

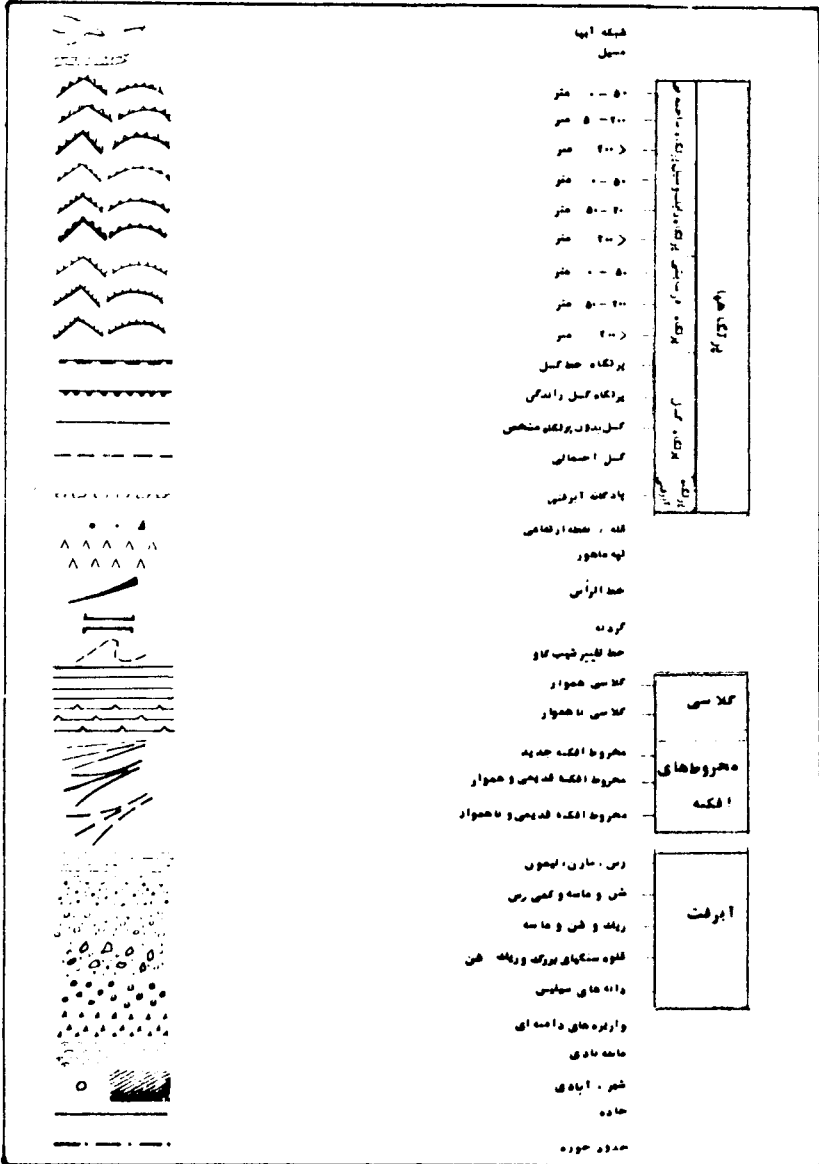
- ۱ پورکرمانی، محسن و زمر دیان، محمدجعفر، پاییز ۱۳۶۷، " بحثی پیرامون ژئومرفولوژی استان سیستان و بلوچستان"، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، شماره مسلسل ۰۱۰
- ۲- محمودی، فرج ۰۰۰، " تحول ناهمواریهای ایران در دوره کواترنر"، پژوهشهای جغرافیایی، دانشگاه تهران، موسسه جغرافیا، شماره ۰۲۳
- ۳- محمودی، فرج ۰۰۰۱، ۱۳۵۸، جغرافیای طبیعی، جزوه درسی.
- ۴- درویش زاده، علی و خسرو تهرانی، خسرو، زمین شناسی طبیعی ایران، برای دانشجویان دوره تربیت معلم، ۱۳۶۳.
- ۵- جداری عیوضی، جمشید، ۱۳۷۱، ژئومرفولوژی ایران، جزوه درسی.
- ۶- محمودی، فرج ۰۰۰، بهار ۱۳۵۵، " مقدمه‌ای بر تقسیمات طبیعی ایران"، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران، دوره اول، شماره ۰۱
- ۷- نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰،۰۰۰ زاهدان ( عملیات مشترک زمینی) سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ۰۱۳۵۴
- ۸- نقشه توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ حوضه زاهدان، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (در ۷ شیت) ۰۱۳۴۹
- ۹- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ زاهدان، سازمان زمین شناسی کشور ۱۳۵۵
- ۱۰- نقشه زمین شناسی ۱:۵۰،۰۰۰ زاهدان-مهندسی مشاور پارس کنسولت.
- ۱۱- عکسهای هوایی ۱:۵۵،۰۰۰ زاهدان-سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۱۳۳۴

۱۲- مطالعات زمینی

# نقشه ژئومرفولوژی حوضه آبخیز زااهدان

علامه راهنما



مقیاس: ۱:۱۲۵۰۰۰

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| نقشه ژئومرفولوژی حوضه رود لار زااهدان |                      |
| تاریخ :                               | تهیه کننده :         |
| شماره :                               | دکتر فرج ا... محمودی |