

مطالعه ژئومورفولوژی و فرسایش در حوضه آبریز الموت رود*

شهاب قهرمانی

دانش آموخته دوره دکتری ژئومورفولوژی - دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران

E-Mail: drghahremani@hotmail.com

دکتر محمد رضا ثروتی

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی

E-Mail: REZASARVATI@YAHOO.COM

چکیده

حوضه ی آبریز الموت رود واقع در رشته های میانی واحد کوهستانی البرز مرکزی، یکی از سر شاخه های رودخانه شاهرود و در نهایت زیر حوضه ای از حوضه ی وسیع سفید رود، در شمال شرقی قزوین، در بخش معلم کلایه واقع گردیده است. سالانه چندین میلیون متر مکعب رسوب از سطح این حوضه منفک گشته و توسط جریان های رودخانه ای حمل و در سطح اراضی پایین دست قبل از دریاچه سد و در مخزن سد سفیدرود انباشته می شوند. سازندهای مربوط به دوره نئوژن شامل رسوبات تبخیری و تخریبی، در قسمت میانی، سازندهای آذرآواری پالئوژن (سازند کرج) در ارتفاعات جنوبی و سازندهای مربوط به کرتاسه و اینفرا کامبرین، در ارتفاعات شمالی حوضه، لند فرم هایی چون مخروط افکنه های قدیمی، دره ها و پرتگاه های فرسایشی، زمین لغزش ها و فرو ریختگی های متعددی را باعث شده اند. لند فرم های واریزه ای در رسوبات ریزدانه قرمز رنگ و کنگلومرا های نئوژن از پدیده های غالب قسمت میانی می باشد. بدین ترتیب ۱۶ درصد از منطقه که در سازند های نئوژن قرار گرفته است، دارای فرسایش آبی شدید و تحت تأثیر فرایند های شکل زایی قرار دارد. با توجه به عوامل ژئومورفولوژیکی موثر بر فرسایش و رسوب در حوضه، شیب و توپوگرافی، به عنوان مهم ترین عامل، زمین شناسی و جنس سنگ، به عنوان عامل بعدی و پوشش گیاهی که خود شامل تغییر کاربری اراضی و چرای بی رویه دام می شود، به عنوان آخرین عامل فرسایشی حوضه مطرح می باشند.

واژگان کلیدی: الموت رود، نئوژن، زمین لغزش، معلم کلایه، سازند کرج، فروریختگی، فرسایش

مقدمه

حوضه ی آبریز الموت رود واقع در شمال شرقی قزوین، بخشی از حوضه آبریز دریای خزر است که با تلاقی به رودخانه طالقان رود در ۱۱ کیلومتری جنوب شرق آبادی شهرک (در محلی بنام شیر کوه)، رودخانه شاهرود را تشکیل می دهد، رودخانه شاهرود هم به همراه رودخانه قزل اوزن سفیدرود را تشکیل می دهند. حوضه بین طول های ۵۰ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۹ ثانیه و ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۷ ثانیه شرقی و بین عرض های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه و ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۵۴ ثانیه شمالی واقع گردیده است و دقیقاً منطبق با حدود و مرز بخش رودبار الموت به مرکزیت معلم کلایه از توابع شهرستان قزوین می باشد که در نقشه شماره (۱) نشان داده شده است. ارتفاع متوسط حوضه ۲۳۷۶ متر بوده و شیب های بیش

* این مقاله استخراج شده از رساله دکترائی است که به راهنمایی دکتر محمد رضا ثروتی تهیه شده است.

از ۵۰ درصد بالغ بر ۷۲ درصد از سطح حوضه را به خود اختصاص می دهند. این حوضه کوهستانی با دینامیک بالای فرسایش رودخانه ای و آبی، دارای ساکنین کشاورز و دامداران خرده پا با وضعیت رفاهی ضعیف و در کل یک حوضه مهاجر فرست می باشد. سالانه مقدار زیادی رسوب از سطح حوضه منفک گشته و به نواحی پایین دست حمل و نهایتاً در مخزن سد سفید رود و در سطح اراضی انباشته می شود، بدین لحاظ اهمیت مطالعات ژئومورفولوژیک این حوضه برای دست اندرکاران، برنامه ریزان، طراحان و مهندسین آبخیزداری و عمران و توسعه روستایی، راهسازی و کشاورزی، کارشناسان مسائل اجتماعی - اقتصادی و ... کاملاً آشکار و مبرهن می باشد.

روش تحقیق

در مرحله اول، جمع آوری داده ها صورت گرفته است. منابع و ماخذ این داده ها شامل نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ قزوین و ۱/۵۰۰۰۰ پوششی حوضه مشتمل بر ۵ شیت، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ شیت شکران و ۱/۲۵۰۰۰۰ شیت قزوین - رشت و نیز عکس های هوایی با مقیاس ۱/۵۵۰۰۰؛ تصاویر ماهواره ای ETM، لندست ۷، مولتی اسپکترال، تصویر ماهواره ای مادون قرمز، تصویر ماهواره ای 1C، 1D ماهواره IRS در فرمت PAN (پانوکروماتیک)، گزارش های مربوط به حوضه، کتب و مقالات علمی - پژوهشی و سایر تحقیقات انجام شده توسط سازمان ها و دانشگاه ها بوده است. هم چنین طی بررسی های میدانی در شهریور ماه سال ۱۳۸۵ پایان سال آبی و اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۶ اوج آبدهی و دبی رودخانه، ویژگی های ژئومورفولوژیکی حوضه، شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله دوم، مجموعه عملیات تجزیه و تحلیل اطلاعات، شامل تهیه لایه های مختلف دیجیتالی از حوضه با استفاده از نقشه های پایه و در کارگاه کارتوگرافی به شیوه کارتوگرافی دستی و کارتوکامپیوتر انجام شد. از آن جمله تهیه نقشه پلانتمیری حوضه، نقشه شیب، نقشه راه های ارتباطی و آبراهه (هیدروگرافی) حوضه و نقشه ژئومورفولوژی می باشد. این عملیات با استفاده از نرم افزارهای جغرافیایی (Arc GIS, Arc View, Auto Cad) صورت گرفت. تصاویر مختلف ماهواره ای منطقه نیز گویا شدند. در مرحله سوم ابتدا جمع بندی بر اساس یافته های تحقیق و تجزیه و تحلیل داده ها انجام شد و سپس نتیجه گیری نهایی به عمل آمد. در پایان راهکارهایی جهت استفاده، برنامه ریزان و کارشناسان بخش های مختلف اجرایی ارائه گردیده است.

زمین شناسی و چینه شناسی حوضه الموت رود

وضعیت زمین شناسی حوضه الموت در (نقشه شماره ۲) بر گرفته از نقشه زمین شناسی قزوین - رشت نشان داده شده است.

چینه شناسی دوران اول :

- تشکیلات اینفرا کامبرین : بین خط الرأس ارتفاعات شمالی از شمال روستای معلم کلایه به طرف شرق تا شمال شرق روستای وناش گسترده است.
- سازند کربونیفر : رسوبات کربونیفر بصورت پراکنده ای در دامنه ارتفاعات شمالی و شمال شرق روستای کوچنان در مجاورت عادی با رسوبات اینفرا کامبرین دیده می شود.
- سازند پرمین : تشکیلات پرمین که در جنوب شرق روستای دینه رود و در دامنه های ارتفاعات جنوبی رخنمون دارد.

چینه شناسی دوران دوم :

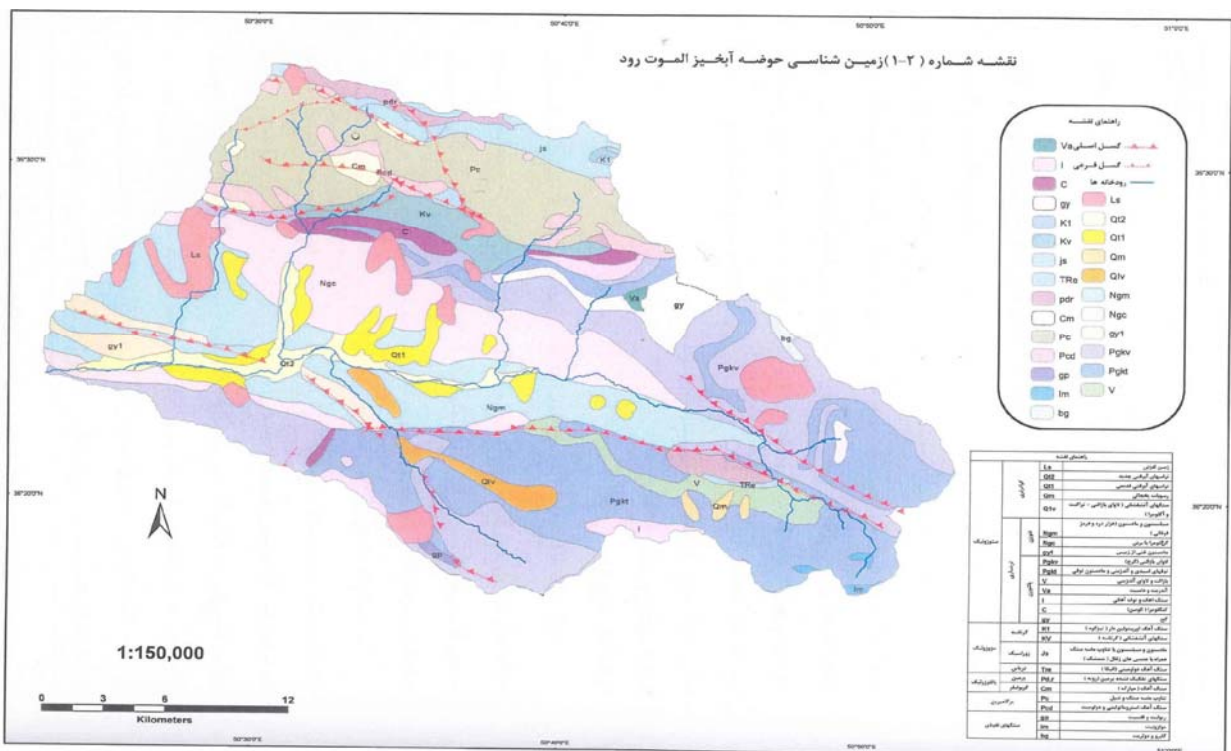
- تریاس : تشکیلات پالئوزویک فوقانی تحت عنوان سازند الیکا (تریاس) در منطقه چندان قابل ملاحظه نیست.

- ژوراسیک : در منطقه مورد مطالعه تنها رسوبات ژوراسیک پایینی که محتوی گل سنگ و لای سنگ خاکستری تا خاکستری تیره و به مقدار کمی لایه های ماسه سنگ است و در ارتفاعات شمال روستا های کلایه، خشکه چال و کوچنان دیده می شود (نقشه های شماره ۱ و ۲) .

- کرتاسه : تشکیلات کرتاسه پایینی (سازند تیزکوه) در ارتفاعات شمالی از روستای اندج به صورت نوار پهنی تا مشرق آبادی هنیز رخنمون دارد. ضخامت این سازند که متشکل از سنگ های آتشفشانی است، در حدود ۱۵۰۰ متر می باشد. (شرح نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ برگ قزوین - رشت - سازمان زمین شناسی کشور ۱۳۵۲)

چینه شناسی دوران سوم :

- پالئوژن : سنگ های سازند کرج (پالئوژن) وسیع ترین تشکیلات منطقه به شمار می رود، به طوری که حدود ۴۰٪ سطح حوضه را می پوشاند. تقریباً تمام بخش های شرقی و ارتفاعات جنوبی منطقه، متشکل از رخساره های گوناگون این سازند است و تنها در ارتفاعات شمالی است که بصورت نواری در ارتفاعات میانی، بین رسوبات کرتاسه و اینفرا کامبرین و تشکیلات نئوژن بخش های مرکزی، از وسعت آن کاسته می شود. این سازند نقش غالب و برجسته ای در مورفولوژی ناحیه به عهده دارد. در دامنه ارتفاعات شمالی، شبکه مترامی از دره های V شکل و گودال های انحلالی ناشی از تشکیلات گچی این سازند، برونزد دارد. همچنین گدازه ها و روانه های آتشفشانی که در دوره های گذشته بخصوص در کواترنر بشدت فرسایش و تخریب یافته، شرایط مساعدی برای حرکات دامنه ای در منطقه ایجاد کرده است.



- نئوژن: در بخش مرکزی منطقه برونزد دارد و در دامنه های ارتفاعات شمالی و جنوبی تا ارتفاع حدود ۲۳۰۰ متری گسترش دارد، پس از سازند کرج بیشترین توسعه را داشته و حدود ۳۰ درصد سطح حوضه را می پوشاند. این سازند که عمدتاً شامل رسوبات تبخیری و تخریبی است، محتوی کنگلومرا و رسوبات آواری دانه ریز اغلب قرمز رنگ است. قدیمی ترین کنگلومراهای این دوره که در دامنه های ارتفاعات شمالی رخنمون دارد و ضخامت آن به حدود ۲۰۰ متر می رسد، از معلم کلایه به طرف شرق چهره غالب ناهمواری ها را تشکیل می دهد. (در آبادی گازرخان قلعه مشهور حسن صباح برفراز آن قرار دارد). کنگلومراهای مرحله اول که عمدتاً از قطعات گدازه های بازیک و بطور محلی از قطعات آهکی پالئوژن تشکیل شده؛ همچنان که در شرق آبادی گرما رود دیده می شود از کنگلومراهای دیگر بواسطه نبود لایه های توف های سیلیسی و آگلومرا مجزا می شود.

چینه شناسی دوران چهارم (پلیستوسن، هولوسن)

در خلال این دوران آتشفشان های کوچک و فروریختگی های بسیاری صورت گرفته و از طریق یخچال هایی که در نواحی مرتفع گسترش داشته اند، مثل یخچال های اطراف کوه سال برف، خشه چال، موچشمه در جنوب غرب روستای دینه رود، یخرفت هایی بوجود آمده اند. رسوبات کواترنری گسترش قابل توجهی در منطقه دارند. قدیمی ترین این رسوبات در منطقه، پادگانه هایی از قلوه سنگ و مواد دانه درشت و نیز به شکل مخروط افکنه در محیط هایی مشابه آنچه که در خلال بخشی از دوره نئوژن وجود داشته، بر جای گذاشته شده اند. با این تفاوت که رسوبات نئوژن در شرایط پایداری از سطح اساس بالا که موجبات تشکیل طبقات رسوبی پیوسته را داده اند، گذاشته شده اند، در حالی که رسوبات کواترنری و سطوح فرسایش آن یک افت عمده و تاریخی سطح اساس را نشان می دهد که بوسیله دوره های کوتاهی از توقف یا بالا آمدگی های کوچک قطع می شده است. (شرح نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ برگ قزوین - رشت - سازمان زمین شناسی کشور ۱۳۵۲)



عکس شماره ۱- رخساره یک فروریختگی قدیمی - روستای شترخان - منبع: آزاد ۱۳۸۵

تکتونیک و زمین ساخت حوضه:

روند عمومی ساختمان این منطقه شمال غربی - جنوب شرقی است. این روند ساختمانی با گسل های مربوطه، منطقه را به قطعاتی که به گسل ها محدود می شود، تقسیم می کند. تاریخ تشکیل این روند ساختمانی منطقه، به

تاریخ اولیه زمین شناسی آن بر می گردد. قسمت عمده گسل ها دارای زاویه تند هستند و تنها تعداد کمی رانندگی بصورت محلی دیده می شود. عمده گسل های منطقه در بلوک نمودار حوضه، نشان داده شده است (شکل شماره ۱)

جدول شماره ۱- مشخصات گسل اصلی الموت

نام گسل	موقعیت جغرافیایی	درازا (km)	امتداد	شیب	تاریخچه لرزه خیزی
گسل فشاری الموت	پهلوی جنوبی دره الموت	52	NW-S E	30 S W	1608 /4/20 طالقان $M_s = 7.6$ 1808 12/16 طالقان $M_s = 5.9$

منبع: آقائاتی، ۱۳۸۳

با توجه به اینکه در کف دره و قسمت میانی حوضه، سازندهای مربوط به دوره نئوژن شامل رسوبات تبخیری و تخریبی و هم چنین وجود سازندهای آذرآواری پالئوژن در ارتفاعات جنوبی و سازندهای مربوط به کرتاسه و اینفرا کامبرین، مورفولوژی خاصی را در حوضه باعث شده است و لند فرم هایی چون مخروط افکنه های قدیمی، دره های فرسایشی و زمین لغزش های متعددی را به خصوص در رسوبات ریزدانه قرمز رنگ و لند فرم های واریزه ای در کنگلومرا های نئوژن و هم چنین پرتگاه های فرسایشی را ایجاد نموده است. بدین ترتیب که ۱۶ درصد از منطقه که در سازند های نئوژن قرار گرفته است دارای فرسایش آبی و رودخانه ای شدید و تحت تأثیر فرایند های شکل زایی قرار دارد.

خصوصیات اقلیمی حوضه:

با توجه به تعیین تیپ آب و هوایی حوضه آبریز مورد مطالعه براساس روش طبقه بندی کوپن، روش دمارتن و ضریب خشکی آن، روش طبقه بندی اقلیمی آمبرژه و نمودار آمبروترمیک و بررسی کلیماگرام منطقه، توسط مهندسین مشاور سوگرا، ویژگی های اقلیمی زیر ارائه می گردد.

فصل بهار و زمستان، فصول پر باران سال در منطقه هستند. بهار دارای ۳۶/۰۹ درصد، زمستان دارای ۳۶/۰۴ درصد بارش، تابستان بعنوان فصل خشک تنها ۱/۷۵ درصد و پاییز ۲۷/۳ درصد از بارندگی سالیانه را به خود اختصاص می دهند. به لحاظ حرارتی منطقه دارای یک فصل بسیار سرد و یک فصل گرم است که طول مدت هر کدام با توجه به میزان ارتفاع متغیر می باشد. دامنه تغییرات سالیانه و روزانه درجه حرارت قابل توجه بوده، اما نسبت تغییر پذیری بارش بسیار شدیدتر از تغییرات درجه حرارت است. با توجه به موقعیت کوهستانی و مرتفع منطقه، عواملی نظیر ارتفاع و جهت ناهمواری ها نقش مهمی در آب و هوای محلی و اختلافات اقلیمی دارد. بطوری که زمان بارش و مقدار بارش برف بر اساس ارتفاع متفاوت است. بارش برف در ارتفاعات الموت رود زودتر آغاز شده و مدت آن طولانی تر از نواحی کم ارتفاع است، همچنین مقدار برف در ارتفاعات گاهی به ۸۰ سانتی متر می رسد و این در حالی است که در نواحی پست مقدار آن حدود ۳۰ - ۴۰ سانتیمتر است. طول مدت رویش گیاه نیز از طبقه بندی سطوح ارتفاعی پیروی می کند، بطوری که در ارتفاعات این مدت کوتاه تر از نواحی کم ارتفاع، حواشی و بستر رودخانه است. دوره یخبندان در ارتفاعات از مهر ماه، در کوهپایه ها از آبان ماه در حواشی رودخانه از ماه آذر شروع می شود و خاتمه آن نیز به ترتیب از ارتفاعات بالا به پایین از اواخر فروردین، اوائل و اواخر اسفندماه است.

نوع بارش نیز نسبت به ارتفاع تغییر می کند، بطوری که با حرکت بسوی ارتفاعات بر سهم برف در نزولات جوی افزوده می گردد.

هیدرولوژی حوضه

این حوضه حدود ۱۴/۵ درصد از حوضه شاهرود و ۱/۲۵ درصد از حوضه آبریز سفیدرود را در بر می گیرد. در این حوضه زهکش اصلی یعنی الموت رود، که از ارتفاعات ۳۷۰۰ متری در شرق و شمال شرق روستای اواتر سرچشمه می گیرد و در جهت شرق به غرب جریان دارد و شاخه های فرعی آن عمدتاً با جهت کلی شمالی و جنوبی (تقریباً به موازات یکدیگر) به آن می پیوندند. حوضه الموت رود تقریباً بصورت یک شبکه شاخه درختی می باشد که الموت رود زهکش یا رودخانه اصلی است که آبراهه های فرعی بصورت شبکه هایی همگرا به آن می پیوندند. مقدار متوسط حجم آب جریان یافته در رودخانه الموت رود برابر با ۳۴۸/۷۳ میلیون مترمکعب و ارتفاع بارندگی معادل آن برابر با ۵۶۱/۵۷ میلیمتر برآورد شده است. (آمار هیدرومتری ایستگاه باغکلایه- وزارت نیرو ۱۳۷۰-۱۳۵۳). بر اساس (جدول شماره ۲)، نوسانات مقادیر دبی در طول سال و از سالی به سال دیگر شدید تر است. بعنوان مثال در سال آبی ۱۳۵۳ بین حداکثر دبی ۱۸۸ مترمکعب در ثانیه و حداقل دبی ۱/۵۹ مترمکعب در ثانیه، ۱۸۶ واحد اختلاف وجود دارد. هم چنین ملاحظه می گردد، میزان دبی لحظه ای بسیار تغییرپذیر است، بطوری که بین ۲۱۱ مترمکعب در ثانیه در سال ۱۳۵۳ تا ۴۶ مترمکعب در ثانیه در سال ۱۳۶۷ نوسان دارد. نکته دیگری که ذکر آن حائز اهمیت است، امکان وقوع دبی های لحظه ای قابل توجه در تمام طول ایام سال است.

جدول شماره ۲- نوسانات سالیانه حجم رواناب حوضه رودخانه الموت رود

سال های آماری	حجم رواناب به میلیون مترمکعب	سال های آماری	حجم رواناب به میلیون مترمکعب
۱۳۵۳	۴۴۳/۶۹	۱۳۶۲	۲۵۸/۸۷
۱۳۵۴	۴۹۷/۵۲	۱۳۶۳	۳۵۹/۵
۱۳۵۵	۳۱۲/۰۲	۱۳۶۴	۲۱۹/۹۶
۱۳۵۶	۴۸۵/۳۲	۱۳۶۵	۳۵۵/۵۸
۱۳۵۷	۴۱۰/۸	۱۳۶۶	۴۴۸/۵۷
۱۳۵۸	۳۳۵/۱۲	۱۳۶۷	۲۱۰/۴۵
۱۳۵۹	۶۲۷/۸	۱۳۶۸	۲۴۱/۰۴
۱۳۶۰	۲۶۳	۱۳۶۹	۱۸۸/۳۸
۱۳۶۱	۲۷۱/۸		
$\bar{X} = ۳۴۸/۷۳$		$C.V = ۳۳/۸\%$	

منبع: آمار هیدرومتری ایستگاه باغکلایه (۱۳۷۰-۱۳۵۳)

ژئومورفولوژی حوضه:

مساحت حوضه ۷۲۰ کیلومتر مربع و محیط حوضه آبریز الموت رود که از روی نقشه توپوگرافی محاسبه شد، برابر با ۱۳۲ کیلومتر می باشد. همچنین حداکثر ارتفاع در حوضه الموت رود ۴۱۲۸ متر مربوط به قله کوه سیاه لان و

حد اقل ارتفاع ۱۰۵۰ متر مربوط به نقطه خروجی حوضه در محل الحاق الموت رود به رود خانه شاهرود می باشد و ارتفاع متوسط نیز ۲۳۷۶ متر محاسبه گردیده است. شیب های بیش از ۵۰ درصد بالغ بر ۷۲ درصد از سطح حوضه را به خود اختصاص می دهند؛ شیب های ۵۰-۳۰ درصد و ۱۵-۱۰ و کمتر از ۱۰ درصد به ترتیب ۱۲/۸۸، ۱۰/۸۱ و ۳/۲۲ درصد از سطح منطقه را می پوشانند. توپوگرافی حوضه الموت رود را می توان در چهار بخش ارتفاعات دامنه شمالی، ارتفاعات دامنه جنوبی، رشته های فرعی و بخش کم شیب میانی، بررسی کرد.

نقشه شماره (۳) نیز کلاس های ارتفاعی حوضه را بر اساس طبقات ارتفاعی ۱۰۰۰ متری نشان می دهد. که در بخش ژئومورفولوژی مبنای طبقه بندی واحدهای مورفولوژیکی حوضه می باشد.

- ارتفاعات دامنه شمالی حوضه: ارتفاعات شمالی که حداقل ارتفاع در آن از ۳۰۰۰ متر می گذرد، از کوه خشچال با ارتفاع ۳۹۰۰ متر در منتهی الیه شمال غرب آغاز شده و با قللی هم چون گی چکین با ارتفاع ۳۵۰۰ متر به مرتفع ترین نقطه حوضه، یعنی قلّه سیاه لان به ارتفاع ۴۱۲۸ متر، امتداد می یابد (نقشه شماره ۱).

- ارتفاعات دامنه جنوبی حوضه: ارتفاعات جنوبی با جهت شمال غرب - جنوب شرق از منتهی الیه حوضه با قلّه ها و خط الرأس های کم ارتفاعی مانند بایی زر (۱۶۳۴ متر) آغاز می گردد و با گذر از قلّه هایی مانند آخورکان (۲۴۴۵ متر)، کوه زرده وله چال (۳۲۷۰ متر)، یورده سیره (۳۳۱۰ متر) و کوه سیاه دره (۳۳۲۷ متر) بسوی شرق بتدریج بر ارتفاع آن افزوده می شود. سپس با ایجاد قوسی بطرف شمال شرق با شیب تندی به ارتفاعات بالای ۴۰۰۰ متر از جمله خشه چال (۴۰۸۱ متر) و البرز کوه (۴۰۶۱ متر) می پیوندد. در این فاصله، بواسطه عمل یخچال های کواترنری، در سازند آذر آواری و اندکی از آهک های پالئوژن، پرتگاه های سنگی هولناک و هم چنین قلّه های سنگی پر شیب مسلط به دره ها، جلوه ای مهیب به خود می گیرند.


- بخش کم شیب میانی: بطور کلی آنچه که با ملاحظه نقشه توپوگرافی، عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای منطقه به لحاظ توپوگرافی جلب نظر می کند؛ بخش میانی کم شیب تر حوضه در مقایسه با دامنه های پرشیب شمالی و جنوبی منطقه است. این بخش کم شیب، تقریباً منطبق بر تشکیلات تخریبی تئوژن است که در یک حوضه دریایی کم عمق، گذاشته شده است. حال آنکه حواشی پرشیب آن، از تشکیلات قدیمی تر، که عمدتاً سازندهای آذر آواری کرج و رسوبات اینفرا کامبرین است، تشکیل شده است.

تقسیم بندی واحدهای ژئومورفولوژی منطقه:

منحنی تراز ۲۰۰۰ متری، مرز تقریبی واحد کوهستان کم ارتفاع و واحد مرتفع می باشد که در بخش جنوبی حوضه از یک گسل مستقیم و سراسری (گسل فشاری الموت، نقشه شماره ۱)، هم مرز با تشکیلات کرج پیروی کرده و در بخش شمالی حوضه نیز در برخی قسمت ها تا منحنی تراز ۲۳۰۰ متری هم کشیده می شود. هم چنین بخش میانی حوضه با ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر تقریباً بر تشکیلات تخریبی تئوژن نیز منطبق می باشد، که این امر در نقشه ژئومورفولوژی حوضه قابل تشخیص است. در بخش ارتفاعات حوضه، دو زیر واحد کوهستانی مرتفع و کوهستان بسیار مرتفع را در نظر گرفته شده و مرز میان آنها منحنی تراز ۳۰۰۰ متری در نظر گرفته شده است. بهر حال با توجه به حاکمیت یخبندان در تقریباً نیمی از ایام سال در منطقه کوهستان بسیار مرتفع، نسبت به کوهستان مرتفع،

فرایندهای شکل زایی حاکم بر هر یک از این دو، طول و مدت تسلط این فرایندها، متفاوت می باشد. زیر واحدها و تیپ های مربوط به هر کدام در (جدول شماره ۳) آورده شده است.

جدول شماره ۳- تقسیم بندی ژئومورفولوژیک زیر واحدها، تیپ ها و رخساره های موجود در منطقه

واحد اصلی	زیر واحد	تیپ	زیر تیپ	رخساره
	کوهستان کم ارتفاع ۲۰۰۰ متر و کمتر	تیپ اول Ngc تیپ دوم Ngm تیپ سوم gy تیپ چهارم Qal	-	۱۳
	کوهستان مرتفع ۲۰۰۰ متر تا ۳۰۰۰	تیپ اول PE-ES تیپ دوم PrI تیپ سوم Pg KV	۳	۸
	کوهستان بسیار مرتفع ۳۰۰۰ متر و بیشتر	تیپ اول PEd-JKI تیپ دوم Pg kt	—	۲

منبع: شرح نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی قزوین - رشت، سازمان زمین شناسی کشور-۱۳۵۲

الف - زیر واحد کوهستان کم ارتفاع :

زیر واحد کوهستان کم ارتفاع در بخش میانی حوضه و بیشتر در دامنه ارتفاعات شمالی حوضه گسترش دارد. به لحاظ لیتولوژی این زیر واحد از چهار تیپ تشکیل شده است.

تیپ اول: کنگلومراها و برش های نئوژن: Ngc این تیپ در منطقه گسترش قابل ملاحظه ای دارد بخصوص در دامنه ارتفاعات شمالی در انواع مختلف مشاهده می گردد. این تشکیلات اگر چه غالباً شیب های تند، صخره ها و پرتگاه هایی را می سازند، لیکن بر حسب میزان سختی سیمان و نحوه پیدایش، آنها را می توان در انواع مختلف مطالعه نمود. بدین معنی که جوش سنگ هایی که در شمال شرق آبادی معلم کلایه برونزد دارند بواسطه سستی سیمان آن مقاومت کمتری نسبت به جوش سنگ هایی که در نزدیکی نقطه خروجی حوضه برونزد دارند و محتوی سیمان سخت هستند، را دارا می باشد. هم چنین کنگلومراهای شرق روستای گرما رود که شامل لایه هایی از آگلومرا و توف های سیلیسی است بواسطه مقاومت زیاد، صخره ها و پرتگاه های سخت و خشن را بوجود آورده است.



عکس شماره ۲- کنگلومراها و برش های نئوزن، دامنه جنوبی ۱ کیلو متری غرب روستای شهرک
نگاه: شمال به جنوب منبع: نگارنده ۱۳۸۶

تیپ دوم: رسوبات ریزدانه قرمز رنگ: Ngm این مواد قرمز ریزدانه نئوزن با توجه به حساسیتی که به فرسایش آبی دارد و به دلیل وجود عوارض ژئومورفولوژی خاص دارای رخساره هایی همچون: زمین لغزش ها، شبکه های متراکم آبراهه ها، فرسایش شیاری و خندقی می باشد.

تیپ سوم: رسوبات ریزدانه محتوی گچ: gy گل سنگ های گچی ریزدانه به دو زیر تیپ که ضخامت هر کدام به ۱۰ تا ۲۰ متر می رسد و رنگ آن از قرمز تیره به خاکستری (به طرف رأس آن) تغییر می کند، این زیر تیپ ها عبارتند از: گل سنگ های گچی مرحله اول یا قدیمی تر که در شمال غرب آبادی معلم کلایه برونزد دارد و گل سنگ های گچی مرحله دوم یا جوانتر که در حوضه الموت - شاهرود به دوناودیس جداگانه محدود شده و در آن لایه های نمکی بصورت مجزا دیده نمی شود. وجود گل سنگ ها و گل سنگ های گچی، حاکی از نوسانات سطح دریا و تشکیل متناوب محیط های مردابی و دریایی کم عمق در این دوره است (اشتوکلین، ۱۹۶۸).



عکس شماره ۳- حوضچه های نمک در کنار چشمه های آب شور روستای گرما رود منبع: آزاد - ۱۳۸۵

تیپ چهارم: پادگانه های کواترنری: Qal پادگانه های کواترنر که محتوی قلوه سنگ های آبرفتی است؛ اغلب در مقابل فرسایش و فرایندهای آن مقاوم بوده و سطوح حساس زیرین را محافظت می کند. به طوری که در شرایط حاضر آنها بصورت توده های مرتفع، مشرف بر نواحی پست مجاورشان قرار گرفته اند. میزان سختی آنها بسته به قدرت، فشردگی و جنس مواد متشکله آنها متفاوت است. بدین معنی که پادگانه های قدیمی تر، حواشی الموت رود، در حد فاصل آبادی های زوارک تا مَدان بصورت برجستگی های منفردی قرار دارند (نقشه های شماره ۱ و ۲)، زیرا تناوب لایه های سخت نقش حفاظتی داشته و مقاومت بیشتری نسبت به پادگانه های جوانتری که فاقد این لایه های سخت و مقاوم هستند، را دارا می باشند.



عکس شماره ۴- پادگانه های آبرفتی تفکیک شده در قسمت انتهایی حوضه، شمال روستای شهرک،
نگاه از جنوب به شمال - منبع: نگارنده ۱۳۸۶

رخساره زمین لغزش:

این پدیده در منطقه اغلب بر روی تیپ Ngm رسوبات ریزدانه قرمز رنگ به وقوع پیوسته و سطح آنها بواسطه فرسایش محدودش گردیده است. نمونه این پدیده از روستای گرمارود تا منتهی الیه غرب حوضه بر روی تشکیلات ریزدانه و به خصوص در جنوب روستای معلم کلایه مشاهده می گردند. برخی از این لغزش ها از تازگی قابل توجهی برخوردارند که نشانگر وقوع آنها در گذشته ای نه چندان دور است.



عکس شماره ۵- رخساره زمین لغزش در رسوبات ریز دانه آواری تشکیلات قرمز فوقانی جنوب روستای معلم کلايه - نگاه جنوب شرق به شمال غرب، منبع: فریبا آزاد ۱۳۸۵

ب- زیر واحد کوهستان مرتفع :

محدوده ی ارتفاعی این زیر واحد بین منحنی ترازهای ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متری می باشد و حدود ۴۵ درصد از سطح منطقه را می پوشاند. تیپ های موجود در این زیر واحد به شرح زیر می باشد.

تیپ اول: تشکیلات تخریبی اینفراکامبرین : Pe - Es این تیپ از زیر واحد کوهستان مرتفع از قدیمی ترین سازندهای موجود در منطقه می باشد تشکیلات موجود در این تیپ اغلب محتوی ماسه سنگ و شیل بوده و در تمام سازندهای آن ماسه سنگ، شیل و میان لایه های آهک و دولومیت توده ای موجود می باشد و چون مدت طولانی در معرض فرسایش بوده اند (پروکامبرین تاکنون) لذا اغلب اشکال ملایمی را با خط الرأس های پهن و دامنه های منظم به وجود آورده اند.



عکس شماره ۶- رخساره دیواره در دامنه شمالی حوضه - نگاه از غرب به شرق شمال روستای گازرخان منبع: سایت الموت باسر ۱۳۸۶

تیپ دوم: سنگ های آهک و دولومیت دوران اول : P1l بیرون زدگی این تیپ محدود به دو نقطه در حوضه الموت رود می شود. این تیپ، ناهمواری برجسته ای را تشکیل داده و صخره ها و پرتگاه های بزرگ از خصوصیات این تیپ از زیر واحد کوهستان مرتفع می باشد. بیرون زدگی اول این تیپ آهک توده ای کربونیفر است که لایه ای دولومیتی این نظم را بر هم زده و به صورت پرتگاه هایی نامنظم در سطح دامنه ها ظاهر شده اند.

- تیپ سوم: سازند کرج : Pgkv این تیپ شامل تشکیلات گچی در ارتفاعات شمالی و شرقی آبادی وناش برونزد دارد. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه در کواترنر و بدلیل خاصیت انحلالی گچ، اشکال مورفولوژیکی خاصی رخنمون یافته، از جمله شبکه ی متراکم و موازی هیدرولوژیکی که به خاطر میانآب های بلند تیز از یکدیگر جدا شده اند. هم چنین گودال های حفره ای ناشی از انحلال به صورت مجموعه ای ظاهر گردیده اند



عکس شماره ۷- توفیت های سبز تشکیلات کرج - روستای آتان، منبع: آزاد ۱۳۸۵

تشکیلات محتوی گدازه های بازیک که اغلب در دامنه ارتفاعات شمالی گسترش دارد و بشدت تحت تأثیر عمل فرسایش قرار گرفته و تخریب شده اند. در مناطقی که شیب مساعد بوده مواد تخریبی ناشی از این تشکیلات تجمع یافته و شرایط مساعد حرکت مواد بر سطح دامنه ها را مهیا نموده است. بطوری که اغلب حرکات توده ای مواد در این زیر واحد، در این زیر تیپ رخ داده است. تشکیلات محتوی توفیت ها که در بخش هایی با گل سنگ و لای سنگ و هم چنین با میان لایه هایی از آگلومرای اسیدی و بازیک همراه است. در نواحی که آگلومرا و توده های نفوذی در تشکیلات بیشتر بوده، ناهمواری ها و اشکال مورفولوژیکی خشنی ایجاد شده است. بعنوان نمونه در دامنه ارتفاعات جنوبی حوضه الموت رود حد فاصل روستاهای میدان تا دینه رود که در این نواحی گل سنگ و لای سنگ غالب بوده، اشکال ملایم تر شده و بیشتر حرکت مواد روی دامنه ها دیده می شود. این پدیده در حوالی روستای ایواتر در منتهی الیه شرق حوضه دیده می شود. هم چنین در مناطقی که نسبت توفیت ها در تشکیلات افزوده شده است، اشکال و ناهمواری های حاصل، شکل منظم تری به خود می گیرند (نقشه شماره ۱ و ۲).

ج- زیر واحد کوهستان بسیار مرتفع :

محدوده ارتفاعی این زیر واحد، شامل ارتفاعات بالای منحنی میزان ۳۰۰۰ متر می شود این زیر واحد بصورت نواری خط الرأس های بلند ارتفاعات دامنه شمالی و جنوبی را دربر می گیرد. به لحاظ لیتولوژیک و ژئومورفیک اغلب خصوصیات زیر واحد کوهستان مرتفع را داراست، به جز برخی ویژگی ها، مانند سیرک های یخچالی، زبانه های یخرفتی، و واریزه های بسیار گسترده ناشی از مورفولوژی یخچالی که این زیر واحد را از زیر واحد کوهستان مرتفع متمایز می سازد.

عوامل اصلی ایجاد فرسایش در حوضه :**الف - شیب :**

در مجموع بیش از ۶۲ درصد سطح حوضه الموت رود، به دلیل جنس سنگ های تشکیل دهنده حوضه که به فرسایش آبی حساسیت بالایی دارند و از طرفی بارش حدود ۴۰۰ میلیمتر در سال، شیبی بیش از ۴۰ درصد دارد و این در صورتی است که مناطق با شیب ۵ درصد و کمتر تنها نزدیک به یک درصد از حوضه را اشغال کرده است. آبخیزداری سازمان جنگل ها و مراتع کشور (۱۳۷۵). این وضعیت بصورت شیب هایی تند در تمام زیر حوضه های الموت رود، حکایت از آن دارد که عامل توپوگرافی و کوهستانی بودن منطقه بیش از هر عامل دیگری باید در فرسایش پذیری و سیل خیزی منطقه مؤثر باشد. بعلاوه شیب زیاد در برخی زیر حوضه ها، در هنگام مشاهدات میدانی، حتی زمانی هم که بارندگی وجود ندارد، خاک های تخریب یافته، به جهت سستی سنگ و به تبعیت از شیب حوضه به بخش های پایین دست ریزش می کنند.

ب- عامل پوشش گیاهی

دو عامل شرایط سرد و خشک اقلیمی و وضعیت توپوگرافی و شیب، به عنوان بازدارنده های تقویت و گسترش پوشش گیاهی مؤثر در حوضه می باشند. بطوری که در مناطق مرتفع و بسیار مرتفع کوهستانی، دوره رویش گیاه به ترتیب به ۴ ماه و ۲/۵ ماه می رسد. (آبخیزداری سازمان جنگل ها و مراتع کشور-۱۳۷۵) تنها در بخش میانی حوضه به سبب بهره مندی مناسب از منابع آب و افزایش طول مدت دوره ی رویش، مراتع انبوه گسترش قابل ملاحظه ای دارد، که خطر چرای بی رویه، آنرا

تهدید می کند. بطور کلی عوامل اصلی فقر پوشش گیاهی در حوضه الموت رود را بر اساس گزارش سال

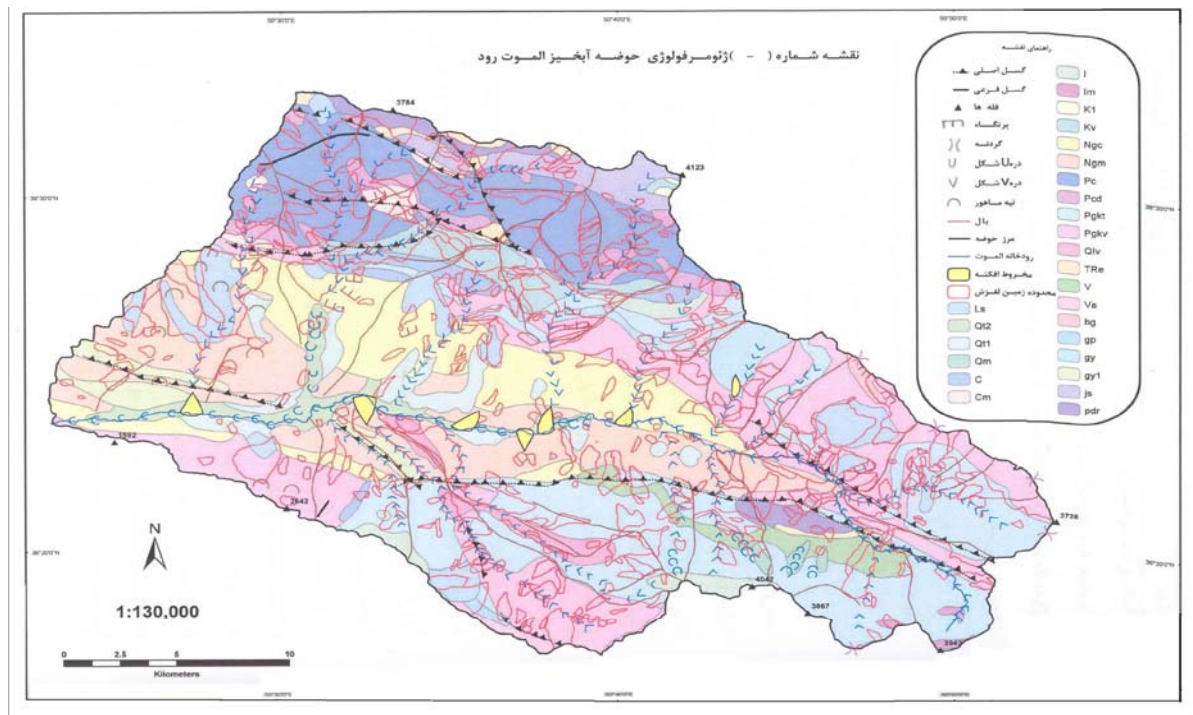
۱۳۷۵ سازمان جنگل ها و مراتع کشور، به این ترتیب می توان بر شمرد :

۱- حاکمیت اقلیم سرد در قسمت اعظم ارتفاعات و یخبندان (واحد کوهستان بسیار مرتفع).

۲- توپوگرافی و شیب بالای منطقه و مرتفع بودن حوضه.

۳- حاکمیت تابستان های خشک همراه با رسوبات تبخیری در واحد کوهستانی کم ارتفاع.

۴- تغییر کاربری و چرای بی رویه دام (عوامل انسانی) و بهره برداری بیش از حد استعداد اراضی.



ج - عامل بارش :

به دلیل شرایط لیتولوژیکی و ژئومورفولوژیکی حاکم بر حوضه آبریز الموت رود و از طرفی میانگین بارش حدود ۴۰۰ میلیمتر، هم بارش های کند و هم بارش های رگباری و تند، بر سرعت فرسایش می افزاید. بطوری که بارش های کند و طولانی و یا ذوب آهسته برف ها در فصل بهار، موجب اشباع و آبیگری خاک شده و با توجه به عامل شیب و نیروی ثقل، در نهایت زمینه حرکت توده ای گلی فراهم می شود. هم چنین در هنگام بارش های تند و رگباری کوتاه مدت، به دلیل اصابت شدید قطرات باران به خاک، زمینه گسیختگی خاک فراهم شده و از طرفی جریان های طغیانی در آبراهه های اصلی، باعث آسیب رساندن به جداره رودها و شستشوی زمین های اطراف می گردند.

د - عامل زمین شناسی و سنگ شناسی :

مهمترین سازندهای موجود در منطقه شامل سازند کرج، روته، شمشک و رسوبات نئوژن و تخریبی می باشد که رخساره های عمده این سازندها حساسیت بالایی به فرسایش داشته و قابلیت فرسایش پذیری بالایی دارند. تشکیل لند فرم هزاردره یا بدلند، نیز گویای این حساسیت در منطقه می باشد. هم چنین وجود درصد بالای سدیم در توف ها و گدازه های آتشفشانی موجود در منطقه، زمینه تخریب آنها را فراهم می آورد. در جدول شماره (۵) تقسیم بندی سنگ های موجود در حوضه از نظر حساسیت، مقاومت و فرسایش پذیری آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود سیلتستون ها و مادستون ها، کنگلومراها و برش ها و رسوبات مولاس، فرسایش پذیری متوسط و بالایی داشته و نسبت به فرسایش هم حساس می باشند.

جدول شماره ۴- تقسیم بندی سنگ ها به لحاظ حساسیت و فرسایش پذیری

جنس سنگ	مقاومت در برابر فرسایش	میزان فرسایش پذیری	حساسیت	اسامی سازند
ماسه سنگ	متوسط تا زیاد	کم	کم	رسوبی
شیل سیلتی تا ماسه	متوسط تا زیاد	کم تا متوسط	کم	رسوبی
رسوبات تبخیری	نسبتاً بالا	متوسط	کم	مبارک، قم
رسوبات مولاس	کم	نسبتاً زیاد	زیاد	رسوبی
دولومیت های زرد و قهوه ای	متوسط	متوسط	زیاد	دردود، روته
توف های سبز	زیاد	کم	کم	کرج
تراس های متشکل از قلوه سنگ	کم	بالا	زیاد	کرج
رخساره های کنگلومرا و برش	کم تا متوسط	متوسط	متوسط	هزار دره
سیلتستون - مادستون	کم	بالا	بالا	قرمز بالایی
سنگ های آتشفشانی	متوسط	متوسط	متوسط	روته
رسوبات آبرفتی	کم	بالا	کم	یخچالی
ریولیت	زیاد	کم	کم	یخچالی
فلیست	زیاد	کم	کم	یخچالی
رسوبات آواری	کم	کم	کم	کرج

منبع: گزارش تلفیقی فرسایش و رسوب الموت رود - معاونت آبخیزداری سازمان جنگل ها و مراتع کشور-۱۳۷۵

نتیجه گیری و پیشنهادها

در حال حاضر در زیر واحدهای ژئومورفولوژیکی کوهستان بسیار مرتفع و مرتفع یک روند کند فرسایشی حاکم است. اما در زیر واحد کوهستان کم ارتفاع و بر روی لندفرم های حاصل از فروریختگی ها و مخروط افکنه ها، فرآیندهای مختلف فرسایشی، بطور سریع بر افزایش مقدار رسوب در آبراهه اصلی افزوده و دست انداز کار تغییر چهره ی ناهمواری ها بوده و باعث ناپایداری لندفرم های موجود گشته است. فیزیوگرافی خشن و پرشیب حوضه، گسترش وسیع تشکیلات حساس به فرسایش (تشکیلات آذرآواری پالئوژن و رسوبات تبخیری-تخریبی نئوژن) و ضعف پوشش گیاهی باعث گردیده که این حوضه بعنوان حوضه ای با میزان فرسایش بالا در کشور قلمداد شود. عامل شیب و توپوگرافی، در تمام زیر حوضه ها به عنوان اولین اولویت فرسایشی مطرح است و عامل زمین شناسی و جنس سنگ رخساره ها، به عنوان اولویت دوم مطرح است. و عوامل پوشش گیاهی که خود شامل تغییر کاربری اراضی و چرای بی رویه دام می شد به عنوان آخرین اولویت فرسایشی در تمام زیر حوضه ها مطرح است.

با توجه به فرایندهای مورفودینامیکی مسلط و حاکم بر حوضه و هم چنین تمایل ساکنان به اجرای برنامه های منجر به بهبود اوضاع اقتصادی - اجتماعی آنان و طی بررسی های میدانی راهکارهایی جهت بهبود وضع موجود، یعنی کاهش و کنترل فرایندهای شکل زایی، کنترل فرسایش و احیای مراتع و مزارع در منطقه، رونق یافتن کشاورزی و دامداری و... پیشنهاد می شود.

اغلب روستاها تقریباً از تمام امکانات رفاهی از قبیل جاده آسفالت، برق، تلفن، آب آشامیدنی، خدمات درمانی، آموزشی و ... و به زودی از گاز نیز بهره مند می باشند، اما هم چنان مهاجرت، و تخلیه روستاها ادامه دارد. علت

اصلی آن کاهش قدرت اقتصادی و درآمد خانوارهای روستایی است که ناشی از فرسایش و سیلاب و در نتیجه بی رونقی کشاورزی و دامداری می باشد. اساسی ترین پیشنهاد این است که دستگاه های دولتی مرتبط و مسئول در منطقه، تحت مدیریت واحد با مشارکت مردم در قالب تعاونی های آبخیزداری اقدام به احیای مراتع منطقه ی خود نمایند. بدین ترتیب که اراضی مرتعی ضعیف هر روستا به خود روستاییان و جوانان بیکار که حاضرند به خاطر تملک اراضی و رونق کشاورزی از شهرها برگردند، واگذار شود و روستاییان متعهد و مکلف شوند که اولاً اراضی واگذاری غیرقابل فروش بوده و ثانیاً انجام هر نوع عملیات بر روی اراضی تحت نظر کارشناسان دستگاه های مربوطه انجام پذیرد. تسهیلات بانکی ویژه طبق قانون مربوط به تعاونی ها به روستاییان تعلق می گیرد. هر تعاونی می تواند از ۷ تا هزاران نفر عضو داشته باشد و در کنار آن سایر فعالیت های اقتصادی هم چون، احداث کارگاه های زود بازده، صنایع تبدیلی و بسته بندی و... را راه اندازی کنند. دیگر موارد اصلاحی به شرح زیر پیشنهاد می گردد: انجام عملیات حفاظت خاک، عملیات مدیریتی مربوط به کشاورزی، عملیات هوشمندانه حمایتی کنترل فرسایش شامل: کشت در امتداد خط تراز، کشت نواری و تراس بندی، احیای اراضی دارای فرسایش خندقی، انجام عملیات مربوط به جاده ها، ساحل سازی در کرانه های فرسایشی آبراهه اصلی، ایجاد خاکریز با پوشش سنگی، پی سازی و ساخت دیواره گابیونی، تقویت و افزایش تراکم پوشش گیاهی درختی و درختچه ای در ورای خاکریزهای ساحلی، احداث سدهای خشکه چینی، بانکت بندی کردن اراضی، احداث بندهای خاکی، بند چپری، بند ملاتی، تراس بندی و سکوبندی نواحی پرشیب و اصلاح مسیر رودخانه.



عکس شماره ۸- تصویر سه بعدی ماهواره لندست از حوضه آبریز الموت رود، محل خروج رودخانه از حوضه در قسمت انتهایی حوضه - نگاه از جنوب غرب به شمال شرق

منابع و مأخذ

- ۱- آزاد، فریبا (۱۳۸۴): عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش و پهنه بندی آن در حوضه الموت رود - پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه شهید بهشتی به راهنمایی محمد رضا ثروتی
- ۲- آقا نباتی، علی (۱۳۸۳): زمین شناسی ایران - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور - تهران
- ۳- سازمان جنگل ها و مراتع کشور (۱۳۷۵): معاونت آبخیزداری - گزارش تلفیقی فرسایش و رسوب الموت رود
- ۴- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح - عکس های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰
- ۵- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح - نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ شیت های - معلم کلایه I ۶۰۶۲ - لاکتراشان III ۶۱۶۳ - هیر II ۶۰۶۳ - گازرخان IV ۶۱۶۲ - شهرستانک I ۶۱۶۲
- ۶- سازمان زمین شناسی کشور (۱۳۵۲): شرح نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی قزوین - رشت
- ۷- سازمان زمین شناسی کشور - نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ شیت شکران ۶۱۶۳
- ۸- سازمان نقشه برداری کشور (۱۳۸۶): تصاویر ماهواره ای ETM، لندست ۷، مولتی اسپکترال ، تصویر ماهواره ای سنچیده مادون قرمز، تصویر ماهواره ای IC، 1D ماهواره ای IRS در فرمت PAN (پانوکروماتیک)
- ۹- سازمان نقشه برداری کشور (۱۳۸۴): فایل رقمی ۱/۲۵۰۰۰ حوضه الموت رود
- ۱۰- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۴-۱۳۶۳): آمار هواشناسی ایستگاه خشکچال و باغکلايه
- ۱۱- شنگ، تی، اس (۱۹۹۷): راهنمای آبخیزداری، مطالعات و برنامه ریزی حوضه های آبخیز - ترجمه علی نجفی نژاد - ۱۳۷۶- انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان - گرگان
- ۱۲- قورچی بیگی، پرویز (۱۳۶۷): بررسی توان های محیطی بخش رودبار الموت - پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران - تهران
- ۱۳- وزارت نیرو (۱۳۸۶): معاونت آب های سطحی - آمار هیدرومتری ایستگاه باغکلايه (۱۳۷۰-۱۳۵۳)

