

تحلیل مسائل هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز دریاچه نئور اردبیل به منظور آمایش (با تأکید بر فرسایش خاک و رسوب)

موسی عابدینی^۱

چکیده

دریاچه آب شیرین توریستی و بسیار زیبای نئور با مساحت ۲۴۰ هکتار، در یک چاله زمین ساختی (گرابن^۲) و در دل دره‌های کوهستانی سرسبز باغروداغ در ارتفاع ۲۷۰۰ متر از سطح آبهای آزاد شکل گرفته است. این دریاچه در نوع خود در ایران بی‌نظیر است و در فاصله ۴۲ کیلومتری جنوب شرق شهر اردبیل واقع شده و مساحت کل حوضه آن ۵۳۰۰ هکتار است. جهت آمایش بهینه و یا کاربری صحیح، مسائل تکتونیک، هیدروژئومورفولوژی، اقلیمی، توپوگرافی و برخی از ویژگیهای سازندهای سطحی بررسی شدند. نتایج نشان داد که میزان PH خاک در شرایط مطلوب است. با وجود این مقادیر EC و PH و نتایج شاخصهای اقلیمی نشانگر استعداد حوضه برای فرسایش خطی روانابهاست. متوسط سالانه فرسایش خاک در هر هکتار از حوضه از طریق فرمولهای مختلف (۳۳۸,۶۵ ton/ha/y) به دست آمد. کل رسوبدهی سالانه ۱۷۹۴۸۴۵,۸۴ تن در سال در حوضه آبریز کوچک دریاچه نئور نشانگر شدت فرسایش و اتلاف خاک است. در مجموع بعد از تجزیه و تحلیل سیستماتیک شرایط محیط حوضه دریاچه و ارزیابی توانهای بالقوه آن در مناطق پایدار، محل ایجاد امکانات توریستی متناسب با شرایط طبیعی آن در گستره فضای ساحلی در نقشه کاربری اراضی در بخش نتایج و پیشنهادها آورده شد.

واژه‌های کلیدی: دریاچه نئور، فرسایش خاک، هیدروژئومورفولوژی، آمایش

مقدمه

امروزه تحقیق در مورد مسائل هیدروژئومورفولوژی و یا اشکال ژئومورفیک در غالب بررسیهای اکتوریسم اهمیت شایانی یافته است. هرگونه برنامه‌ریزی محیطی در خصوص آمایش سرزمین، مدیریت زراعی، آبیاری، سیلاب و نحوه استفاده از روانابهای سطحی نیازمند مطالعات حوضه‌های آبریز است. انسان با توجه به نیازها، ارزشها و هدفهای خود محیط را دگرگون می‌کند و به طور متقابل تحت تأثیر محیط دگرگون شده قرار می‌گیرد به ویژه تکنولوژی پیش‌رفته موجب می‌شود تأثیر انسان بر محیط شدت و سرعت یابد (صالحی، ۱۳۸۷: ۴۵). یکی از مهم‌ترین آثار فشار بر زمین، کاهش بازدهی و افزایش فرسایش خاک است که موجب تشدید رسوب‌گذاری در مخازن سدها و کاهش کنجایش آب و عمر مفید آن می‌شود (وریستراتن^۱ و همکاران، ۲۰۰۳). برآوردها نشان می‌دهد که سالانه حدود ۰/۵ تا ۱ درصد از ظرفیت ذخیره سدهای جهان به واسطه تنه‌نشست رسوب در حال کاهش است (کانچول^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). امروزه به دلیل فشار روز افزون فعالیت‌های بشری در نواحی ساحلی و دریاچه‌ای، تغییرات ژئومورفیک آنها را دگرگون و تشدید نموده است. لذا اهمیت مطالعات خطوط ساحلی و دریاچه‌ای به منظور کنترل مسائل ناشی از تغییرات و نیز مدیریت آن از اهمیت شایانی برخوردار است (استانیکا و پانین ۲۰۰۹: ۴۱)^۳. رسیدن رسوب زیاد به مخازن سدها مشکلات زیادی هم به شبکه هیدرولیک، مخازن و هم به تأسیسات و امکانات ساحلی و اراضی کشاورزی وارد می‌کند و این امر با دخالت انسانها در سواحل و حوضه آبخیز رودخانه‌های مخازن آبی تشدید می‌شود (شیدگر و همکاران^۴، ۲۰۰۴: ۲۴۵). در مقابل این تخریب آمایش سرزمین قرار دارد که عبارت است از تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به منظور بهره‌برداری در خور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضائی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان است (مخدوم، ۱۳۷۸: ۱۵). دریاچه نئور با توجه به موقعیت جغرافیائی خاص و محاط شدن به وسیله دامنه‌های بسیار جذاب و سرسبز، وجود چشمه‌های گوارا، داشتن آبزیان (مانند ماهی قزل‌آلا) و پرندگان زیبا همچون چنگر، آبیچیک، و هوای مطبوع از پتانسیل فوق العاده بالائی برای آمایش و جذب توریست برخوردار است.

منطقه دریاچه نئور به لحاظ توریستی بودن و برخوردار از جاذبه‌های طبیعی بسیار بالا هر ساله میزبان مسافران و گردشگران زیادی است و این روند سال به سال فزونی می‌یابد. لذا اکوسیستم بی‌نظیر حواشی دریاچه و طبیعت بی‌پلاقی و به ویژه با ایجاد ترانشه جاده و چرای مفرط و بی‌موقع و ایجاد آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی در حال تغییر و دگرگونی است. در نتیجه انجام تحقیق در ارتباط با هیدروژئومورفولوژی، فرسایش خاک و پتانسیل‌های محیطی آن جهت آمایش به منظور جذب توریسم را اجتناب‌ناپذیر نموده است. بررسی

1- Verstraeten et al
2- Khanchoul
3- Stanica & Panin
4- Scheuerlein, et al

منابع نشان داد که هیچ‌گونه تحقیقی راجع به مسائل هیدروژئومورفولوژی، جاذبه توریستی و آمایش سرزمین در حوضه مورد تحقیق، به‌عمل نیامده است. لذا نگارنده به‌عنوان طرح پژوهشی این حوضه را بررسی کرده و نتایج آن را به صورت مقاله مستخرج نموده است. شهرداری اردبیل با سازمانهای مربوط دیگر از سال ۱۳۹۲ در محله بررسی و تجهیز منطقه توریستی دریاچه نئو را آغاز کرده است.

مددی (۱۳۸۴) پژوهشی در تکامل ژئومورفولوژی دریاچه نئو اردبیل انجام داده است. او پدیده‌های ژئومورفولوژی منطقه را شناسایی و مکانیزمهای پیدایش و تکامل زمین ساختی منطقه را بیان کرده است.

عابدینی (۱۳۸۹) تحقیقاتی در مورد با کاربری و مدیریت بهینه حواشی دریاچه ارومیه با تأکید بر مسائل هیدروژئومورفولوژی انجام داده و به این نتیجه رسیده که در کنار بحرانهای اقلیمی آثار احداث سدها، انتقال آب زرينه‌رود به تبریز و احداث میانگذر از وسط دریاچه مذکور باعث تخریب اکوسیستم دریاچه و کاهش تولید میگوی آرتیمنا و توریسم منطقه شده است. همچنین امروزه محققان تحقیقات مشابه زیادی در مورد علوم زمین به‌ویژه محیط زیست، گرایش‌های مختلف جغرافیا خصوصاً ژئومورفولوژی و... در شناسایی توانهای محیطی و کاربری صحیح یا آمایش سرزمین انجام داده‌اند. احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به تعیین آستانه‌های هیدرولیک جریان برای شروع فرسایش خندقی با استفاده از شبیه‌سازی جریان پرداختند و نتیجه به دست آمده از پژوهش آنها نشان می‌دهد که تنش برشی بحرانی برای شروع فرسایش در اراضی مرتعی کمتر از اراضی دیمزار و متروک بود. مختاری (۱۳۸۹) اقدام به ارزیابی توانمندی اکوتوریسم مکانهای ژئومورفیک حوضه آبریز آسیاب خرابه در شمال غرب به روش پرالونگ^۱ نموده و به این نتیجه رسیده است که این مکان استعداد بالایی برای سرمایه‌گذاری دارد وی آن منطقه را به چهار فضای متفاوت توریستی نظیر اشکال کارستی، آبشار معروف آسیاب خرابه، حوضه آبریز مرزه و کلریز با پدیده‌های ژئومورفیک خاص خودشان طبقه‌بندی نموده است.

نوحه‌گر و کاظمی (۱۳۹۲) در مورد ارزیابی خطر فرسایش آبی مدل آی کونا^۲ در حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز تحقیق کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که از کل حوضه ۲۸/۶٪ در کلاس خطر خیلی فرسایش کم، ۳۶/۷٪ کلاس خطر فرسایش کم حوضه، ۲۶/۷٪ در کلاس خطر فرسایش متوسط، ۳/۲٪ در کلاس خطر فرسایش بسیار زیاد و ۸/۲٪ در کلاس خطر فرسایش زیاد قرار دارد.

رانکو و همکاران (۲۰۱۰)^۳ در مورد اثرات ژئومورفیک ایجاد سد یا دریاچه‌های مصنوعی بر روی رودخانه و نیز مدیریت آنها تحقیق نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که بعد از احداث سد تغییرات آشکاری در روند تحولات بستر رودخانه (نهشته‌گذاری شدید در بخش بالادست سد و حفر کاوش در پایین‌دست سد آشکار

1 - Prolong

2- ICONA

3- Ronco et al.

می‌شود) دارد. عابدینی (۱۳۹۲) از طریق تجزیه و تحلیل کمی فرسایش خندقی در حوضه آبخیز کلکان چای در منطقه سهند در نزدیکی شهر تبریز، با بهره‌مندی از روشهای مورفومتری و تحلیل‌های آماری، به این نتیجه رسیده است که خاکهای حوضه به لحاظ پتانسیل فرسایش خندقی بسیار بالا در معرض خطر است. تبنا و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی نقش فضای سبز در توسعه اکوتوریسم شهری در ایل گلی تبریز پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که در پارک ایل‌گلی تبریز به دلیل دسترسی به هوای سالم، کسب نشاط و دوری از آلودگی‌ها و داشتن جاذبه‌های تاریخی و فضای سبز مناسب، در جذب توریست موفق عمل می‌کند. ثروتی و همکاران (۱۳۹۳) در مورد آستانه‌های ژئومورفولوژیکی آبکنندزایی در حوضه آبریز کچیک، شمال شرق استان گلستان با روشهای مورفومتری و استفاده از ۹ عامل موثر تحقیق کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که همچنین عوامل تأثیرگذار بر مورفومتری و تولید آبکند را نمی‌توان تنها محدود به نوع معینی از شیب، فاصله از شبکه زهکشی، کاربری اراضی، بارش حداکثر، سازند زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، فاصله از آبکند، شکل انحنا دامنه و واحدهای ارضی در کلیه مناطق مختلف نمود، بلکه این عوامل مربوط به این منطقه و تابع خصوصیات ژئومورفولوژی آن می‌باشند. در مورد آثار انرژی جنبشی باران بر فرسایش خاک در بخش جنوبی کوههای آپالاش، آنجلو و همکاران^۱ (۲۰۱۵) تحقیق کرده و آثار شدت و مدت بارش را بر روی میزان فرسایش ارائه نموده‌اند.

تحقیق حاضر با نگاه بین رشته‌ای و با در نظر گرفتن مسائل هیدروژئومورفولوژیکی و عوامل مؤثر در توان اکولوژیکی و کاربری اراضی دریاچه توریستی نئور انجام گرفته است.

مواد و روشها

با توجه به ماهیت موضوع، تحقیق حاضر عمدتاً با انجام کارهای میدانی و با استفاده از فرمولهای تجربی در زمینه اقلیم منطقه و کارهای آزمایشگاهی به‌عمل آمده است. ابتدا بر مبنای مشاهدات و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی و ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه ویژگیهای شیب، سیستم زهکشی، ساختار و تحول زمین‌شناسی، خاکزایی، ویژگیهای خاکها و پوشش گیاهی و علل فرسایش خاکهای منطقه که اساس آمایش سرزمین هستند، به تفصیل بررسی شدند. جهت بررسی خاکها اقدام به نمونه برداری خاک از شیبهای مختلف دامنه‌ها کردیم و نوع سازند و دانه‌بندی خاک (جدول ۱) را به روش الکهای غربال در آزمایشگاه مشخص نمودیم و سپس وضعیت اسیدی و بازی بودن خاکها PH و هدایت الکتریکی آنها، Ec را در آزمایشگاه خاکشناسی تعیین کردیم (جدول ۲). در این راستا از ابزارهای مختلف علوم طبیعی (خاکشناسی، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی) بهره بردیم. سپس مسائل ژئومورفولوژی (از لحاظ پایداری یا ناپایداری)، اقلیم،

پوشش گیاهی، مسائل زیست محیطی، فرسایش خاک و مسائل فرهنگی را بررسی کردیم و جهت تعیین پتانسیل نقاط مختلف برای مشخص نمودن نوع کاربری اراضی از مدل‌های مختلف کمی نظیر مدل دوم فورنیه^۱ (سپاسخواه و آرنولدوس)^۲ برای برآورد میزان رسوبدهی و فرسایش خاک استفاده کردیم. از فرمول نوسان رطوبت خاک (WS) نیز جهت تحلیل حساسیت خاک به فرسایش خطی به واسطه روانابها نیز بهره‌مند شدیم. جهت ارزیابی توانهای محیطی حوضه و سواحل دریاچه، وضعیت سنگ‌شناسی، زمین ساخت، آب و هوا، تقسیم‌بندی خاکها در شیبه‌های مختلف و پوشش گیاهی صورت گرفت. نقشه‌های لیتولوژی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی با بهره‌مندی از نرم‌افزار Arc GIS ترسیم شد.

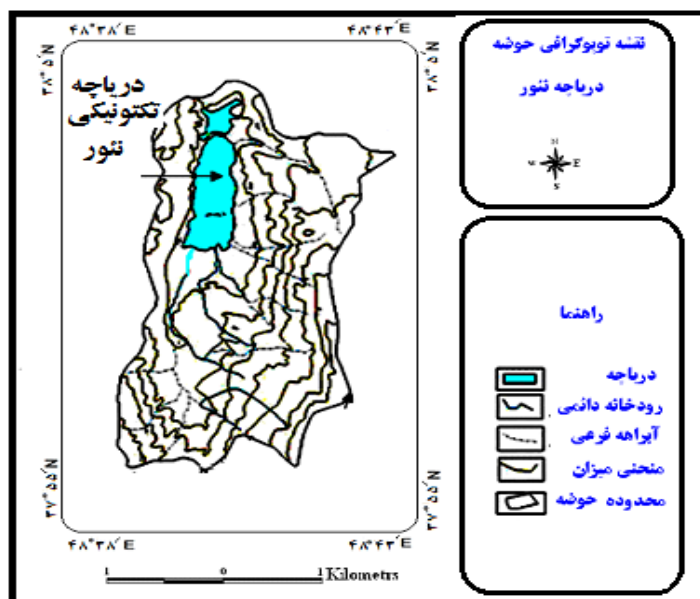
موقعیت جغرافیائی منطقه

دریاچه آب شیرین توریستی نئور در محدوده طول شرقی بین $55^{\circ} 37'$ الی $38^{\circ} 38'$ و عرضهای شمالی $43^{\circ} 48'$ تا $48^{\circ} 38'$ در 48 کیلومتری جنوب شرق اردبیل و در 18 کیلومتری شرق جاده خلخال- اردبیل واقع شده است (شکل ۱). دریاچه نئور با مساحت متوسط 240 هکتار^۳ مربع به صورت طولی (به طول آن حدود 1850 متر و به عرض متوسط آن 700 متر) با جهت شرقی- غربی در دل کوههای معروف باغروداغ قرار دارد. بیش‌ترین عمق دریاچه $5/5$ متر و میانگین ژرفای آن سه متر است.

1- Fuornier

2- Arnoldus

۳- مساحت دریاچه نئور باتوجه به تغییرات دمائی فصول و میزان نزولات جوی متغیر است. معمولاً در فصول گرم و کم‌آبی مساحت آن به 210 هکتار می‌رسد ولی در زمان پر آبی مساحت آن بالغ بر 240 هکتار می‌شود (عابدینی، 1385 و مددی، 1384).



شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیائی دریاچه نئور اردبیل (منبع، نگارنده، ۱۳۹۰)

ویژگیهای طبیعی منطقه (توپوگرافی، زمین‌شناسی، اقلیم)

الف) وضعیت توپوگرافی حوضه

از لحاظ توپوگرافی خود دریاچه نئور در روی واحد کوهستانی نسبتاً مرتفع باغروداغ در ارتفاع ۲۴۶۰ متر از سطح آبهای آزاد قرار گرفته و متوسط ارتفاع حوضه آبخیز دریاچه ۲۷۰۰ متر (از سطح اساس آبهای آزاد) است. حداکثر عمق دریاچه تکتونیک ۵/۵ متر و عمق متوسط آن حدود ۳ متر است که در بخشهای مختلف آن نیز متغیر است. شیب دامنه‌ها از تمام جهات به صورت شعاعی به سمت چاله تکتونیک دریاچه نئور است. حداکثر شیب در بخش شرقی و جنوب شرقی دریاچه به طور متوسط حدود ۷۰٪ است. شیب دامنه‌های مشرف به دریاچه در شرق و جنوب بسیار تند و میزان آن از ۱۵٪ تا ۸۵٪ متغیر است.

ب) - شرایط اقلیمی حوضه

منطقه کوهستانی سردسیر دریاچه نئور (در شمال غرب ایران - آذربایجان) با متوسط بارندگی ۴۰۲ میلی‌متر در سال (آمارهای هواشناسی منطقه نئور) است و از اردیبهشت تا اوایل آبان ماه منطقه کاملاً سرسبز و پذیرای مشتاقان طبیعت است. برخی از محققان نظیر (مددی، ۱۳۸۴: ۹۴) میزان بارندگی منطقه را ۴۶۰ میلی‌متر برآورد نموده‌اند بارندگی منطقه غالباً به صورت برف است (به دلیل مرتفع بودن) و سطح دریاچه در ضخامت زیاد به شدت در طول فصل زمستان یخ می‌زند و به یک محیط سوت و کور تبدیل می‌شود. حداقل دمای حوضه دریاچه نئور را ۳۹/۵ درجه در مرداد و حداقل آن را ۳۷- در بهمن ماه درجه گزارش کرده‌اند و اقلیم منطقه طبق تقسیم‌بندی کوپن سرد و مرطوب است. میزان تبخیر آب این دریاچه به دلیل پایین بودن دمای متوسط سالانه (۸/۵ درجه سانتی‌گراد) کمتر است و آب دریاچه نیز عمدتاً از ذوب تدریجی برف زیاد و چشمه‌های زلال و آب شیرین و بسیار سرد تأمین می‌شود.

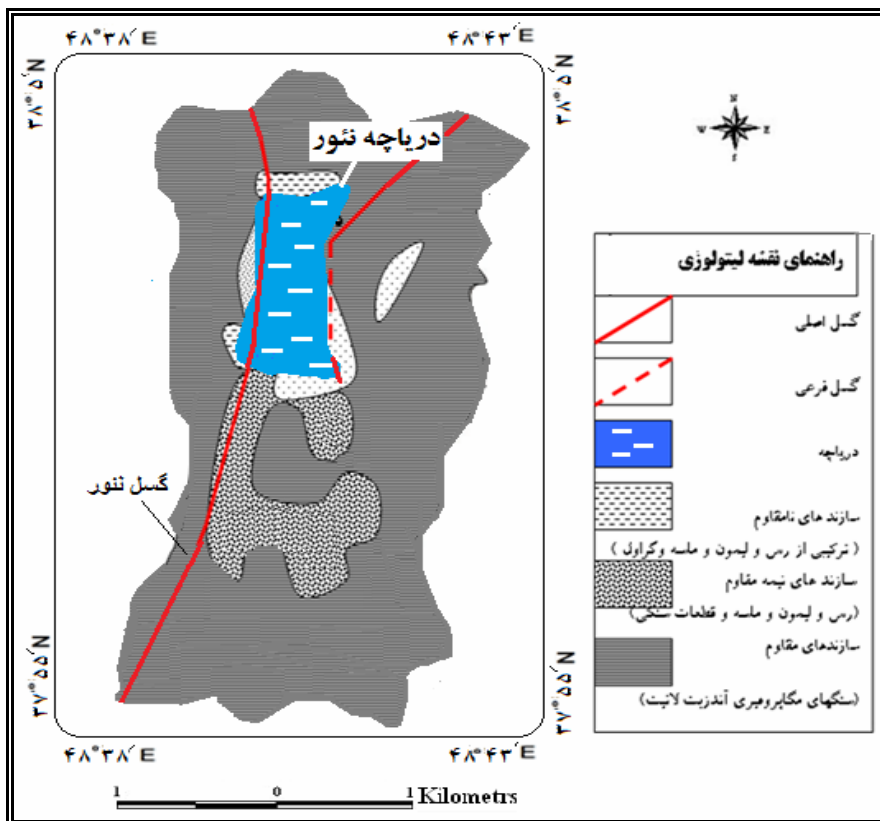
ت) تکامل زمین‌شناسی منطقه

از لحاظ زمین‌شناسی زیربنای ساختمان اصلی پیکره ارتفاعات معروف باغرو داغ از سنگهای مگاپورفیر آندزیت - لاتیت مربوط به پالئوژن است. تکامل ساختمانی آنها در دوره سوم زمین‌شناسی و در ارتباط با فازهای زمین‌ساختی آلپی (لارامید-پیرنه) است. در بخش ساحل شرقی دریاچه نئور، گسل اصلی و بزرگ نئور^۱ با جهت شمال شرقی - جنوب غربی کشیده شده و در بخش ساحل غربی آن نیز گسل فرعی وجود دارد (نقشه زمین‌شناسی اردبیل، ۱:۲۵۰۰۰۰).^۲ دریاچه نئور نیز در بخش گرابین یا چاله فرو افتاده بین گسلهای بخش شرقی و غربی شکل گرفته به دریاچه تکتونیک معروف است (عابدینی، ۱۳۸۵) (شکل ۲ و ۳). گسل بخش شرقی دریاچه معروف به گسل نئور از نوع گسل امتداد لغزه راستگرد، و روند کلی آن جنوب غربی - شمال شرقی است که به طول ۶۰ کیلومتر تا زیر دریای مازندران قابل پیگیری است. جنبش اپیروژنیک آسترین موجب بالا آمدن ارتفاعات باغرو داغ شده و در نتیجه از دوران ائوسن به بعد این ناحیه به زیر آب فرو نرفته است و دلیل آن نبود رسوبهای دوره نئوژن در دامنه‌های شمال غربی ارتفاعات باغرو داغ است. این منطقه با استناد به مطالعات باباخانی و رحیم‌زاده (۱۳۷۹) و علایی طالقانی (۱۳۸۱) به نقل از مددی (۱۳۸۴) و نقشه‌های زمین‌شناسی (۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰) و به ویژه شاخص‌های ارزیابی فعالیت‌های زمین‌ساختی، اخیراً نیز از لحاظ تکتونیک فعال است.^۳

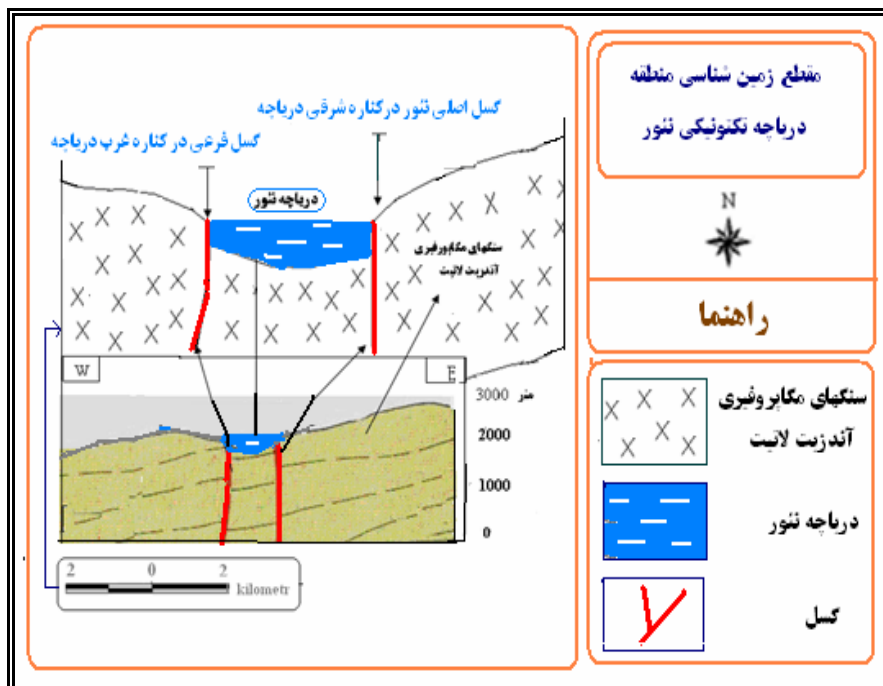
1- Majer Neur Fault

۲ - بر اثر فاز انبساطی پس از لامید در ائوسن شکل نهایی ناهمواریهای منطقه ترسیم شده و بعد از آن گسلهای فراوانی از جمله گسل نئور شکل گرفته است (عابدینی، ۱۳۸۵ به نقل از باباخانی و رحیم‌زاده).

۳- شاخص شکل حوضه Bs معمولاً در مناطق کوهستانی جهت ارزیابی وضعیت تکتونیک منطقه به کار می‌رود. هر چه شاخص Bs از ۲ بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده تکتونیک فعال منطقه است و اگر کمتر از ۲ باشد از آرامش تکتونیک برخوردار است. حوضه آبخیز نئور با مقدار شاخص شکل ۲/۳ نشانگر تکتونیک فعال است (منبع نگارنده). $Bs = L B/wB \quad Bs=33/14.8=2.23$



شکل (۲) نقشه لیتولوژی سازندهای مختلف منطقه



شکل (۳) در مقطع زمین شناسی حوضه دریاچه شکل گرفته در حالت گرانب

بحث و نتایج

ارزیابی پتانسیل حوضه برای فرسایش خطی روانابها و برآورد میزان رسوبدهی

امروزه فعالیتهای بشر نحوه تحول ژئومورفولوژی نواحی ساحلی را به دلیل فشار دموگرافی روز افزون بر آنها، کاملاً متأثر و تشدید نموده است. لذا اهمیت مطالعات ساحلی به منظور کنترل مسائل ناشی از تغییرات و نیز مدیریت آن از اهمیت شایانی برخوردار است (استانیکا و پانین، ۲۰۰۹). رسیدن رسوب زیاد به مخازن سدها مشکلات زیادیریال هم به شبکه هیدرولیک و مخازن و هم به تاسیسات و امکانات ساحلی و اراضی کشاورزی وارد می‌کند و این امر با دخالت انسانها در سواحل و حوضه آبرگیر رودخانه‌های مخازن آبی تشدید می‌شود (شیدگر و همکاران^۲، ۲۰۰۴: ۲۴۵). در سطور زیر با استفاده از چندین شاخص اقلیمی و میانگین داده‌های اقلیمی منطقه مسائل فرسایش خطی روانابها، مورفودینامیک فعال و نیز نحوه دخالتها انسانها بررسی نموده‌ایم.

الف - شاخص نوسان رطوبت موجود در خاک (Ws):

ضریب دیگری که با استفاده از آن می‌توان استعداد بالقوه خندق‌زائی منطقه را در ارتباط با پارامترهای اقلیمی بررسی نمود، ضریب Ws یا مقدار رطوبت در سازندها است، (بیاتی خطیبی، ۱۳۷۹: ۵۶)، (ایلدرمی، ۱۳۸۱: ۲۱۵) و (عابدینی، ۱۳۹۲: ۱۰۱).

$$\text{رابطه (۱)} \quad Ws = R - Rp / t$$

Ws = رطوبت موجود t = درجه حرارت ماهیانه R متوسط بارش ماهانه به میلی‌متر

$$Rp = \text{ضریب مربوط به دما و از رابطه } Rp = 30(t + 7) \text{ به دست می‌آید}$$

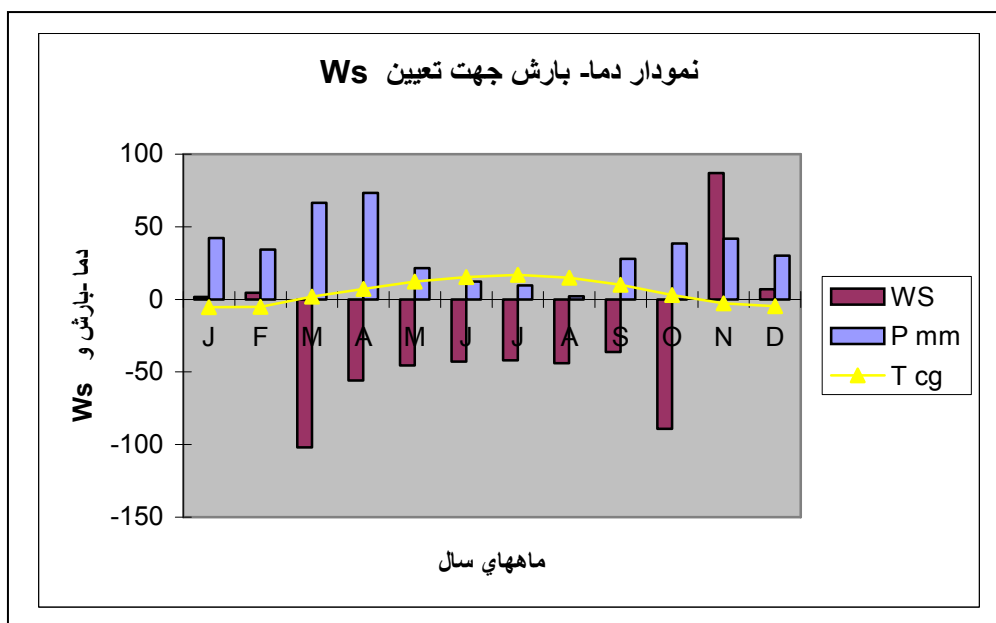
همان‌طوری که نتایج محاسبات در جدول شماره ۱ و نیز شکل ۴ نشان می‌دهد، به استثنای ماههای آذر، دی، بهمن و اسفند، بقیه ماههای منطقه دارای ضریب نوسان رطوبتی منفی (Ws) هستند. ماههایی که دارای نوسان رطوبتی منفی هستند، برای فرسایش خطی به‌ویژه فرسایش خندقی مستعد هستند (عابدینی، ۱۳۸۸: ۷۹ و ۱۳۹۳: ۱۰۷) خصوصاً در ماههای فروردین و مهر میزان فرسایش زیاد است. در فصل تابستان، سطح زمین در اثر لگدمال شدن توسط حیوانات و انسان، چرای بیش از حد دامها حالت آشفته‌ای به خود می‌گیرد. در سطوح دامنه‌ها تکرار نفوذ رطوبت در خاک و خشک شدن بعدی موجب پیدایش ترک و شکاف‌های متعدد در آن می‌شود و این امر زمینه را برای فرسایش خطی روانابها مستعد می‌سازد.

1- Stanica & Panin

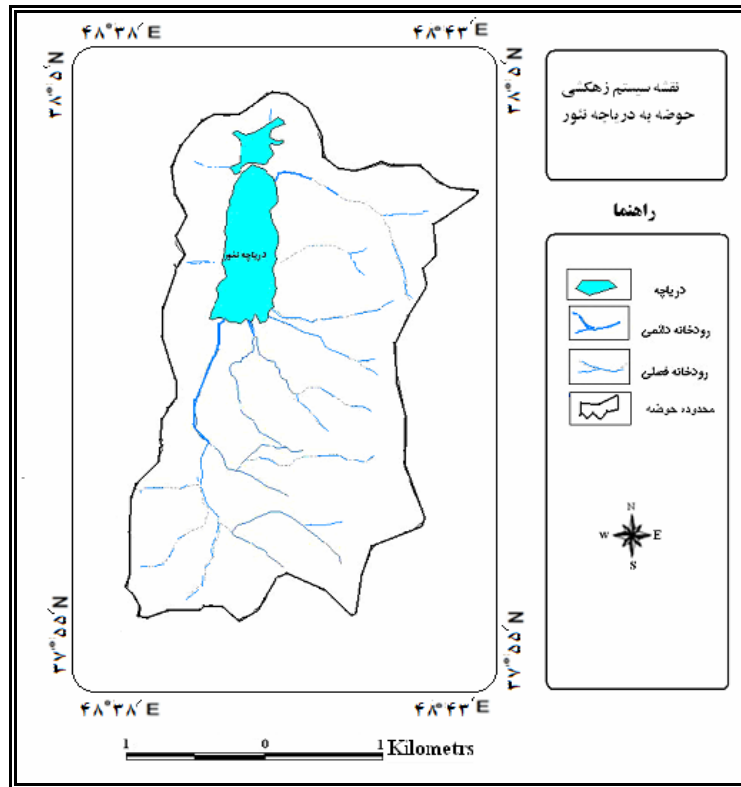
2- Scheuerlein, et al

جدول (۱) داده‌های اقلیمی و نتایج محاسبات مقادیر WS برای ماههای مختلف سال

ماهها	دما (C°) T	بارندگی mm p	RP	WS
فروردین	۲	۶۶/۵۲	۲۷۰	-۱۰۱/۷۴
اردیبهشت	۷/۲	۷۳/۲۸	۴۲۶	-۵۵/۹۳
خرداد	۱۲/۲	۲۱/۶	۵۷۶	-۴۵/۴۴
تیر	۱۵/۵	۱۱/۳۲	۶۷۲	-۴۲/۹
مرداد	۱۶/۹	۹/۷۲	۷۱۷	-۴۱/۸۵
شهریور	۱۵	۲/۱۸	۶۶۰	-۴۳/۸۵
مهر	۱۰/۱	۲۷/۸	۳۹۳	-۳۶/۱۶
آبان	۲/۹	۳۵/۵	۲۹۷	-۸۹/۱۴
آذر	-۲/۸	۴۱/۸۶	۱۲۶	-۸۶/۹۴
دی	-۴/۷	۳۰/۰۳	۶۳	-۷/۰۱۵
بهمن	-۵/۳	۴۲/۳۴	۵۱	-۱/۶۳
اسفند	-۵/۱	۳۴/۳۳	۵۷	۴/۴۴



شکل (۴) میزان WS محاسبه شده از روی داده‌های اقلیمی منطقه



شکل (۵) نقشه سیستم زهکشی حوضه آبریز دریاچه نئور اردبیل

جدول (۲) مورفومتری سیستم زهکشی و محاسبات دبی حوضه آبریز دریاچه نئور

نام زیر حوضه	مساحت* Km ²	L ₁ Km	L ₂ Km	L ₃ Km	L ₄ Km	∑L ₁ ,L ₂ ,L ₃ ,L ₄ (Km)	تراکم زهکشی D= ∑L A	متوسط شیب %S	محیط حوضه Km
A	۴/۲۲۵	۵	۴	---	---	۹	۲/۱۲	۱۴/۲۵	۱۵
B	۷/۱۵	۵/۱۰	۱/۵	---	---	۱۲	۱/۶۸	۱۱/۵	۲۵
C	۱۸/۶	۳۰	۵	۵	---	۴۰	۲/۱۵	۱۵/۴	۳۷
D	۰/۷۰	۷	---	---	---	۷	۱/۰۰۷	۱۴/۰۴	۳۹
-----	۲۶/۹	۵۲/۵	۱۰/۵	۵	۰	۶۸	۶/۹۶۷	---	۱۱۶

از این رابطه برای حوضه‌های که فاقد ایستگاههای هیدرومتری هستند، استفاده می‌کنیم.

رابطه (۲)

$$Q = 2 / 35 \times 10^3 \times Ad^{-.582} = 2 / 35 \times 10^3 \times 240^{.582} = 57062 / 5013 Q / m^3 / y$$

در رابطه فوق Q دبی حوضه برحسب مترمکعب در سال و Ad مساحت حوضه برحسب هکتار و بقیه اعداد

ضرایب تجربی ثابت هستند.

فرمول سپاس خواه برای فرسایش خاک

$$\text{EI } 30 = 1/6 \left(\sum P_i^2 / P \right)^{1/27} = 1/6 \times 38/95^{1/27} = 20.6, 80 \text{ ton/hac/y} \quad (3)$$

که در فرمول EI 30 = متوسط شاخص فرسایش زایی سالانه باران (تن در هکتار (t/H)، P_i = متوسط بارندگی سالانه به (میلی متر) P = متوسط بارندگی ماهانه (میلی متر) (ایلدرمی، ۱۳۸۱: ۱۹۲)، (بیاتی خطیبی، ۱۳۷۹: ۶۰) و (عابدینی، ۱۳۹۲: ۱۰۷).

N = تعداد ماههایی که بارش رخ داده است

طبق فرمول مذکور میزان متوسط شاخص فرسایش زایی سالانه باران ۲۰۶/۸۰ تن در هکتار برآورد شد.

فرمول فورنیه ۱ (احمدی، ۱۳۷۸)

$$\text{Log } Q_s = \log pw^2 / pa + .1/6(\log \bar{H})(\tan \bar{S}) - 1.56 = 320/5 \text{ ton/hac/y} \quad (4)$$

که در آن PW : متوسط بارش پرباران ترین ماه سال، Pa : میانگین بارش سالانه به میلی متر، H : متوسط ارتفاع حوضه به متر و S : شیب متوسط حوضه به درصد (می توان مساحت حوضه را نیز به جای شیب منظور کرد).

* فرمول آرنولدوس^۱ برای برآورد میزان فرسایش خاک

جهت برآورد شاخص فرسایش زایی باران از طریق فرمول آرنولدوس، از متوسط بارش ماهانه و سالانه (برحسب میلی متر و تعداد ماههایی که در آنها بارش رخ داده از روی (جدول، ۱) میانگین داده استفاده شده است. فرمول آرنولدوس بدین صورت است (بیاتی خطیبی، ۱۳۷۹: ۵۹، عابدینی، ۱۳۹۲: ۱۰۷).

$$\text{EI } 30 = .302 \left(\sum P_i^2 / P \right)^{1/93} = .302 \times 45,94^{1/93} = 488,64 \quad (5)$$

که در آن EI_{30} : متوسط شاخص فرسایش زایی سالانه باران برحسب P_i ، ton/ha/year : متوسط بارندگی ماهانه بر حسب میلی متر، P : متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی متر و N : تعداد ماههایی که بارش رخ داده است.

ارزیابی پتانسیل های محیطی و محدودیت های ژئومورفولوژیکی

الف)- بررسی ویژگی خاکها و پوشش گیاهی در ارتباط با شیب دامنه ها

در محدوده شیبهای بین ۵ الی ۲۵٪ خاکهای مولی سول بیشتر گسترش دارند. این خاکهای ریزدانه بافت نسبتاً سبک (حاوی ماسه و رس و سیلت یعنی خاک لومی) و پوشش گیاهی متراکمی دارند و این امر موجب

تعدیل فرسایش می‌شود (عابدینی، ۱۳۸۵: ۲). در محدوده شیبه‌های بین ۲۵ الی ۳۵٪ در اغلب دامنه‌ها خاکزایی مناسبی صورت گرفته و به‌طور متوسط ضخامت خاک ۱/۵ متر است (عموماً از ۲۰ سانتی‌متر تا ۲ متر متغیر است). پوشش گیاهی غالب این بخش از دامنه‌های منطقه انواع گونها و درختچه‌های پراکنده یک ساله هستند. در محدوده شیبه‌های بین ۳۵ تا ۶۵٪ خاکهای لیتوسول کم ضخامت با ترکیبی از قطعات زاویه‌دار سنگی متلاشی شده، گراول، ماسه، سیلت و رس گسترش دارند. این خاکها تحول چندانی ندارند و متوسط ضخامت آنها در این منطقه از چند سانتی‌متر تا یک متر متغیر است محدوده شیبه‌های بیش از ۶۵٪ دارای خاکهای لیتوسول (درشت دانه و تحول نیافته) است و عمق آنها از چند دسی‌متر تا چند سانتی‌متر متغیر است. این بخش از دامنه‌ها با رخنمون سنگی بوده و به‌شدت تحت فرایند یخبندان و ذوب مجدد یخ متلاشی می‌شوند. در این بخش تخریب فیزیکی بر شیمیایی و تحول افق‌های خاک غلبه دارد. میزان EC و PH. خاکهای چندین نقطه را نمونه‌برداری و بررسی کردیم (جدول ۳ و ۴). متوسط PH خاک حاصل از چند نمونه از نقاط مختلف ۲،۶ بوده و از اسیدی بودن ضعیف خاک حکایت می‌کند و هیچ‌گونه مسمومیت برای رشد و نمو گیاهان ایجاد نمی‌کند. به‌دلیل مرتفع بودن حوضه و تکتونیک فعال (به‌صورت فرازش) و دخالت انسانها (چرای مفرط و بی‌موقع و آتش زدن درختچه‌ها و گونها و بریدگی جاده‌ها) میزان فرسایش خاک چشمگیر است. متوسط آن از طریق فرمولهای مختلف $437,343 \text{ ton/ha/year}$ برآورد شد. نمونه‌های تعیین درصد دانه‌بندی خاک نشان داد که در حواشی دریاچه غالباً خاکهای ماسه‌ای و سیلتی تا لومی گسترش دارند و در شیبه‌های زیادتر از ۴۵٪ بافت خاکها بیشتر درشت دانه بوده‌اند چنان که از ریگوسول به لیتوسول تبدیل می‌شوند. از نظر مقدار پتانسیل هیدروژن ($\text{PH}=5/9$) و هدایت الکتریکی ($0/1$) خاکها به حد و آستانه‌ای نزدیک می‌شوند که برای پیدایش فرسایش خطی (پای پینگ شیاری و خندقی) مناسب است. در حوضه دریاچه نئور وضعیت PH و EC نشانگر استعداد خاکها برای فرسایش روانابهاست.

جدول (۳) ایستگاههای مورد مطالعه دریاچه نئور جهت تعیین مقادیر EC و pH

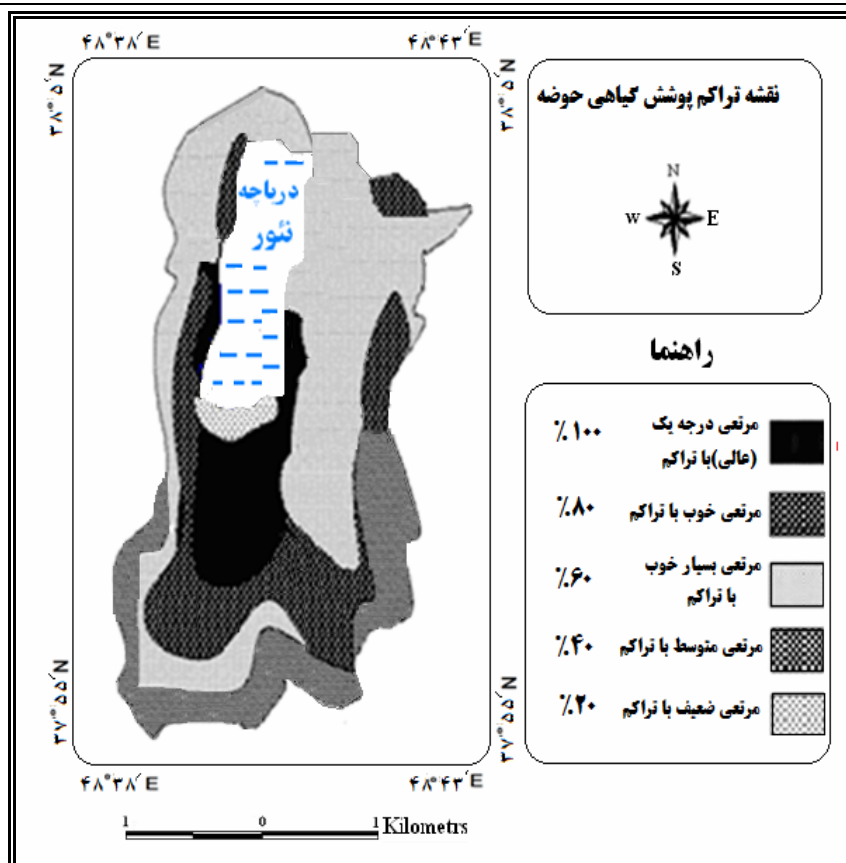
نام ایستگاه	pH	EC
دامنه شمال غرب دریاچه نئور	۶/۲	۰/۱
نزدیک سد در شمال	۶/۵	۰/۱۴
شرق دریاچه	۵/۵	۰/۲
جنب ساختمان منابع طبیعی	۶/۴۵	۰/۱۸

به‌دلیل میزان بارندگی زیاد در اغلب دامنه‌های کم شیب حوضه، پیدایش و تحول خاک به‌خوبی صورت گرفته است (به‌ویژه در دامنه‌های کمتر از شیب ۲۰٪). لذا با توجه به عمق زیاد خاکهای هوموس‌دار پوشش گیاهی مرتعی چمنی و گندمیان و انواع گونه‌های گونی با تراکم بین ۱۰۰٪ از فرسایش قطره بارانی و روانابها

جلوگیری می‌کنند. به طور کلی میزان پوشش گیاهی منطقه با افزایش میزان شیب دامنه‌ها و کاهش ضخامت خاک کاهش می‌یابد^۱ و برعکس (شکل ۶).

جدول (۴) تعیین درصد دانه‌بندی نمونه‌های خاک دریاچه نئور

منطقه	وزن ذرات کوچک‌تر	وزن باقیمانده	وزن باقیمانده	وزن باقیمانده	وزن
	از 0.05mm	روی غربال 0.05mm	روی غربال 0.1mm	روی غربال 0.5mm	باقیمانده روی غربال 1mm
شمال غرب دریاچه نئور	2.6gr	2.5gr	18.6gr	14.3gr	14.7gr
دامنه شمالشرق نئور	4.8gr	5.1gr	15.9gr	9.8gr	14.1gr
نام منطقه	درصد ذرات کوچک‌تر از 0.05mm	درصد باقیمانده روی غربال 0.05mm	درصد باقیمانده روی غربال 0.1mm	درصد باقیمانده روی غربال 0.5mm	درصد باقیمانده روی غربال 1mm
	شمال غرب دریاچه نئور	5.2%	5%	37.2%	20.6%
دامنه شمال شرق نئور	9.6%	10.2%	31.1%	19.6%	28.2%



شکل (۶) نقشه تراکم پوشش گیاهی در شیب‌های مختلف حوضه

۱- در نقشه پوشش گیاهی مناطق مختلف منطقه جهت تعیین تراکم پوشش گیاهی میزان تراکم گونه‌های مختلف در پلات‌های نمونه ۳۰ در ۳۰ سانتی‌متری در شیب‌های مختلف به‌صورت انتخابی با فواصل مشخص شمارش نمودیم و از این طریق تراکم پوشش گیاهی را ترسیم کردیم. تراکم پوشش گیاهی بیش از ۸۰ درصد از فرسایش خاکها توسط روانابها و قطره بارانی به شدت جلوگیری می‌کند (Scott, Patrick & et al, (2006).

عوامل متعددی در تشکیل مخروط افکنه‌ها مؤثر بوده‌اند: وجود شرایط توپوگرافی مناسب که زمینه را برای استقرار مخروط افکنه‌ها مهیا ساخته است. تکتونیک و نیروهای زمین‌ساختی موجب بالا آمدگی بخش شرقی دریاچه شده و سبب شده است که نیروهای بیرونی با شدت بیش‌تری عمل نمایند و این عمل موجب شدت گرفتن عوامل فرسایش و تداوم تهیه رسوب از کوهستان شود. واریزه‌ها از دیگر پدیده‌های غالب منطقه به شمار می‌آیند که در پای پرتگاه گسلی نئور شکل گرفته‌اند. عواملی که در شکل‌گیری و پیدایش واریزه‌ها نقش داشتند عبارتند از: گسل نئور (که باعث به وجود آمدن پرتگاه گسلی به طول تقریبی ۳ کیلومتر شده و در نتیجه شرایط را برای ریزش سنگها از پرتگاه فراهم کرده و زمینه را برای تشکیل واریزه‌ها مهیا نموده است)؛ نوسان درجه حرارت (باعث تخریب فیزیکی سنگها شده و آنها را به صورت قطعات ریز و درشت در آورده است). این مواد تحت تأثیر نیروی ثقل به طرف پایین دامنه حرکت کرده و موجب تشکیل واریزه‌های ممتد شده است. نیواسیون یا عمل برف‌ساب فرآیند ژئومورفولوژی غالب در دامنه شمال غربی تالش (باغروداغ) می‌باشد. این عمل عمدتاً در ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر در منطقه دیده می‌شود. چون که پوشش برفی حدود ۶ ماه در منطقه وجود دارد و تحت شرایط توپوگرافی خاص در دامنه‌های باد پناه است که به طرف شمال شرقی قرار گرفته‌اند، پوشش برفی تا تیرماه یا حتی تا مرداد ماه به‌صورت لکه‌های کوچکی در دامنه‌ها باقی می‌ماند. در اثر این عمل حفره‌هایی نیمه‌مدور و هلالی شکل بر روی دامنه ایجاد می‌شود. وقتی که حفره‌های برفی بر اثر گذشت زمان به اندازه کافی بزرگ شدند، سیرک‌های حرارتی به‌وجود می‌آیند. چندین حفره برفی به هم متصل شده، در روی دامنه تراس‌هایی با شیب ملایم به‌وجود می‌آورند. این فرآیند در طی دوره‌های سرد یخچالی و امروزه نیز در دامنه غربی تالش و در شرق و جنوب شرقی دریاچه نئور را تحت تأثیر قرار داده و آنها را شکل داده است.

مهم‌ترین پدیده‌ها یا مخاطرات ژئومورفولوژیکی منطقه

الف) گسیختگیهای دامنه‌ای و ریزشهای سنگی

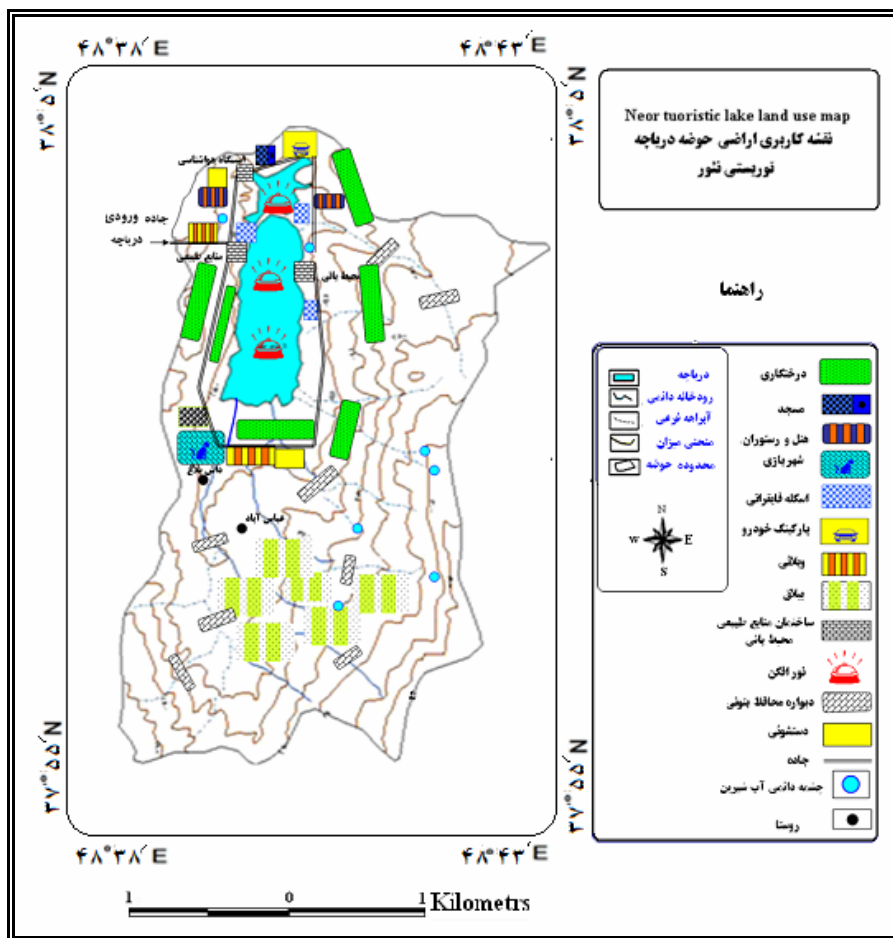
در دامنه‌های کم‌شیب حوضه که عوامل (پدوژنز) خاکزائی موجب پیدایش سازندهای سست و خاکی در عمق نسبتاً قابل ملاحظه‌ای شده (بیش از ۵/۳ الی ۳ متر)، گسیختگیهای دامنه‌ای زیاد رخ می‌دهد. سازندهای سست به واسطه جذب آب و کاهش اصطکاک داخلی بین ذرات منفصل و افزایش سنگینی آنها در جهت شیب دامنه (افزایش تنش برشی) از محل سستی گسیخته می‌شوند و معمولاً آرام به طرف پایین حرکت می‌کنند. سطح گسیختگی در طی گذشت زمان بر اثر دریافت بارندگیها و آبهای حاصل از ذوب برف گسترش و توسعه

می‌یابد. معمولاً سطح گسیختگی عاری از پوشش گیاهی است. از این رو به خوبی در معرض فرسایش قطره بارانی^۱ و فرسایش صفحه‌ای^۲ و خطی روانابها^۳ قرار می‌گیرد.

ب- ریزشهای سنگی^۴

حوضه دریاچه نئور در ارتفاع بین ۲۴۶۰ الی ۳۱۰۰ متر (از سطح اساس آبهای آزاد با متوسط ارتفاع ۲۷۵۰ متر)، واقع شده است. در ارتفاعات برفگیر باغروداغ در بخش غربی ارتفاعات طالش فرایند ژلیفراکسیون (متلاشی شدن سنگها در اثر توالی یخبندان و ذوب یخ) به شدت رخنمونهای سنگی دامنه‌ها تخریب می‌شوند. این پدیده در دامنه شمالی دریاچه و در برخی از دامنه‌های مرتفع شرقی قابل مشاهده است. ریزشهای سنگی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده یا تنگناهای ژئومورفیک در بخش از دامنه شمالی دریاچه محسوب می‌شوند. با وجود این بخشهای میانی سطح دامنه‌ها به علت داشتن ضخامت خاک مناسب مشرف به دریاچه، در فصول بهار و حتی تابستان با پوشش چمنی متراکم و انواع گل‌های معطر و زیبا آراسته می‌شوند. وسعت حوضه بارندگی مناسب و وجود چشمه‌های فراوان سبب پایداری وضعیت دریاچه می‌شود و هوای مطبوع منطقه زمینه بسیار مناسبی را برای جذب گردشگر خصوصاً در اوقات گرم سال فراهم می‌کند. این منطقه دارای پوشش گیاهی متنوعی از گیاهان خشکی‌زی و آبی‌زی بوده، از مراتع ییلاقی عشایر فندوقلو است. در شکل (۷)، نقشه کاربری اراضی حواشی دریاچه نئور با توجه به مسائل هیدروژئومورفولوژی و پتانسیل‌های محیطی آن ارائه شده است.

1- Rain splash
2- Sheet erosion
3- Rill and Gully erosion
4 - Rock fall



شکل (۷) نقشه کاربری اراضی پیشنهادی دریاچه نئور اردبیل

علائم استاندارد نقشه از کتاب (پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۱۳-۱۱) استفاده شده است

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دریاچه نئور در یک فضای جغرافیای بی‌نظیر طبیعی در دل کوه باغرداغ همه ساله جاذب مسافران و سیادان ماهی است. دخالت روزافزون بشر در این طبیعت بکر زمینه تغییرات محیطی را فراهم نموده است. لذا تحقیق حاضر نتایج طرح پژوهشی نگارنده در مسائل هیدروژئومورفولوژی و توانهای محیطی دریاچه را بررسی نموده است. نتایج متوسط PH خاک حاصل از نمونه‌های برداشت شده بین (۵/۵ الی ۶) بوده و نشانگر اسیدی بودن ضعیف خاک است و هیچ‌گونه مسمومیت برای رشد و نمو گیاهان ایجاد نمی‌کند. به دلیل مرتفع بودن حوضه، فرازش تکنونیک و دخالت انسانها میزان فرسایش خاک چشمگیر است. متوسط فرسایش خاک از طریق فرمولهای مختلف $437,343 \text{ ton/ha/y}$ برآورد شد و نسبتاً زیاد است. نتایج آزمایش‌های خاک نشان داد که در حوضه دریاچه نئور وضعیت PH و EC نشانگر استعداد خاکها برای فرسایش خطی روانابهاست. با توجه به شرایط اقلیمی و اکولوژیکی بسیار مناسب منطقه در فصول گرم سال و واقع شدن دریاچه زیبای توریستی نئور

در موقعیتی مطلوب زمینه برای جذب روزافزون توریسم و دخالت شدید انسانها و تغییر کاربری اراضی در این حوضه فراهم است. سازمان محیط‌بانی منطقه دریاچه نئور را به لحاظ شرایط اکولوژی خاص، از لحاظ بوته‌کنی، آتش زدن بوته‌ها و گونه‌ها و درختچه‌های خودرو و شکار و صید ماهی‌های پرورشی معروف و بی‌نظیر قزل‌آلا و پرندگان فصول گرم مانند آبیچک، چلنگر و... حفاظت می‌کند. ولی با وجود این، مسافران اکولوژی آن را متحول کرده، و زمینه‌های تخریب خاک و مسائل زیست محیطی را به وجود آورده‌اند. با توجه به پتانسیل‌های طبیعی بسیار بالای منطقه، ایجاد امکانات تفریحی و بهداشتی جهت جذب توریسم بیشتر برای استفاده از جاذبه‌های بی‌نظیر حوضه دریاچه نیازمند برنامه‌ریزی اصولی از طرف مسئولان است.

بعد از بررسی و جمع‌بندی، پیشنهادهایی به شرح زیر، همراه با نقشه کاربری پیشنهادی، با توجه به توانهای بالقوه محیطی حوضه دریاچه جهت جذب توریست بیشتر ارائه شد:

۱- کشت درختان و گیاهان مناسب با اقلیم منطقه، خشکه چینی جهت کنترل فرسایش خندقی (چک دم لوگ دم^۱) گابیون بندی برای جلوگیری از فرسایش کناری آبراهه‌های مهم با اصول آبخیزداری و حفاظت خاک، ممانعت از شخم زدن در جهت شیب دامنه‌ها و آتش زدن گونه‌ها و درختچه‌ها، کنترل چرای دامها و... جهت کاهش میزان فرسایش خاک ضرورت دارد؛

۲- به دلیل وجود ماسه‌های ساحلی و سطوح هموار کم‌شیب (۳ الی ۱۵٪) به ویژه در بخش سواحل شمالی و جنوبی و نیز بخشهایی از شمال غرب و جنوب دریاچه، برای احداث اسکله‌های قایقرانی و ماهیگیری، احداث پارکینگ خودرو، احداث مجتمع‌های استراحتگاهی و اقامتی و... (طبق نقشه کاربری اراضی پیشنهادی (شکل، ۵))

۳- در نقاط بحرانی جاده ارتباطی دریاچه با مسائل (لغزش و ریزشهای سنگی) احداث دیواره‌های مستحکم محافظ و تعریض جاده ارتباطی دریاچه نئور تا جاده اردبیل - خلخال و نصب تابلوها و علائم هشداردهنده و بازدارنده از خطرات مورفودینامیک لازم است؛

منابع

- احمدی، حسن؛ جعفری، محمد؛ نظری سامانی، علی اکبر؛ قدوسی، جمال؛ عادل پور، عبدالعلی (۱۳۸۹)، تعیین آستانه‌های هیدرولیک جریان برای شروع فرسایش خندقی با استفاده از شبیه‌سازی جریان، مجله پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۸۷، صص ۶۱-۵۲.
- احمدی، حسن (۱۳۸۸)، ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی)، جلد (۱) تألیف، انتشارات دانشگاه تهران.
- ایلدرمی، علیرضا (۱۳۸۱)، بررسی مسائل مورفودینامیک و اثرات عوامل ناپایداری در دامنه‌های شمالی توده الوند (همدان)، رساله مقطع دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی.
- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۵)، ویژگیهای خندق‌ها و عوامل کنترل‌کننده فرایندهای خنداق‌زایی مطالعه موردی، محدوده بین اهر-مشکین‌شهر، مجله جغرافیا و توسعه، شماره پیاپی ۷، صص ۱۳۶-۱۱۵.
- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۷۹): بررسی نقش عوامل مورفودینامیک در ناپایداری دامنه‌های شمالی قوشه‌داغ، رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- تبا، سامان؛ ضرابی، محمدمهدی؛ محتشم، آرزو؛ حساری، پدram (۱۳۹۳)، نقش فضای سبز در توسعه اکوتوریسم شهری با رویکرد توسعه پایدار شهری، (نمونه موردی: ایل‌گلی تبریز)، مجموعه مقالات اولین همایش ملی توریسم و گردشگری سبز در ایران، دانشکده شهید مفتح همدان، همدان.
- ثروتی، محمدرضا؛ قهرودی تالی، منیژه؛ گل‌کرمی، عابد و اسماعیل نجفی (۱۳۹۳)، در مورد آستانه‌های ژئومورفولوژیکی آب‌کنندزایی در حوضه آبریز کچیک، شمال شرق استان گلستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره ۳۲، بهار.
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۲)، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تألیف، انتشارات سمت.
- قاسمی بجد، یاسین؛ نمرودی، ژیلا (۱۳۹۳)، گردشگری در خلیج فارس، فرصت‌ها و چالش‌ها، مجموعه مقالات اولین همایش ملی توریسم و گردشگری سبز در ایران، دانشکده شهید مفتح همدان، همدان.
- عابدینی، موسی (۱۳۹۲)، تجزیه و تحلیل کمی فرسایش خندقی در حوضه آبخیز کلکان چای (شرق سهند)، نشریه جغرافیا و آمایش شهری و منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، شماره ۷، تابستان
- عابدینی، موسی (۱۳۸۸)، بررسی کمی مسائل هیدروژئومورفولوژیکی حوضه آبریز لیکوان چای، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره پیاپی ۱۵.
- عابدینی، موسی (۱۳۸۵)، تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژی حواشی دریاچه نئور و ارائه راهکارهای اساسی جهت آمایش بهینه و کاربری صحیح اراضی، طرح پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی، گروه جغرافیای طبیعی.

- مختاری، داوود (۱۳۸۹)، ارزیابی توانمندی اکوتوریستی مکانهای ژئومورفیکی حوضه آبریز آسیاب خرابه به روش پراونگ، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره پیاپی ۱۸. (ص ۵۲-۲۷).
- مددی، عقیل (۱۳۸۴). پژوهشی در تکامل ژئومورفولوژی دریاچه نئور اردبیل، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴.
- نوحه‌گر، احمد؛ کاظمی، محمد (۱۳۹۲)، ارزیابی خطر فرسایش آبی با استفاده از مدل ICONA مطالعه موردی: حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره پیاپی ۱۱۱، زمستان.
- مخدوم، مجید (۱۳۸۲)، شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.
- Angulo. M -Martínez, A. Barros. P., 2015, **Measurement uncertainty in rainfall kinetic energy and intensity relationships for soil erosion studies: An evaluation using PARSIVEL disdrometers in the Southern Appalachian Mountains**, Geomorphology, Vol. 228. PP. (28-40).
- Bedini, M., 2010, **Numerical analysis of hydro-geomorphological, environmental potentials of tourist Ormieh lake basin and shoreline for land Planning (North West of Iran)**, Turkey, full paper printed. Samsun city, 29 Mayes university.
- Khairulmaini Osman Salleh and Fatemeh Mousazadeh, 2011, **Gully erosion in semiarid regions**, Procedia Social and Behavioral Sciences 19, 651-661.
- Khodabakhsh, S., A. Mohammadi, B. Rafeiee and Iessa Bozorgzadeh, 2010, **Comparison of erosion and sediment yield estimation in Sezar catchment (Dez dam watershed) using EPM and MPSIAC models applying Fuzzy approach**, Geology of Iran. 12: 51-61 (in Persian).
- Verstraeten, G., J. Posen, J. De Vente and X. Koninckx, 2003, **Sediment yield variability in Spain: a quantitative and semi-qualitative analysis using reservoir sedimentation rates**, Geomorphology, 50: 327-348.
- Ronco, P & et al, 2010, **Morphological effects of damming on lower Zambezi River**, **Geomorphology**, Geomorphology, Vol 115, Issues 1-2, PP. 43-55.
- Scott, A. Lecce, Patrick P. & et al, 2006, **Seasonal controls on sediment delivery in a small coastal plain watershed, North Carolina, USA** Geomorphology, Vol 13. PP. (246-260).
- Stănică, A. & Panin, N., 2009, **Present evolution and future predictions for the deltaic coastal zone between the Sulina and Sf. Gheorghe Danube river mouths (Romania)**. Geomorphology Vol. 107, Issues 1-2, 1, PP 41-46.
- Scheuerlein, H. et al, 2004, **Numerical and physical modelling concerning the removal of sediment. Deposites from reservoirs**. Hydraulics of dams River structures. Taylor and Francis Group.