

تحلیل لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیک حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو بر مبنای روابط تعاملی فرایندهای مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک و هیدرومورفیک

محمد جعفر زمردیان (دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده‌ی مسؤول)

zomorodian@um.ac.ir

معصومه خاکپور (کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد)

Zohre.khakpour@yahoo.com

سعدالله ولایتی (استاد زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد)

Svelayati57@yahoo.com

چکیده

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در دره‌ی ناودیسی زاگرس چین خورده واقع است. اسکلت و ساختار ناهموار این حوضه از سه واحد ژئومورفولوژیک کوهستانی، سطوح پست و هموار و چاله‌ی تکتونیک دریاچه تشکیل شده و در طی دوره‌های زمین‌شناختی، تحت تأثیر روابط تعاملی فرایندهای تکتونیک، کلیماتولوژیک و هیدروژئومورفولوژیک تکوین و تکامل یافته است. در این پژوهش، برای بررسی ژئومورفولوژی، به ویژه تحولات هیدروژئومورفولوژیک این حوضه، از روش‌های تاریخی، تجربی، توصیفی - تحلیلی و برخی مدل‌های ژئومورفولوژیک استفاده شده و نتایج زیر به دست آمده است: واحدهای ژئومورفیک، به ویژه ناحیه‌ی کوهستانی این حوضه، تحت تأثیر فرایندهای پائوهیدرومورفوتکتونیک، لندفرم‌ها و ناهمواری‌های معکوس نظیر، کلوزها و دره‌های عرضی، ناودیس‌های هوایی، الگوی زهکشی ترلیس (داربستی) و غیره را ایجاد نموده‌اند. از سوی دیگر شرایط پائوهیدرومورفوکلیماتیک، فرایندها و لندفرم‌های پائوکارست را در این ناحیه پدید آورده و کارست‌های زیرزمینی نیز با افزایش نفوذپذیری و جریان‌های عمقی و زیرزمینی، موجبات ضعف زهکشی‌های سطحی حوضه را فراهم آورده‌اند. این شرایط و ویژگی‌ها هم‌اکنون با روندی کندتر و خلق لندفرم‌های نسبتاً متفاوت، به ویژه در سطوح پست حوضه، تداوم یافته و در قالب فرایندهای نئوهیدرومورفوتکتونیک، عملکرد گسل‌های فعال، تحلیل گنبد‌های نمکی، همراه با فرایندهای جریان‌ی و نئوهیدرومورفوکلیماتیک (نوسانات سطح دریاچه بر اثر تغییرات اقلیمی عصر حاضر و جریان‌های

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۲۳

فصلی و موقتی) بر بافت الگوی زهکشی و فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک تأثیر گذاشته و ژئو فرم‌هایی نظیر مخروط افکنه‌ها و تقطیع آن‌ها، تراس‌های دریاچه‌ای، اشکال مختلف کویری و غیره را در حوضه‌ی آبریز مهارلو به وجود آورده‌اند. با وجود این در حال حاضر برخی موارد مانند بارش‌های رگباری شدید و وجود شیب‌های تند ارتفاعات، جریان‌های سطحی قدرتمندی را ایجاد نموده و در فرسایش، تولید رسوب و تحولات هیدروژئومورفولوژی این حوضه نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. نتیجه‌ی نهایی آنکه شرایط تکتونیکی، اقلیمی و هیدرو دینامیکی، چه در گذشته و چه در زمان حال، فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیکی گوناگونی را در سطح حوضه به وجود آورده و این ویژگی‌های هیدروژئومورفیک دارای پتانسیل‌ها، تنگناها، خطرات و معضلاتی زیست محیطی هستند، که باید در مدیریت محیطی و دستیابی به توسعه‌ی پایدار، مورد توجه برنامه‌ریزان و مجریان پروژه‌های عمرانی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: لندفرم، هیدروژئومورفولوژی، دریاچه مهارلو، مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک، هیدرومورفیک.

درآمد

ویژگی‌های تکتونیکی (زمین ساختی)، سازندهای زمین و انرژی‌های تأثیرگذار بر آن‌ها که عمدتاً حاصل امواج الکترومغناطیس است، در تحولات ژئومورفولوژیکی و محیطی هر ناحیه، نقش قاطع داشته و عوامل کنترل‌کننده‌ی لندفرم‌ها را مشخص می‌سازند. این پارامترها بر فرایندهای بیرونی، از جمله فرایندهای رودخانه‌ای و آبی تأثیرگذار بوده و علاوه بر خلق لندفرم‌های آبی، سیل، فرسایش و رسوب را نیز تحت الشعاع خود قرار می‌دهند. به این جهت، بررسی‌ها و داده‌های زمین‌شناختی، اقلیم، فیزیوگرافی، هیدرولوژی، خاک و پوشش گیاهی در یک حوضه‌ی آبریز، شرایط تکوین و توسعه‌ی آب‌های جاری و فرایندهای مربوط را آشکار می‌سازند. در این میان نقش انسان، به عنوان عامل تشدیدکننده‌ی فرایندهای ژئومورفیک، از جمله لغزش، فرسایش و... نیز دارای اهمیت است.

فرایندها و لندفرم‌های آبی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، که زیر عنوان هیدروژئومورفولوژی حوضه، مورد بحث قرار می‌گیرد نیز متأثر از عوامل بالا بوده و برای تحلیل آن‌ها باید این موارد را به دقت بررسی نمود. البته در این بررسی دو نکته قابل ذکر است: نخست آنکه علاوه بر فرایندها و لندفرم‌های

آب‌های سطحی، به پیامدهای ژئومورفیک آب‌های زیرزمینی نیز توجه می‌شود. دیگر آن‌که شرایط پالئوهیدروژئومورفولوژیک نیز، که متأثر از پالئوکتونیک و پالئوکلیماتولوژی بوده، حضور و نقش قابل توجهی در تکوین و توسعه‌ی برخی لندفرم‌های حوضه داشته است و ضروری است که بحث و واکاوی شود.

به این ترتیب لندفرم‌های ویژه‌ای که تحت تأثیر شرایط و عوامل بالا در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو پدید آمده‌اند، عبارت‌اند از: دره‌های عرضی و تنگ (کلوز یا گپ)، پیدایش چاله و دریاچه‌ی مهارلو، ایجاد تراس‌ها و پادگانه‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای، پلایا و سطوح کویری، آبشارها، چشمه‌ها، لندفرم‌های کارستی و فرایندهای فرسایش و رسوب در سطح حوضه و دریاچه. این لندفرم‌های ژئومورفیک و فرایندهای مربوط، از یک سو دارای پتانسیل‌ها و جاذبه‌های گوناگون اقتصادی، گردشگری و غیره هستند و از سوی دیگر قادرند خطرات و نابسامانی‌هایی را در مسیر توسعه و اجرای پروژه‌های عمرانی موجب شوند. بنابراین ضرورت مطالعات هیدروژئومورفولوژیک در حوضه‌ی مهارلو امری اجتناب‌ناپذیر بوده تا از طریق آن بتوان به درک صحیح اوضاع طبیعی و قوانین حاکم بر وضعیت هیدروژئومورفیک حوضه نایل آمد و در راستای رسیدن به توسعه‌ی پایدار گام‌های استوار برداشت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از روش‌های تاریخی، تجربی و توصیفی-تحلیلی و نیز برخی مدل‌های ژئومورفولوژیکی مانند مدل استرالر، هورتن و ... استفاده شده است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، محدوده منطقه مشخص شده و نقشه‌های مختلف از جمله نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه در محیط نرم افزار GIS تهیه و ترسیم شده است. همچنین با انجام چندین نوبت کارهای میدانی در فصول مختلف سال، عوارض و اشکال موجود در نقشه‌ها و تصاویر با شرایط محیط تطبیق داده شده است. سرانجام با مطالعه‌ی منابع کتابخانه‌ای و تحلیل آمارهای اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه، تفسیر و تبیین هیدروژئومورفولوژی حوضه تحقق یافته است.

موقعیت و معرفی منطقه

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو با وسعت ۴۲۷۰ کیلومتر مربع، در ناحیه‌ی جنوب غربی ایران و در میان رشته کوه‌های زاگرس واقع شده و در بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی قرار گرفته است. شکل زیر موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نقشه ۱: موقعیت حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در استان فارس



منطقه مورد مطالعه در رشته کوه‌های زاگرس قرار گرفته و طی دوران‌های زمین‌شناسی، دستخوش تحولات فراوانی شده است. قدیمی‌ترین سنگ‌های آن را آهک‌های سازند بنگستان (سنومانین) و جدیدترین آن را آبرفت‌های (شن، ماسه، سیلت، رس) کواترنر تشکیل می‌دهد. آهک‌های آسماری-سجهرم

نیز که تمام تاقدیس‌ها را در بر گرفته، بیشترین رخنمون سنگ‌های منطقه را در معرض نمایش قرار داده است (مرکز ملی مطالعات و پژوهش‌های کارست، ۱۳۷۳). جدول زیر مشخصات چینه‌ها و سازندهای منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات استراتیگرافی و لیتولوژی حوضه‌ی مهارلو

| دوره زمین شناسی | سازند | سنگ شناسی | ماهیت سازند |
|-----------------|---------------------|---------------------------|---|
| هلو سن پلیستوسن | آبرفتی | شن، ماسه، سیلت، رس | آب شیرین کم عمق، رسوبات رودخانه‌ای و دریاچه‌ای |
| پلیوسن | بختیاری، آغاچاری | کنگلو، ماسه، سنگ | آب شیرین، در کوهپایه‌ها رسوبات دریاچه‌ای و مصبی |
| میوسن | رازک | مارن، سیلت، آهک نازک لایه | رسوبات تبخیری و دریایی |
| الیگوسن | آسماری | آهک | رسوبات دریایی و رسوبات فلات قاره |
| ائوسن | چهرم، ساچون، تارپور | دولومیت، تبخیری، آهک | رسوبات دریایی و قسمت کم عمق دریایی رسوبات دریایی و تبخیری رسوبات دریایی و ریفتی |
| پالئوسن | پایده | مارستون | رسوبات عمیق دریایی |
| مائس تریشتین | گوری | مارستون-شیل | رسوبات عمیق دریایی |
| سنومائین | بنگستان | آهک | رسوبات دریایی کم عمق |

از نظر اقلیمی، حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در محدوده‌ی کمربند خشک و بیابانی نیمکره‌ی شمالی قرار گرفته و لیکن تأثیر توده‌های هوای گوناگون، دامنه‌ی ارتفاعی قابل توجه در حوضه و کشیدگی و وسعت نسبتاً زیاد حوضه و غیره سبب شده است که اقلیم منطقه تا حدودی متغیر و گوناگون باشد. به عنوان مثال، میزان بارندگی در شمال و شمال غرب حوضه به بیش از ۵۰۰ میلی‌متر و در سمت شرق و شمال شرق به کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر و حتی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر (مثلاً در سروستان ۲۸۵ میلی‌متر) نیز می‌رسد. به عبارت دیگر میانگین بارندگی حوضه، بدون در نظر گرفتن ارتفاعات، ۳۸۶ میلی‌متر و با در نظر گرفتن ارتفاعات، ۵۱۰ میلی‌متر می‌باشد. داده‌های شاخص اقلیمی این حوضه بر اساس دوره‌ی آماری ۳۸ ساله (۱۳۵۰-۱۳۸۸ خورشیدی) در (جدول ۲) نمایش داده شده است. بر اساس بررسی‌های انجام شده، آب و هوای منطقه با توجه به روش دومارتن از نوع نیمه خشک و مدیترانه‌ای و بر اساس روش آمبرژه، از نوع نیمه خشک معتدل و نیمه مرطوب معتدل تشخیص داده شده است. به طور کلی می‌توان آب و هوای این منطقه را نیمه استپی و به نوعی مدیترانه‌ای قلمداد کرد.

جدول ۲: داده‌های شاخص اقلیمی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو (۱۳۵۰ تا ۱۳۸۸ خورشیدی)

| پارامتر | درجه حرارت C | تعداد روزهای یخ‌بندان (n) | تبخیر و تعرق (mm) | بارندگی (mm) |
|-------------|-----------------|------------------------------|-------------------|--------------|
| بیشینه مطلق | ۴۳/۲ | ۱۵ | ۱۳/۳ | ۱۰۰/۴ |
| کمینه مطلق | -۱۴/۴ | ۰ | ۱/۳ | ۲/۲۰ |
| میانگین | ۱۸/۰۲ | ۳ | ۷/۰ | ۳۹/۶۰ |

از نظر هیدرولوژی و منابع آب حوضه‌ی مهارلو، می‌توان به آب‌های سطحی (راکد و جاری) و آب‌های زیرزمینی منطقه اشاره نمود. آب‌های سطحی راکد شامل دریاچه‌ی مهارلو، مانداب‌ها و لش‌آب‌ها می‌شود. آب‌های سطحی جاری نیز شامل جریان‌های فصلی و موقتی می‌شود؛ زیرا که حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو فاقد رودخانه‌ی دائمی است. رواناب‌های حوضه عمدتاً توسط چند مسیل و رودخانه فصلی به دریاچه‌ی مهارلو می‌ریزد که عبارت‌اند از: مسیل یا رودخانه خشک، مسیل یا رودخانه چنار راهدار، مسیل پل فسا و مسیل نظرآباد سروستان.

چرخه آب‌های زیرزمینی در حوضه‌ی مهارلو، اگرچه تحت تأثیر شرایط زمین‌شناسی و عمدتاً وضعیت تکنونیک و ساختمانی است، اما توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژیک نیز اثر تعیین‌کننده‌ای بر این چرخه دارد. عمده‌ترین آبخوان‌های تراوای کارستی حوضه‌ی مهارلو سازند کربناته آسماری جهرم و درزو شکاف‌های کارستی آن است. دومین آبخوان کارستی، آهک‌های سازند تارپور است که بین سازند ناتراوای پابده در زیر و سازند تراوای ساچون در بالا قرار گرفته است. آب این آبخوان‌ها، عمدتاً به‌وسیله‌ی چشمه‌ها زهکش می‌شود. آب‌های زیرزمینی موجود در آبخوان‌های آبرفتی نیز به سمت دریاچه‌ی مهارلو زهکشی می‌شود. مجموع کل آب‌دهی چشمه‌های مهارلو ۲۳۴۸ لیتر در ثانیه است، که تنها بخش اندکی از دبی چشمه‌ها (حدود ۲۰۰ لیتر در ثانیه) مستقیماً به دریاچه‌ی مهارلو تخلیه می‌شود.

ظرفیت عظیم حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، که گنجایش آن حدود ۳۰۰ الی ۵۰۰ میلیون متر مکعب است، توازن هیدرولوژیکی ظریف و دقیقی را فراهم آورده که عامل تداوم بقای دریاچه است (Dumas, 2003).

از نظر خاک، مواد مادری سازنده‌ی مختلف در حوضه‌ی آبریز که شرایط پدوژنز را فراهم نموده‌اند، مورد مطالعه هستند. منابع ارضی حوضه عبارت‌اند از: تیپ کوهستان‌ها، تیپ تپه‌ها، تیپ فلات‌ها

وتراس‌های فوقانی، تیپ دشت‌های دامنه‌ای، تیپ دشت‌های سیلگیر، تیپ دشت‌های رسوبی رودخانه‌ای، تیپ اراضی واریزه‌ای بادبزی شکل سنگریزه دار، تیپ اراضی کمپلکس، تیپ اراضی پست و گرد. پوشش گیاهی این حوضه به دلیل تخریب مراتع، چرای بیش از ظرفیت و خارج از فصل، پراکنش نامناسب منابع آب شرب، نظام بهره‌برداری نامناسب حاکم بر مرتع، دخالت‌های بی‌رویه در اکوسیستم و چرای مفرط، دچار تغییرات و دگرگونی‌های بسیاری شده است؛ اما هنوز آثاری از درختان جنگلی از جمله بلوط در قسمت‌هایی از کوه سبزپوشان، فرهنگ شهر، اکبرآباد و... مشاهده می‌شود، که نشانگر جنگلی بودن این مناطق است.

ژئومورفولوژی منطقه

با توجه به اینکه حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در واحد کوهستانی زاگرس واقع شده، ضروری است نخست اشاره‌ای به ژئومورفولوژی زاگرس داشته باشیم.

سلسله جبال زاگرس، همانند دیگر ارتفاعات و رشته کوه‌های ایران تحت تأثیر آخرین فاز کوهزایی آلپی (پاسادین) چین‌خورده و بالا آمده است. در واقع این رشته کوه بر اثر حرکت و فرورانش (زیرراندگی) پلاتفرم عربستان به زیر ایران مرکزی و بالا آمدن رسوب‌های ژئوسنکلینال نئوتتیس پدید آمده است. ارتفاعات زاگرس که بزرگ‌ترین واحد ناهمواری (واحد مورفوتکتونیک) ایران را تشکیل می‌دهد، به دو قسمت زاگرس رورانده (زاگرس مرتفع) و زاگرس چین‌خورده تفکیک می‌شود. زاگرس مرتفع به صورت یک نوار چین‌خورده‌ی گسلیده (چین‌خوردگی تراستی) و به دنبال تصادم میان قطعات لیتوسفری ایران و عربستان ایجاد شده است؛ در حالی که زاگرس چین‌خورده (یا زاگرس خارچی) از نوع چین‌خوردگی‌های ساده و منظم در جنوب غرب ایران شکل گرفته و در برخی قسمت‌ها به زیر زاگرس رورانده نیز کشیده شده است (خسرو تهرانی و همکار، ۱۳۳۳: ۶۶).

به عبارت دقیق‌تر، زاگرس مجموعه‌ای از پستی و بلندی‌های منظم و ویژه‌ای است که در جنوب گسله‌های سراسری (راندگی زاگرس)، گسترش یافته و از نظر مورفولوژی، مشابه یکی از انواع مهم چین‌خوردگی‌های دنیا موسوم به "ناهمواری‌های ژورایی" می‌باشد. به این معنا که در زاگرس، کوه‌ها منطبق بر تاق‌دیس‌ها بوده و دره‌ها نیز در قالب ناودیس‌ها شکل گرفته و سیمای ظاهری و فیزیکی آن‌ها با نوسان

امواج چین‌خوردگی (تاقدیس-ناودیس های موازی و متوالی) مرتبط است. ارتفاع این چین‌های موازی در سرتاسر زاگرس، از شمال شرق به سوی جنوب و جنوب غرب کاهش می‌یابد و به صورت ناهمواری‌های پلکانی از کوه‌های مرتفع به کوه‌های کم ارتفاع و تپه‌های کناری ختم می‌شود. این شرایط، به ویژه به هنگام عبور از جاده‌ی شیراز-بوشهر، به خوبی مشهود و محسوس است (زمردیان، ۱۳۸۱، ج ۱: ۲۱۰).

علاوه بر این در زاگرس چین‌خورده، اشکال ژورایی نظیر دره‌های ناودیسی (طولی)، دره‌های عرضی تنگ و عمیق (از نوع کلوز^۱ یا گپ^۲)، دره‌های تاقدیسی مرتفع (کمب^۳)، ناودیس‌های هوایی (معلق)، دره‌های فرعی روی دامنه‌ها (به نام رو یا روز^۴) و غیره که انواع دره رودها و دشت‌های میان‌کوهی را در برگرفته‌اند، به چشم می‌خورد (فیشر، ۱۹۶۸).

گنبد‌های نمکی از دیگر عوارض ژئومورفولوژی ساختمانی منطقه‌اند، که در قالب تکنونیک نمکی و دیپایریسم، باعث تغییر شکل ساختمان اولیه‌ی چین‌های منطقه شده‌اند؛ زیرا بالا آمدن گنبد‌های نمکی در زاگرس فارس، بعد از پیدایش چین‌خوردگی‌ها انجام گرفته است (محمودی، ۱۳۵۶: ۵۸-۵۹).

در واقع ایران یکی از مهم‌ترین گنبد‌های نمکی جهان را در بر دارد. در این سرزمین، حدود ۲۰۰ گنبد نمکی وجود دارد که بخش عمده‌ی آن در جنوب کشور، حدود ۱۰۰ گنبد نمکی در گستره‌ی بندر عباس-شیراز و ۱۴ گنبد در گستره‌ی جنوب کازرون واقع است. به این ترتیب بیش‌ترین تمرکز گنبد‌های نمکی جنوب ایران در پیرامون بندرعباس-لار می‌باشد. وسیع‌ترین گستره‌ی گنبد‌های نمکی ایران در این بخش به چشم می‌خورد. تا آن‌جا که در مقیاس جهانی به عنوان "محل تیپ" نمودهای نمکی و نمونه‌ی شاخص تکنونیک نمکی به شمار می‌آید (زمردیان، ۱۳۸۱، ج ۱: ۱۹۰).

زاگرس از نظر فرایندهای بیرونی نیز همانند سایر نقاط ایران در طی کواترنر، به ویژه در دوره‌های بارانی، تحت تأثیر یک فاز فرسایشی شدید قرار گرفت و به دنبال تسلط فرایندهای جنب‌یخچالی در ارتفاعات و جریان‌های سطحی و جریان‌های عمقی آب، دچار تحولات مورفولوژیکی قابل توجهی

- 1- Clouse
- 2- Gap
- 3- Comb
- 4- Ruz

گردید؛ به گونه‌ای که با استقرار اعمال هوازدگی، حرکات دامنه‌ای و رواناب‌های قوی، نه تنها از ارتفاعات منطقه کاسته شد و دشت‌های تراکمی در ناودیس‌ها شکل گرفت، بلکه ناهمواری‌های معکوس، اشکال کارستی (آهکی و نمکی) و دریاچه‌ی فلوویال مهارلو و غیره نیز پدید آمده‌اند.

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در قالب همین ناهمواری‌های ژورایی، به ویژه دریک دره‌ی ناودیسی، شکل گرفته و از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی و مورفوتکتونیک و نیز شرایط مورفوکلیماتیک کاملاً هم‌داستان با سرنوشت زاگرس بوده است. در این حوضه سه واحد مورفوتکتونیک (ساختمانی) و مورفوکلیماتیک (اقليمی) به شرح زیر قابل تفکیک است:

۱. سطوح کوهستانی و ناهموار: این واحد عمدتاً پیرامون حوضه را فرا گرفته و به عنوان مرتفع‌ترین کوه‌های استان فارس، بالغ بر ۵۰ درصد (۲۲۱۴ کیلومتر مربع از ۴۲۷۰ کیلومتر مربع) وسعت حوضه را شامل می‌شود. سیمای مورفولوژیکی این واحد، تاقدیس‌های نامتقارن را نشان می‌دهد که دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی‌اند. کوه قلعه گریخته در جنوب کوه احمدی نیز نوعی ناودیس معلق (با محور شرقی - غربی) بوده، که یال‌های شمالی و جنوبی آن به صورت پرتگاه خودنمایی می‌کنند.

نکته‌ی دیگر آنکه وجود شکستگی‌ها، گسله‌ها، دره‌های متعدد و حالت شکنجی در ارتفاعات و تاقدیس سبزپوشان (واقع در جنوب، جنوب غرب حوضه‌ی مهارلو)، بیانگر عملکرد مشترک و تأثیر نیروهای تکتونیک و فرسایش شدید در این منطقه است.

از دیگر سطوح مرتفع و ناهموار حوضه، وجود دو گنبد نمکی در رأس و انتهای دو سوی گسل سروستان است، که خود بیانگر رابطه‌ی شکل‌گیری گنبد نمکی و گسل سروستان است. این گنبد‌های نمکی در ۵ کیلومتری شمال شرقی سروستان و ۱۵ کیلومتری شرق داریان قرار گرفته، از سازندهای تبخیری (گچ و نمک) سری هرمز تشکیل شده‌اند.

۲. سطوح پست و هموار: در این منطقه همانند سایر نقاط ایران در طی کوتاه‌تر، فاز فرسایشی شدید منجر به تولید مواد هوازده‌ی فراوان در برجستگی‌ها و تاقدیس‌ها گردیده و این مواد شدیداً هوازده به سوی چاله‌های ناودیسی مجاور منتقل شده و با انباشت این مواد در کف ناودیس حوضه‌ی مهارلو، دشت‌های فرسایشی - تراکمی نظیر دشت شیراز، دشت سروستان، دشت کوار و دشت قره باغ پدید آمده‌اند. همچنین دشت‌های فرسایشی - کاوشی (دشت سرها و گلاسی‌ها) در مناطق پایکوهی این حوضه شکل گرفته‌اند.

دشت شیراز، که در غرب دریاچه‌ی مهارلو قرار گرفته، به طور متوسط ۱۴۷۰ متر از سطح دریا فرازا دارد و دارای شیب ملایمی به سوی شرق و جنوب شرقی می‌باشد. دشت سروستان به شکل حوضه‌ی بسته‌ای در شرق دریاچه‌ی مهارلو واقع شده است. به نظر می‌رسد که گسل سروستان در فروافتادگی و شکل‌گیری این دشت و در نتیجه بسته شدن حوضه‌ی مهارلو و شکل‌گیری دریاچه تأثیرگذار بوده است. در گذشته دریاچه‌ی مهارلو تمام این دشت را پوشانده بوده و بعدها تبخیر شدید و نوسانات اقلیمی، موجب پسروی دریاچه و خروج دشت از آب گردید.

در این سطوح پست و هموار، برخی پدیده‌های هیدروژئومورفیک کوچک مقیاس‌تر و نسبتاً هموار وجود دارد. از جمله می‌توان به مخروط افکنه‌های پایکوهی، به ویژه در دشت سروستان، دشت‌های دامنه‌ای، پلایا و باتلاق‌ها (در حد فاصل دشت‌ها و دریاچه) و امثال آن اشاره کرد.

۳. واحد چاله دریاچه: دریاچه‌ی مهارلو با فرازای ۱۴۴۵ متر از سطح دریا در مرکز حوضه‌ی آبریز مهارلو واقع شده است. وسعت این دریاچه به صورت فصلی یا دوره‌ای متغیر و دارای نوسان است؛ به گونه‌ای که معمولاً ۵۴ درصد از کل مساحت آن به صورت دریاچه، ۲۴ درصد پوشش گلی و ۲۲ درصد به شکل پوشش نمکی (پلایا) خودنمایی می‌کند (پسران، ۱۳۷۹: ۶۷). عمق دریاچه به طور متوسط ۵۵ سانتی‌متر برآورد شده است.

به نظر می‌رسد که دریاچه‌ی مهارلو یک فرورفتگی تکتونیکی است، زیرا علاوه بر ساختار ناودیسی ژورایی، گسل امتداد لغز چپ گرد سروستان در حاشیه‌ی شمال شرقی دریاچه حضور دارد (نقشه‌ی زمین‌لرزه ساخت، بربریان، ۱۳۶۲). این گسل که دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی است در کواترنر فعال بوده و به نظر بربریان در شکل‌گیری دریاچه بی‌تأثیر نبوده است. شهرابی نیز معتقد است که از دیدگاه مورفوتکتونیکی این فرونشست به گونه‌ای بین دو رشته کوه تاقدیسی با روند NW-SE قرار گرفته، که می‌توان تشکیل آن را به حرکات گسل سروستان و شاخه‌های فرعی آن نسبت داد (شهرابی، ۱۳۷۳: ۲۵). در واقع حرکات این گسل، به ویژه از زمان پلیستوسن پسین به بعد، موجب تشکیل این فرونشست ناودیس گونه شده است. به باور کرینسلی (۱۹۷۰)، به دلیل نبود سواحل کهن یا پادگانه‌های بسیار بلند، احتمال وجود این دریاچه در دوره‌ی قبل از پلیستوسن ضعیف بوده است. همچنین بیشترین

هیدروژئومورفولوژی و یافته‌های تحقیق

با توجه به آنچه گفته شد، اسکلت ناهمواری‌ها و واحدهای سه‌گانه‌ی ژئومورفولوژیکی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، که عمدتاً تحت تأثیر دخالت عوامل اندوژن (درون‌زا) پدید آمده‌اند، در هیدروژئومورفولوژی ناحیه تأثیرگذار بوده و زمینه‌ی اصلی را برای فرایندهای هیدروژئومورفولوژیکی و پیدایش لندفرم‌های مربوط فراهم ساخته‌اند. از سوی دیگر عوامل اگزوژن، به ویژه عملکرد آب‌ها، نیز در قالب فرایندهای هیدروژئومورفیک بر روی این واحدها تأثیر گذاشته و موجب تحول آنها گردیده‌اند. این روابط متقابل و تعاملی همچنان تداوم دارد.

در حال حاضر ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژی این حوضه را می‌توان در قالب سه نوع فرایند عمل آب‌های جاری، آب‌های راکد سطحی و آب‌های نافذ مشاهده و تحلیل کرد. این فرایندها و پیامدهای ژئومورفیک آنها، متأثر از دخالت و مشارکت عوامل گوناگونی به شرح زیر می‌باشد:

۱. شرایط و زیرساخت‌های مورفوتکتونیک منطقه: عناصر مورفوتکتونیک مهم در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو عبارت‌اند از: ناهمواری‌های ژورایی (چین‌های تاقدیسی-ناودیسی)، گسل‌ها و درزه‌ها و گنبد‌های نمکی.

در حوضه‌ی مهارلو، هشت کوه تاقدیسی وجود دارد که عبارت‌اند از، کوه‌های ملوسجان، صوفیا، بمو، کفترک، احمدی، نظرآباد، قره، سبزپوشان، دراک. همچنین در این حوضه برخی ناودیس‌ها بر اثر فرسایش شدید تاقدیس‌های مجاور به صورت ناودیس معلق نمایان شده‌اند، که عبارت‌اند از، کوه قلات، چرامکان، سلطان آباد و قلعه گریخته. این چین‌های موازی تاقدیس-ناودیسی در الگوی زه‌کشی زاگرس و از جمله حوضه‌ی مورد مطالعه، نقش قاطعی داشته و در مقیاس کلان الگوی موازی را پدید آورده‌اند. کلوزها، گپ‌ها و دره‌های عرضی منطقه، که خود ناشی از شرایط پالئوهیدرومورفوتکتونیک^(۱) هستند، نیز الگوی زه‌کشی ترلیس (داربستی) را شکل داده‌اند. در این حوضه، علاوه بر ساختارهای عمیق خطی، گسل‌هایی با مقیاس متوسط (عمدتاً به صورت زون‌های گسلی) حضور دارند، که بخش عمده‌ی آنها در پای تاقدیس‌ها و به موازات آنها امتداد یافته و یا در مواردی آنها را به صورت عرضی قطع

کرده‌اند. مهم‌ترین این گسل‌ها عبارت‌اند از: گسل سروستان، گسل کوهنجان، گسل‌های بخش غربی دشت سروستان، گسل پایکوهی احمدی، گسل دشت قره باغ، گسل بخش جنوب شرقی کوه سبزپوشان، گسل‌های کفتک، گسل ابونصر، گسل حاشیه‌ای ناودیس چهارمکان، گسل موازی تاقدیس دراک و گسل حاشیه‌ای ناودیس قلات. این گسل‌ها در برخی موارد زه‌کش‌ها را به اسارت خود در آورده و در مواردی هم که عمود بر تاقدیس‌ها بوده، نظم الگوی زه‌کشی موازی را تحت الشعاع قرار داده و به صورت راست گوشه در آورده‌اند.

از دیگر پیامدهای هیدرومورفوتکتونیک این گسل‌ها، شکل‌گیری چاله‌ی گرابنی است، که شرایط ایجاد بستر دریاچه‌ی مهارلو را فراهم ساخته است. همچنین می‌توان به ایجاد چشمه‌های متعدّد در شمال دریاچه و چشمه‌ی گوگردی مهارلو در اثر عملکرد این گسل‌ها اشاره نمود. گسل‌های واقع در یال شمالی کوه سبزپوشان و کوه دراک و یال جنوبی کوه کفتک باعث ایجاد چشمه‌های متعدّدی شده‌اند.

علاوه بر گسل‌ها، درزه‌ها نیز در حوضه‌ی مهارلو گسترش دارند، که عموماً عمود بر لایه‌بندی سازندها قرار گرفته‌اند، اما بسته به شرایط و جنس سنگ‌ها ممکن است نسبت به لایه‌بندی جهت دیگری داشته باشند. درزه‌های اصلی معمولاً با روند ساختارهای اصلی منطقه هم‌خوانی دارند، ولی به وسیله‌ی دسته‌های دیگر درزه قطع می‌شوند. این درزه‌ها نیز نقش مهمی در میزان کارست شدگی سطحی (ایجاد لایه‌ها، کارن‌ها، ریلن‌ها و...) و نفوذ آب‌ها به زیر زمین دارند.

گسل‌ها و درزه‌ها، نه تنها در شبکه‌ی زه‌کشی کنونی و فرایندهای هیدروژئومورفیک عصر حاضر نقش پردازشی نموده‌اند، بلکه در ایجاد دره‌های عرضی (کلوز و گپ) و امثال آن هم نقش مهمی را ایفا نموده‌اند. فعالیت‌های تئوتکتونیک گسل‌های پایکوهی منطقه نیز در ایجاد مخروط افکنه‌ها و تقطیع آن‌ها دخالت چشمگیری داشته است.

گنبد‌های نمکی موجود در دشت سروستان از دیگر زیرساخت‌های مورفوتکتونیک حوضه‌ی آبریز مهارلو است، که هم در ایجاد فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک حوضه اثرگذار بوده و هم در کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی نقش داشته است. این گنبد‌ها از یک سو به دلیل مورفولوژی مخروطی و گنبدی خود موجب پیدایش الگوی زه‌کشی شعاعی متباعد شونده (واگرا) گردیده‌اند و از

سوی دیگر در ایجاد کارست‌های نمکی در محل، فعال بوده‌اند. علاوه بر این گنبد‌های مذکور نمک را در اختیار جریان‌های سطحی گذاشته و این جریان‌ها در مصب و آبریزگاه خود (منطقه‌ی پلایا و دریاچه) باعث شوری آب دریاچه و ایجاد اشکال و لندفرم‌های کویری نظیر کفه‌های نمک، پلیگون‌های نمکی، تیغه‌های نمک، سبکرا و غیره گردیده‌اند. به همین دلیل آب دریاچه‌ی مهارلو بسیار شور بوده و قابلیت هدایت الکتریکی آن در مواقع کم آبی، حتی به ۳۲۰ هزار میکرومhos بر سانتی متر مربع می‌رسد (درویش زاده، ۱۳۷۰: ۷۰).

تصویر ۱: کفه‌های نمکی همراه با چند ضلعی‌های نمکی در
تصویر ۲: گنبد نمکی سروستان و جریان شور حاصله
دریاچه به هنگام فصل خشک



۲. شرایط مورفوکلیماتیک حوضه‌ی مهارلو: در این ناحیه می‌توان پیامدهای هیدروژئومورفیک

ناشی از شرایط پالئومورفوکلیماتیک و نئومورفوکلیماتیک حاکم بر حوضه را به خوبی مشاهده نمود. حضور دره‌های عرضی (کلوز و گپ) و ناودیس‌های هوایی (مانند ناودیس هوایی کوه قلعه گریخته) و امثال آن، که از پدیده‌های هیدرومورفوتکتونیک به شمار می‌آیند، ناشی از عملکرد جریان‌های قوی پالئومورفوکلیماتیک (دوره‌های مرطوب و بارانی کواترنری) در حوضه‌ی آبریز مهارلو است. همان گونه که گفته شد این دره‌های عرضی، که عمود بر دره‌های ناودیسی شکل گرفته‌اند، الگوی زه‌کشی ترلیس (داربستی) را در منطقه نمایان ساخته‌اند.

از دیگر موارد مورفوکلیماتیک حوضه‌ی مهارلو لندفرم‌های کارستی، به ویژه کارست عمقی، است. فرایند انحلال در سازندهای کربناته، به خصوص سازند آهک آسماری و آهک‌های بنگستان حوضه، که

در دوره‌های مرطوب کواترنر و از طریق درزه‌های تکتونیک و غیر تکتونیک عمل نموده، منجر به پیدایش اشکال کارست سطحی و عمقی شده است. مورفولوژی کارست سطحی عموماً روی لایه‌های آهکی افقی یا مایل سطح تاقدیس‌ها به وجود آمده و توسعه یافته‌اند. برای نمونه می‌توان به لایه‌ها و کارن‌های کم عمقی اشاره نمود که در اثر انحلال شیمیایی درزه‌ها و شکاف‌ها ایجاد شده و در تمام کوه‌های آهکی منطقه گسترش یافته‌اند؛ علاوه بر این در برخی نقاط روی دامنه‌ی تاقدیس‌ها، دولین‌ها و بقایای غارهای کم عمق و عمیق نیز مشاهده می‌شود.

تصویر ۳: بخشی از ناودیس معلق قلعه گریخته تصویر ۴: نمایی از یک دولین در اطراف کوه سبزپوشان



آثار کارست عمقی هم به صورت غارهای بزرگ در نواحی باباکوهی، دروازه قرآن و کوشک بیدک، که در ارتفاع ۱۰۰ تا ۲۰۰ متری دامنه‌ی کوه قرار گرفته‌اند، مشهود است. در برخی نقاط بر اثر فروریختگی سقف غارها دره‌هایی ایجاد شده است. این دره‌ها در نقاط مختلف از جمله در منطقه‌ی تاقدیس احمدی، نظرآباد، سبز پوشان و کوه قره مشاهده می‌شود. این دره‌ها و دره‌های عرضی بالا، نوع دره‌های تنگ و ژرف با دیواره‌های پرشیب و قائم (U شکل) را در معرض نمایش گذاشته‌اند. علاوه بر این دو نوع دره، که در سازندهای سخت ایجاد شده‌اند، آثار فرسایش ورقه‌ای (سفره‌ای)، شپاری، کانالی، خندقی (گالی شدگی) و دره‌ای (V شکل) نیز در سازندهای نرم و سست حوضه‌ی مهارلو به چشم می‌خورد. این گروه عمدتاً حاصل عمل آب‌های جاری در هولوسن (عصر حاضر) می‌باشند.

به طور کلی سیستم آبراهه‌ها و دره‌های حوضه‌ی آبریز مهارلو، هم از نظر مورفولوژی و هم به لحاظ تراکم شبکه‌ای، بسیار متفاوت است. در رسوب‌های نرم و فرسایش‌پذیر مانند سازند پابده-گورپی، تراکم

شبکه‌ی آبراهه‌ها بیشتر است؛ در حالی که در سازندهای کربناته و سخت از تراکم کمتری برخوردارند. دلیل عمده‌ی تراکم پایین شبکه‌ی آبراهه در این سازندها، نخست سختی بالا و مقاومت زیاد آن‌ها در برابر فرسایش سطحی و دیگر اشکال و لندفرم‌های کارست سطحی از جمله لایه‌ها و کارن‌ها، پونورها، دولین‌ها و امثال آن‌ها است که موجب فروکش کردن جریان‌های سطحی و افزایش جریان‌های عمقی در برخی قسمت‌های حوضه می‌شود؛ در نتیجه، تراکم زه‌کشی این سطوح نسبت به بقیه موارد کاهش یافته است.

تصویر ۶: گنبد نمکی سروستان و چاله‌های دولینی کارستی که در بالای آن مشاهده می‌شوند



تصویر ۵: فرسایش خندقی یا گالی در مسیر سروستان به سمت شیراز



دریاچه‌ی مهارلو، نیز به عنوان یک پدیده‌ی هیدرومورفوتکتونیک، محصول عملکرد گسل‌ها و دوره‌های مرطوب و بارانی کوتاه‌تر بوده و در عمل جزو دریاچه‌های پلویال (بارانی) به شمار می‌آید. این دریاچه که در پست‌ترین بخش حوضه قرار دارد، اگر چه خود معلول شرایط هیدروژئومورفولوژیک منطقه است، ولیکن به علت نوسانات فصلی یا دوره‌ای سطح آب دریاچه، از یک سو تراس‌ها و پادگانه‌های دریایی (دریاچه‌ای) چند اشکوبه‌ای در حاشیه‌ی آن ایجاد شده است که آثار آن را می‌توان در شمال شرقی دریاچه‌ی مهارلو مشاهده نمود. با توجه به اینکه ارتفاع بلندترین تراس بیشتر از ۲/۵ متر از کف فعلی دریاچه نیست، می‌توان دریافت که این دریاچه هیچ‌گاه دارای عمق زیاد نبوده است. از سوی دیگر افت سطح دریاچه، در تشدید فرسایش و عمق بخشیدن بستر رودخانه‌ها و یا تقطیع دلتاهای پیرامونی مؤثر بوده است. هم‌چنین در مقیاس کلان، الگوی زه‌کشی حوضه را به صورت شعاعی متمایل به مرکز مبدل ساخته است.

این تحولات، نوع رسوب‌ها و روند رسوب‌گذاری دریاچه را تحت تأثیر قرار داده و علاوه بر کاهش عمق دریاچه، مورفولوژی رسوب‌های حاشیه‌ای را هم متحول ساخته است. در واقع رسوب‌های این دریاچه از سطح زمین تا عمق ۷۰ متری شامل رس، گچ، سیلت و نمک می‌باشد. این رسوب‌های گچی و نمکی در کف و اطراف دریاچه همراه با وجود سازند ساچون، که عمدتاً از گچ و مارن تشکیل شده، در مورفولوژی بستر دریاچه و پلایای پیرامونی آن تأثیر گذاشته و اشکال و لندفرم‌های ژئومورفیک مینیاتوری را در محل ایجاد کرده است. در عصر حاضر نیز آورد رسوب‌ها توسط جریان‌های سطحی (معمولی و یا طغیانی و سیلابی) به دریاچه، تحولاتی را به بار آورده است.

مصباح (۱۳۸۳) با استفاده از ردیابی کاربرد سزیوم ۱۳۷، میزان مواد ورودی به دریاچه را در چند دهه‌ی گذشته بررسی نموده و معتقد است در ۵۰ سال گذشته حدود ۵۰ سانتی متر به ته‌نشست‌های دریاچه افزوده شده است؛ اما از آنجا که ژرفای متوسط دریاچه ۵۵ سانتی متر برآورد شده است، سرعت رسوب‌گذاری تعیین شده برای رسوب‌های دریاچه شبهه‌آمیز بوده و متوسط نرخ رسوب‌گذاری در دریاچه‌ی مهارلو حدود ۰/۳ میلی متر در سال می‌باشد (لک، ۱۳۸۳: ۲۵).

تصویر ۷: دره‌های فرسایشی-انحلالی به شکل رو یا روز در آهک‌های نازک لایه‌ی ناقدیس قره که در روبروی دریاچه واقع شده است.



۳. شرایط فیزیوگرافیک حوضه: سایر عناصر طبیعی و محیطی، نظیر سازندهای زمین شناختی، ویژگی‌های اقلیمی وضعیت پوشش گیاهی و خصیصه‌های فیزیوگرافیک و مورفومتری حوضه‌ی دریاچه‌ی مهارلو نیز در فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیک ناحیه‌ی مورد مطالعه نقش‌پردازی می‌کنند.

به غیر از سازند ساچون (گچ و مارن تبخیری)، سازند پابده - گورپی و سازندهای آبرفتی کواترنر، که عمدتاً در سطوح پایکوهی و کف حوضه‌ی مهارلو گسترش دارند، بخش اعظم حوضه، (به ویژه ارتفاعات)، را سازندهای سخت نظیر آهک، دولومیت، ماسه سنگ و کنگلومرا در بر گرفته‌اند. در این سازندهای سخت، که عمدتاً صخره‌ای و پرشیب هستند، در مواردی چون ماسه سنگ‌ها و کنگلومراها جریان‌های سطحی تندابی و آبشاری حضور دارند و در مواردی مانند آهک‌ها، جریان‌های زیر سطحی و عمقی قائم، آبشارهای درون ریز (پنهان) و غیره شکل گرفته‌اند. در هر دو حالت به دلیل سختی و مقاومت نسبی سازندها در برابر فرسایش، میزان حفر و حمل مواد رسوبی و جریان‌های طغیانی و سیلابی اندک و ناچیز است و فقط حرکات ریزشی به چشم می‌خورد؛ در حالی که سازندهای سست مثل پابده - گورپی (شیل، مارستون) به دلیل ریزبافت بودن و سستی نسبی از نفوذپذیری کم و فرسایش پذیری زیاد برخوردارند و در نتیجه جریان‌های سطحی در این سطوح بیشترین اعمال حفر، حمل و رسوب‌گذاری را در سطح حوضه به خود اختصاص داده‌اند. همچنین حرکات دامنه‌ای از نوع لغزش در این مناطق بیشتر است.

تصویر ۸: حفره‌های انحلالی در منطقه‌ی مورد مطالعه و در پایین تصویر زخم یک لغزش مشاهده می‌شود



تصویر ۹: ریزش تخته سنگی با شدت زیاد در بالادست حوضه



بررسی‌ها نشان می‌دهند که سازندهای هرمز، رازک، پابده، گورپی و آجاجاری از نظر حساسیت در ردیف سازندهای بحرانی حوضه قرار دارند و در نتیجه فرسایش و آورد رسوب را در این قسمت‌ها افزایش داده‌اند. در حالی که حساسیت سازندهای گروه بنگستان، بختیاری و تارپور در ردیف سازندهای با حساسیت متوسط و سازندهای آسماری جهرم، واجد حساسیت کمی نسبت به فرسایش ارزیابی شده‌اند.

ابعاد و ویژگی‌های هندسی و مورفومتری لندفرم‌های حوضه‌ی مهارلو، نظیر ضریب گراولوس و ضریب شکل، شیب و اختلاف ارتفاع و غیره نیز در فرایندهای رودخانه‌ای و زه‌کش‌های حوضه نقش بسیار مهم و اساسی دارند.

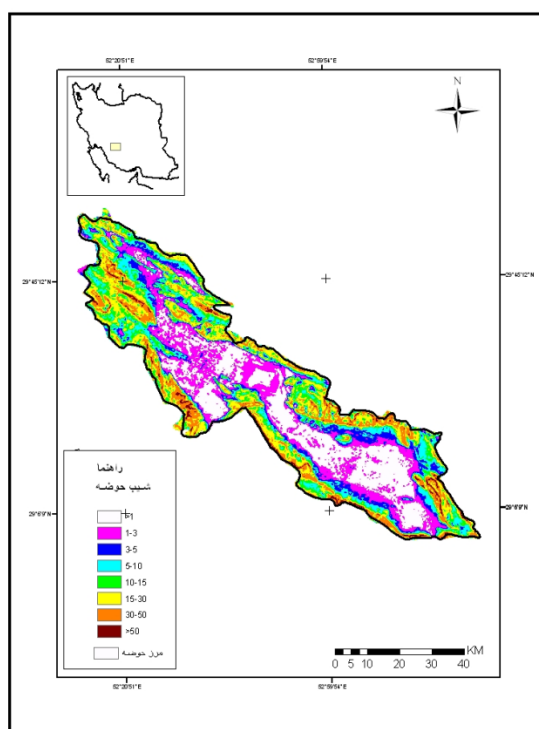
با توجه به جدول ضمیمه که مشخصات فیزیوگرافیک و مورفومتریک حوضه را نشان می‌دهد، می‌توان نتایج زیر را دریافت کرد:

جدول ۳: مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو

| شیب متوسط حوضه | تراکم رهکشی | نسبت انشعاب | طول آبراهه اصلی | عرض مستطیل معادل | طول مستطیل معادل | نسبت دایره‌ای | ضریب فشردگی با ضریب گراولوس | ضریب شکل هورتن | محیط (KM) | مساحت (KM ²) |
|----------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------------------|----------------|-----------|--------------------------|
| ۹,۳ | ۲۵ | ۵,۱۸۴ | ۸۵,۰۱۶ | ۲۱,۳۳ | ۱۸۵,۱۶ | ۲۹ | ۱,۸۲ | ۰,۵۴ | ۴۱۰۰۴۴ | ۳۹۴۹۵۸۶ |

برخی ضرایب نظیر ضریب گراولوس و ضریب شکل حوضه، بیانگر کشیدگی حوضه بوده و این ویژگی در کاهش سیلاب‌ها و فرسایش سطحی مؤثر واقع شده است. با وجود این حوضه‌ی مهارلو به دلایلی مانند بارش‌های رگباری و غیره هر از گاهی سیل‌هایی را نیز تجربه می‌کند.

نقشه ۳: شیب حوضه‌ی مهارلو



۳. شرایط آنتروپوژنیک، تکنوژنیک و کاربری اراضی حوضه: در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو حضور و استقرار سکونتگاه‌های شهری و روستایی نظیر شیراز، سروستان، کوار و... و احداث تأسیسات و سازه‌های مهندسی و عمرانی مانند ساخت انواع خطوط جاده‌ای، بناها و امثال آن، نفوذپذیری حوضه را کم نموده و بر حجم، دبی و سرعت رواناب سطحی افزوده و در نتیجه در کاهش زمان تمرکز و رخداد سیلاب و حفر و حمل رسوب تأثیرگذار بوده است. از طرفی اجرای طرح‌های تأمین آب مانند احداث سد خاکی کلستان، بند سنگی وملاتی چشمه انجیر، بند سنگی و ملاتی منطقه‌ی ده شیخ و... و عملیات

آبخیزداری، کنترل رواناب‌ها، سیلاب‌ها و فرسایش را به دنبال داشته است. البته فعالیت‌های کشاورزی هم، که عمدتاً در قسمت‌های بالادست حوضه متمرکز است، به نوعی در فرایندهای فرسایشی حوضه ایفای نقش می‌نمایند؛ به این صورت که در اراضی زراعی این نقاط، فرسایش شیاری با شدت متوسط تا زیاد به خوبی مشهود است. این فعالیت‌ها در رسوب‌زایی این نقاط تأثیر زیادی دارد.

تصویر ۱۰: بانکت بندی نظر آباد سروستان تصویر ۱۱: سد خاکی گلستان



در منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به کمبود زمین و وابستگی اقتصادی مردم به منابع محیطی، منابع محدود این ناحیه در معرض تخریب‌اند. به عنوان نمونه، توسعه‌ی گالی‌ها و عمیق‌تر شدن دره‌ها و تخریب باغ‌های حاشیه‌ی رودخانه‌ها و چرای بیش از حد دام‌ها در مراتع دامنه‌های شیب‌دارتر و تخریب جنگل‌های بلوط، باعث افزایش بار رسوبی و گل‌آلود شدن رودخانه‌ها و افزایش قدرت سیلاب شده است. کشاورزان با توجه به کم بازده بودن زمین‌ها به دلایلی مثل شیب زیاد زمین‌ها و مخاطرات طبیعی مثل سرمازدگی و خشکسالی مجبورند برای تأمین معاش، سطوح بیشتری را به زیر کشت ببرند و اجازه‌ی آیش به زمین‌های زراعی ندهند؛ به عبارتی برای تصرف زمین بیشتر به شیب‌های تندتر دست‌اندازی کرده و با توالی کشت روی زمین‌های موجود، باعث کاهش مواد آلی و فرسایش شیمیایی خاک شده‌اند.

برداشت شن و ماسه رودخانه‌ها برای استفاده از آن در مصالح ساختمانی، در مواردی باعث ریزش دیواره‌ها به داخل مجاری رودخانه‌ها (مثل رودخانه چنار راه‌دار) و نیز تغییر سمت و سوی خط پیشین‌ی سرعت آب رودخانه‌ها و افزایش بار رسوبی آن‌ها شده است.

رها کردن زباله در داخل رودخانه‌ها نیز با توجه به تجمع آن‌ها در فصل کم آبی و انباشته شدن، در فصل پرباران توسط سیلاب‌ها مورد هجوم و در مواردی باعث انحراف سیلاب می‌شوند.

اجرای طرح‌های نهال کاری در اراضی متعلق به منابع طبیعی در دامنه‌های شیب‌دار، که چندی پیش با حمایت جهاد کشاورزی صورت گرفت، به دلیل این‌که کشاورزان برای تقویت نهال‌ها اقدام به از بین بردن علف‌های هرز اطراف آن‌ها می‌کنند، در موارد زیادی باعث توسعه‌ی شیارها و گالی‌ها در دامنه‌ها شده و معمولاً خاک لخت را در معرض آب‌شویی قرار داده است.

موارد مزبور نمونه‌هایی از نقش انسان در پیدایش و یا تسریع اشکال جدید فرسایش آبی در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو است. بنابراین انسان غالباً با دخالت‌های نادرست خود، زمینه‌ی فرسایش و تخریب بیشتر منابع آب و خاک حوضه را فراهم نموده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، یکی از حوضه‌های مستقل ایران مرکزی است، که در استان فارس و در قلب رشته کوه زاگرس واقع شده است. این منطقه حوضه‌ی طولی با روند شمال غربی جنوب شرقی و منطبق بر یکی از ناودیس‌های چین‌خورده‌ی زاگرسی است. این حوضه، از سه واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان، دشت و چاله‌ی دریاچه تشکیل شده است. این سه واحد نه تنها در رفتار هیدرولوژیکی و فرایندهای هیدروژئومورفولوژیکی حوضه تأثیرگذارند، بلکه خود نیز متأثر از فرایندهای هیدروژئومورفیک بوده و هستند. علاوه بر این عوامل دیگری از جمله شرایط مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک، فیزیوگرافیک و ژئومتریکی، آنتروپوژنیک و تکنوژنیک در فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک حوضه نقش قاطعی داشته‌اند. این عوامل در فرایندهای رودخانه‌ای، کارستیفیکاسیون و دریاچه‌ای به گونه‌ای تأثیرگذار بوده‌اند، که اشکال و لندفرم‌های گوناگون و ویژه‌ای را خلق کرده‌اند.

شرایط اقلیمی و ناهمواری‌های ژورایی، چین‌های تاقدیسی و ناودیسی، گسل‌ها و درزه‌ها و گنبد‌های نمکی، هم در الگوهای زه‌کشی حوضه، هم در شکل دره‌ها (طولی، عرضی، U شکل، V شکل و...) و لندفرم‌های فرسایشی - کاوشی و فرسایشی - تراکمی (ناودیس‌های معلق، مخروط افکنه‌ها، پلیگون‌های نمکی و کفه‌های نمکی و...) نقش مهمی را به عهده داشته‌اند. از طرفی شرایط پالئوکلیماتیک و نئوکلیماتیک در سازندهای کربناته، جریان‌های زیرسطحی و زیرزمینی و فرایند کارستی شدن حوضه‌ی مهارلو را تضمین نموده‌اند. بر اثر فرو ریختن سقف غارها این فرایند هر چند در موارد استثنایی، دره‌های کانیونی در

منطقه را شکل داده است، ولیکن به دلیل ایجاد اشکال کارست سطحی و عمقی، نفوذ آب‌ها و جریان‌های عمقی را تقویت و تراکم زه‌کشی در سطح حوضه را تضعیف کرده است. نتیجه‌ی نهایی آنکه، تراکم زه‌کشی و فرسایش و رسوب در سطح حوضه چندان زیاد نبوده و بخشی از فرایندهای هیدروژئومورفیک حوضه به نواحی پیرامونی و حاشیه دریاچه و قسمتی نیز به کارست شدگی مربوط می‌گردد.

فرایندهای ذکر شده و لندفرم‌های زایشی آن‌ها یک سری پتانسیل‌ها، تنگناها و خطرات بالقوه در حوضه‌ی مهارلو ایجاد کرده است. از جمله، رخداد سیل‌ها و ریزش‌های تخته سنگی مکرر در دره‌های کوهستانی را ایجاد کرده است. از طرفی فرایندهای رودخانه‌ای و رسوب‌های حاصل از آن‌ها نیز دشت‌های حاصل خیز در حوضه را ایجاد کرده‌اند. املاح گوناگون، به ویژه کلورورها، سولفات‌ها، کربنات‌ها و نیترات‌های موجود در اطراف و حاشیه‌ی دریاچه‌ی مهارلو، نیز می‌تواند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد. نکته‌ی دیگر آنکه سطوح کوهستانی حوضه و دریاچه‌ی مهارلو، به لحاظ اکوتوریسم و ژئومورفوتوریسم جاذبه‌های خاص و گوناگونی را ایجاد کرده‌اند. از این جهت به مسئولان دولتی توصیه می‌شود در برنامه‌ریزی‌های خود روی این تنگناها و پتانسیل‌ها توجه خاصی مبذول نمایند.

یادداشت‌ها

۱- پالئو هیدرومورفوتکتونیک عبارت است از اعمال مشترک عوامل تکتونیکی و هیدرومورفیک در شکل‌زائی لندفرم‌های دیرینه، مانند کلوزها و دره‌های عرضی که محصول عمل مشترک آب‌های جاری (انتسدانت = پیشینه رود) و بالا آمدگی فرود محوری تاقدیس‌ها است.

کتابنامه

۱. احمدی، حسن. (۱۳۸۱). ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲. بهبهانی، سید محمود رضا. (۱۳۸۰). هیدروژئولوژی آب‌های سطحی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۳. ثروتی، محمدرضا. حسن لشکری و اسدالله مؤمنی. (۱۳۸۷). هیدروژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز رودخانه لیله جوانرود.
۴. خاکپور، معصومه. (۱۳۸۹). «مطالعه‌ی هیدروژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو و نقش آن در برنامه‌ریزی محیطی». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.

۵. خسروتهرانی، خسرو. علی درویش زاده. (۱۳۳۳). *زمین شناسی ایران*. انتشارات وزارت آموزش و پرورش. (مراکز تربیت معلم).
۶. درویش زاده، علی. (۱۳۷۰). *زمین شناسی ایران*. چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.
۷. دور نکامپ و همکاران. (۱۳۷۰). *تحلیل‌های کمی در ژئومورفولوژی*. ترجمه جمشید فریفته. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۸. زمردیان، محمدجعفر. (۱۳۸۳). *ژئومورفولوژی ایران*. جلد اول و دوم. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. سازمان برنامه و بودجه. (۱۳۷۱). *اوضاع اقتصادی و اجتماعی استان فارس، توسعه منابع آب، حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو*. ویرایش اول. مرکز انفورماتیک و مطالعات توسعه جنوب. دفتر برنامه ریزی.
۱۰. سبویکی، عبدالرضا. (۱۳۷۵). «*هیدروژئولوژی گنبد نمکی سرستان*». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. بخش زمین شناسی.
۱۱. شهرابی، مصطفی. (۱۳۷۳). *دریاها و دریاچه‌های ایران*. سازمان زمین شناسی کشور.
۱۲. فرهودی، قدرت‌الله. (۱۳۶۴). «*مطالعه ژئومورفولوژی دریاچه‌ی مهارلو*». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. بخش زمین شناسی.
۱۳. کرینسلی، دانیل. (۱۳۸۱). *کویه‌های ایران*. ترجمه دکتر عباس پاشائی. انتشارات سازمان جغرافیایی.
۱۴. لک، راضیه. (۱۳۸۳). *بررسی رسوبات دریاچه‌ی مهارلو*. گزارش سازمان زمین شناسی استان فارس.
۱۵. محمودی، فرج‌الله. (۱۳۵۶). *جغرافیای ایران*. (بخش نخست، جغرافیای طبیعی). انتشارات وزارت آموزش و پرورش.
۱۶. مرکز ملی پژوهش‌ها و مطالعات کارست. (۱۳۷۴). «*هیدروژئولوژی حوضه‌ی مهارلو*». گزارش نهایی مطالعات جامع حوضه‌ی کارست مهارلو.
۱۷. مصباح، سیدحمید. (۱۳۸۴). «*برآورد میزان رسوب‌گذاری سالانه‌ی دریاچه‌ی مهارلو*». سومین همایش فرسایش و رسوب. مرکز تحقیقات و حفاظت خاک آبخیزداری.
۱۸. ولایتی، سعدالله. (۱۳۷۶). *جغرافیای آب‌ها*. مشهد: انتشارات خراسان.
19. Dumas D., M. Mieton & J. Humbert. (2003). "Hydroclimatic balance of the Maharlu Lake depression". (Iran). *Science et changements planetaires/ secheresse*. 14. (4). pp 219-26
20. Fisher W.B. (1968). *The Cambridge History of Iran*. Volume 1. the land of Iran – Cambridge at the university press.
21. www.google earth.com