

## دریاچه چشمه سبز گل‌مکان (ژنز و تحولات مورفوتکتونیک - مورفوکلیماتیک)

### چکیده

دریاچه طبیعی "چشمه سبز" در دامنه شمالی رشته کوه بینالود (شمال خراسان) واقع و مشرف بر حوضه آبریز رودخانه گل‌مکان می‌باشد. این دریاچه کوهستانی که در ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا واقع شده، یکی از نقاط جذاب و دیدنی است که در مورد منشأ و ژنز آن اظهار نظر چندانی صورت نگرفته و ابهاماتی چند وجود دارد. حوضچه این دریاچه از سنگهای متابولیتی با دگرگونی ضعیف معروف به اسلیت و فلیت (در سازندهای ژوراسیک) تشکیل شده است. در مورد نحوه تکوین و تکامل آن می‌توان حداقل دو پیش فرض را در نظر گرفت، نخست آن که مورفولوژی و شکل تقریباً مدور دریاچه و نواحی پیرامونی آن، می‌تواند بیانگر این باشد که دریاچه مذکور احتمالاً حاصل میرانه‌های اقلیمی و مورفوکلیماتیک عصر یخچالی کواترنر بوده و در نتیجه به عنوان یک "دریاچه سیرکی" هویت می‌یابد. دوم این که چون بینالود توسط زمین‌ساختهای پوسته‌ای نازک، شکل گرفته و در واقع به صورت یک نوار چین خورده و گسلیه از نوع گسلهای تراستی است؛ بنابراین تجمع آب در امتداد دره‌های سوسکاتی مقابل جبهه رورانده طی دوره‌های مرطوبتر کواترنر، موجب پیدایش دریاچه چشمه سبز شده است. وجود یک گسل با روند شمال غربی - جنوب شرقی (که محور دریاچه را تشکیل می‌دهد)، می‌تواند فرضیه دوم را قوت بخشد.

**واژه‌های کلیدی:** ژنز/زایش و پیدایش، مورفوتکتونیک و مورفوکلیماتیک.

### درآمد:

نیروهای درونی و حرکات زمین‌ساختی اخیر، فرورفتگیها و گودیهایی بسیاری را در حاشیه و داخل فلات ایران پدید آورده‌اند، که برخی از آنها بر اثر تجمع آب به صورت دریاچه درآمده‌اند. دریاچه‌های داخلی فلات، عمدتاً در طی کواترنر، یا بر اثر تجمع آب در پست‌ترین نقاط چاله‌ها و فرورفتگیها (مثل حوض سلطان) شکل گرفته‌اند و یا این که به دنبال انباشت آب در شکستگیها و گسلهای تکتونیک پدید آمده‌اند (مانند دریاچه ارومیه)، و در مواردی هم در داخل دهانه‌های کراتری (نظیر دریاچه سبلان) ظاهر شده‌اند.

گروهی از این دریاچه‌ها در داخل پولیه‌ها (نمونه دشت ارژن) به صورت دریاچه پونوری تولد یافته، و برخی از آنها نیز بر اثر انسداد مسیر رودخانه‌ها توسط گدازه، زمین لغزه‌های چرخشی و غیره به شکل دریاچه‌های سدی یا انسدادی خلق شده‌اند (مثل دریاچه ولشت یا سما). به طور کلی اکثر دریاچه‌های واقع در چاله‌های بسته ایران از نوع دریاچه‌های پلو ویال هستند که در دوره‌های سرد یا بارانی کواترنر شکل گرفته، و هم‌اکنون برخی از آنها به کلی خشک شده، بعضی به صورت فصلی، و گروهی هم به شکل دریاچه‌های دائمی در آمده‌اند (جداری عیوضی، ۱۳۷۴: ۷۸).

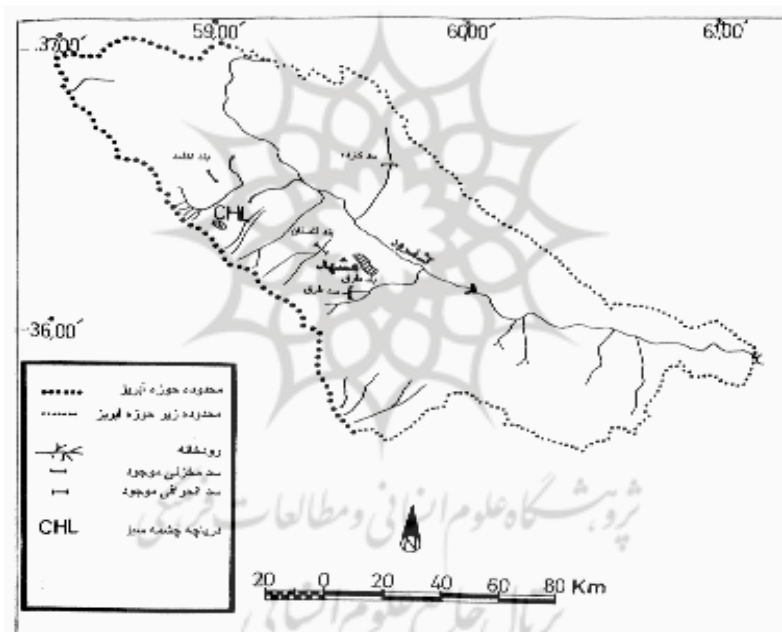
در ابتدا، امتداد و یا انتهای برخی رودخانه‌های ایران نیز نقاط پست و فروافتاده‌ای به صورت چاله یا گودال وجود دارد، که به هنگام آب گرفتگی بر حسب مقدار دبی رودخانه در تمام یا بخشی از سال به صورت حوضچه، برکه و یا دریاچه‌ای کوچک خودنمایی می‌کنند. یکی از نمونه‌های بسیار جالب و تقریباً منحصر به فرد "دریاچه چشمه سبز" است که در حوضچه آبگیر و سرچشمه رودخانه گلمکان (در دامنه شمالی رشته کوه بینالود و غرب مشهد) واقع شده است (زمردیان، ۱۳۸۱، ج ۲: ۱۲۹ و ۱۳۰). در مورد ژنز و پیدایش این دریاچه می‌توان دو فرضیه را مطرح نمود. نخست آن که دریاچه چشمه سبز با توجه به مورفولوژی ظاهری اش یک دریاچه سیرکی و حاصل میراث‌های اقلیمی و مورفوکلیماتیک یخبندانهای کواترنر است. دوم این که شکل و ساختمان ناهمواریهای حاصل از چین‌های تراستی بینالود مسؤول پیدایش آن می‌باشد. روش تحقیق برای رد یا اثبات این فرضیه‌ها متکی بر نشانه‌های فرسایشی و رسوبی در سطح زمین و توالی حوادث تاریخی زمین در ناحیه مورد مطالعه بوده، که خود مبتنی بر مشاهدات میدانی و بررسی اسناد (سنجش از دور، کتابخانه‌ای و...) است. علاوه بر روشهای تاریخی از روشهای تجربی هم استفاده شده است.

#### ۱. موقعیت دریاچه

در شمال شرق ایران و در دامنه شمالی رشته کوه بینالود، دریاچه‌ای طبیعی به نام "چشمه سبز" شکل گرفته است. این دریاچه کوهستانی که یکی از پدیده‌های بسیار جالب و تقریباً منحصر به فرد در ناحیه می‌باشد، در یک حوضچه آبگیر تقریباً مستقل و مشخص واقع شده است که در واقع مشرف بر حوضه آبریز رودخانه گلمکان بوده و سرچشمه آن را تشکیل می‌دهد.

دریاچه چشمه سبز، در عرض جغرافیایی  $20^{\circ}$  و  $36^{\circ}$  شمالی و طول جغرافیایی  $3^{\circ}$  و  $59^{\circ}$  شرقی واقع شده و فرازای آن نسبت به سطح دریا حدوداً ۲۵۰۰ متر است. این دریاچه از شمال به بند خاکی چشمه سبز و رودخانه گلکمان، از غرب به حوضه آبریز رودخانه‌های دو نخ و پایه، از شرق به حوضه‌های آبریز رودخانه‌های اسجیل و دولت آباد و از جنوب نیز به خطالرأس اصلی بینالود (و ماوراء آن حوضه آبریز خرمند) محدود شده است. مسافت این دریاچه تا روستای گلکمان (در شمال) ۱۸ کیلومتر و تا شهر مشهد ۷۸ کیلومتر می باشد. در حالی که در امتداد مستقیم (فاصله هوایی) در ۵۰ کیلومتری غرب مشهد واقع شده است. شایان ذکر است که بلندترین قله بینالود<sup>(۱)</sup> (کوه زرد با ارتفاع ۳۲۴۵ متر) نیز در جنوب و تقریباً مشرف بر این ناحیه قرار گرفته است. (شکل شماره ۱)

شکل ۱- محل و موقعیت ناحیه مورد مطالعه



## ۲. ویژگی‌های زمین‌شناختی

با توجه به نقشه زمین‌شناسی ناحیه، می‌توان گفت که حوضچه آبریز چشمه سبز به‌طور کامل از سنگهای متاپولیتی با دگرگونی ضعیف معروف به اسلیت و فیلیت (همراه با ماسه سنگ کوارتزی) تشکیل شده است. در این سازند، که از فریمان تا غرب نیشابور گسترش یافته، درجه دگرگونی از شرق به غرب و شمال غرب به تدریج

کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که در ناحیه غربی نوار فوق‌الذکر، اسلیت‌ها و فیلیت‌ها عملاً به شیل، ماسه سنگ کوارتزیتی، و ماسه سنگ مبدل می‌شوند. شایان ذکر است که سنگهای دگرگونی فوق‌الذکر در بین لایه‌های ماسه‌سنگی و اسلیتی خود غالباً دارای عدسیه‌های آهکی بوده‌اند که بر اثر متامورفیسم به هومر تبدیل شده‌اند. به‌طور کلی سنگهای متشکله حوضچه آبخیز چشمه‌سبز از نظر سن و کروئولوژی عمدتاً مربوط به دوران دوم بوده و سازندهای مورد اشاره به ژوراسیک نسبت داده شده‌اند. (نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰)

### ۳. خصیصه‌های اقلیمی

دو عامل عمده در شرایط جوئی و ویژگیهای آب و هوایی ناحیه چشمه‌سبز، تأثیرگذاراند. یکی ارتفاع نسبتاً زیاد آن و مجاورت با بلندترین قله بینالود، و دیگری قرارگیری آن در جبهه شمالی رشته کوه مذکور و متأثر بودن از توده‌های سرد شمالی (قطبی و سیریایی). بدیهی است که این دو عامل در کاهش دما، افزایش ضریب برف و یخبندان، ازدیاد بارندگی و غیره نقش به‌سزایی را ایفا می‌نمایند. به گونه‌ای که نزولات جوئی قابل توجه به ویژه به صورت برف، موجب ماندگاری طولانی برف (گاه تا تابستان) می‌شود. براساس بررسیهای انجام شده توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، معادله گرادیان حرارتی در منطقه مشهد - چناران به صورت زیر به دست آمده است.

$$T = 18/88 - 0/0054 H$$

$$T = \text{متوسط دمای سالیانه } ^\circ\text{C}$$

$$H = \text{ارتفاع m}$$

با توجه به فرمول بالا و ارتفاع متوسط حوضچه چشمه‌سبز (حدود ۲۷۰۰ متر)، دمای متوسط سالیانه در این ناحیه  $4/3^\circ$  + درجه سانتی‌گراد برآورد می‌شود.

بررسیهای مذکور، گرادیان بارندگی منطقه مشهد - چناران را نیز با عبارت زیر به دست داده است. بر اساس این معادله و با توجه به ارتفاع متوسط حوضچه چشمه‌سبز، بارندگی متوسط سالیانه آن معادل ۴۵۴

$$P = 62/5 + 0/145 H$$

میلی‌متر پیش‌بینی می‌شود.



					وزنی				
۰/۳۴	۱/۲۳	٪۵۱/۴	بیش از ٪۳۰	٪۱۳	۲۶۹۸۳۱ m	۲۲۹۰ m	۳۱۸۰ m	۱۳/۵۲ km <sup>۲</sup>	ضرایب و مقادیر

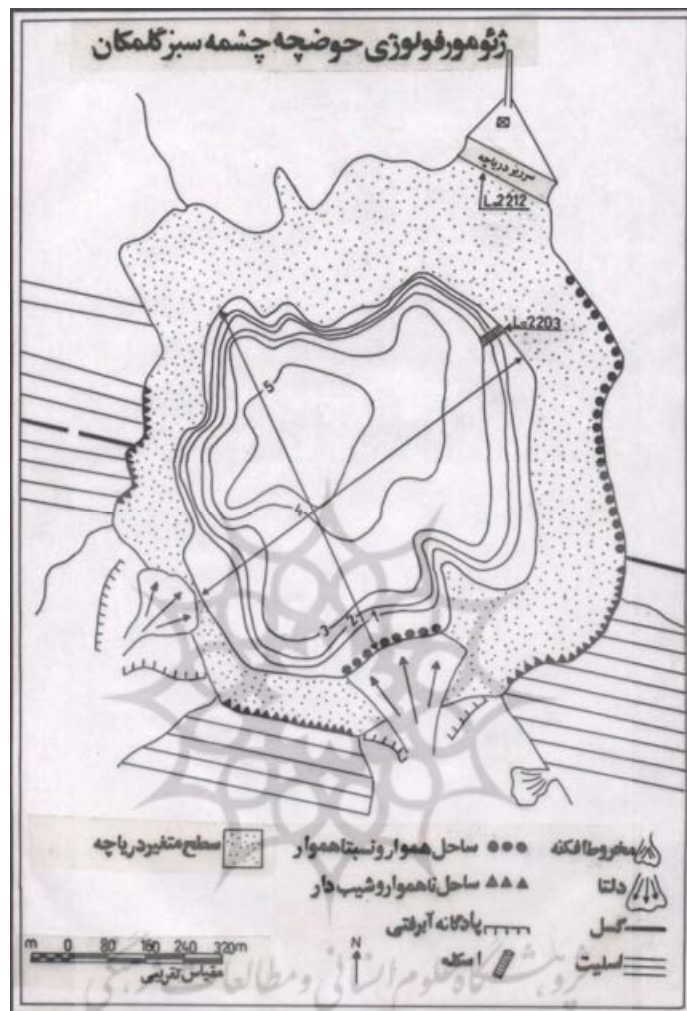
مأخذ: منبع شماره ۹

#### ۵. ژئومورفولوژی و چگونگی تکوین دریاچه

به منظور آنالیز و تفسیر اشکال و فرایندهای ژئومورفیک ناحیه چشمه سبز، نخست چگونگی پیدایش و نحوه تکوین دریاچه، و سپس تحولات ژئومورفیک آن مورد بحث قرار می‌گیرد.

#### ۵-۱. فرضیه‌های مربوط به پیدایش دریاچه:

در ارتباط با ژنز و منشأ تشکیل دریاچه چشمه سبز گلمکان هنوز اظهار نظر صریح و آشکاری صورت نگرفته است و لیکن شاید بتوان دو فرضیه را مطرح و نتایج حاصله را با یکدیگر مقایسه نمود. الف) چشمه سبز، نمود یک دریاچه سیرکی - مورفولوژی تقریباً مدور و کاسه مانند حوضچه چشمه سبز و حضور آن در ارتفاع زیاد و نزدیک به قله رفیع بینالود، و نیز برفگیری قابل توجه این ناحیه، از جمله شواهدی است که می‌تواند فرض مربوط به یک دریاچه سیرکی را در ذهن متصور سازند. با این وجود، شواهد پالئوژئومورفیک و پالئوکلیماتیک در این حوضچه، این فرض را مورد تردید قرار داده و گواهی بر تأیید آن نمی‌باشد، چرا که در طول دوره‌های یخبندان کواترنر، اگرچه رشته کوه بینالود و ناحیه مورد مطالعه تحت تأثیر پرفشار قطبی با اقلیمی سرد قرار داشت، اما این مناطق نسبتاً کم آب بوده‌اند. در این نواحی هرچند بارشهای جوئی عمدتاً به صورت برف و سرما کاملاً مسلط بوده است، و لیکن کمبود نسبی رطوبت و بارندگی، مانع گسترش وسیع یخچالهای کوهستانی در نواحی مرتفع شمال شرقی ایران می‌شده است (محمودی، ۱۳۶۷: ۳۶).



در طول دوره‌های سرد یخچالی، مرز برفهای دائمی در البرز و خراسان بین ۳۴۰۰ متر (بوبک)<sup>۱</sup> تا ۳۶۰۰ متر (درش)<sup>۲</sup> واقع بوده و در نتیجه فقط سرزمینهای مرتفعتر از این برفمزر، تحت سلطه یخچالها و فرسایش یخچالی قرار داشته است. حدفاصل این مرز و ارتفاع ۱۸۰۰ متری نیز در قلمرو فرسایش جنب یخچالی و سولیفلوکسیون

۱. bobek

۲. Dresch

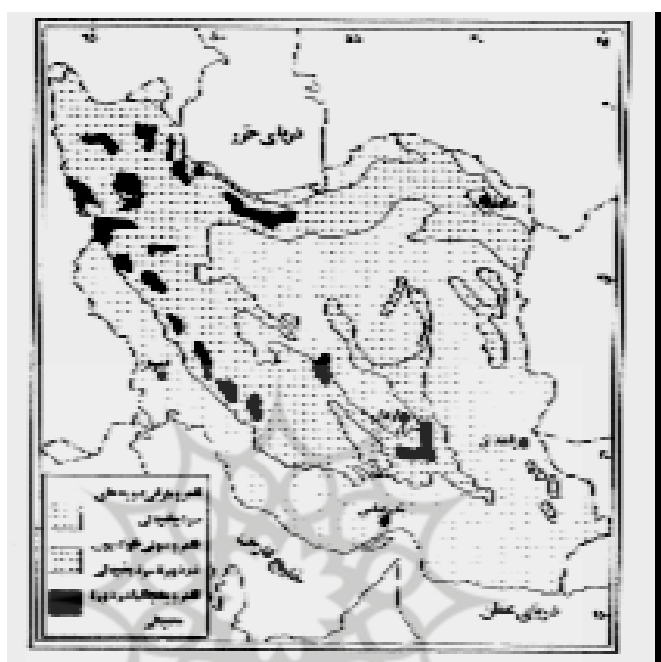
بوده است (محمودی، ۱۳۶۷: ۱۲). حال با توجه به این که فرازای بلندترین نقطه رشته کوه بینالود ۳۲۴۹ متر است و قبل از فاز فرسایشی کواترنر هم احتمالاً به ۳۴۰۰ متر نمی‌رسیده است، امکان قبول فرضیه بالا دشوار خواهد بود. علاوه بر این مشاهدات میدانی نگارنده نیز بیانگر وجود اثر یا آثار مربوط به یخچال یا فرسایش یخچالی نیست. شکل شماره ۲ نیز حاکی از آن است که رشته کوه بینالود در طول دوره‌های سرد و یخچالی عمدتاً تحت سلطه اعمال و پدیده‌های سولیفلوکسیون قرار داشته است.

ب) تحقق فرضیه تکامل تکتونیکی - ناحیه چشمه‌سبز که در دامنه شمالی رشته کوه بینالود واقع شده، از نظر ساخت‌زایی جزئی از این ارتفاعات بوده و متعلق به سیستم چین‌خورده آلبی است. از دید ژئوتکتونیکی، بینالود در لبه شمال شرقی قطعه لیتوسفری ایران واقع شده و توسط زمین‌ساختهای پوسته‌ای نازک<sup>۱</sup> متأثر گردیده است. این بدان معنی است که سلسله جبال بینالود یک نوار چین‌خورده و گسلیده از نوع نازک پوسته‌ای است که به دنبال تصادم میان قطعات لیتوسفری ایران و توران (در حاشیه شمال شرقی) تشکیل شده است. در این تصادم قطعه لیتوسفری ایران به زیر قطعه لیتوسفری توران فرورانش داشته و قطعات رورانده نیز بینالود را شکل داده‌اند (علوی، ۱۹۹۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲- مناطق عمده مورفو کلیماتیک ایران در پلیستوسن (اقتباس از: محمود ۱۳۶۷)



به این ترتیب می توان گفت رشته کوه بینالود عمدتاً از واحدهای ساختمانی تراستی و چین خورده تشکیل شده و تکتونیکهای این ناحیه عمدتاً توسط گسلهای تراستی (رانده گیها) رخ داده اند. گسلهای مذکور، سازند شمشک دگرگون شده را روی واحد مشابه خود رانده اند. وجود اسلیت و نازک لایه بودن این مجموعه باعث افزایش شکل پذیری و در نتیجه چین خوردگی آن شده است. البته رانده گی و چین خوردگی نسبتاً شدید فوق الذکر یک عامل تکتونیک بسیار مهم در افزایش بیش از حد ضخامت سازند شمشک و دگرگونی آن بوده است.<sup>(۶)</sup> این گسلها عمدتاً در ژوراسیک زیرین فعال بوده و جابجایی های عمده آنها و نیز چین خوردگی این مجموعه مربوط به همان زمان است. با این وجود برخی از آنها در فعالیتهای تکتونیک بعد از ائوسن مجدداً جوان شده و موجب شکستگی در پوشش ژوراسیک منطقه و حتی جابجایی های کوچکی در آنها شده اند.<sup>(۷)</sup>

۶. Thrust Fault

گفتنی است که گسل خوردگی تراستی به‌طور پیاپی و به سبک «پشت خوکی»<sup>۱</sup> از سوی هیتزلند<sup>۲</sup> (NE) به طرف فورلند (SW)<sup>۳</sup> انتشار یافته است. (همان منبع)

با توجه به آنچه که بیان گردید، در بینالود چندین واحد ساختمانی دارای پوشش مشترک، به صورت صفحات رورانده منفرد<sup>۴</sup> و یا به صورت دوپلکس<sup>۵</sup> شناخته شده است، که ضخامت هر واحد ساختمانی از ۲۰۰۰ متر تجاوز نموده و واحد زیرین را در بر نمی‌گیرد. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که از نظر ژئومورفیک یک ساختمان شبه کواستایی در این رشته کوه به چشم می‌خورد که شیب ملایم لایه‌های رانده شده به سمت دشت مشهد (NE) و شیب تند یا گیلویی آنها به سوی دشت نیشابور (SW) قرار دارد. حد فاصل دو ورقه یا لایه‌های متوالی رانده شده نیز توسط یک گسل تراستی با روند شمال غرب- جنوب شرق (NW - SE) مشخص می‌شود. این گسلها که عمدتاً دارای روندی عمود بر جهت راندگی هستند، به موازات جبهه یا پیشانی لایه‌های رانده شده زمین ساختی بوده و لذا در امتداد آنها جریانهای آبی به صورت سوبسکانت (اورتوکلینال)<sup>۶</sup> شکل گرفته‌اند. در حالی که جریانهای اصلی دامنه شمالی بینالود در امتداد شیب طبقات رانده شده و به شکل کانسکانت (کاتاکلینال)<sup>۷</sup>، و شریانهای عمود بر کورنیش‌ها (جریانهای سرازیر شده به دشت نیشابور) نیز به حالت اُبسکانت (آناکلینال)<sup>۸</sup> ظاهر شده‌اند.

به نظر می‌رسد که دریاچه چشمه‌سبز در فرورفتگی یکی از این گسلهای تراستی و در مقابل جبهه لایه رانده شده در محل مذکور، شکل گرفته است. براساس بررسیهای به‌عمل آمده یک گسل با روند شمال غربی- جنوب شرقی، محور دریاچه چشمه‌سبز را تشکیل می‌دهد. این گسل احتمالاً از نوع گسلهای تراستی مذکور و یا یکی از گسلهای موازی با آنها بوده و می‌تواند فرض بالا را تقویت کند. همچنین بخش عمیقتر و شیب‌تندتر سواحل دریاچه در شمال محور گسلی دریاچه قرار دارد که می‌تواند بیانگر تداوم شیب پیشانی یا جبهه رانده

۱. Piggyback

۲. Hinterland

۳. Foreland

۴. "single thrust sheet"

۵. duplex

۶. Subseque

۷. Consequent (Caticlinal)

۸. Obsequent (Anaclinal)

شده باشد (شکل شماره ۳). این ویژگی گویای آن است که بستر دریاچه چشمه سبز و مورفولوژی آن اساساً از ساختمان ناهمواری تراستها پیروی نموده، و البته شرایط توپوگرافیک محلی (برجستگیها و چین‌های فرعی و یا توده‌های فرسایشی تراکمی) نیز در مورفولوژی پیرامونی دریاچه تأثیر گذاشته است.

### شکل ۳- مدل فرضی تشکیل دریاچه گلکمان در ارتباط با چین‌های تراستی



به طور کلی می‌توان این گونه متصور شد که در دوره‌های بارانی و مرطوبتر کواترنر مقدار بده آب جریانها و رواناب سطحی و نیز فعالیت چشمه‌های منطقه قابل توجه بوده است. در نتیجه جریانهای سویسکانتی و کانسکانتی این محل به فرورفتگی موجود در پای کورنیش لایه‌های اسلیتی هدایت شده و با انباشت آب در آنجا دریاچه چشمه سبز را به وجود آورده‌اند. مازاد آب این دریاچه نیز از ترکهای موجود در ستیغ کورنیش سرریز شده و به صورت یک جریان کانسکانتی رودخانه گلکمان را شکل داده است. در هولوسن که سطح آب دریاچه پایین افتاد<sup>(۷)</sup>، دیگر عمل تخلیه دریاچه و تغذیه رودخانه گلکمان امکانپذیر نبوده و لذا این مهم امروزه توسط تأسیسات آبی و شیر فلکه کنترل آب که در نقطه خروجی دریاچه تعبیه گردیده، انجام می‌گیرد.

## ۲-۵. فرایندهای تخریب و فرسایش

ناحیه چشمه سبز در طی کواترنر تحت تأثیر فاز فرسایشی شدید قرار گرفت و فرایندهای بیرونی تغییر و تحول زیادی را در آنجا به دنبال داشت. بدیهی است که در این منطقه حضور و دخالت یک سری عوامل محلی، زمینه را برای دینامیسم بیرونی فراهم آورده که مهمترین آنها عبارت‌اند از:

- جنس و ساختمان سنگ، که غالباً از اسلیت و فیلیت بوده، و دارای سیستم درزهای فراوان و نامنظم است. این موضوع ناشی از شیبستوزیته (تورق) سنگها و فشارهای تکنیکی منتج به چین خوردگی و گسلها و ترکهای موضعی است.

- شیب قابل توجه دامنه‌ها (به‌طور متوسط ۵۱٪)، که زمینه ناپایداری را برای انتقال و جابجایی مواد هوازده به پای دامنه، آبراهه‌ها، و سطوح اساس فراهم نموده است.

- شرایط جوی خاص که در قالب دامنه گرمای نسبتاً زیاد، بارندگی قابل توجه (به اشکال گوناگون برف، باران، نگرگ و بارشهای کاتوکنشال و...)، اعمال زل و دزل<sup>۱</sup> و امثال آن متجلی می‌گردد.

- پوشش گیاهی اندک و ضعیف (غالباً پست و بوته‌ای) که توان حفاظت خاک و سازندهای منفصل سطحی را ندارد.

## ۱-۲-۵. غلبه هوازده‌گی فیزیکی و مکانیکی

در حوضچه آبریز چشمه سبز، به دلیل حضور درز و شکافهای فراوان و ارتفاع زیاد (که متضمن رطوبت بیشتر و یخبندانهای مکرر است)، تخریب فیزیکی- مکانیکی به ویژه از نوع ترمو کلاستی<sup>۲</sup> (دماشکافتگی) و کرایو کلاستی<sup>۳</sup> (یخ‌شکافتگی) نسبت به انواع دیگر هوازده‌گی بیشتر رخ می‌دهد.

یکی از فرایندهای ویژه در این ناحیه، رخداد سوفوژن<sup>۴</sup> و شستشوی مورب است، زیرا در دامنه‌های اسکری<sup>۵</sup> پوشیده از مواد هوازده شیلی و شیستی، آب حاصل از بارندگی، ذرات ریز سیلتی و رس موجود را به

۱. gel-degel

۲. Thermoclastic

۳. Cryoclastic

۴. Suffosion

۵. Scree Slope

حالت معلّق و به صورت جریان زیرسطحی به پایین دامنه منتقل نموده و سرانجام از لابه لای سنگهای کف آبراهه‌ها به رودخانه یا انشعابات آن حمل می‌نمایند. بدیهی است که تداوم این نوع فرسایش روند پدوژنز (خاکزایی) را کند نموده و در نتیجه فقر پوشش گیاهی را نمایانتر می‌سازد.

## ۲-۵. پویایی دامنه‌ها

در ناحیه مورد مطالعه به سبب تخریب فیزیکی شدید و قطعات فراوان حاصل از هوازدگی شیستهای متورق و نیز وجود شیپهای قابل توجه، حرکات ریزشی به‌طور چشمگیر رخ می‌دهند. حضور قطعات ریز و درشت شیستی، به ویژه در پای دیواره‌های پرتگاه گسلی، وجود شیلهای هوازده مدادی شکل، پیدایش مخروط واریزه‌های فراوان (گاه به صورت تالوس)، و یا تکوین دامنه‌های اسکری و مستور از مواد هوازده مؤید رخداد وسیع این نوع حرکات می‌باشد.

حرکات توده‌ای مواد و رانش یا لغزش زمین نیز از دیگر دینامیکهای دامنه‌ای این محل به شمار می‌آیند. نفوذ آب در سطح برخی دامنه‌های حوضچه چشمه سبز، موجب تشکیل نوعی سطح انفصال بین سازندهای سطحی و لایه‌های زیرین (مثلاً اسلیت‌ها) گردیده و در نتیجه در دامنه‌های دارای شیب بحرانی حرکت و فرسایش توده‌ای مواد رخ می‌دهد. این فرایند بیشتر در سازندهای شیلی منطقه چشمه سبز مشهود است.

در مجاورت خطالرأس اصلی حوضچه (خطالرأس بینالود) نیز، فرایندی شبیه بهمن رخ می‌دهد که در اصطلاح محلی به آن «خیز» می‌گویند، و برخی هم به عنوان «فرسایش یخبرفی» از آن یاد می‌کنند. در این سطوح ماندگاری برف معمولاً تا پایان فصل بهار و گاه تا اواسط تابستان به طول می‌انجامد و ضخامت برف به بیش از ۳ متر می‌رسد. این پوشش برفی و احتمالاً یخبرفی، در دامنه‌های با نیمرخ مستقیم و پوشیده از سنگریزه‌های صیقل یافته شیلی و شیستی، به حرکت درآمده و به این ترتیب لغزش یا خیزش توده‌های عظیم برف به وقوع می‌پیوندد. بر اثر این فرایند، بخشی از خاک زیرین جابجا شده و حتی کلیه درختان و گیاهان واقع در مسیر خیز برف قطع و روئیده می‌شوند. پس از ذوب کامل برف یک سطح صاف و بدون عارضه، که گویی توسط ییل‌گریدر به وجود آمده، باقی می‌ماند. به هنگام نزول باران نیز این سطح تحت تأثیر شستشوی ورقی<sup>۱</sup> یا سفره‌ای قرار می‌گیرد.

### ۳-۲-۵. دینامیسم آبهای جاری

صرفنظر از فرسایش قطره‌ای<sup>۱</sup> که عمدتاً در سازندهای نرم و دامنه‌های خاکی پیرامون چشمه‌سبز رخ داده و موجب پیدایش داغباران<sup>۲</sup> می‌شود؛ رواناب سطحی و سیلابها نیز در قالبهای گوناگون از فرسایش آبکندی تا آبراهه‌ای و رودخانه‌ای عمل می‌کنند.

فرسایش شیاری یا آبکندی به صورت ریل<sup>۳</sup> در سازندهای نرم محدوده سرشاخه‌ها و انشعابهای درجه ۱ حضور گسترده‌ای دارد، ولیکن در دامنه‌های اسکری و مستور از واریزه‌های شیستی این نوع فرایند کمتر به چشم می‌خورد.

فرسایش خندقی نیز در قالب گالیهای<sup>۴</sup> متعدد، معمولاً به عمق ۶ متر و عرض تقریباً ۱۵ متر، در سطوح نسبتاً نرم و فاقد سیمان و عمدتاً در سطوح شیلی هوازده توسعه یافته است.

فرسایش رودخانه‌ای که منطبق با آبراهه‌های اصلی و یا فرعی است، بیشترین نقش را در تغییر لندفرمهای ناحیه داشته و علاوه بر حفر عمقی و قهقرایی، با حفر جانبی یا فرسایش کناری به دستکاری ناهمواریها می‌پردازد.

به طور کلی ضریب رواناب حوضچه چشمه سبز در خور توجه (حدود ۴۵٪) بوده و مشخصات فیزیوگرافیک و مورفومتریک آن بیانگر توان سیل خیزی و فرسایش نسبتاً زیاد در این ناحیه است. (جدول شماره ۱).

### ۳-۵. لندفرمها و پدیده‌های ژئومورفیک

بر اثر دخالت فرایندهای درونی و بیرونی، که مورد بحث واقع شد، یک سری عوارض ژئومورفیک در ناحیه مورد مطالعه ایجاد شده‌اند که مهمترین آنها به شرح زیر است:

**دره‌ها:** در جبهه شمالی بینالود یک سری دره‌های سوبسکانتی از نوع ساختمانی (به عبارت دقیقتر مشق) وجود دارد، در حالی که دره‌های کانسکانتی و اُبسکانتی آن غالباً از نوع فرسایشی - کاوشی به شمار می‌آیند. نیمرخ عرض تمامی این دره‌ها به شکل V بوده و به صورتی است که انواع سوبسکانتی آن از نوع بی قرینه (شیب تند منطبق

۱. Splashing

۲ - معادل فارسی از نگارنده: Rain Mark

۳. Rill

۴. Gully

بر پیشانی لایه‌های رانده شده با نگاه به سمت جنوب) و موارد دیگر به حالت قرینه هستند. تمامی آنها در مرحله بلوغ بوده و جداره دره‌های قرینه نیز شبیهی در حدود ۴۵ درجه را نشان می‌دهند. نیمرخ دامنه این دره‌ها تقریباً مستقیم و کم عارضه بوده و در واقع مواد هوازده و تخریبی شیل و شیست به صورت پوشش دامنه‌ای<sup>۱</sup> بر روی آنها گسترش یافته و یک نیمرخ نسبتاً متعادلی را پدید آورده‌اند. البته رگه‌ها و رخنمونهای سنگی، که منطبق بر لایه‌های اسلیت تقریباً قائم هستند، نظم این دامنه‌ها را برهم زده‌اند. با این مشخصات دو دره اصلی از نوع کانسکانتی از خط‌الرأس بینالود به سوی دریاچه گسترش یافته و آبهای خود را به آن هدایت می‌کنند. این دریاچه که سطح اساس این دره‌ها را تشکیل می‌دهد خود توسط یک گلوگاه به دره گلکمان مرتبط گشته و به این ترتیب به عنوان سرچشمه اصلی رودخانه گلکمان<sup>(۸)</sup> به ایفای نقش می‌پردازد. در واقع مازاد آب این دریاچه از طریق تأسیسات تعیبه شده در شمال آن خارج شده و بخشی از آن نیز از طریق شیستهای نفوذپذیر لیاث خارج می‌شود و رودخانه گلکمان را به طور دائم تغذیه می‌کند.

**انترفلوها<sup>۲</sup>** (میانرودها): خطوط تقسیم و برجستگیهای بین دره‌های حوضچه چشمه سبز، که حاصل عملکرد عوامل کوهساختی-زمین ساختی و فرایندهای آغازین هستند، به صورت طاقهای برآمده مستور از شیل‌ها و شیست‌های هوازده خودنمایی می‌کنند. این عوارض در عین حالی که مهمترین برجستگیهای این حوضچه را تشکیل می‌دهند، دارای مورفولوژی نسبتاً ملایم و تقریباً پشت‌خوکی<sup>۳</sup> هستند. رخنمونهای حاصل از تیغه‌های اسلیت و پادگانه‌های جانبی، این سطوح برجسته را متأثر ساخته‌اند.

**پادگانه‌ها:** یکی از عوارض ژئومورفیک مهم در حوضچه، تراسها یا پادگانه‌های آبرفتی واقع در نقطه ورود دو دره اصلی به دریاچه است. این پادگانه‌ها که در جنوب غرب و جنوب شرق دریاچه واقع‌اند، در برخی قسمت‌ها به صورت پادگانه‌های دریاچه‌ای ظاهر شده‌اند. این پادگانه‌ها احتمالاً بقایای سطوح دلتایی قدیمی هستند که به دنبال افت سطح آب دریاچه، توسط جریانهای رودخانه‌ای حفر و تقطیع شده‌اند. این تقطیع بر اثر حفر مجدد و فرایند دوباره جوان شدن<sup>۴</sup> جریانهای مربوط صورت گرفته که خود معلول دو علت است: یکی

۱. Mass Mantle

۲. Interflow

۳. Hoyback

۴. Rejuvenation

تغییرات اقلیمی و کاهش واردات دریاچه، و دیگری دخالت عوامل تکنیکی. دلایل مربوط به تغییرات اقلیمی روشن است، و لیکن تغییرات تکنیکی سطح اساس دریاچه را می‌توان به پیامدهای ناشی از عملکرد و فعالیت گسل محوری دریاچه نسبت داد. البته مکانیسم دیگری که برای افت سطح آب دریاچه می‌توان متصور شد، این است که در گلوگاه خروجی چشمه‌سبز، برای مدتی مانعی به وجود آمده و این مقطع بسته شده است. بعدها با برداشته شدن این مانع، آب دریاچه به‌طور قابل توجهی تخلیه شده است. وجود پادگانه‌های آبرفتی ضخیم در حدود دو کیلومتری دریاچه می‌تواند یکی از این فرضها را به‌خوبی توجیه کند (زمردیان، ۱۳۷۸).

**دلتاها:** یکی دیگر از لندفرمهای زیبا و جالب توجه در حوضچه چشمه‌سبز، دلتاها و مخروط افکنه‌ها هستند. علاوه بر دلتاهای قدیمی، دو دلتای زیبا و تیسک در لبه دریاچه و پایین دست دلتاهای تقطیع شده قدیمی، به‌صورت قرینه و در مصب دو جریان اصلی حوضچه شکل گرفته‌اند. همان‌گونه که در نگاره شماره ۲ مشاهده می‌گردد، داغ آبهای متعددی (۴ تا ۵ مورد) در سطح این دلتاها ایجاد شده که عمدتاً حاصل افت مکرر سطح آب دریاچه و پسروی آن در طول زمان می‌باشد. البته اغلب این پسرقتها و افت آب فصلی و یا متأثر از نوسانات اقلیمی دوره‌ای نسبتاً کوتاه بوده است.

در داخل دره‌های اصلی حوضچه نیز مخروط افکنه‌های نسبتاً کوچک و متعددی در محل التقای انشعابات فرعی به اصلی ایجاد شده‌اند که شکل قاعده آنها توسط جریان اصلی به سمت پایین دست جریان کشیدگی یافته و بی‌قرینه شده است.

#### نتیجه:

با توجه به آنچه که گفته شد فرضیه نخست مبنی بر سیرکی بودن دریاچه چشمه‌سبز، بنا به دلایل طرح شده، قابل دفاع نبوده و لذا می‌توان این‌گونه استنباط نمود که: دریاچه چشمه‌سبز در طی دوره‌های مرطوب کواترنر و بر اثر انباشت آب در یک فرورفتگی تکنیکی حاصل از گسلهای تراستی (واقع دریای گیلویی یا پیشانی لایه رانده شده)، تکوین یافته و شاید بتوان آن‌را جزو دریاچه‌های پلوویال قلمداد نمود. این دریاچه که دارای چشم‌انداز طبیعی زیباست و به عنوان یک اکوسیستم طبیعی مطرح است، می‌تواند علاوه بر تأمین آب نقاط پایین دست و یا تولید الکتریسیته در مقیاس محلی، از نظر اکوتوریسم دارای اهمیت فراوان باشد. البته برای نیل به این اهداف لازم است تمهیداتی در زمینه آمایش و مدیریت محیطی و نیز کاهش مخاطرات طبیعی آن در نظر گرفته شود.



## یادداشت‌ها:

۱. این قله به عنوان بلندترین نقطه خراسان شناخته می‌شود. مأخذ: نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰؛
۲. در ماه‌های دی، بهمن، و اسفند به علت یخبندان و یخزدگی تشنگ، میزان تبخیر اندازه‌گیری نشده است؛
۳. برای برآورد شیب متوسط از فرمول زیر استفاده شده است:

$$I_{ave} = \frac{L \cdot E}{A}$$

$I_{ave}$  = شیب متوسط حوضه       $L$  = طول کل خطوط تراز km       $E$  = اختلاف ارتفاع خطوط تراز Km

$A$  = مساحت کل حوضه  $km^2$ ؛

۴. چون مساحت حوضچه کم است، بنابراین فرمول کریچ برای محاسبه زمان تمرکز مورد استفاده قرار گرفته است.

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{3080 \times H^{0.38}}$$

$L$  = طول آبراهه اصلی m       $H$  = اختلاف ارتفاع آبراهه m       $T_c$  = زمان تمرکز (ساعت)

۵. بطور کلی قسمت اعظم ارتفاعات بینالود را سازند شمشک دگرگون شده تشکیل می‌دهد که علوی (۱۹۹۲) آنها را "ورقه مایان" نامیده است؛
۶. گسل‌های مذکور دارای دو منشأ هستند: سیمین (کمترین)، و آلبین؛
۷. تراسها و پادگانه‌های حاشیه دریاچه به عنوان یکی از میراث‌های مورفو کلیماتیک ناشی از افت سطح آب در محل حضور دارند؛
۸. رودخانه گلکمان نیز یک دره کانسکاتی است.

## فهرست منابع و مآخذ

۱. Alavi, Mehdi – “Thrust Tectonics of the Binaloud- Region, NE IRAN” – Tectonics, Vol ۱۱ No۲, pages ۳۶۰-۳۷۰, Geological survey of Iran, Tehran April ۱۹۹۲.
۲. Fisher W.B (professor of Geography universiti of Darham) – The Cambridge History of IRAN, Volum ۱, The Land of IRAN- (Chapter ۳ k. scharlau, Geomorphology) – Cambridge university press ۱۹۶۳.
۳. Iran physical Geography – Sahab Cartography Institute , Tehran
  ۴. اداره کل هواشناسی کشور، **آمارنامه‌ها و سالنامه‌های هواشناسی** منتهی به سال ۶۴-۱۳۳۳.
  ۵. تقی خادم. فریده، **پوشش گیاهی منطقه مشهد**، معاونت آموزش و تحقیقات جهاد سازندگی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۱۳۸، سال ۱۳۷۴.
  ۶. جداری عیوضی. جمشید، **ژئومورفولوژی ایران**، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول اردیبهشت ۱۳۷۴، چاپ دوم مهر ۱۳۷۴.
  ۷. زمردیان. محمدجعفر، **ژئومورفولوژی ایران**، جلد دوم فرایندهای اقلیمی و دینامیکهای بیرونی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.
  ۸. زمردیان. محمدجعفر، **بررسی دینامیکهای دامنه‌ای در شمال بینالود و بازتاب آن در برنامه‌ریزی سکونتگاههای روستایی**، پروژه مطالعاتی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸.
  ۹. سازمان جهاد سازندگی خراسان، **مطالعات اجرایی حوضه آبخیز سد چشمه سبز (چناران)**، وزارت جهاد سازندگی (مدیریت آبخیزداری استان، اداره طراحی و مطالعات)، تابستان ۱۳۷۴.
  ۱۰. شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، **گزارش هیدروژئوشیمی دریاچه چشمه سبز گلکمان**، وزارت نیرو (امور مطالعات و بررسی منابع آب) سال ۱۳۷۷؛
  ۱۱. عکسهای هوایی (۱:۵۰۰۰) و تصاویر ماهواره‌ای (لندست) ناحیه مورد مطالعه.
  ۱۲. علیزاده. امین، **گزارش بازدید از رودخانه گلکمان** (طرحهای کوچک تأمین آب مطالعات ساماندهی رودخانه گلکمان) – وزارت نیرو (شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان) ۱۳۶۰.
  ۱۳. قائمی. فرزین، **بررسی زمین‌شناسی و ساختاری ارتفاعات شمال شرق نیشابور**، بینالود (چهار گوش باغش گچ) – پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استادراهنما، دکتر سهراب شهریاری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، مهرماه ۱۳۷۱.
  ۱۴. محمودی. فرج‌الله، **تحول ناهمواریهای ایران در کواترنو** *مجله پژوهشهای جغرافیایی*، شماره ۲۳، سال بیستم، شهریور ۱۳۶۷.
  ۱۵. نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰، سری K۵۵، شیت مشهد ۱۶-۴۰ NJ چاپ یکم اداره جغرافیایی ارتش ۱۳۶۵؛
  ۱۶. نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰۰ **شیت گلکمان**، به شماره (IV) ۷۸۶۲. سری K۷۵۳ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ۱۳۶۹.
  ۱۷. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، شیت مشهد، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۹، توسط طاهری و ف-قائمی.
  ۱۸. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ (نقشه زمین‌شناسی چهار گوش شماره ک-۴ ایران) شیت مشهد – سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ۱۳۶۵ (تنظیم توسط آقاباتی).

۱۹. وزارت نیرو، سازمان آب، آمارنامه های هیدرولوژی متبھی به سال ۶۴-۱۳۶۳.



پروژه شگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی