



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

## Geography and Environmental Hazards Volume 11, Issue 2 - Number 42, Summer 2022

<https://geoeh.um.ac.ir>



<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70604.1064>



جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شماره ۴۲ و دوم، تابستان ۱۴۰۱، صص ۲۶۳-۲۴۹

مقاله پژوهشی

### بررسی اثر اقلیم بر فرایند هوازگی سنگها (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تالار)

قربان وهابزاده کبری<sup>۱</sup> - دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

شمیم احمدی - دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۲۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۲۹

#### چکیده

رسالت این مقاله تعیین انواع و شدت هوازگی و مناطق مورفونیتیک با توجه به اقلیم حاکم در حوزه آبخیز تالار استان مازندران است. به علت موقعیت خاص استان مازندران و واقع شدن بین دریا و سلسله جبال البرز، تنوع اقلیمی از جنوب به شمال در حوزه آبخیز تالار حاکم است. از طرف دیگر در حوزه آبخیز تالار هوازگی سنگها با هیچ روشی مطالعه نشده است؛ در نتیجه شناخت دقیقی از نوع فرایند هوازگی و مناطق مورفونیتیک در این حوضه وجود ندارد. به منظور پهنه‌بندی وضعیت هوازگی و مناطق ژئومورفونیتیک بر اساس مدل‌های لوئیس پلتیر، داده‌های اقلیمی شامل: میانگین بارش و دمای سالانه ۸ ایستگاه هواشناسی که دارای داده و طول دوره آماری ۱۳۴۵ - ۱۳۹۵ بودند، از سازمان هواشناسی تهیه شد و در پایگاه داده در محیط Arc GIS ثبت گردید. سپس روند دما و بارش حوضه آبخیز تالار مربوط به هر ایستگاه تعیین گردید. در ادامه رژیم‌های هوازگی و مورفونیتیکی در آبخیز تالار از روی نمودارهای مربوط تعیین گردیدند. پس از تعیین ارزش وزنی به آن‌ها، در پایگاه داده ثبت و نقشه‌های مربوط در محیط Arc GIS تولید شد. نتایج نشان داد حوزه آبخیز تالار از نظر مورفونیتیکی در سه منطقه نیمه‌خشک، ساوان و معتدل قرار می‌گیرد. در این میان بیشترین مساحت مربوط به منطقه ساوان (۵۰٪) و کمترین به منطقه

Email: gh.vahabzadeh@sanru.ac

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۶۰۶۷۰۷۶

نحوه ارجاع به این مقاله:

وهابزاده، قربان؛ احمدی، شمیم؛ ۱۴۰۱. بررسی اثر اقلیم بر فرایند هوازگی سنگها (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تالار). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۲). صص ۲۶۳-۲۴۹

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70604.1064>

معتدل (۱۵٪) است. از نظر وضعیت هوازدگی، سه نوع هوازدگی شیمیایی متوسط، مکانیکی کم و خیلی کم در حوزه آبخیز تالار اتفاق می‌افتد که هوازدگی شیمیایی متوسط دارای بیشترین مساحت (۵۶٪) است.

**کلیدواژه‌ها:** حوزه آبخیز تالار، رژیم‌های هوازدگی، مدل پلتیر، مناطق مورفوژنتیک.

#### ۱- مقدمه

مطالعات زیادی در زمینه هوازدگی سنگ‌ها در سطح ملی و بین‌المللی صورت پذیرفته که از جمله می‌توان به افرادی چون: دیویس<sup>۱</sup>، پنک<sup>۲</sup>، بودل<sup>۳</sup>، ترول<sup>۴</sup>، پلتیر<sup>۵</sup> اشاره کرد. در همین زمینه پلتیر نه سیستم مورفوژنتیک بر اساس دما و بارش بر فرایندهای شکل‌زائی ارائه کرد (پلتیر، ۱۹۵۰). همچنین فاولر و پترسون<sup>۶</sup> مدل‌های هفت‌گانه اقلیمی هوازدگی و فرسایش پلتیر را با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS در آمریکا به کار بردند و این کشور را از لحاظ مناطق مختلف هوازدگی و فرسایش طبقه‌بندی نمودند (فاولر و پترسون، ۲۰۰۳). در ایران نیز بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی بر هوازدگی سنگ‌ها با استفاده از مدل پلتیر توسط محققین مختلف انجام شده است (وهاب‌زاده<sup>۷</sup> و همکاران، ۱۴۰۰). به‌طور کلی هوازدگی سنگ‌ها در محیط‌های گرم و مرطوب تا چند ده متر در عمق زمین ادامه می‌یابد، ولی عمق هوازدگی در مناطق خشک فقط به چند دسی‌متر می‌رسد (هک<sup>۸</sup>، ۲۰۲۰).

دخالت اقلیم در پیدایش ناهمواری از برخورد بین سنگ‌کره و هوا کره حاصل می‌شود و نحوه دخالت اقلیم چه در زمینه هوازدگی و چه در ارتباط با تأثیر مکانیکی فرایندهای شکل‌زائی سطح خشکی‌ها بسیار متغیر است. هوازدگی عموماً «تخریب کامل یک سنگ به صورت درجا» تعریف می‌شود (معتدل، ۱۳۹۹). به‌عبارت‌دیگر هوازدگی شکستن و یا خرد شدن سنگ مادر در وضعیت اصلی خود در مجاورت سطح زمین بوده که با فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی رخ می‌دهد و به‌وسیله باد، آب و اقلیم تغییر می‌کند (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۳). در همین رابطه ژنومورفولوژی اقلیمی را می‌توان به‌عنوان نظامی در نظر گرفت که فاکتورهای اقلیمی شامل: شدت، فراوانی و زمان بارندگی، شدت یخبندان، جهت و قدرت باد را شناسایی نموده و تکامل چشم اندازه‌ها را در شرایط گوناگون اقلیمی تشریح می‌نماید (اهنرت<sup>۸</sup>، ۱۹۸۷)؛ بنابراین دوام و تغییرات دمایی از عوامل مهم در هوازدگی فیزیکی سنگ‌ها به شمار می‌روند. بیشترین تأثیر دما به شکل یخبندان و انبساط حرارتی بوده و دامنه تأثیر دما، به میزان مقاومت سنگ‌ها نیز بستگی دارد. هوازدگی تمام بخش‌های کره زمین از ستیغ کوه‌ها تا قعر دره‌های ژرف را دست‌کاری می‌کند. دو متغیر

1. Davis
2. Penck
3. Büdel
4. Troll
5. Peltier
6. Fowler & Peterson
7. Hack
8. Ahnert

میانگین دمای هوا و بارش سالیانه نوع و شدت هوازدگی را تعیین می‌کنند و این دو متغیر باهم برای تعیین مناطق هوازدگی به کار برده می‌شوند (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۹؛ دسرت<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). از طرفی چشم‌اندازها، حاصل روابط متقابل پیچیده بین اقلیم، سنگ‌شناسی و پوشش گیاهی هستند؛ در نتیجه معقول نیست که ژئومورفولوژی اقلیمی را از سایر مباحث علم جدا کنیم (استودارت<sup>۲</sup>، ۱۹۶۶).

مطالعات مربوط به هوازدگی از یک‌سو به علت کندی عمل فرایندها، به زمان زیادی نیاز دارند و از سوی دیگر در هر مکان بیش از یک فرایند فعال است و اغلب نمی‌توان مطمئن بود که اشکال به‌دست‌آمده نتیجه کدام فرایند ویژه‌اند (اسدی‌نیلون و همکاران، ۱۳۹۲). بدین جهت برنامه‌ریزی صحیح جهت بهره‌برداری مطلوب از منابع، زمانی میسر می‌گردد که شناخت نسبی از وضعیت فرسایش در منطقه کسب گردد (تنگستانی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). به علت موقعیت خاص استان مازندران و واقع شدن بین دریا و سلسله جبال البرز، آبرفت‌های دوران چهارم زمین‌شناسی کوهستان و ارتفاعات جنوبی را به جلگه متصل می‌کنند. آب‌وهوای معتدل و مرطوب و وفور نزولات جوئی بخصوص بارش، رودخانه تالار را از آبدهی نسبتاً خوبی برخوردار نموده است.

به‌طور خلاصه می‌توان گفت شناخت عوامل مؤثر در شکل‌زایی و فرایندهای هوازدگی حاکم در حوضه منجر به شناخت مخاطرات ژئومورفیکی بالقوه و همچنین توان محیطی این نواحی می‌گردد که می‌تواند نقش حیاتی در برنامه‌ریزی‌های عمرانی داشته باشند (جعفری‌اقدم و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به کمبودهایی که در کشور ما در مورد مطالعات ژئومورفولوژیکی و به‌ویژه فرایندهای هوازدگی وجود دارد و نیز به دلیل کم‌هزینه بودن، سهولت استفاده در مقیاس‌های منطقه‌ای و قاره‌ای، مطالعه مدل پلتیر توصیه می‌گردد. افزایش مقیاس می‌تواند نتایج قابل قبولی را در این مدل ارائه دهد (سلحشور و همکاران، ۱۳۹۴). از عوامل مؤثر در شناخت حوزه آبخیز، تولید رسوب و انتقال آن بوده که به نوع و شدت هوازدگی و فرسایش بستگی دارد. از این‌رو هدف مقاله، بررسی هوازدگی رخنمون‌های سنگی با توجه به اقلیم حاکم در حوزه آبخیز تالار با روش پلتیر است.

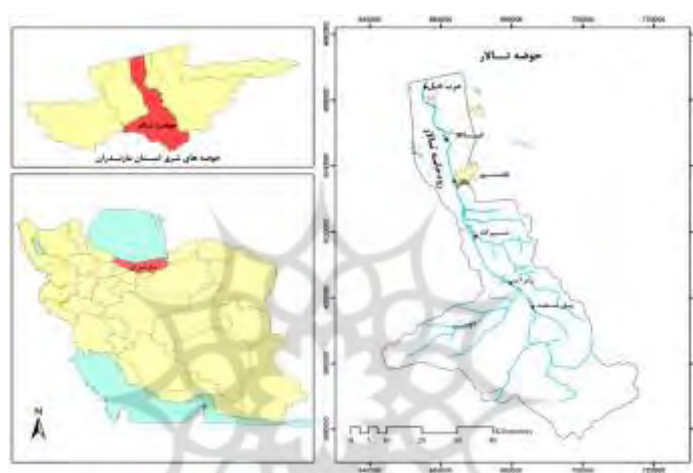
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز تالار در البرز مرکزی از مهم‌ترین حوضه‌های دریای خزر است. این حوزه آبخیز بین ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده و دارای یک رودخانه اصلی و پنج رودخانه فرعی است. از سرشاخه‌های مهم آن می‌توان به رودخانه‌های سرخ‌آباد،

1. Dessert
2. Stoddart
3. Tangestani

شوراب، کبیر، بزلا، چرات و شش رودبار اشاره کرد. رودخانه اصلی حوزه آبخیز دارای طول حدود ۱۵۲ کیلومتر بوده که از جنوب و جنوب غربی حوزه آبخیز سرمنشأ می‌گیرد و از شمال غربی این حوزه آبخیز خارج می‌شود. در شهر شیرگاه با رودخانه کسلیان تلاقی می‌کند و مساحت کل حوزه آبخیز تالار ۳۲۸۰ کیلومترمربع است. آبخیز تالار دارای ارتفاع ۲۸- تا ۳۹۱۰ متر از سطح دریای آزاد بوده و عمدتاً دارای الگوی آبراه‌های شاخه درختی، موازی و ندرتاً انشعابی است. شکل عمومی حوضه پهن و دارای امتداد شمالی - جنوبی است (دهقان و همکاران، ۱۳۹۳- شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان، ۱۳۸۸). در (شکل ۱) محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است.



شکل ۱- آبخیز رودخانه تالار

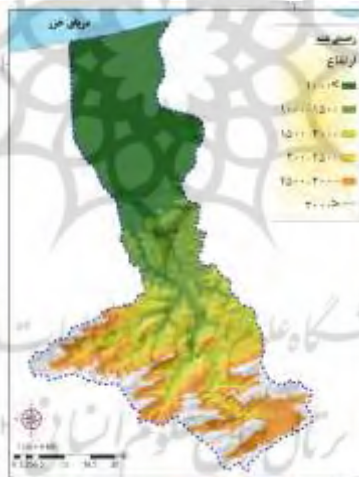
## ۲-۲- روش انجام پژوهش

در این تحقیق، تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش تحلیلی - توصیفی و جمع‌آوری داده‌ها با منابع کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفت. به منظور بررسی وضعیت هوازدگی و مورفونتیکی مرتبط با آن در حوزه آبخیز تالار داده‌هایی از قبیل مدل رقومی ارتفاعی ۱۰ متر، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ منطقه از سازمان زمین‌شناسی کشور، عناصر اقلیمی متوسط دما و بارش سالانه ایستگاه‌های منطقه از سازمان هواشناسی اخذ گردید. بعد از رفع نواقص آماری از بین کلیه ایستگاه‌های منطقه ۵ ایستگاه باران‌سنجی و ۳ ایستگاه سینوپتیک که داده‌های مناسبی از لحاظ طول دوره آماری (۱۳۹۵ - ۱۳۴۵) دارا بودند، انتخاب شد. مختصات ایستگاه‌ها در (جدول ۱) و نقشه توپوگرافی و موقعیت ایستگاه‌ها در (شکل ۲) ارائه شده است. سپس یک پایگاه داده در محیط Arc GIS ایجاد گردید و داده‌های مربوط ثبت شدند. در ادامه تجزیه و تحلیل‌ها در محیط Arc GIS صورت پذیرفت، میزان و نوع همبستگی این متغیرها با عامل ارتفاع در محیط Arc GIS محاسبه گردید و با بررسی روند دما و بارش در حوضه، رژیم‌های مربوط به هر ایستگاه از روی مدل‌های پلتیر تعیین و بعد از تعیین ارزش وزنی آن‌ها، در پایگاه داده مربوطه ثبت گردیدند. سپس نقشه‌های مربوطه با

تلفیق سایر اطلاعات در محیط ArcMap تولید شد. در پایان با استفاده از مدل‌های پلتیر نوع و شدت هوازدگی و مناطق موفورتنیکی تعیین گردید.

جدول ۱-مختصات ایستگاه‌های هواشناسی و میانگین سالانه بارش و دما

ردیف	ایستگاه station	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع متوسط حوزه Middle Elevation (m)	میانگین دما $\bar{X}temperecher(^{\circ}c)$	میانگین بارش $\bar{X}rain(mm)$
۱	شیرگاه	۴۰.۱۸۷۸۰	۰.۶۶۹۳۸۳	۱۲۲۵	۱۶.۴	۱۰۳.۶
۲	گل افشان	۴۰.۳۳۵۵۲	۶۷۳.۰۸۱	۸۹	۱۶.۱	۸۴.۷
۳	درزیکلا	۳۹.۹۳۸۳۷	۶۹۸.۴۷۴	۱۲۳۳	۱۱.۶	۶۳.۵/۲
۴	آلاشت	۳۶.۰۶۶۵	۵۲.۸۳۳۹	۱۸۰.۴	۱۰	۴۳.۸
۵	سنگده	۳۹.۹۲۹۰۱	۷۰.۶۹۸	۱۳۳۷	۱۰.۲	۸۶.۳/۵
۶	قراخیل	۳۶.۴۵۳۳	۵۲.۷۸۳۱	۴۲	۱۶.۹	۵۲.۰
۷	پالند	۳۹.۱۷۸۷۳	۶۷۱.۴۹۴	۱۲۲۵	۱۱.۴	۴۶.۳/۵
۸	پل سفید	۳۶.۱۳۳۳۳	۵۳.۰۸۳۳۳	۶۱۰	۱۴.۷	۵۷.۹/۲



شکل ۲-توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبخیز تالار

### ۲-۳- مدل پلتیر

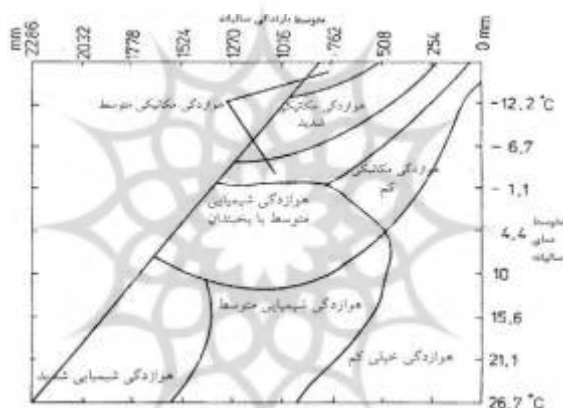
### ۲-۳-۱- رژیم‌های هوازدگی

در این مدل از دو متغیر متوسط دما و بارش سالانه استفاده شد که انواع مختلف پدیده‌های هوازدگی را توصیف نموده و در تعیین مناطق مورفوکلیماتیک سطح زمین، نقش تعیین‌کننده ایفا می‌نماید. رژیم‌های هوازدگی در هفت طبقه تقسیم‌بندی می‌شوند که هر ناحیه نشان‌دهنده نوعی از شرایط هوازدگی بوده و در (جدول ۲ و شکل ۳) نشان‌داده شده

است (پلتیر، ۱۹۵۰). این مدل به نحوی طراحی شده که مرطوب‌ترین و گرم‌ترین مناطق دارای حداکثر هوازدگی شیمیایی و خشک‌ترین و سردترین مناطق دارای حداقل هوازدگی شیمیایی است (شکل ۳).

جدول ۲- شدت و تیپ هوازدگی

شدت و نوع هوازدگی	میانگین دمای سالانه	میانگین بارش
هوازدگی خیلی کم	۱۵ تا ۲۹	۱۰۱۵-۰
هوازدگی شیمیایی قوی	۱۳ تا ۲۹	>۱۵۲۵
هوازدگی شیمیایی متوسط	۷/۵ تا ۲۹	۱۲۵۰-۵۰۰
هوازدگی مکانیکی کم	۱۸ تا ۷/۵	۰-۸۸۰
هوازدگی مکانیکی قوی	۱۸ تا ۴	۱۳۰۰-۲۵۰
هوازدگی مکانیکی متوسط	۱۳ تا ۱۸ و ۱ تا ۱۳	۱۰۰-۱۴۰۰ و ۱۰۵۱-۵۰۰



شکل ۳- تقسیم‌بندی هوازدگی در مدل پلتیر (۱۹۵۰)

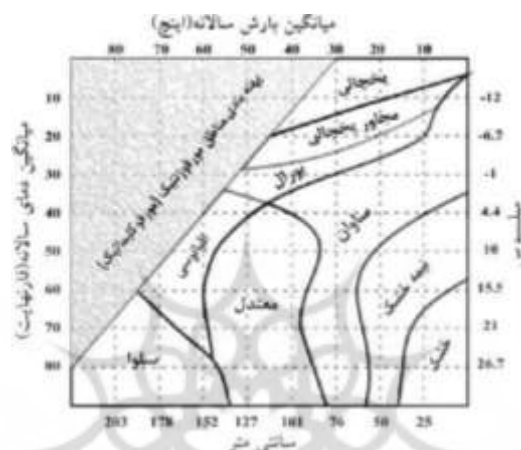
### ۲-۳-۲ مدل پلتیر (مناطق مورفوژنتیکی)

در این مدل نیز با استفاده از دو متغیر متوسط دما و بارش سالانه مناطق مورفوژنتیکی به نه طبقه مختلف تقسیم می‌شود. مناطق دارای دماهای پایین عمدتاً جزو مناطق یخچالی، مناطق با دماهای بالا و بارش کم جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک، مناطق دارای بارش و دماهای بالا جزو مناطق معتدل و سلوا محسوب می‌شوند (جدول ۳ و شکل ۴).

جدول ۳- مناطق مورفوژنتیکی بر اساس تقسیم‌بندی پلتیر (۱۹۵۰)

مناطق مورفوژنتیکی	میانگین دمای سالانه	میانگین بارش	ویژگی‌های مورفولوژیکی
یخچالی	۷ تا ۱۸	۱۴۰۰-۰	فرسایش یخچالی، نیواسیون
مجاور یخچالی	۱ تا ۱۵	۱۴۰۰-۱۳۰	تأثیر باد، حرکت توده‌های شدید، فعالیت آب جاری ضعیف
بوریل	۳ تا ۹	۱۵۲۰-۲۵۰	تأثیر یخبندان متوسط، تأثیر آب و باد متوسط تا ضعیف

مناطق مورفولوژیکی	میانگین دمای سالانه	میانگین بارش	ویژگی‌های مورفولوژیکی
اقیانوسی	+۲۱ تا +۲	۱۹۰۰-۱۲۷۰	حرکات توده‌ای شدید، فعالیت آب جاری متوسط تا ضعیف
سلوا	+۲۹ تا +۱۶	۲۲۹۰-۱۳۰۰	حرکات توده‌ای شدید، شست‌وشوی دامنه‌ها در حد کم
معتدل	+۲۹ تا +۳	۱۵۲۰-۸۹۰	فعالیت آب جاری حداکثر، تأثیر یخبندان و باد در حد کم
ساوان	+۲۹ تا -۱۲	۱۲۷۰-۶۴۰	فعالیت آب جاری شدید تا ضعیف، تأثیر باد متوسط
نیمه‌خشک	+۲۹ تا +۲	۶۴۰-۲۵۰	تأثیر باد شدید، فعالیت آب جاری متوسط تا شدید
خشک	+۲۹ تا +۱۳	۳۸۰-۰	تأثیر باد شدید، فعالیت آب جاری و حرکات توده ضعیف



شکل ۴- تقسیم‌بندی مناطق مورفوزنتیکی بر اساس مدل پلتیر (۱۹۵۰)

### ۳- بحث و نتایج

#### ۳-۱- زمین‌شناسی و فرسایش آبخیز تالار

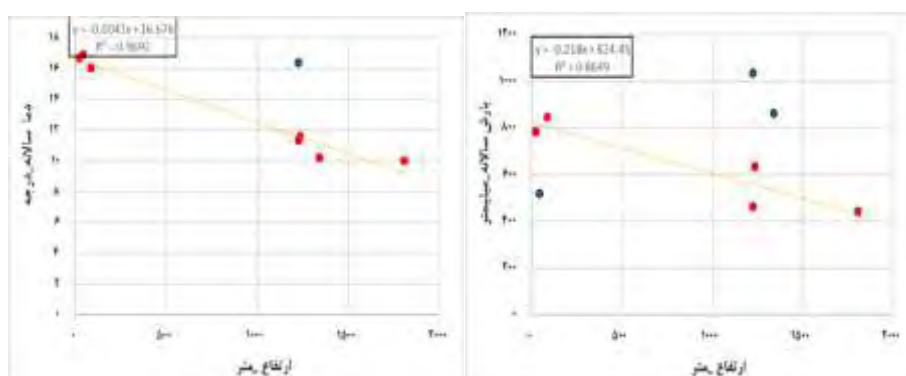
نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز تالار از تلفیق سه نقشه زمین‌شناسی قائم‌شهر، پل سفید و سمنان با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ در محیط GIS تهیه گردید که در (شکل ۵) نمایش داده شده است. همان گونه که در نقشه آمده، خروجی حوزه آبخیز در جلگه قائم‌شهر - جویبار از سازندهای دوران چهارم زمین‌شناسی، تپه‌ماهور در شمال حوزه آبخیز تا جنوب شیرگاه (بخش میانی حوضه) از سازند کنگلومرای پلیوسن، در شمال شهر زیرآب از واحدهای ماسه‌سنگی، لای سنگ، گچ و مارن با سن پالئوژن و از شهر زیرآب تا مرز جنوبی حوزه آبخیز از سازند زغال دار شمشک تشکیل شده‌اند. گاهی در درون سازند شمشک با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ و آرژلیت، سازندهای کربناتی الیکا، لار و تیزکوه در اثر گسل معکوس بیرون زده‌اند. در سه‌راه خطیر کوه تا پل ورسک بازالت با سن اواخر تریاس رخنمون دارد. در (شکل ۶) نقشه پتانسیل فرسایش آبی آبخیز تالار نمایش داده شده است. به‌طورکلی وضعیت فرسایش و اشکال ژئومورفیک حوزه آبخیز تالار را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

الف- محدوده مورفوزنتیک نیمه‌خشک در بخش جنوب حوزه آبخیز تالار واقع شده و شامل موارد زیر است:

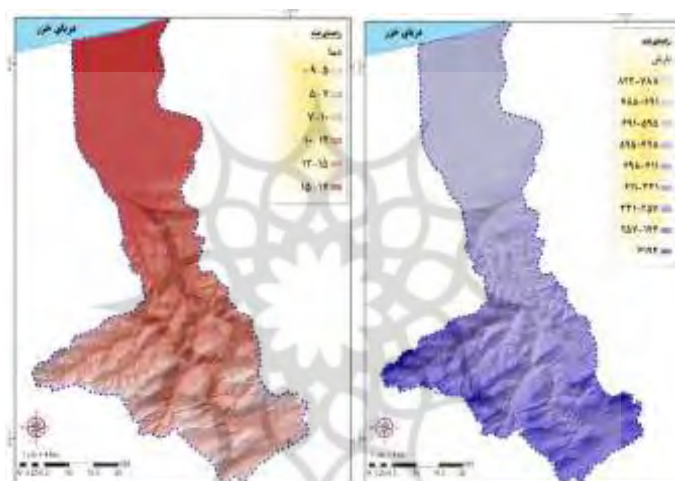
- ۱- دامنه‌های یکنواخت و تالوس در بیرون‌زدگی سازندهای کربناتی الیکا، لار و تیزکوه در منطقه چرات در جنوب غرب و منطقه خطیرکوه در جنوب شرق حوزه آبخیز (قلل قدمگاه، خرو، نرو).
- ۲- سیرک‌های یخچالی اطراف روستای آریم در جنوب شرق حوزه آبخیز (قلل خر و نرو) و منطقه گردنه سر در شمال شهر آلاشت.
- ۳- به دلیل فقدان پوشش گیاهی مناسب بر روی رخنمون سازند شمشک در منطقه مورفوتیک (نیمه‌خشک) و زود فرسا بودن سازند؛ انواع فرسایش بخصوص زمین‌لغزش از نوع سولیفلیکسیون رخ می‌دهد.
- ۴- اشکال هیدرومورفیک بخصوص غار و چشمه‌های کارستیک در سازندهای کربناتی الیکا، لار و تیزکوه.
- ۵- رودخانه‌های U شکل و تنگه‌های آهکی در سازندهای زمین‌شناسی کربناتی در سرتنگه، چرات و آریم.
- ۶- خاک تحول نیافته و کم ضخامت و بیرون‌زدگی سنگی بخصوص لیتولوژی کربناتی و بخش‌های ماسه‌سنگی سازند شمشک.
- ۷- اشکال لانه‌زنبوری در واحدهای ماسه‌سنگی سازند شمشک در اثر فرسایش بادی.
- ب- منطقه مورفوتیک ساوان و معتدل شامل خروجی حوضه تالار بوده؛ و مهم‌ترین اشکال زمین‌ریخت‌شناسی و فرسایش آن به شرح زیر است:
- ۱- در منطقه جلگه‌ای از مخروط آبرفتی قائم‌شهر تا ساحل دریا به دلیل کربندی و تسطیح زمین شالیزاری اصولاً فرسایش سطحی وجود ندارد؛ برخی مواد به صورت محلول توسط آب زیرزمینی منتقل می‌گردد که از نظر فرسایش بی‌اهمیت است.
- ۲- از جنوب قائم‌شهر تا شیرگاه، تپه‌ماهورها با سن سازند هزار دره تهران وجود دارند که امروزه به باغ تبدیل شده‌اند. شخم در جهت شیب و از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی باعث زمین‌لغزش‌های متعدد شده و به دلیل احداث جاده‌های فراوان، فرسایش در ترانشه‌های جاده رخ می‌دهد.
- ۳- پادگانه یا تراس‌های آبرفتی در دو سوی رودخانه تالار هم جزء اشکال بارز سطحی هستند که در دوره پلیستوسن به تعداد چهار بار توسعه یافته‌اند و حاصل عقب‌نشینی سطح آب دریای خزر هستند. رسوبات این پادگانه‌ها به دلیل دیاژنز کم هنوز سخت نشده و به راحتی توسط عوامل انسانی و یا آب جابه‌جا می‌شوند که نقش اساسی در فرسایش دارد.







شکل ۷- گرادیان دما و بارش آبخیز تالار



شکل ۸- نقشه پراکندگی میانگین بارش سالانه؛ (چپ) پراکندگی میانگین دمای سالانه آبخیز تالار.

### ۳-۳- رژیم‌های هوازگی

برای شناسایی وضعیت هوازگی در سطح حوزه آبخیز تالار از مدل‌های پلتیر استفاده شد. وضعیت مربوط به هر ایستگاه به صورت ارزش عددی کدگذاری و در پایگاه داده وارد گردید. سپس جهت پهنه‌بندی این مناطق در محیط GIS، لایه رستری مجدداً طبقه‌بندی شد و به هر وضعیت یک ضریب از یک تا دو داده شد (جدول ۵ و شکل ۹). بر اساس (جدول ۲ و شکل ۳) و نیز مقادیر میانگین دما و بارش (شکل ۸)، در آبخیز تالار سه نوع هوازگی به شرح زیر قابل شناسایی است:

۱- هوازگی خیلی ملایم: این نوع هوازگی کم‌ویش در اطراف شهر پل سفید و به صورت شرقی - غربی در آبخیز تالار رخ می‌دهد. مساحت آن ۴۴۷ کیلومتر مربع و ۱۵ درصد کل حوزه آبخیز را تشکیل می‌دهد.

۲- هوازگی مکانیکی ملایم: با توجه به محدوده دما و بارش برای این نوع هوازگی که در **جدول ۲** و **شکل ۳** ارائه شده است؛ هیچ محدودیتی از نظر بارش برای این نوع هوازگی وجود ندارد، ولی از نظر شرایط دمایی این هوازگی فقط در ارتفاعات جنوب حوزه آبخیز تالار در قتل و دامنه کوه‌ها و دره‌های مرتفع اتفاق می‌افتد. مساحت این قسمت ۲۹ درصد حوزه آبخیز تالار را دربر می‌گیرد.

۳- هوازگی شیمیایی متوسط: با توجه به تعریف این نوع هوازگی در **جدول ۲**، نقشه پراکنده‌گی میانگین بارش و دما (**شکل‌های ۷ و ۸**)، این نوع هوازگی در جلگه مازندران، بخش‌های میان‌بند جنگلی در شهرستان شیرگاه و شمال شهرستان سوادکوه، اتفاق می‌افتد. مساحت این نوع هوازگی ۱۷۴۳ کیلومتر مربع و معادل ۵۶ درصد کل حوزه آبخیز تالار است.

**جدول ۵- نوع هوازگی و مقادیر وزنی آن‌ها.**

نوع مناطق مورفوتئیک	مقادیر وزنی	مساحت %	مساحت km <sup>2</sup>
هوازگی شیمیایی متوسط	۱	۵۶	۱۸۴۳
هوازگی مکانیکی ملایم	۲	۲۹	۹۶۰
هوازگی خیلی ملایم	۳	۱۵	۴۷۷



**شکل ۹- نقشه انواع هوازگی حوزه آبخیز تالار**

### ۳-۴- مناطق مورفوتئیکی

برای تعیین انواع مناطق مورفوتئیکی آبخیز تالار در مدل پلتیر به هر ایستگاه یک ارزش وزنی به‌عنوان کد تعلق گرفت و در پایگاه داده وارد شد؛ در مرحله بعد لایه رستری طبقه‌بندی گردید و برای هر وضعیت یک ضریب از یک تا سه لحاظ گردید، به طوری که کمترین ضریب به مناطق نیمه‌خشک و بیشترین آن به مناطق معتدل تعلق گرفت و

نقشه وضعیت مورفوژنتیکی منطقه تولید شد (جدول ۶ و شکل ۱۰). با توجه به محدوده دما و بارش در (جدول ۳ و شکل ۴)، سه حالت در حوزه آبخیز تالار برای مناطق مختلف مورفوژنتیکی، قابل تشخیص بوده که به شرح زیر است. ۱- منطقه ساوان: در آبخیز تالار محدودیت دمایی برای ایجاد این منطقه وجود ندارد، ولی شرایط بارش فقط از شمال شهر پل سفید تا ساحل دریای خزر به جز مناطق جنگلی اطراف شیرگاه و سنگده حاکم است؛ بنابراین منطقه ساوان، ارتفاعات جنوب حوضه آبخیز را شامل نمی‌شود. این منطقه ۵۰ درصد از مساحت حوزه آبخیز را دربر می‌گیرد.

۲- منطقه نیمه‌خشک: شامل قلل و دامنه کوه‌های جنوب حوزه آبخیز تالار بخصوص در مرز استان‌های تهران (شهر فیروزکوه) و سمنان (شهر شه میرزاد) بوده که دارای دما و بارش کمی است. ۳- در دوره‌های ترسالی بخش میانی حوزه آبخیز تالار در مناطق جنگلی اطراف شهرهای شیرگاه و زیرآب و منطقه سنگده شرایط معتدل حاکم است.

جدول ۶- نوع مناطق مورفوژنتیکی و مقادیر وزنی آن‌ها

نوع مناطق مورفوژنتیک	مقادیر وزنی	مساحت. %	مساحت km <sup>2</sup>
نیمه‌خشک	۱	۳۱	۱۰۲۴
ساوان	۲	۵۰	۱۶۵۴
معتدل	۳	۱۹	۶۰۲



شکل ۱۰- نقشه مناطق مورفوژنتیک حوزه آبخیز تالار

## ۴- جمع‌بندی

به‌منظور تهیه نقشه هوازدگی سنگ‌ها، داده‌ها در پایگاه داده GIS ثبت گردید؛ روند دما و بارش منطقه رسم و رژیم‌های هوازدگی مربوط به هر ایستگاه از روی مدل‌های پلتیر تعیین شد و سپس نقشه‌ها تولید گردید. نتایج نشان داد که از نه وضعیت مورفوژنتیکی موجود در مدل پلتیر، سه وضعیت مورفوژنتیکی ساوانا، معتدل و نیمه‌خشک در منطقه رخ می‌دهد. بیشترین بارش (شیرگاه) و کمترین دما (آلاشت) به ترتیب متعلق به بخش میانی و جنوبی یا کوهستانی حوضه آبخیز تالار است. مساحت مناطق مورفوژنتیکی ساوانا، معتدل و نیمه‌خشک به ترتیب ۵۰، ۱۹ و ۳۱ درصد در این حوزه محاسبه شده است. منطقه نیمه‌خشک بیشتر در ارتفاعات، بخصوص ارتفاعات جنوب در مرز استان‌های سمنان و تهران حاکم است. منطقه معتدل در بخش جنگلی در اطراف شیرگاه و بقیه نقاط حوزه آبخیز تالار جزء منطقه ساوانا قرار دارند. به علت دما و بارش زیاد، بیشترین هوازدگی از نوع شیمیایی متوسط بوده که محل حداکثر فعالیت فرسایش آبی نیز می‌باشد و باعث ایجاد حرکت‌های توده‌ای از نوع سولیفلاکسیون در منطقه می‌شود. این بخش خروجی حوزه آبخیز در جلگه مازندران، بخصوص مناطق جنگلی میان‌بند اطراف شهر شیرگاه را در برمی‌گیرد. ارتفاعات جنوبی حوزه آبخیز دارای هوازدگی مکانیکی ملایم و در دامنه شمالی ارتفاعات و دره‌های مرتفع، هوازدگی خیلی ملایم است. این منطقه محل تلاقی انواع هوازدگی‌ها با شدت و ضعف مختلف است. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات حنفی و حسین‌زاده و همکارانش (حنفی، ۱۳۹۳ و حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴) هم‌خوانی داشته و درستی آن را تأیید می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد مدل هوازدگی حوزه آبخیز تالار تابع عوامل توپوگرافی و اقلیم منطقه است. در نتیجه اگرچه نمودارهای پلتیر به‌عنوان ابزار مفیدی توسط زمین‌شناسان و ژئومورفولوژیست‌ها جهت تشخیص محیط‌های هوازدگی است؛ اما مقاومت سنگ‌ها به‌عنوان پارامتر مهم و مؤثر در فرایند هوازدگی در نمودار پلتیر مورد توجه قرار نمی‌گیرد (بهزادیان، ۱۳۹۶). برای مثال می‌توان به مقاومت بالای سنگ‌های بالادست حوضه در برابر عوامل هوازدگی اشاره نمود که منجر به ایجاد دره‌های کم‌تر توسعه‌یافته در مناطق دوآب و سرتنگه در دره خطیر کوه شده است. می‌توان گفت در منطقه مورفوژنتیک نیمه‌خشک در جنوب حوزه آبخیز تالار شواهد زمین‌ریخت‌شناسی از قبیل سیرک‌های یخچالی، غارها و چشمه‌های کارستیک، ضخامت کم و خاک تحول نیافته، زمین‌لغزش، دامنه‌های یکنواخت و تالوس، تنگه‌ها و فرسایش لانه‌زنبوری رایج است. در منطقه ساوانا و معتدل نیز اشکال تپه‌ماهور حاصل از فرسایش شدید در دوره پلیستوسن بر روی سازند کنگلومرای پلیوسن، فرسایش شیاری و ورقه‌ای روی ترانشه جاده‌ها و پادگانه‌های آبرفتی به‌وفور دیده می‌شوند.

## کتابنامه

اسدی نیوان، ا؛ محسنی ساروی، محسن؛ سور، انورا؛ دسترنج، علی؛ طائی، سیاوش؛ ۱۳۹۲. تعیین مناسب‌ترین روش تجری برآورد SDR با استفاده از مدل EPM و خصوصیات فیزیکی حوزه، مطالعه موردی حوزه آبخیز قورچای. استان گلستان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال ۳. شماره ۱۰. صص ۲۸-۱۹.

[http://www.waterjournal.ir/article\\_70601.html](http://www.waterjournal.ir/article_70601.html)

بهزادیان، فاطمه؛ ۱۳۹۶. بررسی اشکال مورفوکلیماتیک و طبقه‌بندی مناطق مورفوکلیماتیک در مجموعه کوهستانی قله برد مریوان با استفاده از مدل پلتیر. پایان‌نامه ارشد. دانشکده ادبیات و علوم انسانی. گروه جغرافیای طبیعی. دانشگاه محقق اردبیلی. راهنما عقیل مددی.

<https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/534590d2bdf30b4561e695304619be9b>

جعفری اقدم، مریم؛ جهان‌فر، علی؛ صادقی، منصور؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی فرایندهای هوازدهی حوزه رودخانه جاجرود با استفاده از مدل پلتیر. چهارمین همایش علمی سراسری دانشجویی جغرافیا. صص ۱-۱۱.

<https://civilica.com/doc/152441/>

حسین‌زاده، محمد مهدی؛ عمادالدین، سمیه؛ نامجو، فخرالدین؛ ۱۳۹۴. پهنه‌بندی و واکاوی فرایندهای هوازدهی در حوزه قره‌سو گرگان. فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال ۸. شماره ۱، ۹۲-۱۸.

20.1001.1.20085656.1394.8.29.1.2

حنفی، علی؛ ۱۳۹۳. بررسی نقش اقلیم روی فرایندهای هوازدهی سنگ‌ها بر اساس مدل‌های پلتیر در ایران. مجله سپهر اطلاعات جغرافیایی. شماره ۸۹. دوره ۲۳. صص ۶۷-۷۱.

[http://www.sepehr.org/article\\_13058.html](http://www.sepehr.org/article_13058.html)

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ مقصودی، مهران؛ مرادی، محمدامین مقدم؛ ۱۳۹۳. پهنه‌بندی و واکاوی فرایندهای هوازدهی در غرب دشت مرکزی زاگرس. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۱۱. صص ۳۲-۹۹.

10.22067/geo.v3i3.30169

دهقان آبکنار، شیوا؛ حسینی، سید مرتضی؛ اسماعیلی قلزوم، حسین؛ خدابخشی، قربانعلی؛ مهرداد، ناصر؛ ۱۳۹۳. اندازه‌گیری بقایای سموم کشاورزی ارگانوکلره در رودخانه‌های استان مازندران از طریق دستگاه ECD GC پس از پیش تغلیظ به روش استخراج فاز جامد. نشریه محیط‌شناسی. دوره ۴۰. شماره ۳ (۷۱). صص ۷۶۵-۷۷۳.

10.22059/jes.2014.52219

سلحشور، مریم؛ محمدی، طاهره؛ اسدی نیوان، امید؛ ۱۳۹۴. مطالعه شدت و تیپ هوازدهی و فرسایش مناطق مختلف مورفوکلیماتیک ایران با مدل پلتیر و تانر. دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط‌زیست. دانشگاه محقق اردبیلی. اسفند.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان؛ ۱۳۸۸. مطالعات بهینه‌سازی اطلس منابع آب حوزه‌های مازندران و شرق گیلان، رودخانه‌های بین سفیدرود و قره‌سو. جلد ۱. بخش ۱. صص ۲۷۶-۲۷۷.

معتمد، احمد؛ ۱۳۹۹. زمین‌شناسی عمومی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران. صص ۹.

[https://press.ut.ac.ir/book\\_201.html](https://press.ut.ac.ir/book_201.html)

مقصودی، مهران؛ خوش‌اخلاق، فرامرز؛ حنفی، علی؛ روستا، ایمان؛ ۱۳۸۹. پهنه‌بندی فرایندهای هوازدهی سنگ‌ها بر

اساس مدل‌های پلتیر در شمال غرب ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۴۲(۷۴). ۳۵-۴۶.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=125021>

وهاب‌زاده کبریا، قربان؛ صابری، عارف؛ ۱۴۰۰. تأثیر پارامترهای اقلیمی بر هوازدگی سنگ‌ها با استفاده از مدل لوئیس

پلتیر، مطالعه موردی بخشی از جنوب غرب استان آذربایجان غربی. مجله سپهر، اطلاعات جغرافیایی. دوره ۳۰.

<https://dx.doi.org/10.22131/sepehr.2021.246151>

شماره ۱۱۸. صص ۲۱۷-۲۳۱.

- Ahnert F., 1987. aproch to dynamic equilibrium in theorecal simulations of slope development. Earth surface processes.12: 3-15. <https://doi.org/10.1002/esp.3290120103>
- Büdel J., 1937. Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung, im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. Perthes. [https:// link.springer.com/ chapter/ 10.1007/ 978-1-349-15508-8\\_9# chapter-info](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-15508-8_9#chapter-info)
- Davis W.M., 1894. Physical geography in the university. The Journal of Geology, 2(1): 66-100. [10.1086/606891](https://doi.org/10.1086/606891)
- Dessert C, Dupré B, François L.M, Schott J, Gaillardet J, Chakrapani G, and Bajpai S., 2001. Erosion of Deccan Traps determined by river geochemistry: impact on the global climate and the 87Sr/86Sr ratio of seawater. Earth and Planetary Science Letters, 188(3-4): 459-474. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00317-X](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00317-X)
- Fowler R, Petersen J., 00... A ppll lll ll rr eeett nnnn rff oo ii s iiiii iii s nnnnnnnnm, Erosion and Climatic Graphs Using Geographic information Systems(GIS), Advanced GIS II. Spring. proceedings. [esri.com/library/usercof/proco4/docs/pap\\_1752.pdf](http://esri.com/library/usercof/proco4/docs/pap_1752.pdf).
- Hack H.R.G.K., 2020. Weathering, erosion, and susceptibility to weathering, In Soft Rock Mechanics and Engineering. Springer, Cham: 291-333. [10.1007/978-3-030-29477-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29477-9_11)
- Peltier L.C., 1950. The Geographic Cycle in Periglacial Regions as it is Related to Climatic Geomorphology. Annals of the Association of American Geographers, 40: 214-236. [10.1080/00045605009352070](https://doi.org/10.1080/00045605009352070)
- Penck A., 1905. Climatic features in the land surface, Am. Jour Sci, 4th ser, vol 19: 165-174. <https://doi.org/10.2475/ajs.s4-19.110.165>
- Stoddart. D.R., 1966. Darwins tnpacton Geomorphology, Ann, Assog, AM. Geoger, 56: 383-698. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1966.tb00585.x>
- Tangestani M.H., 2005. comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars province, Iran. jornal of Asian Earth sciences, 27(5):585-97. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2005.06.002>
- Troll C., 1944. Strukturboden, Solifluktion und Frostklimat der Erde, Geol. Rundschau, vol. 34: 545-694. [10.1007/BF01803103](https://doi.org/10.1007/BF01803103)