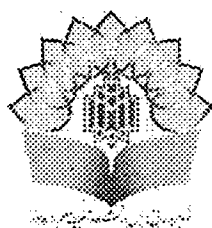


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت معلم
دانشکده علوم - گروه زمین شناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی

(گرایش ژئوشیمی)

موضوع:

بررسی منابع آلودگی خاک و آب به وسیله فلزات سنگین در شهرستان هشتروند
با نگرشی بر آرسنیک و اثرات زیست محیطی آن

استاد راهنما:

دکتر بهزاد مهرابی

استاد مشاور:

دکتر حمیدرضا پیروان

دانشجو:

خدیدجه رزازی بروجنی

شهریور ۱۳۸۸

۱۳۸۹/۸/۲

دانشگاه تربیت معلم
تهران

۱۴۴۴۰۴

تقدیم بہ :

پدر صبورم

اللہ عشق و محبت مادرم

و

دو خواہر و برادر مہربانم

تقدیم بہ:

نامی انسان ہائی فریختہ اسی کہ در جہت سالم زیستن و القاسنکر

پیشگیری قبل از وقوع فحایح زیست محیطی و نیز کاستن از

بار آلودگی ہائی زیست محیطی جامعہ خود گام برمی دارند.

و در جہت ارتقا سلامت جامعہ و انسان بی وقفہ در تلاشند.

سپاسگزاری

سپاس حضرت حق را که بشر را با فطرتی خداپرست و کمال طلب آفرید و عقل را زینت بشر و علم و ایمان را

ملاک برتری و انسانیت قرار داد.

بی شک این پژوهش بدون یاری و مدد بسیاری از سروران و دوستان گرانقدر، به نتیجه مطلوب نمی‌رسید. در انجام این رساله افراد بسیاری حقیر را مرهون الطاف خویش نمودند که در اینجا لازم می‌دانم از زحمات این بزرگواران و عزیزان تشکر و قدردانی کنم.

در ابتدا مراتب امتنان و سپاس خود را به محضر اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر بهزاد مهرابی و دکتر حمیدرضا پیروان که مسئولیت راهنمایی و مشاوره این پژوهش را بر عهده گرفته و با راهنمایی‌های پرارزش و عنایت خاص بنده را در انجام این رساله یاری کردند، تقدیم می‌دارم.

از جناب آقای دکتر محمد نخعی و دکتر حمیدرضا ناصری از دانشگاه شهید بهشتی، به خاطر زحمت داوری این رساله، و همچنین از سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف به خصوص مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری که حمایت مالی این پروژه را بر عهده داشتند، از مسئولین این مرکز به ویژه جناب آقای مهندس رامین سلماسی، از مسئولین سازمان زمین‌شناسی جناب آقای دکتر اکبرپور و آقای مهندس ونایی، کارمندان محترم گروه زمین‌شناسی خانم‌ها اسدنژاد، غلامی و مختاری، از آقایان مهندس مسن آبادی، حاجی زاده، طالع فاضل، یوسفی و از دوست مهربانم خانم مهندس فاطمه منصوری به خاطر همراهی در بازدیدهای صحزایی، و از زحمات خانواده عزیزم که همواره وجود گرمشان مشوق راه و نگاه پر مهر و دعای خیرشان بدرقه راهم بوده، تشکر و قدردانی می‌کنم.

در نهایت از کلیه دوستانی که به نحوی در مراحل مختلف این پژوهش از کمک‌های خود که بی‌شک گره‌ای از کار می‌گشود، دریغ نکردند و در طول دوران تحصیل به اینجانب یاری رسانده‌اند، کمال تشکر و امتنان را داشته و موفقیت روز افزون این گرامیان را از درگاه خداوند متعال خواستارم.

سپاس گزار و قدردان کلیه اساتیدی هستم که از محضر درسشان بهره گرفتم.

خدیجه رزازی بروجنی

چکیده

بررسی منابع آلودگی خاک و آب به وسیله فلزات سنگین در شهرستان هشتروند با نگرشی بر آرسنیک و اثرات زیست محیطی آن

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۹۵ کیلومتر مربع در ۲۰ کیلومتری غرب هشتروند در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی و در حوضه آبریز دریای خزر و زیرحوضه سفیدرود واقع شده است. این منطقه بخشی از زون ساختاری البرز - آذربایجان و یا کمان ماگمایی البرز و از لحاظ زمین شناسی جزء مناطق آتشفشانی - رسوبی جوان است. در محدوده مطالعاتی، سازند قرمز بالایی مهم ترین و بیشترین رخنمون های زمین شناسی را تشکیل داده و خاکسترهای آتشفشانی سهند نیز در بخش های وسیعی از منطقه بر روی نهشته های نتوژن قرمز بالایی مشاهده می شود. تپه ماهورها و ارتفاعات منطقه اغلب گنبد های داسیتی نتوژن هستند که احتمالاً در ارتباط با فعالیت های آذرین مرتبط با آتشفشان سهند تشکیل شده اند.

در این پژوهش به منظور ارزیابی مخاطرات زیست محیطی منطقه از منابع آب (در دو فصل مرطوب و خشک)، خاک، رسوب و سنگ حوضه نمونه برداری و به روش ICP-OES برای اندازه گیری غلظت فلزات سنگین مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. به علاوه نمونه های آب برای بررسی هیدروشیمی آب ها مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. همچنین آزمایشات فیزیکی بر روی نمونه های خاک انجام شد. به منظور تعیین ترکیب کانی شناسی، نمونه های سنگی به روش XRD مورد تجزیه قرار گرفتند. با مقایسه نتایج حاصله با استانداردهای زیست محیطی در زمینه آب و خاک سعی شد نوع و شدت آلودگی و پیامدهای زیست محیطی در حوضه مشخص شود.

بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های آب، تیپ آب در نمونه های رودخانه و چاه، کلروره سدیک و در سایر نمونه های کربنات کلسیک - منیزیک و pH آب در محدوده قلیایی مشخص شده است. مقایسه نتایج با حد مجاز فلزات سنگین در آب بیانگر آلودگی آب های منطقه به عناصر آرسنیک و سرب است که در اکثر نمونه ها بالاتر از حد استاندارد هستند. سایر عناصر زیر حد استاندارد بوده و آلودگی نشان نمی دهند. مقایسه غلظت آرسنیک در دو فصل مرطوب و خشک نشان داد که غلظت این عنصر در فصل خشک در برخی از نمونه های مورد بررسی به ویژه در نمونه های آب زیرزمینی کاهش یافته است.

نتایج مقایسه مقادیر عناصر مختلف با استانداردهای موجود برای خاک ها نشان دادند که خاک های منطقه از نظر کروم، نیکل و منگنز در محدوده غیر آلوده تا آلودگی ضعیف، از نظر باریم، بریلیوم، روی، قلع، کادمیم، کبالت، آلومینیوم، مس، آهن و سرب غیر آلوده و از نظر آنتیموان، وانادیم و آرسنیک آلوده هستند. نمونه های با مقادیر بالای آرسنیک بر روی واحدهای نتوژن و کنتاکت گسله بین دو واحد نتوژن و سهند قرار دارند. عناصر نیکل، کبالت، کروم و منگنز ارتباط مثبتی با خواص فیزیکوشیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوی رس و کربن آلی نشان می دهند.

مطالعات ژئوشیمی عناصر در رسوبات نشان دادند که متوسط عناصر کادمیم، آهن، باریم، بیسموت، مس، مولیبدن، کبالت و آرسنیک نسبت به متوسط در سرتاسر جهان و متوسط در رسوبات آبراه‌های افزایش و عناصر کروم، آلومینیوم، بریلیوم و منگنز کاهش نشان می‌دهند.

نتایج حاصل از محاسبه شاخص تجمع زمین نشان می‌دهد خاک‌های منطقه مورد مطالعه نسبتاً آلوده نسبت به عناصر آرسنیک و آنتیموان، غیر آلوده تا نسبتاً آلوده نسبت به عنصر سرب و غیر آلوده نسبت به عناصر آلومینیوم، باریم، بریلیوم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، نیکل، وانادیم و روی هستند. همچنین رسوبات آبراه‌های منطقه غیر آلوده تا نسبتاً آلوده نسبت به عنصر آرسنیک، نسبتاً آلوده نسبت به عنصر بیسموت و غیر آلوده نسبت به عناصر آلومینیوم، باریم، بریلیوم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و کادمیم هستند.

نتایج تجزیه ICP-OES نمونه‌های سنگی نیز نشان دادند که برای عناصر آرسنیک و سرب تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین مقادیر میانگین و میانه این عناصر با هم در نمونه‌ها و همچنین با میانگین پوسته وجود دارد. که این می‌تواند دلیلی برای بالا بودن میزان این عناصر در منابع منطقه مطالعاتی باشد.

در این منطقه براساس شواهد موجود آلودگی آرسنیک مرتبط با منابع ژئوژنیک (زمین‌زاد) و فعالیت‌های آتشفشانی در نظر گرفته شده است. چنین به نظر می‌رسد که محلول‌های هیدروترمال در ارتباط با دم‌های داسیتی سه‌سند در منطقه بوده که واحدهای سنگی موجود در منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به pH قلیایی خاک‌ها و آب‌های منطقه و حضور اکسید آهن در طبقات قرمز نشوژن، مکانیزم واجدبی آرسنیک از سطح اکسیدهای آهن می‌تواند توضیح احتمالی برای مکانیزم آلودگی آرسنیک در محدوده مطالعاتی باشد.

واژه‌های کلیدی: مطالعات زیست محیطی، بشروود، فلزات سنگین، آلودگی آب و خاک، آرسنیک، زمین‌زاد

فهرست مطالب

چکیده

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- بیان مسئله ۱
- ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۲
- ۴-۱- راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه ۲
- ۵-۱- موقعیت منطقه در حوزه‌های آبخیز کشور ۴
- ۶-۱- اقلیم منطقه ۵
 - ۱-۶-۱- تعیین اقلیم به روش دمارتن ۶
 - ۲-۶-۱- تعیین اقلیم براساس رسم منحنی آمبروترمیک ۷
- ۷-۱- ساختار اجتماعی و اقتصادی ۸
- ۸-۱- کشاورزی و دامداری ۸
- ۹-۱- صنایع و معادن ۹
- ۱۰-۱- مکان‌های دیدنی و تاریخی ۹
- ۱۱-۱- ژئومورفولوژی منطقه ۱۰
- ۱۲-۱- هدف از انجام این طرح ۱۰
- ۱۳-۱- مطالعات انجام شده قبلی ۱۰
- ۱۴-۱- مطالعات انجام شده مشابه در ایران و جهان ۱۲
- ۱۵-۱- روش مطالعه ۱۸
 - ۱-۱۵-۱- مطالعات دفتری ۱۸
 - ۲-۱۵-۱- بررسی‌های صحرایی و نمونه‌برداری ۱۹
 - ۳-۱۵-۱- تجزیه شیمیایی نمونه‌ها ۱۹
 - ۴-۱۵-۱- بحث و نتیجه‌گیری ۱۹

فصل دوم: زمین‌شناسی

۲۲	۱-۲- مقدمه
۲۲	۲-۲- جایگاه منطقه مورد مطالعه در زون بندی‌های ایران
۲۵	۳-۲- زمین‌شناسی البرز غربی - آذربایجان
۲۵	۴-۲- زمین‌شناسی عمومی
۲۶	۲-۴-۱- زمین‌شناسی منطقه‌ای شهرستان هشتروند
۲۷	۲-۴-۲- زمین‌شناسی ناحیه‌ای
۳۰	۵-۲- چینه‌شناسی
۳۰	۶-۲- زمین‌شناسی ساختمانی
۳۴	۷-۲- زمین‌شناسی اقتصادی
۳۵	۸-۲- آتشفشان سهند
۳۵	۲-۸-۱- چینه‌شناسی توده آتشفشانی سهند

فصل سوم: کیفیت منابع آب

۳۹	۱-۳- مقدمه
۳۹	۲-۳- بررسی کیفیت منابع آب
۴۰	۳-۳- وضعیت آب‌های سطحی منطقه
۴۰	۳-۳-۱- رودخانه قرانقو
۴۱	۳-۳-۲- رودخانه آمالوچای
۴۱	۳-۳-۳- رودخانه کلکانچای
۴۲	۴-۳- وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه
۴۲	۵-۳- روش تحقیق
۴۲	۳-۵-۱- جمع‌آوری، حفاظت و ذخیره نمونه‌ها
۴۲	۳-۵-۱-۱- مراحل نمونه‌برداری
۴۴	۳-۵-۱-۲- ظروف نمونه‌برداری و حفاظت و ذخیره نمونه
۴۵	۳-۵-۱-۳- روش نمونه‌برداری
۴۶	۳-۵-۲- روش تجزیه شیمیایی
۴۸	۳-۵-۳- پردازش داده‌ها و تعیین صحت آنالیز شیمیایی
۴۸	۳-۶- نتایج

۴۹	..... ۱-۶-۳ معیارهای کیفی آب
۵۱	..... ۲-۶-۳ هیدروژئوشیمی آب‌های منطقه (ویژگی‌های شیمیایی آب‌های منطقه)
۵۴	..... ۳-۶-۳ دسته‌بندی تیپ‌های مختلف آب
۶۰	..... ۷-۳ مطالعه فلزات سنگین
۶۰	..... ۱-۷-۳ فلزات در آب
۶۱	..... ۲-۷-۳ مراحل پردازش داده‌ها
۶۲	..... ۱-۲-۷-۳ برآورد مقادیر سنسورد
۶۲	..... ۲-۲-۷-۳ محاسبات آماری داده‌های خام
۶۳	..... ۳-۲-۷-۳ تعیین نوع تابع توزیع
۶۳	..... ۴-۲-۷-۳ نرمال سازی داده‌های خام
۶۳	..... ۵-۲-۷-۳ بررسی مقادیر خارج از ردیف
۶۴	..... ۶-۲-۷-۳ تعیین ضریب همبستگی
۶۴	..... ۷-۲-۷-۳ آنالیز خوشه‌ای
۶۵	..... ۳-۷-۳ تعبیر و تفسیر نتایج نمونه‌های آب
۶۵	..... ۱-۳-۷-۳ مطالعات آماری تک متغیره
۶۷	..... ۲-۳-۷-۳ مطالعات آماری چند متغیره
۷۰	..... ۴-۷-۳ مقایسه غلظت عناصر در نمونه‌ها با مقادیر استاندارد
۷۰	..... ۱-۴-۷-۳ آرسنیک
۷۴	..... ۲-۴-۷-۳ آرسنیک در آب
۷۶	..... ۳-۴-۷-۳ سرب
۷۷	..... ۴-۴-۷-۳ سرب در آب
۷۸	..... ۵-۷-۳ تغییرات غلظت آرسنیک و سرب در مقابل پارامترهای شیمیایی

فصل چهارم: خاکشناسی و بررسی رسوبات

۸۱	..... ۱-۴ مقدمه
۸۱	..... ۲-۴ مشخصات خاک‌ها
۸۶	..... ۳-۴ روش تحقیق
۸۶	..... ۱-۳-۴ مقدمه
۸۶	..... ۲-۳-۴ روش نمونه‌برداری
۸۸	..... ۳-۳-۴ آماده سازی نمونه‌ها به منظور اندازه‌گیری فلزات سنگین

۸۸	..... ۴-۳-۴ تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها
۸۸	..... ۴-۳-۴-۱ آزمایشات فیزیکی
۸۹	..... ۴-۳-۴-۲ تجزیه شیمیایی
۹۰	..... ۴-۴ خصوصیات فیزیکی خاک
۹۰	..... ۴-۴-۱ منحنی دانه‌بندی
۹۱	..... ۴-۴-۲ طبقه‌بندی بافت خاک
۹۳	..... ۴-۵ مطالعه فلزات سنگین
۹۳	..... ۴-۵-۱ تعبیر و تفسیر نتایج نمونه‌های خاک
۹۳	..... ۴-۵-۱-۱ مطالعات آماری تک متغیره
۹۶	..... ۴-۵-۱-۲ مطالعات آماری چند متغیره
۹۸	..... ۴-۵-۲ مقایسه نتایج با استانداردها
۱۱۴	..... ۴-۶ ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای
۱۱۴	..... ۴-۶-۱ مقدمه
۱۱۵	..... ۴-۶-۲ مطالعات آماری
۱۱۵	..... ۴-۶-۱-۱ مطالعات آماری تک متغیره
۱۱۶	..... ۴-۶-۱-۲ مطالعات آماری چند متغیره
۱۱۸	..... ۴-۶-۳ بررسی ژئوشیمی عناصر
۱۲۵	..... ۴-۷ روش‌های ارزیابی آلودگی محیط زیست
۱۲۵	..... ۴-۷-۱ فاکتور غنی‌شدگی
۱۲۸	..... ۴-۷-۲ شاخص تجمع زمین
۱۳۱	..... ۴-۸ مطالعه نمونه‌های سنگی
۱۳۱	..... ۴-۸-۱ بررسی نتایج تجزیه XRD
۱۳۳	..... ۴-۸-۲ بررسی نتایج تجزیه ICP-OES

فصل پنجم: آرسنیک و تاثیرات زیست محیطی آن

۱۳۶	..... ۵-۱ مقدمه
۱۳۶	..... ۵-۲ معرفی آرسنیک
۱۳۸	..... ۵-۳ موارد استفاده از آرسنیک
۱۳۸	..... ۵-۴ سمیت آرسنیک
۱۳۹	..... ۵-۵ زمین‌شناسی و سلامت

- ۱۴۰ ۱-۵-۵- چگونگی تأثیر آرسنیک بر سلامت انسان
- ۱۴۰ ۲-۵-۵- علائم ناشی از آلودگی به عنصر آرسنیک
- ۱۴۴ ۶-۵- مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده در منطقه

فصل ششم: بحث

- ۱۴۹ ۱-۶- مقدمه
- ۱۵۰ ۲-۶- بحث
- ۱۵۰ ۱-۲-۶- منشاء آرسنیک
- ۱۵۳ ۲-۲-۶- ته نشست فلزات از محلول‌های هیدروترمال
- ۱۵۴ ۳-۲-۶- فرایندهای شیمیایی کنترل موبایلیتی آرسنیک
- ۱۵۶ ۴-۲-۶- مکانیزم تحرک آرسنیک
- ۱۵۸ ۵-۲-۶- فرآیند آلودگی آرسنیک
- ۱۶۰ ۳-۶- منشاء آرسنیک در منطقه
- ۱۶۱ ۴-۶- روش‌های پاک‌سازی آرسنیک از محیط

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۶۶ ۱-۷- نتیجه‌گیری
- ۱۶۶ ۱-۱-۷- نتایج مطالعات آب
- ۱۶۸ ۲-۱-۶- نتایج مطالعات خاک، رسوب و سنگ
- ۱۷۱ ۲-۷- پیشنهادات

- ۱۷۲ منابع و مآخذ

پوست

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

مطالعات زمین‌شناسی شامل تلاش‌های مستمر فکری، علمی و عملی محققان علوم زمین در طیف وسیعی از تخصص‌هاست که اطلاعات با ارزشی را درباره نحوه تشکیل و تکوین زمین، فعالیت‌های آذرین، دگرگونی، رسوبی و حرکات زمین، حوادث و عوامل مؤثر در تغییر چهره زمین و منابع انرژی و ذخایر معدنی موجود را در اختیار و دسترس همگان قرار می‌دهد. از این رو شناخت هرچه بهتر زمین و مسائل متنوع و پیچیده آن امری حیاتی و ضروری است. امروزه زمین‌شناسی زیست محیطی و پزشکی در بسیاری از کشورهای پیشرفته مورد توجه قرار گرفته و از رشته‌های پر اهمیت است. در ایران از گذشته به مسائل زمین‌شناسی زیست محیطی توجه خاصی شده چنانچه در کتاب اوستای زرتشت می‌خوانیم که: آب، خاک، هوا و آتش را آلوده نکنیم و آن را پاک و منزه نگه- داریم. همچنین دانشمند مشهور ایرانی، ابوعلی سینا از علم زمین‌شناسی پزشکی بهره‌مند بوده و در زمینه استفاده از مواد معدنی در امر طبابت تبحر فراوانی داشته است.

در این فصل به شرح اهداف این پژوهش، روش مطالعه، مطالعات انجام شده قبلی در منطقه و مطالعات انجام شده مشابه در ایران و جهان و نیز توضیح مشخصات منطقه مورد مطالعه پرداخته می‌شود.

۱-۲- بیان مسئله

آلودگی با فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است که سلامتی افراد جامعه را به خطر می‌اندازد. عناصر بالقوه سمی^۱ عناصری هستند که با غلظت اندک در سنگ، خاک، آب، گیاه، هوا و حتی در بدن انسان یافت می‌شوند. اگر غلظت این عناصر در اثر پدیده‌های زمین‌زاد و یا بشرزاد اندکی افزایش یابد، اثرات زیست محیطی ناگواری به همراه خواهد داشت. در صورت حضور در آب و خاک این عناصر می‌توانند وارد گیاهان شده و خود را به چرخه و هرم غذایی منتهی به انسان برسانند که در این حالت بیماری‌های ناشی از آن-ها در موجودات زنده بروز می‌کند.

چنانچه می‌دانیم یکی از مهم‌ترین عناصر سنگین و بسیار سمی که تا کنون باعث پدید آمدن مشکلات بهداشتی فراوانی برای انسان و محیط زیست شده، عنصر آرسنیک است. آرسنیک به دلیل سمناکی بسیار بالا در محیط‌های طبیعی به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌ها محسوب می‌شود. رفتار آرسنیک به عنوان یک ماده سمی به خوبی شناخته شده و از آلاینده‌های شیمیایی است که حضور آن در آب عوارض نامطلوبی بر سلامتی موجودات زنده دارد (Azcue & Nriagu, 1994; Eisler, 1994 Smedley & Kinniburgh, 2001).

بر اساس اطلاعات موجود، میزان بالای آرسنیک در برخی از روستاهای کشور از جمله کردستان و آذربایجان شرقی گزارش شده است (درویش‌زاده، ۱۳۸۵؛ قربانی، ۱۳۷۴ و مسافری، ۱۳۸۳). در منطقه هشتروند نیز شواهد مربوط به آلودگی آرسنیک به صورت بیماری‌های پوستی از جمله هیپرکراتوزیس و پیگمانتاسیون مشاهده شده است (حسین پور فیضی، ۱۳۸۵). همچنین بررسی اثرات افزایش میزان آرسنیک بر کاربوتیپ خون نشان داده است که اختلالات ساختاری و تعدادی در گسترش کروموزوم‌های مردم منطقه وجود دارد (مسافری و همکاران، ۱۳۸۶).

¹ Potentially Toxic Element

براساس تحقیقات اولیه به عمل آمده توسط دانشکده بهداشت و تغذیه استان آذربایجان شرقی و شکایات اهالی ساکن در روستای قوپوز و اندازه گیری های محدود به عمل آمده مشکل حضور آرسنیک در آب آشامیدنی در این روستا وجود دارد. براساس مدارک مستند، وجود این مشکل از سال ها قبل از طریق مراجعه افراد بیمار گزارش شده است. در تعدادی از اهالی بیماری مزمن پوستی شایع است.

اهمیت آلودگی آب به آرسنیک در این روستا متأسفانه نه به دلیل پایش منابع آب بلکه به دلیل شیوع عوارض پوستی مشخص شده است که این موضوع به دلایل مختلف در شهرستان هشترود پیگیری نشده و مواجهه مردم به دلیل عدم انجام اقدامات کافی جهت تأمین آب آشامیدنی سالم همچنان ادامه داشته تا اینکه از سال ۱۳۸۳ با آبرسانی سیار این مواجهه کمتر شده است.

با توجه به گزارش شبکه بهداشت منطقه، مو و ناخن ساکنین حوزه آبخیز دارای میزان آرسنیک بالاتر از حد مجاز بوده به نحوی که اکثر اهالی با معضل بیماری ناشی از افزایش این عنصر مواجه هستند. شیوع بیماری پوستی در قریب ۳۰ نفر از اهالی منطقه در اثر آلودگی به آرسنیک گزارش شده که منجر به قطع عضو در چند نفر شده است. لازم است که هرچه سریع تر علت این معضل مشخص شود. همچنین این آلودگی ممکن است کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و یا ایجاد عوارض خاصی در دامها را در پی داشته باشد، که به دلیل عدم آگاهی، علت آن تشخیص داده نشده باشد ولی مربوط به همین آلودگی با فلزات سنگین باشد.

۱-۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

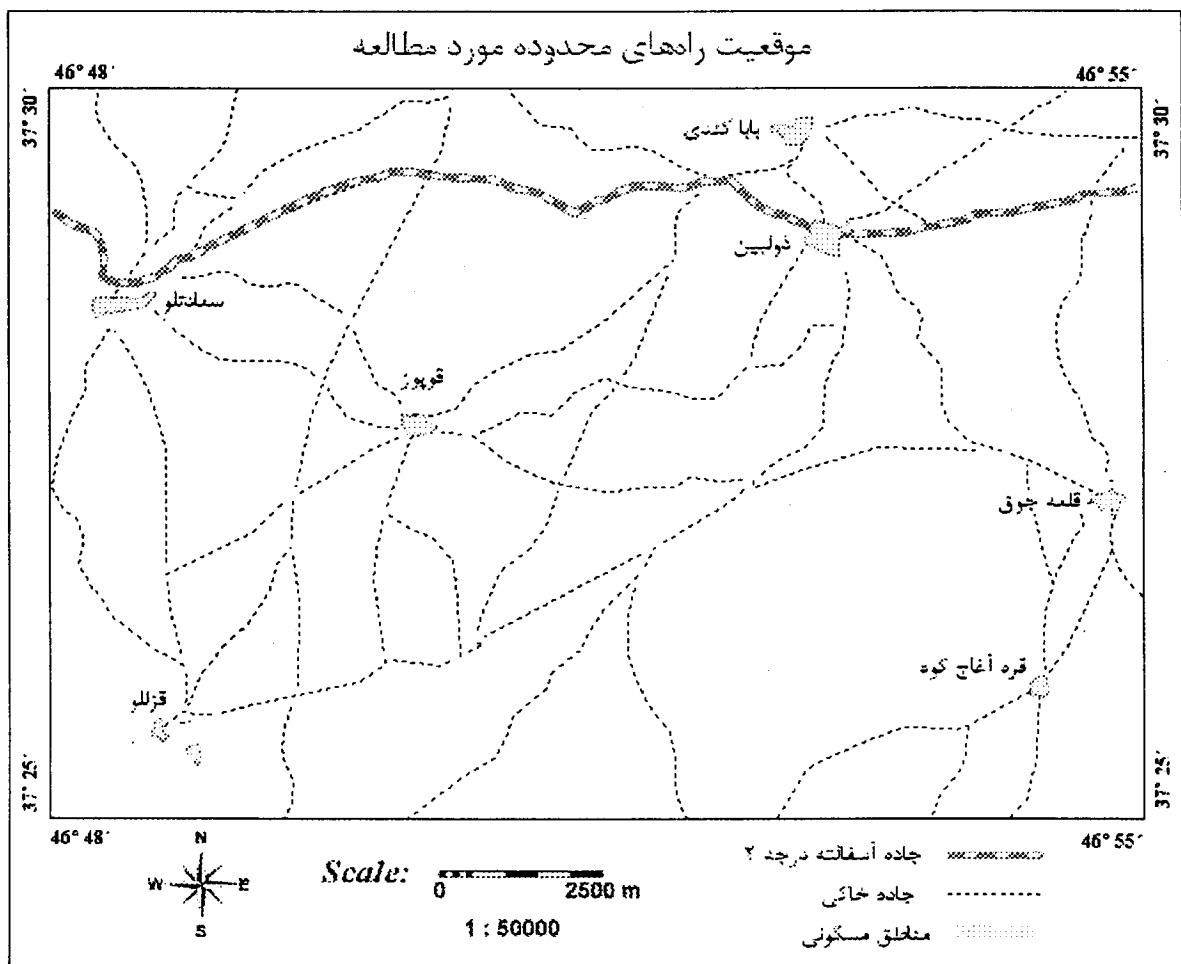
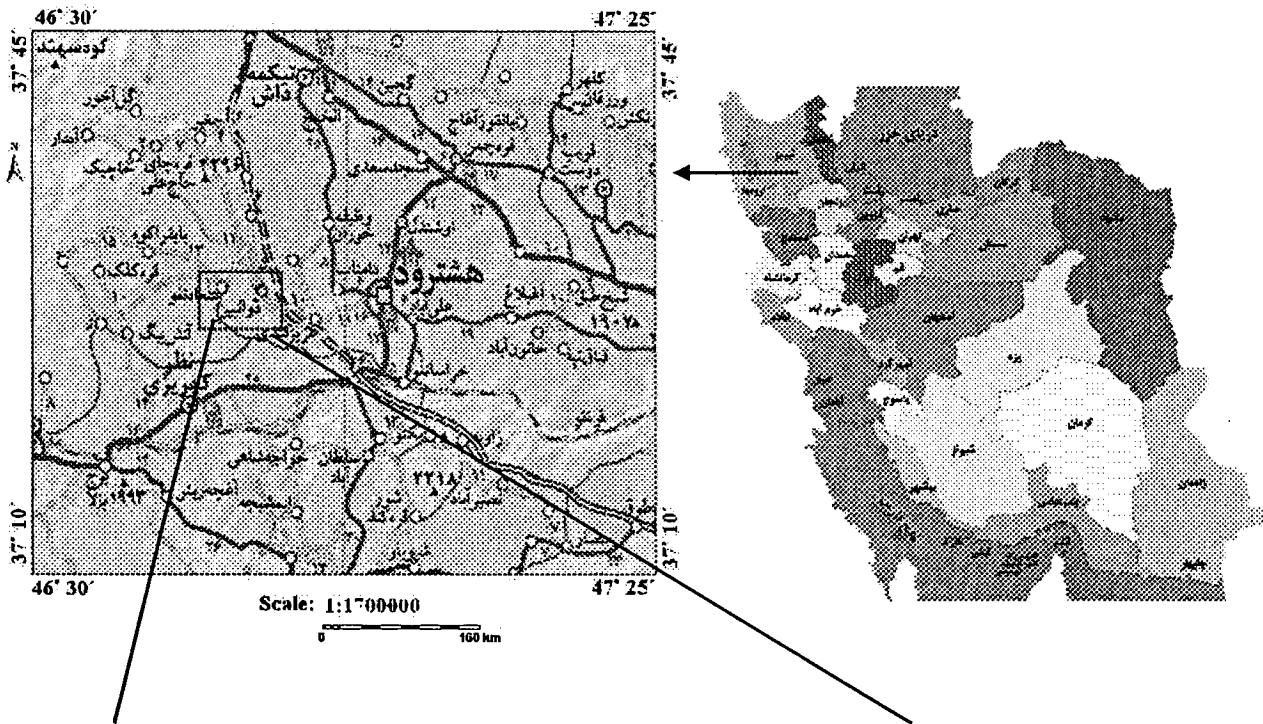
منطقه مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ میانه و ۱:۱۰۰۰۰۰ قره آغاج واقع شده است. این منطقه با وسعت ۹۵ کیلومتر مربع بین طولهای ۰۰° ۴۸' ۴۶ تا ۰۰° ۵۵' ۴۶ شرقی و عرضهای ۰۰' ۲۵' ۳۷ تا ۰۰' ۳۰' ۳۷ شمالی در ۲۰ کیلومتری غرب هشترود در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این منطقه جزء شهرستان هشترود محسوب می شود. روستاهای ذوالبین، سعادتلو، قوپوز و قزللو در محدوده مورد مطالعه قرار دارند.

شهرستان هشترود با وسعت ۶۲۳۵ کیلومتر مربع از شمال به تبریز و بستان آباد، از شرق به میانه و از غرب به مراغه محدود می شود و از جنوب با زنجان و میاندوآب همسایه است. سراسکندر مرکز شهرستان هشترود با موقعیت ۴۷ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۶۰ متر از سطح دریا در جنوب شرقی شهر تبریز به فاصله ۱۲۰ کیلومتری از آن واقع شده است.

۱-۴- راه های ارتباطی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه تقریباً در ۲۰ کیلومتری غرب شهرستان هشترود در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. دسترسی به منطقه از طریق راه های اصلی میانه - هشترود - بستان آباد (جاده قدیم)، آزاد راه تهران - زنجان - تبریز (جاده جدید) و نیز خط آهن تهران - تبریز امکان پذیر است. ایستگاه راه آهن خراسانلو در جنوب هشترود واقع شده است. این منطقه در مسیر اصلی قره چمن - مراغه قرار گرفته و ۱۱۹ کیلومتر تا تبریز و ۹۴ کیلومتر تا شهر مراغه فاصله دارد. پس از رسیدن به هشترود، از طریق راه های آسفالتی درجه ۲ و راه های شنی و

خاکی امکان دسترسی به روستاهای منطقه وجود دارد. راه‌های خاکی به منظور کشاورزی با جهات مختلف در منطقه احداث شده که به کمک آن‌ها نیز می‌توان به راحتی به تمام منطقه دسترسی پیدا کرد (شکل ۱-۱).

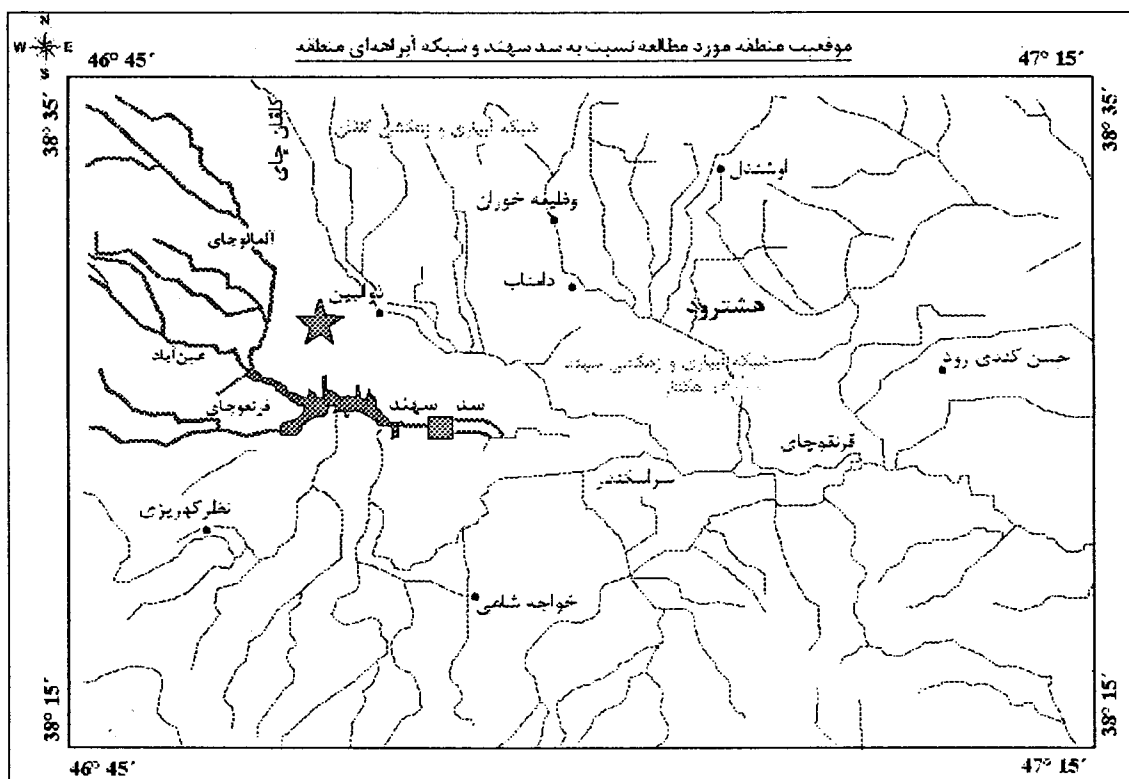


شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه

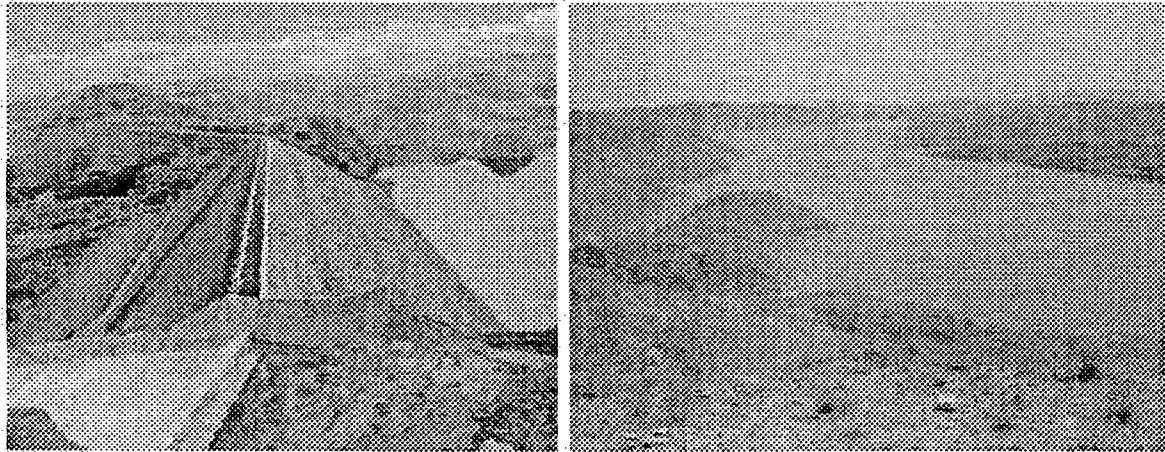
۱-۵- موقعیت منطقه در حوضه‌های آبریز کشور

منطقه مورد مطالعه در حوضه آبریز دریای خزر و زیرحوضه سفید رود قرار دارد. رودهای مهم آن شامل قرانقو، آلمالو، هشتروچایی (آغبلاغ)، شورچایی، کلکان چایی، ینگچیایی، جنید و مغایر است. رودخانه قرانقو پس از عبور از قسمتی از اراضی حاصلخیز هشترو و مشروب کردن آنها به رودخانه آیدوغموش می‌پیوندد و با نام قزل اوزن به سمت شمال جریان می‌یابد و سرانجام وارد دریاچه خزر می‌شود. هشت رودخانه این ناحیه که از کوه سهند سرچشمه گرفته‌اند باعث شده است این منطقه را هشترو بنامند.

نیاز روز افزون به آب و وجود منابع عظیم آب در این منطقه باعث شد تا اقدام به احداث سد عظیم سهند (قرنقو) گردد. سد مخزنی سهند که یکی از بزرگترین سدهای استان است، در ۲۶ کیلومتری جنوب غربی شهرستان هشترو در آذربایجان شرقی، بر روی رودخانه قرنقوچای از سرشاخه‌های رودخانه قزل اوزن در حوضه آبریز دریای خزر قرار دارد. این سد که محل احداث آن بعد از تلاقی رودخانه‌های آلمالو و قرانقوچایی است، از نوع سدهای خاکی با هسته رسی بوده و میزان ذخیره آن ۱۶۰ میلیون متر مکعب در سال تخمین زده شده است که طول دریاچه آن ۱۰ کیلومتر است و برای مصارف کشاورزی و تولید برق در نظر گرفته شده است (شکل‌های ۱-۲، ۱-۳ و ۱-۴).



شکل ۱-۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به سد سهند و شبکه آبراهه‌ای منطقه (منطقه مورد مطالعه با ستاره و محل سد سهند با مربع نشان داده شده است)



شکل ۱-۴: نمایی از محور سد سهند

شکل ۱-۳: نمایی از دریاچه سد سهند در محدوده مطالعاتی

۱-۶- اقلیم منطقه

شهرستان هشترود، منطقه‌ای کوهستانی واقع در دامنه‌های شرقی سهند و دامنه‌های غربی قافلاتکوه است. آب و هوای منطقه متأثر از این دو رشته کوه و وجود کوه‌هایی چون سور ملی و ضحاک است. در تقسیمات آب و هوای کشوری، آذربایجان جزء مناطق معتدله کوهستانی است. آب و هوای این شهرستان در زمستان سرد خنک و در تابستان معتدل است. حداقل دمای آن 20°C -، حداکثر دمای سالیانه آن 35°C و دمای سالیانه متوسط آن $18/5^{\circ}$ است.

به طور متوسط بارندگی شهر هشترود در سال ۸۱-۸۰ برابر با $324/3$ میلی‌متر و در سال ۸۱-۸۲ حدود $408/8$ میلی‌متر بوده است. توزیع مقدار بارندگی در فصول مختلف سال نامنظم است و به همین جهت در سال‌هایی که بارندگی به موقع انجام نمی‌گیرد خسارت زیادی به محصولات کشاورزی منطقه وارد می‌شود. تعداد روزهای یخبندان این شهرستان ۱۱۸ روز و مجموع ماه‌های خشک و یخبندان ۷ تا ۸ ماه است. میانگین سرعت باد $2/0$ متر در ثانیه، متوسط رطوبت نسبی 68% و متوسط تبخیر در این شهر 350 میلی‌متر و در دهستان‌های هشترود 355 میلی‌متر است، هشترود از نظر اقلیمی در ناحیه نیمه خشک مدیترانه‌ای واقع شده است. با وجود رودخانه‌های فراوانی که در این شهرستان وجود دارد و با میزان بارندگی سالیانه $408/8$ میلی‌متر در سال، این شهرستان در تابستان‌ها با کمبود آب روبرو است و اکثراً کشاورزی در این منطقه به صورت دیم انجام می‌گیرد (ایلغمی، ۱۳۸۴).

به منظور تعیین اقلیم منطقه به دو روش دمارتن و آمبرژه، به دلیل نبود ایستگاه کلیماتولوژی در منطقه از آمار هواشناسی دو ایستگاه مجاور در غرب (میانه) و شرق (مراغه) منطقه استفاده شد که نتایج مشابهی به شرح زیر نشان دادند.

۱-۶-۱- تعیین اقلیم به روش دمارتن

در این روش نوع اقلیم از فرمول ضریب خشکی تعیین می‌شود. برای بدست آوردن ضریب خشکی نیاز به میانگین حرارت و رطوبت سالانه می‌باشد (جدول ۱-۱). با توجه به میانگین ۱۰ ساله بارندگی و درجه حرارت در منطقه (جدول ۱-۲)، اقلیم منطقه هشتروند براساس روش دمارتن اقلیمی نیمه خشک است.

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

I = ضریب خشکی
P = میانگین بارندگی سالانه (mm)
T = میانگین دمای سالانه بر حسب (C°)

جدول ۱-۱: میانگین آب و هوای ۱۰ ساله دو ایستگاه میانه و مراغه از سال ۱۹۹۵-۲۰۰۵ (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۸)

ماه‌های شمسی	بارندگی به میلی‌متر		میانگین درجه حرارت (سانتی‌گراد)	
	مراغه	میانه	مراغه	میانه
دی	۳۱	۳۶	-۱/۴	-۰/۸
بهمن	۲۸/۴	۲۳/۸	۰/۸	۰/۵
اسفند	۴۹/۷	۴۱	۷/۴	۵
فروردین	۶۴/۶	۴۴/۹	۱۴/۱	۱۱/۴
اردیبهشت	۳۴	۳۱/۸	۱۹	۱۶/۳
خرداد	۷/۹	۶/۲	۲۵/۱	۲۲/۲
تیر	۲/۶	۷/۲	۲۷/۹	۲۶/۱
مرداد	۱/۶	۳/۶	۲۷/۸	۲۵/۷
شهریور	۲/۷	۴	۳۳/۳	۲۱
مهر	۱۹/۴	۱۶/۹	۱۶/۳	۱۴/۲
آبان	۴۴/۵	۳۴/۶	۸	۷/۱
آذر	۳۶	۲۳/۱	۲/۴	۱/۷

جدول ۱-۲: میانگین ۱۰ ساله بارندگی و درجه حرارت در منطقه

نام ایستگاه	T	P	I
ایستگاه کلیماتولوژی مراغه	۱۲/۵	۳۲۲/۴	۱۴/۳۳
ایستگاه کلیماتولوژی میانه	۱۴/۲	۲۸۲/۱	۱۱/۶۶

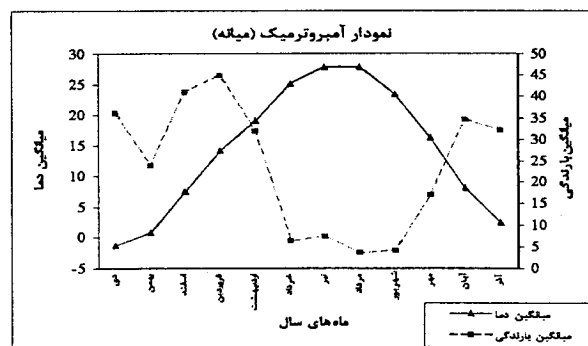
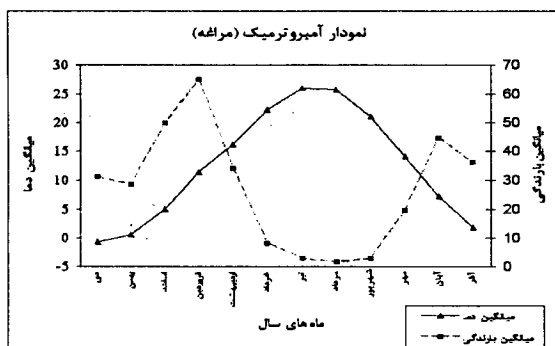
نوع اقلیم	ضریب خشکی
خشک	$I < 10$
نیمه خشک	$10 < I < 19/9$
معتدل مدیترانه‌ای	$20 < I < 23/9$
نیمه مرطوب	$24 < I < 27/9$
مرطوب	$28 < I < 34/9$
بسیار مرطوب	$I \geq 35$

۱-۶-۲- تعیین اقلیم براساس رسم منحنی آمبروترمیک

در این روش ابتدا نیاز به گزارش سالانه حرارت و رطوبت منطقه است. با توجه به گزارش اعلام شده و رسم منحنی می‌توان طول دوره خشک و مرطوب را در یک منطقه مشخص کرد و اثر این نوسانات را بر روی سفره‌های آب زیرزمینی و لایه‌های رسوبی مورد بررسی قرار داد. این منحنی با استفاده از دو عامل درجه حرارت و بارندگی بر روی محور مختصات بدست می‌آید.

از نظر گوسن هرگاه بارندگی مساوی یا کمتر از دو برابر درجه حرارت ($P \leq 2T$) باشد محیط از نظر بیولوژیکی خشک است. بنابراین نمودار آمبروترمیک از نقطه‌ای که دو منحنی حرارت و بارندگی با یکدیگر تلاقی می‌کند و منحنی بارندگی در زیر منحنی حرارت قرار می‌گیرد محیط خشک می‌شود. به طوری که مقیاس درجه حرارت دو برابر مقیاس میزان بارندگی در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب دو منحنی بدست می‌آید که یکی منحنی تغییرات ماهیانه درجه حرارت و دیگری منحنی تغییرات ماهیانه بارندگی است که در مجموع به نام منحنی آمبروترمیک^۱ نامیده می‌شود (شکل ۱-۵).

نتایج منحنی آمبروترمیک منطقه نشان دادند که در فصول خرداد، تیر، مرداد و شهریور میزان تبخیر بیشتر از بارندگی است ($P \leq 2T$) و به عنوان فصول خشک در نظر گرفته می‌شوند. در فصول مرطوب منحنی بارندگی بالای منحنی دما قرار گرفته است. نتایج منحنی آمبروترمیک و محاسبه ضریب خشکی به روش دومارتن معلوم داشت که اقلیم حاکم بر منطقه هشتگرد، اقلیمی نیمه خشک است.



شکل ۱-۵: منحنی آمبروترمیک در دو ایستگاه مجاور منطقه مورد مطالعه

¹ Ambrothermic