



ولی جوانی<sup>۱</sup>  
ایرج جباری<sup>۲</sup>

## شاخص های زمین ریخت شناسی در شناسایی منابع آب زیرزمینی (مطالعه ی موردی دشت اهر)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۸/۲۸

### چکیده

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت، شهر اهر و شهرک های موجود در دشت اهر روز به روز به آب نیاز بیشتری پیدا می کنند. منابع آب سطحی نیز کفاف تأمین آب مساحت زیادی از زمین های کشاورزی این منطقه را نمی نماید. به دلیل همین محدودیت از دیرباز توجه به سوی منابع آب زیرزمینی جلب شده است. پژوهش های زمین شناسی و زمین ریخت شناسی به دلیل ارائه ی شاخص هایی برای اکتشافات آب زیرزمینی و هدایت سریع پژوهشگران برای کشف نقاط دارای منابع آب زیرزمینی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند. مهم ترین

---

۱- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی از دانشگاه رازی کرمانشاه. E-mail : wali\_javany@yahoo.com

۲- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه. Email: jabbari@yahoo.com

اشکال زمین ریخت شناسی قابل مطالعه از نظر آب های زیرزمینی، مخروط افکنه ها و پادگانه های آبرفتی می باشند. لذا در این تحقیق سعی بر این است که بین اشکال و فرایندهای زمین ریخت شناسی دشت اهر و منابع آب زیرزمینی آن رابطه ای برقرار شود تا بر اساس آنچه که در طبیعت دیده می شود، منابع آب زیرزمینی حدس زده شود. نتیجه مطالعه نشان می دهد دشت سیلابی در امتداد رودخانه اهر چای از نظر آب زیرزمینی غنی می باشد.

**کلید واژه ها:** دشت اهر، منابع آب زیر زمینی، اشکال زمین ریخت شناسی.

#### مقدمه

کیث تاد<sup>۱</sup> (۱۹۷۶، صص ۴۰۹-۴۵۴) پژوهش در باره ی منابع آب زیرزمینی را به دو گروه پژوهش های زمینی و سطحی طبقه بندی نموده است. روش هایی که در سطح زمین به بررسی منابع آب سطحی می پردازند، بر اساس روش های زمین شناسی و زمین ریخت شناسی و اکتشافات ژئوفیزیکی مانند مقاومت الکتریکی ارتعاشات برگشتی، روش های ثقلی و مغناطیسی استوار است. پژوهش های زمین ریخت شناسی به علت ارائه شاخص هایی برای اکتشاف آب زیرزمینی و هدایت سریع پژوهشگران به نقاط دارای منابع آب مورد توجه ژئومورفولوژیست ها قرار گرفته است. هیث و ترینر<sup>۲</sup> (۱۹۶۸) و مولارد<sup>۳</sup> (۱۹۶۸) برای بررسی آب های زیرزمینی یک سری شاخص های توپوگرافی و زمین ریخت شناسی ارائه نموده اند. فرانکلین و هو باو<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) یکی از مواد محتوی آب های زیرزمینی و محیط تشکیل دهنده آن را نهشته های آبرفتی و متخلخل دوران چهارم اعلام کرده اند. به عقیده رجایی (۱۳۷۳) نهشته های آبرفتی محتوی آب زیرزمینی به چرخه ژئومورفولوژی تعلق دارند و به عقیده سلبای<sup>۵</sup> (۱۹۸۵) و اسمال<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) در تشکیل آبخوان، شیب توپوگرافی، طول و پهنای بستر

<sup>1</sup> -Keith Todd

<sup>2</sup> -Heath & Trainer

<sup>3</sup> - Mollard

<sup>4</sup> -Frinklin & Hubao

<sup>5</sup> -Selby

رودخانه به عنوان متغیرهای ژئومورفولوژی تا حد زیادی دخالت دارند. به عقیده ورستاپن<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) مهم ترین نقش ژئومورفولوژی در ارزیابی منابع آب زیرزمینی تقسیم یک ناحیه به واحدهای هیدرومورفولوژیک است. بررسی ها نشان می دهد که پژوهشگران ایران استفاده از این شاخص ها را به درجات مختلف در بررسی آب های زیرزمینی دشت اهر مورد توجه قرار داده اند. مهندسان مشاور کورس (۱۳۵۵) و موحد دانش (۱۳۶۸؛ الف) در بررسی آب های زیرزمینی بیشتر اشکال ناهمواری های زمین یعنی پادگانه ها را مد نظر قرار داده اند. مهندسان مشاور کورس (۱۳۵۵) دشت سیلابی را به عنوان یکی از اشکال ژئومورفولوژی با استفاده از روش سونداژ الکتریکی بررسی نموده و نتایج کار را به صورت مقطع ژئوفیزیکی طولی و عرضی و نقشه تیپ آب ارائه نموده اند.

در دشت اهر ته نشین شدن مواد آبرفتی مجموعه ای از عوارض را ایجاد کرده است؛ که می توان آنها را بر اساس شاخص های ارائه شده از نظر منابع آب مورد مطالعه قرار داد. مخروط افکنه ها، دشت سیلابی، باهادا در حوضه آبریز اهر جای از اشکالی به شمار می آیند که بررسی کمیت آبی زیرزمینی در هر یک از این ناهمواری های رودخانه ای، علاوه بر اینکه نقش ژئومورفولوژی را در شکل گیری چنین منابع روشن می سازد، بلکه این امکان را نیز به وجود می آورد تا بتوان نقش نهشته ها را در کیفیت آب های زیرزمینی مشخص نمود.

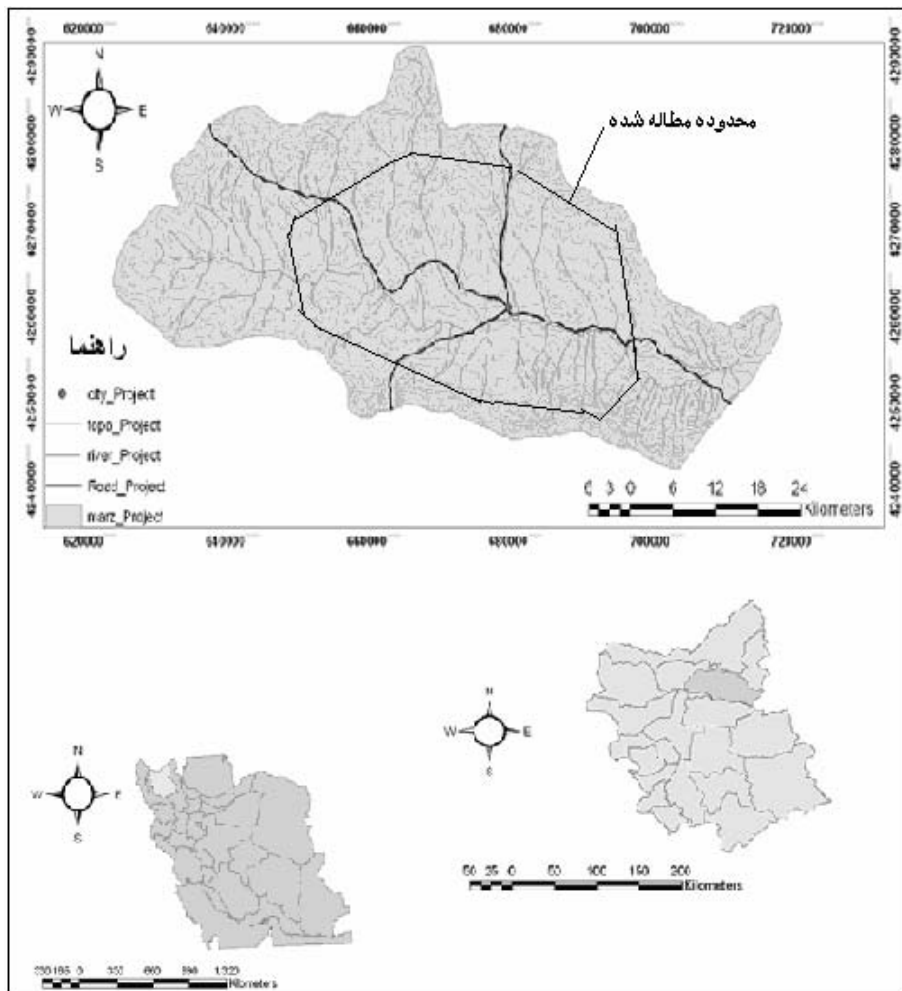
---

<sup>1</sup> - Small

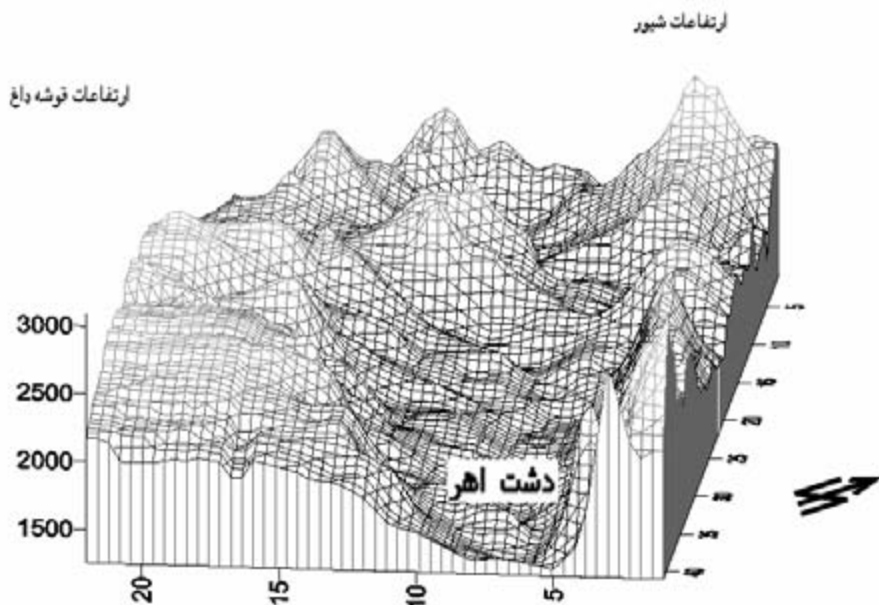
<sup>2</sup> - Verstappen

**موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای منطقه مورد بررسی**

دشت اهر در شمال غرب ایران و بین دو رشته کوه قره داغ در شمال و رشته کوه ارسباران در جنوب محصور شده و ارتفاع کف آن بین ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ متر تغییر می کند. این دشت (شکل ۱) از نظر ساختمانی یک چاله تکتونیکی و سوبسیدانسی است که بین دو گسل جنوبی و شمالی اهر با نگاه های مختلف به طرف پایین فرونشینی کرده و حالت گرابن به خود گرفته و در مقطع نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر، چاله اهر به صورت ناودیس نشان داده شده است (شکل ۲). قسمت جنوبی دشت از همواری نسبتاً خوبی برخوردار می باشد و هر چه به طرف شمال غرب حرکت می کنیم، تپه های موجدار یکنواختی دشت را به هم می زنند. این دشت به شکل مستطیل طولی می باشد که با شیب ملایمی از شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده است. رودخانه اهر چای با حفظ روند چاله از میان این دشت عبور می کند و در این مسیر در طرفین خود سطوح پلکانی را شکل داده است. عمدتاً نهشته های آبرفتی جوان کف این دشت را می پوشانند.

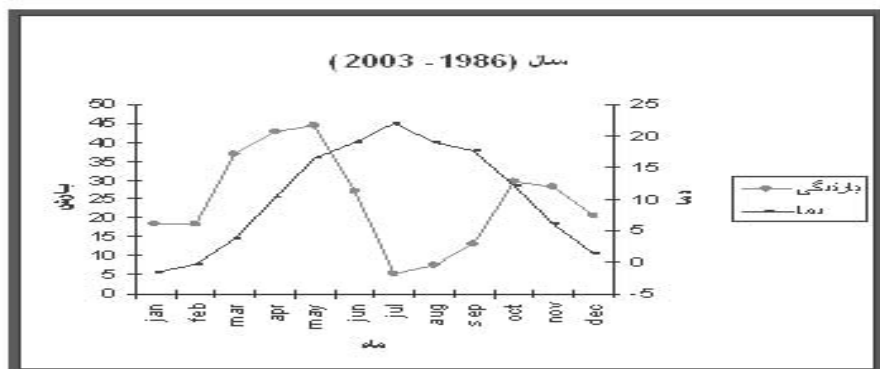


شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- بلوک دیاگرام شهرستان اهر (جوانی ۱۳۸۶)

بر اساس نمودار آمبروترمیک (شکل ۳) که با استفاده از دوره آماری ۱۸ ساله ایستگاه سینوپتیک ترسیم شده دوره خشک اهر از ماه خرداد شروع و در ماه تیر به حداکثر خود می‌رسد و تا اواخر شهریور ادامه می‌یابد که حدود ۵ ماه به طول می‌انجامد. دوره مرطوب نیز ۷ ماه می‌باشد که از پایان دوره قبل شروع و تا آغاز دوره خشک بعدی ادامه می‌یابد با توجه به اینکه دوره مرطوب اهر نسبت به دوره خشکی بیشتر است، دارای اقلیمی نسبتاً مرطوب بوده و در آن گیاهان نسبتاً مرطوب پسند و درختان رشد می‌کنند.

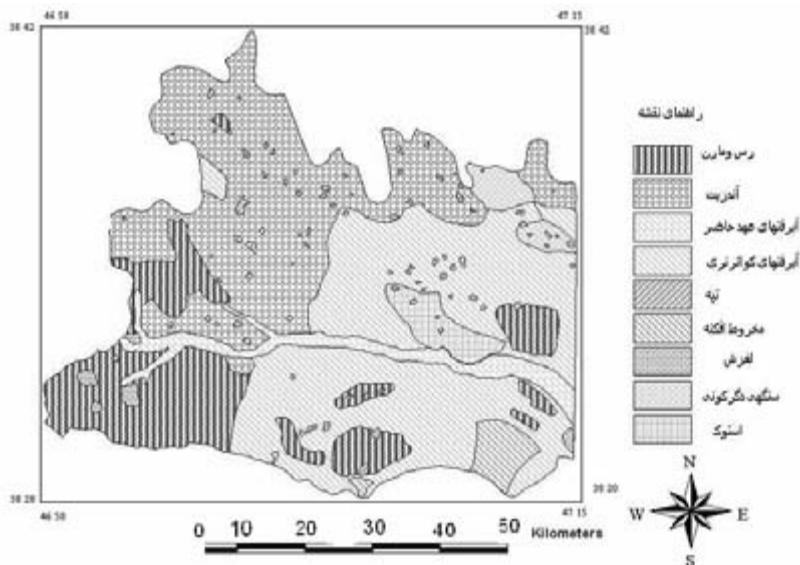


شکل شماره ۳ - نمودار آمپروترمیک شهرستان اهر طی دوره آماری ۱۸ ساله (۱۳۶۵-۱۳۸۳)

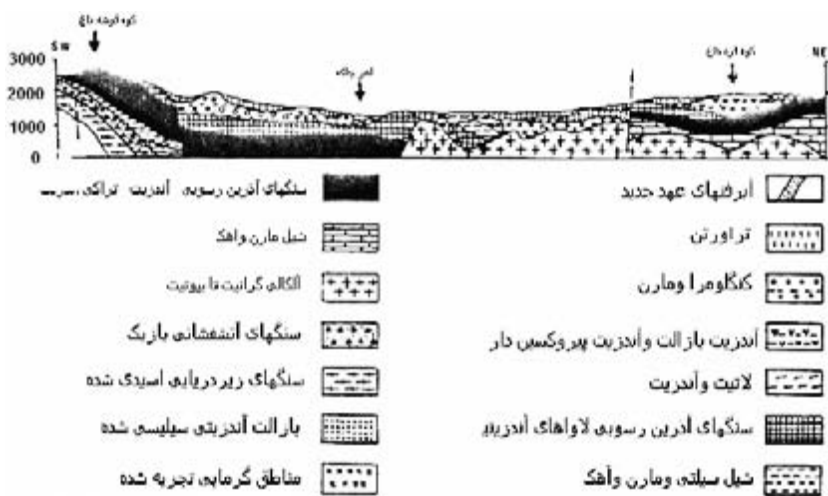
### زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

قدیمی ترین واحد سنگ چینه ای که در ناحیه برونزد دارد سنگ های آهکی، مارن، ماسه سنگ های کرتاسه بالایی می باشد (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹).

رخنمون های ائوسن و اولیگوسن بیشتر به صورت توده هایی از سنگ های آذرین درونی می باشد، ولی رخنمون های میوسن شامل رخنمونی از رسوبات تخریبی کم عمق یعنی گنگلومرا و ماسه سنگ قرمز هستند (مهدوی، ۱۳۶۵). گنگلومرا و توف رخنمون هایی از دوره ی میوسن می باشند که در شرق اهر بین آبادی های نقاره کوب و طویله قابل رویت هستند. نهشته های آبرفتی کواترنر به دو صورت در منطقه مورد مطالعه دیده می شود. نهشته های آبرفتی قدیم، پادگانه های آبرفتی کواترنر ومخروط افکنه ها ی پایکوهی را تشکیل می دهند، در حالی که نهشته های آبرفتی جوان دوره کواترنر کف دشت اهر را پوشانیده و در حاشیه رودخانه اهر چای دشت سیلابی را به وجود آورده است (شکل ۵ و ۴). از نظر آب های زیرزمینی نیز فقط نهشته های آبرفتی دوره کواترنر اهمیت دارند.



شکل شماره ۴- نقشه لیتولوژی دشت اهر (جوانی، ۱۳۸۶)



شکل ۵- برش زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ( اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰)



## مواد و روش ها

روش تحقیق از نوع توصیفی و تحلیلی آینده نگر می باشد. از آنجا که قسمتی از تحقیق بررسی وضعیت موجود بوده، بنابراین روش مطالعه این قسمت را روش توصیفی تشکیل می دهد و از طرف دیگر چون رابطه بین عواملی مانند زمین ریخت شناسی و آب های زیرزمینی مورد مطالعه قرار گرفته و در این قسمت از روش مطالعه از عامل شروع و به نتیجه منتهی شده، به این ترتیب روش مطالعه در این قسمت از نوع تحلیلی آینده نگر می باشد. در تحقیق حاضر که بیشتر دیدگاه زمین ریخت شناسی دارد، سعی شده با تاکید بر عوامل زمین ریخت شناسی و شاخص های آنها آب های زیرزمینی مطالعه شود. علاوه بر اینکه مکان هایی که توسط مطالعات قبلی (مهندسان مشاور کورس، ۱۳۵۵ و موحد دانش، الف، ب، ۱۳۶۸) مورد توجه می باشد، به فاکتورهای ژئومورفولوژیکی و توپوگرافیکی مانند طول دامنه ها پهنا و عمق بستر رودخانه، نوع لایه های محتوی آب زیرزمینی و شیب آنها و مواد تشکیل دهنده آنها توجه خاصی شده و برای بررسی متغیرهای مذکور از مواد و روش های زیر استفاده شده است.

نقشه های زمین شناسی و نقشه توپوگرافی از سازمان جغرافیایی و عکس های ماهواره ای از سازمان سنجش از دور کشور؛ مقاطع ژئوفیزیکی و نقشه های آب مانند نقشه مقاومت الکتریکی از سازمان آب منطقه ای و نقشه خاک از اداره کل کشاورزی جمع آوری شدند و سپس منطقه ی مورد مطالعه بر روی نقشه های توپوگرافی محدود شد. از نقشه های زمین شناسی و بررسی های میدانی، عوارض زمین ریخت شناسی شناسایی و سپس بر روی نقشه ترسیم گردیدند. ابعاد اشکال ژئومورفولوژی مانند دشت سیلابی، مخروط افکنه ها و پادگانه های آبرفتی در روی زمین با استفاده از ابزارهای مناسب مانند نوار متری و GPS اندازه گیری شد. از طریق بررسی های میدانی و عکس های هوایی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، دشت آبرفتی دامنه شمالی قوشه داغ، چهار مخروط افکنه (در آبادی ینگجه مزرعه و قورچی کنده)، سه پادگانه و دشت سیلابی حاشیه رود اهر به طول تقریبی ۲۰ کیلومتر از مصب رودخانه کاشانچای تا نزدیکی آبادی قشلاق شناسایی گردید. با توجه به اینکه در این مقاله هدف بررسی آب زیرزمینی در نهشته های دوران چهارم می باشد، از این رو به مطالعات لوگ

چاه‌های حفاری و چینه‌شناسی، نقشه‌زمین‌شناسی و نیمرخ‌ها اهمیت زیادی داده شده است. از سوی دیگر مقاطع ژئوفیزیکی که بر اساس روش ژئوالکترونیک به وسیله شرکت کورس (۱۳۵۵) تهیه شده بود، برای تعیین لایه‌هایی که از نظر آب اهمیت دارند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

سپس در بررسی‌های میدانی محل چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بر روی نقشه پیاده گردید (شکل ۷) و بعد از این تمام چشمه‌ها و قنات‌ها که بر روی زمین شناسایی شده بودند، در روی نقشه پیاده شدند، کارهای مربوط به کارتوگرافی به وسیله نرم افزار Arcview بر روی همان نقشه انجام گرفت. از اسکن کردن نقشه مزبور عوارضی که از نظر زمین ریخت شناسی و آب زیرزمینی دارای اهمیت بودند، شناسایی و در بررسی میدانی محل آنها تعیین گردید. در آخرین مرحله از پژوهش نتایج حاصل از نقشه‌های زمین ریخت شناسی و هیدرولوژی با هم مقایسه گردید تا معلوم شود کدام عوامل زمین ریخت شناسی در تولید آبخوان‌ها نقش داشته‌اند. همچنین برای تعیین صحت نتایج از آزمون کای دو کمک گرفته شد تا معلوم شود که شمار منابع آبی از جمله چاه‌های نیمه عمیق و کم عمق، قنات و چشمه که در واحد‌های زمین ریخت شناسی ترسیم شده‌اند، باهم تفاوت دارند.

#### بحث

در تشکیل آب‌های زیرزمینی هر منطقه سه عامل مهم به عنوان عامل اصلی دخالت دارد:

- ۱) ویژگی‌های زمین شناسی و تکتونیکی که شامل جنس، تخلخل، ضخامت، بافت و ساخت سنگ‌ها و شیب لایه‌های زمین شناسی می‌باشد،
- ۲) ویژگی‌های اقلیمی شامل میزان و نوع بارش، میزان تبخیر و تعرق، و پشت به آفتاب بودن،
- ۳) و در نهایت ویژگی‌های زمین ریخت شناسی مانند شیب و شکل و طول دامنه‌ها.

مهم‌ترین مواد تشکیل دهنده مخازن آب زیرزمینی دشت اهر، آبرفت‌های جوان دوران چهارم هستند که به صورت دشت سیلابی، تراس، مخروط افکنه و باهادا دیده می‌شوند. در تشکیل آبخوان‌های دشت اهر و کیفیت آب آبخوان‌ها عوامل زمین ریخت شناسی نقش زیادی داشته‌اند.

در بررسی های میدانی و مطالعه نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ دشت اهر متوجه شدیم که شیب کلی دشت بین ۰-۵ درجه می باشد و شیب در ساحل جنوبی رودخانه اهر چای اندکی بیشتر است و با تکنیک منطقه و گسل دامنه شمالی قوشه داغ در ارتباط می باشد. تغییر روند شیب در دو طرف رودخانه اهر چای باعث شده که دشت اهر به دو قسمت جنوبی و شمالی تقسیم شود. قسمت شمالی پهنای بیشتر و وسعت بیشتر دارد. شیب طبقات معمولاً در هر دو ساحل اهر چای به طرف خط القعر اصلی می باشد و همین عامل باعث می شود که آبرفت ها و آب ها از هر دو طرف به سمت خط القعر اصلی یعنی رودخانه اهر چای انتقال یابند و دشت سیلابی را تشکیل داده و با نفوذ آب به درون فضاهاى خالی آن، آب خوان نسبتاً مهمی را تشکیل دهند. بخش جنوبی رودخانه اهر که پهنای کمتری دارد و فاصله کوه های اطراف آن از اهر چای و دیگر پدیده های ژئومورفولوژیک بسیار کم می باشد، هم در انباشته شدن آبرفت ها و همچنین تشکیل آبخوان و هم در کیفیت آب آبخوان نسبت به بخش شمالی نقش متفاوتی داشته است. به علت اینکه کوه ها در حدود ۷ ماه از سال دارای برف بوده و این باعث تشدید یخ بندان در منطقه می شود، تمام این عوامل به همراه شخم در جهت دامنه ها باعث تولید رسوب بیشتر در منطقه گشته و در جهت شیب به طرف پایین حمل شده اند و به صورت اشکال پادگانه، دشت سیلابی، و مخروط افکنه و باهادا انباشته شده اند. هر جا که عمق این رسوبات بیشتر بوده مخازن آب زیرزمینی تشکیل شده است. مطالعات عیوضی (۱۳۶۸)، دلال اوغلی (۱۳۷۱) و روستایی (۱۳۷۹) نشان می دهد که سه تراس در حاشیه رود اهر چای وجود دارد. از بین تراس های حاشیه رودخانه اهر چای، دومین تراس در بررسی میدانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. ارتفاع تقریبی این تراس از ۱۳۸۰ متر شروع و در بعضی جاها تا ارتفاع ۱۳۵۰ متر نیز پایین آمده است. در برش زمین شناسی که تهیه شده، معلوم می شود که جنس رسوبات بیشتر از شن، ماسه با میان لایه نازک لای می باشد. این مناطق به علت نفوذ پذیری خوب، از نظر منابع آب حائز اهمیت می باشند. چون شیب به طرف رودخانه اهر چای می باشد، در نتیجه با انتقال آب به دشت سیلابی و کانال رودخانه باعث تغذیه آب خوان بستر رودخانه می گردند.

بخش دیگری از آب نفوذی این تراس از آب برگشتی کشاورزان تامین می‌شود. به علت ضخامت متفاوت رسوبات در دشت باعث شده که میزان آبدهی چاه‌ها نیز با هم متفاوت باشد در قسمتهایی از دشت که رسوبات بیشتر و نفوذ پذیری خوبی دارند، آبدهی چاه‌ها نیز خوب می‌باشد.

از مکان‌های دیگری که رسوبات به تبعیت از شیب توپوگرافی در آن انباشته شده‌اند، مخروط افکنه‌ها و باهادای پاکوه قوشه داغ می‌باشد. بعضی مخروط افکنه‌های دامنه شمالی قوشه داغ مانند مخروط افکنه ینگجه به علت ضخامت کم رسوبات، مخزن آب زیرزمینی تشکیل نداده‌اند، ولی به علت نفوذ پذیری خوب و به دلیل اینکه این قسمت در سال در حدود ۷ ماه دارای برف می‌باشد و دارای گسل‌های زیادی در حوضه بالا دست می‌باشد، باعث نفوذ خوب آب شده و در پایین دامنه به صورت چشمه تخلیه می‌شوند. آبادی کردلر از این آب برای کشاورزی و دیگر مصارف استفاده می‌کنند. باهادای دامنه شمالی قوشه داغ نمود دیگری از انباشت رسوبات آبرفتی می‌باشد که از به هم پیوستن چندین مخروط افکنه ایجاد شده است. در این قسمت به علت اینکه چندین مخروط افکنه به هم پیوسته‌اند، به علت ضخامت زیاد آبرفت‌ها یکی از مهم‌ترین منبع تامین آب را به وجود آورده‌اند.

در پای کوه دامنه شمالی قوشه داغ به علت کاهش شیب و فرایندهای فعال تکتونیکی و بر اثر انباشته شدن آبرفت‌ها مخروط افکنه‌هایی تشکیل و سپس ترکیب آنها موجب ایجاد باهادا شده است. از آنجا که ضخامت رسوبات در این پدیده زیاد می‌باشد، بنابراین چشمه‌هایی با دبی زیاد در پایین این دشت ظاهر می‌شوند که حاکی از وجود یک آبخوان غنی با دبی بالا و کیفیت خوب می‌باشد. عواملی که باعث تشکیل مخازن آب زیرزمینی در داخل این عارضه شده است، یکی ارتفاع حوضه بالا دست آن می‌باشد که بیشتر از ۳۰۰۰ متر می‌باشد. در لانه‌های برفی دامنه شمالی قوشه داغ برف انباشته می‌شود. به دلیل اینکه دانه‌های برف بر اثر انباشته شدن روی هم فشرده و متراکم می‌شوند، مدت زیادی از سال می‌توانند دوام بیاورند و چون روی دشت آبرفتی از مواد دانه درشت یعنی قلوه سنگ و آبرفت‌های درشت دانه پوشیده شده، و عمق آنها زیاد می‌باشد، باعث نفوذ آب در زمین می‌شوند.

فعالیت تکتونیکی در راستای گسل پایکوه قوشه داغ عامل دومی است که هنوز در این منطقه فعالیت دارد و باعث می شود تا آب در امتداد شکستگی ها به درون زمین نفوذ بکند. دومین آبخوان از این نوع آبخوان موجود در دشت اطراف آبادی رزین تا آلمان قدیم می باشد. این آبخوان از پایکوه کوه های جنوبی شروع و به طرف شمال ادامه دارد، بنا به عقیده دلال اوغلی (۱۳۷۱) بخش شمالی این دامنه ها توسط تپه ها و چین خوردگی های ناشی از دوره پسادنین محدود شده و در نتیجه در پشت این چین خوردگی ها آبرفت های حاصل از کوه های جنوب انباشته و یک سرزمین نسبتا هموار را به وجود آورده اند. در حوضه آبریز رودخانه اهر چای تنها جایی که بیشتر از همه از نظر منابع آب غنی می باشد، دشت سیلابی اهر چای می باشد که از جنوب غرب اهر شروع و تا ارتفاع ۱۲۴۰ متر یعنی تا آبادی قشلاق ادامه دارد. تعریض دره به پهنای یک کیلومتر (عیوضی، ۱۳۶۷؛ ص ۶۸) و کاهش شیب تا حدود ۳٪ شرایط مناسب توپوگرافیکی برای انباشته شدن آبرفت ها را فراهم کرده است. در دو سوی مجرای اصلی رودخانه اهر چای دشت سیلابی توسط آبرفت های جوان دوران کواترنر تشکیل شده و روی این دشت توسط خاک های سنگین و نسبتا سنگین با یک افق نسبتا نازک آهکی پوشیده شده است (ریسی، ۱۳۶۹؛ ص ۱۵). ضخامت آبرفت این دشت در امتداد محور رودخانه ۱۸ متر در تلاقی رود زنگول با اهر چای حدود ۴۰ متر می باشد. بررسی مقطع ژئوفیزیکی (مهندسان مشاور کورس، ۱۳۵۵) نشان می دهد که این مقطع از بالا به پایین از سه واحد تشکیل شده، لایه اولی با جنس آبرفت های درشت دانه مانند گراول و شن و مقاومت الکتریکی ۳۵ تا ۱۰۰ اهم متر یک اسفنج خوب برای تجمع آب را تشکیل می دهد. آبرفت های این قسمت به علت نفوذ پذیری زیاد آب زیرزمینی را خوب غربال نموده و به خوبی هدایت می کنند. میزان نفوذ پذیری این قسمت ۴۰ تا ۱۵۰ متر در شبانه روز می باشد. دومین لایه مخلوطی از سیلت و رس و ماسه های نرم می باشد. مقدار مقاومت این لایه در حدود ۳۵-۱۰ اهم متر می باشد و ضخامت متوسط آن ۱۸ متر بوده و نفوذ پذیری آن در شبانه روز ۵ تا ۱۵ متر می باشد (دلال اوغلی، منتشر نشده). لایه سوم سنگ بستر را تشکیل می دهد که مقدار مقاومت آن از ۱۰۰ تا ۲۵۰ اهم متر می باشد و از جنس سنگ های آذرین،

بازالتی و داسیتی می باشد (جدول ۱). در ساحل راست یعنی شمال رودخانه اهر چای ضخامت آبرفت ها بسیار کم می باشد و این عامل با رو به آفتاب بودن هماهنگ است و از تشکیل آبخوان قابل توجه جلوگیری کرده اند. مخروط افکنه های کم ضخامت و سازندهای دیگر موجود در منطقه مانند ماسه سنگ و کنگلومرای دوره پلیوسن، سنگ های غیر قابل نفوذ مانند سنگ های آذرین دوره ائوسن، شیست ها و تشکیلات متامورفیک از نظر آب های زیرزمینی اهمیت ندارند.

### جدول شماره ۱ - مقاومت الکتریکی برخی از انواع آب و سنگ

نام لایه	ترکیب	ضخامت به متر	مقاومت به اهم متر	نفوذ پذیری به متر
۱	آبرفت های دانه درشت	۴۰-۱۸	۱۰۰-۳۵	۱۵۰-۴۰
۲	سیلت، رس و ماسه نرم	۱۸	۳۵-۱۰	۱۵-۵
۳	سنگ بستر (آذرین - داسیتی و بازالتی)	نامعلوم	۲۵۰-۱۰۰	نامشخص

آزمون کای دو که بین تعداد چاه ها، قنات ها و چشمه های هر واحد زمین ریخت شناسی انجام گرفت، نشان می دهد که در توزیع شمار منابع آبی مورد بهره برداری در هر واحد زمین ریخت شناسی تفاوت معنی داری وجود دارد. حتی اگر این آزمون و آزمون هایی مانند فی، کرامر و ضریب توافقی بین تعداد منابع آبی اعم از چاه، قنات و چشمه با واحدهای زمین ریخت شناسی برقرار می گردد، باز تفاوت معنی داری در روابط بین این دو متغیر مشاهده می شود. بنابراین می توان گفت که باهادای پایکوه دامنه شمالی قوشه داغ، دشت سیلابی، پادگانه آبرفتی، بیشترین منابع آب را دارا هستند.

در جدول شماره ۲ مشخصات چاه ها و چشمه های موجود روی عوارض زمین ریخت شناسی شناسایی و در جدول شماره ۳ نتیجه آزمون کای دو نشان داده شده است.

جدول شماره ۲ - جدول توافقی تعداد چاه ها بر روی عوارض زمین ریخت شناسی

مجموع	تعداد				
	قنات	چشمه	چاه نیمه عمیق	چاه کم عمق	
۷۲	۰	۰	۰	۷۲	دشت سیلابی
۹۲	۲	۴۰	۵۰	۰	پایکوه
۲۱	۱	۰	۰	۲۰	پادگانه
۱۶	۶	۱۰	۰	۰	زمین های نسبتاً هموار
۱۵	۰	۱۰	۵	۰	باهادا
۲۱۶	۹	۶۰	۵۵	۹۲	مجموع

جدول شماره ۳ کای اسکور

Asymp. Sig. (2-sided)	df	Value	
.000	12	276.324(a)	Pearson Chi-Square
.000	12	327.203	Likelihood Ratio
.000	1	63.415	Linear-by-Linear Association
		216	N of Valid Cases

a 9 cells (45.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .63

عوامل زمین شناسی و نهشته های سطحی و عوامل زمین ریخت شناسی نه تنها در تشکیل آبخوان نقش دارند، بلکه یکی از عوامل کنترل کننده کیفیت آب آبخوان ها هستند. تیپ

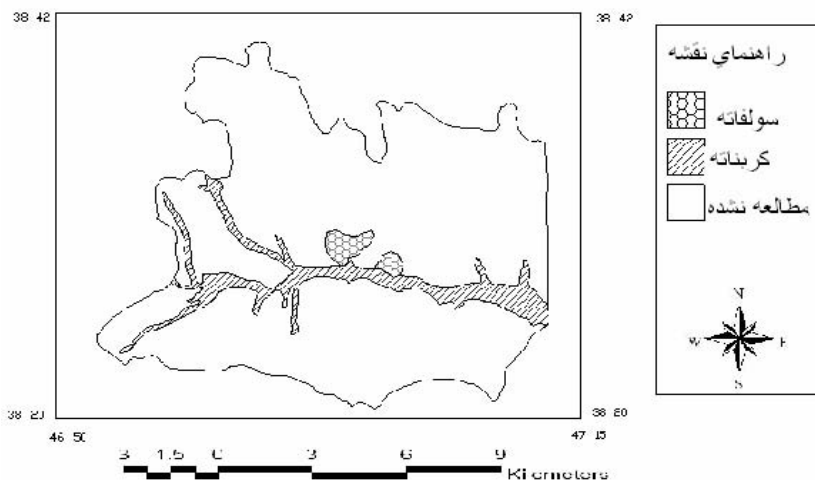
آب‌های آبخوان دشت سیلابی اهر چای بی کربناته و سولفات‌ها می‌باشد. علت اصلی بی کربناته شدن آنها وجود لایه تراورتن در سواحل جنوبی رودخانه اهر چای است که به علت تکنونیک درز و شکاف بیشتری دارند و به خوبی آب را از خود عبور می‌دهند و چون شیب به طرف رودخانه اهر چای می‌باشد، لذا دو عامل این سنگ‌ها یعنی انحلال بیشتر آنها و شیب آنها به سمت شمال باعث بی کربناته شدن آب‌های دشت سیلابی می‌شوند.

عامل دوم در بی کربناته شدن رودخانه زنگول است که طویل‌ترین شاخه شمالی اهر چای است و از ارتفاعاتی سرچشمه می‌گیرد که از سنگ‌های نرم آهکی کرتاسه (عیوضی، ۱۳۶۷، مهدوی، ۱۳۶۵) تشکیل شده‌اند و رودخانه زنگول با انحلال این سنگ‌ها و انتقال کلسیم به دشت سیلابی اهر چای باعث بی کربناته شدن آب‌های دشت سیلابی می‌شود.

سومین عامل که باعث بی کربناته شدن آب‌های دشت سیلابی می‌شود، لایه نازک آهکی موجود در خاک‌های پوشاننده آبرفت‌های کف دره اصلی و بسترهای فرعی هستند که با نفوذ مستقیم آب باران حل و به درون آبخوان منتقل می‌شود (دلالت اوغلی؛ منتشر نشده).

در هورنفلس‌های توده نفوذی شیورکانی‌های آهن‌دار سولفیدی مانند پیریت و کالکوپیریت اکسیده شده و باعث تولید سولفور می‌شوند (دلالت اوغلی، منتشر نشده). در دوره‌های مرطوب و سیلابی سولفورهای حاصل از عمل اکسیداسیون توسط رودخانه گیچیک چای و سرشاخه‌های فرعی آن به درون آبخوان حمل می‌شوند، در نتیجه نوع آب قسمتی از آبخوان در محل تلاقی کیچیک چای با اهر چای به صورت سولفات‌ها می‌باشد (شکل ۶).





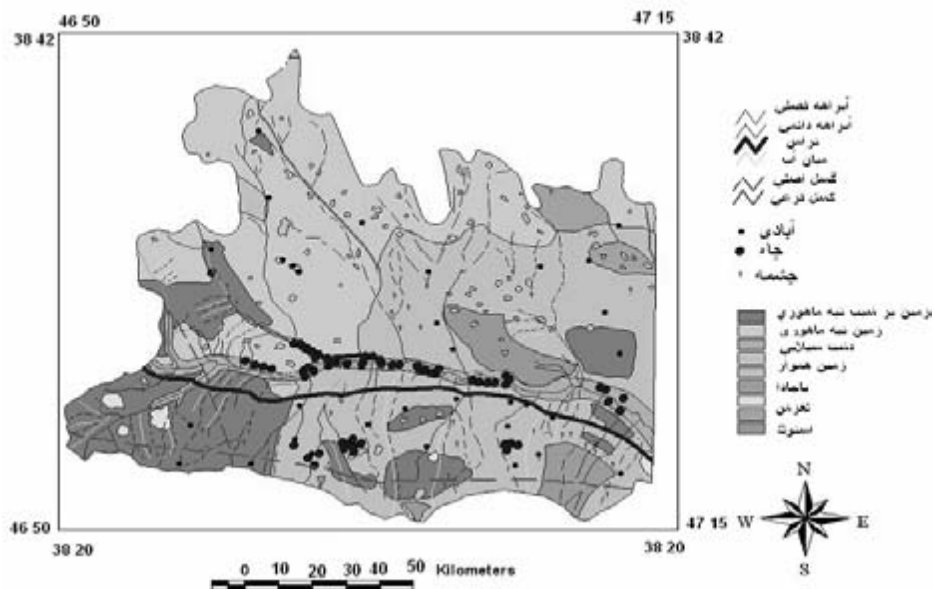
شکل ۶ - تپ آب دشت اهر (مهندسان مشاور کورس؛ ۱۳۵۵)

## نتایج

نتایج این مطالعه نشان می دهد که تعداد چاه ها در دامنه های جنوبی دشت اهر بیشتر و آبدهی آنها نیز متوسط تا زیاد می باشد. ولی در دامنه های شمالی تعداد چاه ها و آبدهی آنها کمتر می باشد که این موضوع با زمین ریخت شناسی دشت رابطه مستقیم دارد. پادگانه آبرفتی، مخروط افکنه و باهادا که مهم ترین اشکال ژئومورفولوژیکی آبرفتی می باشند و در دامنه شمالی قوشه داغ و پیرامون رودخانه اهر چای را با مساحت نسبتا وسیعی را اشغال کرده اند و به علت ضخامت آبرفت ها یکی از مهم ترین منبع تامین آب را به وجود آورده اند.

طول و شکل دامنه ها تأثیر زیادی در تشکیل آبخوان های دشت اهر داشته است. شیب دامنه ها در بعضی از قسمت های دامنه شمالی قوشه داغ به صورت محدب در آمده است. به عقیده ورستاین (۱۹۸۳، ص ۶۴) این عامل باعث پخش و نفوذ آب به درون زمین می شود. در قسمت میانی حوضه آبریز اهر چای متوسط شیب در حدود ۰/۰۳٪ است و این مقدار به عقیده ورستاین (۱۹۸۳، ص ۶۴) برای تراکم رسوبات کافی می باشد. در بخش میانی حوضه در اثر

کاهش شیب آبرفت‌ها انباشته شده و یک دشت سیلابی به پهنای یک کیلومتر را به وجود آورده‌اند که محل مناسبی برای تشکیل آبخوان می‌باشد.



شکل شماره ۷- نقشه هیدروژئومورفولوژی دشت اهر (جوانی، ۱۳۸۶)

اگر دامنه‌های شمالی رودخانه اهر چای را با سواحل جنوبی آن (دامنه‌های شمالی قوشه داغ) مقایسه کنیم، متوجه می‌شویم که برعکس سواحل جنوبی چندین عامل زمین ریخت شناسی باعث می‌شود که سواحل شمالی دارای منابع آب کمتری باشند.

۱) زمین شناسی: در ساحل جنوبی رودخانه اهر اثری از برونزدهای سنگی دیده نمی‌شود و عمق خاک در اینجا زیاد می‌باشد. در صورتی که در سواحل شمالی اکثراً "برونزدها به خوبی دیده می‌شوند و باتولیت نفوذی می‌باشند.

۲) عوارض زمین ریخت شناسی که توانایی تشکیل آبخوان را دارند در سواحل جنوبی رودخانه اهر چای پهنه‌ی بیشتری را نسبت به سواحل شمالی اشغال می‌کنند.

۳) شمالی بودن جهت دامنه ها باعث شده که در دامنه های شمالی قوشه داغ که مشرف به دشت اهر می باشند، برف مدت طولانی در حدود ۸ ماه از سال دوام داشته باشد و با ذوب تدریجی آنها زمین های پست پایین دست بهتر تغذیه شوند.

۴) نهشته های سطحی ضخیم: دامنه های شمالی قوشه داغ علی رغم داشتن شیب زیاد دارای نفوذ پذیری خوبی می باشند زیرا چون این قسمت ها با نهشته های ضخیم پوشیده شده است. در مقابل دامنه های ساحل شمالی سنگی بوده و نفوذ پذیری خوبی ندارند.

۵) پوشش گیاهی: دامنه های جنوبی رودخانه اهر دارای پوشش گیاهی خوب نسبت به دامنه های شمالی اهر می باشند و پوشش گیاهی از حرکت سریع آب کاسته و باعث نفوذ بیشتر می شوند.

## منابع

- ۱- باباخانی، ع. سکویه، ر. ریور (۱۳۶۹)، «شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش اهر»، مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین شناسی.
- ۲- جداری عیوضی، ج. (۱۳۶۸)، «ژئومورفولوژی دره اهر»، پژوهش های جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۲۴، صص ۵-۷۲.
- ۳- جوانی، و. (۱۳۸۶)، «نقش عوامل زمین ریخت شناسی در تشکیل و توزیع آب های زیرزمینی دشت اهر»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- ۴- دلال اوغلی، ع. (۱۳۷۱)، «ژئومورفولوژی دره اهر» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تبریز.
- ۵- دلال اوغلی، ع. «نقش سازندهای سطحی کواترنر در کیفیت آب های زیرزمینی»، مطالعه موردی حوضه آبریز اهر چای، چاپ نشده.
- ۶- رجایی، ع. ح. (۱۳۷۳)، «کاربرد ژئومورفولوژی و مدیریت محیطی»، انتشارات قومس.
- ۷- روستائی، ش. (۱۳۷۹)، «پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهر چای»، پایان نامه دکتری، دانشگاه تبریز.
- ۸- رئیسی، ع. ا. و دیگران (۱۳۶۹)، «مطالعات کارشناسی خاک شناسی اجمالی منطقه اهر مشکین شهر»، نشریه شماره ۷۹۳، موسسه تحقیقاتی خاک و آب.
- ۹- گزارش مقدماتی آبهای زیرزمینی دشت اهر (۱۳۶۰)، سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی.
- ۱۰- مهدوی، م. ع. (۱۳۶۵)، «گزارش زمین شناسی منطقه اهر»، گزارش داخلی چاپ نشده.
- ۱۱- موحد دانش، ع. ا. (۱۳۶۸، الف)، «طرح مطالعاتی اهر»، مطالعات هیدرولوژی و منابع آب، مطالعه فیزیوگرافی و مورفومتری حوضه های آبریز، سازمان برنامه و بودجه.
- ۱۲- موحد دانش، ع. ا. (۱۳۶۸، ب)، «طرح مطالعه اهر»، مطالعات هیدرولوژی و منابع آب، سازمان برنامه و بودجه.

۱۳ . مهندسان مشاور کورس ( ۱۳۵۵ )، «طرح آبرسانی شهرستان اهر»، سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی واردبیل.

1. Frinklin, W,S. Hubabo, Z. (1980), "***Fundamentals of groundwater***", NewYork, John Wiley.
- 2-Heath and Trainer (1968), "***Introduction to ground water hydrology***", NewYork, John Wiley.
- 3- Keith Todd, D. (1980), "***Ground water hydrology***", NewYork, John Wiley & Sons.
- 4-Mollard, H. D. (1968), "***The role of photo-interpretation in finding groundwarter sources in Western Canada***", proc, 2<sup>nd</sup> Seminar on air photo interpretation in the development of Canada, The Queen's Printer, Ottawa, Pp. 57-75.
- 5.Selby, M. j. (1985), "***Earth's changing surface, an introduction to geomorphology***", Oxford, University, pp 608.
6. Small, R. J. (1997), "***Geomorphology and hydrology***", New York, Longman.
7. Verstappn, H.Th (1998), "***Applied geomorphology***", Elsevier.