

بررسی اثرات سدهای مخزنی بر کمیّت و کیفیت آب زیرزمینی مخروط افکنه‌ی پایین دست
(نمونه‌ی موردی: سد طرق مشهد)

چکیده

پس از احداث سد طرق (در سال ۱۳۶۳) در بالا دست مخروط افکنه‌ی رودخانه‌ی طرق، افت سطح آب زیرزمینی شدت یافته است. تشدید افت در هیدروگراف واحد چاه های پیرومتریک خواجه اباصلت، قلعه ساختمان و مزرعه‌ی نمونه، به خوبی قابل مشاهده است. در این چاه ها سطح آب به ترتیب حدود ۴۵، ۲۲ و ۲۱ متر در مدت بیست سال افت داشته است. مخروط افکنه‌ی طرق به دلیل داشتن رسوبات دانه درشت، دارای نفوذپذیری بالایی است و مانند هر مخروط افکنه‌ی دیگر قطر رسوبات آن از رأس به قاعده کاهش یافته و به دنبال آن نفوذپذیری نیز کم می‌شود، این تغییرات در منحنی‌های تجمعی رسوبات و محاسبه‌ی نفوذپذیری مشهود است. نفوذپذیری رسوبات از 10^{-2} * $7/2$ در محدوده‌ی رأس مخروط، تا 10^{-2} * 2 متر ثانیه در محدوده‌ی قاعده‌ی آن متغیر است. افت سطح آب زیرزمینی، میزان املاح آب را نیز تغییر داده است، به گونه‌ای که به ازای هر متر افت سطح آب، میزان هدایت الکتریکی در سه حلقه چاه خواجه اباصلت، قلعه ساختمان و مزرعه‌ی نمونه به ترتیب $4/166$ ، $8/99$ و $7/424$ میکرومhos بر سانتی متر افزایش داشته است.

کلیدواژه‌ها: مخروط افکنه، آبخانه، سد، هیدروگراف، نفوذپذیری، گرانولومتری، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، هدایت الکتریکی

درآمد:

سد یا بند دیواری است که در مسیر رودخانه‌ها برای مهار سیلاب، با مصالح ساختمانی مختلف احداث می‌شوند. تا آب تنظیم نشده را به آب تنظیم شده برای مصارف مختلف، وقتی که آب در رود جاری نیست، تبدیل نمایند. احداث سدهای مخزنی، دارای قدمت چندین هزار ساله است. در بیشتر موارد این سدها را روی رودهایی که به دشت ختم می‌شوند و ایجاد مخروط افکنه نموده‌اند، احداث می‌کنند. بی‌خبر از این که این مخروط افکنه‌ها، هر ساله توسط سیلاب رودخانه تغذیه شده و مخزن آب زیرزمینی قابل توجهی را به وجود می‌آورند. این سدها سیلاب را مهار نموده و جلوی نفوذ آب به مخروط افکنه را می‌گیرند. در نتیجه مخزن آب زیرزمینی مخروط افکنه، با کسری و افت شدید سطح آب زیرزمینی روبرو می‌شوند. نمونه‌ای از این سدها، سد طرق در جنوب شرقی شهر مشهد است که مورد توجه این کارپژوهشی است.

سدها را بسته به موقعیت محل سد و امکانات ساختمانی، به انواع مختلف تقسیم می‌کنند، مانند: سد قوسی، سد وزنی، سد انحرافی و سد زیرزمینی و مصالح ساختمانی آنها نیز می‌تواند، بسته به نوع سد، تغییر کند (ارزنده، ۱۳۵۹: ۸۲).

علی‌رغم محاسن زیادی که سدهای مخزنی دارند، دارای معایبی هم هستند. پرایس (۱۹۹۲:۱۰).

وقتی که آب زیرزمینی را با آب سطحی مقایسه می‌کند، می‌نویسد که بهره‌برداری از آب سطحی از طریق احداث سد، دارای معایب مختلفی است که از جمله‌ی آن‌ها عبارت‌اند از:

- سدها را می‌توان تنها در محل معینی در مسیر رودخانه احداث نمود و آب آن را باید تا محل مصرف انتقال داد؛
- عمر سدهای مخزنی محدود بوده و پس از مدتی از رسوبات پر می‌شوند؛
- در مناطق زلزله‌خیز، امکان شکسته شدن سد وجود دارد؛
- آب جمع شده در پشت سد، به طور مستقیم در معرض تبخیر واقع می‌شود؛

● در بیشتر موارد زمین‌های کشاورزی مرغوب حاشیه‌ی رودخانه‌ها، زیر آب فرو می‌رود؛

● در منطقه تغییرات اکولوژیکی به وجود می‌آید؛

● آب جمع شده در پشت سد، در معرض مختلف آلاینده‌ها واقع می‌شود؛

● گاهی در اثر احداث سد در بالا دست مخروط افکنه‌ها، موجبات کاهش تغذیه‌ی آب فراهم می‌شود، به ویژه در مناطقی که برای استخراج آب زیرزمینی از طریق حفر چاه و قنات سرمایه‌گذاری شده است، این سرمایه‌گذاری‌ها با خطر جدی روبرو می‌شوند. در این نوشتار روی مورد اخیر تأکید شده است.

هدف این مقاله، بررسی و روشن ساختن این موضوع است که احداث سد در هر محل و تحت هر شرایطی نه تنها مفید نیست، بلکه می‌تواند اثرات نامطلوب نیز بر مخزن آب زیرزمینی مخروط افکنه پایین دست داشته باشد و تمام سرمایه‌گذاری انجام شده در محدوده‌ی مخروط افکنه، که مبتنی بر فراهم آوری آب زیرزمینی توسط چاه یا قنات است، را با خطرات جدی روبرو سازد. زیرا بعضی از سدهای مخزنی در کشور ما در مسیر رودخانه‌هایی احداث می‌شوند که در انتهای آن‌ها (در پای کوه) مخروط افکنه وجود دارد. از آن جا که تغذیه سالانه مخروط افکنه از راه نفوذ سالانه‌ی رودخانه در رسوبات درشت دانه‌ی آن صورت می‌گیرد، لذا احداث سد و مهار سیلاب مانع از نفوذ آب در مخروط افکنه شده و به دنبال آن، کاهش تغذیه‌ی سالانه آن فراهم می‌شود. باید دانست که مخروط افکنه‌ها در کشور ما تأمین‌کننده بخش اعظم آب کشاورزی و در بعضی نقاط آب آشامیدنی هستند و از این نظر اهمیت فراوانی دارند.

پیشینه‌ی تحقیق

احداث سدهای مخزنی، دارای پیشینه‌ی تاریخی زیادی بوده و به زمانی برمی‌گردد که بشر از شیوه‌ی زندگی عشیره‌ای، به یکجا نشینی و کشاورزی روی آورده است. در این دوره بود که داشتن آب بیشتر، زمینه را برای توسعه‌ی کشاورزی آماده می‌کرد. البته باید دانست

که ضرورت احداث سدهای مخزنی، بیشتر در مناطق خشک و نیمه خشک جهان که رودها غالباً فصلی بوده و تنها در چند ماه سال دارای آب زیادی هستند، مطرح بوده است. مهار این آب‌ها، می‌توانست در فصل تابستان که آب رودها کاهش می‌یابد و یا به طور کلی خشک می‌شود، به صورت تنظیم شده مورد استفاده قرار گیرد. احتمالاً به همین دلیل است که قدیمی‌ترین سدهای مخزنی دنیا در این مناطق احداث شده‌اند، مانند: سد شوشتر روی رودخانه‌ی کارون در حدود ۱۷۴۰ سال قبل از این [نراقی ۱۳۸۰: ۱۹] و سد الکافرا در مصر که روی رودخانه اردتی اداکاروا در ۲۸۰۰ قبل از میلاد مسیح^۱ برای تأمین آب شرب و کشاورزی احداث شده است. نقش سد تنها برای تأمین آب بیشتر نیست، بلکه گاهی برای جلوگیری از تخریب طغیان‌های بزرگ و فرسایش خاک، انحراف آب و یا کسب انرژی (هیدروالکتریک) از آب نیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

آمار و اطلاعات مربوط به تهیه نقشه‌ها و نمودارها از بایگانی وزارت نیرو، به ویژه شرکت آب منطقه‌ای خراسان، شرکت آب و فاضلاب مشهد، اداره جهاد کشاورزی، منابع طبیعی تهیه شده است. نتایج آزمایش شیمیایی آب از آزمایشگاه شیمی آب شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان به دست آمد. نمونه رسوبات گرفته شده از محل‌های مختلف مخروط افکنه، برای آزمایش دانه سنجی در آزمایشگاه رسوب گروه آبیاری دانشکده کشاورزی، انجام گرفته است.

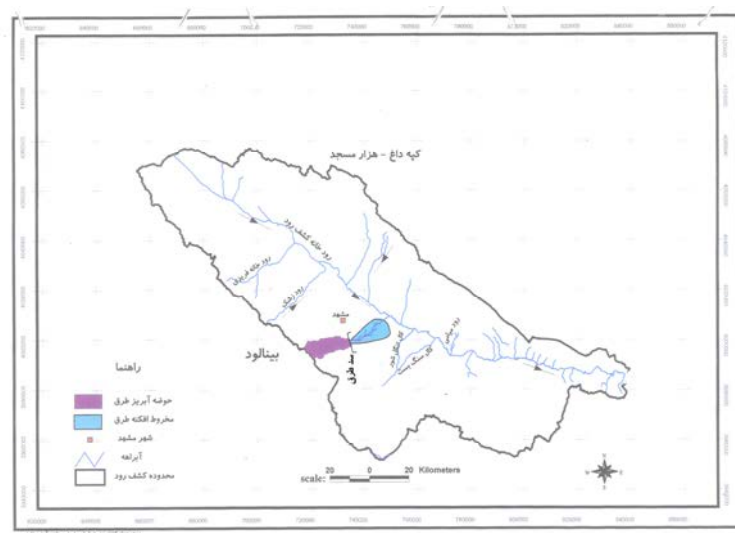
روش کاربرد تحقیق بنا به ماهیت آن، از نوع استقرایی و علی است. در این تحقیق بیشتر روی علت و معلول تکیه شده و در این ارتباط از روش‌های آماری و انواع نرم افزارهای متناسب با موضوع نیز استفاده شده است. اثبات اثرات منفی احداث سد، بر مخازن آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل هیدروگراف چاه‌های موجود در محدوده‌ی مخروط افکنه و

تغییرات کیفی آب زیرزمینی براساس شیمی گراف ها وافت سطح آب زیرزمینی صورت گرفته است.

موقع ریاضی و نسبی

حوضه ی آب ریز رودخانه ی طرق در $۵۹^{\circ}۴۵'$ تا $۵۹^{\circ}۱۵'$ طول شرقی و $۳۶^{\circ}۱۵'$ تا $۳۶^{\circ}۵'$ عرض شمالی در منتهی الیه جنوب شرقی شهر مشهد واقع بوده و از شمال محدود است به حوضه ی آب ریز رودخانه ی شیلگرد و ازغن، از جنوب به کوه های بزشغال و کالشور، از شرق و شمال شرق به رودخانه ی کشف رود و از غرب به کوه های قلعه گاو و کوه سیاه (شکل ۱) سد مخزنی طرق در محل خروجی آن واقع است.

رودخانه ی طرق، یکی از سرشاخه های کشف رود است که بخش جنوب شرق حوضه ی آن را زهکشی می نماید. طغیان های بزرگ این رود، پس از مشروب کردن زمین های کشاورزی محدوده ی مخروط افکنه طرق، وارد کشف رود می شود (ولایتی، توسلی، ۱۳۷۰: ۵۳).



شکل شماره ۱ - موقعیت محل تحت مطالعه

زمین شناسی - ژئومورفولوژی

اشاره به وضعیت زمین شناسی و ژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی طرق از این نظر اهمیت دارد که رسوبات هوازده حمل شده توسط رود، در محدوده‌ی مخروطه افکنه جمع می‌شود. این رود، قسمت شمالی ارتفاعات بینالود را در بر می‌گیرد، که توسط انواع مختلف سازندهای زمین شناسی، اشغال شده است. گسترده‌ترین سازند زمین شناسی حوضه، از شیست و فیلیت مشهود تشکیل شده است، که حدود ۹۰٪ حوضه را پوشش می‌دهد. بقیه‌ی حوضه توسط ماسه سنگ‌ها و کنگلومرا و سنگ آهک اشغال شده است (درویش زاده، ۱۳۸۲ : ۲۵۲).

سن این سازندها دوران دوم زمین شناسی تشخیص داد شده است (زمردیان ۱۳۸۱ : ۴۵). شیست‌ها و فیلیت‌های مشهود، به دلیل آسیب پذیری زیاد در برابر عوامل و فرایندهای هوازدگی، به شدت تخریب شده و مواد هوازده‌ی آن‌ها به وسیله‌ی جریان‌های سطحی تا پشت سد طرق، توسط آب هدایت می‌شوند. به همین دلیل بار جامد رودخانه‌ی طرق، نسبتاً زیاد است.

شیب منطقه‌ی مورد مطالعه در بخش‌های مختلف آن متفاوت است، به گونه‌ای که حدود ۹٪ از آن، دارای شیب کم تا متوسط، ۵/۶٪ دارای شیب متوسط تا زیاد و ۳۵٪ دارای شیب زیاد تا بسیار زیاد می‌باشد. شیب زیاد مربوط می‌شود به مناطق کوهستانی با ارتفاع بین ۱۶۰۰ تا ۲۵۰۰ متر. بلندترین منطقه‌ی حوضه ۲۵۰۰ متر و پایین‌ترین آن ۱۲۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (سازمان جغرافیای کشور، ۱۳۸۰).

۲. آب و هوا - قلیم

منطقه‌ی مورد بررسی براساس اقلیم نمای دومارتن، از نوع نیمه خشک و بر اساس اقلیم نمای آمبرژه از نوع خشک سرد می‌باشد (کامکار یزدنژاد، ۱۳۸۰ : ۴۱). چنین نوعی از اقلیم بر سازندهای زمین شناسی تأثیرگذار بوده و هوازدگی نوع فیزیکی، به ویژه نوع دما شکافتگی و نمک شکافتگی در آن، چیره می‌شود (رامش و سیف، ۱۳۸۲: ۳۹).

بارندگی حوضه، از نوع زمستانه-بهاره است، به گونه‌ای که بر اساس آمار چهل ساله بارندگی ایستگاه سینوپتیک مشهد، واقع در شمال منطقه‌ی مورد مطالعه، حدود ۵۰٪ بارندگی در فصل زمستان، ۲۹٪ در فصل بهار، ۱۹٪ در فصل پاییز و تنها ۲٪ در فصل تابستان نازل می‌شود. متوسط بارندگی در ایستگاه مزبور رقم ۲۵۰ میلی‌متر را نشان می‌دهد. با این وجود باید دانست که ارتفاع ایستگاه سینوپتیک مشهد از سطح دریا، حدود ۱۰۰۰ متر و متوسط ارتفاع حوضه حدود ۱۶۰۰ متر است. لذا بارندگی‌هایی که سبب سیلاب رودخانه‌اند، در ارتفاعات نازل می‌شوند که متوسط آن براساس همه‌ی منحنی‌های باران، رقم ۳۰۰ میلی‌متر را نشان می‌دهد (وزارت نیرو، ۱۳۸۱: ۸۵).

بررسی‌های انجام شده در مورد دما، نشان می‌دهد که متوسط دما در نزدیک‌ترین ایستگاه منطقه یعنی سینوپتیک مشهد ۱۳ درجه سانتی‌گراد و رابطه‌ی بین دما (T_c) و ارتفاع (Hm) از سطح دریا در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی طرق از معادله‌ی $H = 0\backslash003$ - $T = 16\backslash4$ پیروی می‌کند (کامکار یزد نژاد)

سد طرق و مشخصات آن

سد طرق در محل خروجی حوضه‌ی رودخانه و در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد در گلوگاه گرانی، به سال ۱۳۶۲ احداث شده است (شکل شماره ۲). این سد از نوع بتنی دو قوسی بوده و ارتفاع آن ۸۱ متر، طول تاج ۳۲۲ متر، ضخامت تاج ۴/۸ متر است. حجم کل مخزن در تراز ۱۲۷۰ متر حدود ۴۰ میلیون متر مکعب می‌باشد. حجم آب تنظیمی سیزده میلیون متر مکعب است که هفت میلیون آن مصرف آب شرب شهر مشهد و شش میلیون متر مکعب برای مصارف کشاورزی در نظر گرفته شده است (وزارت نیرو، ۱۳۶۷: ۱۲).



شکل شماره 2 - نمای از سد طرق

رسوب رودخانه‌ی طرق

بررسی‌های انجام شده روی رسوب رودخانه، نشان می‌دهد که به طور کلی رودخانه طرق از رسوب‌دهی بالایی برخوردار است. این موضوع به دو دلیل انجام می‌شود، یکی این که بخش وسیعی از حوضه‌ی آبریز رودخانه از سازندهای دگرگونی شیست و اسیت اشغال شده است که در اثر هوازدگی فیزیکی به سرعت تخریب می‌شوند و مواد هوازده قابل حمل زیادی ایجاد می‌کنند، دیگری به خاطر پر شیب بودن حوضه و عامل پوشش گیاهی تنک آن می‌باشد.

مطالعات انجام شده روی ارتباط میان دبی و رسوب نشان می‌دهد که بین رسوب رودخانه و دبی آن رابطه وجود دارد (مهدوی ۱۳۷۸ : ۳۱۶). این رابطه از معادله‌ی $y = 15/92 X^{1/72}$ پیروی می‌کند که در آن y معادل دبی و X معادل رسوب می‌باشد. همچنین مشخص شده که طی بیست و یک سال (۱۳۸۰ - ۱۳۵۹) بیشترین رسوب‌دهی در سال ۷۲-۱۳۷۱ که سالی تر بوده و از بارندگی و به دنبال آن از جریان سطحی زیادی برخوردار بوده، صورت گرفته است.

مخروط افکنه طرق و مشخصات آن

مخروط افکنه‌ها تجمّع مخروطی شکل موادّ رسوبی آب‌رفتی هستند که در دامنه‌های کم شیب ارتفاعات به وجود می‌آیند (استرالر و استرالر، ۲۰۰۳: ۵۳۶). مخروطه افکنه‌ی رودخانه‌ی طرق، از تجمّع رسوبات آب‌رفتی در پای دامنه‌ی ارتفاعات بینالود واقع شده است، شکل (۱) تصویر این مخروطه افکنه را آشکارا نشان می‌دهد. قسمتی از مساحت مخروط افکنه امروزه تحت پوشش زمین‌های مزروعی و بخشی از آن توسط واحدهای مسکونی شهر مشهد واقع است. مشخصات فیزیکی مخروط افکنه در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره (۱)، خصوصیات مهم مورفولوژیکی و ظاهری
مخروط افکنه طرق

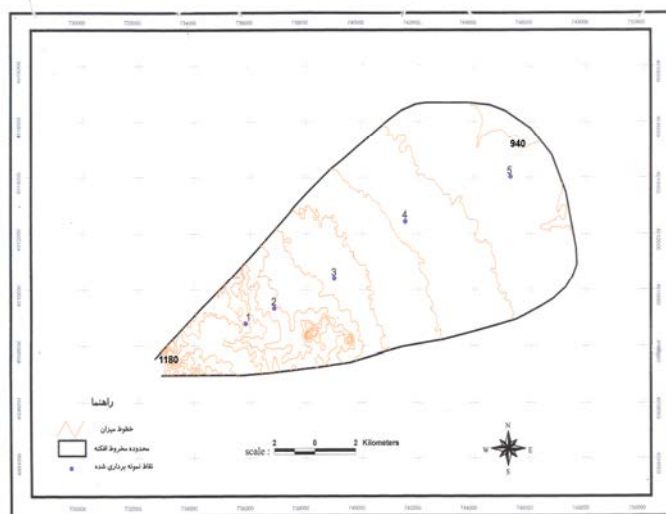
ردیف	اختصاصات	کمیت
1	مساحت	143/1 Km ²
2	محیط	50/5 Km
3	طول	15/5 Km
4	طول آبراهه اصلی	16/5Km
5	عرض متوسط	6/3 KM
6	ارتفاع راس مخروط افکنه از سطح دریا	1180m
7	ارتفاع قاعده مخروط افکنه از سطح دریا	940m

ویژگی‌های دانه سنجی و نفوذپذیری

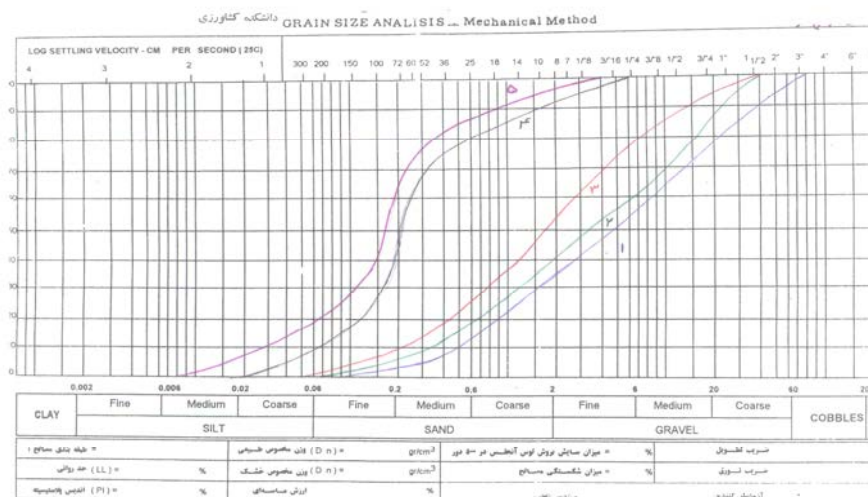
به منظور مشخص نمودن قطر دانه‌های رسوبی و توزیع رسوبات آن در پیکره‌ی مخروط افکنه، در پنج نقطه در فواصل طولی آن نمونه برداری شده و نمونه‌ها در آزمایشگاه مکانیک خاک مورد آزمایش گرانولومتری واقع شد. منحنی رسوبات در شکل

(۳) دیده می‌شود. دو تپیت منحنی از یک دیگر قابل تفکیک است، منحنی‌های شماره (۱) و (۲) و (۳) که از محدوده رأس تا میانه‌ی مخروط افکنه برداشته شده است، نشان دهنده‌ی نا یکنواختی زیادی بوده و عمدتاً از گراول تشکیل شده است. منحنی‌های شماره ۴ و ۵ که از محدوده‌ی میانی و پایانی مخروط افکنه برداشت شده از یکنواختی نسبی برخوردار است، مضافاً این که قطر رسوبات نیز به مراتب کوچکتر از قطر رسوبات محدوده رأس مخروط افکنه است. این رسوبات عمدتاً از ماسه دانه متوسط تشکیل شده اند.

بررسی‌هایی که در مورد نفوذپذیری رسوبات مخروط افکنه براساس منحنی تجمعی رسوبات [پرینز ۱۹۹۱: ۱۵] صورت گرفته است، نشان می‌دهد که مقدار نفوذپذیری سطحی براساس منحنی‌های دانه سنجی از $10^{-2} * 7/2$ در محدوده راس تا $10^{-3} * 2$ متر بر ثانیه در محدوده‌ی میانی تا قاعده آن متغیر است. نفوذپذیری نسبتاً بالای مخروط افکنه نشان‌دهنده‌ی تغذیه‌ی زیاد آب زیرزمینی توسط سیلاب رودخانه‌ی طرق می‌باشد.



شکل شماره 3. توپوگرافی مخروط افکنه رودخانه طرق و نقاط نمونه برداری شده برای آزمایش دانه بندی (مقیاس بلد نراد 1385: 102)



شکل شماره 4 - داده بندی مکانیک خاک (کاملر یزنزاد 1385: 102)

منابع آب :

آب سطحی

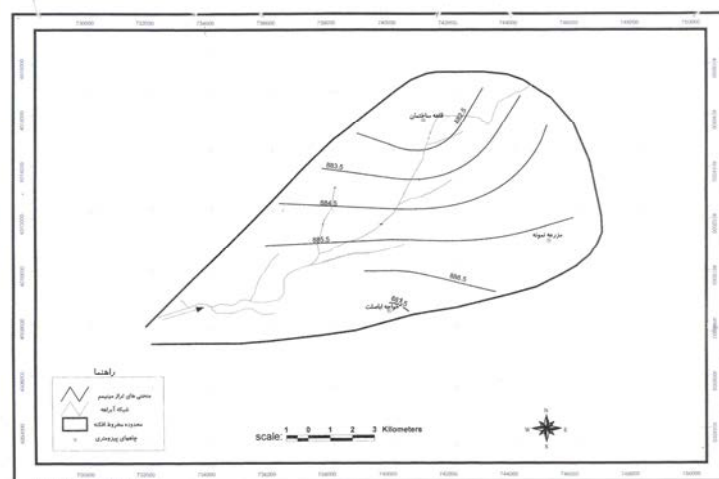
رودخانه‌ی طرق و شاخه فرعی آن عارفی، جریان‌های سطحی هستند که حوضه را زهکشی نموده و تا سال ۱۳۶۲، قبل از احداث سد، طغیان‌های بزرگ خود را پس از تغذیه به رودخانه کشف افروود منتقل می‌کردند. آورد سالانه به میزان حدود هفده میلیون متر مکعب در سال و سیلاب‌های سه ماهه‌ی اسفند تا خرداد، تنها منابع آب سطحی و تغذیه کننده مخروط افکنه طرق بوده است که اکنون این مخروطه افکنه تنها توسط آب سر ریز شده تغذیه می‌شود (شکل ۱).

آب زیرزمینی

از سه منبع آب زیرزمینی متداول (قنات چاه و چشمه) تنها چاه در استخراج آب مخروط افکنه طرق نقش اساسی دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۲۷۴ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق

در محدوده‌ی مخروط افکنه وجود دارد و از آن‌ها در سال حدود ۵۴ میلیون متر مکعب آب برای مصارف مختلف به دست می‌آید (وزارت نیرو: ۱۳۸۰).

نقشه‌ی تراز سطح آب زیرزمینی (شکل ۴) آشکارا نشان می‌دهد که تغذیه‌ی آب زیرزمینی مخروط افکنه از محدوده رأس آن به طرف دامنه، در مسیر حرکت رودخانه‌ی طرق است. منحنی‌ها از ۸۸۷/۵ در حواشی چاه پیژومتريک خواجه اباصلت تا ۸۸۲/۵ در حواشی چاه پیژومتري قلعه ساختمان، کاهش می‌یابد و جریان آب زیرزمینی از جنوب به طرف شمال حرکت می‌کند.



آبدهی ویژه

به منظور مشخص کردن قدرت آبدهی مخروط افکنه، اقدام به محاسبه آبدهی ویژه شده است. (آبدهی ویژه مقدار آبی است که از هر کیلومتر مربع مساحت مخروط افکنه قابل استخراج است)، (کارانت: ۲۰۰۱: ۶۳). بررسی‌های انجام شده در این ارتباط نشان می‌دهد که آبدهی ویژه مخروط افکنه طرق حدود نوزده لیتر در ثانیه در کیلومتر مربع است.

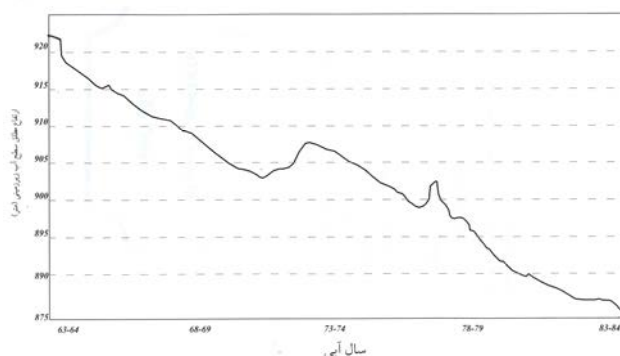
هیدروگراف چاه های پیزومتری و تحلیل آن ها

تغییرات کمی و کیفی آبخانه ها را می توان براساس هیدروگراف چاه های حفر شده در آن تحلیل کرد [شوارتز و زانگ، ۲۰۰۳: ۶۳]. در این نوشتار، تغییرات کمی و کیفی آبخانه مخروط افکنه طرق بر همین اساس، به شرح زیر صورت گرفته است:

در محدوده ی مخروط افکنه طرق، تعداد سه حلقه چاه پیزومتری وجود دارد که تحت نظارت کارشناسان شرکت سهامی آب منطقه خراسان بوده و سطح آب آن ها هر ماهه اندازه گیری می شود. منحنی تراز سطح آب زیرزمینی (شکل ۵) براساس داده های همین چاه های پیزومتری تهیه شده است. محل و موقع چاه های پیزومتری در شکل مزبور دیده می شود.

۱. هیدروگراف چاه پیزومتری خواجه اباصلت

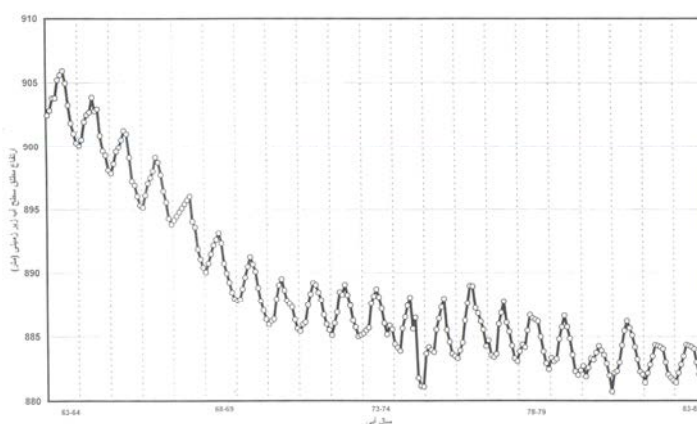
هیدروگراف چاه خواجه اباصلت که در شکل (۶) دیده می شود، نشان می دهد که پس از آنگیری سد (۱۳۶۳) افت سطح آب زیرزمینی شروع شد و با شدت هر چه بیشتر به مدت شش سال ادامه یافت. تنها در سال های ۷۱ تا ۷۲ در اثر ترسالی و سرریز شدن آب زیاد از سد، کمی بالا آمد و آن گاه تا سال ۱۳۸۴ به افت خود، ادامه داده است. افت شدید پنج ساله ی اوّل هیدروگراف حکایت از کاهش شدید تغذیه ی آبخانه مخروط افکنه طرق در اثر احداث سد، دارد.



شکل شماره 6 - هیدروگراف چاه پیزومتری خواجه اباصلت

۲. هیدروگراف چاه قلعه ساختمان

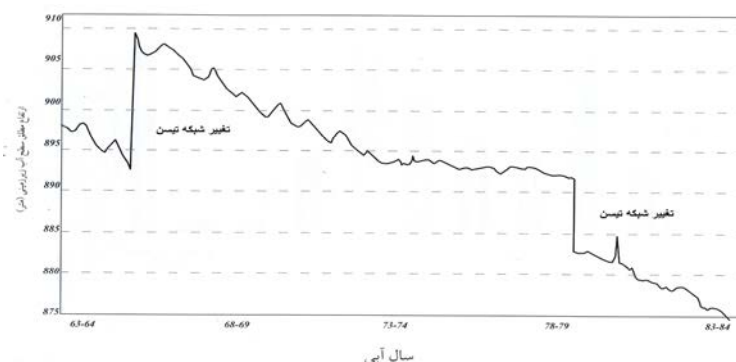
این هیدروگراف که در شکل ۷ دیده می‌شود، برای سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۴ رسم شده است. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی آشکارا نشان می‌دهد که از شروع آبرگیری سد در سال ۱۳۶۳، افت سطح آب زیرزمینی با شدت هر چه بیشتری آغاز شد و در طی هشت سال (۱۳۶۳-۷۴) همچنان ادامه یافت. آن‌گاه با شیب ملایم تا سال ۱۳۸۴ تداوم یافته است. با توجه به این که محدوده‌ی مخروط افکنه‌ی طرق، جزوی از منطقه‌ی ممنوعه‌ی دشت بوده و از سال ۱۳۵۰ به این طرف، میزان بهره‌برداری از آن افزایش چندانی نداشته است، لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد، که افت شدید سطح آب زیرزمینی، پس از احداث سد، ناشی از کاهش تغذیه‌ی آبخانه‌ی مخروط افکنه در اثر احداث سد بوده است.



شکل شماره ۷- هیدروگراف چاه بیژمتری قلعه ساختمان

۳. هیدروگراف چاه‌های بیژمتری مرزعه‌ی نمونه

شکل (۸) نشان می‌دهد که پس از آبرگیری سد طرق در سال ۱۳۶۳ افت سطح آب زیرزمینی با شدت هر چه بیشتر تا سال ۱۳۸۴ ادامه داشته است، این روند نیز حکایت از تأثیر سد بر کمیت آب مخروط افکنه پایین دست دارد.

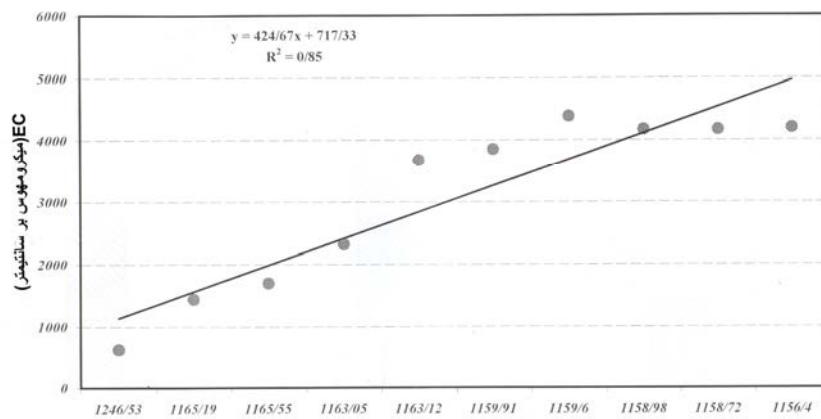


شکل شماره 8 - هیدروگراف چاه پیژومتری مزرعه نمونه (تغییرات چاه واز هیدروگراف نفیسی از تغییر شبکه تبین می باشد)

تغییرات کیفی

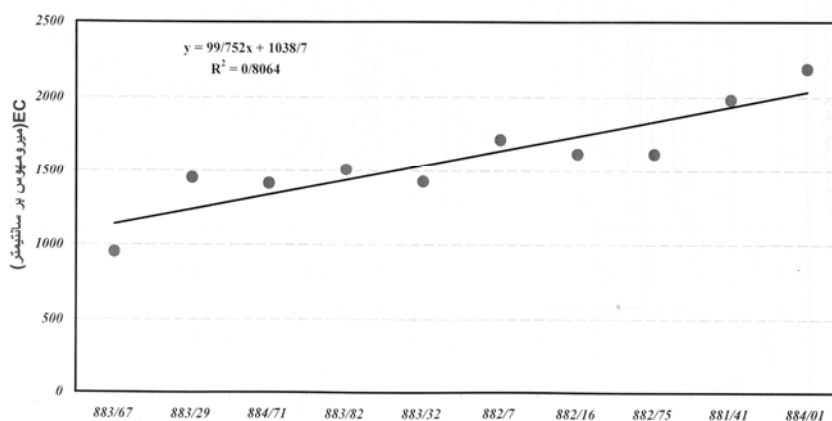
بررسی‌ها نشان می‌دهند که بین افت سطح آب زیرزمینی و افزایش املاح، آب ارتباط مستقیم وجود دارد [فوکت ۱۹۹۰: ۱۸۲]. تشدید افت سطح آب زیرزمینی آبخانه‌ی مخروط افکنه طرق (پایین دست سد طرق) علاوه بر تغییرات کمی، سبب تغییرات کیفی نیز شده است. این تغییرات در نمودار اشکال شماره ۹ تا ۱۱ به خوبی مشاهده می‌شود. تعداد چاه‌های مورد نظر که نمونه برداری کیفی از آنها تهیه و در آزمایشگاه تحت آزمایش قرار گرفته‌اند، به سه حلقه می‌رسد که شامل چاه خواجه اباصلت، قلعه ساختمان و مزرعه‌ی نمونه می‌باشد.

روند تغییرات هدایت الکتریکی (EC) آب در ارتباط با افت سطح آب زیرزمینی، آشکارا نشان می‌دهد که بین این دو پارامتر، هم‌بستگی نسبتاً خوبی وجود دارد که در بیشتر موارد، ضریب همبستگی (R) بیشتر از ۰/۹ می‌باشد. معادله‌ی هم‌بستگی بین دو پارامتر مزبور (شکل ۸) که در آنها X نماینده افت سطح آب و Y نماینده مقدار EC بر حسب میکرومhos بر سانتی‌متر است، نشان می‌دهد که به ازای هر متر افت سطح آب، مقدار هدایت الکتریکی در سه حلقه چاه مزبور به ترتیب ۴/۱۶۶، ۸/۹۹، ۷/۴۲۴ میکرومhos بر سانتی‌متر تغییر خواهد کرد.



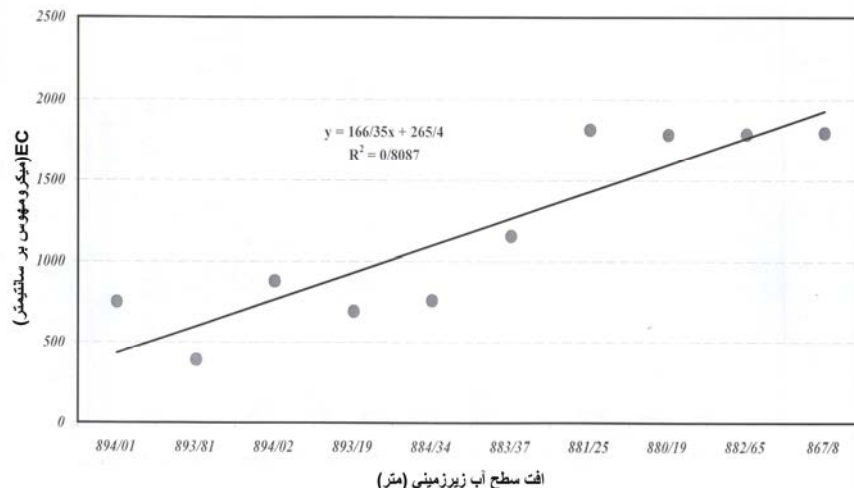
افت سطح آب زیرزمینی (متر)

شکل شماره 9 - ارتباط بین املاح و افت سطح آب زیرزمینی در چاه پیژومتری خواجه اباصلت (طی سالهای 84 - 1363)



سطح آب زیرزمینی (متر)

شکل شماره 10 - ارتباط میان املاح و افت سطح آب زیرزمینی در چاه پیژومتری قلعه ساختمان (طی سالهای 84 - 1363)



شکل شماره 11- ارتباط بین املاح و افت سطح آب زیرزمینی در چاه پیژومتری مزرعه نمونه (ظی سالهای 84 - 1363)

نتیجه و پیشنهادها

نتیجه‌ی این بررسی نشان می‌دهد که احداث سد مخزنی روی رودخانه‌هایی، که در پایین دست آن مخروط افکنه وجود دارد، توصیه نمی‌شود، زیرا سبب کاهش تغذیه و افت شدید سطح آب آن می‌شود. افت سطح آب به نوبه‌ی خود سبب افزایش املاح آب زیرزمینی نیز می‌شود.

با توجه به این که در کشورهای خشک و نیمه خشک جهان مانند کشور ما مخروط افکنه‌ها مخازن آب زیرزمینی جالبی توجهی را به وجود آورده‌اند و از گذشته‌های دور (از ۳۰۰۰ سال به این طرف) توسط قنوات (بهینا ۱۳۶۷: ۱۲۲) و چاه (پی میتانتا ۱۳۵۷: ۱۵) مورد بهره‌برداری واقع شده‌اند، لذا حفظ و حراست از این مخروط افکنه‌ها دارای اهمیت فراوانی است. یکی از راه‌های حفاظت از آن، جلوگیری از احداث سدهای مخزنی در بالادست مخروط افکنه‌هاست، زیرا سبب می‌شود که از تغذیه سالانه آن جلوگیری شود. به همین دلیل احداث این قبیل سدها در بالادست مخروط افکنه‌هایی که تأمین کننده آب هستند، پیشنهاد نمی‌شود.

منابع و مآخذ

۱. ارزنده، ف. (۱۳۵۹): سد سازی یا مهار آب‌های سطحی، انتشارات دهخدا.
۲. بهینا، ع. (۱۳۶۷): قنات سازی و قنات داری، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
۳. پرایس، م. (۱۹۹۲): مقدمه‌ی بر آب زیرزمینی (ترجمه‌ی ولایتی و رضایی انتشارات خراسان، ۱۳۷۱).
۴. پی میتا نتا (۱۹۷۸): استخراج آب‌های زیرزمینی، ترجمه‌ی محمد محمدی فتیده، ۱۳۵۷ انتشارات دانشگاه آذرآبادگان.
۵. درویش زاده، ع. (۱۳۸۲): زمین شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر، ۱۳۸۲، تهران.
۶. رامش، م. ج. و سیف، ع. (۱۳۸۲): جغرافیای خاک‌ها، انتشارات دانشگاه اصفهان.
۷. زمردیان، م. ج. (۱۳۸۱): ژئومورفولوژی ایران دینامیک‌های درونی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.
۸. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ارتش جمهوری اسلامی ایران، نقشه توپوگرافی $\frac{1}{50000}$ ، شیت مشهد، شماره ۷۸۶۲۲.
۹. کامکار یزد نژاد، م. (۱۳۸۵): تأثیرات احداث سد بر روی مخروط افکنه پائین دست آن از نظر منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی سد طرق)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به راهنمایی سعدالله ولایتی.
۱۰. مهدوی، م. (۱۳۷۸): هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱. نراقی، ج. (۱۳۸۰): چکیده تاریخ ایران، نشر اختران.
۱۲. وزارت نیرو (۱۳۶۷): شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، فعالیت‌های ده ساله‌ی انقلاب.
۱۳. وزارت نیرو (۱۳۸۱): شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، تأمین آب شرب مشهد از طریق رودخانه عارفی.
۱۴. ---- (۱۳۸۰): گزارش آمار برداری دشت مشهد.
۱۵. ولایتی، س. توسلی، س. (۱۳۷۱): منابع و مسایل آب استان خراسان، انتشارات آستان قدس رضوی.

16. Karahnt , K : 2001, Ground water assessment Development and Management , Tata McGraw hill publishing Company limited , New Delhi
17. Mattes . g : 2000 , Grunelwasserschliessung Gebrueder Borntraege Berlin . Stuttgart . Band 4 P. 4
18. Prin ,Z , H .(1991) : Abriss der ingenieurgeologie Z. Aufl./ 466 so , Stuttgart (Enke)
19. Schwartz, F / Zhang , H : 2003 Fundamentel af Groundwater. John wiley 8 sens, INC.
20. Springer Verlag , Berlin , Hgdrogeochemie , Voigt , H. J . (1990)
21. WWW. Fa . Wiki peelia . Org / Wiki / 3

مشخصات نویسنده:

دکتر سعد اله ولایتی، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد

Email: Svelayati 57@ Yahoo. Com

مریم کامکار یزد نژاد، کارشناس ارشد جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد