

## بررسی وضعیت سنگ کف دشت کرمان با توجه به مدل حوضه رسوبی

محمد رضا امینی زاده<sup>۱</sup>، غلامرضا لشکری پور<sup>۲</sup>، محمد غفوری<sup>۳</sup>، ناصر حافظی مقدس<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۰۲

### چکیده

در این تحقیق بررسی‌های لازم در خصوص تعیین عمق سنگ کف و ضخامت رسوبات زیر پهنه دشت کرمان صورت گرفته است. روش کار بدین صورت بوده که اطلاعات خام موجود گردآوری و با استفاده از آن اطلاعات نقشه‌ها و مقاطع مورد نیاز ترسیم و با جمع‌بندی و تحلیل نتایج آن‌ها ضخامت رسوبات و عمق سنگ کف تعیین شده است. اطلاعات مورد استفاده شامل داده‌های ژئوالکتریک حاصل از برداشت ۵۰۰۰ سونداژ الکتریکی با خط فرستنده جریان AB معادل ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر و در ۳۵ پروفیل (کمپانی جنرال ژئوفیزیک ۱۳۴۳ و ۱۳۴۴)، پروفیل‌های مربوط به حفر هشت حلقه چاه اکتشافی در نقاط مختلف دشت کرمان (شرکت نیدرا، ۱۳۴۳)، مقاطع زمین‌شناسی عمقی ترسیم شده از روی نقشه زمین‌شناسی حوزه رسوبی شهر کرمان (مهندسین مشاور بررسی منابع آب، ۱۳۸۵)، داده‌های خام مربوط به عمق چاه‌های پیزومتری و بهره‌برداری حفر شده در دشت کرمان و نتایج مربوط به مدل آب‌های زیرزمینی دشت کرمان (احمدی افرادی، ۱۳۸۱) می‌باشند. جمع‌بندی نتایج نشان داده است که ضخامت آبرفت دشت کرمان تا حد ۲۳۰ متر توسط مشاهده مستقیم و استفاده از چاه‌های اکتشافی تأیید شده است. اما با مد نظر قرار دادن نتایج مطالعات ژئوالکتریک، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات ضخامت آبرفت در دشت کرمان بین ۳۰ تا ۳۵۰ متر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حفاری اکتشافی، دشت کرمان، سنگ کف، ضخامت آبرفت، مدل رسوبی، مطالعات ژئوفیزیک، مقاطع زمین‌شناسی.

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، ab.aminizadeh@yahoo.com

<sup>۲</sup> استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۳</sup> استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۴</sup> دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

## مقدمه

خود را بدست آورده است (شکل ۱). شکل کنونی حوضه رسوبی کرمان نشأت گرفته از سیمای عمومی و ریخت‌شناسی رایج ایران مرکزی یعنی رشته‌های ممتد و بلند و گودی‌های بین آن‌ها یعنی مدل (basin and range) می‌باشد. دشت کرمان که بدنبال یک دوره از خاموشی نسبی تکتونیکی حاصل شده است، در فرو رفتگی بین دو رشته کوه ماهان - کوهبنان در خاور و بادام‌ونیه - داوران در باختر قرار گرفته است، دارای ساختار گرابنی بوده و تحت تاثیر گسل‌های معکوس پیرامون خود شکل گرفته است. از ابتدای پلیستوسن به بعد تغییرات آب و هوایی مهمی در این بخش از کره زمین بوقوع پیوست که این امر باعث حصول تعداد چهار دوره یخچالی شد که هر کدام دارای شدت و طول دوره زمین‌شناسی مخصوص به خود بوده و نقش مهمی در تاریخ تکاملی چهره زمین در پلیستوسن میانی و بالایی حوزه رسوبی کرمان داشته‌اند. این دوره‌های سرد یخچالی فازهای مهمی از پویایی انرژی و بهم زنده تعادل طبیعی بین پروسه‌های فرسایش و رسوب بوده‌اند. دشت کرمان در طول این چهار دوره اصلی یخچالی به گونه یک حوضه بسته دریافت کننده همه جریان‌های سیلابی صادره از زمین‌های مرتفع حواشی دشت بوده و حتی در برهه‌های معادل دوره‌های بین یخچالی، شرایط محیط‌های تبخیری و دریاچه‌های فصلی (Playa) را نیز دارا بوده است. این جریان‌ها با حمل رسوبات مختلف به تناسب انرژی سیلاب و رسوب دادن آن‌ها در گودی‌ها، فرورفتگی‌ها و نواحی پست باعث ایجاد دشت رسوبی کرمان شده‌اند. در پلیستوسن زبرین به دلیل جنبش‌های تکتونیکی، شرایط یک حوضه بسته را از دست داده و به آرامی به سوی شمال و شمال باختری شیب بر داشته است (قاجار، ۱۳۸۵). این موضوع باعث شده است که بخشی از رسوبات انباشته شده در دوره‌های پیشین به نقاط پایین‌دست حمل شوند. دشت کرمان برگستره‌ای از نهشته‌های ریزدانه‌ی رسی - سیلتی با ویژگی نفوذپذیری کم بنا شده است. ستبرای این نهشته‌ها به چند صد متر می‌رسد. سنگ کف دشت کرمان در شمال دشت اغلب از آهک کرتاسه، حاشیه شرقی از کنگلومرای نئوژن و یا آهک و مرکز دشت و دره باغین از رسوبات مارنی نئوژن تشکیل یافته است (مهندسین مشاور مه‌اب قدس). سنگ کف دشت کرمان تحت تاثیر حرکت گسل‌های معکوس موجود

تعیین ضخامت آبرفت و نوع مصالح تشکیل دهنده زیر پهنه شهر کرمان یکی از موارد ضروری جهت برنامه‌ریزی برای توسعه شهر و طراحی زیرساخت‌های آن می‌باشد. دشت کرمان در بخش میانی حوضه رسوبی کرمان قرار دارد. در گستره این دشت مسائل مختلف ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی مثل بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی، وجود خاک‌های ریزدانه دارای قابلیت نشست و تورم، وجود لندهای ماسه‌ای در قسمت‌های سطحی زمین که احتمال روانگرایی را افزایش می‌دهد، وجود دارد. بی‌شک ضخامت رسوبات و عمق سنگ کف یکی از پارامترهای تعیین کننده در رابطه با حل مسائل فوق خواهد بود. لذا داشتن اطلاعات دقیق در رابطه با نوع و جنس رسوبات، ضخامت و تغییرات عمقی و جانبی آن‌ها امری لازم و ضروری است. یکی از چالش‌های فعلی شهر کرمان که بخش عمده‌ای از دشت کرمان می‌باشد، بالا آمدگی سطح سفره آب زیرزمینی است که تحت تاثیر ضخامت آبرفت و عمق سنگ کف در جاه‌های مختلف شهر شرایط متفاوتی خواهد داشت. هرگونه فعالیتی در رابطه با خشکاندازی و تخلیه آب از سفره آب زیرزمینی شهر کرمان باید متناسب با ضخامت رسوبات و عمق سنگ کف برنامه‌ریزی شود، تا از بروز مشکلات جدید جلوگیری شود. مدل حوضه رسوبی کرمان مهمترین عامل تاثیرگذار در شکل‌گیری رسوبات، نوع و ضخامت آن‌ها می‌باشد. محیط رسوبی دشت کرمان دارای شرایط و تاریخچه زمین‌شناسی ویژه‌ای است که موجب شده ضخامت زیادی از رسوبات ریزدانه سیلتی و رسی در طی چهار دوره بین یخچالی در گستره دشت کرمان نهشته شوند (قاجار، ۱۹۹۶). این نهشته‌ها به تناسب انرژی سیلاب و توپوگرافی و هندسه سنگ کف در نقاط مختلف دشت دارای ضخامت متفاوت هستند که باید بررسی‌های لازم در خصوص شناسایی عمق رسوبات در نقاط مختلف به عمل آید تا امکان برنامه‌ریزی مناسب جهت فعالیت‌های عمرانی حاصل آید.

## خلاصه‌ای از مدل رسوبی و تاریخچه زمین‌شناسی رسوبات دشت کرمان

مدل حوضه رسوبی دشت کرمان در اثر جنبش‌های زمین‌ساختی کواترنری قواره فیزیوگرافی و هندسه فعلی

حوضه‌ی بسته را از دست داده و به آرامی به سوی شمال و شمال باختری شیب برمی‌دارد که اکنون نیز همین شرایط وجود دارد.

### مواد و روش‌ها

الف- مواد مورد استفاده در این تحقیق بشرح می‌باشند.

- برداشت‌های خام مربوط به مطالعات ژئوالکتریک کمپانی ژئرال ژئوفیزیک.

- مطالعات لرزه‌نگاری بروش انکساری که در سال ۱۳۵۳ توسط موسسه (مشاور) پارس کنسولت انجام گرفته است.

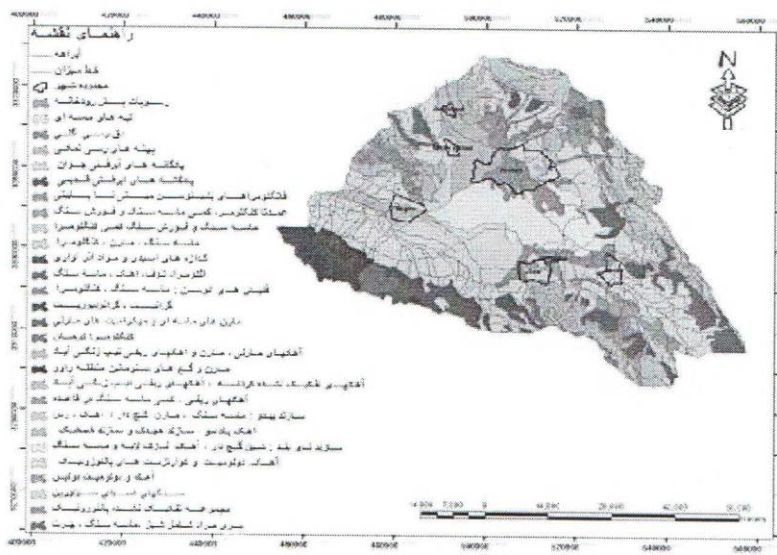
- پروفیل مربوط به حفاری‌های اکتشافی انجام شده توسط شرکت ئیدرا در سال ۱۳۴۳.

- اطلاعات مربوط به عمق چاه‌های بهره‌برداری و پیژومتری حفاری شده در دشت کرمان.

- اطلاعات مربوط به مدل آبهای زیرزمینی دشت کرمان (احمدی افزادی ۱۳۸۵).

- تصاویر ماهواره‌های TM لندست ۴ مربوط به سال ۲۰۰۲، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شیت کرمان و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۵۰۰۰۰ کرمان.

در مرزکوه با دشت و بالا رفتن بخش کوهستان ایجاد شده است. سنگ کف دشت کرمان از سازندهای با جنس و سن متفاوت شامل آهک، کنگلومرا و مارن تشکیل شده است (عباس نژاد، ۱۳۸۳). سنگ کف آبرفت‌ها در شمال دشت کرمان اغلب از آهک‌های کرتاسه، حاشیه شرقی کنگلومرای نئوژن و یا آهک و در مرکز دشت از رسوبات مارنی نئوژن تشکیل شده است (عطاپور، ۱۳۸۹). شرایط محیط رسوبی موجب شده است که به دلیل نوسانات رسوب‌گذاری و شرایط تکتونیکی حاکم بر محیط رسوبی در گذشته‌های دور ضخامت رسوبات و فشردگی آن‌ها در نواحی مختلف دشت کرمان متفاوت باشد. بررسی سابقه مطالعات گذشته نشان می‌دهد که در خصوص ضخامت نهشته‌های دشت کرمان مطالعه جامع و قابل استنادی وجود ندارد و مطالعات گذشته بصورت پراکنده و به منظور دستیابی به سطح سفره آب زیرزمینی و ضخامت بخش اشباع انجام شده‌اند. در طول دوره‌ی زمانی معادل دوره‌ی یخچالی ورم یا آخرین دوره یخچالی، با حاکمیت دوباره آب و هوای مرطوب، دشت کرمان شرایط یک حوضه‌ی کم ژرفا را باز هم تجربه می‌کند. این دوره‌ی پرباران در حدود ۸۰-۷۵ هزارسال به درازا می‌انجامد و طی آن در حدود یکصد متر رسوب ریخته‌اند به سبب این نهشته‌های قبلی اضافه می‌شود. در همین هنگام بوده که به دلیل جنبش‌های پراهمیت پلیستوسن زیرین، دشت کرمان شرایط یک



شکل (۱): نقشه زمین‌شناسی حوضه رسوبی کرمان (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کرمان)

(متر  $305 = 1500 - 1805$ ). در نقطه B که در حد فاصل خطوط هم ارتفاع ۱۶۵۰ و ۱۵۰۰ قرار دارد و ارتفاع متوسط سنگ کف در این نقطه قریب ۱۵۷۵ متر برآورد شده است، ضخامت آبرفت حدود ۱۸۵ متر می‌باشد (متر  $185 = 1575 - 1760$ ). در نقطه C با توجه به اختلاف ارتفاع سطح زمین با سنگ کف ضخامت آبرفت در آن محدوده قریب صد متر است ( $100 = 1650 - 1750$ ). بنابراین با استناد به نتایج فوق می‌توان بیان کرد ضخامت آبرفت در بعضی از نقاط شهر کرمان بیشتر از سیصد متر است. (علمدار، ۱۳۶۴) ضخامت نهشته‌ها در نواحی مختلف دشت را بین ۳۰ تا ۳۰۰ متر برآورد کرده است. تعبیر و تفسیر نتایج بدست آمده از مطالعات ژئوفیزیک نشان می‌دهد که در شمال‌غربی کرمان در منطقه طاهراآباد حوزه عمیقی وجود دارد. در جنوب کرمان سنگ کف از شرق به غرب عمیق می‌شود و نارسایی‌های فیزیکی که دیده می‌شود، می‌تواند معرف گسل‌های این ناحیه باشد. براساس نقشه خطوط هم ارتفاع سنگ کف دشت کرمان ضخامت آبرفت در دشت کرمان در محدوده مختصات جغرافیایی ۴۹۵۰۰۰ و ۳۳۴۵۰۰۰ معادل ۳۴۰ متر و در محدوده مختصات جغرافیایی ۵۲۰۰۰۰ و ۳۳۳۰۰۰۰ معادل ۳۴۰ متر می‌باشد. لذا با توجه به این مطالعات می‌توان حداکثر ضخامت آبرفت در دشت کرمان را معادل ۳۵۰ متر برآورد نمود.

## ب- روش تعیین عمق سنگ کف و ضخامت آبرفت دشت کرمان

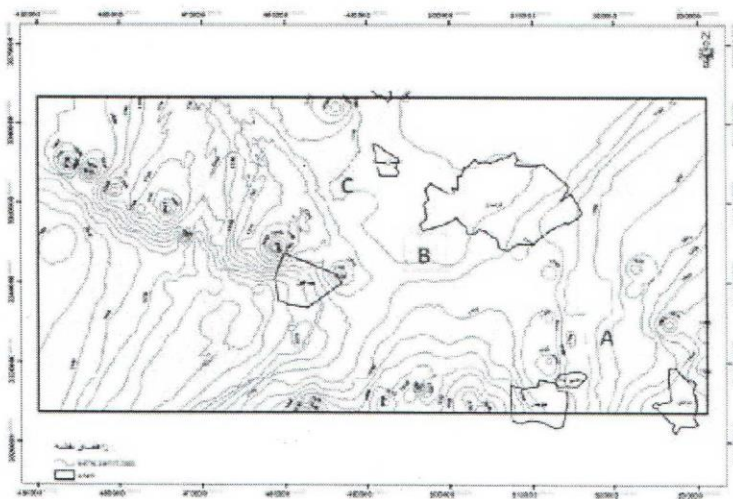
### ۱- مطالعات ژئوفیزیک

داده‌های خام مربوط به تعداد ۵۰۰۰ سونداژ الکتریکی با خط فرستنده جریان AB معادل ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر و بر ۲۵ پروفیل که بوسیله کمپانی جنرال ژئوفیزیک (C.G.G) انجام شده است گردآوری گردید (شکل ۲). نتایج حاصل از این مطالعات با استفاده از نرم‌افزار  $Gs^+$  نرم‌ال‌سازی گردید و پس از تایید واریوگرام‌ها با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis 9.2 نقشه‌های توپوگرافی مربوط به رویه دشت و سنگ کف ترسیم گردید و با تفسیر آن‌ها ارتباط ضخامت رسوبات گستره دشت کرمان با مدل رسوبی حوزه بررسی گردید.

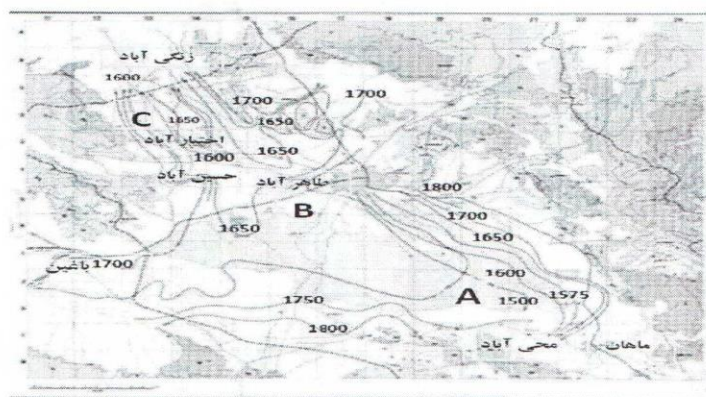
شکل ۳ نقشه توپوگرافی سطحی و شکل ۴ نقشه خطوط هم ارتفاع سنگ کف دشت کرمان را نشان می‌دهد برای تعیین ضخامت رسوبات ریزدانه دشت کرمان، مقایسه ارتفاع سطح زمین و سنگ کف در نقاط مختلف دشت صورت گرفت و ضخامت آبرفت در آن نقاط است گردید. بر روی نقشه‌های فوق، مقایسه نقاط A و B و C همچون نمونه آورده شده است. مقایسه نقشه‌ها در نقطه A نشان می‌دهد که تفاوت ارتفاع سطح زمین و ارتفاع سنگ کف حدود سیصد متر می‌باشد



شکل (۲): نقشه پراکنش سونداژهای ژئوالکتریک انجام شده در دشت کرمان



شکل (۳): نقشه توپوگرافی سطحی دشت کرمان



شکل (۴): نقشه خطوط هم عمق سنگ کف دشت کرمان (کمپانی جنرال ژئوفیزیک ۱۳۴۳ و ۱۳۴۴)

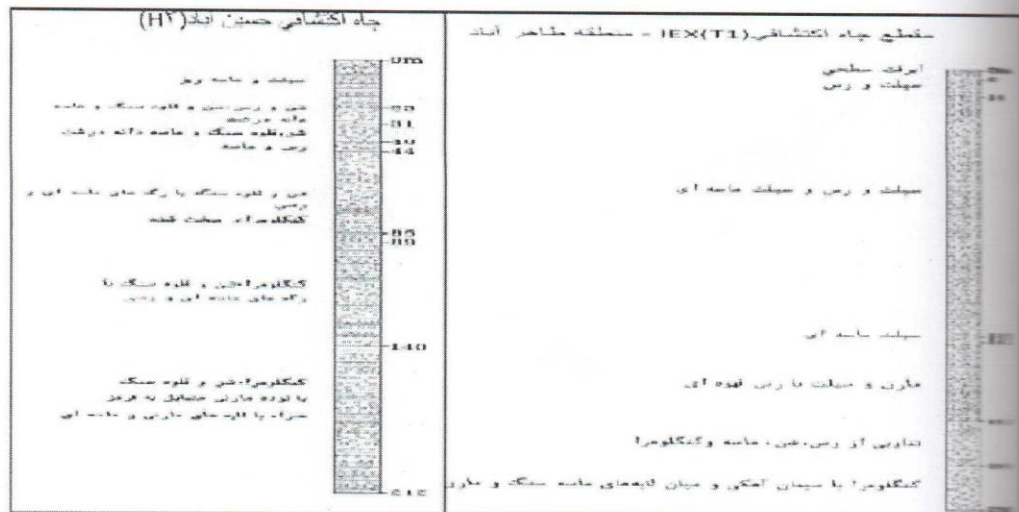
نمونه‌ای از مقاطع چاه‌های اکتشافی در اشکال (۵) و (۶) نشان داده شده است. با توجه به این مقاطع حداکثر ضخامت آبرفت در منطقه طاهرآباد در نقطه‌ای به مختصات جغرافیایی ۴۹۵۰۰۰ و ۳۳۵۰۰۰ با توجه پروفیل چاه شماره IEX(T1) معادل ۲۳۲ متر می باشد ( شکل ۵). همچنین در جنوب شهر کرمان در نقطه‌ای به مختصات جغرافیایی ۵۱۵۰۰۰ و ۳۳۴۵۰۰۰ با توجه پروفیل چاه شماره H3 ضخامت آبرفت برابر ۲۱۲ متر می‌باشد (شکل ۵).

## ۲- حفاریهای اکتشافی در آبرفت دشت کرمان- باغین

شرکت نیدرا در سال ۱۳۴۳ اقدام به حفر هشت حلقه چاه اکتشافی کرده است که شماره صحرائی و مختصات جغرافیایی آن‌ها در جدول (۱) آورده شده است. یک حلقه چاه اکتشافی دیگر نیز در سال ۱۳۵۳ همراه با پیزومتر مجاور آن توسط شرکت آبکاو در ناحیه حسین‌آباد حفاری گردیده ولی به سنگ کف نرسیده است (جدول ۱). برای تعیین ضخامت آبرفت و مقایسه نتایج با روش‌های دیگر لوگ گمانه‌های فوق مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

جدول (۱): موقعیت چاه‌های اکتشافی دشت کرمان (مهندسين مشاور بررسی منابع آب)

شماره صحرائی و مختصات	موقعیت چاه	تاریخ حفاری	عمق چاه	سطح	نوع رسوبات زیرین
47500-334000-	شمال غربی	اسفند ۴۳	۲۱۸	۵۸	شن و ماسه درشت دانه،
48500-333500- (B1)	شرق باغین	اسفند ۴۳	۲۶۰	۴۱	تناوب سیلت و مارن،
48000-334500- (B2)	جنوب باغین	اسفند ۴۳	۱۵۳	۴۴	شن دانه درشت همراه
49500-335000-	طاهر آباد	فروردین ۴۴	۲۳۲	۱۰	-
50000-335000-	مرکز دشت	اردیبهشت ۴۴	۱۶۱	۲۸	سیلت و مارن
51500-334500-(H1)	حسین آباد	فروردین ۴۴	۹۴	۴۲	-
51500-334500-(H2)	حسین آباد	فروردین ۴۴	۱۱۷	۳۴	-
51500-334500-(H3)	حسین آباد	اردیبهشت ۴۴	۲۱۲	۳۲	-
51500-334500- IEX	حسین آباد	دی ماه ۵۳	۱۲۰	۴۱	-



شکل (۵): نمونه ای از لاگ چاه‌های اکتشافی در حسین آباد و طاهر آباد.

قرار گرفته است. در این مقطع ضخامت آبرفت بین ۸۰ تا ۳۵۰ متر تعیین گردیده است. حداکثر ضخامت آبرفت در محدوده‌ای به مختصات ۵۲۰۰۰ و ۳۳۳۵۰۰۰ به میزان حدود ۳۵۰ متر می‌باشد.

۲- مقطع BB' با راستای شمال شرقی-جنوب غربی در حد فاصل بین کوه جفتان و محل ورود رودخانه چاری به دشت قرار گرفته است. در این مقطع حداکثر ضخامت آبرفت در محدوده ۵۱۵۰۰ و ۳۳۳۵۰۰۰ به میزان حدود ۱۷۰ متر می‌باشد.

۳- مقطع CC' با راستای شمال شرقی-جنوب غربی از محل ورودی رودخانه سعیدی به دشت شروع شده و پس از عبور از کوه‌های بالابنه و شهرزاد به انتهای دشت باغین

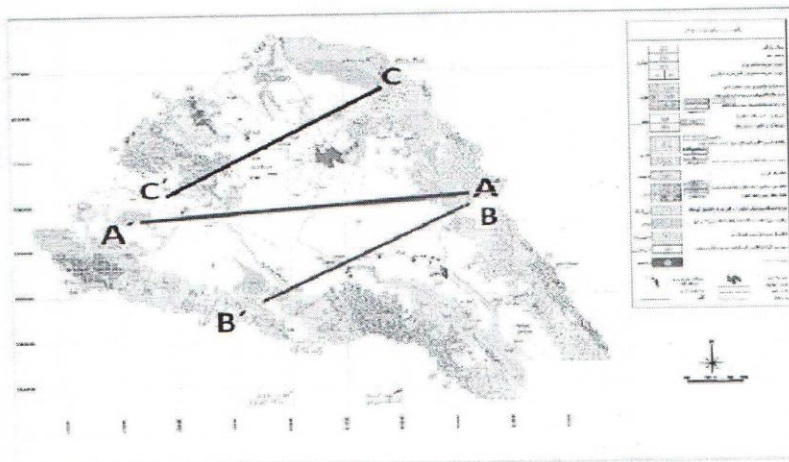
### ۳- بررسی نقشه زمین شناسی دشت کرمان

یکی از مواردی که در برآورد ضخامت آبرفت و عمق سنگ کف کاربرد دارد استفاده از نقشه زمین شناسی مقطعی است که از روی آن ترسیم می‌شود. شکل ۶ نقشه زمین شناسی حوزه رسوبی شهر کرمان را نشان می‌دهد. بر روی نقشه فوق سه مسیر جهت ترسیم مقاطع زمین شناسی مشخص شده است (مهندسين مشاور بررسی منابع آب، ۱۳۸۵). بررسی مسیرهای سه‌گانه فوق به منظور پی بردن به ضخامت آبرفت دشت کرمان به شرح زیر انجام شده است.

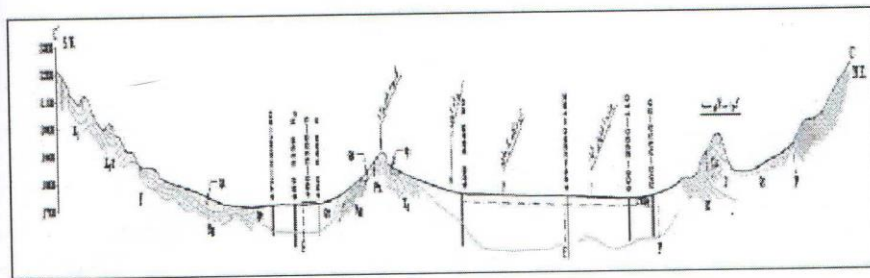
۱- مقطع AA' با راستای شمال شرقی-غربی در حد فاصل بین مخروط افکنه رودخانه عباس آباد تا حوالی شهر باغین

می‌دهند که حداکثر ضخامت پیش‌بینی شده برای آبرفت دشت کرمان ۳۵۰ متر می‌باشد. این مقطع به عنوان تپه در شکل (۷) نشان داده شده است.

ختم می‌شود. در این مقطع حداکثر ضخامت آبرفت در حد فاصله کوه‌های بالا بنه و شهرزاد در محل فرودگاه کرمان در محدوده ۴۹۵۰۰۰ و ۳۳۵۰۰۰۰ معادل ۱۴۰ متر می‌باشد. نتایج حاصل از مقاطع زمین‌شناسی نشان



شکل (۶): موقعیت مقاطع زمین‌شناسی بر روی نقشه زمین‌شناسی حوضه رسوبی کرمان

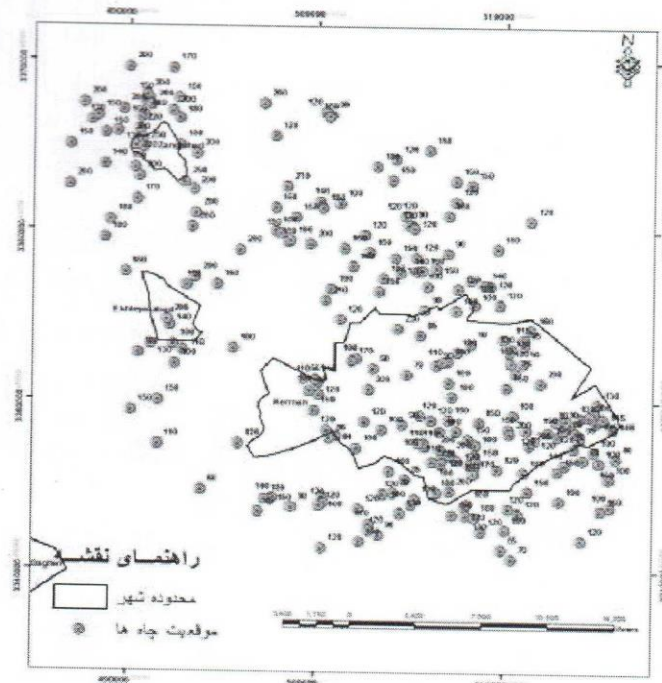


شکل (۷): نمونه‌ای از مقاطع زمین‌شناسی (مقطع زمین‌شناسی CC)

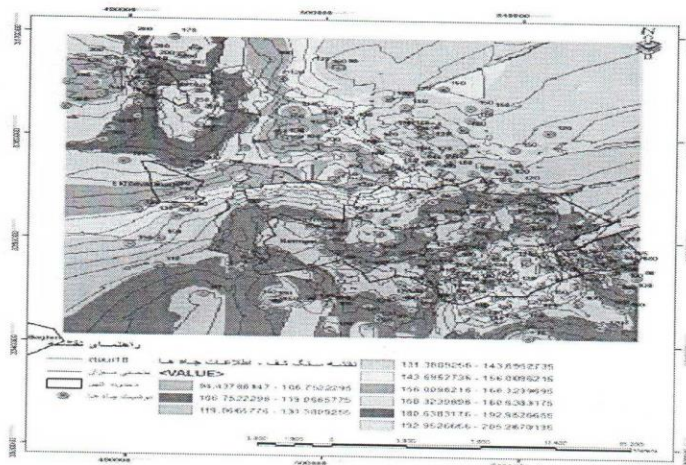
گردید (شکل ۹). با توجه به نقشه یاد شده حداکثر ضخامت آبرفت در محدوده مختصات جغرافیایی ۵۰۵۰۰ و ۳۳۵۵۰۰ معادل ۲۳۰ متر می‌باشد. در نهایت با توجه به نقشه هم عمق چاه‌های پیژومتری و بهره‌برداری، ضخامت آبرفت در دشت کرمان بیشتر از ۲۰۰ متر بر آورد گردید

#### ۴- بررسی سنگ کف دشت کرمان با استفاده از عمق چاه‌های پیژومتری و بهره‌برداری

آمار تعداد زیادی از چاه‌های پیژومتری و بهره‌برداری حفر شده در دشت کرمان گردآوری و پردازش گردید (شکل ۸). سپس با توجه به عمق هر چاه و مختصات جغرافیایی آن نقشه هم عمق چاه‌های دشت کرمان ترسیم



شکل (۸): نقشه پراکنش چاه‌های بهره‌برداری و پیزومتری دشت کرمان



شکل (۹): نقشه توپوگرافی هم‌عمق چاه‌های بهره‌برداری و پیزومتری دشت کرمان



جاها گودی و فرورفتگی در سنگ کف را نیز تایید می‌کنند.

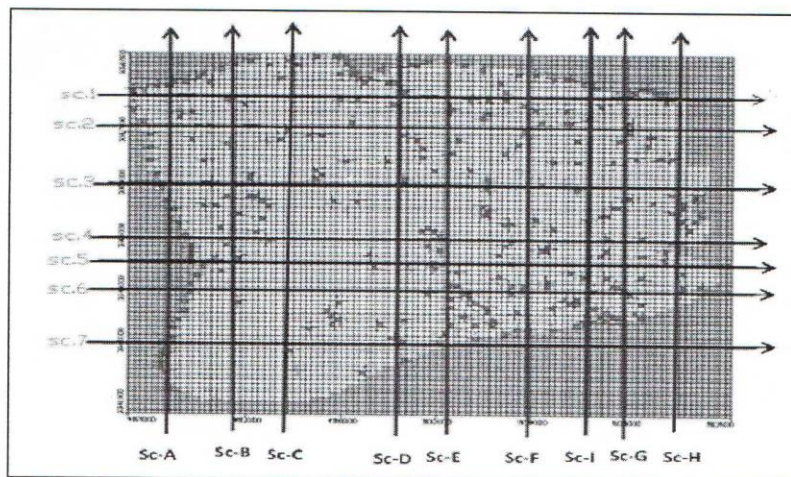
### شکل و جنس سنگ کف

شکل سنگ کف ناشی از پیامدهای تکتونیکی و زمین‌شناسی و همچنین نحوه فرسایش آن در زمان‌های بعد از شکل‌گیری است. بر پایه کاوش‌های ژئوفیزیکی و بررسی مقاطع زمین‌شناسی عمقی، شکل سنگ کف در بخش‌های جنوب‌شرقی و مرکزی عموماً به صورت ناودیسسی و با شیب نسبتاً ملایم همراه با چین‌خوردگی‌های محلی و موضعی است. در نواحی غربی به دلیل عبور گل بخشی از سنگ کف تحت تاثیر قرار گرفته و نواحی غرب دشت بالا آمده و سبب گسستگی در سنگ کف شده است (شکل ۱۳). بطور کلی سنگ کف در ناحیه مورد مطالعه از یک سری آنتی کلینال و فرورفتگی با جهت غربی-شرقی تشکیل شده است (شکل ۱۴).

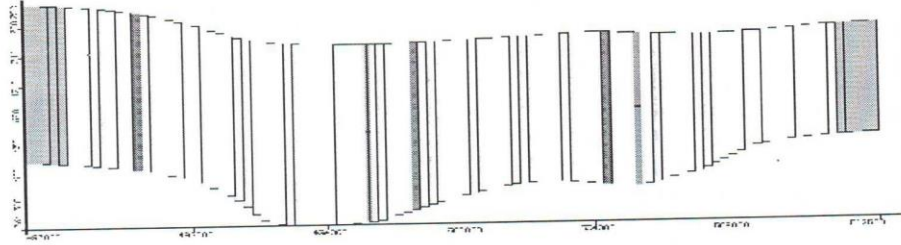
جنس سنگ کف در نواحی شرق و جنوب‌شرق از کنگلومرا تشکیل شده که بر روی سنگ‌های آهکی کرتاسه قرار دارند و در نواحی غرب دشت عموماً از لایه‌های نئوزن از جنس مارن و ماسه سنگ ژیبسی می‌باشد.

### ۵- بررسی عمق سنگ کف با استفاده از مدل آبهای زیر زمینی دشت کرمان

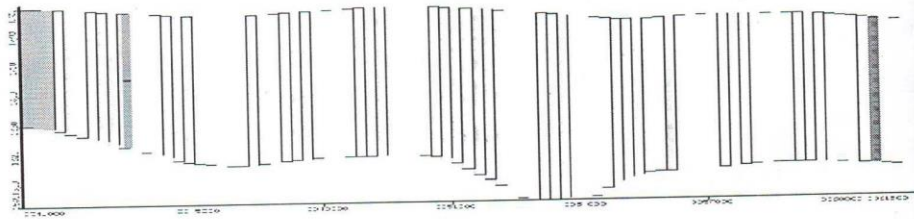
مدل ریاضی بخش شمال‌شرق آبخوان دشت کرمان با هدف تفسیری و پیش‌بینی و با استفاده از روش تفاضل‌های محدود با مقابله با بالا آمدگی آب زیرزمینی ناشی از نفوذ فاضلاب تهیه شده است (احمدی افزادی، ۱۳۸۱). مدل تهیه شده این قابلیت را دارد که با کمک آن در دو جهت عمود بر هم (در جهت محورهای X و Y) مقاطعی به دلخواه که پروفیل عمقی زمین را نشان می‌دهند، ترسیم گردد (شکل ۱۰). با استفاده از مدل فوق هفت سری مقطع عرضی در جهت محور X و نه سری در جهت محور Y ترسیم گردید. نتایج بررسی نشان می‌دهد که در مقاطع ترسیم شده در جهت محور X حداکثر ضخامت آبرفت در مقطع شماره ۳ (SC.3)، در راستای عرض جغرافیایی ۳۳۵۴۰۰۰ به میزان ۱۸۵ متر می‌باشد (شکل ۱۱). همچنین برای مقاطع ترسیم شده در جهت محور Y حداکثر ضخامت آبرفت در مقطع C (SC. C)، در راستای طول جغرافیایی ۴۹۴۰۰۰ و به میزان ۲۰۰ متر می‌باشد (شکل ۱۲). همچنین مقاطع یاد شده در بعضی



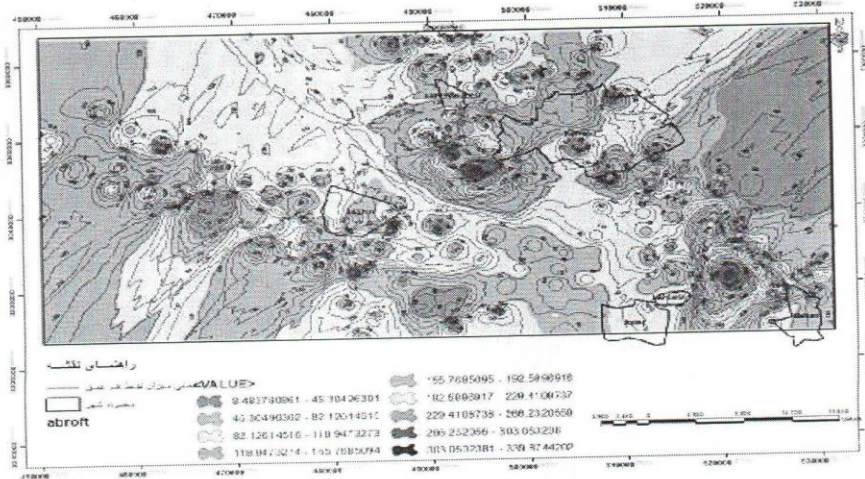
شکل (۱۰): محدوده مدل آب زیرزمینی دشت کرمان و راستای مقاطع زده شده جهت تعیین عمق آبرفت



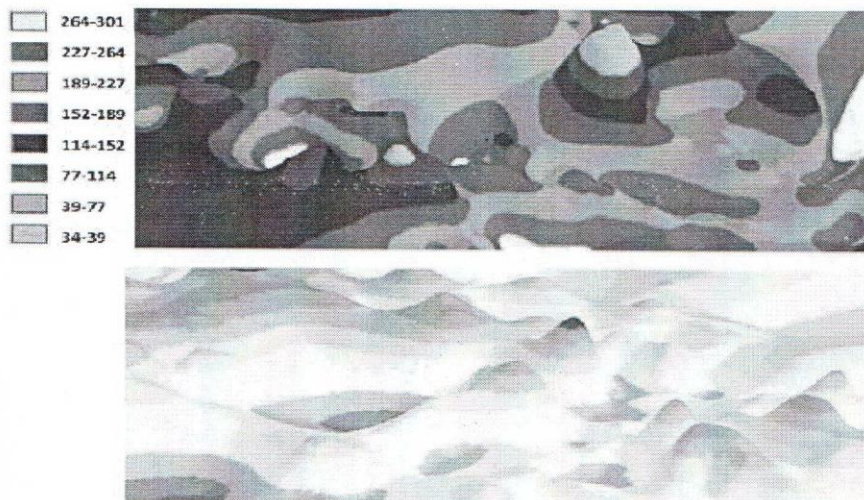
شکل (۱۱): مقطع شرقی-غربی ۳ (SC.3)، در راستای عرض جغرافیایی ۳۳۵۴۰۰۰



شکل (۱۲): مقطع شمالی-جنوبی C (SC. C)، در راستای طول جغرافیایی ۴۹۴۰۰۰



شکل (۱۳): نقشه توپوگرافی و کلاسه‌های ارتفاعی سنگ کف دشت کرمان



شکل (۱۴): دو نمونه از نقشه سه بعدی سنگ کف دشت کرمان

کرمان ضخامت ۲۰۰ متر را برای آبرفت دشت تایید می‌کند. به طور کلی نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که تغییرات ضخامت آبرفت در دشت کرمان بین ۳۰ تا ۳۵۰ متر می‌باشد.

شکل سنگ کف بر پایه کلوش‌های ژئوفیزیکی و بررسی مقاطع زمین‌شناسی عمقی، در بخش‌های جنوب‌شرقی و مرکزی عموماً حالت ناودیسسی داشته و شیب آن نسبتاً ملایم و همراه با چین‌خوردگی‌های محلی و موضعی است. به دلیل عبور گسل از نواحی غربی بخشی از سنگ کف بالا آمده و در آن گسستگی ایجاد شده است. بطور کلی سنگ کف در ناحیه مورد مطالعه از یک سری آنتی کلینال و فرورفتگی با جهت غربی-شرقی تشکیل شده است. جنس سنگ کف در نواحی شرق و جنوب‌شرق از کنگلومرا، در نواحی غرب دشت عموماً از لایه‌های تورتون از جنس مارن و ماسه سنگ ژیبسی، در ناحیه زنگی‌آباد از رسوبات مارنی و آهک، در شمال شهر کرمان در نواحی ورودی رودخانه سعیدی به دشت از کنگلومرای کرمان، در جنوب شهر کرمان و شمال اختیارآباد از کنگلومرای ژیبس دارد و در شرق شهر در محدوده کوه طاق علی از آهک تشکیل یافته است.

جنس سنگ کف در ناحیه زنگی‌آباد از رسوبات مارنی و آهک و در شمال شهر کرمان در نواحی ورودی رودخانه سعیدی به دشت، از کنگلومرای کرمان با سن پالئوسن تشکیل شده است. در جنوب شهر و شمال اختیارآباد از کنگلومرای ژیبس دار و در شرق شهر کرمان در محدوده کوه طاق علی از آهک تشکیل یافته است.

### نتیجه گیری

بررسی نتایج مطالعات انجام شده در خصوص ضخامت رسوبات ریزدانه شهر کرمان و عمق سنگ کف دشت نشان می‌دهد که ضخامت آبرفت دشت کرمان تا حد ۲۳۰ متر توسط مشاهده مستقیم و استفاده از چاه‌های اکتشافی تأیید شده است. با توجه به نتایج مطالعات ژئوالکتریک حداکثر ضخامت آبرفت حدود ۳۵۰ متر برآورد شده است. نقشه ترسیم شده با استفاده از عمق چاه‌های بهره‌برداری و پیزومتری حداکثر ضخامت آبرفت در محدوده مختصات جغرافیایی ۵۰۵۰۰۰ و ۳۳۵۵۰۰ را معادل ۲۳۰ متر نشان داده است. نتایج حاصل از مقاطع زمین‌شناسی نشان می‌دهند که حداکثر ضخامت پیش‌بینی شده برای آبرفت دشت کرمان ۳۵۰ متر می‌باشد. مقاطع حاصل از مدل آب‌های زیرزمینی شهر

منابع

۱. احمدی افزادی، ع. ۱۳۸۱. مدل آب‌های زیرزمینی دشت کرمان با تاکید بر راه حل‌های مدیریتی جهت مقابله با بالا آمدگی سطح آب‌های زیرزمینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۸۵ ص.
۲. سبزه‌ئی، م. ۱۳۶۹. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه کرمان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۳. عطاپور، ح. و ع. آفتابی. ۱۳۷۹. زمین‌شناسی زیست محیطی ساختارهای کارستی در محدوده‌ی شهر کرمان و خطرات احتمالی آن‌ها، مجموعه مقالات دیرینه‌شناسی و تنوع زیستی (۷-۴ خرداد ماه ۱۳۷۸ کرمان)، سازمان حفاظت محیط‌زیست، صفحات ۷۳-۵۵.
۴. علمدار، م. ۱۳۶۴. گزارش مطالعات منابع آب دشت کرمان-باغین، وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۲۰۰ صفحه.
۵. مهندسین مشاور بررسی منابع آب. ۱۳۸۵. مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی دشت کرمان، وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۲۱۶ صفحه.
6. Atapour, H., A. Aftabi. 2002. Geomorphological, geochemical and geoenvironmental aspects of karstification in the urban areas of Kerman city, Environ. Geol, 42(7): 783-792
7. Kajar, M.H. 1996. The history of Kerman Basin during the Neogene and Quaternary, GSL, Regional Center for S.E.Iran (Kerman).
8. Stocklin, J. 1968. Structural history and tectonic of Iran, A review American association of petroleum Geologists, Bulletin, 52: 1229-1258.