

محاسبه حجم آبخوان دشت گناباد در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مجتبی حسن پور، علی شهیدی

mbohlool69@yahoo.com

استادیار، مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، ایران

چکیده

منابع زیرزمینی آب به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از آبهای سطحی و بارندگی تغذیه می‌شوند. بنابراین استفاده پایدار از این منابع به معنای برداشت محدود از آن‌هاست. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالیانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده‌است. با این کار سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روز به روز افت کرده و سرانجام به جای خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. پایین افتادن سطح آب‌های زیرزمینی به معنای خشک شدن مناطق پایین دست و از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌های آن است. ابتدا بیلان آب‌زیرزمینی آبخوان گناباد بدست آمد تا مقدار کسری آبخوان در طی سال‌های آبی بدست آید. با استفاده از نتایج حاصل از بررسیهای ژئوکتریک در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌ی تراز سنگ منطقه و مدل رقومی (DEM) آن ترسیم گردید و در مرحله بعد با تهیه مدل رقومی ارتفاعی منطقه و کسر آن از (DEM) سنگ کف در محیط GIS با استفاده از آنالیزهای مکانی، مقدار متوسط ضخامت رسوبات آبرفتی منطقه محاسبه شد. با احتساب مساحت آبخوان و ضریب ذخیره‌ی آن، میزان حجم آبخوان بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: حجم آبخوان، سنگ کف، سیستم اطلاعات جغرافیایی، گناباد، مدل رقومی.

Determining the Volume of Gonabad Plains Aquifer in GIS

Mojtaba Hassan poor^{*1}, Ali Shahidi²

1-MS.c Student water resource management, water engineering department of Birjand University

2-Assi. Prof. Water Engineering department of Birjand University

Abstract

Underground water resources directly or indirectly are fed from surface water and rain fall. Therefore, the sustainable use of these resources means limited discharge of them. In recent years many of the world's annual supply of water from groundwater sources are more than their annual charge and this means discharging and using the water that was stored in aqueous layers of Earth so groundwater water table decreases gradually and finally there will no water for discharging. Declining the level of ground water causes drying in the downstream areas and deteriorating the wells, Aqueduct and spring of it. At first ground water balance of Gonabad aquifer was calculated in order to determining the amount of shortage during water years. Then according to the results of Geo electric studying in GIS, the map of the bed rock level of the region and DEM was draw and in the next step by preparing the height DEM of the study area and detracting this amount of bed rock in GIS, average thickness of alluvial sedimentation was calculated by spatial analyzing. By considering the area of the aquifer and storage coefficient of it, the amount of aquifer volume was determined.

Key words: Aquifer volume, bed rock, GIS, Gonabad, DEM.

* Corresponding Author's E-mail (mbohlool69@yahoo.com)



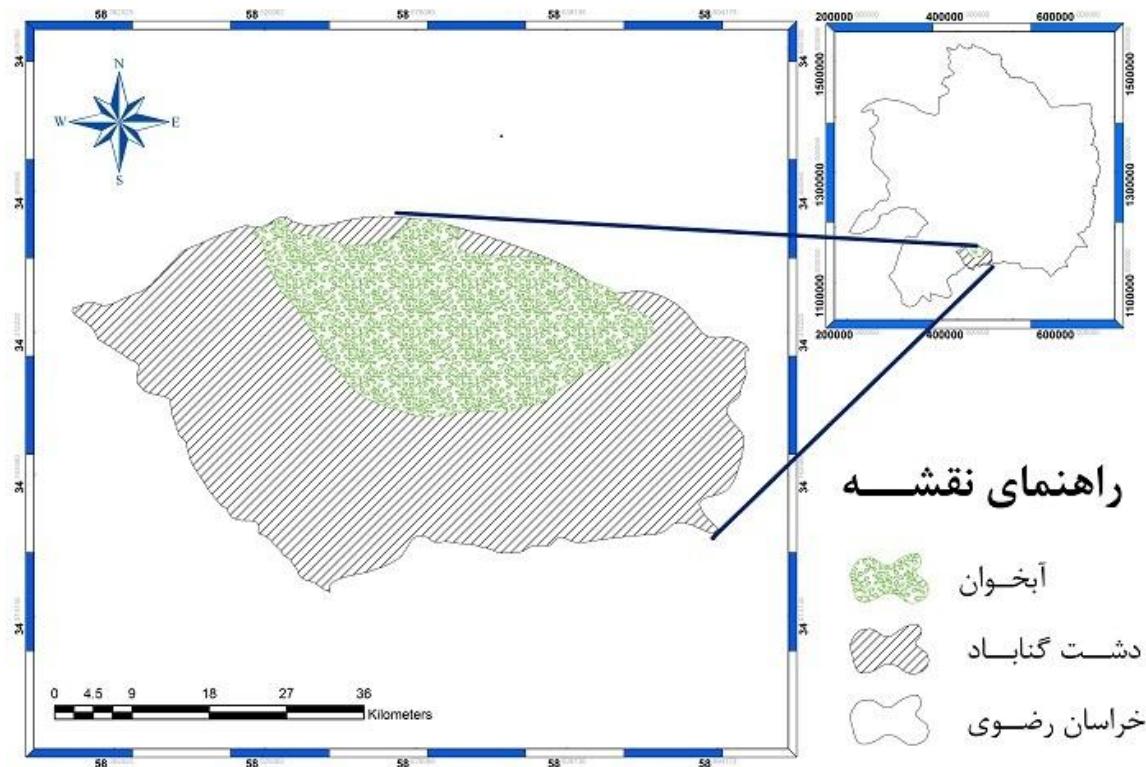
الف- مقدمه

منابع زیرزمینی آب به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از آب‌های سطحی و بارندگی تغذیه می‌شوند، بنابراین استفاده پایدار از این منابع به معنای برداشت محدود از آنهاست. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آبدار زمین ذخیره شده است، با این کار سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روز به روز افت کرده و سرانجام به جایی خواهد رسید که دیگر آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. پایین آمدن سطح آب‌های زیرزمینی به معنای خشک شدن مناطق پایین دست و از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌های آن است.

ب- مواد و روش‌ها

۱- موقعیت و محدوده منطقه مورد مطالعه

دشت گناباد که در این تحقیق آبخوان آن مورد مطالعه قرار می‌گیرد، در استان خراسان رضوی، شهرستان گناباد واقع شده است. این دشت جزء حوضه دشت کویر است که جز کم باران‌ترین حوضه‌های ایران محسوب می‌شود. وسعت آبخوان مذکور برابر ۵۹۷ کیلومترمربع و در فاصله تقریبی ۲۶۰ کیلومتری جنوب از مشهد و در طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه قرار دارد(شکل ۱). ارتفاع دشت بین حداقل ۱۰۰۰ متر و حداکثر ۲۸۵۰ متر که به سمت شمال - شمال شرق از ارتفاع آن کاسته می‌شود. در منطقه مورد مطالعه به علت دمای نسبتاً زیاد، بیشتر ریزش‌های جوی به صورت باران بوده و ریزش برف هم به دفعات محدود صورت می‌پذیرد. میانگین بارندگی سالیانه دشت گناباد و نواحی مرتفع کوهستانی اطراف آن در دوره بلندمدت به ترتیب ۱۴۰ و ۲۸۰ میلی متر می‌باشد. در دوره آماری درازمدت طبق آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی گناباد میانگین، حداقل مطلق و حداکثر مطلق سالیانه درجه حرارت به ترتیب حدود ۱۸، ۱۰ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد و نیز میانگین سالیانه تبخیر از سطح آزاد آب حدود ۳۰۰۰ میلیمتر می‌باشد. اقلیم دشت گناباد از نوع خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت آبخوان دشت گناباد

۲- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

دشت گناباد و ارتفاعات مشرف به آن از که بخشی از سلسله جبال سیاه کوه می‌باشد. سازنده‌های زمین شناسی موجود در محدوده حوضه آبریز دشت گناباد براساس نقشه‌های سازمان زمین شناسی کشور از قدیم به جدید به این شرح می‌باشد: پالئوزوئیک، مزوузوئیک و سنوزوئیک. ارتفاعات شرق و جنوب سنگ‌ها رسوبی و در غرب و شمال غرب عمده‌اً آذرین می‌باشند.

۳- هیدرولوژی

این دشت فاقد رودخانه دائمی است و بطورکلی رودخانه‌های حوضه آبریز دشت فصلی و رژیم رودخانه بارانی می‌باشد. باران‌هایی که سیلابها را در منطقه ایجاد می‌نمایند عمده‌تا در فصول پاییز و زمستان و اوایل بهار می‌باشد. تغذیه این دشت بوسیله آب‌های سطحی



توسط مسیل‌ها و آبراهه‌هایی است که آب سیلاب‌های حاصل از بارندگی در ارتفاعات را جمع‌آوری و به دشت هدایت می‌نمایند، مابقی آب‌های سیلابی وارد به دشت پس از تغذیه آن تبخیر می‌شوند. حجم جریانات سیلابی ورودی از ارتفاعات به دشت برابر ۸.۷۷ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد، که از این میزان حدود ۱۱.۷۵ میلیون متر مکعب به سفره آب زیرزمینی نفوذ می‌نماید. با توجه به ارقام ذکر شده در فوق می‌توان گفت که حجم آب مازاد بر تغذیه طبیعی دشت حدود ۷.۰۲ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد، که از دشت بدون مصرف خارج می‌گردد.

۴- بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت گناباد

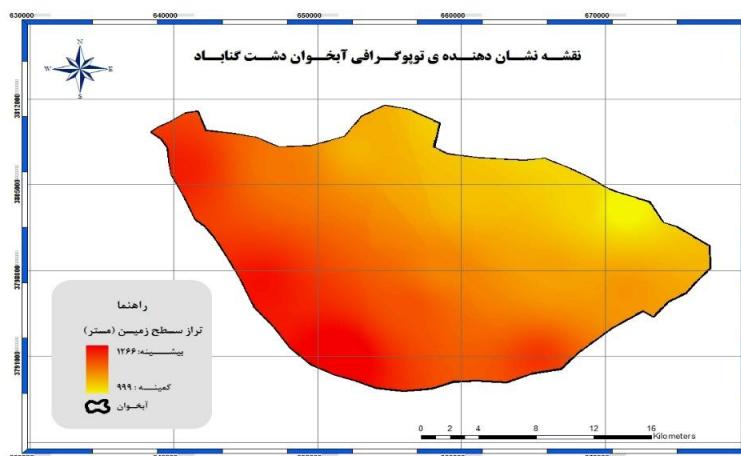
آماربرداری دشت گناباد از سال ۱۳۴۸ آغاز و چندین بار در تاریخ‌های مختلف تکرار شده است. در دشت گناباد بر اساس آمار ۱۳۸۸ سازمان آب منطقه‌ای خراسان تعداد ۲۷۱ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق با آبدی سالانه ۱۱/۹ میلیون مترمکعب موجود بوده است. تعداد کاریزهای (قنات‌های) دشت ۳۰۴ رشتہ با آبدی سالانه ۳۳/۷ میلیون متر مکعب و تعداد چشمه ۷۸ دهنگ با آبدی سالانه ۳/۴ میلیون متر مکعب ذکر گردیده است (جدول ۱).

جدول ۱: وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت گناباد (تخلیه به میلیون مترمکعب)

| تخلیه کل | تعداد کل | چشممه | | قنات | | چاه | | سال آماربرداری |
|----------|----------|-------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|----------------|
| | | تخلیه | تعداد (دهنه) | تخلیه | تعداد (رشته) | تخلیه | تعداد (حلقه) | |
| ۶۵ | ۱۷۱ | ۳ | ۷ | ۵۹ | ۱۳۷ | ۳ | ۲۷ | ۱۳۴۸ |
| ۶۷ | ۵۲۳ | ۳ | ۷ | ۴۰ | ۳۱۴ | ۲۴ | ۲۰۲ | ۱۳۶۰ |
| ۶۹ | ۴۴۵ | ۷ | ۲۲ | ۴۸ | ۲۷۰ | ۱۴ | ۱۵۳ | ۱۳۶۴ |
| ۶۷/۶۵ | ۳۲۸ | ۵/۷ | ۲۱ | ۴۰ | ۱۴۴ | ۲۱/۹۵ | ۱۶۳ | ۱۳۷۷ |
| ۵۴/۰۴۲ | ۵۹۴ | ۴/۱۳ | ۷۴ | ۳۷/۸۴ | ۳۰۳ | ۱۴/۰۷۲ | ۲۱۷ | ۱۳۸۲ |
| ۴۹ | ۶۵۳ | ۳/۴ | ۷۸ | ۳۲/۷ | ۳۰۴ | ۱۱/۹ | ۲۷۱ | ۱۳۸۸ |

۵- ژئوهیدرولوژی دشت گناباد

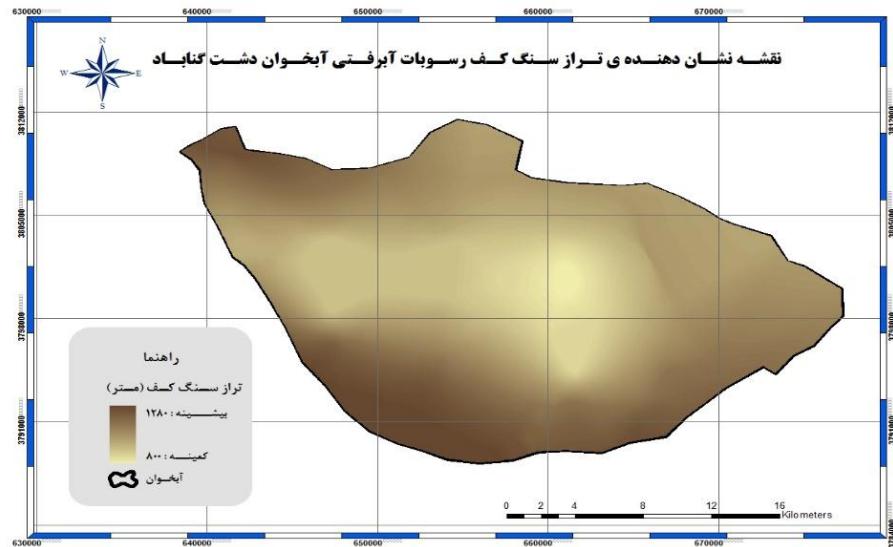
نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که رسوبات آبرفتی دانه درشت نظیر قلوه سنگ و شن و ماسه بیشتر در پهنه مخروط افکنه‌های جنوب و جنوب غرب دشت گسترش داشته، در حالی که در بخش‌های مرکزی و شمالی دشت (معبر خروجی) رسوبات آبرفتی دانه ریز وجود دارند. آبخوان آبرفتی از سه مقطع تشکیل شده است: لایه سطحی ضخامت تقریبی ۲۰ متر در نزدیکی ارتفاعات جنوبی و دارای مقاومت بالای حداقل ۳۰۰ اهم متر و دلالت بر درشت دانه بودن ابرفت در این منطقه دارد. لایه‌ی زیرین ضخامت ۸۰ متر در زیر لایه سطحی با نزدیک شدن به ارتفاعات مقاومت ویژه آن افزایش می‌یابد و به ۱۵۰ اهم متر می‌رسد و لایه‌ی زیرین مقاومت ویژه آن بین ۸۰ تا ۱۰۰ اهم متر است و حداقل ضخامت ۱۵۰ متر می‌رسد. ضخامت آبرفت در دشت گناباد از ۵۰ متر در شرق به ۲۰۰ متر در جنوب می‌رسد. بطور کلی روند کاهش عمق سطح آب زیرزمینی در دشت گناباد از جنوب غرب، جنوب و بسمت بخش میانی و نهایتاً به سمت خروجی آب زیرزمینی در ناحیه شمالی است. این روند منطبق بر روند کاهش رقوم ارتفاعی سطح زمین و به موازات جهت حرکت آبهای سطحی است. با استفاده از منحنی‌های تراز توپوگرافی منطقه، نقشه‌رقومی آن را تهیه و ترسیم نموده (شکل ۲) و در مرحله‌ی بعد با استفاده از اطلاعات بدست آمده از بررسی‌های ژئوکتریک در منطقه مورد مطالعه، ارقام مربوط به تراز سنگ کف آبخوان منطقه را استخراج کرده و مدل رقومی سنگ کف آبخوان دشت نیز ایجاد می‌گردد(شکل ۳). با محاسبه اختلاف تراز سطح زمین و سنگ کف، ضخامت کلی آبخوان(شکل ۴) و با احتساب اختلاف تراز سطح آب و سنگ کف، ضخامت بخش اشباع آبخوان(شکل ۵) بدست می‌آید.



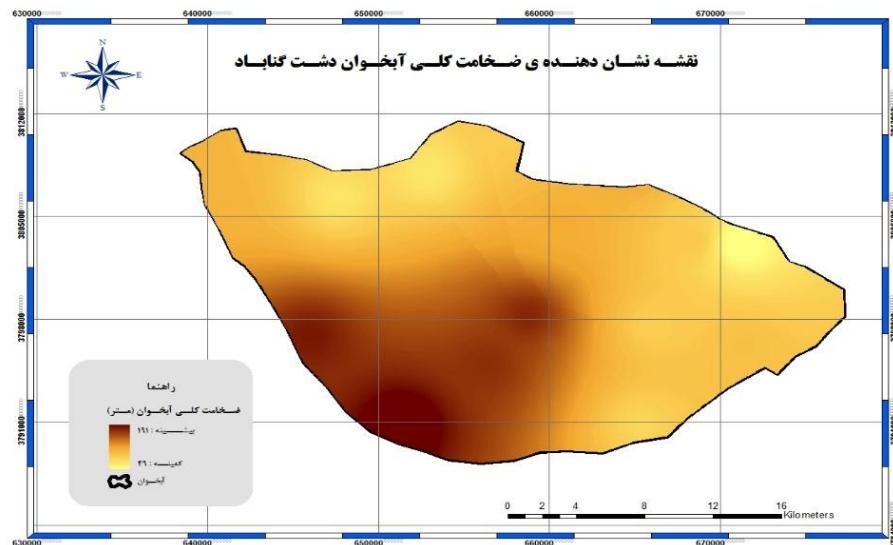
شکل ۲- نقشه توپوگرافی آبخوان دشت گناباد

سومین بیانیه ملی سالانه های سلح ابگیر ماران
3rd International Conference on Rainwater Catchment Systems

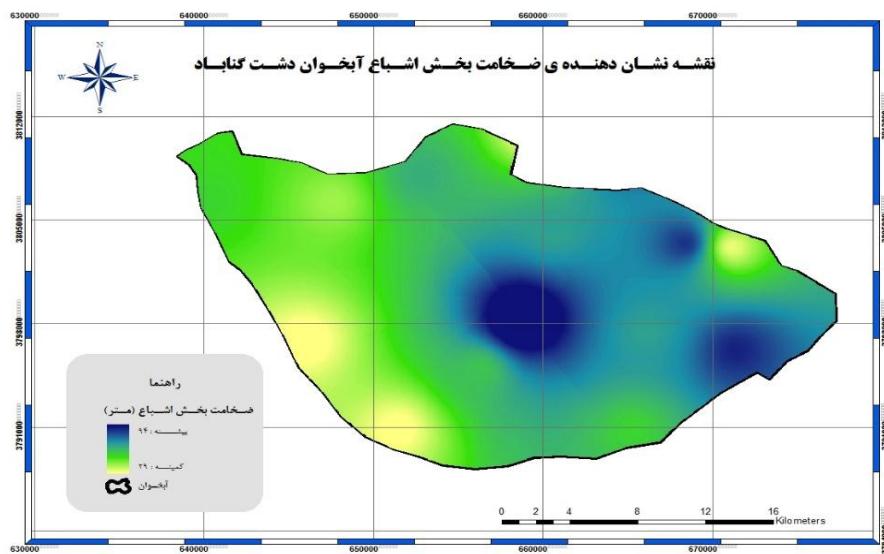
۲۹ و ۳۰ بهمن ماه ۱۳۹۳ بیرجند



شکل ۳- نقشه تراز سنج کف آبرفتی آبخوان دشت گناباد



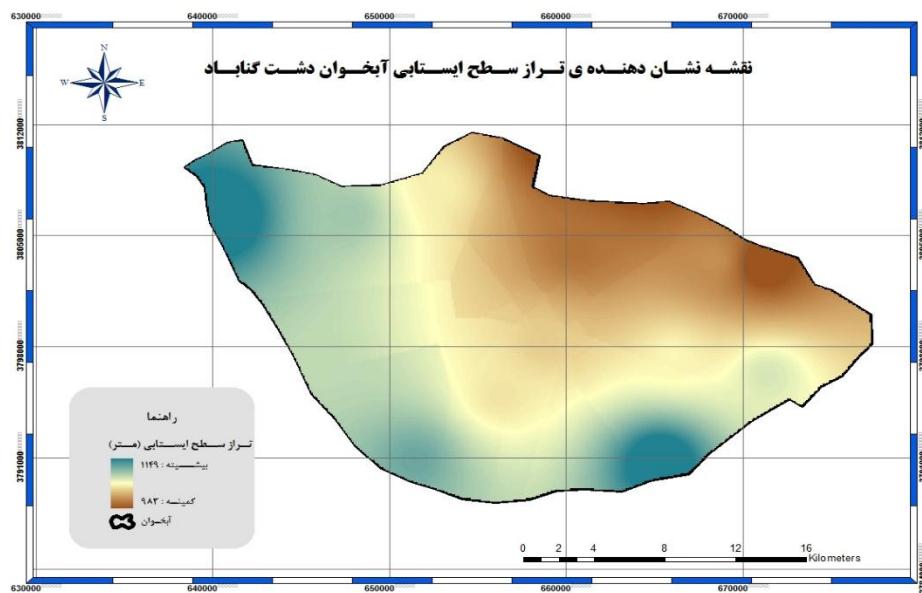
شکل ۴- نقشه ضخامت کلی آبخوان دشت گناباد



شکل ۵- نقشه ضخامت بخش اشباع آبخوان دشت گناباد

۶- وضعیت پیزومترها(چاههای مشاهدهای) در دشت گناباد

بررسی وضعیت شبکه رفتارسنگی سطح آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی گناباد نشان می‌دهد که هرچند این شبکه از قدمت قابل توجهی برخودار است ولی تعداد و موقعیت چاههای مشاهدهای آن، تغییرات بسیاری در طول دوره آماری نموده است. آمار در دسترس نشان دهنده این است که از سال ۶۵ - ۷۶ تا سال ۷۷ - ۷۸ اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی در ۲۱ حلقه چاه مشاهدهای انجام می‌گرفته است، از سال ۷۹ - ۸۰ تا ۸۱ - ۸۲ این تعداد به ۱۸ پیزومتر کاهش یافته و در سال بعد از آن یعنی سال ۸۲- ۸۳ تا کنون اندازه‌گیری از ۱۷ حلقه چاه انجام گرفته است. در حال حاضر شبکه رفتارسنگی آبخوان گناباد دارای ۱۷ حلقه چاه مشاهدهای است. شدت روند کاهش سطح آب زیرزمینی در بخش‌های مختلف دشت متفاوت است. حداقل افت سطح آب در طول مدت ۸ سال اخیر در چاه مشاهدهای سیدآباد و راه کلاته میان بیش از ۵/۰ متر در سال و حداقل افت سطح آب در چاه مشاهدهای بهاباد ۱ و ۲، جنوب‌غربی رهن و راه شیراز آباد حدود ۰/۰۷ متر در سال اندازه‌گیری شده است. در ضمن چاه پیزومتری جاده‌تربت و شرق نوده به ترتیب با ۰/۰۳ و ۰/۰۸ متر در سال بالا آمدن سطح آب را نشان می‌دهد.



شکل ۶- نقشه تراز سطح ایستابی آبخوان دشت گناباد

ج- نتیجه‌گیری

۱- طبق آمار بدست آمده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) سطح ایستابی آبخوان دشت بطور میانگین در تراز ارتفاعی ۱۰۶۰ متری و سنگ کف رسوبات آبرفتی آبخوان نیز بطور میانگین در تراز ارتفاعی ۱۰۱۱ متری قرار می‌گیرند. اختلاف بین این دو سطح ایجاد شده در سیستم GIS برابر با ۴۹ متر می‌باشد که بیانگر اختلاف بین سطح ایستابی و سنگ کف رسوبات آبرفتی بوده و مبین ضخامت بخش اشباع آبخوان منطقه می‌باشد(شکل ۵).

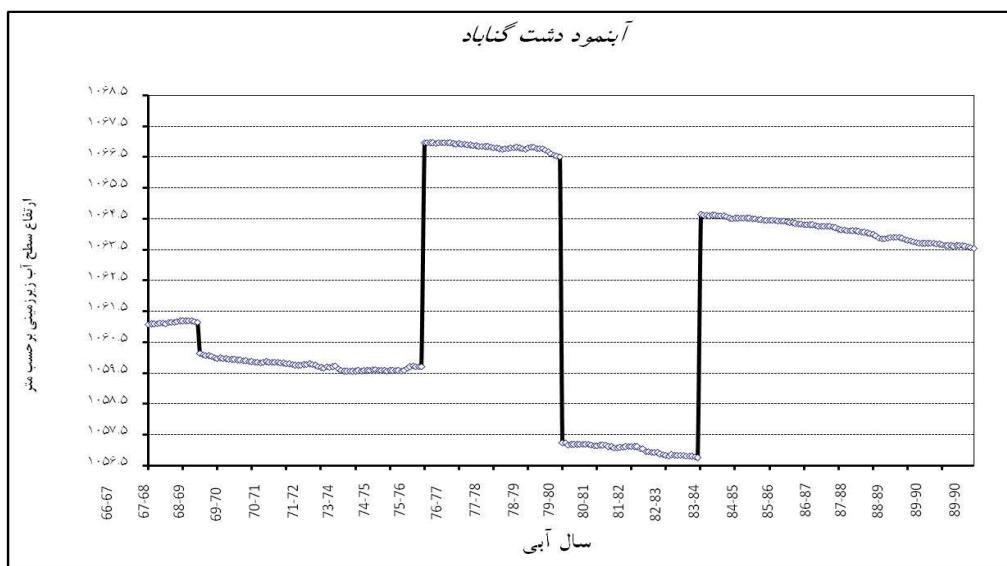
۲- مقدار ضخامت کلی آبخوان منطقه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) ۱۱۷ متر محاسبه گردید. در صورتیکه میانگین عددی ضخامت رسوبات آبرفتی منطقه، مقدار ۹۳.۴ متر را نشان می‌دهد اختلاف موجود به این دلیل است که در روش تفاضلی مدل‌های رقومی، اطلاعات بدست آمده از سطوح ایستابی و سنگ کف در غالب سطوح افقی پیوسته در نظر گرفته می‌شوند و کلیه فاصله‌ها در هر یک از سطوح اعمال می‌گردند. بنابراین سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) قادر است تا با انجام اعمال جبری میان کلیه سلولهای متناظر در سطوحی که دارای مقیاسهای یکسان هستند، تفاضل بین آنها را که در تحقیق اخیر نشان دهنده ضخامت واقعی آبخوان است با دقت بالا بدست آورد. ولی در روش میانگین گیری عددی مقادیر حاصل از



برداشت‌های ژئوالکتریک، فواصل افقی بین نقاط و تغییرات آنها در جهات افقی در نظر گرفته نشده و در نتیجه میانگین بدست آمده بیانگر مقدار حقيقی ضخامت آبرفت نمی‌باشد. در روش دوم، مقدار متوسط عمق سنگ کف رسوبات آبرفتی منطقه از طریق میانگین گیری عددی مقادیر حاصل از برداشت‌های ژئوالکتریک، محاسبه شده و بعنوان مقدار متوسط ضخامت رسوبات آبرفتی منطقه (آبخوان) در نظر گرفته می‌شود.

-۳- در آبندود دشت گناباد افت سطح آب زیرزمینی طی ۷ سال اخیر را می‌توان مشاهده نمود به طوری که سطح آب زیرزمینی در طول آماری مذکور به طور متوسط سالانه به میزان ۱۴ سانتی‌متر افت نموده است. با توجه به مساحت ۵۵۲ کیلومترمربع آبخوان و در نظر گرفتن ضریب ذخیره ۴.۸ درصد، میزان کسری آبخوان ۳.۷ میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد که باستی موضوع انتقال آب از گیسور با حجم حدود ۳ میلیون مترمکعب در سال را نیز در نظر گرفت.

با احتساب مساحت آبخوان منطقه ۵۵۲ کیلومتر مربع و ضریب ذخیره رسوبات آبرفتی آن ۴.۸٪، حجمی معادل ۲.۴۷۴ میلیارد مترمکعب برای کل آبخوان دشت گناباد و ۱.۲۹۸ میلیارد مترمکعب برای قسمت اشیاع آن محاسبه می‌گردد.



شکل ۶- آبندود آبخوان دشت گناباد



۵- پیشنهادات

۱- با توجه به روند نزولی سطح سفره آب زیرزمینی و برداشت بی رویه از سفره، به منظور جلوگیری از افت بیشتر سطح آب سفره

پیشنهاداتی به این شرح ارائه می شود:

الف - چاههای غیرمجاز شناسایی و مسدود گردند (در صورت موجود بودن)

ب- چاههای بهرهبرداری به کنتور حجمی مجهز گردد تا بهره برداری طبق پروانه مصوب صورت گیرد.

ج- گشتهای مستمر توسط سازمان های مستول جهت نظارت و کنترل بهرهبرداری از آب زیرزمینی صورت پذیرد.

د- توسعه بیشتر، تغییر روش آبیاری سنتی به پیشرفت و ارائه الگوهای مصرف بهینه به منظور استفاده مناسب از منابع آب موجود.

۲- استفاده از آب های سطحی در فصول زمستان و بهار، جهت تغذیه اراضی زراعی که برنامه آیش در آن ها اجرا می گردد.

۳- تقویت و مرمت منابع آبی از طریق انجام عملیات آبخیزداری.

۴- انجام آزمایشات نفوذپذیری در نقاط مختلف مکان تغذیه مصنوعی و همچنین حفر چند حلقه گمانه جهت انجام آزمایشات

ژئوتکنیکی لازم.

۵- منابع

سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، ۱۳۹۲. آمار منابع آب شهرستان گناباد.

شریفی مقدم، م. ۱۳۸۷. بررسی علل تغییرات آب دهی دشت گناباد و پیامدهای اجتماعی اقتصادی آن، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور فریمان.

گزارش نهایی تمدید ممنوعیت محدوده مطالعاتی گناباد

مجتبیوی، س، ح. ۱۳۷۴. جغرافیای تاریخی گناباد، نشر مرندیز.

مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان گناباد، ۱۳۹۲، آبدهی قنوات

صفایی جزی، ر، محاسبه حجم آبخوان های آبرفتی سفره های آب زیرزمینی در سیستم اطلاعات جغرافیایی.

ASCE STANDARD, (2001), Environmental and Water Resources Institute, American Society of Civil Engineers.

Standard guidelines for artificial recharge of groundwater, ASCE standards, EWRI/ ASCE 34-01, 106 pp
Fetter, C. W., 1994 "Applied Hydrogeology". Prentice-Hall INC.

Krishnamurthy J.; Srinivas, G., (1995), Role of geological and geomorphological factors in ground water exploration: A study using IRS LISS data, International Journal of Remote Sensing, Volume 16, pp.

10- Todd, D.D., 1980, "Groundwater Hydrology", John Wiley and sons, New York.