ارزیابی وضعیت کمی منابع آب زیرزمینی در حوضه قره‌قوم

حمزه نور[۱]، جواد چزگی[۲]، علی باقریان کلات[۳]، سید حسین رجائی[۳]، رضا صدیق[۳]

۱- استادیار بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، (H.Noor@areeo.ac.ir)

۲- استادیار دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند

۳- کارشناس ارشد بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

آبخوان‌های حوزه آبخیز قره‌قوم دارای بیش‌ترین میزان افت سطح ایستابی در کشور می‌باشند. در این پژوهش به‌منظور ارزیابی وضعیت آبخوان‌های این منطقه اقدام به جمع‌آوری داده‌ها در زمینه تغییرات سطح ایستابی، مقدار برداشت از آبخوان‌ها و تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، چشمه‌ها و قنات‌ها شد. میزان تخلیه سالانه آب‌های زیرزمینی (توسط چاه، چشمه و قنات) حوضه قره‌قوم بیش از ۲/۲ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۳ برآورد شده است. هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر دلالت بر نقش مهم کشاورزی در تخلیه آب‌های زیرزمینی منطقه دارد به‌گونه‌ای که بیش از ۸۰ درصد منابع آب برداشت شده در این بخش مصرف می‌شود. در سال‌های اخیر میزان افت سالانه سطح ایستابی در آبخیز قره‌قوم حدود ۱/۰۲ متر برآورد شده است که دلالت بر اضافه برداشت سالانه ۳۷۸ میلیون مترمکعبی در منطقه دارد. هم‌چنین از ۱۲ محدوده مطالعاتی در حوضه قره‌قوم ۱۰ حوضه جز مناطق ممنوعه می‌باشند. در نهایت بیش‌ترین افت سطح ایستابی در آبخوان‌های کرات و تربت جام مشاهده شده است (کاهش سالانه ۱/۸۳ و ۱/۴۱ متر). هم‌چنین بالاترین کاهش حجم آب‌های زیرزمینی در حوضه قره‌قوم، در آبخوان‌های تربت جام و مشهد و به‌میزان ۱۷۵ و ۱۰۵ میلیون مترمکعب در سال مشاهده شده است. نتایج نشان می‌دهد که حوضه قره‌قوم با داشتن ۱۰ آبخوان ممنوعه و ۳ آبخوان مرزی نیازمند توجه دوچندان در زمینه مدیریت منابع آب می‌باشد. هم‌چنین برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی منطقه در بلند مدت دارای اثرات اقتصادی شدیدی خواهد بود.

واژه های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، مدیریت منابع آب، افت سطح ایستابی، آبخوان ممنوعه

مقدمه

میانگین بارندگی سالانه در سطح خشکی‌های کره زمین حدود ۸۶۰ میلی‌متر تخمین زده می‌شود در حالی‌که متوسط بارندگی سالیانه ایران تقریباً ۲۴۰ میلی‌متر و کم‌تر از یک سوم متوسط خشکی‌های زمین می‌باشد (۱، ۲ و ۳). دراین شرایط تأمین نیازهای آبی از منابع پایدار پیش نیاز هرگونه اقدام توسعه‌ای می‌باشد.

آب‌های زیرزمینی منبع مهمی در تأمین آب شیرین در بسیاری از مناطق دنیا به‌ویژه در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک، مانند ایران است. آب‌های زیرزمینی بخشی از آب قابل استحصال از زیر سطح زمین است که از طریق چاه و قنات به سطح زمین انتقال داده می‌شود و یا به‌طور طبیعی توسط چشمه‌ها از درون زمین تخلیه می‌گردد (۴). بر اساس گزارش‌های وزارت نیرو حدود ۲۶۰۰۰۰ کیلومترمربع از مساحت کشور واجد لایه‌های آبدار بوده و یا به‌عبارت دیگر تحت پوشش آبخوان‌ها می‌باشد. این آبخوان‌ها در شش حوضه درجه یک کشور شامل حوزه آبخیز دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، مرکزی، مرزی شرق و قره‌قوم گسترش دارند. هم‌چنین تقسیم‌بندی دیگری به‌نام محدوده‌های مطالعاتی متشکل از یک یا چند آبخیز نیز وجود دارد که کوچک‌ترین واحدهای هیدرولوژیکی بوده و تعداد آن‌ها در ایران به ۶۰۹ محدوده بالغ می‌گردد (۵). در این میان ۵۳۶ محدوده مطالعاتی دارای آبخوان می‌باشند و ۴۷۳محدوده مطالعاتی تا پایان سال آبی ۹۴-۱۳۹۳دارای شبکه سنجش منابع آب زیرزمینی شده‌اند. با توجه به اینکه در بعضی از محدوده‌های مطالعاتی چندین آبخوان وجود دارد، تعداد کل آبخوان‌ها در کشور ۷۵۸ عدد می‌باشد که تاکنون تعداد ۶۳۳ آبخوان دارای شبکه سنجش سطح آب زیرزمینی شده‌اند.

توجه به آب‌های زیرزمینی در ایران که در کمربند خشک و نیمه خشک کره زمین واقع شده است از دیر باز بسیار مد نظر بوده است. با این حال در طول نیم قرن گذشته و با توسعه صنعتی در زمینه حفر چاه و پمپاژ آب‌های زیرزمینی، بهره‌برداری از این منبع گسترش یافته است (۶، ۷ و۸). ازسوی دیگر در طول سالیان متمادی با افزایش جمعیت و نیاز بیش‌تر به آب به‌تدریج به‌تعداد چاه‌های بهره‌برداری‌کننده از آبخوان‌های کشور افزوده شده است، به‌طوری‌که این امر باعث تسریع روند کاهش ذخایر آب زیرزمینی شده است (۹ و۱۰). در نتیجه کاهش روزافزون منابع آب زیرزمینی اقدام به ممنوعیت توسعه بهره‌برداری از بسیاری از آبخوان‌ها شده است. در محدوده‌های آزاد نیز بر اساس میزان سقف تخصیصی می‌توان مجوز حفر چاه جدید ارائه شود. به‌دلیل افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به آب، برداشت‌ها نسبت به تغذیه بیش‌تر شده و این روند به تدریج سبب افت سطح ایستابی آب زیرزمینی، کاهش حجم مخزن و بهم خوردن تعادل در بیلان منابع آب آبخوان‌های کشور شده است (۲ و ۶). به‌گونه‌ای‌که طی یک دوره سی ساله (۱۳۶۲ الی ۱۳۹۲) حجم برداشت از آب‌های زیرزمینی کشور بیش از ۴/۲ برابر افزایش داشته است.

در شرایط فعلی، برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های زیرزمینی یکی از مشکلات اساسی کشور در بخش آب به‌شمار می‌آید. به‌همین دلیل نیز در بسیاری از نواحی کشور سطح سفره‌های آب زیرزمینی افت کرده و با توجه به‌وقوع خشکسالی‌ها، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی تشدید شده و خسارت‌های غیر قابل جبرانی بر منابع آبی زیرزمینی کشور وارد آورده است (۱۱). بنابراین مدیریت و بهره‌برداری و حفاظت از آب‌های زیرزمینی می‌بایست به‌عنوان یک اصل و پایه در برنامه‌ریزی‌های کشور مورد توجه قرار گیرد.

علی‌رغم وجود اهمیت این منابع، بر اساس آمار موجود سالانه بیلان منفی در منابع آب‌های زیرزمینی ایران وجود دارد. در این راستا کاهش حدود ۶ میلیارد مترمکعبی از حجم آبخوان‌های کشور در هر سال گزارش شده است (۱). بنابراین پیش‌نیاز هرگونه برنامه‌ریزی و اقدامات مدیریتی در سطح کشور اطلاع از وضعیت بهره‌برداری، پراکنش آبخوان‌ها و شناسایی روند بهره‌برداری آن‌ها در مناطق مختلف کشور می‌باشد. بر اساس آمار ارائه شده توسط وزارت نیرو حوزه آبخیز قره‌قوم با افت متوسط سالانه بیش از یک متر دارای بیش‌ترین روند افت سطح آب زیرزمینی در کشور می‌باشد. بنابراین پژوهش حاضر باهدف ارزیابی وضعیت آبخوان‌های این حوضه و روند مصرف منابع آب زیرزمینی با توجه به اهمیت این حوضه در استان خراسان رضوی و وجود بالاترین روند افت آب‌های زیرزمینی در کشور پایه‌ریزی شده است.

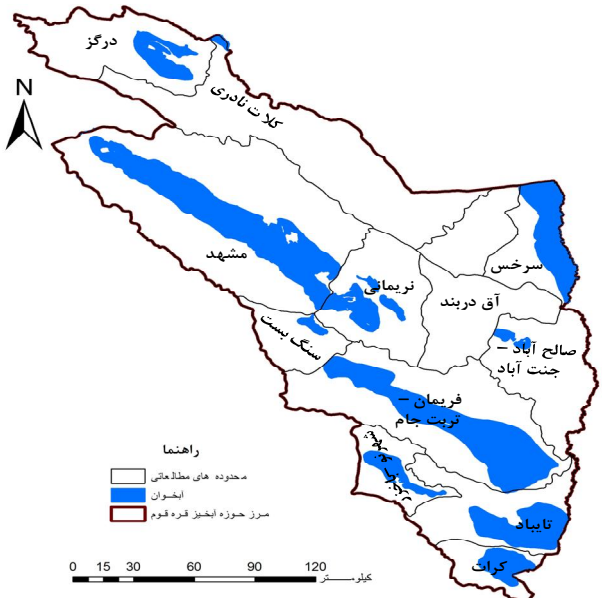
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز قره قوم با وسعتی حدود ۴۴۱۰۰ کیلومترمربع در منتهی الیه شمال شرقی کشور در مجاورت مرز جمهوری ترکمنستان و افغانستان قرار دارد. ۶۴/۹ درصد حوضه کوهستانی و ۳۵/۱ درصد آن‌را مناطق دشتی فراگرفته است. مهم‌ترین رشته کوه‌های این حوضه شامل هزارمسجد در شمال و شمال غرب و بینالود در غرب آن هستند (۱۲) مشهد مرکز استان خراسان رضوی، درگز، سرخس، تایباد، تربت جام، فریمان و چناران از مراکز شهری مهم آن می‌باشند.

حجم بارندگی در ارتفاعات و دشت‌های حوزه آبخیز قره‌قوم ۷۵۶۹/۷۲ و ۳۲۴۱/۸۴ میلیون مترمکعب تخمین زده شده است (۱۲) مقدار بارش مفید سالانه (شامل رواناب و نفوذ) حدود ۱۹۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد (حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب نیز به‌صورت رواناب رودخانه‌ها و آب زیرزمینی واحد حوضه می‌شود). میزان مصرف از منابع آب سطحی و زیرزمینی در این حوضه در حدود ۲۹۰۰ میلیون مترمکعب است. نتایج محاسبات بیلان آب زیرزمینی در آبخوان‌های آبرفتی حوضه قره‌قوم نشان‌دهنده تغذیه سالانه حدود ۱۹۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد درحالی که برداشت آب از آبخوان‌های این حوضه حدود ۲۳۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد (۱۲).

این حوزه آبخیز درجه یک کشور شامل محدوده‌های مطالعاتی درگز، کلات، گنبدلی، سرخس، آق‌دربند، نریمانی، مشهد، سنگ‌بست، جنت‌آباد – صالح‌آباد، فریمان – تربت- جام، تایباد، باخزر – شهرنو و کرات می‌باشد. شکل ۱ آبخوان‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱ محدوده‌های مطالعاتی و آبخوان‌های حوزه آبخیز قره‌قوم

روش کار

هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی وضعیت آبخوان‌های حوضه قره‌قوم از نظر روند مصرف آب‌های زیرزمینی، میزان مصرف آب‌های زیرزمینی در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت در آبخوان‌های مختلف منطقه مورد مطالعه، سهم چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، چشمه و قنات در تخلیه آب‌های زیرزمینی و در نهایت وضعیت بهره‌برداری از آبخوان‌ها از نظر ممنوعیت یا آزاد بودن آن‌ها، می‌باشد. برای رسیدن به اهداف پژوهش حاضر کلیه گزارش‌های موجود در حوضه آبخیز قره‌قوم به‌همراه داده‌های افت سالانه، کاهش حجم، تعداد و نوع منابع تخلیه آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) و میزان برداشت آن‌ها از دفتر مطالعات پایه منابع آب جمع‌آوری شد.

اطلاعات مربوط به ماه‌های مختلف پس از رفع نواقص آماری، تکمیل و میانگین مشخصات آبخوان در هر سال استخراج شد. در ادامه میانگین تغییرات سطح ایستابی و حجم آبخوان برای دوره مورد نظر تهیه گردید. هم‌چنین تغییرات تجمعی این دو شاخص آبخوان نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. تغییرات در وضعیت کمی آبخوان‌ها از طریق اندازه‌گیری نظام‌مند سطح ایستابی آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای و بررسی و تجزیه و تحلیل آن‌ها صورت می‌گیرد. باید توجه داشت که شروع اولین آماربرداری ازمنابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) به دهه چهل خورشیدی برمی‌گردد. با این حال تمامی حوضه‌های آبخیز درجه ۲ از سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ به بعد واجد شبکه شده‌اند لذا سال مذکور به‌عنوان سال پایه قرارگرفته است.

لازم به‌توضیح است که اطلاعات در قالب محدوده‌های مطالعاتی که تعدادآن‌ها در کشور ۶۰۹ محدوده است طبقه‌بندی شده است. هر محدوده مطالعاتی کوچک‌ترین واحد مطالعاتی است که معمولاً دارای یک آبخوان (یا بیش‌تر و یا بدون آبخوان) می‌باشد. یک محدوده مطالعاتی ممکن است در حوزه عمل یک یا چند استان قرار گرفته باشد. هر محدوده مطالعاتی دارای یک کد شناسایی می‌باشد. کد محدوده مطالعاتی مشخصه شناسائی محدوده است از ۴ رقم تشکیل شده که دو رقم اول آن مربوط به حوضه آبریز درجه یک بوده و دو رقم بعدی به خود آن محدوده اختصاص دارد. هم‌چنین در تهیه و ارائه نتایج ذکر موارد زیر ضروری می‌باشد:

در هر محدوده مطالعاتی به‌منظور تعیین میزان سالیانه تخلیه از منابع آب زیرزمینی و به‌دلیل اینکه کلیه منابع آب زیرزمینی به‌طور ماهانه و فصلی قابل اندازه‌گیری نیستند، تعدادی منبع که نماینده کل منابع محدوده مطالعاتی هستند انتخاب و ماهانه یا به‌طور فصلی آبدهی آن‌ها اندازه‌گیری می شود (منابع انتخابی). اعداد حاصل از این اندازه‌گیری‌ها به کلیه منابع موجود در محدوده مطالعاتی تعمیم داده خواهد شد. ارزیابی تغییرات عمق سطح آب زیرزمینی با استفاده از شبکه سنجش و اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی صورت می‌گیرد. برای این منظور گستره آبخوان با توجه به آرایش چاه‌های مشاهده‌ای، مثلث‌بندی و تفکیک می‌گردند. سپس از حاصل ضرب ارقام سطح آب اندازه‌گیری شده چاه‌های مشاهده‌ای در ضریب وسعت شبکه مربوط به آن چاه به وسعت آبخوان و انجام محاسبات، میانگین وزنی سطح آب زیرزمینی برای آبخوان در هر ماه یا دوره اندازه‌گیری به دست آورده می‌شود.

تغییر حجم آبخوان بر اساس حاصل ضرب میانگین تغییر سطح ایستابی در وسعت آبخوان و درصد ضریب ذخیره محاسبه می‌شود.

یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر ارزیابی وضعیت آبخوان‌های حوزه آبخیز قره‌قوم واقع در شمال شرق کشور مد نظر بوده است. در ابتدا وضعیت حوزه آبخیز قره‌قوم از نظر شبکه سنجش آب زیرزمینی و میزان افت سطح ایستابی در مقایسه با آبخیزهای درجه یک دیگر کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول ۱ شبکه‌های سنجش آب زیرزمینی در حوضه‌های درجه یک کشور و وضعیت افت سطح ایستابی در آبخوان‌ها به تفکیک هر حوضه ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در حوضه قره‌قوم آبخوان متعادل وجود ندارد و تمامی آبخوان‌ها (دارای هیدروگراف) دارای افت سطح ایستابی می‌باشند.

جدول ۱ تعداد محدوده‌ها و آبخوان‌ها به تفکیک حوزه‌های آبخیز درجه ۱

حوضه درجه یک	محدوده دارای شبکه	تعداد آبخوان	آبخوان دارای هیدروگراف	آبخوان متعادل	آبخوان با افت کم‌تر از ۰/۵ متر	آبخوان با افت بین ۰/۵ تا ۲ متر	آبخوان با افت بیش از ۲ متر
دریای خزر	۳۳	۶۱	۴۵	۷	۲۶	۱۲	۰
خلیج فارس و دریای عمان	۱۹۴	۳۴۰	۲۹۱	۲۶	۱۵۷	۱۰۲	۶
ارومیه	۲۲	۳۴	۳۳	۱	۳۰	۲	۰
مرکزی	۱۹۱	۲۷۷	۲۲۴	۱۱	۱۱۳	۹۸	۲
مرزی شرق	۲۴	۳۲	۳۰	۰	۲۷	۳	۰
قره‌قوم	۹	۱۴	۱۰	۰	۵	۵	۰

همچنین متوسط سالانه کاهش سطح آب زیرزمینی در حوزه‌های آبخیز درجه یک کشور به‌شرح جدول ۲ می‌باشد. بر این اساس طی این دوره به‌طور متوسط افت سالانه نیم‌متری آب در آبخوان‌های کشور وجود داشته است.

جدول ۲ میانگین تغییرات عمق و حجم آب آبخوان‌های کشور طی دوره ۸۲-۱۳۸۱ الی ۹۴-۱۳۹۳

نام حوضه	میانگین نوسانات سطح ایستابی سالانه (متر)
دریای خزر	-۰/۳۷
خلیج فارس ودریای عمان	-۰/۴۹
دریاچه ارومیه	-۰/۰۵
مرکزی	-۰/۵۶
مرزی شرق	-۰/۳۲
قره قوم	-۱/۰۲
کل کشور	-۰/۵۱

تمامی حوضه‌های آبریزدرجه ۲ازسال آبی ۸۲-۸۱ به بعد واجد شبکه شده‌اند وتاقبل ازآن تعدادی فاقد شبکه بودند لذاسال مذکوربه عنوان سال پایه قرارگرفته است.

همان‌طور که از جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود حوضه آبخیز قره‌قوم دارای بیش‌ترین افت سطح آب زیرزمینی در کشور می‌باشد و لازم است آبخوان‌های این منطقه از نظر وضعیت بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار گیرند.

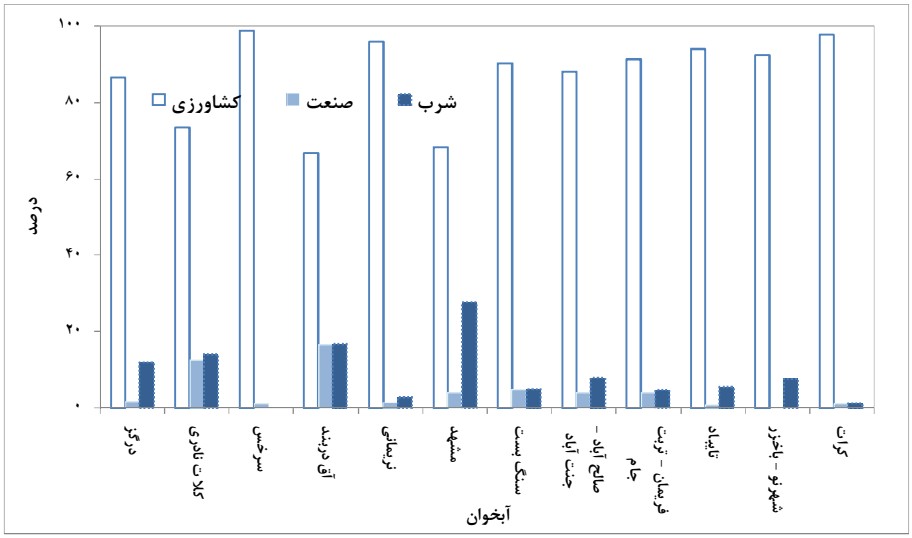
وضعیت کمی منابع آب زیرزمینی حوضه قره‌قوم

جدول ۳ محدوده‌های مطالعاتی موجود در آبخیز قره‌قوم به‌همراه نوع و وضعیت بهره‌بردرای از آبخوان‌های این منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۳ آبخوان‌های موجود در آبخیز قره‌قوم و وضعیت بهره‌برداری آن‌ها

نام استان	کد محدوده	نام محدوده	وضعیت آبخوان	وضعیت بهره‌برداری
خراسان رضوی	6001	درگز	تحت فشار-آزاد	ممنوعه
خراسان رضوی	6002	کلا ت نادری	آزاد	آزاد
خراسان رضوی	6004	سرخس	آزاد	ممنوعه
خراسان رضوی	6005	آق دربند	آزاد	آزاد
خراسان رضوی	6006	نریمانی	آزاد	ممنوعه بحرانی
خراسان رضوی	6007	مشهد	تحت فشار-آزاد	ممنوعه بحرانی
خراسان رضوی	6008	سنگ بست	آزاد	ممنوعه
خراسان رضوی	6009	صالح آباد - جنت آباد	آزاد	ممنوعه
خراسان رضوی	6010	فریمان - تربت جام	آزاد	ممنوعه بحرانی
خراسان رضوی	6011	تایباد	آزاد	ممنوعه بحرانی
خراسان رضوی	6012	شهرنو - باخزر	آزاد	ممنوعه بحرانی
خراسان رضوی	6013	کرات	آزاد	ممنوعه بحرانی

از کل آب‌های زیرزمینی برداشت شده در منطقه قره‌قوم که حدود ۲۲۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد بیش از ۸۶ درصد در بخش کشاورزی و حدود ۸/۷ درصد در بخش شرب مصرف می‌گردد. شکل ۲ درصد مصرف آب‌های زیرزمینی برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت در آبخوان‌های آبخیز قره‌قوم را نشان می‌دهد.



شکل ۲ درصد مصارف آب‌های زیرزمینی در آبخیز قره‌قوم در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب

در جدول ۴ نیز میانگین کاهش سطح ایستابی و حجم آبخوان‌های حوضه قره‌قوم ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد تمامی آبخوان‌های اشاره شده دارای افت سطح ایستابی و در نتیجه کاهش حجم در ذخایر آبخوان می‌باشند.

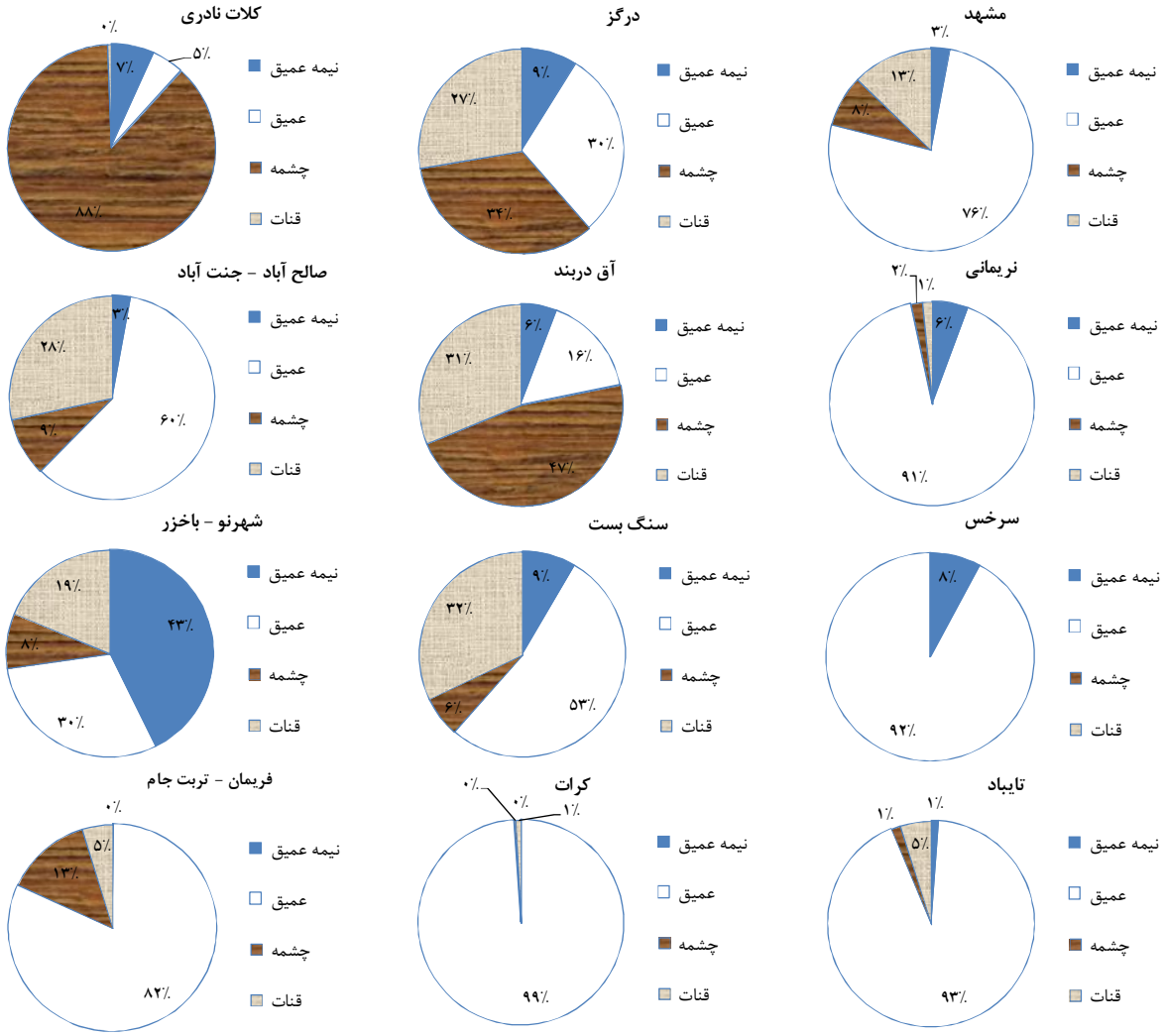
جدول ۴ میزان افت سطح ایستابی و کاهش حجم آبخوان‌های آبخیز قره‌قوم

آبخوان	مساحت (کیلومتر مربع)	میانگین تغییر سطح ایستابی (متر)	میانگین تجمعی تغییر سطح ایستابی (متر)	میانگین تغییر حجم آبخوان (میلیون متر مکعب)	میانگین تجمعی تغییر سطح ایستابی (میلیون متر مکعب)
درگز (*۱۳۶۳)	۵۶۹	-۰/۲۳	-۴/۹	-۳/۹۸	-۸۳/۶
سرخس(۱۳۶۹)	۵۹۳	-۰/۱۵۳	-۳/۵۳	-۸	-۱۸۴/۲
نریمانی(۱۳۶۹)	۳۶۰	-۱/۲۲	-۲۸/۲۱	-۱۷/۶۶	-۴۰۶/۲۲
مشهد(۱۳۶۳)	۲۴۶۰	-۰/۷۱	-۲۰/۷۴	-۱۰۵/۵	-۳۰۶۱/۲
جنت‌آباد(۱۳۸۴)	۱۳۰	-۰/۴۸۵	-۳/۸۸	-۱/۸۹	-۱۵/۱۳
تربت جام (۱۳۶۶)	۳۰۰۴	-۱/۴۱	-۳۶/۹	-۱۷۰/۵	-۴۴۳۳/۹
تایباد(۱۳۷۶)	۱۰۹۰	-۰/۸۱	-۱۳/۱	-۳۵/۶۹	-۵۷۱/۱۶
شهرنو – باخزر(۱۳۹۰)	۱۹۲	-۰/۳۷۵	-۰/۷۵	-۲/۱۶	-۴/۳۲
کرات(۱۳۷۲)	۴۳۴	-۱/۸۳	-۳۳/۴۳	-۳۰/۱۸	-۵۴۸/۰۲

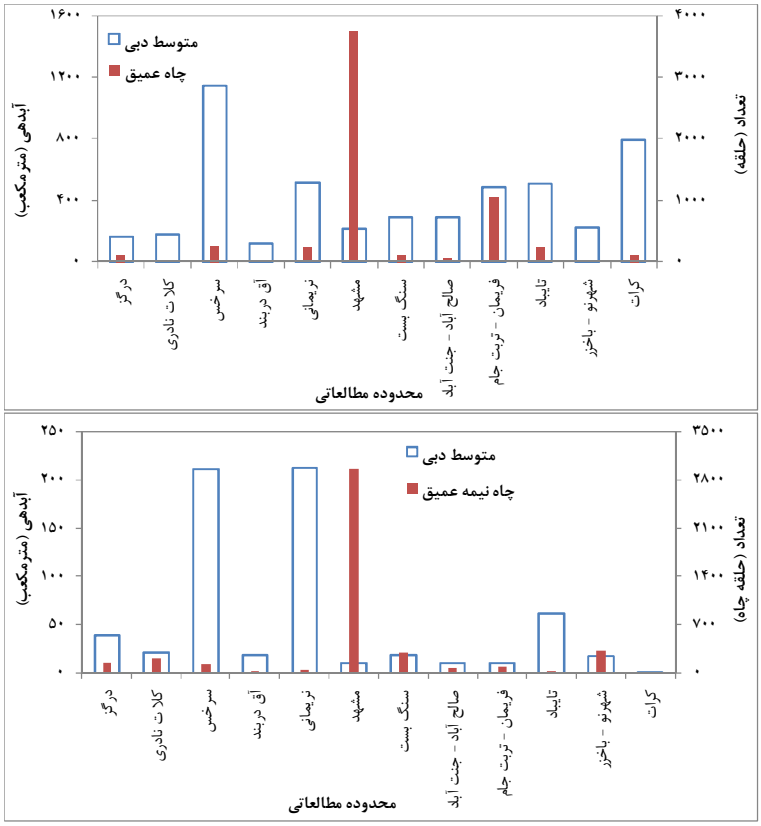
* اعداد داخل پرانتز سال شروع اندازه‌گیری در هر آبخوان را نشان می‌دهد

به‌منظور درک بهتر وضعیت آبخوان‌های حوضه قره‌قوم در شکل ۳ میزان تخلیه آب‌های زیرزمینی توسط چاه عمیق و نیمه عمیق، چشمه و قنات ارائه شده است.

در نهایت در شکل ۴ تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق به‌همراه میزان برداشت آب در هر یک از آبخوان‌های آبخیز قره‌قوم ارائه شده است. همان‌گونه که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود تعداد چاه‌های نیمه عمیق بیش‌تر از چاه‌های عمیق در حوضه قره‌قوم می‌باشد، با این حال بررسی شکل ۴ به‌روشنی دلالت بر سهم بالای چاه‌های عمیق در برداشت از منابع آب زیرزمینی در این حوضه دارد. به‌گونه‌ای که متوسط تخلیه سفره‌های زیرزمینی توسط چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در حوضه قره‌قوم به‌ترتیب ۴۱۲ و ۵۲ مترمکعب می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود آبخوان‌های مشهد و فریمان-تربت جام به‌ترتیب با دارا بودن بیش از ۶۷۰۰ و ۱۱۰۰ حلقه چاه دارای بیش‌ترین تعداد چاه عمیق و نیمه عمیق می‌باشند.



شکل ۳ منابع تخلیه آب‌های زیرزمینی در آبخیز قره‌قوم



شکل ۴ تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و میزان تخلیه آب زیرزمینی توسط آن‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲ بیش‌ترین میزان افت سطح آب زیرزمینی در کشور، در حوضه قره‌قوم با متوسط افت سالانه یک متر وجود دارد. بر این اساس این حوضه آبخیز با دارا بودن شهرهای مهمی هم‌چون مشهد دارای مشکلات عدیده‌ای می‌باشد. ارزیابی دقیق آبخوان‌های موجود در آبخیز قره‌قوم در جدول‌های ۳ و ۴ و شکل‌های ۳ و ۴ مورد توجه قرار گرفت.

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳ به‌جز محدوده‌های مرزی کلات نادری و آق‌دربند سایر مناطق جز محدوده‌های ممنوعه و ممنوعه بحرانی می‌باشند. به‌گونه‌ای که ۶ آبخوان کرات، شهرنو –باخزر، تایباد، فریمان-تربت جام، مشهد و نریمانی جز مناطق ممنوعه بحرانی می‌باشند. در این میان آبخوان مشهد مهم‌ترین و یکی از بزرگ‌ترین آبخوان‌ها در حوضه قره‌قوم و استان خراسان رضوی می‌باشد. در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه آب زیرزمینی آبخوان مشهد، سطح آب به‌تدریج پایین رفته و با کسری حجم مخزن مواجه شده به‌گونه‌ای که از سال ۱۳۴۷ جز دشت‌های ممنوعه از سوی وزارت نیرو معرفی شده است (۱۳ و ۱۴). هم‌چنین (ولایتی، ۱۳۸۵) اعلام می‌دارد که علائم بحران آب از اوایل دهه ۱۳۵۰ در بعضی از مناطق مانند دشت مشهد و تایباد از طریق افت مستمر سطح آب زیرزمینی مشاهده گردید.

بر اساس شکل ۳ به‌جز آبخوان‌های کلات‌نادری و مشهد در بقیه مناطق سهم کشاورزی از منابع آب زیرزمینی بیش از ۸۰ درصد می‌باشد. باید توجه داشت که آبخوان مشهد بخش عمده‌ای از آب شرب شهر مشهد را تامین می‌نماید به‌گونه‌ای که حدود ۳۰ درصد بهره‌برداری از این آبخوان به مصارف شرب اختصاص دارد. پژوهش‌های پیشین انجام شده در آبخوان‌های منطقه به‌روشنی نقش

توسعه فعالیت‌های کشاورزی بر افت سطح ایستابی آبخوان‌ها را تایید نمودند (۶، ۱۳ و ۱۵).

ارزیابی تغییرات سطح ایستابی در آبخوان‌های حوضه قره‌قوم در جدول ۴ نشان دهنده کاهش شدید سطح ایستابی در آبخوان‌های کرات، تربت جام، نریمانی، تایباد و مشهد دارد. در این میان آبخوان‌های تربت جام، مشهد و تایباد بزرگ‌ترین آبخوان‌های منطقه می‌باشند، در این آبخوان‌ها به‌دلیل وسعت زیاد و حجم بالای آبخوان به ازای یک سانتی‌متر افت سطح ایستابی، حجم بالایی از مخزن در مقایسه با آبخوان‌های کوچک‌تر از دسترس خارج می‌شود. از سوی دیگر در آبخوان کرات افت سطح ایستابی بیش از ۳۳ متر در طول حدود ۲۰ سال بوده که نشان دهنده وضعیت وخیم آب‌های زیرزمینی این آبخوان دارد.

تغییرات حجم آبخوان بر اساس حاصل ضرب ۳ پارامتر میانگین تغییر سطح آب زیرزمینی، وسعت آبخوان و ضریب ذخیره محاسبه می‌گردد. در این حوضه آبخوان‌های تربت جام و مشهد با کاهش سالانه ۱۷۰ و ۱۰۵ میلیون مترمکعب در سال دارای بیش‌ترین افت حجم آب زیرزمینی هستند. به‌گونه‌ای که در آبخوان مشهد از سال ۱۳۶۳ و تربت جام از سال ۱۳۶۶ به‌ترتیب بیش از ۳ و ۴/۴ میلیارد مترمکعب از ذخایر آبخوان کاسته شده است.

بررسی شکل ۳ به‌روشنی نشان می‌دهد که در دو آبخوان کلات نادری و آق‌دربند که دارای وضعیت آزاد از نظر بهره‌برداری می‌باشند سهم تخلیه توسط چشمه و قنات بالا می‌باشد. در حالی‌که در آبخوان کرات تقریبا تمامی تخلیه آب زیرزمینی توسط چاه‌های عمیق صورت می‌گیرد. نقش چاه‌های عمیق در تخلیه آب‌های زیرزمینی بسیار مهم می‌باشد به‌گونه‌ای‌که در آبخوان‌های نریمانی، تایباد، مشهد و تربت جام که دارای افت سطح ایستابی شدیدی در منطقه هستند سهم چاه‌های عمیق در تخلیه آبخوان به‌ترتیب ۹۱، ۹۳، ۷۶ و ۸۲ درصد می‌باشد. در این رابطه (ولایتی، ۱۳۸۵) اثر خشکسالی و اضافه برداشت از آبخوان‌ها در بحران آب‌های زیرزمینی منطقه را مورد بررسی قرار داد، نتایج پژوهش ایشان دلالت بر وجود افت شدید سطح ایستابی حتی در دوره‌های ترسالی داشته است. از سوی دیگر (لشگری پور و همکاران،۱۳۸۴). (ببران و هنربخش،۱۳۸۷). (اکبری و همکاران،۱۳۸۸). (علیزاده و موذن‌زاده، ۱۳۹۲)، (حسینی و باقری،۱۳۹۲).(Vali-Khodjeini، ۱۹۹۵) توسعه چاه‌های عمیق را عامل اصلی افت سطح ایستابی در آبخوان‌های منطقه و کشور عنوان کرده‌اند.

بر اساس اهداف تعیین شده برای پژوهش حاضر اقدام به ارزیابی وضعیت آبخوان‌های آبخیز قره‌قوم پرداخته شد. نتایج بررسی وضعیت آبخوان‌های کشور در آبخیزهای درجه یک نشان‌دهنده افت متوسط بیش از یک متری سطح ایستابی در هر سال در حوضه قره‌قوم می‌باشد. این مقدار افت سطح ایستابی بیش‌ترین مقدار ثبت شده در کشور بوده که منجر به کاهش سالانه حجم ذخیره آبخوان‌های آبخیز قره‌قوم بیش از ۳۷۸ میلیون مترمکعب در سال می‌شود. بررسی وضعیت آبخوان‌های حوضه قره‌قوم نشان داد که به‌جز دو منطقه مرزی کلات نادری و آق‌دربند، سایر آبخوان‌های منطقه در وضعیت ممنوعه و ممنوعه بحرانی قرار دارند. در این میان آبخوان‌های کرات، تربت جام، نریمانی، تایباد و مشهد که همگی ممنوعه بحرانی نیز می‌باشند دارای بالاترین افت سطح ایستابی در منطقه بوده و متوسط سالانه افت در آن‌ها بین ۰/۷۰ تا ۱/۸۳ متر ثبت شده است. نتایج بررسی‌ها دلالت بر اثر چاه‌های عمیق در افت سطح ایستابی آبخوان‌های منطقه دارد بر این اساس در تمامی آبخوان‌های ممنوعه بحرانی سهم چاه‌های عمیق در تخلیه آبخوان بیش از ۶۰ درصد است. در نهایت نحوه مصرف آب‌های زیرزمینی نشان داد که حدود ۸۶ درصد آن‌ها در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان بیان نمود که افزایش اراضی کشاورزی در منطقه و درنتیجه آن افزایش نیازهای آبی باعث بالا رفت تعداد چاه‌ها به‌ویژه چاه‌های عمیق در منطقه شده است که خود منجر به افت سطح آب‌های زیرزمینی شده علاوه بر این شرایط اقلیمی و دوره‌های خشک‌سالی نیز مزید بر علت در افت سطح ایستابی در منطقه قره‌قوم شده است. از سوی دیگر وجود آبخوان‌های مرزی کلات نادری، سرخس و تایباد (۱۸) در این آبخیز لزوم توجه به منابع آب این حوضه را دوچندان می‌نماید.

منابع

علیزاده امین،۱۳۹۴، اصول هیدرولوژی کاربردی، نشر دانشگاه امام رضا (ع)، ص. ۹۴۲.

مهدوی، ۱۳۹۲، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۴۲ .

صفوی، م، ر، ۱۳۸۵، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات ارکان،

بی‌نام، ۱۳۹۰، دستورالعمل نحوه تهیه گزارش بیلان آب محدوده های مطالعاتی در سطح حوزه های آبریز درجه ۲. دفتر مطالعات پایه منابع آب.

ولایتی، سعداله، ۱۳۸۵، بررسی بحران آب استان خراسان. مدرس علوم انسانی دوره ۱۰، شماره ۴۸، صص ۲۳۴-۲۱۳.

ببران، صدیقه، هنربخش، نازلی، ۱۳۸۷، بحران وضعیت آب در جهان و ایران. فصلنامه راهبرد. شماره ۴۸. صص ۱۹۳-۲۱۲.

قاسمی، آسیه، ۱۳۹۲، نگاهی گذرا به سیر تاریخی تخریب منابع آب کشور، علل، پیامدها و راهکارها. وزارت امور اقتصاد و دارایی – معاونت امور اقتصادی، موجود در لینک:http://www.mefa.ir/portal/File/ShowFile.aspx?ID=2aa2fd58-2e0f-4979-96e2-203a0cd6a3a3

رهنما، حسین، میراثی، سهراب، ۱۳۹۲، مدیریت بحران افت سطح آب‌های زیرزمینی و مخاطره فرونشست سطح زمین در دشت‌های ایران. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحرانهای طبیعی، تهران. ۶۲۹-۶۵۱.

بی‌نام، ۱۳۹۱، گزارش نهایی بهنگام‌سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوضه آبریز قره‌قوم. شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی. ص ۶۵.

لشگری پور، غلامرضا، غفوری، محمد، سویزی، زینب، پیوندی، زکیه، ۱۳۸۴، افت سطح آب زیر زمینی و نشست زمین در دشت مشهد، نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تهران، انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم.

حسینی، سیدعلی، صادقی‌فر، محمدرضا، ۱۳۸۵، بررسی علل پدیده نشست زمین در دشت مشهد. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب. اصفهان، ص۸.

اکبری، مرتضی، جرگه، محمدرضا، مدنی، سادات، حمید، بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد). پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۱۶(۴): ۶۳-۷۸.

علیزاده، امین، موذن‌زاده، روزبه، ۱۳۹۴، تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی دشت فریمان– تربت‌جام با رویکرد مدیریتی در سطح مزرعه.مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۹(۳)، ۴۰۸-۴۱۸.

حسینی، سیداحمد، باقری، علی، (۱۳۹۲)، مدل‌سازی پویایی سیستم منابع آب دشت مشهد برای تحلیل استراتژی های توسعه پایدار. آب و فاضلاب، ۴: ۲۸-۳۹.

فرشته پور، محمد، روغنی، بردیا، میان آبادی، حجت، ۱۳۹۴، چالشهای ژئوپلیتیکی منابع آبهای زیرزمینی بین المللی با تاکید بر منابع مشترک ایران. فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۵(۳). ۱۷۰-۲۰۴.

FAO,2009,GroundwaterManagementinIran,available:www.groundwatergovernance.org/fileadmin/user_upload/groundwatergovernance/docs/Country_studies/Iran_SynthesisReport__Final_Groundwater_Management.pdf.

Vali-Khodjeini, A. (1995). Human impacts on groundwater resources in Iran. IAHS Publications-Series of Proceedings and Reports-Intern Assoc Hydrological Sciences, 230, 141-146.

Hojjati, M. H., & Boustani, F. (2010). An assessment of groundwater crisis in Iran case study: Fars province. World Academy of Science, Engineering and Technology, 70, 476-480.