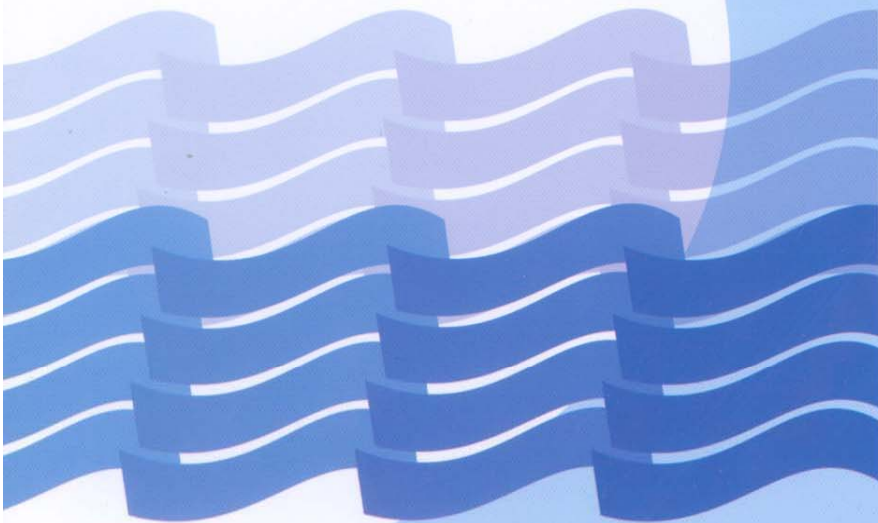




وزارت نیرو
معاونت امور آب و آبفا
دفتر مهندسی و معیارهای فنی
آب و آبفا

پیش نویس

دستورالعمل تعیین محدوده (حریم) کمی چاهها و قنوات



شهریور ماه ۱۳۹۳

نشریه شماره ۴۱۹ - الف

پیش نویس

دستورالعمل تعیین محدوده (حریم)
کمی چاه‌ها و قنوات

شهریور ماه ۱۳۹۳

نشریه شماره ۴۱۹ - الف

بسمه تعالی

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب‌ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است. با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو با همکاری معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور به منظور تامین اهداف زیر اقدام به تهیه استانداردهای صنعت آب نموده است:

- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها
 - پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
 - تدوین استانداردهای صنعت آب با در نظر داشتن موارد زیر صورت می‌گیرد:
 - استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
 - استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
 - بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
 - توجه به اصول و موازین مورد عمل سازمان استاندارد ملی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد
- استانداردها ابتدا به صورت پیش‌نویس برای نظرخواهی منتشر شده و نظرات دریافتی پس از بررسی تیم تهیه‌کننده و گروه نظارت در نسخه نهایی منظور خواهد شد.
- امید است کارشناسان و صاحب‌نظرانی که فعالیت آنها با این رشته از صنعت آب مرتبط می‌باشد، با توجهی که مبذول می‌فرمایند این پیش‌نویس را مورد بررسی دقیق قرار داده و با ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزنده خود به دفتر طرح، این دفتر را در تنظیم و تدوین متن نهایی یاری و راهنمایی فرمایند.

تهیه و کنترل «دستورالعمل تعیین محدوده (حریم) کمی چاه‌ها و قنوات» [نشریه شماره ۴۱۹- الف]

مجری: شرکت مهندسين مشاور کاوآب

مؤلف اصلی: فریبرز حرفه‌دوست شرکت مهندسين مشاور کاوآب لیسانس زمین‌شناسی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

مهرداد چهل‌گردی سامانی شرکت مهندسين مشاور کاوآب لیسانس عمران - آب

فریبرز حرفه‌دوست شرکت مهندسين مشاور کاوآب لیسانس زمین‌شناسی

ندا خوش‌نویس شرکت مهندسين مشاور کاوآب فوق لیسانس زمین‌شناسی

مسعود رجایی کارشناس آزاد فوق لیسانس هیدرولوژی

اعضای گروه نظارت:

فضلعلی جعفریان کارشناس آزاد لیسانس زمین‌شناسی

مریم رحیمی فراهانی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - فوق لیسانس عمران - آب

وزارت نیرو

هاشم کاظمی شرکت مدیریت منابع آب ایران فوق لیسانس آب زیرزمینی

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی مدیریت منابع آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

بهرام ثقفیان مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری دکترای منابع آب

فضلعلی جعفریان کارشناس آزاد لیسانس زمین‌شناسی

عباسقلی جهانی شرکت مهندسين مشاور بهان‌سد فوق لیسانس مهندسی هیدرولوژی

پیمان دانش کارآراسته دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره) دکترای علوم و مهندسی آبیاری

رضا راعی عزآبادی شرکت مدیریت منابع آب ایران فوق لیسانس آب زیرزمینی

مریم رحیمی فراهانی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - فوق لیسانس عمران - آب

وزارت نیرو

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلید واژه‌ها
۷	فصل دوم - مروری بر ادبیات موضوع در ایران و جهان
۹	۱-۲- مروری بر ادبیات موضوع در ایران و جهان
۱۰	۲-۲- سابقه و تاریخچه تعیین حریم در کشور
۱۵	فصل سوم - حریم از دیدگاه‌های مختلف
۱۷	۱-۳- حریم از دیدگاه حقوقی
۱۸	۲-۳- حریم از دیدگاه شرعی
۱۹	۳-۳- حریم از دیدگاه عرفی
۲۱	فصل چهارم - تعریف حریم چاه‌ها و قنات در آبخوان‌های آبرفتی و سازند سخت
۲۳	۱-۴- کلیات
۲۳	۲-۴- تعریف حریم چاه
۲۴	۳-۴- تعریف حریم قنات
۲۷	فصل پنجم - تعریف حریم کمی چاه و قنات
۲۹	۱-۵- کلیات
۲۹	۲-۵- تعریف حریم کمی چاه
۳۱	۳-۵- تعریف حریم کمی قنات
۳۳	فصل ششم - عوامل موثر در تعیین حریم چاه و قنات
۳۵	۱-۶- ویژگی‌های هیدرودینامیکی آبخوان
۳۵	۱-۱-۶- هدایت هیدرولیکی آبخوان
۳۵	۲-۱-۶- قابلیت انتقال آبخوان
۳۶	۳-۱-۶- ضریب ذخیره آبخوان
۳۷	۴-۱-۶- تخلخل موثر
۳۷	۲-۶- آبدهی چاه
۳۷	۳-۶- مدت زمان پمپاژ
۳۹	فصل هفتم - روش‌ها و مدل‌های محاسباتی حریم چاه و قنات در انواع آبخوان‌ها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۱	۱-۷- کلیات
۴۱	۲-۷- روش‌ها و فرمول‌های تجربی تعیین حریم چاه
۴۱	۱-۲-۷- استفاده از فرمول زیشارد
۴۲	۲-۲-۷- استفاده از فرمول کمفورت
۴۲	۳-۲-۷- استفاده از فرمول شولتز
۴۳	۴-۲-۷- استفاده از فرمول کوساکین
۴۳	۵-۲-۷- استفاده از فرمول شنیلی
۴۳	۶-۲-۷- استفاده از فرمول کوزنی
۴۴	۷-۲-۷- استفاده از روش بوگومولف
۴۵	۳-۷- استفاده از معادلات جریان آب زیرزمینی
۴۵	۱-۳-۷- تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار
۴۷	۲-۳-۷- تعیین حریم چاه در شرایط غیرماندگار
۴۸	۴-۷- تعیین حریم چاه با استفاده از رسم منحنی‌های تراز آب زیرزمینی
۴۹	۵-۷- تعیین حریم قنات
۵۰	۱-۵-۷- تعیین حریم قنات با استفاده از فرمول تجربی زیشارد
۵۰	۲-۵-۷- محاسبه حریم قنات با استفاده از منحنی‌های تراز آب زیرزمینی
۵۱	۳-۵-۷- تعیین حریم قنات با استفاده از فرمول کانال‌های زهکشی
۵۳	فصل هشتم - نرم‌افزار محاسباتی
۵۵	۱-۸- نرم‌افزار اکسل
۵۶	۲-۸- VBA در اکسل چیست؟
۵۶	۳-۸- مفاهیم اولیه برنامه‌نویسی اکسل
۵۶	۴-۸- تعریف سابروتین در برنامه‌نویسی
۵۶	۵-۸- تعریف ماژول
۵۷	۶-۸- درج یک ماژول و سابروتین در VBA
۵۷	۷-۸- ذخیره فایل اکسل حاوی برنامه
۵۸	۸-۸- باز کردن فایل حاوی برنامه ویژوال بیسیک (ماکرو)

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

۵۹	۹-۸- اجرای یک برنامه نوشته شده در محیط VBA اکسل
۶۰	۱۰-۸- فرم‌های طراحی شده محاسبات چاه
۶۵	۱۱-۸- فرم‌های طراحی شده محاسبات قنات
۶۷	منابع و مراجع

فهرست جدول‌ها

عنوان

صفحه

۴۴	جدول ۱-۷- تغییرات حریم چاه براساس جنس و اندازه مواد تشکیل دهنده آبخوان
۴۹	جدول ۲-۷- دقت و اعتبار فرمول داری در شرایط مختلف جریان

فهرست شکل‌ها

عنوان

صفحه

۳۰	شکل ۱-۵- تغییرات شعاع و عمق مخروط افت در فواصل زمانی یکسان
۳۰	شکل ۲-۵- مخروط افت در اطراف یک چاه در حال پمپاژ در آبخوان آزاد
۳۱	شکل ۳-۵- برش عرضی حریم قنات
۳۲	شکل ۴-۵- شماتیک حریم مادر چاه و بخش آبگون قنات
۳۶	شکل ۱-۶- نحوه گسترش مخروط افت در آبخوان با قابلیت انتقال متفاوت
۵۰	شکل ۱-۷- خطوط جریان و هم پتانسیل در یک مقطع عرضی قنات
۵۷	شکل ۱-۸- نحوه نوشتن سابروتین
۵۸	شکل ۲-۸- نحوه ذخیره‌سازی فایل حاوی برنامه
۵۸	شکل ۳-۸- تفاوت پسوند فایل‌های حاوی ماکرو
۵۹	شکل ۴-۸- محل قرارگیری Options در اکسل ۲۰۰۷
۵۹	شکل ۵-۸- محل قرارگیری دکمه Option در اکسل ۲۰۱۳
۶۰	شکل ۶-۸- نحوه اجرای ماکرو

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۰	شکل ۸-۷- محاسبه حریم چاه به روش زیشارد
۶۱	شکل ۸-۸- محاسبه حریم چاه به روش شولتز
۶۱	شکل ۸-۹- محاسبه حریم چاه به روش جریان ماندگار در آبخوان آزاد
۶۲	شکل ۸-۱۰- محاسبه حریم چاه به روش کوزنی
۶۲	شکل ۸-۱۱- محاسبه حریم چاه به روش دوپویی
۶۳	شکل ۸-۱۲- محاسبه حریم چاه به روش کمفورت
۶۳	شکل ۸-۱۳- فرم محاسبه حریم چاه در شرایط غیرماندگار به روش تایس
۶۴	شکل ۸-۱۴- فرم محاسبه حریم چاه در شرایط غیرماندگار به روش ژاکوب
۶۴	شکل ۸-۱۵- فرم محاسبه حریم چاه به روش کوساکین
۶۵	شکل ۸-۱۶- فرم محاسبه حریم چاه به روش شنیلی
۶۵	شکل ۸-۱۷- محاسبه حریم قنات با استفاده از کانال‌های زهکشی
۶۶	شکل ۸-۱۸- محاسبه حریم قنات با استفاده از منحنی افت سطح آب
۶۶	شکل ۸-۱۹- محاسبه حریم قنات با استفاده از فرمول تجربی زیشارد

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش تقاضا در بخش آب کشور موجب شد که نیازهای آبی جامعه ما که قبلا از طریق چشمه‌ها، رودخانه‌ها و قنات تامین می‌گردید به سمت حفر چاه سوق داده شود، به طوری که براساس آخرین آماربرداری (سال آبی ۹۰-۸۹) با وجود تعداد ۱۵۹۴۵۴ دهنه چشمه، تعداد ۳۹۵۳۱ رشته قنات و همچنین آب موجود در رودخانه‌ها و دریاچه سدها، شاهد آمار سرسام‌آور ۶۸۸۸۴۰ حلقه چاه باشیم که تخلیه سالانه این منابع معادل ۷۰/۵ میلیارد مترمکعب می‌باشد. بدیهی است این موضوع و روند افزایش حفر چاه مسوولین آب کشور را نگران تامین نیازهای آبی آینده کرده باشد. از طرفی بهره‌برداران منابع آب زیرزمینی به‌ویژه صاحبان چاه‌های آب با توجه به خشکسالی‌های اخیر، همواره نگرانند که مبادا حریم منابع آب متعلق به آنها در اثر حفر چاه‌های جدید توسط متقاضیان مورد حمله قرار گرفته و رعایت نشود. هر چند که رعایت حریم منابع آب اعم از چاه، چشمه و قنات از همان ابتدای بهره‌برداری مطرح بوده اما این نگرانی وجود دارد که حریم این منابع بنا به دلایل مذکور روز به روز کم‌تر و کم‌تر شود تا جایی که اثرات سوء بهره‌برداری از این منابع بر روی یکدیگر، قابل جبران نباشد.

تا کنون در تعیین حریم منابع آب زیرزمینی توسط کارشناسان آب وزارت نیرو عمدتاً از فرمول‌های تجربی استفاده می‌شده و همواره جای خالی یک دستورالعمل برای محاسبه از طریق مدل‌های محاسباتی کامپیوتری و با به‌کارگیری فرمول‌های تجربی و معادلات هیدرولیکی حاکم بر جریان آب‌های زیرزمینی احساس می‌شده است. در این دستورالعمل ضمن اشاره به سابقه و تاریخچه موضوع، به تعریف حریم از دیدگاه‌های حقوقی و فنی اشاره می‌شود و نهایتاً با استفاده از فرمول‌های تجربی و معادلات هیدرولیکی، مدل‌های محاسباتی کامپیوتری ارائه خواهد شد که باعث افزایش سرعت و دقت در تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی خواهد شد.

- هدف

هدف از تهیه این دستورالعمل، ارائه استاندارد جامع با استفاده از استانداردهای داخلی و خارجی و تجارب کارشناسی در زمینه تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی (چاه و قنات) می‌باشد.

- دامنه کاربرد

گستره کاربرد این دستورالعمل، حوزه فعالیت‌های مرتبط با آب زیرزمینی اعم از بخش دولتی (کلیه شرکت‌های منطقه‌ای، سازمان آب و برق خوزستان، شرکت‌های آب و فاضلاب و دیگر ارگان‌های ذیربط) و بخش خصوصی (اشخاص حقیقی و حقوقی) را شامل می‌شود.

فصل ۱

کلید واژه‌ها

- حریم: به لحاظ گستردگی تعریف حریم، به مطالب ارائه شده در فصل ۳ دستورالعمل مراجعه شود.
- هدایت هیدرولیکی^۱: توانایی آبخوان در عبور دادن آب را هدایت هیدرولیکی می‌گویند یا به عبارتی هدایت هیدرولیکی عبارت از سرعت ظاهری حرکت آب زیرزمینی در محیط متخلخل تحت گرادیان هیدرولیکی واحد می‌باشد و معادله ابعادی (دیمنسیون) آن نیز مانند سرعت به صورت LT^{-1} (طول بر واحد زمان) است و با علامت اختصاری «K» نمایش داده می‌شود. مقدار هدایت هیدرولیکی به میزان تخلخل موثر (فضاهای خالی به هم مرتبط)، شکل و اندازه دانه‌های تشکیل دهنده محیط متخلخل و خصوصیات سیال نظیر چگالی و ویسکوزیته بستگی دارد.
- قابلیت انتقال^۲: قابلیت انتقال عبارت است از مقدار آبی که از کل ضخامت آبخوان تحت شیب هیدرولیکی واحد در واحد زمان به‌طور افقی حرکت می‌کند و با علامت اختصاری «T» نمایش داده می‌شود. قابلیت انتقال از حاصل ضرب هدایت هیدرولیکی (K) در ضخامت آبخوان (b) به دست می‌آید. $T = K.b$ که معادله ابعادی آن L^2T^{-1} می‌باشد.
- ضریب ذخیره^۳: ضریب ذخیره به حجم آبی گفته می‌شود که در اثر پایین یا بالا رفتن سطح ایستابی و یا سطح پیزومتری به اندازه یک واحد از هر واحد سطح آبخوان خارج شده و یا به ذخیره آن افزوده شود. با علامت اختصاری S_c نشان داده می‌شود، بدون بعد (دیمنسیون) بوده و برحسب درصد بیان می‌گردد. در آبخوان آزاد ضریب ذخیره همان آبدهی ویژه است و میزان آن در آبخوان‌های تحت فشار نسبت به آبخوان‌های آزاد خیلی کم‌تر است.
- مخروط افت^۴: کاهش سطح ایستابی و یا پیزومتری در اطراف چاه در حال پمپاژ، حجمی مخروطی شکل به‌وجود می‌آورد که راس این مخروط در چاه و قاعده آن در سطح ایستابی یا پیزومتری اولیه واقع می‌شود، به این حجم مخروطی شکل در هنگام پمپاژ از چاه، مخروط افت می‌گویند.
- شعاع تاثیر^۵: شعاع مخروط افت در چاه را شعاع تاثیر یا حریم چاه می‌گویند.
- مادر چاه: اولین چاه قنات در سراب که عمیق‌ترین میله قنات است را مادر چاه می‌نامند.
- آبگون یا تره‌کار: بخشی از کوره قنات است که در تماس مستقیم با سطح آب زیرزمینی است که از محل خشکه کار قنات شروع شده و تا مادر چاه قنات ادامه می‌یابد. این قسمت از کوره قنات از آبخوان تغذیه می‌کند و وظیفه‌اش تامین آب قنات می‌باشد. طول و تراوایی بخش مذکور و همچنین عمق آن نسبت به سطح ایستابی از عوامل مهم در آبدهی قنات به حساب می‌آید. طول آبگون ثابت نبوده و تابع نوسانات سطح

1- Hydraulic Conductivity

2- Transmissibility

3- Storage Coefficient

4- Depression Cone

5- Effective Radius

زیرزمینی است. لایروبی دوره‌ای این بخش در افزایش آبدهی قنات نقش مهمی دارد. این بخش از قنات به آبگان و یا آبگیر نیز موسوم است.

- خشکه کار یا خشکون یا خشکان: مجرای حد فاصل تره کار تا مظهر قنات را خشکه کار یا خشکون یا خشکان می‌گویند. وظیفه این مجرا هدایت و انتقال آب به مظهر قنات است و در آبگیری قنات نقش عمده‌ای را به عهده ندارد. هر چه تراوایی این بخش از کوره کم‌تر باشد، اتلاف و نفوذ آب قنات در آن کم‌تر اتفاق می‌افتد. به همین دلیل اکثراً کف آن را به طرق مختلف کم تراوا و حتی ناتراوا می‌کنند تا اتلاف آب در طول آن به حداقل برسد.

طول خشکه کار قنات ثابت نیست و تابع عواملی مانند نوسان سطح ایستابی است. متأسفانه با روندی که سطح ایستابی در اکثر آبخوان‌های کشور دارد، طول این بخش در اکثر قنات روز به روز افزایش می‌یابد.

- شرایط ماندگار^۱: شرایطی است که با ادامه پمپاژ در چاه و با آبدهی ثابت، افت سطح آب زیرزمینی در چاه ثابت بماند و به عبارتی با گذشت زمان، تغییری در سطح آب زیرزمینی ایجاد نشود. یعنی میزان آب ورودی به چاه با میزان آب خروجی از آن برابر است. این نوع جریان در عمل به ندرت اتفاق می‌افتد ولی با گذشت زمان و طولانی شدن پمپاژ میزان افت در سطح آب زیرزمینی ناچیز می‌شود و در این حالت جریان آب در اطراف چاه ممکن است به شرایط ماندگار نزدیک شود.

- شرایط غیرماندگار^۲: شرایط غیرماندگار حالتی است که میزان آب ورودی به چاه با میزان آب خروجی از آن (دبی پمپاژ) برابر نباشد و با ادامه پمپاژ شاهد افت در سطح آب زیرزمینی خواهیم بود.

1- Steady State

2- Unsteady State

فصل ۲

سابقه و تاریخچه موضوع

۲-۱- مروری بر ادبیات موضوع در ایران و جهان

نیاز روز افزون جوامع به آب به‌ویژه به منابع آب زیرزمینی در کشورهای مختلف با توجه به تغییرات اقلیمی در سطح جهانی، به عنوان یک چالش جدی روز بروز با اهمیت‌تر شده به‌طوری‌که ضرورت و اهمیت این موضوع در سال‌های آینده فزونی خواهد یافت.

حفاظت از منابع آب با در نظر گرفتن و رعایت حقوق بهره‌برداران از طریق تعیین حریم این منابع، از جمله مسایل مهم و اساسی در سیاست‌های آبی در سطح بین‌المللی است و این موضوع در کشور ما که در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.

اصولا در سطح بین‌المللی حریم از دو دیدگاه کمی و کیفی همواره مطرح بوده که در این دستورالعمل صرفا بعد کمی آن مد نظر می‌باشد.

تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی در کشور ما و حتی در سطح بین‌المللی با دو هدف عمده انجام می‌شود:

۱- حفاظت کمی از منابع آب زیرزمینی با توجه به تغییرات اقلیمی در سطح جهانی

۲- جلوگیری از تنش‌های اجتماعی و رعایت حقوق بهره‌برداران از منابع آب زیرزمینی

به منظور تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی و نیل به اهداف مذکور، شناخت مولفه‌های متعددی از ویژگی‌های هیدرودینامیکی آبخوان‌ها، لازم و ضروری است و بدون شناخت و تعیین مولفه‌های مذکور نمی‌توان به اهداف مذکور رسید.

در کشورهای پیشرفته جهان با مطالعاتی که بر روی آبخوان‌های مختلف انجام شده، مولفه‌های مهم در تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی شناخته شده و در این کشورها حریم این منابع تعیین گردیده است. در کشور ما هر چند در تعدادی از آبخوان‌های آبرفتی مطالعات شناخت و نیمه تفصیلی صورت گرفته، اما فراوانی مولفه‌های مورد نیاز به حدی نیست که بتوان به طور دقیق برای نقاط مختلف آبخوان، حریم‌های مشخص و دقیقی را تعیین نمود، ضمن اینکه این موضوع برای آبخوان‌های سازند سخت و کارستی به جز یکی دو مورد حوضه کارستی، در مابقی این گونه آبخوان‌ها، عملا با نبود داده‌ها و اطلاعات مرتبط مواجهیم.

از مهم‌ترین مولفه‌های مورد نیاز در تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی می‌توان به هدایت هیدرولیکی، قابلیت انتقال، ضریب ذخیره، تخلخل مفید و ضخامت آبخوان اشاره نمود که همان‌طور که ذکر گردید در تعداد قابل توجهی از آبخوان‌های آبرفتی و تقریبا در تمام آبخوان‌های کارستی با نبود این اطلاعات روبرو هستیم.

تعیین حریم منابع آب زیرزمینی در کشور ما براساس تبصره ۲ ماده ۲ و تبصره ذیل ماده ۱۷ قانون توزیع عادلانه آب، توسط کارشناسان وزارت نیرو تعیین می‌گردد و براین اساس از دیرباز حریم منابع آب زیرزمینی عمدتا با استفاده از فرمول‌های تجربی و تجارب کارشناسی کارشناسان وزارت نیرو تعیین می‌شد ولی همواره جای خالی یک دستورالعمل استاندارد به منظور تعیین دقیق مقادیر حریم کمی این منابع، احساس می‌شده است. در این دستورالعمل سعی شده،

ضمن تعیین حریم کمی منابع آب زیرزمینی (چاه و قنات) و عوامل موثر بر آن، به روش‌ها و مدل‌های محاسباتی و نحوه دستیابی به داده‌های مورد نیاز یک بسته نرم‌افزاری از مدل‌های محاسباتی ارائه گردد تا کارشناسان ذیصلاح و ذیربط با دقت و سهولت بیش‌تری حریم کمی این منابع را تعیین نمایند.

۲-۲- سابقه و تاریخچه تعیین حریم در کشور

ایرانیان از دیرباز اولین و تنها ملتی بوده‌اند که توجه زیادی به استفاده از آب زیرزمینی از طریق حفر قنات داشته‌اند. در دوره هخامنشیان نقش حکومت در اداره امور آب و آبرسانی این موضوع را تایید می‌کند. در این دوره آن قدر به آب اهمیت می‌دادند که فرشته‌ای به نام آناهیتا (ناهید) برای آن قائل شده و معابد بزرگی به همین نام بر پا ساخته بودند تا در آنجا مراسم دعا برای ریزش باران برگزار نمایند. با توجه به اهمیت آب، حکومت‌ها به منظور بهره‌برداری و استفاده اقتصادی از آب و جلوگیری از درگیری‌های آب‌بران مقررات و ضوابطی را وضع نموده‌اند که در هر دوره افراد جامعه ملزم به رعایت آنها بوده‌اند. قانون حمورابی (پادشاه بابل در هزاره دوم قبل از میلاد) بعنوان قانون پیش‌تاز در این زمینه می‌باشد. در این قانون به مالکیت زمین و آب‌ها و ساختن تاسیسات آبی و اداره و بهره‌برداری از آنها و خاتمه دادن به درگیری‌های آبی اشاره شده است.

در سال ۱۳۰۷ با تصویب قانون مدنی، مسایل متعددی در ارتباط با نظام حقوقی آب مطرح گردید. در این قانون مباحث تفکیک آب‌ها و تقسیم‌بندی آنها، مالکیت منابع آبی، بهره‌برداری از منابع آب و حریم منابع آب مورد توجه قرار گرفته است. به طوری که در ماده ۱۳۶ قانون مذکور حریم را مقداری از اراضی اطراف ملک و قنات و امثال آن دانسته که برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد. در ماده ۱۳۷ این قانون، حریم چاه برای آب خوردن ۲۰ (گز) و برای زراعت (۳۰) گز اعلام شده (هر گز برابر ۱۰۴ سانتی‌متر می‌باشد) و همچنین در ماده ۱۳۸ آن، حریم چشمه و قنات از هر طرف در زمین رخوه ۵۰۰ گز و در زمین سخت ۲۵۰ گز است لیکن اگر مقادیر مذکور در این ماده و ماده قبل برای جلوگیری از ضرر کافی نباشد به اندازه‌ای که برای دفع ضرر کافی باشد به آن افزوده می‌شود.

در ماده ۱۳۹ قانون مذکور آمده است: حریم در حکم ملک صاحب حریم است و تملک و تصرف در آن که منافی باشد با آنچه مقصود از حریم است بدون اذن از طریق مالک صحیح نیست و بنابراین کسی نمی‌تواند در حریم چشمه و یا قنات دیگری چاه یا قنات بکند ولی تصرفاتی که موجب تضرر نشود جایز است.

در سال ۱۳۰۹ قانون‌گذار با توجه به کمبودهای موجود در قانون مدنی، قانون راجع به قنات را در رابطه با تعیین حدود مالکیت صاحبان منابع آبی و صاحبان اراضی، نحوه لایروبی منابع آبی و لزوم رعایت حریم چاه‌ها و قنات و وظایف مالکین و مجاورین آنها را مصوب نمود. در ماده اول این قانون آمده است: «اگر کسی مالک چاه، قنات یا مجرای آبی در ملک غیر و یا در اراضی مباحه باشد تصرف صاحب چاه یا صاحب مجری در چاه و مجری فقط من حیث مالکیت قنات و مجری و برای عملیات مربوط به قنات و مجری خواهد بود و صاحب ملک می‌تواند در اطراف چاه و مجری و یا اراضی واقع بین دو چاه تا حریم چاه و مجری هر تصرفی که بخواهد بنماید مشروط بر این که تصرفات او موجب ضرر صاحب

قنات یا مجرا نشود و نیز در اراضی مباحه واقع در اطراف چاه یا مجری و یا بین دو چاه اشخاص دیگر هم می‌توانند با رعایت حریم که به موجب قانون مدنی معین است و سایر مقررات مربوطه به اراضی مباح، تصرفاتی بنمایند که موجب ضرر صاحب قنات یا صاحب مجری نباشد و یا در بخشی از ماده سوم قانون مذکور آمده است: در املاک مزروعی مطلقاً در باغات، دهات، باغات قصبات و باغات خارج از شهرها مشروط بر اینکه عرفاً اطلاق منزل به آنها نتوان کرد هر گاه کسی بخواهد چاه یا استخر یا مجرای قناتی احداث نماید یا برای اصلاح یا تکمیل قناتی، چاه یا مجرای ایجاد کند صاحبان املاک مذکوره حق ندارند جلوگیری نمایند (مشروط به اینکه رعایت حریم شده باشد).

در سال ۱۳۱۳ ماده واحده «قانون تکمیل قنات» به عنوان ماده ۱۰ به قانون راجع به قنات مصوب ۱۳۰۹ اضافه شد. در این ماده قانونی آمده است «هرگاه اشخاص متعدد در رودخانه و یا در نهر و یا چشمه و یا قناتی برای مشروب ساختن اراضی معینی حقا به داشته باشند و یک یا چند نفر از آنها بخواهند از حق مزبور برای مشروب نمودن زمین دیگری یا تغییر مجرای اختصاصی استفاده کنند شرکاء دیگر آب یا مجری حق ممانعت نخواهند داشت مشروط بر اینکه از این اقدام ضرری متوجه اشخاص ذیحق نشود در مورد این ماده اهل خبره معین می‌کنند که چه مقدار آب و یا چه مقدار از زمان استفاده، باید به علت استفاده کردن از آب در نقطه پایین‌تر کاسته شود مگر این که در تعیین مقدار مزبور بین شرکاء اختلافی موجود نباشد.

در «قانون اراضی مستحدث و ساحلی» مصوب ۱۳۵۴ به کرات به حریم اشاره شده است.

بالاخره در سال ۱۳۶۱ قانون توزیع عادلانه آب تصویب گردید که در این قانون بحث حریم منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی مورد توجه خاص قرار گرفته است. به طوری که در مواد ۱ و ۲ فصل اول قانون مذکور و تبصره‌های ذیل ماده ۲ بحث تعیین پهنای بستر و حریم آن در مورد رودخانه و انهار طبیعی و مسیل و مرداب و برکه طبیعی، حریم مخازن و تاسیسات آبی و همچنین کانال‌های عمومی آبرسانی و آبیاری و زهکشی اعم از سطحی و زیرزمینی را به وزارت نیرو واگذار نموده است.

در فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب، مواد قانونی مرتبط با آب زیرزمینی به طور مفصل دیده شده که تعدادی از این مواد قانونی مستقیماً به حریم این منابع اشاره دارد. به طوری که در ماده ۱۴ این قانون آمده است «هر گاه در اثر حفر و بهره‌برداری از چاه یا قنات جدیداً احداث در اراضی غیر محیاه، آب منابع مجاور نقصان یابد و یا خشک شود به یکی از طرق زیر عمل می‌شود:

الف- در صورتی که که کاهش یا خشک شدن منابع مجاور با کفشکنی و یا حفر چاه دیگری جبران‌پذیر باشد با توافق

طرفین صاحبان چاه جدید باید هزینه حفر چاه و یا کفشکنی را به صاحبان منابع مجاور پرداخت نماید.

ب- در صورتی که کاهش و یا خشک شدن منابع مجاور با حفر چاه و یا کفشکنی جبران‌پذیر نباشد در این صورت با

توافق طرفین مقدار کاهش یافته آب منابع مجاور در قبال شرکت در هزینه بهره‌برداری به تشخیص وزارت نیرو

از چاه یا قنات جدید باید تامین شود. در صورت عدم توافق طرفین طبق بند «ج» این ماده عمل می‌شود.

ج- در صورتی که با تقلیل میزان بهره‌برداری از چاه یا قنات جدید مساله تاثیر سو در منابع مجاور از بین برود در این صورت میزان بهره‌برداری چاه یا قنات جدید باید تا حد از بین رفتن اثر سو در منابع مجاور کاهش یابد. و یا در ماده ۱۷ فصل دوم همین قانون آمده است «اگر کسی مالک چاه یا قنات یا مجرای آبی در ملک غیر باشد تصرف چاه یا قنات یا مجری فقط از نظر مالکیت چاه یا قنات و مجری و برای عملیات مربوط به قنات و چاه و مجری خواهد بود و صاحب ملک می‌تواند در اطراف چاه و قنات و مجری و یا اراضی بین دو چاه تا حریم چاه و مجری هر تصرفی که بخواهد بکند مشروط بر اینکه تصرفات او موجب ضرر صاحب قنات و چاه و مجری نشود». در تبصره ذیل همین ماده قانونی آمده است «تشخیص حریم چاه، قنات و مجری با کارشناسان وزارت نیرو است و در موارد نزاع، محاکم صالحه پس از کسب نظر از کارشناسان مزبور به موضوع رسیدگی خواهند کرد.

در ماده ۱۱ آیین‌نامه اجرایی فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب آمده است: «در مناطق ممنوعه حفر چاه یا قنات به جای چاه و یا قناتی که خشک شده و یا آبدهی آن نقصان فاحش یافته و استفاده کافی از آنها به عمل نمی‌آید و تا سه سال قبل از ممنوعیت منطقه از آن بهره‌برداری می‌شده است با اخذ پروانه مجاز است مشروط به آنکه اولاً از آب چاه یا قنات جدید فقط زمین‌هایی آبیاری شوند که قبلاً از چاه یا قنات قبلی مشروب می‌شده‌اند. ثانیاً در حریم منابع آب متعلق به دیگری نباشد. ثالثاً حفر چاه یا قنات در ملک غیر با اجازه مالک باشد. با حفر این قبیل چاه‌ها یا قنات، چاه یا قنات قبلی فاقد حریم و متروکه اعلام خواهد شد. همچنین در ماده ۱۳ آیین‌نامه اجرایی فصل دوم قانون مذکور آمده است» چاه‌های مجازی که در مناطق ممنوعه مورد بهره‌برداری می‌باشند و یا چاه‌هایی که پروانه حفر آنها صادر شده اگر در موقع حفر یا بهره‌برداری به نحوی دچار نقص فنی شوند که رفع آن ممکن نبوده و یا مقرون به صرفه نباشد سازمان یا شرکت آب منطقه‌ای مربوطه می‌تواند بنا به درخواست متقاضی و تشخیص کارشناس و رعایت حریم منابع آب مجاور اجازه حفر چاه دیگری را به جای چاه غیرقابل استفاده در نزدیک‌ترین محل ممکن به چاه قبلی صادر کند، در این گونه موارد پس از اتمام حفاری چاه جدید، چاه قبلی به هزینه صاحب چاه به وسیله مامورین مربوطه طبق صورت مجلسی که به امضای مامورین و صاحب چاه تنظیم می‌گردد پر خواهد شد.

در ماده ۱۹ آیین‌نامه مذکور نیز تشخیص حریم چاه و قنات و چشمه و مجاری آب و تاثیر متقابل منابع مذکور نسبت به هم در هر مورد را به کارشناسان فنی وزارت نیرو یا سازمان‌ها یا شرکت‌های آب منطقه‌ای واگذار نموده که با توجه به وضعیت منابع آب و شرایط هیدرولوژیک محل و مقدار بهره‌برداری مجاز تعیین و اعلام می‌گردد.

در ماده واحده قانون تعیین تکلیف چاه‌های آب فاقد پروانه بهره‌برداری مصوب ۱۳۸۹ و آیین‌نامه اجرایی آن نیز به بحث حریم اشاره شده است به طوری که در این قانون آمده است: «وزارت نیرو موظف است ضمن اطلاع‌رسانی فراگیر و موثر به ذی‌نفعان طی دو سال تمام پس از ابلاغ این قانون، برای کلیه چاه‌های آب کشاورزی فعال فاقد پروانه واقع در کلیه دشت‌های کشور که قبل از پایان سال ۱۳۵۸ هجری شمسی حفر و توسط وزارت نیرو و دستگاه‌های تابع استانی شناسایی شده باشند و براساس ظرفیت آبی دشت مرتبط و با رعایت حریم چاه‌های مجاز و عدم اضرار به دیگران و عموم مشروط به اجراء آبیاری تحت فشار توسط متقاضی پروانه بهره‌برداری صادر نماید.

در ماده ۳ آیین‌نامه اجرایی قانون مذکور به رعایت حریم منابع آب اطراف توسط کارشناس وزارت نیرو در زمان تعیین محل چاه اشاره شده است. در ماده واحده قانون تعیین تکلیف چاه‌های آب فاقد پروانه بهره‌برداری نیز به حریم اشاره شده است.

بنابراین از مفاهیم مذکور و منطق ماده ۱۳۶ قانون مدنی در می‌یابیم که برای کمال انتفاع از املاک، چاه‌ها، قنوت و انهار و امثال آن، منطقه‌ای ممنوعه وجود دارد که این منطقه همان اراضی اطراف املاک، قنوت و انهار مذکور است که اصطلاحاً به آن حریم اطلاق می‌شود. بی‌شک هر شخصی که در جهت سلب انتفاع از املاک، چاه‌ها، قنوت و انهار به اراضی اطراف آن تعرض نماید، در واقع به حریم آنها تجاوز کرده است و تجاوز به اراضی حریم، آغاز ورود زیان و ضرر به صاحب حق حریم است.

در ماده ۲۹ قانون مدنی به سه نوع حقوق اشخاص نسبت به اموالی که در خارج موجود می‌باشد به شرح زیر اشاره شده است:

- حق مالکیت

طبق ماده ۳۰ قانون مدنی، مالکیت حقی است انحصاری و دائمی که به موجب آن، هر مالکی نسبت به مایملک خود حق همه‌گونه تصرف و انتفاع دارد، مگر در مواردی که قانون منع یا استثناء کرده باشد.

- حق انتفاع

طبق ماده ۴۰ قانون مدنی، حق انتفاع حقی است که به موجب آن شخص می‌تواند از مالی که عین آن ملک دیگری است یا مالک خاصی ندارد استفاده نماید، مثل حق سکونت در ملک اجاره‌ای یا وقفی.

- حق ارتفاق

مطابق ماده ۹۳ قانون مدنی، حق ارتفاق حقی است که یک شخص در ملک دیگری دارد. به عبارت دیگر حق ارتفاق، حق کسی در ملک دیگری برای کمال انتفاع از ملک خود می‌باشد. براساس ماده ۱۰۴ قانون مدنی، حق ارتفاق مستلزم وسایل انتفاع از آن حق نیز خواهد بود. به‌طور مثال اگر کسی حق شرب از چشمه‌ای در ملک غیر دارد، می‌تواند از آن ملک عبور کرده و آب برداشت نماید.

تعیین حریم یک منبع آب در حقیقت ایجاد نوعی اطمینان خاطر برای صاحبان آن و حقی که برای منبع آب آنها ایجاد شده است، می‌باشد. از سوی دیگر هشدار است به افرادی که می‌خواهند منبع جدیدی در مجاورت یک منبع قدیمی آب ایجاد نمایند، آنها را ملزم به رعایت حریم می‌نماید. موضوع رعایت حریم با توجه به افزایش تعداد چاه‌های آب، حساس‌تر شده است. از طرفی در برخی مناطق به حدی تراکم چاه‌ها زیاد شده که بعضاً حتی به منظور تامین آب شرب قادر به حفر چاه نخواهیم بود. درگیری‌هایی که بر سر مساله حریم منابع آب بین بهره‌برداران اتفاق می‌افتد حاکی

از آن است که موضوع حریم جدی است و به واقع باید به آن توجه داشت و رعایت آنرا برای صاحبان منابع آب الزامی دانست. در واقع ضرورت رعایت حریم، اجرای صحیح قانون توزیع عادلانه آب است. رعایت حریم منابع آب دیگران، تنها برای جلوگیری از کاهش و نقصان منابع آب مجاور نیست بلکه به معنی برداشت مجاز و معقول از منابع آب زیرزمینی نیز می‌باشد.

فصل ۳

حریم از دیدگاه‌های مختلف

۳-۱- حریم از دیدگاه حقوقی

حریم از نظر لغوی به پیرامون و گرادگر اطراف ملک گفته می‌شود و از نظر حقوقی یکی از مصادیق حق ارتفاع می‌باشد. حقوقدانان در خصوص حریم مباحث متعددی مطرح کرده‌اند که در اینجا به برخی از این نظرات و دیدگاه‌ها اشاره می‌شود.

در ترمینولوژی حقوق، دکتر محمدجعفر جعفری لنگرودی حریم را چنین تعریف کرده است: «مقداری از اراضی اطراف ملک، قنات، نهر و امثال آن است که برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد. حریم در زمره ملک صاحب حق حریم است و هر گونه تملک و تصرف در آن که با طبیعت حریم منافات داشته باشد، بدون اذن مالک صحیح نیست. حریم ملک تبعی است، یعنی از توابع ملک محسوب شده و مالک می‌تواند از حق خود به صورت بلاعوض یا در قبال دریافت معوض صرف نظر نماید.

دکتر سیدعلی حائری شهاباغ در شرح قانون مدنی در مورد حریم چنین نوشته است: حریم آن مقدار از مساحت‌های مجاور است که برای دوام و بقای رقبه احیا شده در اراضی موات، عرفا و عادتاً ضروری است که تعیین آن برحسب تشخیص عرف و خبره یا کارشناس است. حریم فقط در مورد املاکی باید رعایت شود که موات بوده و احیا شده باشد و در بین املاکی که سابقه مواتی ندارند، حریمی نیست تا مورد استحقاق باشد. چنانچه در خانه‌های ملکی که سابقه مواتی ندارند و متصل به یکدیگرند و در شهرهای کوچک و بزرگ حریمی در کار نیست و هر کسی می‌تواند در خانه خود چاه حفر کند ولو آنکه فاصله بین خانه او و چاه همسایه کم‌تر از فواصل مقرر در ماده ۱۳۷ قانون مدنی باشد، منعی نخواهد داشت.

برخی دیگر از حقوقدانان از جمله منصورالسلطنه در تفسیر ضرورت وجود حریم برای منابع آب‌های زیرزمینی ضمن ارایه یک مثال چنین بیان می‌دارد:

«برای استفاده و انتفاع از یک مال، موجبات و وسایلی لازم است که بدون آن وسیله، انتفاع غیرممکن و یا لاقلاً کامل نمی‌گردد. مثلاً اگر کسی مالک یک حلقه چاه یا قناتی باشد که باید آب آن را برای زراعت زمین استعمال و استفاده کند، وقتی می‌تواند از این چاه و قنات استفاده کند که دارای چرخ و یا تلمبه باشد. ولی صرف داشتن این وسایل، انتفاع او را نمی‌تواند کامل نماید مگر وقتی که در اطراف چاه مقداری زمین کافی وجود داشته تا بتواند وسایل حفر خود را در آن بگذارد یا آبی را که از چاه می‌کشد به آنجا بریزد تا برای زراعت و آبیاری مصرف شود. پس در این صورت آن مقدار زمینی که در اطراف چاه یا قنات یا غیره برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد حریم محسوب شده که متعلق به صاحب چشمه یا قنات بوده و ملک او تلقی می‌شود و هیچ تصرفی از طرف دیگران در آن مجاز نمی‌باشد.

دکتر سیدحسن امامی، شارح قانون مدنی در جلد یک کتاب خود در مورد حریم چنین نوشته است. «حریم کلمه‌ای عربی است و به معنی منع می‌باشد و مقداری از اراضی اطراف ملک، قنات و نهر و امثال آن است که برای کمال انتفاع از آنها و جلوگیری از ضرر، ضرورت دارد و از نظر احترامی که افراد باید به حق حریم بگذارند و نمی‌توانند به آن تجاوز

نمایند «حریم» نامیده می‌شود». وی در ادامه می‌نویسد «در صورتی که کسی به وسیله احیای اراضی موات، باغ، منزل، مزرعه، چاه آب و یا قناتی احداث نماید مقداری از اراضی موات که نزدیک آن است و برای کمال انتفاع لازم است، به خودی خود حریم آن می‌شود».

حریم، مقداری از مساحت اراضی اطراف چاه و چشمه است که دیگری نمی‌تواند در آن احداث چاه یا قنات کند.

دکتر سیدحسین صفایی در جلد یک حقوق مدنی حریم را به شرح زیر تعریف کرده است:

«یکی از حقوق عینی که می‌تواند آن را نوعی حق ارتفاق دانست، حق حریم است. حق حریم، حقی است که مالک زمین، قنات، نهر، چاه و امثال آن برای کمال استفاده از ملک خود نسبت به اراضی مجاور دارد. شناختن حق حریم برای مالک، نسبت به اراضی مجاور برای جلوگیری از تضرر اوست، چه، تصرفات دیگران در اراضی مجاور قنات و چاه و غیر آن ممکن است موجب زیان مالک باشد».

دکتر ناصر کاتوزیان حریم را چنین تعریف کرده است:

«استفاده از غالب املاک، مستلزم این است که زمین اطراف آن به مالکیت دیگری در نیاید یا دست کم تصرفی در آن نشود که انتفاع از مالک را دشوار یا ناممکن سازد، برای مثال، اگر کسی در زمین موات قناتی احداث کند، برای آنکه بتواند از آبی که حیات شده استفاده مطلوب را ببرد باید آن مقدار از زمین حلقه چاه‌ها را که جهت ریختن خاک آنها لازم است، همیشه در اختیار داشته باشد و دیگران نیز نتوانند قنات و چاه دیگری در نزدیکی قنات او حفر کنند. این مقدار از زمین را در اصطلاح «حریم» و حقی را که مالک بر آن دارد، «حق حریم» می‌نامند.

منظور اصلی از شناسایی حریم جلوگیری از تضرر صاحب آن است و تامین این نظر، گاه موجب می‌شود که دیگران از تملک حریم، ممنوع شوند. چنان که احیای زمینی که جهت ریختن خاک اطراف چاه یا گذاردن چرخ و موتور لازم است، با فرض ایجاد حریم منافات دارد و تملک آن صاحب چاه را از انتفاع کامل باز می‌دارد. ولی در غالب موارد، برای تامین انتفاع کامل صاحب حریم و جلوگیری از ضرر او لازم نیست که دیگران به طور کلی از تصرف در آن زمین ممنوع شوند. کافی است از تصرفاتی که مضر به حال اوست خودداری کنند. در این صورت احیا و تملک حریم امکان دارد، ولی مالک جدید نمی‌تواند در آن تصرفی کند که با مقصود از ایجاد حریم منافات داشته باشد.

مبنای شناسایی حریم جلوگیری از ضرر به صاحب ملک، قنات، نهر و چاه است. پس دیگران باید از تصرفاتی که مضر حال او و انتفاع است ممنوع شوند ولی تصرف بدون ضرر، مباح است.

۳-۲- حریم از دیدگاه شرعی

محقق حلی از فقهای بزرگ شیعه در کتاب «شرایع الاسلام، پیرامون مسایل مربوط به حریم و ابعاد مختلف آن با ذکر جزئیات انواع آب‌های مباح و مالکانه، به وجود حریم در منابع آب اظهار نظر کرده است و برای انواع منابع آب حریم‌هایی ذکر نموده است. وی حریم چاه آبی که آب آنرا برای زراعت استفاده می‌کنند شصت ذراع ذکر نموده است. همچنین حریم چشمه و قنات را هزار ذراع در زمین سست و رخوه و پانصد ذراع در زمین سخت و صلب بیان کرده است.

شیخ کلینی یکی دیگر از فقهای شیعه از طریق محمدبن حسن روایت کرده و بیان داشته است «فایده اعتبار این حریم منع غیر است از احداث قنات دیگر در مقدار حریم از سایر انتفاعات بعد از وضع آنچه آن قنات احتیاج دارد. عرفا به خلاف حریم چاه که ممنوع است غیر از سایر انتفاعات، حتی زراعت نمودن و درخت نشانیدن در غیر آن. بنابراین با بررسی به عمل آمده در متون فقه شیعه می‌توان دریافت که:

- فقها در اصل وجود حریم برای منابع آب اتفاق نظر دارند.
- برای چاه‌ها و قنات‌ها که برای آشامیدن و زراعت حفر شده باشند، حریم قائل هستند.
- هرگاه قنات و یا چاه در زمین با ترکیب و بافت رسوبی سنگ‌شناسی به خصوصی باشد، حریم متناسب با وضعیت زمین، متفاوت است و اختلاف بخصوصی در این باره به جز مقدار حریم به طور جدی وجود ندارد.

۳-۳ - حریم از دیدگاه عرفی

به نظر می‌رسد تعاریفی از حریم که به صورت عرف در جامعه رواج پیدا کرده تلفیقی از تعاریف حریم از دیدگاه‌های شرعی و حقوقی و فنی باشد. به عنوان مثال حریم از نظر قانون مدنی عبارت است از «مقداری از اراضی اطراف ملک، قنات، نهر و امثال آن که برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد». در بیان قانون فوق ضمن اشاره به معنی و مفهوم عرفی آن به عنوان شاهد مثال، نام قنات ذکر شده و به طور صریح از نظر این قانون، قنات دارای حریم هستند. یا به عنوان مثالی دیگر: «مقدار حریم در چشمه و قنات در زمین سخت پانصد ذراع و در زمین سست هزار ذراع می‌باشد». تعریف فوق از حریم از دیدگاه شرعی است در حالی که از نظر عرفی در زمین‌های سست یا به اصطلاح آبرفتی حریم چاه بین کشاورزان ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر به صورت عرف جا افتاده است که عمدتاً تلفیقی از تعریف حریم از دیدگاه فقهی، حقوقی و فنی می‌باشد.

از دیدگاه شرعی در جایی مقدار حریم چاه به خاطر آب خوردن احشام چهل ذراع و برای زراعت شصت ذراع ذکر شده است.

در این دیدگاه شرعی تا حدودی به میزان بهره‌برداری از چاه توجه شده است که حریم چاه آب خوردن احشام که حجم کمی از آب برای این منظور استفاده می‌شود را کم‌تر از حریم چاه برای زراعت دانسته است. در حالی که بر طبق ماده ۱۳۷ قانون مدنی حریم چاه برای آب خوردن بیست گز و برای زراعت سی گز است. قانون‌گذار در تبصره ماده ۳۸ قانون آب و نحوه ملی شدن آن و در تبصره ۲ ماده ۲ و تبصره ذیل ماده ۱۷ قانون توزیع عادلانه آب، تشخیص حریم چاه و قنات و مجرا را در هر مورد با وزارت نیرو دانسته است. با توجه به این تبصره به نظر می‌رسد که ماده ۱۳۷ قانون مدنی منسوخ شده است.

به طور کلی با توجه به موارد مذکور، آنچه که از حریم به صورت عرف در جامعه رایج شده است بیش‌تر ریشه در مباحث شرعی و فنی دارد که در حال حاضر با توجه به بحران فعلی آب به ویژه آب زیرزمینی که ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه و خشکسالی‌های پی در پی می‌باشد، دیدگاه‌های قانونی و فنی حریم از نظر کمی بر سایر دیدگاه‌ها غلبه دارد. در حالی که دیدگاه شرعی بیش‌تر حریم کیفی منابع آب را مد نظر قرار داده است.

فصل ۴

حریم چاه‌ها و قنوات در آبخوان‌های

آبرفتی و سازند سخت

۴-۱- کلیات

آنچه که در این بند از دستورالعمل تحت عنوان حریم به آن اشاره خواهد شد بر پایه و متناسب با میزان بهره‌برداری از چاه‌ها و قنات و همچنین انواع چاه‌ها از دیدگاه هدف از حفر آنها تاکید خواهد داشت. به عنوان مثال حریم قناتی که میانگین آبدهی آن ۲۰۰ لیتر در ثانیه باشد بیش از حریم قناتی است که میانگین آبدهی آن ۵۰ لیتر است و یا اینکه میزان حریم یک چاه با میزان بهره‌برداری ۲۵ مترمکعب در شبانه روز از مقدار حریم یک چاه کشاورزی با بهره‌برداری ۳۰ لیتر در ثانیه، به مراتب کم‌تر خواهد بود. از طرف دیگر میزان حریم یک چاه بهره‌برداری با میزان حریم یک چاه مشاهده‌ای که به منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی چه در آبخوان آبرفتی و چه در سازند سخت حفر شده، فرق خواهد داشت و یا حریم یک چاه اکتشافی که به منظور تعیین ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان حفر می‌شود و پس از آزمایش پمپاژ و دستیابی به ضرایب مذکور، از بین خواهد رفت مگر اینکه به عنوان یک چاه بهره‌برداری از آن استفاده شود که در این صورت باید میزان حریم آن را با توجه به میزان بهره‌برداری از آن و از منابع آب مجاور تعیین نمود.

۴-۲- تعریف حریم چاه

حریم چاه مطابق تعریف عبارت از آن مقدار از اراضی پیرامون و گرداگرد چاه است که برای کمال انتفاع از آن لازم است. به نظر می‌رسد تعریف مذکور، حریم را از دیدگاه کمی و کیفی مد نظر قرار داده است.

بر طبق ماده ۱۳۷ قانون مدنی حریم چاه برای آب خوردن بیست گز و برای زراعت سی گز است. قانون‌گذار در تبصره ذیل ماده ۳۸ قانون آب و نحوه ملی شدن آن، تشخیص حریم چاه و قنات و مجرا را در هر مورد با وزارت نیرو دانسته است. با توجه به این تبصره به نظر می‌رسد که ماده ۱۳۷ قانون مدنی منسوخ شده است. اگر ماده مذکور را منسوخ ندانیم می‌توان چنین استنباط کرد که اگر مقادیر مذکور در ماده یاد شده برای جلوگیری از ضرر کافی نباشد به اندازه‌ای که برای رفع ضرر کافی باشد به آن افزوده می‌شود. به بیان دیگر چنانچه مقدار حریم تعیین شده ضرر را از چاه مرتفع ننماید، بایستی بر مقدار آن افزوده تا ضرر از بین رود. بدون شک برای چاه‌های عمیق کشاورزی مقدار حریم که در ماده قانونی یاد شده سی گز اعلام گردیده، محدود نمی‌شود و حریم واقعی مقداری است که کارشناسان وزارت نیرو تشخیص دهند، خواهد بود و در موارد نزاع، محاکم صالحه پس از کسب نظر از کارشناسان مزبور به موضوع رسیدگی خواهند کرد.

در قوانین مرتبط با آب حتی برای چاه‌هایی که از آب آنها برای مصارف خانگی و شرب و بهداشتی و باغچه استفاده می‌شود و آبدهی آنها حداکثر ۲۵ مترمکعب در شبانه روز می‌باشد چنانچه حفر این گونه چاه‌ها موجب کاهش یا خشکانیدن آب چاه و یا قنات مجاز و یا چشمه مجاور گردد، مرجع حل اختلاف را وزارت نیرو دانسته و در صورتی که طرفین به توافق نرسند، معترض می‌تواند از طریق رجوع به محاکم ذیصلاح، استیفای حق نماید. به عنوان مثال می‌توان به ماده پنج فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب و ماده ۱۴ آیین‌نامه اجرایی قانون مذکور اشاره نمود.

به‌طور کلی حریم چاه‌ها در آبخوان‌های آبرفتی و سازند سخت (به‌ویژه سازندهای کارستی) به علت تفاوت‌های فاحش هیدروژئولوژیکی حاکم بر این‌گونه آبخوان‌ها با یکدیگر متفاوت است. به عنوان مثال چنانچه دو حلقه چاه یکی در آبخوان آبرفتی و دیگری در آبخوان کارستی حفر شده باشد و هر دو با آبدهی یکسان مورد بهره‌برداری قرار بگیرند، حریم کمی آنها برابر نخواهد بود و بستگی به مولفه‌های هیدروژئولوژیکی حاکم بر آنها از قبیل قابلیت هدایت هیدرولیکی، قابلیت انتقال، ضریب ذخیره و تخلخل و... دارد.

۴-۳- تعریف حریم قنات

معمولاً از نظر فنی به فاصله معینی از طرفین خط فرضی در سطح زمین (محور مجرای قنات) که میله چاه‌ها را به هم وصل می‌کند حریم قنات گویند. این فاصله بین محور مجرای قنات تا نقطه‌ای است که تاثیر زهکشی قنات بر سطح آب زیرزمینی ناچیز و قابل صرف‌نظر باشد که مقدار آن در قنات‌های مختلف یکسان نیست و به عوامل متعددی نظیر خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوانی که قنات در آن حفر شده بستگی دارد. حریم یک قنات با نزدیک شدن به مادر چاه افزایش می‌یابد.

تعریف بالا مختص قنات‌های دایر می‌باشد. در مورد قنات‌های بایر یا متروک قانون‌گذار در ماده ۱۶ فصل دوم قانون توزیع عادلانه چنبن آورده است:

وزارت نیرو می‌تواند قنات یا چاهی که به نظر کارشناسان این وزارتخانه بایر یا متروک مانده و یا به علت نقصان فاحش آب عملاً مسلوب‌المنفعه باشد، در صورت ضرورت اجتماعی به مالک یا مالکین، احیا آنها را تکلیف نماید و در صورت عدم اقدام مالک یا مالکین تا یک سال پس از اعلام، وزارت نیرو می‌تواند راساً آنها را احیا نموده و هزینه صرف شده را در صورت عدم پرداخت مالک یا مالکین از طریق فروش آب وصول نماید. همچنین می‌تواند اجازه حفر چاه یا قنات در حریم چاه یا قنات فوق‌الذکر صادر نماید.

بنابراین براساس ماده قانونی مذکور چنانچه صاحبان قناتی که بایر یا متروک مانده پس از یک سال از اعلام وزارت نیرو اقدامی جهت احیای قنات خود ننمایند، قنات‌های مذکور فاقد حریم می‌شوند.

در ماده ۱۰ آیین‌نامه اجرایی فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب اشاره شده که «در مناطق ممنوعه ادامه پیشکار قنات یا کفشکنی چاه‌هایی که تا سه سال قبل از ممنوعیت منطقه آبده بود و سپس آبدهی آنها نقصان فاحش یافته یا متروکه و مسلوب‌المنفعه شده‌اند به منظور تامین آب سابق با اخذ پروانه مجاز است.

و در ماده ۱۱ آیین‌نامه مذکور نیز آمده است «در مناطق ممنوعه حفر چاه یا قنات به جای چاه و یا قناتی که خشک شده و یا آبدهی آن نقصان فاحش یافته و استفاده کافی از آنها به عمل نمی‌آید و تا سه سال قبل از ممنوعیت منطقه از آن بهره‌برداری می‌شده است با اخذ پروانه مجاز است مشروط به آنکه اولاً از آب چاه یا قنات جدید فقط زمین‌هایی آبیاری شوند که قبلاً از چاه یا قنات قبلی مشروب می‌شده‌اند، ثانیاً در حریم منابع آب متعلق به دیگری نباشند و ثالثاً حفر چاه یا قنات در ملک غیر با اجازه مالک باشد. با حفر این قبیل چاه‌ها یا قنات چاه یا قنات قبلی فاقد حریم و

متروکه اعلام خواهد شد. اعمال مقررات این ماده مشروط به آن است که صاحبان چاه یا قنات حداکثر پنج سال پس از خشک شدن و یا نقصان فاحش آب برای استفاده از مقررات این ماده به ادارات مربوطه مراجعه نماید. پس از انقضاء مدت مذکور در این مورد تقاضایی قبول نمی‌شود.

ضمناً در ماده ۱۷ فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب چنین آمده است «اگر کسی مالک چاه یا قنات یا مجرای آبی در ملک غیر باشد تصرف چاه یا قنات یا مجری فقط از نظر مالکیت چاه یا قنات و مجری و برای عملیات مربوط به قنات و چاه و مجری خواهد بود و صاحب ملک می‌تواند در اطراف چاه و قنات و مجری و یا اراضی بین دو چاه تا حریم چاه و مجری هر تصرفی که بخواهد بکند مشروط بر اینکه تصرفات او موجب ضرر صاحب قنات و چاه و مجری نشود.» و در تبصره ذیل آن آمده است «تشخیص حریم چاه و قنات و مجری با کارشناسان وزارت نیرو است و در موارد نزاع، محاکم صالحه پس از کسب نظر از کارشناسان مزبور به موضوع رسیدگی خواهند کرد. موارد یاد شده در خصوص حریم قنات از دیدگاه قانونی است. لیکن با توجه به تبصره ذیل ماده ۱۷ فصل دوم قانون توزیع عادلانه آب، تعیین میزان حریم قنات که به کارشناسان وزارت نیرو واگذار شده حاکمی از آن است که هدف قانون‌گذار از طرح موضوع به صورت فوق، تعیین حریم فنی توسط کارشناسان وزارت نیرو بوده است.

در تعیین حریم فنی قنات باید ضمن در نظر گرفتن میزان آبدهی آن، خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوانی که در آن قنات حفر شده شامل قابلیت هدایت هیدرولیکی، قابلیت انتقال و تخلخل و ... مد نظر قرار گیرد.

فصل ۵

حریم کمی چاه و قنات

۵-۱- کلیات

در قوانین مدون ایران، اولین بار در سال ۱۳۰۷ در ماده ۱۳۶ قانون مدنی، حریم به عنوان مقداری از اراضی اطراف ملک و قنات و نهر و امثال آن گفته می‌شود که برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد. به عبارت دیگر این ماده قانونی حق تقدم صاحب ملک یا منبع آب را مد نظر قرار می‌دهد و فعالیت‌های بعدی افراد دیگر در محدوده تعریف شده نباید با منافع صاحب ملک یا منبع آب در تعارض باشد و حقوق وی کاملاً محفوظ بماند. در واقع این ماده قانونی بر رعایت حق تقدم استفاده‌کننده پیشین از استفاده‌کنندگان بعدی تاکید دارد. از طرف دیگر در ماده ۱۴ قانون توزیع عادلانه آب مصوب سال ۱۳۶۱ همین موضوع تاکید شده به طوری که در بند «ج» ماده قانونی مذکور در خصوص رفع اثرات ناشی از ضرر چاه جدید به قنات و چاه قدیمی چنین آورده شده:

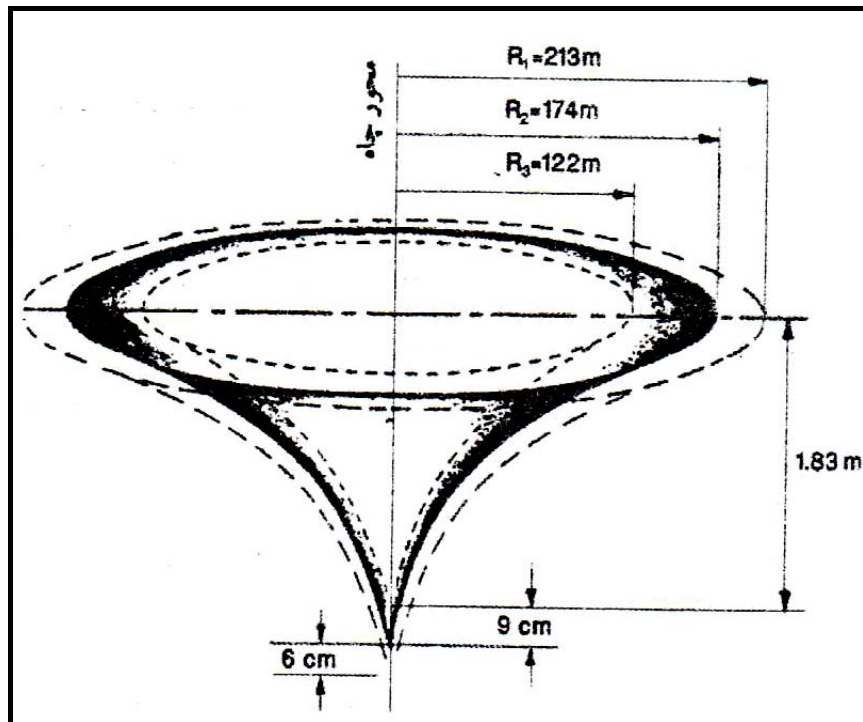
«در صورتی که با تقلیل میزان بهره‌برداری از چاه یا قنات جدید مساله تاثیر سو در منابع مجاور از بین برود، در این صورت میزان بهره‌برداری چاه یا قنات باید تا حد از بین رفتن اثر سو در منابع مجاور کاهش یابد»
نظر به این که در فصل ۲ دستورالعمل، حریم از دیدگاه‌های مختلف (عرفی، شرعی و حقوقی) تعریف گردیده، بنابراین در این بند به تعریف علمی و فنی حریم کمی چاه و قنات پرداخته می‌شود.

۵-۲- تعریف حریم کمی چاه

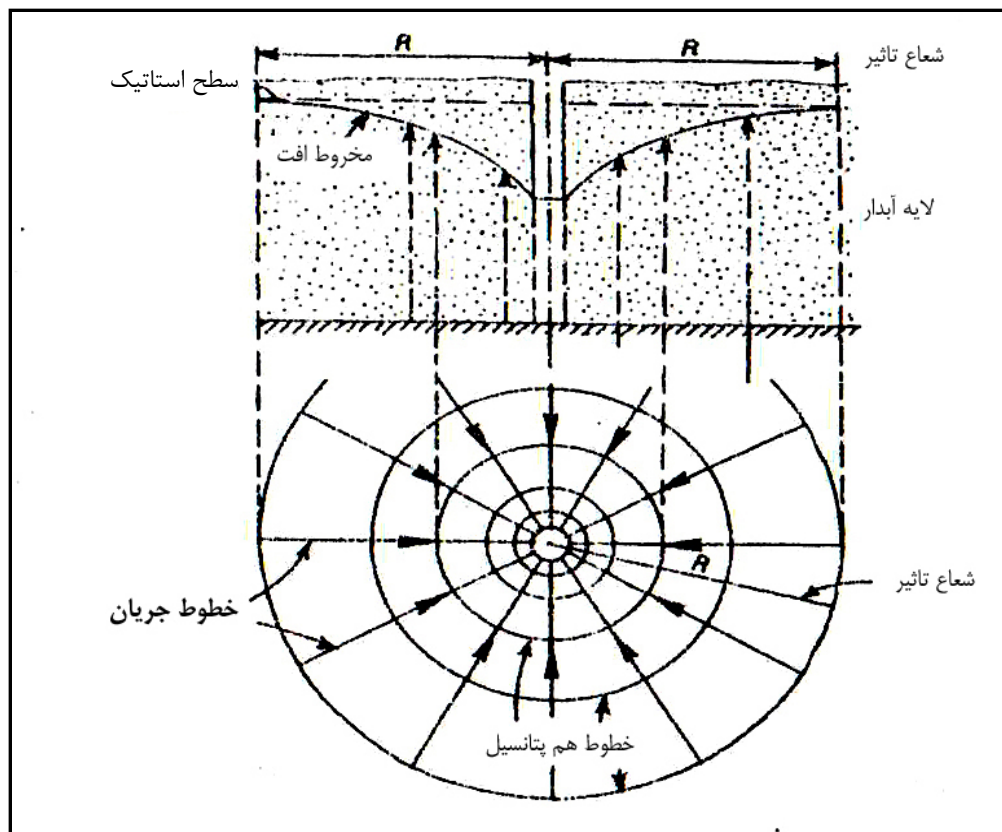
حریم کمی چاه آن مقدار از اراضی پیرامون چاه می‌باشد که چنانچه با آبدهی مجاز قید شده در پروانه بهره‌برداری، از چاه پمپاژ شود، با حد نهایی مخروط افت در چاه منطبق باشد. به عبارتی دیگر می‌توان گفت حریم کمی چاه ارتباط مستقیم با میزان بهره‌برداری از آن دارد.

شکل مخروط افت در آبخوان‌های همگن و همسان مشروط به عدم قرار گرفتن مرزهای ناتراوا در حریم چاه متقارن می‌باشد. در آبخوان‌های کارستی به دلیل ناهمگنی و ناهمسانی شدید توده سنگ تشکیل‌دهنده آبخوان، مخروط افت به معنای واقعی وجود ندارد و بنابراین شعاع تاثیر (حریم) در این گونه آبخوان‌ها در اطراف چاه یکسان نمی‌باشد. در آبخوان‌های درز و شکافدار غیر کارستی مشروط به یکسان بودن میزان و پراکنش درزه‌ها در توده سنگ اطراف چاه، مخروط افت می‌تواند حالتی متقارن به خود بگیرد.

شعاع تاثیر چاهایی که در مجاورت مرزهای ناتراوا و یا مرزهای تراواتر از مواد تشکیل‌دهنده آبخوانی که چاه در آن حفر شده متفاوت می‌باشد و بنابراین حریم آنها در جهات مختلف، متفاوت و مخروط افت آنها نیز نامتقارن خواهد بود. شکل و نحوه گسترش مخروط افت از طریق اندازه‌گیری سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای حفر شده در اطراف چاه تعیین می‌شود که براین اساس می‌توان حریم چاه را محاسبه نمود. شکل ۵-۱ تغییرات شعاع و عمق مخروط افت در فواصل زمانی یکسان و شکل ۵-۲ مخروط افت در اطراف یک چاه در حال پمپاژ در آبخوان آزاد را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱- تغییرات شعاع و عمق مخروط افت در فواصل زمانی یکسان

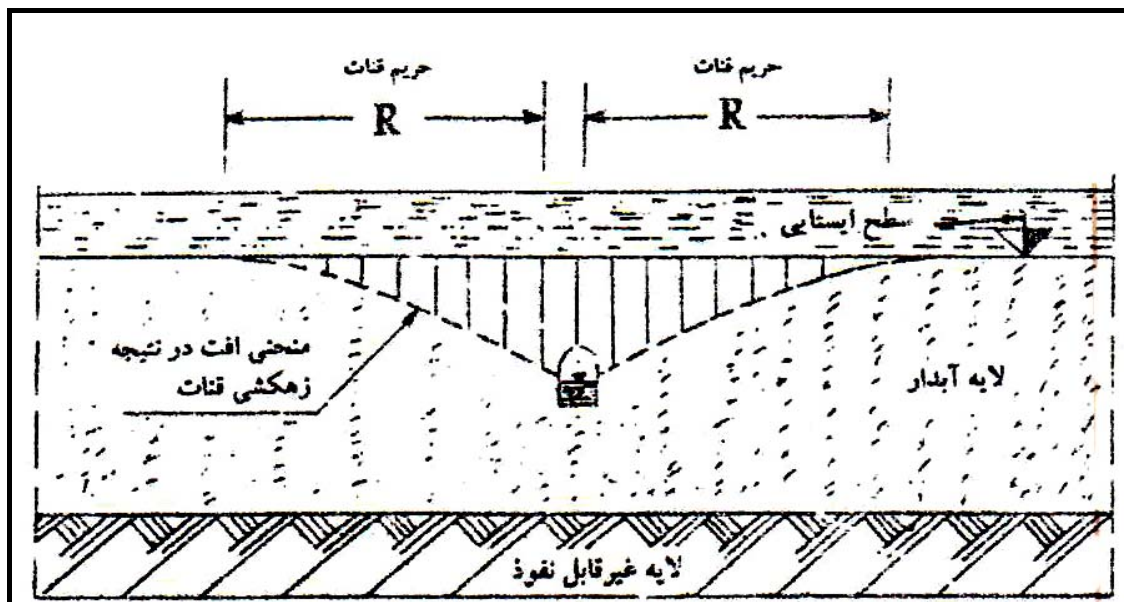


شکل ۵-۲- مخروط افت در اطراف یک چاه در حال پمپاژ در آبخوان آزاد

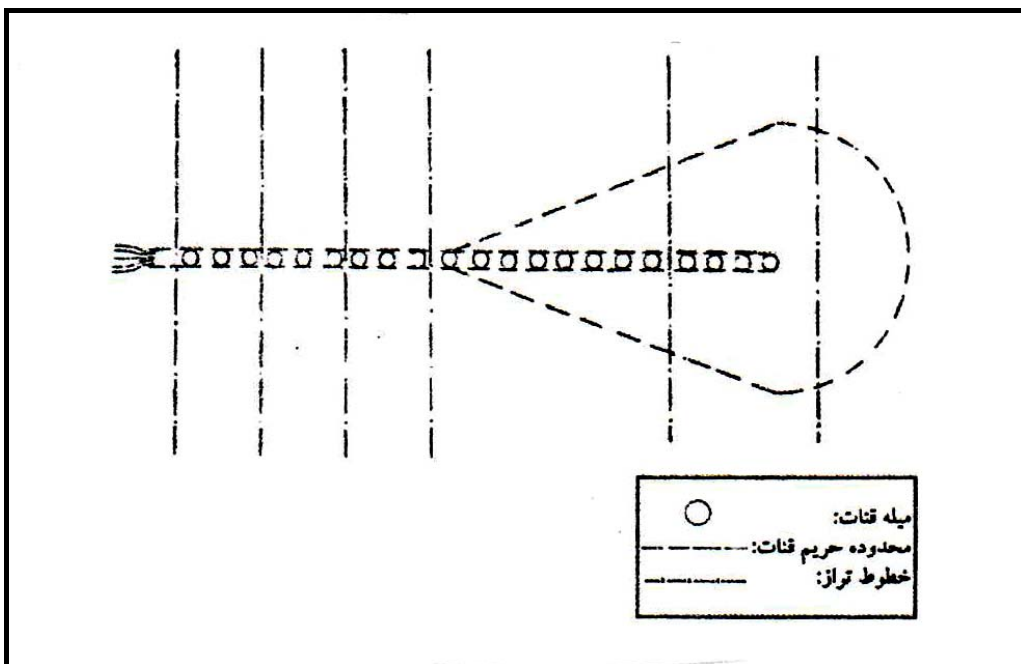
۳-۵- تعریف حریم کمی قنات

به فاصله معینی از طرفین خط فرضی در سطح زمین (محور کوره قنات) که میله‌ها را به هم وصل می‌کند حریم قنات گویند یا به عبارت دیگر حریم قنات برابر با شعاع تاثیر مادر چاه و میله‌های آبگون قنات می‌باشد. شعاع تاثیر عبارت است از فاصله محور کوره قنات تا نقطه‌ای که اثر بهره‌برداری از قنات بر سطح آب زیرزمینی در آن نقطه ناچیز و یا قابل صرف نظر کردن باشد. میزان حریم در قنات‌های مختلف یکسان نیست و به عوامل متعددی نظیر خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوانی که قنات در آن حفر شده، بستگی دارد. حریم قنات با نزدیک شدن به مادر چاه افزایش می‌یابد و در نزدیکی میله چاه‌های آبگون به حداقل می‌رسد.

شکل (۳-۵) برش عرضی حریم قنات و شکل (۴-۵) شماتیک حریم مادر چاه و بخش آبگون قنات را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵- برش عرضی حریم قنات



شکل ۵-۴- شماتیک حریم مادر چاه و بخش آبگون قنات

فصل ۶

عوامل موثر در تعیین حریم چاه و

قنات

عوامل متعددی در تعیین حریم چاه و قنات موثر می‌باشند که در این دستوالعمل سعی شده به مهم‌ترین این عوامل اشاره می‌شود.

۶-۱- ویژگی‌های هیدرودینامیکی آبخوان

مهم‌ترین عوامل موثر در تعیین حریم منابع آب زیرزمینی (چاه و قنات) مولفه‌های هیدرودینامیکی آبخوانی است که این منابع در آن قرار دارند.

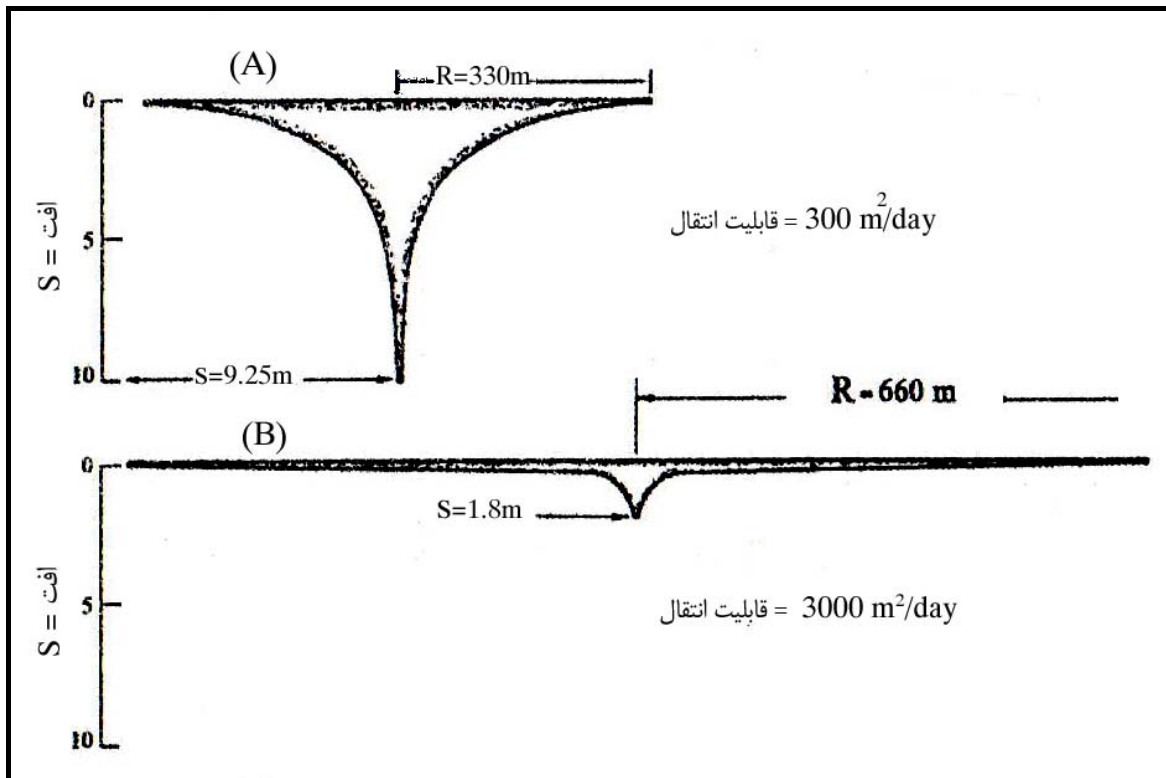
سه مولفه مهم هیدرودینامیکی شامل هدایت هیدرولیکی، قابلیت انتقال و ضریب ذخیره در تعیین حریم منابع آب زیرزمینی نقش مهمی دارند. در مبحث کلید واژه‌ها این سه مولفه تعریف شده است و بنابراین از معرفی دوباره آنها خودداری و در این بند صرفاً به رابطه آنها با میزان حریم اشاره می‌شود. لازم به ذکر است که در اکثر فرمول‌های محاسباتی تعیین حریم از این مولفه‌ها استفاده می‌شود.

۶-۱-۱- هدایت هیدرولیکی آبخوان

هدایت هیدرولیکی که به میزان تخلخل مفید، شکل و اندازه دانه‌های تشکیل‌دهنده آبخوان و خصوصیات سیال نظیر چگالی و ویسکوزیته بستگی دارد، رابطه مستقیم با میزان حریم داشته به عبارتی هر چه میزان این مولفه در آبخوان بیش‌تر، حریم بیش‌تر و برعکس می‌باشد.

۶-۱-۲- قابلیت انتقال آبخوان

قابلیت انتقال آبخوان که از حاصل ضریب هدایت هیدرولیکی در ضخامت آبخوان به دست می‌آید رابطه مستقیم با دو مولفه مذکور داشته و بنابراین رابطه مستقیم با حریم چاه و قنات دارد. بنابراین هر چه میزان این مولفه بیش‌تر باشد، رشد عمودی مخروط افت کم‌تر و برعکس گسترش مخروط افت در جهت افقی بیش‌تر و به تبع آن حریم چاه بیش‌تر می‌شود. برای درک بیش‌تر این موضوع شکل ۶-۱ را که نحوه گسترش مخروط افت در دو آبخوان با قابلیت انتقال متفاوت را نشان می‌دهد، ملاحظه نمایید. همچنانکه در شکل مشاهده می‌شود چاهی که قابلیت انتقال آبخوان آن ۳۰۰۰ مترمربع در روز است دارای شعاع تاثیر یا حریم ۶۶۰ متر بوده، در حالی که حریم چاهی که قابلیت انتقال آبخوان آن ۳۰۰ مترمربع در روز است، کم‌تر (۳۳۰ متر) است.



شکل ۱-۶- نحوه گسترش مخروط افت در آبخوان با قابلیت انتقال متفاوت

۱-۶-۳- ضریب ذخیره آبخوان

برعکس دو مولفه قبلی، ضریب ذخیره با میزان حریم چاه رابطه معکوس دارد. بدین معنا که در آبخوان‌های با ضریب ذخیره زیاد که ناشی از تخلخل مفید بالای آبخوان می‌باشد، گسترش مخروط در دو جهت افقی و هم قائم، محدود می‌شود و بنابراین شعاع مخروط افت که همان حریم چاه می‌باشد، کم می‌شود.

این مولفه در آبخوان‌های آزاد معادل آبدهی ویژه آبخوان می‌باشد اما در آبخوان‌های تحت فشار قابلیت فشردگی کم مواد تشکیل دهنده آبخوان، این مولفه ناچیز بوده و از طریق رابطه (۱-۶) زیر محاسبه می‌گردد:

$$S_c = \gamma_w \cdot b(a + n\beta) \quad (1-6)$$

که:

$$S_c = \text{ضریب ذخیره}$$

$$n = \text{میزان تخلخل مواد تشکیل دهنده آبخوان}$$

$$b = \text{ضخامت آبخوان}$$

$$\gamma_w = \text{وزن مخصوص آب}$$

$$a = \text{عکس مدول الاستیته آب (} K_w \text{)}$$

$$\beta = \text{عکس مدول الاستیته مواد تشکیل دهنده آبخوان (} E_s \text{)}$$

مدول الاستیسیته آب (K_w) حدوداً برابر 15×10^9 نیوتن بر مترمربع و مدول الاستیسیته شن ریز ۱۰۰ تا ۲۰۰ نیوتن بر مترمربع می‌باشد.

بنابراین در فرمول بالا ملاحظه می‌شود که مقادیر a و β بسیار کوچک می‌باشد که باعث کم شدن میزان ضریب ذخیره در آبخوان‌های تحت فشار می‌شود.

۶-۱-۴- تخلخل موثر

حجم فضاهای خالی مرتبط به هم به حجم واحد مواد تشکیل دهنده آبخوان را تخلخل موثر می‌نامند و با علامت اختصاری « m_e » نمایش داده می‌شود. با توجه به اینکه این مولفه رابطه مستقیم با ضریب ذخیره دارد، بنابراین همانند ضریب ذخیره با میزان حریم چاه رابطه عکس دارد.

۶-۲- آبدهی چاه

میزان آب پمپاژی از چاه همواره یکی از مولفه‌های مهم و تاثیرگذار به صورت مستقیم در میزان حریم چاه می‌باشد. با افزایش دبی چاه، گسترش مخروط افت بیشتر شده و همین موضوع سبب افزایش شعاع تاثیر و یا حریم چاه می‌گردد. بنابراین شعاع تاثیر و یا حریم چاه برای آبدهی‌های متفاوت، متغیر است.

۶-۳- مدت زمان پمپاژ

در برخی از چاه‌ها زمان لازم برای ایجاد مخروط افت ثابت یا به عبارتی زمان لازم برای رسیدن سطح آب زیرزمینی به حالت ثابت (زمانی که دیگر افت سطح آب زیرزمینی در چاه وجود نداشته باشد) طولانی است که با گذشت زمان دامنه مخروط افت نیز بیشتر تر و نهایتاً شعاع تاثیر و یا حریم چاه بیشتر می‌شود. بنابراین می‌توان گفت هر چه مدت زمان پمپاژ چاه بیشتر باشد، حریم چاه بیشتر خواهد شد. مشروط به اینکه سطح آب زیرزمینی در چاه به حالت ثابت نرسد.

فصل ۷

روش‌ها و مدل‌های محاسباتی حریم

چاه و قنات در انواع آبخوان‌ها

۷-۱- کلیات

برای تعیین حریم چاه و قنات از روش‌ها و فرمول‌های محاسباتی مختلفی استفاده می‌شود. متداول‌ترین و ساده‌ترین آنها، روش‌ها و یا فرمول‌های تجربی است که طی سالیان دراز از طریق تجارب کارشناسی حاصل شده است. در خصوص قنات ذکر این نکته لازم است که با توجه به قدمت استفاده از قنات در کشور ما از همان زمان‌های دور افرادی که در حفر قنات فعال بوده‌اند به مرور خبره شده و نهایتاً لقب استادکار قنات گرفته‌اند. این خبرگان قنات در چند مورد خاص که مرتبط با حریم قنات می‌باشند همگی بر این باورند که حریم قنات در اطراف مادر چاه نسبت به دیگر نواحی پیرامون چاه باید بیش‌تر باشد و این حریم بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر طی سال‌ها کار و تجربه بسته به بافت خاک منطقه، توسط آنها تعریف شده است. با ورود تکنولوژی حفر چاه به کشور به‌ویژه از دهه ۴۰ به بعد و هجوم بی‌سابقه به سفره‌های آب زیرزمینی از دهه ۶۰ به علت رشد جمعیت و افزایش نیاز به آب زیرزمینی، به تدریج سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های کشور با افت بیش‌تری مواجه شده که با توأم شدن با خشکسالی‌ها، تعداد زیادی از قنات کم آب و یا خشک شدند که همین موضوع روز بروز باعث افزایش تعداد چاه‌های آب گردید به طوری که در حال حاضر بیش از ۷۰۰ هزار حلقه چاه آب در سطح کشور حفر و تجهیز شده است که نقش آنها در کاهش سطح آب زیرزمینی و پی‌آمدهای ناشی از آن بر کشتی پوشیده نیست.

با توجه به حساسیت موضوع لازم است در تعیین حریم کمی چاه‌ها و قنات دقت بیش‌تری شود تا از ورود صدمات و لطمات بیش‌تر به آبخوان‌های کشور جلوگیری گردد.

۷-۲- روش‌ها و فرمول‌های تجربی تعیین حریم چاه

تعدادی از روش‌ها و فرمول‌های تجربی که توسط محققین در تعیین حریم چاه‌ها و قنات ارائه شده، بیان می‌گردد هر چند که در کاربرد برخی از آنها بایستی با احتیاط عمل نمود.

۷-۲-۱- استفاده از فرمول زیشارد^۱

زیشارد رابطه (۷-۱) را برای محاسبه حریم چاه ارائه داده است.

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad (7-1)$$

R= شعاع تاثیر چاه بر حسب متر

S= افت سطح آب در زمان پمپاژ در داخل چاه بر حسب متر

K= قابلیت هدایت هیدرولیکی آبخوان بر حسب متر بر ثانیه

مقدار S (افت) از کسر نمودن عمق سطح آب زیرزمینی در زمان شروع پمپاژ و عمق سطح آب زیرزمینی در پایان پمپاژ به دست می‌آید که با استفاده از عمق یاب قابل اندازه‌گیری است.

عمق سطح ایستابی - عمق سطح دینامیک = عمق سطح آب زیرزمینی قبل از پمپاژ - عمق سطح آب زیرزمینی در

پایان پمپاژ = S

- دامنه کاربرد فرمول زیشارد

هرچند این فرمول یکی از ساده‌ترین روش‌های تعیین حریم چاه می‌باشد و در حال حاضر توسط تعداد زیادی از کارشناسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما به دلیل اینکه میزان آبدهی (Q) چاه در آن دخالت داده نشده است اغلب در زمان محاسبه حریم، کارشناسان را دچار خطا می‌کند. ضمناً عدم وجود اطلاعات دقیق از میزان هدایت هیدرولیکی (K) در گستره اکثر آبخوان‌های کشور، محدودیت استفاده از این فرمول را افزایش می‌دهد.

۷-۲-۲- استفاده از فرمول کمفورت^۱

$$R = 550\sqrt[4]{H.K.I} \quad (۲-۷)$$

در این فرمول:

H = ضخامت آبخوان بر حسب متر

K = قابلیت هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه

I = گرادیان هیدرولیکی

R = حریم چاه بر حسب متر

- دامنه کاربرد

عدم اطلاع دقیق از مقدار K در آبخوان‌های کشور و عدم دسترسی آسان به میزان گرادیان هیدرولیکی آب زیرزمینی و از طرف دیگر مد نظر قرار ندادن آبدهی چاه (Q) در محاسبات، محدودیت استفاده از این فرمول را دو چندان می‌نماید.

۷-۲-۳- استفاده از فرمول شولتز^۲

$$R = \sqrt{\frac{6H.K.t}{m_e}} \quad (۳-۷)$$

در این فرمول:

M_e = تخلخل موثر یا مفید آبخوان

1- H.Combefort

2- Schultz

t = مدت زمان پمپاژ برحسب ثانیه

H = ضخامت بخش اشباع آبخوان برحسب متر

K = قابلیت هدایت هیدرولیکی برحسب متر در ثانیه

R = حریم چاه برحسب متر

۷-۲-۴- استفاده از فرمول کوساکین^۱

$$R = 47 \sqrt{\frac{6H.K.t}{m_e}} \quad (۴-۷)$$

که در واقع همان پارامترهای فرمول شولتز می‌باشد.

۷-۲-۵- استفاده از فرمول شنیبلی^۲

$$R = 1.5\sqrt{a.t} \quad (۵-۷)$$

t = مدت زمان آزمایش پمپاژ برحسب ثانیه

$a = \frac{K.H}{m_e}$ و H = ضخامت بخش اشباع آبخوان برحسب متر

- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد فرمول‌های شولتز و کوساکین و شنیبلی یکی می‌باشد. اما به دلیل عدم دسترسی دقیق به میزان قابلیت هدایت هیدرولیکی و از همه مهم‌تر عدم وجود اطلاعات دقیق از میزان تخلخل موثر یا مفید در آبخوان‌های کشور، استفاده از سه فرمول مذکور با محدودیت همراه است.

۷-۲-۶- استفاده از فرمول کوزنی^۳

$$R = \sqrt{\frac{12t}{m_e}} \sqrt{\frac{Q.K}{\pi}} \quad (۶-۷)$$

در این فرمول

t = مدت زمان پمپاژ برحسب ساعت

Q = آبدهی چاه برحسب مترمکعب در ساعت

K = قابلیت هدایت هیدرولیکی برحسب متر در ساعت

1- I.P.Koussakine

2- G.Schneebeli

3- Kozoni

$$M_e = \text{تخلخل موثر یا مفید آبخوان}$$

- دامنه کاربرد

هر چند دسترسی دقیق به میزان تخلخل مفید و قابلیت هدایت هیدرولیکی آبخوان مشکل است اما کاربرد این فرمول به دلیل دخالت دادن میزان آبدهی (Q) و دقت نسبتاً زیاد در تعیین حریم چاه، بیش‌تر از سایر فرمول‌های تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۲-۷- استفاده از روش بوگومولوف^۱

بوگومولوف دانشمند روسی با در نظر گرفتن قابلیت هدایت هیدرولیکی آبخوان و میزان آبدهی چاه و افت حدود ۵ تا ۶ متر در آبخوان در زمان پمپاژ چاه، براساس جنس و اندازه مواد تشکیل‌دهنده آبخوان به صورت تجربی شعاع تاثیر یا حریم چاه را به دست آورده است. جدول (۷-۱) را ملاحظه نمایید.

جدول ۷-۱- تغییرات حریم چاه براساس جنس و اندازه مواد تشکیل‌دهنده آبخوان

حریم چاه (متر)	آبدهی چاه (مترمکعب در ساعت)	قابلیت هدایت هیدرولیکی (متر در روز)	اندازه دانه‌بندی غالب (میلی‌متر)	جنس مواد تشکیل‌دهنده آبخوان
۶۵	۰/۱ تا ۰/۳	۱ تا ۰/۵	۰/۰۱ تا ۰/۰۵	ماسه رسی
۶۵	۰/۲ تا ۰/۴	۱/۵ تا ۵	۰/۰۱ تا ۰/۰۵	ماسه نرم
۷۵	۰/۵ تا ۰/۸	۱۰ تا ۱۵	۰/۱ تا ۰/۲۵	ماسه رسی با ذرات ریز
۷۵	۰/۸ تا ۱/۷	۲۰ تا ۲۵	۰/۱ تا ۰/۲۵	ماسه ریزدانه
۱۰۰	۰/۶ تا ۱	۲۰ تا ۲۵	۰/۲۵ تا ۰/۵	ماسه همراه با دانه‌های متوسط
۱۰۰	۲۰ تا ۲۵	۳۵ تا ۴۰	۰/۵ تا ۱	ماسه رسی همراه با دانه‌های درشت
۱۲۵	۴۰ تا ۵۰	۶۰ تا ۷۵	۰/۵ تا ۱	ماسه دانه درشت
۱۵۰	۷۵ تا ۱۰۰	۱۰۰ تا ۱۲۵	-	شن

- دامنه کاربرد

با توجه به اینکه میزان افت در چاه حدود ۵ تا ۶ متر در نظر گرفته و عملاً این موضوع به ندرت اتفاق می‌افتد ممکن است کم‌تر یا زیادتر باشد و از طرفی امکان داشتن یک آبخوان یکنواخت (کاملاً همگن و همسان) وجود ندارد، بنابراین این روش کاملاً محدودیت دارد و در شرایطی که هیچ‌گونه اطلاعات بیش‌تری از آبخوان نداریم، محتاطانه و به صورت محدود از آن استفاده شود.

۷-۳- استفاده از معادلات جریان آب زیرزمینی

برای محاسبه آبدهی چاه و تعیین حریم آن در شرایط ماندگار یا پایدار^۱ و غیرماندگار یا غیرپایدار^۲، بایستی از معادلات جریان آب زیرزمینی که بر پایه قانون داریسی استوار است، استفاده نمود. در هر یک از حالت‌هایی ماندگار و غیرماندگار، شرایط حاکم بر جریان آب زیرزمینی متفاوت می‌باشد و بنابراین معادلات جریان در دو حالت مذکور برای آبخوان‌های آزاد و تحت فشار نیز متفاوت است.

به طور کلی در استفاده از معادلات جریان آب زیرزمینی به منظور دستیابی به حریم چاه فرضیات زیر بایستی مد نظر قرار بگیرد.

- چاه به طور کامل حفر شود به عبارتی چاه تمامی ضخامت آبخوان را در بر بگیرد و لوله جدار آن در کل ضخامت آبخوان مشبک شده باشد.
- آبخوان همگن و همسان باشد.
- راندمان چاه صد در صد باشد بدین معنا که افت ناشی از دیواره چاه ناچیز باشد.
- جریان آب زیرزمینی به سمت چاه شعاعی باشد.
- جریان آب خروجی از چاه ثابت باشد. (دبی چاه تغییر نکند)
- آبخوان در امتداد افقی نامحدود است.
- آب از ذخیره آبخوان و بر اثر افت سطح ایستابی یا سطح پیزومتري آزاد می‌شود و به عبارتی جریان دیگری مثل نفوذ آب پمپاژی و یا جریان تغذیه ای دیگر به چاه وارد نشود.

۷-۳-۱- تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار

در این شرایط با ادامه پمپاژ از چاه، سطح آب زیرزمینی در چاه ثابت می‌ماند و بنابراین بردار سرعت جریان آب زیرزمینی صرفاً تابع مختصات مکانی است و تابع زمان نمی‌باشد.

به علت اینکه شرایط حاکم بر چاه‌های آب در آبخوان‌های آزاد و تحت فشار با یکدیگر متفاوت است. بنابراین حریم چاه‌ها برای هر دو آبخوان به صورت مجزا بایستی تعیین گردد.

متذکر می‌گردد در تعیین حریم چاه‌ها از اثبات و مراحل رسیدن به فرمول حریم به لحاظ کاربردی بودن دستورالعمل خودداری می‌گردد. دوپویی و تیم^۳ با مطالعات گسترده‌ای که بر روی پمپاژ انجام داده اند دو فرمول برای تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار برای آبخوان‌های آزاد و تحت فشار ارائه داده‌اند.

1- Steady State
2- Unsteady State
3- Dupuit and Thiem

۷-۳-۱-۱- تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار در آبخوان آزاد

با توجه به فرضیات ارائه شده در بند ۷-۳، دوپویی با استفاده از فرمول داریسی حریم چاه را از رابطه (۷-۷) به دست آورده است.

$$R = r_0 \times e \frac{\pi K (H^2 - h^2)}{Q} \quad (7-7)$$

در این فرمول:

Q = آبدهی چاه بر حسب مترمکعب در ثانیه (m^3/s)

K = قابلیت هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

H = فاصله سطح ایستابی تا سنگ کف بر حسب متر (m) یا ارتفاع سطح آب در آبخوان قبل از پمپاژ

h = فاصله سطح آب در چاه تا سنگ کف بر حسب متر (m) یا ارتفاع آب در چاه پمپاژی

$(H-h)$ = میزان افت در چاه پمپاژی که قابل اندازه‌گیری با عمق‌یاب می‌باشد.

r_0 = شعاع چاه پمپاژی بر حسب متر (m)

e = پایه لگاریتم طبیعی یا نپرین است که مقدار آن حدود $2/718$ می‌باشد.

۷-۳-۱-۲- تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار در آبخوان تحت فشار

در این حالت فرض بر این است که اولاً ارتباط هیدرولیکی چاه با آبخوان آزاد کاملاً قطع است (یا به عبارتی چاه در ستون آبخوان آزاد سیمانته شده و چاه با آبخوان آزاد هیچ‌گونه ارتباطی ندارد) و ثانیاً چاه پس از گذشتن از لایه غیرقابل نفوذ اول در تمام طول ضخامت آبخوان تحت فشار یعنی تا لایه غیرقابل نفوذ دوم ادامه یافته است.

در این شرایط حریم چاه از رابطه (۷-۸) به دست می‌آید:

$$R = r_0 \times e \frac{2K\pi b(H-h)}{Q} \quad (7-8)$$

در این فرمول همه مولفه‌ها، به جز b که ضخامت آبخوان تحت فشار بر حسب متر می‌باشد، همان مولفه‌هایی است که در فرمول تعیین حریم چاه در شرایط ماندگار برای آبخوان آزاد به کار برده شده‌اند.

- دامنه کاربرد

با توجه به اینکه میزان آبدهی چاه (Q) در هر دو فرمول جهت محاسبه حریم در نظر گرفته شده و مشروط به رعایت کلیه نکات فنی در زمان حفر چاه به‌ویژه قطع ارتباط هیدرولیکی آبخوان آزاد و تحت فشار در زمان کاربرد فرمول دوم برای تعیین حریم چاه در آبخوان‌های تحت فشار، مقادیری که برای حریم به دست خواهد آمد از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.

۷-۳-۲- تعیین حریم چاه در شرایط غیرماندگار

همان‌طور که ذکر شد رسیدن به شرایط ماندگار یعنی شرایطی که میزان آب ورودی به چاه با میزان آب پمپاژی (خروجی) از چاه برابر شود عملاً به مدت زمان طولانی حتی چندین هفته زمان نیاز دارد و این موضوع در آبخوان‌های تحت فشار ممکن است هرگز رخ ندهد و به همین لحاظ تایس^۱ و ژاکوب^۲، در تعیین حریم چاه‌های آب علاوه بر پارامترهای چاه و آبخوان، ضریب ذخیره و مدت زمان پمپاژ را مورد توجه قرار دادند و توانستند به فرمول‌هایی در تعیین حریم چاه‌های آب در شرایط غیرماندگار برای آبخوان‌های تحت فشار دست یابند که قابل تعمیم به آبخوان‌های آزاد نیز می‌باشد.

به دلیل طولانی بودن محاسبات تعیین حریم از دو روش تایس و ژاکوب، به علت کاربردی آن فقط به معرفی فرمول‌های ارائه شده برای تعیین حریم پرداخته می‌شود.

۷-۳-۲-۱- تعیین حریم چاه در شرایط غیرماندگار با استفاده از روش تایس

$$R = \sqrt{\frac{4Ttu}{S_c}} \quad (9-7)$$

T = قابلیت انتقال آبخوان بر حسب مترمربع بر ثانیه (m^2/s)

t = زمان از شروع پمپاژ بر حسب ثانیه (S)

u = تابع چاه بدون بعد

S_c = ضریب ذخیره بر حسب درصد

R = حریم چاه بر حسب متر (m)

- دامنه کاربرد

با توجه به اینکه در این فرمول نیاز به مقدار ضریب ذخیره (S_c) می‌باشد بنابراین لازم است که در کنار چاه پمپاژی یک حلقه چاه مشاهده‌ای به منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی در زمان پمپاژ وجود داشته باشد و از طرفی محاسبه مقدار تابع چاه (u) زمان بر و طولانی می‌باشد، بنا به دلایل فوق از این فرمول در تعیین حریم چاه‌های آب به ندرت استفاده می‌شود.

۷-۳-۲-۲- تعیین حریم چاه در شرایط غیرماندگار با استفاده از روش ژاکوب

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{Tt_0}{S_c}} \quad (10-7)$$

1- Theis

2- Jacob

در این فرمول:

$$R = \text{حریم چاه برحسب متر (m)}$$

$$S_c = \text{ضریب ذخیره برحسب درصد (\%)}$$

$$T = \text{قابلیت انتقال آبخوان برحسب مترمربع بر ثانیه (m}^2/\text{s)}$$

$$t_0 = \text{زمانی است که مقدار افت سطح آب زیرزمینی در چاه برابر صفر باشد (برحسب ثانیه)}$$

- دامنه کاربرد

با توجه به حذف تابع چاه (u) در فرمول ژاکوب که این مقدار با افزایش مدت زمان پمپاژ و کوچک شدن شعاع چاه، به قدری کوچک می‌شود که می‌توان از آن صرف‌نظر نمود، بنابراین محاسبات مربوط به فرمول تایس را ندارد و در دستیابی به میزان حریم چاه سرعت بیش‌تری دارد، لذا فرمول ژاکوب به مراتب بیش‌تر از فرمول تایس در تعیین حریم چاه‌های آب در شرایط غیرماندگار، کاربرد دارد.

هر چند میزان آبدهی (Q) چاه در فرمول‌های ارائه شده توسط تایس و ژاکوب غایب است اما بایستی به این نکته اشاره نمود که مقدار Q در زمان تعیین قابلیت انتقال آبخوان (T) در هر دو فرمول مد نظر قرار گرفته است.

۷-۴- تعیین حریم چاه با استفاده از رسم منحنی‌های تراز آب زیرزمینی

در این روش با استفاده از حفر چند حلقه چاه مشاهده‌ای در اطراف چاهی که قرار است حریم آن تعیین گردد، و اندازه‌گیری سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در زمان پمپاژ می‌توان نقشه تراز آب زیرزمینی را با استفاده از تراز یابی چاه‌های مشاهده‌ای و همچنین اندازه‌گیری میزان افت سطح آب زیرزمینی در آنها، رسم نمود. منحنی‌های تراز آب زیرزمینی در این حالت به دلیل پایین افتادن سطح آب زیرزمینی در اطراف چاه، به حالت بسته در می‌آید که با افزایش فاصله از چاه پمپاژی میزان خمیدگی منحنی‌های تراز کم‌تر می‌شود. چنانچه آبخوان همگن و همسان باشد، فاصله اولین منحنی تراز آب زیرزمینی که به طرف چاه خمیده می‌شود تا محل چاه از هر طرف، حریم چاه می‌باشد که با توجه به مقیاس نقشه می‌توان میزان حریم را بر روی زمین تعیین نمود.

چنانچه آبخوان ناهمگن و ناهمسان باشد می‌توان منحنی‌های تراز به‌دست آمده را با نقشه تراز آب زیرزمینی منطقه که قبلاً تهیه شده است، منطبق نمود و از محل تلاقی آنها میزان حریم در یک آبخوان ناهمگن و ناهمسان را که دارای مخروط افت نامتقارن می‌باشد، به‌دست آورد.

- دامنه کاربرد

این روش یکی از پرهزینه‌ترین روش‌ها در تعیین حریم چاه‌های آب می‌باشد. اما میزان حریم به‌دست آمده از این روش از دقت بالایی برخوردار می‌باشد. عملاً در کشور ما از این روش به علت هزینه بر بودن آن استفاده نمی‌شود.

یادآوری: در تمام فرمول‌های ارائه شده برای تعیین حریم که براساس قانون داری پایهریزی شده‌اند، فرض براین است که جریان آرام باشد یا به عبارتی میزان عدد رینولدز که تابعی از سرعت ظاهری و لزجت یا ویسکوزیته آب زیرزمینی و اندازه قطر ۵۰ درصد مواد تشکیل آبخوان می‌باشد، کمتر از ۱ باشد. هر چه اندازه عدد رینولدز به سمت ۱۰ میل کند، از دقت محاسبات کمتر شده و فرمول داری را با تقریب می‌توان به کاربرد و چنانچه اندازه عدد رینولدز از ۱۰ بزرگ‌تر شود، در واقع جریان آشفته بر آبخوان حاکم است و فرمول داری برای این‌گونه محیط‌ها اعتبار ندارد. (جدول ۷-۲)

جدول ۷-۲- دقت و اعتبار فرمول داری در شرایط مختلف جریان

مقدار عدد رینولدز	IR < 1	1 < IR < 10	IR > 10
وضعیت جریان در محیط متخلخل	جریان آرام (Laminar Flow)	جریان انتقالی (Transitionol Flow)	(Turbulent Flow)
اعتبار فرمول داری	وجود دارد	با تقریب وجود دارد	وجود ندارد

اعتبار فرمول داری با مقدار عدد رینولدز

$$IR = \frac{V \cdot d50}{\nu} \quad (۷-۱۱)$$

IR = عدد رینولدز

V = سرعت ظاهری

d50 = قطر ۵۰ درصد دانه‌های مواد تشکیل دهنده آبخوان

ν = ویسکوزیته آب

۷-۵- تعیین حریم قنات

حریم فنی هر رشته قنات شامل حریم مادر چاه و آن مقدار از میله‌های قنات می‌شود که در بخش آبگون قنات قرار دارند. شعاع تاثیر عبارت است از فاصله محور کوره قنات تا نقطه‌ای که اثر بهره‌برداری از قنات بر سطح آب زیرزمینی در آن نقطه ناچیز باشد.

حریم قنات در پیرامون مادر چاه به حداکثر و در مجاور میله‌های قنات بخش آبگون هر چه به سمت بخش خشکه کار نزدیک شویم به حداقل می‌رسد.

شکل (۵-۲) حریم مادر چاه و بخش آبگون یک رشته قنات به‌طور شماتیک نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مذکور مشاهده می‌شود میزان حریم قنات در پیرامون مادر چاه نسبت به حریم میله‌های آن در بخش آبگون آن بیش‌تر می‌باشد.

۷-۵-۱- تعیین حریم قنات با استفاده از فرمول تجربی زیشارد

در این روش می‌توان با اندازه‌گیری افت سطح آب زیرزمینی در اطراف قنات و همچنین در دست داشتن قابلیت هدایت هیدرولیکی آبخوان شعاع تاثیر یا حریم قنات را به دست آورد.

$$R = 3000 \times S \sqrt{K} \quad (7-12)$$

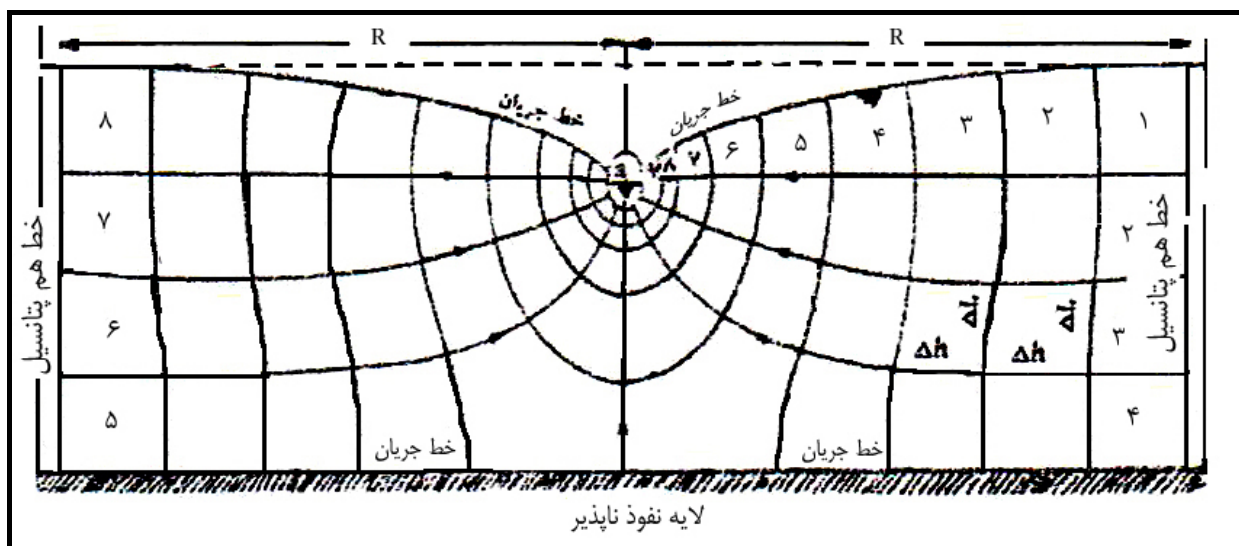
R = شعاع تاثیر یا حریم قنات بر حسب متر

S = افت سطح آب زیرزمینی بر حسب متر

K = قابلیت هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه (m/S)

۷-۵-۲- محاسبه حریم قنات با استفاده از منحنی‌های تراز آب زیرزمینی

در این روش لازم است تعدادی چاه مشاهده‌ای در پیرامون مادر چاه و میله‌های آبگون قنات حفر گردد و سطح آب زیرزمینی در آنها اندازه‌گیری و نهایتاً نسبت به رسم منحنی‌های تراز آب زیرزمینی (هم پتانسیل) اقدام گردد. منحنی‌های تراز، نزدیک به مادر چاه و میله‌های آبگون قنات خم برداشته و از چند طرف بسته می‌شوند. هر چه از این منطقه فاصله بگیریم از میزان خمیدگی منحنی‌های تراز کاسته می‌شود تا جایی که میزان خمیدگی به حداقل می‌رسد. این منطقه در محدوده شعاع تاثیر یا حریم قنات واقع شده است. (شکل ۷-۱ را ملاحظه نمایید)



شکل ۷-۱- خطوط جریان و هم پتانسیل در یک مقطع عرضی قنات

هر چند این روش یکی از دقیق‌ترین روش‌های تعیین حریم قنات است اما مستلزم صرف هزینه گزافی جهت حفر چاه‌های مشاهده‌ای می‌شود.

۷-۵-۳- تعیین حریم قنات با استفاده از فرمول کانال‌های زهکشی

با توجه به اینکه قنات همانند یک کانال زهکشی عمل می‌کند بنابراین روابط هیدرولیک حاکم بر کانال‌های زهکشی که برای قنات نیز صادق است. میزان آبدهی یک کانال زهکشی از رابطه (۷-۱۳) به‌دست می‌آید

$$Q = \frac{KL(h_0^2 - h^2)}{2R} \quad \text{و} \quad (۷-۱۳)$$

$$R = \frac{KL(h_0^2 - h^2)}{2Q}$$

R = شعاع تاثیر یا حریم قنات برحسب متر (m)

K = ضریب نفوذ پذیری برحسب متر بر ثانیه (m/S)

L = طول بخش آبگون قنات بر حسب متر (m)

H_0 = ضخامت آبخوان بر حسب متر (m)

h = اختلاف ارتفاع بین ضخامت آبخوان و سطح آب درون قنات برحسب متر (m)

Q = آبدهی قنات برحسب لیتر در ثانیه (L/S)

این روش نیز یکی از روش‌های دقیق در تعیین حریم مادر چاه و میله‌های آبگون قنات می‌باشد که با فاصله گرفتن از مادر چاه و حرکت به سمت میله‌های آبگون، از میزان حریم نیز کاسته می‌شود. در این روش تراز یابی مادر چاه و میله‌های آبگون جهت تعیین حریم قنات ضروری است.

فصل ۸

نرم افزار محاسباتی

با بررسی های به عمل آمده با توجه به مزایای نرم افزار صفحه گسترده اکسل و امکانات اضافه ای که در اختیار کاربر قرار می دهد و همچنین فراگیر بودن آن با استفاده از VBA (Visual Basic for Application) طراحی فرم ها و کدنویسی آنها صورت گرفته است.

شایان ذکر است جهت سهولت کلیه واحدهای مورد استفاده پارامترها در باکس فرمها منطبق با فرمول اصلی ارایه شده در گزارش می باشد و کفایت همان اعداد را با همان واحدها وارد نمایید تا محاسبات صورت پذیرد. در ادامه مطالبی در خصوص نرم افزارهای مورد استفاده ارایه شده است و در نهایت نمونه فرمهای طراحی شده برای فرمول های محاسباتی چاه و قنات آورده شده است.

۸-۱- نرم افزار اکسل

اکسل شامل صفحات گسترده ای است که اطلاعات آن به صورت عددی و حروفی تقسیم بندی، سازمان بندی و مرتب شده اند. از اکسل علاوه بر سازماندهی داده ها، برای نگهداری و پردازش داده ها و رسم چارت (نمودار) نیز استفاده می شود. اگرچه متخصصین ریاضی و حسابداری از برنامه های دیگری استفاده می کنند و اکسل برای آنها بسیار ضعیف است، اکسل بیش تر برای کارهای آماری، مالی و حسابداری عمومی و افراد عادی (کاربران خانگی) و برای ایجاد کاربرگ، سند، فاکتور، رسم نمودار و محاسبات مالی و آماری و ریاضی از اکسل استفاده می شود. در واقع اکسل ماشین حسابی است با قابلیت های بالا. برای مثال اگر بخواهید حساب های روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه ای مالی خود را بنویسید، از اکسل استفاده می کنید.

فرق اکسل و ورد این است که در ورد شما فقط مطالبی برای تماشا و چاپ دارید، اما در اکسل این اعداد و جداول دارای تعریف، محتوا و مفهوم و همچنین قابل ویرایش هستند و بر اساس روابط خاصی مرتب شده اند. برای نشان دادن رشد یا کاهش مقداری یا ترسیم نمودار از اکسل استفاده می کنیم. فایده ای دیگر اکسل این است که شما یک بار برای همیشه جدول و فرمول می نویسید و بقیه ای اوقات، فقط داده ها و اعداد را تغییر می دهید، مثلا برای محاسبه خرج ماهانه ای افراد در یک خوابگاه، یا محاسبه سود کالایی خاص در سال. اکسل برنامه های است برای برنامه ریزی و زمانبندی و تقسیم بودجه. برای مثال شما از اکسل می خواهید قسط وام شما را محاسبه کند، یا این که تعداد کاراکترهای حروف یک کلمه را نشان دهد، تعداد روزهای موجود در یک بازه زمانی را نشان دهد و ... پسوند فایل های اکسل xls است.

به طور کلی از برنامه های صفحه گسترده مانند Excel، به جای کاربرگهای معمول حسابداری استفاده می شود. در برنامه Microsoft excel علاوه بر این می توان در داخل فایل ها، از فرمول، اشکال گرافیکی و حتی صداهای گوناگون استفاده کرد که پویایی خاصی به فایل های تولید شده با این برنامه می دهد.

همچنین از اکسل برای خودکار کردن سیستم‌های مالی، کنترل موجودی انبارها، میزان سود و میانگین کالاهای فروخته شده، درصد افزایش و کاهش سود و سایر نیازمندی‌های موسسات تولیدی و بازرگانی استفاده می‌شود. علاوه بر این قابلیت‌ها، ایجاد صفحات وب به وسیله این برنامه امکان‌پذیر است.

۸-۲- VBA در اکسل چیست؟

VBA که مخفف عبارت Visual Basic For Applications یک زبان برنامه‌نویسی است که توسط شرکت نرم‌افزاری مایکروسافت طراحی شده است. VBA در Excel و سایر نرم‌افزارهای آفیس گنجانده شده است.

۸-۳- مفاهیم اولیه برنامه‌نویسی اکسل

برنامه‌نویسی در محیط اکسل برای تازه کارها کار سختی است و بهمین دلیل می‌توانید از برنامه‌های آماده نوشته شده در به زبان VBA اکسل، در اینترنت استفاده نمایید. برای شروع کار باید با اصطلاحات Subroutine - Module آشنا باشید.

۸-۴- تعریف سابروتین در برنامه‌نویسی

یک برنامه بزرگ از سابروتین‌ها Subroutine تشکیل شده است. کوچک‌ترین واحد یک برنامه را می‌توان سابروتین نامید. در توضیح پیش‌تر باید گفت که یک سابروتین در واقع از دستوراتی تشکیل شده است که همه آنها، یعنی همه دستورات موجود در یک سابروتین با هم اجرا می‌شود و باعث انجام کاری خواهند شد. نام‌های routine, procedure, method, function و همه نام‌های دیگری برای سابروتین هستند و معادل آن در زبان فارسی «رویه» است.

در زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک اکسل اگر بخواهید دستوری را بنویسید که مثلاً عدد ۲+۲ را محاسبه کنید، باید این دستور را در داخل یک سابروتین قرار دهید:

```
[[vb]]Sub Test() a = 2 + 2End Sub [[/vb]]
```

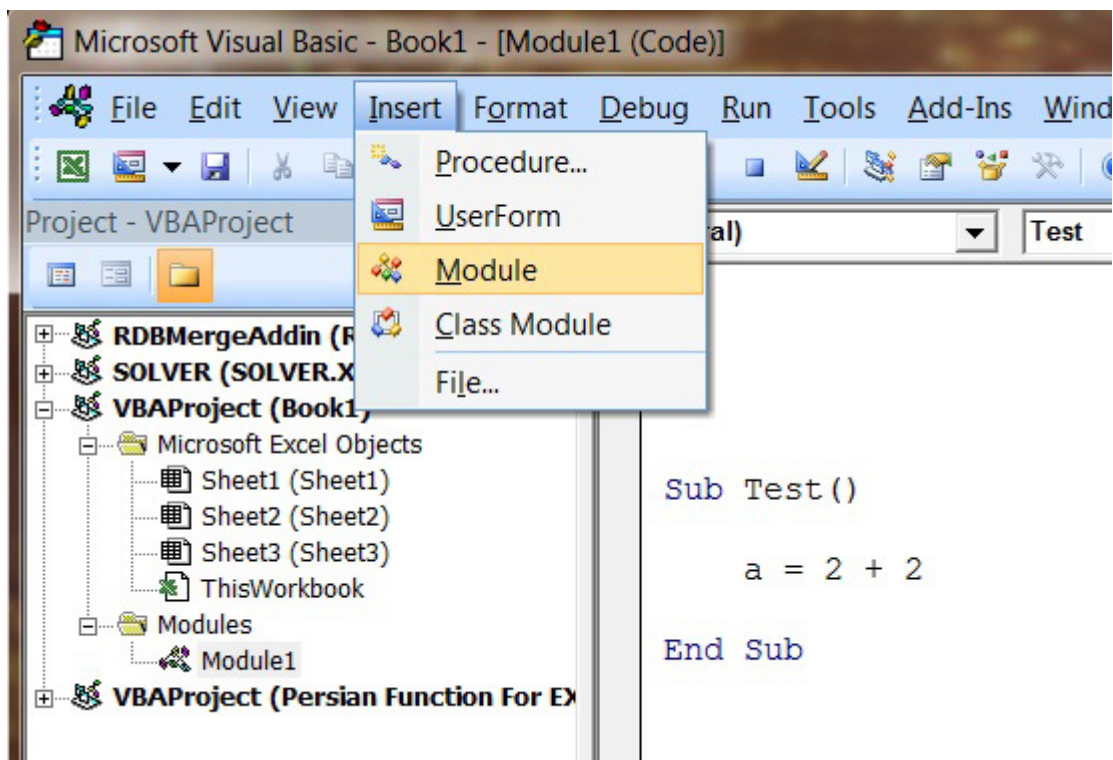
در مثال ساده بالا شما با کلمه SUB مواجه می‌شوید که شروع سابروتین و پایان یک سابروتین را نشان می‌دهد و هرگاه این سابروتین که اسم آن Test است را اجرا کنید، تمامی دستورات این سابروتین خوانده و پردازش و در نهایت اجرا می‌شوند. در ادامه این آموزش با نحوه اجرای یک سابروتین نوشته شده در محیط VBA اکسل آشنا خواهید شد.

۸-۵- تعریف ماژول

ماژول‌ها در فایل اکسل شما ذخیره می‌شوند و شما می‌توانید آنها را ویرایش کنید، هر ماژول می‌تواند حاوی چندین سابروتین باشد.

۸-۶- درج یک ماژول و سابروتین در VBA

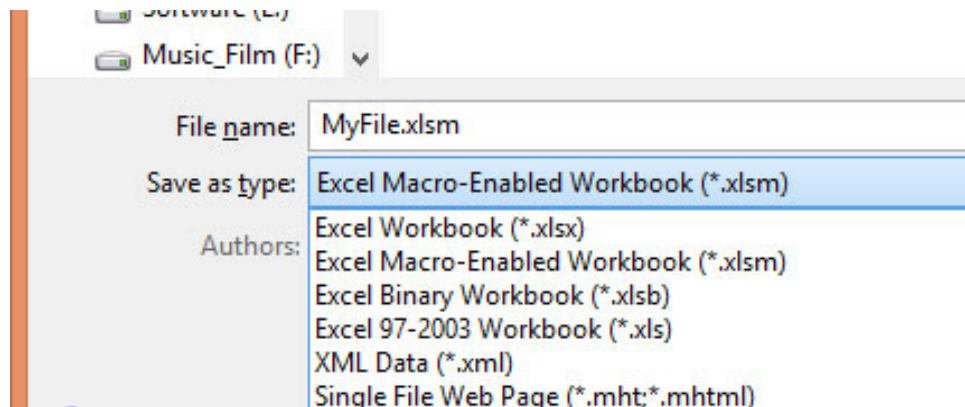
- در ابتدا با زدن کلید Alt+F11 وارد محیط VBA اکسل شوید.
- از منوی Insert گزینه Module را انتخاب کنید تا یک ماژول ایجاد شود. در سمت راست صفحه شما قاب Project Explorer را اگر مشاهده کنید، خواهید دید که ماژول شما با نام Module1 نمایش داده می‌شود.
- (اگر Project Explorer را نمی‌بینید از کلید Ctrl+R استفاده نمایید. (شکل ۸-۱))
- سابروتین خود را بنویسید.



شکل ۸-۱- نحوه نوشتن سابروتین

۸-۷- ذخیره فایل اکسل حاوی برنامه

- در اکسل ۲۰۰۷ اگر فایل خود را با پسوند XLSX ذخیره نمایید، تمامی برنامه‌های (ماکروها) یا به عبارت صحیح‌تر تمامی ماژول‌ها پاک می‌شوند. در واقع این اقدام امنیتی اکسل ۲۰۰۷ است که فایل حاوی یک برنامه ویزوال بیسیک را با پسوند XLSA ذخیره می‌کند.
- شما در اکسل ۲۰۰۳ نمی‌توانستید تعیین کنید که آیا فایل حاوی ماکرو - ماژول - برنامه (همه این اصطلاحات دارای یک معنی هستند) است یا نه و حتماً باید فایل را باز می‌کردید تا متوجه این موضوع می‌شدید.
- بنابراین در هنگام ذخیره کردن فایل ۲۰۰۷ که حاوی یک برنامه است (ماژول دارد) باید از گزینه Macro Enabled استفاده نمایید: (شکل ۸-۲)



شکل ۸-۲- نحوه ذخیره‌سازی فایل حاوی برنامه

در شکل زیر تفاوت Icon فایل‌های اکسل ۲۰۰۷ که حاوی ماکرو (برنامه) است با Icon یک فایل عادی اکسل ۲۰۰۷ را مشاهده می‌نمایید. (شکل ۸-۳)



شکل ۸-۳- تفاوت پسوند فایل‌های حاوی ماکرو

۸-۸- باز کردن فایل حاوی برنامه و ویژوال بیسیک (ماکرو)

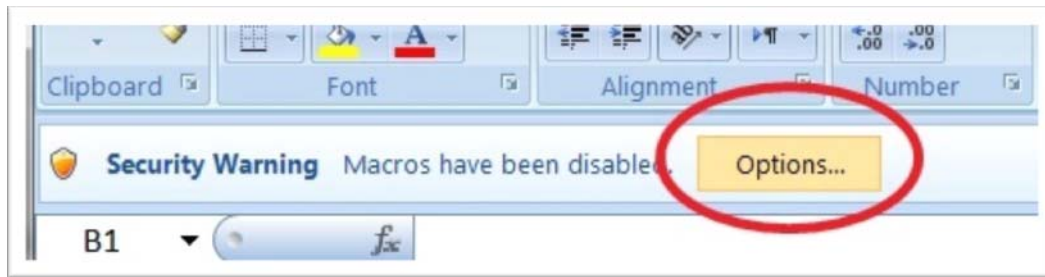
اکسل به صورت پیش فرض برنامه موجود در یک فایل را غیرفعال (Disable) می‌کند زیرا ممکن است که این برنامه به نوعی یک ویروس باشد و این موضوع یک اقدام پیشگیرانه است که در تمامی نرم‌افزارهای خانواده آفیس از جمله اکسل وجود دارد.

بعد از اینکه فایل اکسل حاوی برنامه VBA را باز کردید، با زدن گزینه Enable Macro برنامه را فعال خواهید کرد و می‌توانید ماکروهای آن فایل را اجرا کنید و در صورتی که این کار انجام نشود، قادر به اجرا ماکرو نخواهید بود.

بعد از باز کردن فایل در اکسل ۲۰۰۷ بر روی دکمه (Options) کلیک کنید و سپس گزینه Enable this Content را

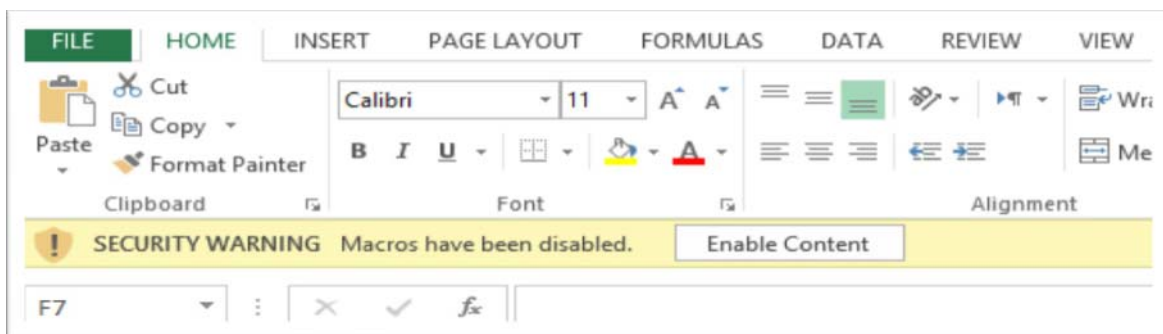
انتخاب کنید: (شکل ۸-۴)

توجه: عکس مربوط به Excel 2007 است.



شکل ۸-۴ - محل قرارگیری Options در اکسل ۲۰۰۷

توجه: عکس زیر مربوط به Excel 2013 است. (شکل ۸-۵)

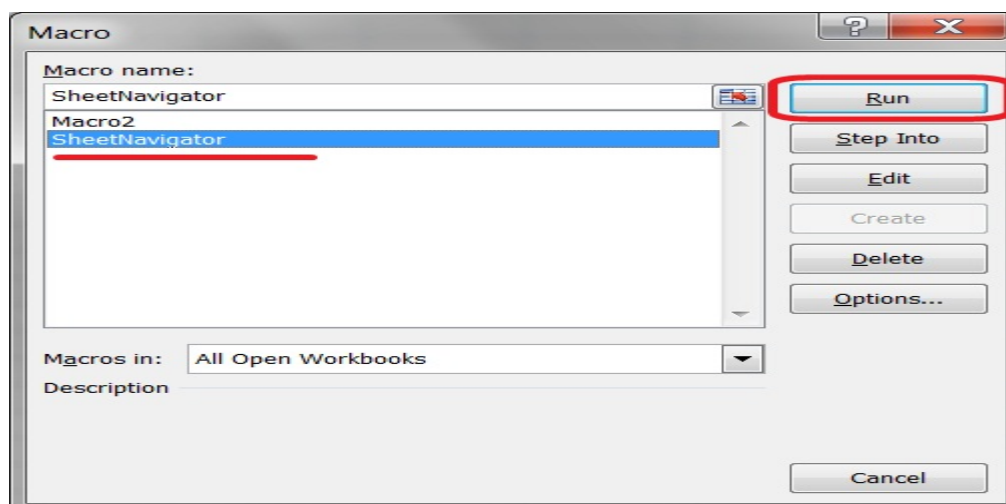


شکل ۸-۵ - محل قرارگیری دکمه Option در اکسل ۲۰۱۳

۸-۹ - اجرای یک برنامه نوشته شده در محیط VBA اکسل

همان طور که در بالا اشاره شد کوچک ترین واحد یک برنامه سابروتین است و برای اجرای یک سابروتین کافیست در اکسل، کلید Alt+F8 را انتخاب کنید تا پنجره زیر که لیستی از تمامی سابروتین ها در آن است را مشاهده نمایید و برای اجرای یک سابروتین، اول آنرا انتخاب کنید و سپس کلید RUN را بزنید. (شکل ۸-۶)

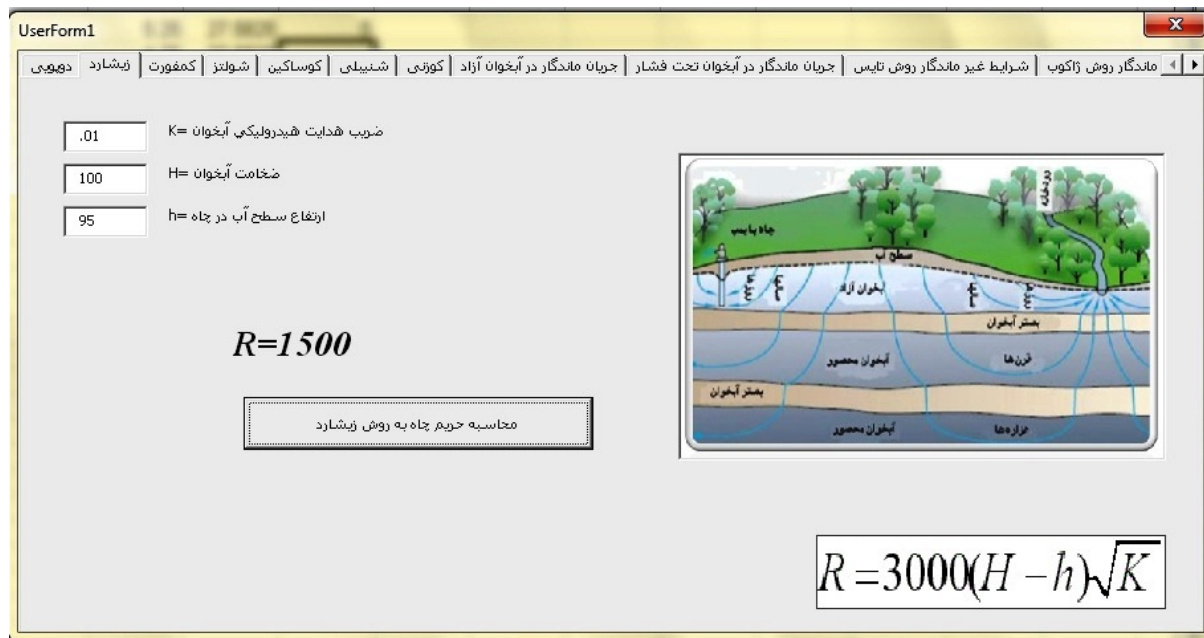
کلمه سابروتین، ماکرو، برنامه و پروسیجر و رویه همگی در برنامه نویسی معادل و به یک معنی هستند. بنابراین از دیدن کلمه Macro در عنوان پنجره شکل زیر تعجب نکنید. فعال کردن ماکرو را در هنگام فایل فراموش نکنید.



شکل ۸-۶- نحوه اجرای ماکرو

اگر مایل باشید می‌توانید برای اجرای ماکرو (سابروتین) در اکسل یک Shortcut key یا (Hotkey) نیز تعریف کنید. مثلا کلید Ctrl+R، برای اینکار در شکل بالا روی گزینه Options کلیک کنید.

۸-۱۰- فرم‌های طراحی شده محاسبات چاه



شکل ۸-۷- محاسبه حریم چاه به روش زیشارد

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپاس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوتزی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زیشارد | دهویی

me= تخلخل موثر یا تخلخل مفید آبخوان
 t= زمان پمپاژ بر حسب ثانیه
 H= ارتفاع بخش اشباع آبخوان بر حسب متر
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه

$R=3219.9378875997$

محاسبه حریم چاه به روش شولتز



$$R = \sqrt{6H \cdot K \cdot t / m_e}$$

شکل ۸-۸ - محاسبه حریم چاه به روش شولتز

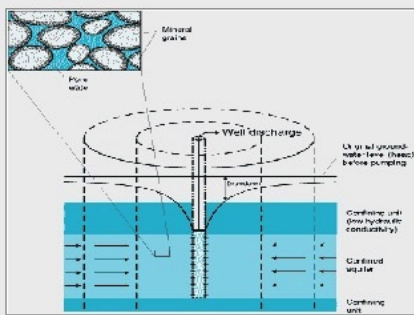
UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپاس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوتزی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زیشارد | دهویی

Q= دبی چاه
 rw= شعاع چاه
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی
 h0= ارتفاع سطح آب در آبخوان
 hw= ارتفاع سطح آب در چاه پمپاژی

$R0=1321.81634353617$

محاسبه حریم چاه به روش جریان ماندگار در آبخوان آزاد



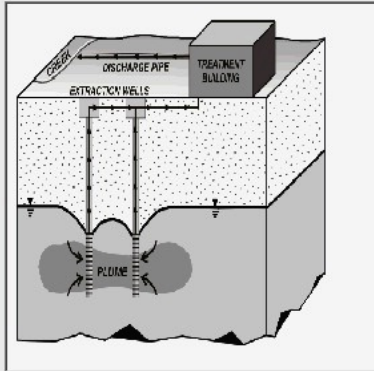
$$r_0 = r_w e^{\frac{K \pi (h_0^2 - h_w^2)}{Q}}$$

شکل ۸-۹ - محاسبه حریم چاه به روش جریان ماندگار در آبخوان آزاد

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تالیس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوژی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زیشارد | دهبوی

Q= می پمپاژ بر حسب متر مکعب در ساعت
 t= زمان پمپاژ بر حسب ساعت
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ساعت
 me= تخلخل موثر یا تخلخل مفید آبخوان



$R=327.648391220399$

محاسبه حریم چاه به روش کوژی

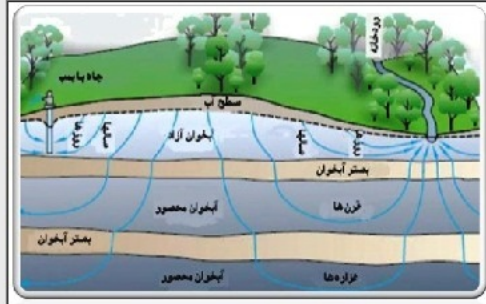
$$R = \sqrt{12t / m_e} \sqrt{QK / \pi}$$

شکل ۸-۱۰- محاسبه حریم چاه به روش کوژی

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تالیس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوژی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زیشارد | دهبوی

Q= (آبدهی چاه) میزان آب پمپاژی
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان
 H= ضخامت آبخوان
 h= ارتفاع سطح آب در چاه
 r= شعاع چاه



محاسبه حریم چاه به روش دهبوی

$$\ln R = \frac{Q}{K \pi (H^2 - h^2)} - \ln r$$

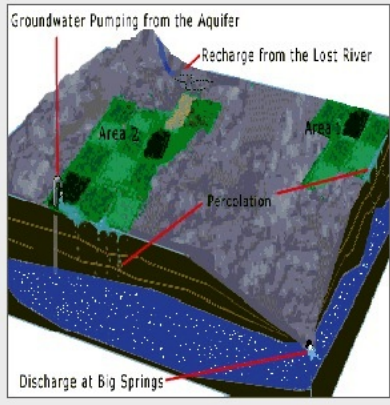
شکل ۸-۱۱- محاسبه حریم چاه به روش دهبوی

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوتی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زشارد | دهبوی

K= ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان
 H= ضخامت آبخوان
 i = گرایمان هیدرولیکی جریان آب زیرزمینی

محاسبه حریم چاه به روش کمفورت



Groundwater Pumping from the Aquifer

Recharge from the Lost River

Area Z

Area A

Percolation

Discharge at Big Springs

$$R = 550 \sqrt{H K i}$$

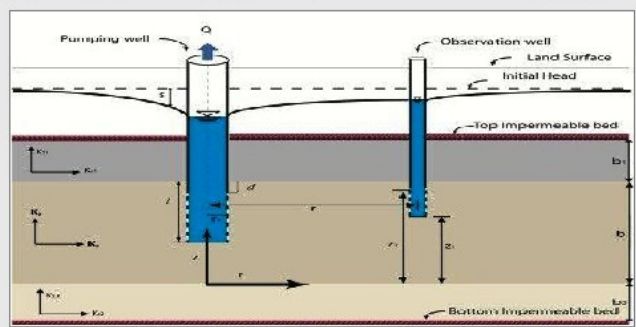
شکل ۸-۱۲- محاسبه حریم چاه به روش کمفورت

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کوتی | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زشارد | دهبوی

T= ضریب قابلیت انتقال
 t= زمان از شروع پمپاژ
 S_c= ضریب ذخیره آبخوان
 r₀= فاصله پیزومتر تا چاه

محاسبه حریم چاه در شرایط غیر ماندگار به روش تاپس



Pumping well

Observation well

Land Surface

Initial Head

Top impermeable bed

Bottom impermeable bed

$$R = \sqrt{4Tut/S_c}$$


$$u = r^2 S_c / 4Tl$$

شکل ۸-۱۳- فرم محاسبه حریم چاه در شرایط غیر ماندگار به روش تاپس

UserForm1

شرایط غیر ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کورتی | شنیبلی | کوساکین | شولتز | کمفورت

T= ضریب قابلیت انتقال
 t0= زمانی که مقدار افت سطح آب در چاه برابر صفر است
 Sc= ضریب ذخیره آبخوان



مغاسبه حریم چاه در شرایط غیر ماندگار به روش ژاکوب

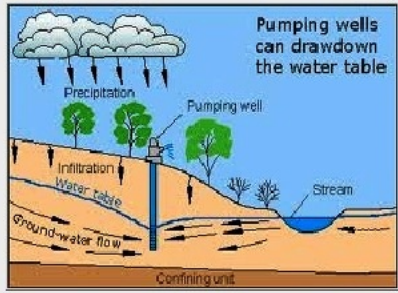
$$R = 1.5 \sqrt{\frac{T t_0}{S_c}}$$

شکل ۸-۱۴- فرم محاسبه حریم چاه در شرایط غیرماندگار به روش ژاکوب

UserForm1

ماندگار روش ژاکوب | شرایط غیر ماندگار روش تاپس | جریان ماندگار در آبخوان تحت فشار | جریان ماندگار در آبخوان آزاد | کورتی | شنیبلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | ویشارد | دهبوی

me= تغلغل مؤثر یا تغلغل مفید آبخوان
 t= زمان پمپاژ بر حسب ساعت
 H= ارتفاع بخش اشباع آبخوان بر حسب متر
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه



مغاسبه حریم چاه به روش کوساکین

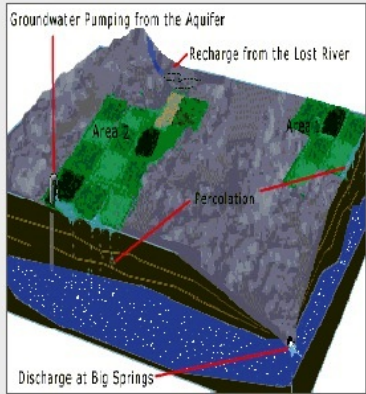
$$R = 47 \sqrt{\frac{6H \cdot K \cdot t}{m_e}}$$

شکل ۸-۱۵- فرم محاسبه حریم چاه به روش کوساکین

UserForm1

مادگار روش ژاکوب | شرایط غیر مادگار روش تاپیس | جریان مادگار در آبخوان تحت فشار | جریان مادگار در آبخوان آزاد | کوری | شنیلی | کوساکین | شولتز | کمفورت | زشارد | دهبوی

me= موثر یا تخلخل مفید آبخوان
 t= زمان پمپاژ بر حسب ثانیه
 H= ارتفاع بخش اشباع آبخوان بر حسب متر
 K= ضریب هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر ثانیه



Groundwater Pumping from the Aquifer
 Recharge from the Lost River
 Area 2
 Percolation
 Discharge at Big Springs

$$R = 1.5\sqrt{\alpha t}$$

$$\alpha = K \cdot H / m_e$$

محاسبه حریم چاه به روش شنیلی

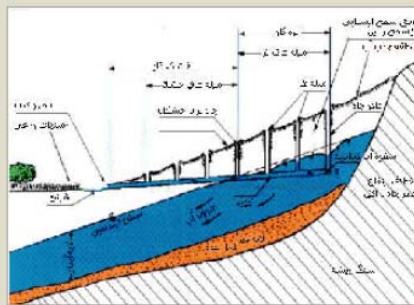
شکل ۸-۱۶- فرم محاسبه حریم چاه به روش شنیلی

۸-۱۱- فرم های طراحی شده محاسبات قنات

UserForm1

کنالهای زهکشی | زشارد | منحنی افت سطح آب

K= قابلیت هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر روز
 h0= ضخامت آبخوان
 h= ارتفاع آب در قنات بر حسب متر یا اختلاف ارتفاع ضخامت آبخوان و سطح آب در مجرای قنات
 L= طول بخش آگیر(تر کار قنات) بر حسب متر
 Q= آبدهی بر حسب لیتر بر ثانیه



$$R = \frac{KL(h_0^2 - h^2)}{2Q}$$

محاسبه حریم قنات با استفاده از کانالهای زهکشی

شکل ۸-۱۷- محاسبه حریم قنات با استفاده از کانالهای زهکشی

UserForm1

کتابخانه‌های زهکشی | زیشارد | منحنی افت سطح آب

(ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان) متر بر روز = K

ضخامت آبخوان بر حسب متر = H0

آبدهی بر حسب لیتر بر ثانیه = Q

محاسبه حریم قنات با استفاده از منحنی افت سطح آب

Bedrock
Water table
Qanat Channel
Access Shaft
Mother Well
Outlet
Distribution
Irrigated Land

$$R = KH_0 / 2Q$$

شکل ۸-۱۸- محاسبه حریم قنات با استفاده از منحنی افت سطح آب

UserForm1

کتابخانه‌های زهکشی | زیشارد | منحنی افت سطح آب

ضریب هدایت هیدرولیکی آبخوان بر حسب متر بر ثانیه = K

افت سطح آب زیرزمینی در اطراف قنات بر حسب متر = S

محاسبه حریم قنات با استفاده از فرمول تجربی زیشارد

Qanat
Vertical access shafts
Qanat outlet
Irrigated area
Qanat channel
Water table

$$R = 3000 * S * \sqrt{K}$$

شکل ۸-۱۹- محاسبه حریم قنات با استفاده از فرمول تجربی زیشارد

منابع و مراجع

- ۱- آغاسی، عبدالوحید، صفی نژاد، جواد، واژه‌نامه قنات - شرکت آب منطقه‌ای یزد، ۱۳۷۹.
- ۲- ایرملو، نورالدین، حریم منابع آب، انتشارات روابط عمومی شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل، ۱۳۸۰.
- ۳- امامی، سیدحسن، حقوق مدنی، جلد یک، انتشارات کتابفروشی اسلامیه، ۱۳۶۳.
- ۴- بابایی، احمد، جزوات درسی و آموزشی حقوق منابع آب، دانشگاه صنعت آب و برق، ۱۳۷۰.
- ۵- بهنیا، عبدالکریم، قنات‌سازی و قنات‌داری، مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۷۹.
- ۶- دانشور، داریوس، اصول حفر چاه عمیق و اندازه‌گیری دبی، دفتر فنی ارتفاع ۱۳۷۷.
- ۷- دستورالعمل نامگذاری و حفاری چاه‌های آب، نشریه شماره ۱۸۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، ۱۳۷۷.
- ۸- دستورالعمل تعیین محل و نظارت بر حفر چاهها در آبرفت و سازندهای سخت و تهیه گزارش حفاری (چاه‌های بهره‌برداری، اکتشافی، پیزومترها و مشاهده‌ای)، نشریه شماره ۵۷۷ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، ۱۳۹۲.
- ۹- رضوی، احمد، حریم منابع آب، آب‌های زیرزمینی، دانشگاه صنعت آب و برق، ۱۳۸۳.
- ۱۰- رشیدی، حمید، قانون توزیع عادلانه آب در آیین حقوق ایران، جلد اول، مالکیت عمومی آب، آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی، انتشارات دادگستر، ۱۳۸۲.
- ۱۱- زاهدی، حسن، نظام حقوقی مالکیت منابع آب و استفاده از آن، انتشارات فیضی، تبریز، ۱۳۸۴.
- ۱۲- سمساریزدی، علی اصغر، تدوین تجربیات خبرگان قنات - مهندسین مشاور سیتیران، ۱۳۸۳.
- ۱۳- عسکریان، علیرضا، تعیین حریم منابع آبی، ۱۳۸۰.
- ۱۴- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ پانزدهم، ۱۳۸۱.
- ۱۵- صداقت، محمود، زمینی و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۲.
- ۱۶- قانون حفظ و حراست و منابع آب‌های زیرزمینی کشور مصوب اول خرداد ۱۳۴۵.
- ۱۷- قانون توزیع عادلانه آب، مصوب شانزدهم اسفند ۱۳۶۱.
- ۱۸- قانون آب و نحوه ملی شدن آب، مصوب بیست و هفتم تیر ۱۳۴۷.
- ۱۹- قانون مدنی، مصوب هیجدهم اردیبهشت ۱۳۰۷.
- ۲۰- قنات، گزیده مقالات، شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد، ۱۳۷۹.
- ۲۱- قوانین حفاظت کیفی منابع آب کارست، سازمان مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۴.
- ۲۲- مجموعه قوانین، تصویب‌نامه‌ها و آیین‌نامه‌های آب و فاضلاب، جلد سوم - وزارت نیرو، ۱۳۸۲.
- ۲۳- مدنیان، غلامرضا، حفاظت قانونی از منابع آب‌های داخلی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۷.

- ۲۴- مدنیان غلامرضا، منابع آب زیرزمینی در حقوق آب ایران.
- ۲۵- مدنیان غلامرضا، حفاظت قانونی از قنوات و منابع آب زیرزمینی.
- ۲۶- ولایتی، سعداله، حریم منابع آب و کاربرد آن در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، انتشارات خراسان، ۱۳۷۱.
- ۲۷- نظارت فنی بر حفاری و تجهیز چاه‌های آب، انجمن مهندسين آبياري و زهكشي، استان خراسان، ۱۳۸۱.
- ۲۸- نجمایی، محمد، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات سارا، ۱۳۶۸.
- ۲۹- هنرمندابراهیمی، عیسی، پرویزیان، سیروس، روش‌های تعیین محل مناسب چاه‌های واقع در سفره آب‌های تحت فشار، موسسه آب‌شناسی ایران، ۱۳۵۷.

30- David Keith Todd , Ground Water hydrology , John Wiley , 1980

31- Jacob , Bear , Hydraulics of Ground Water , Mc Graw Hill , 1979