

کتاب آب استان خراسان رضوی

محدوده مطالعاتی مشهد

کد 6007

فهرست مطالب

شماره صفحه	عناوین
1-----	سخن مدیر عامل
2-----	سخن مدیر مطالعات پایه
3-----	سخن مدیر عامل هیدرو تک توس
4-----	تعاریف
5-----	موقعیت و مشخصات کلی محدوده مطالعاتی
7-----	بررسی آمار و اطلاعات ایستگاه‌های ثبت آمار واقع در محدوده مطالعاتی
10-----	بررسی وضعیت بارش
12-----	منابع و مصارف آب سطحی
12-----	رودخانه‌های مهم
13-----	بررسی وضعیت کمی و کیفی رودخانه‌ها
16-----	وضعیت برداشت از منابع آب سطحی
18-----	منابع و مصارف آب زیرزمینی
18-----	پراکنش، تعداد و حجم برداشت از منابع آب زیرزمینی (چشمه‌ها، چاه‌ها و قنات‌ها)
20-----	تغییرات کمی آبخوان آبرفتی
23-----	تغییرات کیفی آبخوان آبرفتی
22-----	تغییرات زمانی
22-----	تغییرات مکانی
24-----	وضعیت منابع آبی مراکز شهری واقع در محدوده مطالعاتی
27-----	وضعیت منابع آبی بخش صنعت در محدوده مطالعاتی
30-----	وضعیت منابع آبی بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی
32-----	تحلیل کلی از وضعیت منابع و مصارف آب محدوده مطالعاتی
36-----	پیشنهادهای اجرایی در راستای تقلیل و یا جلوگیری در روند تخریب منابع آب دشت مشهد
36-----	مطالعات انجام شده در محدوده مطالعاتی مشهد

سخن مدیر عامل

نیرو را در هر چه بهتر انجام دادن مسئولیت سقایی مردم شریف ایران و خراسان یاری نمایند.

محمد حسین جعفری

مدیر عامل شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

امروزه وضعیت منابع آب کشور به گونه‌ای است که مدیریت آن جز با مشارکت همگانی و مسئولیت‌پذیری تمامی ذی‌نفعان و گرداران امکان‌پذیر نمی‌باشد. استان خراسان رضوی نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق شرق کشور توانسته است با استفاده از ظرفیت‌های خاص خود در همه عرصه‌های تاریخی پیشرو بوده و نقش مؤثری در تحولات کشور بر عهده گیرد. این همه در گرو پایداری منابع قابل تعریف است که تغییرات جدی به وجود آمده در سال‌های اخیر به‌ویژه در حوزه استفاده از آب موضوع پایداری منابع آبی و به تبع آن پایداری سایر منابع را با چالش جدی مواجه کرده است.

یکی از اولین گام‌های مهم در توسعه پایدار یک منطقه اطلاع‌رسانی شفاف در خصوص منابع پایه مانند آب است تا ضمن برخورداری عموم از اطلاعات، امکان سریع‌تر اجرای برنامه‌های مدیریت غیرسازه‌ای با مشارکت همگانی فراهم آید. مجموعه حاضر که در قالب کتاب آب استان تهیه شده، سعی نموده است براساس تقسیم‌بندی رایج تخصصی وزارت نیرو اطلاعات مهم محدوده‌های مطالعاتی را در اختیار عموم قرار دهد. علاوه بر آن اطلاعات براساس تقسیم‌بندی‌های سیاسی نیز دسته‌بندی شده‌اند. مجموعه این اطلاعات عمدتاً براساس داده‌های اندازه‌گیری شده بیش از 850 حلقه چاه پیزومتر، 68 ایستگاه هیدرومتری، 146 ایستگاه باران‌سنجی و 32 ایستگاه تبخیرسنجی و آماربرداری سراسری منابع آب در سال 1387 (منتهی به سال 1390) و نیز تحلیل‌های حوزه‌های تخصصی شرکت آب منطقه‌ای تدوین شده است، که فراخور هر محدوده مطالعاتی ایستگاه‌های خاص آن محدوده مورد توجه بوده‌اند.

لازم است از کلیه دست‌اندرکاران که با وسواس فراوان نسبت به تهیه این مجموعه، در قالب کتاب آب استان خراسان رضوی اقدام کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم. امید آن است که صاحب‌نظران آب استان و کشور ضمن بهره‌برداری از این مجموعه ذی‌قیمت، وزارت

سخن مدیر مطالعات پایه

این کتاب با هدف در اختیار قرار دادن اطلاعات کلی محدوده‌های مطالعاتی، وضعیت آبی شهرستان‌های استان به مهندسان و ذینفعان آب به گونه‌ای تدوین شده است که استفاده‌کننده محترم بتواند بخش‌های موضوعی را انتخاب و با اندک‌زمان ممکن به اطلاعات کلی دست یابد.

مطالب ارائه شده نیز برگرفته از مطالعاتی است که در بخش‌های مختلف شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و طی سال‌های گذشته انجام شده و مورد تأیید دفتر مطالعات پایه منابع آب این شرکت قرار گرفته است.

از آنجا که آمار و اطلاعات مبنای هر کار علمی است، این مجموعه با تکیه بر داده‌های کمی منابع آب با سابقه بیش از 70 سال و در کیفیت منابع آب با سابقه‌ای بیش از 50 سال تدوین شده است. بدیهی است در مبنای داده‌ها هیچ‌گونه تفرق بین کارشناسان مختلف وجود ندارد، اما آنجا که پای تحلیل داده‌ها به میان می‌آید، عدم قطعیت‌های مختلف ذهنی و علمی بروز کرده و نحوه برخورد با این عدم قطعیت‌ها ممکن است افراد را به نتایج مختلف رهنمون سازد. یکی از اهداف این کتاب ایجاد یک هم‌آهنگی بین کارشناسان در بخش‌هایی است که نیازمند مدل‌سازی‌های پیچیده نبوده و امید است توفیق نسبی فراهم آمده باشد.

این مجموعه در واقع نتیجه بخشی از زحمات متصدیان ایستگاه‌ها، تکنسین‌های امور منابع آب و کارشناسان شهرستان‌ها است که هر روز با انجام مأموریت‌های مختلف و تجزیه و تحلیل‌های دفتری، داده‌ها و اطلاعات را ثبت و ضبط می‌کنند. لازم است در اینجا از تمامی آن‌ها تشکر و قدردانی گردد.

با توجه به اهداف تعریف‌شده، تدوین این مجموعه همراه با کاستی‌هایی خواهد بود که از تمامی استفاده‌کنندگان محترم

خواهشمند است نظرات و پیشنهادات خود را برای اعمال در ویرایش‌های بعدی به شرکت آب منطقه‌ای ارسال نمایند.

احمد قندهاری

مدیر دفتر مطالعات پایه منابع آب

شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

سخن مدیر عامل هیدروتک توس

رسیدن به توسعه پایدار و بهره‌برداری مطلوب و بهینه از منابع، امکانات و ثروت‌های خدادادی بدون شناخت دقیق و اشراف همگانی بر آن و برنامه‌ریزی صحیح و جامع مبتنی بر آن امکان‌پذیر نیست. رشد و توسعه پایدار در بخش‌های مختلف به‌عنوان یکی از اهداف مهم نظام جمهوری اسلامی ایران مستلزم ایجاد تحول بنیادی در زیرساخت‌هایی چون منابع آب، خاک، کشاورزی و منابع طبیعی و بهره‌برداری درست از آن‌ها و هدایت اصولی فعالیت‌ها در چارچوب برنامه‌ریزی علمی و منطقی است. انجام این مهم در گرو شناخت کامل از وضعیت موجود، تنگناها، محدودیت‌ها، استعدادها و قابلیت‌ها، هم‌افزایی و همراهی تمامی ذینفعان و کنشگران به‌منظور تعیین راهبردهای اساسی و سیاست‌های اجرایی در جهت توسعه پایدار است.

در پی احساس چنین نیازهایی در فرآیند توسعه‌ی پایدار پاسخگویی به موضوعات جدید مرتبط با توسعه، در سطوح منطقه‌ای و محلی و سطوح فعالیت از سوی دیگر وجود دارد. مطالعه تجربه کشورهای مختلف جهان درس‌های ارزشمندی از نظر ضرورت توجه به ابعاد گوناگون اجتماعی، قومی، فرهنگی، زیست محیطی، سیاسی و اقتصادی به ما می‌آموزد. از آنجایی که پایداری توسعه تابع عوامل مختلف اقتصادی/اکولوژیکی/اجتماعی است، لذا در ارزیابی برنامه‌های پیشنهادی بررسی اثرات متقابل عوامل فوق لازم و ضروری است.

مهم‌ترین زیرساخت‌های توسعه پایدار، منابع طبیعی از جمله منابع آب است که با در نظر گرفتن شرایط خاص اقلیمی کشور و استان خراسان رضوی و نیز نوع نگرش موجود، در حال حاضر این منابع با تهدیدهای جدی مواجه است. به طوری که با بروز کمیابی آب، نگرانی‌های بسیاری در ابعاد مختلف اجتماعی، زیست محیطی، اقتصادی و توسعه‌ای ایجاد شده است. شرایطی که در آن لزوم همراهی و هم‌افزایی و تغییر در نگرش به این مسئله را برای عبور امن از

بحران‌های پیش رو، اجتناب ناپذیر می‌نماید. و بر کسی پوشیده نیست که اشراف مسئولین، متولیان و ذینفعان بر وضعیت منابع آب، لازمه‌ی این همگرایی و هم‌افزایی است.

نوشتار حاضری، کوششی است در راستای اشراف همگان بر وضعیت منابع آب استان به‌ویژه محدوده مطالعاتی مشهد، تا سرآغاز مسیری باشد که در آن دستیابی به وضع مطلوب و عبور امن از وضع فعلی، قابل تحقق باشد. تدوین و انتشار مجموعه کتب آب استان، حاصل اراده‌ی مصمم و تلاش مشترک متخصصین شرکت مهندسين مشاور هیدورتک توس و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی بوده و این مشاور امیدوار است با آغاز این بنای مشترک، سهم خود را در احیاء و تعادل بخشی منابع آب و در نهایت توسعه پایدار استان بیشتر از پیش ایفا نماید.

میشم مجیدی

مدیر عامل شرکت مهندسين مشاور هیدروتک توس

تعاریف و اصطلاحات

نقطه شهری: شهر محلی است با حدود قانونی که از نظر بافت اجتماعی، اشتغال و سایر عوامل دارای سیمائی با ویژگی‌های خاص خود بوده، به‌طوری‌که اکثریت ساکنان دائمی آن در مشاغل کسب، تجارت، صنعت، کشاورزی، خدمات و فعالیت‌های اداری اشتغال داشته و در زمینه خدمات شهری از خود کفائی نسبی برخوردار و کانون مبادلات اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی حوزه جذب و نفوذ پیرامون خود بوده و حداقل دارای ده‌هزار نفر جمعیت باشد.

شهرستان: یکی از واحدهای تقسیمات کشوری در ایران و بسیاری از کشورهای جهان (معادل County) است. در تقسیمات کشوری ایران، شهرستان واحدی کوچک‌تر از استان و بزرگ‌تر از بخش است. هر استان به چندین شهرستان و هر شهرستان به چندین بخش تقسیم می‌گردد.

حوضه آبریز: بخشی از یک خشکی است که تمام آب بارش یافته و یا جاری شده در آن به یک نقطه انتهایی برسد.

محدوده مطالعاتی: محدوده‌های مطالعاتی براساس شرایط توپوگرافی و هیدروژئولوژیکی به نحوی انتخاب و تعیین می‌شود که حدود آن‌ها با مرز تقسیمات حوضه‌های آبریز انطباق داشته باشد. بنابراین محدوده مطالعاتی از یک یا چند حوضه آبریز تشکیل شده و معمولاً حداقل یک آبخوان را شامل می‌شود.

آبخوان: لایه‌هایی از خاک و سنگ دارای خلل، فرج و شکستگی در مخروط افکنه‌های کوهپایه‌ای و دشت‌های آبرفتی که قابلیت ذخیره‌سازی آب‌های مازاد سطحی به صورت طبیعی یا مصنوعی جهت استفاده‌های کوتاه‌مدت یا درازمدت بعدی در آن‌ها وجود دارد.

برداشت (Withdrawal): به هرگونه جابجایی آب از محل وقوع طبیعی آن به محلی دیگر، برای کاربرد آن توسط بشر، برداشت گفته می‌شود. پمپاژ آب زیرزمینی و یا انتقال آب توسط کانال/لوله، مثال‌هایی از برداشت آب هستند. آب برداشت شده برای کاربرد در

تولید/خدمات به محدوده‌های کاربرد تحویل می‌گردد و پس از کاربرد به دو بخش مصرف شده و برگشت شده تفکیک می‌گردد.

آب مصرفی (Consumption Water): مقداری از آب کاربرد شده برای تولید/خدمات است که پس از کاربرد از چرخه هیدرولوژی محلی خارج شده و لذا استفاده مجدد و بلافاصله از آن مقدور نیست. آب تبخیر و تعرق/تبخیر شده و آب درون کالاهای تولید شده (=آب نهان) که به خارج از حوضه صادر شده مصارف عمده حوضه‌ها هستند. علاوه بر این، آبی که بایستی برای حفظ پایداری کیفی سیستم منابع آب (=دفع آلودگی ناشی از فرآیندهای تولیدی) از حوضه خارج شود نیز مصرف محسوب می‌گردد.

آب برگشتی (Return Flow): آب برگشتی حاصل تفاضل برداشت و مصرف است. این مقدار به منابع آب پایین دست می‌پیوندد و مجدداً قابل برداشت خواهد بود. اگر آب برگشتی آلوده باشد، بایستی بخشی از آن برای دفع آلودگی از حوضه تخلیه گردد. بخشی دیگر قابل احیاء (Reclaimed water) و برداشت/استفاده مجدد است.

آب تجدیدپذیر (Renewable Water): مقدار آبی است که حوضه طی چرخه آبی سالیانه توانایی بازیابی آن را دارد. منشاء این آب، بارش سالیانه بر روی حوضه و آب‌های ورودی (سطحی/زیرزمینی) از بالادست می‌باشند.

آب غیر تجدیدپذیر (Non Renewable Water): آب موجود در آبخوان‌ها که از گذشته‌های بسیار دور (بیش از میلیون‌ها سال قبل تاکنون) ذخیره شده‌اند و کل آن با نفوذ سالانه بارش فعلی، تجدیدپذیر نخواهد بود و تغذیه حاصل از بارش در مقایسه با حجم آب‌های فسیلی اندک می‌باشد. افت سالانه سطح آب زیرزمینی نشان‌دهنده برداشت از منابع آب غیر تجدیدپذیر می‌باشد.

بیان عمومی آب در محدوده مطالعاتی: به معادله ریاضی بیان‌کننده توازن بین آب‌های ورودی و خروجی و تغییرات ذخیره آب در یک حوضه آبریز، گفته می‌شود.

دشت آزاد: دشتی که بیلان آن مثبت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی آن کمتر از میزان تغذیه سفره باشد.

دشت ممنوعه: دشتی که در آن بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بیش از پتانسیل تجدیدپذیر بوده به گونه‌ای که موجب افت سطح آب زیرزمینی در آن دشت گردیده و به طور طبیعی امکان بازگشت به سطح تعادل وجود ندارد.

دشت ممنوعه بحرانی: دشت ممنوعه‌ای که در آن، سطح آب سفره زیرزمینی یا کیفیت آب آبخوان به طور مستمر افت دارد.

دیاگرام ویل کوکس (طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی): ویل کوکس با استفاده از مقادیر SAR و EC دیاگرامی تهیه کرده است که در مطالعات کیفیت آب برای طبقه‌بندی کیفی آب از نظر کشاورزی از آن استفاده می‌شود. با استفاده از دیاگرام مذکور آب‌ها از نظر کیفیت به 4 کلاس طبقه‌بندی می‌شوند:

- آب‌های خیلی خوب که در آن‌ها EC کمتر از 250 میکروموس بر سانتی‌متر است و در کلاس C1S1 قرار دارند.

- آب‌های خوب که مربوط به یکی از کلاس‌های C1S2، C2S2 و C2S1 می‌باشند.

- آب‌های با کیفیت متوسط که مربوط به یکی از کلاس‌های C3S3، C1S3، C2S3 و C3S1 بود و برای آبیاری زمین‌های درشت بافت با زهکشی خوب، مناسب است.

- سایر کلاس‌های موجود در دیاگرام در ردیف آب‌های نامناسب قرار می‌گیرند که فقط در شرایط خاصی می‌توان از آن‌ها استفاده کرد (خاک‌های با بافت درشت با زهکشی زیاد و گیاهان مقاوم شوری).

شاخص سرانه منابع آب تجدیدپذیر (FI¹): فالکن مارک، در مطالعات خودبحران آب را براساس مقدار سرانه منابع آب تجدیدپذیر

سالیانه هر کشور تعریف کرده است. میزان سرانه آب تجدیدپذیر بیشتر از 1700 وضعیت مناسب را نشان می‌دهد. میزان سرانه آب تجدیدپذیر بین 1000 تا 1700 مترمکعب در سال برای هر نفر شرایط بحرانی و مقادیر سرانه بین 500 تا 1000 شرایط کمیابی و سرانه کمتر از 500 مترمکعب در سال برای هر نفر نشان‌دهنده کمیابی مطلق است.

شاخص نسبت آب مصرفی به آب تجدیدپذیر (C/RW): نسبت آب مصرفی (C) به آب تجدیدپذیر (RW) به عنوان شاخصی برای پایداری منابع آب معرفی می‌شود. نسبت آب مصرفی به آب تجدیدپذیر به میزان 0/7 به عنوان نقطه بحرانی در نظر گرفته می‌شود و در صورتی که این نسبت کمتر 0/7 باشد، وضعیت کمی منابع آب مناسب خواهد بود، اما اگر این نسبت بین 0/7 تا یک باشد وضعیت منابع آب بحرانی و در صورتی که بیش از یک باشد نشان از عدم تعادل بیلان و بحران شدید منابع آب دارد.

موقعیت و مشخصات کلی محدوده مطالعاتی

از نظر مشخصات جغرافیایی، این محدوده مطالعاتی در شمال استان خراسان رضوی، با کشیدگی شمال غربی - جنوب شرقی در حد فاصل ارتفاعات بینالود در جنوب غرب و غرب و ارتفاعات کپه‌داغ (هزارمسجد) در شرق و شمال شرق و در محدوده‌ای به طول جغرافیایی 20' 58° تا 8' 60° شرقی و عرض جغرافیایی 35' 40° تا 3' 36° شمالی واقع شده است.

این محدوده بخشی از حوضه آبریز قره‌قوم است و در تقسیمات وزارت نیرو با کد 6007 مشخص می‌شود. اهم مشخصات فیزیکی محدوده مطالعاتی در جدول (1) آمده است.

جدول ۱- اهم مشخصات فیزیکی محدوده مطالعاتی مشهد

مساحت حوضه (km ²)	محیط حوضه (km)	ارتفاع حوضه (m)			طول آبراهه اصلی (km)
		حداکثر	حداقل	متوسط	
9908	478	3178	861	1500	174

1-Falkenmark Index

محدوده مطالعاتی مشهد به دلیل قرارگیری شهر مشهد در این محدوده به لحاظ اجتماعی، اقتصادی و سیاسی، مهم ترین محدوده مطالعاتی استان خراسان رضوی محسوب می گردد. جمعیت این محدوده مطالعاتی بر اساس سرشماری سال 1390 برابر با 2929021 نفر (با در نظر گرفتن جمعیت روستاها و مراکز شهری) است، به طوری که این محدوده 49 درصد از جمعیت استان و 4 درصد از جمعیت کشور را در خود جای داده است.

به دلیل این که برنامه ریزی های ملی و منطقه ای براساس مرزهای سیاسی و در سطح شهرستان ها انجام می شود، در شکل (1) موقعیت

محدوده مطالعاتی مشهد و مرز شهرستان ها به منظور تطابق مکانی مرز محدوده مطالعاتی و مرز شهرستان ارائه شده است. تعداد 5 شهرستان وجود دارد که یا به طور کامل و یا قسمتی از آن ها با محدوده مطالعاتی مشهد منطبق است. شهرستان های بینالود و چناران تقریباً به طور کامل و 47 درصد از شهرستان مشهد، 29 درصد از شهرستان قوچان و قسمت های جزئی از شهرستان نیشابور (4 درصد) در این محدوده مطالعاتی واقع هستند. مشخصات شهرستان هایی که با محدوده مطالعاتی مشهد، مساحت مشترک دارند در جدول (2) آمده است.

جدول ۲- مشخصات شهرستان های واقع در محدوده مطالعاتی مشهد

نام شهرستان	مساحت شهرستان (کیلومتر مربع)	مساحت واقع در محدوده مطالعاتی مشهد (درصد)	جمعیت شهرستان واقع در محدوده مطالعاتی براساس سرشماری 1390 (نفر)	مراکز شهری واقع در محدوده
مشهد	8929	47%	2750632	مشهد، رضویه
بینالود	1185	100%	50282	طرقه، شاندیز
چناران	3079	97%	108205	چناران، گلکان، گلپهار
قوچان	3848	29%	18091	-
نیشابور	6754	4%	1811	-

بررسی آمار و اطلاعات ایستگاه های ثبت آمار واقع در محدوده مطالعاتی

مدیریت و برنامه ریزی در بهره برداری از منابع آب در محدوده مطالعاتی نیاز به داشتن آمار موثق، کافی و منظم دارد. ایستگاه های فعال واقع در این محدوده شامل 7 ایستگاه تبخیرسنجی، 21 ایستگاه باران سنجی معمولی و 16 باران سنج ذخیره ای، 2 ایستگاه سینوپتیک، 18 ایستگاه هیدرومتری و 77 حلقه چاه مشاهده ای است (شکل 2)).

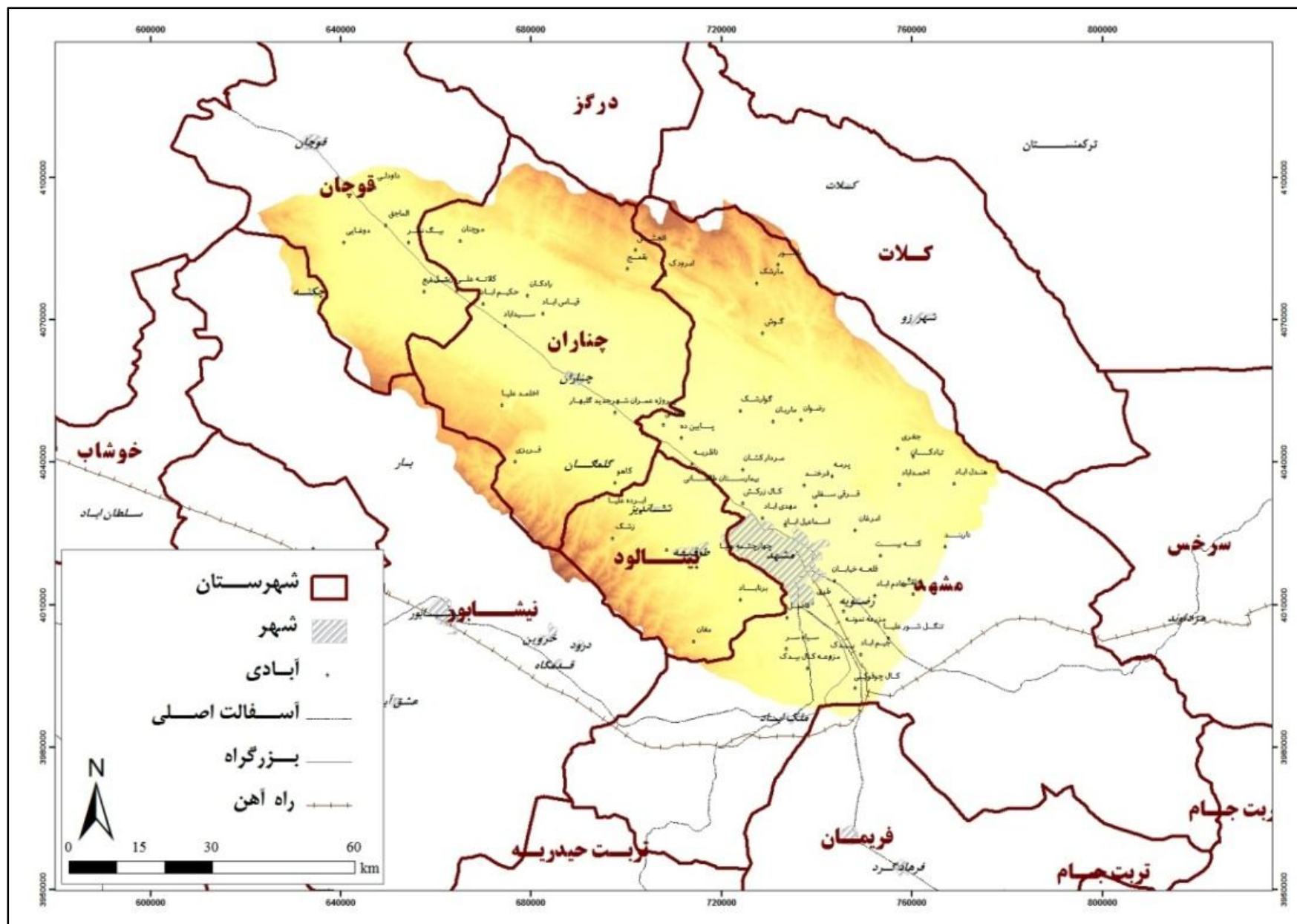
تعداد ایستگاه های سنجش بارش با توجه به ضریب تغییرات بارش در منطقه قابل قبول بوده و با این تعداد ایستگاه با خطایی کمتر از 5 درصد می توان بارش در سطح حوضه را برآورد نمود. ایستگاه های

هیدرومتری محدوده نیز از جهت موقعیت مکانی 12 ایستگاه در ارتفاعات، 5 ایستگاه نزدیک به محل ورودی رودخانه ها به دشت و 1 ایستگاه (اولنگ اسدی) در محدوده دشت (تقریباً در خروجی حوضه) قرار دارد. تقریباً در تمام رودخانه های اصلی محدوده که در بیشتر اوقات سال، دارای دبی پایه هستند، همچنین در خروجی محدوده ایستگاه هیدرومتری وجود دارد و می توان گفت ایستگاه های هیدرومتری در این محدوده کفایت کافی برای ارزیابی منابع آب سطحی را دارند.

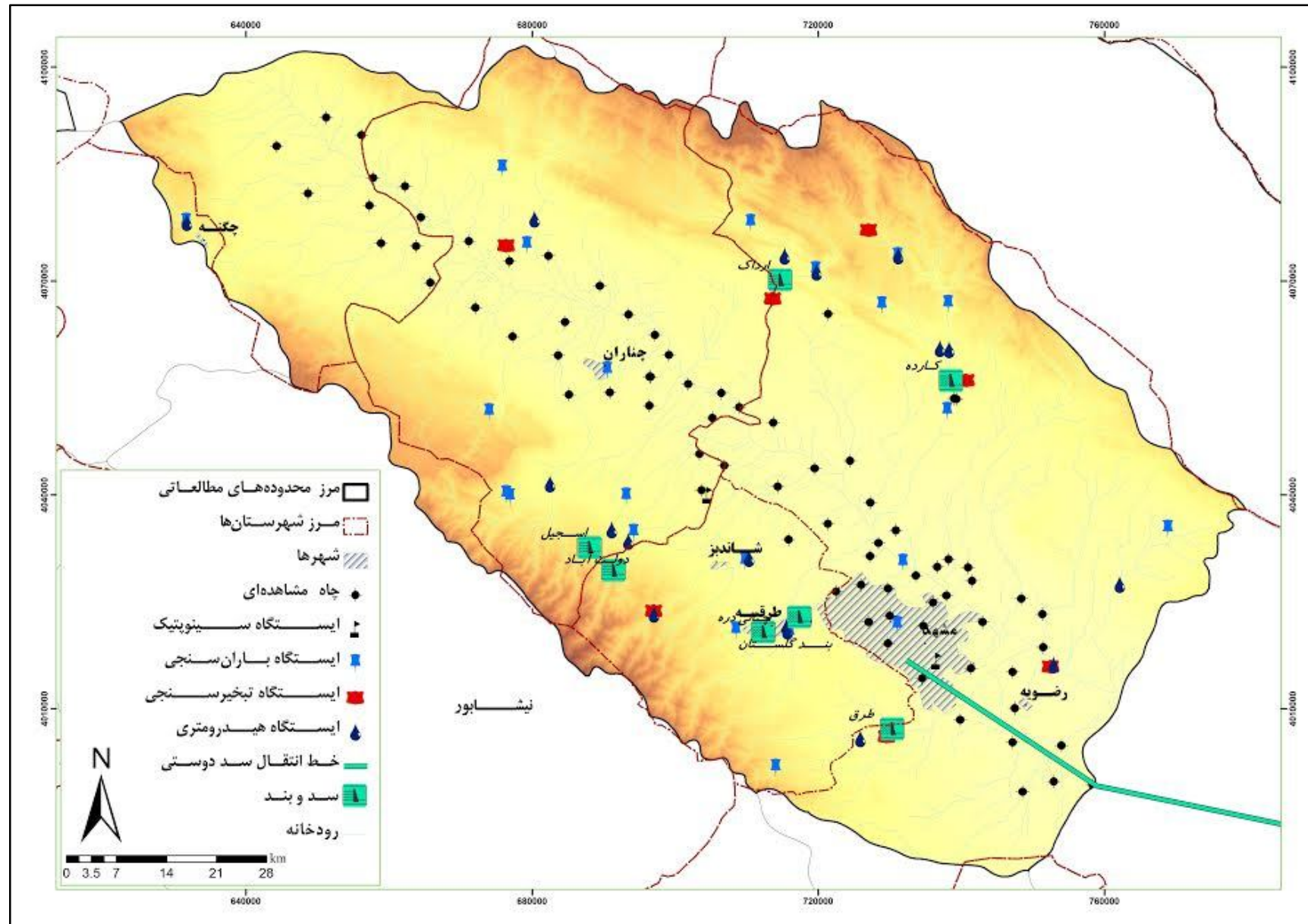
از نظر طول آمار نیز 7 ایستگاه ایستگاه باران سنجی و 5 ایستگاه های تبخیرسنجی بیش از 30 سال داده دارند. تقریباً سایر ایستگاه های باران سنجی و تبخیرسنجی بین 20 تا 30 سال داده دارند. ایستگاه

سینوپتیک مشهد نیز بیش از 60 سال داده دارد. تعداد 11 ایستگاه هیدرومتری محدوده نیز بیش از 30 سال داده دارند. تراکم چاه‌های مشاهده‌ای در هر 32 کیلومترمربع از سطح آبخوان یک می‌باشد. از نظر شبکه چاه‌های مشاهده‌ای همانطور که مشاهده می‌شود در ناحیه شمال شرقی در ارتفاعات هزارمسجد چاه مشاهده‌ای کافی برای

برآورد تغذیه از کوهستان وجود ندارد؛ همچنین در خروجی محدوده و ناحیه ورودی به محدوده نریمانی چاه مشاهده‌ای برای برآورد میزان خروجی آب زیرزمینی از محدوده وجود ندارد. در هر کدام از این مناطق حداقل 3 چاه مشاهده‌ای نیاز است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی مشهد، شهرستان‌ها، مراکز شهری و روستایی



شکل ۲- موقعیت نقاط داده‌برداری محدوده مطالعاتی مشهد

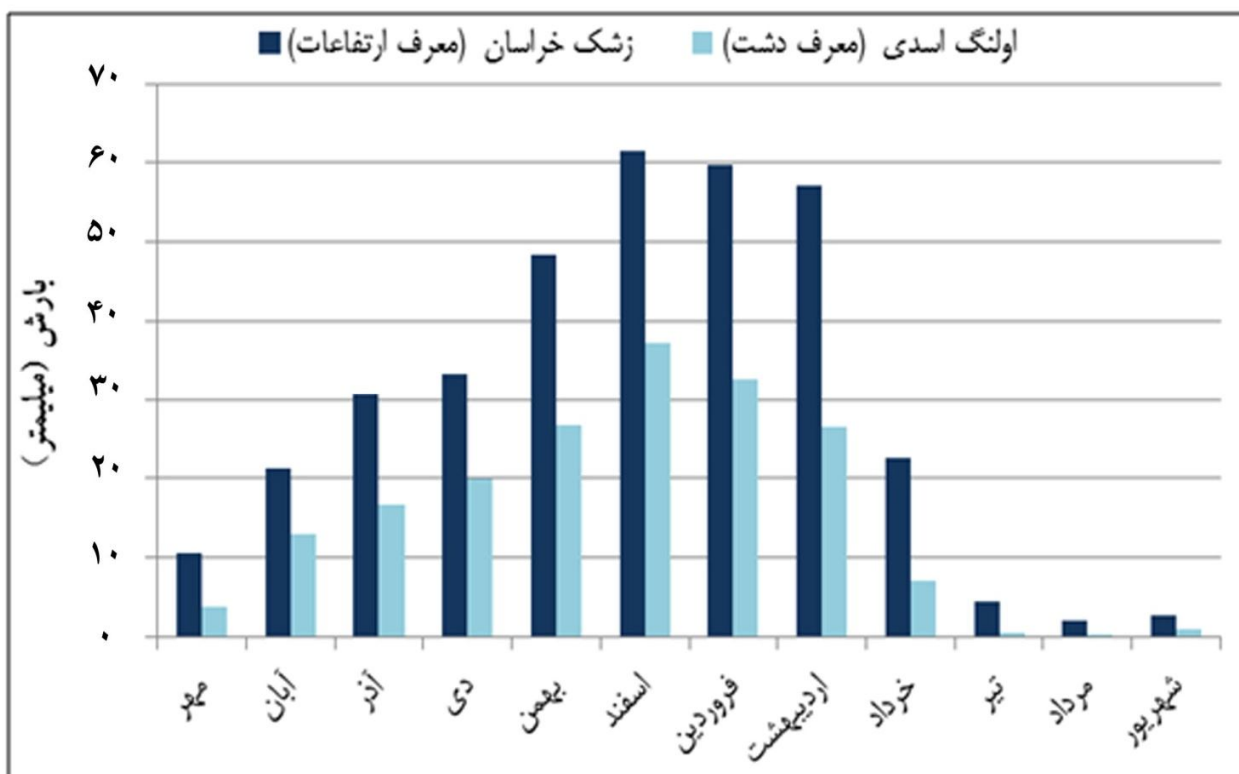
بررسی وضعیت بارش

براساس آخرین مطالعات بهنگام سازی ییلان منابع آب میانگین بارش 45 ساله در سطح محدوده مطالعاتی مشهد، 270 میلی متر است. همچنین از نظر حداکثر و حداقل بارش سالانه، می توان گفت که میزان بارش محدوده مطالعاتی مشهد در دو سال آبی 77-1376 و 87-1386 به ترتیب به عنوان معرف ترسالی و خشکسالی حدود 377 میلی متر و 155 میلی متر است.

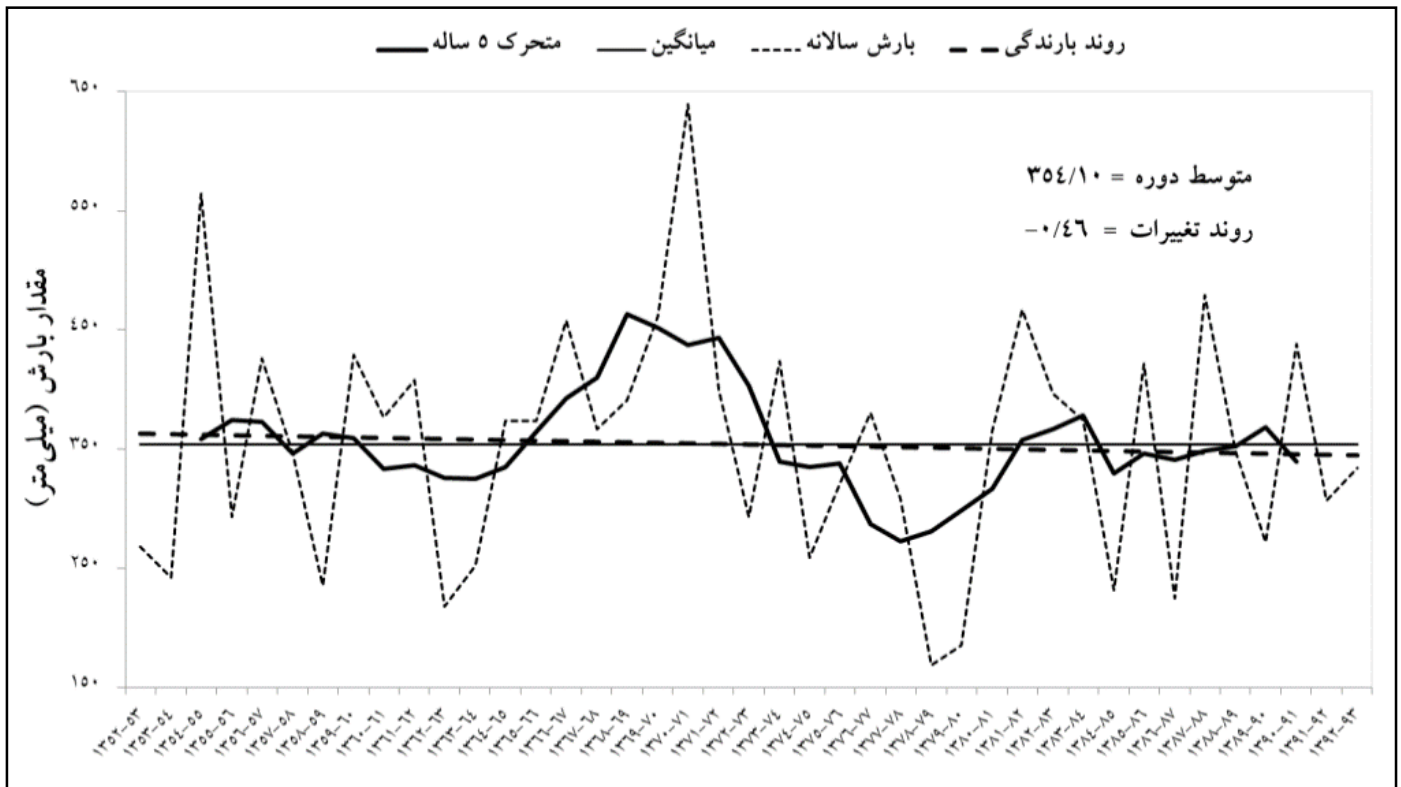
جهت بررسی توزیع فصلی و ماهانه بارش در محدوده، متوسط بارش ماهانه ایستگاه زشک (به عنوان ایستگاه معرف ارتفاعات) و ایستگاه اولنگ اسدی (به عنوان معرف دشت) در دوره آماری 35 ساله منتهی به سال 90-1389 بررسی شدند (شکل 3)). بر این اساس در محدوده مطالعاتی مشهد حدود 80 درصد بارش ها چه در ارتفاعات و چه در دشت در فصول زمستان و بهار واقع شده و حدود 18 درصد بارش ها

در فصل پاییز است. در فصل زمستان عمده بارش ها جبهه ای است. در حالی که در فصل بهار علاوه بر بارش های جبهه ای، بارش های همرفتی نیز فراوانی زیادی دارد.

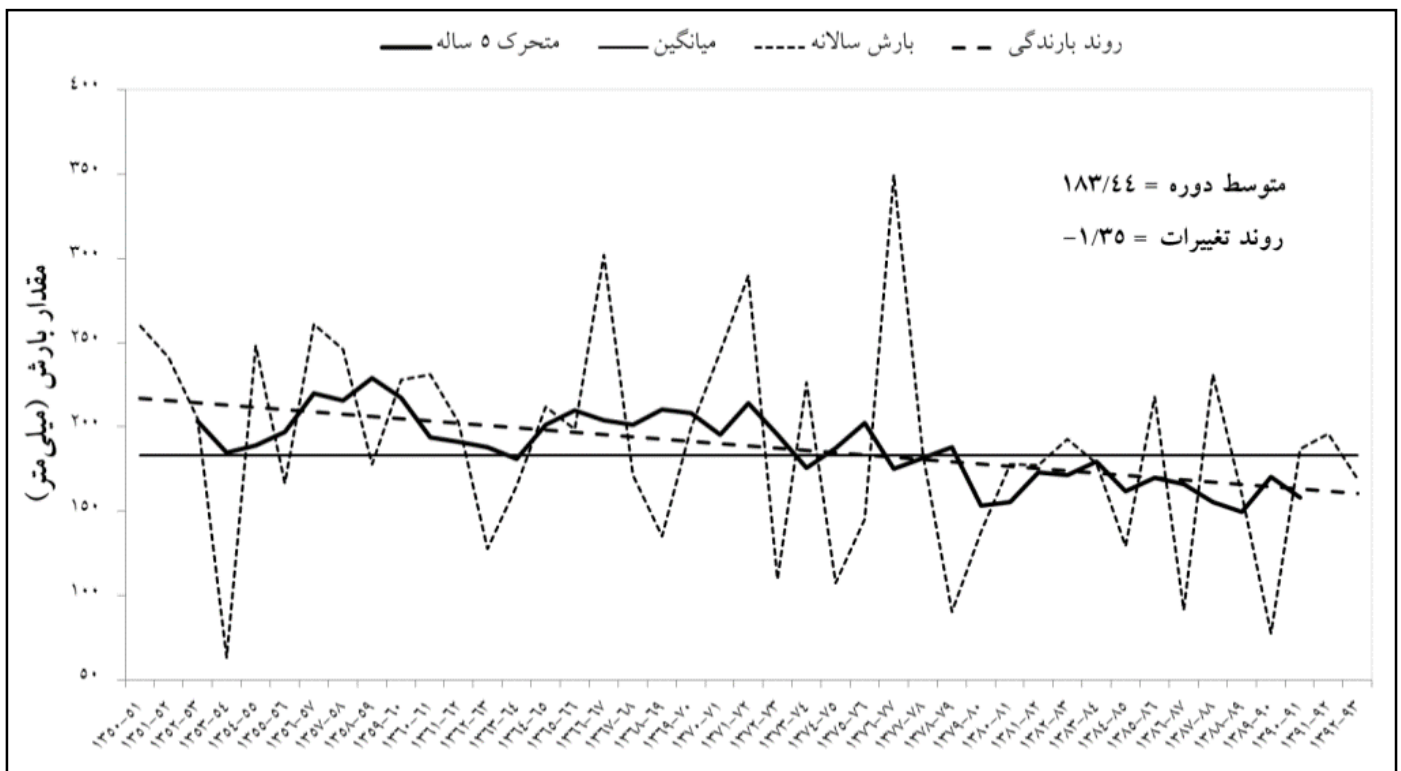
برای نمایش تغییرات سال به سال بارندگی در محدوده، نمودار تغییرات سالانه بارندگی و میانگین متحرک 5 ساله ایستگاه های معرف در دوره آماری 40 ساله (51-1350 تا 90-1389) در شکل های (4) و (5) ارائه شده است. مشاهده می شود که از دهه 60 تاکنون هر کدام از این دو ایستگاه یک دوره تر و خشک را گذرانده اند که شدت دوره های خشک و تر در ایستگاه زشک (معرف ارتفاعات محدوده) مشهودتر است. به طور کلی مقدار بارش سالانه در هر دو ایستگاه کاهش یافته و نرخ کاهش در ایستگاه اولنگ اسدی بیشتر از زشک بوده است. البته در حال حاضر بررسی آمار موجود، معنی داری روند مشاهده شده را اثبات نمی کند.



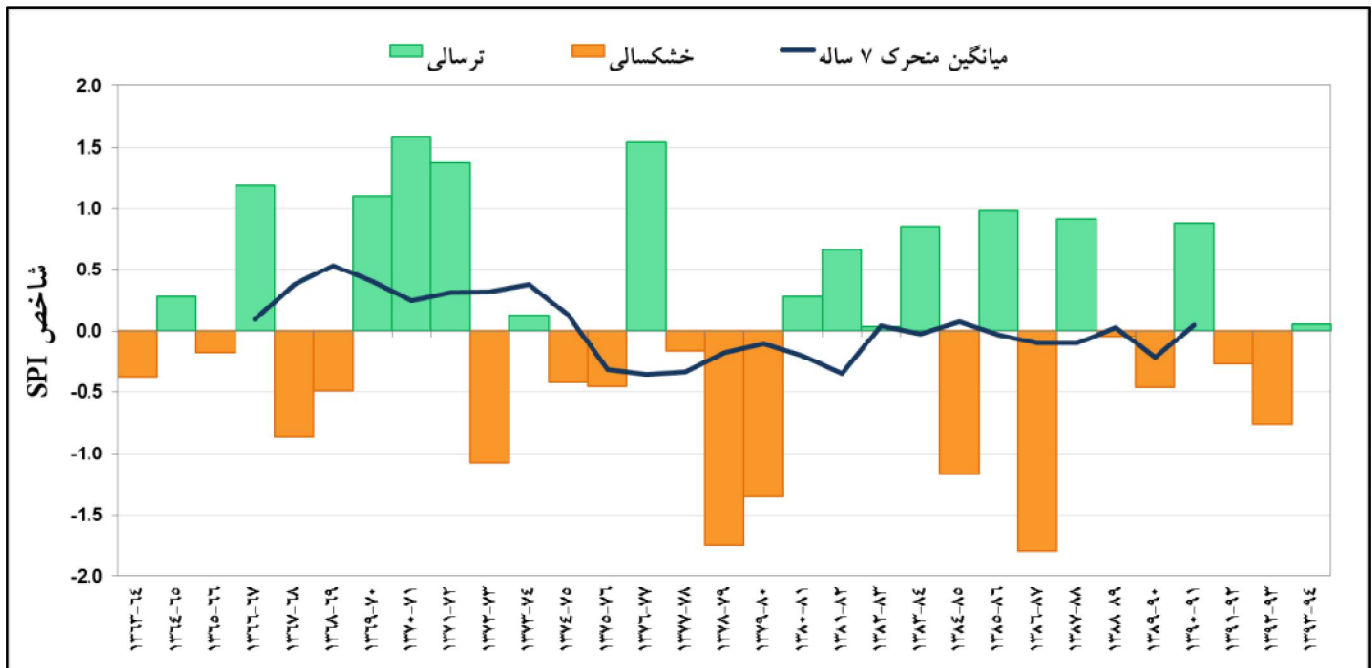
شکل ۳- توزیع متوسط ماهانه بارندگی در ایستگاه های معرف محدوده مطالعاتی مشهد (متوسط دوره ۳۵ ساله منتهی به سال ۹۰-۱۳۸۹)



شکل ۴- تغییرات بارندگی سالانه در ایستگاه باران سنجی زشک (معرف ارتفاعات)



شکل ۵- تغییرات بارندگی سالانه در ایستگاه باران سنجی اولنگ اسدی (معرف دشت)



شکل ۶- متوسط شاخص SPI در دوره آماری ۳۰ ساله در محدوده مطالعاتی مشهد

منابع و مصارف آب سطحی

رودخانه‌های مهم

مهم‌ترین رودخانه این محدوده مطالعاتی، رودخانه کشف‌رود است که با طول تقریبی ۱۷۴ کیلومتر دارای آورد متوسط سالانه ۲۷/۸ میلیون متر مکعب در محل ایستگاه اولنگ‌اسدی واقع در خروجی محدوده مطالعاتی بوده و پس از طی مسافتی معادل ۳۰۰ کیلومتر در محلی به نام پل خاتون در شرق حوضه آبریز قره‌قوم به هریرود می‌ریزد. از سرشاخه‌های مهم رودخانه کشف‌رود می‌توان رودخانه‌های زیر را نام برد:

سرشاخه‌های فرعی راست رودخانه کشف‌رود (منشعب از ارتفاعات بینالود): فریزی، شان‌دیز، دولت‌آباد، گل‌مکان، طرق، اسجیل، چکنه، اخلمد، جاعرق، مایان، دهبار، کنگ، زشک، خرمدره، کال تنگل شور و کال بیدک.

سرشاخه‌های فرعی چپ رودخانه کشف‌رود (منشعب از ارتفاعات هزار مسجد): رادکان، ارداک، کارده، ماه‌نسا، بقمچ، بهمن‌جان.

از نظر تعداد وقوع ترسالی و خشکسالی بر اساس شکل (۶) به‌طور کلی می‌توان گفت بعد از یک دوره ترسالی در دهه ۶۰ و یک دوره خشکسالی در دهه ۷۰، وضعیت بارش‌ها در دهه ۸۰ نرمال بوده، هر چند خشکسالی‌های شدیدتری در مقایسه با ترسالی‌ها در این دهه به وقوع پیوسته است.

شاخص SPI (شدت خشکسالی) در محدوده‌ای بین $\pm 0/5$ نشان‌دهنده نرمال بودن بارش‌ها می‌باشد، بر این اساس میزان بارش سالانه در ۱۰ سال منتهی به سال آبی ۱۳۹۳-۹۴، ۳ سال خشکسالی، ۳ سال ترسالی و ۴ سال نسبتاً نرمال را نشان می‌دهد. به عبارتی در این سال‌ها میزان بارش دریافتی از توزیع نرمال تبعیت می‌کند. اما نکته قابل ذکر این‌که به دلیل افزایش دما و کاهش روزهای برفی میزان آب تجدیدپذیر سالانه در سال‌های اخیر کاهش یافته است. از طرفی بعد از هر دوره خشکسالی به دلیل کاهش رطوبت خاک در سطح زمین سهم بیشتری از بارش دریافتی صرف مرطوب نمودن خاک سطحی و در نهایت تبخیر شده و در نتیجه از میزان بارش مفید برای منابع آب کاسته می‌شود.

بررسی وضعیت کمی و کیفی رودخانه‌ها

آبدهی ویژه ایستگاه‌های واقع در سرشاخه‌های فرعی راست رودخانه کشف‌رود به طور متوسط بیشتر از ایستگاه‌های واقع در سرشاخه‌های فرعی چپ‌رودخانه کشف‌رود است. به عبارتی سرشاخه‌های منشعب از ارتفاعات بینالود نسبت به ارتفاعات هزارمسجد قابلیت تولید رواناب بالاتری دارند (جدول (3)).

وضعیت کیفی در شرایط حداقل و حداکثر آبدهی در دوره آماری منتهی به سال 89-1388 در هر کدام از ایستگاه‌های هیدرومتری در جدول (3) ارائه شده است. با توجه به این اطلاعات در ارتباط با کیفیت آب رودخانه‌های محدوده مطالعاتی مشهد قابل ذکر است:

- به طور کلی کیفیت آب رودخانه‌های محدوده به جز رودخانه ماه نسا و خروجی محدوده، در شرایط حداکثر آبدهی برای مصرف شرب و کشاورزی خوب است؛ اما با کاهش آبدهی کیفیت آب نیز کاهش یافته به طوری که در بعضی مناطق محدوده برای مصرف شرب در طبقه قابل قبول و برای مصرف کشاورزی در طبقه متوسط قرار می‌گیرد.

- وضعیت کیفیت آب رودخانه ماه نسا برای مصرف شرب متوسط و برای مصرف کشاورزی نامناسب بوده و در خروجی محدوده (ایستگاه اولنگ اسدی) کیفیت آب برای مصرف شرب قابل قبول تا نامناسب و برای مصرف کشاورزی متوسط تا نامناسب است.

بررسی تغییرات ماهانه و سالانه آبدهی در حوضه و روند آن در آمار ایستگاه هیدرومتری زشک (معرف ارتفاعات) و ایستگاه اولنگ اسدی (معرف دشت) در خروجی محدوده، نشان می‌دهد که بیشترین آبدهی در ماه‌های اسفند تا خرداد است و در مرداد و شهریور برای ایستگاه اولنگ اسدی تقریباً هیچ آبدهی ثبت نشده است (شکل (7)).

تغییرات متوسط آبدهی سالانه با بارش سالانه هماهنگ بوده و آبدهی به طور متوسط در هر دو ایستگاه کاهش یافته و نرخ کاهش در ایستگاه اولنگ اسدی بیشتر از زشک بوده است (شکل‌های (8) و (9)). علت کاهش بیشتر آبدهی در ایستگاه اولنگ اسدی می‌تواند به

علت افزایش مصارف بالادست آن در سطح محدوده، کاهش سطح آب زیرزمینی و افزایش میزان نفوذ به علت خشکی زمین باشد. البته در حال حاضر با بررسی آمار موجود، معنی‌دار بودن روند مشاهده شده اثبات نمی‌شود.

جدول ۳- مشخصات کمی و کیفی ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در محدوده مطالعاتی مشهد

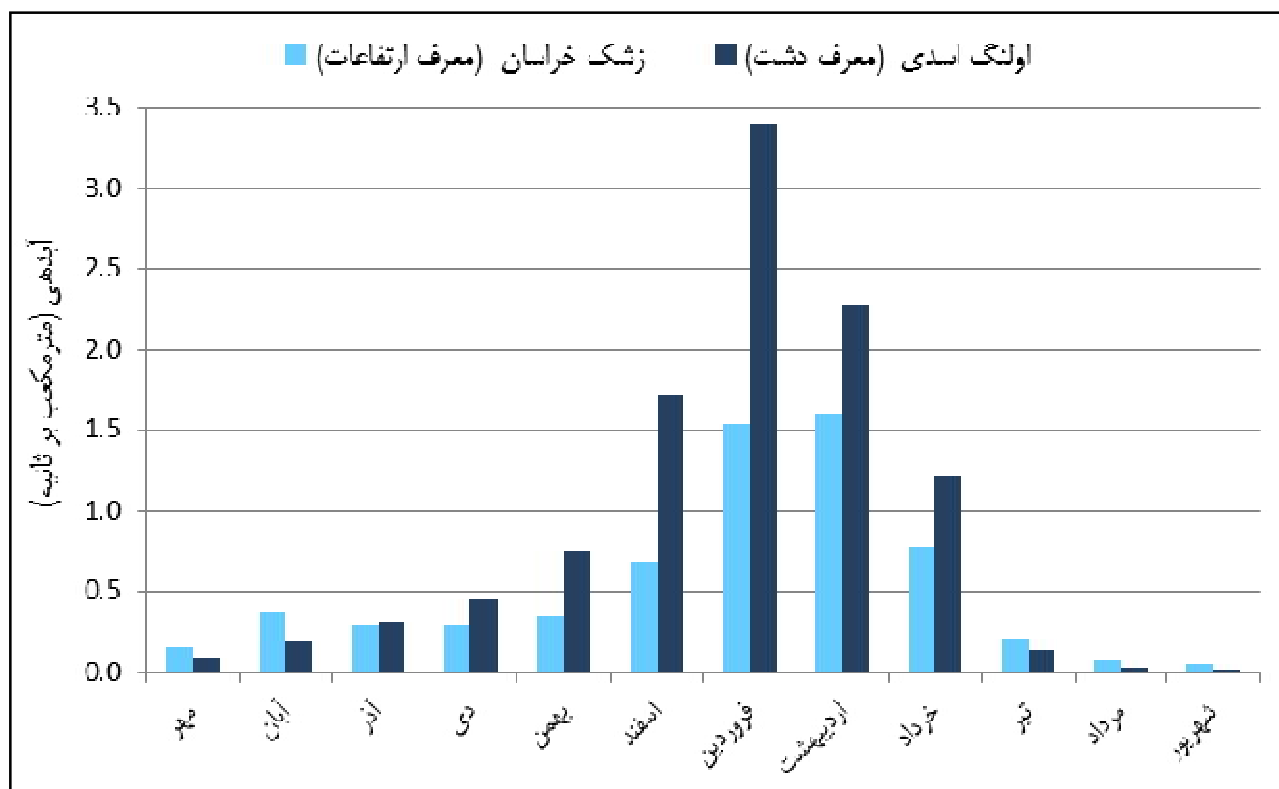
نام ایستگاه	نام رودخانه	کد ایستگاه	ارتفاع	سال تأسیس ^۱	طول دوره آماری ^۲ (سال)	متوسط آبدهی (m ³ /s)	متوسط حجم رواناب MCM/year	مساحت (کیلومتر مربع)	آبدهی ویژه (لیتر بر ثانیه در کیلومتر مربع)	طبقه‌بندی آب شرب ^۳	کلاس آب آبیاری ^۳
اولنگ اسدی	کشف رود	64033	887	1351-52	38	0/88	27/84	9005	0/10	قابل قبول تا نامناسب	c3-s1, c4-s2
ماه‌نسا	ماه‌نسا	64053	1207	1363-64	25	0/05	1/53	275	0/19	متوسط	c4-s2
کوشک آباد	کارده	64051	1319	1369-70	22	0/02	0/68	88	0/22	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
آبقد ارداک ^۴	ارداک	64074	1468	1385-86	6	0/09	2/89	79	1/20	خوب	c2-s1
کارده بالادست	کارده	64049	1315	1363-64	28	0/61	19/2	448	1/41	خوب	c2-s1
جنگ	کارده	64953	1664	1371-72	18	0/33	10/56	212	1/56	خوب	c2-s1
زیربند گلستان	جاغرق	64047	1168	1370-71	20	0/59	18/5	322	1/91	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
امام‌زاده رادکان	رادکان	64003	1267	1350-51	39	0/47	14/86	251	1/92	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
چکنه علیا	چکنه	64043	1679	1361-62	29	0/08	2/61	42	1/94	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
میان‌مرغ ^۴	ارداک	64083	1400	1385-86	5	0/57	18/03	328	2/38	خوب تا قابل قبول	c2-s1
سر آسیاب شاندیز	زشک	64019	1254	1351-52	36	0/58	18/15	204	2/86	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
گلستان جاغرق	جاغرق	64027	1225	1353-54	35	0/27	8/39	73	3/55	خوب تا قابل قبول	c-s1, c3-s1
دهبار حصار	دهبار	64023	1229	1354-55	34	0/43	13/41	89	3/71	خوب تا قابل قبول	c2-s1, c3-s1
کرتیان	طرق	64029	1241	1330-31	60	0/52	16/54	89	3/71	خوب	c2-s1
موشنگ	فریزی	64007	1418	1351-52	38	1/74	54/96	283	6/28	خوب	c2-s1
گلمکان	گلمکان	64011	1570	1351-52	38	0/35	11/04	48	7/14	خوب	c2-s1
زشک	زشک	64017	1713	1356-57	34	0/53	16/83	69	7/77	خوب	c2-s1
دولت آباد خرم‌دره	خرم‌دره	64013	1586	1356-57	35	0/41	13	41	10/25	خوب	c1-s1, c2-s1

۱- اولین سال برداشت داده به عنوان سال تأسیس در نظر گرفته شده است.

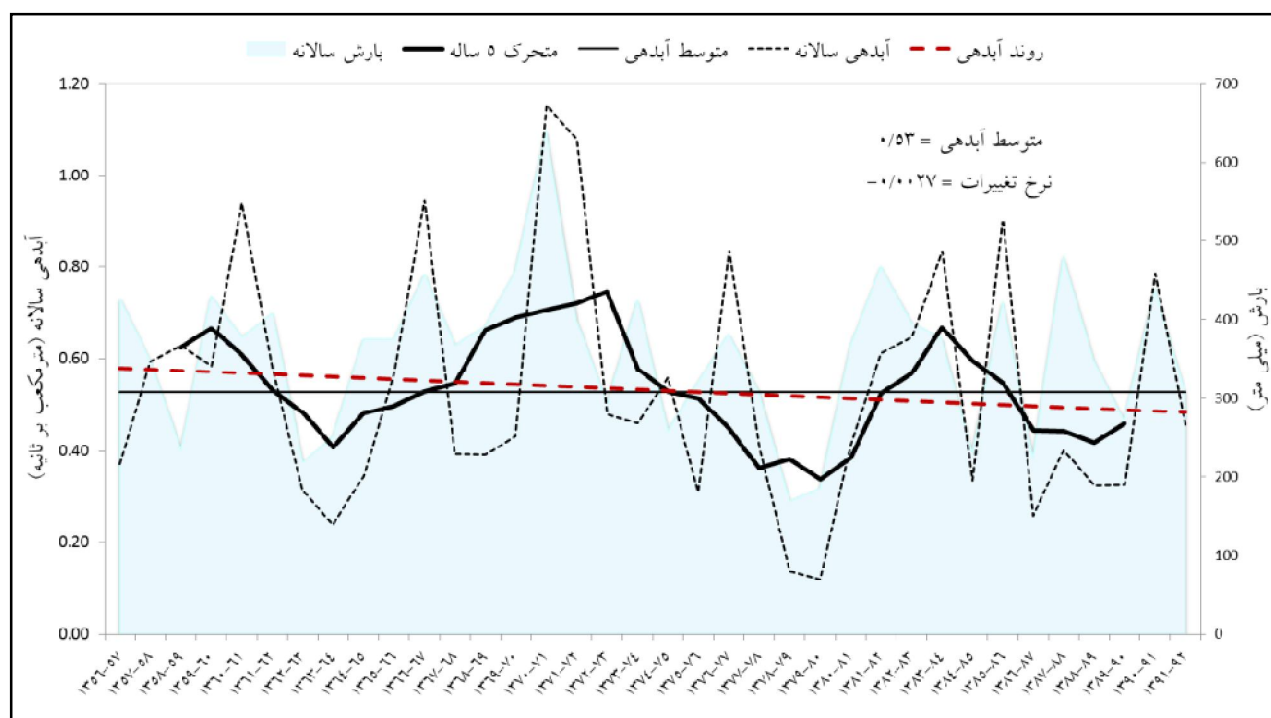
۲- از سال تأسیس تا سال ۱۳۹۰-۹۱ در نظر گرفته شده است.

۳- وضعیت کیفی در شرایط حداقل و حداکثر آبدهی ارائه شده است.

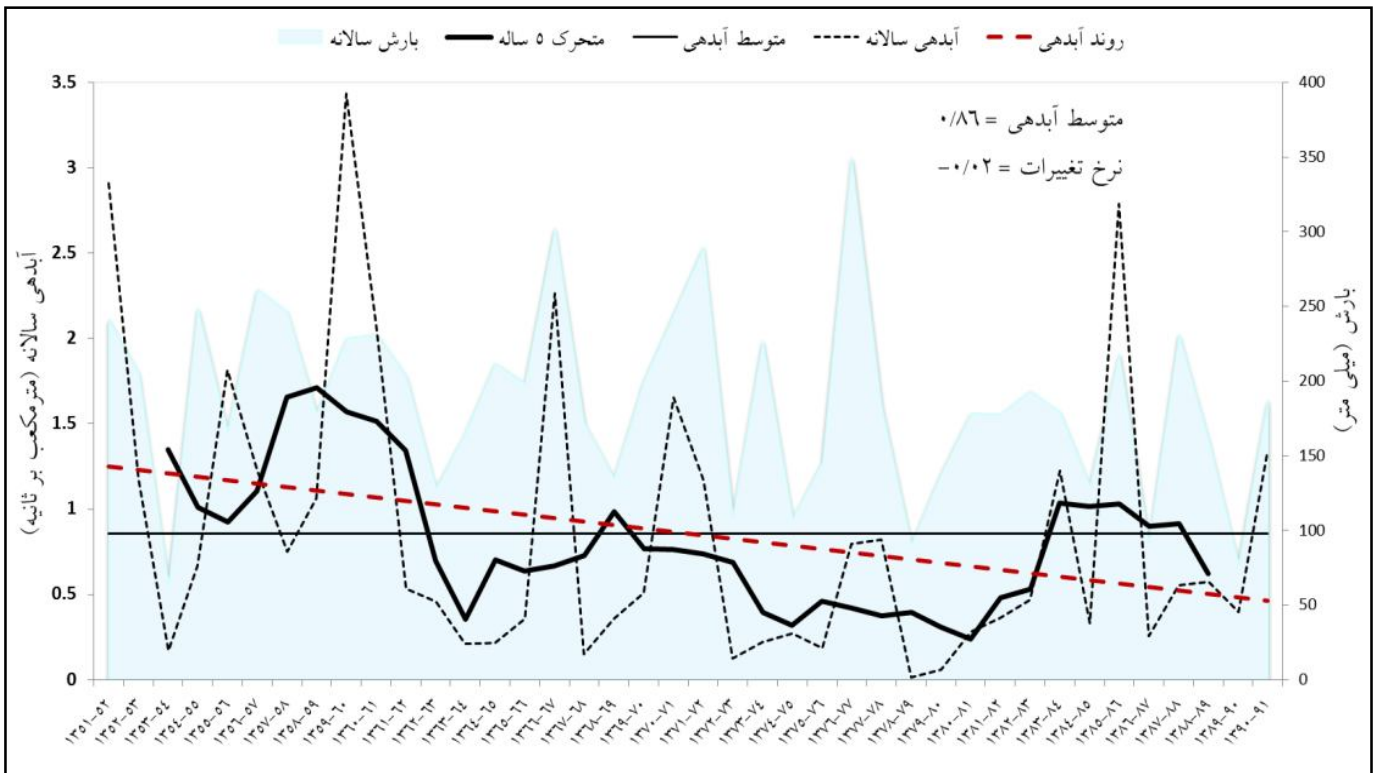
۴- آمار تا سال ۱۳۸۹-۹۰ در دسترس بوده است.



شکل ۷- تغییرات آبدی ماهانه ایستگاه زشک و اولنگ اسدی



شکل ۸- تغییرات آبدی سالانه ایستگاه زشک (معرف ارتفاعات)



شکل ۹- تغییرات آبدی سالانه ایستگاه اولنگ اسدی (معرف دشت)

وضعیت برداشت از منابع آب سطحی

در محدوده مطالعاتی مشهد سدهای کارده، طرق، ارداک، دولت آباد، اسجیل، چالی دره و بند گلستان جهت برداشت از منابع آب سطحی در دست بهره‌برداری هستند و با احداث سد دوستی بر روی رودخانه هریرود در مرز ایران و افغانستان انتقال آب به شهر مشهد از طریق خط لوله نیز صورت می‌گیرد (جدول (4)). موقعیت سدهای در دست بهره‌برداری و خط انتقال سد دوستی در شکل (2) آمده است.

حجم تنظیمی کل مخازن سدها، بدون احتساب سد دوستی معادل 75/6 میلیون مترمکعب می‌باشد. همچنین متوسط سالانه حجم آب انتقالی از سد دوستی به مشهد در حالت خوش‌بینانه 75 میلیون مترمکعب، و در حالت واقع‌بینانه 30 میلیون مترمکعب پیش‌بینی می‌شود. از آنجایی که مخازن سدهای کشاورزی و شرب براساس

آورد با احتمال 80 درصد طراحی می‌شوند، انتظار می‌رود حجم تنظیمی سدها از هر 10 سال، 8 سال تأمین گردد، اما متوسط حجم آب ورودی به سدهای محدوده مطالعاتی مشهد در 10 سال منتهی به سال آبی 1393-94 نشان می‌دهد که تنها حدود 40 تا 60 درصد حجم تنظیمی آن‌ها در این دوره تأمین شده است. به عبارتی در محدوده مطالعاتی مشهد، ظرفیت قابل توجه دیگری برای توسعه سدسازی باقی‌نمانده و احداث سدروشن جامعی برای رفع مشکل کمبود آب نمی‌باشد. از نظر نوع مصرف سدهای کارده، طرق و ارداک به منظور مصارف کشاورزی و شرب احداث شده‌اند. بررسی آمار دو سد کارده و طرق نشان می‌دهد که در ابتدای احداث آن‌ها سهم مصرف بخش کشاورزی بیشتر بوده که به مرور از آن کاسته شده و به سهم تأمین نیازهای شهر مشهد افزوده شده است.

جدول ۴- مشخصات سدهای در دست بهره‌برداری در محدوده مطالعاتی مشهد

نام سد	شهرستان واقع در آن	نام رودخانه	مساحت حوضه (km ²)	حجم تنظیمی (میلیون متر مکعب)	سال بهره‌برداری	نوع مصرف	متوسط حجم آب ورودی سالانه در 10 سال منتهی به سال آبی 1393-94 (میلیون مترمکعب)
کارده	مشهد	کارده	547	24	1367	شرب، کشاورزی	9/39
طرق	مشهد	طرق	165	14	1367	شرب، کشاورزی	7/66
ارداک	مشهد	ارداک	485/2	30/3	1394	شرب، کشاورزی، صنعت	تازه تأسیس
دولت‌آباد	چناران	خرم دره	22	3/9	1380	کشاورزی	2/40
اسجیل	چناران	اسجیل	14/3	2	1380	کشاورزی	فاقد آمار
چالی دره	بینالود	چالی دره	2/58	1/4	1381	کشاورزی	0/78
بندگلستان	بینالود	گلستان	317	1/5	آثارباستانی	کشاورزی	فاقد آمار
دوستی	مرز ایران و افغانستان	هریرود	54000	341/7 (سهم ایران)	1383	شرب، کشاورزی	*487

* سهم شرب مشهد از این مقدار 90mcm از طریق خط انتقال بوده است.

برداشت از سایر منابع آب سطحی در محدوده مطالعاتی مشهد به تفکیک نوع منبع براساس آماربرداری سال 1387 در جدول (5) ارائه شده است. بر این اساس کل حجم آب برداشتی از این منابع حدود 30 میلیون متر مکعب بوده است. البته با توجه به این که این آماربرداری در سالی خشک انجام شده و علاوه بر این بندسارهای قابل توجهی نیز توسط مردم برای مهار سیلاب‌ها احداث می‌شود که در آماربرداری‌ها دیده نمی‌شود.

با توجه به کمبود منابع آبی و افت شدید آبخوان در محدوده مطالعاتی مشهد، جمع‌آوری آب‌های سطحی و تغذیه منابع آب زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. بر این اساس پروژه‌های تغذیه مصنوعی شاندیز و ماه نسا به‌طور متوسط با مقدار آب قابل تغذیه سالانه 1/5، 2/3 میلیون متر مکعب و همچنین پروژه‌های تغذیه مصنوعی گلستان، خیج و جمعاب در حال بهره‌برداری هستند.

جدول ۵- نوع مصارف آب سطحی به تفکیک منابع براساس آماربرداری سال ۱۳۸۷

نوع منبع آبی	آب بند	انهار	موتور پمپ‌های حاشیه رودخانه	کل	درصد
برداشت به تفکیک نوع مصرف (هزار متر مکعب)	کشاورزی	0	23849	6211	30060
	صنعت	0	84	8	92
	شرب	0	102	0	102
	کل	0	23976	6218	30194
درصد					100%
تعداد					13
					2217
					135
					2365

منابع و مصارف آب زیرزمینی

پراکنش، تعداد و حجم برداشت از منابع آب زیرزمینی (چشمه‌ها، چاه‌ها و قنات‌ها)

براساس برنامه‌های وزارت نیرو، پروژه‌های آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب هر 5 سال یک‌بار انجام می‌گیرد. آخرین آماربرداری در سال‌های 1387 تا 1390 انجام، و در سال 1390 نهایی شده است. ارقام ارائه شده در جدول (6) به روز شده آماربرداری از مصارف چاه‌ها می باشد.

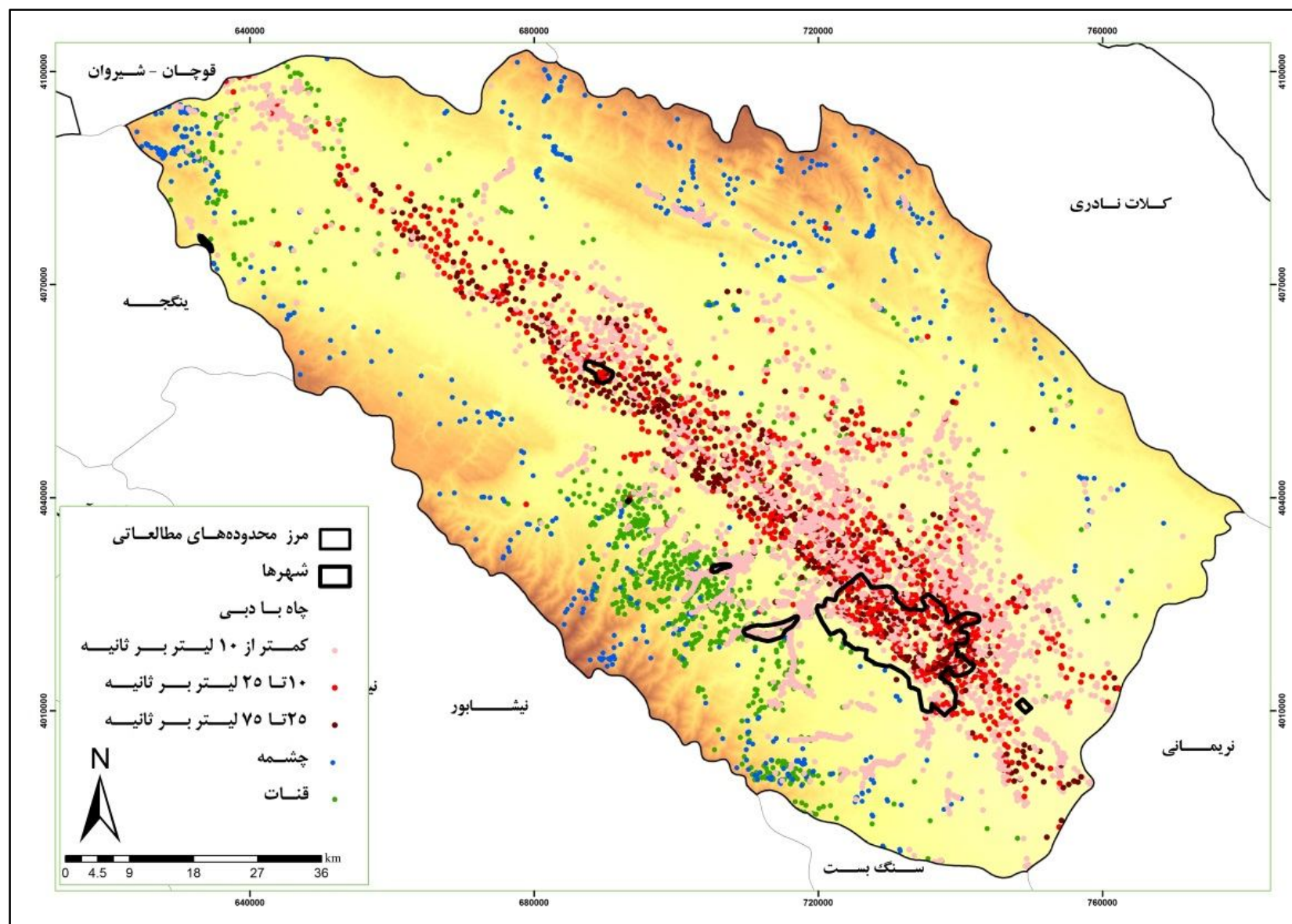
تعداد و حجم برداشت از منابع آب زیرزمینی به تفکیک نوع مصارف بر اساس آخرین آماربرداری در جدول (6) انعکاس یافته است. براساس ارقام این جدول حدود 68 درصد برداشت آب زیرزمینی در

بخش کشاورزی، 26 درصد در بخش شرب و 5 درصد در سایر بخش‌ها شامل صنایع، خدمات، دام و طیور و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد که در مجموع منبع تأمین 79 درصد مصارف چاه‌ها بوده و تنها 21 درصد مصارف توسط قنات و چشمه‌ها تأمین می‌شود. پراکندگی منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی مشهد نیز در شکل (10) ارائه شده است.

به دلیل این که برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای براساس مرزهای سیاسی و در سطح شهرستان‌ها انجام می‌شود، در جدول (7) مشخصات منابع آبی واقع در شهرستان‌های دارای مساحت مشترک با محدوده مطالعاتی مشهد ارائه شده است.

جدول ۶- تعداد و میزان برداشت منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی مشهد (براساس آماربرداری سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰)

نوع منبع آبی	تعداد درحال بهره‌برداری	برداشت سالانه به تفکیک نوع مصرف (درصد)			حجم برداشت سالانه به تفکیک نوع مصرف (میلیون مترمکعب)			مجموع برداشت سالانه (میلیون مترمکعب)	برداشت به تفکیک نوع منبع (درصد)
		کشاورزی	شرب	صنایع و خدمات	کشاورزی	شرب	صنایع و خدمات		
چاه	6860	62%	32%	6%	524	269	55	855	79%
قنات	1087	96%	2%	1%	134	3	2	138	13%
چشمه	679	85%	13%	2%	74	11	2	87	8%
مجموع	8626	68%	26%	5%	732	283	59	1080	100%



شکل ۱۰- پراکندگی منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی مشهد

جدول ۷- مشخصات منابع آبی واقع در شهرستان‌های دارای مساحت مشترک با محدوده مطالعاتی مشهد

نام شهرستان	مقیاس مکانی	چاه		قنات		چشمه		جمع	
		تعداد	حجم برداشت (mcm)	تعداد	حجم برداشت (mcm)	تعداد	حجم برداشت (mcm)	تعداد	حجم برداشت (mcm)
مشهد	کل شهرستان	4368	680	443	40	380	33	5191	753
	نسبت واقع در محدوده مطالعاتی	83%	73%	26%	60%	52%	85%	76%	73%
بینالود	کل شهرستان	1673	54	666	62	132	11	2471	127
	نسبت واقع در محدوده مطالعاتی	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
چناران	کل شهرستان	1274	276	189	38	244	34	1697	348
	نسبت واقع در محدوده مطالعاتی	100%	98%	100%	100%	86%	97%	99%	98%
قوچان	کل شهرستان	2069	81	207	23	401	35	2677	139
	نسبت واقع در محدوده مطالعاتی	12%	42%	57%	65%	31%	31%	19%	43%
نیشابور	کل شهرستان	3574	565	722	69	1115	27	5411	661
	نسبت واقع در محدوده مطالعاتی	0%	0%	1%	1%	2%	15%	1%	1%

تغییرات کمی آبخوان آبرفتی

برای بررسی تغییرات کمی و کیفی آبخوان آبرفتی در این محدوده، تعداد 74 حلقه چاه مشاهده‌ای وجود دارد که داده‌برداری از این چاه‌ها از سال 1363 موجود است. تغییرات تجمعی سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت مشهد تا انتهای سال آبی 94-1393 (شکل (11)) نشان می‌دهد متوسط افت سالیانه در کل آبخوان در این دوره 0/71 متر بوده است. البته این روند در سال‌های اخیر شدت کمتری گرفته، به‌طوری‌که در 10 سال و 5 سال اخیر متوسط افت سطح آب زیرزمینی به 0/64 و 0/38 متر رسیده است. ورود آب سد دوستی به شهر مشهد در کاهش متوسط افت کل دشت مؤثر بوده است؛ البته باید توجه شود که مقدار افت در غرب آبخوان مشهد طی سال‌های اخیر شدت بیشتری یافته و در برخی نقاط به بیش از 2 متر در سال رسیده است و از جمله علل آن می‌توان به ساخت و بهره‌برداری از سد ارداک و به تبع آن کاهش تغذیه در این منطقه اشاره نمود.

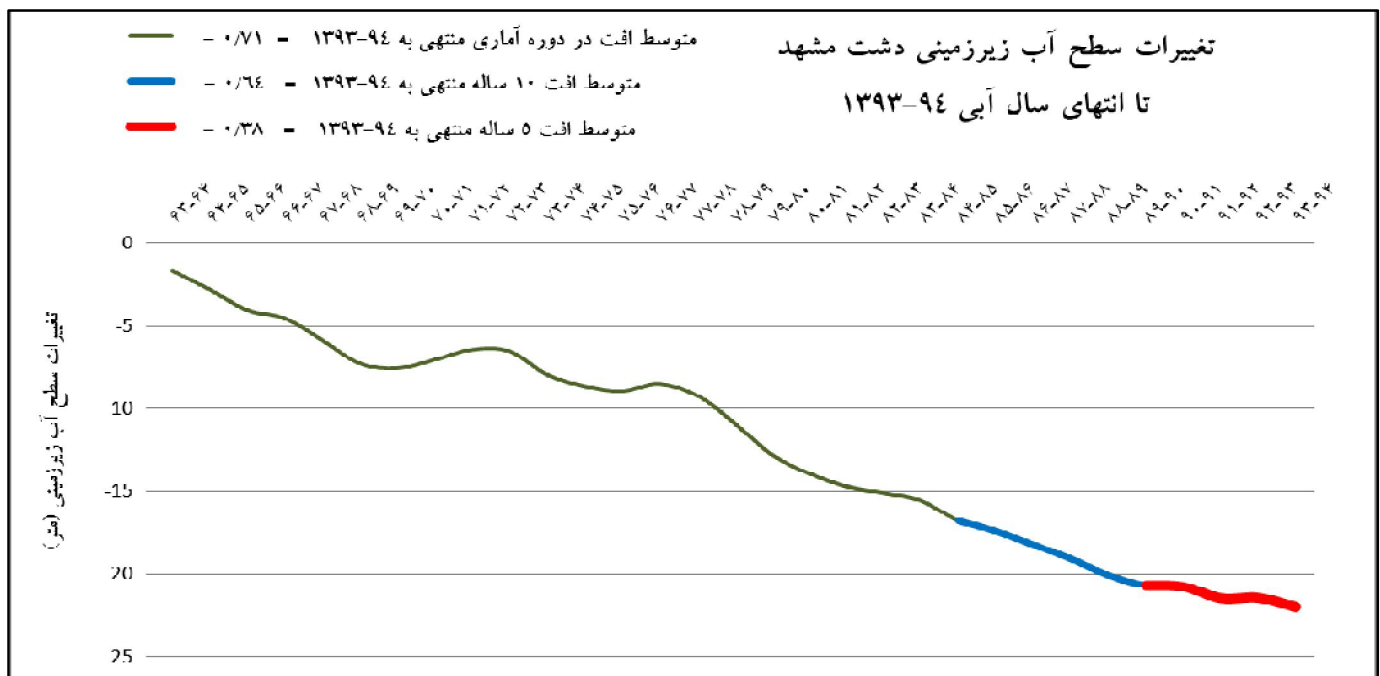
با بررسی تغییرات مکانی افت در دشت مشهد، (نقشه هم افت) براساس تفاضل ارقام عمق سطح آب زیرزمینی در شهریور ماه سال 1381 تا شهریور ماه سال 1393 (شکل (12)) مشاهده می‌شود، حداکثر افت

سطح آب زیرزمینی طی 10 سال در بخش جنوب شرقی شهر چناران مشاهده می‌شود. میزان افت سطح آب در این منطقه در جنوب روستای چشمه گیلان به 24 متر در 10 سال می‌رسد. در شمال غربی شهر مشهد در منطقه ویرانی و سه راه فردوسی نیز افت سطح آب به میزان 15 متر گزارش شده است که به سمت مرکز دشت و رودخانه کشف‌رود از میزان افت کاسته می‌شود. در اطراف شهر مشهد عمق سطح آب زیرزمینی در طول دوره آماری (12 ساله) با بالاآمدگی مواجه شده است. میزان افزایش سطح آب در شهر مشهد بیش از 7 متر گزارش شده و به سمت ارتفاعات جنوبی در حدود 5 متر افزایش داشته است. انجام پروژه‌های تغذیه مصنوعی در داخل شهر مانند پروژه تغذیه مصنوعی کال چهل بازه، انتقال آب از سد دوستی به شهر مشهد و عدم بهره‌برداری از چاه‌های آب شرب محدوده شهر به واسطه وجود آب سد دوستی، سبب افزایش سطح آب زیرزمینی شده است. در جنوب شرقی دشت مشهد در اراضی جیم‌آباد میزان افت سطح آب زیرزمینی بیشتر از 16 متر به ثبت رسیده است که به سمت رودخانه کشف‌رود و خروجی دشت کاهش یافته و در نزدیک خروجی دشت مقداری بالا آمدگی سطح آب (حدود 8 متر) مشاهده می‌شود.

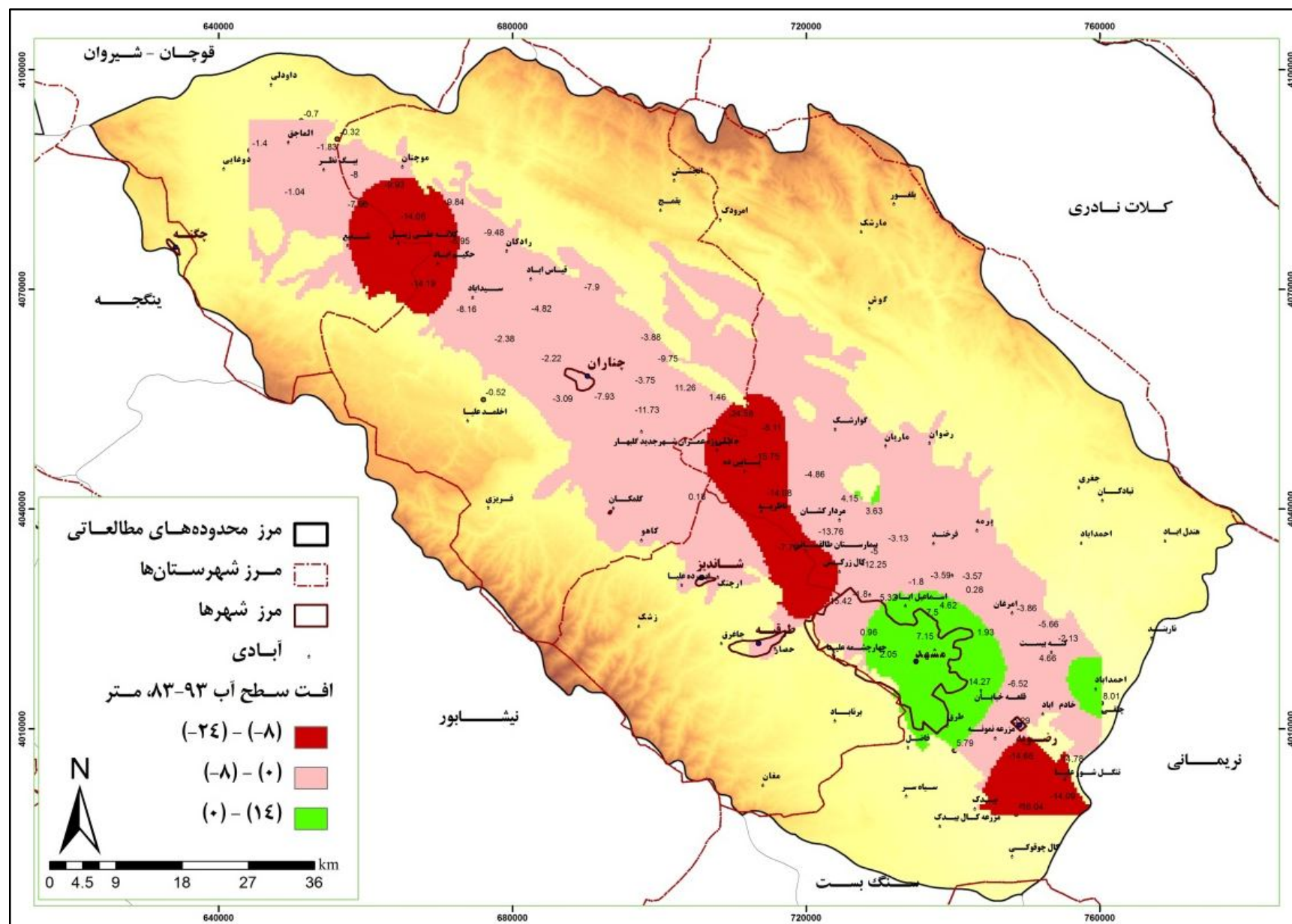
حداکثر بهره‌برداری از طریق چاه‌ها در دشت مشهد به میزان 1159 میلیون متر مکعب صورت گرفته است. در واقع افزایش تعداد چاه‌ها تا 2500 حلقه، شرایط برداشت حداکثری از آبخوان را فراهم نموده است. اما این برداشت حداکثری دوام کوتاهی داشته و بعد از گذر از اواسط دهه 60 شمسی برداشت روندی کاهشی را نشان داده، به‌طوری که حتی با وجود افزایش تعداد چاه‌ها به 6860 حلقه در آخرین آماربرداری در سال 1389، میزان برداشت از چاه‌ها به 855 میلیون متر مکعب رسیده است.

در حال حاضر از نظر وضعیت بهره‌برداری، دشت مشهد ممنوعه‌بهرانی است و تاریخ اولین آگهی ممنوعیت این دشت به سال 1345 بازمی‌گردد؛ اما نه تنها بهره‌برداری در آن کاهش نیافته، بلکه حفر چاه‌ها در آن روندی افزایشی داشته است. برای مقایسه روند افزایشی حفر چاه‌ها جدول (8) تعداد و تخلیه چاه‌های دشت مشهد را در دوره آماری نشان می‌دهد.

براساس این جدول حفر چاه در دشت مشهد و به تبع آن برداشت از منابع آب زیرزمینی روندی افزایشی داشته و حدوداً در سال 1362



شکل ۱۱- تغییرات سالانه سطح آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی مشهد تا انتهای سال آبی ۱۳۹۳-۹۴



جدول ۸- تعداد و برداشت چاه‌های محدوده مطالعاتی مشهد در دوره آماری

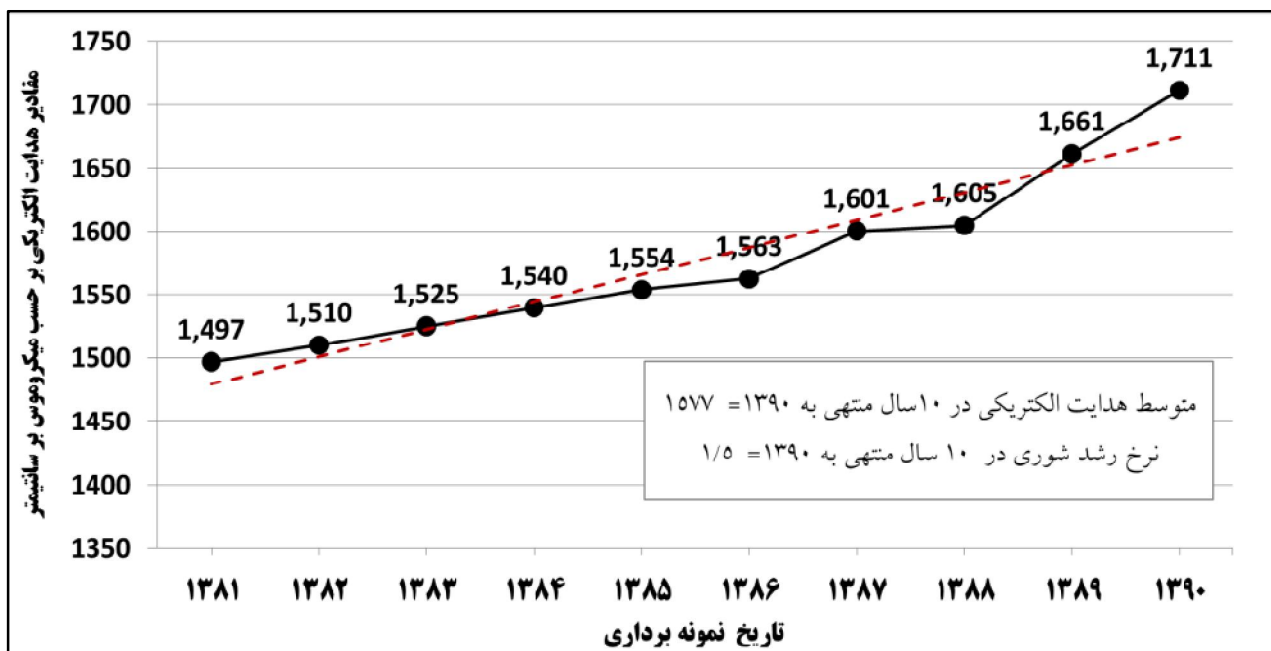
سال	تعداد	برداشت سالانه (میلیون متر مکعب)
1342	231	-
1349	1618	219
1360	1644	873
1362	2508	1159
1376	5580	876
1382	5938	855
1389	6860	855

که متوسط شوری آبخوان در سال 1390 با افزایش حدود 214 میکروموس بر سانتیمتر نسبت به سال 1381 به 1711 میکروموس بر سانتی متر می‌رسد. نرخ رشد شوری در فاصله زمانی 10 ساله 1/5 است و با فرض افزایش شوری با همین نرخ، متوسط شوری آبخوان در سال 1400 به 1985 میکروموس بر سانتی متر خواهد رسید. این درحالی است که در سال‌های اخیر شیب افزایش شوری بیشتر شده است؛ لذا با فرض رشد شوری براساس نرخ 5 ساله (1/9) متوسط شوری در 1400 حدود 2075 میکروموس بر سانتی متر خواهد شد.

تغییرات کیفی آبخوان آبرفتی

تغییرات زمانی

اولین اقدامات جدی مطالعات کیفی آب در دشت مشهد با احداث آزمایشگاه آب در اداره آبیاری وقت در سال 1343 صورت می‌پذیرد. برای بررسی وضعیت کیفی آب زیرزمینی در شرایط حاضر با استفاده از نمونه برداری‌های دوره‌ای صورت گرفته در آبخوان مشهد، کموگراف کیفی (هدایت الکتریکی) برای دوره زمانی 1381 تا 1390 ترسیم ارائه شده است (شکل 13). بررسی این نمودار نشان می‌دهد



شکل ۱۳- تغییرات شوری (هدایت الکتریکی) در آبخوان مشهد بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰

وضعیت منابع آبی مراکز شهری واقع در محدوده مطالعاتی

مراکز شهری واقع در محدوده مطالعاتی مشهد شامل شهرهای مشهد و رضویه واقع در شهرستان مشهد، شهرهای طرچه و شاندیز واقع در شهرستان بینالود و شهرهای چناران، گلکمان و گلبهار واقع در شهرستان چناران هستند. در ادامه اطلاعات مربوط به نیاز آبی و نحوه تأمین آب شرب هریک از این مراکز شهری آمده است:

شهر مشهد: وسعت این شهر حدود 211 کیلومتر مربع و جمعیت آن براساس سرشماری سال 1390، 2410800 نفر می‌باشد. البته جمعیت این شهر در سال 1395 بیش از 3 میلیون نفر برآورد می‌گردد. با احتساب متوسط نیاز روزانه شرب و بهداشت برای هر نفر به میزان 218 لیتر، نیاز آبی برای ساکنین این شهر برای سال 1395، حدود 250 میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد. وجود بارگاه مقدس رضوی سالانه جمعیتی بیش از 20 میلیون نفر زائر را به این شهر فرا می‌خواند. لذا با در نظر گرفتن نیاز آبی زائران این شهر در حدود 8/6 میلیون متر مکعب در سال 1395، نیاز مصرفی شهر مشهد حدود 258 میلیون متر مکعب برآورد می‌گردد. بدیهی است که نیاز مصرفی این شهر با افزایش جمعیت ساکنین و زائران در حال افزایش است.

در حال حاضر حدود 80 درصد نیاز آب شرب شهر مشهد و حومه آن از طریق 400 حلقه چاه و بقیه آن از طریق سه سد دوستی، طرق و کارده تأمین می‌شود. با تکمیل خط انتقال سد ارداک در سال 1395، این سد نیز به چرخه تأمین آب شرب مشهد افزوده شده است. سد دوستی به تنهایی می‌تواند 13 تا 34 درصد آب مورد نیاز مشهد را تأمین کند. در مدت بهره‌برداری از سد دوستی و در فاصله سال‌های 1387 تا 1395 حدود 700 میلیون مترمکعب آب به شهر مشهد انتقال داده شده است.

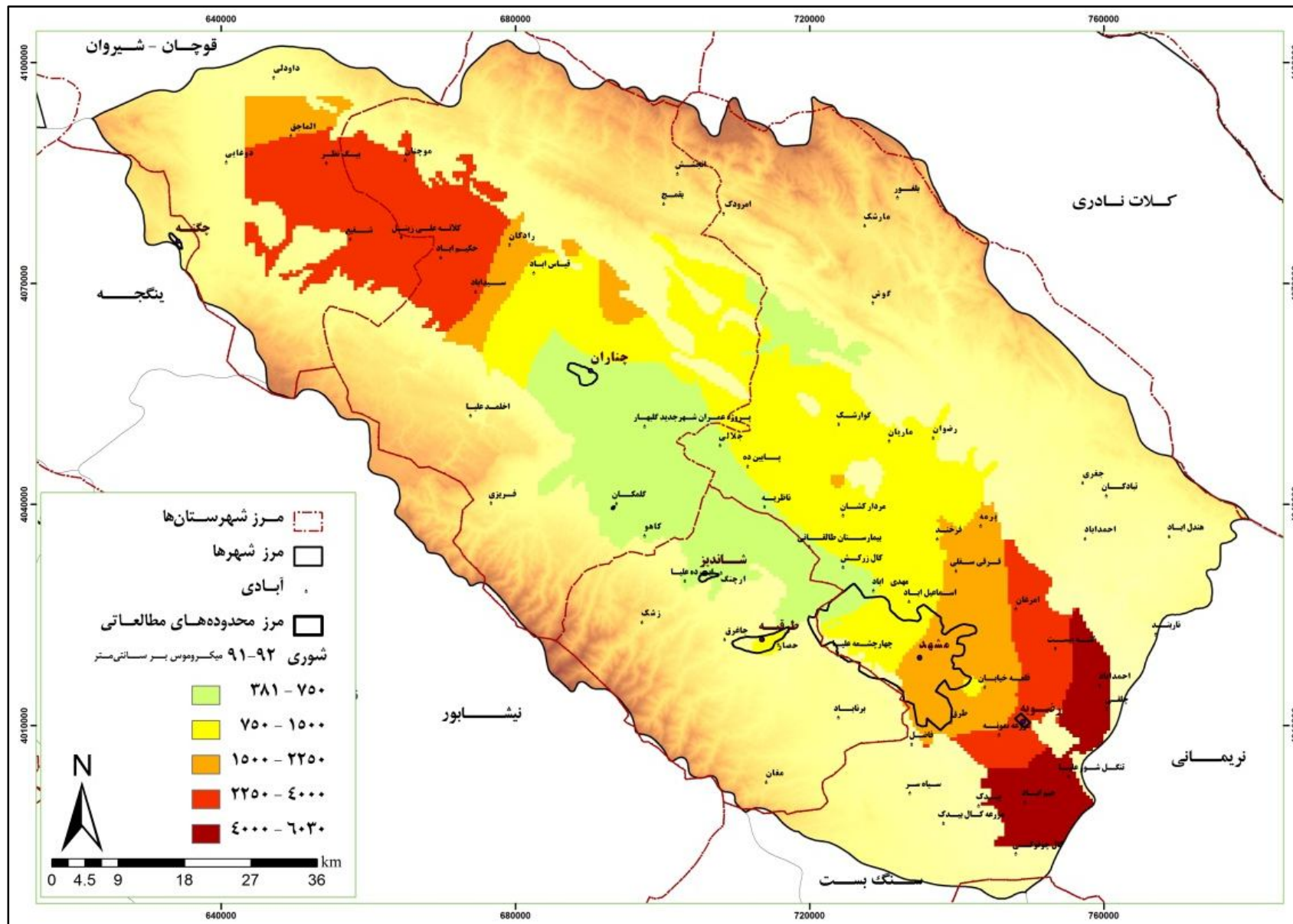
دستورالعمل‌های مجمع اروپایی حد مطلوب شوری آب آشامیدنی را 400 میکروموس بر سانتی‌متر پیشنهاد می‌کنند، اما در کشور ما حداکثر مجاز شوری برای مصرف شرب 1500 میکروموس بر سانتی‌متر اعلام شده است، از این رو با توجه استاندارد مذکور طبق تغییرات زمانی شوری در 10 سال اخیر، کیفیت آب‌های زیرزمینی این محدوده برای شرب، در شرایط نامطلوب قرار دارد و با توجه به روند افزایش شوری در آینده نیز کیفیت آب زیرزمینی برای تأمین آب شرب، بحرانی‌تر خواهد شد و برای پیشگیری بایستی مقداری جریان زیرزمینی به عنوان زهکش از حوضه تخلیه گردد تا بیلان نمک (آلودگی‌ها) ثابت بماند.

تغییرات مکانی

بررسی تغییرات مکانی شوری آب زیرزمینی برای سال آبی 93-1392 نشان می‌دهد که شوری آب از شهر چناران تا شرق آبخوان (خروجی حوضه) روندی افزایشی دارد. در شمال غربی محدوده نیز میزان شوری نسبتاً بالا است (شکل 14)). دامنه تغییرات شوری گزارش شده در این سال بین 380 تا 6000 میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد.

از نظر مصارف شرب کیفیت آب‌های زیرزمینی محدوده متفاوت است. آب‌های با کیفیت خوب در بخش وسیعی از جنوب و مرکز دشت خصوصاً در دامنه ارتفاعات بینالود گسترش دارد که آب شرب مورد نیاز بخشی از شهر مشهد، چناران و سایر شهرک‌های اطراف را تأمین می‌کند. شوری آب زیرزمینی در محدوده شهر مشهد بین 642 میکروموس بر سانتی‌متر در شمال غرب شهر تا 2350 میکروموس بر سانتی‌متر در مرکز شهر متغیر است.

بهترین کیفیت آب برای مصارف کشاورزی در حد فاصل دهانه اخلمد تا شهر مشهد می‌باشد. آب‌های بخش‌های شمال‌غربی و جنوب‌شرقی (منطقه تنگل شور و خروجی دشت مشهد) نیز به علت شوری بالا مناسب کشاورزی نمی‌باشد.



شکل ۱۴ - وضعیت شوری آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی مشهد در سال آبی ۱۳۹۲-۹۳

بازچرخانی فاضلاب شهر مشهد قبلاً به صورت طبیعی از طریق چاه‌های جذبی صورت می‌گرفته است. این امر موجب انتقال آلودگی به سفره آب زیرزمینی می‌شود. بررسی‌های صورت گرفته بر روی نمونه‌های برداشت شده در سطح محدوده مطالعاتی مشهد نشان می‌دهد که میزان نترات در آب زیرزمینی بخش‌هایی از محدوده شهر مشهد بالاتر از حد مجاز است. به همین دلیل در سالیان اخیر طرح جمع‌آوری فاضلاب شهری و تصفیه آن از سوی شرکت آب و فاضلاب مشهد در حال انجام است. حجم پساب تولیدی از شهر مشهد در حال حاضر 36/5 میلیون متر مکعب در سال است. ذکر این نکته ضروری است که هرچند این پساب تولیدی به عنوان یک منبع آب جدید محسوب نمی‌شود، ولی به دلیل این که حجم آب بازگشتی از مصارف شهری نسبتاً ثابت است، می‌توان برای بازچرخانی و استفاده مجدد آن برنامه‌ریزی نمود.

شایان ذکر است که در سالیان اخیر نیز بالاآمدگی آب زیرزمینی در محدوده‌ای از شهر مشهد به علل مختلف، حجمی در حدود 20 میلیون متر مکعب آب را برای مصارف غیرشرب در اختیار قرار داده است. البته این حجم آب به دلیل این که حاصل از آب بازگشتی از مصارف شهری به آب زیرزمینی و در شرایط فعلی است، یک منبع پایدار آب محسوب نمی‌شود.

شهر رضویه: با وسعتی حدود 1/8 کیلومتر مربع دارای جمعیت 2785 نفر است. در حال حاضر سرانه مصرف آب شرب و بهداشت در رضویه 264 لیتر در روز است که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود بایستی به 160 لیتر در روز در افق 1420 کاهش یابد.

شهر طرقله: این شهر با مساحتی در حدود 22 کیلومتر مربع و طبق سرشماری 1390 جمعیتی معادل 13158 نفر و سرانه مصرف طرقله 526 لیتر در روز می‌باشد که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود در افق 1420 باید به 220 لیتر در روز کاهش یابد. در حال حاضر آب این شهر از طریق 8 حلقه چاه تأمین می‌گردد. بالا بودن

تلفات و آب به حساب نیامده منجر به از دست رفتن سالانه 1/7 میلیون متر مکعب از منابع آب این شهر می‌شود. وجود مناطق تفرجگاهی و توسعه رستوران‌ها که سبب شده جمعیت غیر ساکن قابل توجهی روزانه به آن تردد کنند، عامل مهم آلودگی آب‌های سطحی بوده است. همچنین تجاوز به حریم و بستر رودخانه‌ها امکان آسیب‌رسانی سیلاب‌ها را افزایش داده است.

شهر شاندیز: شهر شاندیز با مساحتی در حدود 8 کیلومتر مربع و با جمعیتی معادل 6402 نفر (طبق سرشماری 1390) یکی دیگر از شهرهای شهرستان بینالود می‌باشد. در حال حاضر سرانه مصرف آب شرب و بهداشت در شاندیز 410 لیتر در روز است که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود در سال 1420 بایستی به 212 لیتر در روز تقلیل یابد. این شهر به عنوان یک منطقه تفرجگاهی، توسعه رستوران‌ها، باغ‌ها و ویلاهای زیادی را در محدوده خود به همراه داشته که مجموعه گردشگری پدیده شاندیز یکی از آن مراکز است. حفر چاه‌های غیرمجاز در این مکان‌ها اخیراً توسعه یافته است. این شهر دارای 8 منبع تولید آب شامل 7 حلقه چاه و یک رشته قنات است. زیاد بودن سرانه تلفات و آب به حساب نیامده منجر به از دست رفتن سالانه 0/5 میلیون متر مکعب برابر با 53/3 درصد مصارف شهری از منابع آب این شهر می‌شود.

شهر چناران: در حال حاضر شهر چناران با جمعیت 41735 نفر و وسعت 12 کیلومتر مربع، دارای سرانه مصرف 213 لیتر در روز است که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود در افق 1420 بایستی به 181 لیتر در روز نزدیک گردد. شغل عمده مردم این شهر کشاورزی و دامپروری است. در حال حاضر تأمین آب شهر از طریق 7 حلقه چاه عمیق صورت می‌گیرد. بالا بودن سرانه تلفات منجر به از دست رفتن سالانه 1/2 میلیون متر مکعب برابر با 48/2 درصد مصارف شهری از منابع آب این شهر می‌شود. محل تخلیه زبالگاه شهر چناران مهم‌ترین عامل آلودگی آب‌های زیرزمینی در شمال شرقی چناران محسوب می‌شود.

شهر گلپهار: این شهر دارای جمعیت 12613 نفر است. در حال حاضر سرانه مصرف آب شرب و بهداشت در گلپهار 529 لیتر در روز است که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود باید به 204 لیتر در روز در افق 1420 کاهش داشته باشد. توسعه مسکن مهر و برنامه‌های آینده سکونتی مردم در این شهر دورنمای مشکلات جدی تأمین آب را برای این شهر ایجاد می‌کند.

برای تأمین آب شرب این شهر در حال حاضر تعداد 4 حلقه چاه در بافت شهر واقع شده‌اند. با توجه به بالا بودن سرانه تلفات که منجر به از دست رفتن سالانه 0/7 میلیون مترمکعب برابر با 40/6 درصد مصارف شهری از منابع آب این شهر می‌شود. با توجه به تأکیدات اسناد بالادستی و به ویژه نتایج آمایش سرزمینی، توسعه جمعیتی در غرب مشهد که یکی از کانون‌های آن شهر گلپهار است، باید کنترل و محدود گردد.

شهر گل‌مکان: این شهر با وسعتی حدود 1/8 کیلومترمربع و جمعیت 9534 سرانه مصرفی در حدود 184 لیتر در روز دارد که این سرانه با در نظر گرفتن جمعیت موجود باید به 179 لیتر در روز در افق طرح تقلیل یابد. در حال حاضر این شهر از یک دهنه چشمه و 2 حلقه چاه مشروب می‌شود.

وضعیت منابع آبی بخش صنعت در محدوده مطالعاتی

در محدوده مطالعاتی مشهد حدود 24/6 میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی از طریق چاه‌ها برای بخش صنعت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. از این میزان حدود 6/5 میلیون مترمکعب (26 درصد) در شهرک‌های صنعتی و بقیه توسط صنایع پراکنده در سطح دشت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

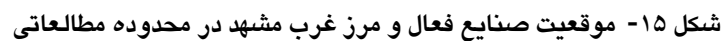
تعداد 7 شهرک صنعتی شامل شهرک‌های صنعتی چناران، ماشین‌سازی، توس، فردوسی (چهارطاقی)، مشهد (محور جاده کلات)، چرمشهر و مشهد (5) در دشت مشهد واقع می‌باشند. شهرک صنعتی شماره 5 مشهد واقع در سه راهی سنگ‌بست در حال آماده‌سازی و بقیه در حال

بهره‌برداری هستند. در حال حاضر میزان آب مورد نیاز شهرک‌های صنعتی فعال دشت مشهد از طریق آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد. البته برای شهرک صنعتی توس 0/67 میلیون مترمکعب در سال از محل تخصیص صنعتی سد ارداک و برای شهرک صنعتی مشهد (5) به میزان 4 میلیون مترمکعب آب در سال از محل تخصیص صنعتی سد دوستی مشترک با شهرک صنعتی کایان پیش‌بینی گردیده است که در حال حاضر آبرسانی به شهرک‌های صنعتی فوق از این محل‌ها محقق نگردیده است. وضعیت تأمین آب و تصفیه فاضلاب در شهرک‌های صنعتی واقع در دشت مشهد در جدول (9) ارائه شده است.

با توجه به این که مناطق با استعداد آلودگی بیشتر در بحث منابع آب، برای احداث مراکز صنعتی و یا کشاورزی با قابلیت آلوده‌سازی بالا مناسب نبوده و می‌توانند به سادگی آلوده شوند، بررسی‌های صورت گرفته بر روی استعداد آسیب‌پذیری منابع آب دشت مشهد نشان می‌دهد که بخش‌های مرکزی و جنوبی دشت دارای آسیب‌پذیری متوسط، بخش‌های شمالی و شرقی دارای آسیب‌پذیری کم و بخش شمال غربی دشت دارای کلاس آسیب‌پذیری در حد بالا می‌باشد.

با توجه به شکل (15) در محدوده دشت مشهد، اکثر شهرک‌های صنعتی و صنایع پراکنده در آسیب‌پذیرترین نواحی آبخوان قرار دارند که از جمله آن می‌توان شهرک‌های صنعتی توس و ماشین‌سازی در غرب و شهرک صنعتی چرمشهر در شرق دشت را نام برد.

با توجه به نوع فعالیت واحدهای صنعتی و نحوه تمرکز آن‌ها در دشت مشهد، نواحی نام برده از جمله مراکز صنعتی موجود در میانه دشت در بررسی‌های انجام شده بیشترین مقادیر آلودگی را در به آبخوان تزریق کرده‌اند.



جدول ۹- وضعیت تأمین آب و تصفیه فاضلاب در شهرک‌های صنعتی واقع در دشت مشهد

نام شهرک صنعتی	میزان آب تخصیص یافته زیرزمینی (لیتر بر ثانیه)	میزان آب تخصیص یافته زیرزمینی (میلیون مترمکعب در سال)	میزان تولید فاضلاب کل شامل بهداشتی و فرآیندی (میلیون مترمکعب در سال)	ظرفیت تصفیه خانه فاضلاب (میلیون متر مکعب در سال)	تصفیه فاضلاب (درصد)	بار آلودگی ناشی از تولید فاضلاب (تن در سال)	میزان اشتغال ایجاد شده
چناران ^۱	72	1/32	0/37	0/4	92%	547/5	5902
ماشین سازی	28	0/52	0/24	فاقد فاضلاب صنعتی	0%	88/7	7438
توس ^۲	95	2 (این مقدار برآورد شده است)	1/97	2/2	99%	2004/9	26229
فردوسی (چهارطاقی)	21 (این مقدار برآورد شده است)	0/4 (این مقدار برآورد شده است)	0/37	تصفیه اختصاصی واحدهای صنعتی	42%	774/2	اطلاعاتی در دسترس نیست.
مشهد (محور کلات)	52	0/96	اطلاعاتی در دسترس نیست.	0/5	اطلاعاتی در دسترس نیست.	اطلاعاتی در دسترس نیست.	6107
چرمشهر ^۳	74	1/36	اطلاعاتی در دسترس نیست.	0/4	اطلاعاتی در دسترس نیست.	اطلاعاتی در دسترس نیست.	2138
مشهد (5)	1/5	0/03	شهرک در حال آماده سازی و فاقد واحد صنعتی				

۱- فضای سبز شهرک صنعتی چناران از محل بازگشت فاضلاب تصفیه شده آبیاری می گردد.

۲- مدول توسعه تصفیه خانه شهرک با ظرفیت 6000 متر مکعب در شبانه روز در حال ساخت می باشد. طرح بازگشت پساب شهرک جهت آبیاری فضای سبز در حال اجرا می باشد.

۳- مدول توسعه تصفیه خانه شهرک با ظرفیت 3000 متر مکعب در شبانه روز در مرحله انتخاب پیمانکار است.

به دلیل اهمیتی که منطقه غرب دشت مشهد در تأمین آب شرب مشهد و روستاهای محدوده دارد، لذا در ذیل وضعیت دفع فاضلاب صنایع در غرب دشت مشهد آمده است:

- از میزان 13960 متر مکعب در روز فاضلاب تولیدی (فرایندی) ناشی از فعالیت صنایع پراکنده در غرب دشت مشهد، حدود 2790 متر مکعب (20 درصد) تصفیه شده و 80 درصد مابقی به صورت خام دفع می گردد.

- از میزان 5750 متر مکعب در روز فاضلاب تولیدی (فرایندی) در چهار شهرک صنعتی در غرب مشهد میزان 5170 متر مکعب در روز (90 درصد) توسط تصفیه خانه های فاضلاب موجود تصفیه گردیده و مابقی به صورت خام و تصفیه نشده به محیط رهاسازی شده و یا در چاه جذبی دفع می گردند.

- به طور کلی از کل فاضلاب تولیدی در غرب دشت مشهد توسط فعالیت صنایع تنها 53 درصد به صورت تصفیه شده دفع گردیده و مابقی به صورت خام یا در محیط رهاسازی شده و یا در چاه های جذبی دفع می گردند.

- میزان غلظت جیوه در آب زیرزمینی در دشت مشهد نشان می دهد که میزان این عنصر در محدوده صنعتی شهرک ماشین سازی و توس و نیز در محدوده صنعتی چرمشهر و کلات بالاترین میزان را دارا می باشد و در مقایسه با استانداردهای ایران و یا حتی استانداردهای بین المللی بالاتر از حد مجاز و در شرایط بحرانی به سر می برد.

در واقع عدم توجه به استقرار صنایع پاک در منطقه و عدم تصفیه بخشی از فاضلاب های صنعتی و تخلیه آن به محیط طبیعی، سبب گردیده که منابع آب زیرزمینی شرب مردم شهر مشهد و شهرها و روستاهای واقع در غرب شهر مشهد در معرض آلودگی به فلزات سنگین قرار گیرد. به دلیل این که از بین رفتن آلودگی ناشی از فلزات سنگین بسیار کند بوده و بعضی از آن ها از جمله جیوه برگشتناپذیر هستند، در صورت تشدید آلودگی ناشی از بخش صنعت در محدوده

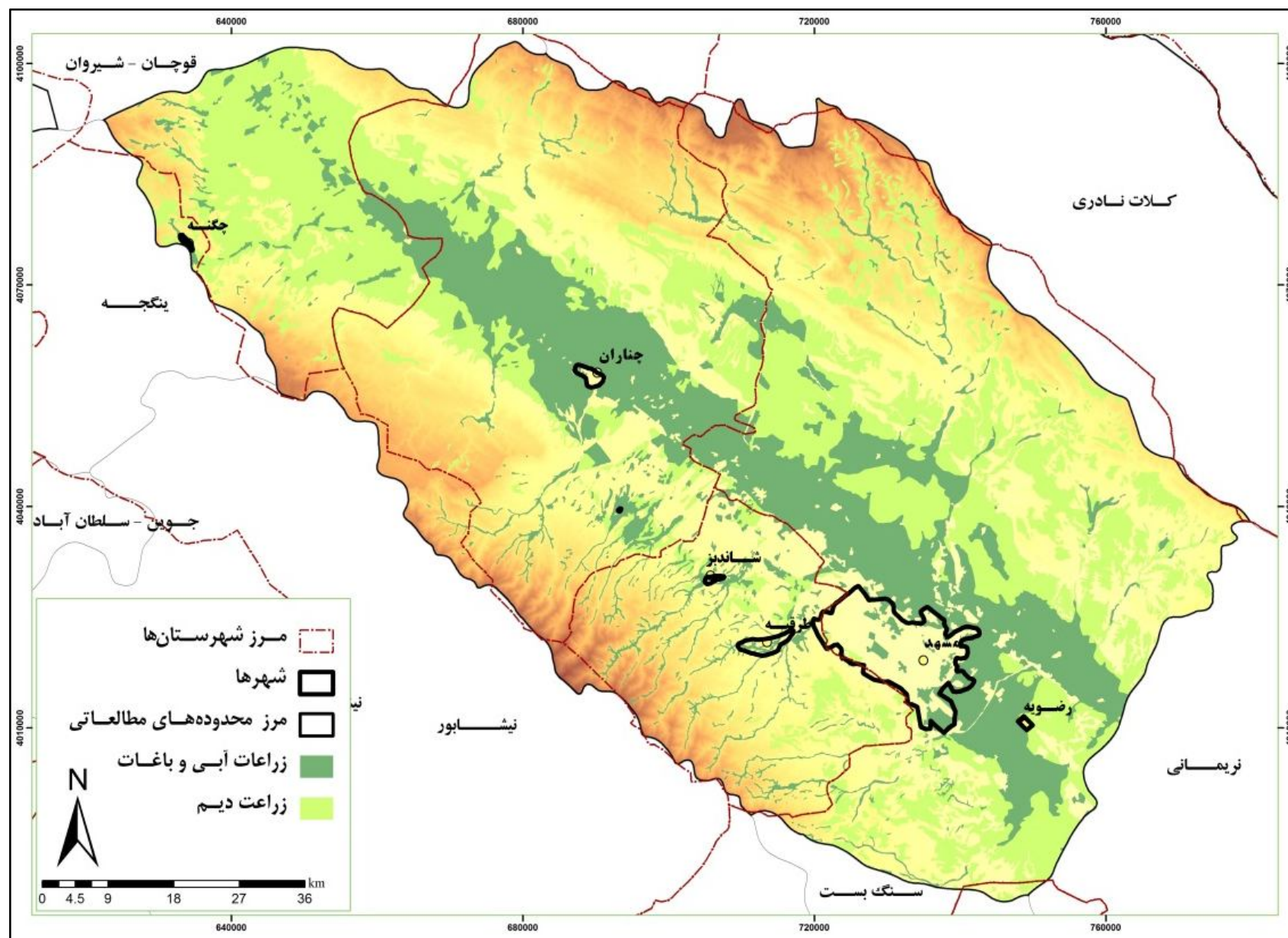
غرب شهر مشهد، منابع حیاتی آب زیرزمینی دشت مشهد که تأمین کننده مصارف شرب و کشاورزی ساکنان منطقه می باشد با خطری جدی مواجه خواهد شد. براین اساس طبق مصوبه کمیته مدیریت منابع آب شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی در سال 1392، در غرب مشهد هیچ گونه آب جدیدی برای ایجاد و توسعه صنعت و خدمات جدید و قدیمی در منطقه تخصیص داده نخواهد شد. نکته قابل ذکر این که گرچه بهره وری بخش صنعت در مقایسه با کشاورزی به ازای هر متر مکعب آب بالاتر بوده و اشتغال بالاتری را ایجاد می نماید، اما مخاطرات آلودگی آن برای آب های زیرزمینی بسیار بالاتر است. به همین علت باید در محاسبه بهره وری آب در بخش صنعت، هزینه های لازم برای دفع و کنترل آلودگی ناشی از آن نیز در نظر گرفته شود.

وضعیت منابع آبی بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی

بیش از 68 درصد از برداشت منابع آب در محدوده مطالعاتی مشهد به مصرف کشاورزی می رسد. پهنه اراضی زراعی آبی و باغی و کشت دیم در محدوده مطالعاتی مشهد بر اساس لایه کاربری اراضی منابع طبیعی در سال 1383 نشان می دهد که بیشترین سطح زیر کشت زراعت آبی و باغات این محدوده در شهرستان های چناران و مشهد واقع است (شکل (16)).

بر اساس گزارشات جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی در سال 1394، سطح زیر کشت و تولید محصولات به تفکیک نوع کشت در جدول (10) ارائه شده است. گندم و جو، مهم ترین محصولاتی هستند که در تمام این شهرستان ها کشت می شوند.

تعداد و حجم منابع آبی مورد بهره برداری برای مصرف کشاورزی در هر شهرستان نیز برای سال 1394 در جدول (11) آمده است.



شکل ۱۶- پهنه اراضی زراعی آبی و باغی و کشت دیم در محدوده مطالعاتی مشهد

شکل ۱۷- مشخصات اراضی زراعی و باغی در سطح محدوده مطالعاتی مشهد در سال ۱۳۹۴

نام شهرستان	نوع محصول	سطح زیر کشت (هکتار)		تولید (تن)		مهمترین محصولات
		آبی	دیم	آبی	دیم	
مشهد	زراعی	39651	17104	460717	7502	گندم، جو، گوجه فرنگی، سیب، زعفران، پسته
	باغی	12568	340	96112	130	
	جمع	52219	17444	556829	7632	
بینالود	زراعی	252	1771	2934	1027	گندم، جو، گیلاس، آلبالو، سیر خشک
	باغی	7382	315	45986	192	
	جمع	7634	2086	48920	1219	
چناران	زراعی	26509	5798	407083	2395	گندم، جو، گوجه فرنگی، سیب، گلابی، گیلاس
	باغی	13078	229	136809	96	
	جمع	39587	6027	543892	2491	
قوچان	زراعی	17502	39284	146864	32584	گندم، جو، سیب زمینی، سیب، انگور، گلابی
	باغی	8786	940	89097	292	
	جمع	26288	40224	235961	32876	

شکل ۱۸- تعداد و حجم منابع آبی مورد بهره‌برداری برای مصرف کشاورزی در هر شهرستان در سال ۱۳۹۴

نام شهرستان	تعداد منابع آبی مورد بهره‌برداری به تفکیک نوع منبع			حجم برداشت آب زیرزمینی برای مصرف کشاورزی (میلیون متر مکعب)
	چاه عمیق	قنات	چشمه	
مشهد	1115	326	338	666.1
بینالود	36	475	128	120.7
چناران	409	147	237	315.3
قوچان	391	204	368	125.8

تحلیل کلی از وضعیت منابع و مصارف آب محدوده مطالعاتی

میانگین بارش ۴۵ ساله در سطح محدوده مطالعاتی مشهد، ۲۷۰ میلی‌متر است. بر این اساس متوسط حجم بارش در محدوده ۲۶۳۸ میلیون متر مکعب می‌باشد که حدود ۷۴ درصد آن تبخیر شده و از دسترس خارج می‌شود؛ در نتیجه میزان آبی (آب تجدیدپذیر طبیعی)

که به‌صورت رواناب در محدوده جاری می‌شود و یا نفوذ کرده و منابع آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند، در حدود ۶۸۶ میلیون متر مکعب است. با در نظر گرفتن دامنه تغییرات بارش در ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها، میزان حجم آب تجدیدپذیر طبیعی بین ۹۳۲ میلیون متر مکعب و ۳۹۱ میلیون متر مکعب برآورد می‌شود. قابل توجه است که مهار تمام حجم آب تجدیدپذیر طبیعی به دلایل زیر امکان‌پذیر نیست:

1. سیلاب‌های بزرگ (با دوره بازگشت طولانی) که مهار آن‌ها صرفه اقتصادی ندارد.
 2. اجبار برای رهاسازی بخشی از جریان به عنوان حقابه پایین دست.
 3. به منظور حفظ پایداری کیفی منابع آب حوضه و همچنین نیازهای محیط‌زیستی حتماً بایستی مقداری از جریان آب (سطحی و زیرزمینی) از انتهای حوضه تخلیه شود.
- پس با در نظر گرفتن حجم رواناب خروجی و آب زیرزمینی خروجی فعلی از محدوده، مقدار آب تجدیدپذیر واقعی (در دسترس برای مصرف) کمتر از این مقدار خواهد بود. از طرفی مقدار مناسب حجم رواناب خروجی و آب زیرزمینی خروجی از محدوده برای رعایت حقابه پایین دست و پایداری کیفی منابع آب محدوده و همچنین نیازهای محیط زیستی پایین دست، نیز بایستی تعیین شود.
- با فرض متوسط حجم رواناب خروجی اندازه گیری شده در دوره آماری در ایستگاه اولنگ اسدی (28 میلیون مترمکعب) و متوسط حجم آب زیرزمینی خروجی (12 میلیون مترمکعب) از محدوده و با احتساب آب انتقالی از سد دوستی به شهر مشهد به‌طور متوسط (52

میلیون متر مکعب)، میزان متوسط آب تجدیدپذیر واقعی (در دسترس)، معادل 698 میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. بر این اساس سرانه آب تجدیدپذیر واقعی در این محدوده 238 مترمکعب به ازای هر نفر خواهد بود که در مقایسه با استانداردهای جهانی، نشانگر وضعیت «کمیابی مطلق» از نظر سرانه آب تجدیدپذیر است (جدول (12)).

حجم رواناب خروجی از محدوده در سال آبی 1376-77 (به عنوان یک سال پر بارش) به میزان 30 میلیون مترمکعب و در سال آبی 87-1386 با توجه به خشکسالی حدود 8 میلیون مترمکعب بوده است. همچنین متوسط سالانه حجم آب انتقالی از سد دوستی به محدوده مطالعاتی در حالت خوش‌بینانه 75 میلیون مترمکعب، و در حالت واقع‌بینانه 30 میلیون متر مکعب پیش‌بینی می‌شود. براین اساس در جدول (12) حجم آب تجدیدپذیر طبیعی و واقعی و سرانه آب تجدیدپذیر واقعی برای شرایط خشکسالی و ترسالی و متوسط در محدوده مطالعاتی مشهد (میلیون متر مکعب) ارائه شده است.

جدول ۱۰- حجم آب تجدیدپذیر در محدوده مطالعاتی مشهد

سال آبی	آب تجدیدپذیر طبیعی (میلیون مترمکعب)	آب تجدیدپذیر واقعی (میلیون مترمکعب)	سرانه آب تجدیدپذیر واقعی (مترمکعب برنفر)	وضعیت در مقایسه با استاندارد
خشکسالی (نمونه سال آبی 87-1386)	390	370+30*	137	کمیابی مطلق
ترسالی (نمونه سال آبی 77-1376)	930	888+75 *	329	کمیابی مطلق
متوسط	686	646+52	238	کمیابی مطلق

* با احتساب حجم آب انتقالی از سد دوستی به محدوده مطالعاتی در ترسالی 75 میلیون متر مکعب، و در خشکسالی 30 میلیون متر مکعب و برای متوسط درازمدت 52 میلیون مترمکعب بدست آمده است.

برداشتی (معادل 404 میلیون مترمکعب) به منابع آب، متوسط مصرف خالص سالانه، معادل 789 میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد. لذا مصرف خالص از منابع آب در این محدوده 1/13 برابر بیش از پتانسیل تجدیدپذیری آن بوده و این محدوده در شرایط عدم تعادل بیلان منابع می‌باشد و از نظر تأمین منابع آبی برای تقاضای موجود پایدار نیست. براساس استاندارد برای رسیدن به پایداری، این نسبت باید به 0/7 کاهش یابد. به عبارتی در محدوده مطالعاتی مشهد هیچ آبی برای

طبق نتایج آخرین آماربرداری در سال‌های 1387 تا 1389 سالانه حدود 1080 میلیون مترمکعب برداشت از منابع آب زیرزمینی و حدود 50 میلیون مترمکعب برداشت سطحی از سدها، انهار و رودخانه‌های داخل محدوده مطالعاتی مشهد وجود دارد. در مجموع با احتساب حجم آب انتقالی از سد دوستی به شهر مشهد در حالت خوشبینانه به میزان 75 میلیون مترمکعب، کل برداشت از منابع آب معادل 1205 میلیون متر مکعب است که با فرض برگشت حدود 33 درصد از آب

تخصیص جدید وجود ندارد و بایستی از تخصیص‌های داده شده برای دستیابی به پایداری کاسته شود.

در محدوده مطالعاتی مشهد در طول دوره آماری 31 ساله منتهی به سال آبی 94-1393 با افت مستمر سطح آب زیرزمینی به میزان متوسط 0/71 متر در سال، بطور متوسط سالانه 91 میلیون مترمکعب از منابع غیر تجدیدپذیر زیرزمینی مصرف شده و از دسترس خارج می‌گردد، به‌طوری که کل کسری مخزن ایجاد شده در این دوره، 2825 میلیون مترمکعب بوده است. در شرایط بدینانه و با فرض 50 متر برای متوسط ضخامت لایه اشباع موجود، تا کنون 28 درصد از آب‌های غیر تجدیدپذیر آبخوان مصرف شده است. این در حالی است که افت سطح آب زیرزمینی از سال‌ها قبل از دوره آماری موجود شروع شده و درصد مصرف از آبخوان بیش از این مقدار است.

مصرف بیش از اندازه از مخازن آب زیرزمینی و به صورت مستمر موجب می‌شود تا بخش عمده‌ای از آبخوان تخلیه شده و موجب تهی شدن آن گردد. در اثر افت مستمر سطح آب زیرزمینی و تغییرات ساختار رسوبات آبخوان، امکان تجدید ذخیره به میزان قبلی ممکن نمی‌باشد. به عبارتی ساختار هندسی آن‌ها (ضریب ذخیره) دچار اختلال شده و قابلیت تغذیه و ذخیره آن دچار اختلال و اضمحلال خواهد گردید. به عبارتی، کاهش شدید منابع غیر تجدیدپذیر بر تغذیه از بارش سالانه نیز اثر گذاشته و منابع آب تجدیدپذیر نیز کاهش می‌یابد.

از طرفی مخازن آب زیرزمینی در اثر افت سطح آب زیرزمینی دچار تغییرات کیفی گردیده و آب آن‌ها شورتر خواهد شد. علاوه بر این حجم زیادی آلودگی همراه با آب بازگشتی به منابع آب سطحی و زیرزمینی وارد می‌شود. با افزایش عمق چاه‌ها و کاهش دبی و کیفیت آب، بهره‌برداری از آن‌ها ارزش اقتصادی نخواهد داشت، در نتیجه با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی و کیفی آب با ادامه روند فعلی برداشت، امکان استفاده از منابع غیر تجدیدپذیر نامحدود نخواهد بود.

با توجه به این که تمرکز چاه‌های بهره‌برداری به‌ویژه چاه‌های شرب شهر مشهد در نقطه‌ای از این محدوده مطالعاتی واقع شده که حدود 24 متر افت سطح آب زیرزمینی را در 10 سال تجربه کرده و از نظر کیفیت پایین است، حرکت جبهه آب شور به سمت آب شیرین به وقوع پیوسته و ادامه پیدا خواهد کرد. از طرفی شور شدن منابع آبی در قسمت انتهایی محدوده مطالعاتی از دیگر مشکلاتی است که بسیاری از سرمایه‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را با خطر جدی مواجه ساخته است.

با توجه به بحران کمی و کیفی فزاینده دشت مشهد و نیز ضرورت تأمین پایدار آب شرب و بهداشت کلان شهر مقدس مشهد و شهرهای طرqbه، شاندیز، گلبهار، چناران، رضویه و روستاهای محدوده، طبق مصوبه کمیته مدیریت منابع آب شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی در سال 1392، صدور هر گونه مجوز برای برداشت آب جدید از آبخوان زیرزمینی غرب مشهد ممنوع است. برای تأمین آب مورد نیاز شرب و بهداشت مناطق شهری و روستایی، مازاد بر وضع موجود، لازم است که از منابع آب کشاورزی مجاز خریداری و برای شرب و بهداشت تخصیص داده شود.

همچنین غرب محدوده مطالعاتی مشهد به عنوان مهمترین منبع تأمین‌کننده آب مصرفی منطقه در شرایط نامساعدی از برداشت قرار گرفته است. دو ناحیه مخروط افت در آن ایجاد شده که نشان از زوال جدی سفره آب زیرزمینی در این منطقه دارد. در نتیجه این افت زیاد سطح آب، نشست زمین در مناطق حساس (به لحاظ سرمایه‌گذاری مالی انجام شده) مانند سه راه فردوسی نیز به وقوع پیوسته که از دیگر مشکلات جدی محدوده مطالعاتی مشهد محسوب می‌شود. از آنجا که غرب دشت مشهد مهم‌ترین منبع تأمین آب شرب محسوب می‌شود، از طرف شرکت آب منطقه‌ای خراسان با محدودیت هر گونه برداشت جدید از منابع رو به رو شده (محدوده ممنوعه توسعه)، به‌طوری که

هیچ گونه آب جدیدی برای ایجاد و توسعه صنعت و خدمات جدید و قدیمی در این منطقه تخصیص داده نخواهد شد (شکل (15)).

جدول ۱۱- خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به منابع آب محدوده مطالعاتی مشهد

وضعیت	21 ایستگاه بارانسنجی معمولی و 16 ایستگاه باران‌سنجی ذخیره‌ای	کفایت دارد
ایستگاه‌های	7 ایستگاه تبخیرسنجی	کفایت ندارد
ثبت آمار	18 ایستگاه هیدرومتری	کفایت دارد
	74 حلقه چاه مشاهده‌ای	در بعضی مناطق نیاز به چاه است
وضعیت	میانگین بارش 45 ساله (میلی متر)	270
منابع آب	متوسط کل آب تجدیدپذیر واقعی (میلیون متر مکعب)	698
تجدیدپذیر	متوسط سرانه آب تجدیدپذیر (متر مکعب بر هر نفر)	238
	نسبت مصرف خالص از منابع آب به آب تجدیدپذیر	1/13
وضعیت	حجم برداشت سطحی (سدها، انهار و موتورپمپ) (میلیون متر مکعب)	50
برداشت از	حجم برداشت زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) (میلیون متر مکعب)	1080
منابع آب	حجم آب انتقالی خارج از محدوده (از سد دوستی) (میلیون متر مکعب)	30 تا 75
	برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی برای کشاورزی (درصد)	69%
	برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی برای شرب (درصد)	26%
	برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی برای سایر مصارف (درصد)	5%
	وضعیت بهره‌برداری از آب زیرزمینی	ممنوعه بحرانی
وضعیت	وسعت آبخوان بر اساس تعداد چاه‌های مشاهده‌ای در سال آبی 94-1393 (کیلومتر مربع)	2526/86
	ضریب ذخیره آبخوان (درصد)	6%
	طول دوره آماری چاه‌های مشاهده‌ای تا سال آبی 94-1393 (سال)	31
	مجموع افت 31 ساله منتهی به سال آبی 94-1393 در آبخوان آبرفتی (متر)	-22/38
منابع آب	متوسط افت سالیانه در دوره آماری منتهی به سال آبی 94-1393 (متر)	-0/71
زیرزمینی	متوسط کسری مخزن ایجاد شده در طول دوره آماری (میلیون متر مکعب)	-91/3
	کل کسری مخزن ایجاد شده در طول دوره آماری (میلیون متر مکعب)	-2825
	ذخیره استراتژیک آبخوان (میلیون متر مکعب) با فرض 50 متر برای متوسط ضخامت لایه اشباع موجود	7381
	مصرف از آب‌های غیر تجدیدپذیر آبخوان در طول دوره آماری (درصد)	28%

پیشنادهای اجرایی در راستای تقلیل و یا جلوگیری در روند تخریب منابع آب دشت مشهد

1. به روز کردن شناسایی کلیه منابع آلاینده اعم از صنعتی، کشاورزی و دامپروری در دشت مشهد بخصوص غرب دشت (بالادست آبخوان) و تولید اطلاعات به روز و قابل اطمینان از شرایط و وضعیت موجود منابع آلاینده
2. عدم گسترش و یا استقرار صنایع جدید در غرب دشت مشهد و نیز انتقال صنایع حساس به سمت شرق دشت که از آسیب پذیری کمتری برخوردارند
3. اهتمام جدی بر سنجش منابع آب و منابع آلاینده با حمایت کلیه مؤسسات دولتی به منظور ایجاد سامانه یکپارچه پایش منابع آلاینده در دشت مشهد
4. تشکیل کارگروه مدیریت منابع آلاینده آب در دشت مشهد متشکل از کارشناسان زنده و کار آزموده در بخش خصوصی و دولتی جهت پایش کیفیت منابع آب و کنترل منابع آلوده کننده برای تأمین آب شرب و تضمین تداوم تأمین آن در این محدوده، برنامه های زیر قابل اجرا خواهد بود، هر چند که تأمین آب در مشهد با ادامه روند فعلی افزایش جمعیت و تمرکز آن در این دشت چالشی است که نیازمند سیاست گذاری در حوزه ای خارج از مدیریت منابع آب می باشد.

1. بازچرخانی پساب و جایگزینی با منابع قابل شرب،
 2. حفاظت کمی و کیفی منابع شرب شهر،
 3. خرید و انسداد چاه های کشاورزی به منظور احیاء تعادل آبخوان،
 4. خرید و تغییر کاربری چاه های کشاورزی به شرب شهری
 5. مدیریت تقاضا به منظور کاهش مصارف،
 6. تأمین منابع جدید در قالب طرح های انتقال آب از خارج از حوضه به مشهد، و ...
- گرچه برنامه تأمین آب مشهد با جزئیات قابل قبولی تهیه و مصوب شده است، اما با بررسی های به عمل آمده اطمینان پذیری این برنامه به لحاظ تأمین نیازهای شرب و صنعت در افق بلندمدت، بسیار پایین و

کمتر از 20 درصد می باشد. این هشدار است برای برنامه ریزان تا صرفاً موضوع تأمین آب را در دستور کار قرار نداد، بلکه سایر سیاست های مدیریت تقاضا را با مشارکت سایر بخش ها دنبال نمایند. ارتقاء بهره وری و صرفه جویی در کاربرد آب، از مهم ترین این اقدامات است.

از طرف دیگر جاذبه های دشت مشهد به لحاظ وجود بارگاه مقدس رضوی و به تبع آن ایجاد مشاغل مختلف، وجود مناظر طبیعی در کوهپایه ها، اتصال به دو کشور در شرق، چهار راه بین استان های مختلف شمالی، جنوبی و غربی، همه و همه سبب تجمع و افزایش بی رویه جمعیت در این شهر شده و متأسفانه هیچ منبع آبی جدیدی در نزدیکی این محدوده وجود نداشته و سایر محدوده های مطالعاتی مجاور نیز شرایط نامساعدی را به لحاظ تأمین آب تجربه می کنند. لذا سیاست هایی مانند کاهش جمعیت ساکن و تمرکززدایی از محدوده مشهد، اعمال محدودیت های جدی بر مصارف آب با کیفیت، کاهش جدی مصارف کشاورزی، توسعه سایر مشاغل کم آب طلب، بازچرخانی آب و محدودیت های جدی تخصیص منابع آب به لحاظ آلودگی و نهایتاً آمایش سرزمین در شرق کشور و تعریف سیاست های فرامنطقه ای با محوریت آب از جمله سیاست هایی است که می تواند آینده ای روشن برای تأمین آب رقم زند.

مطالعات انجام شده در محدوده مطالعاتی مشهد

1. گزارش پروژه مطالعات آب های زیرزمینی مشهد (حوضه آبریز کشف رود). سال 1345، وزارت آب و برق، اداره کل منابع آب - اداره هیدروژئولوژی (شماره طرح 110806).
2. پروژه سد رودخانه شاندریز مشهد - مطالعات زمین شناسی، مرحله شناسایی، سال 1368.
3. مطالعات مرحله اول طرح توسعه تصفیه خانه آب مشهد (تصفیه خانه دوم)، سال 1372، شرکت مهندسی مشاور طوس آب.
4. مطالعات مرحله اول طرح آب بندی سد گلستان، سال 1372. شرکت مهندسی مشاور طوس آب.

5. بررسی هیدرولوژیکی رودخانه گلستان (چهل بازه)، سال 1372، معاونت مهندسی و نوسازی دفتر فنی.
6. مطالعات پروژه سد مخزنی چالی دره طرqbه (4 جلد)، مدیریت امور آب استان.
7. شناسنامه پروژه های آبی شهرستان مشهد، دفتر مطالعات آب های سطحی.
8. طرح احداث سد و انتقال آب چالی دره طرqbه - گزارش فنی، سال 1372، معاونت طرح های استانی.
9. مطالعات مرحله اول طرح انتقال آب از رودخانه هریرود به مشهد - جلد سوم، سال 1375، شرکت مهندسی مشاور طوس آب - شرکت مهندسی مشاور سروآب.
10. مطالعات مرحله اول طرح آب رسانی شهرهای کوچک استان خراسان - طرح آب رسانی شهرشاندیز، سال 1375، شرکت مهندسی مشاور طوس آب.
11. مطالعات منابع قرضه و مصالح ساختمانی سد چالیدره، سال 1377، شرکت مهندسی مشاور خاک مهار آب.
12. مطالعات تأمین آب شرب شهر مشهد از طریق جایگزینی فاضلاب تصفیه شده (جلدهای اول تا هشتم)، سال 1377، شرکت مهندسی مشاور سروآب.
13. مطالعات مرحله اول طرح انتقال آب از رودخانه هریرود به مشهد جلد اول تا هشتم، سال 80-1378، شرکت مهندسی مشاور طوس آب - شرکت مهندسی مشاور سروآب.
14. مطالعات تأمین بخشی از آب شرب شهر مشهد از طریق انحراف و تصفیه آب رودخانه عارفی (جلد اول، دوم و چهارم)، سال 1381، شرکت مهندسی مشاور خاک مهار آب.
15. مطالعات مرحله اول طرح آبگیری انتقال و تصفیه مخازن ذخیره آب از سد ارداک به مشهد (جلد اول و دوم، پرسش و پاسخ های پیرامون گزارش مطالعات مرحله اول)، سال 1381، شرکت مهندسی مشاور ری آب - پارس کنسولت.
16. مطالعات مرحله دوم طرح خط انتقال آب سد دوستی به مشهد (گزارش فنی و سنتز طرح)، سال 82-1381، شرکت مهندسی مشاور طوس آب.
17. مطالعات تأمین آب مورد نیاز فضاها ی سبز مشهد، جلد چهارم، بررسی منابع آب، سال 1382، شرکت مهندسین مشاور سروآب.
18. مطالعاتی تأمین بخشی از آب شرب شهر مشهد از طریق انحراف و تصفیه آب رودخانه عارفی گزارش فنی مطالعات مرحله دوم سد انحرافی و تاسیسات آبگیری، سال 1383، شرکت مهندسی مشاور خاک مهار آب.
19. سیمای کلی طرح تأمین آب شرب شهرک صنعتی طوس مشهد، 1383، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
20. مطالعات مرحله دوم طرح خط انتقال آب از سد دوستی به مشهد گزارش ژئوتکنیک، 1384، شرکت مهندسی مشاور طوس آب.
21. مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی جایگزینی پساب تصفیه شده با منبع آب کشاورزی دشت مشهد، جلد های اول تا ششم، سال 1385، شرکت مهندسی مشاور خزر آب.
22. طرح تأمین آب شهر جدید بینالود جلد های اول تا یازدهم، سال 1385، شرکت مهندسی مشاور آب پوی.
23. مطالعات منابع آب های زیرزمینی منطقه هزار مسجد خلاصه مطالعات و سیمای طرح، 1385، شرکت مهندسی مشاور SCETIRAN.
24. طرح تغذیه مصنوعی رودخانه شاندیز جلد 2 گزارش فنی، سال 1385، آقای محمدرضا نوید.
25. مطالعات شناسایی تأمین و انتقال آب از رودخانه های حوضه دریاچه آرال به خراسان (مشهد)، سال 1385، شرکت مهندسی مشاور آب پوی.
26. گزارش برنامه جامع تأمین آب شرب مشهد تا سال 1410، سال 1386، شرکت مدیریت منابع آب ایران.
27. پروژه انتقال آب رودخانه عارفی به مخزن سد طرق گزارش وضعیت موجود، سال 1386، شرکت مهندسی مشاور خاک مهار آب.

28. گزارش توجیهی تمدید ممنوعیت دشت مشهد، 1386 مهندسین مشاور، هیدروپارس خراسان.
29. مطالعات پایش کیفی و پیشگیری از آلودگی منابع آب دشت مشهد (در محدوده شهرک های صنعتی توس، چناران، مشهد و چهارطاقی) - گزارش میان کار و گزارشات فنی، سال 87-1386، شرکت مهندسی مشاور دز آب.
30. گزارش سیمای طرح و برنامه ریزی منابع آب سد چالی دره طرهبه، سال 1387، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
31. مطالعات مرحله دوم انتقال آب های منطقه هزارمسجد به حوضه مشهد - گزارش مدیریت منابع آب مشهد (سدهای طرق کارده ارداک) (مطالعات تحلیلی بیان آب براساس مدل کنونی مدیریت مخازن)، سال 1387، شرکت مهندسی مشاور SCETIRAN
32. مطالعات سیستم هشدار سیل شهر مشهد گزارش مطالعات پایه، سال 1388، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
33. گزارش (بازنگری) بهنگام سازی مطالعات منابع آب حوزه آبریز قره قوم، سال 1388، شرکت مهندسی مشاور طوس آب.
34. طرح مطالعاتی ساماندهی و مدیریت بهره برداری از پساب موجود در کشف رود و سرشاخه های آن از طریق مشارکت مردمی بررسی وضعیت صنوبر کاری در حاشیه کشف رود، سال 1389، شرکت مهندسی مشاور آمایش و توسعه شرق.
35. مطالعات تعیین سقف کف شکنی چاه های آب محدوده مطالعاتی مشهد، 1389، شرکت مهندسی مشاور مشهد زمین ساخت.
36. مطالعات استفاده بهینه از آورد رودخانه های طرهبه و شانندیز (8 جلد)، سال 91-1390، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
37. مطالعات استفاده بهینه از آورد رودخانه های گوجکی مشهد (4 جلد)، سال 91-1390، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
38. باز گشایی و لایروبی رودخانه کشف رود حد فاصل بالادست و پایین دست پل التیمور، سال 1390، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
39. مطالعات جامع و تهیه طرح های ساماندهی رودخانه کشف رود (حد فاصل بالادست تصفیه خانه پرکند آباد تا پایین دست اولنگ اسدی)، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.
40. مطالعات بهنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوضه آبریز قره قوم گزارش اطلس منابع، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور آبگیر سازه توس.
41. گزارش راهبردی ارزیابی یکپارچه وضع موجود منابع آب زیرزمینی دشت مشهد از منظر توسعه صنعتی، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور گزین سازه توس.
42. مطالعات مرحله اول انتقال و تصفیه فاضلاب شهری در مقیاس محلی به منظور استفاده از پساب در آبیاری فضای سبز شهری مناطق غرب شهرداری مشهد، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور سرو آب.
43. مطالعات فاز اول و دوم علاج بخشی کانال انتقال و بند انحرافی و افزایش ارتفاع سد چالی دره (مطالعات فاز اول و دوم - 21 جلد)، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور ساز آب شرق.
44. مطالعات تعیین سقف کف شکنی چاه های آب محدوده مطالعاتی مشهد، سال 1391، شرکت مهندسی مشاور بهین آب پاژ.
45. مطالعات برنامه آمایش استان خراسان رضوی، تحلیل و ارزیابی موقعیت طبیعی و محیط زیستی، تحلیل حوضه ها و زیر حوضه های آبریز، سال 1391، جهاد دانشگاهی مشهد.
46. مطالعات آبرسانی شهرهای استان خراسان رضوی محدوده امور آب مشهد (شهرستان های مشهد، چناران، طرهبه شانندیز و کلات)، سال 1392، شرکت مهندسی مشاور سرو آب.
47. طرح جامع استفاده از پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهرهای گناباد، طرهبه، شانندیز و گلپهار (6 جلد)، سال 1393، شرکت مهندسی مشاور هیدروپارس تدبیر.
48. گزارش پیشرفت کار ماهیانه پروژه احداث مخزن یک میلیون مترمکعبی ورودی به تصفیه خانه سوم آب شرب مشهد، سال 1393، شرکت مهندسی مشاور سرو آب.
49. مطالعات بهنگام سازی بیان محدوده های مطالعاتی حوضه آبریز قره قوم، سال 1393، شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد.