

سازمان برنامه و بودجه کشور



سازمان نقشه‌برداری کشور

مجلس آب

نگارش اول



مجلس آب ایران



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اطلس آب

ناشر: سازمان نقشه برداری کشور

اطلس آب

نخارش اول

سرشناسه	:	سازمان نقشهبرداری کشور
عنوان و نام پدیدآور	:	اطلس آب/ مجری طرح سازمان نقشهبرداری کشور؛ طراحی، اجرا و نظارت کارتوگرافی مدیریت نقشهنگاری و اطلس‌های ملی سازمان نقشهبرداری کشور.
مشخصات نشر	:	تهران: سازمان نقشهبرداری کشور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	:	۱۴۰ ص: مصور (رنگی)، نمودار، نقشه (رنگی). ۱۷*۲۴ س.م.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۶۹۲۲-۷۵-۴: ۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
موضوع	:	آب، منابع -- ایران -- نقشه‌ها
	:	Water- Supply- Iran- Maps
	:	آب، منابع -- ایران -- جدول‌ها و نمودارها
	:	Water- Supply- Iran- Charts, diagrams, etc
شناسه افزوده	:	سازمان نقشهبرداری کشور. مدیریت نقشهنگاری و اطلس‌های ملی
رده‌بندی کنگره	:	GBV۹۲
رده‌بندی دیویی	:	۵۵۱ / ۴۸۰۹۵۵
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۸۷۴۸۲۹۵
اطلاعات رکورد کتاب‌شناسی	:	فیپا

مجری طرح: سازمان نقشهبرداری کشور

طراحی، اجرا و نظارت کارتوگرافی: مدیریت نقشهنگاری و اطلس‌های ملی سازمان نقشهبرداری کشور

ویراستار ادبی: موسسه نشر و پژوهش نگاه مشرق میانه

نوبت چاپ: یکم، ۱۴۰۱، ۵۰۰ نسخه

ناشر: سازمان نقشهبرداری کشور

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه سازمان نقشهبرداری کشور

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۹۲۲-۷۵-۴

قیمت: ۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال

‘همه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و در انحصار ناشر است’

تهران، میدان آزادی، بلوار معراج، سازمان نقشهبرداری کشور، صندوق پستی: ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵

دورنگار: ۶۶۰۷۱۱۲۰

تلفن: ۶۶۰۷۱۰۰۱

امروزه در روند روبه‌رشد و تکامل جوامع و ملت‌ها، فراهم‌بودن «اطلاعات» در زمینه‌های گوناگون حیات جامعه، نیازی اساسی و الزامی ملی به شمار می‌آید. تجزیه و تحلیل هوشمندانه داده‌ها و اطلاعات گسترده و بی‌شمار و نتیجه‌گیری صحیح از آن‌ها در قالب سیستم‌های گوناگون اطلاع‌رسانی در چند دهه اخیر، در جهان رشدی بی‌سابقه داشته و توجه برنامه‌ریزان و مدیران و مجریان امور را به این سیستم‌ها جلب کرده است.

یکی از شاخص‌های توسعه و رشد در همه جوامع، حجم سرمایه‌گذاری‌های مالی و انسانی در تأسیس و تکامل سامانه‌های اطلاعاتی (عمومی و فنی و تخصصی) است. انواع نقشه‌ها در رشته‌های تخصصی، با عرضه اطلاعات دقیق کمی و کیفی محیط فیزیکی، در شمار عناصر و ابزارهای مقدّم و پایه قرار می‌گیرند و اهمیت ویژه‌ای در تمامی سامانه‌های اطلاع‌رسانی کوچک و بزرگ، از سطوح شهری و روستایی تا سطوح منطقه‌ای و ملی دارند.

اطلس‌های ملی

اطلس ملی در فرهنگ علوم نقشه (کارتوگرافی) و از نظر صاحب‌نظران این رشته چنین تعریف می‌شود:

اطلس‌ها مجموعه‌هایی مدون و مجلد از نقشه‌ها، نمودارها، تصویرها و گزارش‌های مربوط به یک یا چند موضوع هستند که با نظمی ویژه و دقیق‌ترین روش‌ها تهیه می‌شوند. اطلس‌ها به‌خوبی می‌توانند جایگزین دهه‌ها جلد کتاب و هزاران برگ گزارش فنی شوند و رئوس برنامه‌ها و تصمیم‌گیری‌ها را روشن‌تر از هر واسطه اطلاعاتی دیگری بیان کنند. در میان انواع اطلس‌ها، اطلس‌های ملی هر کشور جایگاه و اهمیتی ویژه دارند.

عواملی چون دقت در اطلاعات، حجم اطلاعات در واحد سطح، کیفیت هنری اطلاعات پدیده‌ها و پیوندها و روابط آن‌ها، اطلس‌ها را از دو منظر در اعتبارات ملی هر کشور سهمیم می‌کند: نخست، محتوای اطلاعاتی اطلس‌ها که نمایانگر پیشرفت، توسعه و تکامل کشور است و دیگر، نفس کار و ساختار فنی اطلس‌ها که بیانگر درجه تعالی هر کشور در تولید نقشه‌های بسیار دقیق و در عین حال زیباست که سریع‌ترین رابطه را با بیننده و استفاده‌کننده برقرار می‌کند. این دو جنبه، وظیفه تهیه‌کنندگان اطلس را در بخش دولتی هر کشور بسیار سنگین و حساس می‌کند. چه‌بسا این امر برای مؤسسات بخش خصوصی تولیدکننده نقشه و اطلس - با همه تعهد و وظیفه‌ای که در قبال فرهنگ ملی احساس می‌کنند - در درجه نخست اهمیت نباشد.

ویژگی‌ها و فواید محوری و جانبی اطلس‌های ملی

از آنجا که نقشه‌های مندرج در اطلس‌های ملی، بخش وسیعی از داده‌ها و آمارهای مربوط به جوامع و کشورها را دربرمی‌گیرند، امکان دریافت سریع اطلاعات را برای همه گروه‌های استفاده‌کننده - دانشجویان، مدیران، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران - فراهم می‌کنند. در بسیاری موارد، اطلس ملی می‌تواند همانند سامانه اطلاعات جغرافیایی به روش قیاسی (و بدون استفاده از رایانه) عمل کند و لایه‌های اطلاعات مرتبط مقایسه‌شدنی را ارائه کند. برنامه‌ریزی‌های استانی و منطقه‌ای و کشوری بدون مراجعه و بهره‌گیری از اطلس ملی، جامع و کامل نخواهند بود.

اطلس ملی گزارش‌دهنده‌ای دقیق و روشن‌نگر است که مسئولان ذی‌ربط را از

پیشرفت‌های برنامه‌ریزی‌شده و کاستی‌های هر یک از بخش‌های اقتصادی و منابع و ثروت‌های تجدیدپذیر یا پایان‌پذیر آگاه می‌کند و هشدارهای لازم را به آنان می‌دهد. اطلس ملی، واسطه و رسانه اطلاعاتی مهم هر کشور قلمداد می‌شود که انتقال‌پذیر است و در دسترس همه مراکز تحقیقاتی و اجرایی و آموزشی قرار می‌گیرد. از این‌رو زبان فنی واحدی را بین تخصص‌ها و بخش‌های گوناگون و همچنین میان آحاد جامعه و مسئولان فراهم می‌کند.

اطلس ملی ضمن آنکه جایگاه هر کشور را از نظر شاخص‌های توسعه میان کشورها تعیین و معرفی می‌کند، ویژگی‌های اجتماع و اقتصاد و فرهنگ کشور و نیز ملاحظات آن را که در هیچ‌یک از مراجع دیگر درج و انعکاس نمی‌یابد، به صورت ساده و فشرده و دقیق عرضه می‌کند.

اطلس‌های تهیه‌شده در ایران

در کشور ما تلاش‌هایی در زمینه تهیه اطلس‌های موضوعی صورت گرفته است. برخی اطلس‌های موضوعی که با کیفیت مناسبی در ایران تهیه شده‌اند عبارتند از:

اطلس اقلیمی ایران، اطلس تاریخی ایران، اطلس‌های شیب و مقاطع (مؤسسه جغرافیای دانشگاه تهران)، اطلس فرهنگی شهر تهران (شورای فرهنگ و هنر)، اطلس هیدرولوژی (وزارت نیرو)، اطلس بهداشت و کشاورزی (سازمان نقشه‌برداری کشور) و چند اطلس دیگر که بخش خصوصی آن‌ها را منتشر کرده است. با وجود تلاش‌های انجام‌شده پیش و پس از انقلاب اسلامی، کمبود اطلس ملی در ایران همچنان محسوس است و برای رفع آن، پیشنهادها و طرح‌هایی به سازمان نقشه‌برداری کشور ارائه شده است. با پایان‌گرفتن جنگ تحمیلی و هم‌زمان با آغاز برنامه‌های توسعه اقتصادی اجتماعی، ضرورت تهیه «اطلس ملی ایران» بیشتر شد، تا آنکه سرانجام در خرداد ۱۳۷۰ با تصویب هیئت محترم وزیران، این وظیفه خطیر به سازمان نقشه‌برداری کشور واگذار شد.

فرآیند اجرایی مرحله نوین طرح تهیه اطلس ملی ایران به دو مرحله تقسیم شد. هدف مرحله نخست که از سال ۱۳۷۲ آغاز شد، تهیه یک جلد اطلس عمومی مشتمل بر ۴ فصل سیاسی، طبیعی، جمعیتی و اقتصادی بود. این مجموعه در سال ۱۳۷۴ به چاپ رسید. مرحله دوم، با هدف تهیه حدود ۲۰ جلد اطلس تخصصی در زمینه‌های مختلف از سال ۱۳۷۴ آغاز شد. پس از تهیه آخرین جلد از اطلس‌های تخصصی، در سال ۱۳۸۱ با توجه به استقبال کاربران، بازنگری و به‌روزرسانی اطلس‌های منتشرشده ضرورت یافت.

اطلس آب، از اطلس‌های تخصصی است که برای اولین بار تهیه شده است. در این اطلس فصل اول، با عنوان تاریخچه آب در ایران به سازه‌های سنتی آب و نظام بهره‌برداری، فصل دوم به بررسی اقلیم ایران از لحاظ حوضه‌های آبریز و فصل سوم به بررسی منابع آب و انواع آن پرداخته شده است. فصل چهارم نیز حاوی نقشه و نمودارهای مربوط به انواع سازه‌های آبی شامل سد، خطوط انتقال نیرو، نیروگاه‌ها و آب‌شیرین‌کن‌ها است. در فصل پنجم، انواع مصرف و اقتصاد آب معرفی و مطالعه شده و در نهایت در فصل ششم، آمار و اطلاعات آب و فاضلاب شهری و روستایی بررسی شده است.

اطلس ملی ایران

آب (نخارش اول)

دست اندرکاران

نهادهای و ارگانهای مشارکت کننده:

سازمان برنامه و بودجه کشور

سازمان نقشه برداری کشور

وزارت نیرو

مجری طرح:

علی جاویدانه (معاون سازمان برنامه و بودجه

و رئیس سازمان نقشه برداری کشور)

مدیریت پروژه:

محمد عرب کرمی (مدیر سابق نقشه نگاری و اطلس های ملی)

ابوالفضل بلندیان (مدیر نقشه نگاری و اطلس های ملی)

شهره صیفی (معاون نقشه نگاری و اطلس های ملی)

گردآوری آمار و اطلاعات:

ابوالفضل بلندیان (مدیر نقشه نگاری و اطلس های ملی)

جواد حسینی (کارشناس اداره گردآوری اطلاعات و پایگاه نام های جغرافیایی)

طراحی، نظارت و اجرای کارتوگرافی:

محمد عرب کرمی (مدیر سابق نقشه نگاری و اطلس های ملی)

افسانه بردبار (رئیس اداره اطلس ملی)

حمیده موسی زاده (کارشناس اطلس ملی)

سارا مجردی (کارشناس اطلس ملی)

نجمه آشوری (کارشناس اطلس ملی)

پرویز عظیمی (کارشناس اطلس ملی)

صفحه آرایی و طراحی جلد:

شراره اژدري (کارشناس گرافیک)

عکس روی جلد و سرفصل ها:

بهنام شمسی

امور چاپ:

علیرضا طیار (رئیس اداره تولید نقشه و انتشارات)

کارشناسان وزارت نیرو:

محمدعلی مصطفوی (رئیس کارگروه اطلس ملی آب)

فراز رابعی (رئیس سابق کارگروه اطلس ملی آب)

نعمت اله دهیندی (کارشناس فصول اقلیم، منابع آب و سازه های آبی)

مجتبی آل بهبهانی (کارشناس فصول اقلیم، منابع آب و سازه های آبی)

مجید حدادیان (کارشناس فصل سازه های آبی)

مسعود خوش نظر (کارشناس فصل سازه های آبی)

محمدعلی حائری (کارشناس فصل سازه های آبی)

مهنام فلاح (کارشناس فصل تاریخچه آب در ایران)

رضا خسروی (کارشناس فصل مصارف و اقتصاد آب)

حامد توکلی فر (کارشناس بخش محیط زیست و فصل آب و فاضلاب)

سید ابودر قاضی میرسعید (کارشناس بخش محیط زیست)

فاطمه انصاری (کارشناس فصل آب و فاضلاب)

“وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ”

“هر موجود زنده‌ای را از آب پدید آوردیم”
سوره انبیاء آیه ۳۰

“کتاب دوازده‌ای به سوی جهان گسترده دانش و معرفت است.” مقام معظم رهبری

آب، این نعمت بزرگ خداوند، نقش بسیار مهمی در ادامه حیات بشر و سایر موجودات دارد که باید حفظ شده و به نسل‌های بعدی سپرده شود. موضوع مهم آب در طول تاریخ ایران، پیوسته در کانون تحولات اجتماعی و اقتصادی بوده است. مدیریت منابع آبی، مسئله‌ای فرابخشی است که جنبه‌های پیدا و پنهان تأثیرات و کنش‌های آن بر اقتصاد، اجتماع، امنیت، سیاست، محیط زیست، فرهنگ و سلامت جامعه بسیار گسترده است، به نحوی که می‌توان آب را مهم‌ترین رکن از ارکان توسعه پایدار کشور قلمداد کرد. این ثروت علاوه بر نقش حیاتی خود، یکی از عوامل تعیین‌کننده موقعیت راهبردی هر کشور در عرصه‌های بین‌المللی است و از طرفی عدم مدیریت صحیح منابع آب، پایه‌های اصلی توسعه پایدار هر سرزمینی را متزلزل می‌کند.

دانش و تجربه باستانی ایرانیان در استحصال، انتقال، توزیع و مدیریت منابع آبی و ابداع سازه‌هایی چون قنات و کاریز و ساز و کارهایی چون طومار شیخ بهایی، ازجمله میراث‌های ارزشمند و ماندگار نیاکان ما هستند و نشان‌دهنده اصالتی ژرف و طلایه‌داری پرافتخار فرهنگ مردم و نخبگان این مرز و بوم در علوم مرتبط با آب است.

از زمان ایجاد نخستین تشکیلات مدرن احداث و بهره‌برداری طرح‌های توسعه منابع آبی تا زمان حاضر، حجم سرمایه‌گذاری بسیار وسیع و گسترده‌ای در زیرساخت‌های آبی کشور جهت پوشش نیازهای رو به رشد جامعه صورت گرفته است. در کنار تمام کوشش‌های صورت گرفته و دستاوردهای حاصل‌شده، چالش‌های آبی کشور همچنان به مدیریت و مجاهدت زیادی نیاز دارد. سهم ایران از جمعیت جهان حدود ۱/۳ درصد است درحالی‌که سهم کشورمان از منابع آب شیرین تجدیدپذیر تنها ۰/۲ درصد است؛ بنابراین کم‌آبی واقعیتی اقلیمی است و زندگی و سازگاری با آن حقیقتی عجین‌شده با فرهنگ ایرانی است.

بهره‌برداری و نگهداری بهینه از سرمایه‌گذاری‌های عظیم صورت‌گرفته و مواجهه مؤثر با چالش‌های پیش‌رو، نیازمند سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی یکپارچه در سطح ملی است و پیش‌نیاز و محرک اصلی در این راه، عزم سیاسی، تقدم نگاه ملی و حصول وفاق اجتماعی است و این مهم با افزایش آگاهی میسر می‌شود.

بر این اساس، اتخاذ تصمیم صحیح بر مبنای آمار و اطلاعات دقیق و به‌هنگام، از اولویت‌های مدیریت کلان کشور در این بخش است. بررسی وضعیت موجود، تحولات و نحوه عملکرد اجزای گوناگون مؤثر بر مدیریت منابع آب می‌تواند به تصمیم‌گیری مناسب در راستای سیاست‌گذاری، تعیین اهداف، خط‌مشی‌ها، هدایت امور اجرایی و در نهایت ارزیابی میزان موفقیت منجر شود، لذا نقش اطلاعات مکانی در نظام برنامه‌ریزی بالادست در حوزه مدیریت آب غیرقابل انکار بوده و این امر به حدی واضح است که به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی در کشورها به شمار می‌آید.

یکی از راه‌های دسترسی سریع و دقیق به آمار و اطلاعات مکانی، اطلس‌های ملی هستند. اطلس‌های ملی به خوبی می‌توانند با ارائه نقشه‌های موضوعی و نمودارهای گوناگون، جایگزین ده‌ها جلد کتاب و هزاران برگ گزارش فنی شده و نقش بی‌بدیل و مؤثری در فرایند تصمیم‌سازی ایفا کنند.

سازمان نقشه‌برداری کشور به عنوان سازمان مرجع سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در تولید و ارائه اطلاعات مکانی، سال‌های متمادی است که وظیفه تدوین و بازنگری اطلس‌های ملی را بر عهده دارد. اطلس ملی آب شش فصل دارد و برای اولین بار به همت سازمان نقشه‌برداری کشور بر پایه آمار و اطلاعات ارائه‌شده از سوی وزارت نیرو و شرکت‌های زیرمجموعه، تهیه و تدوین شده و تصویری شفاف و قابل فهم برای عموم مردم از وضعیت آبی کشور فراهم آورده است. امید است این اطلس در افزایش دانش و آگاهی مسئولان و عموم جامعه اثربخش بوده و خدمت مؤثری در راستای مدیریت منابع آب کشور و دستیابی به توسعه پایدار سرزمین ایرانی اسلامی باشد.

سید مسعود میرکاظمی

معاون رئیس‌جمهور و رئیس سازمان برنامه و بودجه کشور





فصل اول: تاریخچه آب در ایران

۲	پیشینه طولانی ایران در مدیریت منابع آب
۲	سازه‌های سنتی
۲	قنات
۴	سازه‌های کنترل و تنظیم آب
۶	سازه‌های ذخیره‌ای
۷	سازه‌های انتقال و توزیع آب
۸	سایر
۹	نظام بهره‌برداری سنتی
۹	روش‌های اندازه‌گیری و تقسیم آب
۱۰	طومار شیخ بهایی
۱۱	بازار آب

فصل دوم: اقلیم

۱۶	تقسیم‌بندی کشور بر اساس حوضه آبریز
۱۷	هواشناسی
۱۷	ایستگاه‌ها
۱۹	باران
۲۰	دما و تبخیر
۲۳	یخچال‌ها
۳۱	پهنه‌بندی اقلیمی

فصل سوم: منابع آب

۳۴	آب سطحی
۳۵	ایستگاه‌ها
۳۷	آب‌دهی
۳۸	آب زیرزمینی
۳۸	منابع
۴۰	وضعیت کمی
۴۰	تخلیه و برداشت
۴۳	کیفیت شیمیایی منابع آب
۴۳	آب‌های سطحی

۴۴.....	آب‌های زیرزمینی.....
۴۶.....	محیط زیست.....
۵۸.....	بیان.....
۵۸.....	بیان عمومی.....
۶۵.....	آب تجدیدپذیر.....

فصل چهارم: سازه‌های آبی

۷۰.....	سدها.....
۷۳.....	انواع سازه سدها.....
۷۴.....	شبکه‌های اصلی آبیاری و زهکشی.....
۷۷.....	خطوط انتقال آب شرب.....
۷۸.....	نیروگاه‌های برق‌آبی.....
۸۱.....	آب شیرین‌کن.....

فصل پنجم: مصارف و اقتصاد آب

۸۴.....	مصرف.....
۸۴.....	برداشت‌های آب در کشور.....
۸۵.....	برداشت آب برای مصارف شرب و بهداشتی شهری و روستایی.....
۸۶.....	برداشت آب برای مصارف در بخش صنعت.....
۸۶.....	برداشت آب برای مصارف در بخش نیروگاه‌ها.....
۸۸.....	برداشت آب برای مصارف در بخش کشاورزی.....
۸۹.....	اقتصاد.....
۸۹.....	تعرفه آب شهری.....
۸۹.....	تعرفه آب روستایی.....
۸۹.....	تعرفه آب صنعتی.....
۸۹.....	تعرفه آب کشاورزی.....

فصل ششم: آب و فاضلاب

۹۴.....	آب و فاضلاب شهری.....
۱۱۴.....	آب و فاضلاب روستایی.....



فصل اول تاریخچه آب در ایران

- پیشینه طولانی ایران در مدیریت منابع آب
- سازه‌های سنتی
- نظام‌های بهره‌برداری سنتی



تاریخچه آب در ایران

پیشینه طولانی ایران در مدیریت منابع آب

ایران پیشینه‌ای قوی در مدیریت منابع آبی دارد و در طول تاریخ شرایط آبی متغیر و خشکی، خود را به خوبی مدیریت کرده است. ایرانیان در بیش از ۲۵۰۰ سال قبل قنات‌ها را ابداع کردند که روشی بی‌نظیر در مناطق صحرایی برای استخراج آب از چاه‌های مادر و انتقال آن به دوردست‌ها برای آبیاری مزارع یا تأمین آب شرب شهرها محسوب می‌شد.

ابداعات فنی، منحصر به قنات نبود. ایرانیان قرن‌ها پیش از سایرین به آبراه‌سازی اقدام کرده‌اند و قبل از بسیاری از کشورها اقدام به ساختن کانال‌های آب، سد، سیل‌گیر و دیگر زیرساخت‌های انتقال آب کرده‌اند. آنان همچنین از نظام قدرتمندی برای مدیریت منابع آب، مقررات محکم و استوار، روش‌های نظارت و سازوکارهای بازار آب برخوردار بوده‌اند.

در زمان حال، نشانه‌های حاضر درخصوص کم‌آبی شدید همراه با افزایش تقاضای آب، مصرف بی‌رویه و بهره‌وری پایین از عواملی هستند که چالش آب در ایران را تشدید می‌کنند. دولت ایران به این تشخیص رسیده است که باید با این معضل برخورد کند و در ششمین برنامه پنج ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (۱۴۰۰ - ۱۳۹۵) این بخش در اولویت قرار گرفته است.

سازه‌های سنتی

قنات

در گذشته، جهانیان مردم ایران را مردمانی که صاحب دانش‌های تأثیرگذار در زمینه‌های مختلف عملی برای تکوین تمدن بودند، می‌شناختند و چون از گذشته‌های بسیار دور، فناوری استفاده از آب‌های زیرزمینی را می‌دانستند، در آن زمان‌ها نام ایران و قنات در کنار هم آورده می‌شد تا آنجا که به محدوده وسیعی از ایران آن روزگار «تمدن کاریزی» می‌گفتند.

پاپلی یزدی اعتقاد دارد که اگرچه قنات در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان پراکنده است، اما گاه در مناطق پرباران هم قنات‌ها دایر شده‌اند. به این شیوه از تأمین آب در شرق ایران «کاریز» و در غرب ایران «قنات» می‌گویند. ایران در زمره مهمترین کشورهای صاحب تمدن کاریزی و مهمترین آنان است. در حال حاضر هم در ایران و هم در بیش از ۳۴ کشور جهان وجود دارد. تقریباً در تمام کشورهای واقع در خاورمیانه، بیشتر نقاط خشک قاره آسیا، کشورهای شمال آفریقا، کشورهای جنوب اروپا و کشورهای پرو، شیلی و مکزیک قنات‌هایی وجود دارد.

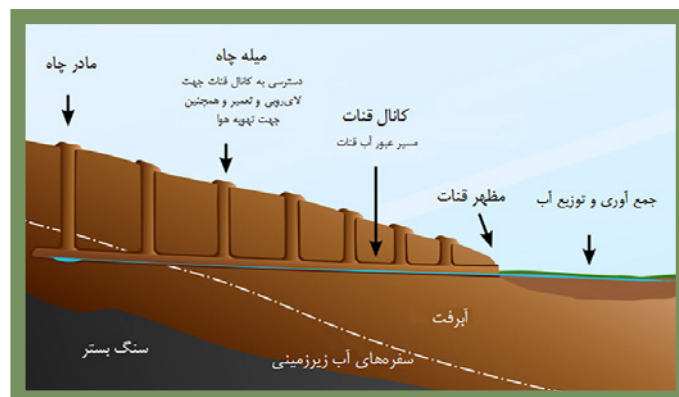
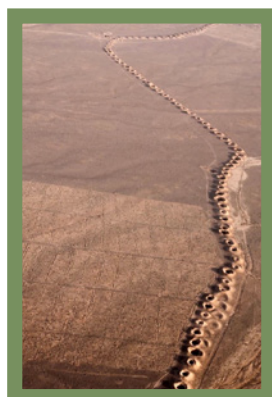
تمدن‌های باستانی همگی در کنار رودهای بزرگ مانند نیل، دجله، فرات، سند، گنگ، هوانگهو و یانگ‌تسه شکل گرفته‌اند، اما تنها تمدنی که به دور از هرگونه رودخانه عظیم شکل گرفت، ایران بود. جهش چشمگیر امپراطوری ایران مدیون قنات بود. در زمان هخامنشیان، اگر فردی زمین بایری را با احداث قنات آبیاری می‌کرد تا پنج نسل از پرداخت هرگونه مالیات معاف بود.

قنات به منزله وسیله‌ای برای در اختیار گرفتن آب‌های زیرزمینی (یا آب‌های سطحی) است که هنوز در بعضی از مناطق ایران مثل یزد حدود ۵۵ درصد آب مورد نیاز را تأمین می‌کند. قنات، مجموعه‌ای از چند میله و یک کوره (کوره‌های) زیرزمینی که با شیبی کمتر از شیب سطح زمین، آب موجود در لایه (یا لایه‌های) آبدار مناطق مرتفع زمین یا رودخانه‌ها، مرداب‌ها و برکه‌ها را به کمک نیروی ثقل و بدون کاربرد نیروی کشش و هیچ نوع انرژی الکتریکی یا حرارتی با جریان طبیعی جمع‌آوری کرده و به نقاط پست‌تر می‌رساند.

به عبارت دیگر، قنات را می‌توان نوعی زهکش زیرزمینی دانست که آب جمع‌آوری‌شده توسط این زهکش به سطح زمین آورده می‌شود و به مصرف آبیاری یا شرب می‌رسد. در مورد تعداد واقعی قنات ایران در حال حاضر نمی‌توان رقم دقیقی ارائه کرد. دامنه تعداد قنات ایران از چهار هزار رشته تا پنجاه هزار رشته، دامنه طول این قنات از ۱۶۰ هزار کیلومتر تا ۳۵۰ هزار کیلومتر و دامنه بده این قنات از ۷/۵



عکس هوایی قنات



بخش‌های مختلف قنات در برش عرضی



میلیارد مترمکعب در سال (۲۳۸ هزار لیتر در ثانیه) تا یک میلیون لیتر در ثانیه ذکر شده است. بر اساس مستندات دفتر بررسی‌های منابع آب وزارت نیرو (سال ۱۳۶۵)، تعداد قنات ۱۸ هزار و چهارصد رشته و تخلیه آنها ۷/۵ میلیارد مترمکعب در سال بوده است.

سالنامه آماری کشور در هر سال تعداد قنات‌های فعال را به تفکیک شش حوضه آبریز و استان‌های صاحب قنات معرفی می‌کند. در سالنامه آماری متعلق به سال ۱۳۷۹ تعداد قنات‌های فعال کشور در سال آبی ۷۸-۱۳۷۷ معادل ۳۱,۲۹۳ رشته با میزان تخلیه ۸/۶۷ میلیارد مترمکعب در سال گزارش شده است. در بین شش حوضه آبریز اصلی، از لحاظ بیشترین تعداد قنات، به ترتیب حوضه مرکزی و داخلی ایران، خلیج فارس و دریای عمان، حوضه هامون (شرق کشور)، دریای خزر، دریاچه ارومیه و حوضه سرخس (صحرای قره‌قروم در ایران) هستند. بر اساس نتایج آخرین آماربرداری سراسری از منابع و مصارف آب (سال آخرین دوره آماربرداری ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰)، تعداد ۴۰,۸۵۳ رشته قنات با تخلیه سالانه ۴/۲ میلیارد مترمکعب در کشور وجود دارد.

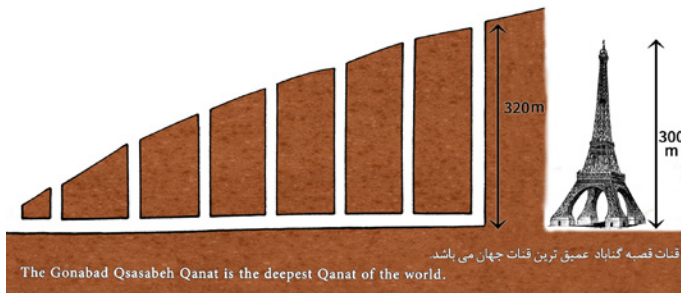


عکس تاریخی حفر قنات

قنات مون

«مون» یکی از محلات هشت‌گانه اردستان است. قناتی در این محل مورد بهره‌برداری است که به قنات «مون» شهرت دارد. قنات مذکور دو طبقه و در هر طبقه آن آب مستقلی جریان دارد که به «طبقه رو» و «طبقه زیر» مشهور است، آب «طبقه رو» که سه متر از «طبقه زیر» بالاتر است، به واسطه ساختمان لایه‌های بستر، هیچ‌گاه به طبقه زیرین نفوذ نمی‌کند. این قنات دو کیلومتر طول دارد و عمق مادرچاه آن ۳۱ متر و دارای سی میله و مقدار آب‌دهی آن شصت لیتر در ثانیه است. طبق منابع مکتوب محلی، این قنات قبل از اسلام ایجاد شده و بانی حفر آن کاوه آهنگر است. برخی از افراد محلی معتقدند این قنات توسط یکی از مقنیان خبره یزد حفر شده است. بعد از حفر این قنات با تشخیص این مقنی دوباره قنات دیگری به موازات و در عمق زیرین قنات قبلی ایجاد شد. آب دو قنات از یک منبع واحد سرچشمه نمی‌گیرد و به همین دلیل، رنگ و طعم آنها متفاوت است. آب قنات رویی سردتر و آب قنات زیرین گرم‌تر است.

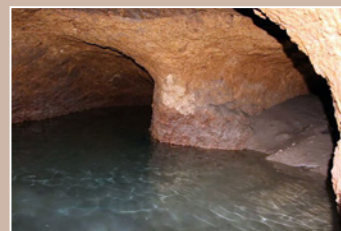
چاه قنات را هفتصد گز و طول آن را چهار فرسنگ ذکر کرده و نوشته است: «آبی عظیم در این کاریز روان است و آن کاریز چهار فرسنگ می‌رود و آن گفتند کیخسرو فرموده است کردن».



مقایسه عمق مادرچاه اصلی قنات قصبه گناباد (عمیق‌ترین قنات) با برج ایفل



قنات گناباد



قنات مون

سازه‌های کنترل و تنظیم آب

سد و بند و آب بند

سد

از گذشته‌های بسیار دور تا امروز، تأمین آب جزء دغدغه‌های اصلی انسان‌ها، به‌ویژه در مناطق خشک جهان بوده است و یافتن آب در هر منطقه شرط لازم بقای انسان و تداوم حیات محسوب شده است. نگارش کتابی با عنوان «استخراج آب‌های پنهانی» توسط ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب الکرجی یکی از بزرگ‌ترین ریاضی‌دانان ایرانی در هزار سال پیش اهمیت و قدمت دانش تأمین آب در این سرزمین را نشان می‌دهد.

این دانشمندان برجسته در بخش‌هایی از این کتاب به ذکر انواع آب، شناخت زمین‌هایی که در آن آب قرار دارد، حریم چاه، قنات و شیوه حفر چاه می‌پردازد که از سعی و تلاش اجداد ایرانیان برای یافتن آب حکایت دارد. همچنین وجود بیش از ۳۷ هزار رشته قنات در ایران که مجموع طول حفاری‌های آن به بیش از ده هزار کیلومتر می‌رسد، گواه دیگری بر کوشش ایرانیان در تأمین آب است.

بنابراین موضوع تأمین آب به عنوان یک مسئله همیشگی برای انسان مطرح بوده و برای غلبه بر این مشکل، احداث سازه‌های آبی، یکی از راهکارهای اصلی بوده است. مطالعات پژوهشگران، شروع این رشته مهندسی را در هزاره سوم پیش از میلاد نشان می‌دهد. در ایران باستان نیز صنعت سدسازی برای استفاده از آب مازاد رودخانه‌ها

قنات باغ زارچ یزد

سرچشمه این قنات در کوه‌های مهریز است. این قنات پس از گذشتن از یزد و مشروب کردن آن، وارد شهر زارچ می‌شود. این قنات یکی از قدیمی‌ترین قنات‌های استان یزد و طولانی‌ترین قنات ایران است که در فهرست آثار ملی کشور به ثبت رسیده است. این قنات ۱۲۰ کیلومتر طول و دو هزار و ۱۱۵ حلقه چاه دارد.

قنات قصبه گناباد

قنات گناباد از عمیق‌ترین و شگفت‌انگیزترین سازه‌های آبی جهان در ارتفاعات سیاه‌کوه در جنوب غربی گناباد در استان خراسان رضوی قرار دارد. این قنات با سابقه تاریخی ۲۵۰۰ ساله از آثار دوره هخامنشیان در استان خراسان رضوی به شمار می‌آید و مطابق سفرنامه ناصرخسرو و دیگر منابع مکتوب و شفاهی کهن، عمیق‌ترین و قدیمی‌ترین کاریز جهان است که به تازگی ثبت جهانی شده است. طول این قنات بیش از ۳۳ کیلومتر و عمق مادرچاه اصلی آن حدود ۲۷۰ متر است. ناصرخسرو عمق



قنات باغ زارچ یزد

بند

بند بهمن

بند بهمن مجموعه‌ای بی‌نظیر و بسیار قدیمی است که در سال ۱۳۵۲ در فهرست آثار ملی ثبت شده است. قدمت این اثر تاریخی با توجه به شواهد و مدارک موجود و بررسی روی مصالح و شیوه ساخت مربوط به دوره ساسانی است. سازندگان این بنای عظیم و زیبا اشخاصی به نام قطب‌الدین یوسف و سید یوسف مشهور هستند. این بند به بهمن پسر اسفندیار منسوب است. این بند سنگی عظیم در استان فارس، شهرستان شیراز، شهر کوار و روی رودخانه قره‌آغاج قرار دارد.

این سد انحرافی (به دلیل انحراف کم در قسمت مخزن) بین دو رشته‌کوه که به هم نزدیک شده‌اند، روی صخره‌های طبیعی قرار گرفته و از قطعات سنگی طبیعی کوهستان با ملات ساروج استفاده شده است. در قسمت شمالی سد، دماغه کوه به طرف رودخانه جلورفتگی دارد و به همین جهت طغیان آب رودخانه و سیلاب‌ها بعد از دور زدن دماغه مذکور و برخورد با آن وارد سد می‌شود و به همین جهت سرعت

رایج بوده است، به طوری که عمر سد داریوش در رودخانه گر به ۲۵۰۰ سال پیش برمی‌گردد.

سد کریت

سد کریت در استان خراسان جنوبی، شهرستان طبس، ۴۲ کیلومتری جنوب شرق شهر طبس و ۲۸ کیلومتری شرق روستای کریت، واقع در یکی از دره‌های کوه شتری است. در مورد تاریخ ساخت این سد در منابع موجود نظریات متفاوتی ذکر شده، ولی در هیچ‌یک از آنها نام سازنده آن مشخص نشده است.

ازجمله در کتاب «نگرشی بر سدهای قدیمی ایران» و نیز «آب و آبیاری در ایران باستان»، عمر سد کریت چهارصد سال، یعنی مربوط به عصر صفویه ذکر شده است و گروهی نیز قدمت آن را هفتصد سال، یعنی دوره ایلخانان مغول می‌دانند. شکل و ساختار بند نشان می‌دهد که این بند در یک دوره زمانی خاص ساخته نشده، بلکه در دوره‌های مختلف بازسازی شده است. این سد تاریخی در سال ۱۳۷۹ در فهرست آثار ملی ثبت شده است.



بند میزان



سد کریت



سیلاب‌ها و آب‌های طغیانی رودخانه را می‌گیرد. به همین دلایل است که این سد بیش از دو هزار سال در مقابل طغیان‌های عظیم مقاومت کرده است.

بند میزان

بند میزان یا سد شادروان در شوشتر است. این سد که در زمان شاپور ساسانی و در سال ۲۸۰ میلادی احداث شده است، دارای ۲۵۰ متر درازا و حدود ۱۰ الی ۱۲ متر پهنا می‌باشد و در امتداد یک پی سنگی مناسب ساخته شده است. هسته آن از سنگ لاشه با ملات سیمان و نمای سد از سنگ تراش است که با بست‌های آهنی و سربی به یکدیگر پیوند یافته‌اند. نکته حائز اهمیت در مورد ساخت این سد ایجاد کانال انحرافی برای منحرف کردن آب رودخانه در زمان عملیات ساخت می‌باشد که با توجه به حجم بسیار زیاد آب رود کارون در آن تاریخ عملیات بسیار دشواری بوده است.

آب بند

آب بند لاور

ازجمله بندهای بسیار قدیمی در شهرستان لامرد، بخش اشکنان، روستای لاور در استان فارس واقع است که در گذشته با ذخیره آب باران و برف باعث استفاده بهینه و هدایت آنها به زمین‌های کشاورزی می‌شده است. این اثر در سال ۱۳۸۱ به عنوان یکی از آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. قدمت این اثر تاریخی را می‌توان با توجه به مصالح به‌کاررفته در آن نوع ساخت و همچنین وجود بناهای مشابه در اطراف آن مربوط به دوران اسلامی و حکومت ساسانیان دانست.

سد کریت از نوع قوسی بوده و روی دیوارهای از آهک‌های دولومیتی دوره پاتریس به شکل ۷ ساخته شده است. مصالح اصلی به‌کاررفته در بنای سد، سنگ، آجر و ملات ساروج است. مشخصات سد بر اساس اندازه‌گیری‌هایی که توسط دفتر برنامه‌ریزی شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان انجام گرفته به این شرح است: طول تاج پنجاه متر، عرض تاج ۲/۱ تا ۲۵/۱ متر، عرض دیواره سد در پایین حدود پانزده متر، ارتفاع تاج از کف رودخانه ۵۴ متر. البته ارتفاع سد قدیمی که زیردست سد فعلی است ۳۱ متر بوده و سد کریت فعلی با ارتفاع ۲۳ متر روی آن بنا شده است. در مورد سد کریت مطلبی که بسیار حائز اهمیت است، قوسی بودن آن است که شاید بتوان گفت از اولین سدهای قوسی جهان است. این مطلب بی‌اساس بودن ادعای اروپاییان را مبنی بر اینکه آنها مبتکر احداث سدهای قوسی هستند، ثابت می‌کند. همچنین با توجه به قدمت سد که عمری بیش از هفتصد سال دارد، ارتفاع سد نیز به قول پروفسور هانری گویلو، دانشمند فرانسوی، رکورد فوق‌العاده‌ای است.



بند بهمن

گذاشته‌اند.

آبانبارها علاوه بر نقش مهم در زندگی روزمره مردم، از موقعیت خاصی در فرهنگ و اعتقادات مردم این سرزمین بهره‌مند بوده‌اند. پیوند میان آب و آیین‌های مذهبی در دوران بعد از اسلام نیز در ایران ادامه یافت، به‌گونه‌ای که نیایش‌گاه‌های آناهید، جای خود را به مصلی‌های شکوهمند خارج از شهر داد. سازندگان آبانبارها با دقت و نکته‌سنجی بسیار به مسائل عمده‌ای چون میزان فشار آب بر کف و سطح آبانبار، مسئله اندود داخل بنا، تهویه، تصفیه و جلوگیری از آلودگی آب توجه کامل داشته‌اند. هنر تزئین نمای خارجی آبانبارها و اشعار کتیبه بالای سردرها نشان‌دهنده بسیاری از ویژگی‌ها و روحیات ساکنان پیرامون آنها بوده است.

در دوران حکومت اسلامی به دلیل تأکید بر مسائل مربوط به بهداشت و طهارت،



آب بند لاور

این سازه از دو بخش تشکیل شده است: بخش اول اصل سازه با عنوان آب‌بند است و عملکرد کنترل آب را بر عهده دارد و بخش دوم بخش الحاقی سازه آب‌بند با عملکرد تنظیم و توزیع آب است. وضعیت فعلی اثر در حال حاضر نیمه‌سالم و به علت کمبود آب بلااستفاده است. مصالح به‌کاررفته در این بنا سنگ لاشه و ساروج است که در دوره‌های زمانی مختلف تعمیر و مرمت شده است.

سازه‌های ذخیره‌ای آبانبار

به علت فقدان لوله‌کشی آب تا سال ۱۳۲۰ خورشیدی در بسیاری از شهرهای ایران، مصرف روزانه آب از آبانبارها بود. زنان و دختران جوان مشتریان آبانبارها بودند. مشغله پدران و گرفتاری‌های مادران موجب می‌شد وظیفه آب آوردن بر عهده دختران جوان باشد. آنها به عنوان دختران کوزه به دوش معروف بودند.

در هر شهر و محله‌ای، چندین آبانبار به شکل گنبد بزرگی نمایان بود. عمق و عظمت آنها به جمعیت و موقعیت محلی بستگی داشت. هر سال آنها را لایروبی و تعمیر می‌کردند و درهای ورودی آن را به طور کامل، با مصالح خوب مسدود می‌کردند.

بیشتر آبانبارهای تاریخی ایران، سقف، بادگیر و هواکش داشتند و به وسیله آنها آب خنک می‌ماند و تبخیر نمی‌شد. در ضمن بدنه آنها را نیز با ساروج می‌ساختند تا از نفوذ و نشت آب جلوگیری شود. بنا به مورد نیاز، آب آنها مصرف می‌شد و تقریباً هر سال تعمیر می‌شدند. در مناطق کم‌آب و کویری، آبانبار را از آب باران و یا جویبارهای فصلی پر می‌کنند. در زمستان آب برف و یخ را روانه این آبانبار می‌کردند و در تابستان آب سرد و خنک می‌نوشتند. به این آبانبار یخچال‌خانه هم می‌گفتند.

تاریخچه آبانبار:

انبارهای ذخیره آب در آغاز گودال‌هایی بودند که خود به خود از آب باران و سیلاب‌ها پر می‌شدند. به تدریج بشر، خود به انبار کردن آب در این گودال‌ها و سرانجام به ایجاد انبارهای آب پرداخت. در تمدن‌های ایران، مصر و بین‌النهرین آب را در آبانبارهایی ذخیره می‌کردند که سرپوشیده و غیرقابل نفوذ بود و از تبخیر شدن آب و آلودگی آن جلوگیری می‌کرد.

یکی از کهن‌ترین نمونه‌های آبانبار در ایران در کنار محوطه چغازنبیل، مربوط به هزاره دوم قبل از میلاد و دوران شکوفایی تمدن عیلام است. ایرانیان به دلیل کم بودن ریزش‌های آسمانی در ایران، برای دسترسی به آب در کنار ساخت قنات‌ها و سدها به ذخیره‌سازی آب‌های فراوان زمستانی برای به مصرف رساندن آنها در فصل‌های گرم سال نیز توجه داشته‌اند و برای تحقق این مسئله، «آبانبار» را بنیان



آب آوردن از آب انبار (علی مردان خان)، در ضلع غربی میدان گنجعلیخان شهر کرمان در میانه راسته مسگرها



عکس هوایی آب انبار (سال ۱۳۵۰ خورشیدی)

سازه‌های انتقال و توزیع آب

کانال انتقال آب

کانال انتقال آب پاسارگاد

در سعادت شهر از توابع شهرستان شیراز و در همجواری مجموعه کاخ‌های پاسارگاد و در نزدیکی مقبره کوروش، کانال‌های انتقال آب پاسارگاد قرار دارند. یقیناً قدمت این کانال‌ها مربوط به دوره هخامنشیان است، چرا که وظیفه آن انتقال آب از رودخانه پلوار به کاخ‌ها بوده است. این کانال بسیار وسیع است و شعبات مختلفی دارد که آب را به منظور آشامیدن و مصرف کشاورزی به تمام قسمت‌ها هدایت می‌کرده است.

عرض این کانال‌ها شصت سانتی‌متر است. در مسیر کانال‌ها به فاصله پانزده تا بیست متر، حوضچه‌های مربع شکل کوچکی وجود دارد که علاوه بر تقسیم آب به شاخه‌های مختلف و در جهات مختلف باعث آرامش آب شده و جلوگیری از افزایش فشار را به عهده داشته است. این کانال‌ها تماماً از سنگ ساخته شده است و از همان مصالح به‌کاررفته در ستون‌های کاخ‌ها بوده است و این نکته را ثابت می‌کند که ساخت کانال‌ها هم‌زمان با ساخت کاخ‌ها بوده است.



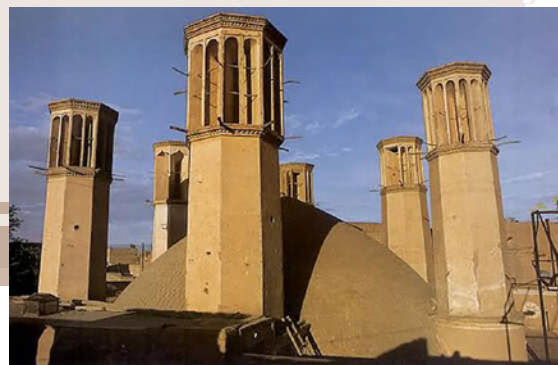
کانال انتقال آب پاسارگاد



ساختن مخازن آب (حوض، آب‌انبار، خزینه حمام‌ها) به عنوان عنصری اساسی در زندگی مسلمانان در مساجد یا در کنار و نزدیک آنها بیش از پیش متداول شد. ساختن مخازن استوانه‌ای شکل در این دوران نیز به دلیل پایین بودن نسبی هزینه ساختمان و مقاومت بیشتر بدنه آن در مقابل فشار آب بوده است.

آب‌انبار شش بادگیری یزد

آب‌انبار شش بادگیر همانطور که از نام آن مشخص است شامل شش بادگیر چندوجهی، یک مخزن مدور، دو مسیر پلکان و پاشیر، مدخل ورودی و فضای باز روی پلکان و سکوی استراحت است. این آب‌انبار با دو مسیر یکی در شمال و دیگری در جنوب مخزن جزء آب‌انبارهای بزرگ شهر یزد است. مصالح ساختمانی آن متشکل از انواع آجر، خشت، کاهگل، گچ و چوب و تأمین آب آن از محل قنات زارچ است. ارتفاع کل هر بادگیر با احتساب نوارهای تزئینی فوقانی به نه متر می‌رسد. مخزن آب‌انبار که بین دو پاشیر واقع شده دارای سیزده متر قطر و گنبدی خاکی به ارتفاع ۸/۵ متر است. سطح خارجی آن با آجر ایرانی مفروش است. تهویه هوای داخل مخزن توسط شش بادگیر هشت وجهی انجام می‌شود.



آب‌انبار شش بادگیری یزد

نهر داریون (کهن‌ترین کانال آبیاری فعال جهان)

نهر داریون، کانالی تاریخی است که در شهر شوشتر و در شاخه شطیط (زیرشاخه رودخانه کارون) قرار دارد و آب رودخانه کارون از این طریق به دشت میاناب می‌رسد. سرآب این کانال در زیر خرابه‌های قلعه تاریخی سلاسل ساخته شده که در طول تاریخ با توجه به تغییر مسیر رودخانه و یا فراز و نشیب آب، سرآب‌های متعددی برای آن تعبیه شده است. این نهر در دوره اشکانیان ایجاد شده است. سرآب نهر داریون، تونلی است که درون صخره ماسه سنگی حفر شده و بیش از دویست متر طول دارد. پس از طی این مسیر نهر به صورت روباز ادامه مسیر می‌دهد



نهر داریون

برکه کل یا گنج البحر

بنای تاریخی و باشکوه برکه کل، واقع در محله بیدله شهر گراش در استان فارس، بزرگ‌ترین آب‌انبار تاریخی بدون سقف ساخته‌شده در ایران است. قدمت این آب‌انبار به دوره قاجار و حدود دویست سال پیش می‌رسد. این بنا برای مصارف کشاورزی و آب آشامیدنی مردم ساخته شده و هنوز هم به عنوان منبع آب برای مصارف کشاورزی کاربرد دارد. قطر داخلی این برکه ۲۹ متر و عمق آن ۲۱ متر است. مخزن آن همانند بیشتر آب‌انبارهای موجود، دایره‌ای شکل بوده و مصالح استفاده شده در آن از ساروج است. این آب‌انبار به عنوان یکی از نمادهای اصلی تاریخ شناخته می‌شود.



برکه کل



عکس هوایی چغازنبیل

سانتی‌متر، ظرفیت حوضچه فوقانی ۴/۵ مترمکعب، تعداد حفره‌های حد فاصل مخزن و حوضچه نه عدد بوده که از مشخصات قدیمی‌ترین تصفیه‌خانه دنیا است. روش تصفیه به این صورت است که آب ابتدا وارد مخزن شده سپس با استفاده از نه مجرای ارتباطی شیب‌دار، آب تصفیه شده به حوضچه فوقانی برای استفاده منتقل می‌شد. این قانون که با نام ظروف مرتبطه توسط پاسکال فرانسوی به جهانیان معرفی شد، عملاً سه هزار سال پیش از آن توسط عیلامیان مورد استفاده قرار گرفته است.

دفع فاضلاب

محوطه تاریخی شوش (کهن‌ترین دفع فاضلاب جهان) (Historic site of Susa)
محوطه تاریخی شوش شامل چهار شهر بزرگ (اکروپل، شهر شاهی، آپادانا و شهر صنعتگران) است که قریب به ۲۳۰ هکتار وسعت دارد. در نتیجه کاوش‌های انجام گرفته در تپه شهر شاهی، بقایای یک شهر پیشرفته عیلامی، از جمله آثار مهم مکشوفه از این تپه بوده است. این شهر پیشرفته قدیمی بین سال‌های ۲۵۰۰ تا ۲۲۰۰ پیش از میلاد مسیح دارای شهرداری، مدرسه، میدان و سیستم دفع فاضلاب شهری بوده است. در این شهر سیستم دفع فاضلابی که برای هر خانه تعبیه شده بود شامل یک خط لوله بود که از تنبوشه‌های سفالی تهیه و جهت جلوگیری از نشت فاضلاب یا شکستگی در زیر خاک مدفون شده و در نهایت به یک چاه بزرگ جذبی (سپتیک) ختم می‌شد. در این سیستم چند خانه به یک چاه وصل می‌شد.



محوطه تاریخی شوش

فشارشکن آب

تونل بلیتی (کهن‌ترین تونل آب جهان)

مجموعه آبشارها و آسیاب‌های شوشتر از طریق پنج تونل اصلی و چندین تونل فرعی تغذیه می‌شوند که شامل تونل‌های سه کوره، شهر و بلیتی هستند. از این میان تونل بلیتی نخستین تونل در مسیر رودخانه گرگر تا قبل از رسیدن به پل بند گرگر

و در محل بندی به نام خاک به دو شاخه تبدیل می‌شود، شاخه فرعی (با نام رقت) پس از طی مسیری به طول دو کیلومتر در نهایت به گرگر می‌ریزد. در این شاخه پل بند بزرگی به نام لشکر و پلی به نام شاه علی قرار دارد. این نهر هم اینک آبیاری طرح چهل هزار هکتاری میاناب را به عهده دارد.

سایر

تصفیه آب و دفع فاضلاب

آبرسانی و دفع آب در ایران باستان به روش‌های متفاوتی انجام می‌شد و در محوطه‌هایی مانند چغازنبیل (دوراوندناش)، تخت جمشید (پارسه) و بند مارون بهمهان نظام‌های آبرسانی و دفع آب مناسبی وجود داشت. یکی از قدیمی‌ترین فاضلاب‌های کشور در تخت جمشید (پارسه) پیدا شده است. به این ترتیب که آب‌های ناشی از بارش باران و نیز آب‌هایی که از کوه جاری می‌شدند از طریق ناودان‌هایی در درون سنگ‌ها به پایین می‌آمدند. در واقع، آب‌ها از کوه رحمت و صفه تخت جمشید از طریق کانال‌هایی که ایجاد شده بودند، به خارج از محوطه هدایت می‌شدند.

به عبارتی، پیش از طرح‌ریزی صفه سنگی تخت جمشید، ابتدا فاضلاب آن را طراحی کرده بودند. با این حال، مهم‌ترین و پیشرفته‌ترین سیستم را در شهر سوخته می‌توان دید که قدمت آن به ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد می‌رسد که در آن ردیف‌های پیوسته و منظمی از تنبوشه‌ها با کاربری فاضلاب و دفع آب کشف شده است.

تصفیه آب

چغازنبیل

قدیمی‌ترین و مهم‌ترین سازه تاریخی آبی کشور و جهان به نام تصفیه‌خانه چغازنبیل در شهرستان شوش و در کنار زیگورات چغازنبیل قرار دارد و یکی از چهار سازه تاریخی کشور است که در فهرست یادمان‌های جهانی بشریت در یونسکو به ثبت رسیده است.

در تصفیه‌خانه چغازنبیل با استفاده از قانون فیزیکی ظروف مرتبطه (The Physical Law of Regulated Containers) (Pascal) و مصالحی مناسب شامل قیر، آجر و سطوح شیب‌دار که هم اینک نیز در تصفیه‌خانه‌های جهان استفاده می‌شود، آبی را که از رودخانه کرخه در ۴۵ کیلومتری آن کشیده بودند (کانال روباز) تصفیه می‌کرد و پس از تصفیه فیزیکی با مرکب (اسب و الاغ) به داخل حصار معبد مقدس منتقل کرده و در ظروف بزرگ سفالی که در کنار دیوارها تعبیه شده بود، ریخته می‌شد. زوار از آب آن برای تبرک و شفا می‌نوشتند یا با خود می‌بردند.

حجم مخزن ۳۵۰ مترمکعب، ابعاد حوضچه فوقانی ۷/۶×۹ متر و عمق شصت



چغازنبیل و موقعیت جغرافیایی آن



آب می‌دانستند، به حدی شدت یافت که حاکمان وقت برای رفع تنازعات طومارهایی تنظیم کردند. بر حسب این طومارها، میزان حقابه هر آب‌بر مشخص می‌شد. طومار موسوم به طومار شیخ بهایی یکی از این دست‌ورالعمل‌ها است. در این طومار آب رودخانه زاینده‌رود به ۳۳ سهم تقسیم شده که پایه این تقسیم‌بندی، سهم (نسبت) است، نه مقدار و به همین دلیل آب در قلت و کثرت به طور متناسب بین بلوکات تقسیم می‌شود.

روش‌های اندازه‌گیری و تقسیم آب

پدیده کمبود آب در ایران به عنوان یک مسئله عمومی سبب شده تا مردم ایران برای آب ارزش بسیاری قائل شوند و برای جلوگیری از هدررفت آن برنامه‌ریزی دقیقی، ازجمله اندازه‌گیری صحیح آب صورت گیرد. به این منظور مقیاس‌های گوناگونی در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین سیستم‌هایی نیز تحت عنوان آب‌پخش‌ان یا مقسم (Water Dispensers) برای تقسیم عادلانه آب شکل گرفت. بی‌تردید یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر روش‌های بهره‌برداری و تقسیم آب، مقیاس‌ها و روش‌های اندازه‌گیری آب و نیز ساخت سازه‌ها یا ابزار و آلاتی به این منظور بوده است.

به سبب اهمیت آبرسانی و نیز کمبود آب در برخی بلاد اسلام، دیوانی ویژه این امر به نام «دیوان‌الماء» تأسیس یافته بود که کار آن تقسیم میزان آب آشامیدنی و سیراب کردن مزارع و باغ‌ها بود. احداث سد نیز جهت ذخیره آب در زمره وظایف این دیوان بود. این دیوان شعبه‌ای داشت که «کاست رود» خوانده می‌شد و وظیفه آن ثبت خراج دریافتی از صاحبان آب و گزارش تغییرات مربوط به میزان خراج و احتمالاً تغییر مالک آن بود، به کارگزاری که انجام این امور را بر عهده داشت «صلاح» یا «آب‌سالار» می‌گفتند.

مقیاس سنجش مقدار آب

در کل دو نوع مقیاس به منظور سنجش آب در ایران به کار می‌رفته است: نخست معیارهای تابع زمان و دوم معیارهای تابع حجم. واحدهای گروه نخست سنجش متداول قدیمی عبارت‌اند از: بست، فنگال، سرفه، سرجه و

فنگال یا فنجان

یکی از روش‌های سنجش مقدار آب که از هزار سال پیش تاکنون و به احتمال قوی از قبل از آن نیز متداول بوده «پیمانه کردن» یا به زبان عام «پیمودن» آب است. برای این کار از «پیمانه مدت» استفاده می‌کردند. به این ترتیب که در کنار نهر یا جوی آبی، طشتی پر از آب قرار داده و به تعداد «پیمانه مدت» مشخص و معینی به هر روستا یا کشاورز آب می‌دهند. باید توجه داشت که مقیاس‌های فوق در واقع مقیاس اندازه‌گیری زمان بوده است و در صورت ثابت بودن دبی عبوری در طول زمان می‌توان از آن استفاده کرد و در صورت متغیر بودن دبی عبوری و یا تقسیم آب یک منبع بزرگ (مانند رودخانه) به بخش‌های کوچک‌تر قابلیت خود را از دست می‌داد. علاوه بر پیمانه کردن آب به طریقی که ذکر شد، مقیاس سنجش «سنگ» راهکاری مناسب جهت حل مشکل فوق بوده است.

سنگ

اصطلاح سنگ به مقیاس‌های سنجش فنی امروز نزدیک‌تر است و در واقع

است. تونل بلیتی در واقع فیوز و فشارشکن آب در زمان عبور سیلاب از گرگر است که باعث جلوگیری از خسارت به تونل‌های دیگر و مجموعه آبشارها می‌شود و جریان سیلاب را بدون برخورد به آسیاب‌های مجموعه به خارج از آن راهنمایی می‌کند.

این تونل به ابعاد بسیار بزرگ در سازند آغاچاری حفر شده و برای جلوگیری از تجمع رطوبت که ممکن است باعث تخریب صخره‌های ماسه سنگی شود، تعدادی هواکش یا شفت عمودی برای آن ساخته شده است. تونل بلیتی در دوره ساسانیان حفر شده است. ابعاد کلی و سازه‌های مرتبط و نیز تونل‌های انحرافی آن بدین شرح است: طول ۳۵۰ متر، سطح مقطع هشت در ۵/۳ متر، اختلاف تراز از کف خروجی ۳/۷، اختلاف تراز کف ورودی و خروجی ۰/۲۵- و تعداد خروجی انحرافی چهار حلقه.



تونل بلیتی

نظام بهره‌برداری سنتی

به دلیل قرار گرفتن کشور ایران در منطقه‌ای با اقلیم گرم و خشک، از دیرباز حفظ و نگاهداشت منابع آبی اهمیت ویژه‌ای داشته است. در طول تاریخ حکمرانان این منطقه جهت تحصیل و استفاده از آب و جلوگیری از وقوع درگیری‌ها بین آب‌بران، مقررات و ضوابطی را وضع می‌کرده‌اند تا در هر دوره با رعایت آنها توسط افراد جامعه از وقوع پیامدهای نامناسب جلوگیری به عمل آید.

قانون حمورابی (پادشاه بابل در هزاره دوم قبل از میلاد) از نخستین قوانین وضع شده جهت ضابطه‌مند کردن استفاده از منابع آبی به حساب می‌آید. در این قانون به مالکیت زمین، نهرها و رودخانه‌ها، ساخت تأسیسات آبی، اداره، بهره‌برداری و نحوه داوری در درگیری‌های آبی اشاراتی شده است. اسناد باقی‌مانده از دوران ساسانیان حکایت از آن دارد که در این دوره مدیریت و نظارت بر امور آبی اهمیت ویژه‌ای داشته است.

به طور مثال، در این دوره برای آب‌بران، مأمورین و میرآب‌ها وظایفی مقرر کرده بودند که تخلف از آنها مجازات شدید را به همراه داشته است. پس از ورود اسلام به ایران و با توجه به افزایش اهمیت عمرانی اراضی و پیشرفت امور کشاورزی، احکامی برای بهره‌برداری از آنها مقرر شده است که برخی از آنها مبدأ قوانین فعلی هستند. اوج و شکوفایی این پیشرفت‌ها در دوران صفویه بود. در این دوره دانشمندانی نظیر شیخ بهایی برنامه‌های آبیاری را بر مبنای روش‌های علمی آن روزگار استوار کردند.

در آن زمان اختلافات بین آب‌بران که خود را محق در بهره‌برداری هرچه بیشتر از

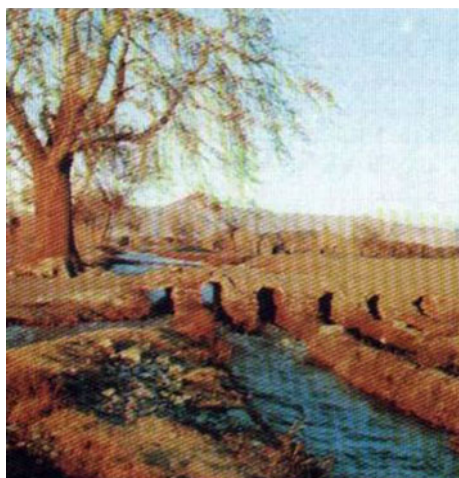
روش کار ساعت آبی:

پنگان پیاله‌ای از جنس مس، برنز یا برنج با قطر ۱۸/۵ و ارتفاع ۸/۵ سانتی‌متر است که در کف آن سوراخ کوچکی به قطر دو میلی‌متر و دارای درجه‌هایی در بدنه داخلی از ته به بالا بوده است. برای سنجش زمان با فنجان، تشتی را که معمولاً ده تا بیست لیتر گنجایش دارد، از آب پر کرده و فنجان را روی سطح آب می‌گذارند. آب از سوراخ فنجان بالا آمده و اندک اندک آن را پر کرده و سرانجام غرق می‌شود. مدتی که صرف پرشدن فنجان می‌شود، واحد زمانی تقسیم آب است که بسته به قطر سوراخ، اندازه و جنس فنجان متفاوت است.

طریقه کار فنجان یا ساعت بدین گونه بوده که میرآب (Water Distilowtor) با چشم دوختن به فنجان با هر بار پر شدن و خوردن کاسه به کف دیگ، یک فنجان (هفت دقیقه و نیم امروزی) محاسبه کرده و یک سنگ کوچک برای هر بار غرق شدن کاسه در یک کیسه یا یک ظرف سفالی می‌گذاشته است تا تعداد فنجان‌ها و زمانی که سهام‌دار قنات آب را به باغ خود یا زمین می‌برده، دقیقاً حساب کند.

آب‌پخش‌ان یا مقسم

در صورتی که مقدار آب آن‌قدر بوده که تقسیم آن برای تعیین سهمیه دهات و شهرها از لحاظ مقدار و عبور آن از نهرهای متداول و معمولی مشکلی ایجاد نمی‌کرد، پیشینیان آب قنات - چشمه یا رودخانه را به وسیله آب‌پخش‌ان تقسیم می‌کرده‌اند.



آب پخش‌ان شش طراز کاشمر

طومار شیخ بهایی (Sheikh Baha'i petition)

طومار شیخ بهایی طی حکم شاه طهماسب صفوی برای تقسیم عادلانه آب رودخانه زاینده‌رود تنظیم شده است. در این قانون، مناطق از کل به جزء مبتنی بر نهرهای انتقال آب اصلی به فرعی تقسیم شده‌اند. ابتدا برای نهرهای اصلی آب‌بر، سهم تعیین شده و آنگاه نهرهای منشعب تا آخرین درجه در نظر گرفته شده و سهم‌بندی شده‌اند.

به عبارتی، کل آب رودخانه به ۳۳ سهم کلی و ۲۷۵ سهم جزئی‌تر بین هفت بلوک آبخور آن (از حدود هفتاد کیلومتری غرب اصفهان تا ۱۲۰ کیلومتری شرق این شهر) تقسیم شده است و سپس سهم ۲۷۵ گانه به سهم‌های جزئی‌تری تقسیم و درنهایت تقسیمات آب زاینده‌رود به ۳۰۹۸ سهم می‌رسد. تقسیم آب بر اساس طومار از ۷۵ روز بعد از نوروز تا آخر آبان به مدت ۱۶۰ روز مجری بوده و در فصول سرد سال که

همان اصول دبی جریان را دارا است. مقیاسی برای آب است و آن عبارت است از مقدار معینی از حجم عبور آب (مثلاً لیتر) در هر ثانیه. سنگ مقیاسی است که انواع گوناگونی چون سنگ دیوانی، سنگ آسیا و سنگ زراعتی دارد و برای اندازه‌گیری آب جاری در بعضی نواحی ایران به کار می‌رفته و هنوز هم معمول است.

تقسیم آب (ابزار، سازه و روش)

ساعت آبی یا پنگان

در بیشتر مناطق ایران تقسیم عادلانه آب در میان کشاورزان اهمیت فراوانی دارد. از این رو، برای اینکه بتوانند سهم آب هر کشاورز را به دقت تعیین کنند از واحد زمانی به نام «فنجان» استفاده می‌کنند. این واحد را با ابزاری به همین نام می‌سنجند که در هر مکان شکلی و نامی دارد.

کالیستنس، مورخ یونانی که در لشکرکشی اسکندر مقدونی به ایران همراه او بود و رویدادهای روز و مشاهداتش را به طور منظم یادداشت می‌کرد، در یادداشتی نوشته است: در ایران، در دهکده‌ها که آب را بر حسب نوبت به کشاورزان برای زراعت می‌دهند، یک فرد از میان آنان انتخاب می‌شود تا بر زمان نوبت (تقسیم زمانی سهم) نظارت داشته باشد. این فرد در کنار مجرای اصلی آب و محل انشعاب آن میان کشاورزان بر سکویی می‌نشیند و ظرفی فلزی را که سوراخ بسیار ریزی در آن تعبیه شده است در ظرفی بزرگتر و پر از آب قرار می‌دهد که پس از پر شدن ظرف کوچک (یک بار یا چند بار) که به آهستگی و طبق محاسبه قبلی ابعاد سوراخ آن صورت می‌گیرد، آب را قطع کرده و آن را به جوی کشاورز دیگری باز می‌کند. این کار دائمی است و این وسیله عدالت را برقرار کرده و از نزاع کشاورزان بر سر آب جلوگیری می‌شود.

با توجه به گزارش کالیستنس، می‌توان گفت که ساعت آبی قبل از دوره اسکندر مقدونی در ایران گسترده بوده و اختراع آن باید سده‌های قبل در ایران روی داده باشد. ساعت آبی انواع مختلفی داشته، اما ساده‌ترین و دقیق‌ترین آن ساعت آبی ایرانی، پنگان یا فنجان بوده است که بر اساس دو ظرف و دست‌کم یک محاسبه‌گر انسانی قرار داشته است.

مزیت ساعت آبی بر ساعت‌های آفتابی و شنی این بوده است که خطای محاسباتی نداشته، دقیق بوده و در طول شب و روز مورد استفاده بوده است. اجزای تشکیل‌دهنده ساعت آبی، شامل کاسه (فنجان)، دیگ پر از آب، سنگ‌های کوچک (تشله)، محاسبه‌گر انسانی (میرآب) و محل استقرار (فنجان‌خانه یا پنگ‌خانه) میرآب است.



ساعت آبی

نیاز به آبیاری وجود نداشته، هر کس به هر میزانی که نیاز داشته است، می‌توانسته از آن بهره‌برداری کند.

از مهم‌ترین ویژگی‌های این طومار می‌توان به این موارد اشاره داشت:

(۱) راهبرد مبتنی بر «مدیریت تقاضا» برای تقسیم آب زاینده‌رود که در مقابل راهبرد رسمیت شناخته شده و امتیاز خاصی برای بالادست یا پایین‌دست منظور نشده است.

(۲) به آب مورد نیاز مناطق مسکونی، حتی باغات و عمارت‌های شهر اصفهان نیز توجه داشته است.

(۳) به معیشت همه اقشار توجه شده و مهم‌ترین علت وضع این قانون رعایت حقایق مناطق پایین‌دست حوضه رودخانه زاینده‌رود، یعنی مناطق رودنشین و اطراف آن بوده است.

(۴) توجه به تقویم زراعی، نحوه کنونی «مدیریت عرضه» است.

(۵) بر این اساس وضع شده که مصارف تابعی از آورد رودخانه زاینده‌رود است و مصارف تنظیم شده است.

(۶) حقایق همه مصرف‌کنندگان به تقسیم روزهای آبیاری، با نوع کشت مناطق هماهنگ شده است.

(۷) در نظر گرفتن میزان تولید و نقش منطقه در کل تولید زراعی به عنوان یک عامل (توجه به ارزش افزوده محصولات با رعایت اصل انصاف) و...

بازار آب

در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت کشور و افزایش تقاضا برای منابع آب و به دلیل محدود بودن بارندگی، مازاد تقاضا برای منابع آب وجود دارد که این موضوع استفاده بهینه و کارا از منابع آب را بیش از پیش ضروری ساخته است. با وجود این، در حال حاضر منابع آب به صورت بهینه مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و یکی از دلایل مصرف ناکارآمد منابع آب، پایین بودن آب‌بهای پرداختی توسط بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان آب و در نتیجه کاهش انگیزه آن‌ها در استفاده بهینه از منابع آب محدود بوده است. بر اساس تئوری‌های اقتصادی تشکیل بازار آب رقابتی، شرط کافی برای تخصیص بهینه منابع آب است. یک بازار آب نهادی است که منابع آب با توجه به ارزش اقتصادی آن بین خریداران و فروشندگان مبادله می‌شود.

تفکیک مالکیت آب از زمین، جزء شرایط لازم تشکیل بازارهای آب است. از دیدگاه حقوق مالکیت، تفاوت عمده‌ای بین آب و سایر نهاده‌های کشاورزی نظیر زمین وجود دارد، زیرا آب یک منبع مشترک بوده که در عین حال که در مالکیت همه است، در مالکیت هیچکس نیست؛ بنابراین تعیین حقوق مشخص و منحصر به فرد مالکیت در مورد آب مشکل بوده است. با وجود این، شایسته است به منظور افزایش کارایی مصرف آب، تشکیل و تقویت بازارهای آب مورد توجه سیاست‌گذاران صنعت آب و بخش کشاورزی قرار گیرد.

با توجه به اهمیت این موضوع، تشکیل بازار آب در قوانین نیز دیده شده است. به طور مثال، در مواد ۱۰۶ قانون برنامه سوم توسعه، هفده قانون برنامه چهارم توسعه و ۱۴۲ قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی بر ارزش اقتصادی آب و تخصیص منابع و تشویق افراد در جهت تشکیل بازار آب تأکید شده است و در موارد سه و چهار فصل



طومار شیخ بهایی



سند تقسیم آب (طومار شیخ بهایی)

دوم قانون توزیع عادلانه آب نیز اجازه حفر، اعمال ممنوعیت بهره‌برداری و هرگونه برداشت از منابع آب به دولت (وزارت نیرو) واگذار شده که در صورت وجود بازار آب با نظارت دولت می‌توان این مسئولیت را به نهادهای محلی و مردمی واگذار کرد؛ بنابراین با تقویت این‌گونه موارد می‌توان به ایجاد بازار آب در کشور کمک کرد.

بازار آب مجن

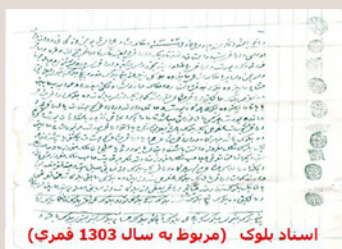
شهر مجن از توابع شهرستان شاهرود و در ۳۵ کیلومتری دامنه شمال غربی آن قرار دارد. منابع اولیه و اصلی تأمین آب این شهر دو رشته رودخانه «پیش‌ده» و «پی‌حصار» است که در کنار آن‌ها چند رشته قنات و چشمه، آب مورد نیاز کشاورزی را تأمین می‌کنند. بازار آب مجن در نتیجه تحول نظام بهره‌برداری از منابع آب این منطقه در سال ۱۳۴۱ شمسی و با فرایند تعریف و تثبیت حقایقه‌ها تشکیل شد.

به منظور تحقق اهداف فوق، زارعین دشت مجن اقدام به تشکیل شرکت سهامی آبیاری مجن کردند که در نتیجه آن اجرای کامل حقایقه‌ها و تحویل آب بین حقایقه‌داران و پایش و نظارت بر بهره‌برداری از منابع آب مزبور بر عهده این شرکت گذاشته شد. قبلاً نظام تخصیص آب به صورت بلوکی بود. بدین معنا که آب رودخانه را به ده بلوک تقسیم کرده و بر اساس تقسیم خویشاوندی هر روز را به یک طایفه اختصاص می‌دادند. به همین دلیل لزوماً اراضی افراد متعلق به یک بلوک در یک منطقه نبود و این مسئله سبب شده بود تا نظم خاصی در انتقال آب بین بلوک‌ها وجود نداشته باشد و مقادیر قابل توجهی از آب در دسترس در اثر انتقال هدر برود.

در سال ۱۳۴۱ نظام بلوکی به نظام مداری تغییر شکل داد. در این نظام تمام حقایقه‌های زارعین بهره‌بردار از رودخانه را مجزا از زمین ثبت و ضبط کردند و برای هریک از بهره‌برداران کارت صادر شد. تقسیم آب از سرچشمه آغاز شده و برای آن دوازده مدار طی دوازده روز در نظر گرفته شد.

تمام افرادی که در مدار اول قرار داشتند صرف نظر از اینکه از کدام خانواده هستند، در روز نخست به میرآب معین‌شده مراجعه و حقایقه مشخص خود را با ارائه کارت دریافت می‌کردند و در روز دوم آب توسط میرآب‌ها به مسیر اصلی بازگردانده می‌شد. در روز سوم مدار دوم به همین ترتیب آبیاری می‌شد و در طی دوازده روز کل دشت از بالا به پایین بدون آن که آب هدر رود، آبیاری می‌شد. این راهکار همان تفکیک مالکیت آب از زمین است که یکی از شروط مهم در تشکیل بازار آب است.

از دیگر ویژگی‌ها و قابلیت‌های نظام جدید، الزام به رعایت نوبت آبیاری، دریافت سهمیه آب در هر نقطه یا نقاط مورد دلخواه کشاورز در محدوده شبکه، محاسبه زمان تحویل از لحظه ورود آب به زمین مالک، امکان خرید و فروش نوبت آبیاری و آبهای اضافی (اجاره آب) است. در همان سال شرکتی با عنوان تعاونی آبیاری مجن



نمونه‌هایی از اسناد رسمی ثبت و خرید و فروش حقایقه‌های رودخانه در نظام بلوکی

با وظایفی همچون تعیین میرآب‌ها، تعمیر و نگهداری سیستم آبیاری، ثبت و ضبط حقایقه‌ها و به طور کلی مدیریت آب و انجام مبادلات به صورت کاملاً مردمی ایجاد شد. نحوه اداره این شرکت به گونه‌ای است که هیچ ارگان و نهاد دولتی در اداره و تصمیمات شرکت نقشی ندارد و شرکت هم در زمینه اداره خود و هم در بهره‌برداری و نگهداری از شبکه آبیاری اصلی و فرعی مستقل عمل می‌کند.

بنابراین می‌توان گفت که تشکیل بازار آب در مجن پیامدهای مثبتی مانند افزایش میزان بهره‌وری از آب، عدم وجود هزآب، رفع مسائل مربوط به اعمال الگوی کشت و نظارت‌های مربوطه، رفع وابستگی نظام توزیع آب به افراد، سلیقه‌ها و اعمال نفوذهای فردی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و اثرات اجتماعی، ازجمله کاهش تنش بین کشاورزان، افزایش رضایت آن‌ها و متقابلاً انجام پشتیبانی کامل از شکل آبیاری از طریق پرداخت آب‌بها و مراقبت از شبکه آبیاری، ایجاد بازار فروش آب (به عنوان یک نتیجه جنبی) ... داشته است.



فرآیند عقد قرارداد با کشاورزان برای تحویل آب



موقعیت جغرافیایی شهر مجن





فصل دوم اقلیم

• تقسیم‌بندی کشور بر اساس حوضه آبریز
• هواشناسی



تقسیم‌بندی کشور بر اساس حوضه آبریز

تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز کشور اولین بار در سال ۱۳۳۵ در بنگاه مستقل آبیاری و با همکاری سازمان خواروبار و کشاورزی جهان (FAO) صورت گرفت که در آن، کشور ایران به شش حوضه آبریز اصلی شامل حوضه‌های آبریز دریای مازندران، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، فلات مرکزی، مرز شرقی و قره‌قوم تقسیم شد. در سال ۱۳۷۰ که تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز کشور مجدداً در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفت، همین شش حوضه اصلی همچنان مبنای کار قرار گرفت. بر اساس ضوابطی مانند ختم شدن به یک پایانه (دریا، دریاچه، کفه و کویر) و نیز تعدادی رودخانه مجاور که دارای ویژگی‌های همسان هستند، در هریک از حوضه‌های شش‌گانه اصلی، تعدادی حوضه آبریز فرعی یا درجه دو تعریف شد که تعداد آنها در کشور به عدد سی می‌رسد. هریک از حوضه‌های آبریز درجه دو نیز بر اساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی به حوضه‌های کوچک‌تری تقسیم شدند که تعداد کوچک‌ترین تقسیمات حوضه آبریز در کشور به ۱۱۱۷ می‌رسد.

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز رودخانه‌های مرزی غرب	۲۱	۳۹۲۹۸
۲	حوضه آبریز رودخانه کرخه	۲۲	۵۱۹۱۲
۳	حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ	۲۳	۶۶۶۷۶
۴	حوضه آبریز رودخانه‌های هنديجان - جراحی	۲۴	۴۰۸۲۱
۵	حوضه آبریز رودخانه حله و مسیل‌های کوچک دو طرف آن	۲۵	۲۱۳۰۹
۶	حوضه آبریز مند و حوضه‌های بسته هرم، کاربان و خنج	۲۶	۴۷۸۰۲
۷	حوضه آبریز رودخانه‌های کل و مهران و مسیل‌های جنوبی و جزایر	۲۷	۶۲۸۹۶
۸	حوضه آبریز رودخانه‌های بین بندرعباس و سدیج	۲۸	۴۴۷۹۲
۹	حوضه آبریز رودخانه‌های بلوچستان جنوبی بین سدیج و مرز پاکستان	۲۹	۴۸۵۲۴
جمع			۴۲۴۰۳۰

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز دریاچه ارومیه			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز دریاچه ارومیه	۳۰	۵۱۷۶۲
جمع			۵۱۷۶۲

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز دریای مازندران			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز رودخانه ارس	۱۱	۳۹۷۷۹
۲	حوضه آبریز رودخانه‌های تالش - تالاب انزلی	۱۲	۷۰۳۶
۳	حوضه آبریز سفیدرود	۱۳	۵۹۱۹۴
۴	حوضه آبریز رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز	۱۴	۱۰۸۹۳
۵	حوضه آبریز رودخانه هراز و رودخانه‌های بین هراز و قره‌سو	۱۵	۱۸۷۷۵
۶	حوضه آبریز رودخانه‌های قره‌سو و گرگان	۱۶	۱۲۹۸۷
۷	حوضه آبریز رودخانه اترک	۱۷	۲۶۳۹۶
جمع			۱۷۵۰۶۰

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز فلات مرکزی			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز دریاچه نمک	۴۱	۹۲۸۸۴
۲	حوضه آبریز گاوخونی	۴۲	۴۱۵۵۲
۳	حوضه آبریز دریاچه‌های طشک - بختگان و مهارلو	۴۳	۶۶۶۷۶
۴	حوضه آبریز کویر ابرقو - سیرجان	۴۴	۵۷۱۲۵
۵	حوضه آبریز هامون جازموریان	۴۵	۶۹۳۷۵
۶	حوضه آبریز کویر لوت	۴۶	۲۰۶۳۵۴
۷	حوضه آبریز کویر مرکزی	۴۷	۲۲۶۵۳۳
۸	حوضه آبریز کویرهای سیاه‌کوه، ریگزین و دق سرخ	۴۸	۴۸۵۹۹
۹	حوضه آبریز کویرهای درانجیر و ساغند	۴۹	۵۰۷۳۷
جمع			۸۲۴۶۱۱



نمونه ایستگاه برف سنجی مجهز به تشک اندازه گیری خودکار ارتفاع و آب معادل برف

ایستگاه‌ها

نقشه ایستگاه‌های هواشناسی، تعداد ایستگاه‌های باران‌سنج معمولی، تبخیرسنجی و برف‌سنجی تحت تولى وزارت نیرو را به تفکیک حوضه آبریز فرعی (درجه دو) بر اساس بانک اطلاعات پایه منابع آب تا پایان سال آبی ۱۳۹۵-۹۶ ارائه می‌کند. در مجموع تا پایان سال آبی ۱۳۹۵-۹۶، ۲۷۵ ایستگاه برف‌سنجی، ۶۵۲ ایستگاه تبخیرسنجی و ۱۳۴۷ ایستگاه باران‌سنج معمولی دارای آمار تأییدشده هستند. در مقایسه با حوضه‌های آبریز درجه دو:

- بیشترین تعداد ایستگاه برف‌سنجی مربوط به حوضه آبریز دریاچه ارومیه به تعداد ۵۱ ایستگاه است. تعداد هشت حوضه آبریز درجه دو نیز فاقد ایستگاه برف‌سنجی است.
- بیشترین تعداد ایستگاه تبخیرسنجی مربوط به حوضه آبریز دریاچه نمک به تعداد ۷۱ ایستگاه و کمترین آن مربوط به حوضه‌های آبریز هامون مشکیل و پترگان خواف و معادل هفت ایستگاه است.
- بیشترین تعداد ایستگاه باران‌سنج معمولی مربوط به حوضه آبریز دریاچه نمک به تعداد ۱۳۱ ایستگاه و کمترین آن مربوط به حوضه آبریز هامون مشکیل و معادل چهار ایستگاه است.
- سازمان هواشناسی کشور نیز عمدتاً با اهداف ناوبری هوایی، دریایی و جاده‌ای ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی تأسیس و بهره‌برداری می‌کند که در تعداد اعلامی فوق لحاظ نشده، اما از داده‌های این سازمان در تهیه نقشه‌های هواشناسی استفاده شده است.

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز مرزی شرق			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز دق پترگان - نمکزار خواف	۵۱	۳۳۰۸۶
۲	حوضه آبریز هامون هیرمند (گودزره)	۵۲	۳۳۵۹۰
۳	حوضه آبریز هامون مشکیل	۵۳	۳۶۵۰۸
	جمع	۵	۱۰۳۱۸۳

جدول - تقسیمات درجه دو حوضه آبریز قره‌قوم			
ردیف	نام حوضه آبریز	کد حوضه آبریز درجه دو	مساحت حوضه درجه دو کیلومتر مربع
۱	حوضه آبریز قره‌قوم	۶۰	۴۴۲۹۶
	جمع	۶	۴۴۲۹۶

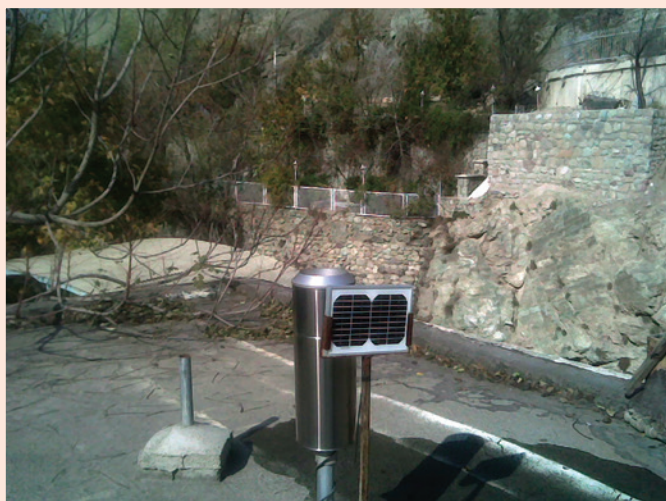
هواشناسی

آمار و اطلاعات پایه منابع آب از نظر مقیاس زمانی، در دو قالب مستمر و دوره‌ای جهت برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و مدیریت منابع آب تولید می‌شود. آمار و اطلاعاتی که طی یک سال آبی به صورت ساعتی، روزانه، ماهانه و فصلی تولید، جمع‌آوری، کنترل، پالایش و ذخیره‌سازی می‌شوند، مستمر تلقی شده و اطلاعاتی که در قالب آماربرداری سراسری از مصارف آب در دوره‌های پنج ساله در سطح کشور انجام می‌گیرد، دوره‌ای محسوب می‌شود. دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت مدیریت منابع آب ایران، متولی تولید، جمع‌آوری، پردازش و انتشار دو گروه آمار و اطلاعات فوق در کشور است.



نمونه ایستگاه تبخیرسنجی مجهز به ادوات ثبت و انتقال خودکار داده

تعداد ایستگاه‌های هواشناسی وزارت نیرو در حوضه‌های آبریز
درجه دو کشور سال ۹۶-۱۳۹۵



نمونه ایستگاه باران سنج خودکار

نمودار مقایسه‌ای ارائه‌شده در پایین صفحه، مقادیر متوسط بارندگی تجمعی یک سال آبی کامل در طول دوره آماری (از سال آبی ۴۹-۱۳۴۸ تا سال آبی ۹۸-۱۳۹۷) به تفکیک حوضه‌های آبریز درجه دو را نشان می‌دهد. مقادیر مذکور بر اساس شبکه ایستگاه‌های باران‌سنجی مبنای تحت عملکرد وزارت نیرو متشکل از ۱۰۴ ایستگاه مبنا و بر اساس کاربرد روش ضرایب چند ضلعی تیسن محاسبه شده است. در نمودار مقایسه‌ای در بالای صفحه، مقادیر متوسط بارندگی در دوره‌های ده ساله در طول دوره آماری ۵۱ ساله به تفکیک هریک از حوضه‌های آبریز درجه دو نشان داده شده است.

[illegible]

میانگین بارندگی سالانه در طول دوره آماری ۱۳۸۴-۱۴۰۳ به تفکیک حوضه‌های آبریز در سطح کشور

حوضه آبریز	میانگین بارندگی سالانه (میلیمتر)
تالش - مازندانی	1010
رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز	820
کارون بزرگ	630
هراز - قزوین	630
مروزی غروب	470
قزوین - مغان	430
کرخه	420
هندیجان - جراحی	420
طاسک - بختگان و مهارلو	410
کازران - خنج	410
سند - کاربان	380
سند - کاربان بزرگ	370
سفیدرود بزرگ	360
دریاچه ارومیه	340
اترک	320
خلودود و رودخانه‌های کردکوی	310
ارس	290
دریاچه نمک	280
گلپایگونی	250
کل - مهران	240
کهریز ابرقو - سیرجان	240
سنبلج	230
بندر عباس	230
نادر قوچم	220
نمکزار پیرکان - خواف	160
کهریز مرکزی	150
هامون جازموریان	140
رودخانه‌های بلوچستان	100
کهریز بولوت	90
کهریز درانجیر	80
کهریز مشکین	80
هامون سیاه‌کوه و رنگ‌رزن	70
کهریز هیرمند	70
هامون	70

دما و تبخیر

ترسیم منحنی‌های هم‌باران، هم‌دما و هم‌تبخیر

پس از شناسایی ایستگاه‌های هواشناسی، نقشه موقعیت ایستگاه‌ها در حوزه آبریز و در صورت نیاز پیرامون آن تهیه می‌شود. برای تهیه نقشه یادشده از نقشه‌های رقوم با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش که روی آن مرز محدوده‌های مطالعاتی و زیرحوضه‌ها نیز مشخص شده، استفاده می‌شود و با توجه به مختصات ایستگاه‌های هواشناسی و نوع آن، مطابق استانداردها و علائم مشخص، ایستگاه‌های یادشده روی نقشه و در محیط GIS و یا محیط CAD پیاده می‌شود.

در تهیه نقشه‌ها طول دوره آماری شاخص، از سال آبی ۱۳۴۵-۴۶ تا ۱۳۸۹-۹۰ در نظر گرفته شده و با توجه به مشخص بودن دوره شاخص، لازم است نسبت به تکمیل و تطویل خلأهای آماری در مقیاس سالانه پرداخته شود. روش‌های بررسی، تصحیح،

تکمیل و تطویل آمار (بارندگی، دما و تبخیر) سالانه به تفصیل در دستورالعمل‌های اطلس منابع آب (وزارت نیرو) نوشته شده است.

منحنی‌های هم‌باران:

با بهره‌گیری از باران متوسط سالانه ایستگاه‌ها در دوره شاخص آماری و همچنین ارتفاع آنها، رابطه تغییرات میزان بارندگی با ارتفاع (گرادیان باران سالانه) استخراج می‌شود. معادلات مربوط به گرادیان بارندگی عموماً به صورت خطی یا توانی است. در صورتی که رابطه گرادیان بارندگی (باران با ارتفاع) جواب مناسب ندهد، از روابط بین باران و سایر مشخصات جغرافیایی مثل طول، عرض و ارتفاع استفاده می‌شود. در صورت نیاز با توجه به شرایط مختلف اقلیمی حوزه‌های آبریز، می‌توان نسبت به استخراج چند گرادیان مختلف و متناسب با هر منطقه از حوزه مورد مطالعه اقدام کرد.

خطوط هم‌بارش سالانه (متوسط دراز مدت)
در حوزه‌های آبریز اصلی کشور



سینوپتیک، کلیماتولوژی و تبخیرسنجی (سازمان هواشناسی و وزارت نیرو) که پارامتر دما در آنها اندازه‌گیری می‌شود، استفاده می‌شود. با استفاده از دمای متوسط سالانه ایستگاه‌ها در دوره آماری موجود و ارتفاع آنها، نسبت به استخراج گرادیان دمای سالانه اقدام می‌شود. در ارائه این گرادیان باید به تعداد ایستگاه‌ها، ضریب همبستگی و سطح معنادار بودن آن توجه شده و در صورت نیاز با توجه به شرایط مختلف اقلیمی نسبت به استخراج چند گرادیان دمای متوسط سالانه در سطح حوضه آبریز اقدام شود. برای ترسیم منحنی هم‌دمای سالانه، از آمار ایستگاه‌های موجود در داخل و پیرامون حوضه آبریز و محدوده‌های مطالعاتی (و نیز نقاط کمکی که با گرادیان محاسبه می‌شود) بهره گرفته می‌شود.

در ترسیم این منحنی‌ها، قضاوت کارشناسی درخصوص تطابق با توپوگرافی حوضه آبریز نیز نقش خواهد داشت. برای ترسیم منحنی هم‌دما می‌توان از نرم‌افزارهای

برای ترسیم منحنی هم‌باران، ابتدا از موقعیت ایستگاه‌ها و نقاط کمکی (که از گرادیان استخراج می‌شود) استفاده می‌شود و پس از ترسیم منحنی‌ها، ملاحظات توپوگرافی نیز روی منحنی هم‌باران لحاظ می‌شود. این نقشه مطابق دستورالعمل تهیه نقشه‌های اطلس منابع آب و با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ تهیه و ارائه می‌شود. از جمله مناطقی از کشور که کمترین بارندگی را دارند، می‌توان به دشت کویر (حوالی جندق) در حوضه آبریز کویر مرکزی و نیز کویر لوت در حوضه آبریز کویر لوت اشاره کرد. در بخش‌هایی از این مناطق، منحنی بارش سالانه پنجاه میلی‌متر بسته شده است. این در حالی است که در نواحی مرتفع رشته کوه‌های البرز و زاگرس، منحنی بارش سالانه بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر بسته شده است.

منحنی‌های هم‌دما:

برای ترسیم منحنی هم‌دما، از اطلاعات دمای متوسط سالانه ایستگاه‌های

خطوط هم‌دمای سالانه (متوسط دراز مدت)
در حوضه‌های آبریز اصلی کشور



مکانی آنها، طول دوره آماری پارامتر تبخیر طی سنوات آماری مشخص می‌شود. با توجه به سنوات آماری تبخیر سالانه (پس از تکمیل تبخیر ماهانه) دوره شاخص مناسبی برای ایستگاه‌های تبخیرسنجی در نظر گرفته می‌شود و بر اساس این دوره شاخص مناسب با استفاده از روابط همبستگی که بین تبخیر سالانه ایستگاه‌ها برقرار می‌گردد، نسبت به تکمیل تبخیر سالانه ایستگاه‌های فاقد آمار کامل اقدام می‌شود و در نهایت تبخیر سالانه متوسط در هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دوره شاخص محاسبه خواهد شد.

با بهره‌گیری از تبخیر متوسط سالانه و ارتفاع ایستگاه، گرادیان تبخیر استخراج و ارائه می‌شود. از آنجا که در بسیاری از موارد رابطه معناداری درخصوص گرادیان تبخیر وجود ندارد، جهت ارزیابی روند تغییرات تبخیر در سطح حوضه آبریز و محدوده‌های مطالعاتی از رابطه همبستگی بین تبخیر سالانه و دمای متوسط سالانه

شناخته‌شده در سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز استفاده کرد. نقشه منحنی‌های همدمای سالانه در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ مطابق دستورالعمل تهیه نقشه‌های اطلس منابع آب تهیه و ارائه می‌شود.

بر این اساس مشاهده می‌شود که گرم‌ترین نقاط ایران که در حوضه آبریز کویر لوت قرار دارد، منحنی دمای میانگین سالانه سی درجه سانتی‌گراد در این ناحیه بسته شده است. این منحنی از نزدیکی شهداد می‌گذرد. منحنی‌های همدمای کمتر از ده درجه سانتی‌گراد عمدتاً در نواحی مرتفع رشته کوه‌های البرز و زاگرس توسعه دارد.

منحنی‌های هم تبخیر:

تبخیر از طشت در ایستگاه‌های تبخیرسنجی و اخیراً در ایستگاه‌های سینوپتیک ثبت می‌شود. لازم است همه آمار و اطلاعات ماهانه این ایستگاه‌ها جمع‌آوری شود. پس از شناسایی ایستگاه‌های تبخیرسنجی و سینوپتیک و مشخص کردن موقعیت

خطوط هم تبخیر سالانه (متوسط دراز مدت)
در حوضه‌های آبریز اصلی کشور



مقیاس: ۱:۱۰,۰۰۰,۰۰۰

و حتی ممکن است در مناطقی تشکیل شوند که:

۱. میانگین دمای سالانه نزدیک به نقطه انجماد است.
۲. بارش زمستان انباشت قابل توجهی از برف را تولید می‌کند.
۳. درجه حرارت در بقیه سال باعث از دست رفتن کامل تجمع برف زمستان قبلی نمی‌شود.

در طول چندین دهه، این تجمع مداوم برف، وجود توده‌ای به اندازه کافی بزرگ برای شروع روند دگرگونی از برف تا یخ‌های یخچال را در پی دارد. یخچال‌ها از نظر اندازه، مکان و رژیم دمایی، طبقه‌بندی می‌شوند. یخچال‌های طبیعی شاخص‌های حساس نشان‌دهنده تغییرات آب‌وهوا هستند.

بهره گرفته می‌شود. با استفاده از میزان تبخیر سالانه ایستگاه‌ها و موقعیت مکانی آنها و همچنین به‌کارگیری نقاط کمکی که با گرادیان تبخیر و یا رابطه دما - تبخیر قابل دستیابی است، منحنی هم‌تبخیر سالانه طی دوره شاخص در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ مطابق دستورالعمل تهیه نقشه‌های اطلس منابع آب تهیه و ارائه می‌شود.

بر این اساس مشاهده می‌شود که در بیابان‌های کویر لوت و کویر مرکزی، بیشترین میزان تبخیر سالانه به میزان بیش از چهار هزار میلی‌متر توسعه دارد و در ارتفاعات البرز و زاگرس میزان تبخیر از طشت حدود دو هزار میلی‌متر در سال است.

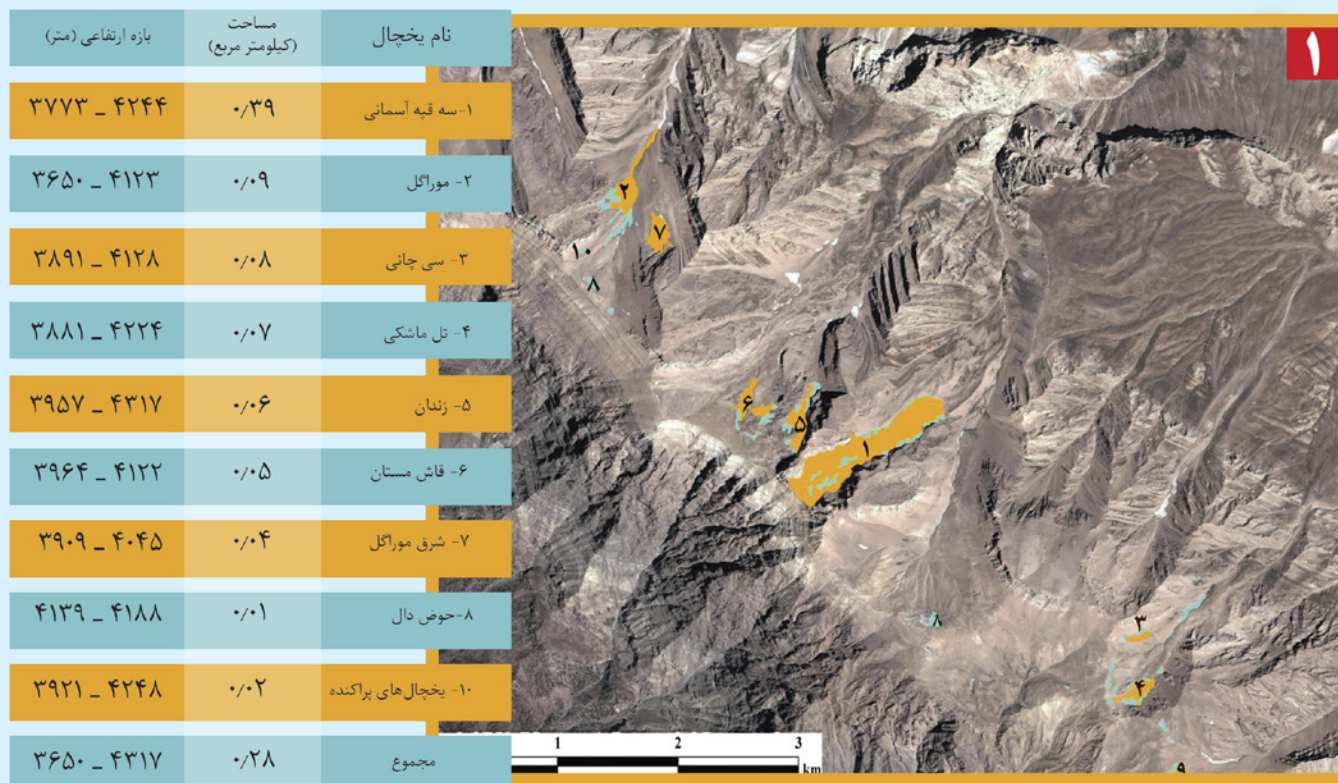
یخچال‌ها

یخچال طبیعی یک انباشت بزرگ و دائمی از یخ‌های بلوری، برف، سنگ، رسوبات و غالباً آب مایع است که از خشکی سرچشمه می‌گیرد و تحت تأثیر وزن و گرانش خود به سمت پایین شیب حرکت می‌کند. به طور معمول، یخچال‌های طبیعی وجود دارند

موقعیت جغرافیایی یخچال‌های کشور



منطقه دفا (اصفهان)

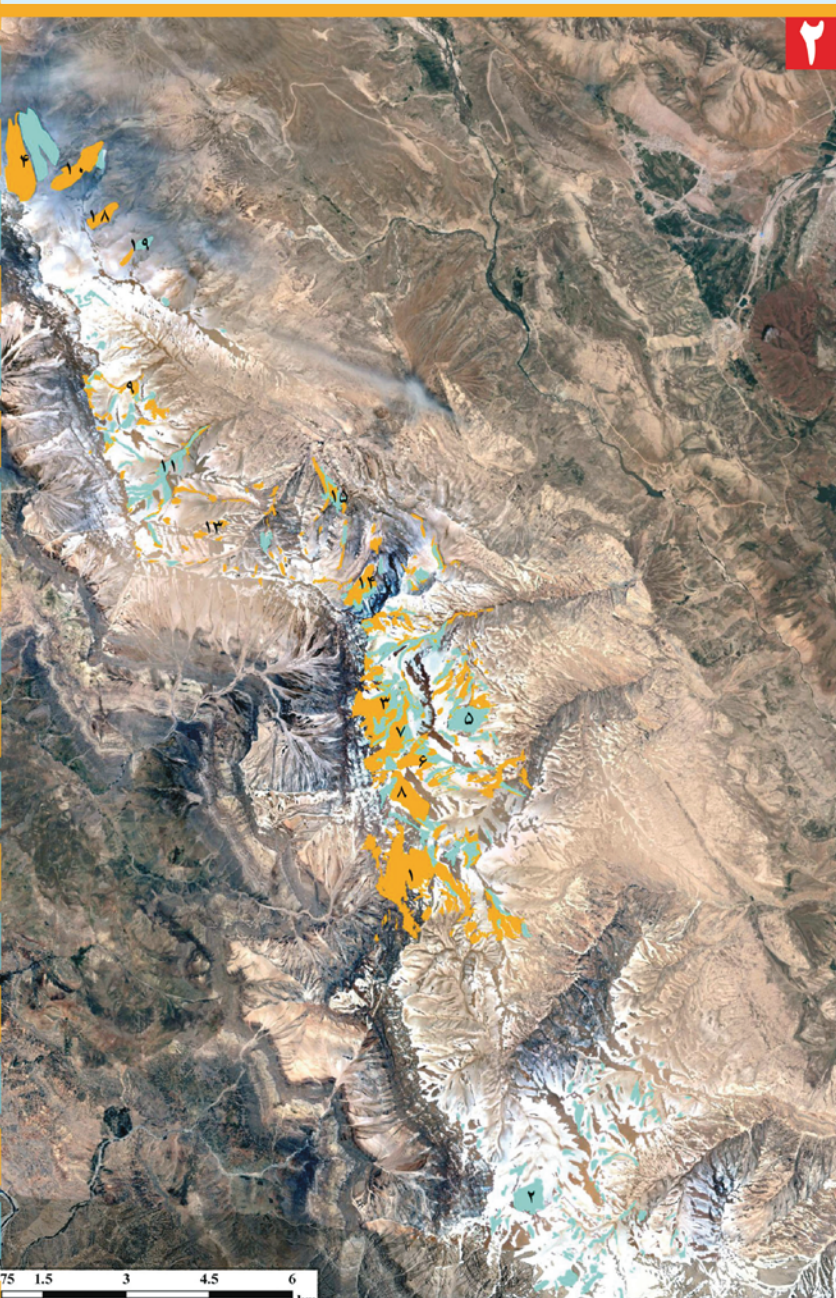


یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

یخچال‌های بروند

منطقه زردکوه (چهارمحال بختیاری)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- جنوب کلونچین	۱/۹۴	۳۰۰۱ - ۳۹۸۹
۲- جنوبی	۰/۹۸	۳۵۹۷ - ۴۱۰۱
۳- شاه شهیدان	۰/۹۷	۳۳۴۷ - ۴۰۷۴
۴- کوه رنگ	۰/۹۷	۳۲۲۴ - ۳۷۷۰
۵- پورسونان	۰/۷۱	۳۴۰۳ - ۴۱۰۹
۶- جنوب شرقی خرسان	۰/۶۸	۳۴۰۳ - ۴۱۸۲
۷- خرسان	۰/۶۶	۳۷۳۰ - ۴۱۵۳
۸- کلونچین	۰/۴۵	۳۷۶۸ - ۴۱۲۷
۹- جنوبی کوه رنگ	۰/۳۹	۳۶۲۴ - ۳۹۲۳
۱۰- کوه رنگ ۳	۰/۳۴	۳۱۳۲ - ۳۶۲۵
۱۱- جنوب جنوبی کوه رنگ	۰/۳۳	۳۳۴۸ - ۳۹۳۳
۱۲- هفت تنان	۰/۳۲	۳۶۷۱ - ۳۹۲۵
۱۳- میانی جفت زرده و کوه رنگ	۰/۳۱	۳۰۷۰ - ۳۸۹۳
۱۴- جفت زرده	۰/۳۰	۳۱۹۱ - ۳۷۷۷
۱۵- شمال جفت زرده	۰/۲۵	۲۸۵۵ - ۳۷۰۳
۱۶- شمال شاه شهیدان	۰/۲۱	۳۵۸۶ - ۳۹۷۷
۱۷- چال میشان	۰/۱۶	۳۴۵۹ - ۳۷۴۴
۱۸- کوه رنگ ۲	۰/۱۲	۳۴۵۹ - ۳۷۴۴
۱۹- کوه رنگ ۱	۰/۱۰	۳۱۹۰ - ۳۴۶۵
۲۰- یخچال های پراکنده	۰/۰۴	۳۶۵۰ - ۳۸۰۹
مجموع	۱۰/۲۱	۲۸۵۵ - ۴۱۸۲



یخچال های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

یخچال های برونزد

شماره ۱۲ در کادر تصویر قرار نگرفته است.

منطقه اشترانکوه (لرستان)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- چال فیاله سون	۱/۰۸	۲۶۶۲ - ۳۸۴۱
۲- چال بران	۰/۷۵	۳۰۳۳ - ۳۷۸۸
۳- چال کول شاکول	۰/۴۵	۲۹۰۷ - ۳۷۵۵
۴- جنوب شرقی چال کول شاکول	۰/۳۴	۲۶۷۷ - ۳۲۱۵
۵- چال کیود	۰/۳۲	۳۲۳۰ - ۳۸۰۸
۶- چال شاه تخت	۰/۲۸	۲۸۳۸ - ۳۵۳۵
۷- چال میشان	۰/۲۱	۳۳۰۳ - ۳۷۰۴
۸- چال همایون	۰/۲۱	۲۸۹۰ - ۳۳۵۷
۹- جنوبی ۲	۰/۱۸	۳۱۶۰ - ۳۵۸۴
۱۰- جنوبی ۱	۰/۱	۲۶۵۷ - ۳۱۷۲
۱۱- جنوبی ۳	۰/۱	۲۷۸۲ - ۳۲۸۹
۱۲- خرسه در	۰/۰۷	۳۶۱۹ - ۳۷۸۷
۱۳- چال ازنادر	۰/۰۶	۲۵۸۹ - ۳۴۲۹
۱۴- پیارو	۰/۰۱	۳۴۵۸ - ۳۵۳۸
۱۵- یخچال‌های پراکنده	۰/۰۶	۲۷۸۷ - ۳۳۱۴
مجموع	۴/۲۱	۲۵۸۹ - ۳۸۴۱

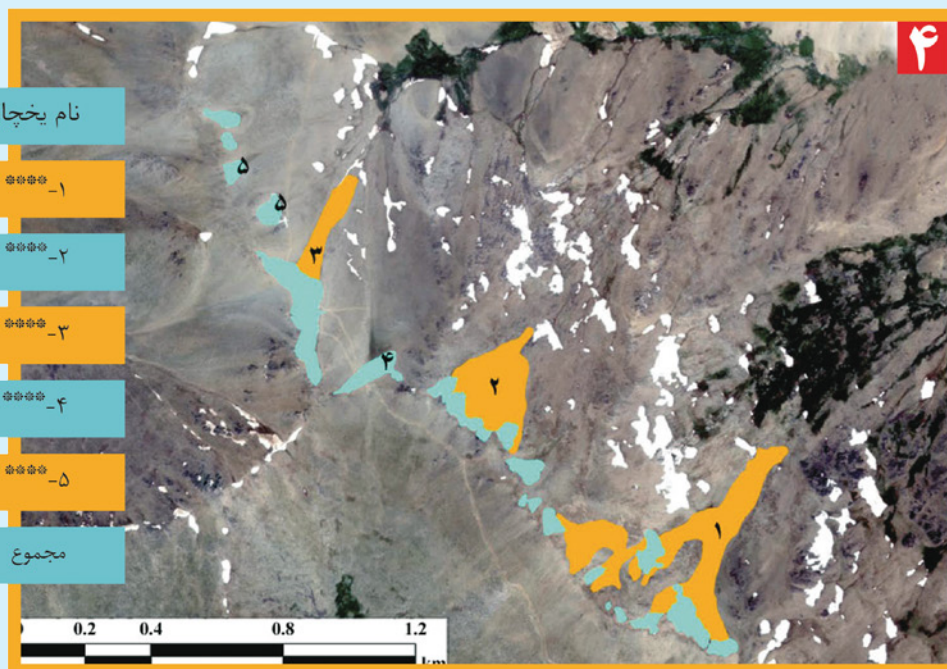


یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

یخچال‌های برونزد

منطقه الوند، صاحب (همدان)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- ****	۰/۱۴	۳۳۱۵ - ۳۵۵۱
۲- ****	۰/۰۷	۳۴۲۳ - ۳۵۵۵
۳- ****	۰/۰۵	۳۳۱۵ - ۳۵۳۲
۴- ****	۰/۰۱	۳۳۸۴ - ۳۴۲۴
۵- ****	۰/۰۱	۳۵۱۰ - ۳۵۳۰
مجموع	۰/۲۸	۳۳۱۵ - ۳۵۵۵



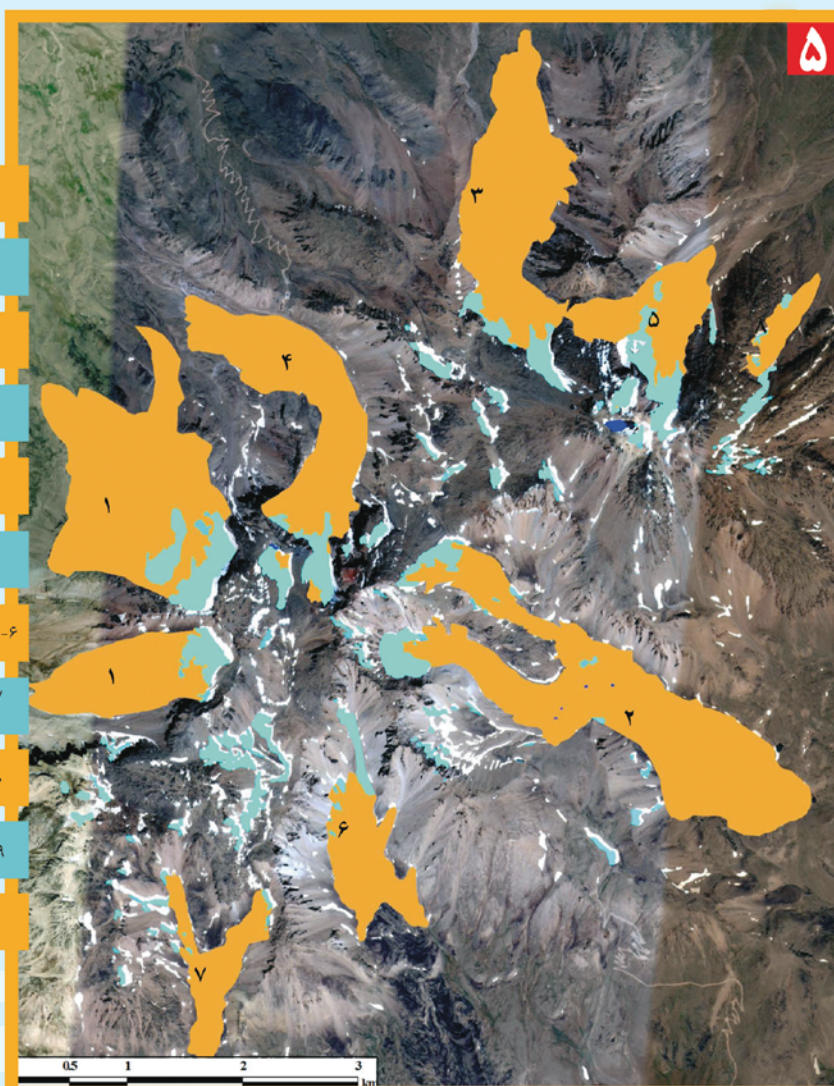
**** فاقد نام خاص

یخچال‌های بروئرد

یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

منطقه سبلان (اردبیل - آذربایجان شرقی)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- غربی هرم کسری	۲/۲۸	۳۵۱۰ - ۴۵۳۶
۲- یخچال شرقی	۱/۹۸	۳۶۸۵ - ۴۴۳۵
۳- یخچال شمال غربی	۱/۲۱	۳۵۷۴ - ۴۵۳۹
۴- هرم کسری	۱/۱۲	۳۵۸۰ - ۴۵۲۲
۵- یخچال شمالی	۰/۶۲	۴۰۰۸ - ۴۷۸۱
۶- جنوب شرقی هرم کسری	۰/۴۹	۳۶۹۱ - ۴۲۶۴
۷- جنوب جنوب شرقی هرم کسری	۰/۳۸	۳۷۰۵ - ۴۰۸۲
۸- شرق یخچال شمالی	۰/۱۶	۳۸۷۳ - ۴۵۶۷
۹- یخچال‌های پراکنده	۰/۳۳	۳۸۲۹ - ۴۷۶۴
مجموع	۸/۵۷	۳۵۱۰ - ۴۷۸۱

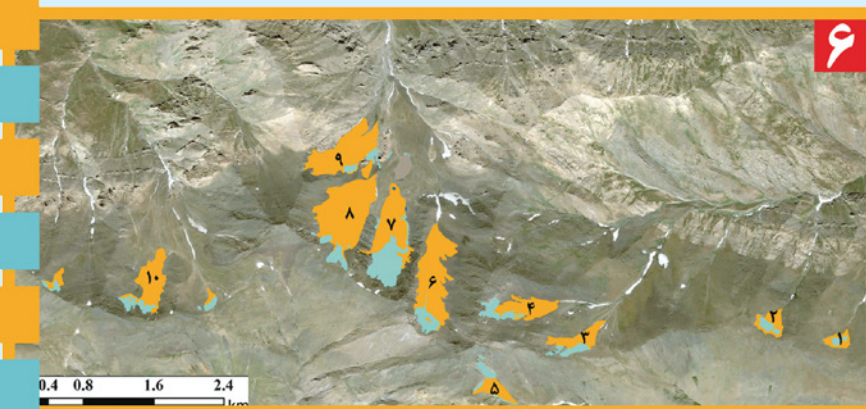


یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

یخچال‌های بروئرد

منطقه سیالان (قزوین)

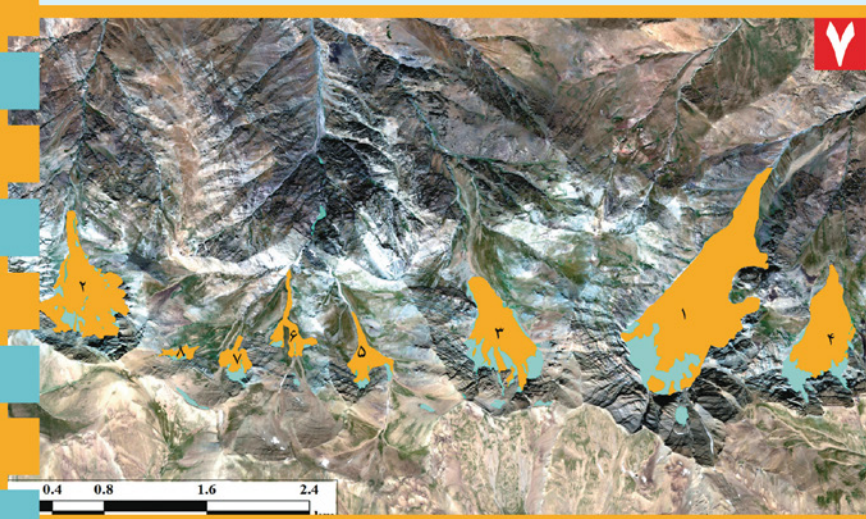
نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱-***	۰/۰۳	۳۳۹۲ - ۳۴۷۹
۲-***	۰/۰۵	۳۴۵۶ - ۳۵۶۵
۳-***	۰/۰۸	۳۶۱۸ - ۳۸۹۰
۴-***	۰/۱۲	۳۷۷۹ - ۳۹۸۲
۵-***	۰/۰۶	۳۷۹۲ - ۴۰۸۴
۶-***	۰/۲۵	۳۷۱۰ - ۳۹۰۶
۷-***	۰/۲۶	۳۵۳۹ - ۳۷۲۳
۸-***	۰/۳	۳۵۶۹ - ۳۸۶۶
۹-***	۰/۲۲	۳۲۹۳ - ۳۷۱۸
۱۰-***	۰/۱۳	۳۴۹۴ - ۳۶۸۹
۱۱- یخچال‌های پراکنده	۰/۰۴	۳۶۷۱ - ۳۷۸۰
مجموع	۱/۵۳	۳۲۹۳ - ۴۰۸۴



یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه
 یخچال‌های پروتزد
 **** فاقد نام خاص

منطقه شاه البرز (قزوین - البرز)

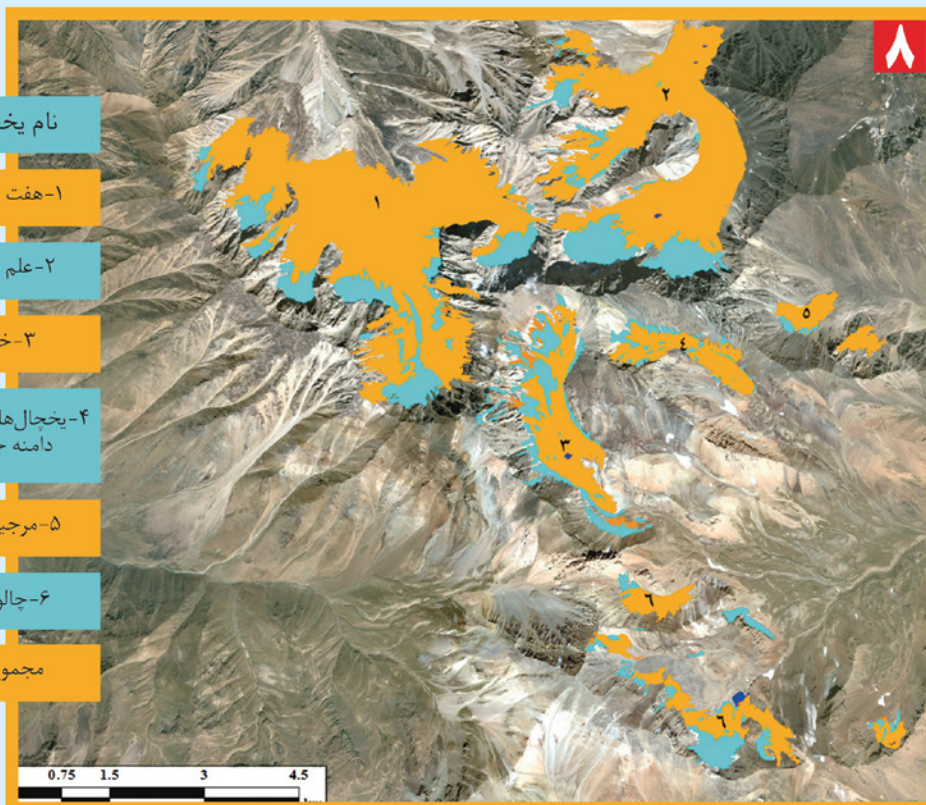
نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱-***	۰/۹	۳۰۳۳ - ۳۸۶۵
۲-***	۰/۳۶	۳۳۴۴ - ۳۸۵۹
۳-***	۰/۳۲	۳۵۱۲ - ۳۹۵۵
۴-***	۰/۳۲	۳۳۸۰ - ۳۷۹۹
۵-***	۰/۰۸	۳۵۳۲ - ۳۷۸۱
۶-***	۰/۰۷	۳۳۳۰ - ۳۶۳۳
۷-***	۰/۰۵	۳۶۱۷ - ۳۸۰۷
۸-***	۰/۰۲	۳۷۴۵ - ۳۸۶۶
۹-***	۰/۰۲	۳۱۲۰ - ۴۰۰۱
مجموع	۲/۱۳	۳۰۳۳ - ۴۰۰۱



یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه
 یخچال‌های پروتزد
 **** فاقد نام خاص
 شماره ۹ در کادر تصویر قرار نمی‌گیرد.

منطقه تخت سلیمان (مازندران)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱-هفت خان	۴/۳۷	۳۷۳۵ - ۴۵۱۸
۲-علم چال	۳/۲۵	۳۷۶۸ - ۴۵۷۳
۳-خرسان	۰/۹۴	۴۰۲۷ - ۴۶۷۰
۴-یخچال‌های پراکنده دامنه جنوبی	۰/۶	۳۸۳۵ - ۴۳۸۸
۵-مرجیکش	۰/۳۹	۴۰۹۳ - ۴۵۵۵
۶-چالون	۰/۲۱	۳۹۳۰ - ۴۱۶۵
مجموع	۹/۷۵	۳۷۳۵ - ۴۶۷۰

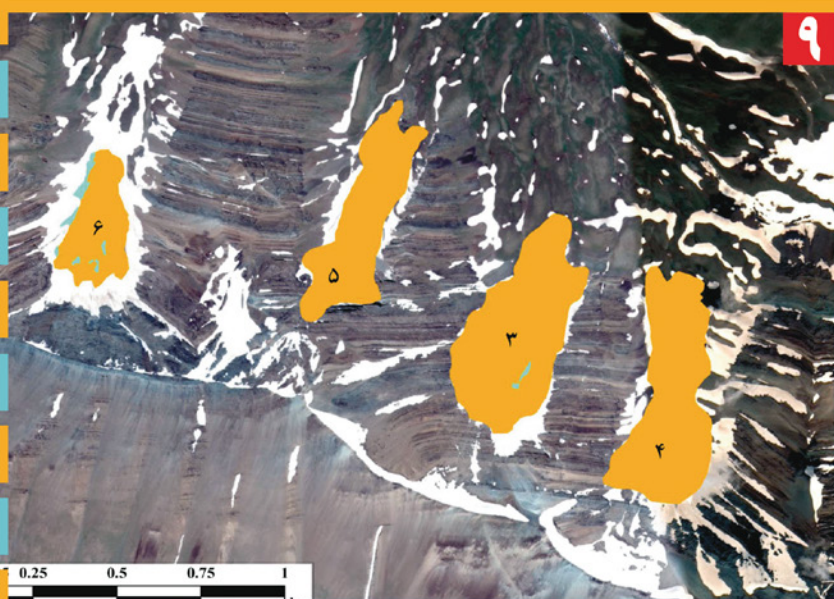


یخچال‌های درونزد

یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

منطقه خلنو (ارتفاعات شمال شرق تهران)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱-***	۰/۲۵	۳۹۰۰ - ۴۱۴۰
۲-***	۰/۱۶	۳۸۵۴ - ۴۰۱۵
۳-***	۰/۱۵	۳۷۰۳ - ۳۹۰۱
۴-***	۰/۱۴	۳۷۴۶ - ۳۹۱۲
۵-***	۰/۱	۳۶۶۰ - ۳۹۷۹
۶-***	۰/۰۶	۳۷۳۷ - ۳۸۷۶
۷-***	۰/۰۳	۳۸۱۰ - ۳۸۱۶
مجموع	۰/۸۷	۳۶۶۰ - ۴۱۴۰



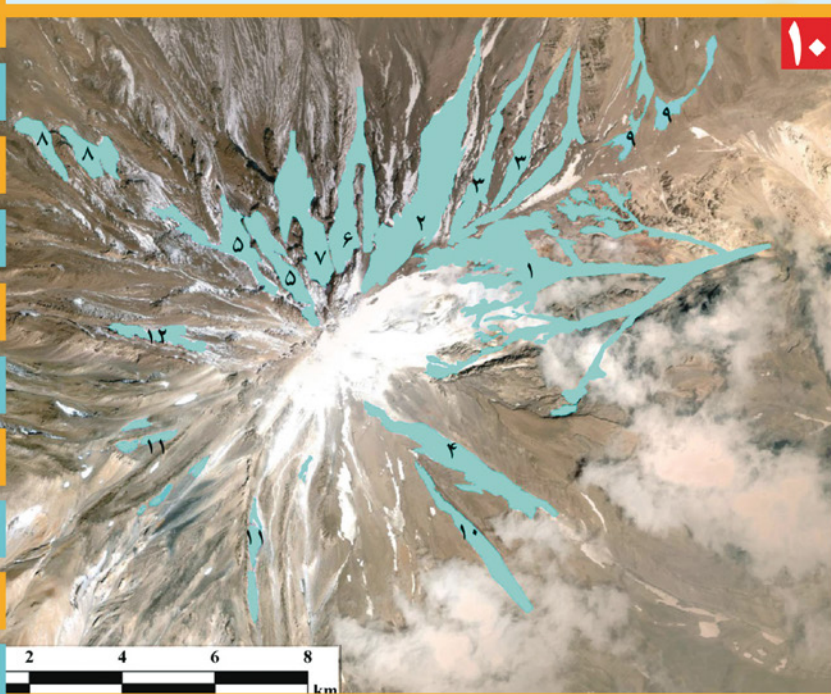
یخچال‌های درونزد

یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه

*** فاقد نام خاص

منطقه دماوند (مازندران)

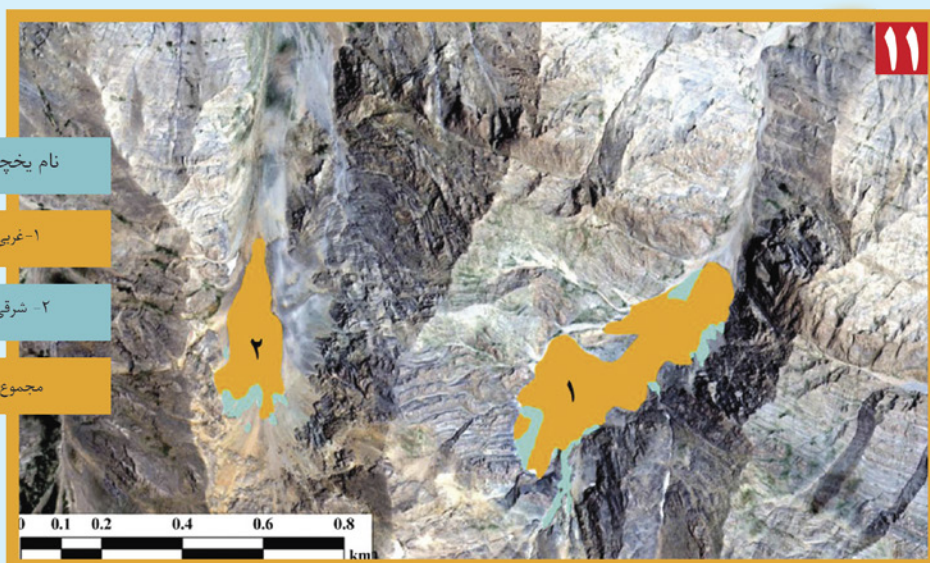
نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- یخار	۰/۶۲	۳۶۷۶ - ۵۲۲۳
۲- اسپله	۰/۳۱	۴۲۸۸ - ۵۴۵۳
۳- شورناب سر	۰/۲۴	۴۲۰۸ - ۵۰۵۴
۴- دامن سفید	۰/۱۷	۴۴۹۷ - ۵۳۳۶
۵- غرب سیوله	۰/۱۴	۴۸۲۳ - ۵۵۶۵
۶- دویی سیل	۰/۱۴	۴۴۶۵ - ۵۳۵۶
۷- سیوله	۰/۱۳	۴۶۹۹ - ۵۳۸۸
۸- شمال غرب سیوله	۰/۱	۴۲۸۶ - ۴۶۱۱
۹- شمال یخار	۰/۰۹	۴۰۱۷ - ۴۵۹۶
۱۰- جنوب دامن سفید	۰/۰۸	۴۳۸۰ - ۵۰۱۹
۱۱- جنوبی	۰/۰۷	۴۵۴۵ - ۵۰۸۹
۱۲- غربی	۰/۰۳	۴۸۸۰ - ۵۲۰۷
مجموع	۲/۱۱	۳۶۷۶ - ۵۵۶۵



یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه
یخچال‌های برونزد

منطقه دوبرار (مازندران - تهران)

نام یخچال	مساحت (کیلومتر مربع)	بازه ارتفاعی (متر)
۱- غربی	۰/۱۲	۳۴۲۶ - ۳۸۳۷
۲- شرقی	۰/۰۵	۳۶۰۴ - ۳۸۰۰
مجموع	۰/۱۶	۳۴۲۶ - ۳۸۳۷



یخچال‌های پوشیده شده با خاک و سنگریزه
یخچال‌های برونزد

پهنه‌بندی اقلیمی

اقلیم کشور به هفت گروه خشک و فرا خشک، خشک بیابانی، نیمه خشک، مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب، مرطوب و خیلی مرطوب تقسیم شده است. بر اساس پهنه‌بندی صورت‌گرفته وسعت بسیار زیادی از کشور در گروه خشک و فرا خشک و بخش بسیار کوچکی در گروه خیلی مرطوب قرار گرفته است؛ بنابراین کشور ما به طور کلی جزء اقلیم‌های خشک و نیمه خشک است. تنها ارتفاعات شمالی و غربی کشور در ناحیه مرطوب است و بخش مرکزی، حاشیه جنوبی و شرقی در گروه نیمه خشک تا فرا خشک قرار دارد.

