جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو

شرکت آب منطقه‌ای اصفهان

شرکت مدیریت منابع آب

مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی

جلد سوم: تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات و بیلان آب
بخش پنجم: تلفیق مطالعات و بیلان آب

پیوست شماره ۱۶ : بیلان آب محدوده مطالعاتی چلگرد-قلعه شاهرخ

خرداد ماه ۱۳۸۹

مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
سعادت آباد، بلوار سرو غربی، خیابان ریاضـی بخشایش،کوچه بهار سوم، پلاک ۱۷، کدپستی ۱۹۹۸۸۸۷۸۶۳
تلفن: ۲۲۰۷۳۵۵۴-۲۲۰۶۱۱۱۰- ۲۲۰۷۶۳۰۴
E-mail: info@abtop.ir

مقدمه

آب این ارزشمندترین موهبت طبیعی که آبادانی و رشد و شکوفائی تمدنها بدون هیچ تردید در گام اول مدیون آن است،عامل اصلی زندگی و شادابی می‌باشد. در کشور نیمه خشکی چون ایران، آب از دیرباز نزد نیاکان ما از قدر و منزلتی ویژه برخوردار بوده است. حفظ این منزلت و استفاده بهینه و پایدار از آب تنها در سایه شناخت جامع و همه جانبه منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی میسر است و این مهم به شرط فراهم بودن آمار و اطلاعات دقیق و مستمر از منابع آب تحقق می‌یابد. تولید و پردازش آمار و اطلاعات و ایجاد پایگاههای اطلاعاتی در زمینه منابع آب و بهره گیری از آنها در تصمیم گیریها و همچنین در اختیار قرار دادن روان و آسان این اطلاعات به متقاضیان و استفاده کنندگان، یکی از مهمترین وظایف مراکز مطالعات و تحقیقات منابع آب هر کشوری را تشکیل می‌دهد.

تشدید دخالتهای انسان در محیط زیست و چرخه آب از یک سو و محدودیت منابع آب در مقابل نیازهای روز افزون از طرف دیگر و همچنین اجرای طرحهای چند منظوره، اثرات متقابل طرحهای توسعه منابع آب بر یکدیگر و نقل و انتقالهای بین حوزه‌ای آب، موجب پیچیده شدن اعمال مدیریت منابع آب شده است. بدین لحاظ دستیابی سریع به آمار و اطلاعات دقیق به منظور برنامه ریزی، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای توسعه منابع آب و پیش بینی و هشدار به موقع دوره های خشکسالی و وقوع سیلهای ویرانگر به یک موضوع حیاتی تبدیل گردیده است. برنامه تلفیق مطالعات و تهیه اطلس منابع آب یکی از راههای کلی و مناسب ارائه آمار و اطلاعات بوده و با توجه به قابلیتهای فراوانی که در نوع تجزیه و تحلیل ها و ارائه نتایج دارد بسیاری از نیازهای مدیریتی بخش آب را می‌تواند پاسخگو باشد.

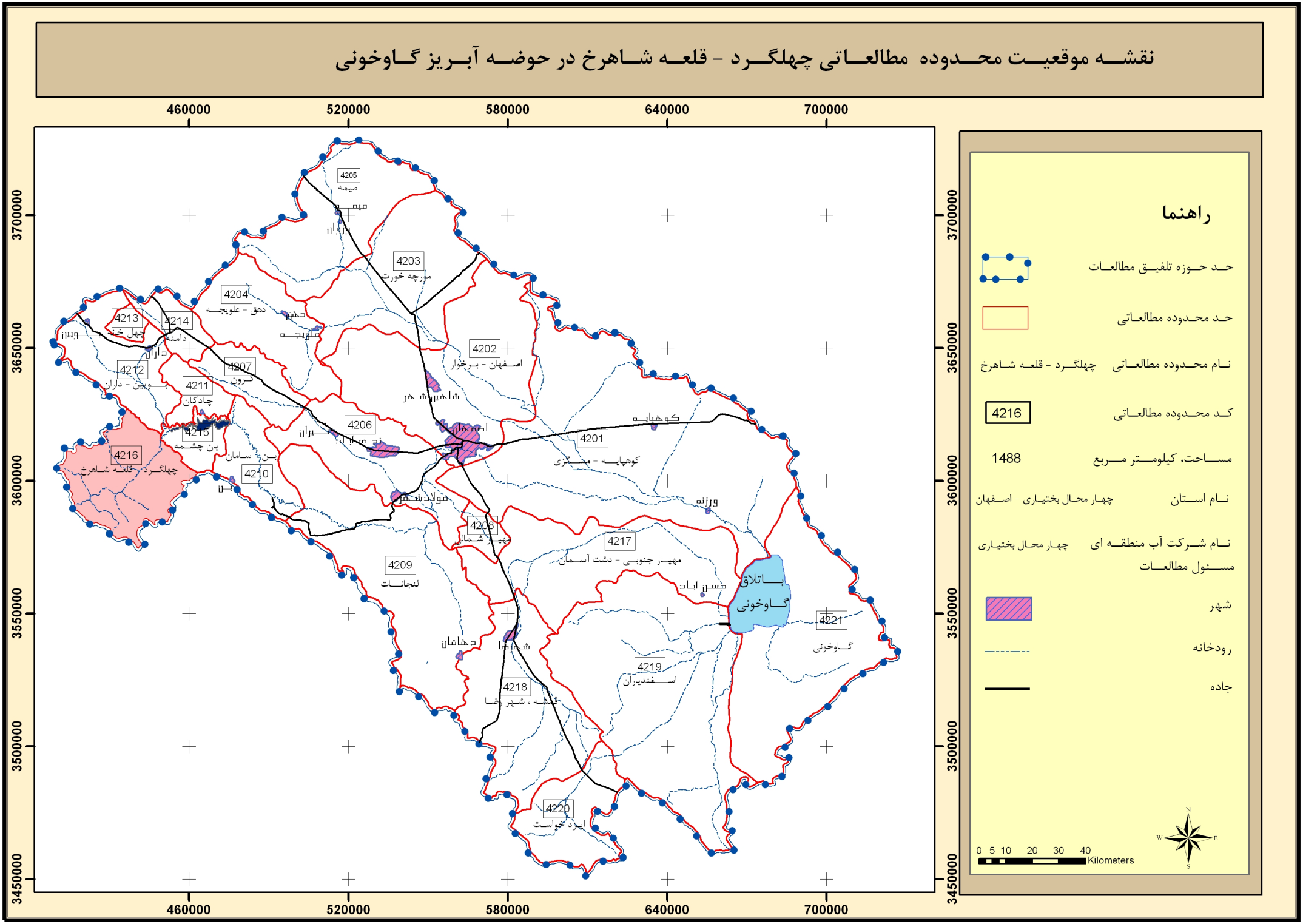
پروژه مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی با مقیاس ۲۵۰۰۰۰ : ۱ به کارفرمایی شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان، توسط این مشاور در دست اجرا است. در این پروژه در مرحله اول، مطالعات پایه منابع آب در چهار بخش تحت عناوین «هواشناسی»، «آبهای سطحی»، «آبهای زیرزمینی» و «کیفیت شیمیایی منابع آب» همراه با جداول، نمودارها و نقشه های مورد نیاز مطابق دستورالعملهای مربوطه تهیه و ارائه شده و براساس اطلاعات

بدست آمده از این گزارشها، نسبت به تهیه بیلان و ارزیابی منابع آب بـه تفکیـک ۲۱ محـدوده مطالعاتی اقدام شده که نتایج در ۲۱ جلد گزارش جداگانه ارائه می‌شود.

در خاتمه از مسئولین و کارکنان محترم معاونت مطالعات پایه شرکت آب منطقـه‌ای اصـفهان و گروه تلفیق دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب که در ایجاد تسهیلات کار و در اختیار گذاردن آمار و اطلاعات همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند و گـروه کارشناسـان و کارکنـانی کـه در تهیه و تنظیم این گزارش همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی چهلگرد - قلعه شاهرخ در حوضه آبریز گاوخونی



فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

بیلان آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ (۴۲۱۶) ۱
کلیات : ۱
۱- هواشناسی ۲
۲- آب سطحی ۷
۳- آبهای زیرزمینی ۱۰
۴- کیفیت منابع آب ۱۲
۵- ارزیابی منابع آب ۱۳
۵-۱- بیلان آب ۱۳
۵-۱-۱- بیلان هیدروکلیماتولوژی ۱۴
۵-۱-۱-۱- بارندگی ۱۴
۵-۱-۱-۲- تبخیر و تعرق حقیقی ۱۵
۵-۱-۱-۳- بارندگی مفید ۱۵
۵-۱-۲- بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی ۲۰
۵-۱-۲-۱- جریان زیرزمینی ورودی و خروجی (Qout و Qin) ۲۱
۵-۱-۲-۲- نفوذ از بارندگی ۲۲
۵-۱-۲-۳- تبادل آب رودخانه و آبخوان آبرفتی ۲۲
۵-۱-۲-۴- مصارف آب و نفوذ از آن ۲۴
۵-۱-۲-۵- تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی (Qw) ۲۵
۵-۱-۲-۶- تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی (QE) ۲۶
۵-۱-۲-۷- نوسانات سطح آب زیرزمینی ۲۷
۵-۱-۲-۸- تغییرات ذخیره آبخوان ۲۷
۵-۱-۳- بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ ۳۱
۵-۱-۳-۱- عوامل ورودی (آبهای ورودی به محدوده) ۳۲
۵-۱-۳-۲- عوامل خروجی (آبهای خروجی از محدوده) ۳۳
۵-۱-۳-۳- تغییرات حجم ذخیره (ΔVs و ΔVg) ۳۶
۵-۱-۳- ۴- نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی ۳۸
۵-۲- امکانات و محدودیت های توسعه بهره برداری از منابع آب ۴۱
۵-۲-۱- امکانات توسعه بهره برداری ۴۱
۵-۲-۲- محدودیت های توسعه بهره برداری ۴۲
۵-۲-۳- برآورد حجم ذخائر آب ۴۳

فهرست جداول و نمودار

عنوان **صفحه**

جدول شماره (۱-۱) : مشخصات ایستگاههای هواشناسی محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ ۳
جدول شماره (۱-۲): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ - درجه سانتیگراد ۴
جدول شماره (۱-۳): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ - میلیمتر ۵
جدول شماره (۲-۱) – مشخصات ایستگاههای هیدرومتری محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ ۸
جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ ۱۱
جدول شماره (۵-۱) : محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و بیلان آبی ماهانه-روش تورنت وایت ۱۸
جدول شماره (۵-۲) : بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات ۱۹
جدول شماره (۵-۳) : بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی ۲۸
جدول شماره (۵-۴) : میزان تلفات (نفوذ) نسبت به راندمان آبیاری، روش آبیاری و بافت خاک ۲۹
جدول شماره (۵-۵) : رابطه تبخیر از آب زیرزمینی بین عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت طبق روش منحنی وایت ۳۰
جدول شماره (۵-۶) : بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی ۳۷
جدول شماره (۵-۷) : امکانات توسعه بهره برداری منابع آب محدوده و میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی ۴۵
جدول شماره (۵-۸) : برآورد حجم ذخائر آب محدوده مطالعاتی ۴۶
نمودار چرخه آب در محدوده مطالعاتی ۴۰

فهرست نقشه ها

عنوان **صفحه**

نقشه شماره (۱-۱) : موقعیت ایستگاهها ۴۷
نقشه شماره (۱-۲) : منحنی های هم دما ۴۸
نقشه شماره (۱-۳) : منحنی هم باران ۴۹
نقشه شماره (۱-۴) : منحنی هم تبخیر ۵۰
نقشه شماره (۲-۱) : موقعیت ایستگاههای هیدرومتری ۵۱
نقشه شماره (۳-۱) : تراز آب زیرزمینی ۵۲
نقشه شماره (۳-۲) : منحنی های هم عمق آب زیرزمینی ۵۳
نقشه شماره (۳-۳) : اختلاف سطح آب زیرزمینی ۵۴
نقشه شماره (۳-۴) : هم قابلیت انتقال رسوبات آبرفتی ۵۵
نقشه شماره (۴-۱) : هدایت الکتریکی منابع آب ۵۶

بیلان آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ (۴۲۱۶)

کلیات :

حوزه تلفیق گاوخونی از نظر بررسیهای آب زیرزمینی به ۲۱ محدوده مطالعاتی تقسیم شده که محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ در سرشاخه حوزه آبریز و استان چهار محال و بختیاری واقع شده است. این محدوده مطالعاتی شامل یک دشت اصلی حاوی آبخوان آبرفتی بوده و تعدادی پهنه های آبرفتی کوچک نیز در حاشیه رودخانه ایجاد شده که فاقد آبخوان می باشد.

وسعت کل محدوده مطالعاتی ۱۴۸۸ کیلومترمربع است که ۱۲۸۹/۵ کیلومترمربع آن را ارتفاعات و ۲۰۸/۵ کیلومترمربع را دشت تشکیل میدهد و آبخوان آبرفتی ۱۳۹/۸ کیلومترمربع از دشت را شامل می شود. بلندترین نقطه این محدوده مطالعاتی برابر ۳۷۹۱ متر از سطح دریا در ارتفاعات کوهرنگ واقع در جنوب باختری و کمترین ارتفاع برابر ۲۰۶۲ متر در شمال خاوری دشت (خروجی به دریاچه سد) قرار دارند.

شایان ذکر است که گزارش بیلان آب این محدوده مطالعاتی در قالب پروژه بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی تهیه شده است و مجموعه گزارشهای مطالعات پایه (شامل بخش های هواشناسی, آب سطحی, آب زیرزمینی, کیفیت منابع آب) همراه با نقشه‌های مربوطه بصورت مجلدهای جداگانه تهیه و ارائه شده است.

۱- هواشناسی

ایستگاههای موجود در محدوده مطالعاتی

ایستگاههای هواشناسی مشتمل بر ایستگاههای سینوپتیک وکلیماتولوژی سازمان هواشناسی کشور و ایستگاههای تبخیرسنجی وزارت نیرو و همچنین باران سنجی معمولی و ثبات که توسط هر دو دستگاه یاد شده (وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور) از طریق دو شبکه مستقل اندازه گیری می شود، می باشد. ایستگاههای باران سنجی ذخیره ای و برف سنجی نیز تحت مسئولیت وزارت نیرو قرار دارد.

همانگونه در گزارش تهیه شده هواشناسی در مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی گفته شد، با مراجعه و مکاتبه با شرکت آب منطقهای اصفهان و معرفی به شرکت مدیریت منابع آب ایران، آمار و اطلاعات کلیه ایستگاههای هواشناسی که دارای کد شناسایی ۴۲ بودهاند اخذ گردید و با استفاده از این اطلاعات درج شده در جلد اول و سوم بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی، ایستگاههای موجود در محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ شناسایی گردیده است که مشخصات این ایستگاهها در جدول (۱-۱) ارائه شده است، نقشه شماره (۱-۱) نیز موقعیت ایستگاههای محدوده مطالعاتی مورد نظر را نشان می دهد.

جدول شماره (۱-۱) : مشخصات ایستگاههای هواشناسی محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ

کد ایستگاه	حوزه آبریز رودخانه	نام ایستگاه	جغرافیایی مشخصات			تاریخ تاسیس	نوع ایستگاه
			طول	عرض	ارتفاع (متر)		
0	زاینده رود	کوهرنگ	50.13	32.47	2285	1338	سینوپتیک
0	زاینده رود	فراموشجان	50.42	32.67	2100	1372	باران سنج هواشناسی
0	زاینده رود	اورگان فریدن	50.42	32.58	2400	1344	باران سنج هواشناسی
0	زاینده رود	مرغملک	50.48	32.45	2413	1365	باران سنج هواشناسی
421611002	زاینده رود	قلعه شاهرخ	50.45	32.66	2109	1348	تبخیر سنجی
421611013	زاینده رود	چلگرد	50.12	32.46	2372	1343	تبخیر سنجی
421613012	زاینده رود	قلعه تک	50.12	32.48	2354	1375	باران سنج نیرو
421613028	زاینده رود	مرغملک	50.51	32.47	2470	1371	باران سنج نیرو
421613030	زاینده رود	بارده	50.57	32.55	2485	1371	باران سنج نیرو
421613029	زاینده رود	اورگان	50.44	32.59	2221	1372	باران سنج نیرو
421613020	زاینده رود	میهه	50.36	32.40	2500	1371	باران سنج نیرو
421613018	زاینده رود	دره زری	50.29	32.40	2467	1381	باران سنج نیرو
421613003	زاینده رود	ونک بالا	50.35	32.70	2550	1347	باران سنج نیرو
421614004	زاینده رود	ونک بالا	50.35	32.70	2550	آمار ندارد	باران سنج ذخیره‌ای
421614030	زاینده رود	بارده	50.57	32.55	2485	1354	باران سنج ذخیره‌ای
421614032	زاینده رود	مرغملک	50.51	32.47	2470	1371	باران سنج ذخیره‌ای
421614021	زاینده رود	میهه (میمه)	50.37	32.38	2800	1352	باران سنج ذخیره‌ای
421614024	زاینده رود	کریم آباد	50.45	32.43	2500	1353	باران سنج ذخیره‌ای
421614005	زاینده رود	دولت آباد	50.28	32.65	2550	آمار ندارد	باران سنج ذخیره‌ای
421614031	زاینده رود	کوکانک	50.57	32.55	2685	1350	باران سنج ذخیره‌ای
421614011	زاینده رود	قلعه تک	50.12	32.50	2400	1353	باران سنج ذخیره‌ای
421614006	زاینده رود	قلعه مرغ	50.20	32.58	2420	1353	باران سنج ذخیره‌ای
421614020	زاینده رود	توف سفید	50.12	32.58	2500	1352	باران سنج ذخیره‌ای
421814005	زاینده رود	اورکان	50.44	32.59	2221	آمار ندارد	باران سنج ذخیره‌ای
421615015	زاینده رود	چلگرد	50.15	32.45	2332	1345	برف سنجی
421615019	زاینده رود	نصیرآباد	50.31	32.38	2494	1355	برف سنجی
421615009	زاینده رود	محمدآباد	50.17	32.51	2303	1350	برف سنجی
421615028	زاینده رود	قلعه شاهرخ	50.45	32.66	2109	1350	برف سنجی
421615007	زاینده رود	قلعه مرغ	50.23	32.52	2238	1350	برف سنجی
421615026	زاینده رود	دره گاو	50.35	32.54	2188	1350	برف سنجی
421615027	زاینده رود	سودجان	50.41	32.52	2355	1355	برف سنجی
421615029	زاینده رود	بارده	50.57	32.55	2485	1355	برف سنجی
421615017	زاینده رود	میدانک	50.17	32.40	2650		برف سنجی
421624023	زاینده رود	قلعه کیکاوس	50.33	32.17	2185	آمار ندارد	باران سنج ذخیره‌ای

منحنی همدما و میزان دما در ارتفاعات و دشت

با استفاده از آمار و اطلاعات دمای سالانه پردازش شده در ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی سازمان هواشناسی کشور و همچنین ایستگاههای تبخیر سنجی وزارت نیرو و نیز توجه به گرادیان دما و اعمال نظرات کارشناسی، منحنی همدمای سالانه حوزه آبریز گاوخونی و محدوده های مطالعاتی موجود درآن ترسیم شده است که منحنی همدمای سالانه محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ در نقشه شماره (۱-۲) به تصویر کشیده شده است، با استفاده از این منحنی همدما و مد نظر قرار دادن حدود ارتفاعات و دشت، میزان دمای سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۷/۸ و ۸/۲ درجه سانتیگراد ارزیابی شده است. برای محاسبه میزان دمای ماهانه ارتفاعات و دشت از ایستگاههای معرف ارتفاعات و دشت بهره گرفته می شود، بر این اساس با توجه به موقعیت ایستگاههای هواشناسی، برای ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ایستگاههای سینوپتیک کوهرنگ و تبخیر سنجی قلعه شاهرخ مد نظر قرار گرفته است. جدول (۱-۲) توزیع ماهانه دما را در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی ارائه می کند.

جدول شماره (۱-۲): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ - درجه سانتیگراد

دشت و ارتفاعات	ماه												سالانه
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
ارتفاعات	9.9	4.0	-2.2	-5.9	-3.7	1.0	6.8	12.0	16.9	20.1	19.5	15.4	7.8
دشت	11.9	6.6	0.7	-5.0	-5.5	0.8	6.8	11.5	15.5	18.8	19.3	16.5	8.2

منحنی همباران و میزان باران در ارتفاعات و دشت

با استفاده از آمار و اطلاعات باران سالانه پردازش شده در ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی سازمان هواشناسی کشور و همچنین ایستگاههای تبخیر سنجی و باران سنجی وزارت نیرو و نیز توجه به گرادیان باران و اعمال نظرات کارشناسی، منحنی همباران سالانه

حوزه آبریز گاوخونی و محدوده های مطالعاتی موجود در آن ترسیم شده است که منحنی همباران سالانه محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ در نقشه شماره (۱-۳) به تصویر کشیده شده است، با استفاده از این منحنی همباران و مد نظر قرار دادن حدود ارتفاعات و دشت، میزان باران سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۷۴۶ و ۶۴۷ میلیمتر ارزیابی شده است. برای محاسبه میزان باران ماهانه ارتفاعات و دشت از ایستگاههای معرف ارتفاعات و دشت بهره گرفته می شود، بر این اساس با توجه به موقعیت ایستگاههای هواشناسی، برای ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ایستگاههای سینوپتیک کوهرنگ و تبخیر سنجی قلعه شاهرخ مد نظر قرار گرفته است، جدول (۱-۳) توزیع ماهانه باران را در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی ارائه می کند.

جدول شماره (۱-۳): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ - میلیمتر

دشت و ارتفاعات	ماه												سالانه
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
ارتفاعات	۱/۷	۵۵/۰	۱۰۴/۳	۱۲۰/۷	۱۴۳/۳	۱۵۶/۴	۱۱۰/۱	۵۴/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۴۶/۰
دشت	۰/۰	۷۷/۰	۱۱۶/۸	۹۱/۱	۱۰۶/۹	۱۲۲/۶	۸۳/۰	۴۸/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۴۷/۰

منحنی هم تبخیر و میزان تبخیر در ارتفاعات و دشت

با استفاده از آمار و اطلاعات تبخیر سالانه پردازش شده در ایستگاههای تبخیر سنجی وزارت نیرو و گرادیان تبخیر و تغییرات دمایی و اعمال نظرات کارشناسی، منحنی هم تبخیر سالانه حوزه آبریز گاوخونی و محدوده های مطالعاتی موجود در آن ترسیم شده است که منحنی هم تبخیر سالانه محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ در نقشه شماره (۱-۴) به تصویر کشیده شده است، با استفاده از این منحنی هم تبخیر و مد نظر قرار دادن حدود ارتفاعات و دشت

محدوده مطالعاتی، میزان تبخیر سالانه ارتفاعات و دشت به ترتیب ۱۶۲۵ و ۱۶۷۹ میلیمتر ارزیابی شده است.

۲- آب سطحی

ایستگاهها

به طور کلی تاسیس و بهره‌برداری از ایستگاه‌های هیدرومتری به عهده وزارت نیرو و شرکتهای تابعه بوده است، اگرچه در برخی موارد بعضی از نهادها و کارفرمایان بسته به نوع کار خود، نسبت به تاسیس ایستگاه‌های هیدرومتری (عموماً نصب اشل اندازه‌گیری سطح آب) اقدام می‌نمایند و در مدت کوتاهی برای آگاهی از وضعیت، اندازه‌گیری‌های موردنیاز را انجام می‌دهند ولیکن بهره‌برداری از این ایستگاه‌های موردی هیچگاه دائمی نبوده و پس از مدت زمان کوتاهی که اهداف آنها برآورده شود، تعطیل می‌گردد.

همانگونه که در گزارش هیدرولوژی در مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی گفته شد، با مراجعه و مکاتبه با شرکت آب منطقه‌ای اصفهان و معرفی به شرکت مدیریت منابع آب ایران، آمار و اطلاعات کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری که دارای کد شناسایی ۴۲ بوده‌اند اخذ گردید و مطابق جدول (۲-۱)، مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مربوط به محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ تنظیم شد. در این جدول علاوه بر ارائه مختصات جغرافیایی و سال تاسیس، تجهیزات نصب شده بر روی این ایستگاهها نیز نشان داده شده است. در تجهیزات نصب شده اشل عمومیت داشته و دستگاه سطح‌سنج مکانیکی (لمینگراف) و پل اندازه‌گیری (تلفریک) در برخی از ایستگاه جهت افزایش دقت دیده می‌شود، نقشه شماره (۲-۱) نیز موقعیت ایستگاههای هیدرومتری این محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد.

دوره شاخص آماری در مطالعات اطلس منابع آب در حال حاضر از سال آبی ۴۶-۱۳۴۵ شروع شده و به مدت ۴۰ سال به سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ ختم می‌گردد. مسلماً همه ایستگاهها طی این دوره آماری ۴۰ ساله دارای آمار آبدهی سالانه مناسبی نمی‌باشند لذا برای تجزیه و تحلیل آمار این ایستگاهها، لازم است خلاءهای آماری ایستگاههایی که دارای آمار مناسب هستند تا دوره ۴۰ ساله تکمیل و تطویل گردند، که با بهره گیری از روابط مناسب (مشروح آن در در گزارش هیدرولوژی منابع آب در مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی ارائه شده است) نسبت به این امر اقدام شده است.

جدول شماره (۲-۱) – مشخصات ایستگاههای هیدرومتری محدوده مطالعاتی چلگرد- قلعه شاهرخ

کد ایستگاه	رودخانه	ایستگاه	جغرافیایی مشخصات			تاریخ تاسیس	مساحت حوزه (km2)	تجهیزات		
			طول	عرض	ارتفاع (متر)			اتل	لیمنگراف	تلفریک
421621001	زاینده رود	قلعه شاهرخ	50-27-29	32-39-29	2103	1351	1392	+	+	+
421621014	آب کوهرنگ	چهلگرد	50-07-50	32-27-34	2400	1326	-	+	+	+
421621016	آب کوهرنگ	تونل دوم (دره در)	50-10-15	32-27-00	2250	1366	-	+		+
421624008	چشمه دیمه	دیمه	50-13-15	32-30-00	2196	1378		+		
421624022	زاینده رود	تنگ گزی	50-19-15	32-30-00	2179	1328		+	+	
421624025	دره گاو	خرسانک	50-18-00	32-24-00	2050	1382	2125	+		
421621001	زاینده رود	قلعه شاهرخ	50-27-29	32-39-29	2103	1351	1392	+	+	+

جریان ورودی و خروجی محدوده های مطالعاتی

وجود ایستگاههای هیدرومتری که عهده دار اندازه گیری اطلاعات مربوط به آبدهی و جریان سطحی رودخانه در محلهای خاص (مقطع ایستگاه هیدرومتری) است می تواند ابزار مهمی در تهیه بیلان منابع آب باشد، چرا که با استفاده از اطلاعات این ایستگاهها شرایط برای ارزیابی حجم جریان سطحی ورودی به محدوده های مطالعاتی و خروجی از آنها فراهم می شود. از آنجائیکه بعضا محل نصب و بهره برداری از ایستگاههای هیدرومتری تاسیس شده بر روی رودخانه ها دقیقا منطبق بر مرز ورودی و خروجی محدودهای مطالعاتی نمی باشد، لذا برای محاسبه میزان آبدهی جریانهای سطحی ورودی به محدوده های مطالعاتی و خروجی از آنها (که از نیازهای اساسی در تهیه بیلان آب در محدوده های مطالعاتی به شمار می رود) از روشهای مختلفی استفاده می شود.

البته خاطر نشان می سازد با توجه به شرایط آماری ایستگاههای هیدرومتری و موقعیت نصب و بهره برداری از آنها امکان دارد نیازی به بکارگیری روشهای مختلف نباشد و فقط در تعداد

محدودی از محدوده های مطالعاتی از برخی روشها استفاده شود. البته باید خاطر نشان ساخت که برخی از این روشها ممکن است دقت مناسبی برای برآورد حجم آبدهی در نقاط مورد نظر را نداشته باشد که در محاسبات مربوط به بیلان با توجه به وضعیت بارش، تغذیه آبخوان، تبخیر و بطورکلی سایر عوامل چرخه آب، نسبت به تجدید نظر در خصوص میزان حجم جریان سطحی (به خصوص در نقاط فاقد ایستگاه هیدرومتری) اقدام می شود.

با توجه به اینکه ایستگاه هیدرومتری قلعه شاهرخ بر روی رودخانه زاینده رود و در انتهای این محدوده مطالعاتی قرار دارد، بر این اساس، متوسط آبدهی درازمدت ایستگاه مذکور مقدار ۳۹/۲۳ متر مکعب بر ثانیه برای خروجی از محدوده مطالعاتی محاسبه می گردد (شایان ذکر است ایستگاه یاد شده آبدهی جریانهای سطحی انتقالی از حوزه کارون را در خود دارد)، چنانچه ۲۰ سال منتهی به سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ که با انتقال آب هماهنگی بیشتری دارد در نظر گرفته شود متوسط آبدهی سالانه ایستگاه قلعه شاهرخ بیش از ۴۵ متر مکعب حاصل می شود. با در نظر گرفتن مساحت ۱۲۵۹ کیلومتر مربعی ارتفاعات و بارندگی ۷۴۶ میلیمتر در همین ارتفاعات و لحاظ کردن ضریب جریان ۶۰/۰ درصد میزان جریان سطحی خروجی از ارتفاعات برابر ۵۸۳/۳ میلیون متر مکعب ارزیابی می‌شود که این آبدهی‌ها ممکن است در محاسبات بیلان تغییراتی داشته باشد.

۳- آبهای زیرزمینی

بررسی های آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی مشخص می نماید که در این محدوده مطالعاتی یک آبخوان آبرفتی با وسعت ۱۳۹/۸ کیلومترمربع که ۶۷ درصد از کل وسعت دشت را شامل می شود تشکیل گردیده است و در ارتفاعات محدوده با وسعت ۱۲۷۹/۵ کیلومترمربع سازندهایی که امکان ذخیره آب در آنها ایجاد شده شامل سازندهای کربناته با وسعت تقریبی ۵۱۵ کیلومترمربع می باشد، که در اثر شرایط مناسب از جمله بارندگی زیاد، آبخوان کارستیک غنی در این سازندهای کربناته تشکیل شده است. سازندهای کربناته همراه با برخی سازندهای غیرکربناته در تغذیه آبخوانهای آبرفتی هم موثر هستند.

منابع بهره برداری کننده از آبهای زیرزمینی که در سال ۱۳۸۲ آمار برداری و براساس اطلاعات موجود بهنگام شده شامل ۶۵ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۵/۵۱ میلیون متر مکعب ۱۴۵۷ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۱۸۰/۷۶ میلیون متر مکعب و ۹۴ رشته قنات با تخلیه سالانه ۲۷/۹۴ می باشد که سهم ارتفاعات از این آمار ۱۳۴۰ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۱۷۵/۵۶ میلیون متر مکعب و ۲۱ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۰/۹۲ میلیون متر مکعب و ۸۰ رشته قنات با تخلیه سالانه ۲۱/۸۹ میلیون متر مکعب می باشد.

مصرف آب در این محدوده شامل ۱۹/۵۸ میلیون متر مکعب در سال از آبهای زیرزمینی بویژه چاه و ۷۳/۲۷ میلیون متر مکعب از جریانهای سطحی و چشمه است که به ترتیب ۹۱/۲۱ میلیون متر مکعب به مصرف کشاورزی ۱/۷ میلیون متر مکعب مصرف شرب و ۰/۰۵ میلیون متر مکعب به مصرف صنعت می رسد.

میزان مصرف آب در سطح آبخوان دشت این محدوده مطالعاتی در بخش های کشاورزی, شرب و صنعت به ترتیب ۵۲/۱۹، ۱/۰۲ و ۰/۰۵ میلیون متر مکعب در سال می باشد.

شبکه چاههای مشاهده ای بمنظور اندازه گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی در این محدوده ایجاد نشده و چاه اکتشافی نیز حفر نگردیده است. در نتیجه امکان تهیه نقشه های مختلف مثل تراز آب زیرزمینی، هم عمق سطح آب، قابلیت انتقال و آبنمود تغییرات سطح آب زیرزمینی وجود ندارد.

به علت بارندگی بسیار مناسب در این محدوده که در حوزه آبریز حالت استثنا دارد شرایط مناسبی برای تغذیه آبخوان بوجود آمده است لذا در صورت افزایش برداشت از این آبخوان مشکل ایجاد افت شدید سطح آب بوجود نمی‌آید، تنها مشکل می‌تواند محدود بودن حجم ذخیره آبخوان کوچک این محدوده باشد، به همین علت است که بخش عمده تغذیه به صورت زه‌آب خارج می‌شود.

در جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری آبهای زیرزمینی محدوده مطالعاتی ارائه شده است.

جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ

وسعت (کیلومترمربع)		منابع بهره برداری کننده آب زیرزمینی						مصارف آب			تعداد چاه مشاهده ای	تعداد چاه اکتشافی	منابع انتخابی کمی و کیفی		
		چاه		قنات		چشمه		جمع تخلیه	سطحی و چشمه	آب زیرزمینی	جمع مصرف			چاه	قنات	چشمه
ارتفاعات	دشت	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه									
۱۲۷۹/۵	۲۰۸/۵	۶۵	۵/۵۱	۹۴	۲۷/۹۴	۱۴۵۷	۱۸۰/۷۶	۲۱۴/۲۱	۷۳/۲۷	۱۹/۵۸	۹۲/۸۵	-	-	-	-	-

حجم آب به میلیون مترمکعب در سال

۴- کیفیت منابع آب

جهت سنجش کیفیت منابع آب سطحی در این محدوده مطالعاتی از ایستگاههای قلعه شاهرخ، چلگرد و تونل دوم کوهرنگ نمونه برداری و آنالیز کامل شیمیایی بعمل می آید. شبکه سنجش کیفی آب زیرزمینی در این محدوده وجود ندارد و تنها از یک دهنه چشمه و ۲ رشته قنات نمونه برداری صورت می گیرد.

در این محدوده مطالعاتی تنه اصلی رودخانه زاینده رود شکل می گیرد و از طریق تونلهای اول و دوم کوهرنگ از سرشاخه های کارون آب به حوزه آبریز زاینده رود منتقل میگردد، براساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری چلگرد که در سرشاخه های حوزه زاینده رود قرار دارد و می توان از آن به عنوان معرف جریان سطحی ارتفاعات نام برد میزان هدایت الکتریکی در آمار موجود بین ۱۲۶ تا ۳۸۶ میکرومهوس بر سانتیمتر است و میزان TDS نیز از ۳۵تا ۲۵۰ میلی گرم در لیتر متغیر است. در نقشه های مربوط به کیفیت آب سطحی که در گزارش جلد سوم مربوطه ارائه گردیده است و برای این محدوده مطالعاتی نیز آمده است، هدایت الکتریکی و باقی مانده خشک متناظر برای شرایط آبدهی حداقل و حداکثر ارائه گردیده است.

در ایستگاه هیدرومتری قلعه شاهرخ در همین محدوده مطالعاتی که به عنوان خروجی از آن مطرح است، میزان هدلیت الکتریکی بین حداقل ۱۷۵ تا حداکثر ۱۰۴۵ میکرو مهوس برسانتیمتر (طبق آمار موجود) اندازه گیری شده است و میزان باقی مانده خشک نیز از ۱۱۳ تا ۷۳۲ میلی گرم در لیتر اندازه گیری گردیده است. در همین ایستگاه میزان هدایت الکتریکی برای شرایط متوسط ۳۲۶/۵ میکرومهوس بر سانتیمتر ارزیابی میگردد.

از نظر آب زیرزمینی با توجه به اینکه نمونه های برداشت شده در این محدوده مطالعاتی مربوط به یک دهنه چشمه و ۲ رشته قنات می باشد، امکان تهیه و ترسیم نقشه ها و نمودارهای کیفی وجود ندارد.

۵- ارزیابی منابع آب

ارزیابی منابع آب شامل تهیه بیلان هیدروکلیماتولوژی، بیلان عمومی آب و بیلان آب زیرزمینی آبخوانها بوده و از نتایج بیلان امکان توسعه بهره برداری از منابع آب همچنین حجم ذخایر آب در یک محدوده مطالعاتی تعیین میگردد.

۵-۱- بیلان آب

کلیات

بیلان، تراز نامه بین داشته ها و برداشتها و در مورد منابع آب بین عوامل ورودی و عوامل خروجی آب در یک حوزه آبریز، یک محدوده مطالعاتی و یا یک آبخوان در زمان معین می باشد. در بیلان بایستی موازنه بین این دو گروه عوامل برقرار گردد، در محدوده ها یا آبخوانهایی که مجموع حجم آبهای ورودی با مجموع حجم آبهای خروجی تقریبا" یکسان می باشد بیلان حالت تعادل را نشان می دهد ولی چنانچه در یک محدوده یا یک آبخوان تعادل بین این دو گروه موجود نباشد و مجموع حجم عوامل خروجی که برداشت آب برای مصارف مهمترین آن است بیش از حجم عوامل ورودی باشد، بیلان آب متعادل نبوده و اضافه برداشت از ذخایر ثابت آب به کمک عوامل ورودی می آید تا موازنه برقرار گردد در این حالت بیلان را منفی می نامند. با برقراری بیلان وضعیت پتانسیل آب در یک محدوده مطالعاتی یا آبخوان معلوم می شود و براساس نتایج آن می توان امکان توسعه بهره برداری از منابع آب را برآورد نمود و همچنین در محدوده های دارای بیلان منفی چگونگی کنترل اضافه برداشت را بررسی کرد.

پتانسیل یا توانایی منابع آب در یک محدوده مطالعاتی یا آبخوان با برقراری بیلان برای یک سال در حالت متوسط و براساس اطلاعات طولانی مدت میسر می شود به عبارت دیگر با توجه به هدف دست یابی به پتانسیل آب در یک محدوده یا آبخوان بایستی بیلان برای یک سال با وضعیت متوسط محاسبه گردد.

برخی از عوامل بیلان آب مستقیما" قابل اندازه گیری و محاسبه می باشد برخی عوامل با توجه به معلوم بودن عوامل دیگر و اطلاعات موجود از شرایط هیدرولوژی و هیدروژئولوژیکی محدوده

یا آبخوان تنها برآورد می شود, همچنین روشهای محاسباتی که ذکر می شود برای حالتی است که اطلاعات مورد نیاز وجود داشته باشد, مسلما" چنانچه اطلاعات کافی نباشد عامل یا عوامل مربوطه براساس شرایط برآورد می گردد.

بیلان آب در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ با استفاده از اطلاعات مختلف موجود و بصورت بیلان هیدروکلیماتولوژی برای ارتفاعات و دشت، بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی و با استفاده از آنها بیلان آب محدوده مطالعاتی تهیه گردیده است.

۵-۱-۱- بیلان هیدروکلیماتولوژی

معادله عمومی بیلان هیدروکلیماتولوژی طبق معادله زیر می باشد.

$$P=Er+(R+I)$$

که در این معادله :

P : متوسط بارندگی سالانه، Er : تبخیر و تعرق از بارندگی (تبخیر حقیقی)، R : جریان سطحی و I : نفوذ از بارندگی است که مجموع این دو را بارندگی مفید می نامند.

برای دست یابی به بیلان هیدروکلیماتولوژی از بیلان آبی ماهانه به روش تورنت وایت استفاده گردیده است.

۵-۱-۱-۱- بارندگی

بارش در هر محدوده عامل اصلی تولید آب می باشد، برای دستیابی به مقادیر متوسط ارتفاع بارندگی سالانه در هر محدوده مطالعاتی از نقشه منحنی های هم باران مربوط به آن استفاده شده و ارتفاع بارندگی به تفکیک ارتفاعات و دشت محاسبه می شود.

از حاصل ضرب مساحت در ارتفاع بارندگی میزان حجم بارندگی برای ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی حاصل می گردد.

۵-۱-۱-۲- تبخیر و تعرق حقیقی

برای رسیدن به تبخیر و تعرق حقیقی براساس روش تورنت وایت ابتدا با استفاده از متوسط درجه حرارت (دما) ماهانه و ضرایبی که براساس عرض جغرافیایی منطقه مورد نظر که در یک جدول تنظیم شده، تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه می شود سپس با مقایسه بین تبخیر و تعرق پتانسیل و بارندگی متوسط ماهانه, تبخیر و تعرق حقیقی حاصل می شود. در ماه هایی که بارندگی از تبخیر و تعرق پتانسیل کمتر است چنانچه رطوبت در خاک موجود باشد، تبخیر و تعرق حقیقی از رطوبت خاک صورت می گیرد تا زمانی که رطوبت خاک به صفر برسد.

۵-۱-۱-۳- بارندگی مفید

بارندگی مفید به مجموع جریانهای سطحی و نفوذ حاصل از بارندگی در ارتفاعات یا دشت یک محدوده اطلاق می شود. طبق جدول تورنت وایت علاوه بر تبخیر و تعرق حقیقی بخشی از بارش نیز صرف تامین رطوبت خاک می شود که حد نهایی آن با توجه به شرایط اقلیمی، دانه بندی خاک سطحی و وضعیت پوشش گیاهی منطقه بین حدود ۵۰ میلیمتر برای نواحی خشک بدون پوشش گیاهی تا ۲۰۰ میلیمتر برای نواحی مرطوب با پوشش گیاهی، متغییر می‌باشد. رطوبت خاک همانطور که گفته شد در نهایت از طریق جذب ریشه گیاه یا بطور مستقیم به تبخیر و تعرق حقیقی تبدیل می شود. بارندگی مفید از تفاضل بارش با تبخیر و تعرق حقیقی و نیاز رطوبت خاک حاصل می‌شود.

در بیلان آبی ماهانه به روش تورنت وایت ابتدا تبخیر و تعرق پتانسیل طبق معادله های زیر محاسبه میگردد.

$$E\tau = ۱۶\left(\frac{۱۰T}{J}\right)^{a}$$

$$E\tau_C = E\tau\left(\frac{D.L}{۳۶۰}\right)$$

$E\tau$ = تبخیر و تعرق پتانسیل اصلاح نشده

$E\tau_c$ = تبخیر و تعرق پتانسیل اصلاح شده

T = متوسط درجه حرارت هر ماه

J = شاخص حرارتی سالانه که از جمع شاخص حرارتی ۱۲ ماه بدست می آید.

a = ضریب شاخص حرارتی

D = تعداد روزهای هر ماه

L = متوسط ساعات روشنایی برای هر ماه

شاخص حرارتی ماهانه از معادله زیر حاصل می شود.

$$Ja = \left(\frac{Ta}{۵}\right)^{۱.۵۱}$$

Ja = شاخص حرارتی ماهانه

Ta = متوسط درجه حرارت در ماه مورد نظر

ضریب شاخص حرارتی (a) نیز از معادله ساده شده زیر محاسبه می شود.

$$a = \%16 \times J + 0.5$$

پس از محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل، جدولی تنظیم می شود که در آن مقادیر بارندگی هر ماه با تبخیر و تعرق پتانسیل همان ماه مقایسه شده اگر میزان بارندگی مساوی یا کمتر باشد تمام بارش تبخیر و تعرق حقیقی محسوب می شود و اگر بارندگی از تبخیر و تعرق پتانسیل بیشتر باشد، مازاد بارندگی پس از کسر آب مورد نیاز رطوبت خاک به عنوان بارندگی مفید تعیین می گردد.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ طبق جدول شماره (۵-۱) برای ارتفاعات و دشت مقادیر متوسط درجه حرارت ماهانه و تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده و در ردیفهای اول و سوم آورده شده است، جمع تبخیر و تعرق پتانسیل ۱۲ ماه (سالانه) برای ارتفاعات و دشت به ترتیب ۵۷۷/۴۰ و ۵۸۲/۴۴ میلی متر می باشد، در ردیف دوم توزیع ماهانه بارش (براساس سال متوسط) نوشته شده که مقدار سالانه آن برای ارتفاعات و دشت برابر ۷۴۶ و ۶۴۷ میلی متر است. از مقایسه بارندگی ماهانه با تبخیر و تعرق پتانسیل مقادیر تبخیر و تعرق حقیقی ماهانه (ردیف چهارم جدول) حاصل گردیده که مجموع ۱۲ ماه برابر ۲۰۵/۱۷ میلی متر در سال برای ارتفاعات و ۳۱۱/۳۷ میلی متر در سال برای دشت گردیده است، در این محدوده مطالعاتی با

توجه به وضعیت اقلیمی مرطوب و استثنائی در حوزه آبریز, سنگ شناسی و پوشش گیاهی حد نهایی بارندگی مورد نیاز تامین رطوبت خاک برابر ۱۰۰ میلی متر برای ارتفاعات و ۲۰۰ میلی متر برای دشت برآورد شده است (ردیف پنجم جدول)

پس از کسر تبخیر و تعرق حقیقی همراه با میزان نیاز رطوبت خاک از بارندگی، مازاد بارش که بارندگی مفید نامبرده می شود حاصل می شود که در ردیف ششم جدول آورده شده است میزان بارندگی مفید نیز به ترتیب برای ارتفاعات و دشت برابر ۵۴۰/۸۳ میلی متر و ۳۳۵/۶۳ میلی متر در سال حاصل شده است. تفکیک بارندگی مفید به نفوذ و جریان سطحی مشکل بوده و به عوامل مختلفی بستگی دارد، در ارتفاعات تخلیه چشمه ها که جزئی از دبی پایه رودخانه ها را شامل می شود با جریان سطحی دیده شده و نفوذ تنها شامل تغذیه جانبی آبخوانهای آبرفتی و تخلیه چاههای ارتفاعات می باشد، در دشتها میزان نفوذ با توجه به وسعت دشت، نفوذ پذیری آبرفت و وجود آبراهه ها تفاوت دارد. از دشت چلگرد ــ قلعه شاهرخ هم براساس وسعت دشت و سایر شرایط تاثیر گذار، نفوذ از جریان تفکیک گردیده است. تفکیک بارندگی مفید به دو مولفه نفوذ و جریان در دو ردیف آخر جدول آمده است.

در جدول شماره (۵- ۲) نتایج بیلان هیدروکلیماتولوژی به تفکیک دشت و ارتفاعات بصورت حجمی ارائه گردیده است. طبق این جدول از ۱۳۴/۹ میلیون متر مکعب حجم بارش در دشت حدود ۴۸ درصد تبخیر و تعرق و ۵۲ درصد بارندگی مفید است که با توجه به شرایط این دشت کوچک از ۷۰ میلیون متر مکعب بارندگی مفید حدود ۳۳ درصد نفوذ می نماید و ۶۷ درصد بقیه جریان سطحی در دشت است، از ۹۵۴/۵ میلیون متر مکعب حجم بارش در ارتفاعات حدود ۲۷/۵ درصد تبخیر تعرق و ۷۲/۵ درصد بقیه برابر ۶۹۲/۰ میلیون متر مکعب بارندگی مفید است که از این حدود ۶ درصد آن تغذیه جانبی آبخوان آبرفتی و تخلیه چاه و قنات در ارتفاعات است و بیش از ۹۴ درصد بقیه بارندگی مفید برابر ۶۵۲/۵۶ میلیون متر مکعب جریان سطحی و آبدهی چشمه ها می باشد (تخلیه چشمه های آمار برداری شده ۱۶۳/۱۷ میلیون متر مکعب در سال است)

جدول شماره (۵ - ۱) : محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و بیلان آبی ماهانه - روش تورنت وایت

چهلگرد - قلعه شاهرخ	۴۲۱۶	ارتفاعات	(دما به سانتی گراد سایر مولفه ها به میلی متر)										
مؤلفه های بیلان	سالانه	Sep شهریور	Aug مرداد	Jul تیر	Jun خرداد	May اردیبهشت	Apr فروردین	Mar اسفند	Feb بهمن	Jan دی	Dec آذر	Nov آبان	Oct مهر
دما T	۷،۸۰	۱۵،۴	۱۹،۵	۲۰،۱	۱۶،۹	۱۲،۰	۶،۸	۱،۰	-۳،۷	-۵،۹	-۲،۲	۴،۰	۹،۹
بارندگی P	۷۴۶،۱۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۵۴،۵	۱۱۰،۱	۱۵۶،۴	۱۴۳،۳	۱۲۰،۷	۱۰۴،۳	۵۵،۰	۱،۷
تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	۵۷۳،۳۰	۷۷،۷۵	۱۱۱،۶۶	۱۲۱،۸۷	۹۹،۰۲	۶۸،۷۱	۳۰،۶۶	۳،۰۷	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۵،۲۴	۴۵،۳۳
تبخیر و تعرق حقیقی Etr	۲۰۵،۱۶	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۸۵،۷۹	۶۸،۷۱	۳۰،۶۶	۳،۰۷	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۵،۲۴	۱،۷۰
ذخیره رطوبت خاک H		۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۸۵،۷۹	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۳۹،۷۶	۰،۰۰
مازاد (بارش مفید) R+I	۵۴۰،۸۳	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۷۹،۴۴	۱۵۳،۳۳	۱۴۳،۳۰	۱۲۰،۷۰	۴۴،۰۶	۰،۰۰	۰،۰۰
جریان سطحی R	۵۰۹،۷۳						۷۴،۸۴	۱۴۴،۵۳	۱۳۵،۰۰	۱۱۳،۸۰	۴۱،۵۶		
نفوذ I	۳۱،۱۰						۴،۶۰	۸،۸۰	۸،۳۰	۶،۹۰	۲،۵۰		

چهلگرد - قلعه شاهرخ	۴۲۱۶	دشت	(دما به سانتی گراد سایر مولفه ها به میلی متر)										
مؤلفه های بیلان	سالانه	Sep شهریور	Aug مرداد	Jul تیر	Jun خرداد	May اردیبهشت	Apr فروردین	Mar اسفند	Feb بهمن	Jan دی	Dec آذر	Nov آبان	Oct مهر
دما T	۸،۱۷	۱۶،۵	۱۹،۳	۱۸،۸	۱۵،۵	۱۱،۵	۶،۸	-۰،۸	-۵،۵	-۵،۰	۰،۷	۶،۶	۱۱،۹
بارندگی P	۶۴۷،۲۲	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۴۸،۳	۸۳،۰	۱۲۲،۶	۱۰۶،۹	۹۱،۱	۱۱۶،۸	۷۷،۲	۱،۲
تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	۵۸۲،۴۴	۸۳،۶۴	۱۱۰،۱۴	۱۱۳،۳۶	۸۹،۷۳	۶۵،۳۰	۳۳،۵۰	۳،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۲،۲۶	۲۶،۳۰	۵۵،۲۱
تبخیر و تعرق حقیقی Etr	۳۱۱،۵۶	۰،۰۰	۰،۰۰	۹۳،۲۷	۸۹،۷۳	۶۵،۳۰	۳۰،۵۰	۳،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۲،۲۶	۲۶،۳۰	۱،۲۰
ذخیره رطوبت خاک H		۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۹۳،۲۷	۱۸۳،۰۰	۲۰۰،۰۰	۲۰۰،۰۰	۲۰۰،۰۰	۲۰۰،۰۰	۱۶۵،۵۱	۵۰،۹۴	۰،۰۰
مازاد (بارش مفید) R+I	۳۳۵،۶۳	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۵۲،۵۰	۱۱۹،۶۲	۱۰۶،۹۰	۵۶،۶۱	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰
جریان سطحی R	۲۲۲،۴۵						۳۲،۷۲	۸۰،۱۲	۷۱،۷۰	۳۷،۹۱			
نفوذ I	۱۱۰،۳۲						۱۶،۸۲	۳۹،۵۰	۳۵،۳۰	۱۸،۷۰			

جدول شماره (۵-۲) بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات چلگرد ـ قلعه شاهرخ

	وسعت (کیلومترمربع)	حجم بارندگی	تبخیر و تعرق حقیقی	بارندگی مفید			
				جمع	جریان سطحی و چشمه ها	نفوذ موثر به آبخوان آبرفتی	تخلیه توسط چاه و قنات ارتفاعات
دشت	۲۰۸.۵۰	۱۳۴.۹۰	۶۴.۹۰	۷۰.۰۰	۴۷.۰۰	۲۳.۰۰	-
ارتفاعات	۱۲۷۹.۵۰	۹۵۴.۵۰	۲۶۲.۵۰	۶۹۲.۰۰	۶۵۲.۵۶	۱۶.۶۳	۲۲.۸۱
جمع محدوده	۱۴۸۸.۰۰	۱۰۸۹.۴۰	۳۲۷.۴۰	۷۶۲.۰۰	۶۹۹.۵۶	۳۹.۶۳	۲۲.۸۱

حجم آبها بر حسب میلیون متر مکعب در سال

۵-۱-۲- بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی

بیلان آب زیرزمینی یک آبخوان طبق معادله کلی زیر محاسبه می شود.

$$(Q_{in} + Q_{is}) - (Q_W + Q_{Eg} + Q_d + Q_{out}) = \Delta V$$

- عوامل ورودی (عوامل مثبت بیلان)

Q_{in} = جریان زیرزمینی ورودی جانبی از سمت ارتفاعات و احتمالا" از دشت بالادست.

توضیح اینکه در برخی از آبخوانها که سنگ کف آنها سازند نفوذ پذیر بوده نشت آب از سنگ کف برآورد شده و همراه با Qin دیده می شود.

Q_{is} = تغذیه از سطح آبخوان که شامل نفوذ از آبهای متفاوت است طبق معادله زیر

$$Q_{is} = Q_P + Q_I + Q_{SW} + Q_R$$

در این معادله :

Q_P = نفوذ از بارش بر سطح دشت (آبخوان).

Q_I = تغذیه از آب مصرفی کشاورزی (از سطح مزارع).

Q_{SW} = تغذیه از پساب آب مصرفی شرب و صنعت که عمده آن از طریق چاه های جذبی است.

Q_R = تغذیه از جریانهای سطحی یا رودخانه ها که میزان تغذیه مصنوعی احتمالی نیز در این عامل دیده میشود.

- عوامل خروجی (عوامل منفی بیلان)

Q_W = برداشت و تخلیه توسط چاه، قنات و چشمه آبرفتی از آبخوان

Q_{Eg} = تبخیر از آب زیرزمینی (نواحی که سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک است)

Q_d = زهکشی از آبخوان توسط زهکش های طبیعی یا احتمالا" مصنوعی

Q_{out} = جریان زیرزمینی خروجی از آبخوان (به آبخوان دشت پایین دست یا کویر و دریا)

ΔV = تغییر ذخیره ثابت آبخوان که این متغییر در بیلان های با حالت متعادل (جمع ورودیها با جمع خروجی ها برابر باشد) حدود صفر است و در بیلان منفی برابر اضافه برداشت از ذخیره ثابت آبخوان می باشد که برای برقراری موازنه به کمک عوامل تغذیه می آید و چون اضافه بر حجم ذخیره جبران پذیر سالانه آبخوان بوده با علامت منفی نشان داده می شود.

برخی از عوامل بیلان یا مستقیما" اندازه گیری می شود و یا قابل محاسبه مـی باشـد ولـی بـه علت وجود عوامل متعدد تاثیر گذار بر بیلان آب زیرزمینی حتی با داشـتن کـاملترین اطلاعـات مورد نیاز، باز هم محاسبه برخی عوامل بیلان امکان پذیر نیست یا محاسبه آنهـا بـسیار مـشکل است لذا با توجه به شرایط هیدروژئولوژیکی آبخوان تنها می توانند برآورد شوند.

نتایج بیلان آب زیرزمینی شامل حجم مربوط به هر یک از مولفه های تغذیه و تخلیه آبخـوان و نیز تغییر حجم ذخیره آبخوان آبرفتی در جدول شماره (۵-۳) ارائه شده است.

۵-۱-۲-۱- جریان زیرزمینی ورودی و خروجی (Q_{out} و Q_{in})

جریانهای زیرزمینی ورودی جانبی یا خروجی از آبخوان با اسـتفاده از معادلـه دارسـی محاسـبه می‌شود.

Q_{in}یا $Q_{out} = L \times I \times T \times t$

L = طول مقطع ورودی یا خروجی بر حسب متر

I = گرادیان هیدرولیک که از تقسیم متوسط عرض مقطع بر فاصله ارتفاعی بین دو منحنی هـم تراز مقطع به دست می آید که بدون بعد می باشد.

T = قابلیت انتقال متوسط مقطع بر حسب متر مربع بر روز

t = زمان دوره بیلان بر حسب روز

برای محاسبه این عامل از نقـشه هـای تـراز آب زیرزمینـی کـه مقـاطع ورودی و خروجـی آب زیرزمینی روی آن مشخص شده باشد و نقشه هم قابلیت انتقال (T) استفاده می شود.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برای آبخوان آبرفتی به علت شرایط خاصی کـه دارد جریانهای زیرزمینی ورودی براساس بیلان هیدروکلیماتولوژی ارتفاعـات و دشـت و خـصوصیات آبخوان برآورد شده است ولی به علـت بـالا آمـدن سـنگ کـف آبخـوان آبرفتـی در برخـورد بـا ارتفاعات ناحیه خروجی، جریان زیرزمینی خروجی به صورت زیرزمینی وجود نـدارد و خروجـی به صورت زهکش از آبخوان می‌باشد. مقـدار جریـان ورودی جـانبی برابـر ۲۰/۶۳ میلیـون متـر مکعب در سال حاصل شده است.

جریان ورودی شامل ۱۶/۶۳ میلیون مترمکعب تغذیه جانبی از ارتفاعات و ۴ میلیون متر مکعب نفوذ در بخشی از آبرفت دشت واقع در بالادست آبخوان (آبرفت بین آبخوان و ارتفاعات) می‌باشد.

۵-۱-۲-۲- نفوذ از بارندگی

نفوذ از بارندگی از سطح آبخوان جزئی از تغذیه سطحی می باشد. طبق بیلان هیدروکلیماتولوژی که به روش بیلان آبی ماهانه تورنت وایت (جدول شماره ۵-۱ و ۵-۲) محاسبه شده مقدار بارندگی مفید در دشت شامل جریان سطحی و نفوذ برابر ۶۵/۲ میلیون متر مکعب بوده و با توجه به وسعت کم دشت و وجود آبراهه‌های بسیار که موجب می‌شود عمده آب حاصل از بارندگی وارد آنها شود یا به عبارت دیگر بارندگی مفید فرصت نفوذ پیدا نمی‌نماید لذا مقدار نفوذ به آبرفت دشت از بارندگی برابر ۲۳/۰ میلیون متر مکعب در سال معادل ۳۵/۳ درصد بارندگی مفید و ۱۷/۶ درصد از کل بارش روی دشت می باشد، با توجه به وسعت آبخوان که تقریبا" ۶۷ درصد دشت را شامل می شود. ۱۹ میلیون مترمکعب از نفوذ بارندگی روی دشت نفوذ مستقیم به آبخوان بوده و ۴ میلیون مترمکعب بقیه همراه با جریان زیرزمینی ورودی از جانب ارتفاعات، جریان زیرزمینی ورودی جانبی به آبخوان را تشکیل می‌دهند.

۵-۱-۲-۳- تبادل آب رودخانه و آبخوان آبرفتی

رودخانه ها بخصوص در ناحیه ورودی به دشت تغذیه کننده آبخوان بوده و برخی از آنها بویژه در نواحی خروجی از دشت که سطح آب زیرزمینی نزدیک به سطح زمین می باشد زهکش آبخوان هستند ساده ترین راه محاسبه میزان تغذیه یا زهکش اندازه گیری آبدهی آب رودخانه در دو نقطه به فاصله معین در مسیر آن می باشد و تفاوت آبدهی بین این دو نقطه مقدار تغذیه و زهکشی را معلوم می نماید، کاهش آبدهی در نقطه پایین دست نسبت به میزان آن در بالا دست نشانه تغذیه و افزایش آبدهی در نقطه پایین دست مشخص کننده زهکشی می باشد.

شکل منحنی های هم تراز آب زیرزمینی نیز معلوم کننده تغذیه یا زهکشی است اگر جهت جریان آب زیرزمینی از رودخانه به سوی منحنی تراز باشد رودخانه تغذیه کننده بوده و چنانچه جهت جریان از منحنی هم تراز آب زیرزمینی به سمت رودخانه باشد نشانه زهکشی رودخانه می باشد.

مقدار زهکشی یا نفوذ با در دست داشتن سطح آب چاههای مجاور رودخانه (یا منحنی تراز) و ارتفاع سطح آب رودخانه از معادله زیر بدست می آید.

$$Qd = L \times b \times K \times \frac{\Delta H}{\Delta X}$$

Qd = حجم زه آب یا تغذیه (متر مکعب در روز)

L = طول قسمت زهکش یا تغذیه کننده رودخانه (متر)

b = متوسط محیط با عرض ناحیه زهکشی یا تغذیه (متر)

k = ضریب هدایت هیدرولیکی در آن ناحیه

ΔH = اختلاف ارتفاع سطح آب رودخانه با سطح آب آبخوان (عمق سطح آب چاه مشاهده ای مجاور یا منحنی تراز مجاور) بر حسب متر, اگر رودخانه زهکش باشد سطح آب رودخانه پایین تر از عمق سطح آب چاه یا چاههای مجاور است و چنانچه تغذیه کننده باشد سطح آب رودخانه بالاتر از سطح آب چاه مجاور می باشد.

ΔX = فاصله متوسط چاه های مورد اندازه گیری یا منحنی تراز از رودخانه (متر)

از معادله ای به نام دیویس-ویلسون نیز میزان نفوذ از رودخانه قابل محاسبه می باشد.

$$QR = ۰/۴۵C\frac{L \times b}{۴۶/۳\sqrt{v}} \times \sqrt[۳]{d}$$

QR = نفوذ از بستر رودخانه (متر مکعب در روز)

L = طول قسمت تغذیه کننده رودخانه (متر)

b = متوسط محیط خیس شده (متر)

d = عمق متوسط آب در رودخانه (متر)

v = سرعت آب در رودخانه (متر در ثانیه)

C = ضریبی که به جنس بستر رودخانه بستگی دارد (حالت متوسط آن ۵۰ می باشد.)

دقت در روشهای نام برده شده نیاز به اطلاعات کامل و حتی تحقیق صحرایی دارد لـذا در ایـن طرح بویژه استفاده از نقشه های با مقیاس ۲۵۰۰۰۰ : ۱نواحی زهکـشی و تغذیـه رودخانـه هـا مسلما" دارای تقریب است.

رودخانه‌های کوچک و متعدد محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ، سرشـاخه زاینـده رود را تشکیل می‌دهند که آب تولید شده از بارش نسبتاً مناسب محدوده و چشمه‌های ارتفاعـات ایـن محدوده مطالعاتی را جمع‌آوری نموده به سوی سد زاینده رود واقع در محـدوده مطالعـاتی یـان چشمه هدایت می‌نمایند. این رودخانه‌ها در نواحی ابتدای دشت تغذیه کننده آبخوان بـوده و در بیشتر مسیر خود زهکش آن می‌باشند. مقدار نفـوذ از جریانهـای سـطحی بـه آبخـوان آبرفتـی محدوده برابر ۵ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است.

میزان زهکشی توسط زهکش های فراوان و رودخانه برابر ۴۵/۱۹ میلیون متـر مکعـب در سـال برآورد شده است.

۵-۱-۲-۴- مصارف آب و نفوذ از آن

مصارف آب شامل مصرف کشاورزی، مصرف شرب و مصرف صنعت می باشد.

در این محدوده مطالعاتی جمع مصارف سالانه آب برابر ۹۲/۸۵ میلیون متر مکعب است که ۷۹ درصد آن (۷۳/۲۷ میلیون متر مکعب) از جریانهـای سـطحی و چـشمه هـای ارتفاعـات تـامین می‌شود و ۲۱ درصد بقیه (۱۹/۵۸ میلیون متر مکعب) از منابع آب زیرزمینی شامل چاه، قنـات و چشمه های آبرفتی می باشد در برخی دشتها از زه آبها نیز برای کشاورزی استفاده مـی شـود که در این حالت مقدار آب مصرفی زه آبها همراه با چشمه هاآورده می شود.

از کل مجموع ۹۲/۸۵ میلیون متر مکعـب مـصرف آب در ایـن محـدوده ۹۸/۲ درصـد (۹۱/۲۱ میلیون متر مکعب) به مصرف کشاورزی، ۱/۷ درصد (۱/۵۹ میلیون متر مکعب) مصرف شـرب و ۰/۱ درصد (۰/۰۵ میلیون متر مکعب) به مصرف صنعت می رسد. میـزان مـصرف آب در سـطح آبخوان آبرفتی که بیلان آب زیرزمینی برای آن تهیه می‌شود, در بخش های کشاورزی, شرب و صنعت به ترتیب ۵۲/۱۹، ۱/۰۲ و ۰/۰۵ میلیون متر مکعب در سال می باشد.

محاسبه تغذیه از پساب مصارف مانند انواع تغذیه از سطح مشکل بوده و عوامل مختلفی در نفوذ پساب مصارف تاثیر دارد.

- (Qi) نفوذ از مصرف کشاورزی یا تغذیه از مزارع به نوع آبیاری، دانه بندی خاک، وضعیت کرت بندی مزرعه و حتی کیفیت آب مصرفی بستگی دارد. براساس تحقیقات تجربی سازمان خوار و بار جهانی (FAO) که در نقاط مختلف آب و هوایی و با شیوه های متفاوت آبیاری از طریق استفاده از لایسیمتر انجام گرفته نفوذ عمقی از مصرف آبیاری را طبق جدول شماره (۵-۴) بدست آورده است.

- (Qsw) نفوذ از مصارف شرب و صنعت بر حسب نوع دفع پساب شرب و صنعت بسیار متفاوت می باشد. طبق بررسی های تجربی چنانچه دفع پساب توسط چاه های جذبی صورت بگیرد میزان تغذیه آبخوان بین ۶۰ تا بیش از ۷۵ درصد آب مصرفی شرب و صنعت را شامل می شود، در شهرهایی که طرح جمع آوری فاضلاب اجرا می شود بر حسب نواحی تحت پوشش طرح میزان نفوذ کاهش می یابد و در حالت کامل آن تا حداقل ۱۰ درصد مصرف شرب کاهش می یابد.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ عمده آب مصرفی در مزارع از طریق آبیاری کرتی وسنتی انجام می گیرد و در نتیجه میزان تغذیه از آب مصرفی کشاورزی طبق جدول FAO برابر ۱۵/۶۶ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است که بیش از ۳۰ درصد آب مصرفی آبیاری می‌باشد.

مقدار آب نفوذ یافته از مصارف شرب و صنعت چون دفع پساب آنها عمدتا" از طریق چاه های جذبی صورت می گیرد برابر ۰/۷۵ میلیون متر مکعب حاصل شده است.

۵-۱-۲-۵- تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی (Qw)

تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی مهمترین عامل خروجی آب بوده که شامل برداشت (پمپاژ) توسط چاه و تخلیه بوسیله قنات و چشمه می باشد.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ جمع تخلیه از آبخوان آبرفتی بوسیله چاه، قنات و چشمه آبرفتی برابر ۱۵/۸۵ میلیون متر مکعب در سال (طبق آمار) می باشد که حدود ۲۶ درصد مجموع عوامل خروجی بیلان را شامل می شود.

۵-۱-۲-۶- تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی (QE)

تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی به عمق سطح آب، نوع و بافت خاک و درجه حرارت محیط پوشش گیاهی، شدت باد، رطوبت نسبی هوا و غلظت املاح آب بستگی دارد، این تبخیر طبق اصل کشش لوله های موئینه انجام می گیرد.

عمق سطح آب زیرزمینی عامل اصلی تبخیر از آب زیرزمینی می باشد و هر چه سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک تر باشد تبخیر از آن بیشتر است. با استفاده از عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت تحقیقات تجربی توسط وایت انجام گرفته که نتایج آن بصورت یک منحنی پوشش دهنده نقاطی در یک محور مختصات منعکس شده است که محور افقی آن عمق سطح آب و محور عمودی آن درصد تبخیر از طشت در ناحیه می باشد. در حقیقت رابطه بین این دو نقاطی ایجاد نموده که با رسم خطی بر آنها منحنی به نام منحنی وایت حاصل شده است. این منحنی زمانی که عمق سطح آب به سطح زمین نزدیک تر است نسبت به محور عمودی شیب ملایمی دارد و تقریبا" از عمق ۰/۵ متری به بعد شیب منحنی به تدریج شدید شده و از عمق ۳ متری به بعد تقریبا" به سمت صفر درصد (از تبخیر طشت) میل می نماید. جدول شماره (۵-۵) که از منحنی وایت کسب شده نسبت بین عمق سطح آب زیرزمینی و درصدی از تبخیر طشت که می تواند میزان تبخیر از آب زیرزمینی را محاسبه نماید مشخص می نماید.

در آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ عمق سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک نیست و در نتیجه تبخیر از آب زیرزمینی وجود ندارد.

۵-۱-۲-۷- نوسانات سطح آب زیرزمینی

آبنمود (هیدروگراف) معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی که از متوسط مجموع تغییرات سطح آب طولانی مدت چاه های مشاهده ای برای یک آبخوان رسم می گردد معرف تغییرات عمومی سطح آب زیرزمینی آن آبخوان در طول زمان می باشد. آبنمود معرف تغییرات سطح آب در سالهای پر باران که تغذیه آبخوان بیشتر است. حالت بالا روندگی را نشان می دهد و در سالهای خشک که از تغذیه آبخوان توسط بارندگی کاسته می شود و معمولا" بهره برداری از آب زیرزمینی هم برای جایگزینی کمبود آب مصرفی سطحی افزایش می یابد، حالت پایین رفت یا افت را مشخص می نماید. شکل نوسانات سالانه آبنمود نیز برای ماههای مرطوب (دارای بارش) حالت بالا روندگی را نشان می دهد، در طولانی مدت، صرف نظر از سالهای خشک و مرطوب چنانچه هیدروگراف معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی یک آبخوان در یک ماه معین برای اولین سال و آخرین سال آماری یکسان باشد و یا تغییرات جزئی داشته باشد آبنمود حالت متعادل بودن سطح آب زیرزمینی را نشان می دهد و اگر در طول زمان کاهش تدریجی داشته باشد آبنمود حالت افت سطح آب در آبخوان را مشخص می نماید.

برای آبخوان محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ به علت نبود چاه مشاهده‌ای آبنمود تغییرات سطح آب زیرزمینی رسم نگردیده است ولی با توجه به بارندگی فراوان و امکان تغذیه مناسب آبخوان نه تنها افت سطح آب زیرزمینی نباید وجود داشته باشد بلکه وجود زهکشی فراوان از آبخوان مشخص می‌نماید که تغذیه، بیش از برداشت از آب زیرزمینی می‌باشد.

۵-۱-۲-۸- تغییرات ذخیره آبخوان

همانطور که در مقدمه گفته شد تغییر ذخیره آبخوان از حاصل ضرب متوسط تغییرات طولانی مدت سطح آب آبخوان (اخذ شده از هیدروگراف معرف) در ضریب ذخیره متوسط و مساحت آبخوان بدست می آید.

نتایج بیلان و شواهد هیدروژئولوژی مشخص می‌نماید که آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ فاقد کاهش از ذخیره ثابت آبخوان بوده و بیلان متعادل می‌باشد.

جدول شماره (۵-۳) بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ

وسعت ناحیه بیلان (کیلومترمربع)	تغذیه						تخلیه						تغییرات حجم ذخیره
	جریان زیرزمینی ورودی	نفوذ از بارندگی مستقیم	نفوذ از آبهای سطحی	نفوذ از آب مصرفی کشاورزی	نفوذ از آب شرب و صنعت	جمع تغذیه	تخلیه توسط چاه، چشمه و قنات آبرفتی	زهکشی از آبخوان	تبخیر از آبخوان	جریان زیرزمینی خروجی	جمع تخلیه		
۱۳۹.۸۰	۲۰.۶۳	۱۹.۰۰	۵.۰۰	۱۵.۶۶	۰.۷۵	۶۱.۰۴	۱۵.۸۵	۴۵.۱۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۶۱.۰۴		۰.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

جدول شماره (۵-۴) : میزان تلفات (نفوذ) نسبت به راندمان آبیاری، روش آبیاری و بافت خاک

روش آبیاری	نحوه انجام آبیاری و وضعیت مزرعه	راندمان آبیاری		میانگین نفوذ از آب مصرفی در مزرعه (بر حسب درصد)	
		سنگین	سبک	بافت سنگین	بافت سبک
بارانی	آبیاری روزانه با باد نسبتا" شدید	۶۰	۶۰	۳۰	۳۰
	آبیاری شبانه	۷۰	۷۰	۲۵	۲۵
قطره ای		۸۰	۸۰	۱۵	۱۵
کرتی	تسطیح و کرت بندی نامناسب	۶۰	۴۵	۳۰	۴۰
	به خوبی تسطیح و کرت بندی شده	۷۵	۶۰	۲۰	۳۰
نشتی و نواری	شیب و اندازه نامناسب	۵۵	۴۰	۳۰	۴۰
	شیب و اندازه مناسب	۶۵	۵۰	۲۵	۳۵

بر گرفته شده از نشریه شماره ۳۸ F.A.O

جدول شماره (۵-۵) : رابطه تبخیر از آب زیرزمینی بین عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت طبق روش منحنی وایت

عمق سطح آب زیرزمینی (متر)	نسبت تبخیر از آب زیرزمینی به تبخیر از طشت (درصد)
۰/۲۵	۳۰
۰/۵	۱۷
۰/۷۵	۱۰
۱/۰	۸
۱/۵	۶
۲/۰	۴
۳/۰	۲
بین ۴ تا ۵	۱

۵-۱-۳- بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ

معادله کلی بیلان عمومی آب بصورت زیر می باشد.

$$(P+Q_{Rin}+Q_{Gin}+Q_{Im}+Q_{Ru}) - (Q_{Er}+Q_{Es}+Q_{Eg}+Q_{Us}+Q_{ROut}+Q_{GOut}+Q_{Ex}) = \pm(\Delta V_s+\Delta V_g)$$

P = حجم بارش بر سطح محدوده مطالعاتی

Q_{Rin} = جریان سطحی ورودی (از محدوده بالا دست)

Q_{Gin} = جریان زیرزمینی ورودی

Q_{Im} = آبهای انتقالی از خارج به محدوده مطالعاتی

Q_{Ru} = آب برگشتی از مصارف به جریانهای سطحی و نفوذ به آبخوانها

Q_{Er} = تبخیر و تعرق حقیقی (تبخیر از بارندگی)

Q_{Es} = تبخیر از سطح آزاد آب (از دریاچه های طبیعی و مصنوعی یا سدها)

Q_{Eg} = تبخیر از آب زیرزمینی

Q_{Us} = آب مصرفی کشاورزی، شرب و صنعت

Q_{Rout} = جریان سطحی خروجی از محدوده

Q_{Gout} = جریان زیرزمینی خروجی

Q_{Ex} = آب انتقال داده شده از محدوده به خارج

ΔV_s = تغییر حجم ذخایر آب سطحی (مثل دریاچه پشت سدها و دریاچه ها)

ΔV_g = تغییر حجم ذخیره آب زیرزمینی

متغییرهای داخل پرانتز اول آبهای ورودی به محدوده مطالعاتی و متغییرهای داخل پرانتـز دوم آبهای خروجی بوده که موازنه بین آنها در حالت تعادل برابر صفر و در حالت غیر تعادل برابر بـا تغییرات در ذخایر ثابت آبهای سطحی و زیرزمینی می شود.

نتایج بیلان عمومی آب محدوده مطالعـاتی چلگـرد ــ قلعـه شـاهرخ در جـدول شـماره (۵-۶) منعکس می باشد.

۵-۱-۳-۱- عوامل ورودی (آبهای ورودی به محدوده)

آبهایی که بنحوی وارد محدوده مطالعاتی می شوند عوامل ورودی بیلان می باشد.

- بارندگی (P) :

حجم بارندگی بر روی سطح محدوده مطالعاتی همانطور که در مبحث بیلان هیدروکلیماتولوژی گفته شد با استفاده از نقشه هم باران و مساحت ارتفاعات و دشت محاسبه می شود.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ حجم بارش متوسط سالانه بر سطح ارتفاعات برابر ۹۵۴/۵ میلیون متر مکعب و حجم بارش متوسط سالانه بر سطح دشت ۱۳۴/۹ میلیون متر مکعب جمعاً ۱۰۸۹/۴ میلیون متر مکعب در سال در سطح محدود مطالعاتی بدست آمده است.

- جریانهای سطحی ورودی و انتقالی به محدوده مطالعاتی (Q_{Rin} و Q_{Im}) :

جریانهای سطحی ورودی (Q_{Rin}) بصورت (ثقلی) از محدوده بالا دست وارد می شود و آبهای سطحی انتقالی (Q_{Im}) انتقال آب از خارج محدوده است که به هر شکل ار جمله یک سد به محدوده مطالعاتی انتقال می یابد.

به محدوده مطالعاتی چلگرد ــ قلعه شاهرخ جریان سطحی ورودی به حالت طبیعی از محدوده‌های مجاور وارد نمی شود ولی آب سطحی انتقالی به این محدوده از سرشاخه کارون توسط تونلهای ۱ و ۲ (همراه با ماربران) کوهرنگ بطور متوسط ۵۹۰ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد.

- جریان زیرزمینی ورودی (Q_{Gin})

جریان زیرزمینی از دشت بالا دست وارد می شود و مقدار آن با استفاده از معادله دارسی محاسبه می گردد. جریان زیرزمینی می تواند از طریق آبخوانهای آبرفتی محدوده بالا دست یا سازند سخت ارتفاعات وارد محدوده شود.

به محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ میزان جریان زیرزمینی ورودی از محدوده‌های مجاور وارد نمی‌شود.

- آب برگشتی از مصارف (Q_{Ru})

بخشی از آبهای مصرفی کشاورزی، شرب و صنعت که به صورت پساب وارد جریانهای سطحی شده یا نفوذ می نماید آب برگشتی از مصارف نامیده می شود و به شکلی که در مورد بیلان آبخوان گفته شد محاسبه یا برآورد می شود. این عامل می تواند از عوامل ورودی حذف شود با این شرط که در عوامل خروجی نیز تنها مصرف خالص یعنی مصارف منهای آب برگشتی منظور گردد. برای هماهنگی با نمودار چرخه آب محدوده و روشن شدن بیشتر، این دو عامل بصورت مجزا در دو طرف معادله بیلان آمده است.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ طبق بیلان آبخوان آبرفتی آب نفوذ یافته به آبخوان از مصارف برابر ۱۶/۴۱ میلیون متر مکعب ولی آب برگشتی به رودخانه و منابع آب زیرزمینی خارج از آبخوان بویژه از مصارف ارتفاعات برابر ۱۵/۱ میلیون متر مکعب برآورد شده که جمعا" ۳۱/۵۱ میلیون متر مکعب در سال می شود.

۵-۱-۳-۲- عوامل خروجی (آبهای خروجی از محدوده)

آبهایی که به نحوی مانند جریانهای خروجی، تبخیر و تعرق و مصارف از محدوده خارج می شوند عوامل خروجی بیلان هستند.

- تبخیر و تعرق

تبخیر و تعرق از مجموع آبهای موجود یک محدوده مطالعاتی به شکل های متفاوت صورت می گیرد که عبارتند از :

تبخیر و تعرق حقیقی (Q_{Er}) : حجم تبخیر از بارندگی می باشد که در بیلان هیدروکلیماتولوژی نحوه محاسبه آن بیان گردیده است.

میزان تبخیر و تعرق حقیقی در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برابر ۳۲۷/۴ میلیون متر مکعب در سال است که ۲۷/۵ درصد از بارش در ارتفاعات و ۴۸ درصد از بارندگی دشت صورت می گیرد.

تبخیر از سطح آزاد آب (Q_{Es}) : حجم تبخیر از سطح دریاچه های طبیعی و مصنوعی مثل دریاچه پشت سد می باشد. با در دست بودن اطلاعات تبخیر از طشت، تبخیر از سطح آزاد آب از معادله زیر حاصل می شود.

$E_S = K \times E_{pan}$

که E_{pan} = تبخیر از طشت و K ضریبی است که برای طشت کلاس A حدود ۰/۷۰ می باشد. در این محدوده مطالعاتی دریاچه طبیعی یا مصنوعی که تبخیر از سطح آزاد آن صورت بگیرد وجود ندارد.

تبخیر از آب زیرزمینی (Q_{Eg}) : حجم تبخیر از آب زیرزمینی از قسمتهایی که سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک می باشد در بخش بیلان آبخوان گفته شد که از چند طریق از جمله استفاده از منحنی وایت محاسبه می شود.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ تبخیر از آب زیرزمینی وجود ندارد.

- مصارف آب (Q_{Us})

مصارف آب مجموع آبها, شامل آبهای سطحی و زیرزمینی محدوده و یا انتقالی می باشد که به مصرف کشاورزی، شرب و صنعت می رسد و همانطور که گفته شد چنانچه آب برگشتی از مصارف به رودخانه و آبخوان، در عوامل ورودی حذف شود، در این حالت نیز می توان تنها مصرف خالص که جزئی از تبخیر و تعرق ها به حساب می آید بکار رود (مصرف خالص برابر است با کل مصارف منهای آبهای برگشتی از آن)

چون در نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی این دو عامل در ورودیها و خروجی ها دیده شده لذا در بیلان عمومی آب هم هر دو عامل آورده شده است.

مجموع مصارف آب در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برابر ۹۲/۸۵ میلیون متر مکعب در سال است که ۹۸/۲ درصد برای کشاورزی ۱/۷ درصد برای شرب و ۰/۱ درصد برای صنعت استفاده می شود.

مجموع مصارف در دشت این محدوده مطالعاتی ۵۳/۲۶ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده و در ارتفاعات و خارج از آبخوان که اطلاعات کمتری در دسترس است ۳۹/۵۹ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است.

- جریان سطحی خروجی (Q_{ROut})

جریان سطحی خروجی توسط رودخانه ها از انتهای محدوده مطالعاتی به محدوده پایین دست با در نظر گرفتن اندازه گیری در ایستگاه هیدرومتری ناحیه خروجی محاسبه می شود. میزان جریان سطحی خروجی از محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برابر ۱۲۹۰/۶۶ میلیون متر مکعب در سال براساس بیلان بدست آمده که به محدوده مطالعاتی یان چشمه (سد زاینده رود) جریان می یابد.

- جریان زیرزمینی خروجی (Q_{GOut})

حجم جریان آب زیرزمینی از آبخوان دشت بالا دست به دشت پایین دست با استفاده از معادله دارسی محاسبه می شود. در معدودی محدوده ها از طریق سازندهای سخت نیز جریان زیرزمینی صورت می گیرد.

از محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ جریان زیرزمینی خروجی وجود ندارد و خروجی از آبخوان در ناحیه خروجی دشت به صورت زه آب می‌باشد.

- آب انتقالی از محدوده (Q_{Ex})

آب انتقالی که می توان آن را آب صادراتی از محدوده نیز نامید در معدودی محدوده ها وجود دارد.

از محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ آب به محدوده های مطالعاتی مجاور انتقال نمی‌یابد.

۵-۱-۳-۳- تغییرات حجم ذخیره (ΔVs و ΔVg)

تغییرات حجم ذخیره می تواند در ذخیره ثابت مخازن آب سطحی مانند دریاچه طبیعی و یا مصنوعی مثل دریاچه پشت سدها تالاب و برکه ها ایجاد شود و یا در ذخیره ثابت مخازن آب زیرزمینی (آبخوانها) بوجود آید. مقدار تغییر ذخیره در مخازن آب سطحی (ΔVs) از حاصل ضرب متوسط تغییر سطح آب در طول زمان از دریاچه (مثل دریاچه پشت سد) در وسعت آن بدست می آید.

مقدار تغییر ذخیره ثابت آب زیرزمینی (ΔVg) از حاصل ضرب متوسط سالانه تغییر در هیدروگراف معرف تغییرات سطح آب آبخوان در ضریب ذخیره متوسط و وسعت آبخوان حاصل می شود.

زمانی که بیلان آب یک محدوده حالت تعادل داشته باشد تغییرات حجم ذخایر ثابت معادل صفر یا با تغییراتی جزئی در طول زمان بوده، ولی در محدوده هایی که برای طولانی مدت مجموع آبهای خروجی بویژه بهره برداری از آبخوانها بیش از مجموع آبهای ورودی باشد با اضافه برداشت از ذخائر سدها، آبخوان و کاهش ذخیره ثابت دریاچه های موجود مواجه می گردد.

در هر حال مقادیر تغییر در ذخایر ثابت آبهای سطحی و زیرزمینی بایستی با موازنه بین عوامل ورودی و عوامل خروجی بیلان آب همسان باشد.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ کاهش از حجم ذخیره ثابت منابع آب سطحی و زیرزمینی وجود ندارد.

جدول شماره (۵-۶) بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ

ورودی ها														تغییرات حجم ذخیره	
حجم بارش		جریان سطحی ورودی	جریان زیرزمینی ورودی	آبهای انتقالی به محدوده	آب برگشتی از مصارف	جمع	تبخیر و تعرق			مصارف آب	جریان سطحی خروجی	جریان زیرزمینی خروجی	آبهای انتقالی از محدوده	جمع	مخازن آب سطحی	آبخوان آبرفتی
ارتفاعات	دشت						از بارندگی	از آب آزاد	از آبخوان							
۹۵۴.۵۰	۱۳۴.۹۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۵۹۰.۰۰	۳۱.۵۱	۱۷۱۰.۹۱	۳۲۷.۴۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۹۲.۸۵	۱۲۹۰.۶۶	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۷۱۰.۹۱	۰.۰۰	۰.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

۵-۱-۳- ۴- نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی

نوعی از بیلان آب محدوده مطالعاتی بصورت یک نمودار با نام نمودار چرخه آب در محدوده مطالعاتی نشان داده شده است. متغییر های بکار رفته در این نمودار از بالا به پایین به شرح زیر است.

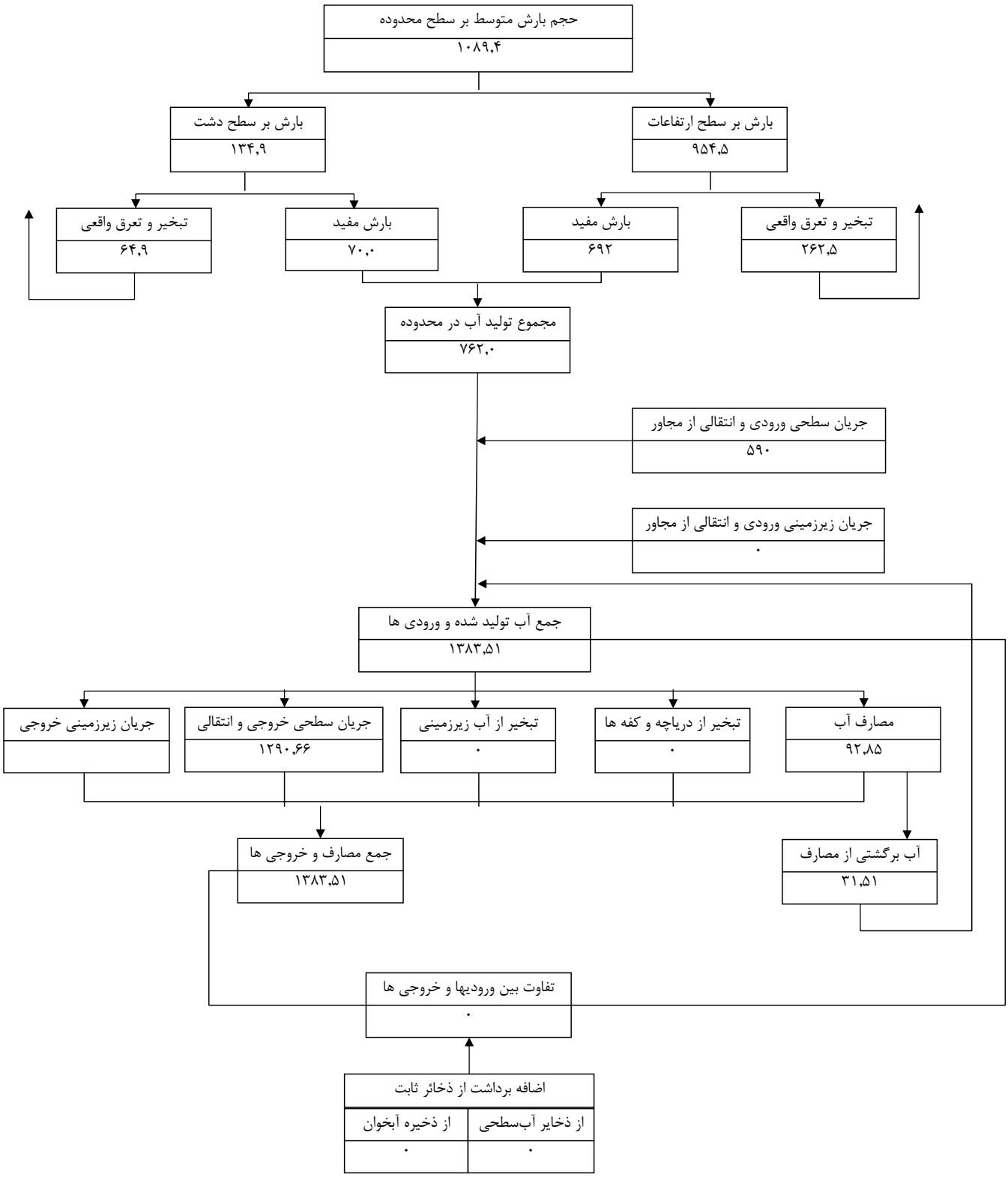
در چهار گوش بالایی مجموع حجم بارش در یک سال متوسط بر سطح محدوده مطالعاتی آورده شده است. این بارش به دو بخش بارش بر سطح ارتفاعات و بارش بر سطح دشت تقسیم می شود. هر یک از این دو بارش خود به دو بخش، تبخیر و تعرق واقعی از بارندگی و بارش مفید که شامل جریان سطحی و نفوذ یا تغذیه آب زیرزمینی است تقسیم می شود. مجموع بارش مفید این دو چهار گوش (ارتفاعات و دشت) آب تولید شده در محدوده ا ز بارش را نشان می دهد که در یک چهارگوش آورده شده است. در هر محدوده مطالعاتی ممکن است جریان سطحی از محدوده بالا دست وارد شود و احتمالا" آب به آن انتقال داده شود، همچنین جریان زیرزمینی از دشت بالا دست وارد محدوده شود یا آب چاه ها یا قنات و چشمه برای مصرف به آن انتقال یابد که در دو چهارگوش سمت راست نشان داده شده است ضمنا" بخشی از آبهای مصرفی در محدوده مجددا" بصورت پساب وارد جریان سطحی و عمدتا" آبخوان محدوده مطالعاتی برگشت می نماید.

مجموع آب تولید شده در محدوده همراه با جریانهای سطحی و زیرزمینی ورودی یا انتقالی و آب برگشتی مصارف جمع آب تولید شده و ورودیها را نشان می دهد که در چهار گوشی در وسط صفحه نشان داده شده است، این آبها بخشی به مصارف کشاورزی، شرب و صنعت می رسد، بخشی از سطح دریاچه های طبیعی و مصنوعی (در صورت وجود) و یا برکه تبخیر می شود، بخشی هم از سفره آب زیرزمینی که عمق سطح آب به سطح زمین نزدیک باشد تبخیر می گردد و بخشهایی نیز بصورت جریانهای سطحی و زیرزمینی بصورت ثقلی خارج شده و یا احتمالا" انتقال داده می شود که در ۵ چهار گوش نمایش داده شده است. مجموع حجم آب این ۵ چهار گوش جمع مصارف و عوامل خروجی را تشکیل می دهد که در یک چهار گوش با همین نام مشخص گردیده است.

در چهار گوش ماقبل آخر نمودار، نتیجه مقایسه مجموع حجم آبهای تولید شده و ورودیهای محدوده با مجموع آبهای مصارف و خروجی ها مشخص شده است, چنانچه بیلان متعادل باشد تفاوت بین این دو بایستی برابر صفر باشد و اگر مجموع خروجی ها بویژه در ارتباط با آب برداشت شده برای مصارف بیش از مجموع ورودیها و آب تولید شده باشد به عبارت دیگر بیلان آب محدوده منفی باشد، مقدار حجم آب حاصل شده از تفاوت این دو گروه با علامت منفی در چهار گوش تفاوت بین ورودیها و خروجی ها نشان داده می شود آنچه به کمک ورودی برای جبران این کمبود می آید اضافه برداشت از ذخائر ثابت آب سطحی (مثل سدها) و بخصوص اضافه برداشت از ذخیره ثابت آبخوان آبرفتی می باشد که مقادیر این دو در چهار گوش زیرین مشخص گردیده است.

در این نمودار ارتباط بین عوامل مختلف آبهای ورودی و خروجی با فلش نشان داده شده است. همانطور که در نمودار ملاحظه می شود مجموع آب تولید شده و ورودیها (آب تازه) به محدوده مطالعاتی ۱۳۵۲ میلیون متر مکعب بوده که با احتساب ۳۱/۵۱ میلیون متر مکعب آب برگشتی ناشی از مصارف مختلف حجم آن به ۱۳۸۳/۵۱ میلیون متر مکعب می رسد. میزان مصرف آب در سطح محدوده مطالعاتی حدود ۹۲/۸۵ میلیون متر مکعب بوده و تبخیر از سطح آزاد آب و تبخیر از آب زیرزمینی و نیز خروجی آب زیرزمینی نیز به ترتیب ۰/۰ ، ۰/۰ و ۰/۰ میلیون متر مکعب و حجم آب سطحی خروجی از محدوده نیز ۱۲۹۰/۶۶ میلیون متر مکعب می باشد. به این ترتیب ملاحظه میگرددکه مجموع مصارف و خروجی‌ها ۱۳۸۳/۵۱ میلیون متر مکعب می باشد که در مقایسه با کل آب موجود در محدوده (با احتساب آب برگشتی از مصارف) متعادل می باشد.

نمودار چرخه آب در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ



ارقام به میلیون متر مکعب در سال

۵-۲- امکانات و محدودیت های توسعه بهره برداری از منابع آب

وسعت محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برابر ۱۴۸۸ کیلومتر مربع است که از آبخوان آبرفتی آن توسط ۴۴ حلقه چاه، ۱۱۷ دهنه چشمه و ۱۴ رشته قنات ۱۵/۸۵ میلیون متر مکعب در سال تخلیه و برداشت صورت می گیرد. از مخازن سازند سخت ارتفاعات نیز حدود ۱۶۳/۹ میلیون متر مکعب در سال توسط ۱۰۸۲ دهنه چشمه و تعداد ۱۱ حلقه چاه تخلیه می شود ضمنا" از پهنه های آبرفتی حاشیه رودخانه های ارتفاعات هم توسط ۱۰ حلقه چاه، ۸۰ رشته قنات و ۲۵۸ دهنه چشمه ۳۴/۴۶ میلیون متر مکعب تخلیه سالانه صورت می گیرد. بنابراین مجموع تخلیه و برداشت آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی ۲۱۴/۲۳ میلیون متر مکعب در سال می باشد، مجموع مصارف در این محدوده ۹۲/۸۵ میلیون متر مکعب در سال است ۷۹ درصد آن از جریانهای سطحی و چشمه ها و ۲۱ درصد از منابع آب زیرزمینی تامین می شود.

۵-۲-۱- امکانات توسعه بهره برداری

امکانات توسعه بهره برداری از آبخوانهای آبرفتی و مخازن سازند سخت با توجه به نتایج بیلان آب زیرزمینی و بیلان عمومی آب محدوده، شرایط زمین شناسی از لحاظ تاثیر کمی سازندها بر منابع آب و اثر شور کننده سازندها تعیین می شود.

امکان توسعه بهره برداری از جریانهای سطحی با کنترل آن توسط سد براساس میزان آب سطحی تولید شده در محدوده مقدار جریان سطحی ورودی و با در نظر گرفتن این موضوع که آب سطحی خروجی در پایین دست بصورت سد کنترل و مصرف نمی شود برآورد می گردد.

با تعیین میزان توسعه بهره برداری از آبخوانهایی که بیلان آنها متعادل بوده و برآورد مقدار کاهش از برداشت فعلی به منظور تعادل بخشی در آبخوانهایی که بیلان آنها منفی است میزان برداشت مجاز یا مطمئن حاصل می گردد بنابراین برداشت مجاز از یک آبخوان مقدار برداشتی است که در طولانی مدت زیان و اثرات نامطلوب کمی و کیفی بر جای نگذارد.

براساس آنچه که در فوق گفته شد در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ برای آبخوان آبرفتی با توجه به نتایج بیلان و حجم ذخیره آبخوان، توسعه بهره برداری برابر ۴ میلیون

مترمکعب توصیه می‌شود. در نتیجه میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی این محدوده تا حدود ۲۰ میلیون متر مکعب در سال برآورد می گردد.

از مخازن سازند سخت این محدوده مطالعاتی نیز با توجه به گسترش سازند های سخت کربناته کارستیک و تغذیه مناسب آن توسعه بهره برداری با حفر چاه برابر ۴ میلیون مترمکعب پیشنهاد شده که با ۰/۷۳ میلیون برداشت فعلی میزان بهره برداری از سازندسخت توسط چاه ۴/۷۳ میلیون مترمکعب می‌تواند برسد. بنابراین تخلیه و برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی و مخازن سازند سخت مجموعا" ۲۴/۵۸ میلیون متر مکعب در سال و تخلیه و برداشت توسط چاه و قناتهای نواحی آبرفتی خارج از آبخوان نیز ۲۳/۱۰ میلیون متر مکعب در سال می باشد در نتیجه جمع محدوده مطالعاتی ۴۷/۶۸ میلیون متر مکعب می گردد.

از جریانهای سطحی محدوده مطالعاتی با توجه به اینکه عمده آن به مصرف می رسد و یا به پشت سد زاینده رود جریان می‌یابد تنها در صورت نیاز برای کمک به سد زاینده رود در حالت انتقال آب زیادتر می‌توان تا بیش از ۱۰۰ میلیون مترمکعب را با ایجاد سد کنترل نمود (توضیح اینکه محل سد مکان یابی نشده و تنها برآورد می باشد)

توضیح اینکه تخلیه چشمه های ارتفاعات چون در مصرف با آب سطحی دیده شده در برداشت مجاز از آب زیرزمینی به حساب نیامده است.

۵-۲-۲- محدودیت های توسعه بهره برداری

محدودیت ها در توسعه بهره برداری آب زیرزمینی می تواند از نظر کمی باشد یا کیفی، محدودیت کمی مربوط به محدوده هایی می باشد که بیلان آنها منفی است یا به عبارت دیگر میزان جمع عوامل ورودی آب کمتر از جمع عوامل خروجی آب بویژه برداشت و مصرف است که در نتیجه برای کمک به کمبودهای نیاز آبی بهره برداری از ذخائر ثابت آب زیرزمینی و سطحی صورت می گیرد و این ذخائر با کاهش حجم مواجه می شوند در این حالت امکان توسعه بهره برداری به لحاظ وضعیت کمی آب نه تنها در این محدوده ها وجود ندارد بلکه بایستی از مقدار بهره برداری فعلی نیز کاسته شود.

محدودیت ها از نظر کیفی معمولا" مربوط به وجود یک یا چند عامل مخرب در کیفیت آب می باشد این عامل می تواند یک سازند شور کننده مثل گنبد نمکی یا سازندهای حاوی گچ و نمک

زیاد باشد که با گذر آب از این سازندها بر میزان شوری آب سطحی و زیرزمینی به شدت افزوده شده و آب را برای استفاده نا مناسب می نماید، عامل دیگر شوری می تواند دریا یا دریاچه آب شور باشد که تاثیر جانبی بر شوری آب بویژه آبخوانها ایجاد می نماید، همچنین بالا رفتن شوری آب زیرزمینی در نواحی انتهایی دشتها که حرکت جریان زیرزمینی بعلت دانه ریزی آبرفت بسیار کند شده و با تبخیر از آب زیرزمینی بر غلظت املاح افزوده می شود نیز می تواند بعنوان عامل محدودیت کیفی در برداشت از آب این نواحی را ایجاد نماید.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ با توجه به وضعیت بسیار مناسب تغذیه آبخوان ولی حجم ذخیره محدود فقط به مقدار ۴ تا ۵ میلیون توسعه پیشنهاد شده به عبارت دیگر از لحاظ افت سطح آب زیرزمینی محدودیت ندارد بلکه از نظر حجم ذخیره محدود است.

از نظر کیفی سازندهای شورکننده که تاثیر محسوسی بر کیفیت آب داشته باشد گرچه ۲۴ کیلومترمربع وسعت دارد ولی با بارش زیاد و تجدید مرتب آب از لحاظ کیفی محدودیت ندارد و آب این محدوده مطالعاتی برای هر نوع مصرفی مناسب می‌باشد.

۵-۲-۳- برآورد حجم ذخائر آب

براساس نتایج بیلان هیدروکلیماتولوژی آب زیرزمینی و بیلان آب محدوده مطالعاتی وسعت و حجم ذخیره مخازن آبهای سطحی (آب شیرین) وضعیت زمین شناسی محدوده مطالعاتی، وسعت و ضخامت تقریبی سازندهای سخت درز و شکاف دار و وسعت، ضخامت و ضریب ذخیره متوسط آبخوانهای آبرفتی میزان ذخیره کل مخازن آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی برآورد شده است، برای محاسبه ذخیره تجدید شونده در مورد آبهای سطحی حجم آبی که بطور متوسط سالانه از سدها، تالابها و آبندها مورد استفاده قرار می گیرد منظور گردیده، در مورد آبخوان های آبرفتی میزان تغذیه سالانه آنها (متوسط طولانی مدت) ذخیره تجدید شونده می باشد و در مورد مخازن سازند سخت نفوذ از بارندگی در ارتفاعات و یا مجموع تخلیه متوسط سالانه چشمه ها و تغذیه جانبی آبخوانهای آبرفتی ذخیره تجدید شونده مخازن آب در سازند سخت است.

در محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ سد احداث نشده است. برای آبخوان آبرفتی با توجه به وسعت آن برابر ۱۳۹/۸ کیلومتر مربع، ضخامت متوسط ۵۰ متـر و ضـریب ذخیـره ۴ درصـد حجم کل ذخیره برابر ۲۸۰ میلیون متر مکعب محاسبه شـده کـه ۶۱ میلیـون متـر مکعـب آن تجدید شونده سالانه می باشد، تعیین حجم ذخیره کل و ثابت سازندهای سخت بعلت نیـاز بـه وسعت، ضخامت و درصد درز و شکاف سازندهای کربناته کارستیک و نفوذپذیر مشکل بوده لـذا تنها حجم ذخیره تجدید شونده سازندها براساس مقادیر تخلیـه چـشمه هـای سـازند سـخت و تغذیه آبخوان آبرفتی برابر ۲۰۵/۰ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

جدول شماره (۵-۷) امکانات توسعه بهره برداری منابع آب و میزان برداشت مجاز محدوده مطالعاتی چلگرد-قلعه شاهرخ

تخلیه و برداشت فعلی از آبخوان آبرفتی	امکان توسعه بهره برداری آبخوان آبرفتی	لزوم کاهش از بهره برداری آبخوان آبرفتی	برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی	برداشت فعلی از مخازن سازند سخت توسط چاه	امکان توسعه بهره برداری از سازند سخت	برداشت مجاز از مخازن سازند سخت توسط چاه	تخلیه و برداشت از نواحی آبرفتی خارج از آبخوان آبرفتی توسط چاه و قنات	مجموع تخلیه و برداشت مجاز از آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی	منابع آب سطحی قابل کنترل
۱۵.۷۵	۴.۰۰	۰.۰۰	۱۹.۷۵	۰.۷۳	۴.۰۰	۴.۷۳	۲۳.۱۰	۴۷.۶۸	۱۰۰.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

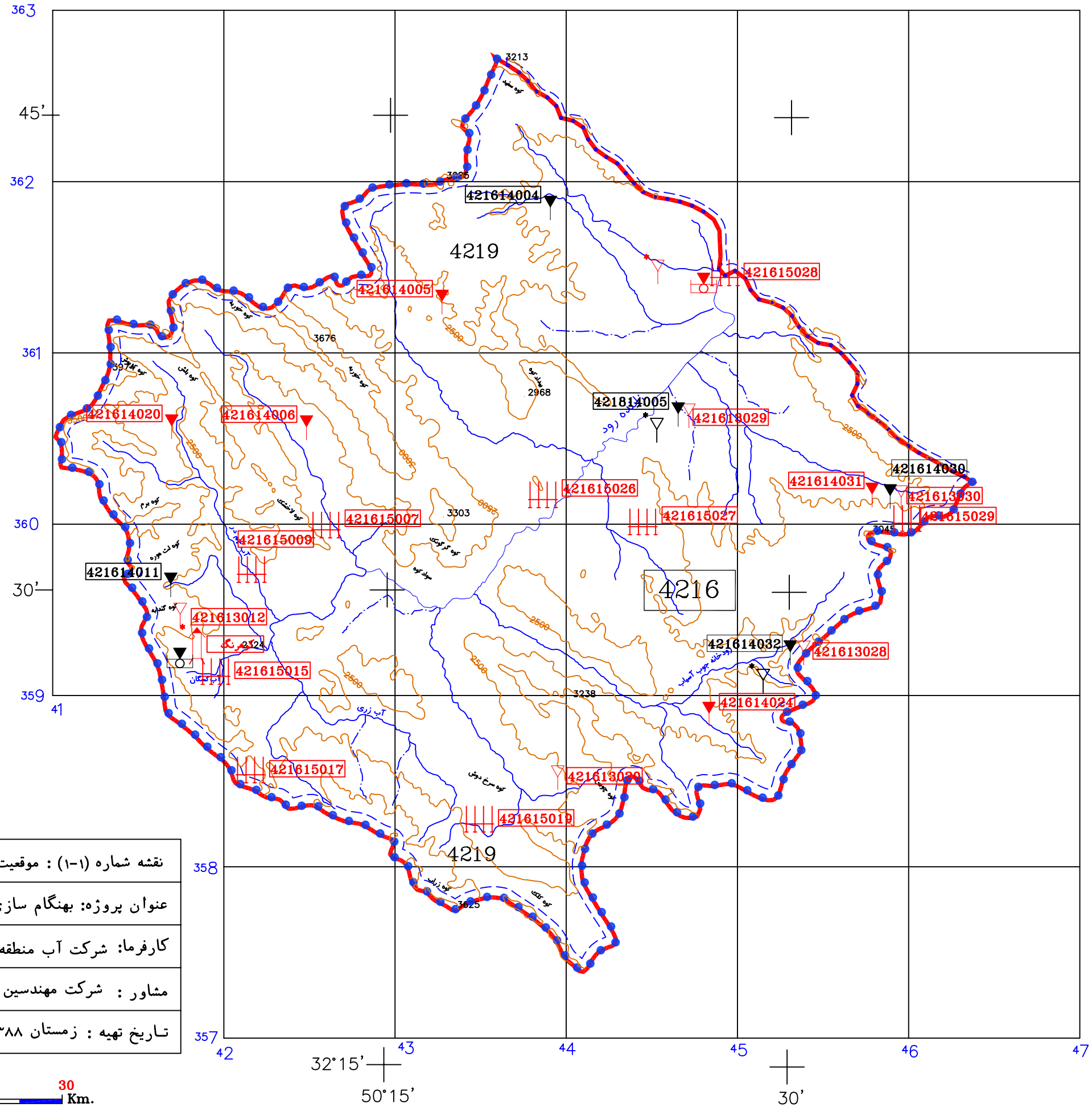
- تخلیه چشمه های ارتفاعات چون با آب سطحی دیده شده در برداشت مجاز آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی به حساب نیامده است.

جدول شماره (۵-۸) برآورد حجم ذخائر آب محدوده مطالعاتی چلگرد ـ قلعه شاهرخ

ذخائر آب سطحی		آبخوان آبرفتی							مخازن سخت		
حجم کل	حجم مفید تجدید شونده	وسعت (کیلومترمربع)	ضخامت متوسط (متر)	ضریب ذخیره متوسط (درصد)	حجم کل ذخیره	ذخیره ثابت	ذخیره تجدید شونده		حجم کل ذخیره	ذخیره ثابت	ذخیره تجدید شونده
–	–	۱۳۹.۸۰	۵۰.۰۰	۴.۰۰	۲۸۰.۰۰	۲۱۹.۰۰	۶۱.۰۰		–	–	۲۰۵.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



علائـــم اختصاصـــی:

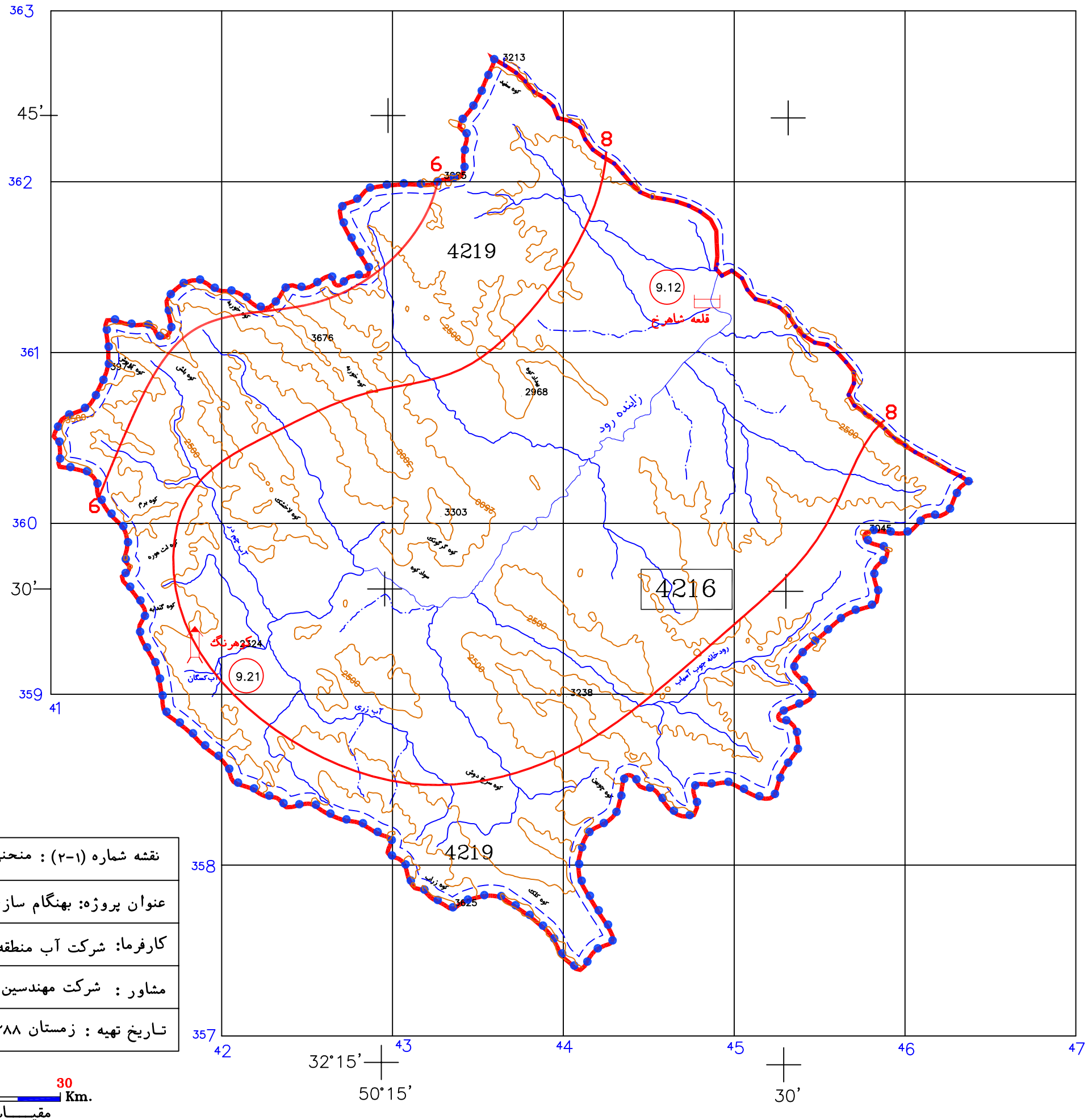
- ایستگاه سینوپتیک
- ایستگاه کلیماتولوژی
- ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثبات
- ایستگاه تبخیرسنجی
- ایستگاه بارانسنج معمولی
- ایستگاه بارانسنج ثبات
- ایستگاه بارانسنج ذخیره ای
- ایستگاه برف سنجی
- 211912001 کد ایستگاه
- ایستگاه های تعطیل
- * ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی

نقشه شماره (۱-۱) : موقعیت ایستگاههای هواشناسی
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



علائـــم اختصاصـــی:

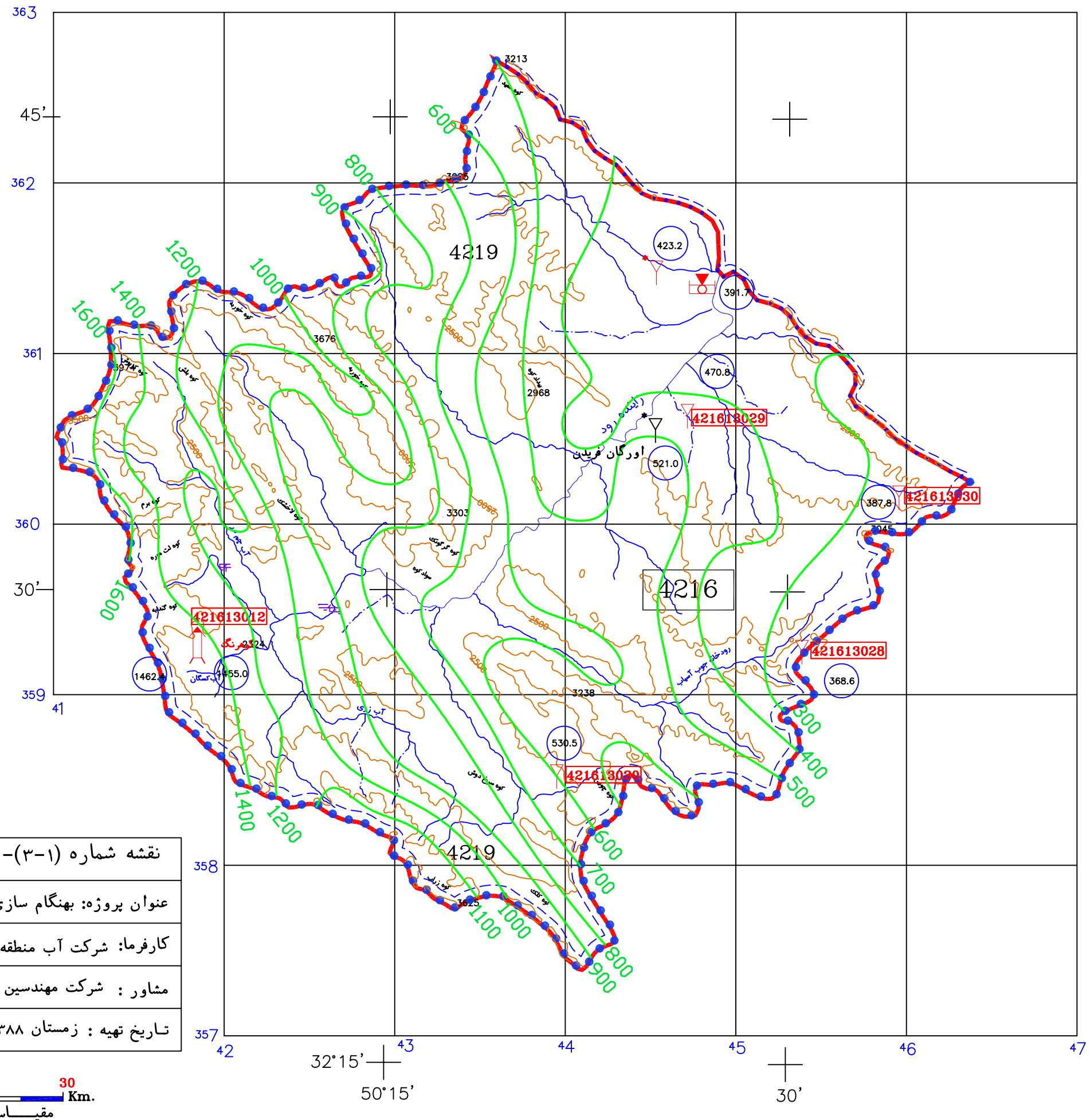
- ایستگاه سینوپتیک
- ایستگاه کلیماتولوژی
- ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثبات
- ایستگاه تبخیرسنجی
- کد ایستگاه — 211912001
- دمای متوسط سالانه (درجه سانتیگراد) — 19.1
- منحنی های هم حرارت — 12
- ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی — *

نقشه شماره (۱-۲) : منحنی های هم دما
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



علائـــم اختصاصـــی:

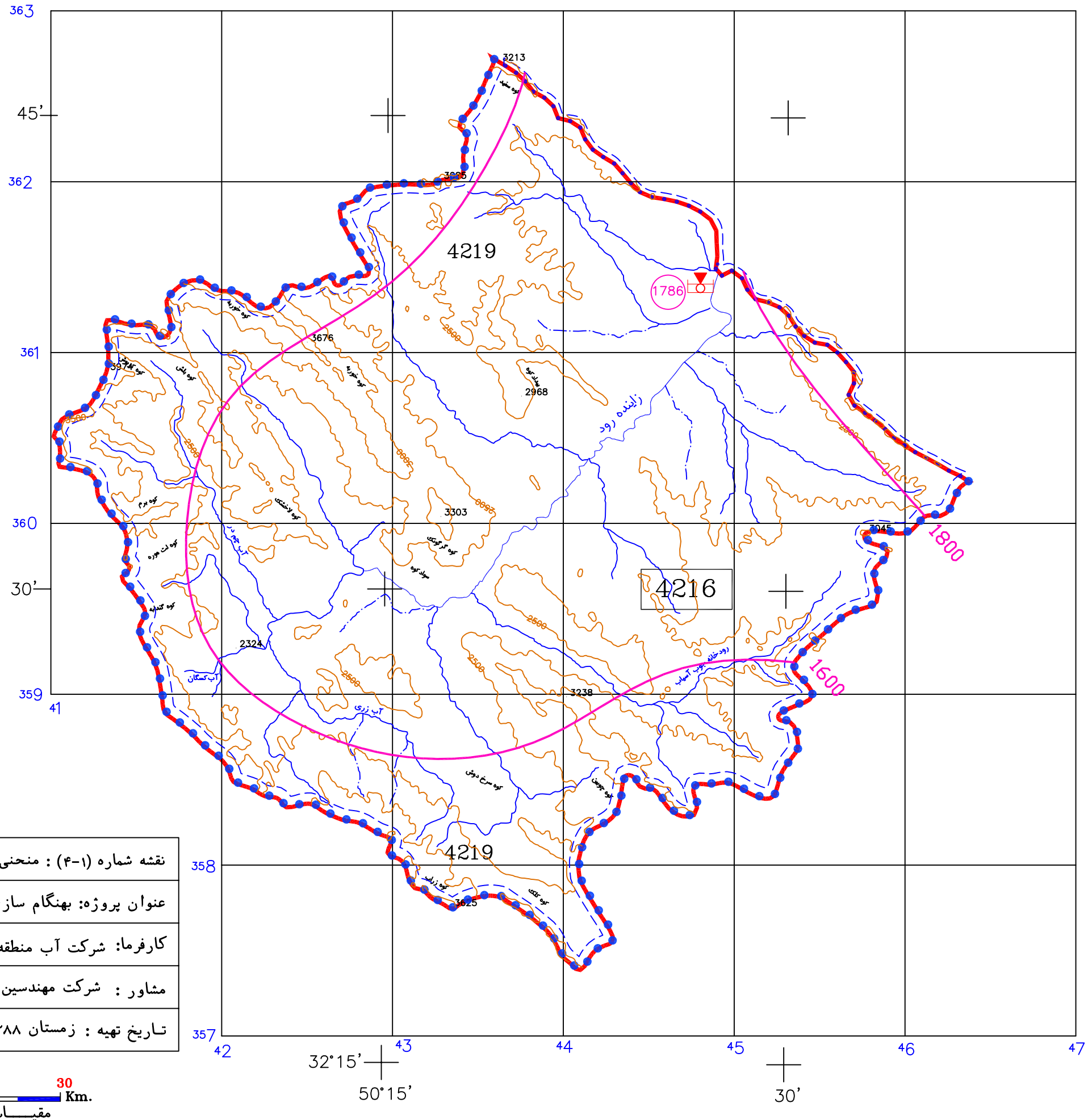
- ایستگاه سینوپتیک
- ایستگاه کلیماتولوژی
- ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثبات
- ایستگاه تبخیرسنجی
- ایستگاه بارانسنج معمولی
- ایستگاه بارانسنج ثبات
- ایستگاه بارانسنج ذخیره ای
- 211912001 کد ایستگاه
- 429.4 متوسط بارندگی سالانه
- 350 منحنی های هم باران
- * ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی

نقشه شماره (۱-۳)- منحنی های هم باران
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



علائـــم اختصاصـی:

ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثبات

ایستگاه تبخیرسنجی

211912001 کد ایستگاه

2021 متوسط تبخیر سالانه (میلیمتر)

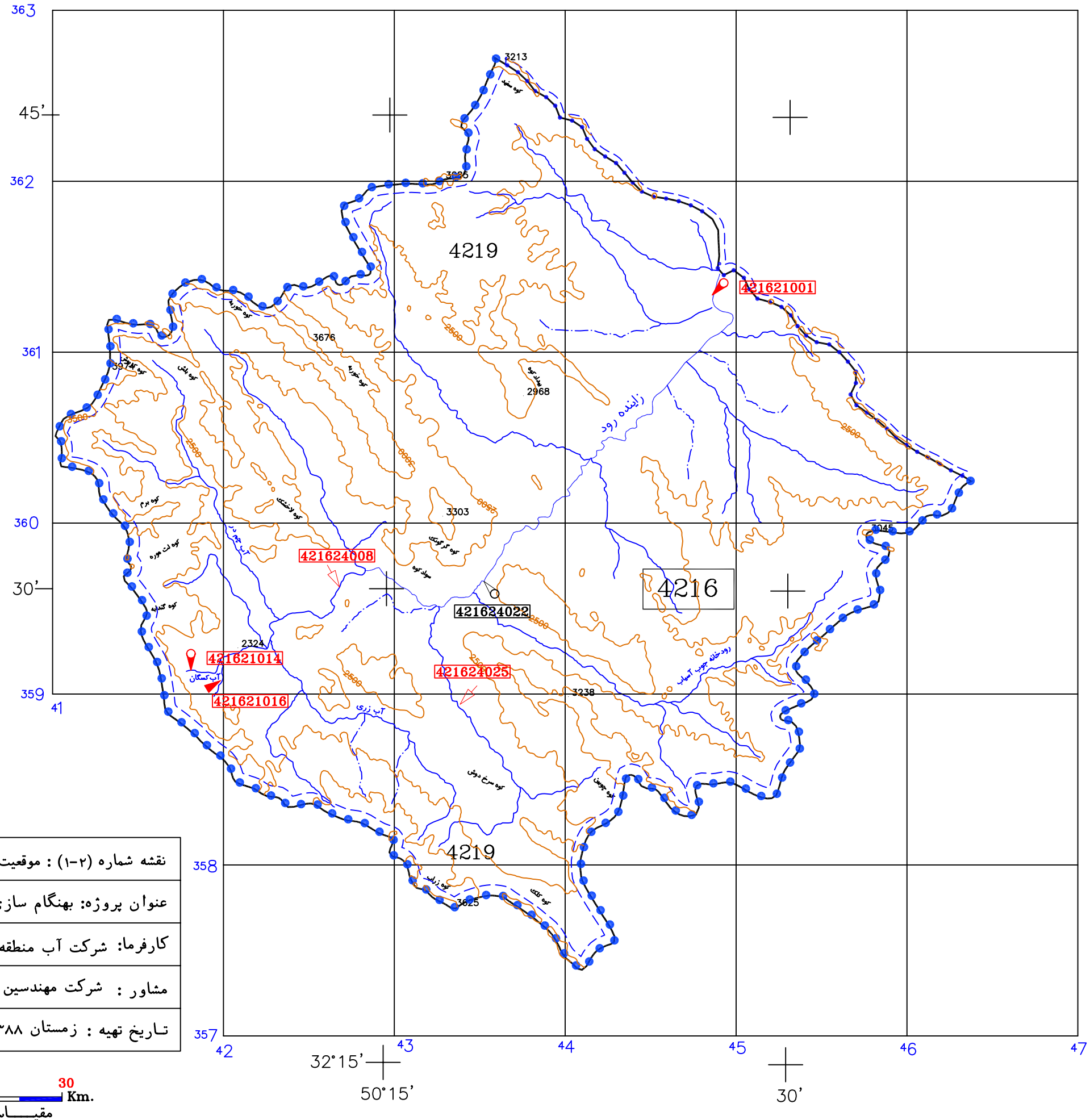
1800 منحنی های هم تبخیر

نقشه شماره (۱-۴) : منحنی های هم تبخیر
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



ایستگاه هیدرومتری دایر

ایستگاه هیدرومتری درجه یک

ایستگاه هیدرومتری درجه دو

ایستگاه هیدرومتری درجه سه

ایستگاه هیدرومتری درجه چهار

ایستگاه هیدرومتری دارای دیتالاگر

ایستگاه هیدرومتری تعطیل شده

ایستگاه هیدرومتری درجه یک

ایستگاه هیدرومتری درجه دو

ایستگاه هیدرومتری درجه سه

ایستگاه هیدرومتری درجه چهار

ایستگاه هیدرومتری دارای دیتالاگر

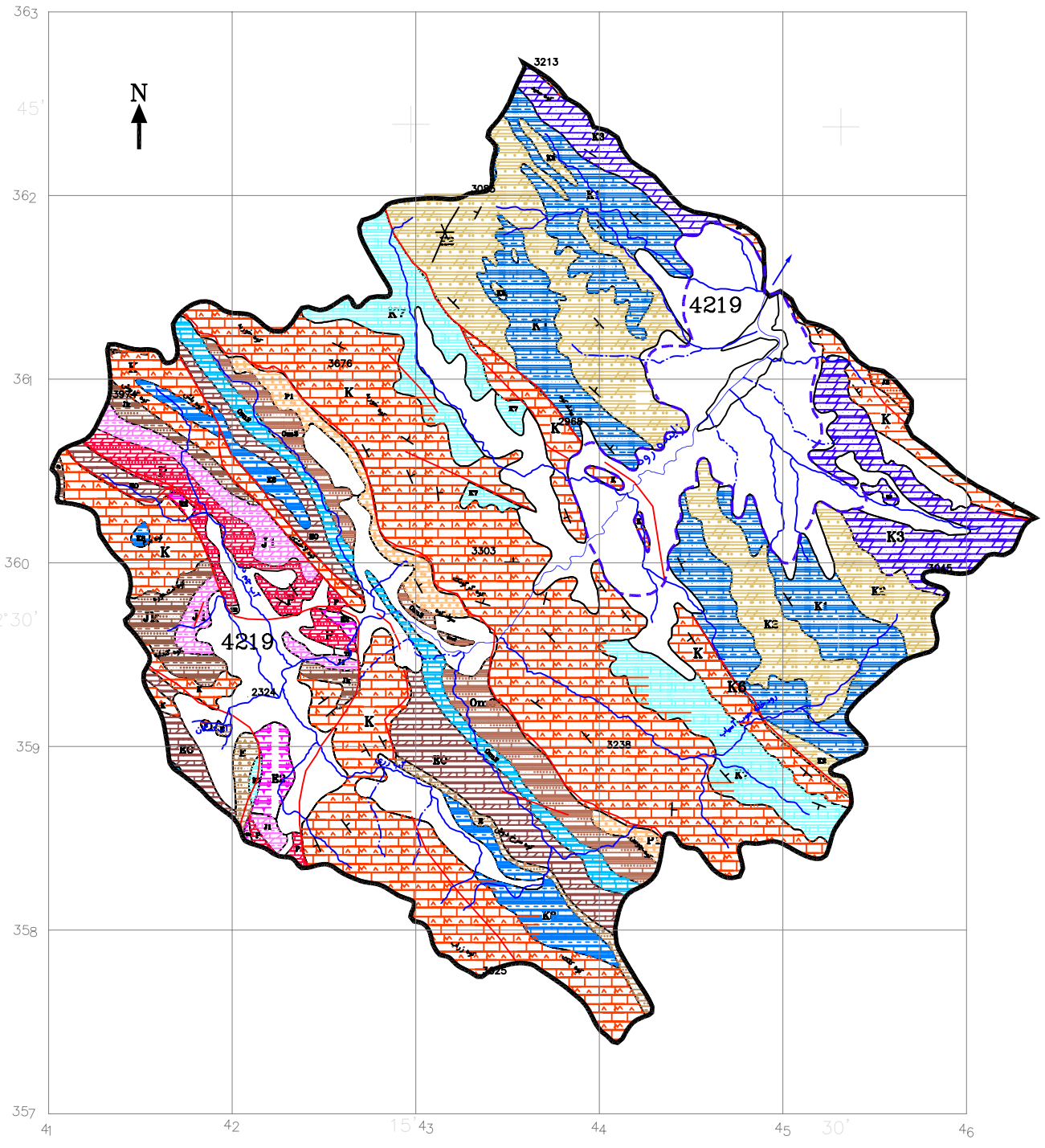
420123009 کد ایستگاه

نقشه شماره (۲-۱) : موقعیت ایستگاههای هیدرومتری
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

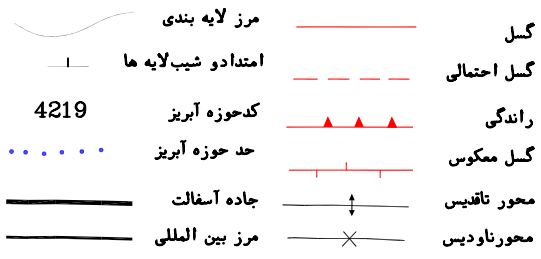
0 5 10 15 20 25 30 Km.

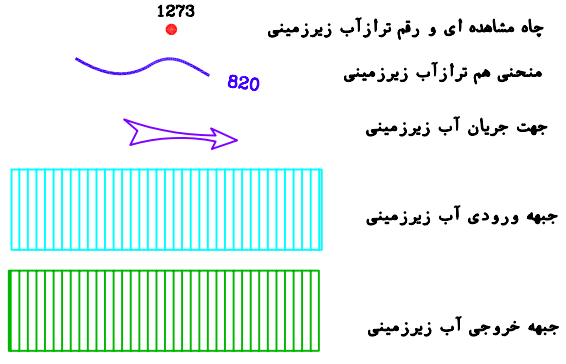
Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶

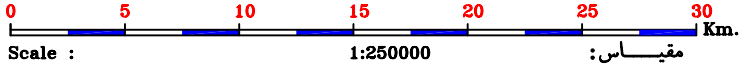


سن	تزیین	علامت	شرح
کواترنر		Q	رسوبات کواترنر
میو-پلیوسن		P1	کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت
الیگو-میوسن		OM3	مارن خاکستری همراه بادرون لایه های ماسه سنگ و آهکهای ماسه ای دارای فسیل کرم
		OM2	آهک مارنی فسیل دار با میان لایه های مارن وآهک ماسه ای -سازند بالایی آسماری
پلیوسن-ائوسن		Eo	آهک سفید نومولیت دار،مارنی و آهک دولومیتی -سازند شهبازان جهرم و آسماری
		E	کنگلومرای قرمز،ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کشکان
کرتاسه		K8	شیل و مارن با میان لایه های آهک مارنی دارای آمونیت و اینوسراموس
		K7	آهک مارنی فسیل دار و لایه های نازک آهک رسی و ماسه ای
		K6	مارنهای آرژیلیتی،شیلهای سیاه رنگ با میان لایه های سنگ آهک آمونیت دار و اربیتولین دار
		K3	آهک نازک لایه رس
		K2	آهک ریفی اسفنج دار،آهک ماسه ای با میان لایه های شیل
		K1	ماسه سنگ و شیل قرمزبامیان لایه های نازک آهک رسی ،کنگلومرا و ماسه سنگ کنگلومرایی
		K	آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری
		Jk	شیل با میان لایه های ماسه سنگ وآهک آمونیت دار با میان لایه های چرت داردربخش میانی و آهک مارنی در بخش بالا
ژوراسیک		J2	توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک
		J1	آهک دولومیتی رسی سفید رنگ فسیل دار در بخش پایین ،دولومیت وآهک خاکستری در بخش میانی،آهک اواولیتی تیره و شیل دربخش بالایی
تریاس		TR	دولومیت نارک لایه و آهک دولومیتی فسیل داردربخش پایین ،آهک رسی و دولومیت و شیل و ماسه سنگ‌لاملی برانش دار در بخش بالا
پرمین		P	آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد
پالئوزوئیک زیرین		E2	نمک و مارن های پیریت دار با میان لایه های آهک تریلوبیت دار ،ماسه سنگ و شیل مارنی گنبدهای نمکی منطقه متعلق به این واحد میباشند

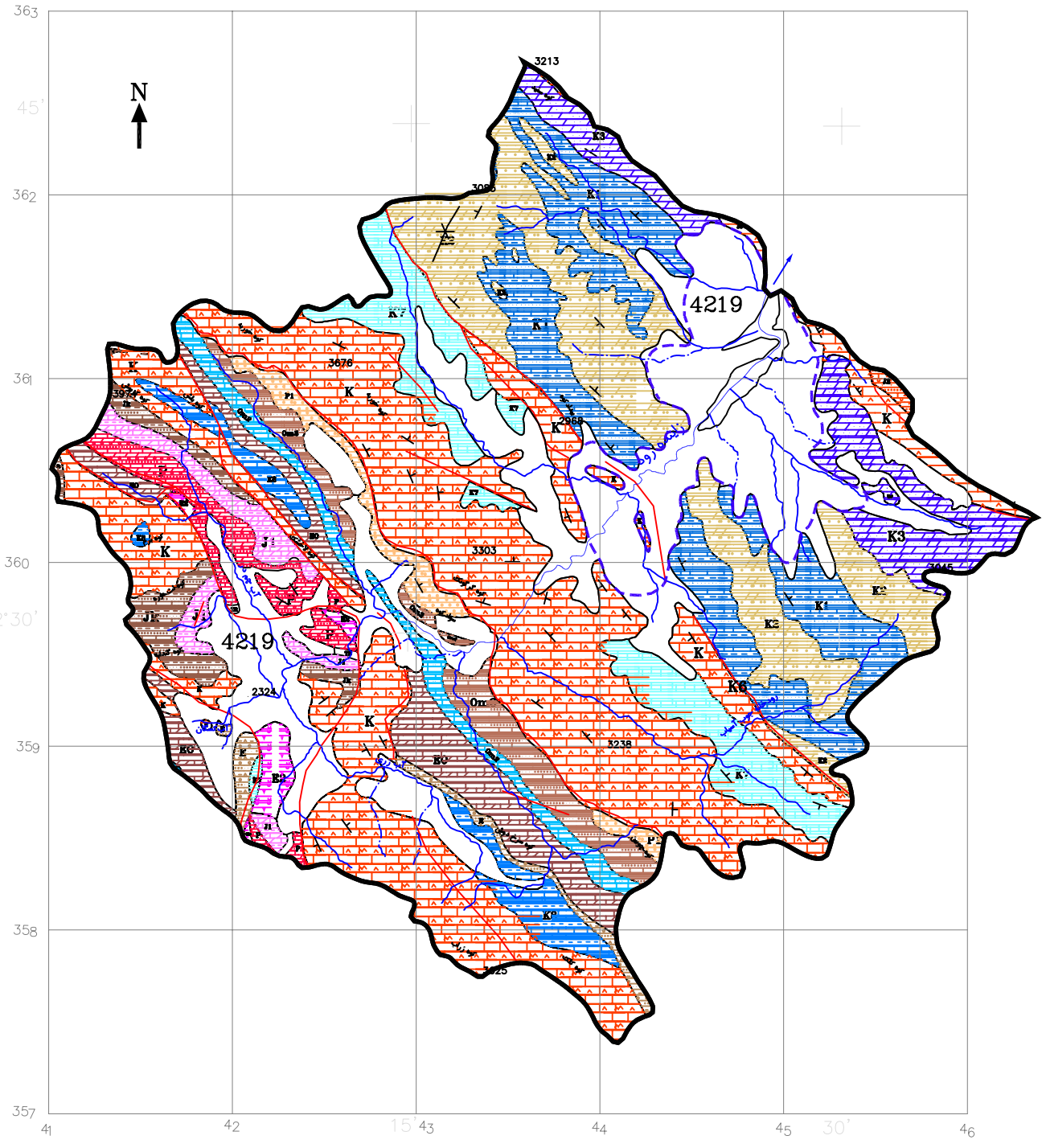




نقشه شماره (۳-۱) : تراز آب زیر زمینی
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن خاکستری همراه بادرون لایه های ماسه سنگ و آهکهای ماسه ای دارای فسیل کرم	OM3		الیگو-میوسن
آهک مارنی فسیل دار با میان لایه های مارن وآهک ماسه ای -سازند بالایی آسماری	OM2		
آهک سفید نومولیت دار،مارنی و آهک دولومیتی -سازند شهبازان جهرم و آسماری	Eo		پلیوسن-ائوسن
کنگلومرای قرمز،ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کشکان	E		
شیل و مارن با میان لایه های آهک مارنی دارای آمونیت و اینوسراموس	K8		کرتاسه
آهک مارنی فسیل دار و لایه های نازک آهک رسی و ماسه ای	K7		
مارنهای آرژیلیتی،شیلهای سیاه رنگ با میان لایه های سنگ آهک آمونیت دار و اربیتولین دار	K6		
آهک نازک لایه رس	K3		
آهک ریفی اسفنج دار،آهک ماسه ای با میان لایه های شیل	K2		
ماسه سنگ و شیل قرمزبامیان لایه های نازک آهک رسی ،کنگلومرا و ماسه سنگ کنگلومرایی	K1		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		
شیل با میان لایه های ماسه سنگ وآهک آمونیت دار با میان لایه های چرت داردربخش میانی و آهک مارنی در بخش بالا	Jk		
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		ژوراسیک
آهک دولومیتی رسی سفید رنگ فسیل دار در بخش پایین ،دولومیت وآهک خاکستری در بخش میانی،آهک اواولیتی تیره و شیل دربخش بالایی	J1		
دولومیت نارک لایه و آهک دولومیتی فسیل داردربخش پایین ،آهک رسی و دولومیت و شیل و ماسه سنگ‌لاملی برانش دار در بخش بالا	TR		تریاس
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		پرمین
نمک و مارن های پیریت دار با میان لایه های آهک تریلوبیت دار ،ماسه سنگ و شیل مارنی گنبدهای نمکی منطقه متعلق به این واحد میباشند	E2		پالئوزوئیک زیرین

چاه مشاهده ای ورقم عمق سطح آب درآن (متر) 5.76

منحنی هم عمـق 25

مناطق تبخیری زیرمنحنی کمترازیک متر

مناطق تبخیری بین منحنی یک تا سه متر

مناطق تبخیری بین منحنی سه تا پنج متر

گسل

گسل احتمالی

راندگی

گسل معکوس

محور تاقدیس

محورناودیس

مرز لایه بندی

امتدادو شیب‌لایه ها

4219 کدحوزه آبریز

حد حوزه آبریز

جاده آسفالت

مرز بین المللی

نقشه شماره (۳-۲): منحنی های هم عمق آب زیر زمینی

عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

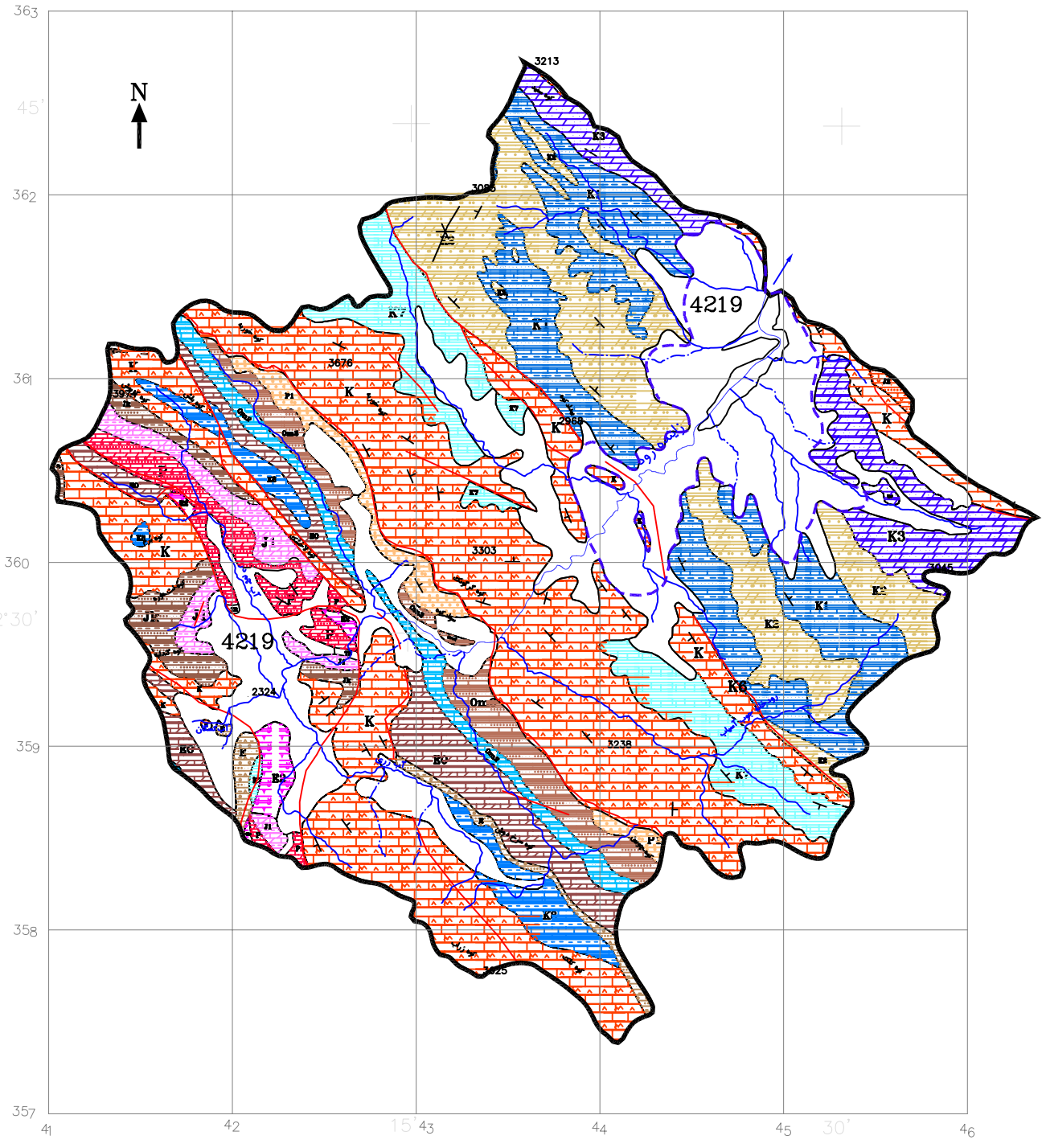
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن خاکستری همراه بادرون لایه های ماسه سنگ و آهکهای ماسه ای دارای فسیل کرم	OM3		الیگو-میوسن
آهک مارنی فسیل دار با میان لایه های مارن وآهک ماسه ای -سازند بالایی آسماری	OM2		
آهک سفید نومولیت دار،مارنی و آهک دولومیتی -سازند شهبازان جهرم و آسماری	Eo		پلیوسن-ائوسن
کنگلومرای قرمز،ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کشکان	E		
شیل و مارن با میان لایه های آهک مارنی دارای آمونیت و اینوسراموس	K8		کرتاسه
آهک مارنی فسیل دار و لایه های نازک آهک رسی و ماسه ای	K7		
مارنهای آرژیلیتی،شیلهای سیاه رنگ با میان لایه های سنگ آهک آمونیت دار و اربیتولین دار	K6		
آهک نازک لایه رس	K3		
آهک ریفی اسفنج دار،آهک ماسه ای با میان لایه های شیل	K2		
ماسه سنگ و شیل قرمزبامیان لایه های نازک آهک رسی ،کنگلومرا و ماسه سنگ کنگلومرایی	K1		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		
شیل با میان لایه های ماسه سنگ وآهک آمونیت دار با میان لایه های چرت داردربخش میانی و آهک مارنی در بخش بالا	Jk		
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		ژوراسیک
آهک دولومیتی رسی سفید رنگ فسیل دار در بخش پایین ،دولومیت وآهک خاکستری در بخش میانی،آهک اواولیتی تیره و شیل دربخش بالایی	J1		
دولومیت نارک لایه و آهک دولومیتی فسیل داردربخش پایین ،آهک رسی و دولومیت و شیل و ماسه سنگ‌لاملی برانش دار در بخش بالا	TR		تریاس
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		پرمین
نمک و مارن های پیریت دار با میان لایه های آهک تریلوبیت دار ،ماسه سنگ و شیل مارنی گنبدهای نمکی منطقه متعلق به این واحد میباشند	E2		پالئوزوئیک زیرین

گسل — مرز لایه بندی
گسل احتمالی — امتدادو شیب‌لایه ها
راندگی — 4219 کدحوزه آبریز
گسل معکوس — حد حوزه آبریز
محور تاقدیس — جاده آسفالت
محورناودیس — مرز بین المللی

حد آبخوان

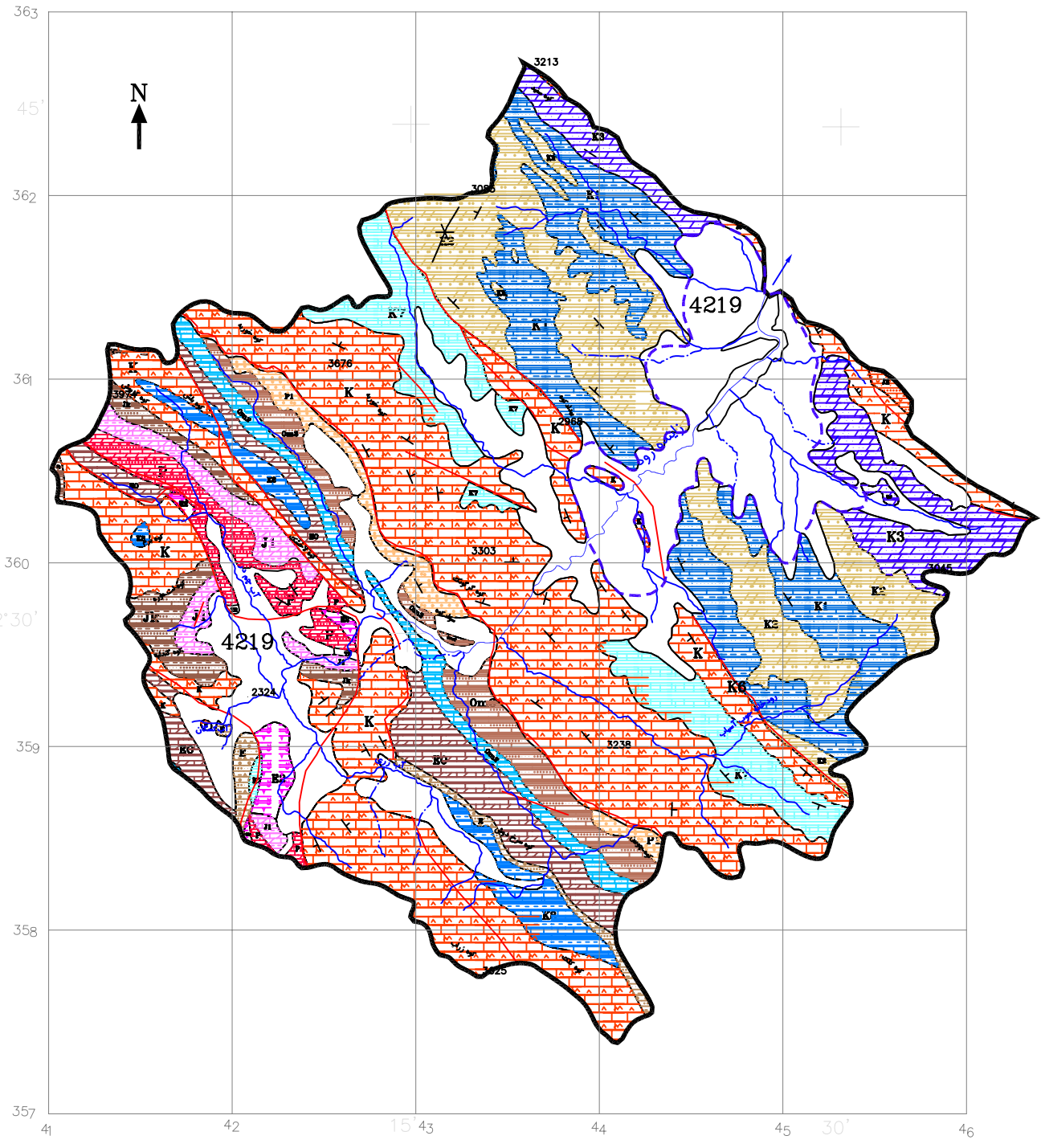
+0.63 چاه مشاهده ای و رقم تغییرات‌عمق سطح آب زیر زمینی (متر)

1 منحنی اختلاف سطح آب زیر زمینی (متر)
بالا آمدگی با + و پایین رفتگی با - نمایش داده شده است .

نقشه شماره (۳-۳) : اختلاف سطح آب زیرزمینی
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.
Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶



سن	تزیین	علامت	شرح
کواترنر		Q	رسوبات کواترنر
میو-پلیوسن		P1	کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت
الیگو-میوسن		OM3	مارن خاکستری همراه بادرون لایه های ماسه سنگ و آهکهای ماسه ای دارای فسیل کرم
		OM2	آهک مارنی فسیل دار با میان لایه های مارن وآهک ماسه ای -سازند بالایی آسماری
پلیوسن-ائوسن		Eo	آهک سفید نومولیت دار،مارنی و آهک دولومیتی -سازند شهبازان جهرم و آسماری
		E	کنگلومرای قرمز،ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کشکان
کرتاسه		K8	شیل و مارن با میان لایه های آهک مارنی دارای آمونیت و اینوسراموس
		K7	آهک مارنی فسیل دار و لایه های نازک آهک رسی و ماسه ای
		K6	مارنهای آرژیلیتی،شیلهای سیاه رنگ با میان لایه های سنگ آهک آمونیت دار و اربیتولین دار
		K3	آهک نازک لایه رس
		K2	آهک ریفی اسفنج دار،آهک ماسه ای با میان لایه های شیل
		K1	ماسه سنگ و شیل قرمزبامیان لایه های نازک آهک رسی ،کنگلومرا و ماسه سنگ کنگلومرایی
		K	آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری
		Jk	شیل با میان لایه های ماسه سنگ وآهک آمونیت دار با میان لایه های چرت داردربخش میانی و آهک مارنی در بخش بالا
ژوراسیک		J2	توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک
		J1	آهک دولومیتی رسی سفید رنگ فسیل دار در بخش پایین ،دولومیت وآهک خاکستری در بخش میانی،آهک اواولیتی تیره و شیل دربخش بالایی
تریاس		TR	دولومیت نارک لایه و آهک دولومیتی فسیل داردربخش پایین ،آهک رسی و دولومیت و شیل و ماسه سنگ‌لاملی برانش دار در بخش بالا
پرمین		P	آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد
پالئوزوئیک زیرین		E2	نمک و مارن های پیریت دار با میان لایه های آهک تریلوبیت دار ،ماسه سنگ و شیل مارنی گنبدهای نمکی منطقه متعلق به این واحد میباشند

حد آبخوان

1000 منحنی های هم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)

800 / 0.5 چاه اکتشافی آزمایش پمپاژ شده و رقم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز) / ضریب ذخیره (درصد)

500 / 0.2 چاه بهره برداری آزمایش پمپاژ شده و رقم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز) / ضریب ذخیره (درصد)

گسل — گسل احتمالی — راندگی — گسل معکوس — محور تاقدیس — محورناودیس

مرز لایه بندی — امتدادو شیب‌لایه ها — 4219 کدحوزه آبریز — حد حوزه آبریز — جاده آسفالت — مرز بین المللی

نقشه شماره (۳-۴) : هم قابلیت انتقال رسوبات آبرفتی

عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیاس:

محدوده مطالعاتی : چاگرد-قلعه شاهرخ کد : ۴۲۱۶