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 ۱۵ : بیلان آب محدوده مطالعاتی یان چشمه

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.

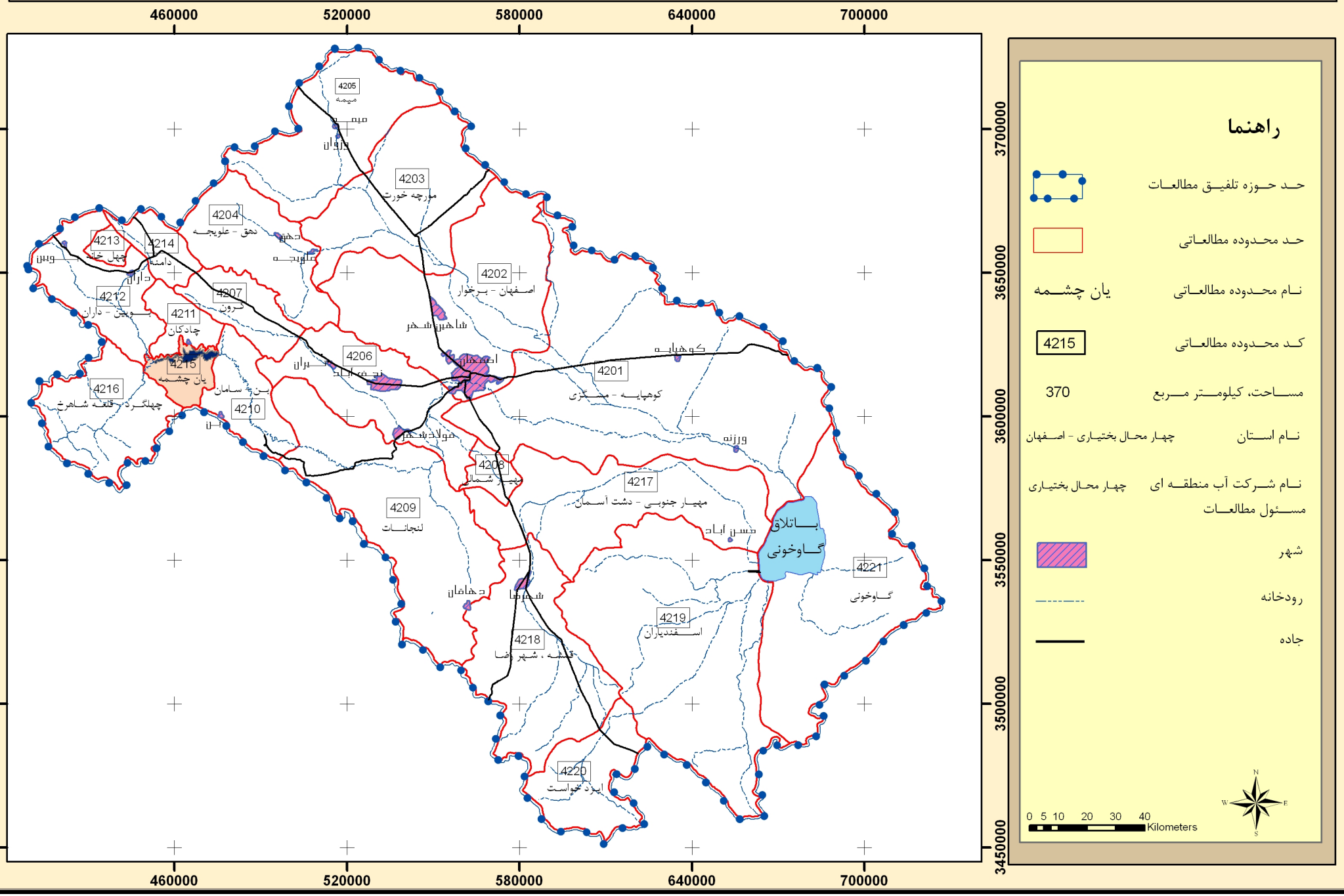
پروژه مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز گاوخونی با مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰۰ به کارفرمایی شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان، توسط این مشاور در دست اجرا است. در این پروژه در مرحله اول، مطالعات پایه منابع آب در چهار بخش تحت عناوین «هواشناسی»، «آبهای سطحی»، «آبهای زیرزمینی» و «کیفیت شیمیایی منابع آب» همراه 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 یان چشمه در حوضه آبریز گاوخونی



فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

بیلان آب محدوده مطالعاتی یان چشمه (۴۲۱۵) ۱
۱- هواشناسی ۲
۲- آب سطحی ۵
۴- کیفیت منابع آب ۱۱
۵- ارزیابی منابع آب ۱۲
۵-۱- بیلان آب ۱۲
۵-۱-۱- بیلان هیدروکلیماتولوژی ۱۳
۵-۱-۱-۱- بارندگی ۱۳
۵-۱-۱-۲- تبخیر و تعرق حقیقی ۱۴
۵-۱-۱-۳- بارندگی مفید ۱۴
۵-۱-۲- بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی ۱۹
۵-۱-۲-۱- جریان زیرزمینی ورودی و خروجی (Qout و Qin) ۲۰
۵-۱-۲-۲- نفوذ از بارندگی ۲۱
۵-۱-۲-۳- تبادل آب رودخانه و آبخوان آبرفتی ۲۱
۵-۱-۲-۴- مصارف آب و نفوذ از آن ۲۳
۵-۱-۲-۵- تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی (Qw) ۲۴
۵-۱-۲-۶- تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی (QE) ۲۵
۵-۱-۲-۷- نوسانات سطح آب زیرزمینی ۲۵
۵-۱-۲-۸- تغییرات ذخیره آبخوان ۲۶
۵-۱-۳- بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی یان چشمه 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 یان چشمه..... ۲
جدول شماره (۱-۲): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی یان چشمه - درجه سانتیگراد..... ۳
جدول شماره (۱-۳): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی یان چشمه - میلیمتر..... ۴
جدول شماره (۲-۱) – مشخصات ایستگاههای هیدرومتری محدوده مطالعاتی یان چشمه ۶
جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی یان چشمه ۱۰
جدول شماره (۵-۱) : محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و بیلان آبی ماهانه-روش تورنت وایت ۱۷
جدول شماره (۵-۲) : بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات..... ۱۸
جدول شماره (۵-۳) : بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی..... ۲۷
جدول شماره (۵-۴) : مشخصات مقاطع و حجم جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی آز آبخوان آبرفتی..... ۲۸
جدول شماره (۵-۵) : میزان تلفات (نفوذ) نسبت به راندمان آبیاری، روش آبیاری و بافت خاک ۲۹
جدول شماره (۵-۶) : رابطه تبخیر از آب زیرزمینی بین عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت طبق روش منحنی وایت..... ۳۰
جدول شماره (۵-۷) : بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی..... ۳۷
جدول شماره (۵-۸) : امکانات توسعه بهره برداری منابع آب محدوده و میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی..... ۴۵
جدول شماره (۵-۹) : 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 یان چشمه (۴۲۱۵)

کلیات :

حوزه تلفیق گاوخونی از نظر بررسیهای آب زیرزمینی به ۲۱ محدوده مطالعاتی تقسیم شده که محدوده مطالعاتی یان چشمه در ناحیه سرشاخه حوزه آبریز و استان چهار محال بختیاری واقع شده است. این محدوده مطالعاتی شامل یک دشت اصلی حاوی آبخوان آبرفتی بوده و تعدادی پهنه های آبرفتی کوچک نیز در دره ها ایجاد شده که فاقد آبخوان هستند.

وسعت کل محدوده مطالعاتی ۳۷۰ کیلومترمربع است که ۲۳۱/۵ کیلومترمربع آن را ارتفاعات و ۱۳۸/۵ کیلومترمربع را دشت تشکیل میدهد و آبخوان آبرفتی ۸۳/۴ کیلومترمربع از دشت را شامل می شود. بلندترین نقطه این محدوده مطالعاتی به ارتفاع ۳۰۰۴ متر از سطح دریا در ارتفاعات جنوبی و کمترین ارتفاع برابر ۲۰۰۶ متر از سطح دریا در شمال دشت، حاشیه دریاچه سد قرار دارد.

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 و بالاخره ایستگاههای باران سنجی ذخیره ای و برف سنجی 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 یان چشمه 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 یان چشمه

کد ایستگاه	حوزه آبریز رودخانه	نام ایستگاه	جغرافیایی مشخصات			تاریخ تاسیس	نوع ایستگاه
			طول	عرض	ارتفاع (متر)		
0	زاینده رود	آبادچی فریدن	50.67	32.72	2100	1343	سینوپتیک
0	زاینده رود	آبخیزداری زاینده رود	50.72	32.67	2100	1373	کلیماتولوژی
0	زاینده رود	بیان چشمه	50.67	32.70	2100	1354	باران سنج هواشناسی
421513003	زاینده رود	شیخ شبان	50.61	32.59	2462	1371	باران سنج نیرو
421513002	حیدری	حیدری	50.59	32.66	2204	1378	باران سنج نیرو
421514004	زاینده رود	شیخ شبان	50.61	32.59	2462	1382	باران سنج ذخیرهای
421515005	زاینده رود	شیخ شبان	50.61	32.59	2462	1355	برف سنجی
421515006	زاینده رود	اسلام آباد	50.72	32.63	2327	1374	برف سنجی

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 یان چشمه 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 محدوده مطالعاتی، میزان دمای سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۹/۵و ۹/۶ درجه سانتیگراد ارزیابی شده است. برای محاسبه میزان دمای ماهانه ارتفاعات و دشت از ایستگاههای معرف و توزیع ماهانه آنها برای 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 کلیماتولوژی چادگان و تبخیر سنجی سد زاینده رود 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 یان چشمه - درجه سانتیگراد

دشت و ارتفاعات	ماه												سالانه
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
ارتفاعات	11.1	5.1	-0.2	-4.3	-2.3	3.3	9.5	14.0	18.6	21.7	21.0	16.8	9.5
دشت	12.9	7.0	1.6	-3.3	-3.9	1.3	6.7	11.9	17.5	21.5	21.7	18.5	۹.۶

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 یان چشمه 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 محدوده مطالعاتی، میزان باران سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۳۴۵ و ۳۳۶ میلیمتر ارزیابی شده است. برای محاسبه میزان باران ماهانه ارتفاعات و دشت از ایستگاههای معرف و توزیع ماهانه آنها برای 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 باران سنجی شیخ شبان و تبخیر سنجی سد زاینده رود 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 یان چشمه - میلیمتر

دشت و ارتفاعات	ماه												سالانه
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
ارتفاعات	۱/۵	۴۶/۱	۵۳/۰	۴۷/۰	۵۷/۵	۶۱/۰	۵۷/۱	۲۵/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳۴۵/۰
دشت	۱/۰	۴۶/۱	۵۲/۰	۵۵/۰	۵۸/۰	۵۶/۱	۴۲/۵	۲۵/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳۳۶/۰

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 یان چشمه 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 ۱۹۲۴ و ۱۹۳۷ 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 تهیه شده 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 یان چشمه 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 در 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 می دهد.

دوره شاخص آماری در مطالعات اطلس منابع آب و بهنگام سازی بیلان 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 تهیه شده 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 یان چشمه

کد ایستگاه	رودخانه	ایستگاه	جغرافیایی مشخصات			تاریخ تاسیس	مساحت حوزه (km2)	تجهیزات		
			طول	عرض	ارتفاع (متر)			اتمل	لیمنگراف	تلفریک
421524001	درازه دره	حیدری	50-35-07	32-39-31	2197	1378		+		

جریان ورودی و خروجی محدوده های مطالعاتی

وجود ایستگاههای هیدرومتری که عهده دار اندازه گیری اطلاعات مربوط بـه آبـدهی و جریـان سطحی رودخانه در محلهای خاص (مقطع ایستگاه هیدرومتری) است می تواند ابـزار مهمـی در تهیه بیلان منابع آب باشد، چرا که با استفاده از اطلاعات این ایستگاهها شرایط را برای ازریـابی حجم جریان سطحی ورودی به محدوده های مطالعاتی و خروجـی از آنهـا فـراهم مـی کنـد. از آنجائیکه بعضا محل نصب و بهره بـرداری از ایـستگاههای هیـدرومتری تاسـیس شـده بـر روی رودخانه ها دقیقا منطبق بر مرز ورودی و خروجی محدودهای مطالعاتی نمـی باشـد، لـذا بـرای محاسبه میزان آبدهی جریانهای سطحی ورودی به محدوده هـای مطالعـاتی و خروجـی از آنهـا (که از نیازهای اساسی در تهیه بیلان آب در محدوده های مطالعاتی به شمار می رود) روشـهای مختلفی وجود دارد که ذیلا به تشریح آنها پرداخته 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 این روشها نباشد و فقط در تعـداد محـدودی از محدوده های مطالعاتی از برخی روشها استفاده شود. البته باید خاطر نشان ساخت که برخـی از این روشها ممکن است دقت مناسبی برای برآورد حجم آبدهی در نقاط مورد نظـر را نداشـته باشد که در محاسبات مربوط به بیلان بـا توجـه بـه وضـعیت بـارش، تغذیـه آبخـوان، تبخیـر 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 سد زاینده رود بر روی رودخانـه زاینـده رود و در انتهـای این محدوده مطالعاتی قرار دارد، با توجه به متوسط آبـدهی درازمـدت ایـستگاه مـذکور مقـدار ۴۲/۷ متر مکعب بر ثانیه برای خروجی از محدوده مطالعاتی محاسبه می گردد چنانچه ۲۰ سال

منتهی به سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ که با انتقال آب هماهنگی بیشتری دارد در نظر گرفته شود متوسط آبدهی سالانه ایستگاه هیدرومتری سد زاینده رود ۴۹/۴ متر مکعب بر ثانیه می شود. (با توجه به فاصله ایستگاه از محل خروجی تعدیلی بر روی میزان دبی سالانه صورت گرفته است). با در نظر گرفتن مساحت ۲۳۱ کیلومتر مربعی ارتفاعات و بارندگی ۳۴۵ میلیمتر در همین ارتفاعات و لحاظ کردن ضریب جریان ۳۰/۰ درصد میزان جریان سطحی خروجی از ارتفاعات برابر ۳۰/۲ 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 ۸۳/۴ کیلومترمربع که ۶۰ درصد از کل وسعت دشت را شامل می شود تشکیل گردیده است و در ارتفاعات محدوده با وسعت ۲۳۱/۵ کیلومترمربع سازندهایی که امکان ذخیره آب در آنها ایجاد شده شامل سازندهای کربناته با وسعت تقریبی ۴۵ کیلومترمربع می باشد که به علت شرایط مساعد آبخوان کارستیک در آن ایجاد شده و ضمن داشتن ذخیره محدود در تغذیه آبخوانهای آبرفتی موثر می باشد.

منابع بهره برداری کننده از آبهای زیرزمینی که در سال ۱۳۸۲ آمار برداری و براساس اطلاعات موجود بهنگام شده شامل ۸۴ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۱۱/۶۲ میلیون متر مکعب ۱۰۸ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۸ میلیون متر مکعب و ۳۳ رشته قنات با تخلیه سالانه ۵/۳۱ می باشد که سهم ارتفاعات از این آمار ۱۰۳ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۷/۸ میلیون متر مکعب و ۲۷ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۲/۴۶ میلیون متر مکعب و ۲۰ رشته قنات با تخلیه سالانه ۳/۴۳ میلیون متر مکعب می باشد.

مصرف آب در این محدوده شامل ۱۴/۲۱ میلیون متر مکعب در سال از آبهای زیرزمینی بویژه چاه و ۲۳/۱۷ میلیون متر مکعب از جریانهای سطحی است که به ترتیب ۳۷/۰۹ میلیون متر مکعب به مصرف کشاورزی ۰/۲۸ میلیون متر مکعب مصرف شرب و ۰/۰۱ 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 ۳۰/۳۴، ۰/۲ و ۰/۰۱ میلیون متر مکعب در سال می باشد.

شبکه چاههای مشاهده ای بمنظور اندازه گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی در این محدوده مطالعاتی ایجاد نشده است و همچنین چاه اکتشافی حفر نگردیده است.

به منظور بررسی عمق سطح آب زیرزمینی و جهت جریان آب زیرزمینی با استفاده از سطح آب چاههای بهره برداری و نقشه توپوگرافی نقشه های منحنی های هم عمق و تراز آب زیرزمینی با تقریب قابل قبول رسم گردیده است.

همانطور که گفته شد برای رسم نقشه تراز آب زیرزمینی مقادیر سطح آب چاه های بهره‌برداری از رقوم ارتفاعی در نقشه توپوگرافی کسر گردیده است. از بررسی این نقشه ملاحظه می‌شود جهت جریان آب زیرزمینی بطور کلی از جنوب و جنوب باختری به سوی شمال (دریاچه سد) بوده و با توجه به روند منحنی ها، رودخانه‌های کوچک بیشتر زهکش آبخوان آبرفتی هستند.

نقشه هم عمق سطح آب زیرزمینی نیز که با استفاده از سطح آب چاههای بهره برداری رسم شده نشان می دهد که بطور کلی در این دشت عمق سطح آب زیرزمینی پایین بوده و منحنی‌های هم عمق شامل ۱۰، ۱۵ و ۵۰ متر رسم شده است. نواحی تبخیری در این دشت وجود ندارد.

نقشه اختلاف سطح آب به علت نبود چاه مشاهده ای در این آبخوان کوچک رسم نشده ولی با توجه به شرایط تغذیه مناسب و زهکشی نسبتاً زیاد با اطمینان می توان گفت این آبخوان فاقد افت سطح آب زیرزمینی می باشد.

نقشه منحنی های هم ارزش قابلیت انتقال به علت نبود اطلاعات رسم نشده است.

با استفاده از نتایج اندازه گیری طولانی مدت سطح آب چاههای مشاهده ای آبنمود (هیدروگراف) معرف تغییرات سطح آب آبخوان آبرفتی رسم شده است و پیوست می باشد، بررسی این آبنمود مشخص می نماید که به علت کمبود اطلاعات رسم نشده است. ولی با توجه به شرایط مساعت هیدروژئولوژی و بارش مناسب وجود حالت تعادل در تغییرات سطح آب این آبخوان کوچک قابل قبول می باشد.

جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی یان چشمه

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									
۲۳۱/۵	۱۳۸/۵	۸۴	۱۱/۶۲	۳۳	۵/۳۱	۱۰۸	۸	۲۴/۹۳	۲۳/۱۷	۱۴/۲۱	۳۷/۳۸	-	-	-	-	-

- حجم آب به میلیون متر مکعب در سال

۴- کیفیت منابع آب

در محدوده مطالعاتی یان چشمه نمونه برداری از آب سطحی و نیز آب زیرزمینی جهت سنجش وضعیت کیفی آب صورت نمی گیرد.

این محدوده مطالعاتی که در ناحیه جنوبی دریاچه سد زاینده رود قرار گرفته است، علاوه بر انتقال جریان رودخانه زاینده رود از ایستگاه قلعه شاهرخ تا محل سد زاینده رود، شاخه هایی از ناحیه جنوبی را نیز از سمت جنوب به شمال وارد رودخانه زاینده رود (دریاچه سد زاینده رود) می کند. در ایستگاه حیدری که بر روی شاخه های جنوبی احداث شده است. اندازه گیری کیفیت آب سطحی وجود دارد. براساس اطلاعات این ایستگاه میزان حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی اندازه گیری شده بین ۲۷۷ تا ۶۱۵ میکرومهوس بر سانتی متر است و میزان باقی مانده خشک نیز در همین ایستگاه به ترتیب برای حداقل و حداکثر در دوره آماری موجود برابر ۱۸۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. اگر ایستگاه هیدرومتری سد تنظیمی را به عنوان ایستگاه خروجی از محدوده مطالعاتی مصرفی کنیم این ایستگاه در فاصله چند کیلومتری بعد از سد (بعد از خروجی از محدوده مطالعاتی قرار دارد)، میزان هدایت الکتریکی در آن از ۱۴۴ تا ۵۵۰ میکرومهوس بر سانتیمتر متغیر است و باقی مانده خشک اندازه گیری شده نیز بین عدد ۹۴ تا ۳۵۸ میلی گرم در لیتر است. شایان ذکر است که در نقشه کیفیت منابع آب سطحی تولید شده در جلد سوم (گزارش مربوط به کیفیت)، مقادیر هدایت الکتریکی و باقی مانده خشک برای شرایط متناظر با آبدهی حداقل و حداکثر ارائه گردیده است که در این گزارش این نقشه ها منعکس شده است. براساس اطلاعات استخراج شده، میزان هدایت الکتریکی رودخانه زاینده رود در محل ایستگاه سد تنظیمی زاینده رود معادل ۳۱۶/۴ میکرومهوس بر سانتی متر می باشد.

از نظر آب زیرزمینی بدلیل عدم وجود شبکه سنجش کیفیت آب زیرزمینی، امکان تهیه و ترسیم نقشه منحنی های هدایت الکتریکی و نیز کموگراف معرف کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در این محدوده مطالعاتی 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 یان چشمه 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 یان چشمه 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 ۶۳۰/۳۶ و ۶۳۰/۴۳ میلی متر می باشد، در ردیف دوم توزیع ماهانه بارش (براساس سال متوسط) نوشته شده که مقدار سالانه آن برای ارتفاعات و دشت برابر ۳۴۵ و ۳۳۶ 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 ۱۷۲/۸۴ میلی متر در سال برای ارتفاعات و ۱۹۷/۵۱ میلی متر در سال برای دشت گردیده است، در این محدوده مطالعاتی با

توجه به وضعیت اقلیمی, سنگ شناسی و پوشش گیاهی میزان بارندگی مورد نیاز تامین رطوبت خاک برابر ۷۵ میلی متر برای ارتفاعات و ۱۰۰ 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 ۱۷۲/۱۶ میلی متر و ۱۳۸/۵۹ 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 یان چشمه 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 ۴۶/۵ میلیون متر مکعب حجم بارش در دشت حدود ۵۹ درصد تبخیر و تعرق و ۴۱ درصد بارندگی مفید است که با توجه به شرایط دشت از ۱۹/۲ میلیون متر مکعب بارندگی مفید حدود ۴۲ درصد نفوذ می نماید و ۵۸ درصد بقیه جریان سطحی در دشت است، از ۷۹/۹ میلیون متر مکعب حجم بارش در ارتفاعات حدود ۵۰ درصد تبخیر تعرق و ۵۰ درصد بقیه برابر ۳۹/۹ میلیون متر مکعب بارندگی مفید است که از این مقدار ۲۴ درصد آن تغذیه جانبی آبرفتی و تخلیه چاه و قنات در ارتفاعات است و ۷۶درصد بارندگی مفید برابر ۳۰/۳ میلیون متر مکعب جریان سطحی و آبدهی چشمه ها می باشد (تخلیه چشمه های آمار برداری شده ۷/۵ میلیون متر مکعب در سال است)

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

یان چشمه	۴۲۱۵	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	۹،۵۲	۱۶،۸	۲۱،۰	۲۱،۷	۱۸،۶	۱۴،۰	۹،۵	۳،۳	-۲،۳	-۴،۳	-۰،۲	۵،۱	۱۱،۱
بارندگی P	۳۴۵،۰۱	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۲۵،۳	۴۳،۵	۵۷،۱	۶۱،۰	۵۷،۵	۵۳،۰	۴۶،۱	۱،۵
تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	۶۲۹،۲۶	۸۱،۲۸	۱۱۸،۰۴	۱۳۰،۰۹	۱۰۵،۷۴	۷۵،۶۳	۴۳،۹۲	۱۰،۶۸	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۶،۸۶	۴۷،۰۳
تبخیر و تعرق حقیقی Etr	۱۷۲،۸۵	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۲۴،۲۵	۷۵،۶۳	۴۳،۹۲	۱۰،۶۸	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۶،۸۶	۱،۵۰
ذخیره رطوبت خاک H		۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۲۴،۲۵	۷۴،۶۳	۷۵،۰۰	۷۵،۰۰	۷۵،۰۰	۷۵،۰۰	۲۹،۲۴	۰،۰۰
مازاد (بارش مفید) R+I	۱۷۲،۱۶	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۴۶،۴۲	۶۱،۰۰	۵۷،۵۰	۷،۲۴	۰،۰۰	۰،۰۰
جریان سطحی R	۱۳۰،۷۰							۳۵،۳۲	۴۶،۲۴	۴۳،۶۵	۵،۴۹		
نفوذ I	۴۱،۴۶							۱۱،۱۰	۱۴،۷۶	۱۳،۸۵	۱،۷۵		

یان چشمه	۴۲۱۵	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	۹،۶۲	۱۶،۸	۲۱،۰	۲۱،۷	۱۸،۶	۱۴،۰	۹،۵	۳،۳	-۳،۹	-۳،۳	-۶،۱	۵،۱	۱۱،۱
بارندگی P	۳۳۵،۹۶	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۲۵،۳	۴۲،۵	۵۶،۱	۵۸،۰	۵۵،۰	۵۲،۰	۴۶،۱	۱،۰
تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	۶۳۰،۴۳	۸۱،۴۴	۱۱۷،۹۷	۱۳۰،۰۱	۱۰۵،۶۵	۷۵،۹۲	۴۳،۷۲	۱۱،۸۳	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۶،۸۸	۴۷،۰۱
تبخیر و تعرق حقیقی Etr	۱۹۷،۵۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۴۸،۱۶	۷۵،۹۲	۴۳،۷۲	۱۱،۸۳	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۱۶،۸۸	۱،۰۰
ذخیره رطوبت خاک H		۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۴۸،۱۶	۹۸،۷۸	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۸۱،۲۲	۲۹،۲۲	۰،۰۰
مازاد (بارش مفید) R+I	۱۳۸،۴۹	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۴۴،۲۷	۵۸،۰۰	۳۶،۲۲	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰
جریان سطحی R	۸۲،۳۰							۲۶،۶۳	۳۴،۹۰	۲۰،۷۷			
نفوذ I	۵۷،۲۹							۱۷،۷۴	۲۴،۱۰	۱۵،۴۵			

جدول شماره (۵-۲) بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات یان چشمه

	وسعت (کیلومترمربع)	حجم بارندگی	تبخیر و تعرق حقیقی	بارندگی مفید			
				جمع	جریان سطحی و چشمه ها	نفوذ موثر به آبخوان آبرفتی	تخلیه توسط چاه ارتفاعات
دشت	۱۳۸.۵۰	۴۶.۵۰	۲۷.۳۰	۲۰.۲۰	۱۲.۳۰	۷.۹۰	-
ارتفاعات	۲۳۱.۵۰	۷۹.۹۰	۴۰.۰۰	۳۹.۹۰	۳۰.۳۰	۳.۷۱	۵.۸۹
جمع محدوده	۳۷۰.۰۰	۱۲۶.۴۰	۶۷.۳۰	۵۹.۱۰	۴۱.۶۰	۱۱.۶۱	۵.۸۹

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 یان چشمه برای آبخـوان آبرفتـی نقـشه تـراز آب زیرزمینـی کـه مقـاطع ورودی و خروجی بر روی آن مشخص شده و نقشه منحنی های هم قابلیت انتقال رسم شـده و پیوست می باشد. محاسبات جریان زیرزمینی ورودی و خروجی طبق جـدول شـماره (۵-۴) و انجام گرفته که براساس آن مقدار جریان ورودی جانبی برابر ۶/۲۱ میلیون متر مکعب در سـال می باشد ولی جریان زیرزمینی خروجی همراه با زه آبها وارد دریاچه سد می شود و تفکیک آنها با توجه به نقشه تراز ضرورت ندارد. ضمناً ۹/۵ میلیـون مترمکعـب جریـان زیرزمینـی ورودی از دشتهای بوئین ـ داران و چادگان مستقیم وارد دریاچه سد می شود.

جریان ورودی شامل ۳/۷۱ میلیون تغذیه جانبی از ارتفاعات و ۲/۵ میلیون متر مکعب بخشی از نفوذ در آبرفت دشت، خارج از آبخوان (آبرفت بین آبخوان و ارتفاعات) می باشد.

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 دشت شامل جریان سطحی و نفوذ برابر ۱۳/۲ میلیون متر مکعب بوده و با توجه به وسعت کم دشت که فرصت نفوذ از این آب را تا رسیدن به آبراهه ها کاهش می یابد و دانه بندی آبرفت مقدار آبی که از بارش مفید می تواند در دشت نفوذ نماید برابر ۷/۹ میلیون متر مکعب در سال معادل ۶۰ درصد بارندگی مفید ۱۹/۵ درصد از کل بارش روی دشت می باشد، با توجه به وسعت آبخوان که تقریبا" ۶۰/۵ درصد دشت را شامل می شود. ۵/۴ میلیون مترمکعب آن نفوذ مستقیم به آبخوان آبرفتی است و ۲/۵ میلیون مترمکعب بقیه همراه با جریان زیرزمینی ورودی از ارتفاعات جریان زیرزمینی ورودی جانبی به آبخوان را تشکیل می دهند.

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 نـشانه زهکـشی رودخانـه می باشد.

مقدار زهکشی یا نفوذ با در دست داشتن سطح آب چاههای مجاور رودخانه (یا منحنـی تـراز) 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 چـاه مـشاهده ای مجاور یا منحنی تراز مجاور) بر حسب متر, اگر رودخانه زهکش باشد سطح آب رودخانه پـایین تر از عمق سطح آب چاه یا چاههـای مجـاور اسـت و چنانچـه تغذیـه کننـده باشـد سـطح 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. در این دشت بخشی از جریانهای سطحی همراه با جریانهای سطحی ورودی، از محدوده های سرشاخه مانند چلگرد ـ قلعه شاهرخ، بوئین ـ داران و چادگان و همچنین ۸۲۸ میلیون مترمکعب آبهای انتقالی از سرشاخه کارون از طریق کوهرنگ و چشمه لنگان توسط سد زاینده رود کنترل می شود که در دشتهای میانی و پایاب زاینده رود به مصرف می رسد.

رودخانه های کوچک و متعددی که از ارتفاعات وارد دشت می شوند تنها در ناحیه ابتدای دشت تغذیه کننده آبخوان بوده و در حوالی دریاچه زهکش آبخوان می باشند. میزان نفوذ از جریانهای سطحی به آبخوان آبرفتی کم و حدود ۲ میلیون مترمکعب در سال به دست آمده است.

میزان زهکشی توسط زهکش های حوالی دریاچه سد نسبتاً زیاد و حدود ۱۱/۲۳ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است. که بخشی از آن جریان زیرزمینی خروجی از آبخوان به دریاچه سد می باشد.

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 ۳۷/۳۸ میلیون متر مکعب است که ۶۲ درصد آن (۲۳/۱۷ میلیون متر مکعب) از جریانهای سطحی و چشمه های ارتفاعات تامین می شود و ۳۸ درصد بقیه (۱۴/۲۱ میلیون متر مکعب) از منابع آب زیرزمینی شامل چاه، قنات و چشمه های آبرفتی می باشد در برخی دشتها از زه آبها نیز برای کشاورزی استفاده می شود که در این حالت مقدار آب مصرفی زه آبها همراه با چشمه هاآورده می شود.

از کل مجموع ۳۷/۳۸ میلیون متر مکعب مصرف آب در این محدوده ۹۹/۲ درصد (۳۷/۰۹ میلیون متر مکعب) به مصرف کشاورزی، ۰/۷ درصد (۰/۲۸ میلیون متر مکعب) مصرف شرب و کمتر از ۰/۱ درصد (۰/۰۱ میلیون متر مکعب) به مصرف صنعت می رسد. میزان مصرف آب در سطح آبخوان آبرفتی که بیلان آب زیرزمینی برای آن تهیه می‌شود, در بخش های کشاورزی, شرب و صنعت به ترتیب ۳۰/۳۴ ، ۰/۲ و ۰/۰۱ 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 (۵-۵) 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 یان چشمه 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 ۹/۱ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است که حدود ۳۰ درصد آب آبیاری می باشد.

مقدار آب نفوذ یافته از مصارف شرب و صنعت چون دفع پساب آنها عمدتا" از طریق چاه های جذبی صورت می گیرد برابر ۰/۱۵ 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 یان چشمه جمع تخلیه از آبخوان آبرفتی بوسیله ۵۷ حلقه چاه، ۱۳ رشته قنات و ۵ دهنه چشمه آبرفتی برابر ۱۱/۲۳ میلیون متر مکعب در سال (طبق آمار) می باشد که حدود ۵۰ 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 (۵-۶) 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 یان چشمه چون سطح آب زیرزمینی بیش از ۵ متر است 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 یان چشمه به علت نبود چاه مشاهده ای آبنمود تغییرات سطح آب زیرزمینی رسم نشده است ولی براساس شرایط مساعد هیدروژئولوژی افت سطح زیرزمینی نمی تواند وجود داشته باشد.

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.

برای آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی یان چشمه با توجه به شرایط موجود تغییر ذخیره آبخوان معادل صفر بوده و بیلان متعادل می باشد.

جدول شماره (۵-۳) بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی یان چشمه

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		
۸۳.۴۰	۶.۲۱	۵.۴۰	۲.۰۰	۹.۱۰	۰.۱۵	۲۲.۸۶	۱۱.۲۳	۱۱.۶۳	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۲.۸۶		۰.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

جدول شماره (۵-۴) : مشخصات مقاطع و حجم جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی از آبخوان آبرفتی یان چشمه

نوع جبهه	شماره جبهه	شیب هیدرولیکی در هزار	طول متر	T m2/day	حجم جریان میلیون متر مکعب	ملاحظات
	۱	۱۲,۰۰	۱۴۳۸			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۲	۱۱,۰۰	۱۳۸۲			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۳	۱۲,۰۰	۱۱۳۷			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۴	۷,۰۰	۱۱۰۹			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۵	۱۱,۰۰	۷۲۳			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۶	۱۱,۰۰	۲۳۵۴			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۷	۱۳,۰۰	۷۳۲۷			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۸					
	۹					
	۱۰					
	۱۱					
	۱۲					
	۱۳					
	۱۴					
	۱۵					
	۱۶					
	۱۷					
ورودی	۱۸					
	۱۹					
	۲۰					
	۲۱					
	۲۲					
	۲۳					
	۲۴					
	۲۵					
	۲۶					
	۲۷					
	۲۸					
	۲۹					
	۳۰					
	۳۱					
	۳۲					
	۳۳					
	۳۴					
	۳۵	۱۱,۰۰	۱۵۴۷۰	۱۰۰	۶,۲۱	دوره بیلان ۳۶۵ روز
جمع کل ورودی					۶,۲۱	دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۱					
	۲					
خروجی	۳					
	۴					
	۵					
جمع کل خروجی					۰,۰۰	

جدول شماره (۵-۵) : 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 (۵-۶) : 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 یان چشمه

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 مطالعاتی یان چشمه در جدول شماره (۵-۷) منعکس می‌باشد.

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 یان چشمه حجم بارش متوسط سالانه بر سطح ارتفاعات برابر ۷۹/۹ میلیون متر مکعب و حجم بارش متوسط سالانه بر سطح دشت ۴۶/۵ میلیون متر مکعب جمعا" ۱۲۶/۴ 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 یان چشمه جریان سطحی ورودی به حالت طبیعی از محدوده های چلگرد ـ قلعه شاهرخ، بوئین ـ داران و چادگان برابر ۷۸۷/۶۷ میلیون مترمکعب و آب انتقالی از تونلهای کوهرنگ و چشمه لنگان برابر ۷۰۲ میلیون مترمکعب در سال به دریاچه سد زاینده رود وارد می شود.

- 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 یان چشمه میزان جریان زیرزمینی ورودی که از محدوده های بوئین ـ داران و چادگان وارد می شود برابر ۹/۵ میلیون متر مکعب در سال می باشد که مستقیما" وارد دریاچه سد زاینده رود می شود.

- 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 یان چشمه طبق بیلان آبخوان آبرفتی آب نفوذ یافته به آبخوان از مصارف برابر ۹/۲۵ میلیون متر مکعب ولی آب برگشتی به رودخانه و منابع آب زیرزمینی خارج از آبخوان بویژه از مصارف ارتفاعات برابر ۲/۰۷ میلیون متر مکعب برآورد شده که جمعا" ۱۱/۳۲ 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 یان چشمه برابر ۶۷/۳ میلیون متر مکعب در سال است که ۶۰ درصد از بارش در ارتفاعات و ۶۷/۵ 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 مـی باشـد. در این محدوده مطالعاتی دریاچه ای که می توان تبخیر از سطح آزاد آب را بـرای آن محاسـبه نمود عبارت است از دریاچه پشت سد زاینده رود که وسعت دریاچه این سد برابـر ۴۸ کیلـومتر مربع است که با توجه به متوسط سـالانه تبخیـر از سـطح آزاد آب در ارتفاعـات محـدوده برابـر ۱۴۵۳ میلی متر میزان تبخیر از سطح آب سد برابر ۶۹/۷۴ میلیون مترمکعب در سال محاسـبه شده است.

تبخیر از سطح آزاد آب دریاچه سد زاینده رود میلیون مترمکعب ۶۹/۶۴=۱/۴۵۳×۴۸

تبخیـر از آب زیرزمینـی (Q_{Eg}) : حجـم تبخیـر از آب زیرزمینـی از قـسمتهایی کـه سـطح 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 یـان چـشمه بـه علـت پـائین بـودن سـطح آب زیرزمینـی تبخیـر 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 بـه مصرف کشاورزی، شرب و صنعت می رسد و همانطور کـه گفتـه شـد چنانچـه آب برگـشتی از مصارف به رودخانه و آبخوان، در عوامل ورودی حذف شود، در این حالـت نیـز مـی تـوان تنهـا مصرف خالص که جزئی از تبخیر و تعرق ها به حساب می آید بکـار رود (مـصرف خـالص برابـر است با کل مصارف منهای آبهای برگشتی از آن)

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

مجموع مصارف آب در محدوده مطالعاتی یان چشمه برابر ۳۷/۳۸ میلیون متر مکعب در سال است که ۹۹/۲ درصد برای کشاورزی ۰/۷ درصد برای شرب و ۰/۱ درصد برای صنعت استفاده می شود.

مجموع مصارف در دشت این محدوده مطالعاتی ۳۰/۵۵ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده و در ارتفاعات که اطلاعات کمتری در دسترس است ۶/۸۳ 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 یان چشمه برابر ۱۴۶۲/۴۷ میلیون متر مکعب در سال براساس بیلان بدست آمده که به محدوده مطالعاتی بن ـ سامان 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 یان چشمه میزان جریان زیرزمینی خروجی وجود ندارد.

- 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 یان چشمه گرچه به میزان جزئی (حدود ۶/۵ میلیون مترمکعب) برای انتقال به کاشان و برخی شهرها در مسیر آن وجود دارد ولی این میزان آب انتقالی همراه با آب سطحی انتقالی از سدهای انحرافی واقع در لنجانات دیده شده است.

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 یان چشمه کاهش از حجم ذخیره منابع آب وجود ندارد.

جدول شماره (۵-۷) بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی یان چشمه

ورودی ها						تخلیه							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							
۷۹.۹۰	۴۶.۵۰	۷۸۷.۶۷	۹.۵۰	۷۰۲.۰۰	۱۱.۳۲	۱۶۳۶.۸۹	۶۷.۳۰	۶۹.۷۴	۰.۰۰	۳۷.۳۸	۱۴۶۲.۴۷	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۶۳۶.۸۹	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 نـام نمـودار چرخـه آب در محـدوده مطالعاتی نشان داده شده است. متغییر های بکار رفته در این نمودار از بالا به پایین به شرح زیر است.

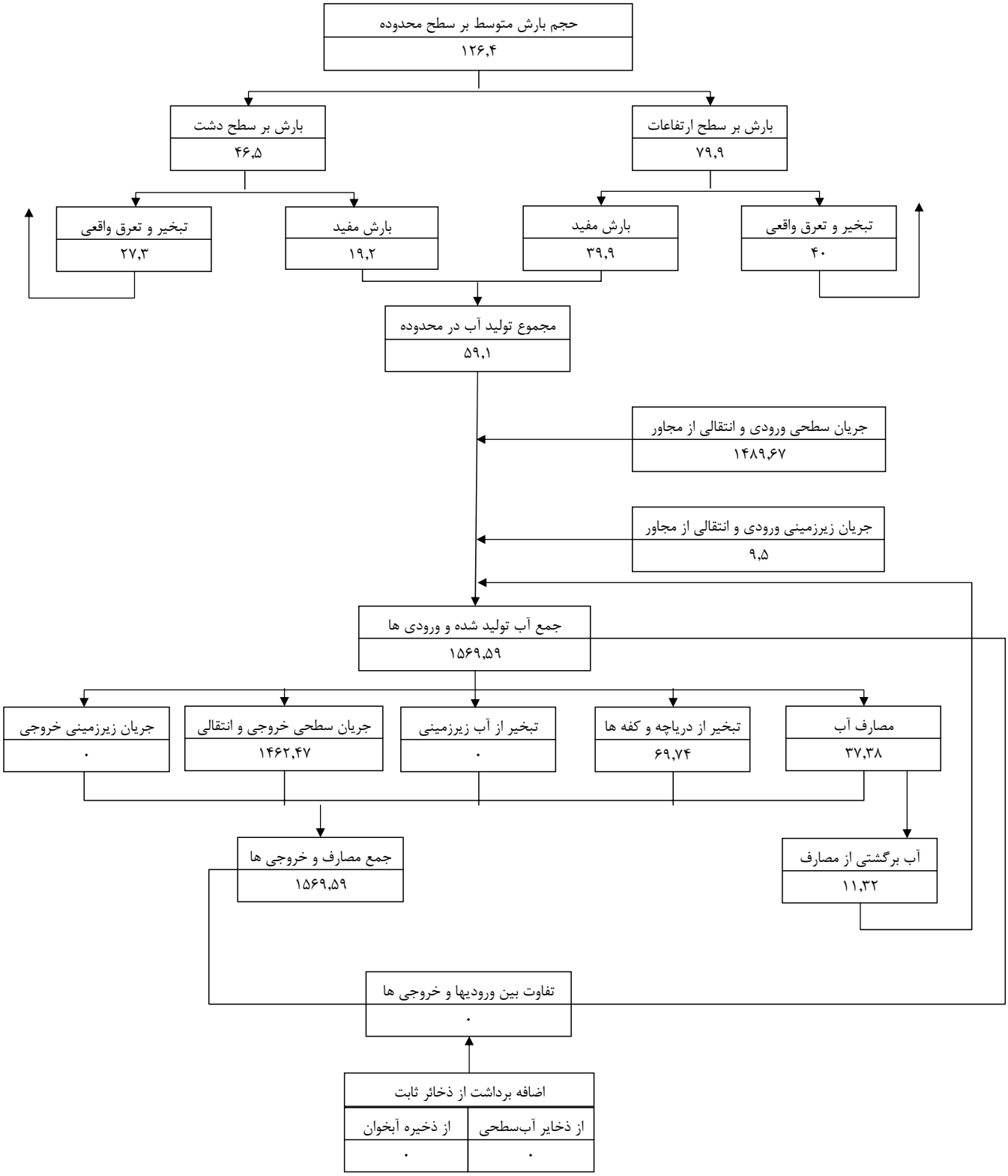
در چهار گوش بالایی مجموع حجم بارش در یک سال متوسـط بـر سـطح محـدوده مطالعـاتی آورده شده است. این بارش به دو بخش بارش بر سطح ارتفاعات و بارش بر سطح دشت تقـسیم می شود. هر یک از این دو بارش خود به دو بخش، تبخیر و تعـرق واقعـی از بارنـدگی و بـارش مفید که شامل جریان سطحی و نفوذ یا تغذیه آب زیرزمینی است تقـسیم مـی شـود. مجمـوع بارش مفید این دو چهار گوش (ارتفاعات و دشت) آب تولید شده در محدوده ا ز بارش را نـشان می دهد که در یک چهارگوش آورده شده است. در هر محدوده مطالعاتی ممکن اسـت جریـان سطحی از محدوده بالا دست وارد شود و احتمالا" آب به آن انتقال داده شود، همچنین جریـان زیرزمینی از دشت بالا دست وارد محدوده شود یا آب چاه ها یا قنات و چشمه برای مـصرف بـه آن انتقال یابد که در دو چهارگوش سمت راست نشان داده شده است ضمنا" بخشی از آبهـای مصرفی در محدوده مجددا" بصورت پـساب وارد جریـان سـطحی و عمـدتا" آبخـوان محـدوده مطالعاتی برگشت می نماید.

مجموع آب تولید شده در محدوده همراه با جریانهای سطحی و زیرزمینی ورودی یـا انتقـالی و آب برگشتی مصارف جمع آب تولید شده و ورودیها را نشان می دهـد کـه در چهـار گوشـی در وسط صفحه نشان داده شده است، این آبها بخشی به مصارف کـشاورزی، شـرب و صـنعت مـی رسد، بخشی از سطح دریاچه های طبیعی و مصنوعی (در صورت وجود) و یا برکـه تبخیـر مـی شود، بخشی هم از سفره آب زیرزمینی که عمق سطح آب به سطح زمین نزدیک باشـد تبخیـر می گردد و بخشهایی نیز بصورت جریانهای سطحی و زیرزمینی بصورت ثقلی خـارج شـده و یـا احتمالا" انتقال داده می شود که در ۵ چهار گوش نمایش داده شده اسـت. مجمـوع حجـم آب این ۵ چهار گوش جمع مصارف و عوامل خروجی را تشکیل می دهد که در یک چهار گـوش بـا 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 ۱۵۵۸/۲۷ میلیون متر مکعب بوده که با احتساب ۱۱/۳۲ میلیون متر مکعب آب برگشتی ناشی از مصارف مختلف حجم آن به ۱۵۶۹/۵۹ میلیون متر مکعب می رسد. میزان مصرف آب در سطح محدوده مطالعاتی حدود ۳۷/۳۸ میلیون متر مکعب بوده و تبخیر از سطح آزاد آب و تبخیر از آب زیرزمینی و نیز خروجی آب زیرزمینی نیز به ترتیب ۶۹/۷۴ (از دریاچه سد)، ۰/۰ و ۰/۰ میلیون متر مکعب و حجم آب سطحی خروجی از محدوده نیز ۱۴۶۲/۴۷ میلیون متر مکعب می باشد. به این ترتیب ملاحظه میگرددکه مجموع مصارف و خروجی‌ها ۱۵۶۹/۵۹ 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 یان چشمه



ارقام به میلیون متر مکعب در سال

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

وسعت محدوده مطالعاتی یان چشمه برابر ۳۷۰ کیلومتر مربع است که از آبخوان آبرفتی آن توسط ۵۷ حلقه چاه، ۵ دهنه چشمه و ۱۳ رشته قنات ۱۱/۲۳ میلیون متر مکعب در سال تخلیه و برداشت صورت می گیرد. از مخازن سازند سخت ارتفاعات نیز حدود ۸ میلیون متر مکعب در سال توسط ۹۶ دهنه چشمه، یک رشته قنات و تعداد ۶ حلقه چاه تخلیه می شود ضمنا" از پهنه های آبرفتی حاشیه رودخانه های ارتفاعات و خارج از آبخوان هم توسط ۲۱ حلقه چاه، ۱۹ رشته قنات و ۷ دهنه چشمه ۵/۷ میلیون متر مکعب تخلیه سالانه صورت می گیرد. بنابراین مجموع تخلیه و برداشت آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی ۲۴/۹۳ میلیون متر مکعب در سال می باشد، مجموع مصارف در این محدوده ۳۷/۳۸ میلیون متر مکعب در سال است ۶۲ درصد آن از جریانهای سطحی و چشمه ها و ۳۸ 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 یان چشمه برای آبخوان آبرفتی با توجه به نتایج بیلان و تغذیه مناسب آبخوان ولی محدودیت ذخیره آن تنها حدود ۲/۷ میلیون متر مکعب توسعه بهره برداری توصیه شده است. در نتیجه میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی این محدوده ۱۴ میلیون متر مکعب در سال برآورد می گردد.

از مخازن سازند سخت این محدوده مطالعاتی نیز با توجه به اینکه سازند های سخت تغذیه کننده آبخوان آبرفتی بوده و چشمه های تغذیه شونده از آنها نیز آبدهی پایه رودخانه را تشکیل می دهد توسعه بهره برداری برابر ۱/۶ میلیون مترمکعب توصیه شده که با ۰/۴۳ میلیون مترمکعب برداشت فعلی مجموع برداشت از مخازن کارستیک این محدوده توسط چاه بیش از ۲ میلیون مترمکعب می گردد تخلیه و برداشت نواحی آبرفتی خارج از آبخوان حدود ۴/۲ میلیون متر مکعب در سال است، براین اساس مجموع برداشت از آبخوان آبرفتی، سازند سخت همراه با چاه و قناتهای آبرفت خارج از آبخوان حدود ۲۲ میلیون متر مکعب در سال می شود.

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

از جریانهای سطحی محدوده مطالعاتی با توجه به اینکه عمده آن به مصرف می رسد و یا وارد سد زاینده رود می شود کنترل آب سطحی توصیه نگردیده 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 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 یان چشمه با نبود افت سطح آب زیرزمینی از این لحاظ محدودیت کمی ایجاد نشده بلکه محدودیت کمی به دلیل کوچکی آبخوان و ذخیره محدود آن می باشد.

از نظر کیفی سازندهای شور که تاثیر محسوسی بر کیفیت آب داشته باشد زیاد نیست و این محدوده برای هر نوع محصولی از نظر کیفی مناسب می باشد.

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 آببندها 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 یان چشمه سد برای کنترل جریانهای سطحی بر روی رودخانه زاینده رود و آبهای انتقالی احداث شده با حجم کل ۱۴۵۰ میلیون متر مکعب که حجم آب تجدید شونده ۱۲۵۰ میلیون متر مکعب در سال است. برای آبخوان آبرفتی با توجه به وسعت آن برابر ۸۳/۴ کیلومتر مربع، ضخامت متوسط ۵۰ متر و ضریب ذخیره ۴ درصد حجم کل ذخیره برابر ۱۶۸ میلیون متر مکعب محاسبه شده که ۲۳ میلیون متر مکعب آن تجدید شونده سالانه می باشد، تعیین حجم کل و ثابت مخازن سازند سخت بعلت نیاز به وسعت، ضخامت و درصد درز و شکاف سازندهای کربناته و غیر کربناته نفوذپذیر مشکل بوده و لذا تنها براساس مقادیر تغذیه جانبی آبخوان تخلیه چشمه ها تغذیه تجدید شونده آنها برابر ۱۸ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

جدول شماره (۵-۸) امکانات توسعه بهره برداری منابع آب و میزان برداشت مجاز محدوده مطالعاتی یان چشمه

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
۱۱.۲۳	۲.۷۷	۰.۰۰	۱۴.۰۰	۰.۴۳	۱.۶۰	۲.۰۰	۶.۲۰	۲۲.۲۰	۰.۰۰

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.

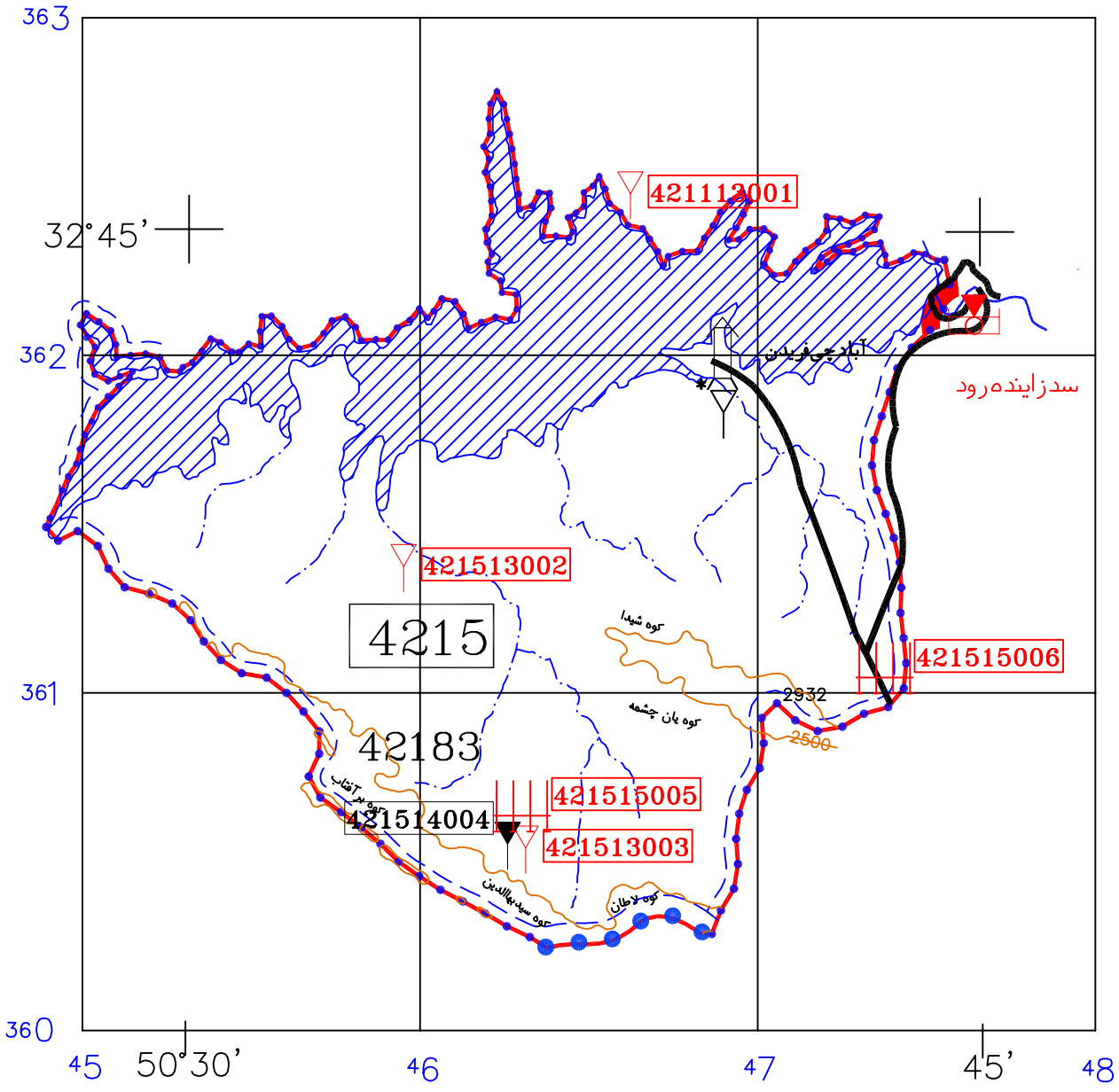
جدول شماره (۵-۹) برآورد حجم ذخائر آب محدوده مطالعاتی یان چشمه

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
۱۴۵۰.۰۰	۱۲۵۰.۰۰	۸۳.۴۰	۵۰.۰۰	۴.۰۰	۱۶۸.۰۰	۱۴۵.۰۰	۲۳.۰۰	–	–	۱۸.۰۰

ارقام به میلیون متر مکعب

محدوده مطالعاتی : یان چشمه

کد : ۴۲۱۵



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

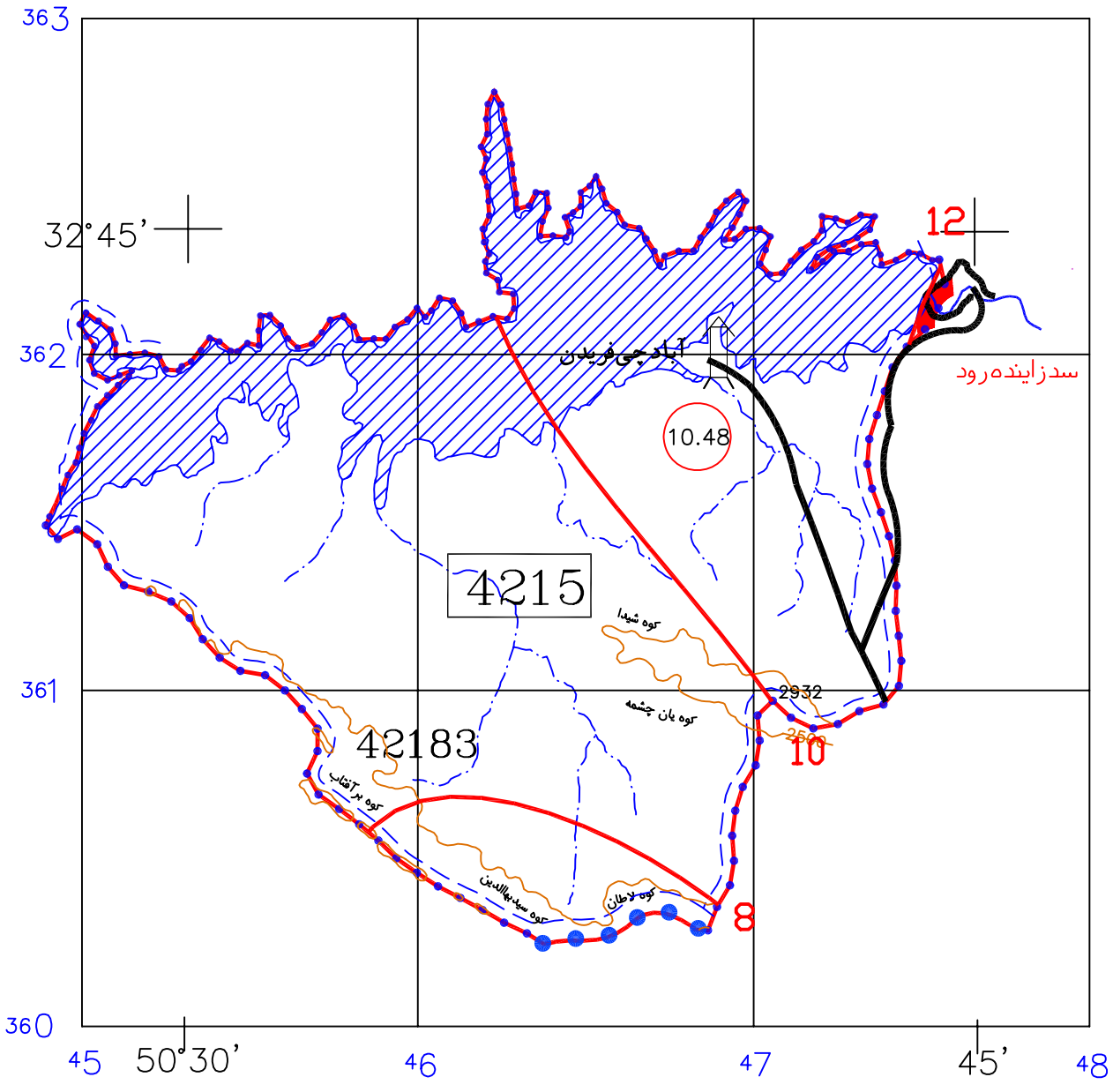
نقشه شماره (۱-۱) : موقعیت ایستگاههای هواشناسی
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه

کد : ۴۲۱۵



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 — *

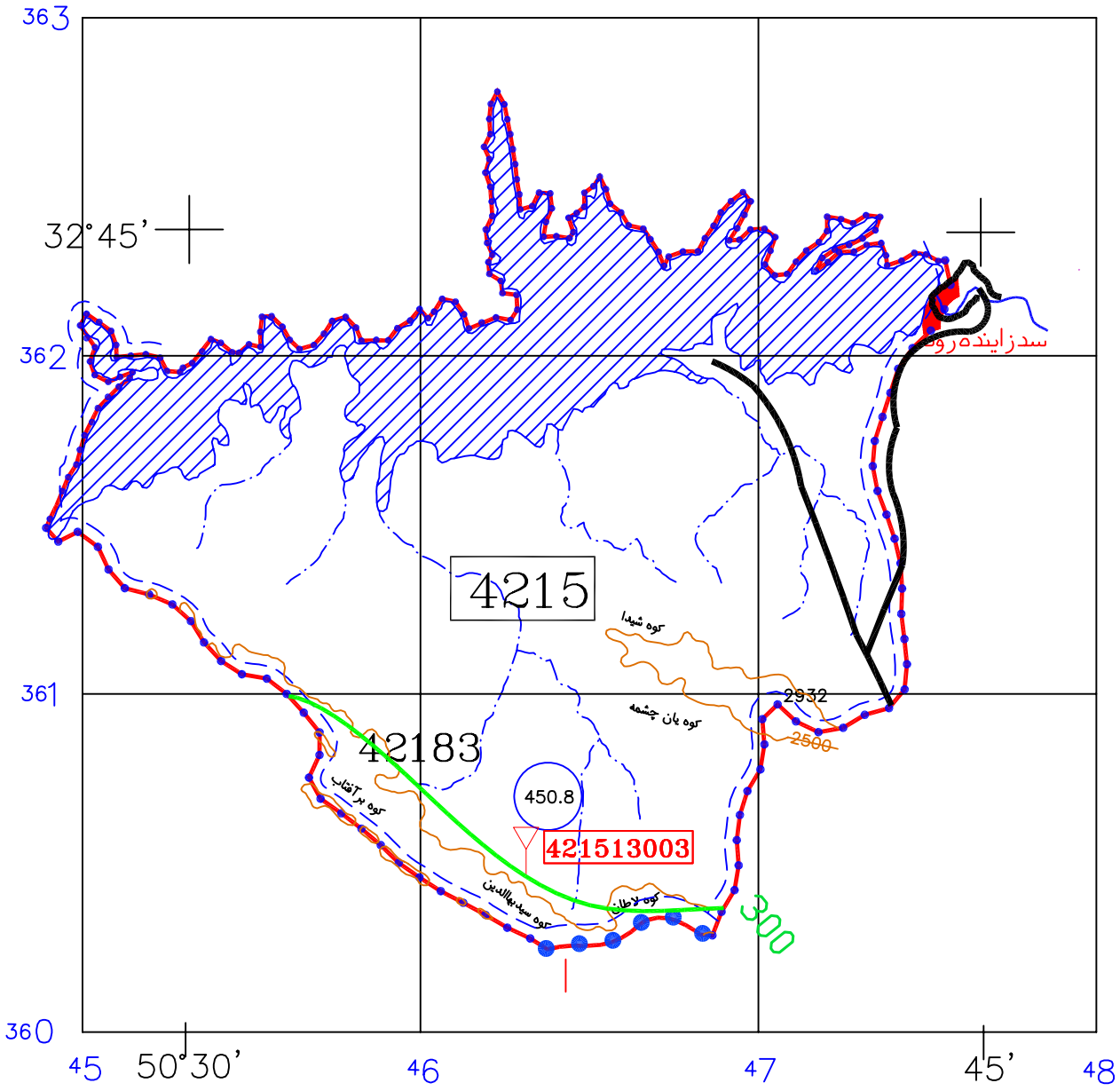
نقشه شماره (۱-۲) : منحنی های هم دما
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه

کد : ۴۲۱۵



علائـــم اختصاصـــی:

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

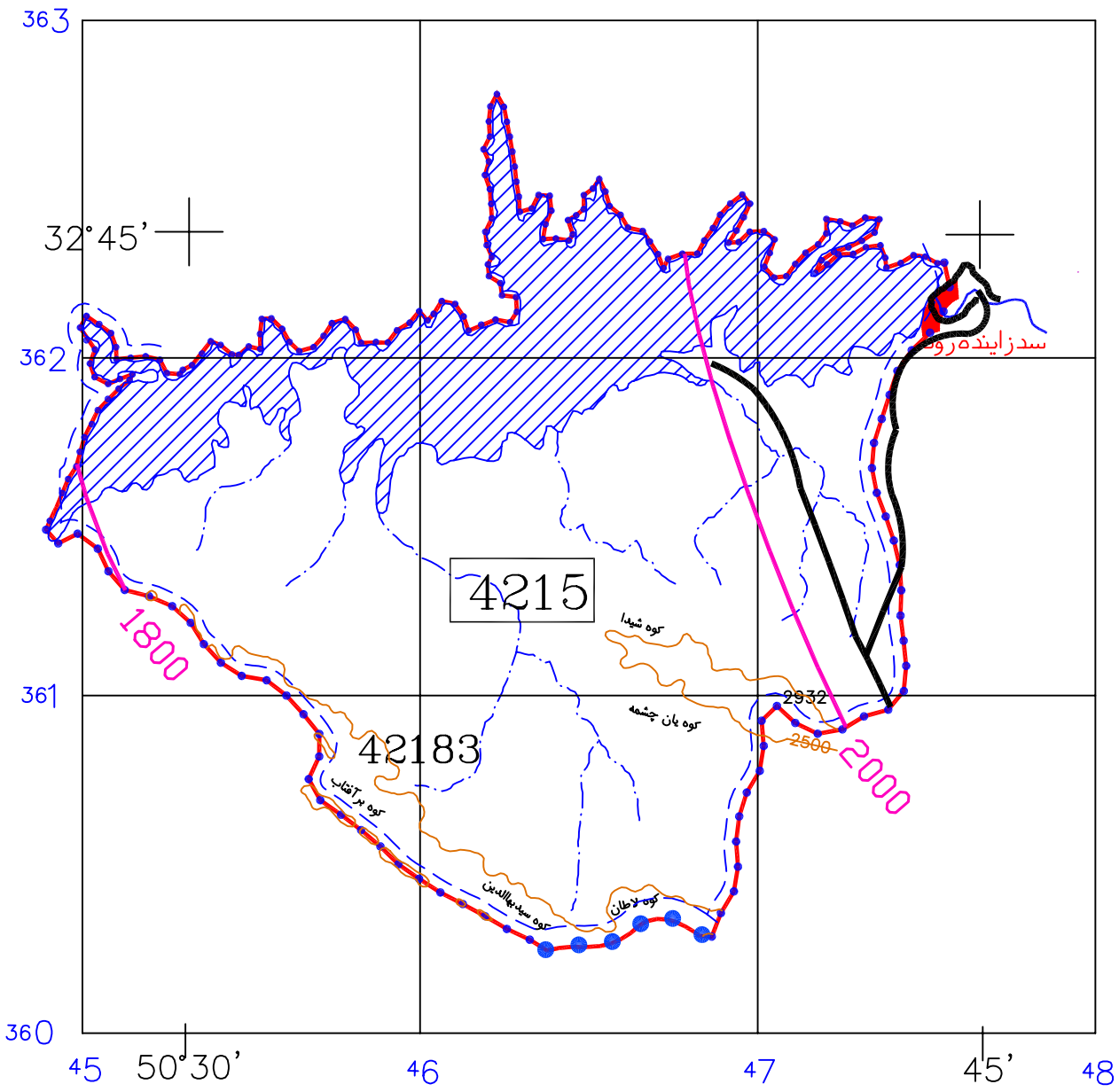
نقشه شماره (۱-۳)- منحنی های هم باران
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه

کد : ۴۲۱۵



علائـــم اختصاصـــی:

ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثبات

ایستگاه تبخیرسنجی

کد ایستگاه 211912001

متوسط تبخیر سالانه (میلیمتر) 2021

منحنی های هم تبخیر 1800

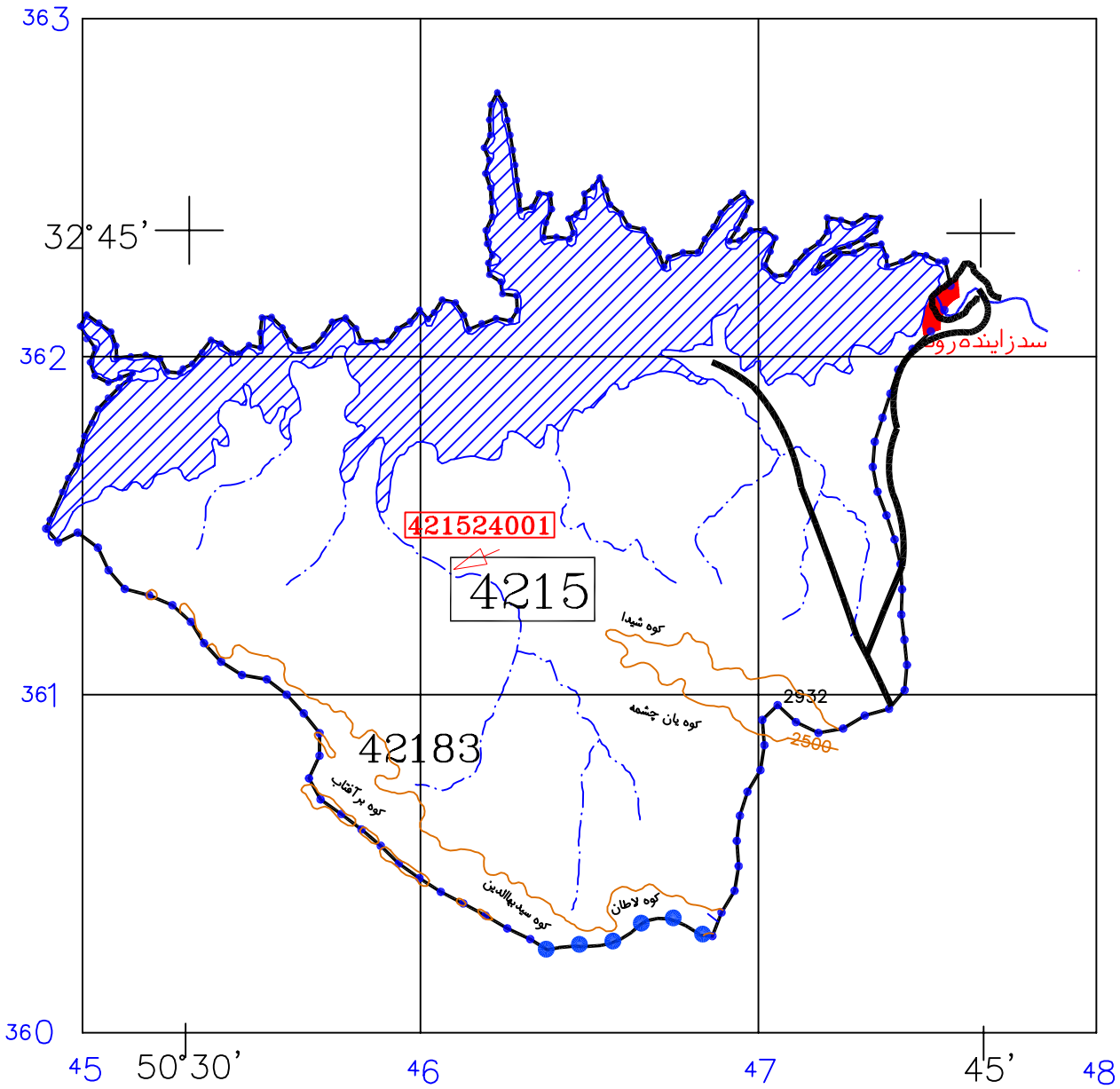
نقشه شماره (۱-۴) : منحنی های هم تبخیر
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه

کد : ۴۲۱۵



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

کد ایستگاه 420123009

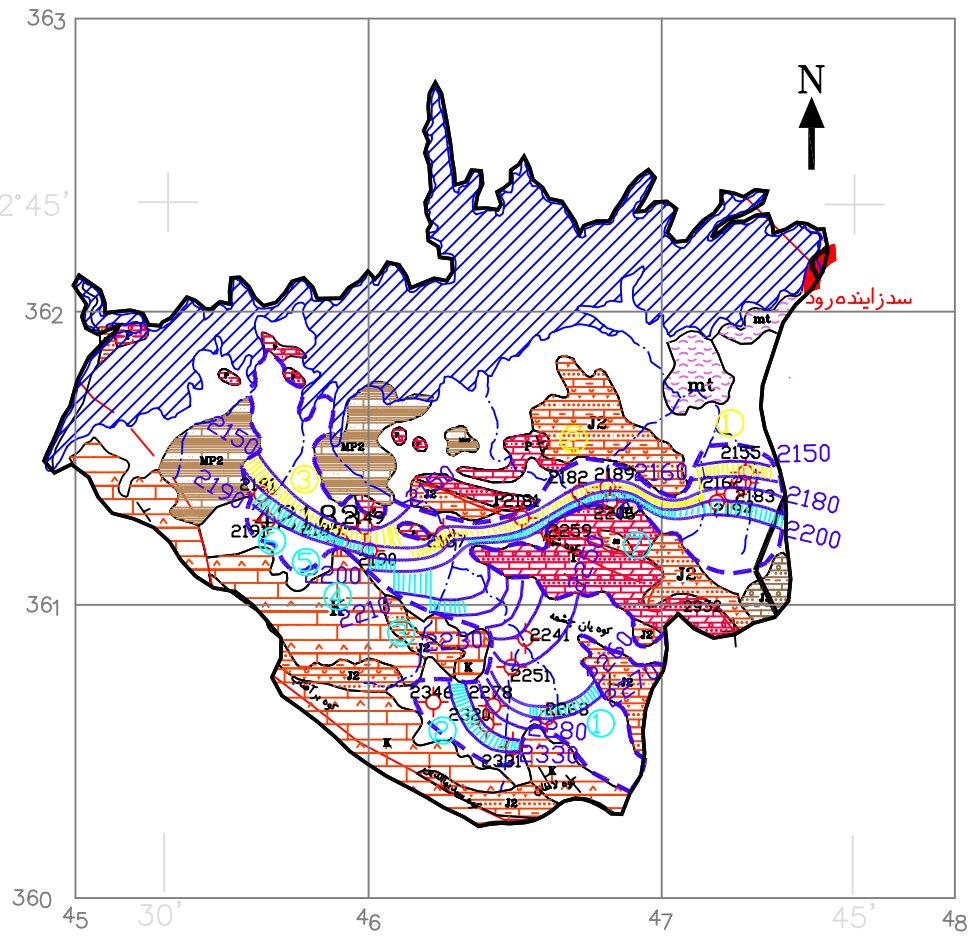
نقشه شماره (۲-۱) : موقعیت ایستگاههای هیدرومتری
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــــاس :

محدوده مطالعاتی : یان چشمه کد : ۴۲۱۵

شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن همراه با درون لایه هایی ازآهکهای ماسه ای	MP2		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		کرتاسه
کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		ژوراسیک
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		
سنگ آهک	P1		پرمین
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		
سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس ،آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده	mt		سنگهای دگرگونی



مرز لایه بندی
امتدادو شیب‌لایه ها
42183 کدحوزه آبریز
حد حوزه آبریز
جاده آسفالت
مرز بین المللی

گسل
گسل احتمالی
راندگی
گسل معکوس
محور تاقدیس
محورناودیس

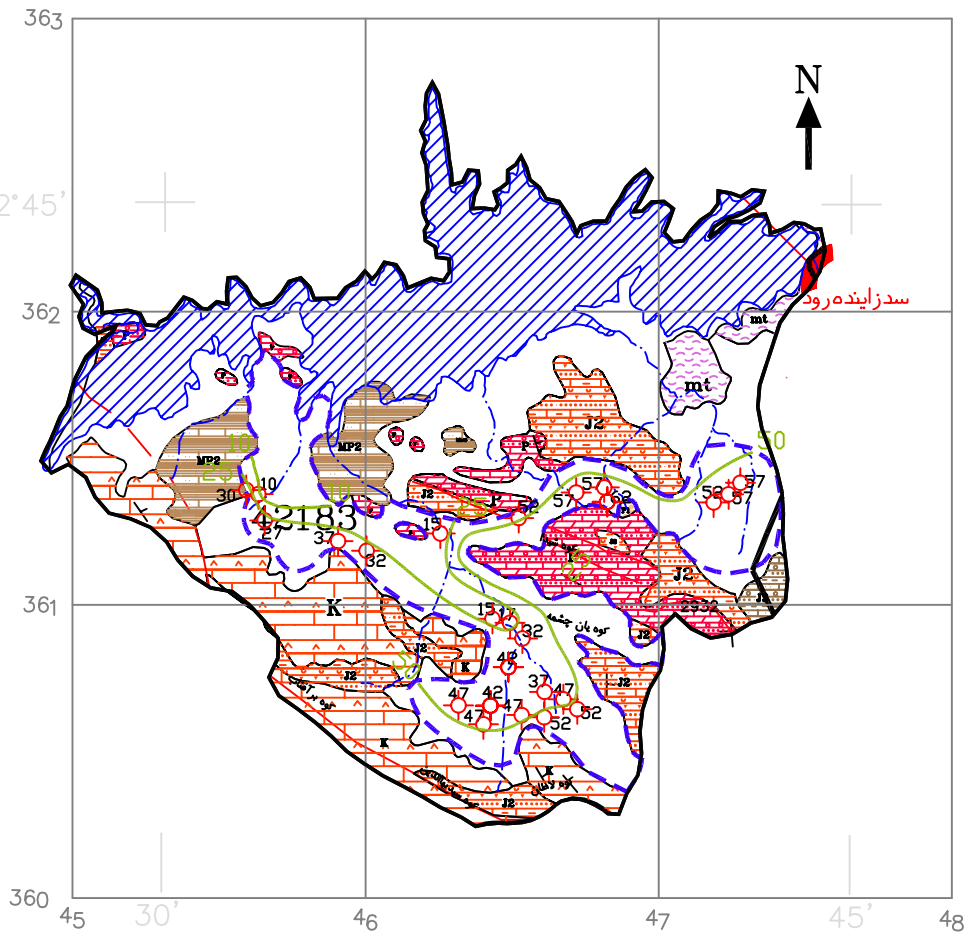
1273 چاه بهره برداری و رقم تراز آب زیرزمینی
2150 منحنی هم ترازآب زیرزمینی
جهت جریان آب زیرزمینی
جبهه ورودی آب زیرزمینی
جبهه خروجی آب زیرزمینی

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
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه کد : ۴۲۱۵



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن همراه با درون لایه هایی ازآهکهای ماسه ای	MP2		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		کرتاسه
کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		ژوراسیک
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		
سنگ آهک	P1		پرمین
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		
سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس ،آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده	mt		سنگهای دگرگونی

مرز لایه بندی
گسل
گسل احتمالی
امتدادو شیب‌لایه ها
راندگی
42183 کدحوزه آبریز
گسل معکوس
حد حوزه آبریز
محور تاقدیس
جاده آسفالت
محورناودیس
مرز بین المللی

5.76 چاه بهره برداری و رقم تراز آب زیرزمینی

25 منحنی هم عمـق

مناطق تبخیری زیرمنحنی کمترازیک متر

مناطق تبخیری بین منحنی یک تا سه متر

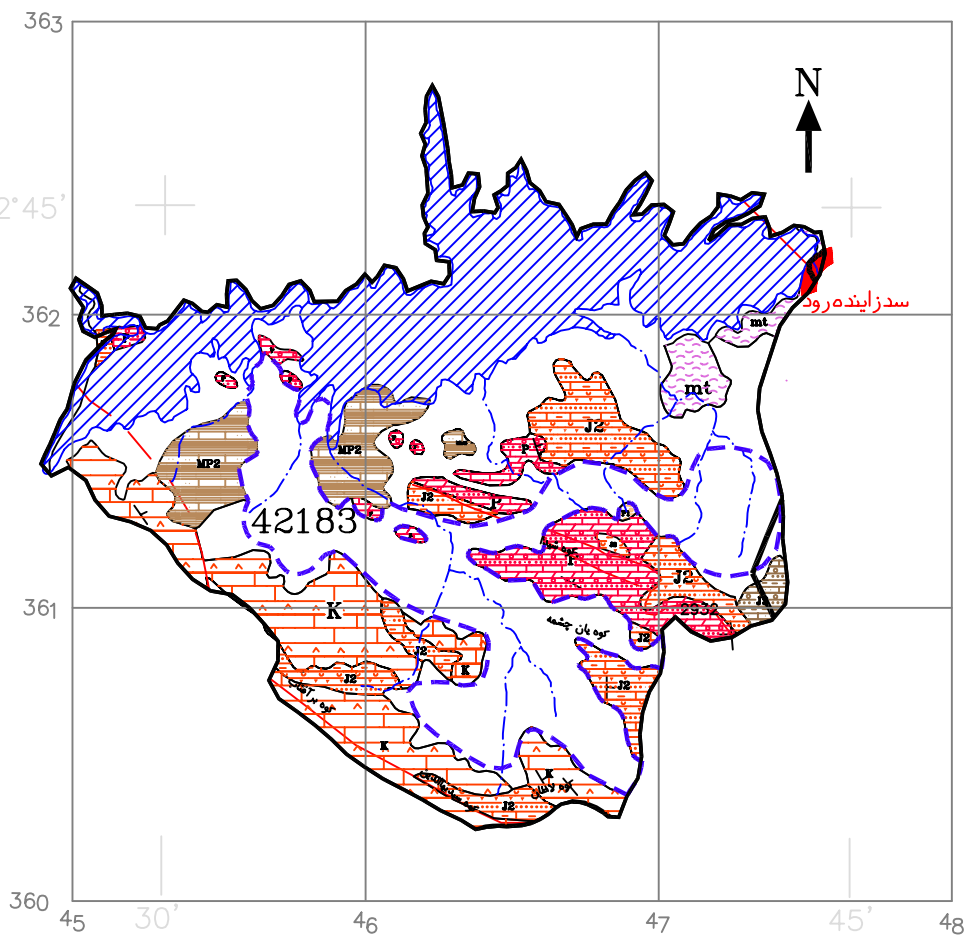
مناطق تبخیری بین منحنی سه تا پنج متر

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 مقیـــــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه کد : ۴۲۱۵



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن همراه با درون لایه هایی ازآهکهای ماسه ای	MP2		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		کرتاسه
کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		ژوراسیک
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		
سنگ آهک	P1		پرمین
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		
سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس ،آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده	mt		سنگهای دگرگونی

مرز لایه بندی
گسل
امتدادو شیب‌لایه ها
گسل احتمالی
42183 کدحوزه آبریز
راندگی
حد حوزه آبریز
گسل معکوس
جاده آسفالت
محور تاقدیس
مرز بین المللی
محورناودیس

حد آبخوان

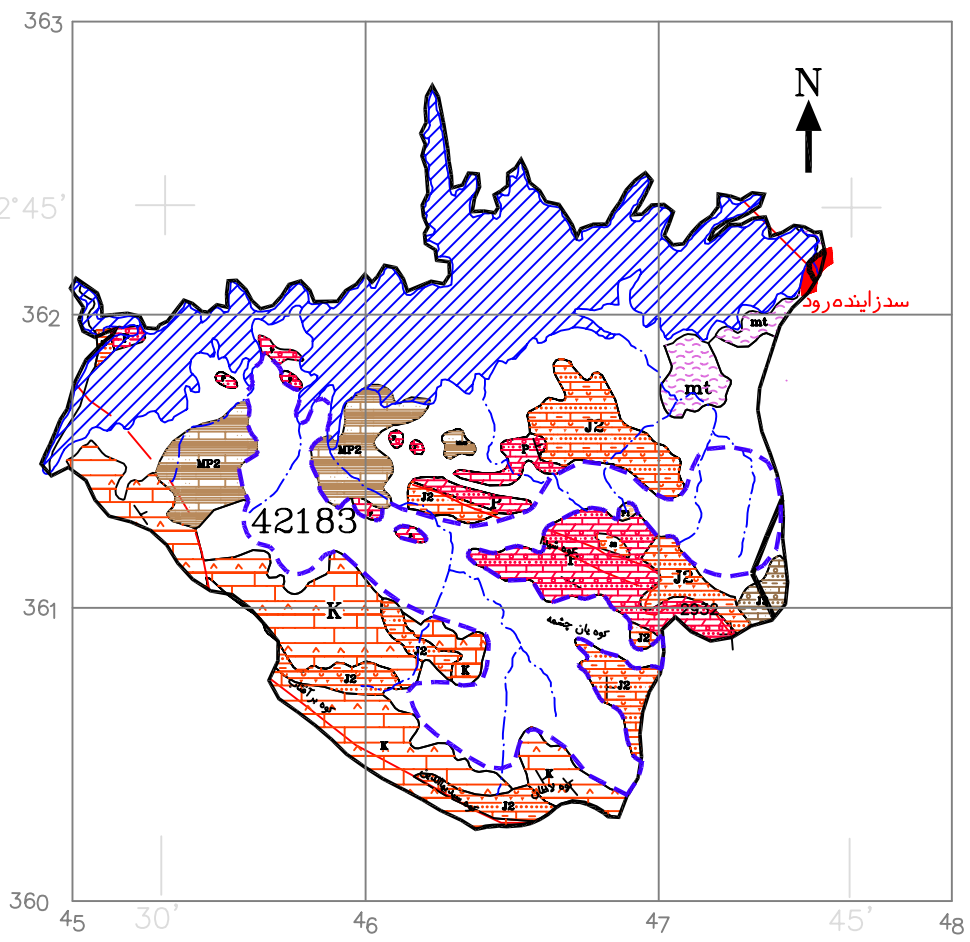
+0.63 چاه مشاهده ای و رقم تغییرات‌عمق سطح آب زیر زمینی (متر)

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
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

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

محدوده مطالعاتی : یان چشمه کد : ۴۲۱۵



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن همراه با درون لایه هایی ازآهکهای ماسه ای	MP2		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		کرتاسه
کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		ژوراسیک
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		
سنگ آهک	P1		پرمین
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		
سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس ،آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده	mt		سنگهای دگرگونی

مرز لایه بندی

گسل

گسل احتمالی

امتدادو شیب‌لایه ها

42183 کدحوزه آبریز

راندگی

حد حوزه آبریز

گسل معکوس

جاده آسفالت

محور تاقدیس

مرز بین المللی

محورناودیس

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)

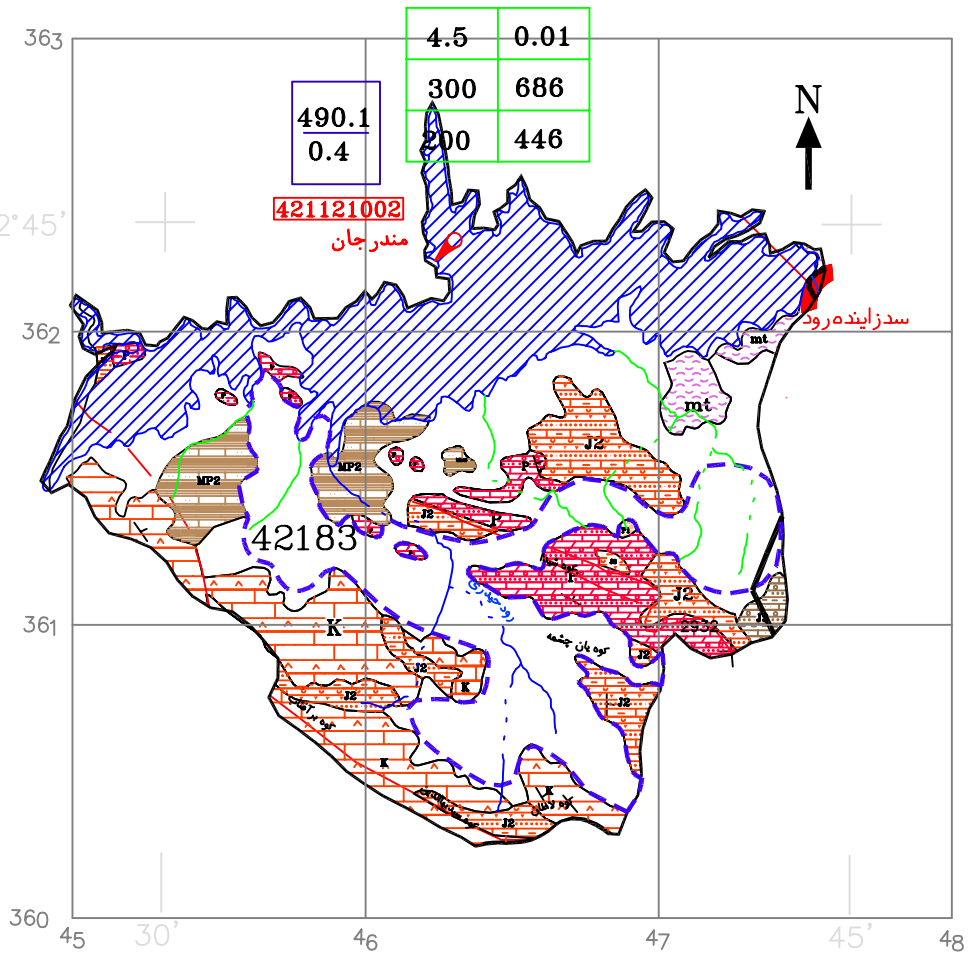
500/0.2 چاه بهره برداری آزمایش پمپاژ شده و رقم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز) / ضریب ذخیره (درصد)

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
تـاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Scale : 1:250000 مقیـــاس:

محدوده مطالعاتی : یان چشمه کد : ۴۲۱۵



شرح	علامت	تزیین	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
کنگلومرای سخت شده،ماسه سنگ و ماسه سنگ تا دانه های غیریکنواخت	P1		میو-پلیوسن
مارن همراه با درون لایه هایی ازآهکهای ماسه ای	MP2		
آهک اربیتولین دار،دربخش پایین بطورمحلی دارای رسوبات تبخیری	K		کرتاسه
کنگلومرا،ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		ژوراسیک
توف سبزو ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		
سنگ آهک	P1		پرمین
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		
سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس ،آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده	mt		سنگهای دگرگونی

مرز لایه بندی
امتدادو شیب‌لایه ها
42183 کدحوزه آبریز
حد حوزه آبریز
جاده آسفالت
مرز بین المللی

گسل
گسل احتمالی
راندگی
گسل معکوس
محور تاقدیس
محورناودیس

کمتر از ۲۵۰
۲۵۰ تا ۷۵۰
۷۵۰ تا ۲۲۵۰
۲۲۵۰ تا ۵۰۰۰
بیشتر از ۵۰۰۰
کیفیت نا مشخص

ایستگاه هیدرومتری از درجات مختلف

پارامترهای کیفی در محل ایستگاه هیدرومتری

۱- آبدهی حداکثر(متر مکعب در ثانیه)
۲- آبدهی حداقل (متر مکعب در ثانیه)
۳و۴- هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتیمتر)
۵و۶- باقیمانده خشک (میلی گرم در لیتر)

1	2
3	4
5	6

451.3
4.4

هدایت الکتریکی در سال متوسط (میکرو موس بر سانتیمتر)
آبدهی در سال متوسط (متر مکعب بر ثانیه)

منابع انتخابی کیفی آب زیرزمینی

چاه عمیق چاه نیمه عمیق چشمه قنات

5093
2801
میزان هدایت الکتریکی (میکرو مهوس بر سانتی متر)
میزان باقیمانده خشک (میلی گرم در لیتر)

750 منحنی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی

نقشه شماره (۴-۱) : هدایت الکتریکی منابع آب
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: