

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 ۱۰: بیلان آب محدوده مطالعاتی بن-سامان

خرداد ماه ۱۳۸۹

مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

سعادت آباد، بلوار سرو غربی، خیابان ریاضی 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.

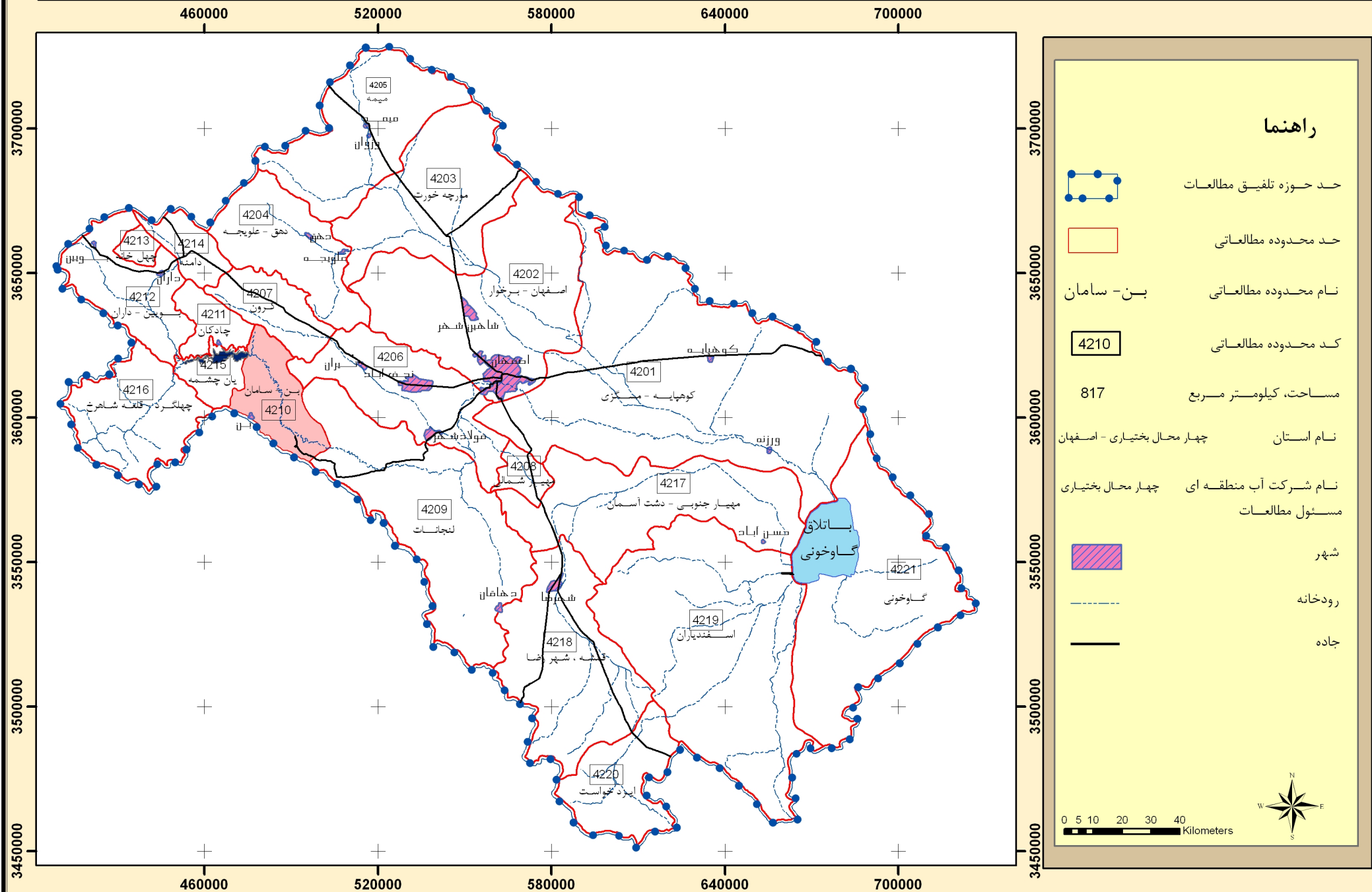
تشدید دخالت‌های انسان در محیط زیست و چرخه آب از یک سو و محدودیت منابع آب در مقابل نیازهای روز افزون از طرف دیگر و همچنین اجرای طرحهای چند منظوره، اثرات متقابل طرحهای توسعه منابع آب بر یکدیگر و نقل و انتقالهای بین حوزه‌ای آب، موجب پیچیده شدن اعمال مدیریت منابع آب شده است. بدین لحاظ دستیابی سریع به آمار 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 بیان و ارزیابی منابع آب به تفکیک ۲۱ محدوده مطالعاتی اقدام شده که نتایج در ۲۱ جلد گزارش جداگانه ارائه می‌شود. در خاتمه از مسئولین و کارکنان محترم معاونت مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای اصفهان 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 گروه کارشناسان و کارکنانی که در تهیه و تنظیم این گزارش همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

مهندسين مشاور آب و توسعه پايدار

نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی بن-سامان در حوضه آبریز گاوخونی



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
بیان آب محدوده مطالعاتی بن - سامان (۴۲۱۰).....	۱
کلیات :.....	۱
۱- هواشناسی.....	۲
۲- آب سطحی.....	۵
۳- آبهای زیرزمینی.....	۸
۴- کیفیت منابع آب.....	۱۰
۵- ارزیابی منابع آب.....	۱۱
۱-۵- بیان آب.....	۱۱
۱-۱-۵- بیان هیدروکلیماتولوژی.....	۱۲
۱-۱-۵- بارندگی.....	۱۲
۱-۱-۵- تبخیر و تعرق حقیقی.....	۱۳
۱-۱-۵- بارندگی مفید.....	۱۳
۱-۵- بیان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی.....	۱۸
۱-۲-۱-۵- جریان زیرزمینی ورودی و خروجی (Q_{in} و Q_{out}).....	۱۹
۱-۲-۱-۵- نفوذ از بارندگی.....	۲۰
۱-۲-۱-۵- تبادل آب رودخانه و آبخوان آبرفتی.....	۲۰
۱-۲-۱-۵- مصارف آب و نفوذ از آن.....	۲۲
۱-۲-۱-۵- تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی (Q_w).....	۲۳
۱-۲-۱-۵- تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی (Q_e).....	۲۴
۱-۲-۱-۵- نوسانات سطح آب زیرزمینی.....	۲۴
۱-۲-۱-۵- تغییرات ذخیره آبخوان.....	۲۵
۱-۳-۱-۵- بیان عمومی آب محدوده مطالعاتی بن - سامان.....	۳۰
۱-۳-۱-۵- عوامل ورودی (آبهای ورودی به محدوده).....	۳۱
۱-۳-۱-۵- عوامل خروجی (آبهای خروجی از محدوده).....	۳۲
۱-۳-۱-۵- تغییرات حجم ذخیره (ΔV_s و ΔV_g).....	۳۴
۱-۳-۱-۵- نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی.....	۳۷
۲-۵- امکانات و محدودیت های توسعه بهره برداری از منابع آب.....	۴۰
۱-۲-۵- امکانات توسعه بهره برداری.....	۴۰
۲-۲-۵- محدودیت های توسعه بهره برداری.....	۴۱
۳-۲-۵- برآورد حجم ذخائر آب.....	۴۲

فهرست جداول و نمودار

عنوان	صفحه
جدول شماره (۱-۱) : مشخصات ایستگاههای هواشناسی محدوده مطالعاتی بن-سامان.....	۲
جدول شماره (۲-۱): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی بن-سامان - درجه سانتیگراد.....	۳
جدول شماره (۳-۱): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی بن-سامان - میلیمتر.....	۴
جدول شماره (۱-۲) - مشخصات ایستگاههای هیدرومتری محدوده مطالعاتی بن-سامان.....	۶
جدول شماره (۱-۳) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی بن - سامان	۹
جدول شماره (۱-۵) : محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و بیلان آبی ماهانه-روش تورنت وایت ۱۶ جدول شماره (۲-۵) : بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات.....	۱۷
جدول شماره (۳-۵) : بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی.....	۲۶
جدول شماره (۴-۵) : مشخصات مقاطع و حجم جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی از آبخوان آبرفتی.....	۲۷
جدول شماره (۵-۵) : میزان تلفات (نفوذ) نسبت به راندمان آبیاری، روش آبیاری و بافت خاک	۲۸
جدول شماره (۶-۵) : رابطه تبخیر از آب زیرزمینی بین عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت طبق روش منحنی وایت.....	۲۹
جدول شماره (۷-۵) : بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی.....	۳۶
جدول شماره (۸-۵) : امکانات توسعه بهره برداری منابع آب محدوده و میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی.....	۴۴
جدول شماره (۹-۵) : برآورد حجم ذخائر آب محدوده مطالعاتی.....	۴۵
نمودار چرخه آب در محدوده مطالعاتی.....	۳۹

فهرست نقشه ها

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

بیان آب محدوده مطالعاتی بن - سامان (۴۲۱۰)

کلیات :

حوزه تلفیق گاوخونی از نظر بررسیهای آب زیرزمینی به ۲۱ محدوده مطالعاتی تقسیم شده که محدوده مطالعاتی بن - سامان در ناحیه میانی حوزه آبریز و استان چهارمحال بختیاری واقع شده است. این محدوده مطالعاتی شامل یک دشت اصلی حاوی آبخوان آبرفتی با حجم محدود بوده و تعدادی پهنه های آبرفتی کوچک نیز در حاشیه دره ها ایجاد شده که فاقد آبخوان می باشد.

وسعت کل محدوده مطالعاتی ۸۱۷ کیلومترمربع است که ۶۲۶/۸ کیلومترمربع آن را ارتفاعات و ۱۹۰/۲ کیلومترمربع را دشت تشکیل میدهد و آبخوان آبرفتی ۱۴۵/۳ کیلومترمربع از دشت را شامل می شود. بلندترین نقطه محدوده ۲۹۱۷ متر در ارتفاعات باختری و کمترین آن ۱۷۸۱ متر در ناحیه خاوری دشت قرار دارد.

شایان ذکر است که گزارش بیان 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 نقشه های مربوطه بصورت مجله های جداگانه تهیه و ارائه شده است.

۱- هواشناسی

ایستگاههای موجود در محدوده مطالعاتی

ایستگاههای هواشناسی مشتمل بر ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی سازمان هواشناسی کشور و ایستگاههای تبحیرسنجی 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 تحت مسئولیت وزارت نیرو قرار دارد.

همانگونه که در گزارش 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 بن-سامان 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 بن-سامان

نوع ایستگاه	تاریخ تاسیس	جغرافیایی مشخصات			نام ایستگاه	حوزه آبریز رودخانه	کد ایستگاه
		ارتفاع (متر)	عرض	طول			
کلیماتولوژی	1336	1860	32.48	50.90	پل زمانخان	زاینده رود	
باران سنج هواشناسی	1372	1980	32.45	50.93	سامان	زاینده رود	
تبحیر سنجی	1349	2173	32.73	50.75	سد زاینده رود	زاینده رود	421011004
تبحیر سنجی	1344	1880	32.50	50.89	پل زمانخان	زاینده رود	421011002
باران سنج نیرو	1371	2180	32.54	50.75	بن	زاینده رود	421013005
باران سنج ذخیره‌ای	1350	2180	32.54	50.75	بن	زاینده رود	421014006

منحنی همدمای و میزان دما در ارتفاعات و دشت

با استفاده از آمار و اطلاعات دمای سالانه پردازش شده در ایستگاههای سینوپتیک و کليما تولوژی 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 در آن ترسیم شده است که منحنی همدمای سالانه محدوده مطالعاتی بن-سامان در نقشه شماره (۱-۲) به تصویر کشیده شده است. با استفاده از این منحنی همدمای و مد نظر قرار دادن حدود ارتفاعات و دشت، میزان دمای سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۱۲/۰ و ۱۱/۴ درجه سانتیگراد ارزیابی شده است. برای محاسبه میزان دمای ماهانه ارتفاعات و دشت از ایستگاههای معرف برای ارتفاعات و دشت بهره گرفته می شود، بر این اساس با توجه به موقعیت ایستگاههای هواشناسی، برای ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی ایستگاه تبخیر سنجی زمانخان مد نظر قرار گرفته است. جدول (۱-۲) توزیع دما را در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی ارائه می کند.

جدول شماره (۱-۲): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی بن-سامان - درجه

سانتیگراد

سالانه	ماه												دشت و ارتفاعات
	مهر	مهر	مهر	مهر	اردیبهشت	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	
ارتفاعات	12.0	19.2	21.4	21.9	18.9	14.5	10.3	5.2	1.7	1.8	5.4	9.6	14.3
دشت	11.4	18.5	20.6	21.2	18.2	13.8	9.7	4.8	1.3	1.4	5.0	9.1	13.7

منحنی همباران و میزان باران در ارتفاعات و دشت

با استفاده از آمار و اطلاعات باران سالانه پردازش شده در ایستگاههای سینوپتیک و کليما تولوژی 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 بن-سامان در نقشه شماره (۳-۱) 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 ۲۸۲ و ۲۷۰ 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 باران سنجی بن و تبخیر سنجی زمانخان مد نظر قرار گرفته است، جدول (۳-۱) توزیع ماهانه باران را در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی ارائه می کند.

جدول شماره (۳-۱): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی بن-سامان به

میلیمتر

سالانه	ماه												دشت و ارتفاعات
	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	
۲۸۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۹/۵	۴۲/۰	۵۰/۹	۴۹/۱	۵۰/۱	۴۵/۰	۲۵/۴	۰/۰	ارتفاعات
۲۷۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۹/۱	۴۳/۱	۴۵/۵	۴۲/۸	۵۰/۰	۴۴/۴	۲۵/۱	۰/۰	دشت

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 بن-سامان در نقشه شماره (۴-۱) 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 ۲۱۸۵ و ۲۰۷۹ 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 برآورد 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 (۱-۲)، مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مربوط به محدوده مطالعاتی بن-سامان 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 (۱-۲) 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 آبدی 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 بهره‌گیری از روابط مناسب (مشروح آن 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 (۱-۲) - مشخصات ایستگاههای هیدرومتری محدوده مطالعاتی بن-سامان

تجهیزات			مساحت حوزه (km2)	تاریخ تاسیس	جغرافیایی مشخصات			ایستگاه	رودخانه	کد ایستگاه
تله متر	سینسراف	آب			ارتفاع (متر)	عرض	طول			
+	+	+	4726.5	1328	1880	32-29-54	50-53-41	پل زمانخان	زاینده رود	421021001
+	+	+	4297	1346	1992	32-42-54	50-47-15	سد تنظیمی زاینده رود	زاینده رود	421021003

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 محدوده های 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) 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. 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 بطور کلی 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 پل زمانخان در این محدوده مطالعاتی قرار دارد، با بهره‌گیری از متوسط آبدهی درازمدت ایستگاه مذکور، که به مقدار $43/5$ متر مکعب بر ثانیه است چنانچه 20 سال منتهی به سال آبی $85-1384$ که با انتقال آب هماهنگی بیشتری دارد در نظر گرفته شود متوسط آبدهی سالانه پل زمانخان $49/4$ متر مکعب بر ثانیه می‌شود. با مد نظر قرار دادن روند نزولی میزان دبی ایستگاههای هیدرومتری در طول زاینده رود (در مقایسه با ایستگاه پل کله)، برای خروجی از محدوده مطالعاتی بن-سامان دبی 46 متر مکعب بر ثانیه ارزیابی می‌گردد. با توجه به مساحت 627 کیلومتر مربعی ارتفاعات و بارندگی 282 میلیمتر در همین ارتفاعات و لحاظ کردن ضریب جریان $24/0$ درصد میزان جریان سطحی خروجی از ارتفاعات برابر $42/4$ 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 $145/3$ کیلومترمربع که $76/5$ درصد از کل وسعت دشت را شامل می شود تشکیل گردیده است و در ارتفاعات محدوده با وسعت 627 کیلومترمربع سازندهایی که امکان ذخیره آب در آنها ایجاد شده شامل سازندهای کربناته با وسعت تقریبی $10/5$ کیلومترمربع می باشد، سازندهای غیرکربناته که دارای مخازنی با حجم ذخیره ضعیف بوده و یا در تغذیه آبخوانهای آبرفتی موثر هستند برخی سازندهای دگرگونه می باشد.

منابع بهره برداری کننده از آبهای زیرزمینی که در سال 1382 آمار برداری و براساس اطلاعات موجود بهنگام شده شامل 151 حلقه چاه با تخلیه سالانه $15/18$ میلیون متر مکعب 836 دهنه چشمه با تخلیه سالانه $13/65$ میلیون متر مکعب و 441 رشته قنات با تخلیه سالانه $21/85$ میلیون مترمکعب می باشد که سهم ارتفاعات و خارج از آبخوان از این آمار 721 دهنه چشمه با تخلیه سالانه $12/60$ میلیون متر مکعب و 82 حلقه چاه با تخلیه سالانه $2/26$ میلیون متر مکعب و 324 رشته قنات با تخلیه سالانه $13/80$ میلیون متر مکعب می باشد.

مصرف آب در این محدوده شامل $26/49$ میلیون متر مکعب در سال از آبهای زیرزمینی بویژه چاه و $45/07$ میلیون متر مکعب از جریانهای سطحی است که به ترتیب $64/45$ میلیون متر مکعب به مصرف کشاورزی $6/55$ میلیون متر مکعب مصرف شرب و $0/56$ 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 $42/98$ ، $4/72$ و $0/21$ میلیون متر مکعب در سال می باشد.

منابع انتخابی معرف رفتارسنجی کمی شامل 2 حلقه چاه، یک دهنه چشمه و 4 رشته قنات می باشد. شبکه چاههای مشاهده ای به منظور اندازه گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی در این دشت ایجاد نشده و چاه اکتشافی نیز حفر نگردیده است. نقشه هم عمق و تراز آب زیرزمینی با استفاده از سطح آب تعدادی از چاههای بهره برداری و نقشه توپوگرافی به صورت تقریبی رسم شده است. در جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری آبهای زیرزمینی محدوده ارائه شده است.

همانطور که از نقشه تراز سطح آب زیرزمینی که با استفاده از سطح آب چاههای بهره برداری و ارتفاع نقشه توپوگرافی رسم شده ملاحظه می شود جهت جریان آب زیرزمینی بطور کلی از باختر به سوی خاور بوده و بیشترین ارتفاع منحنی تراز برابر ۲۲۳۰ متر در باختر و کمترین آن ۲۱۶۰ متر از خاور دشت عبور می نماید.

نقشه هم عمق سطح آب زیرزمینی نیز که با استفاده از سطح آب تعدادی چاه بهره برداری رسم شده نشان می دهد که بطور کلی در این دشت عمق سطح آب زیرزمینی پایین بوده و دو منحنی هم عمق ۲۵ و ۵۰ متر رسم گردیده است. منطقه تبخیری آب زیرزمینی در این دشت وجود ندارد.

نقشه اختلاف سطح آب رسم نشده ولی شرایط هیدروژئولوژی دشت مشخص می نماید که تغییرات سطح آب زیرزمینی در طول زمان زیاد نیست. نقشه منحنی های هم ارزش قابلیت انتقال به علت نبود نتایج پمپاژ چاه رسم نگردیده است.

به علت نبود چاه مشاهده ای آبنمود تغییرات سطح آب زیرزمینی رسم نگردیده است ولی براساس شرایط هیدروژئولوژی حاکم حالت تعادل در سطح آب زیرزمینی قابل قبول می باشد.

جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی بن - سامان

منابع انتخابی کمی و کیفی			تعداد چاه اکتشافی	تعداد چاه مشاهده ای	مصارف آب			منابع بهره برداری کننده آب زیرزمینی						وسعت (کیلومتر مربع)		
چشمه	قنات	چاه			جمع مصرف	آب زیرزمینی	سطحی و چشمه	جمع تخلیه	چشمه		قنات		چاه		دشت	ارتفاعات
			تخلیه	تعداد					تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد				
۱	۴	۲	-	-	۷۱/۵۶	۲۶/۴۹	۴۵/۰۷	۷۰/۶۱	۱۳/۶۵	۸۳۶	۲۱/۸۵	۴۴۱	۱۵/۱۸	۱۵۱	۱۹۰	۶۲۷

حجم آب به میلیون مترمکعب در سال

۴- کیفیت منابع آب

جهت سنجش وضعیت کیفی آب سطحی در این محدوده مطالعاتی از ایستگاههای پل زمانخان و سد زاینده رود نمونه برداری و آنالیز کامل شیمیایی صورت می گیرد. شبکه سنجش کیفی آب زیرزمینی این محدوده نیز شامل ۲ حلقه چاه، ۴ رشته قنات و یک دهنه چشمه می باشد. در این محدوده مطالعاتی جریان سطحی تولید شده در بالا دست زاینده رود، توسط روخانه زاینده رود به پایین دست منتقل میگردد و وارد محدوده مطالعاتی لنجانات می شود. در محدوده مطالعاتی بن-سامان دو ایستگاه هیدرومتری به نامهای سد تنظیمی زاینده رود و پل زمانخان بر روی رودخانه زاینده رود مورد بهره برداری قرار می گیرد که توسط آنها پارامترهای کیفی آب نیز سنجیده می شود. براساس اطلاعات ایستگاه سد تنظیمی سد زاینده رود (به عنوان جریان سطحی ورودی به محدوده مطالعاتی بن-سامان) میزان هدایت الکتریکی از ۱۴۴ تا ۵۵۰ میکرومhos بر سانتیمتر در نوسان است. در ایستگاه هیدرومتری پل زمانخان بر روی زاینده رود (به عنوان خروجی از محدوده مطالعاتی) میزان هدایت الکتریکی از ۲۲۰ تا ۱۲۲۱ میکرومhos بر سانتی متر و میزان باقی مانده خشک از ۱۴۵ تا ۸۵۵ میلی گرم در نوسان است. نظر به اینکه با بهره گیری از آبدهی روزانه در سال متوسط و نیز رابطه هدایت الکتریکی با آبدهی، میزان هدایت الکتریکی متوسط رودخانه محاسبه شده است که براین اساس میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه سد زاینده رود ۳۱۶/۴ میکرومhos بر سانتیمتر و در ایستگاه پل زمانخان ۳۲۰/۵ میکرومhos بر سانتیمتر ارزیابی گردیده است. خاطر نشان می سازد در نقشه‌های کیفیت آب سطحی که براساس دستورالعملهای موجود تهیه شده است، مقادیر پارامترهای هدایت الکتریکی و باقی مانده خشک متناظر با دبی های حداقل و حداکثر است. در این محدوده همانند محدوده چهل خانه و ایزدخواست تعداد نقاط نمونه برداری بسیار کم بوده و ترسیم منحنی هم ارزش هدایت الکتریکی یا هم کلر آب زیرزمینی امکان پذیر نبوده است. اما با توجه به آمار موجود، آمار آنالیز شیمیایی چشمه‌ها و سوابق آمار آنالیز شیمیایی، تغییرات شوری در این سه محدوده بسیار ناچیز بوده و عموماً آبهایی با هدایت الکتریکی کمتر از ۱۰۰۰ تا حداکثر ۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر در اکثر بخش‌های مختلف این دشت‌ها جریان دارد. این محدوده مطالعاتی فاقد کموگراف معرف کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی می باشد.

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، مسلماً "چنانچه اطلاعات کافی نباشد عامل یا عوامل مربوطه براساس شرایط برآورد می گردد.

بیان آب در محدوده مطالعاتی بن - سامان با استفاده از اطلاعات مختلف موجود و بصورت بیان هیدروکلیماتولوژی برای ارتفاعات و دشت، بیان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی و با استفاده از آنها بیان آب محدوده مطالعاتی تهیه گردیده است.

۵-۱-۱- بیان هیدروکلیماتولوژی

معادله عمومی بیان 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 بیان هیدروکلیماتولوژی از بیان 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، متغیر می باشد. 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 می شود.

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

$$E\tau = 16 \left(\frac{10T}{J} \right)^a$$

$$E\tau_c = E\tau \left(\frac{D.L}{360} \right)$$

$E\tau$ = 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.

$$Ja = \left(\frac{Ta}{5} \right)^{1.51}$$

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 بن - سامان 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 ۶۸۶/۴۵ و ۶۶۵/۶۶ میلی متر می باشد، در ردیف دوم توزیع ماهانه بارش (براساس سال متوسط) نوشته شده که مقدار سالانه آن برای ارتفاعات و دشت برابر ۲۸۲ و ۲۷۰ 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 ۱۷۵/۳۵ میلی متر در سال برای ارتفاعات و ۶۶۵/۶۶ 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 ۵۰ میلی متر برای ارتفاعات و ۷۵ 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 ۱۰۶/۷۵ میلی متر و ۷۲/۵۳ 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 دشتهای میزان نفوذ با توجه به وسعت دشت، نفوذ پذیری آبرفت و وجود آبراهه ها تفاوت دارد. از دشت بن - سامان 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 ۵۱/۳ میلیون متر مکعب حجم بارش در دشت حدود ۷۳ درصد تبخیر و تعرق و ۲۷ درصد بارندگی مفید است که با توجه به شرایط دشت از ۱۳/۸ میلیون متر مکعب بارندگی مفید حدود ۴۷ درصد نفوذ می نماید و ۵۳ درصد بقیه جریان سطحی در دشت است، از ۱۷۶/۸ میلیون متر مکعب حجم بارش در ارتفاعات حدود ۶۲/۲ درصد تبخیر تعرق و ۳۷/۸ درصد بقیه برابر ۶۶/۹ میلیون متر مکعب بارندگی مفید است که از این مقدار ۳۳/۵ درصد آن تغذیه جانبی آبرفتی و تخلیه چاه و قنات در ارتفاعات است و ۶۶/۵ درصد بارندگی مفید برابر ۴۴/۵ میلیون متر مکعب جریان سطحی و آبدهی چشمه ها می باشد (تخلیه چشمه های آمار برداری شده ۱۲/۲۶ میلیون متر مکعب در سال است)

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

(دما به سانتی گراد سایر مولفه ها به میلی متر)

											۴۲۱۰		بن - سامان	
											ارتفاعات	سالانه	مؤلفه های بیلان	
Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	شهریور		
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور			
۱۴.۳	۹.۶	۵.۴	۱.۸	۱.۷	۵.۲	۱۰.۳	۱۴.۵	۱۸.۹	۲۱.۹	۲۱.۴	۱۹.۲	۱۲.۰۲	دما T	
۰.۰	۲۵.۴	۴۵.۰	۵۰.۱	۴۹.۱	۵۰.۹	۴۲.۰	۱۹.۵	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۲۸۲.۰۵	بارندگی P	
۵۹.۰۹	۳۱.۶۳	۱۴.۸۱	۳.۴۸	۳.۳۴	۱۶.۸۲	۴۲.۸۱	۷۳.۳۴	۱۰۳.۲۰	۱۲۸.۷۳	۱۱۷.۳۶	۹۱.۸۲	۶۸۶.۴۵	تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	
۰.۰۰	۲۵.۴۰	۱۴.۸۱	۳.۴۸	۳.۳۴	۱۶.۸۲	۴۲.۸۱	۶۸.۶۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۷۵.۳۵	تبخیر و تعرق حقیقی Etr	
۰.۰۰	۰.۰۰	۳۰.۲۹	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۴۹.۱۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰		ذخیره رطوبت خاک H	
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۶.۹۱	۴۵.۷۶	۳۴.۰۸	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۰۶.۷۵	مازاد (بارش مفید) R+I	
			۱۸.۷۶	۳۰.۱۶	۲۲.۰۸							۷۱.۰۰	جریان سطحی R	
			۸.۱۵	۱۵.۶۰	۱۲.۰۰							۳۵.۷۵	نفوذ I	

(دما به سانتی گراد سایر مولفه ها به میلی متر)

											۴۲۱۰		بن - سامان	
											دشت	سالانه	مؤلفه های بیلان	
Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	شهریور		
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور			
۱۳.۷	۹.۱	۵.۰	۱.۴	۱.۳	۴.۸	۹.۷	۱۳.۸	۱۸.۲	۲۱.۲	۲۰.۶	۱۸.۵	۱۱.۴۴	دما T	
۰.۰	۲۵.۱	۴۴.۴	۵۰.۰	۴۲.۸	۴۵.۵	۴۳.۱	۱۹.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۲۷۰.۰۰	بارندگی P	
۵۷.۶۸	۳۰.۹۹	۱۴.۳۶	۲.۹۰	۲.۷۸	۱۶.۲۹	۴۱.۹۴	۷۱.۵۸	۱۰۰.۱۵	۱۲۴.۴۱	۱۱۳.۵۱	۸۹.۰۷	۶۶۵.۶۶	تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	
۰.۰۰	۲۵.۱۰	۱۴.۳۶	۲.۹۰	۲.۷۸	۱۶.۲۹	۴۱.۹۴	۷۱.۵۸	۲۲.۵۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۹۷.۴۷	تبخیر و تعرق حقیقی Etr	
۰.۰۰	۰.۰۰	۳۰.۰۴	۷۵.۰۰	۷۵.۰۰	۷۵.۰۰	۷۵.۰۰	۲۲.۵۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰		ذخیره رطوبت خاک H	
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲.۱۴	۴۰.۰۲	۲۹.۲۱	۱.۱۶	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۷۲.۵۳	مازاد (بارش مفید) R+I	
			۱.۱۴	۲۱.۰۲	۱۵.۲۱	۰.۷۶						۳۸.۱۳	جریان سطحی R	
			۱.۰۰	۱۹.۰۰	۱۴.۰۰	۰.۴۰						۳۴.۴۰	نفوذ I	

جدول شماره (۵-۲) بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات بن - سامان

بارندگی مفید				تبخیر و تعرق حقیقی	حجم بارندگی	وسعت (کیلومتر مربع)	
تخلیه توسط چاه و قنات ارتفاعات	نفوذ موثر به آبخوان آبرفتی	جریان سطحی و چشمه ها	جمع				
۰.۰۰	۶.۵۰	۷.۳۰	۱۳.۸۰	۳۷.۵۰	۵۱.۳۰	۱۹۰.۰۰	دشت
۱۶.۰۶	۶.۳۴	۴۴.۵۰	۶۶.۹۰	۱۰۹.۹۰	۱۷۶.۸۰	۶۲۷.۰۰	ارتفاعات
۱۶.۰۶	۱۲.۸۴	۵۱.۸۰	۸۰.۷۰	۱۴۷.۴۰	۲۲۸.۱۰	۸۱۷.۰۰	جمع محدوده

حجم آنها بر حسب میلیون متر مکعب در سال

۵-۱-۲- بیان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی

بیان 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 بیان)

Q_{in} = جریان زیرزمینی ورودی جانبی از سمت ارتفاعات و احتمالاً 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 Q_{in} 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 بیان)

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 احتمالاً مصنوعی

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

ΔV = تغییر ذخیره ثابت آبخوان که این متغیر در بیان های با حالت متعادل (جمع ورودیها

با جمع خروجی ها برابر باشد) حدود صفر است و در بیان 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 مستقیماً "اندازه گیری می شود و یا قابل محاسبه می باشد ولی به علت وجود عوامل متعدد تاثیر گذار بر بیلان آب زیرزمینی حتی با داشتن کاملترین اطلاعات مورد نیاز، باز هم محاسبه برخی عوامل بیلان امکان پذیر نیست یا محاسبه آنها بسیار مشکل 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 آبخوان و نیز تغییر حجم ذخیره آبخوان آبرفتی در جدول شماره (۳-۵) ارائه شده است.

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

جریانهای زیرزمینی ورودی جانبی یا خروجی از آبخوان با استفاده از معادله داری محاسبه می شود.

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

L = طول مقطع ورودی یا خروجی بر حسب متر

I = گرادیان هیدرولیک که از تقسیم متوسط عرض مقطع بر فاصله ارتفاعی بین دو منحنی هم 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 نقشه های تراز آب زیرزمینی که مقاطع ورودی و خروجی آب زیرزمینی روی آن مشخص شده باشد و نقشه هم قابلیت انتقال (T) استفاده می شود.

در محدوده مطالعاتی بن - سامان برای آبخوان آبرفتی نقشه تراز آب زیرزمینی به علت نبودن چاه مشاهده ای با استفاده از سطح آب چاههای بهره برداری رسم شده و قابلیت انتقال متوسط مقاطع ورودی با توجه به وضعیت آبخوان برآورد گردیده است که محاسبات در جدول شماره (۴-۵) منعکس می باشد. طبق این جدول مقدار جریان ورودی جانبی برابر $7/34$ میلیون متر مکعب در سال و جریان زیرزمینی خروجی چون سنگ کف در برخورد با ارتفاعات ناحیه خروجی (خاوری) بالا می آید، خروجی زیرزمینی وجود ندارد لذا از ناحیه خروجی آبخوان تنها به صورت زه آب خارج می شود.

۷/۳۴ میلیون متر مکعب جریان ورودی شامل ۶/۳۴ میلیون تغذیه جانبی از ارتفاعات و ۱ میلیون متر مکعب نفوذ در آبرفت خارج از آبخوان 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 ۱-۵ و ۲-۵) محاسبه شده مقدار بارندگی مفید شامل جریان سطحی و نفوذ برابر ۱۳/۸ میلیون متر مکعب بوده و با توجه به وسعت کم دشت و آبراهه های فراوان فرصت نفوذ از بارندگی مفید به آبراهه ها زیاد نیست و مقداری که امکان نفوذ پیدا می نماید برابر ۶/۵ میلیون متر مکعب در سال معادل ۴۷ درصد بارندگی مفید و ۱۳ درصد از کل بارش روی دشت می باشد، با توجه به وسعت آبخوان ۵/۵ میلیون مترمکعب از نفوذ در دشت نفوذ مستقیم به آبخوان آبرفتی است و یک میلیون مترمکعب بقیه نفوذ به آبرفت دشت همراه با جریان زیرزمینی از جانب ارتفاعات تغذیه جانبی آبخوان را تشکیل می دهد.

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.

$$QR = 0.45C \frac{L \times b}{46/3\sqrt{v}} \times \sqrt{d}$$

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 لذا در این طرح بویژه استفاده از نقشه های با مقیاس ۲۵۰۰۰۰ : انواحی زهکشی و تغذیه رودخانه ها مسلماً دارای تقریب است.

در محدوده مطالعاتی بن - سامان مهمترین رودخانه به نام زاینده رود بوده، این رودخانه بیشتر زهکش آبخوان آبرفتی است تا تغذیه کننده آن لذا میزان تغذیه آبخوان از جریانهای سطحی نسبتاً کم بوده تنها حدود یک میلیون مترمکعب حاصل شده ولی زهکشی از آبخوان که در بیشتر مسیر رودخانه صورت می گیرد تا حدود ۸/۱۷ میلیون مترمکعب در سال از بیلان بدست آمده 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 ۷۱/۵۶ میلیون متر مکعب است که ۶۳ درصد آن (۴۵/۰۷ میلیون متر مکعب) از جریانهای سطحی و چشمه های ارتفاعات تامین می شود و ۳۷ درصد بقیه (۲۶/۴۹ میلیون متر مکعب) از منابع آب زیرزمینی شامل چاه، قنات و چشمه های آبرفتی می باشد در برخی دشتهای زه آنها نیز برای کشاورزی استفاده می شود که در این حالت مقدار آب مصرفی زه آنها همراه با چشمه ها آورده می شود.

از کل مجموع ۷۱/۵۶ میلیون متر مکعب مصرف آب در این محدوده ۹۰ درصد (۶۴/۴۵ میلیون متر مکعب) به مصرف کشاورزی، ۹/۲ درصد (۶/۵۵ میلیون متر مکعب) مصرف شرب و ۰/۸ درصد (۰/۵۶ میلیون متر مکعب) به مصرف صنعت می رسد. میزان مصرف آب در سطح آبخوان آبرفتی که بیلان آب زیرزمینی برای آن تهیه می شود، در بخش های کشاورزی، شرب و صنعت به ترتیب ۴۲/۹۸، ۴/۷۳ و ۰/۲۱ 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 بن - سامان عمده آب مصرفی در مزارع از طریق آبیاری کرتی و سنتی انجام می گیرد و در نتیجه میزان تغذیه از آب مصرفی کشاورزی طبق جدول FAO برابر ۱۲/۸۹ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است که حدود ۳۰ درصد آب مصرفی آبیاری می باشد.

مقدار آب نفوذ یافته از مصارف شرب و صنعت چون دفع پساب آنها عمدتاً از طریق چاه های جذبی صورت می گیرد برابر ۳/۴۶ 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 بن - سامان جمع تخلیه از آبخوان آبرفتی بوسیله چاه، قنات و چشمه آبرفتی برابر ۲۲/۰۲ میلیون متر مکعب در سال (طبق آمار) می باشد که حدود ۷۳/۵ 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 تقریباً "از عمق ۰/۵ متری به بعد شیب منحنی به تدریج شدید شده و از عمق ۳ متری به بعد تقریباً" 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 بن - سامان چون عمق سطح آب 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 معمولاً " بهره برداری از آب زیرزمینی هم برای جایگزینی کمبود آب مصرفی سطحی افزایش می یابد، حالت پایین رفتن 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 بن - سامان به علت نبودن چاه مشاهده ای آبنمود معرف تغییرات سطح آب رسم نشده ولی با توجه به شرایط مناسب تغذیه آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی، افت سطح آب 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 بن - سامان براساس بیلان آب زیرزمینی و شرایط مناسب تغذیه، حالت تعادل بین عوامل تغذیه و تخلیه موجود می باشد و تغییر حجم ذخیره آبخوان برابر صفر میتواند باشد.

جدول شماره (۳-۵) بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی بن - سامان

تغییرات حجم ذخیره	تخلیه					تغذیه					وسعت ناحیه بیلان (کیلومتر مربع)	
	جمع تخلیه	جریان زیرزمینی خروجی	تبخیر از آبخوان	زهکشی از آبخوان	تخلیه توسط چاه، چشمه و قنات آبرفتی	جمع تغذیه	نفوذ از آب شرب و صنعت	نفوذ از آب مصرفی کشاورزی	نفوذ از آبهای سطحی	نفوذ از بارندگی مستقیم		جریان زیرزمینی ورودی
۰.۰۰	۳۰.۱۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۸.۱۷	۲۲.۰۲	۳۰.۱۹	۳.۴۶	۱۲.۸۹	۱.۰۰	۵.۵۰	۷.۳۴	۱۴۵.۳۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

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

نوع جبهه	شماره جبهه	شیب هیدرولیکی در هزار	طول متر	T m ² /day	حجم جریان میلیون متر مکعب	ملاحظات
ورودی	۱	۱۸,۰۰	۳۰۲۶			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۲	۱۴,۰۰	۳۲۶۹			دوره بیلان ۳۶۵ روز
	۳					
	۴					
	۵					
	۶					
	۷					
	۸					
	۹					
	۱۰					
	۱۱					
	۱۲					
	۱۳					
	۱۴					
	۱۵					
	۱۶					
	۱۷					
	۱۸					
	۱۹					
	۲۰					
	۲۱					
	۲۲					
	۲۳					
	۲۴					
	۲۵					
	۲۶					
	۲۷					
	۲۸					
	۲۹					
	۳۰					
	۳۱					
	۳۲					
	۳۳					
	۳۴					
	متوسط ورودی	۱۶,۰۰	۶۲۸۵	۲۰۰	۷,۳۴	دوره بیلان ۳۶۵ روز
جمع کل ورودی					۷,۳۴	
خروجی	۱					
	۲					
	۳					
	۴					
	۵					
جمع کل خروجی					۰,۰۰	

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

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

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

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

۵-۱-۳- بیان عمومی آب محدوده مطالعاتی بن - سامان

معادله کلی بیان 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

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

$$Q_{Gin} = \text{جریان زیرزمینی ورودی}$$

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

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

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

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

$$Q_{Eg} = \text{تبخیر از آب زیرزمینی}$$

$$Q_{Us} = \text{آب مصرفی کشاورزی، شرب و صنعت}$$

$$Q_{Rout} = \text{جریان سطحی خروجی از محدوده}$$

$$Q_{Gout} = \text{جریان زیرزمینی خروجی}$$

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

$$\Delta V_s = \text{تغییر حجم ذخایر آب سطحی (مثل دریاچه پشت سدها و دریاچه ها)}$$

$$\Delta V_g = \text{تغییر حجم ذخیره آب زیرزمینی}$$

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

نتایج بیان عمومی آب محدوده مطالعاتی بن - سامان در جدول شماره (۵-۷) 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 بن - سامان حجم بارش متوسط سالانه بر سطح ارتفاعات برابر ۱۷۶/۸ میلیون متر مکعب و حجم بارش متوسط سالانه بر سطح دشت ۵۱/۳ میلیون متر مکعب جمعاً ۲۲۸/۱ میلیون متر مکعب در سال در سطح محدود مطالعاتی بدست آمده است.

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

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 از جمله یک سد به محدوده مطالعاتی انتقال می یابد.

به محدوده مطالعاتی بن - سامان جریان سطحی ورودی به حالت طبیعی از محدوده یان چشمه (سد زاینده رود) برابر ۱۴۶۲/۴۷ میلیون مترمکعب در سال به طور متوسط حاصل شده است.

- 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 بن - سامان میزان جریان زیرزمینی ورودی از محدوده های مجاور وارد نمی گردد.

- 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 بن - سامان طبق بیلان آبخوان آبرفتی آب نفوذ یافته به آبخوان از مصارف برابر $16/35$ میلیون متر مکعب ولی آب برگشتی به رودخانه و منابع آب زیرزمینی خارج از آبخوان بویژه از مصارف ارتفاعات برابر $7/96$ میلیون متر مکعب برآورد شده که جمعا $24/31$ 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 بن - سامان برابر $147/4$ میلیون متر مکعب در سال است که $62/2$ درصد از بارش در ارتفاعات و 73 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 $0/70$ می باشد. در این محدوده مطالعاتی دریاچه یا برکه ای که تبخیر از سطح آزاد آب را برای آن محاسبه شود 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 بن - سامان 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 خروجیها دیده شده لذا در بیلان عمومی آب هم هر دو عامل آورده شده است.

مجموع مصارف آب در محدوده مطالعاتی بن - سامان برابر $71/56$ میلیون متر مکعب در سال است که 90 درصد برای کشاورزی $9/2$ درصد برای شرب و $0/8$ درصد برای صنعت استفاده می شود.

مجموع مصارف در دشت این محدوده مطالعاتی $47/92$ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده و در نواحی آبرفتی خارج از آبخوان و ارتفاعات که اطلاعات کمتری در دسترس است $23/64$ 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 بن - سامان برابر $1495/92$ میلیون متر مکعب در سال براساس بیلان بدست آمده که به محدوده مطالعاتی لنجانان 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 بن - سامان 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 بن - سامان آب به محدوده های مطالعاتی مجاور انتقال نمی یابد.

۵-۱-۳-۳- تغییرات حجم ذخیره (ΔV_s و ΔV_g)

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 (ΔV_s) 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 بن - سامان بیلان آب متعادل بوده و تغییرات ذخیره حدود صفر می باشد.

جدول شماره (۵-۷) بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی بن - سامان

تغییرات حجم ذخیره		تخلیه								ورودی ها						
آبخوان آبرفتی	مخازن آب سطحی	جمع	آبهای انتقالی از محدوده	جریان زیرزمینی خروجی	جریان سطحی خروجی	مصارف آب	تبخیر و تعرق			جمع	آب برگشتی از مصارف	آبهای انتقالی به محدوده	جریان زیرزمینی ورودی	جریان سطحی ورودی	حجم بارش	
							از آبخوان	از آب آزاد	از بارندگی						دشت	ارتفاعات
۰.۰۰	۰.۰۰	۱۷۱۴.۸۸	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۴۹۵.۹۲	۷۱.۵۶	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۴۷.۴۰	۱۷۱۴.۸۸	۲۴.۳۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۴۶۲.۴۷	۵۱.۳۰	۱۷۶.۸۰

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. متغیرهای بکار رفته در این نمودار از بالا به پایین به شرح زیر است.

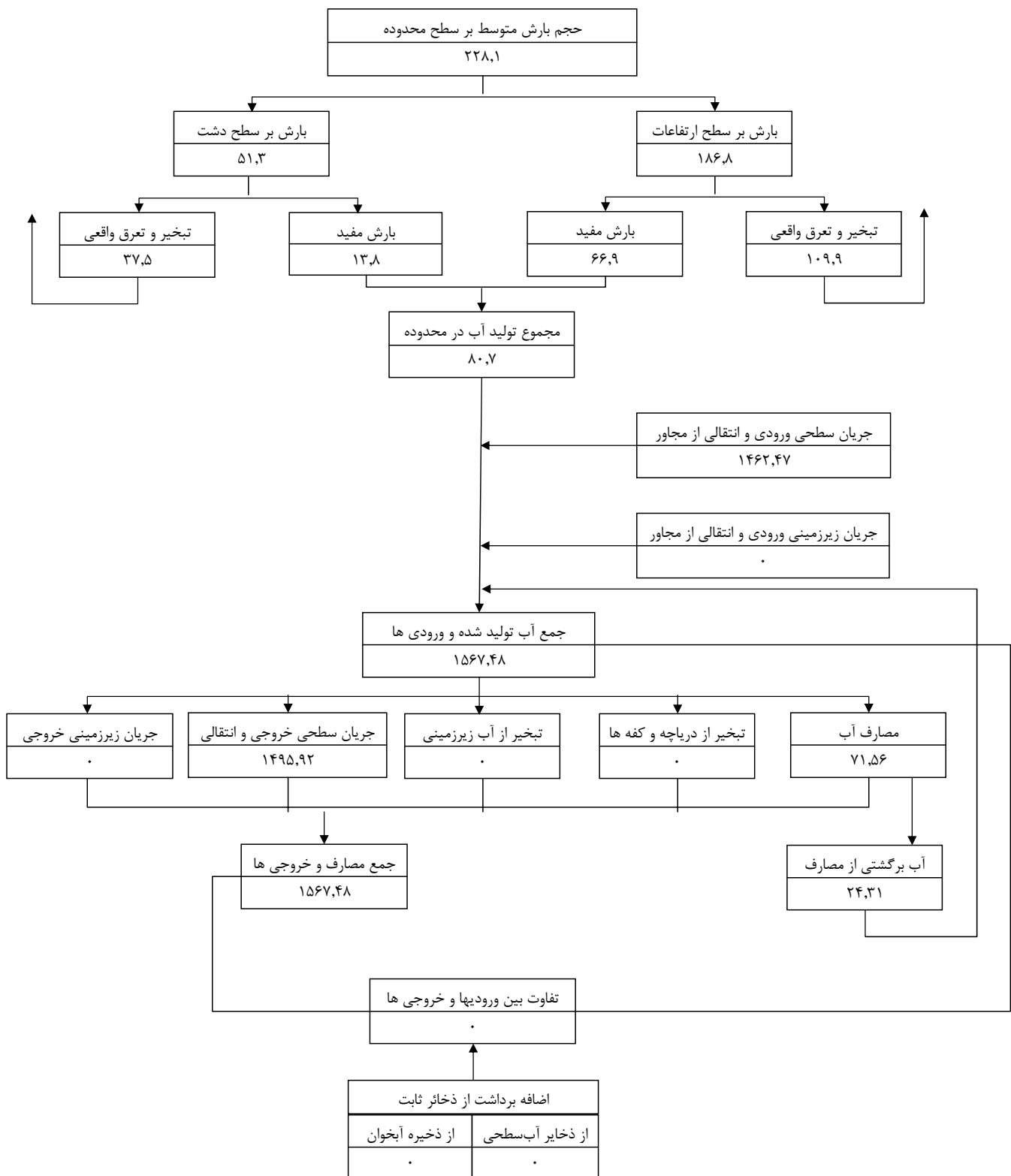
در چهار گوش بالایی مجموع حجم بارش در یک سال متوسط بر سطح محدوده مطالعاتی آورده شده است. این بارش به دو بخش بارش بر سطح ارتفاعات و بارش بر سطح دشت تقسیم می شود. هر یک از این دو بارش خود به دو بخش، تبخیر و تعرق واقعی از بارندگی و بارش مفید که شامل جریان سطحی و نفوذ یا تغذیه آب زیرزمینی است تقسیم می شود. مجموع بارش مفید این دو چهار گوش (ارتفاعات و دشت) آب تولید شده در محدوده از 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 احتمالاً 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 ضمناً بخشی از آبهای مصرفی در محدوده مجدداً بصورت پساب وارد جریان سطحی و عمدتاً 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 چهارگوشی 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 احتمالاً 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 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 ۱۵۴۳/۱۷ میلیون متر مکعب بوده که با احتساب ۲۴/۳۱ میلیون متر مکعب آب برگشتی ناشی از مصارف مختلف حجم آن به ۱۵۴۷/۴۸ میلیون متر مکعب می رسد. میزان مصرف آب در سطح محدوده مطالعاتی حدود ۷۱/۵۶ 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 ۱۴۹۵/۹۲ میلیون متر مکعب می باشد. به این ترتیب ملاحظه میگردد که مجموع مصارف و خروجیها ۱۵۶۷/۴۸ 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 بن - سامان



ارقام به میلیون متر مکعب در سال

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

وسعت محدوده مطالعاتی بن - سامان برابر ۸۱۷ کیلومتر مربع است که از آبخوان آبرفتی آن توسط ۶۹ حلقه چاه، ۱۱۰ دهنه چشمه و ۱۱۷ رشته قنات ۲۲/۰۲ میلیون متر مکعب در سال تخلیه و برداشت صورت می گیرد. از مخازن سازند سخت ارتفاعات نیز حدود ۱۶/۲۰ میلیون متر مکعب در سال توسط ۶۷۳ دهنه چشمه، یک حلقه چاه و ۱۰۱ رشته قنات تخلیه می شود ضمناً از پهنه های آبرفتی خارج از آبخوان و حاشیه رودخانه های ارتفاعات هم توسط ۸۱ حلقه چاه، ۲۲۳ رشته قنات و ۵۳ دهنه چشمه ۱۲/۴۶ میلیون متر مکعب تخلیه سالانه صورت می گیرد. بنابراین مجموع تخلیه و برداشت آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی ۵۰/۶۸ میلیون متر مکعب در سال می باشد، مجموع مصارف در این محدوده ۷۱/۵۶ میلیون متر مکعب در سال است ۶۳ درصد آن از جریانهای سطحی و چشمه ها و ۳۷ 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 بن - سامان برای آبخوان آبرفتی با توجه به نتایج بیلان که حالت متعادل دارد تا حدود ۳ میلیون مترمکعب توسعه بهره برداری توصیه گردیده در نتیجه میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی این محدوده ۲۵ 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 آبخوانهای آبرفتی بوده و چشمه های تغذیه شونده از آنها نیز آبدهی پایه رودخانه را تشکیل می دهد توسعه بهره برداری توسط چاه حدود یک میلیون مترمکعب توصیه می شود بر این اساس مجموع برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی، سازند سخت همراه با ۱۵/۸۹ میلیون متر مکعب تخلیه چاه و قناتهای ارتفاعات و آبرفت خارج از آبخوان جمعا " ۴۲ میلیون متر مکعب در سال می شود.

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

از جریانهای سطحی محدوده مطالعاتی با توجه به اینکه عمده آن در این دشت و در دشتهای پائین دست به مصرف می رسد و یا موجب تغذیه آبخوان آبرفتی می شود تنها حدود ۵ میلیون متر مکعب را می توان با ایجاد سد کنترل نمود (توضیح اینکه محل سد مکان یابی نشده و تنها برآورد می باشد)

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.

محدودیت‌ها از نظر کیفی معمولاً "مربوط به وجود یک یا چند عامل مخرب در کیفیت آب می‌باشد این عامل می‌تواند 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 نامناسب می‌نماید، عامل شوری می‌تواند دریا یا دریاچه آب شور باشد که تاثیر جانبی بر شوری آب بویژه آبخوانها ایجاد می‌نماید، همچنین بالا رفتن شوری آب زیرزمینی در نواحی انتهایی دشتهای که حرکت جریان زیرزمینی بعلاوه دانه ریزی آبرفت بسیار کند شده و با تبخیر از آب زیرزمینی بر غلظت املاح افزوده می‌شود نیز می‌تواند بعنوان عامل محدودیت کیفی در برداشت از آب این نواحی را ایجاد نماید.

در محدوده مطالعاتی بن - سامان محدودیت کمی به علت افت سطح آب زیرزمینی وجود ندارد ولی به دلیل محدود بودن حجم ذخیره آبخوان کوچک این دشت تا حدودی محدودیت کمی بوجود می‌آید.

از نظر کیفی سازندهای شورکننده که تاثیر محسوسی بر کیفیت آب داشته باشد وجود ندارد و آب این محدوده فاقد محدودیت کیفی است.

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 می‌گیرد منظور گردیده، در مورد آبخوان های آبرفتی میزان تغذیه سالانه آنها (متوسط طولانی مدت) ذخیره تجدید شونده می‌باشد 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 بن - سامان سد یا دریاچه ای وجود ندارد. برای آبخوان آبرفتی با توجه به وسعت آن برابر $145/3$ کیلومتر مربع، ضخامت متوسط 50 متر و ضریب ذخیره 3 درصد حجم کل ذخیره برابر 230 میلیون متر مکعب محاسبه شده که 30 میلیون متر مکعب آن تجدید شونده سالانه می باشد، تعیین حجم ذخیره کل و ثابت سازندهای سخت کربناته و غیر کربناته نفوذپذیر بعلت نیاز به وسعت، ضخامت و درصد درز و شکاف آنها مشکل بوده لذا تنها ذخیره تجدید شونده، براساس تغذیه آبخوان و تخلیه چشمه ها برابر 35 میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

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

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
۲۲.۰۰	۳.۰۰	۰.۰۰	۲۵.۰۰	۰.۱۱	۱.۰۰	۱.۱۱	۱۵.۸۹	۴۲.۰۰	۵.۰۰

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 بن - سامان

مخازن سخت			آبخوان آبرفتی					ذخائر آب سطحی		
ذخیره تجدید شونده	ذخیره ثابت	حجم کل ذخیره	ذخیره تجدید شونده	ذخیره ثابت	حجم کل ذخیره	ضریب ذخیره متوسط (درصد)	ضخامت متوسط (متر)	وسعت (کیلومتر مربع)	حجم مفید تجدید شونده	حجم کل
۳۵.۰۰	-	-	۳۰.۰۰	۲۰۰.۰۰	۲۳۰.۰۰	۳.۰۰	۵۰.۰۰	۱۴۵.۳۰	۰.۰۰	۰.۰۰

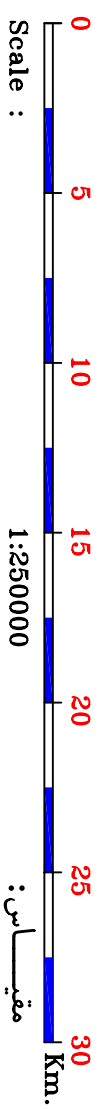
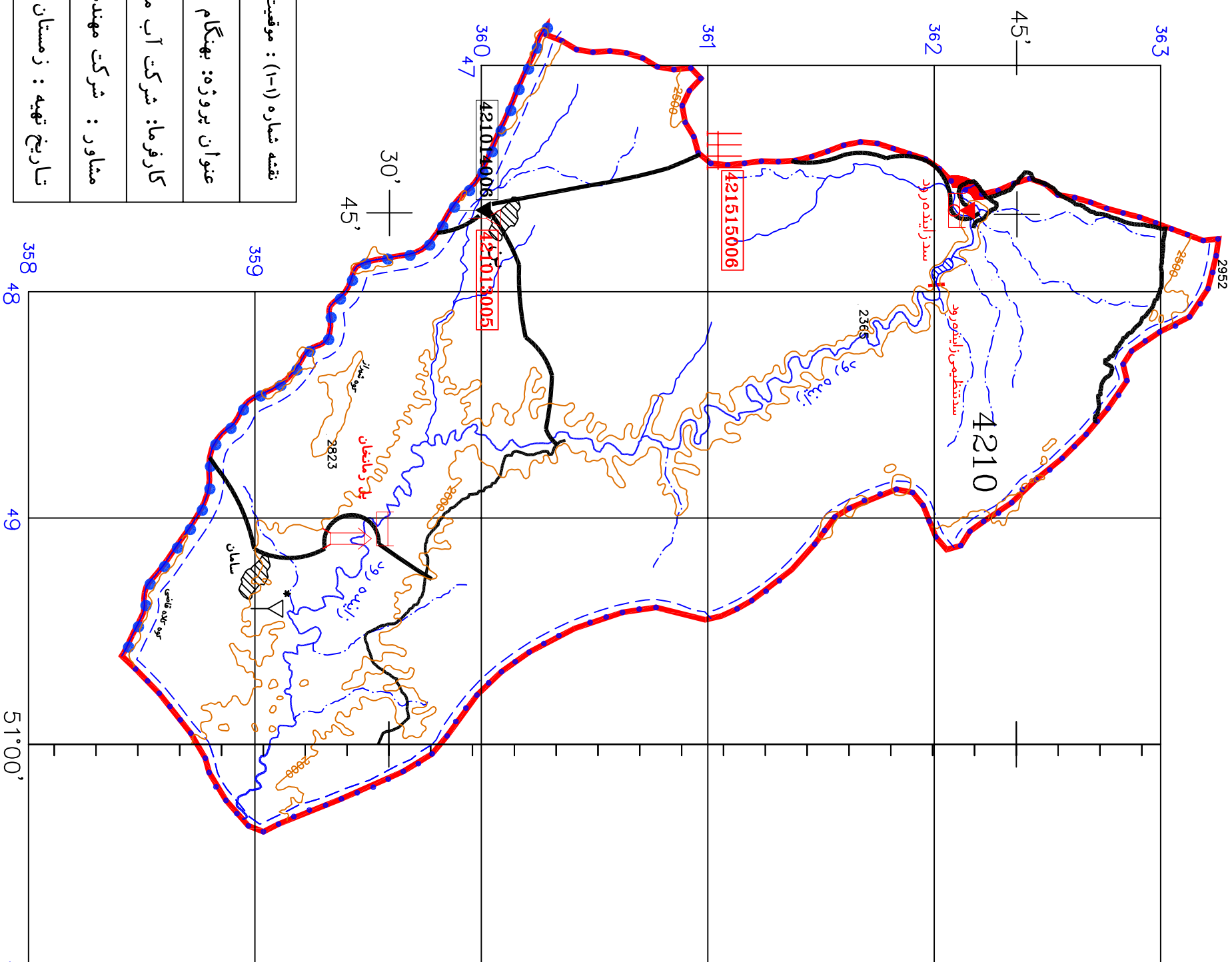
ارقام به میلیون متر مکعب

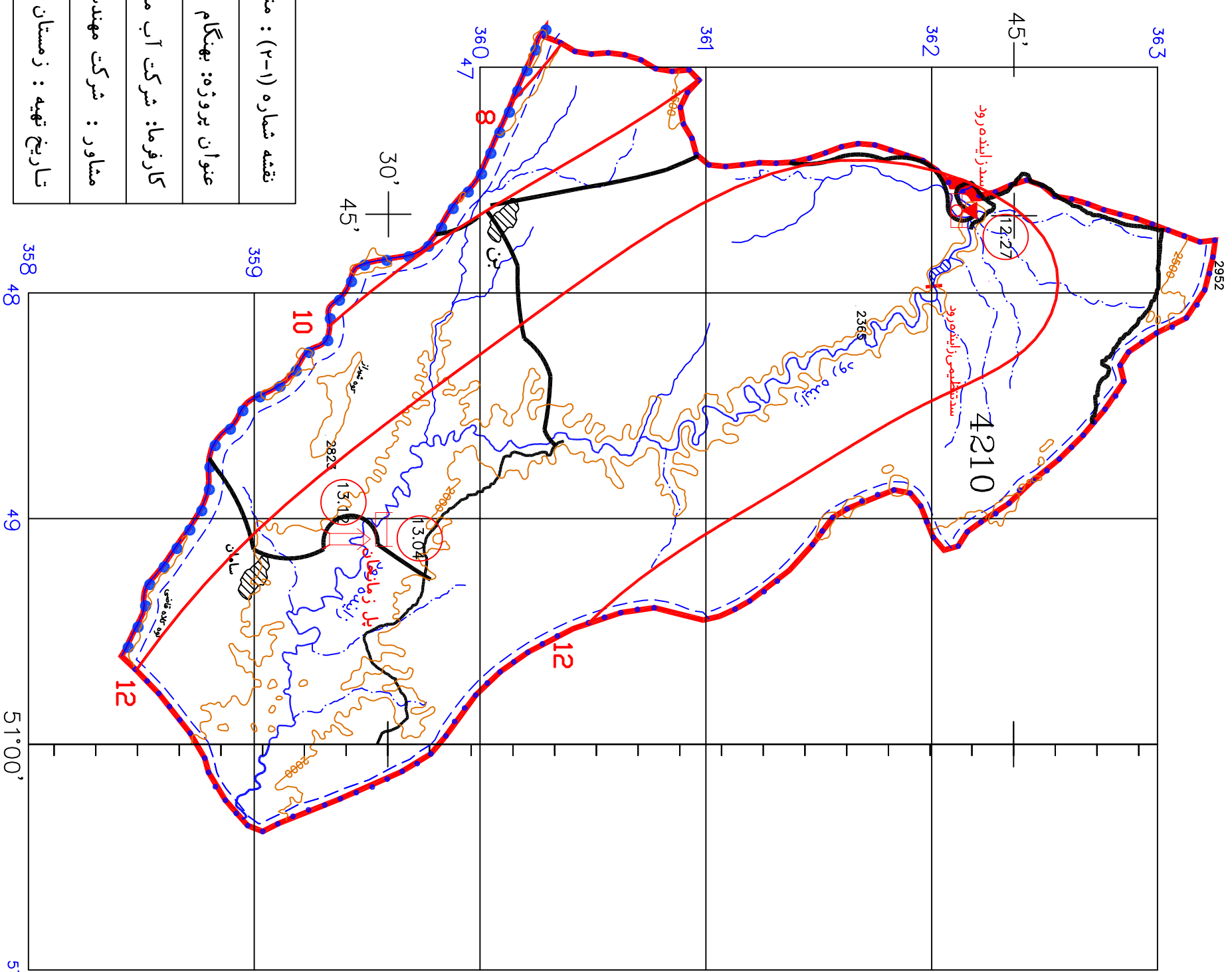
علائم اختصاصی:

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









211912001

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
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

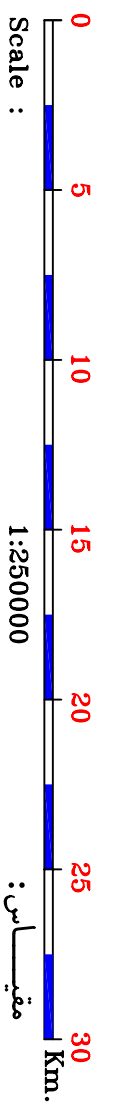















علائم اختصاصی:

-  ایستگاه سینوپتیک
-  ایستگاه کلیانولوژی
-  ایستگاه تبخیر سنجی بهار آسنج ثبات
-  ایستگاه تبخیر سنجی
-  کد ایستگاه **211912001**
-  دمای متوسط سالانه (درجه سانتیگراد) **19.1**
-  منحنی های هم حرارت **12**
-  * ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی

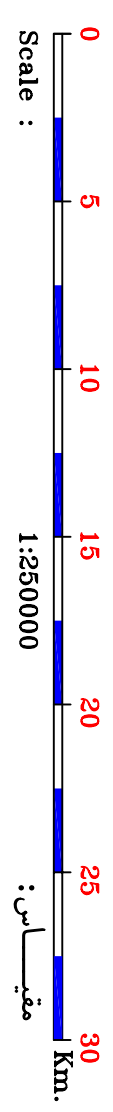
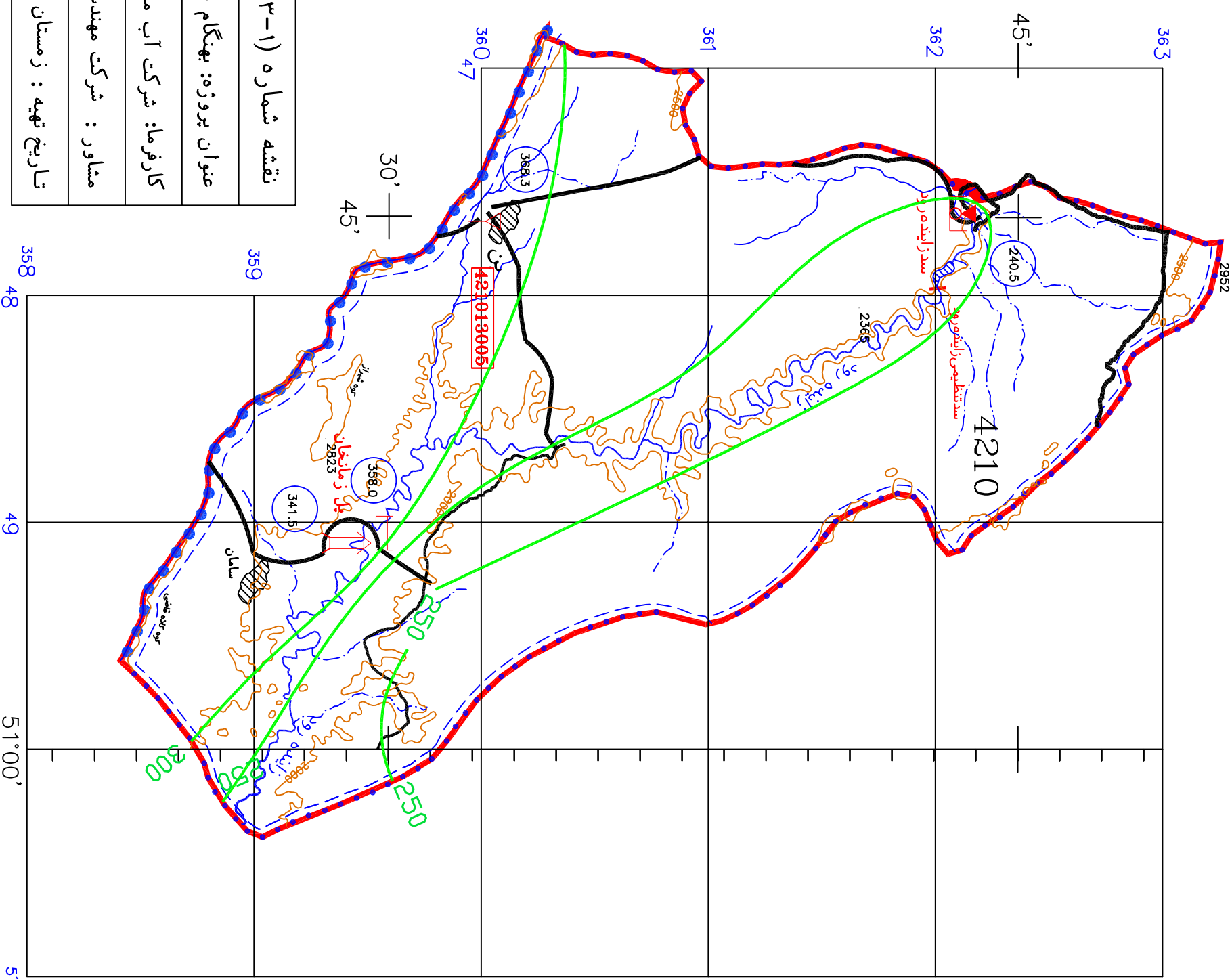
نقشه شماره (۱-۲) : منحنی های هم دما
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاوخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



علائم اختصاصی:

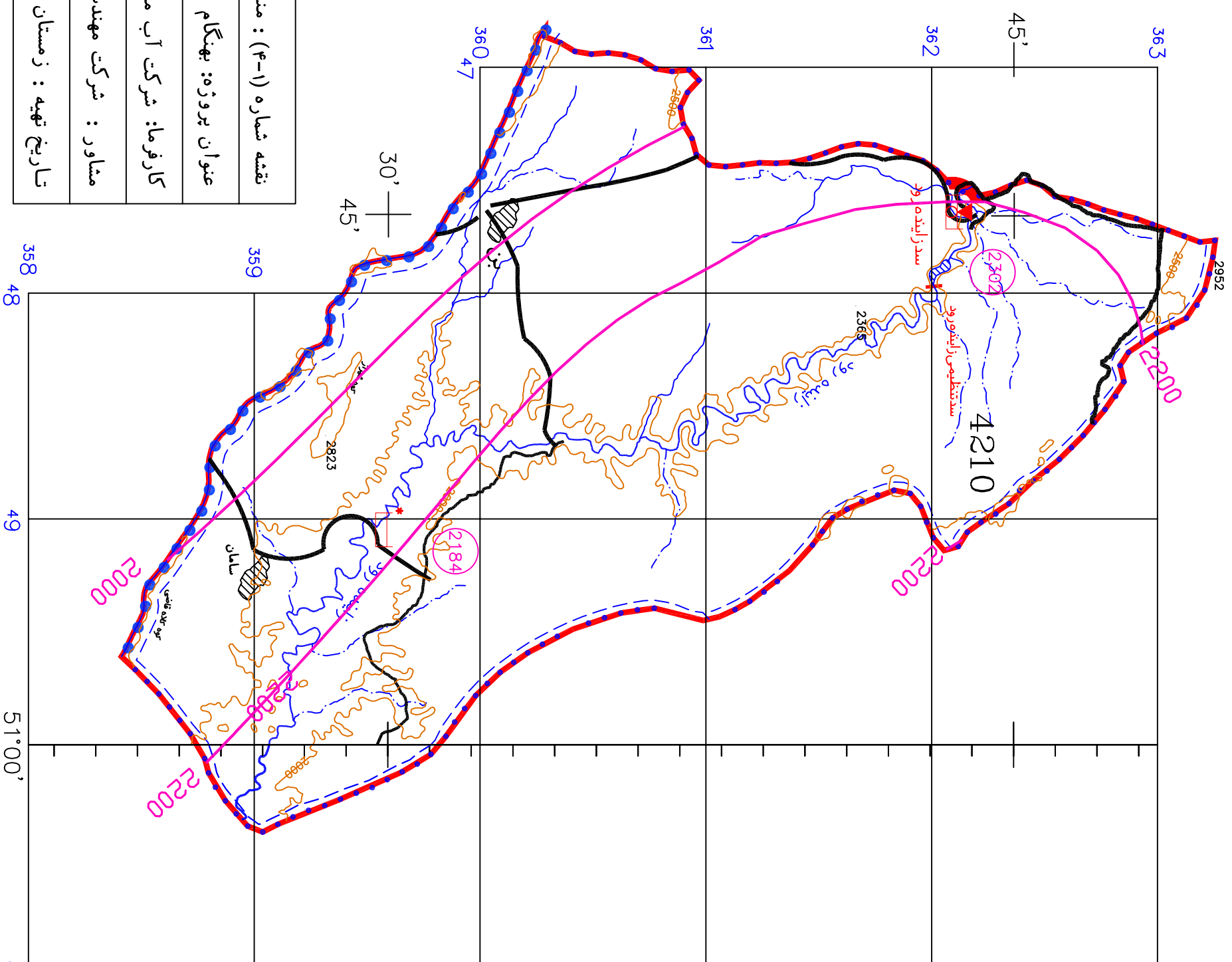
-  ایستگاه سینوپتیک
-  ایستگاه کلیانولوژی
-  ایستگاه تیخیرسنجی+بارانسنج ثبات
-  ایستگاه تیخیرسنجی
-  ایستگاه بارانسنج معمولی
-  ایستگاه بارانسنج ثبات
-  ایستگاه بارانسنج ذخیره ای
-  کد ایستگاه 211912001
-  متوسط بارندگی سالانه 429.4
-  منحنی های هم باران 350
-  * ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی

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 مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



کد : ۴۲۱۰

محدوده مطالعاتی : بن - سامان



علائم اختصاصی:



ایستگاه تبخیرسنجی پبارانسنج ثبات



ایستگاه تبخیرسنجی

211912001

کد ایستگاه

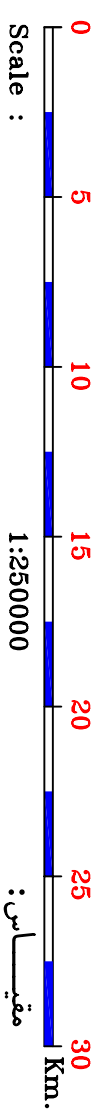
2021

متوسط تبخیر سالانه (میلیمتر)

1800

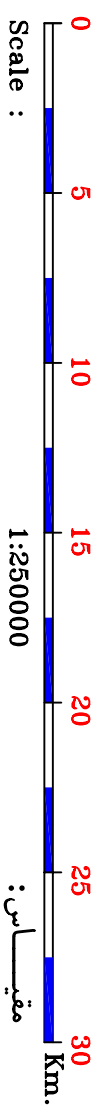
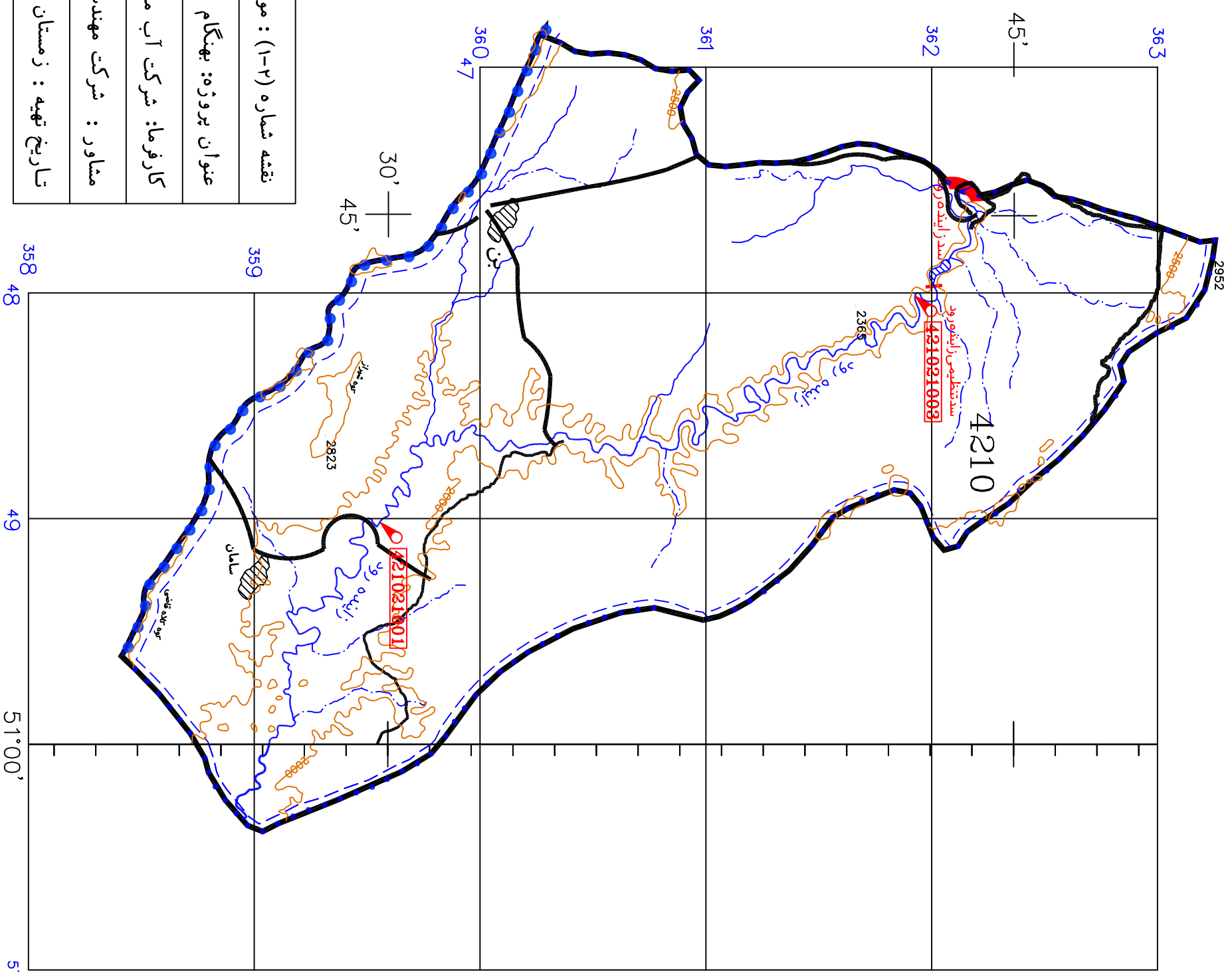
منحنی های هم تبخیر

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

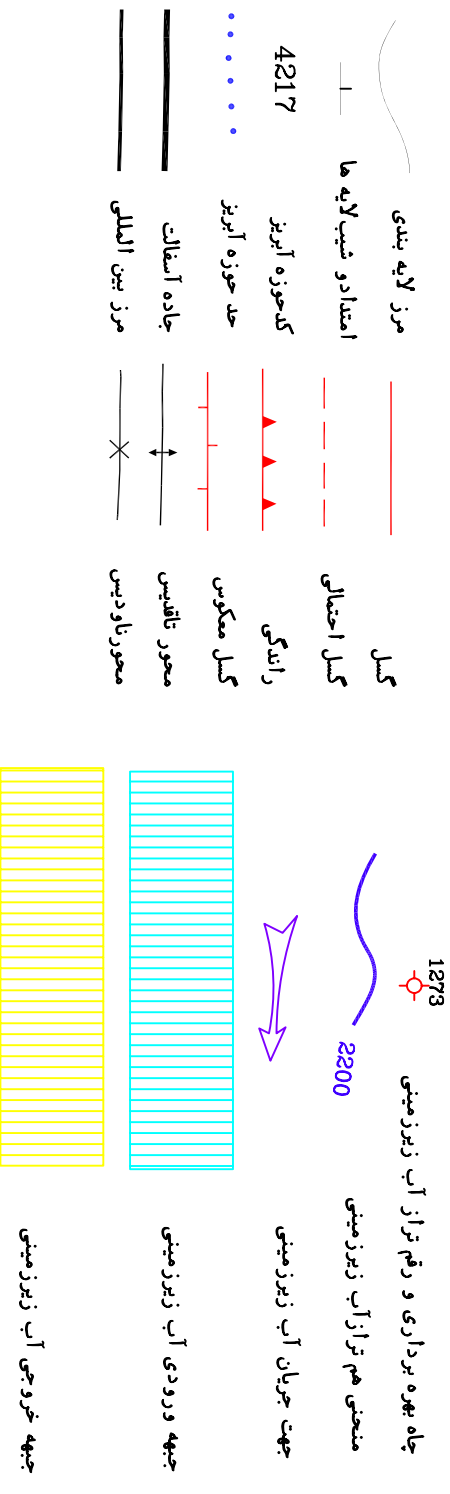


- ایستگاه هیدرومتری دایر**
- ▲ ایستگاه هیدرومتری درجه یک
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه دو
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه سه
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه چهار
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری دارای دینالاگر
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری تعطیل شده
 - ▼ ایستگاه هیدرومتری درجه یک
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه دو
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه سه
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری درجه چهار
 - ▽ ایستگاه هیدرومتری دارای دینالاگر
 - کد ایستگاه **420123009**

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

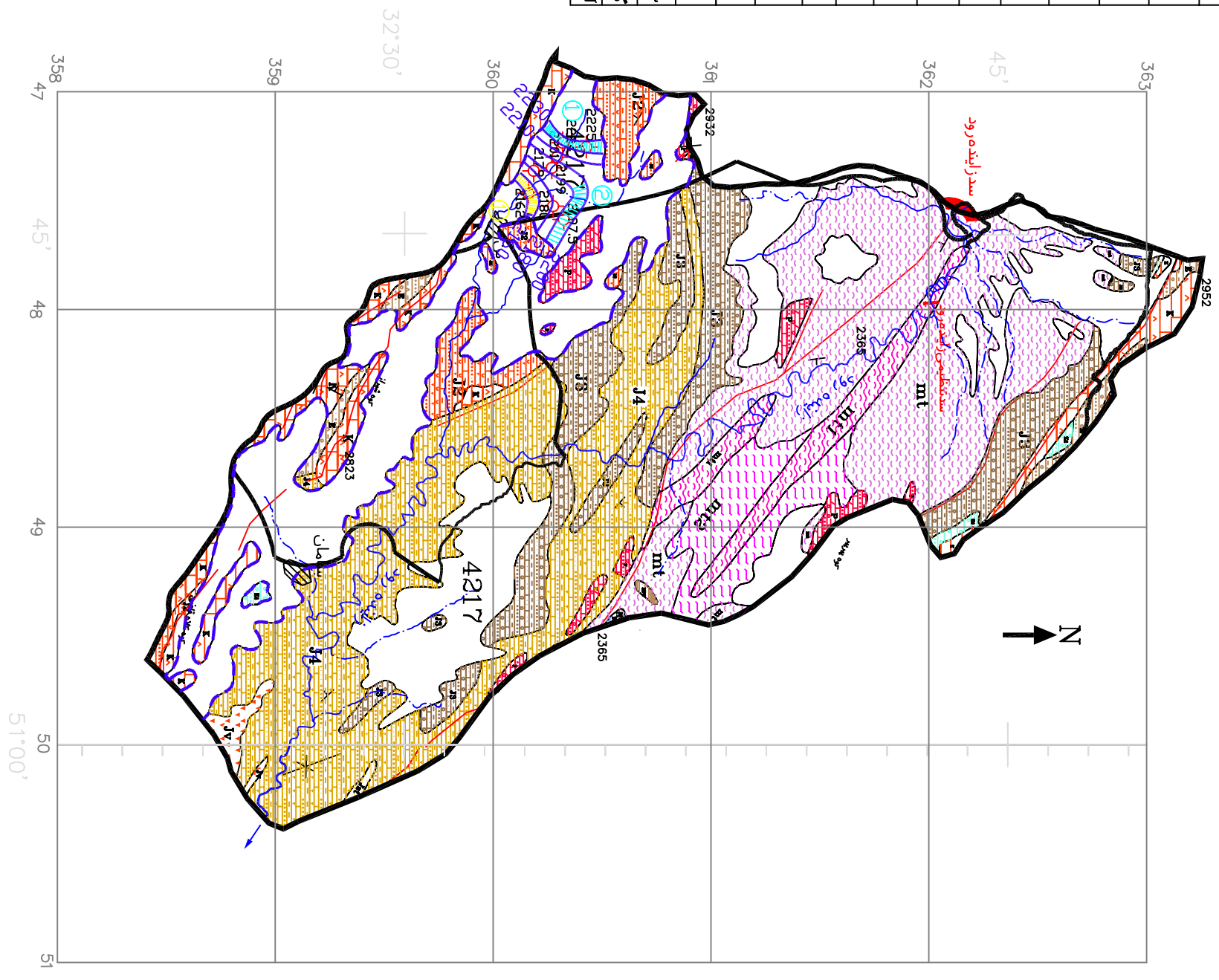
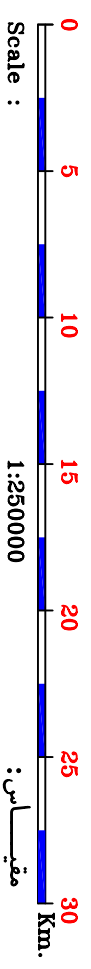


سن	ترین	علامت	شرح
کوآلترز	q		رسوبات کوآلترز
میو-پلیوسن	MP2		مارن همراه با درون لایه های از آهکهای ماسه ای
پلیوسن-اوسن	E		کنگلومرای فریم، ماسه سنگ ، سبت استون با میان لایه های نخبیری- سازند کنکان
مرگات	K5,K4,K21		سنگ آهک همراه با فسیل اریتولین و آمونیتی
زوراب	K		آهک اریتولین دار، در بخش پایین بطور محلی دارای رسوبات نخبیری
	J		شبهای آمونیت دار با میان لایه های کنگلومرا، ماسه سنگ، سنگ آهکهای رادیولاریتی و گدازه های آتشفشانی
	Jv		گدازه های آتشفشانی آندزیتی
	Jst		ماسه سنگ همراه با میان لایه های شیل
	J3		کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار
	J2		توف سبز و لکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک
برمین میانی و بالایی	P2		سنگ آهک ، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت همراه با مرجان و فوزولین
	P		آهک فوزولین دار و دولومیت با این سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد
سنگهای	mt		سنگهای دگرگونی نخبیک تنده شامل گنایس، آمفیبولیت، آهک دولومیت مورمر تنده
	mt2		گنایس
دگرگونی	mt1		آمفیبولیت



نقشه شماره (۱-۳) : تراز آب زیر زمینی

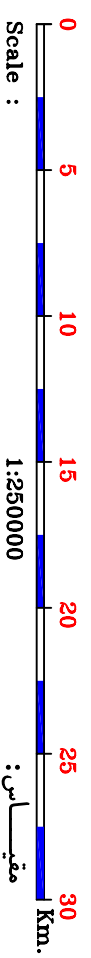
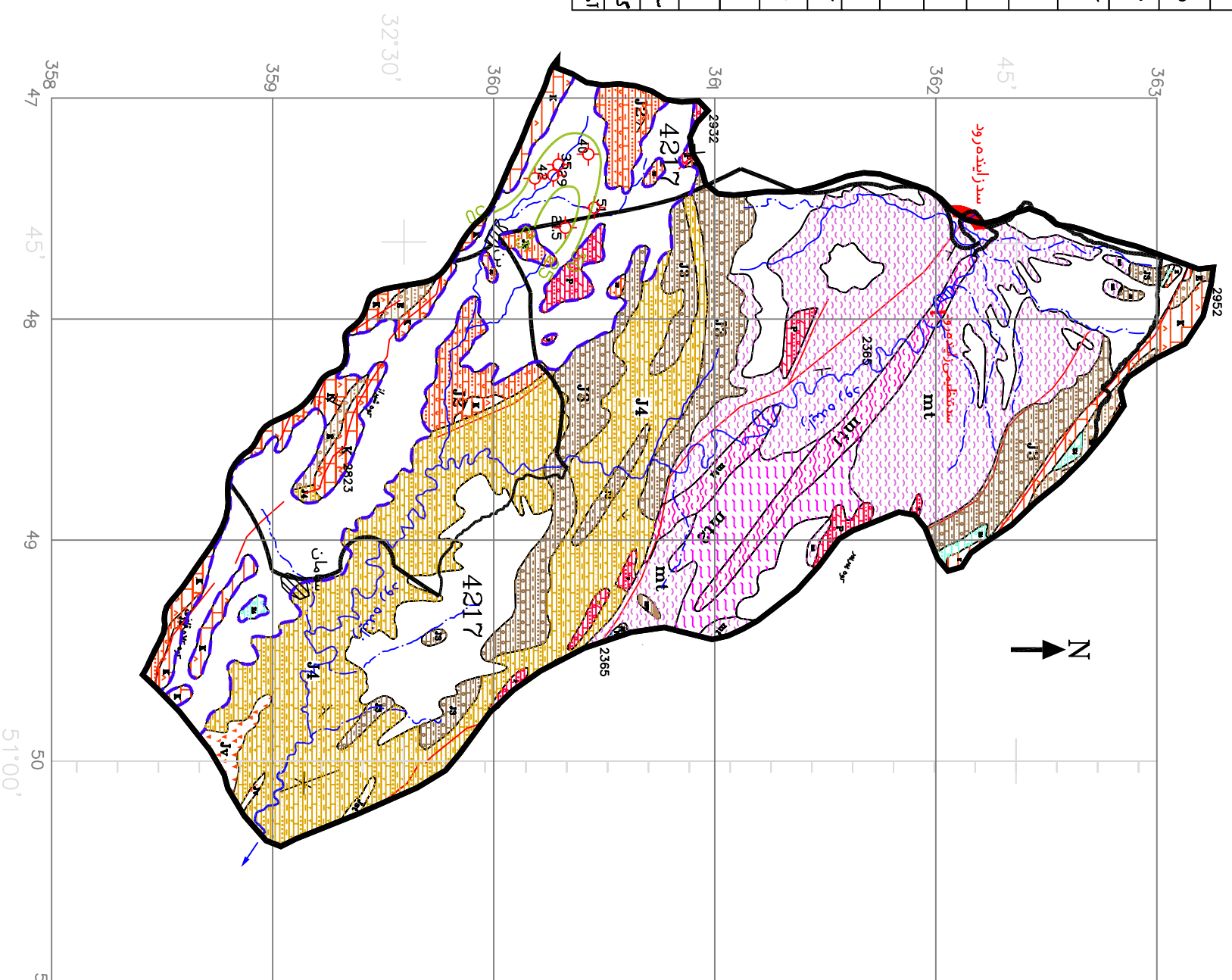
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز آکوخرنی
 کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
 مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
 تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



شرح	علامت	ترتیب	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
مارن همراه با درون لایه های از آهکهای ماسه ای	MP2		میو-پلیوسن
کنگلومرای فریز، ماسه سنگ ، سیت استون با میان لایه های تبحیری- سازید کنکان	E		پلیوسن-اوسن
سنگ آهک همراه با فسیل اریتولین و آمونیتی	K5, K4, K21		کرتاسه
آهک اریتولین دار، در بخش پایین بطور محلی دارای رسوبات تبحیری	K		ژوراسیک
تپلهای آمونیت دار با میان لایه های کنگلومرا، ماسه سنگ، سنگ آهکهای رادیولاریتی و گدازه های آتشفشانی	J		زیوراسیک بالایی
گدازه های آتشفشانی آندزیتی	Jv		زیوراسیک بالایی
ماسه سنگ همراه با میان لایه های شیل	Jst		زیوراسیک بالایی
کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		زیوراسیک بالایی
توف سبز و گلابیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک	J2		زیوراسیک بالایی
سنگ آهک ، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت همراه با مرجان و فورولین	P2		پریمین میانی
آهک فورولین دار و دولومیت با این سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد	P		زیوراسیک بالایی و بالایی
سنگهای دگرگونی تنگه شامل گنایس، آمفیبولیت، آهک دولومیت مور شده	mt		سنگهای دگرگونی
گنایس	mt2		سنگهای دگرگونی
آمفیبولیت	mt1		سنگهای دگرگونی

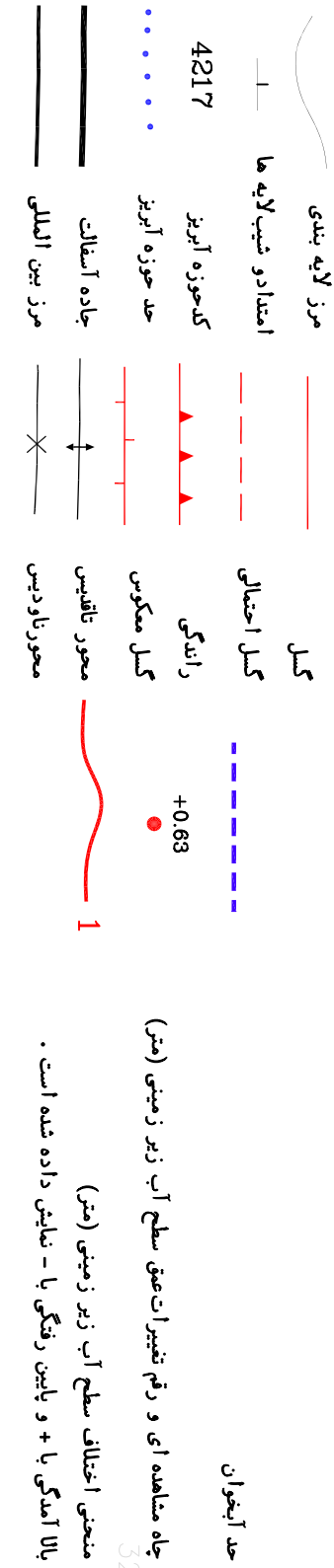
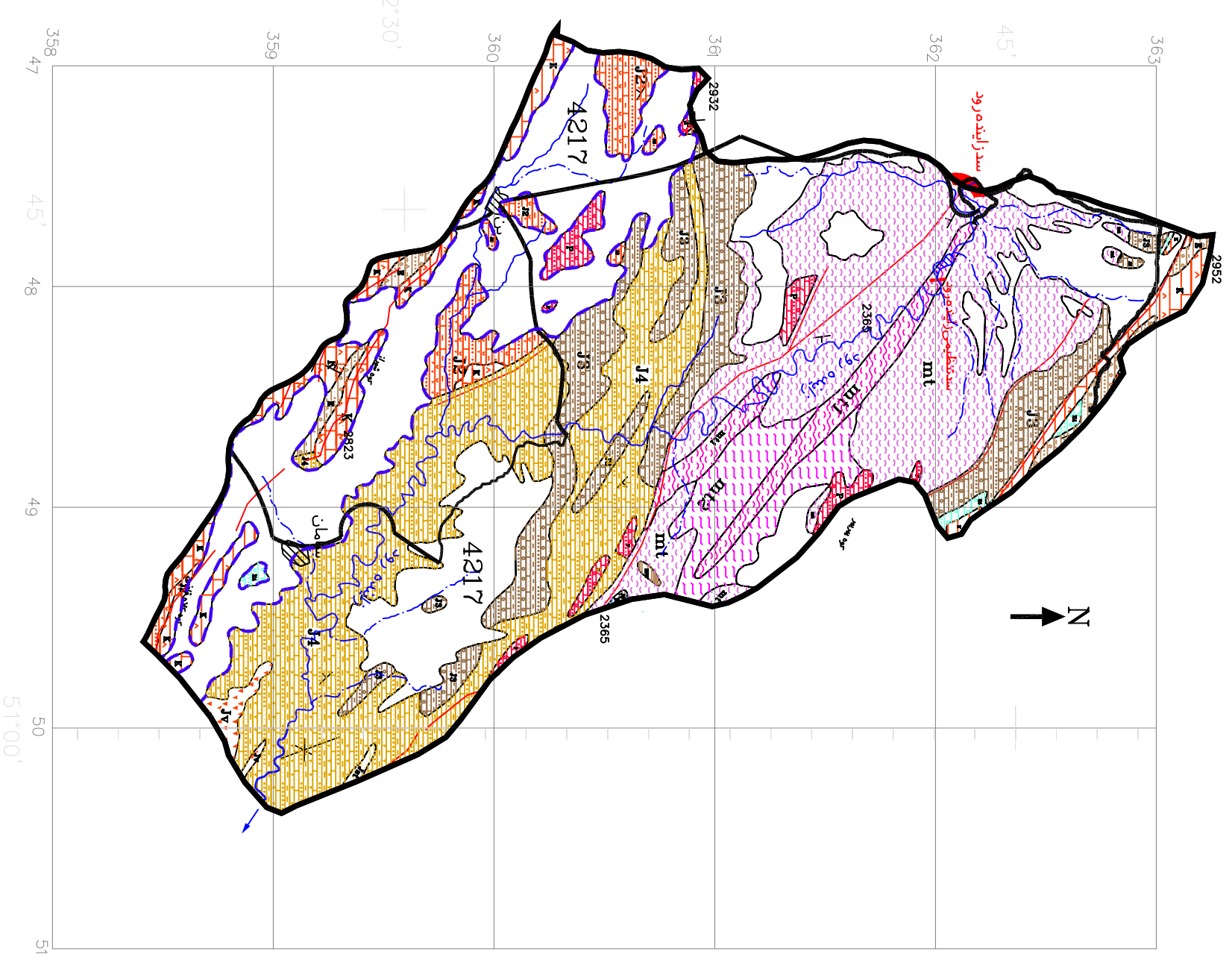
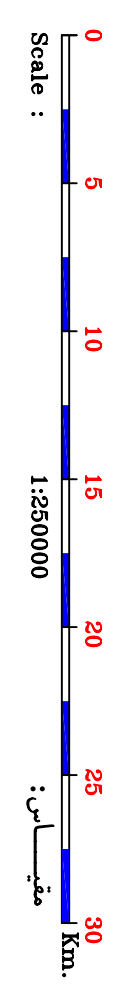
مرز لایه بندی	گسل	چاه بهره برداری و رقم تراز آب زیرزمینی	5.76
امتنادو شیب لایه ها	گسل احتمالی	منحنی هم عرض	25
4217	گسل راندگی	مناطق تبحیری زیر منحنی کمتر از یک متر	
حد حوزه آبریز	گسل مکوس	مناطق تبحیری بین منحنی یک تا سه متر	
جاده آسفالت	محور تالابیس	مناطق تبحیری بین منحنی سه تا پنج متر	
مرز بین المللی	محور ناودیس		

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
مستاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

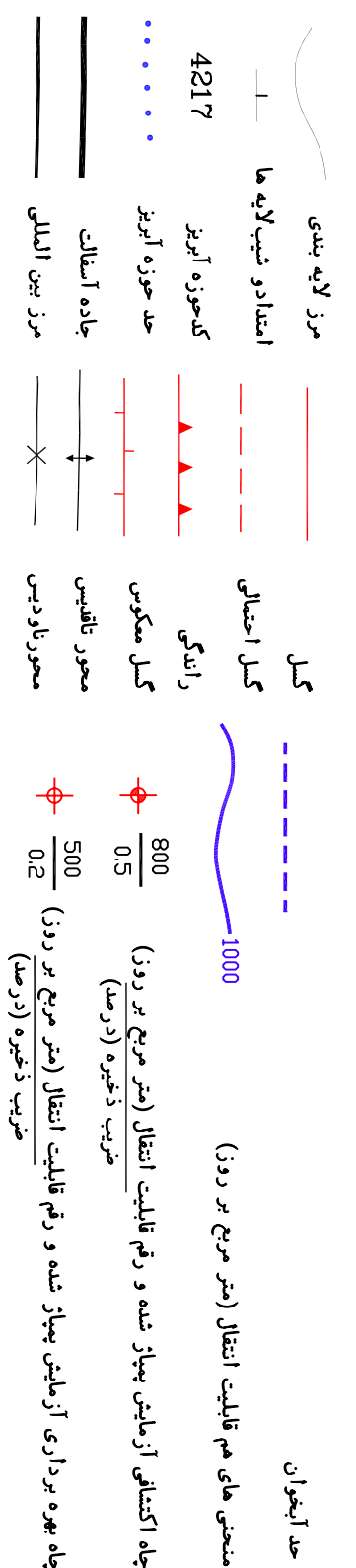


سن	ترتیب	علامت	شرح
کواترنر	Q		رسوبات کواترنر
میو-پلیوسن	MP2		عاری همراه با درون لایه های از آهکهای ماسه ای
پلیوسن-اوسن	E		کنگورهای قرمز، ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کنگان
کرتاسه	K5, K4, K21		سنگ آهک همراه با فسیل اریتولین و آمونیتی
زوراسیون	K		آهک اریتولین دار در بخش پایین بطور محلی دارای رسوبات تبخیری
	J		شیلهای آمونیت دار با میان لایه های کنگور، ماسه سنگ، سنگ آهکهای رادیولاریتی و گدازه های آتشفشانی
	Jv		گدازه های آتشفشانی آندزیتی
	Jst		ماسه سنگ همراه با میان لایه های شیل
	J3		کنگور، ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار
	J2		توف سیروز و لگائیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک
	P2		سنگ آهک ، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت همراه با مرجان و فوزولین
	P		آهک فوزولین دار و دولومیت با یس سنگ کنگور، ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد
	سنگهای و بالایی	mt	سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنایس، آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده
	سنگهای	mt2	گنایس
دگرگونی	mt1	آمفیبولیت	

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 مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



سن	ترتیب	علامت	شرح
کواترنر	Q		رسوبات کواترنر
میو-پلیوسن	MP2		عاری همراه با درون لایه های از آهکهای ماسه ای
پلیوسن-اوسن	E		کنگورهای قرمز، ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تبخیری- سازند کنگان
کرتاسه	K5, K4, K21		سنگ آهک همراه با فسیل اریتولین و آمونیتی
زوراستیا	K		آهک اریتولین دار، در بخش پایین بطور محلی دارای رسوبات تبخیری
	J		شیلهای آمونیت دار با میان لایه های کنگور، ماسه سنگ، سنگ آهکهای رادیولاریتی و گدازه های آتشفشانی
	Jv		گدازه های آتشفشانی آندزیتی
	Jst		ماسه سنگ همراه با میان لایه های شیل
	J3		کنگور، ماسه سنگ و شیل با درون لایه های آهک ماسه دار
	J2		توف سبز و لکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و شیل و آهک
	P2		سنگ آهک ، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت همراه با مرجان و فوزولین
	P		آهک فوزولین دار و دولومیت با یس سنگ کنگور، ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های شیل ذغال دار میباشد
	سنگهای و بالایی	mt	سنگهای دگرگونی تفکیک نشده شامل گنیس ، آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر شده
	سنگهای	mt2	گنیس
دگرگونی	mt1	آمفیبولیت	



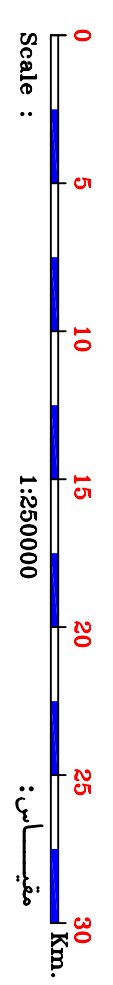
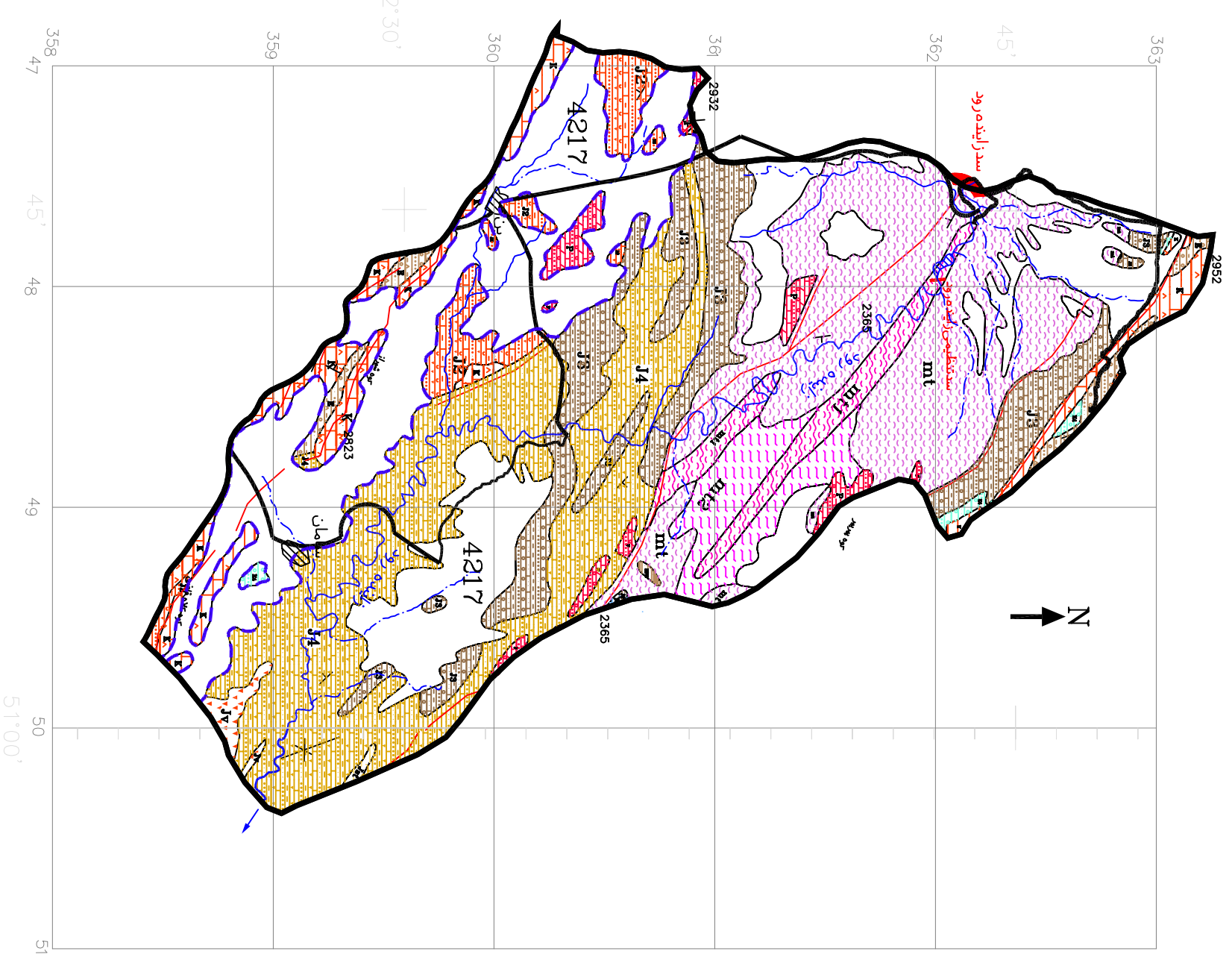
نقشه شماره (۳-۴) : هم قابلیت انتقال رسوبات آبرفتی

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

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



کد : ۴۲۱۰

محدوده مطالعاتی : بن - سامان

شرح	علامت	ترتیب	سن
رسوبات کواترنر	Q		کواترنر
مارن همراه با درون لایه های از آهکهای ماسه ای	MP2		میو-پلیوسن
کنگلومرای قرمز، ماسه سنگ ، سیلت استون با میان لایه های تپیری- سازند ککان	E		پلیوسن-اوسن
سنگ آهک همراه با فیسل اریتمولین و آمونیتی	K5, K4, K21		کرتاسه
آهک اریتمولین دار، در بخش پایین بطور محلی دارای رسوبات تپیری	K		کرتاسه
شبهای آمونیت دار با میان لایه های کنگلومرا، ماسه سنگ، سنگ آهکهای رادیولاریتی و گدازه های آتشفشانی	J		جوراسیک
گدازه های آتشفشانی آندزیتی	Jv		جوراسیک
ماسه سنگ همراه با میان لایه های تپیل	Jst		جوراسیک
کنگلومرا، ماسه سنگ و تپیل با درون لایه های آهک ماسه دار	J3		جوراسیک
توف سبز و ولکانیک دارای میان لایه های ماسه سنگ و تپیل و آهک	J2		جوراسیک
سنگ آهک ، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت همراه با مرجان و فوزولین	P2		پریمین میانی
آهک فوزولین دار و دولومیت با پی سنگ کنگلومرا و ماسه سنگ که بطور محلی دارای میان لایه های تپیل ذغال دار میباشد	P		پریمین و بالایی
سنگهای دگرگونی تنگیک تنده شامل گنایس، آمفیبولیت، آهک دولومیت مرمر تنده	mt		سنگهای دگرگونی
گنایس	mt2		سنگهای دگرگونی
آمفیبولیت	mt1		سنگهای دگرگونی

مرز لایه بندی	کمل
امتداد و شیب لایه ها	کمل احتمالی
گدازه آبریز 4217	رانگی
حد حوزه آبریز	کمل معکوس
جاده آسفالته	محور تاقیوس
مرز بین المللی	محور بارودیس

1	2
3	4
5	6

451.3
4.4

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

- ایستگاه هیدرومتری از درجات مختلف
- پارامترهای کیفی در محل ایستگاه هیدرومتری
- ۱- آبهای حداکثر (متر مکعب در ثانیه)
- ۲- آبهای حداقل (متر مکعب در ثانیه)
- ۳-۴- هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتیمتر)
- ۵-۶- باقیمانده خشک (میلی گرم در لیتر)

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

عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گارخونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

