

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 بیان آب  
بخش پنجم: تلفیق مطالعات و بیان آب

پیوست شماره ۱۳: بیان آب محدوده مطالعاتی چهل خانه

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.

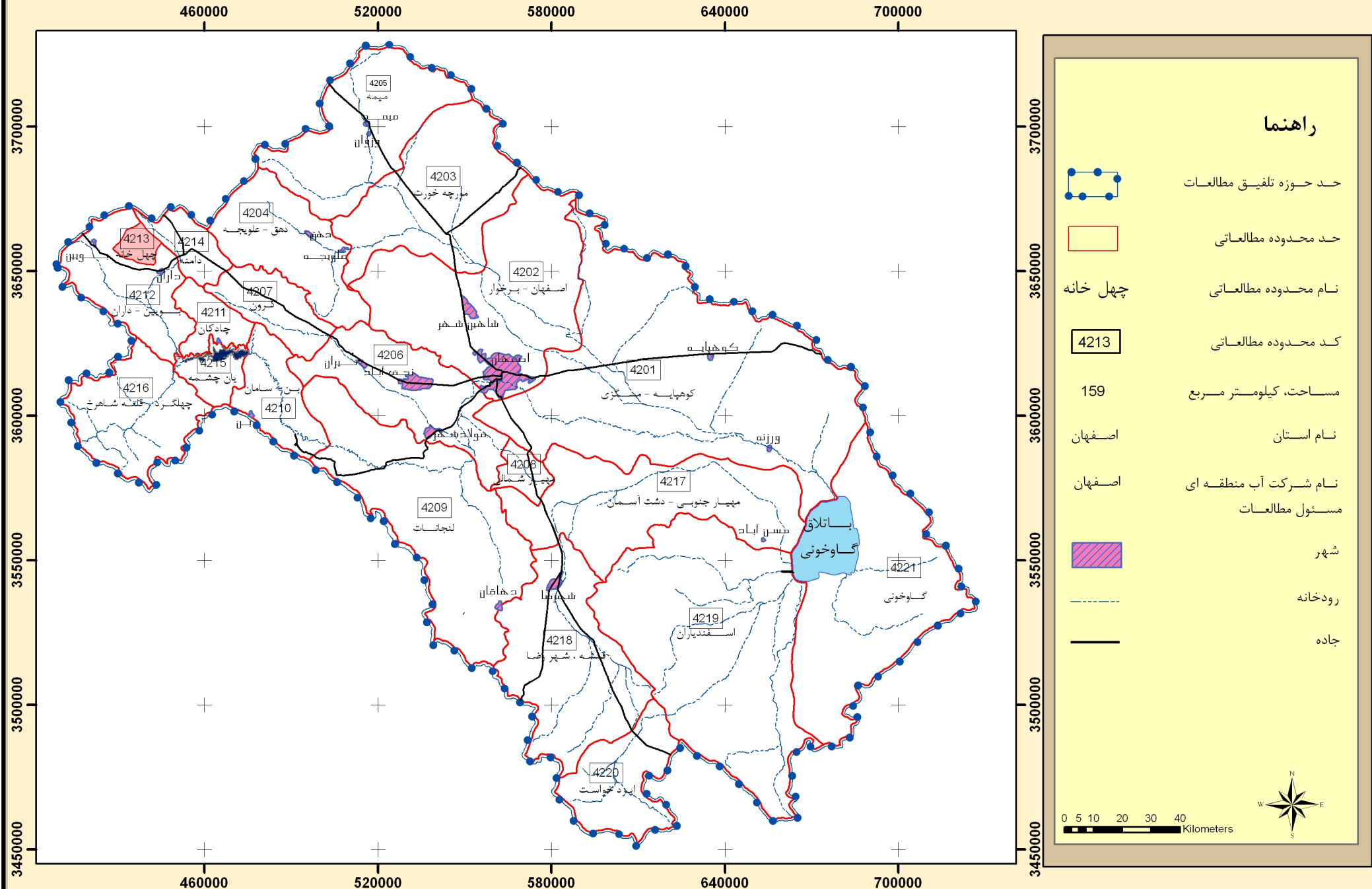
تشدید دخالت‌های انسان در محیط زیست و چرخه آب از یک سو و محدودیت منابع آب در مقابل نیازهای روز افزون از طرف دیگر و همچنین اجرای طرحهای چند منظوره، اثرات متقابل طرحهای توسعه منابع آب بر یکدیگر و نقل و انتقالهای بین حوزه‌ای آب، موجب پیچیده شدن اعمال مدیریت منابع آب شده است. بدین لحاظ دستیابی سریع به آمار 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 چهل خانه در حوضه آبریز گاوخونی



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- هواشناسی .....	۲
۲- آب سطحی .....	۵
۳- آبهای زیرزمینی .....	۷
۴- کیفیت منابع آب .....	۱۱
۵- ارزیابی منابع آب .....	۱۳
۱-۵- بیلان آب .....	۱۳
۱-۱-۵- بیلان هیدروکلیماتولوژی .....	۱۴
۱-۱-۱-۵- بارندگی .....	۱۴
۱-۱-۲- تبخیر و تعرق حقیقی .....	۱۵
۱-۱-۳- بارندگی مفید .....	۱۵
۲-۱-۵- بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی .....	۲۰
۱-۲-۱-۵- جریان زیرزمینی ورودی و خروجی (Qin و Qout) .....	۲۱
۲-۲-۱-۵- نفوذ از بارندگی .....	۲۲
۳-۲-۱-۵- تبادل آب رودخانه و آبخوان آبرفتی .....	۲۲
۴-۲-۱-۵- مصارف آب و نفوذ از آن .....	۲۴
۵-۲-۱-۵- تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی (Qw) .....	۲۵
۶-۲-۱-۵- تبخیر و تعرق از آب زیرزمینی (QE) .....	۲۶
۷-۲-۱-۵- نوسانات سطح آب زیرزمینی .....	۲۶
۸-۲-۱-۵- تغییرات ذخیره آبخوان .....	۲۷
۳-۱-۵- بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی چهل خانه .....	۳۲
۱-۳-۱-۵- عوامل ورودی (آبهای ورودی به محدوده) .....	۳۳
۲-۳-۱-۵- عوامل خروجی (آبهای خروجی از محدوده) .....	۳۴
۳-۳-۱-۵- تغییرات حجم ذخیره ( $\Delta Vg$ و $\Delta Vs$ ) .....	۳۶
۴-۳-۱-۵- نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی .....	۳۹
۲-۲-۵- امکانات و محدودیت های توسعه بهره برداری از منابع آب .....	۴۲
۱-۲-۵- امکانات توسعه بهره برداری .....	۴۲
۲-۲-۵- محدودیت های توسعه بهره برداری .....	۴۳
۳-۲-۵- برآورد حجم ذخائر آب .....	۴۴

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول شماره (۱-۱) - مشخصات ایستگاههای هواشناسی محدوده مطالعاتی چهل خانه.....	۲
جدول شماره (۲-۱): توزیع ماهانه دما در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چهل خانه - درجه سانتیگراد.....	۳
جدول شماره (۳-۱): توزیع ماهانه باران در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی چهل خانه - میلیمتر.....	۴
جدول شماره (۱-۳) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی چهل خانه	۹
جدول شماره (۲-۳) : تراز سطح آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی در محدوده مطالعاتی چهل خانه .....	۱-۹
جدول شماره (۱-۵) : محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و بیلان آبی ماهانه-روش تورنت وایت	۱۸
جدول شماره (۲-۵) : بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات.....	۱۹
جدول شماره (۳-۵) : بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی.....	۲۸
جدول شماره (۴-۵) : مشخصات مقاطع و حجم جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی از آبخوان آبرفتی.....	۲۹
جدول شماره (۵-۵) : میزان تلفات (نفوذ) نسبت به راندمان آبیاری، روش آبیاری و بافت خاک .....	۳۰
جدول شماره (۶-۵) : رابطه تبخیر از آب زیرزمینی بین عمق سطح آب زیرزمینی و تبخیر از طشت طبق روش منحنی وایت.....	۳۱
جدول شماره (۷-۵) : بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی.....	۳۸
جدول شماره (۸-۵) : امکانات توسعه بهره برداری منابع آب محدوده و میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی.....	۴۶
جدول شماره (۹-۵) : برآورد حجم ذخائر آب محدوده مطالعاتی.....	۴۷

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۱۰	نمودار شماره (۱-۳) : هیدروگراف معرف آبخوان آبرفتی.....
۱۲	نمودار شماره (۱-۴) : کموگراف معرف کیفی آبخوان آبرفتی.....
۴۱	نمودار چرخه آب در محدوده مطالعاتی.....

## فهرست نقشه ها

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



## بیان آب محدوده مطالعاتی چهل خانه (۴۲۱۳)

### کلیات :

حوزه تلفیق گاوخونی از نظر بررسیهای آب زیرزمینی به ۲۱ محدوده مطالعاتی تقسیم شده که محدوده مطالعاتی چهل خانه در ناحیه شمال باختری حوزه آبریز و استان اصفهان واقع شده است. این محدوده مطالعاتی شامل یک دشت اصلی حاوی آبخوان کوچک آبرفتی می باشد. وسعت کل محدوده مطالعاتی ۱۵۹ کیلومترمربع است که ۸۹ کیلومترمربع آن را ارتفاعات و ۷۰ کیلومترمربع را دشت تشکیل میدهد و آبخوان آبرفتی ۶۴/۵ کیلومترمربع از دشت را شامل می شود. بلندترین نقطه این محدوده مطالعاتی ۳۲۵۸ متر از سطح دریا در ارتفاعات شمال خاوری و کمترین آن ۲۳۰۱ متر از سطح دریا در ناحیه خروجی دشت (باختر 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 مجلدهای جداگانه تهیه و ارائه شده است.

## ۱- هواشناسی

### ایستگاههای موجود در محدوده مطالعاتی

ایستگاههای هواشناسی مشتمل بر ایستگاههای سینوپتیک و کليما تولوژی 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 چهل خانه 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 چهل خانه

نوع ایستگاه	تاریخ تاسیس	جغرافیایی مشخصات			نام ایستگاه	حوزه آبریز رودخانه	کد ایستگاه
		ارتفاع (متر)	عرض	طول			
برف سنجی	1354	2420	33.06	50.36	بادیجان	داران	421315001

### 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 چهل خانه در نقشه شماره (۲-۱) به تصویر کشیده شده است، با استفاده از این منحنی همدم و مد نظر قرار دادن حدود ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی، میزان دمای سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۱۰/۲ و ۱۰/۳ 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 فریدون شهر و سینوپتیک داران مد نظر قرار گرفته است. جدول (۲-۱) توزیع ماهانه دما را در ارتفاعات و دشت محدوده مطالعاتی ارائه می کند.

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

سانتیگراد

سالانه	ماه												دشت و ارتفاعات
	شهریور	مرداد	مهر	مهراد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آبان	آذر	مهر	
10.2	18.1	21.9	22.5	19.2	14.2	9.2	2.8	-1.2	-2.2	0.8	5.5	12.1	ارتفاعات
10.3	18.0	22.2	22.9	19.7	14.5	9.7	3.4	-1.5	-3.5	0.3	5.7	12.0	دشت

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 چهل خانه 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 محدوده مطالعاتی، میزان باران سالانه ارتفاعات و دشت این محدوده مطالعاتی به ترتیب ۲۹۹ و ۲۹۸ 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 ایستگاه باران سنجی میرآباد 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 چهل خانه -

میلیمتر

سالانه	ماه												دشت و ارتفاعات
	شهریور	مهر	مرداد	مهر	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	مهر	آبان	آذر	
۲۹۹/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۵/۴	۳۲/۹	۷۰/۵	۵۰/۵	۵۰/۵	۵۵/۶	۲۰/۶	۲/۰	ارتفاعات
۲۹۸/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۵/۴	۳۲/۹	۷۰/۵	۵۰/۵	۵۰/۵	۵۵/۶	۲۰/۶	۲/۰	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 چهل خانه 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 ۱۶۶۱ و ۱۶۶۱ 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 که ایستگاهی در این محدوده مطالعاتی شناسایی نشده است.

دوره شاخص آماری در مطالعات اطلس منابع آب و بهنگام سازی بیلان در حال حاضر از سال آبی ۱۳۴۵-۴۶ شروع شده و به مدت ۴۰ سال به سال آبی ۱۳۸۴-۸۵ 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 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.

### جریان ورودی و خروجی محدوده های مطالعاتی

وجود ایستگاههای هیدرومتری که عهده دار اندازه گیری اطلاعات مربوط به آبدی 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 را برای ارزیابی

حجم جریان سطحی ورودی به محدوده های مطالعاتی و خروجی از آنها فراهم می کند. 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 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 تعداد محدودی از محدوده های مطالعاتی از برخی روشها استفاده شود. البته باید خاطر نشان ساخت که برخی از این روشها ممکن است دقت مناسبی برای برآورد حجم آبدهی در نقاط مورد نظر را نداشته باشد که در محاسبات مربوط به بیلان با توجه به وضعیت بارش، تغذیه آبخوان، تبخیر و 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.

همانگونه که گفته شد در این محدوده مطالعاتی ایستگاه هیدرومتری شناسایی نشده است، بر این اساس برای محاسبه میزان دبی خروجی از این محدوده مطالعاتی از رابطه آبدهی ویژه و مساحت استفاده می شود، با توجه به مساحت ۱۵۹ کیلومتری آن، دبی ویژه در این محدوده مطالعاتی برابر  $2/50$  لیتر در ثانیه در کیلومتر مربع ارزیابی می گردد که دبی  $0/40$  متر مکعب بر ثانیه را شامل می گردد. با توجه به مساحت ۸۷ کیلومتر مربعی ارتفاعات و بارندگی ۲۹۸ میلیمتر در همین ارتفاعات و لحاظ کردن ضریب جریان  $25/0$  درصد میزان جریان سطحی خروجی از ارتفاعات برابر ۶ میلیون متر مکعب ارزیابی می شود که این آبدهی ها 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 ۶۴/۵ کیلومترمربع که ۹۲ درصد از کل وسعت دشت را شامل می شود تشکیل گردیده است و در ارتفاعات محدوده با وسعت ۸۹ کیلومترمربع سازندهایی که امکان ذخیره آب در آنها ایجاد شده شامل سازندهای کربناته با وسعت تقریبی ۱۰ کیلومترمربع می باشد که همراه با برخی سازندهای غیرکربناته دارای مخازنی با حجم ذخیره ضعیف بوده و در تغذیه آبخوانهای آبرفتی موثر هستند.

منابع بهره برداری کننده از آبهای زیرزمینی که در سال ۱۳۸۲ آمار برداری و براساس اطلاعات موجود بهنگام شده شامل ۷۸ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۱۹/۰۳ میلیون متر مکعب ۱۱۱ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۴/۲ میلیون متر مکعب و ۶۳ رشته قنات با تخلیه سالانه ۱۰/۱۴ می باشد که سهم ارتفاعات و نواحی آبرفتی خارج از آبخوان از این آمار ۶۵ دهنه چشمه با تخلیه سالانه ۲/۳۰ میلیون متر مکعب و ۱۸ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۲/۲۶ میلیون متر مکعب و ۳۰ رشته قنات با تخلیه سالانه ۳/۳۳ میلیون متر مکعب می باشد.

مصرف آب در این محدوده شامل ۲۴/۱۳ میلیون متر مکعب در سال از آبهای زیرزمینی بویژه چاه و ۳/۷ میلیون متر مکعب از جریانهای سطحی است که به ترتیب ۲۷/۲۱ میلیون متر مکعب به مصرف کشاورزی ۰/۶۱ 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 ۲۲/۴۶، ۰/۶ و ۰/۰۱ میلیون متر مکعب در سال می باشد. منابع انتخابی رفتارسنجی کمی و کیفی آبهای زیرزمینی شامل یک حلقه چاه و یک رشته قنات می باشد.

شبکه چاههای مشاهده ای بمنظور اندازه گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی با حفر ۷ حلقه چاه مشاهده ای ایجاد شده که پوشش دهنده کل آبخوان می باشد ضمناً ۲ حلقه چاه اکتشافی با مجموع عمق ۶۹/۵ متر حفر شده که در یک حلقه آن آزمایش پمپاژ انجام گردیده است.

براساس اطلاعات مطالعات انجام شده نقشه های تراز آب زیرزمینی، هم عمق سطح آب، تغییرات سطح آب زیرزمینی و هم قابلیت انتقال رسم شده است که پیوست می باشند. در جدول شماره (۳-۱) خلاصه وضعیت آماری آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی چهل خانه ارائه شده است.

همانطور که در نقشه تراز سطح آب زیرزمینی ملاحظه می شود جهت جریان آب زیرزمینی بطور کلی از شمال، باختر و خاور به سوی جنوب بوده و با توجه به روند منحنی ها، رودخانه تنها در ناحیه خروجی زهکش می باشد. بیشترین مقدار منحنی هم تراز آب زیرزمینی برابر ۲۴۸۰ از شمال باختری و کمترین آن برابر ۲۳۲۰ از ناحیه جنوب عبور می نماید.

نقشه هم عمق سطح آب زیرزمینی نیز نشان می دهد که بطور کلی در این دشت عمق سطح آب زیرزمینی پایین بوده و رقوم منحنی های هم عمق نیز بین ۱۵ تا ۲۵ متر می باشد. نواحی تبخیری در این دشت توسعه ندارد.

در نقشه اختلاف سطح آب که براساس داده های مهر ماه سال آبی ۱۳۷۵-۷۶ و شهریور ماه سال آبی ۸۵-۱۳۸۴، ترسیم شده نیز ملاحظه می شود که در بیشتر نواحی دشت منحنی ها حالت بالاروندگی (مثبت) هستند.

نقشه منحنی های هم ارزش قابلیت انتقال به علت کمبود 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 از مهر ۱۳۷۵ تا مهر ۱۳۸۰ آبنمود افت سطح آب را نشان می دهد. از این تاریخ شهریور ۱۳۸۵ بالارونده می باشد. متوسط این ۱۰ سال حدود ۱۲/۷ سانتی متر بالاروندگی سطح آب از آبنمود حاصل می شود.



جدول شماره (۱-۳) خلاصه وضعیت آماری منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی چهل خانه

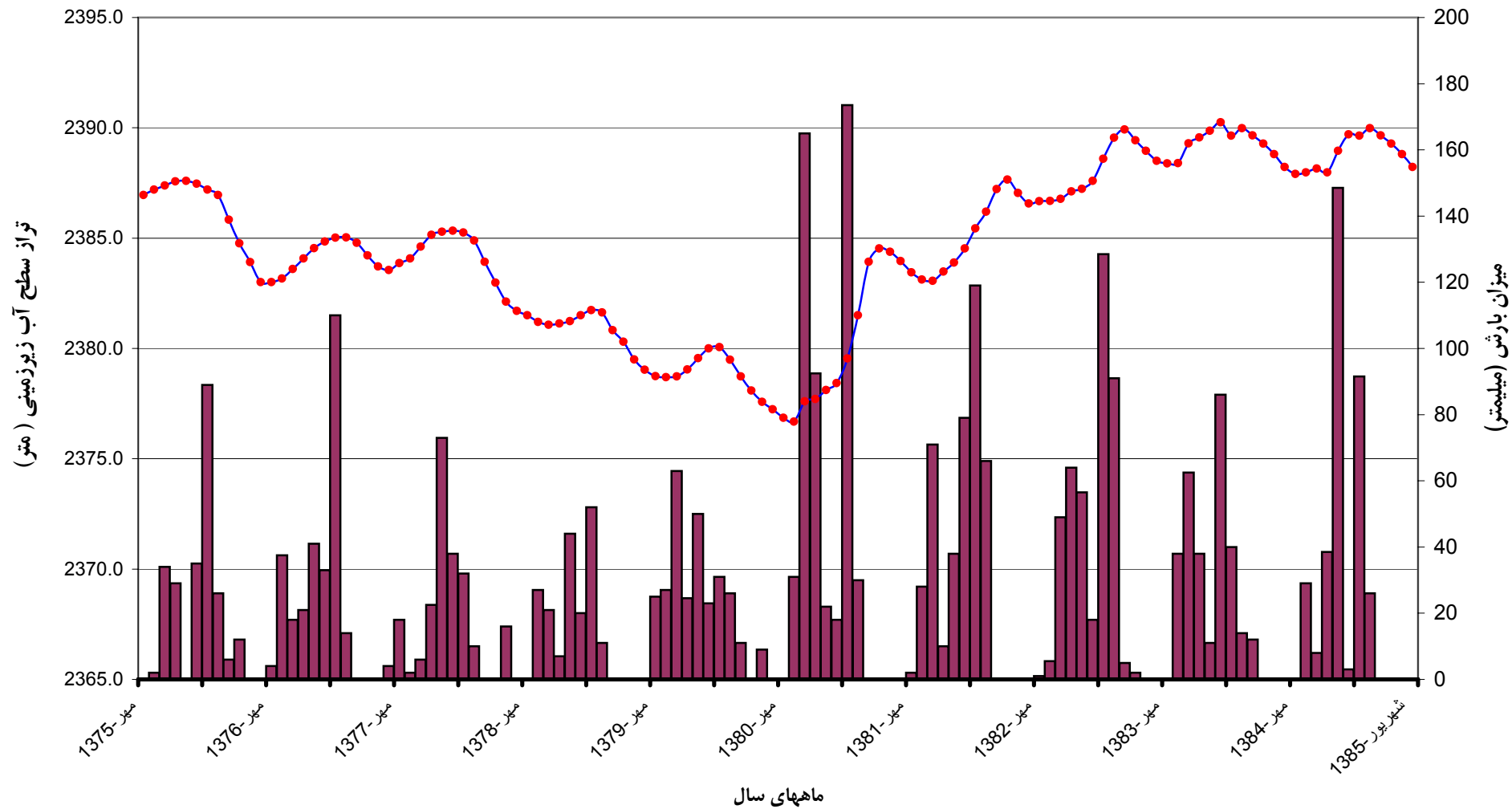
منابع انتخابی کمی و کیفی			تعداد چاه اکتشافی	تعداد چاه مشاهده ای	مصارف آب			منابع بهره برداری کننده آب زیرزمینی						وسعت (کیلومتر مربع)		
چشمه	قنات	چاه			جمع مصرف	آب زیرزمینی	سطحی و چشمه	جمع تخلیه	چشمه		قنات		چاه		دشت	ارتفاعات
			تخلیه	تعداد					تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد				
-			۲	۷	۳۷/۸۳	۳۴/۸۳	۳/۷	۳۳/۳۷	۴/۳	۱۱۱	۱۰/۱۴	۶۳	۱۹/۰۳	۷۸	۷۰/۳	۸۸۷

حجم آب به میلیون مترمکعب در سال

جدول شماره (۳-۲): تراز سطح آب زیرزمینی آبخوان ابرفتی در محدوده مطالعاتی چهل خانه

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال آبی
۲۳۸۳.۰۱	۲۳۸۳.۹۱	۲۳۸۴.۷۶	۲۳۸۵.۸۴	۲۳۸۶.۹۵	۲۳۸۷.۲۰	۲۳۸۷.۴۶	۲۳۸۷.۵۹	۲۳۸۷.۵۷	۲۳۸۷.۳۸	۲۳۸۷.۲۰	۲۳۸۶.۹۵	۱۳۷۵-۷۶
۲۳۸۳.۵۵	۲۳۸۳.۷۲	۲۳۸۴.۲۲	۲۳۸۴.۷۹	۲۳۸۵.۰۳	۲۳۸۵.۰۲	۲۳۸۴.۸۵	۲۳۸۴.۵۴	۲۳۸۴.۰۸	۲۳۸۳.۶۰	۲۳۸۳.۱۷	۲۳۸۳.۰۱	۱۳۷۶-۷۷
۲۳۸۱.۷۰	۲۳۸۲.۱۲	۲۳۸۲.۹۸	۲۳۸۳.۹۳	۲۳۸۴.۸۹	۲۳۸۵.۲۵	۲۳۸۵.۳۳	۲۳۸۵.۲۹	۲۳۸۵.۱۵	۲۳۸۴.۶۱	۲۳۸۴.۰۸	۲۳۸۳.۸۷	۱۳۷۷-۷۸
۲۳۷۹.۰۳	۲۳۷۹.۵۰	۲۳۸۰.۳۰	۲۳۸۰.۸۳	۲۳۸۱.۶۳	۲۳۸۱.۷۳	۲۳۸۱.۵۰	۲۳۸۱.۲۳	۲۳۸۱.۱۳	۲۳۸۱.۰۷	۲۳۸۱.۲۰	۲۳۸۱.۵۰	۱۳۷۸-۷۹
۲۳۷۷.۲۴	۲۳۷۷.۵۸	۲۳۷۸.۰۹	۲۳۷۸.۷۳	۲۳۷۹.۴۹	۲۳۸۰.۰۶	۲۳۸۰.۰۰	۲۳۷۹.۵۶	۲۳۷۹.۰۴	۲۳۷۸.۷۳	۲۳۷۸.۷۰	۲۳۷۸.۷۴	۱۳۷۹-۸۰
۲۳۸۳.۹۶	۲۳۸۴.۳۸	۲۳۸۴.۵۳	۲۳۸۳.۹۳	۲۳۸۱.۵۰	۲۳۷۹.۵۵	۲۳۷۸.۴۳	۲۳۷۸.۱۱	۲۳۷۷.۷۱	۲۳۷۷.۶۰	۲۳۷۶.۶۸	۲۳۷۶.۸۶	۱۳۸۰-۸۱
۲۳۸۶.۵۷	۲۳۸۷.۰۵	۲۳۸۷.۶۵	۲۳۸۷.۲۲	۲۳۸۶.۲۰	۲۳۸۵.۴۴	۲۳۸۴.۵۳	۲۳۸۳.۸۹	۲۳۸۳.۴۸	۲۳۸۳.۰۶	۲۳۸۳.۱۲	۲۳۸۳.۴۵	۱۳۸۱-۸۲
۲۳۸۸.۵۰	۲۳۸۸.۹۵	۲۳۸۹.۴۳	۲۳۸۹.۹۲	۲۳۸۹.۵۵	۲۳۸۸.۶۰	۲۳۸۷.۵۹	۲۳۸۷.۲۳	۲۳۸۷.۱۲	۲۳۸۶.۷۸	۲۳۸۶.۶۹	۲۳۸۶.۶۷	۱۳۸۲-۸۳
۲۳۸۸.۲۲	۲۳۸۸.۸۰	۲۳۸۹.۲۸	۲۳۸۹.۶۶	۲۳۸۹.۹۸	۲۳۸۹.۶۴	۲۳۹۰.۲۵	۲۳۸۹.۸۶	۲۳۸۹.۵۶	۲۳۸۹.۲۹	۲۳۸۸.۴۰	۲۳۸۸.۳۸	۱۳۸۳-۸۴
۲۳۸۸.۲۲	۲۳۸۸.۸۰	۲۳۸۹.۲۸	۲۳۸۹.۶۶	۲۳۸۹.۹۸	۲۳۸۹.۶۴	۲۳۸۹.۷۰	۲۳۸۸.۹۵	۲۳۸۷.۹۸	۲۳۸۸.۱۵	۲۳۸۷.۹۸	۲۳۸۷.۹۱	۱۳۸۴-۸۵

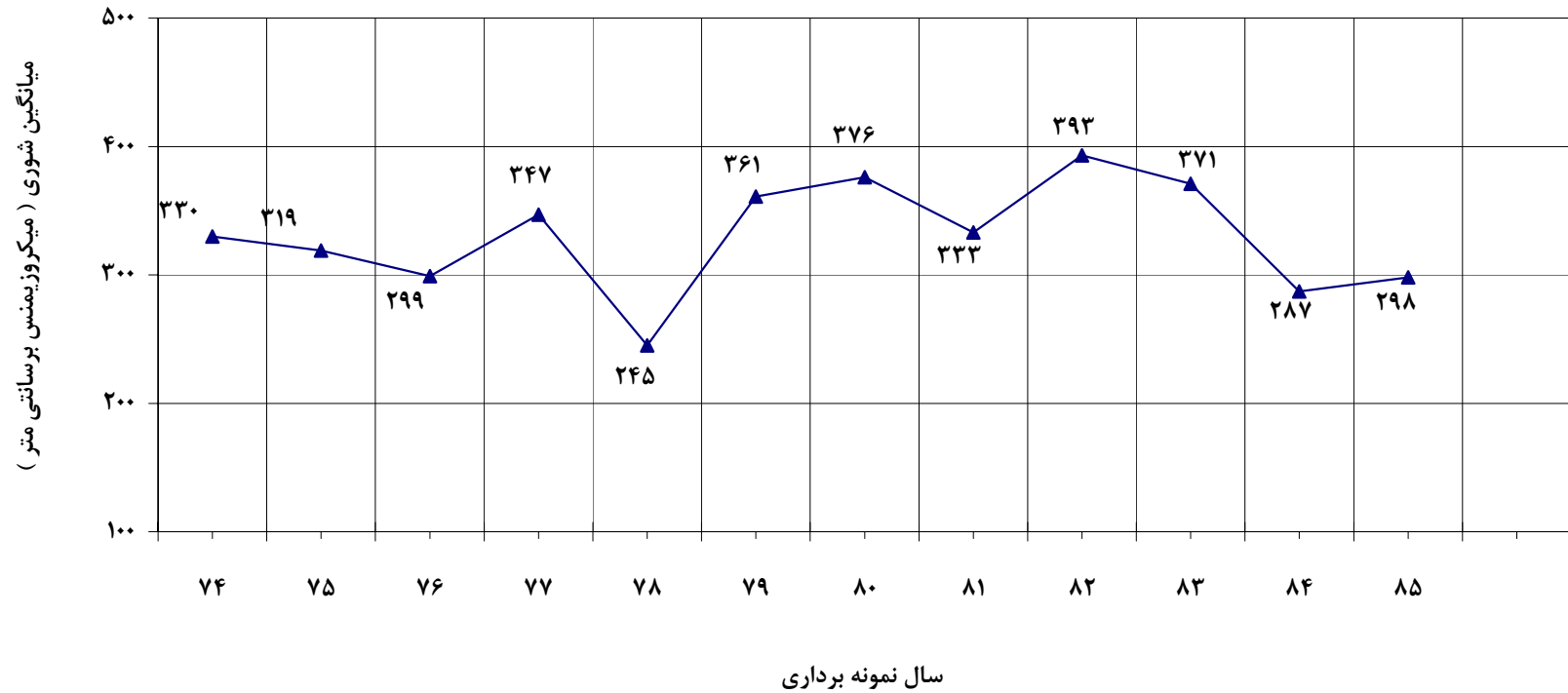
نمودار شماره (۱-۳): هیدروگراف معرف آبخوان ابرفتی محدوده مطالعاتی چهل خانه همراه با بارش ماهانه همزمان در ایستگاه بارانسنجی میرآباد



#### ۴- کیفیت منابع آب

در این محدوده مطالعاتی ایستگاه هیدرومتری وجود ندارد و در خصوص بررسی وضعیت کیفی آب زیرزمینی تنها از یک حلقه چاه و یک رشته قنات نمونه برداری انجام می شود. رودخانه نهر خلج به عنوان اصلی ترین رودخانه موجود در این محدوده مطالعاتی شناخته می شود. این رودخانه یکی از سرشاخه های پلاسجان می باشد. در این محدوده مطالعاتی هیچگونه ایستگاه هیدرومتری برای اندازه گیری وضعیت کیفیت آب سطحی وجود ندارد ولیکن طبق شواهد موجود از ایستگاههای هیدرومتری پایین دست (همانند ایستگاه اسکندری بر روی پلاسجان) وضعیت هدایت الکتریکی جریان های سطحی این محدوده مطالعاتی بین ۲۵۰ تا ۷۵۰ میکرومhos بر سانتیمتر ارزیابی میگردد. این طبقه بندی براساس دستور العمل تهیه نقشه های کیفیت منابع آب انتخاب شده است. خاطر نشان می سازد جریان سطحی تولید شده در این محدوده مطالعاتی وارد محدوده مطالعاتی بوئین-داران میگردد. از نظر آب زیرزمینی بدلیل عدم وجود شبکه سنجش کیفیت آب زیرزمینی، امکان تهیه و ترسیم نقشه منحنی های هدایت الکتریکی وجود ندارد. همانطوریکه قبلاً نیز توضیح داده شد در این محدوده از یک حلقه چاه و یک حلقه قنات نمونه برداری انجام می شود. کموگراف معرف کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی این آبخوان از سال ۱۳۷۴ تا سال ۱۳۸۵ در نمودار شماره (۴-۱) ارائه شده است. مطابق این نمودار صرفنظر از برخی فراز و فرودهای اندک، تغییر محسوس و منحنی داری در متوسط وزنی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی مشاهده نمی گردد.

نمودار شماره (۴-۱): کموگراف معرف کیفیت آبخوان عمیق دشت چهل خانه از سال ۱۳۷۴ لغایت سال ۱۳۸۵



مساحت شبکه تیسن ۶۵/۴ کیلومتر مربع است

از تعداد ۱ حلقه چاه عمیق بعنوان منبع انتخابی نمونه برداری بعمل آمده است

## 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 چهل خانه 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 چهل خانه 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 ۶۴۸/۷۳ و ۶۵۸/۲۷ میلی متر می باشد، در ردیف دوم توزیع ماهانه بارش (براساس سال متوسط) نوشته شده که مقدار سالانه آن برای ارتفاعات و دشت برابر ۲۹۸ و ۲۹۸ 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 ۱۲۳/۹۷ میلی متر در سال برای ارتفاعات و ۱۲۵/۰۵ 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 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 ۱۷۴/۰۲ میلی متر و ۱۷۲/۹۴ 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 چهل خانه 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 ۲۱/۰ میلیون متر مکعب حجم بارش در دشت حدود ۴۲ درصد تبخیر و تعرق و ۵۸ درصد بارندگی مفید است که با توجه به شرایط دشت از ۱۲/۲ میلیون متر مکعب بارندگی مفید حدود ۹۱/۸ درصد نفوذ می نماید و ۸/۲ درصد بقیه جریان سطحی در دشت است، از ۲۶/۵ میلیون متر مکعب حجم بارش در ارتفاعات حدود ۴۱/۵ درصد تبخیر تعرق و ۵۸/۵ درصد بقیه برابر ۱۵/۵ میلیون متر مکعب بارندگی مفید است که از این مقدار، ۶۴/۵ درصد آن تغذیه جانبی آبرفتی و تخلیه چاه و قنات در ارتفاعات است و ۳۵/۵ درصد از بارندگی مفید برابر ۵/۵ میلیون متر مکعب جریان سطحی و آبدهی چشمه ها می باشد (تخلیه چشمه های آمار برداری شده ۲/۳۰ 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)

											چهل خانه		۴۲۱۳	ارتفاعات
Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	سالانه	مؤلفه های بیلان	
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور			
۱۲.۱	۵.۵	۰.۸	-۲.۲	-۱.۲	۱.۸	۹.۲	۱۴.۲	۲۰.۲	۲۲.۵	۲۱.۹	۱۸.۱	۱۰.۲۳	دما T	
۲.۰	۲۰.۶	۵۵.۶	۵۰.۵	۵۰.۵	۷۰.۵	۳۲.۹	۱۵.۴	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۲۹۷.۹۹	بارندگی P	
۴۹.۹۹	۱۶.۹۸	۱.۶۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۵۰.۰۹	۳۹.۸۵	۷۴.۹۶	۱۱۵.۰۳	۱۳۴.۸۶	۱۲۲.۷۷	۸۷.۵۹	۶۴۸.۷۳	تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	
۲.۰۲	۱۶.۹۸	۱.۶۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۵۰.۰۹	۳۹.۸۵	۵۸.۴۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۲۳.۹۷	تبخیر و تعرق حقیقی Etr	
۰.۰۰	۳.۶۲	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۴۳.۰۵	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰		ذخیره رطوبت خاک H	
۰.۰۰	۰.۰۰	۷.۶۳	۵۰.۵۰	۵۰.۵۰	۶۵.۳۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۷۴.۰۲	مازاد (بارش مفید) R+I	
		۲.۰۰	۱۵.۰۰	۱۵.۰۰	۲۰.۰۰							۵۲.۰۰	جریان سطحی R	
		۵.۶۳	۳۵.۵۰	۳۵.۵۰	۴۵.۳۹							۱۲۲.۰۲	نفوذ I	

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

											چهل خانه		۴۲۱۳	دشت
Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	سالانه	مؤلفه های بیلان	
مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور			
۱۲.۰	۵.۷	۰.۳	-۳.۵	-۱.۵	۲.۴	۹.۷	۱۴.۵	۲۰.۷	۲۲.۹	۲۲.۲	۱۸.۰	۱۰.۲۹	دما T	
۲.۰	۲۰.۶	۵۵.۶	۵۰.۵	۵۰.۵	۷۰.۵	۳۲.۹	۱۵.۴	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۲۹۷.۹۹	بارندگی P	
۴۸.۸۲	۱۷.۳۸	۰.۴۴	۰.۰۰	۰.۰۰	۶.۹۴	۴۲.۱۸	۷۶.۰۹	۱۱۷.۹۹	۱۳۷.۴۱	۱۲۴.۸۰	۸۶.۲۳	۶۵۸.۲۷	تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه ETP	
۲.۰۲	۱۷.۳۸	۰.۴۴	۰.۰۰	۰.۰۰	۶.۹۴	۴۲.۱۸	۵۶.۰۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۲۵.۰۵	تبخیر و تعرق حقیقی Etr	
۰.۰۰	۳.۲۲	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۵۰.۰۰	۴۰.۷۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰		ذخیره رطوبت خاک H	
۰.۰۰	۰.۰۰	۸.۴۰	۵۰.۵۰	۵۰.۵۰	۶۳.۵۴	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۷۲.۹۴	مازاد (بارش مفید) R+I	
		۱.۰۰	۳.۵۰	۴.۰۰	۶.۰۰							۱۴.۵۰	جریان سطحی R	
		۷.۴۰	۴۷.۰۰	۴۶.۵۰	۵۷.۵۴							۱۵۸.۴۴	نفوذ I	

جدول شماره (۵-۲) بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات چهل خانه

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				
-	۱۱.۲۰	۱.۰۰	۱۲.۲۰	۸.۸۰	۲۱.۰۰	۷۰.۰۰	دشت
۵.۵۹	۴.۴۱	۵.۵۰	۱۵.۵۰	۱۱.۰۰	۲۶.۵۰	۸۹.۰۰	ارتفاعات
۵.۵۹	۱۵.۶۱	۶.۵۰	۲۷.۷۰	۱۹.۸۰	۴۷.۵۰	۱۵۹.۰۰	جمع محدوده

حجم آبها 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)

$\Delta V$  = 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 (۵-۳) 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 چهل خانه برای آبخوان آبرفتی نقشه تراز آب زیرزمینی که مقاطع ورودی و خروجی بر روی آن مشخص شده ولی به علت کمبود نقاط پمپاژ نقشه منحنی های هم قابلیت انتقال رسم نگردیده است لذا برای محاسبات جریان زیرزمینی ورودی و خروجی متوسط قابلیت انتقال با توجه به خصوصیات آبخوان برای مجموع مقاطع برآورد شده و جدول شماره (۵-۴) تهیه گردیده است که براساس آن مقدار جریان ورودی جانبی برابر  $۷/۶۱$  میلیون متر مکعب در سال و جریان زیرزمینی خروجی برابر  $۰/۵$  میلیون متر مکعب حاصل شده است.

جریان ورودی شامل ۴/۴۱ میلیون تغذیه جانبی از ارتفاعات و ۳/۲ میلیون متر مکعب جریان زیرزمینی مربوط به نفوذ بارندگی در آبرفت نواحی دشتی 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 ۱۲/۲ میلیون متر مکعب بوده و با توجه به وسعت دشت که فرصت نفوذ از این آب را تا رسیدن به آبراهه ها میسر می نماید و دانه بندی آبرفت بخش اعظم بارندگی مفید امکان نفوذ را دارد که میزان آن برابر ۱۱/۲ میلیون متر مکعب در سال معادل ۹۱/۸ درصد بارندگی مفید ۵۳ درصد از کل بارش روی دشت می باشد، با توجه به وسعت آبخوان که تقریباً ۹۲ درصد وسعت دشت را شامل می شود. از این مقدار آب ۸ میلیون مترمکعب، نفوذ مستقیم به آبخوان آبرفتی است و ۳/۲ میلیون مترمکعب بقیه نفوذ در آبرفت همراه با جریان زیرزمینی ورودی از ارتفاعات ورودی زیرزمینی جانبی 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 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

$\Delta H$  = 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.

$\Delta X$  = 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 : ۱ نواحی زهکشی و تغذیه رودخانه ها مسلماً دارای تقریب است.

در محدوده مطالعاتی چهل خانه یک رودخانه کوچک و تعدادی سیلابرو وجود دارد که در نواحی ابتدائی و میانی دشت تغذیه کننده آبخوان بوده و رودخانه تنها در انتهای دشت زهکش می باشد. میزان تغذیه با توجه به شکل منحنی تراز آب زیرزمینی و وضعیت رودخانه نسبت به دشت و همراه با برآورد نفوذ از سیلابهای مسیلهای دیگر برابر  $\frac{2}{3}$  میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است.

میزان زهکشی توسط زهکشی در ناحیه خروجی حدود  $\frac{0}{23}$  میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است.

#### ۵-۱-۲-۴- مصارف آب و نفوذ از آن

مصارف آب شامل مصرف کشاورزی، مصرف شرب و مصرف صنعت می باشد. در این محدوده مطالعاتی جمع مصارف سالانه آب برابر  $\frac{27}{83}$  میلیون متر مکعب است که  $\frac{13}{3}$  درصد آن ( $\frac{3}{7}$  میلیون متر مکعب) از جریانهای سطحی و چشمه های ارتفاعات تامین می شود و  $\frac{86}{7}$  درصد بقیه ( $\frac{24}{13}$  میلیون متر مکعب) از منابع آب زیرزمینی شامل چاه، قنات و چشمه های آبرفتی می باشد در برخی دشتهای از 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  $\frac{27}{83}$  میلیون متر مکعب مصرف آب در این محدوده  $\frac{97}{7}$  درصد ( $\frac{27}{21}$  میلیون متر مکعب) به مصرف کشاورزی،  $\frac{0}{2}$  درصد ( $\frac{0}{61}$  میلیون متر مکعب) مصرف شرب و کمتر از  $\frac{0}{1}$  درصد ( $\frac{0}{1}$  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  $\frac{22}{46}$ ،  $\frac{0}{6}$  و  $\frac{0}{1}$  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 چهل خانه 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 ۷/۸۶ میلیون متر مکعب در سال بدست آمده است که نزدیک به ۳۵ 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 ۰/۴۳ 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 چهل خانه جمع تخلیه از آبخوان آبرفتی بوسیله ۲۰ حلقه چاه، ۳۳ رشته قنات و ۴۶ دهنه چشمه آبرفتی برابر ۲۵/۴۷ میلیون متر مکعب در سال (طبق آمار) می باشد که حدود ۹۷/۲ 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 چهل خانه به علت عمق سطح آب بیش از ۵ متر منطقه تبخیری 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 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 چهل خانه آبنمود معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی تهیه شده است که از اطلاعات اندازه گیری چاه های مشاهده ای ۱۰ ساله (از مهر ۱۳۷۵ الی شهریور ۱۳۸۵) استفاده شده است. هیدروگراف معرف تغییرات سطح آب نشان دهنده افت سطح آب زیرزمینی از مهر ۱۳۷۵ الی مهر ۱۳۸۰ می باشد، از این تاریخ تا مهر سال ۱۳۸۳ احتمالاً در اثر سالهای پرباران سطح آب زیرزمینی حالت بالاروندگی داشته و از این به بعد تا شهریور ۱۳۸۵ حالت تعادل را نشان می دهد.

#### 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 چهل خانه علاوه بر آبنمودهای معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی از نقشه تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز استفاده شده که از مجموع آنها حالت متعادل و حتی بالاروندگی مشخص است لذا تغییر ذخیره آبخوان معادل صفر می باشد.

جدول شماره (۳-۵) بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی چهل خانه

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	۲۶.۲۰	۰.۵۰	۰.۰۰	۰.۲۳	۲۵.۴۷	۲۶.۲۰	۰.۴۳	۷.۸۶	۲.۳۰	۸.۰۰	۷.۶۱	۶۴.۵۰

ارقام به میلیون متر مکعب در سال

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

نوع جبهه	شماره جبهه	شیب هیدرولیکی در هزار	طول متر	T m <sup>2</sup> /day	حجم جریان میلیون متر مکعب	ملاحظات	
ورودی	۱	۱۲,۰۰	۱۰۵۰			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۲	۱۳,۰۰	۱۰۲۵			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۳	۲۰,۰۰	۱۰۲۱			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۴	۱۱,۰۰	۱۰۳۸			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۵	۱۳,۰۰	۲۰۵۵			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۶	۲۱,۰۰	۳۰۷۸			دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	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	۱۵,۰۰	۹۲۶۷	۱۵۰	۷,۶۱	دوره بیلان ۳۶۵ روز	
جمع کل ورودی						۷,۶۱	دوره بیلان ۳۶۵ روز
خروجی	۱	۹,۰۰	۱۵۲۲	۱۰۰	۰,۵۰	دوره بیلان ۳۶۵ روز	
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
جمع کل خروجی						۰,۵۰	به بوئین - داران

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 چهل خانه

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 چهل خانه 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 چهل خانه حجم بارش متوسط سالانه بر سطح ارتفاعات برابر ۲۶/۵ میلیون متر مکعب و حجم بارش متوسط سالانه بر سطح دشت ۲۱ میلیون متر مکعب جمعاً ۴۷/۵ 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 چهل خانه جریان سطحی ورودی به حالت طبیعی یا انتقالی از محدوده های مجاور وارد نمی 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 چهل خانه میزان جریان زیرزمینی ورودی از محدوده های مجاور وارد نمی 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 چهل خانه طبق بیلان آبخوان آبرفتی آب نفوذ یافته به آبخوان از مصارف برابر ۸/۲۹ میلیون متر مکعب ولی آب برگشتی به رودخانه و منابع آب زیرزمینی خارج از آبخوان بویژه از مصارف ارتفاعات برابر ۱/۴۳ میلیون متر مکعب برآورد شده که جمعاً ۹/۷۲ 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 چهل خانه برابر ۱۹/۸ میلیون متر مکعب در سال است که ۴۱/۵ درصد از بارش در ارتفاعات و ۴۲ 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 طبیعی یا مصنوعی وجود ندارد لذا تبخیر از سطح آزاد آب معادل صفر است.

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 چهل خانه تبخیر از آب زیرزمینی به علت پائین بودن سطح 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 چهل خانه برابر  $27/83$  میلیون متر مکعب در سال است که  $97/7$  درصد برای کشاورزی  $0/2$  درصد برای شرب و  $0/1$  درصد برای صنعت استفاده می شود.

مجموع مصارف در دشت این محدوده مطالعاتی  $23/07$  میلیون متر مکعب در سال بدست آمده و در ارتفاعات که اطلاعات کمتری در دسترس است  $4/76$  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 چهل خانه برابر  $9/09$  میلیون متر مکعب در سال براساس بیلان بدست آمده که به محدوده مطالعاتی بوئین - داران 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 چهل خانه میزان جریان زیرزمینی خروجی به بوئین - داران برابر  $0/5$  میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

- 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 چهل خانه آب به محدوده های مطالعاتی مجاور انتقال نمی یابد.

**۵-۱-۳- تغییرات حجم ذخیره ( $\Delta V_s$  و  $\Delta V_g$ )**

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 ( $\Delta V_s$ ) 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 ( $\Delta Vg$ ) 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 چهل خانه براساس آبنمود معرف تغییرات سطح آب افت سطح آب زیرزمینی در طولانی مدت وجود ندارد لذا تغییرات حجم ذخیره تقریباً معادل صفر است و بیلان آب متعادل می باشد.

جدول شماره (۷-۵) بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی چهل خانه

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	۵۷.۲۲	۰.۰۰	۰.۵۰	۹.۰۹	۲۷.۸۳	۰.۰۰	۰.۰۰	۱۹.۸۰	۵۷.۲۲	۹.۷۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۱.۰۰	۲۶.۵۰

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 چهار گوش 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 چهار گوش 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.

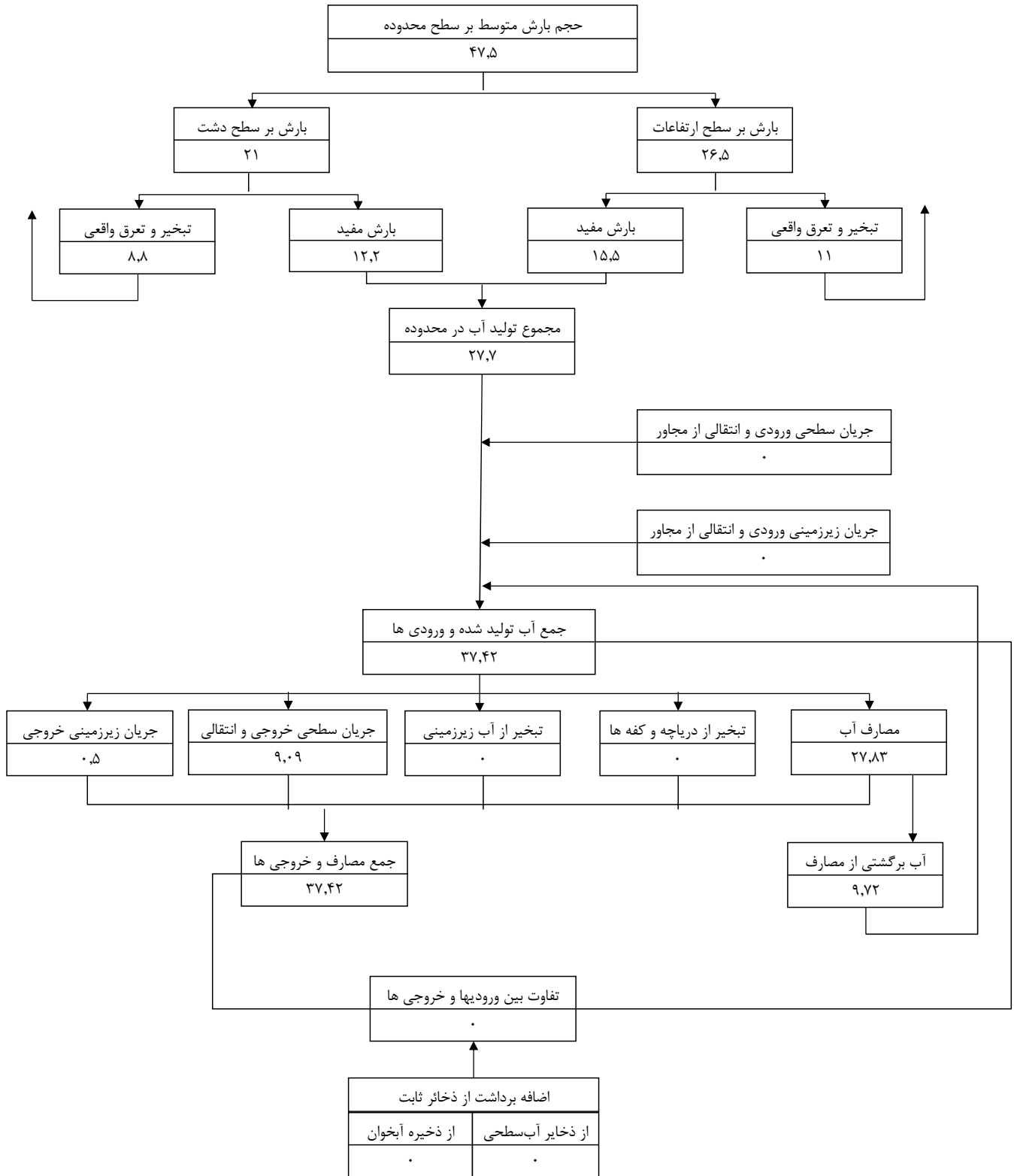
مجموع آب تولید شده در محدوده همراه با جریانهای سطحی و زیرزمینی ورودی یا انتقالی و آب برگشتی مصارف جمع آب تولید شده و ورودیها را نشان می دهد که در چهار گوش وسط صفحه نشان داده شده است، این آبها بخشی به مصارف کشاورزی، شرب و صنعت می رسد، بخشی از سطح دریاچه های طبیعی و مصنوعی (در صورت وجود) و یا برکه تبخیر 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 ۲۷/۷ میلیون متر مکعب بوده که با احتساب ۹/۷۲ میلیون متر مکعب آب برگشتی ناشی از مصارف مختلف حجم آن به ۳۷/۴۲ میلیون متر مکعب می رسد. میزان مصرف آب در سطح محدوده مطالعاتی حدود ۲۷/۸۳ 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 ۰/۵ میلیون متر مکعب و حجم آب سطحی خروجی از محدوده نیز ۹/۰۹ میلیون متر مکعب می باشد. به این ترتیب ملاحظه میگردد که مجموع مصارف و خروجیها ۳۷/۴۲ 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 چهل خانه



ارقام به میلیون متر مکعب در سال

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

وسعت محدوده مطالعاتی چهل خانه برابر ۱۵۹ کیلومتر مربع است که از آبخوان آبرفتی آن توسط ۶۰ حلقه چاه، ۴۶ دهنه چشمه و ۳۳ رشته قنات ۲۵/۴۷ میلیون متر مکعب در سال تخلیه و برداشت صورت می گیرد. از مخازن سازند سخت ارتفاعات نیز حدود ۳/۵۴ میلیون متر مکعب در سال توسط ۵۵ دهنه چشمه و تعداد ۶ حلقه چاه تخلیه می شود ضمناً از پهله های آبرفتی حاشیه رودخانه های ارتفاعات و خارج از آبخوان هم توسط ۱۲ حلقه چاه، ۱۰ دهنه چشمه و ۲۸ رشته قنات ۴/۳۶ میلیون متر مکعب تخلیه سالانه صورت می گیرد. بنابراین مجموع تخلیه و برداشت آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی ۳۳/۳۷ میلیون متر مکعب در سال می باشد، مجموع مصارف در این محدوده ۲۷/۸۳ میلیون متر مکعب در سال است ۱۳/۳ درصد آن از جریانهای سطحی و چشمه ها و ۸۶/۷ 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 چهل خانه گرچه آبخوان آبرفتی با توجه به نتایج بیلان متعادل است ولی به دلیل حجم ذخیره بسیار محدود این آبخوان کوچک توسعه بهره برداری تنها حدود یک میلیون متر مکعب توصیه شده است. در نتیجه میزان برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی این محدوده ۲۶/۵ 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 توصیه نمی شود بر این اساس مجموع برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی و سازند سخت ۲۷/۸۹ میلیون متر مکعب در سال بوده که همراه با چاه و قناتهای خارج از آبخوان آبرفتی برابر ۴/۱۱ میلیون متر مکعب جمعا ۳۲ میلیون متر مکعب در سال می شود.

از جریانهای سطحی محدوده مطالعاتی با توجه به اینکه عمده آن به مصرف این دشت و دشت پائین دست می رسد و یا موجب تغذیه آبخوان آبرفتی می شود کنترل آب سطحی توسط سد پیشنهاد 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 دشتهای 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 چهل خانه با توجه به تغییرات طولانی مدت هیدروگراف معرف آبخوان و نتایج بیلان آب زیرزمینی و بیلان محدوده مطالعاتی محدودیت بهره برداری از لحاظ کمی وجود ندارد ولی به لحاظ محدود بودن آبخوان بسیار کوچک آن از این نظر محدودیت کمی ایجاد نموده است.

از نظر کیفی سازندهای شورکننده که تاثیر محسوسی بر کیفیت آب داشته باشد زیاد نیست در نتیجه آب در این ناحیه 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 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 چهل خانه سدی احداث نشده برای آبخوان آبرفتی با توجه به وسعت آن برابر ۶۴ کیلومتر مربع، ضخامت متوسط ۶۰ متر و ضریب ذخیره ۵ درصد حجم کل ذخیره

برابر ۱۹۳ میلیون متر مکعب محاسبه شده که ۲۶ میلیون متر مکعب آن تجدید شونده سالانه می باشد، تعیین حجم ذخیره کل و ثابت سازندهای سخت بعلت نیاز به وسعت، ضخامت و درصد درز و شکاف در سازندهای کربناته و نفوذپذیر مشکل بوده لذا تنها حجم ذخیره تجدید شونده براساس مقادیر تغذیه جانبی آبخوان و تخلیه چشمه ها برابر ۱۳ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

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

منابع آب سطحی قابل کنترل	مجموع تخلیه و برداشت مجاز از آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی	تخلیه و برداشت از نواحی آبرفتی خارج از آبخوان آبرفتی توسط چاه و قنات	برداشت مجاز از مخازن سازند سخت توسط چاه	امکان توسعه بهره برداری از سازند سخت	برداشت فعلی از مخازن سازند سخت توسط چاه	برداشت مجاز از آبخوان آبرفتی	لزوم کاهش از بهره برداری آبخوان آبرفتی	امکان توسعه بهره برداری آبخوان آبرفتی	تخلیه و برداشت فعلی از آبخوان آبرفتی
۰.۰۰	۳۲.۰۰	۴.۱۱	۱.۳۹	۰.۰۰	۱.۳۹	۲۶.۵۰	۰.۰۰	۱.۰۰	۲۵.۵۰

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 چهل خانه

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
۱۳.۰۰	-	-	۲۶.۰۰	۱۶۷.۰۰	۱۹۳.۰۰	۵.۰۰	۶۰.۰۰	۶۴.۰۰	-	-

ارقام به میلیون متر مکعب



علائم اختصاصی:

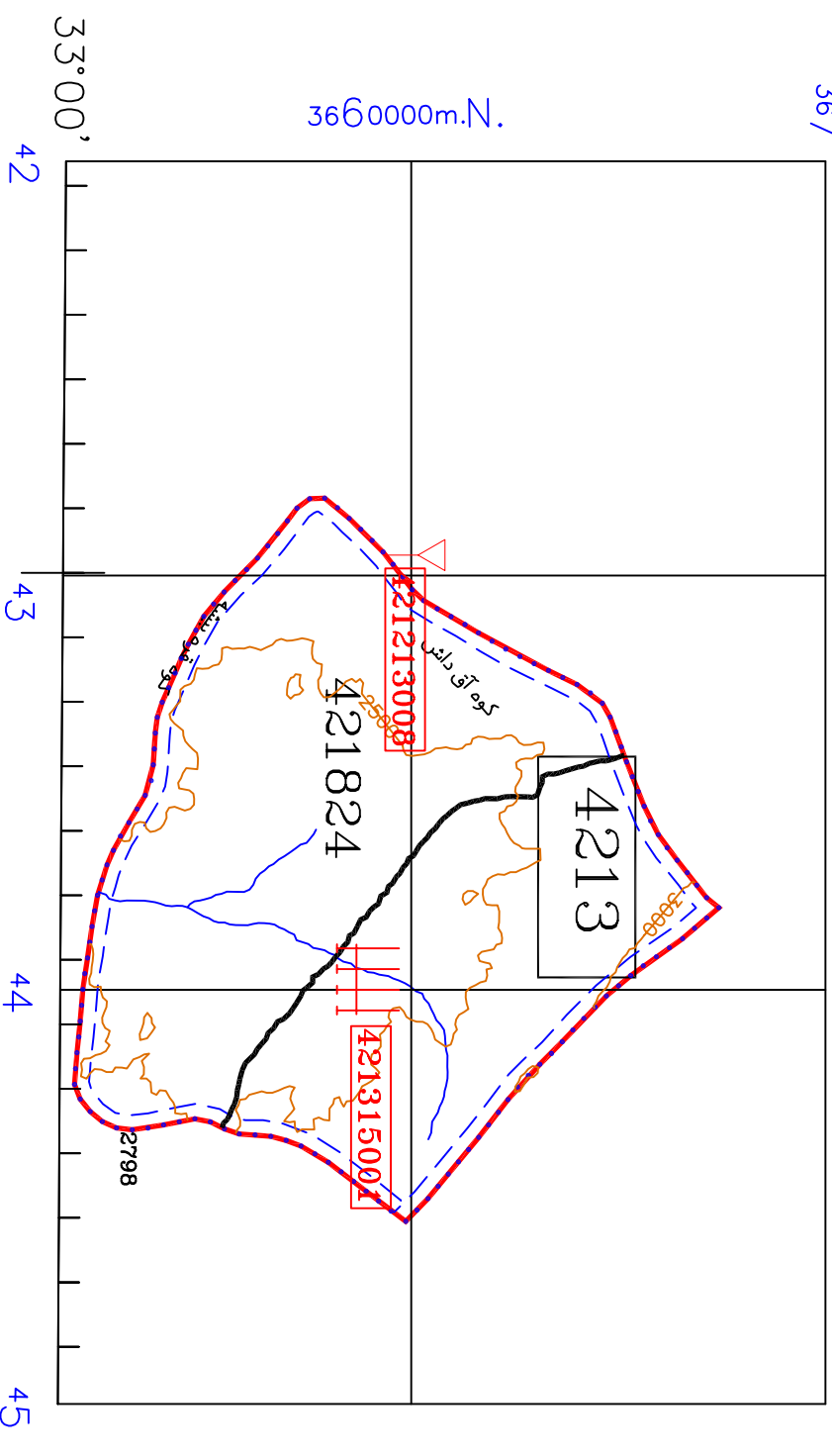
-  ایستگاه سینوپتیک
-  ایستگاه کلیماتولوژی
-  ایستگاه تبخیر سنجی + بارانسنج ثبات
-  ایستگاه تبخیر سنجی
-  ایستگاه بارانسنج معمولی
-  ایستگاه بارانسنج ثبات
-  ایستگاه بارانسنج ذخیره ای
-  ایستگاه برف سنجی
-  کد ایستگاه
-  ایستگاه های تعطیل
-  ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی \*

367

کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه

3660000m.N.



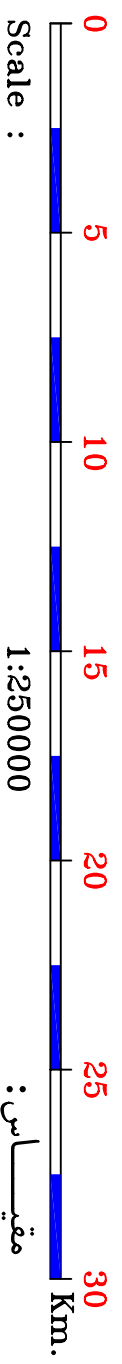
نقشه شماره (۱-۱) : موقعیت ایستگاههای هواشناسی

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

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

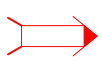
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

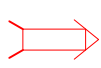


محدوده مطالعاتی : چهل خانه کد : ۴۲۱۳

علائم اختصاصی:



ایستگاه سینوپتیک



ایستگاه کلیماتولوژی



ایستگاه تبخیرسنجی + بارانسنج ثبات



ایستگاه تبخیرسنجی

211912001

کد ایستگاه

19.1

دمای متوسط سالانه (درجه سانتیگراد)

12

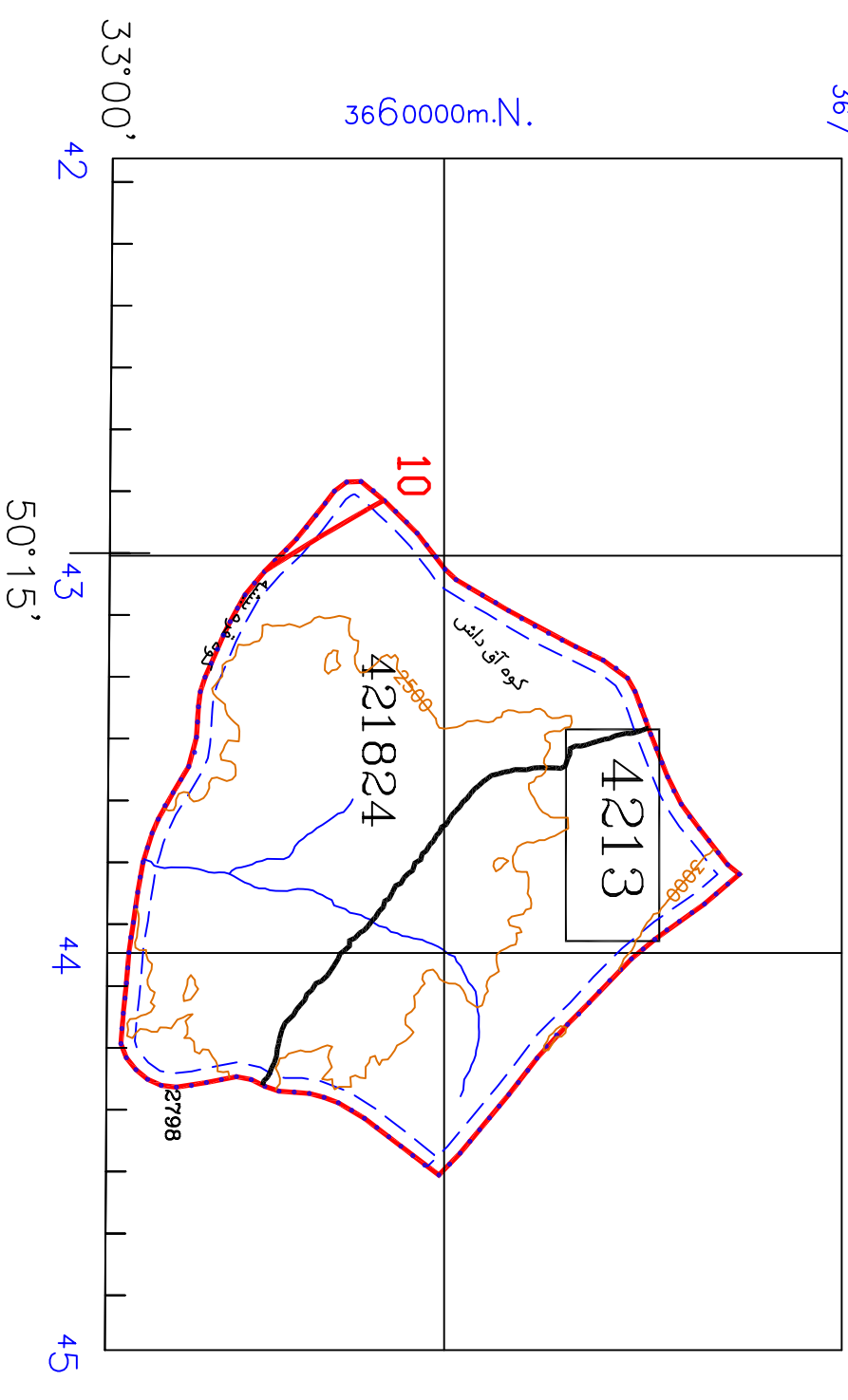
منحنی های هم حرارت



ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی \*

367

3660000m.N.



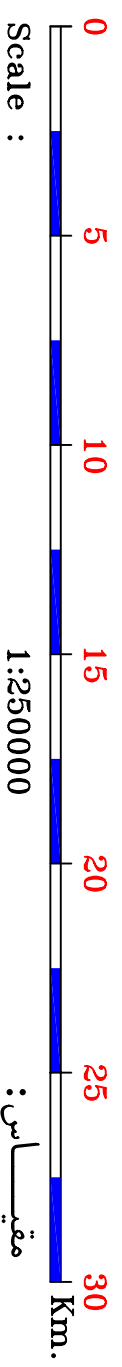
نقشه شماره (۲-۱) : منحنی های هم دما

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

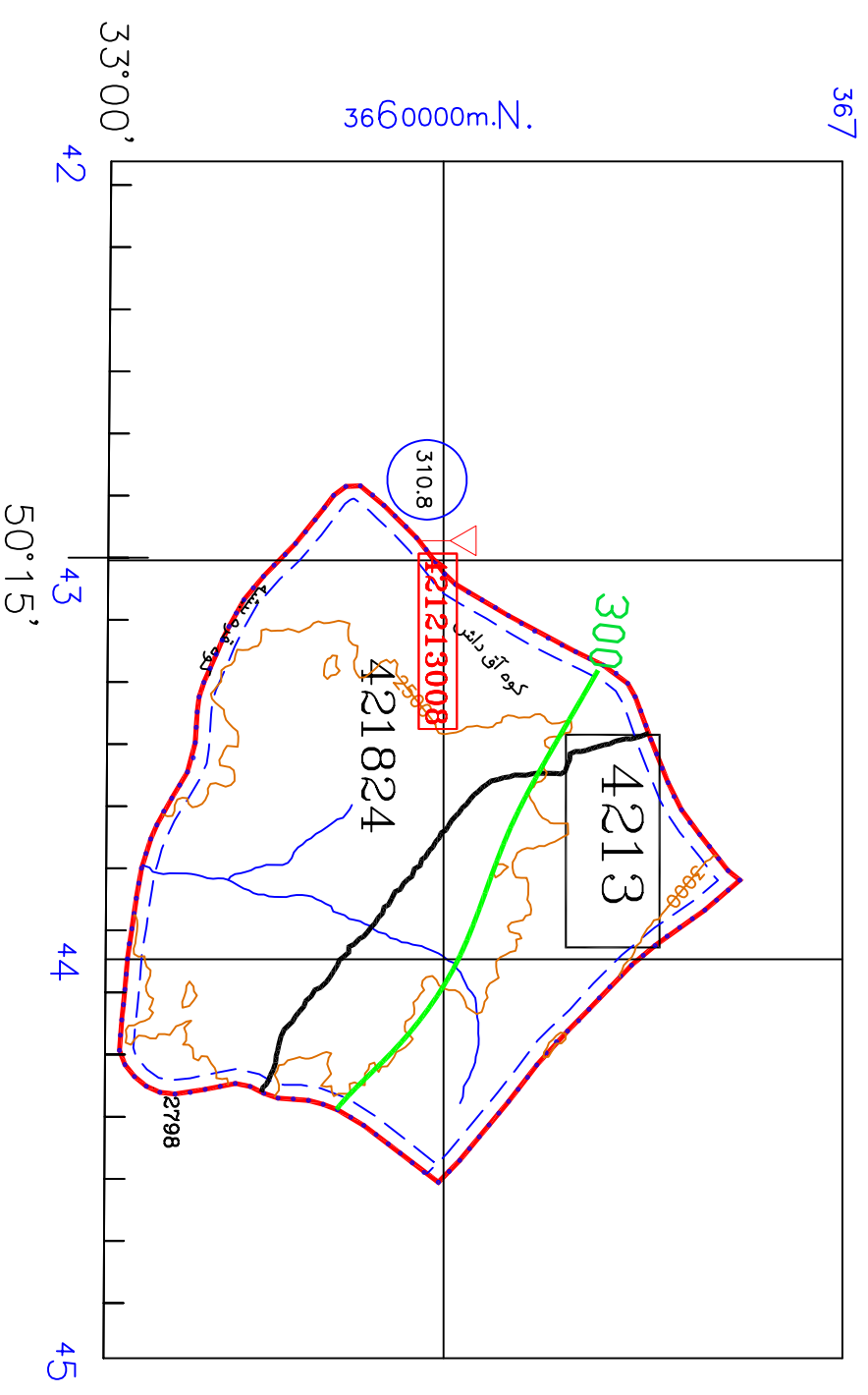


## علائم اختصاصی:

-  ایستگاه سینوپتیک
-  ایستگاه کلیماتولوژی
-  ایستگاه تبخیرسنجی+بارانسنج ثابت
-  ایستگاه تبخیرسنجی
-  ایستگاه بارانسنج معمولی
-  ایستگاه بارانسنج ثابت
-  ایستگاه بارانسنج ذخیره ای
-  کد ایستگاه
-  متوسط بارندگی سالانه
-  منحنی های هم باران
-  \* ایستگاه بارانسنجی معمولی سازمان هواشناسی

کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



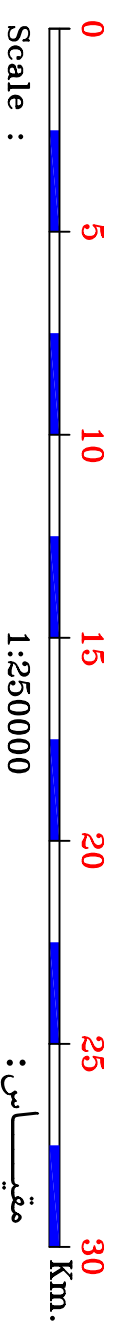
نقشه شماره (۱-۳) - منحنی های هم باران

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

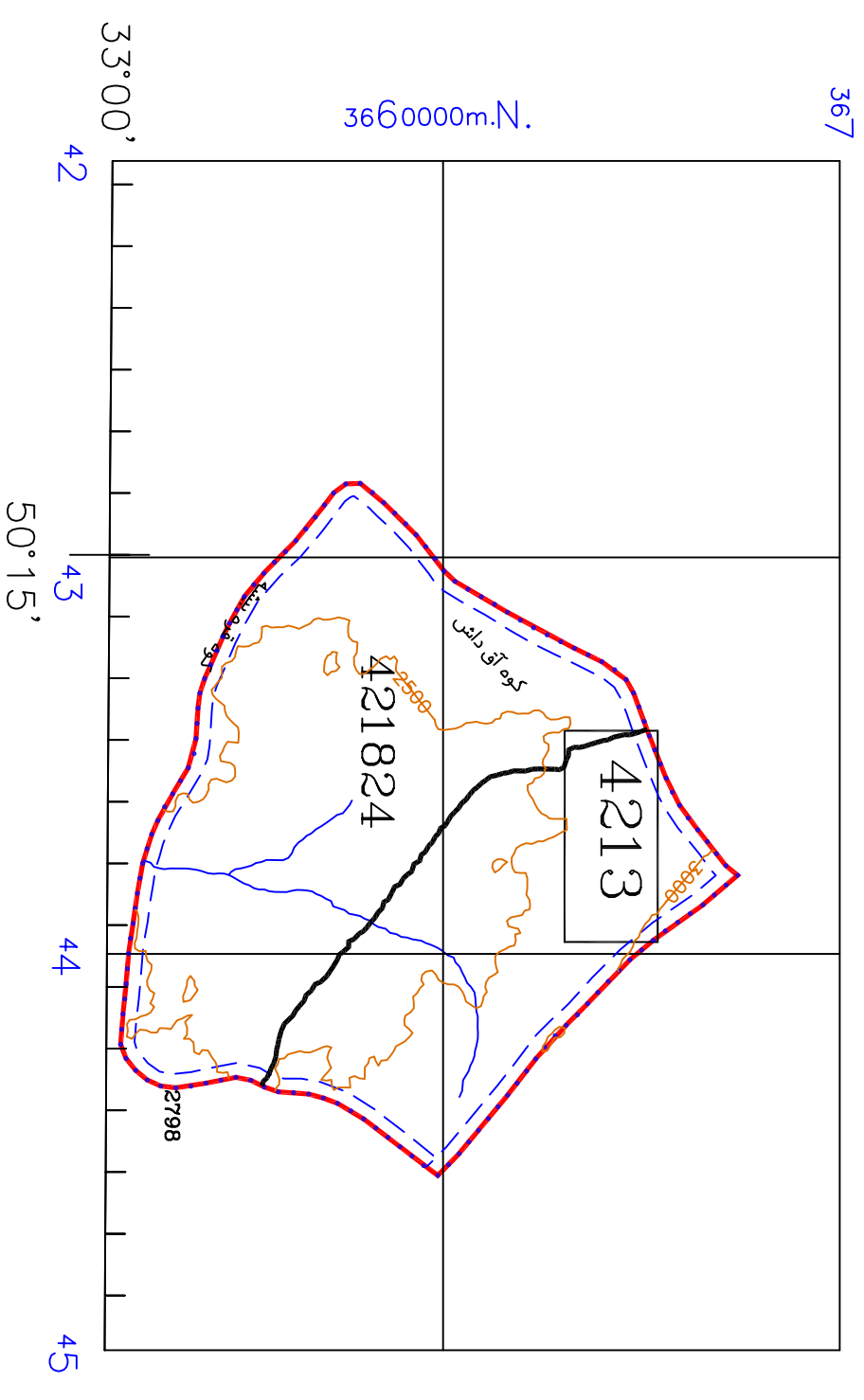
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



محدوده مطالعاتی : چهل خانه کد : ۴۲۱۳



علائم اختصاصی:



ایستگاه تینجیرسنجی + بارانسنج ثبات



ایستگاه تینجیرسنجی

211912001

کد ایستگاه

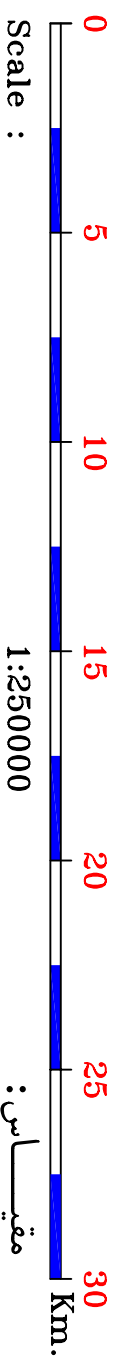
2021

متوسط تینجیر سالانه (میلیمتر)

1800

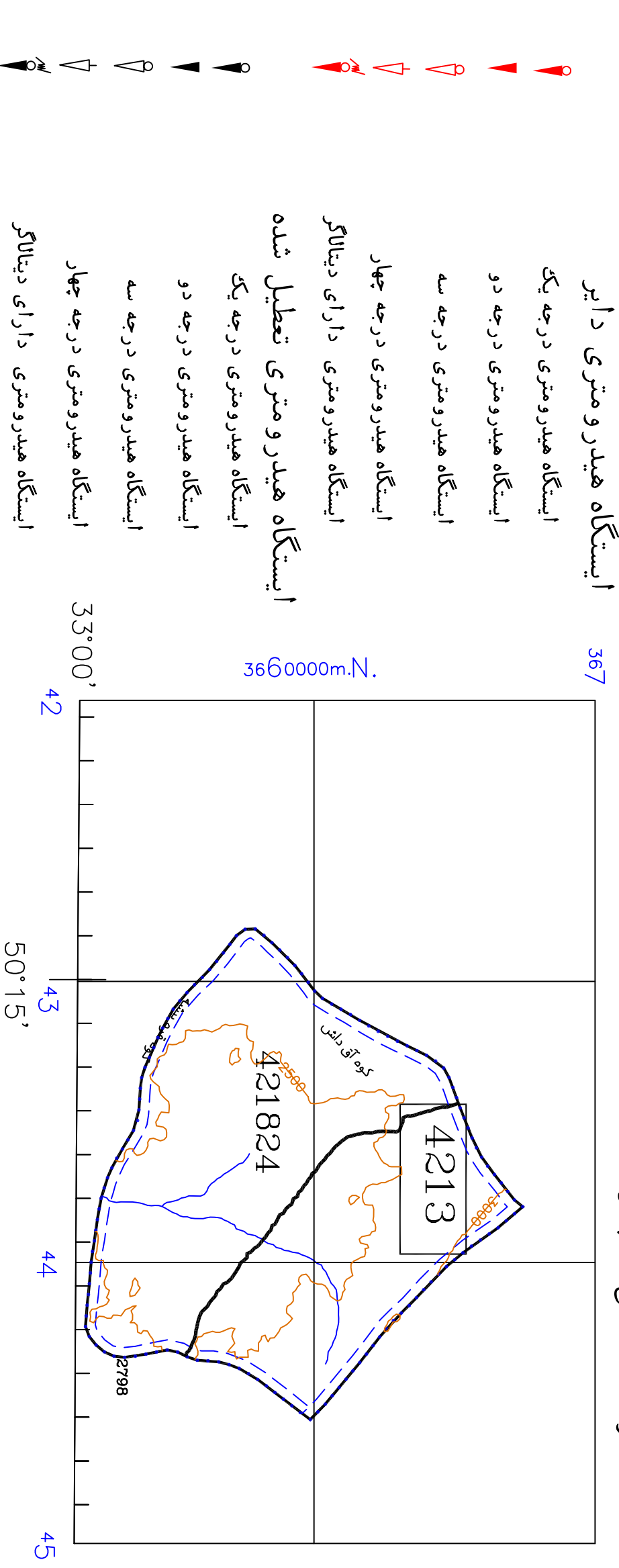
منحنی های هم تینجیر

نقشه شماره (۱-۴) : منحنی های هم تینجیر
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



کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



ایستگاه هیدرومتری دایر

367

ایستگاه هیدرومتری درجه یک

ایستگاه هیدرومتری درجه دو

ایستگاه هیدرومتری درجه سه

ایستگاه هیدرومتری درجه چهار

ایستگاه هیدرومتری دارای دیتالاکر

ایستگاه هیدرومتری تعطیل شده

ایستگاه هیدرومتری درجه یک

ایستگاه هیدرومتری درجه دو

ایستگاه هیدرومتری درجه سه

ایستگاه هیدرومتری درجه چهار

ایستگاه هیدرومتری دارای دیتالاکر

کد ایستگاه

**420123009**

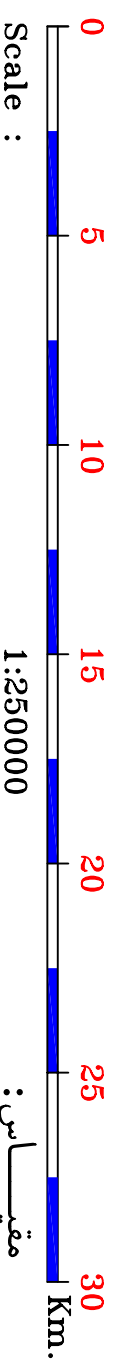
نقشه شماره (۱-۲) : موقعیت ایستگاههای هیدرومتری

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

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

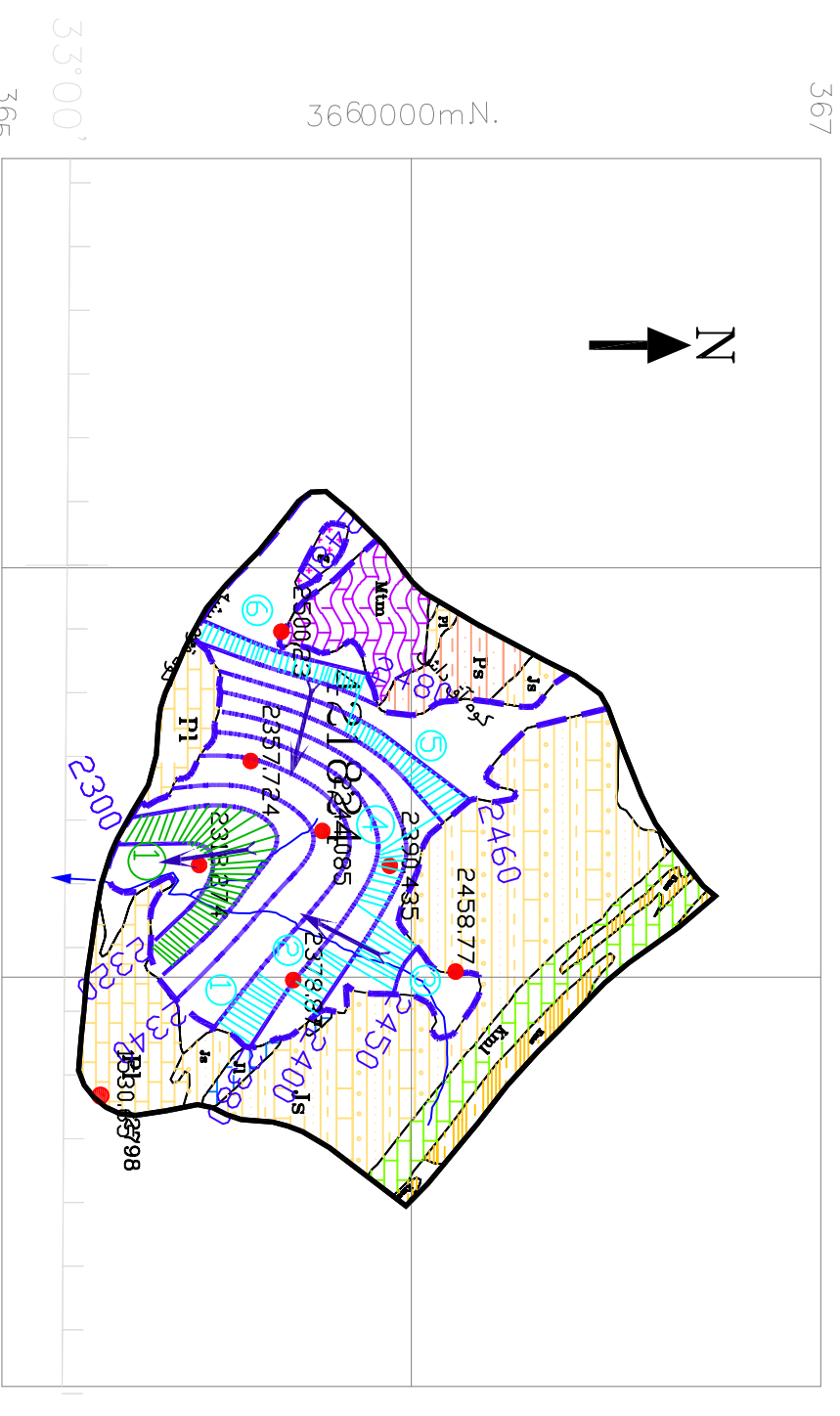
مشاور : شرکت مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



سن	ترین	علامت	شرح
کو اترنز		Q	رسوبات آبرفتی
ترشیری		g	گرایت، گرانو دیوریت
ک		Kms, K5	مارن و شیل
		Kml	سنگهای آهک اریستولین دار
زوراسیک		J1	سنگ آهک
		Js	شیل و ماسه سنگ
پرمین		P1	سنگ آهک
		Ps	شیل و ماسه سنگ
پرکامبرین		Mtm	مرمر

گل

گل احتمالی

رانگی

گل معکوس

محور تاقدیس

محور ناودیس

مرز لایه بندی

امتدادو شیب لایه ها

کدحوزه آبریز 421824

حدحوزه آبریز

جاده آسفالت

مرز بین المللی

نقشه شماره (۱-۳): تراز آب زیر زمینی

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

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

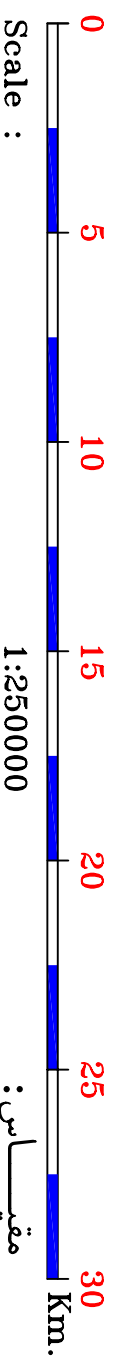
چاه مشاهده ای و رقم تراز آب زیر زمینی 1273

منحنی هم تراز آب زیر زمینی 2300

جهت جریان آب زیر زمینی

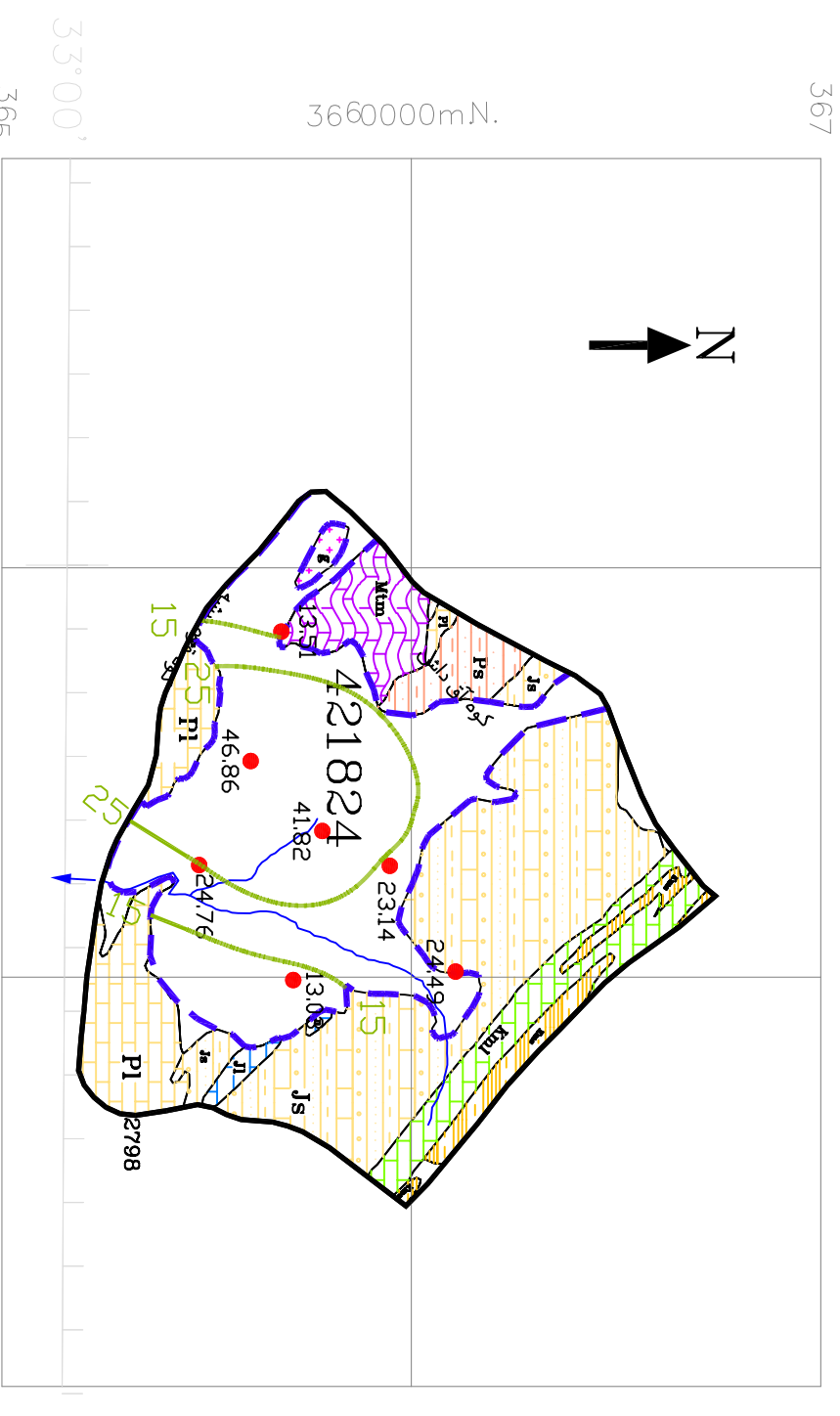
جبهه ورودی آب زیر زمینی

جبهه خروجی آب زیر زمینی



کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



سن	ترین	علامت	شرح
کو اترنز		Q	رسوبات آبرفتی
ترشیری	+	g	گرایت، گرانویدوریت
ک		Kms, K5	مارن و شیل
ک		Kml	سنگهای آهک اریتولین دار
زوراسیک		J1	سنگ آهک
		Js	شیل و ماسه سنگ
پرمین		Pl	سنگ آهک
		Ps	شیل و ماسه سنگ
پرکامبرین		Mtm	مرمر

- گسل
- گسل احتمالی
- رانندگی
- گسل معکوس
- محور تاقدیس
- محور ناودیس
- مرز لایه بندی
- امتدادو شیب لایه ها
- کدحوزه آبریز 421824
- حدحوزه آبریز
- جاده آسفالت
- مرز بین المللی

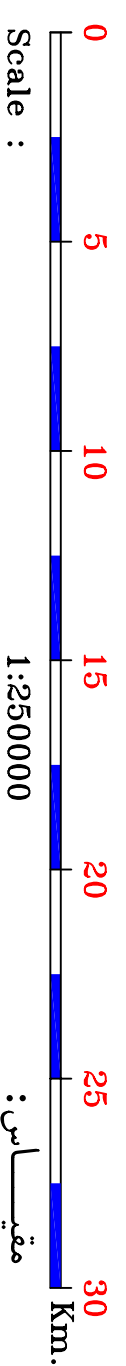
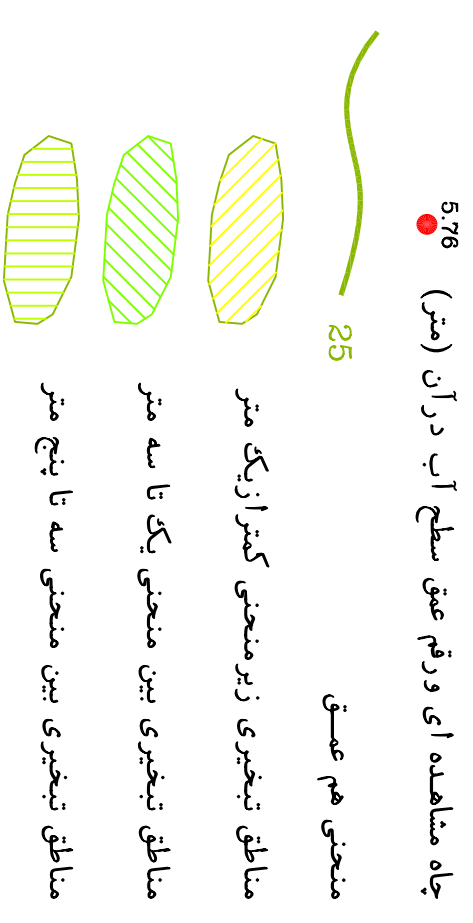
نقشه شماره (۳-۲): منحنی های هم عمق آب زیر زمینی

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

کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

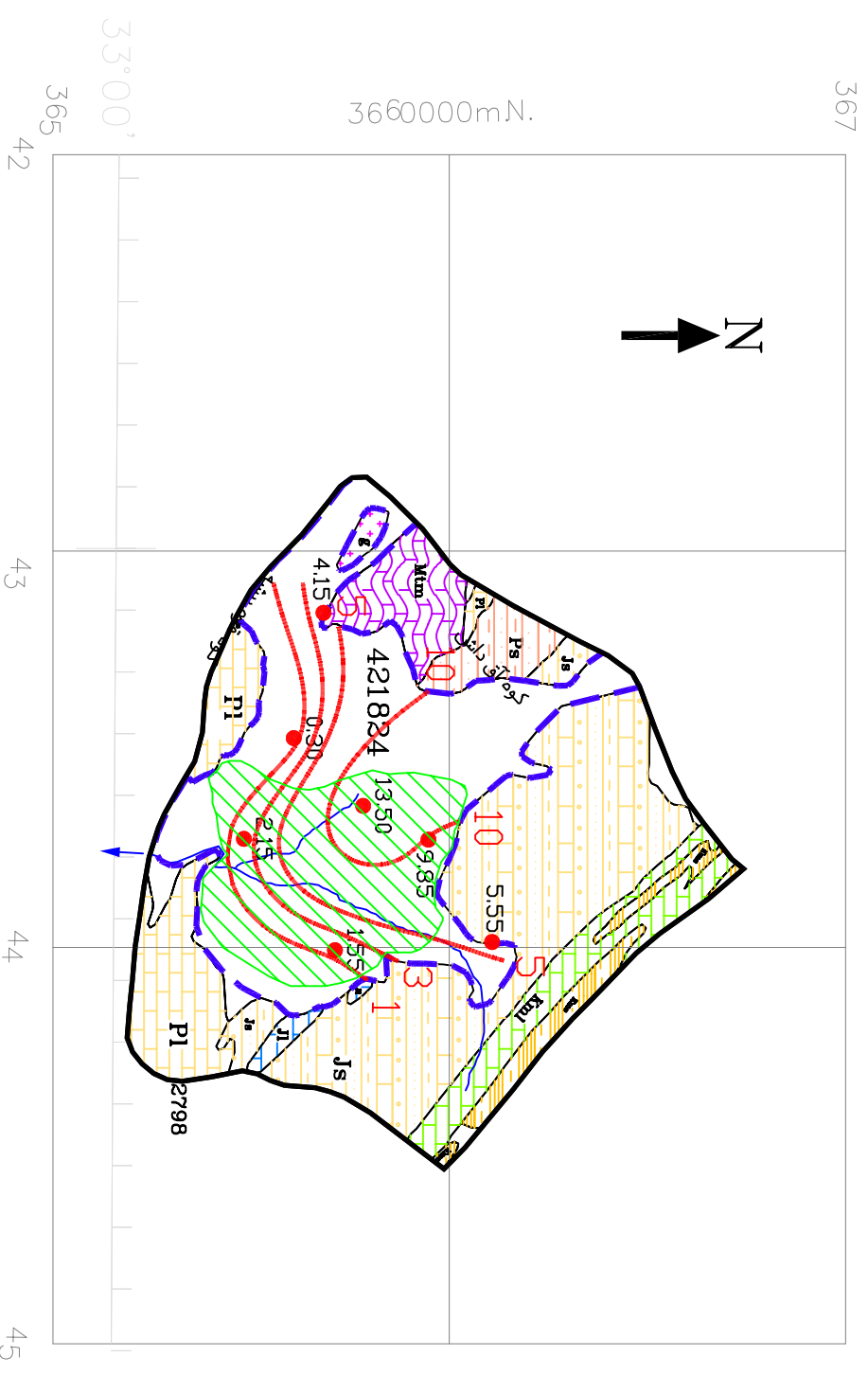
مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



سن	ترتیب	علامت	شرح
کواترنر		Q	رسوبات آبرفتی
ترشیری	+++	g	گرانیت، گرانودیوریت
کرتاسه	++++	Kms, K5	مارن و شیل
		Kml	سنگهای آهک اریتولین دار
		J1	سنگ آهک
ژوراسیک		Js	شیل و ماسه سنگ
پرمین		P1	سنگ آهک
		Ps	شیل و ماسه سنگ
برکامبرین		Mtm	مرمر

مرز لایه بندی	—	گسل
امتداد و شیب لایه ها	—	گسل احتمالی
421824 کدحوزه آبریز	▲▲▲▲	رانندگی
حد حوزه آبریز	●●●●●	گسل معکوس
جاده آسفالت	—	محور تقادیس
مرز بین المللی	—X—	محور ناودیس

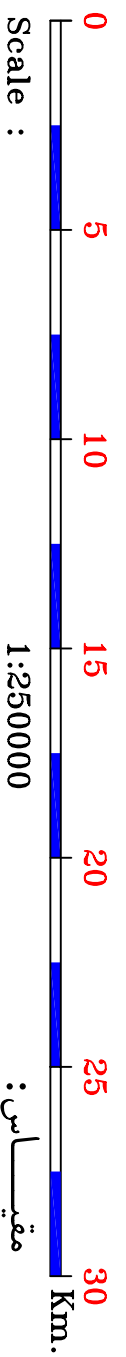
نقشه شماره (۳-۳) : اختلاف سطح آب زیرزمینی

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



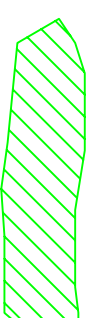
حد آبخوان

چاه مشاهده ای و رقم تغییرات عمق سطح آب زیر زمینی (متر)

منحنی اختلاف سطح آب زیر زمینی (متر)

بال آمدگی با + و پایین رفتگی با - نمایش داده شده است .

نواحی توسعه بهره برداری





سن	ترین	علامت	شرح
کوآترنز		Q	رسوبات آبرفتی
ترشیری	+	g	گرایت، گرانویدوریت
ک		Kms, K5	مارن و شیل
		Km1	سنگهای آهک اریتولین دار
زوراسیک		J1	سنگ آهک
		Js	شیل و ماسه سنگ
پرمین		P1	سنگ آهک
		Ps	شیل و ماسه سنگ
پرکامبرین		Mtm	مرمر

	مرز لایه بندی		گل
	امتدادو شیب لایه ها		گل احتمالی
421824	کدحوزه آبریز		رانگی
	حد حوزه آبریز		گسل معکوس
	جاده آسفالت		محور تقادیس
	مرز بین المللی		محورناودیس

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

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

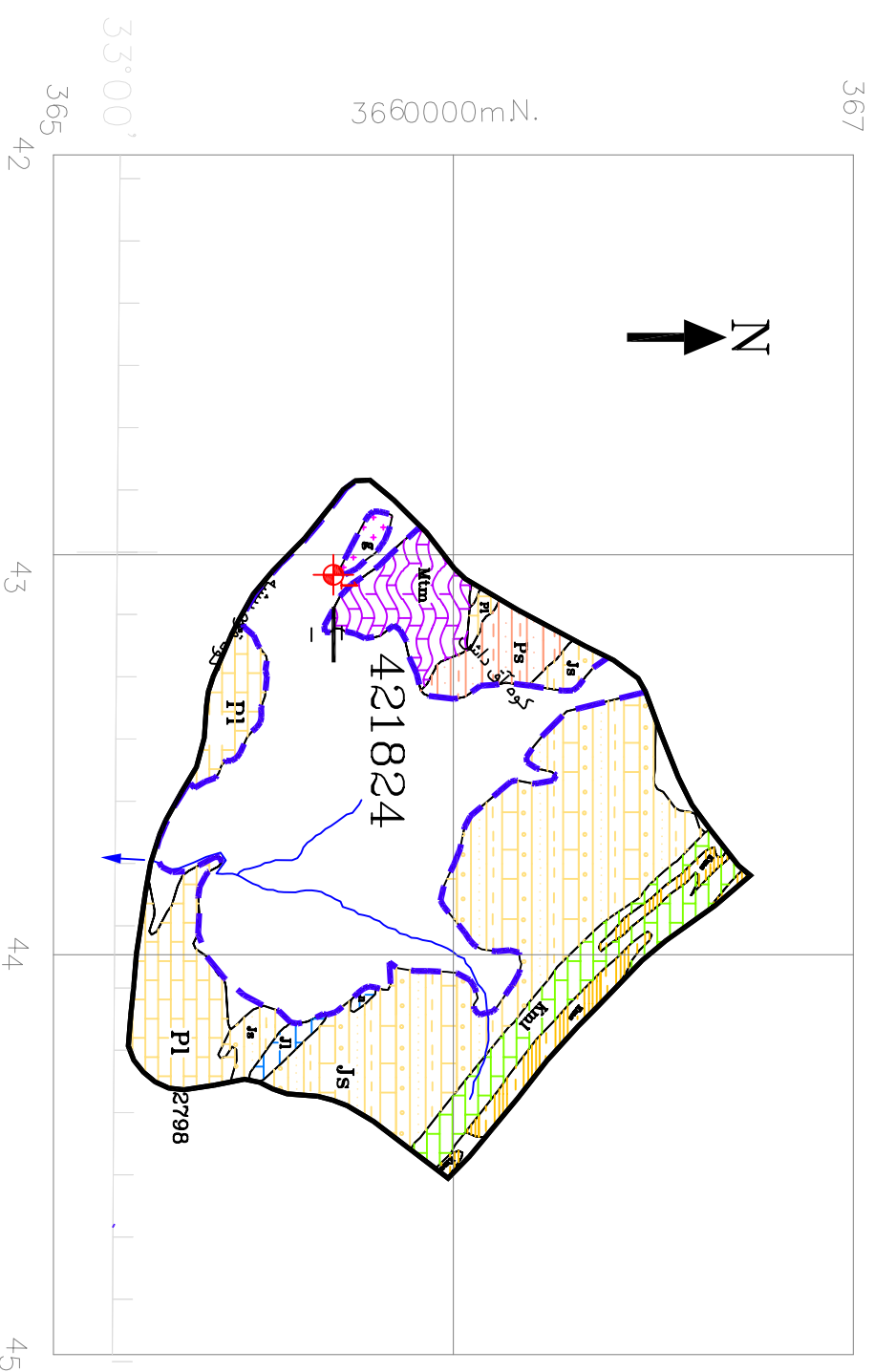
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان

مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار

تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸

کد : ۴۲۱۳

محدوده مطالعاتی : چهل خانه



حد آبخوان

منحنی های هم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)

1000

چاه اکتشافی آزمایش پمپاژ شده و رقم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)

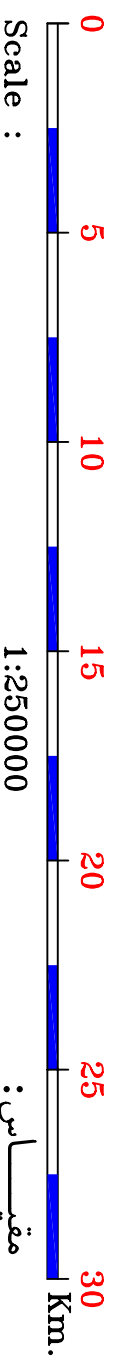
$\frac{800}{0.5}$

ضریب ذخیره (درصد)

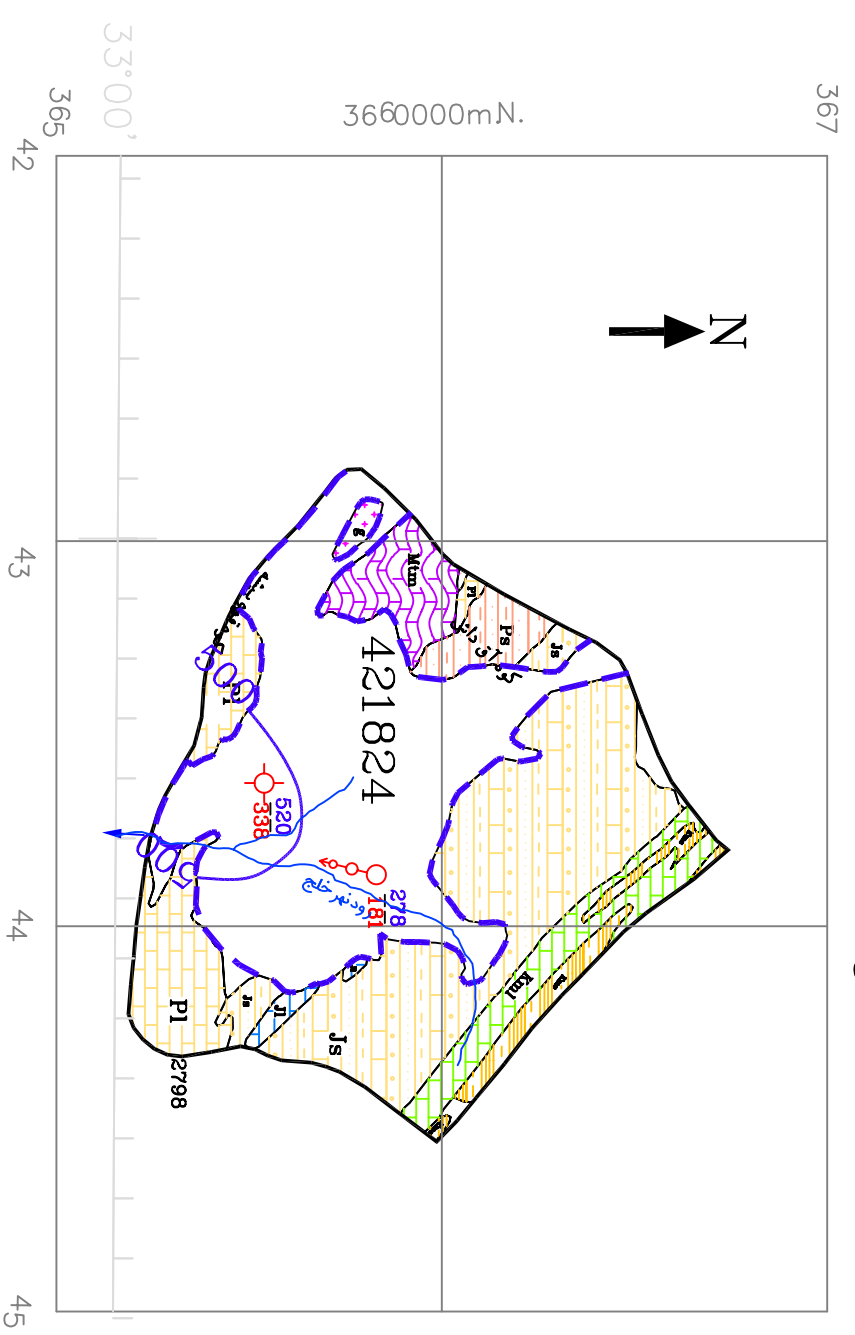
چاه بهره برداری آزمایش پمپاژ شده و رقم قابلیت انتقال (متر مربع بر روز)

$\frac{500}{0.2}$

ضریب ذخیره (درصد)



سن	ترین	علامت	شرح
سنوات	Q		رسوبات آبرفتی
کواترنر			
ترشیری	g	+	گرانیت، گرانودیوریت
ک	Kms, K5		مارن و شیل
ک	Kml		سنگهای آهک اریتولین دار
ژوراسیک	Jl		سنگ آهک
	Js		شیل و ماسه سنگ
	Pl		سنگ آهک
پرمین	Ps		شیل و ماسه سنگ
پرکامبرین	Mtm		مرمر



مرز لایه بندی	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس
—	—	---	—▲▲▲—	—▲▲▲—	—↕—	—×—
امتداد و شیب لایه ها	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس
421824	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس
حد حوزه آبریز	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس
جاده آسفالت	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس
مرز بین المللی	گسل	گسل احتمالی	رانندگی	گسل معکوس	محور تاقدیس	محور ناودیس

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

1	2
3	4
5	6

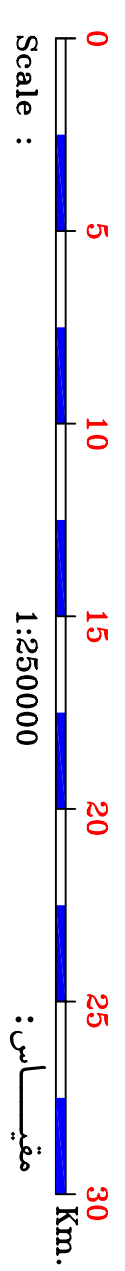
- ایستگاه هیدرومتری از درجات مختلف
- پارامترهای کیفی در محل ایستگاه هیدرومتری
- آبدهی حداکثر (متر مکعب در ثانیه)
  - آبدهی حداقل (متر مکعب در ثانیه)
  - ۴- هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتیمتر)
  - ۱- آبدهی در سال متوسط (میلی گرم در لیتر)
  - ۲- باقیمانده خشک (میلی گرم در لیتر)

451.3  
4.4

هدایت الکتریکی در سال متوسط (میکرو موس بر سانتیمتر)

آبدهی در سال متوسط (متر مکعب بر ثانیه)

نقشه شماره (۱-۴) : هدایت الکتریکی منابع آب
عنوان پروژه: بهنگام سازی بیلان آب محدوده های مطالعاتی حوزه آبریز گاو خونی
کارفرما: شرکت آب منطقه ای اصفهان
مشاور : شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار
تاریخ تهیه : زمستان ۱۳۸۸



- منابع انتخابی کیفی آب زیرزمینی
- چاه عمیق
  - چاه نیمه عمیق
  - چشمه
  - قنات
- میزان هدایت الکتریکی ( میکرو موس بر سانتی متر )
- میزان باقیمانده خشک ( میلی گرم در لیتر )
- منحنی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی