



«سازمان اسناد و کتابخانه ملی»

دانشکده علوم زمین
پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش آبشناسی

بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت و کیفیت آبهای زیر زمینی دشت سبزوار

نگارش :

حمیده مقدس

استاد راهنما :

دکتر غلامحسین کرمی

اساتید مشاور :

دکتر ضیاء الدین شعاعی

مهندس اسماعیل فیله کش

خرداد ماه ۱۳۸۶



بسمه تعالی

تاریخ : ۸۲/۲/۱
شماره : ۱۲۱۴۸
پیوست :
کد : FR/EA/14
شماره :

فرم شماره ۱۱ - فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تاییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم

ممیده مقدس رشته (زمین شناسی) گرایش آبشناسی

که در تاریخ ۸۶/۳/۲۱ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

☐ قبول (با درجه : عالی) امتیاز : ۱۹۴۵ ☐ دفاع مجدد ☐ مردود

۱- عالی (۱۸ - ۲۰) ✓

۲- بسیار خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۳- خوب (۱۴ - ۱۵/۹۹)

۴- قابل قبول (۱۲ - ۱۳/۹۹)

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر غلامحسین کرمی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر ضیاءالدین شعاعی	دانشیار	
۳- استاد مشاور	مهندس اسماعیل فیله کش	مربی	
۴- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر فرج ا. فردوست	استادیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر غلامعباس کاظمی	استادیار	
۶- استاد ممتحن	دکتر اژدری	استادیار	

تایید رئیس دانشکده : دانشکده علوم زمین
دانشگاه صنعتی شاهرود

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ.
ءَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونَ.
لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴾

﴿سوره مبارکه واقعه آیات ۶۸ تا ۷۰﴾

آیا شما متوجه آبی که « هر روز » می نوشید هستید؟
آیا شما آب را از ابر فروریختید یا ما نازل ساختیم؟
«محققاً ما نازل کردیم». اگر می خواستیم آن آب خوش
و گوارا را شور «و تلخ» می گردانیدیم.
آیا شکر گذاری «این نعمت» نمی کنید؟

قدردانی

اکنون که پس از یک سال نگارش پایان نامه خود را با کمک و یاری خداوند متعال به پایان رسانده ام اگرچه زبانم از بیان حق مطلب قاصر است ولی بر خود لازم می دانم از کلیه افرادی که هر کدام به نوعی مرا در مراحل مختلف تهیه و تکمیل این رساله یاری نموده اند قدردانی نمایم.

در ابتدا از جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی که راهنمایی پایان نامه را بر عهده داشته اند و اینجانب بسیار از همکاری و راهنمایی های بی دریغ و هم چنین حمایت و همراهی خالصانه ایشان در بازدیدهای صحرایی و تهیه نمونه ها استفاده نمودم کمال تشکر و قدردانی را دارم. هم چنین از جناب آقای مهندس اسماعیل فیله کش استاد مشاور پایان نامه که همواره از راهنمایی های مؤثر و همکاری صمیمانه ایشان و همکاریانشان در اداره منابع طبیعی و ایستگاه کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار استفاده نمودم بی نهایت تشکر و قدردانی می نمایم و نیز از جناب آقای دکتر ضیاء الدین شعاعی استاد مشاور پایان نامه که موضوع این پایان نامه نیز به پیشنهاد ایشان بوده است و بنده بسیار از راهنمایی های مفید و مؤثر و پی گیری های مستمر ایشان در تهیه آمار و اطلاعات مورد نیاز استفاده نموده ام نهایت تشکر را دارم. همین طور از جناب آقای مهندس جهانبانی فر کارشناس اداره آب منطقه ای شهرستان سبزوار که در تهیه آمار و اطلاعات لازم بسیار همکاری نمودند نیز بی نهایت سپاسگزارم. هم چنین از سایر اساتید دانشکده علوم زمین از جمله استاد ارجمند جناب آقای دکتر کاظمی و جناب آقای دکتر طاهری (ریاست محترم دانشکده علوم زمین) و نیز کارشناسان گروه، سرکار خانم سعیدی و جناب آقای شاه حسینی صمیمانه تشکر می نمایم.

در پایان بر خود واجب می دانم از خانواده عزیزم به خصوص مادر دلسوز و همسر مهربانم که با همکاری و همراهی خود و ایجاد محیطی آرام مرا در تهیه و تکمیل این پایان نامه یاری و مساعدت نمودند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

چکیده

منطقه مورد مطالعه در ۴۵ کیلومتری غرب شهرستان سبزوار واقع شده که از نظر آب و هوایی گرم و خشک بوده و بارش سالانه آن کم و به طور میانگین ۲۰۰-۱۵۰ میلی متر در سال است. این عرصه شامل حوضه های کلاته سادات و بفره می باشد. هر ساله سیلابهای بزرگی در این دو حوضه رخ می دهد که علاوه بر ایجاد خسارات فراوان به روستاها و تأسیسات پایین دست حجم قابل توجهی آب با کیفیت مناسب نیز از منطقه خارج می شود. این در حالی است که افت فزاینده سطح آبهای زیر زمینی در منطقه در نتیجه استحصال بیش از حد از آبهای زیرزمینی مشکلات زیادی را در تأمین آب کشاورزی و آب شرب این شهرستان بوجود آورده است. تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی با استفاده از سیلاب های منطقه، علاوه بر مهار سیلاب می تواند باعث بهبود وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی شود. در این راستا، پروژه پخش سیلاب سبزوار در دو فاز اجرایی با مساحتی بالغ بر ۲۳۰۰ هکتار با هدف مهار سیلابهای مخرب رودخانه های کلاته سادات و بفره و نیز سایر مسیلهای حوضه های کوچک موجود در عرصه به ترتیب در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ احداث گردیده است.

به منظور بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، آمار ۱۲ ساله مربوط به سطح آب زیرزمینی، از سال ۱۳۷۳ (سه سال قبل از اجرای پروژه پخش سیلاب بر آبخوان سبزوار) تا پایان سال ۱۳۸۴، در ۹ پیزومتر واقع در محدوده مورد مطالعه بررسی شده است. با توجه به شیب هیدروگراف، پیزومترهای مورد مطالعه و بارندگی سالانه منطقه این محدوده زمانی ۱۲ ساله به سه دوره چهار ساله شامل سالهای ۱۳۷۶-۱۳۷۳، ۱۳۸۰-۱۳۷۷ و ۱۳۸۴-۱۳۸۱ تقسیم شده است. هیدروگراف مربوط به پیزومترها در محدوده های زمانی مورد نظر ترسیم و شیب هیدروگراف ها در سه دوره زمانی متوالی تعیین شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد پیزومترهایی که در داخل

عرصه پخش سیلاب (پیزومتر منبع آب) و یا در نزدیکی عرصه پخش سیلاب (پیزومتر بفره) واقع شده اند، در دوره چهار ساله سوم (۱۳۸۴-۱۳۸۱) که آگیری قابل توجهی در عرصه های پخش سیلاب انجام شده است، نرخ افت سطح آب های زیرزمینی به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرده است. در حالیکه در مورد پیزومترهای دیگر منطقه نرخ افت سطح آب های زیرزمینی تغییرات بسیار ناچیزی را شامل می شوند که به اختلاف مقدار بارندگی سالانه و میزان تغذیه سفره آب زیرزمینی مربوط می شود.

جهت بررسی وضعیت کیفی آبهای زیرزمینی و سیلابهای منطقه تعداد ۱۰ نمونه آب زیرزمینی از چاههای کشاورزی منطقه با توزیع مناسب و نیز پنج نمونه سیلاب از رودخانه های کلاته سادات و بفره تهیه و مقادیر اسیدیت، هدایت الکتریکی، آنیونها و کاتیونهای اصلی آنها اندازه گیری شده است. کیفیت سیلابها نشانگر وضعیت مطلوب آنها جهت تغذیه مصنوعی آبخوان می باشد و نیز بررسی کیفیت شیمیایی آب های زیرزمینی شامل هدایت الکتریکی آب و نسبتهای یونی کلر به مجموع آنیونها و سدیم به مجموع کاتیونها، از بالا دست منطقه، جایی که تغذیه طبیعی و مصنوعی آبخوان در آنجا صورت می گیرد، به سمت پایین دست منطقه که از محل تغذیه دور می شود، نشانگر کاهش شدید کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه در این مسیر می باشد. لذا می توان این طور نتیجه گرفت که تغذیه مصنوعی و طبیعی آبخوان به طور مؤثری در بهبود کیفیت و کمیت آبهای زیرزمینی منطقه مؤثر بوده و گسترش محدوده تغذیه مصنوعی و بهبود کیفیت اجرای این عملیات می تواند نتایج بهتری را بار آورد.

فهرست مطالب

خ	 فهرست جداول
د	 فهرست اشکال
۱	 فصل اول : مقدمه
۱	 ۱-۱- بیان مسئله
۲	 ۲-۱- هدف از مطالعه
۲	 ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۳	 ۴-۱- وضعیت آب و هوایی منطقه
۶	 ۵-۱- ژئومورفولوژی منطقه
۸	 ۶-۱- زمین شناسی عمومی منطقه
۱۰	 ۱-۶-۱- چینه شناسی منطقه
	الف- مجموعه سنگهای آذرین و رسوبی موسوم به افیولیت ملانژ متعلق به دوران
۱۰	 دوم زمین شناسی و ردیف های آتشفشانی- رسوبی کرتاسه
	ب- واحدهای سنگی آذرین و رسوبی مربوط به دوران سوم و چهارم
۱۰	 زمین شناسی
۱۱	 ۱-۶-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه
۱۱	 الف- گسل و شکستگیها
۱۲	 ب- چین خوردگی های وابسته به گسل ها
۱۳	 ۷-۱- هیدرولوژی منطقه
۱۳	 ۱-۷-۱- هیدرولوژی آبهای سطحی
۱۳	 ۲-۷-۱- هیدرولوژی آبهای زیر زمینی
۱۵	 فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشتگان در خصوص تغذیه مصنوعی
۱۵	 ۱-۲- تغذیه مصنوعی و مفاهیم مربوط به آن
۱۸	 ۲-۲- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی
۱۸	 ۲-۲-۱- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب

۱۹	الف- تأثیر تغذیه مصنوعی بر بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی
۲۵	ب- تأثیر تغذیه مصنوعی بر افزایش دبی قنوات
۲۶	۲-۲-۲- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب
۲۷	الف- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کاهش املاح محلول
۲۹	ب- تأثیر تغذیه مصنوعی بر تغییرات میزان pH
۲۹	ج- تأثیر تغذیه مصنوعی در جلوگیری از پیشروی آب شور
۳۱	فصل سوم : روش انجام مطالعات
۳۱	۱-۳- تهیه نقشه های مختلف با استفاده از نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی
۳۲	۲-۳- بررسی کیفیت و کمیت سیلابهای وارد شده به سیستم پخش سیلاب
۳۳	۳-۳- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت آب های زیرزمینی منطقه
۳۴	۴-۳- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت آب های زیرزمینی منطقه
۳۵	۳-۴-۱- پارامترهای اندازه گیری شده در محل نمونه برداری
۳۵	الف- اندازه گیری هدایت الکتریکی آب
۳۶	ب- اندازه گیری اسیدیته آب
۳۷	۳-۴-۲- پارامترهای اندازه گیری شده در آزمایشگاه
۳۸	فصل چهارم : بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت و کیفیت منابع آب منطقه
۳۸	۴-۱- بررسی کمیت سیلابهای منطقه
۳۹	۴-۱-۱- برآورد حجم سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش ICAR
۳۹	۴-۱-۲- برآورد دبی حداکثر سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش SCS
۴۱	۲-۲- بررسی کیفیت سیلابهای منطقه
۴۴	۴-۳- بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیر زمینی منطقه
۴۴	۴-۳-۱- بررسی نقشه های هم پتانسیل در منطقه مورد مطالعه
۴۷	۴-۳-۲- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از هیدروگراف چاهها
۴۷	الف- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در پایین دست عرصه پخش سیلاب ...
۵۴	ب- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در مناطق مجاور
۶۱	۴-۴- بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب زیر زمینی منطقه
۶۲	۴-۴-۱- بررسی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه
۷۰	۴-۴-۲- بررسی کیفیت آب های زیرزمینی منطقه با توجه به نمودارهای Piper و Stiff
۷۴	فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۴	۵-۱- اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیرزمینی

۷۶	 ۵-۲- اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی
۷۶	 ۵-۳- پیشنهادات
۷۸	 فهرست منابع

فهرست جداول

۴	جدول ۱-۱- میانگین ماهانه درجه حرارت و بارندگی در ایستگاه سینوپتیک سبزوار
۵	جدول ۱-۲- تقسیم بندی اقلیم منطقه با توجه به ضریب خشکی دومارتن
	جدول ۱-۳- مقادیر متوسط بارندگی و دما و طبقه بندی اقلیم منطقه مورد مطالعه به روش
۶	دومارتن
	جدول ۴-۱- برآورد ارتفاع رواناب متوسط سالانه، ضریب رواناب و حجم رواناب متوسط
۳۹	سالانه برای حوضه کلاته سادات با دوره برگشتهای مختلف به روش ICAR
	جدول ۴-۲- حداکثر دبی سیلابی با دوره برگشتهای مختلف از روش SCS بر حسب متر
۴۱	مکعب در ثانیه
	جدول ۴-۳- مقادیر کاتیونها و آنیونهای اصلی نمونه های آب بارندگی و برف در منطقه مورد
۴۱	مطالعه (بر حسب میلی اکوی والان بر لیتر)
	جدول ۴-۴- مقدار هدایت الکتریکی و اسیدیتته در نمونه سیلابهای مختلف از رودخانه های
۴۲	کلاته سادات و بفره
	جدول ۴-۵- مقادیر کاتیونها و آنیونهای اصلی در تعدادی از نمونه های سیلاب منطقه مورد
۴۳	مطالعه (بر حسب میلی اکوی والان بر لیتر)
	جدول ۴-۶- مقادیر نرخ جذب سدیم، درصد سدیم، مقدار جامدات محلول و برخی از
۴۳	نسبت های یونی در تعدادی از نمونه های سیلاب منطقه مورد مطالعه
۴۶	جدول ۴-۷- موقعیت جغرافیایی و مشخصات پیزومترها
۵۰	جدول ۴-۸- زمان، تعداد و میزان سیلاب استحصالی پس از اجرای پروژه پخش سیلاب
۶۰	جدول ۴-۹- شیب هیدروگراف مربوط به پیزومترهای مختلف مورد مطالعه
	جدول ۴-۱۰- مقادیر هدایت الکتریکی، اسیدیتته، آنیونها و کاتیونهای اصلی در چاههای
۶۲	منطقه
	جدول ۴-۱۱- محاسبه درصد سدیم، TDS, ASR، نسبتهای یونی و تیپ آب در نمونه های
۶۸	آب چاههای بهره برداری منطقه

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- نمایی از روستا و رودخانه فصلی کلاته سادات ۲
- شکل ۲-۱- نقشه موقعیت جغرافیایی عرصه پخش سیلاب و راههای دسترسی به آن ۳
- شکل ۳-۱- مناطق پرشیب و مرتفع منطقه مورد مطالعه ۷
- شکل ۴-۱- مناطق کم شیب و دشت در پایین دست منطقه مورد مطالعه ۷
- شکل ۵-۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۹
- شکل ۱-۳- اندازه گیری سطح آب در پیزومتر منبع آب در اسفند ۱۳۸۴ ۳۳
- شکل ۲-۳- نمونه برداری و اندازه گیری EC,pH از چاه مهر در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۳۵
- شکل ۳-۳- نمونه برداری و اندازه گیری EC,pH از چاه امین آباد در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۳۶
- شکل ۱-۴- نقشه هم پتانسیل منطقه مورد مطالعه در فروردین ۱۳۷۶ ۴۴
- شکل ۲-۴- نقشه هم پتانسیل منطقه مورد مطالعه در فروردین ۱۳۸۰ ۴۵
- شکل ۳-۴- موقعیت چاههای پیزومتری و بهره برداری نسبت به عرصه پخش سیلاب ۴۶
- شکل ۴-۴- هیدروگراف پیزومتر منبع آب از فروردین ۱۳۷۶ تا اسفند ۱۳۸۴ ۴۸
- شکل ۵-۴- هیدروگراف پیزومتر بفره از فروردین ۱۳۷۳ تا اسفند ۱۳۸۴ ۴۸
- شکل ۶-۴- هیستوگرام بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک سبزوار از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۴ ۴۹
- شکل ۷-۴- آبگیری عرصه پخش سیلاب کلاته سادات در فروردین ۱۳۸۵ ۵۰
- شکل ۸-۴- هیدروگراف پیزومتر ده مهرآباد از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ۱۳۸۴ ۵۳
- شکل ۹-۴- هیدروگراف پیزومتر شمال شهرآیین از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ۱۳۸۴ ۵۳
- شکل ۱۰-۴- هیدروگراف پیزومتر ریوند از فروردین ۱۳۷۳ تا اسفند ۱۳۸۴ ۵۴
- شکل ۱۱-۴- هیدروگراف پیزومتر غرب استیر از فروردین ۱۳۷۳ تا اسفند ۱۳۸۴ ۵۶
- شکل ۱۲-۴- هیدروگراف پیزومتر باشتین از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ ۵۷
- شکل ۱۳-۴- هیدروگراف پیزومتر مهر از شهریور ۱۳۷۹ تا اسفند ۱۳۸۴ ۵۸
- شکل ۱۴-۴- هیدروگراف پیزومتر طزر از فروردین ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۴ ۵۹
- شکل ۱۵-۴- نرخ کاهش شیب هیدروگراف پیزومترهای مورد مطالعه در دوره چهار ساله
سوم نسبت به دوره چهار ساله دوم (I_2/I_3) ۶۱
- شکل ۱۶-۴- موقعیت جغرافیایی چاههای بهره برداری منطقه نسبت به عرصه پخش سیلاب ۶۳
- شکل ۱۷-۴- نقشه هدایت الکتریکی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۶۴

- شکل ۴-۱۸- نقشه روند تغییرات آنیون کلر آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۶۵
- شکل ۴-۱۹- نقشه روند تغییرات کاتیون سدیم آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۶۶
- شکل ۴-۲۰- نقشه روند تغییرات یون سولفات آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۶۷
- شکل ۴-۲۱- نقشه نسبت یون کلر به مجموع آنیونها (برحسب میلی اکی والان بر لیتر) ۶۹
- شکل ۴-۲۲- نقشه نسبت یون سدیم به مجموع کاتیونها (برحسب میلی اکی والان بر لیتر) ۷۰
- شکل ۴-۲۳- نمودار Piper نمونه های آب زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۷۱
- شکل ۴-۲۴- نمودار Stiff نمونه های آب زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ ۷۳

فصل اول : مقدمه

۱-۱- بیان مسئله

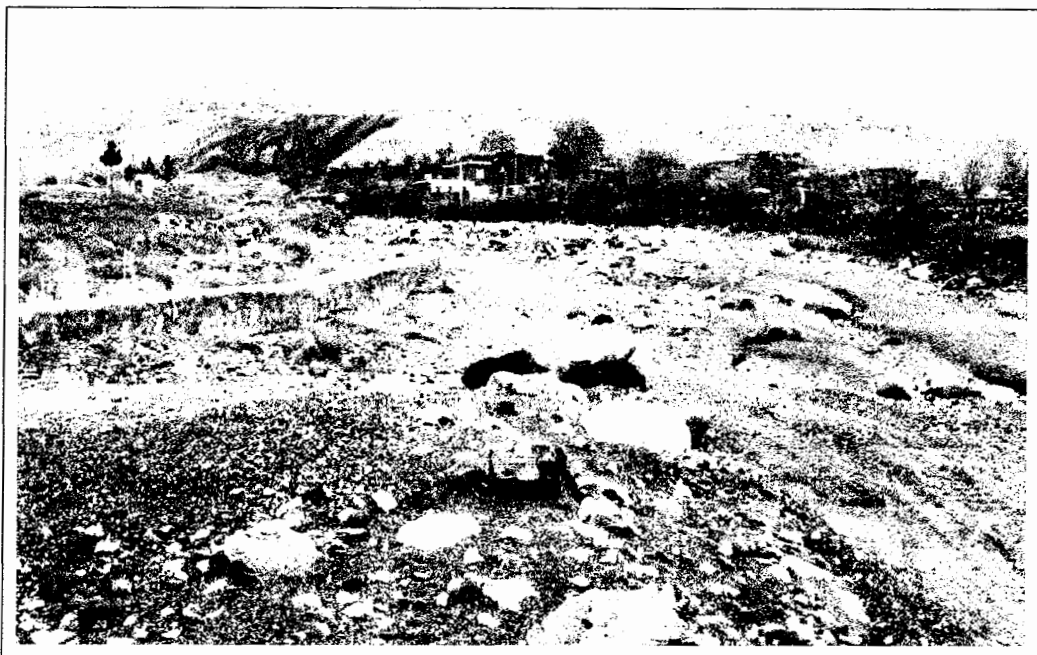
منطقه سبزوار با داشتن بارندگی متوسط سالانه حدود ۱۵۰-۲۰۰ میلی متر جزء مناطق خشک کشور محسوب می شود. مسأله کمبود آب در این منطقه نه تنها همانند بسیاری از مناطق ایران یکی از مهمترین مشکلات بخش کشاورزی محسوب می شود بلکه مشکلاتی را نیز جهت تأمین آب شرب شهرستان سبزوار در پی داشته است. این در حالی است که هر ساله سیلابهای متعددی در منطقه رخ می دهد که علاوه بر ایجاد خسارات فراوان حجم قابل توجهی از آبهای با کیفیت مناسب را نیز از دسترس خارج می سازد. مطالعات انجام شده نشان می دهد که کل نزولات جوی در ایران حدود ۴۵۰ میلیارد متر مکعب می باشد، که از این مقدار در حدود ۳۲۵ میلیارد متر مکعب آن به صورت تبخیر و آب کنترل نشده از دسترس خارج می گردد (شریفی و مهدویان ۱۳۷۸)، لذا می توان گفت استفاده بهینه از منابع طبیعی تجدید شونده به عنوان زیر بنایی ترین عوامل رشد اقتصادی به شمار می رود. مدیریت آبهای زیر زمینی از طریق تغذیه مصنوعی و بهره وری بهینه از جریانهای سطحی علاوه بر مهار سیلاب، به عنوان یکی از مناسب ترین راههای بهبود وضعیت آبخوانها و جلوگیری از پیشروی آب شور در آبخوانهای حواشی کویر و ساحلی شناخته می شود. به همین دلیل پروژه پخش سیلاب سبزوار با هدف مهار سیلابهای مخرب رودخانه های کلاته سادات و بفره و نیز سایر مسیلهای حوضه های کوچک موجود در عرصه در دو فاز اجرایی با مساحتی بالغ بر ۲۳۰۰ هکتار به ترتیب در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ احداث و بهره برداری گردیده است. همان گونه که ذکر شد، از مهمترین اهداف این پروژه، جلوگیری از اثرات تخریبی سیلاب در پایین دست منطقه و تغذیه سفره های آب زیرزمینی دشت بفره بوده که آب شرب شهر ۲۲۰۰۰۰ نفری سبزوار را تأمین می کند (فیله کش ۱۳۸۲).

۲-۱- هدف از مطالعه

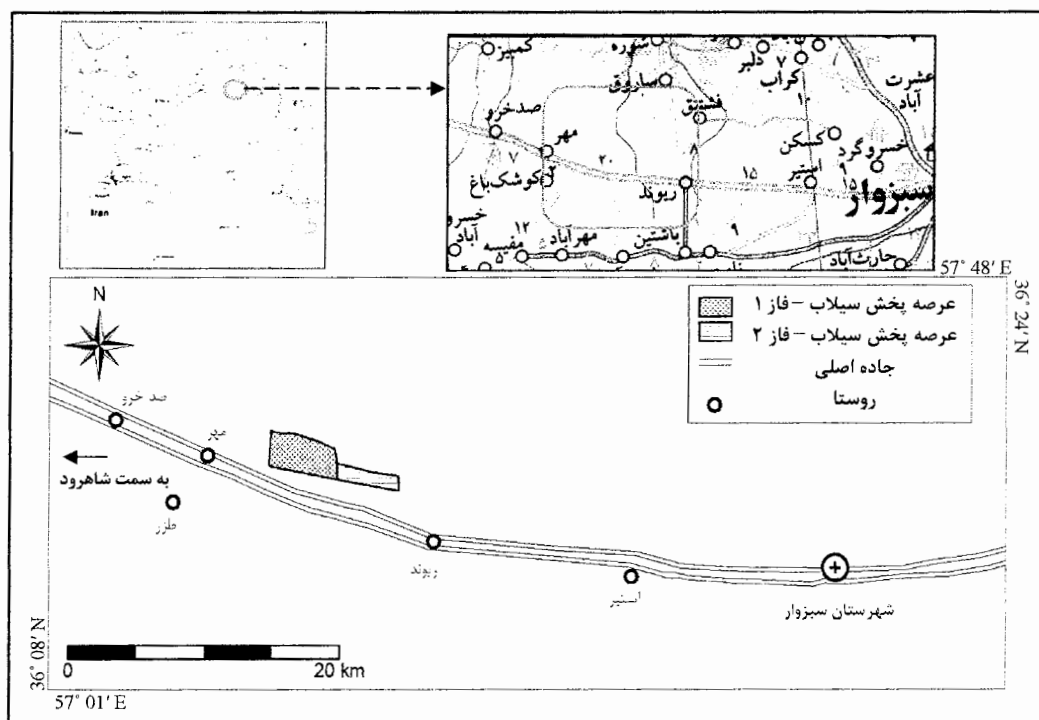
در این تحقیق، اثرات کمی و کیفی پروژه پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی انجام شده در بهبود وضعیت آبخوان منطقه مذکور و نیز ویژگیهای این طرح و نقاط قوت و ضعف آن مورد بررسی قرار گرفته است. به طور کلی هدف اصلی این تحقیق، بررسی اثرات تغذیه مصنوعی آبخوان دشت سبزوار بر بهبود کمیت و کیفیت منابع آب زیر زمینی منطقه مورد مطالعه می باشد.

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

عرصه پخش سیلاب ایستگاه آبخوانداری سبزوار در فاصله ۴۵ کیلومتری غرب این شهرستان در حاشیه جاده ترانزیتی تهران به مشهد واقع گردیده است. شکل ۱-۱ نمایی از منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در محدوده $57^{\circ} 11'$ تا $57^{\circ} 17'$ طول شرقی و $36^{\circ} 13'$ تا $36^{\circ} 26'$ عرض شمالی می باشد. شکل ۲-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن را نشان می دهد.



شکل ۱-۱- نمایی از روستا و رودخانه فصلی کلاته سادات



شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی عرصه پخش سیلاب و راههای دسترسی به آن

۴-۱- وضعیت آب و هوایی منطقه

از نظر آب و هوا، ناحیه سبزوار به طور کلی گرم و خشک بوده و بارش سالانه آن کم و به طور میانگین ۱۵۰-۲۰۰ میلی متر در سال است و تأمین آب برای شرب و آبیاری در منطقه از طریق قنوت و چاههای عمیق تا نیمه عمیق می باشد. جدول ۱-۱ میانگین درجه حرارت ماهانه بر حسب درجه سانتی گراد و نیز و بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک سبزوار را بر حسب میلی متر، بر اساس آمار و اطلاعات موجود در سازمان هواشناسی کشور، از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۸۵ نشان می دهد. با توجه به نتایج درج شده در این جدول ملاحظه می شود که در این ۱۲ سال بارندگی سالانه در سال ۱۳۷۳ کمترین مقدار و بارندگی سالانه در سال ۱۳۷۶ دارای بیشترین مقدار است.

جدول ۱-۱- میانگین ماهانه درجه حرارت (بر حسب درجه سانتی گراد) و بارندگی (بر حسب میلی متر) در ایستگاه سینوپتیک سبزوار (آمار و اطلاعات موجود در سازمان هواشناسی کشور)

سال	پارامتر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
۱۳۷۳	بارندگی	۲۴/۶	۴/۵	۰	۰	۰	۰/۳	۲/۷	۲۲/۲	۲/۰	۱۵/۳	۲۴/۴	۹۸/۷	
	دما	۱۸/۴	۲۴/۷	۲۹/۷	۳۱/۶	۳۱/۲	۲۲/۲	۱۷/۵	۱۴/۹	۵/۳	۷/۳	۸/۲	۱۱/۹	
۱۳۷۴	بارندگی	۲۱/۳	۲۶/۸	۱۴/۵	۰	۰	۷/۸	۰	۰/۵	۱۰/۰	۸/۵	۲۸/۹	۱۱۵/۲	
	دما	۱۸/۴	۲۳/۵	۲۸/۷	۳۲/۰	۳۱/۵	۲۵/۳	۱۷/۸	۱۳/۷	۵/۳	۴/۱	۶/۵	۹/۵	
۱۳۷۵	بارندگی	۲۶/۱	۵/۳	۱۶/۶	۰/۱	۰	۰	۶/۰	۴/۴	۱۰/۰	۷/۹	۲/۰	۲۳/۷	
	دما	۱۷/۱	۲۳/۶	۲۹/۲	۳۰/۷	۲۹/۴	۲۷/۷	۱۸/۳	۱۱/۱	۸/۷	۶/۹	۶/۶	۱۰/۰	
۱۳۷۶	بارندگی	۲۹/۴	۱۳/۲	۳۲/۳	۰/۱	۰	۰	۰	۳۷/۴	۳۱/۶	۳۹/۸	۸۹/۰	۳۰/۴	
	دما	۱۸/۲	۲۳/۲	۲۹/۵	۳۲/۶	۳۰/۹	۲۶/۱	۲۰/۸	۱۱/۷	۷/۰	۴/۵	۵/۷	۱۲/۰	
۱۳۷۷	بارندگی	۲۴/۶	۱۲/۶	۳/۸	۰/۳	۰	۱/۴	۰/۵	۶/۳	۰/۳	۴۴/۳	۲۱/۳	۴۵/۶	
	دما	۲۰/۵	۲۳/۲	۲۸/۷	۳۱/۵	۳۰/۳	۲۵/۹	۱۹/۹	۱۵/۵	۱۱/۰	۵/۴	۱۰/۸	۱۱/۵	
۱۳۷۸	بارندگی	۲۱/۸	۱۷/۹	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۱۷/۹	۱۰/۴	۱۳/۸	۲۵/۴	۱۲/۷	
	دما	۱۷/۶	۲۴/۲	۳۰/۱	۳۰/۰	۴/۳	۲۵/۸	۲۰/۴	۱۰/۶	۸/۱	۵/۹	۶/۹	۱۲/۳	
۱۳۷۹	بارندگی	۰/۴	۰	۰/۶	۰/۱	۰	۱/۴	۱۲/۱	۱۹/۶	۶/۱۸	۰/۱	۱۹/۵	۲۰/۹	
	دما	۲۲/۷	۲۷/۷	۲۸/۶	۳۰/۲	۳۰/۱	۲۷/۲	۱۸/۹	۱۰/۲	۷/۸	۴/۴	۷/۹	۱۴/۰	
۱۳۸۰	بارندگی	۱۴/۹	۸/۸	۰	۰	۰	۰/۲	۳/۰	۲/۱	۴۹/۰	۱۷/۰	۴/۰	۱۳/۱	
	دما	۲۱/۹	۲۷/۰	۳۰/۵	۳۰/۷	۳۰/۳	۲۵/۸	۱۹/۸	۱۳/۸	۸/۹	۶/۷	۹/۱	۱۴/۳	
۱۳۸۱	بارندگی	۴۶/۴	۲۲/۱	۰	۰	۲/۶	۰	۰/۶	۶/۸	۲۳/۱	۳۰/۲	۴۶/۵	۳۹/۵	
	دما	۱۸/۰	۲۴/۱	۲۹/۳	۳۰/۲	۳۱/۱	۲۷/۲	۲۲/۹	۱۳/۱	۴/۶	۵/۹	۸/۶	۱۱/۶	
۱۳۸۲	بارندگی	۶۳/۶	۳۲/۶	۷/۳	۰	۰	۰/۱	۰/۷	۸/۲	۹/۷	۳۷/۷	۲۵/۴	۴۰/۹	
	دما	۱۸/۴	۲۱/۲	۲۸/۱	۳۲/۸	۲۹/۷	۲۵/۰	۲۱/۹	۱۱/۱	۵/۶	۶/۲	۹/۷	۱۳/۳	
۱۳۸۳	بارندگی	۲۲/۴	۱۲/۴	۰	۰/۶	۴/۶	۰/۴	۰	۲۹/۵	۳۸/۲	۶۳/۲	۲۹/۵	۶۲/۴	
	دما	۱۶/۲	۲۴/۳	۲۸/۶	۲۹/۴	۲۸/۸	۲۴/۲	۱۷/۸	۱۳/۲	۴/۸	۴/۵	۴/۵	۱۳/۰	
۱۳۸۴	بارندگی	۶/۹	۴/۱	۲/۱	۰	۰	۰	۰	۲۸/۶	۰	۳۳/۷	۳۶/۳	۱۵/۳	
	دما	۱۸/۰	۲۱/۸	۲۸/۳	۳۰/۹	۲۷/۷	۲۶/۴	۱۹/۳	۱۰/۳	۷/۵	-	-	-	

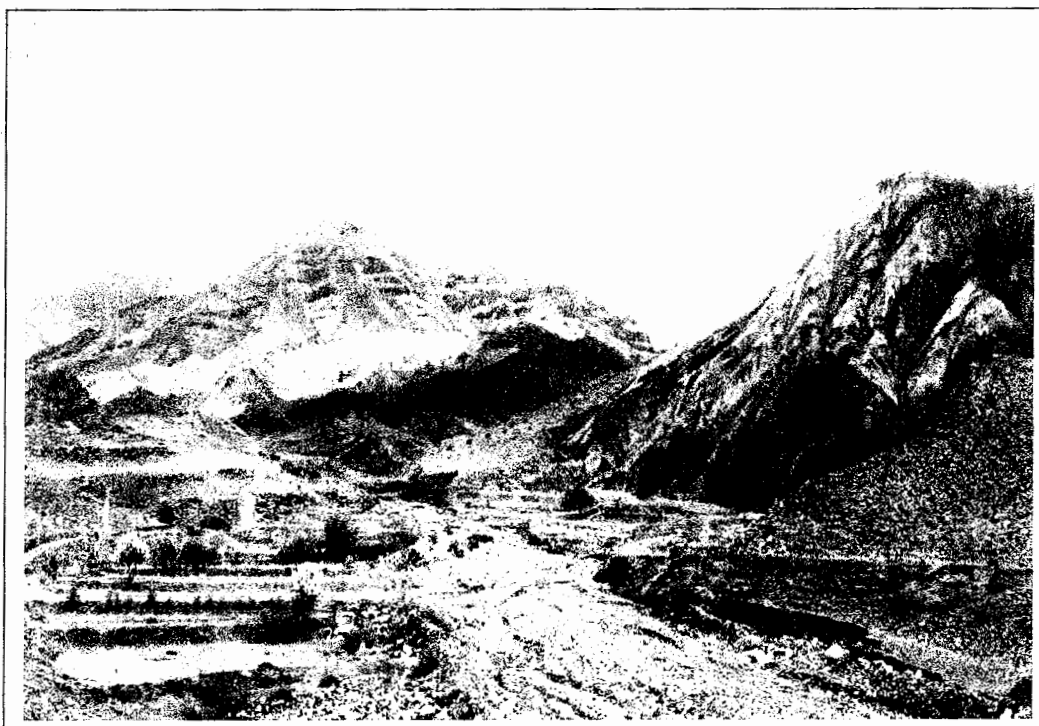
به طور کلی اقلیم منطقه شمالی خراسان متأثر از جبهه های مدیترانه ای پر فشار اقیانوس اطلس و توده های هوایی و جریانهای موسمی اقیانوس هند و همچنین توده های پرفشار سیبریایی است که اغلب باعث ریزش برف می گردد. روشهای متعددی برای تعیین اقلیم توسط دانشمندان ارائه گردیده است، که در اینجا از روش ضریب خشکی دومارتن (De Martonne) استفاده شده است. دومارتن

جدول ۱-۳- مقادیر متوسط بارندگی و دما و طبقه بندی اقلیم منطقه مورد مطالعه به روش دومارتین (امیر احمدی ۱۳۸۲)

تیپ اقلیمی دومارتین	ضریب دومارتین	متوسط درجه حرارت سالانه (C)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	نام ایستگاه
خشک	۷/۶	۱۷/۶	۲۰۹/۸	سبزوار
خشک	۵/۷	۱۷/۹	۱۵۸/۹	مزینان
خشک	۶/۷	۱۴/۱	۱۶۰/۸	جغتای

۱-۵- ژئومورفولوژی منطقه

فعالیت فازهای کوهزایی مخصوصاً فاز کوهزایی لارامید رسوبات مناطق عمیق دریا و یا حتی پوسته اقیانوسی را تا بلندترین نقطه منطقه بالا آورده است که اولین نتیجه آن تشکیل رشته کوه جغتای در منطقه می باشد. در ادامه فازهای کوهزایی دیگر سبب بالا آمدگی قسمتهای دیگر دریا در ادوار بعدی شده است که این ارتفاعات بر اثر فعالیتهای آتشفشانی در دوران سوم زمین شناسی تکوین یافته اند. بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ باشتین بلندترین نقطه ارتفاعی در ناحیه سبزوار، قله کوه جغتای با ارتفاع ۲۸۶۰ متر از سطح دریا می باشد، در حالیکه پست ترین نقطه در جنوب غربی منطقه در کف کال شور با ارتفاع ۸۲۲ متری از سطح دریا واقع شده است. متوسط ارتفاع ناحیه در حدود ۱۸۰۰ متر بوده و اختلاف ارتفاع بین بلندترین نقطه و پست ترین بیش از ۲۰۰۰ متر است. تغییرات توپوگرافی در نواحی جنوبی اندک بوده و در بخشهای شمالی بسیار شدید است و کاملاً تحت کنترل عوامل ساختمانی حاکم بر منطقه می باشد. به طور کلی مورفولوژی نواحی کوهستانی در شمال توسط مجموعه افیولیتی و سنگهای مقاوم آتشفشانی ائوسن کنترل می شود در حالیکه در مناطق کم ارتفاع و دشتهای جنوبی، مارنهای نئوژن و نهشته های جوان پدید آورنده مورفولوژی منطقه می باشند. شکل ۱-۳ مناطق مرتفع و پر شیب منطقه و نمایی از رودخانه کلاته سادات را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد و شکل ۱-۴ مناطق کم شیب منطقه که عرصه پخش سیلاب در آن واقع شده است را نشان می دهد.



شکل ۱-۳- مناطق مرتفع با شیب زیاد در حوضه کلاته سادات



شکل ۱-۴- مناطق با شیب کم که عرصه پخش سیلاب در آنها واقع شده است

۱-۶- زمین شناسی عمومی منطقه

حوضه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی در زون ایران مرکزی واقع شده است. این منطقه قسمتی از دامنه جنوبی رشته کوه شرقی - غربی منطقه موسوم به رشته کوه جغتای می باشد. رشته کوه جغتای با حدود ۲۰۰ کیلومتر طول و ۱۵-۳۰ کیلومتر عرض، از جمله مناطق افیولیت ملانژی در ایران محسوب می گردد. به طور کلی این منطقه شامل دو بخش زمین شناسی است که عبارتند از :

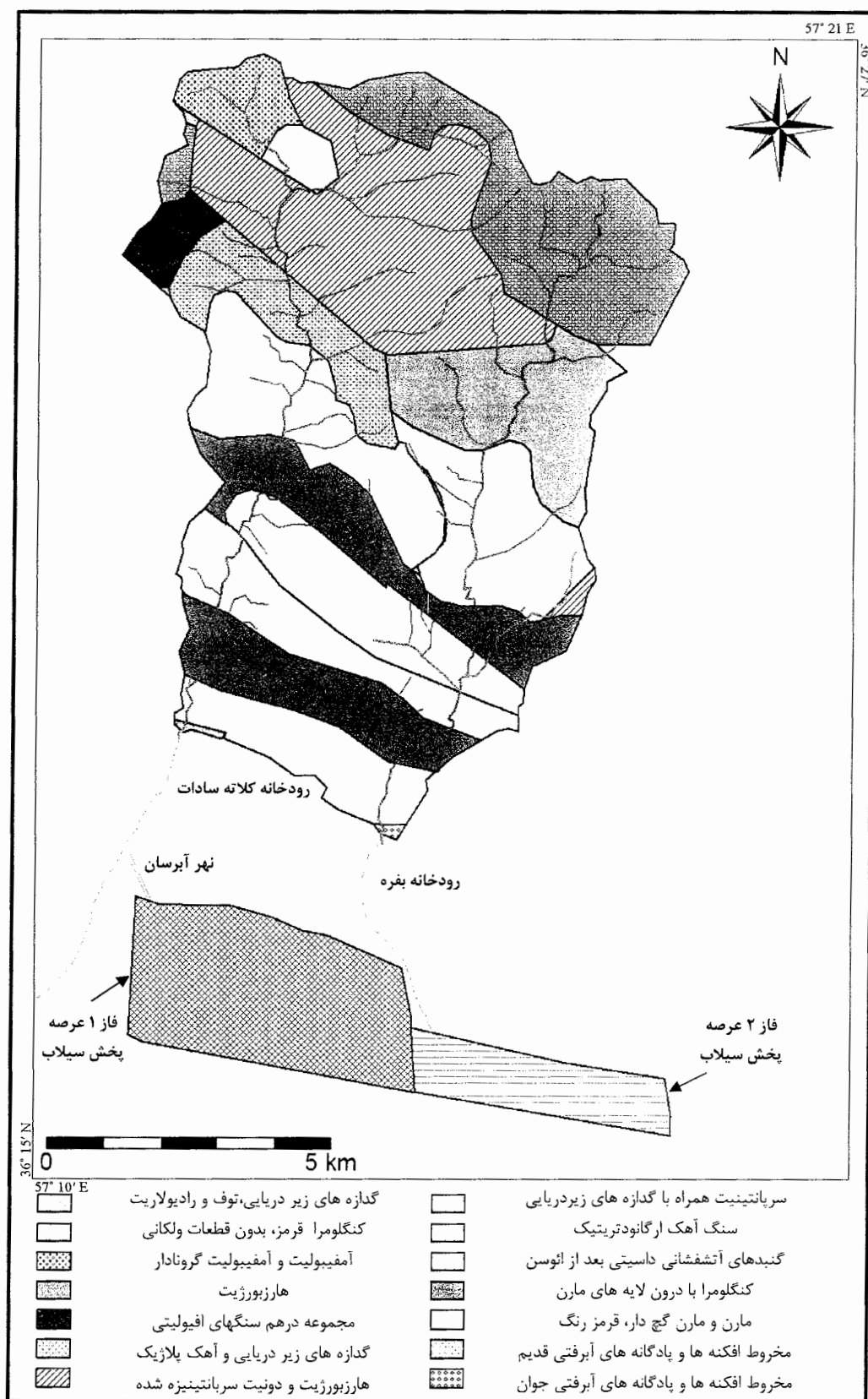
الف- بخش آمیزه رنگین (Coloured Melange) یا افیولیت (Ophiolite)

توده های هارزبورژیته به عنوان تشکیلات تفریق یافته کف اقیانوسی کرتاسه قلمداد گشته که توسط نیروهای تکتونیکی عظیم به سطح زمین راه یافته اند، سری کامل تفریق یافته ماگمای بازیک شامل آلترا بازیک، سنگهای بازیک (گابرو) و سنگهای اسیدی مثل کوارتزیت دیوریت و سنگهای آذرین دیگر که به صورت دایکهای صفحه ای (دیاباز) و لاوهای دریایی که به صورت بالش بر اثر آتشفشانهای زیر دریایی بر روی رسوبات کف انباشته شده اند. قسمت رسوبی همراه با افیولیت عبارتند از : آمفیبولیت و گارنت آمفیبولیت، پیلولاوهای دگرگون شده و شیستهای سبز و گلوکوفان شیستها (بیگلرزاده ۱۳۸۴، برزویی ۱۳۸۲).

ب- بخش آتشفشانی- رسوبی دوران سوم

بخش آتشفشانی- رسوبی دوران سوم در کرانه شمالی و تا حدی در کرانه جنوبی این رشته کوه واقع شده است. در شمال پوشش ضخیمی از مواد و گدازه های ولکانیکی و مکانیکی پالئوژن و در جنوب بیشتر به صورت محیطهای قاره ای- تبخیری نئوژن شامل رسوبات مارنی، رسی، ماسه ای همراه با گچ و نمک تشکیل داده اند که قسمت عمده آنها توسط کنگلومرای نئوژن پوشیده شده است. علاوه بر ولکانیسم های دوره ائوسن، در این منطقه آخرین فعالیتهای آتشفشانی دوره ترشیاری به صورت گنبد های داسیتی دیده می شود که در ارتفاعات، مرفولوژی گنبدی و سفید رنگ بارزی را تقریباً در سراسر رشته کوههای جغتای از شمال صد خرو تا شمال زرد کوه تشکیل داده و به عنوان کوه سفید موسوم می باشد (بیگلرزاده ۱۳۸۴، برزویی ۱۳۸۲).

شکل ۱-۵ نقشه زمین شناسی منطقه را در حوضه های رودخانه کلاته سادات و بفره را نشان می دهد.



شکل ۱-۵- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۶-۱- چینه شناسی منطقه

بر اساس گزارش زمین شناسی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ باشتین، از نقطه نظر پیدایش و تکوین، واحدهای سنگی حوضه مورد مطالعه به دو قسمت تقسیم می شود :

الف- مجموعه سنگهای آذرین و رسوبی موسوم به افیولیت ملانژ متعلق به دوران دوم زمین شناسی و ردیف های آتشفشانی- رسوبی کرتاسه

مجموعه سنگهای اولترامافیک افیولیت، قدیمی ترین سنگهای ناحیه را تشکیل می دهد که مربوط به پوخته اقیانوسی کرتاسه خصوصاً کرتاسه پسین است. در قاعده این مجموعه همانند بسیاری از ریفت های افیولیتی شناخته شده یک واحد هارزبورژیتی ظاهر شده است. که از این مجموعه در منطقه مورد مطالعه (حوضه کلاته سادات) به ترتیب واحد های سنگی سرپانتینیت و هارزبورژیت قابل مشاهده است.

بیشترین تمرکز سنگهای سرپانتین در شمال منطقه می باشد، این سنگها به شدت خرد شده می باشند، رنگ این سنگها بسیار متغیر و از سبز تیره تا سبز روشن می باشد. این واحد به صورت رورانده بر روی کنگلومرای پلیوسن دیده می شود. هم چنین بلندترین ارتفاعات موجود در ناحیه متعلق به واحد هارزبورژیتی است که در شمال و شمال شرق منطقه گسترش یافته است. دسته دوم ردیف های آتشفشانی- رسوبی کرتاسه می باشد. از مجموعه سنگهای آتشفشانی- رسوبی کرتاسه تنها واحد آمیزه آتشفشانی دگرگونی در حوضه برونزد دارد که شامل مجموعه درهم از گدازه های زیر دریایی و رسوبات عمیق دریایی می باشد. در این مجموعه ظهور پدیده های چین خوردگی و گسلش فراوان به چشم می خورد، ارتباط این مجموعه با سایر سنگهای موجود در منطقه کاملاً نابرجا و گسله است (آهار ۱۳۸۲، برزویی ۱۳۸۲).

ب- واحدهای سنگی آذرین و رسوبی مربوط به دوران سوم و چهارم زمین شناسی

واحدهای سنگی دوران سوم خود شامل ریفت های آتشفشانی- رسوبی ائوسن و رسوبات قاره ای نئوژن می باشد. ردیف آتشفشانی- رسوبی ائوسن به ترتیب شامل واحد آتشفشانی، واحد ماسه سنگ و شیل ائوسن میانی، واحد ماسه سنگی ائوسن، واحد آهک زیستی تخریبی، واحد کنگومرا و ماسه سنگ

روشن می باشد. همچنین شامل رسوبات قاره ای نئوژن که به ترتیب شامل واحد مارنی میوسن، واحد کنگلومرای پلیوسن و واحد مارن پلیوسن می باشد.

همچنین رسوبات قاره ای، نهشته ها و تشکیلات دوران چهارم زمین شناسی که شامل بازالت و آندزیت - بازالت کواترنر، مخروط افکنه و پادگانه های قدیمی و مرتفع کواترنر، مخروط افکنه و پادگانه های جوان و کم ارتفاع و آبرفتهای جوان می باشد (آهار ۱۳۸۲، برزویی ۱۳۸۲).

۱-۶-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه

از نظر سنی افیولیت های سبزوار متعلق به دوران مزوزوئیک می باشند. در زمان کرتاسه، در این ناحیه یک حوضه محدود کافتی تشکیل شده که ظاهراً در اواخر کرتاسه شروع به بسته شدن کرده است. افیولیت های سبزوار روند شرقی - غربی دارند و از نظر ساختاری از چندین ورقه راندگی تشکیل شده اند. اگرچه در این سیستم پدیده فشارش نقش اصلی را بازی می نماید، ولی مشاهده برخی از سطوح گسلی، در بخشهای مختلف نشان می دهد که یک مؤلفه امتداد لغز نیز وجود داشته است (گزارش نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ باشتین).

در ورقه باشتین، سیستم راندگی مورد بحث، به صورت یک سیستم فلسی (Imbricate) عمل کرده است. شیب گسل های راندگی متغیر است و به نظر می آید که بسیاری از آنها دارای شیب کم تا متوسط (۲۵ تا ۵۰ درجه) باشند، فاصله بین سطوح راندگی نیز تا حدودی متغیر است. همچنین روند گسلها و توزیع واحدهای سنگی نیز در تمام مناطق از نظم خاصی تبعیت نمی کند (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ باشتین). به طور کلی می توان عناصر عمده ساختمانی منطقه را با توجه به گزارش زمین شناسی ورقه باشتین در دو سیستم شامل گسل و شکستگیها و چین خوردگی های وابسته به گسل ها بررسی نمود.

الف- گسل و شکستگیها

گسل های راندگی از مهمترین عناصر ساختمانی در ناحیه هستند و روند این گسلها عمدتاً شمال غربی - جنوب شرقی بوده و شیب آنها متوسط تا کم است. یکی از جوانترین گسل های موجود در منطقه مورد مطالعه، گسل راندگی مهر متعلق به کواترنر می باشد که از شمال روستای مهر شروع شده و تا

جنوب حوضه مورد مطالعه امتداد یافته است. این امر باعث رانش واحدهای مارنی پلیوسن بر روی نهشته های جوان و کواترنر گردیده است. در شمال راندگی مهر، صفحه دیگری وجود دارد که باعث رانش واحدهای فلیشی انوسن بر روی کنگلومرای نئوژن گردیده است. شیب این گسل بین ۴۵ تا ۵۵ درجه به طرف شمال می باشد. در ورقه باشتین این گسل به عنوان گسل کمیز معرفی می شود. در بخشی از راندگی شمال کمیز که گسل راندگی ساروق نامیده می شود سنگهای سرپانتین بر روی فلیشهای انوسن رانده شده اند بنابراین کنگلومراهای پلیوسن نیز به صورت کامل به زیر رفته اند. در شمال گسل ساروق، راندگی بسیار مهمی وجود دارد، به طوریکه در طول این صفحه سنگهای سرپانتینی و هارزبورژیته بر روی کنگلومراهای پلیوسن رانده شده اند. گسل مزبور حدود ۳۵-۳۰ درجه به سوی شمال شیب دارد و در ورقه باشتین از آن به عنوان گسل کوه سفید یاد می شود. در شمال گسل کوه سفید، صفحه راندگی دیگری وجود دارد که آن را گسل ذوالفراز می نامند. این گسل باعث قرار گرفتن واحدهای کرتاسه بر روی سنگهای سرپانتینیته گردیده است. در طول این راندگی سنگهای دگرگونی کرتاسه نیز مشاهده می شوند. علاوه بر گسلها، شکستگی های متعددی نیز در منطقه وجود دارد که امکان تعیین جابجایی و روند حرکتی در آنها میسر نیست و اصولاً به صورت شکستگی مطرح می شوند. مقدار جابجایی در آنها اهمیت چندانی ندارد و روند این گروه از شکستگی ها، بیشتر شمالی - جنوبی تا شمال شرقی - جنوب غربی است ولی شکستگی های با روند شمال غربی - جنوب شرقی نیز دیده شده اند (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ باشتین).

ب- چین خوردگی های وابسته به گسل ها

بر اساس گزارش زمین شناسی ورقه باشتین یکی دیگر از عناصر ساختمانی منطقه، به ویژه در قسمت جنوبی حوضه، حضور چین خوردگی ها است. این چین ها که به صورت نامتقارن و برگشته می باشد از نوع چینهای وابسته به گسل بوده که در نهشته های مارنی منطقه دیده می شوند. در میان نهشته های کنگلومرای پلیوسن ساختمان ناودیس وجود دارد که به صورت یک چین متقارن به نظر می رسد. در شمال ناودیس مذکور تاقدیس دیگری وجود دارد که در هسته آن نهشته های فلیش انوسن برونزد دارد. این تاقدیس به وسیله دو گسل راندگی کمیز و ساروق محدود شده و به طرف شرق منطقه با همگرایی این دو گسل محو می گردد.

۱-۷-۲- هیدرولوژی منطقه

۱-۷-۱- هیدرولوژی آبهای سطحی

منطقه مورد مطالعه شامل حوضه های کلاته سادات و بفره می باشد. مساحت حوضه اصلی بالغ بر ۳۱۷۴۱ هکتار که شامل ۱۱ زیر حوضه و یک دشت است. مساحت دشت حدود یک سوم کل حوضه را شامل می گردد. شیب متوسط در حوضه آبخیز بالغ بر ۲۸/۳٪ و در دشت به حدود ۳٪ می رسد. با توجه به سازند های بالادست حوضه و نیز پوشش گیاهی فقیر منطقه میزان نفوذ آب در بالا دست محدود و عمده آب ناشی از بارندگی به رواناب سطحی تبدیل می شود. متوسط بارش سالانه در حوضه ۲۳۸/۸ میلی متر و متوسط سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل آن ۱۰۳۳ میلی متر می باشد. هر ساله سیلابهای متعددی در منطقه رخ می دهد که این سیلابها از کیفیت خوبی نیز برخوردارند. بر طبق برآورد صورت گرفته حداکثر دبی لحظه ای سیلاب در حوضه با دوره بازگشت های دو ساله و پنج ساله به ترتیب برابر با ۲۸ و ۵۸ متر مکعب در ثانیه می باشد (دادرسی ۱۳۸۲).

بر اساس مطالعات بیگلر زاده (۱۳۸۴)، در حوضه کلاته سادات ارتفاع رواناب سالانه برابر ۱۳۸ میلی متر می باشد و بر این اساس میانگین حجم رواناب سالانه در این حوضه برابر ۶ میلیون و ۱۵۰ هزار متر مکعب است.

۱-۷-۲- هیدرولوژی آبهای زیر زمینی

بر اساس مطالعات جهانبانی فر (۱۳۸۰)، منابع آب زیرزمینی در این منطقه شامل آبهای موجود در رسوبات آبرفتی می باشد که آبخوان اصلی دشت را تشکیل می دهد. این سفره آب زیرزمینی از نوع آزاد بوده و درصد بالایی از آب شرب شهرستان سبزوار را تأمین می نماید. رسوبات آبرفتی آبخوان گسترده دشت سبزوار که از انباشته شدن رسوبات دانه ای بر روی سنگ کف نئوژن تشکیل یافته است، در دامنه ارتفاعات شمالی از ضخامت زیادتری برخوردار بوده و به سمت جنوب از ضخامت آن کاسته می شود.

بررسی لوگ چاه های غرب استیر، ریوند، بفره، منبع آب، مهر و سایر چاه های منطقه بیانگر این مطلب است که درمجموع رسوبات آبرفتی در این منطقه دانه درشت تا متوسط بوده و هدایت

هیدولیکی آب به نسبت سایر مناطق بالا می باشد. بر اساس اندازه گیری انجام شده در تیر ماه ۱۳۶۳ به روش ژاکوب در چهار حلقه چاه شرب با دبی ۵۰ لیتر در ثانیه در منطقه مورد مطالعه، مقدار قابلیت انتقال سفره در حدود ۱۰۰۰ متر مربع در روز محاسبه گردیده است (جهانبانی فر ۱۳۸۰).

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام گرفته

در خصوص تغذیه مصنوعی

۲-۱- تغذیه مصنوعی و مفاهیم مربوط به آن

با توجه به متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی متر در ایران همواره کمبود آب در کشور به عنوان یکی از موانع مهم توسعه به خصوص در بخش کشاورزی، که بزرگترین مصرف کننده منابع آبی به شمار می رود، می باشد. لذا کمبود آب، توزیع نامتناسب بارش، تبخیر و تعرق زیاد از مسائل مهم و قابل توجه در کشور ما است. در سالهای اخیر افت سطح آبهای زیرزمینی در نتیجه استخراج بیش از اندازه، از مهمترین عوامل خشکی بسیاری از چاهها و قنوات قلمداد می شود و این در حالی است که هر ساله سیلابهای زیادی رخ می دهد که علاوه بر ایجاد خسارات فراوان، حجم قابل توجهی از آبهای با کیفیت مناسب را از دسترس خارج می سازد. مدیریت آبهای زیر زمینی از طریق تغذیه مصنوعی و بهره برداری به موقع از جریانهای سطحی علاوه بر مهار سیلاب، به عنوان مناسب ترین راه بهبود وضعیت آبخوانها و جلوگیری از پیشروی آب شور در آبخوانهای حواشی کویر و ساحلی شناخته می شود.

تغذیه مصنوعی عملیاتی است که با کمک روش های مختلف، تغذیه آبخوان با هدف بهره برداری مجدد از آن، به صورت مصنوعی افزایش داده می شود که این بهره برداری یا استفاده مجدد الزاماً به خاطر دسترسی به منابع آبی بیشتر نیست بلکه می تواند جهت بهبود کیفیت شیمیایی آب باشد. در واقع می توان گفت بهبود وضعیت کمی و کیفی سفره های آب زیرزمینی از مهمترین اهداف

طرح های تغذیه مصنوعی می باشد. با این تعریف هر گونه وارد کردن آب به داخل زمین بدون استفاده مجدد از آن مثل دفع پسابهای شهری و مواردی از قبیل مبارزه با نشست زمین در پروژه های مهندسی و موارد مشابه خارج از محدوده تعریف تغذیه مصنوعی بشمار می آید. در منابع مختلف کاربردهای زیادی برای تغذیه مصنوعی ذکر شده است ولی مهمترین این کاربردها شامل تغییر دادن کیفیت آب، احیای تعادل به هم خورده سفره و یا محافظت در مقابل اختلالات مختلف، افزایش منابع آبی و بهینه سازی رژیم بهره برداری از سفره های آب زیرزمینی می باشد (حیدرپور ۱۳۶۹).

تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی به روشهای مختلفی صورت می گیرد و انتخاب چگونگی اجرای هر طرح تغذیه مصنوعی بر اساس هدف آن، ویژگیهای منطقه، منابع تغذیه کننده و امکانات موجود می تواند بسیار متنوع و متفاوت باشد و معمولترین این روشها شامل گودال های تغذیه (Recharge pits)، چاههای تغذیه (Recharge wells)، تشدید تغذیه یا تغذیه القایی (Induced recharge)، پخش آب بر روی سطح زمین (Water spreading) است (علیزاده ۱۳۸۲).

روش گودالهای تغذیه معمولاً در شرایطی است که سطح زمین را لایه نسبتاً سخت و متراکم پوشانده ولی در زیر آن لایه نفوذ پذیر وجود داشته باشد که با ایجاد حفره و گودال می توان شرایط نفوذ آب را فراهم کرد. این گودالها باید از لایه سطحی عبور کرده و به منطقه ای برسد که نفوذ پذیری آن زیاد باشد. روش چاه تغذیه برای تغذیه مصنوعی سفره های محبوس مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش آب وارد چاه شده و با ایجاد مخروط تغذیه به اطراف نفوذ می کند. ولی تفاوت چاه تغذیه با چاه پمپاژ در این است که در چاه تغذیه میزان تغذیه چاه برابر مقدار تخلیه در پمپاژ آن نیست زیرا هدایت هیدرولیکی در هنگام تغذیه به دلیل مسدود شدن منافذ کمتر از هدایت هیدرولیکی در هنگام پمپاژ است.

در سفره هایی که سفره آب زیر زمینی و رودخانه به هم مرتبط می باشند هنگامی که چاههای مجاور رودخانه پمپاژ شود، پایین رفتن سطح آب در اطراف چاه باعث می شود که گرادیان هیدرولیکی بین رودخانه و چاه تشدید شده و آب بیشتری از رودخانه وارد حریم چاه شود که تغذیه سفره آب زیرزمینی به این روش را تشدید تغذیه یا تغذیه القایی می نامند. روش دیگری، که البته زیاد در تغذیه مصنوعی سفره های آب زیر زمینی مرسوم نیست، شامل پخش پسابها روی زمین است. در این روش معمولاً فاضلابهای تصفیه شده در تغذیه آبهای زیر زمینی مورد استفاده قرار می گیرند با انجام این

عمل علاوه بر دفع آنها که می تواند اثرات بهداشتی و محیطی در بر داشته باشد به تصفیه بیشتر آنها کمک شده و آبهای زیر زمینی نیز تغذیه می شوند.

روش پخش آب (Water spreading method) به چهار طریق صورت می گیرد که اولین روش عبارت است از غرقاب کردن زمین در حوضچه های وسیع (Basin method) که در این روش آب از رودخانه یا منابع دیگر وارد یک یا تعدادی حوضچه که پشت سر هم ساخته شده اند می شوند. آب به تدریج در خاک نفوذ کرده و وارد سفره آب زیر زمینی می گردد. سرعت نفوذ به اختلاف سطح آب روی زمین و سطح ایستابی و نیز به خصوصیات فیزیکی خاک بستگی دارد. در این روش به جهت جلوگیری از حرکات جانبی آب به اطراف حوضچه ها پشته ایجاد می شود. روش دیگر از انواع روشهای پخش آب شامل تغذیه از طریق رودخانه (Stream channel method) است. در رودخانه های آبرفتی آب در طی جریان در کف و دیواره نفوذ کرده و وارد سفره های آب زیر زمینی می شود. برای افزایش تغذیه باید اقداماتی را در رودخانه انجام داد تا هم زمان توقف آب در مسیر و هم سطح نفوذ افزایش یابد. یکی دیگر از روشهای پخش آب تغذیه از طریق ایجاد نهر (Ditch method) می باشد. که در این روش تعدادی نهر عریض (۱ تا ۳ متر) به فاصله نزدیک از همدیگر ساخته شده و آب وارد آنها می گردد. شیب این نهرها طوری بوده که مانع ته نشین شدن ذرات کلوئیدی که باعث مسدود شدن منافذ شوند می گردد. آخرین روش پخش آب تغذیه سفره آب زیرزمینی از طریق پخش سیلاب (Flood spreading method) می باشد. این روش مشابه روش اول در روش پخش آب بوده با این تفاوت که در این روش پشته وجود نداشته و فقط در اراضی مسطح آب روی زمین پخش می شود تا به تدریج در زمین نفوذ کند. مقدار پخش آب و عمق آن باید به قدری باشد که فرسایش خاک صورت نگیرد. این روش ساده ترین و کم هزینه ترین روش برای تغذیه مصنوعی است که در ایران نیز به دلیل بروز سیلابهای زیاد در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار متداول است (علیزاده ۱۳۸۲).

استخراج بی رویه آبهای زیر زمینی و بحران کمبود آب و هم چنین سیلابهای مخربی که هر ساله خسارات زیادی را به تأسیسات پایین دست خود و مزارع وارد می کند و نیز خاک قابل کشت و مفید را شسته و با خود می برد لزوم مدیریت منابع آب زیر زمینی از طریق روشهای مختلف تغذیه مصنوعی را اثبات می کند. در میان روشهای مختلف تغذیه مصنوعی روش پخش سیلاب به عنوان کم هزینه ترین و مناسب ترین روش در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک کشور قابل انجام می باشد.

۲-۲- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کیفیت و کمیت منابع آب زیر زمینی

تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی از طریق نفوذ دادن آب به داخل سفره آب زیرزمینی مانع پیشروی روند رو به رشد افت سطح آبهای زیرزمینی و پایین افتادن شدید سطح آبها در نتیجه استخراج بی رویه آب زیرزمینی و هم چنین بهبود وضعیت آبخوانها می گردد. در صورتی که انتخاب محل اجرای یک طرح پخش سیلاب به درستی صورت گیرد اجرای چنین طرحی می تواند اثرات کمی و کیفی قابل توجهی بر روی منابع آب زیرزمینی منطقه داشته باشد. برای مثال در انتخاب محل عرصه پخش سیلاب بهاریه کاشمر، جوانب مختلف اجرای این طرح و اثرات کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گرفته است (محمدزاده و همکاران ۱۳۷۷).

در مطالعات صورت گرفته بر روی ضرورت ایجاد ایستگاه پخش سیلاب و تغذیه آبخوان در دشت سبزوار- داورزن، مهمترین اهداف اجرای این طرح بهبود آبخوان از نظر افت شدید کیفیت آب دشت سبزوار که تأمین کننده آب شرب این شهرستان می باشد و هم چنین ترمیم آبخوان دشت سبزوار از نظر کمیت سطح آب زیرزمینی در این دشت می باشد (برزویی و فیله کش ۱۳۷۴). در بعضی از موارد که استخراج بی رویه آب زیرزمینی وجود ندارد و تغذیه سفره آب زیرزمینی به خوبی صورت می گیرد، تغذیه مصنوعی باعث بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و افزایش دبی قنوات و آبدهی چاهها شده است (کلانتری و رحمانی ۱۳۷۸، زارع و همکاران ۱۳۷۸، دانائیان ۱۳۷۹، بوستانی و سامانی ۱۳۷۹، خلجی ۱۳۷۹، Kowsar 1997، Cobos 2002). از طرفی چون آبی که در تغذیه مصنوعی استفاده می شود نمی تواند کیفیت بدتری از آب سفره داشته باشد و در اغلب موارد کیفیت بهتری نیز دارد و همچنین کیفیت مطلوب بیشتر سیلابها موجب بهبود نسبی کیفیت آب زیرزمینی و کاهش املاح محلول آن شده (Cave and Tredoux 2002، دانائیان ۱۳۷۹، چوپانی و حسینی پور ۱۳۷۹) و نیز در برخی موارد مانع پیشروی آب شور در سفره های حواشی کویر و ساحلی می شود (Olsthoorn and Mosch 2002).

۲-۲-۱- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب

بهره برداری بیش از حد ظرفیت برداشت سفره های آب زیرزمینی و پایین بودن نزولات جوی و خشکسالی در بیشتر مناطق ایران باعث کاهش شدید دبی قنوات و پایین آمدن آبدهی چاهها در طی

سالیان اخیر شده است. در چنین شرایطی تغذیه مصنوعی مناسب ترین و زیربنایی ترین روش مدیریت منابع آب است. تأثیر تغذیه مصنوعی بر کمیت آبهای زیر زمینی می تواند از طریق تأثیر آن بر کاهش روند افت سطح آب زیر زمینی در پیرومتر های پایین دست منطقه و بالا رفتن سطح آب های زیر زمینی، افزایش دبی قنات و رونق بیشتر کشاورزی در مناطق پایین دست اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی در مناطق مختلف سنجیده شود.

الف- تأثیر تغذیه مصنوعی بر بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی

به طور معمول در کشور ایران به دلیل اهمیت بالای مشکل کم آبی اجرای اکثریت طرح های تغذیه مصنوعی با هدف بالا آوردن سطح آب و جلوگیری از افت مداوم سطح آب در چاهها صورت می گیرد. همان طور که گفته شد، در روشهای مختلف تغذیه مصنوعی چه از طریق حفر چاه و تزریق مستقیم آب به داخل سفره و چه از طریق تزریق آب توسط حوضچه های تغذیه ای و سایر روشها مثل پخش سیلاب، یکی از مهمترین اهداف بررسی چگونگی روند بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در سفره می باشد لذا در طرح های مختلف انجام شده با حفر و بررسی مستمر سطح آب در چاههای پیرومتری متعدد در پایین دست و اطراف عرصه های پخش سیلاب و منطقه ای که تغذیه مصنوعی در آن صورت گرفته تغییرات هیدروگراف چاه قبل و بعد از انجام طرح تغذیه مصنوعی مطالعه می گردد. کوثر (۱۳۷۲)، گزارش شده به وسیله مجتهدی و بیات موحد (۱۳۷۹) تأثیر اجرای عملیات آبخوانداری و پخش سیلاب در منطقه گربایگان شهر فسا را به صورت افزایش سطح آب زیرزمینی و در نتیجه آن افزایش تعداد چاهها در منطقه ذکر کرده است.

مطالعه تأثیر کمی طرح تغذیه مصنوعی جاشک- آبدان بر روی آب زیرزمینی دشت آبدان- خورموج استان بوشهر نشان دهنده تأثیر مثبت طرح بر بهبود وضعیت کمی لایه آبدار دشت و جلوگیری از افت مداوم آن است (کلانتری و رحمانی ۱۳۷۸). بر اساس مطالعه بر روی طرح تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران، بیان شده که علیرغم هدر رفت سیلاب به دلیل عدم دقت کافی در طراحی سیستم تغذیه مصنوعی ولی تأثیر مثبت اجرای طرح در بهبود وضعیت کمی آب زیرزمینی در پایین دست منطقه مشهود است (زارع و همکاران ۱۳۷۸).

مطالعه نتایج حاصل از اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب باغ سرخ و امین آباد شهرضا که در جنوب استان اصفهان واقع شده نشان دهنده اثر بسیار مثبت انجام این گونه طرحها بر وضعیت منابع آب زیر زمینی در منطقه است به گونه ای که سطح آب زیرزمینی در هیدروگراف کل دشت، طی دو سال بعد از اجرای طرح ها، افزایشی در حدود چهار متر داشته است (خلجی ۱۳۷۹).

در مطالعه صورت گرفته بر روی تعدادی از طرحهای تغذیه مصنوعی در کشور از جمله ایسین بندرعباس، هود لارستان، گریباگان فسا، امامزاده جعفر گچساران، زیاران قزوین و ورامین اثر مثبت تأثیر این طرحها بر کمیت منابع آب زیر زمینی با استفاده از مدل‌های کامپیوتری و تطبیق آنها با داده های واقعی تأیید گردیده است (بوستانی و سامانی ۱۳۷۹). در بررسی اثرات پخش سیلاب بر منابع آبی دشت سرچاهان در استان هرمزگان با توجه به افت سطح آب ناشی از خشکسالی و افزایش بی رویه برداشت از سفره آب زیرزمینی، بالا آمدن سطح آب تا حدود دو متر در سالهای پر آبی بعد از اجرای طرح تغذیه مصنوعی مذکور به عنوان اثر کمی مثبت این طرح ذکر شده است (چوپانی و حسینی پور ۱۳۷۹).

در مطالعه اثرات پخش سیلاب دشت موسیان در شهر دهلران بر کمیت منابع آب زیرزمینی منطقه و بررسی دستاوردهای اقتصادی و اجتماعی حاصل از آن مقایسه ای بین ۱۰ حلقه چاه در محدوده آبخوان و ۱۰ حلقه چاه به عنوان شاهد در خارج از محدوده آبخوان و در بین سالهای پس از احداث عرصه پخش سیلاب از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹ انجام گرفته است که بر اساس آن متوسط تغییرات سالانه در ۱۰ حلقه چاه قرار گرفته در محدوده آبخوان برابر $0/01-0/15$ متر بوده و در این فاصله زمانی تنها دو حلقه چاه در محدوده آبخوان به مدت سه ماه خشک شده است. ولی متوسط تغییرات سالانه در ۱۰ چاه شاهد که خارج از محدوده آبخوان واقع شده اند برابر $0/01-0/58$ متر بوده و در این فاصله زمانی ۱۲ حلقه چاه خشک شده است. در نتیجه پخش سیلاب در این منطقه در طی سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹ به طور متوسط $10/6$ میلیون متر مکعب آب به شبکه پخش سیلاب وارد شده که بیش از ۷۵ درصد آن در حوضه آبخوان تغذیه شده است که باعث بالا آمدن سطح آب در منطقه و افزایش کمیت منابع آب گردیده است. لذا در سالهای پس از احداث عرصه تعداد چاهها در منطقه بیشتر شده و کشاورزی رونق بیشتری یافته است و به تبع آن کاهش مهاجرت روستائیان و اثرات جانبی دیگری را نیز به دنبال داشته است (ابراهیمی و رضایی ۱۳۷۹).

برای بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر تغییرات آب زیرزمینی دشت سهرین- قره چریان زنجان از یک رشته قنات در عرصه پخش سیلاب و سه چاه پیزومتری موجود در منطقه استفاده شده است. که از این تعداد دو حلقه چاه پیزومتری در پایین دست عرصه پخش و یک حلقه چاه پیزومتری که در فاصله دورتری از عرصه پخش قرار دارد به عنوان شاهد در نظر گرفته شده و ارتفاع سطح آب آنها از سال آبی ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۷۹ به صورت ماهانه اندازه گیری شده و نمودار آنها رسم گردیده است که بر اساس این نمودارها، سالهای پس از احداث عرصه نشانگر کاهش روند رو به رشد افت سطح آب زیرزمینی در چاههای پیزومتری نزدیک عرصه و حتی هر دو چاه افزایش در حدود ۵ تا ۸۰ سانتیمتر را نیز نشان می دهند ولی روند افزایشی افت در چاه شاهد همچنان ادامه داشته است و در طی سالهای آماری (از مهر سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۷۹) افتی در حدود ۴/۵ متر داشته است (مجتهدی و بیات موحد ۱۳۷۹).

بر اساس مطالعه صورت گرفته توسط عبدی و غیومیان (۱۳۷۹)، دشت زنجان از نظر سفره آب زیرزمینی و اقلیم منطقه ای مناسب و مستعد از نظر اجرای و توسعه طرح های تغذیه مصنوعی می باشد و بررسی هیدروگراف دراز مدت آب زیرزمینی دشت زنجان نشان دهنده افت مداوم سطح آب زیرزمینی تا سال ۷۱-۷۰ بوده و از سال ۱۳۷۱ به دلیل انجام پروژه تغذیه مصنوعی و اعمال محدودیت بهره برداری یک روند افزایشی در هیدروگراف مشاهده می گردد. بر اساس این مطالعه تغذیه مصنوعی در سطح دشت به صورت سالانه برابر ۱۴ میلیون متر مکعب توسط سازمان آب استان زنجان انجام می شود که اگر با همت مسئولین امر این مقدار با احداث تأسیسات تغذیه مصنوعی جدید به ۵۰ میلیون متر مکعب در سال افزایش یابد، این امر باعث بالا آمدگی سطح آب زیرزمینی به مقدار حدود ۳ متر در سال می شود و با حفظ این مقدار تغذیه مصنوعی و وقوع بارندگی مناسب (به میزان حداقل متوسط ۳۴۲ میلی متر) در حدود کمتر از ۵ سال مقدار افت سفره به مقدار قابل توجهی جبران خواهد شد. لذا این موضوع اهمیت پروژه های تغذیه مصنوعی را در حفظ منابع آب زیرزمینی و تقویت آن و نیز به عنوان یک راهکار مناسب جهت عبور از بحران کم آبی در این مناطق بیان می کند.

در بررسی تأثیر طرح های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی باغ سرخ و امین آباد شهرضا بر کمیت آبهای زیرزمینی اثرات محسوس این طرح ها در بالا آمدن سطح آب در پایین دست در سالهای اولیه

اجرای طرح ها که بارندگی زیاد و برداشت کمتر بوده و در سالهای کم آبی اثر مثبت طرح به صورت متوقف شدن روند افزایشی افت سطح آب ذکر گردیده است (رهنما و خلجی ۱۳۸۲). تأثیر پخش سیلاب دشت سهرین- قره چریان زنجان بر تغییرات سطح ایستابی آب زیر زمینی در سه حلقه چاه پیژومتری در حریم و پایین دست عرصه پخش سیلاب مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج بدست آمده بیانگر این است که سطح آب زیرزمینی در این چاهها چندان تحت تأثیر خشکسالی قرار نگرفته و در مواردی نیز ضمن جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی موجب افزایش سطح آب در آنها گردیده است در حالیکه در چاه شاهد افت سطح آب تداوم داشته است (بیات موحد و شامی ۱۳۸۲).

در مطالعه صورت گرفته توسط نوروزی و همکاران (۱۳۸۲) بر روی بررسی عملکرد سیستم پخش سیلاب در جنوب شهرستان فسا، افزایش تعداد چاهها در محل عرصه پس از اجرای طرح و نیز افزایش دبی پمپاژ به عنوان دلایل تأیید اثر کمی مثبت این طرح بیان گردیده است. به این ترتیب که تعداد چاهها در این منطقه از ۴۰ مورد در سال ۱۳۶۰ به ۱۱۵ عدد در سال ۱۳۷۵ افزایش یافته و دبی پمپاژ شده از چاهها نیز از ۵/۲ به ۱۴/۹ میلیون متر مکعب افزایش یافته است. به طوری که علیرغم افزایش قابل توجه بهره برداری، سطح ایستابی تغییری نکرده است.

در مطالعه انجام شده بر روی ارزیابی تأثیر پخش سیلاب دشت کوهدشت بر منابع آب زیرزمینی این منطقه، هیدروگراف های ترسیم شده در این دشت بیانگر وجود نقطه عطفی در روند کاهشی سطح آب در سفره آب زیرزمینی منطقه می باشد که این نقطه عطف مصادف با اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان کوهدشت در سال ۱۳۷۶-۱۳۷۵ است. البته روند افزایشی سطح آب تا سال ۱۳۷۷-۱۳۷۸ ادامه داشته ولی همزمان با افت شدید بارندگی و افزایش بهره برداری در منطقه مجدداً در سال ۱۳۷۸-۱۳۷۷ نقطه عطف دیگری در هیدروگراف ها دیده می شود که بیانگر وجود خشکسالی در منطقه برای دو سال متوالی می باشد (ویسکرمی و همکاران ۱۳۸۲).

در مطالعه صورت گرفته توسط موحد (Movahed 1997)، پخش سیلاب به عنوان بهترین راه بهبود وضعیت کمی منابع آب زیرزمینی و جلوگیری از رکود بخش کشاورزی به ویژه در مناطق خشک کشور و ممانعت از مهاجرت روستائیان ذکر شده و نیز در ادامه به تأثیر پروژه موفق پخش سیلاب انجام شده در گربایگان در جنوب ایران بر بهبود وضعیت منابع آب در منطقه اشاره گردیده است.

بر اساس مطالعه البطّاشی و سید رشید (Al Battashi and Syed Rashid 1998)، گزارش شده به وسیله مجتهدی و بیات موحد (۱۳۷۹) بر روی چند طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده در چند منطقه خشک در کشور عمان، تغذیه مصنوعی سبب افزایش سطح آبهای زیرزمینی در این منطقه گردیده است.

در ارزیابی دو طرح تغذیه مصنوعی بیارجمند و کلاته اسد (Biarjomand and Kalateh Asad) شهر شاهرود در شمال شرقی ایران ذکر شده که از طریق طرح تغذیه مصنوعی بیارجمند میزان ۰/۶۶ میلیون متر مکعب آب در طی ۵ سال اولیه اجرای طرح به داخل سفره آب زیرزمینی بیارجمند تزریق شده و از طریق طرح تغذیه مصنوعی کلاته اسد که ابعاد آن کوچکتر از طرح تغذیه مصنوعی بیارجمند است، میزان ۱۸۳۰۰ متر مکعب آب در طی ۵ سال اولیه اجرای طرح به داخل سفره آب زیرزمینی میامی تزریق گردیده است و در طی سالهای پس آن به سرعت تأثیر مثبت این طرح ها بر افزایش کمیت منابع آب منطقه رو به کاهش است. در این مطالعه مهمترین مشکلاتی که مانع تداوم بیشتر تأثیر مثبت این طرح ها بر منابع آب زیرزمینی منطقه ذکر شده به شرح ذیل می باشد:

(۱) خشکسالی و بارندگی بسیار کم در این مناطق (۲) نرخ نفوذ پایین و تبخیر بالا در منطقه (۳) مشکل رسوبگذاری و بسته شدن منافذ کف عرصه های تغذیه مصنوعی (Clogging)، نکته ای که در این مطالعه به آن تأکید شده پیچیدگی فرایند بیان موفق بودن یا عدم موفقیت یک طرح تغذیه مصنوعی است. موفق یا ناموفق بودن یک طرح تغذیه مصنوعی بستگی به میزان ارزش آب در آن منطقه، وضعیت کشاورزی در محل، مسأله مهاجرت و نیز از بین رفتن اکوسیستم جانوری و گیاهی دارد و موارد فوق در هر منطقه می تواند متفاوت باشد. لذا با توجه به وضعیت این مناطق (بیارجمند و میامی) و ارزش بالای آب در منطقه و نقشی که این طرح ها در کنترل سیلابهای مخرب فصلی، جلوگیری از پیشروی آب شور، حفظ اکوسیستم جانوری و بسیاری موارد دیگر دارند، حتی اگر این طرح ها درصد کمی منابع آب را در محل افزایش دهند، در این صورت شاید بتوان گفت که این طرح ها موفق بوده اند (Kazemi and Mehdizadeh 2002).

در منطقه سوئیس و ژنو (Geneva and Switzerland) ۸۰٪ آب آشامیدنی از رودخانه و ۲۰٪ از سفره آب زیر زمینی تأمین می شود. که بهره برداری بیش از حد از سفره باعث پایین افتادن سطح آب سفره تا حد بیشتر از ۷ متر شده و استفاده از تغذیه مصنوعی سفره با تزریق آب رودخانه به داخل

آن موجب بهبود وضعیت سطح آب زیرزمینی و توانایی در مدیریت منابع آب در منطقه شده است (Cobos 2002).

به منظور افزایش جریان پایه در یک حوضه آبرگیر کوچک در برزیل شرقی، که به دلیل خشکسالی های پی در پی و کاهش نفوذ آب به دلیل قطع درختان جنگلی با فرسایش خاک و افت شدید سطح آب مواجه بود، از تغذیه مصنوعی استفاده شده است (Bacellar et al. 2002).

مطالعه نتایج حاصل از تزریق آب از طریق دو گمانه در سفره ناهمگن کوارتزی درز و شکاف دار شهر ویندهوک (Windhoek) در جنوب آفریقا، که به منظور ذخیره سازی آب برای دوره های خشکی صورت می گیرد، نشان دهنده تأثیر بسیار مثبت این طرح بر بالا بردن سطح آب زیرزمینی در منطقه و بهبود وضعیت سفره آب زیرزمینی است. به این ترتیب که سطح آب در چاه مشاهده ای با فاصله یک کیلومتر از چاه تزریق افزایشی بیش از چهار متر را در طی زمانی کمتر از یک سال داشته است (Murray and Tredoux 2002).

در منطقه ای وسیع و مسطح در شمال چین، که هم دارای سفره های عمیق و هم سفره های کم عمق آب زیرزمینی می باشد، جهت مدیریت و حفاظت منابع آب زیرزمینی طرح های تغذیه مصنوعی مختلفی از طریق ایجاد سد و بندهای مختلف با مقیاسهای بزرگ در طول تمامی رودخانه های اصلی در منطقه صورت گرفته است که با موفقیت توانسته الگوی طبیعی زهکشی در منطقه را تغییر دهد. علاوه بر این کارهایی از قبیل تزریق آب از طریق چاه به سفره های عمیق و نیز استفاده از آبهای اضافی و سیلابها، جهت تغذیه مصنوعی سفره های سطحی با لیتولوژی ماسه سنگ درشت و گراول انجام شده است. اجرای چنین طرح هایی در منطقه به طور موفقیت آمیزی موجب بالا آمدن سطح آب و بهبود وضعیت سفره گردیده است (Zaisheng 2002).

ارزیابی میزان استخراج و وضعیت سفره آب زیرزمینی شهر لیما (Lima) در پرو نشان دهنده افزایش بی رویه و تصاعدی استخراج از سفره آب زیرزمینی در این منطقه است. استخراج بی رویه آب زیرزمینی در این منطقه در نتیجه رشد روز افزون تقاضای آب و کمیاب بودن منابع آب سطحی در منطقه می باشد. به این ترتیب که استخراج سفره آب زیرزمینی از کمتر از یک متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۹۵۵ به ۱۲/۴ متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۹۹۷ رسیده است. این استخراج بی رویه سبب تغییر کاربری اراضی از کشاورزی به شهری، افت بیشتر سطح ایستابی و بدتر شدن کیفیت آب در

بیشتر نواحی شده است. لذا جهت رفع این مشکل برنامه هایی جهت مدیریت منابع آب زیرزمینی و نحوه استخراج و استفاده از تغذیه مصنوعی به عنوان اضافه نمودن یک سطح جدید از منابع آب در منطقه پی گیری و اجرا شد. به موجب اجرای این برنامه ها استخراج آب زیرزمینی از ۱۲/۴ متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۹۹۷ به ۹ متر مکعب بر ثانیه در سال ۲۰۰۱ رسید و در نتیجه سطح ایستابی آب زیرزمینی بین ۱ تا ۱۵ متر در منطقه بهبود یافت (Quintana and Tovar 2002).

شنگ (Sheng 2005) ضمن بیان چگونگی طراحی یک سیستم ذخیره و بازیافت آب زیرزمینی (Aquifer Storage and Recovery) با استفاده از فاضلاب های تصفیه شده در داخل سفره آب زیرزمینی یکی از مناطق ایالت متحده امریکا، بیان کرد که این سیستم به طور موفقیت آمیز تقریباً ۷۴۷ میلیون متر مکعب آب را در طی ۱۸ سال از طریق ۱۰ چاه تغذیه ای به این سفره تزریق کرده است. این سیستم با توجه به استفاده از فاضلاب تصفیه شده جهت تأمین منبع آب تزریق خود دو هدف را دنبال کرده است؛ یکی استفاده مجدد از فاضلاب جهت حفظ آب زیرزمینی محلی و دیگری افزایش کمی آب زیرزمینی به وسیله تغذیه مصنوعی فاضلاب تصفیه شده به داخل سفره می باشد.

ب- تأثیر تغذیه مصنوعی بر افزایش دبی قنات

یکی دیگر از موارد تأثیر تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آبی، افزایش دبی قنات در پایین دست منطقه ای است که تغذیه مصنوعی در آن اجرا شده است. این افزایش دبی با مقایسه دبی قنات ها در سالهای متمادی قبل و بعد از احداث طرح تغذیه مصنوعی قابل مشاهده می باشد.

بر اساس مطالعه امانپور (۱۳۷۸)، گزارش شده به وسیله مجتهدی و بیات موحد (۱۳۷۹) در منطقه نرمانشیر شهر بم پخش سیلاب موجب افزایش بده خروجی قنات در این منطقه گردیده است. مطالعات صورت گرفته توسط دانائیان (۱۳۷۹) بر روی تأثیر پخش سیلاب میانکوه بر منابع آبی این منطقه نشان دهنده افزایش دبی حداکثر قنات بعد از وقوع هر سیلاب بوده و زمان رسیدن به دبی حداقل را به تأخیر انداخته است. که این افزایش دبی باعث افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در منطقه گردیده است.

همان طور که در بالا نیز گفته شد در بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر تغییرات آب زیرزمینی دشت سهرین - قره جریان زنجان از یک رشته قنات در عرصه پخش سیلاب و سه چاه پیرومتری

موجود در منطقه استفاده شده است. بررسی تغییرات بده خروجی قنات داخل عرصه از مهر ۱۳۷۶ تا مهر ماه ۱۳۷۹ نشان دهنده افزایش دبی قنات مذکور به میزان دو برابر نسبت به سالهای قبل از احداث عرصه می باشد. افزایش دبی این قنات موجب افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در منطقه و نیز افزایش تولید در واحد سطح شده است. علاوه بر این به گفته افراد محلی آبیگری و پخش سیلاب صورت گرفته موجب افزایش دبی چشمه دائمی روستای مجاور به میزان بیش از سه برابر مقدار قبل از اجرای طرح شده است (مجتهدی و بیات موحد ۱۳۷۹).

یکی از اثرات مثبت طرح های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی باغ سرخ و امین آباد شهرضا بر کمیت آبهای زیرزمینی منطقه افزایش دبی قنات در پایین دست می باشد. حتی بهره برداری مجدد از تعدادی قنات خشک و بایر در پایین دست این طرح ها، که پس از اجرای طرح ها احیا شده اند، سبب افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و بهبود وضعیت اقتصادی ساکنین منطقه گردیده است (رهنما و خلجی ۱۳۸۲).

در بررسی تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت سهرین- قره چریان زنجان تغییرات بده خروجی دو قنات در پنج دوره آبی نشان می دهد که بده خروجی قناتی که در عرصه پخش سیلاب واقع شده کاملاً تحت تأثیر میزان استحصال سیلاب بوده و همراه با مقادیر متفاوت استحصال سیلاب در زمان های مختلف، بده خروجی آن نیز تغییر قابل ملاحظه ای کرده است. لازم به ذکر است که قنات شاهد با وجود ابعاد بزرگتر آن نسبت به قناتی که در عرصه پخش سیلاب واقع شده در این بازه زمانی تغییرات چندانی نداشته و تنها تحت تأثیر بارشهای فصلی و تغییرات فصلی دما می باشد (بیات موحد و شامی ۱۳۸۲).

۲-۲-۲- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب

از دیگر اهداف مهم اجرای طرح های تغذیه مصنوعی، تأثیر این طرح ها بر بهبود کیفیت منابع آب زیرزمینی می باشد. همانطور که قبلاً گفته شد، آب مورد استفاده در روشهای مختلف تغذیه مصنوعی باید کیفیت مناسبی داشته باشند و معمولاً کیفیت این آب ها از آب زیرزمینی منطقه بهتر است. در مورد روشهای پخش سیلاب، به طور معمول کیفیت آب سیلابها مناسب و مطلوب بوده و تغذیه سفره آب زیر زمینی از طریق پخش سیلاب اغلب علاوه بر بهبود کمی وضعیت سفره آب زیرزمینی، موجب

بهبود کیفی آن و تأثیر بر میزان املاح محلول در آب، pH، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم (Sodium adsorption ratio) می شود. مطالعه کیفیت آب تزریق شده در دو عرصه تغذیه مصنوعی در جنوب آفریقا به نامهای کالوینا و آتلانتیس (Calvina and Atlantis) مؤید کیفیت بالای سیلابها از نظر میزان یونهای مختلف و هدایت الکتریکی پایین آنها است. به طوریکه میانگین هدایت الکتریکی سیلاب در منطقه در حدود ۸۹ میکروموس بر سانتی متر است که این مقدار به طور قابل ملاحظه ای کمتر از هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در محل می باشد (Cave and Tredoux 2002).

تأثیر تغذیه مصنوعی بر بهبود کیفیت منابع آب زیر زمینی می تواند در نتیجه افزایش حجم آب زیرزمینی و رقیق شدگی آن یا کاهش هدایت الکتریکی در سفره هایی که مواد محلول بالایی دارند ظاهر شود. علاوه بر این تغذیه مصنوعی مانع پیشروی آب شور و با کیفیت نامناسب به سمت آب شیرین و با کیفیت مناسب در سفره های ساحلی و سفره های مجاور کویر می شود.

الف- تأثیر تغذیه مصنوعی بر کاهش املاح محلول

اگر یک طرح تغذیه مصنوعی باعث بهبود کیفیت منابع آب زیرزمینی منطقه شده باشد، یکی از مهمترین اثرات آن تأثیر تغذیه مصنوعی صورت گرفته بر کاهش املاح محلول و یا هدایت الکتریکی آب زیرزمینی منطقه می باشد.

در بررسی اثرات پخش سیلاب بر منابع آبی دشت سرچاهان در استان هرمزگان تأثیر اجرای این طرح بر کاهش میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی با توجه به نقشه های هدایت الکتریکی تهیه شده در منطقه کاملاً مشهود است. به طوریکه در این نقشه ها عموماً افزایش هدایت الکتریکی از شرق منطقه که تغذیه مصنوعی در آنجا صورت گرفته به سمت غرب منطقه در نزدیکی رودخانه شور دیده می شود (چوپانی و حسینی پور ۱۳۷۹). بر اساس مطالعات دانائیان (۱۳۷۹) تغذیه مصنوعی میانکوه باعث کاهش هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در این منطقه شده است.

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط رهنما و خلجی (۱۳۸۲)، تأثیر کیفی طرح های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی باغ سرخ و امین آباد شهرضا به صورت کاهش مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول در قنات های پایین دست ظاهر گردیده است که نشان دهنده اثر آگیری طرح بر بهبود کیفیت آب قنات ها می باشد.

در مطالعه صورت گرفته بر روی اثر کیفی سیستم پخش سیلاب در جنوب شهرستان فسا، تغییرات مقدار هدایت الکتریکی در چاههای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است که با توجه به آن مقدار هدایت الکتریکی آب چاه رحیم آباد که در سال ۱۳۷۶، ۴۹۶۷ میکروموس بر سانتی متر بوده است در اثر تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی و عدم برداشت از آن در سال ۱۳۷۲ به ۱۵۲۰ میکروموس بر سانتی متر تقلیل یافته است. شیرین شدن آب و برداشت مجدد از آن، هدایت الکتریکی را در سال ۱۳۷۵ به ۲۸۹۰ میکروموس بر سانتی متر رسانده است (نوروزی و همکاران ۱۳۸۲).

بر اساس مطالعات جعفری و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی تأثیر پخش سیلاب منطقه محمود احمدی شهرستان تنگستان در استان بوشهر بر روی روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی منطقه تعداد ۱۳ حلقه چاه بهره برداری کشاورزی و نیز چاههای خانگی منازل روستائیان منطقه به طور ماهانه مورد آنالیز کیفی قرار گرفته است. بررسی نتایج بدست آمده بیانگر این است که از سال ۱۳۷۴ تا سال ۱۳۸۲، که عملیات پخش سیلاب صورت گرفته است، با وجود برداشت زیاد آب از سفره آب زیرزمینی دشت مورد نظر، کیفیت آب های زیرزمینی منطقه به طور قابل توجهی در مقایسه با وضعیت قبل از اجرای طرح پخش سیلاب بهبود یافته است.

در طرح تغذیه مصنوعی شهر ویندهوک (Windhoek) در جنوب آفریقا که به وسیله تزریق آب به داخل دو گمانه در سفره درز و شکاف دار کوارتزی صورت می گیرد، به دلیل اینکه آب تزریق شده دارای کیفیت بسیار بالایی می باشد باعث بهبود کیفیت آب زیرزمینی منطقه شده است. به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی آب از ۷۴۰ به ۲۸۰ میکروموس بر سانتی متر و نیز مقدار مجموع جامدات محلول از ۴۷۴ به ۱۷۹ میلی گرم بر لیتر رسیده است و تقریباً در کلیه عناصر نیز کاهش چشمگیری دیده می شود. همان طور که گفته شد آب تزریقی از لحاظ غلظت یونهای اصلی دارای کیفیت بسیار بالایی بوده و به لحاظ میکروبیولوژیکی نیز کیفیت بالایی را شامل می شود. لازم به ذکر است که قبل از تزریق آب را از طریق یک فیلتر کربن فعال عبور داده و تمامی مواد معلق آن را جدا می کنند. البته در این مطالعه بیان شده که تبادلات شیمیایی که در هنگام اختلاط آب تزریقی با مجموع جامدات محلول پایین و آب زیرزمینی با مجموع جامدات محلول بالا صورت می گیرد نیز نمی تواند بدون مشکل باشد، زیرا این اختلاف کیفیت خود می تواند باعث رسوبگذاری املاح آب زیرزمینی و پدیده مسدود شدگی خلل و فرج شود (Murray and Tredoux 2002).

ب- تأثیر تغذیه مصنوعی بر تغییرات میزان pH

اسیدیته آب زیرزمینی مشخصه ای است که به عوامل متعددی بستگی دارد، و حتی در یک نوع آب مشخص در دماهای مختلف و شرایط متفاوت تا اندازه ای تغییراتی در مقدار pH دیده می شود. بنابراین نمی توان به طور دقیق اثر تغذیه مصنوعی بر مقدار pH آب را مشخص کرد. در هر حال می توان اظهار نمود که تغذیه مصنوعی باعث ایجاد تغییراتی در مقدار pH آب خواهد شد.

بر اساس مطالعه صورت گرفته به وسیله کیو و ترداکس (Cave and tredoux 2002) بر روی طرح های تغذیه مصنوعی صورت گرفته در دو منطقه کالوینا و آتلانتیس در جنوب آفریقا قبل از تزریق، pH آب در اعماق مختلف تقریباً ثابت بوده و دارای اختلافات ناچیزی است ولی بعد از تزریق، یک روند کاهشی در مقدار pH در عمق ۱۰۰ متری به طرف سطح زمین مشاهده شده است که بیانگر تأثیر آب تزریق شده بر آب زیرزمینی می باشد.

در طرح تغذیه مصنوعی شهر ویندهوک (Windhoek) در جنوب آفریقا، اندازه گیری های مربوط به مقدار pH آب زیرزمینی قبل و بعد از عملیات تزریق آب، بیانگر این است که به طور میانگین مقدار pH از ۷/۷ به ۸/۳ رسیده است (Murray and Tredoux 2002).

ج- تأثیر تغذیه مصنوعی در جلوگیری از پیشروی آب شور

یکی از مهمترین دلایل اجرای طرح های تغذیه مصنوعی در مناطق ساحلی و حواشی کویر جلوگیری از روند افزایشی هجوم آب شور دریا و یا آب شور کویر به سمت آبهای زیرزمینی شیرین به دلیل افزایش بی رویه استحصال آب از سفره های آب زیرزمینی در این گونه مناطق می باشد. در مناطق فوق الذکر، بررسی کیفیت آب در فواصل مختلف در پایین دست محل تغذیه، قبل و بعد از اجرای یک طرح تغذیه مصنوعی به خوبی می تواند نشان دهنده تأثیر اجرای طرح بر کاهش و یا متوقف شدن روند رو به رشد هجوم آب شور به سمت آبهای شیرین بوده و نیز میزان این پیشروی را مشخص کند. در منطقه ساحلی آمستردام (Amsterdam) بهره برداری بی رویه از سفره آب زیرزمینی و مخازن آب شیرین آشامیدنی باعث پیشروی آب شور ساحلی به سمت آب شیرین سفره آب زیرزمینی شده و استفاده از روشهای تغذیه مصنوعی در این منطقه موجب جلوگیری از این پیشروی و بهبود این وضعیت گردیده است (Olsthoorn and Mosch 2002).

طرح تغذیه مصنوعی دلتای بردکین (Burdekin Delta) در استرالیا به جهت خشکسالی های پی در پی و کاهش شدید سطح آبهای زیرزمینی در منطقه و خطر پیشروی و تجاوز آب دریا به سمت سفره آب زیرزمینی اجرا گردیده است. مطالعه نتایج حاصل از اجرای این طرح تغذیه مصنوعی در سالهای مختلف پس از اجرای طرح بیانگر تأثیر مثبت آن بر بهبود کمی آب سفره و جلوگیری از پیشروی آبهای شور می باشد. در این مطالعه میزان و یا طول تجاوز آب دریا به سمت آب زیرزمینی به عنوان تابعی از مقدار تغذیه و هدایت هیدرولیکی سفره آب زیرزمینی بیان شده که هر چه مقدار تغذیه بیشتر و مقدار هدایت هیدرولیکی کمتر باشد میزان تجاوز آب دریا به سمت آب زیرزمینی کمتر خواهد بود و در نتیجه آب زیرزمینی کیفیت بهتری خواهد داشت (Charlesworth *et al.* 2002).

فصل سوم : روش انجام مطالعات

در این فصل، کلیه کارهایی که جهت بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت و کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه غرب سبزوار انجام شده است به طور مختصر ارائه می شوند. به طور کلی در این تحقیق موارد ذیل انجام شده است:

الف- تهیه نقشه های مختلف با استفاده از نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه

ب- بررسی کیفیت و کمیت سیلابهای وارد شده به سیستم پخش سیلاب

ج- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت آب های زیرزمینی منطقه

د- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت آب های زیرزمینی منطقه

۳-۱- تهیه نقشه های مختلف با استفاده از نقشه های زمین شناسی و

توپوگرافی

به منظور تهیه نقشه های مختلف مورد نیاز از منطقه مورد مطالعه از نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی موجود استفاده گردید. این نقشه ها شامل نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ سبزوار و ۱:۱۰۰,۰۰۰ باشتین و نیز نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰ سبزوار و ۱:۵۰,۰۰۰ دلبر و مهر می باشد. به این ترتیب که پس از اسکن محدوده مورد نیاز بر روی نقشه ها و نیز با استفاده از نرم افزارهای مختلف GIS شامل Arcview3.1، Ilwis3.2 و نیز نرم افزار Surfer8 نقشه های مورد نیاز از قبیل نقشه موقعیت جغرافیایی، نقشه توپوگرافی و نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه شامل

سازند های مختلف زمین شناسی که در دو حوضه کلاته سادات و بفره واقع شده اند تهیه شد. هم چنین نقشه موقعیت عرصه های پخش سیلاب، چاههای پیرومتری، چاههای بهره برداری و ابراهه ها در منطقه مورد مطالعه و نیز محاسبه مقدار شیب و مساحت حوضه و نیز تهیه نقشه خطوط هم پتانسیل و نقشه های کیفیت از منطقه مورد مطالعه به این طریق تهیه گردید.

۳-۲- بررسی کیفیت و کمیت سیلابهای وارد شده به سیستم پخش سیلاب

جهت بررسی کیفیت سیلابهای وارد شده به سیستم پخش سیلاب ضمن جمع آوری آمار کیفیت چهار نمونه سیلاب در سال ۱۳۸۱، سه نمونه سیلاب در سال ۱۳۸۲، سه نمونه سیلاب در سال ۱۳۸۳ که گزارش آنالیز کیفی آنها در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار موجود بود، پنج نمونه سیلاب که سه نمونه مربوط به بهمن ماه سال ۱۳۸۴ و دو نمونه مربوط به فروردین سال ۱۳۸۵ می باشد، تهیه و ضمن اندازه گیری مقدار هدایت الکتریکی (EC) آنها توسط دستگاه EC متر مربوط به شرکت HACH و اندازه گیری اسیدیته با استفاده از دستگاه pH متر مدل SUNTEX SP-710، جهت اندازه گیری کاتیونها و آنیونها ی اصلی شامل K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} و NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- به آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان سمنان فرستاده شد. بعد از دریافت نتایج آنالیز ها، خطای آزمایش، درصد جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم، کل املاح جامد محلول (TDS)، مقدار قلیائیت و برخی از نسبتهای یونی محاسبه شده و نمودارهای Piper و Stiff نیز برای آنها ترسیم گردید.

جهت بررسی وضعیت کمی سیلابهای وارد شده به سیستم، میزان حجم سیلاب و دبی حداکثر سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش های مختلف برآورد شده و نیز اطلاعات مربوط به حجم سیلاب استحصال شده در سالهای مختلف بعد از اجرای پروژه با توجه به میزان، شدت و مدت بارندگی و نیز با توجه به نوع خاک و پوشش گیاهی منطقه و ضریب نفوذ توسط ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار محاسبه شده است.

۳-۳- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت آب های زیرزمینی منطقه

در طی انجام بازدیدهای صحرایی متعدد از موقعیت عرصه پخش سیلاب و قسمتهای مختلف آن و نیز موقعیت پیزومترهای موجود در نزدیکی عرصه، تعداد نه پیزومتر در پایین دست و مناطق مجاور عرصه پخش سیلاب انتخاب گردید. این پیزومترها شامل پیزومترهای منبع آب، بفره، ریوند، غرب استیر، مهر، طزر، باشتین، ده مهر آباد و شمال شهرآیین می باشند. سپس آمار ماهانه سطح آب زیرزمینی در این پیزومترها از سال ۱۳۷۳ (قبل از احداث عرصه پخش سیلاب) تا سال ۱۳۸۵ (در سالهایی که آمار آنها موجود است) از اداره آب منطقه ای شهرستان سبزوار تهیه شد. به منظور کنترل آمار و اطلاعات مربوط به سطح آب در پیزومترها در تنها پیزومتری که در عرصه پخش سیلاب واقع شده است (پیزومتر منبع آب) سطح آب با عمق سنج آلمانی مدل Typolo 188034 اندازه گیری شد. شکل ۱-۳ نحوه اندازه گیری سطح آب را در پیزومتر منبع آب نشان می دهد. که رقم سطح آب زیرزمینی برای پیزومتر مورد نظر با اندازه گیری انجام شده توسط اداره آب سبزوار کاملاً همخوانی دارد.



شکل ۱-۳- اندازه گیری سطح آب در پیزومتر منبع آب در اسفند ۱۳۸۴

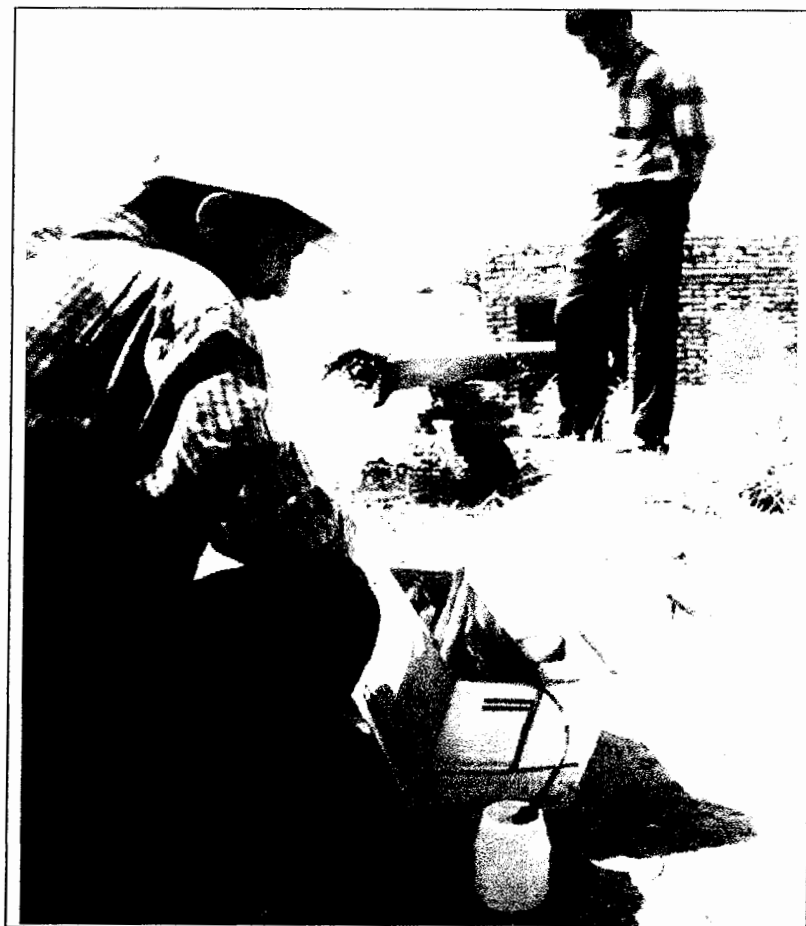
پس از تهیه آمار سطح آب به صورت ماهانه، آمار نادرست تصحیح شده و هیدروگراف هر پیزومتر ترسیم گردید. جهت تفسیر نمودارها نیاز به آمار مربوط به حجم سیلاب استحصال شده توسط عرصه پخش سیلاب از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ و نیز آمار بارندگی نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به عرصه پخش سیلاب بود، که این آمار از طریق ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار و سازمان هواشناسی کشور تهیه و با توجه به آمار موجود تغییرات شیب نمودارها بر اساس افزایش و یا کاهش افت سطح ایستابی در سالهای مختلف تفسیر گردید.

۳-۴- بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت آب های زیرزمینی منطقه

جهت بررسی اثر تغذیه مصنوعی صورت گرفته بر کیفیت آب های زیرزمینی مناطق پایین دست عرصه پخش سیلاب، اطلاعات مربوط به کیفیت آب زیرزمینی چندین حلقه چاه آب شرب و کشاورزی محدوده مورد مطالعه از سال ۱۳۷۰ (قبل از اجرای پروژه) تا سال ۱۳۸۵ از طریق شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی دریافت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

هم چنین نمونه برداری از ۱۰ حلقه چاه کشاورزی در مناطق مختلف پایین دست عرصه پخش سیلاب با توزیع نسبتاً مناسبی در خرداد ماه ۱۳۸۵ انجام شد. جهت نمونه برداری، از بطری های نیم لیتری استفاده شد و کلیه نمونه ها از سر چاه و در هنگام پمپاژ تهیه شد. در هنگام نمونه برداری ظروف نمونه برداری به دقت با آب چاه مورد نظر شستشو داده شده و سپس ظرف نمونه برداری کاملاً از آب پر شده است. شکل های ۲-۳ و ۳-۳ نمونه برداری از چاه های مهر و امین آباد مقیسه را نشان می دهد.

پارامترهای اندازه گیری شده را می توان به دو بخش پارامترهای اندازه گیری شده در محل نمونه برداری شامل هدایت الکتریکی و اسیدیته و پارامترهای اندازه گیری شده در آزمایشگاه شامل غلظت کاتیونها و آنیونهای اصلی تقسیم نمود.



شکل ۳-۲- نمونه برداری و اندازه گیری pH و EC از چاه مهر در خرداد ماه ۱۳۸۵

۳-۴-۱- پارامترهای اندازه گیری شده در محل نمونه برداری

از میان پارامترهای فوق الذکر که برای تمام نمونه های آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه اندازه گیری شده اند، دو پارامتر هدایت الکتریکی و اسیدیته آب در محل نمونه برداری اندازه گیری شده اند که نحوه اندازه گیری این پارامترها به طور مختصر در ذیل آورده شده است:

الف- اندازه گیری هدایت الکتریکی آب

مقدار هدایت الکتریکی (EC) برای تمام نمونه های آب در محل نمونه برداری، توسط دستگاه EC متر مربوط به شرکت HACH اندازه گیری شده است. دقت این دستگاه برای هدایت الکتریکی در محدوده

کمتر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر، برابر با یک میکروموس بر سانتی متر و در محدوده بزرگتر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر، برابر با ۱۰ میکروموس بر سانتی متر می باشد.



شکل ۳-۳- نمونه برداری و اندازه گیری pH و EC از چاه امین آباد مقیسه در خرداد ماه ۱۳۸۵

پس از اندازه گیری EC آب زیرزمینی چاههای نمونه برداری منطقه در محل و ثبت موقعیت جغرافیایی چاه ها با کمک GPS، موقعیت قرار گیری کلیه چاهها و مقدار هدایت الکتریکی هر یک در نرم افزار Surfer8 پلات شده و نقشه هدایت الکتریکی منطقه بر اساس آنها ترسیم گردید.

ب- اندازه گیری اسیدیته آب

اندازه گیری مقدار اسیدیته یا pH برای تمام نمونه های آب همانند با هدایت الکتریکی در محل نمونه برداری انجام شده است. برای اندازه گیری اسیدیته از دستگاه pH متر مدل SUNTEX SP-710 استفاده شده است. دقت این دستگاه برای اندازه گیری pH برابر با ۰/۰۱ واحد می باشد.

۳-۴-۲- پارامترهای اندازه گیری شده در آزمایشگاه

اندازه گیری کاتیونها و آنیونهای اصلی شامل SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} و NO_3^- برای کلیه نمونه ها در آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان سمنان انجام شده است و سپس پارامترهایی همانند: خطای آزمایش، نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم، TDS، مقدار قلیائیت و برخی از نسبتهای یونی محاسبه شده و نمودارهای Piper و Stiff نیز برای آنها ترسیم گردید. هم چنین مشابه آنچه در مورد تهیه نقشه هدایت الکتریکی گفته شد، بر اساس موقعیت جغرافیایی چاه های نمونه برداری منطقه و مقدار عناصر مختلف از جمله سدیم، کالر و سولفات در آنها و هم چنین مقدار برخی نسبت های یونی شامل نسبت سدیم به مجموع کاتیونها و نیز نسبت کالر به مجموع آنیونها نقشه های کیفی منطقه نیز به کمک نرم افزار Surfer8 ترسیم گردید.

فصل چهارم : بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیر زمینی منطقه

۴-۱- بررسی کمیت سیلابهای منطقه

استفاده از فرمولهای تجربی برای حوضه های آبخیز با شرایط آب و هوایی و ویژگیهای فیزیکی ثابت می تواند در تخمین رواناب سطحی مفید باشد. با توجه به اینکه حوضه منطقه مورد مطالعه فاقد ایستگاه هیدرومتری بوده و حوضه های آبخیز مجاور نیز ایستگاه هیدرومتری نداشته و مورد مطالعه واقع نشده اند. در این مطالعه سعی شده است برای برآورد حجم رواناب متوسط سالانه حوضه از روشهایی که در حوضه های مشابه در استان خراسان استفاده شده و نتایج قابل قبولی ارائه داده استفاده شود. در تخمین حجم رواناب متوسط سالانه از روش ICAR متعلق به انجمن تحقیقات کشاورزی هند (Indian Council of Agricultural Research)، جهت حوزه های آبخیز کوچک با وسعت کمتر از ۱۰۰ کیلو مترمربع، بهره جسته که طبق تحقیقی که در حوضه های آبخیز خراسان صورت پذیرفته این روش در حوضه هایی با مساحت تا حدود ۲۰۰ هکتار توصیه شده است.

با توجه به عدم وجود ایستگاههای ثبت آمار سالانه دبی های سیلابی منطقه مورد بررسی و نبود آمار لازم در طی یک دوره، تخمین دبی سیلاب بر اساس فرمولهای تجربی که در مورد حوضه های آبخیز استان خراسان انجام شده و پاسخ مثبت داده اند صورت گرفته است و در نهایت روش SCS جهت برآورد سیلاب حداکثر به عنوان مناسب ترین و منطبق ترین روش انتخاب و حجم سیلاب با دوره برگشتهای مختلف نیز محاسبه گردیده است (موسوی فضل ۱۳۸۲).

۴-۱-۱- برآورد حجم سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش ICAR

در روش ICAR، ارتفاع رواناب متوسط سالانه از طریق فرمول تجربی زیر برآورد می شود :

$$Q = (1.511 P^{1.44}) / T^{1.34} A^{0.0613} \quad (۱-۴)$$

که در این فرمول :

Q : ارتفاع رواناب متوسط سالانه (سانتی متر) P : ارتفاع بارندگی سالانه (سانتی متر)

A : مساحت حوضه (کیلومتر مربع) T : میانگین درجه حرارت سالانه حوضه (درجه سانتی گراد)

جدول ۴-۱ مقادیر ارتفاع رواناب، ضریب رواناب و در نهایت حجم رواناب برآورد شده از طریق روش ICAR را برای حوضه کلاته سادات نشان می دهند.

جدول ۴-۱- برآورد ارتفاع رواناب متوسط سالانه، ضریب رواناب و حجم رواناب متوسط سالانه برای حوضه کلاته سادات با دوره برگشتهای مختلف به روش ICAR (موسوی فضل ۱۳۸۲)

دوره برگشت	ارتفاع رواناب (cm)	ضریب رواناب	حجم رواناب (Mm) ^۳
۲	۱۱	۰/۳۹	۴/۹
۵	۲۰/۱	۰/۴۷	۸/۹۹
۱۰	۲۴/۴	۰/۵۰	۱۰/۸۹
۲۵	۲۸/۶	۰/۵۲	۱۲/۷۸
۵۰	۳۱/۳	۰/۵۴	۱۳/۹۸
۱۰۰	۳۳/۶	۰/۵۵	۱۵/۰۳

۴-۱-۲- برآورد دبی حداکثر سیلاب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش SCS

این روش از روشهای معتبر و قابل قبول در حوضه های فاقد آمار مشاهده شده سیل می باشد. در این روش ابتدا رواناب خالص ناشی از بارندگی محاسبه شده و آنگاه با توجه به زمان اوج سیلاب و مساحت

حوضه، دبی اوج سیلاب محاسبه می گردد (موسوی فضل ۱۳۸۲).

در این روش از فرمولهای زیر استفاده می شود :

$$Q = \frac{(P - 0.25)^2}{(P + 0.8S)} \quad (2-4)$$

$$S = \left(\frac{25400}{CN} \right) - 254 \quad (3-4)$$

$$t_1 = 0.6 t_c \quad (4-4)$$

$$D = 0.13 t_c \quad (5-4)$$

$$t_p = t_1 + \frac{D}{2} \quad (6-4)$$

$$Q_{max} = \frac{2.083 AQ}{t_p} \quad (7-4)$$

S : ضریب نگهداشت ماکزیمم سطحی بر حسب میلی متر

P : ارتفاع بارندگی بر حسب میلی متر Q : ارتفاع رواناب خالص بر حسب میلی متر

CN : شماره منحنی مربوط به حوضه t_c : زمان تمرکز حوضه بر حسب ساعت

t_1 : زمان تاخیر حوضه بر حسب ساعت D : زمان بارندگی بر حسب ساعت

t_p : زمان اوج سیلاب بر حسب ساعت Q_{max} : دبی اوج سیلاب بر حسب متر مکعب در ثانیه

Q : ارتفاع رواناب بر حسب سانتی متر A : مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع

جدول ۲-۴ پارامترهای مورد نیاز در روش SCS و حداکثر دبی سیلاب در حوضه کلاته سادات را در دوره بازگشت های مختلف نشان می دهد.

جدول ۴-۲- حداکثر دبی سیلابی با دوره برگشتیهای مختلف از روش SCS بر حسب متر مکعب در ثانیه (موسوی فضل ۱۳۸۲)

نام حوضه	مساحت (Km ²)	C ^N	t _c (ساعت)	t _p (ساعت)	دوره برگشت بر حسب سال					
					۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
کلاته سادات	۴۴/۷	۹۰	۱/۵۴	۱/۰۲	۱۳/۲	۲۷/۴	۴۴	۶۴/۱	۸۰/۶	۹۱/۷

۴-۲- بررسی کیفیت سیلابهای منطقه

جهت بررسی کیفیت نزولات جوی منطقه مورد مطالعه یک نمونه آب بارندگی و یک نمونه برف در اسفند ماه ۱۳۸۵ از ایستگاه هواشناسی واقع در محل عرصه پخش سیلاب کلاته سادات تهیه شده و بعد از اندازه گیری EC و pH آنها جهت آنالیز کیفی به آزمایشگاه فرستاده شدند. که نتایج آنالیز کیفی این دو نمونه آب بارندگی و برف در جدول ۴-۳ آورده شده است.

جدول ۴-۳- مقادیر کاتیونها و آنیونهای اصلی نمونه های آب بارندگی و برف در منطقه مورد مطالعه (بر حسب میلی اکی والان بر لیتر)

مشخصات نمونه	K	Na	Mg	Ca	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	EC (μmhos/cm)	pH
باران	۰/۰۰۳	۰/۰۸۷	۰/۵۷۶	۰/۲۹۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۱	۰/۱۱۳	۰/۳۴۴	۲۲/۰	۶/۶
برف	۰/۰۰۳	۰/۱۳۱	۰/۷۴۰	۰/۵۹۹	۰/۰۲۴	۰/۱۲۵	۰/۱۴۱	۰/۴۱۰	۶۵/۰	۷/۳

با توجه به نتایج درج شده در جدول ۴-۳، ملاحظه می شود که مقادیر کاتیون ها و آنیون های اصلی و هم چنین مقدار EC در نزولات جوی منطقه بسیار پایین است. منابع آب سطحی در منطقه شامل رودخانه های کلاته سادات و بفره می باشد که بررسی کیفیت شیمیایی نمونه آب این رودخانه ها بیانگر وضعیت مطلوب کیفیت آنها است. جدول ۴-۴ مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته را در نمونه سیلابهای مختلف از رودخانه های کلاته سادات و بفره و حوضه های مجاور آنها از سال ۸۱ تا ۸۵ نشان می دهد.

جدول ۴-۴ - مقدار هدایت الکتریکی و اسیدیته در نمونه سیلابهای مختلف از رودخانه های کلاته سادات و بفره

شماره نمونه	محل نمونه برداری	تاریخ نمونه برداری	EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	pH
۱	رودخانه کلاته سادات	۱۳۸۱/۱/۲۴	۴۲۰	۸/۵
۲	"	۱۳۸۱/۱/۲۴	۴۱۰	۸/۶
۳	"	۱۳۸۱/۱/۲۵	۴۲۰	۸/۶
۴	"	۱۳۸۱/۱/۲۵	۴۲۰	۸/۵
۵	"	۱۳۸۲/۹/۱۵	۳۴۴	۸/۱
۶	"	۱۳۸۲/۱۰/۲۰	۳۵۸	۷/۹
۷	"	۱۳۸۲/۱۰/۲۴	۳۸۸	۷/۸
۸	"	۱۳۸۳/۹/۲۰	۳۵۴	۷/۹
۹	"	۱۳۸۳/۹/۲۷	۳۱۱	۷/۷۵
۱۰	"	۱۳۸۳/۱۱/۱	۳۱۳	۷/۸
۱۱	رودخانه بفره	۱۳۸۴/۱۱/۶	۴۱۷	۸/۶۳
۱۲	"	۱۳۸۴/۱۱/۷	۳۶۳	۸/۵۵
۱۳	"	۱۳۸۴/۱۱/۱۳	۳۶۶	۸/۶۰
۱۴	"	۱۳۸۵/۱/۱۹	۳۹۲	۸/۶۳
۱۵	رودخانه کلاته سادات	۱۳۸۵/۱/۲۲	۴۰۱	۸/۶۵

با عنایت به نتایج مندرج در جدول ۴-۴، ملاحظه می شود که مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته در دو رودخانه مورد نظر (رودخانه کلاته سادات و رودخانه بفره) کم و بیش با هم یکسان بوده و مقدار EC از ۳۱۱ تا ۴۲۰ میکروموس بر سانتی متر متغییر است. هم چنین ملاحظه می شود که میانگین مقدار هدایت الکتریکی و اسیدیته در نمونه های سیلاب به ترتیب در حدود ۳۷۸/۵ میکروموس بر سانتی متر و ۸/۶ می باشد.

برای ۵ نمونه از سیلاب ها (نمونه های ۱۱ تا ۱۵) آنالیز کامل شیمیایی عناصر اصلی انجام شده و نتایج حاصله در جدول ۵-۴ درج گردیده است.

جدول ۴-۵- مقادیر کاتیونها و آنیونهای اصلی در تعدادی از نمونه های سیلاب منطقه مورد مطالعه
(بر حسب میلی اکی والان بر لیتر)

شماره نمونه	Ca	Mg	Na	K	Sum Cations	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Sum Anions	درصد خطای آزمایش
۱۱	۰/۷۹۸	۰/۸۲۳	۲/۶۹۷	۰/۰۲۶	۴/۳۴۳	۲/۱۳۱	۱/۲۶۹	۰/۷۵۰	۰/۱۶۹	۴/۳۱۹	۰/۵۶۶
۱۲	۰/۴۹۹	۰/۶۵۸	۲/۶۱۰	۰/۰۴۱	۳/۸۰۸	۱/۶۰۶	۱/۱۲۸	۰/۷۰۸	۰/۱۶۱	۳/۶۰۴	۵/۵۰۸
۱۳	۰/۴۹۹	۰/۵۷۶	۱/۹۵۷	۰/۰۳۱	۳/۰۶۳	۱/۴۷۵	۰/۹۸۷	۰/۷۰۸	۰/۱۴۵	۳/۳۱۵	۷/۹۱۸
۱۴	۰/۵۹۹	۰/۶۵۸	۲/۴۳۶	۰/۰۳۸	۳/۷۳۱	۱/۸۸۵	۱/۰۷۲	۰/۷۷۰	۰/۱۷۷	۳/۹۰۴	۴/۵۴۲
۱۵	۰/۶۹۹	۰/۸۲۳	۲/۶۱۰	۰/۰۴۴	۴/۱۷۴	۱/۹۶۷	۱/۱۸۵	۰/۸۱۲	۰/۱۲۹	۴/۰۹۲	۱/۹۸۴

با توجه به مقادیر خطای آزمایش درج شده در جدول ۴-۵ برای نمونه های سیلاب، مشاهده می شود که مقدار خطای آزمایش برای کلیه نمونه ها به میزان قابل قبول بوده و تیپ آب برای کلیه نمونه ها بی کربناته- سدیک می باشد. جدول ۴-۶ مقادیر نرخ جذب سدیم، درصد سدیم، مقدار جامدات محلول و برخی از نسبت های یونی را برای نمونه های سیلاب نشان می دهد. مجموع جامدات محلول (TDS) از ۲۳۱/۲ تا ۳۱۰/۵ میلی گرم در لیتر متغیر است و به طور کلی می توان گفت سیلابهای منطقه از کیفیت مناسبی برخوردار می باشند.

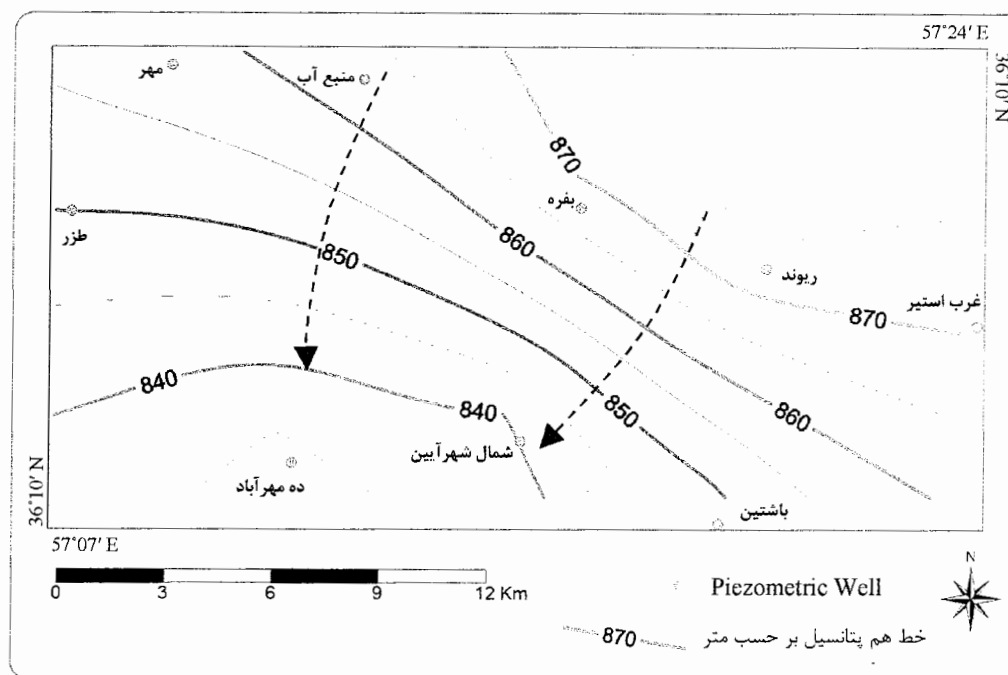
جدول ۴-۶- مقادیر نرخ جذب سدیم، درصد سدیم، مقدار جامدات محلول و برخی از نسبت های یونی در تعدادی از نمونه های سیلاب منطقه مورد مطالعه

شماره نمونه	TDS/EC	TDS	Na/sum Cations	Ca/Mg	Cl/sum Anions	%Na	SAR	Alcalinity
۱۱	۰/۷۴	۳۱۰/۵	۰/۶۲۱	۰/۹۷۰	۰/۲۹۴	۶۲/۶۸	۲/۹۹	۱۳۰
۱۲	۰/۷۲	۲۶۱/۶	۰/۶۸۵	۰/۷۵۸	۰/۳۱۳	۶۹/۶۱	۳/۴۳	۹۸
۱۳	۰/۶۳	۲۳۱/۲	۰/۶۳۹	۰/۸۶۷	۰/۲۹۸	۶۴/۹۱	۲/۶۷	۹۰
۱۴	۰/۷۱	۲۷۸/۵	۰/۶۵۳	۰/۹۱۰	۰/۲۷۴	۶۶/۳۱	۳/۰۷	۱۱۵
۱۵	۰/۷۳	۲۹۴/۷	۰/۶۳۵	۰/۸۴۹	۰/۲۸۹	۶۳/۵۶	۲/۹۹	۱۲۰

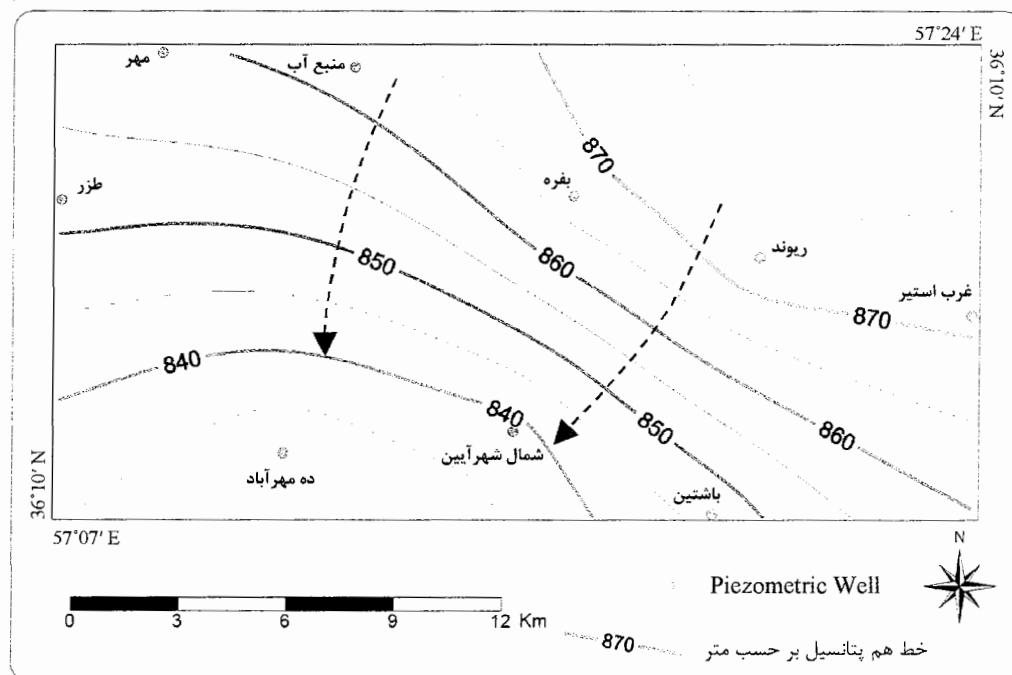
۴-۳- بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیر زمینی منطقه

۴-۳-۱- بررسی نقشه های هم پتانسیل در منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، آمار مربوط به سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۷۳ (سه سال قبل از اجرای پروژه پخش سیلاب بر آبخوان سبزوار) تا اوایل سال ۱۳۸۵ در نه پیزومتر واقع در محدوده مورد مطالعه بررسی شده است. جهت بررسی وضعیت کلی سطح ایستابی در منطقه و روند کلی حرکت آب زیرزمینی، نقشه هم پتانسیل منطقه برای دو سال مختلف ترسیم گردیده است. خطوط هم پتانسیل در این نقشه ها در واقع بیانگر نقاط مختلف با بار هیدرولیکی یکسان در منطقه می باشد. برای تهیه نقشه های هم پتانسیل از مختصات UTM کلیه پیزومترهای منطقه و مقدار مربوط به بار هیدرولیکی (عدد بدست آمده از اختلاف سطح آب زیرزمینی و نقطه نشانه مربوط به هر پیزومتر) در زمان های مورد نظر استفاده شده است و منحنی های هم پتانسیل با استفاده از نرم افزار Surfer8 ترسیم گردید. شکل های ۴-۱ و ۴-۲ نقشه هم پتانسیل منطقه را به ترتیب در فروردین ۱۳۷۶ و فروردین ۱۳۸۰ نشان می دهد.



شکل ۴-۱- نقشه هم پتانسیل منطقه مورد مطالعه در فروردین ۱۳۷۶



شکل ۴-۲- نقشه هم پتانسیل منطقه مورد مطالعه در فروردین ۱۳۸۰

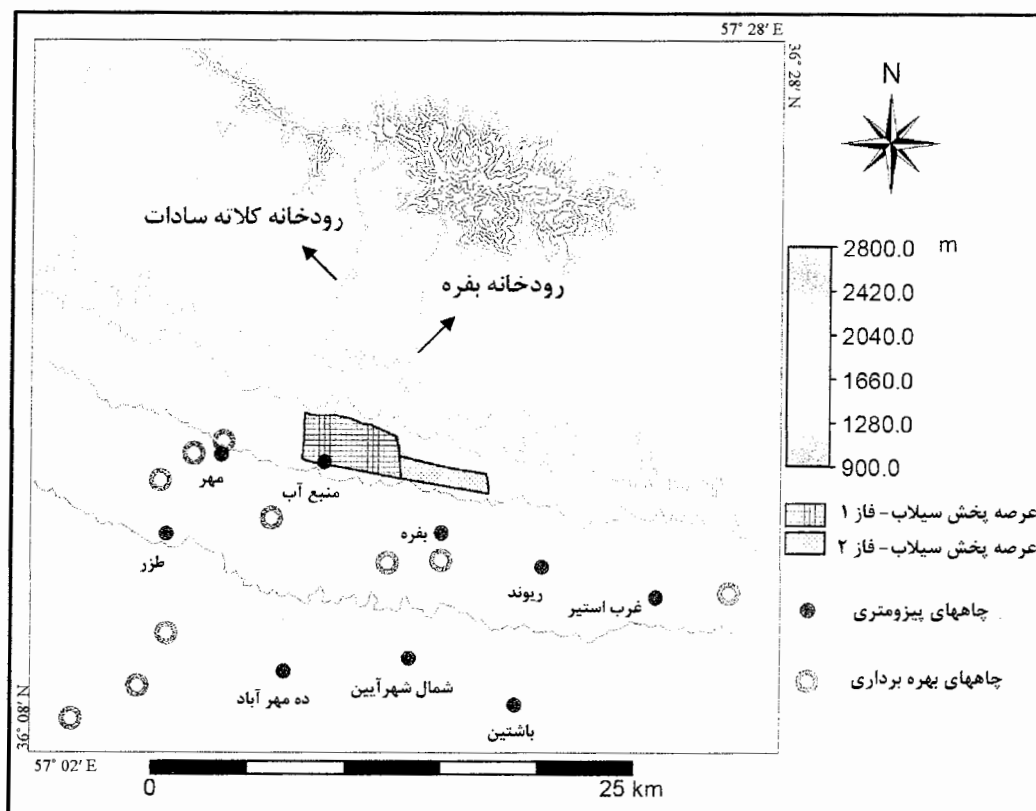
همان طور که در شکل های فوق دیده می شود، جهت کلی حرکت آب زیرزمینی به سمت جنوب و جنوب غرب منطقه می باشد. مقدار بار هیدرولیکی از بالا دست به سمت پایین دست منطقه کاهش پیدا می کند. به طوری که مقدار بار هیدرولیکی در پیزومتر پایین دست منطقه (پیزومتر ده مهر آباد)، که در جنوب غربی منطقه واقع شده، نسبت به پیزومتر بالا دست منطقه (پیزومتر ریوند)، که در شمال شرق منطقه واقع شده، در حدود ۴۳ متر کاهش یافته است. عمق سطح ایستابی همانند با بار هیدرولیکی به سمت پایین دست منطقه یعنی سطح اساس فرسایش کاهش می یابد. مقدار شیب هیدرولیکی کم و بیش یکنواخت است و حدوداً برابر با ۰/۰۵۴ می باشد.

در ادامه همان طور که در بالا نیز گفته شد، جهت بررسی وضعیت کمی آبهای زیرزمینی هیدروگراف مربوط به چاه های پیزومتری منطقه از فروردین ۱۳۷۳ تا اوایل سال ۱۳۸۵، در سالهایی که آمار آن موجود بود، ترسیم گردیده است. موقعیت جغرافیایی، ارتفاع دهانه پیزومترها از سطح دریا و عمق سطح ایستابی در فروردین ۱۳۸۵ برای هر پیزومتر در جدول ۴-۷ آورده شده است.

جدول ۴-۷- موقعیت جغرافیایی و مشخصات پیزومترها

نام پیزومتر	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع دهانه چاه از سطح دریا (متر)	عمق سطح ایستابی در فروردین ۱۳۸۵ (بر حسب متر)
بفره	۳۶°۱۴'۵۳"	۹۶۶/۳	۱۰۰/۱
ریوند	۳۶°۱۳'۵۷"	۹۶۴/۳	۹۲/۳
غرب استیر	۳۶°۱۳'۰۵"	۹۲۶/۲	۵۶/۷
منبع آب	۳۶°۱۶'۵۰"	۱۰۳۷/۲	۱۷۶/۴
طرز	۳۶°۱۴'۵۱"	۹۲۰/۱	۶۹/۲
مهر	۳۶°۱۷'۰۴"	۱۰۰۱/۸	۱۴۳/۷
ده مهر آباد	۳۶°۱۱'۰۲"	۸۶۱/۷	۳۶/۲
شمال شهرآیین	۳۶°۱۱'۲۱"	۸۷۱/۹	۳۷/۳
باشتین	۳۶°۱۰'۰۵"	۸۶۹/۲	۲۵/۳

شکل ۴-۳ وضعیت رودخانه های بفره و کلاته سادات را در بالا دست منطقه مورد مطالعه و نیز موقعیت چاههای پیزومتری و چاههای بهره برداری را نسبت به عرصه پخش سیلاب نشان می دهد.



شکل ۴-۳- موقعیت چاههای پیزومتری و چاههای بهره برداری نسبت به عرصه پخش سیلاب

همان طور که ملاحظه می شود از پیزومتر های موجود در منطقه مورد مطالعه پیزومتر منبع آب در ارتباط مستقیم با تغذیه مصنوعی از طریق شبکه های پخش سیلاب می باشد. البته پیزومتر بفره نیز در حدود ۲/۲ کیلومتری پایین دست فاز دوم پخش سیلاب قرار گرفته است. سایر پیزومتر ها نیز با فواصل مختلف و در جهات مختلف نسب به عرصه های پخش سیلاب واقع شده اند.

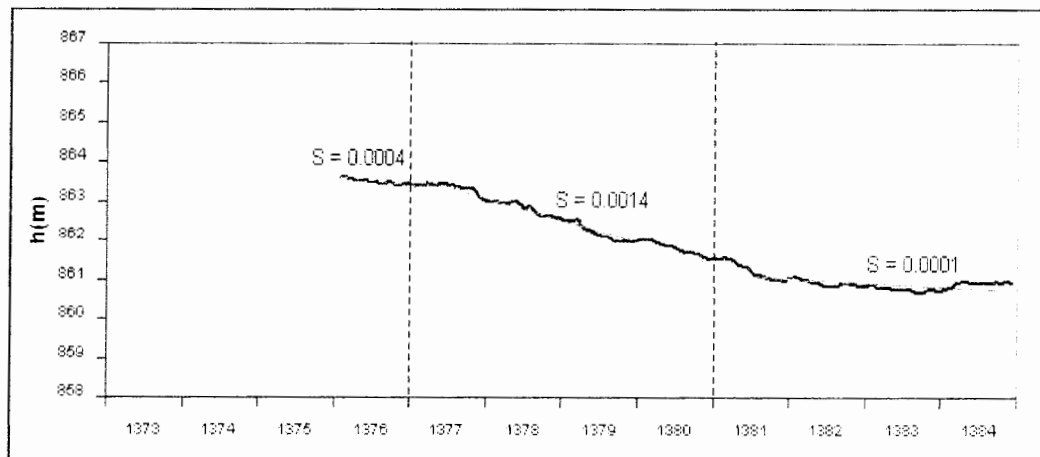
۴-۳-۲- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از هیدروگراف چاهها

جهت مطالعه تغییرات سطح آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در فواصل زمانی قبل و بعد از احداث عرصه های پخش سیلاب، آمار ۱۲ ساله کلیه پیزومترهای منطقه از ابتدای سال ۱۳۷۳، سه سال قبل از احداث عرصه پخش سیلاب کلاته سادات، تا ابتدای سال ۱۳۸۵ در سالهایی که آمار آنها موجود بود تهیه گردید. هیدروگراف هر یک از پیزومترها در ذیل ترسیم گردیده و وضعیت شیب سطح ایستابی در دوره های زمانی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. به این ترتیب که شیب خط هیدروگراف برای دوره های زمانی معین به طور جداگانه با استفاده از نرم افزار Excel 2003 محاسبه گردیده است.

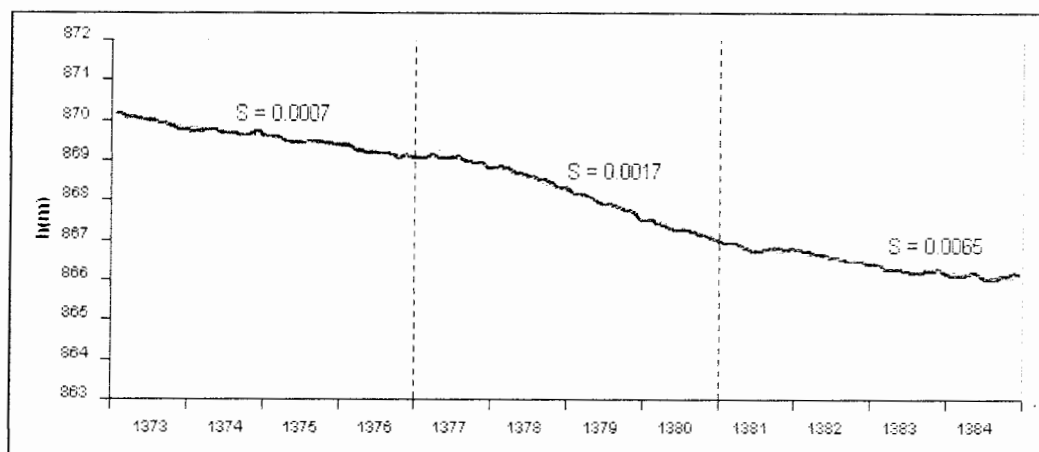
الف- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در پایین دست عرصه پخش سیلاب

همان طور که در شکل ۴-۳ نشان داده شده در پایین دست فاز یک عرصه پخش سیلاب پیزومتر منبع آب وجود دارد، که در واقع در داخل محدوده عرصه واقع شده، و در پایین دست فاز دو عرصه پخش سیلاب پیزومتر بفره با فاصله ۲/۲ کیلومتر واقع شده است.

بررسی هیدروگراف های این دو پیزومتر بیانگر تغییرات قابل توجهی در شیب نمودارها در زمانهای آگیری عرصه های پخش سیلاب می باشد. شکلهای ۴-۴ و ۴-۵ هیدروگراف این دو پیزومتر را نشان می دهد. هیدروگراف پیزومتر منبع آب از فروردین ماه ۱۳۷۶ تا پایان سال ۱۳۸۴ ترسیم شده و هیدروگراف پیزومتر بفره از ابتدای سال ۱۳۷۳ تا پایان سال ۱۳۸۴ ترسیم شده است. لازم به ذکر است که پیزومتر منبع آب در ابتدای سال ۱۳۷۶ حفر گردیده است.



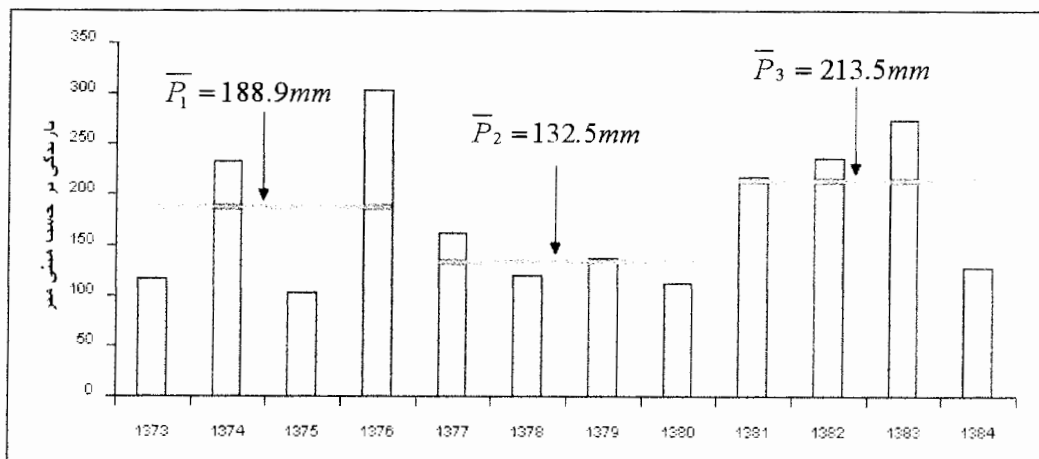
شکل ۴-۴- هیدروگراف پیزومتر منبع آب از فروردین ۱۳۷۶ تا اسفند ۱۳۸۴



شکل ۴-۵- هیدروگراف پیزومتر بفره از فروردین ۱۳۷۳ تا اسفند ۱۳۸۴

با عنایت به شیب مربوط به هیدروگراف پیزومترهای منبع آب، بفره و دیگر پیزومترها و هم چنین وضعیت بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه در فاصله زمانی سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۴، می توان این محدوده زمانی ۱۲ ساله را به سه دوره چهار ساله تقسیم نمود. این محدوده های زمانی شامل سالهای ۱۳۷۶-۱۳۷۳، ۱۳۸۰-۱۳۷۷ و ۱۳۸۴-۱۳۸۱ می باشد.

شکل ۴-۶ هیستوگرام بارندگی سالانه و میانگین بارندگی را در دوره های زمانی ذکر شده نشان می دهد.



شکل ۴-۶- هیستوگرام بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک سبزوار از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۴

با عنایت به شکل ۴-۶ ملاحظه می شود که مقدار متوسط بارندگی در دوره چهار ساله اول (۱۳۷۳-۱۳۷۶) حدود ۱۸۹ میلی متر، در دوره چهار ساله دوم (۱۳۷۷-۱۳۸۰) حدود ۱۳۲/۵ میلی متر و در دوره چهار ساله سوم (۱۳۸۱-۱۳۸۴) حدود ۲۱۳/۵ میلی متر می باشد. به این ترتیب که مقدار میانگین بارندگی در دوره چهار ساله دوم در مقایسه با دوره های چهار ساله قبل و بعد از آن به طور قابل ملاحظه ای کمتر بوده است.

همان طور که گفته شد پیزومتر منبع آب در پایین دست فاز یک عرصه پخش سیلاب واقع شده و سطح آب در این پیزومتر مستقیماً با پخش سیلاب در عرصه کلاته سادات مرتبط می شود. با توجه به شکل ۴-۴ ملاحظه می شود افت سطح ایستابی در محدوده زمانی ۱۳۷۳-۱۳۷۶ که برای این پیزومتر فقط مربوط به سال ۱۳۷۶ می باشد در حدود ۱۸ سانتی متر می باشد. میانگین بارندگی سالانه در این چهار سال در حدود ۱۸۹ میلی متر بوده و میزان بارندگی سالانه سال ۱۳۷۶ در حدود ۳۰۳/۲ میلی متر است که این مقدار با میزان میانگین بارندگی در این دوره اختلاف زیادی دارد. به این ترتیب که در اولین سال آگیری عرصه پخش سیلاب کلاته سادات چیزی در حدود ۱۵/۵ میلیون متر مکعب آب در طی ۷ مورد آگیری استحصال و به آبخوان سبزوار نفوذ داده شده است.

جدول ۴-۸ تعداد و میزان سیلاب های استحصالی توسط عرصه های پخش سیلاب را پس اجرای پروژه نشان می دهد. شکل ۴-۷ آگیری یکی از کانال های عرصه پخش سیلاب کلاته سادات را در فروردین ۱۳۸۵ نشان می دهد.

جدول ۴-۸- زمان، تعداد و میزان سیلاب استحصالی پس از اجرای پروژه پخش سیلاب (فیلده کش ۱۳۸۲، امار و اطلاعات موجود در ایستگاه آبخوانداری سیزوار)

سال	زمان و تعداد وقوع سیلاب	میزان سیلاب استحصالی (میلیون متر مکعب)
۱۳۷۶	بهار و زمستان (۷ مورد)	۱۵/۵
۱۳۷۷	بهار و زمستان (۴ مورد)	۱/۵
۱۳۷۸	زمستان (۴ مورد)	۰/۲۲
۱۳۷۹	زمستان (۴ مورد)	۰/۵
۱۳۸۰	پاییز و زمستان (۳ مورد)	۱/۰۵
۱۳۸۱	بهار، تابستان، پاییز و زمستان (۱۰ مورد)	۷
۱۳۸۲	بهار و زمستان (۶ مورد)	۷
۱۳۸۳	پاییز و زمستان (۶ مورد)	۶
۱۳۸۴	بهار و زمستان (۵ مورد)	-



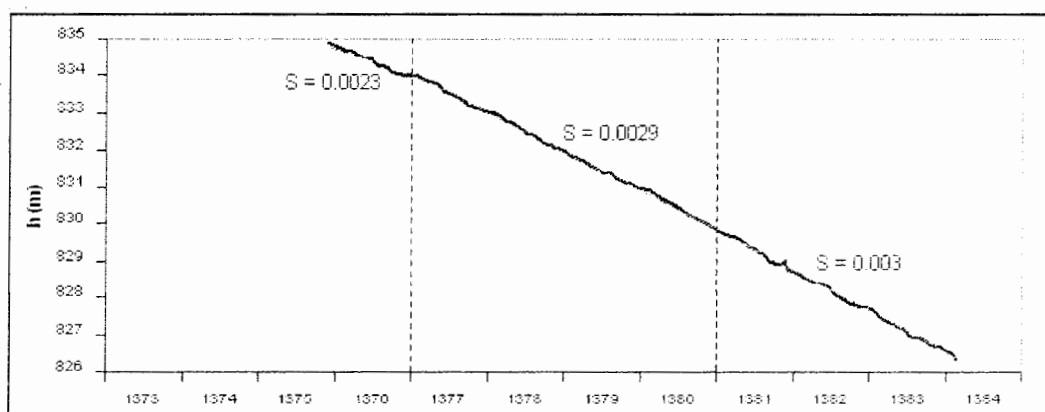
شکل ۴-۷- آبیگری عرصه پخش سیلاب کلاته سادات در فروردین ۱۳۸۵

روند افت تدریجی سال ۱۳۷۶ در پیژومتر منبع آب تا اواسط سال ۱۳۷۷ که هنوز اثر بارندگی زیاد و سیلاب قابل توجه سال پیش باقی است ادامه می یابد. از اواسط سال ۱۳۷۷ تا پایان سال ۱۳۸۰ هیدروگراف منبع آب شیب نسبتاً تندی را در حدود ۰/۰۰۱۴ نشان می دهد که این امر در نتیجه اندک بودن میزان سیلاب استحصالی و افت شدید سطح ایستابی در این سالها می باشد. به طوری که مجموع سیلاب استحصال شده، با توجه به جدول ۴-۸، در این دوره چهار ساله در طی ۱۵ مورد آبیگری عرصه ها تنها در حدود ۳/۲۷ میلیون متر مکعب بوده است. بدیهی است که میزان بسیار کم سیلاب وارد شده به عرصه ها در ارتباط مستقیم با میزان بارندگی سالانه در این سالها است. مقدار میانگین بارندگی سالانه در دوره چهار ساله دوم برابر ۱۳۲/۴۸ میلی متر می باشد و البته تخریب دیواره کانالهای آبرسان و کانالهای پخش در عرصه پخش سیلاب کلاته سادات بعد از سیلاب زیاد استحصالی در اولین سال آبیگری عرصه نیز در پایین بودن مقدار سیلاب استحصال شده در این سالها مؤثر بوده است. افت سطح ایستابی در طی این چهار سال چیزی در حدود ۲ متر بوده است. از اوایل سال ۱۳۸۱ به بعد با توجه به ترمیم دیواره کانالهای آبرسان و کانالهای پخش در عرصه پخش سیلاب کلاته سادات و هم چنین آبیگری قابل توجه عرصه نسبت به سالهای پیش از آن در نتیجه افزایش نزولات جوی در این سال ها، به تدریج شاهد کاهش شیب هیدروگراف و کاهش نرخ افت سطح ایستابی هستیم. به طوری که شیب هیدروگراف در این سالها بسیار کم و برابر ۰/۰۰۰۱ بوده و حداکثر افت سطح ایستابی در طی چهار سال اخیر، از اواسط سال ۱۳۸۱ تا پایان سال ۱۳۸۴، در حدود ۲۵ سانتی متر بوده است. با توجه به شکل ۴-۶، میانگین بارندگی در این چهار سال برابر ۲۱۳/۴۸ میلی متر می باشد. مقدار بارندگی سالانه در سال ۱۳۸۳ برابر ۲۷۳/۲ میلی متر است که بیشترین مقدار بارندگی در این چهار سال بوده و همان طور که در شکل ۴-۴ دیده می شود، تأثیر مثبت آن بر روی هیدروگراف چاه در سال ۱۳۸۴ مشاهده شده است.

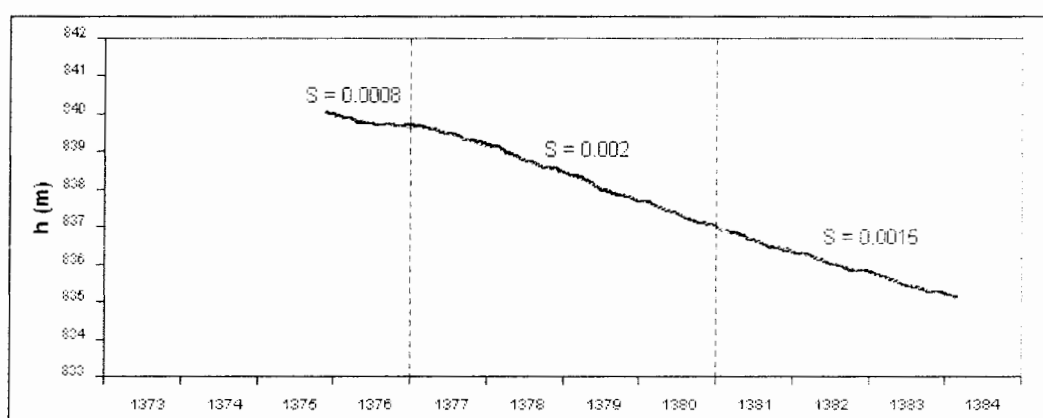
در مورد پیژومتر بفره شیب نمودار در دوره چهار ساله اول برابر ۰/۰۰۰۷ بوده و سطح ایستابی در طی این چهار سال ۱/۰۷ متر افت داشته است. البته همان طور که گفته شد؛ پیژومتر بفره در پایین دست فاز شماره دو عرصه پخش سیلاب و با فاصله ۲/۲ کیلومتری از آن و در مجاورت جاده واقع شده است. فاز شماره دو عرصه پخش سیلاب (عرصه پخش سیلاب بفره) با یک سال تأخیر یعنی در سال ۱۳۷۷ در کنار فاز شماره یک عرصه (عرصه پخش سیلاب کلاته سادات) احداث گردیده است. لذا بارندگی

زیاد سال ۱۳۷۶ تنها از طریق عرصه پخش سیلاب کلاته سادات استحصال شده و با توجه به فاصله پیزومتر بفره از این عرصه تأثیر آن بر روی هیدروگراف چاه با اندکی تأخیر مشاهده شده است. با توجه به شکل ۴-۵ هیدروگراف پیزومتر بفره از سال ۱۳۷۳ ترسیم گردیده است و در سه سال اول، سال های قبل از احداث و بهره برداری از عرصه پخش سیلاب، با وجود بارندگی خوب در سال ۱۳۷۴ شاهد روند طبیعی افت سطح ایستابی در هیدروگراف این پیزومتر هستیم. به طوری که سطح آب در این سه سال نزدیک به یک متر افت داشته است. از اوایل سال ۱۳۷۶ (خرداد ماه) تا پایان سال ۱۳۷۷ با توجه به شروع آبیگری عرصه پخش سیلاب و حجم بالای سیلاب استحصال شده در اولین سال، شیب نمودار در این بازه زمانی بسیار کم شده و افت سطح ایستابی در این دو سال در حدود ۳۷ سانتی متر می باشد. از سال ۱۳۷۸ تا اواسط سال ۱۳۸۱ (مهر ماه) با توجه به حجم پایین سیلاب استحصالی و کاهش نزولات جوی در این سالها و همچنین تخریب دیواره کانالها در اولین آبیگری، نمودار پیزومتر بفره در این ۳/۵ سال شیب بسیار تندی داشته و سطح ایستابی در حدود ۲/۱۲ متر افت داشته است. در تقسیم بندی محدوده های زمانی که قبلاً گفته شده است شیب نمودار بفره در دوره چهار ساله دوم برابر ۰/۰۰۱۷ بوده و سطح ایستابی نیز در این چهار سال ۲/۳۷ متر افت داشته است. از اواسط سال ۱۳۸۱ تا پایان سال ۱۳۸۴ به دلیل آبیگری بیشتر عرصه در نتیجه بالاتر بودن نزولات جوی در این سالها و همچنین ترمیم دیواره کانالها و لایروبی عرصه پخش سیلاب، سطح ایستابی در دوره چهار ساله آخر در حدود ۷۹ سانتی متر افت داشته و شیب نمودار در این مدت بسیار کمتر از دوره قبل و برابر ۰/۰۰۰۶۵ می باشد.

در پایین دست عرصه های پخش سیلاب ولی با فاصله نسبتاً زیاد دو پیزومتر دیگر به نامهای پیزومتر ده مهرآباد و پیزومتر شمال شهرآیین قرار گرفته اند. شکل های ۴-۸ و ۴-۹ به ترتیب هیدروگراف پیزومترهای ده مهرآباد و شمال شهرآیین را در سالهایی که آمار آنها موجود است نشان می دهد. با عنایت به شکل ۴-۸ مشاهده می شود که در پیزومتر ده مهرآباد تقریباً روند افت سطح ایستابی، با وجود اختلاف میزان و شدت بارندگی در سالهای مختلف، تغییر قابل توجهی نداشته و شیب هیدروگراف در این پیزومتر به طور متوسط حدود ۰/۰۰۲۷ می باشد. به این ترتیب که مقادیر افت سالانه پیزومتر ده مهرآباد در سالهای مختلف تقریباً یکسان و در حدود ۱ متر است.



شکل ۴-۸- هیدروگراف پیزومتر ده مهرآباد از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ۱۳۸۴



شکل ۴-۹- هیدروگراف پیزومتر شمال شهرآیین از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ۱۳۸۴

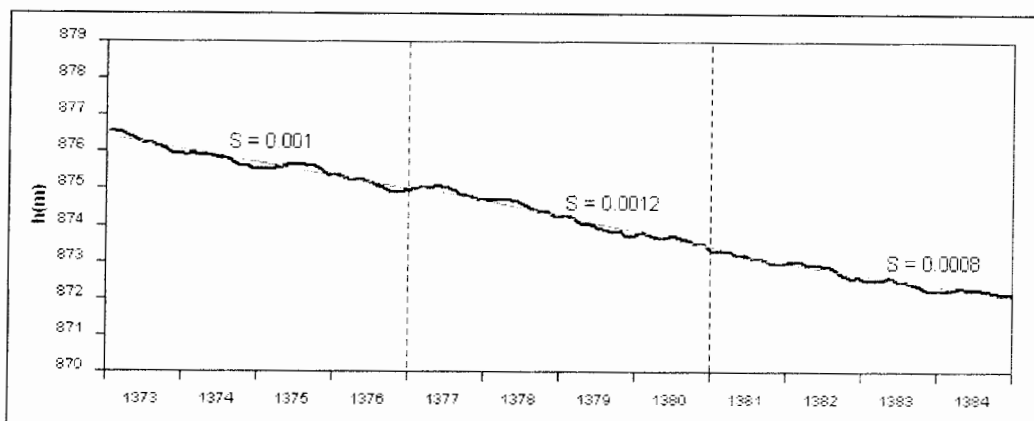
با توجه به موقعیت قرارگیری پیزومترهای ده مهرآباد و پیزومتر شمال شهرآیین ملاحظه می شود که این پیزومترها از محل تغذیه طبیعی که در دامنه ارتفاعات منطقه وجود دارد و نیز از عرصه های پخش سیلاب فاصله زیادی دارند در نتیجه تأثیر بارندگی و نفوذ سالانه متفاوت در طی سال های مختلف در این پیزومترها محسوس نخواهد بود.

در مورد پیزومتر شمال شهرآیین شیب کلی نمودار نسبت به پیزومتر ده مهرآباد کمتر می باشد و همان طور که در بالا گفته شد، با عنایت به فاصله زیاد این پیزومتر از عرصه های پخش سیلاب و منطقه تغذیه که در ارتفاعات منطقه واقع شده است، بارندگی های مختلف و نفوذ سالانه متفاوت در طی سال های مختلف تأثیر چندانی در میزان افت و شیب هیدروگراف این پیزومتر نداشته است. به

این ترتیب که متوسط شیب هیدروگراف در طی دوره چهار ساله دوم و دوره سوم برابر $0/00175$ می باشد. با توجه به هیدروگراف پیزومتر شمال شهرآیین مشاهده می شود که علیرغم اختلاف نسبتاً زیاد بارندگی سالانه در دوره زمانی سوم نسبت به دوره پیش از آن مقدار شیب نمودار در این دوره کاهش اندکی را نشان می دهد و میزان افت سطح ایستابی نیز در این دوره به نسبت زیاد می باشد. به این ترتیب مقدار بارندگی بالا در سال 1376 نمی تواند تنها دلیل کاهش افت سطح ایستابی و شیب پایین نمودار در طی سال 1376 باشد و دلایل دیگری چون قطع و یا کاهش پمپاژ آب از چاههای اطراف این پیزومتر در این مقطع زمانی و یا شروع پمپاژ آب از چاههای اطراف در ابتدای سال 1377 می تواند از دلایل دیگر تغییرات شیب نمودار و میزان افت سطح ایستابی در این پیزومتر باشد.

ب- بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در مناطق مجاور

پیزومتر ریوند در سمت راست منطقه مورد مطالعه و در کنار روستای ریوند واقع شده است. شکل ۴-۱۰ هیدروگراف مربوط به پیزومتر ریوند را از ابتدای سال 1373 تا پایان سال 1384 نشان می دهد.



شکل ۴-۱۰- هیدروگراف پیزومتر ریوند از فروردین 1373 تا اسفند 1384

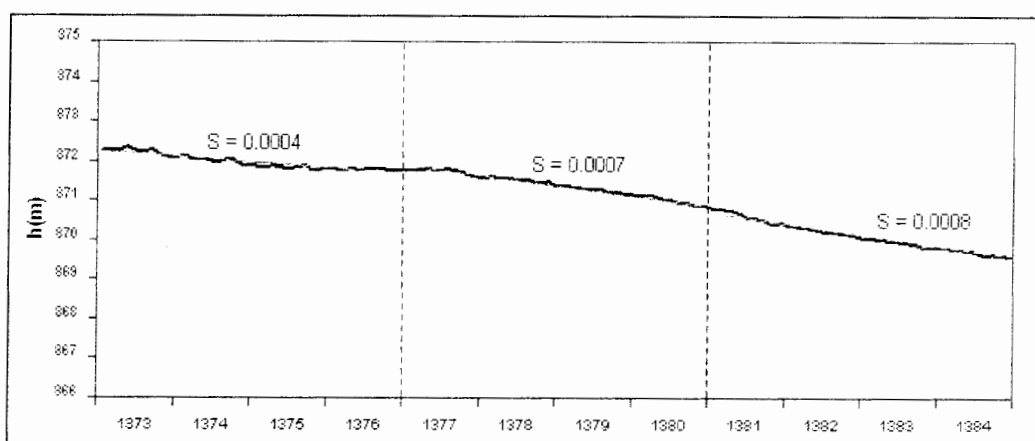
به طور کلی هیدروگراف پیزومتر ریوند روند افت افزایشی را به طور تدریجی و بدون تغییرات عمده در شیب نمودار نشان می دهد، به طوری که در طی 12 سال اخیر، از ابتدای سال 1373 تا پایان سال 1384 ، سطح آب زیرزمینی در حدود $4/5$ متر افت داشته است. به این ترتیب که شیب متوسط

هیدروگراف در طی این سال ها برابر ۰/۰۰۱ می باشد. پیژومتر ریوند تقریباً در بستر رودخانه ریوند واقع شده و به طور طبیعی از طریق بستر رودخانه تغذیه می شود که مقدار این تغذیه در سالهای پر باران و فصول پر آبی از جمله زمستان و بهار بیشتر می باشد. این مسئله باعث شده هیدروگراف پیژومتر در این سال ها و در فصول پر باران حالت پلکانی داشته باشد. از ابتدای سال ۱۳۷۳ تا اواخر سال ۱۳۷۴ شیب نمودار نسبتاً زیاد و افت سطح ایستابی در این دو سال بیش از یک متر می باشد، ولی در طی این دو سال نیز بر طبق آنچه که گفته شد شاهد تغییرات جزئی در میزان شیب هیدروگراف پیژومتر مذکور هستیم به این ترتیب که در زمستان سال ۱۳۷۳ و بهار سال ۱۳۷۴ اندکی روند این افت کاهش یافته که به دلیل افزایش نزولات جوی در این سال ها می باشد. دوباره در تابستان ۱۳۷۴ روند افت افزایش می یابد و نیز در اواخر سال ۱۳۷۴ تا اوسط سال ۱۳۷۵ دوباره شاهد کاهش روند افت به دلیل افزایش نزولات جوی هستیم. ولی در اواخر سال ۱۳۷۵ تا اواخر سال ۱۳۷۶ روند افت افزایش یافته و شیب هیدروگراف در این مدت تند گردیده است و افت سطح ایستابی در مدت این یک سال تقریباً ۷۵ میلی متر می باشد، که می تواند به دلیل کاهش نسبی نزولات جوی در سال ۱۳۷۵ و افزایش بهره برداری از آب های زیرزمینی در منطقه باشد. از اواخر سال ۱۳۷۶ تا اوسط سال ۱۳۷۸ روند افت کاهش یافته و افت سطح ایستابی در مدت یکسال و هشت ماه در حدود ۲۴ میلی متر می باشد، که می تواند عمدتاً به دلیل افزایش بارندگی در سال ۱۳۷۶ و تغذیه طبیعی سفره آب زیرزمینی از طریق سیلابهای رودخانه ریوند باشد. از اوسط سال ۱۳۷۸ تا اواخر سال ۱۳۸۳ روند افت به صورت افزایشی همچنان ادامه داشته و از اواخر سال ۱۳۸۳ تا فروردین ۱۳۸۵ این روند افت اندکی کاهش یافته است.

به طور کلی بدون در نظر گرفتن تغییرات جزئی شیب هیدروگراف در فصول پر باران و کم باران می توان گفت در دوره زمانی اول، ابتدای سال ۱۳۷۳ تا پایان سال ۱۳۷۶، شیب هیدروگراف ریوند برابر ۰/۰۰۱ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره برابر ۱/۵ متر می باشد. در دوره زمانی دوم، ابتدای سال ۱۳۷۷ تا پایان سال ۱۳۸۰، شیب هیدروگراف برابر ۰/۰۰۱۲ بوده که تغییر چندانی را نسبت به دوره اول نشان نمی دهد و افت سطح ایستابی در این دوره نیز همانند دوره قبل در حدود ۱/۵ متر می باشد. علیرغم اینکه متوسط بارندگی سالانه در دوره چهار ساله اول در حدود ۱۸۹ میلی متر و در دوره چهار ساله دوم برابر ۱۳۳/۵ میلی متر می باشد مشاهده می شود که این اختلاف در میزان

بارندگی تأثیر اندکی را در شیب هیدروگراف نشان می دهد. در دوره زمانی سوم، ابتدای سال ۱۳۸۱ تا پایان سال ۱۳۸۴، متوسط بارندگی سالانه برابر ۲۱۳/۵ میلی متر و شیب هیدروگراف برابر ۰/۰۰۰۸ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره به میزان ۱/۳ متر می باشد. با توجه به بیشترین میزان بارندگی در طی این سال ها شیب هیدروگراف کاهش یافته و اندکی کاهش در میزان افت نسبت به سالهای گذشته مشاهده می شود.

پیزومتر غرب استیر در سمت راست پیزومتر ریوند و در غرب روستای استیر واقع شده است. شکل ۴-۱۱ هیدروگراف این پیزومتر را از ابتدای سال ۱۳۷۳ تا پایان سال ۱۳۸۴ نشان می دهد.

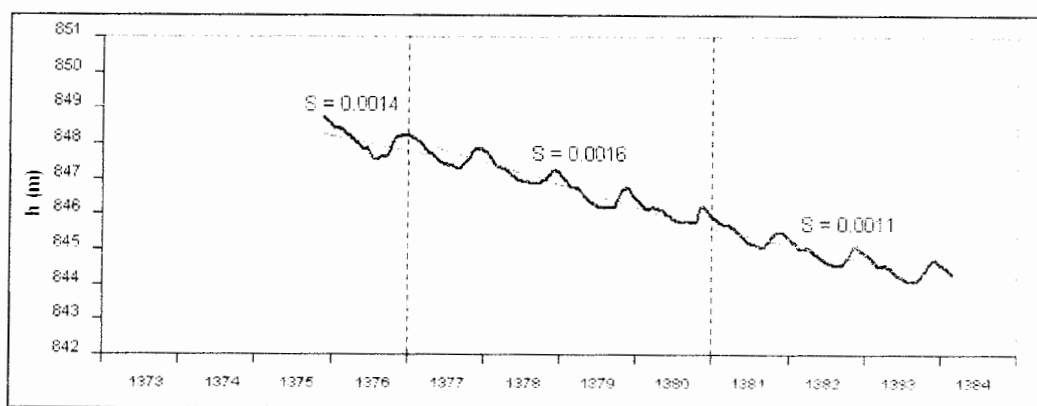


شکل ۴-۱۱- هیدروگراف پیزومتر غرب استیر از فروردین ۱۳۷۳ تا اسفند ۱۳۸۴

در اطراف پیزومتر غرب استیر چندین رودخانه فصلی و آبراهه کوتاه واقع شده که تغذیه طبیعی از طریق این آبراهه ها می تواند در کاهش و افزایش سطح ایستابی در این پیزومتر مؤثر باشد. در این پیزومتر بدون در نظر گرفتن تغییرات اندک فصلی از سال ۱۳۷۳ تا اواخر سال ۱۳۷۵ روند افزایشی افت به صورت تدریجی ادامه یافته است. به طوریکه در مدت دو سال و نه ماه سطح ایستابی در حدود ۰/۵ متر افت داشته است. از اواخر سال ۱۳۷۵ تا اواخر سال ۱۳۷۷ روند افت به شدت کاهش یافته و شیب نمودار در این زمان به صفر نزدیک شده است. به طوریکه سطح ایستابی در مدت این دو سال تنها ۲ سانتی متر افت داشته است. که مهمترین دلیل این کاهش شدید افت در نتیجه بارش بالای باران در سال ۱۳۷۶ و سیلابهای متعدد در این سال و تغذیه طبیعی سفره از طریق بستر

رودخانه های فصلی در اطراف این پیزومتر می باشد. به این ترتیب در دوره زمانی چهار ساله اول شیب هیدروگراف برابر $0/0004$ و افت سطح ایستابی در این دوره در حدود $0/5$ متر می باشد. از اواخر سال ۱۳۷۷ تا پایان سال ۱۳۸۴ شیب نمودار همواره روند افت افزایشی را حفظ کرده، شیب نمودار در این مدت نسبتاً زیاد بوده و سطح ایستابی در مدت این هفت سال $2/16$ متر افت داشته است. به طوری که در دوره زمانی چهار ساله دوم میزان شیب نمودار برابر $0/0007$ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره در حدود ۱ متر می باشد و در دوره زمانی چهار ساله سوم شیب نمودار برابر $0/0008$ بوده و افت سطح ایستابی در این مدت برابر $1/2$ متر می باشد.

پیزومتر دیگری که در پایین دست پیزومتر ریوند و در سمت راست منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است، پیزومتر باشتین می باشد. شکل ۴-۱۲ هیدروگراف پیزومتر باشتین را از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ نشان می دهد.

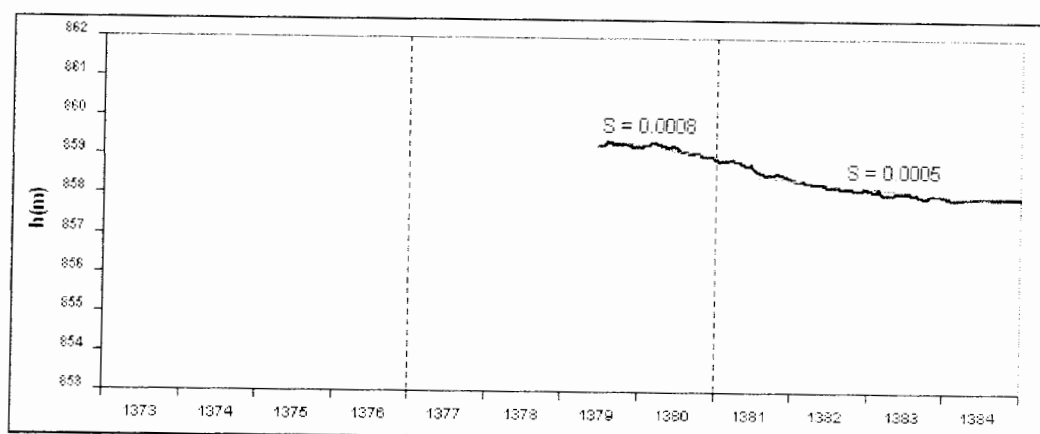


شکل ۴-۱۲- هیدروگراف پیزومتر باشتین از بهمن ماه ۱۳۷۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۴

همان طور که در شکل دیده می شود هیدروگراف این پیزومتر حالت پلکانی داشته و سطح ایستابی در این پیزومتر به طور مرتب افزایش و کاهش نشان می دهد. مهمترین دلیل رخ دادن چنین حالتی تغذیه و تخلیه متناوب سفره آب زیرزمینی در این منطقه می باشد ولی تغذیه و تخلیه متناوب خود می تواند دلایل مختلفی داشته باشد. برای مثال، یکی از دلایل مهم چنین نوساناتی، تخلیه طبیعی یا مصنوعی و تغذیه طبیعی سفره آب زیرزمینی در طی یک سال می باشد که منجر به افزایش سطح آب در بخشی از سال و کاهش آن در بخش دیگری از سال است.

به طور کلی در پیزومتر باشتین در دوره زمانی اول، بهمن ماه ۱۳۷۵ تا پایان سال ۱۳۷۶، میزان متوسط شیب هیدروگراف برابر $0/0014$ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره در حدود $0/5$ متر می باشد. در دوره زمانی چهار ساله دوم مقدار متوسط شیب هیدروگراف برابر $0/0016$ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره برابر $2/17$ متر است. در دوره زمانی سوم مقدار متوسط شیب هیدروگراف باشتین برابر $0/0011$ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره در حدود $1/5$ متر می باشد.

پیزومتر مهر در سمت چپ منطقه مورد مطالعه و در مجاورت روستای مهر واقع شده است. شکل ۱۳-۴ هیدروگراف پیزومتر مهر را نشان می دهد. پیزومتر مهر به دلیل ریزش چاه و افقی نبودن سطح آب از سال ۱۳۷۳ تا شهریور ۱۳۷۹ فاقد آمار صحیح از سطح آب زیرزمینی است لذا هیدروگراف آن از شهریور ۱۳۷۹، پس از مرمت چاه، تا فروردین ۱۳۸۵ ترسیم گردیده است.

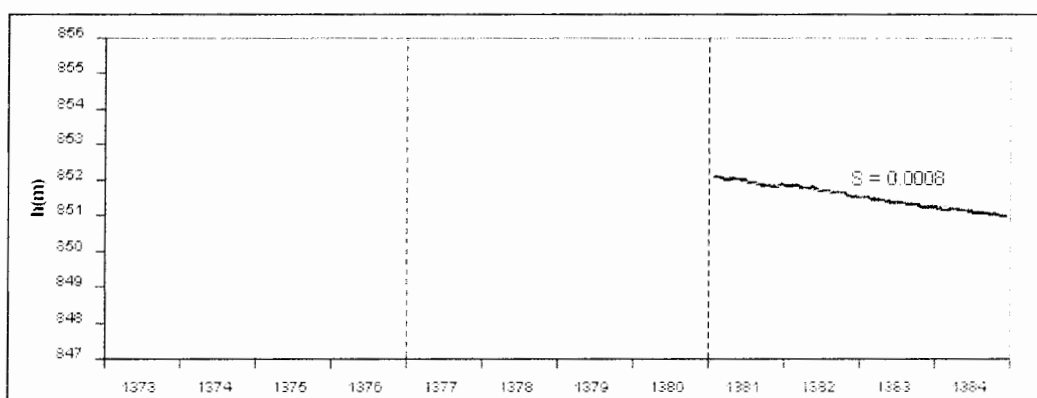


شکل ۱۳-۴- هیدروگراف پیزومتر مهر از شهریور ۱۳۷۹ تا اسفند ۱۳۸۴

در خصوص پیزومتر مهر، به نظر می رسد که این پیزومتر همانند پیزومترهای منبع آب و بفره در سالهای اخیر افت ناچیزی را نشان داده است. مهم ترین عامل قابل ذکر، برای افت ناچیز این پیزومتر در سالهای اخیر، قرارگیری این پیزومتر در بستر رودخانه کلاته سادات است. در سالهای اخیر میانگین بارندگی سالانه نسبت به سالهای پیش از آن نسبتاً خوب بوده و این مورد باعث تغذیه طبیعی سفره آب زیرزمینی از طریق بستر رودخانه گردیده است. به این ترتیب که سطح ایستابی در مدت $3/5$ سال یعنی از نیمه دوم سال ۱۳۸۱ تا پایان سال ۱۳۸۴ تنها 70 میلی متر افت داشته است. بر اساس آمار موجود از پیزومتر مهر، به طور کلی از شهریور ۱۳۷۹ تا پایان سال ۱۳۸۰ شیب نمودار برابر $0/0008$

بوده و سطح ایستابی در مدت ۱/۵ سال ۳۰ سانتی متر افت داشته است. در محدوده زمانی چهار ساله سوم مقدار شیب نمودار برابر ۰/۰۰۵ بوده و افت سطح ایستابی در این دوره چهار ساله کمتر از یک متر می باشد.

پیزومتر طزر در پایین دست و سمت چپ پیزومتر مهر و در مجاورت روستای طزر واقع شده است. شکل ۴-۱۴ هیدروگراف پیزومتر طزر را نشان می دهد. پیزومتر طزر در سال ۱۳۷۶ حفر گردیده ولی به دلیل تغییر نقطه نشانه در سال ۱۳۸۱ و ناصحیح بودن آمار سطح آب قبل از تغییر نقطه نشانه، هیدروگراف این پیزومتر از فروردین ۱۳۸۱ به بعد ترسیم گردیده است.



شکل ۴-۱۴- هیدروگراف پیزومتر طزر از فروردین ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۴

در مورد پیزومتر طزر، که تغذیه طبیعی سفره آب زیرزمینی به صورتی که در مورد پیزومتر مهر گفته شد در مورد این پیزومتر وجود ندارد، روند افزایش تدریجی افت در آن ادامه یافته است. به طوری که سطح آب زیرزمینی در این پیزومتر در مدت چهار سال اخیر ۱/۱۲ متر افت داشته و شیب نمودار نیز در این دوره برابر ۰/۰۰۰۸ می باشد.

جدول ۴-۹ شیب هیدروگراف پیزومترهای مختلف منطقه مورد مطالعه را برای سه دوره زمانی تعیین شده نشان می دهد.

به منظور ارزیابی نرخ افت سطح ایستابی در پیزومترهای مختلف مورد مطالعه و بررسی تغییرات نرخ افت برای دو دوره زمانی (۱۳۸۰-۱۳۷۷ و ۱۳۸۴-۱۳۸۱)، نسبت شیب هیدروگراف (نرخ افت سطح ایستابی) برای دوره های چهار ساله دوم و سوم محاسبه شده است و در جدول ۴-۹ ارائه شده است.

هم چنین نمودار میله ای نسبت کاهش شیب هیدروگراف پیزومترهای مورد مطالعه در دوره چهار ساله سوم به دوره چهار ساله دوم در شکل ۴-۱۵ نمایش داده شده است.

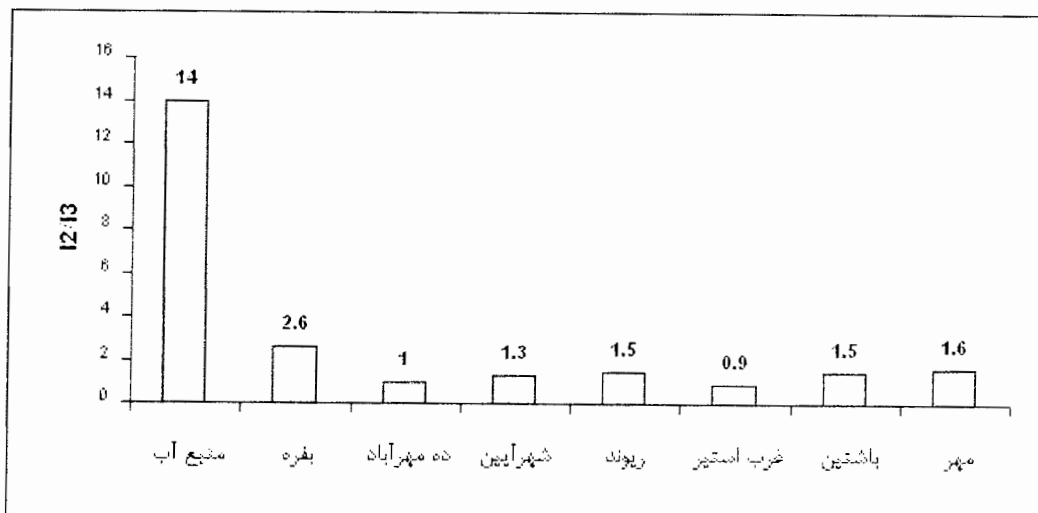
جدول ۴-۹- شیب هیدروگراف مربوط به پیزومترهای مختلف مورد مطالعه

نام پیزومتر	دوره اول (۱۳۷۳-۱۳۷۶)	دوره دوم (۱۳۷۷-۱۳۸۰)	دوره سوم (۱۳۸۱-۱۳۸۴)	شیب دوره دوم شیب دوره سوم
منبع آب	* ۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۱۴
بفره	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۶۵	۲/۶
ده مهرآباد	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۳۰	۱/۰
شمال شهرآیین	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۵	۱/۳
ریوند	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۸	۱/۵
غرب استیر	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۸	۰/۹
باشتین	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۱	۱/۵
مهر	-	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۵	۱/۶
طزر	-	-	۰/۰۰۰۸	-

* با توجه به این که آمار پیزومتر منبع آب از سال ۱۳۷۶ موجود است، این شیب فقط مربوط به یکسال است که در این سال مقدار بارندگی نیز نسبتاً بالا بوده است و اگر آمار سال های قبل موجود بود به احتمال قوی شیب هیدروگراف به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از ۰/۰۰۰۴ بدست می آمد.

با عنایت به جدول ۴-۹ و شکل ۴-۱۵ ملاحظه می شود که تنها پیزومتر منبع آب به طور قابل توجهی تحت تأثیر عملیات پخش سیلاب واقع شده است. به این ترتیب که در دوره چهار ساله سوم (۱۳۸۱-۱۳۸۴)، که حجم قابل توجهی سیلاب وارد عرصه پخش سیلاب شده است، نسبت به دوره چهار ساله دوم (۱۳۷۷-۱۳۸۰) هیدروگراف حدود ۱۴ برابر کاهش پیدا کرده است. در پیزومتر بفره، که در فاصله حدود ۲ کیلومتری پایین دست فاز دوم عرصه پخش سیلاب واقع شده ، شیب هیدروگراف دوره چهار ساله سوم نسبت به دوره چهار ساله دوم حدود ۲/۶ برابر کمتر شده

است. البته در مورد پیژومتر بفره، وجود یک چاه بهره برداری که در مجاورت آن واقع شده می تواند اثر پخش سیلاب در کاهش نرخ افت سطح ایستابی را کمرنگ کرده باشد.



شکل ۴-۱۵- نرخ کاهش شیب هیدروگراف پیژومترهای مورد مطالعه در دوره چهار ساله دوم نسبت به دوره چهار ساله سوم (I_2/I_3)

۴-۴- بررسی اثرات تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب زیر زمینی منطقه

جهت بررسی کیفیت شیمیایی آبهای زیرزمینی منطقه ۱۰ نمونه آب از چاههای کشاورزی منطقه با توزیع مناسب در خرداد ماه ۱۳۸۵ تهیه و مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته آنها در محل نمونه برداری اندازه گیری شد. هم چنین کاتیونها و آنیونهای اصلی برای کلیه نمونه ها در آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان سمنان اندازه گیری شده است. علاوه بر این، جهت بررسی وضعیت کیفیت سیلابهای منطقه که جهت تغذیه مصنوعی آبخوان از آنها استفاده می گردد، پنج نمونه سیلاب از رودخانه های کلاته سادات و بفره جمع آوری و مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته آنها اندازه گیری شده و اندازه گیری کاتیونها و آنیونهای اصلی برای کلیه نمونه های سیلاب نیز در آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان سمنان انجام شده است. لازم به ذکر است که نمونه های سیلاب مربوط به بهمن ماه ۱۳۸۴ و فروردین ماه ۱۳۸۵ می باشند. با استفاده از نتایج حاصله از آنالیز کیفی نمونه های آب

زیرزمینی، روند تغییرات هدایت هیدرولیکی، تیپ آب و برخی از نسبت های یونی ابهای زیرزمینی منطقه مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۴-۱- بررسی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

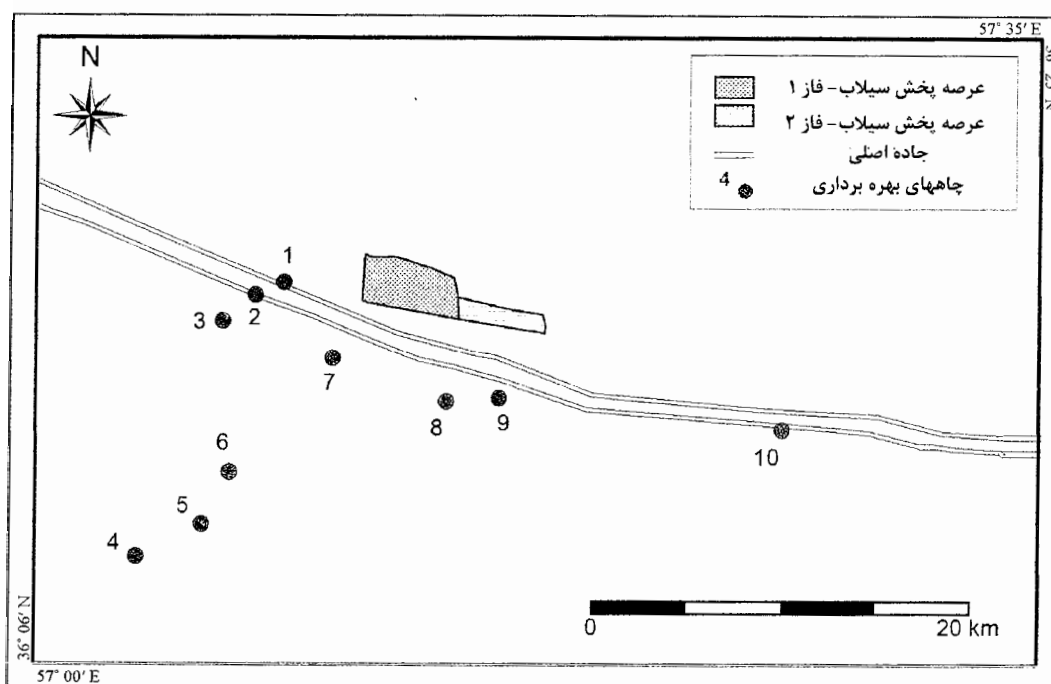
جهت بررسی کیفیت شیمیایی آبهای زیرزمینی منطقه ۱۰ نمونه آب از چاههای کشاورزی منطقه با توزیع مناسب در خرداد ماه ۱۳۸۵ تهیه و مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیت و کاتیونها و آنیونهای اصلی برای کلیه نمونه ها اندازه گیری شده است. نتایج مربوط به آنالیز کیفی آب زیرزمینی مربوط به چاههای بهره برداری منطقه در جدول ۴-۱۰ ارائه گردیده است.

جدول ۴-۱۰- مقادیر هدایت الکتریکی، اسیدیت، آنیونها و کاتیونهای اصلی (بر حسب میلی اکی والان بر لیتر) در چاههای منطقه

شماره نمونه	K	Na	Mg	Ca	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	EC Micromhos/cm	pH
۱	۰/۰۰۰	۲/۶۱۰	۲/۸۶۳	۰/۹۸۸	۰/۲۰۶	۲/۲۰۷	۱/۹۷۴	۲/۷۰۴	۵۶۹	۸/۳
۲	۰/۰۳۸	۴/۱۷۶	۳/۲۰۸	۱/۱۸۸	۰/۲۱۱	۳/۰۴۰	۲/۷۰۸	۳/۱۱۴	۷۹۲	۸/۳
۳	۰/۰۵۹	۴/۰۸۹	۳/۱۲۶	۱/۲۲۳	۰/۱۷۱	۳/۰۸۱	۲/۵۹۵	۲/۸۱۹	۷۳۷	۸/۳۳
۴	۰/۰۹۵	۴۲/۶۲۵	۴/۴۴۲	۲/۰۹۶	۰/۱۹۷	۶/۳۴۶	۳۴/۶۹۴	۳/۹۳۳	۵۲۲۰	۷/۶۳
۵	۰/۰۵۴	۲۵/۶۶۲	۳/۶۲۰	۱/۷۹۶	۰/۲۱۹	۵/۲۰۵	۲۰/۰۲۷	۳/۶۸۸	۳۵۶۰	۷/۶۵
۶	۰/۰۴۶	۱۷/۱۸۱	۲/۸۷۹	۱/۶۹۷	۰/۱۹۰	۳/۹۱۴	۱۳/۱۱۶	۳/۸۰۲	۲۵۶۰	۸/۱۷
۷	۰/۰۳۱	۴/۱۷۶	۲/۶۳۲	۱/۱۹۸	۰/۲۱۳	۲/۹۹۸	۲/۷۰۸	۲/۳۷۶	۷۳۷	۸/۳۸
۸	۰/۰۲۸	۱۰/۰۰۴	۱/۹۷۴	۱/۰۹۸	۰/۲۳۹	۳/۸۵۲	۷/۱۹۳	۲/۶۲۲	۱۱۶۶	۸/۵۱
۹	۰/۰۶۱	۱۲/۶۱۴	۲/۳۸۶	۱/۳۴۷	۰/۲۱۱	۳/۹۵۶	۱۰/۰۱۳	۳/۱۹۶	۱۹۹۰	۸/۸۶
۱۰	۰/۰۶۹	۳۵/۶۶۶	۳/۶۲۰	۱/۷۴۷	۰/۱۹۰	۶/۶۶۳	۲۷/۹۲۴	۳/۷۷۰	۴۸۴۰	۸/۴

با عنایت به نتایج حاصل از جدول ۴-۱۰ ملاحظه می شود که مقدار هدایت الکتریکی در چاههای منطقه از ۵۶۹ تا ۵۲۲۰ میکروموس بر سانتی متر متغیر می باشد. هم چنین ملاحظه می شود که در خصوص آنیونها و کاتیونها، کلر و سدیم بیشترین تغییرات را شامل می شوند. به این ترتیب که مقدار کلر از ۱/۹۷ تا ۳۴/۶۹ میلی اکی والان بر لیتر و مقدار سدیم از ۲/۶۱ تا ۴۲/۶۳ میلی اکی والان بر لیتر متغیر است.

موقعیت جغرافیایی چاه های بهره برداری منطقه، که نمونه برداری از آنها صورت گرفته است، بر اساس شماره نمونه ها در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است.

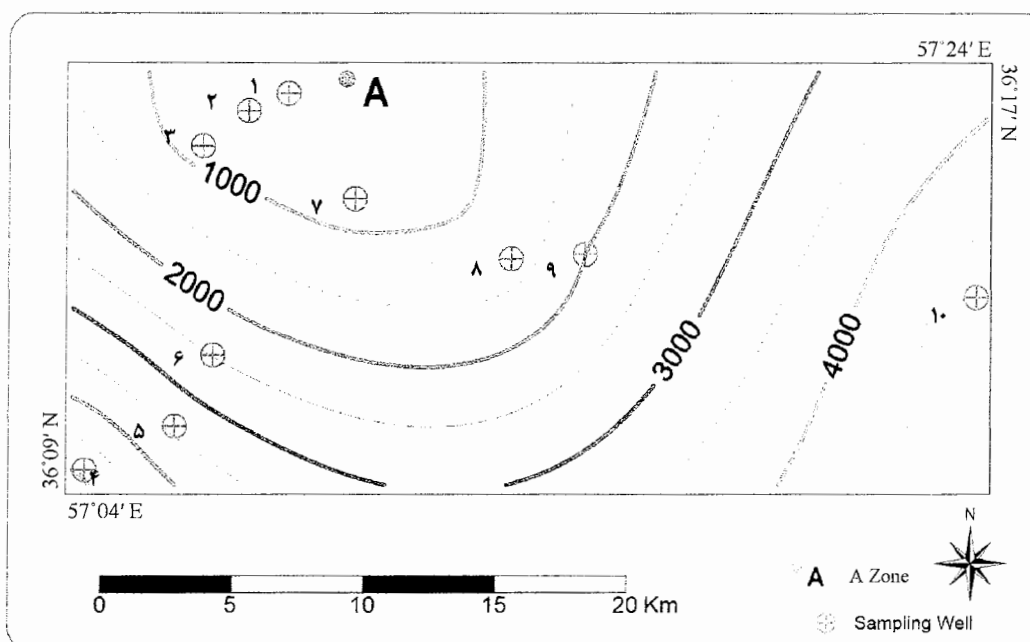


شکل ۴-۱۶- موقعیت جغرافیایی چاههای بهره برداری منطقه نسبت به عرصه پخش سیلاب

با توجه به شکل ۴-۱۶ و جدول ۴-۱۰ مشاهده می شود که در بالادست منطقه مورد مطالعه یعنی نمونه های شماره ۱، ۲، ۳ و ۷ مقدار هدایت الکتریکی نمونه ها نسبت به نمونه هایی که در پایین دست منطقه واقع شده اند پایین می باشد و هر چه به سمت پایین دست منطقه مورد مطالعه نزدیک می شویم بر مقدار هدایت الکتریکی نمونه ها افزوده می شود. البته وجود نمونه ۱۰ که در پایین دست

منطقه واقع نشده است و با هدایت الکتریکی بسیار بالا نشانگر یک رژیم جریانی با کیفیت بد از سمت شمال شرق منطقه می باشد.

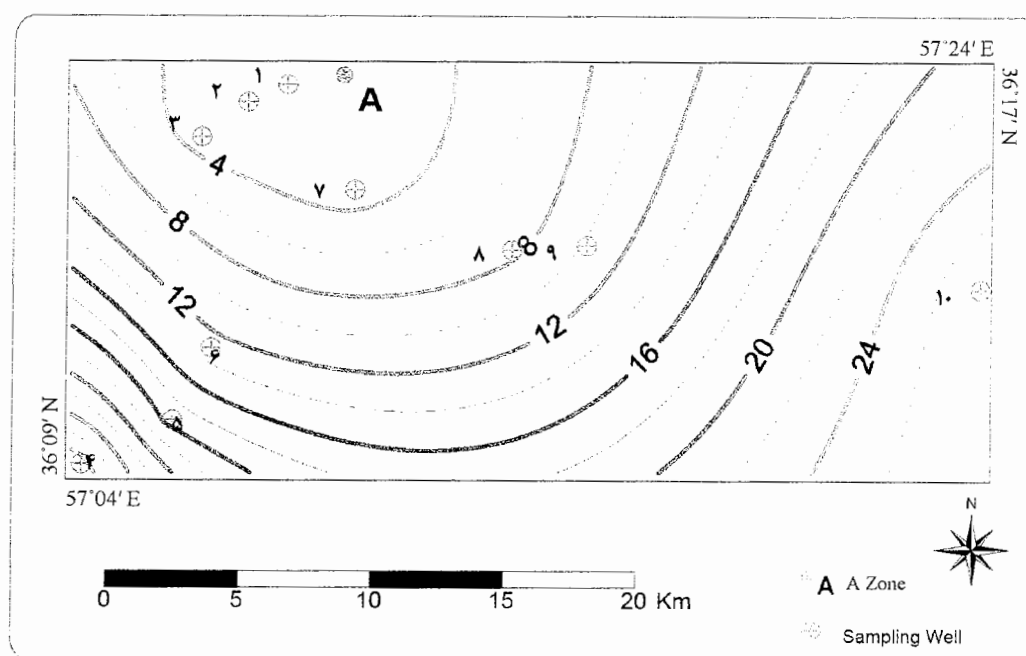
شکل ۴-۱۷ نقشه هدایت الکتریکی را در محدوده چاههای نمونه برداری منطقه نشان می دهد. با توجه به شکل ۴-۱۷ ملاحظه می شود که هدایت الکتریکی آب در محدوده منطقه (A) حداقل است و از این منطقه به سمت جنوب و جنوب غرب و نیز به سمت شرق و جنوب شرق مقدار هدایت الکتریکی افزایش پیدا می کند. علت افزایش هدایت الکتریکی از منطقه (A) به سمت جنوب و جنوب غرب، افزایش زمان ماندگاری و انحلال بیشتر املاح در آب زیرزمینی می باشد و علت افزایش هدایت الکتریکی به سمت شرق و جنوب شرق، تحت تأثیر عوامل زمین شناسی و وجود جریانات آب زیرزمینی با کیفیت نامناسب از بالادست آن منطقه می باشد.



شکل ۴-۱۷- نقشه هدایت الکتریکی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

با توجه به جدول ۴-۱۰ به طور کلی می توان گفت روند تغییرات آنیونها و کاتیونهاى مختلف نیز در مجموع مشابه روند تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه است. به طوری که در مورد کلیه عناصر از بالا دست منطقه، جایی که عرصه های پخش سیلاب واقع شده اند یا در بالادست منطقه (A)، به سمت

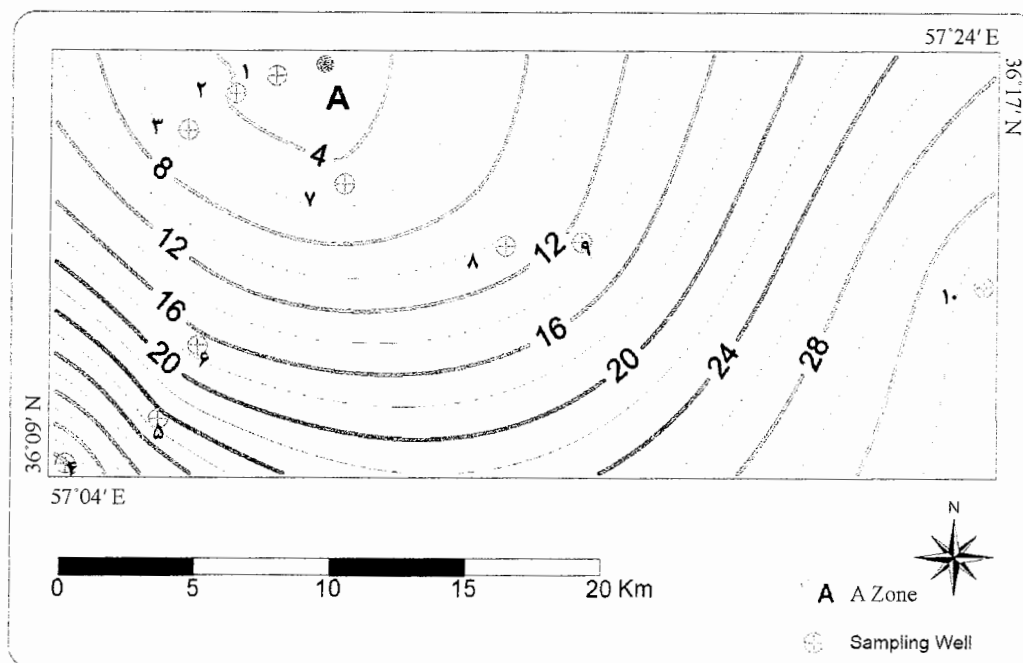
پایین دست منطقه مورد مطالعه به طور چشمگیری مقدار آنها افزایش می یابد. به این ترتیب روند تغییرات برخی از یونها در ذیل مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۴-۱۸ روند تغییرات یون کلسیم را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. همان طور که گفته شد روند تغییرات این یون نیز مشابه روند تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه می باشد.



شکل ۴-۱۸- نقشه روند تغییرات آنیون کلسیم آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

با توجه به شکل ۴-۱۸ میزان یون کلسیم در منطقه (A) حداقل بوده و با دور شدن از منطقه (A) به سمت جنوب و جنوب غربی منطقه و نیز به سمت شرق و جنوب شرقی منطقه بر میزان یون کلسیم در آبهای زیرزمینی منطقه افزوده می گردد. به طوری که مقدار یون کلسیم در نمونه های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ بین ۲ تا ۳ میلی اکی والان بر لیتر بوده که این میزان به سمت جنوب غرب منطقه به مقداری در حدود ۳۵ میلی اکی والان بر لیتر و در جنوب شرق منطقه به مقداری در حدود ۲۸ میلی اکی والان بر لیتر رسیده است.

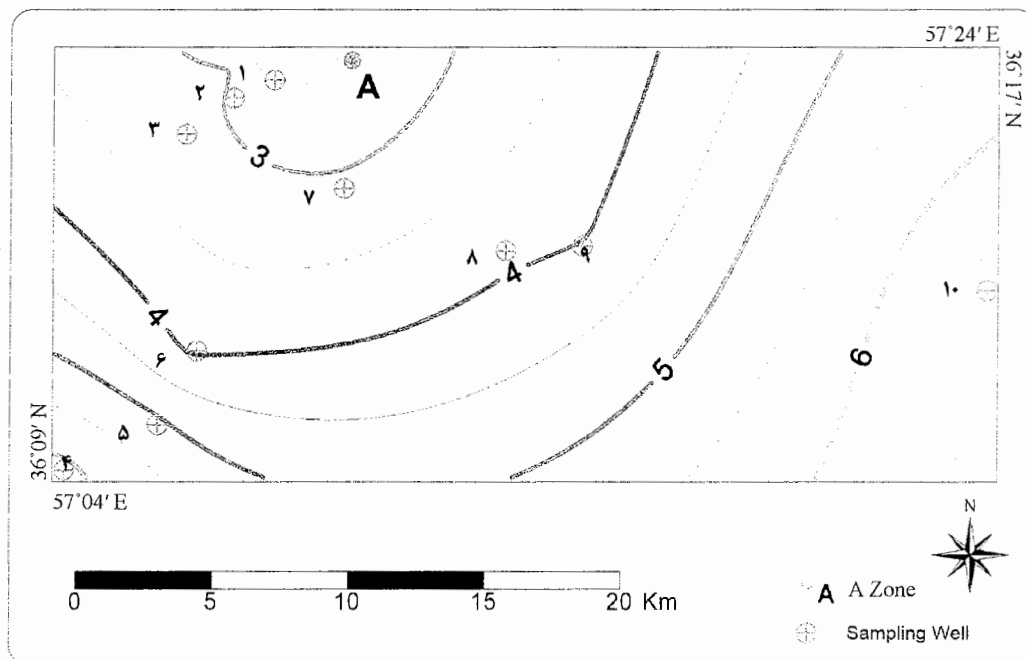
شکل ۴-۱۹ روند تغییرات یون سدیم را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. با توجه به شکل مشاهده می شود که روند تغییرات یون سدیم در منطقه نیز تقریباً مشابه روند تغییرات یون کلر و هدایت الکتریکی در منطقه می باشد.



شکل ۴-۱۹- نقشه روند تغییرات کاتیون سدیم آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

با عنایت به شکل ۴-۱۹ ملاحظه می شود که در منطقه (A) میزان یون سدیم حداقل در حدود ۲/۵ میلی اکوی والان بر لیتر می باشد و با دور شدن از منطقه (A) در دو جهت جنوب و جنوب غرب منطقه به میزان ۴۳ میلی اکوی والان بر لیتر و نیز در جهت شرق و جنوب شرق منطقه به میزان ۳۶ میلی اکوی والان بر لیتر افزایش می یابد. با توجه به این شکل و شکل ۴-۱۸ افزایش غلظت یون های کلر و سدیم بیانگر این است که آب های زیرزمینی منطقه از بالادست منطقه به سمت پایین دست به سمت شور شدن و کاهش شدید کیفیت پیش می روند.

شکل ۴-۲۰ روند تغییرات یون سولفات را در آب های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.



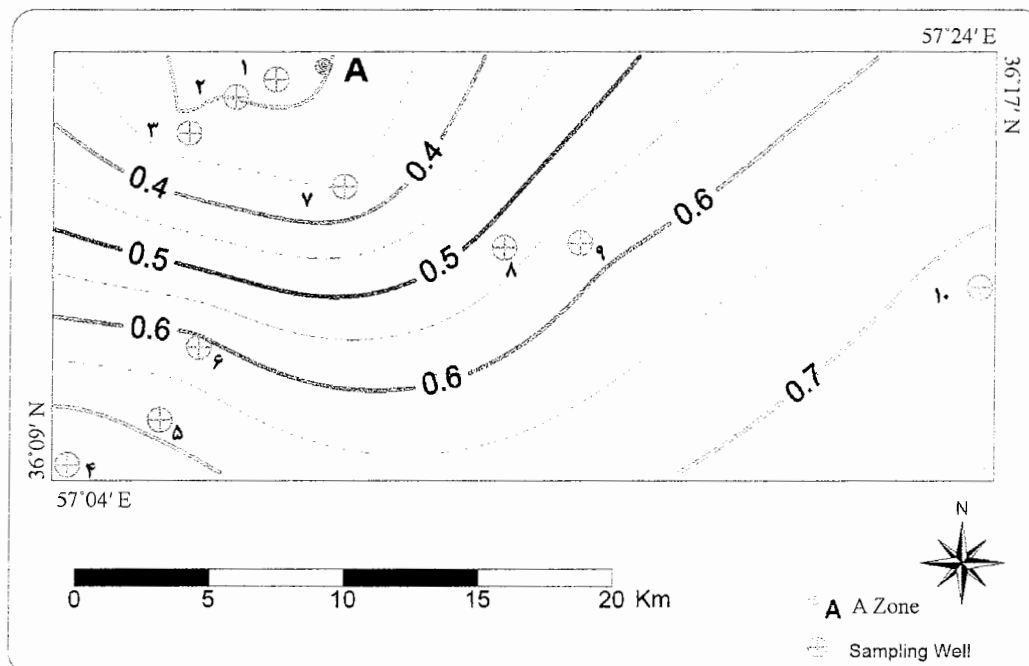
شکل ۴-۲۰- نقشه روند تغییرات یون سولفات آبهای زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

مقایسه نقشه روند تغییرات آنیون سولفات با یون های سدیم و کلر نشانگر روند تغییرات تدریجی و کندتر این یون نسبت به آنها است. به طور کلی همانند نقشه های سدیم و کلر، حداقل میزان یون سولفات در منطقه (A) حدود ۲/۲ میلی اکای والان بر لیتر می باشد و با دور شدن از منطقه (A) مقدار این یون به سمت جنوب و جنوب غرب منطقه به میزان ۶/۳ میلی اکای والان بر لیتر و نیز در جهت شرق و جنوب شرق منطقه به میزان ۶/۷ میلی اکای والان بر لیتر افزایش می یابد. به منظور بررسی وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی و روند تغییرات غلظت یونها با افزایش فاصله از منطقه تغذیه، مقادیر درصد سدیم، نسبت جذب سدیم (Sodium Adsorption Ratio) و برخی از نسبت های یونی محاسبه شده و نتایج حاصل در جدول ۴-۱۱ ارائه گردیده است.

جدول ۴-۱۱- محاسبه درصد سدیم، SAR، TDS، نسبت‌های یونی و تیپ آب در نمونه های آب چاههای بهره برداری منطقه مورد مطالعه

تیپ آب	TDS	Ca/Mg	Na/sum Cations	Cl/sum Anions	SAR	%Na	شماره نمونه
بی کربناته منیزیم	۴۶۹	۰/۳۴۹	۰/۴۰۳	۰/۲۷۸	۱/۹	۴۰/۳۳	۱
بی کربناته سدیک	۶۰۵	۰/۳۷۰	۰/۴۸۵	۰/۲۹۸	۲/۸	۴۸/۹۴	۲
سولفاته سدیک	۵۸۱	۰/۳۹۱	۰/۴۸۱	۰/۲۹۹	۲/۸	۴۸/۸۲	۳
کلروره سدیک	۲۸۶۲	۰/۴۷۲	۰/۸۶۵	۰/۷۷۰	۲۳/۶	۸۶/۷۳	۴
کلروره سدیک	۱۸۷۱	۰/۴۹۶	۰/۸۲۴	۰/۶۹۰	۱۵/۵۹	۸۲/۶۰	۵
کلروره سدیک	۱۳۶۳	۰/۵۸۹	۰/۷۸۸	۰/۶۲۰	۱۱/۳۶	۷۹/۰۱	۶
سولفاته سدیک	۵۵۱	۰/۴۵۵	۰/۵۲۰	۰/۳۳۰	۳/۰۲	۵۲/۳۴	۷
کلروره سدیک	۸۶۲	۰/۵۵۶	۰/۷۶۳	۰/۵۲۰	۸/۰۷	۷۶/۵۶	۸
کلروره سدیک	۱۱۰۲	۰/۵۶۵	۰/۷۶۹	۰/۵۷۶	۹/۲۳	۷۷/۲۵	۹
کلروره سدیک	۲۴۵۴	۰/۴۸۳	۰/۸۶۸	۰/۷۲۴	۲۱/۷۷	۸۶/۹۴	۱۰

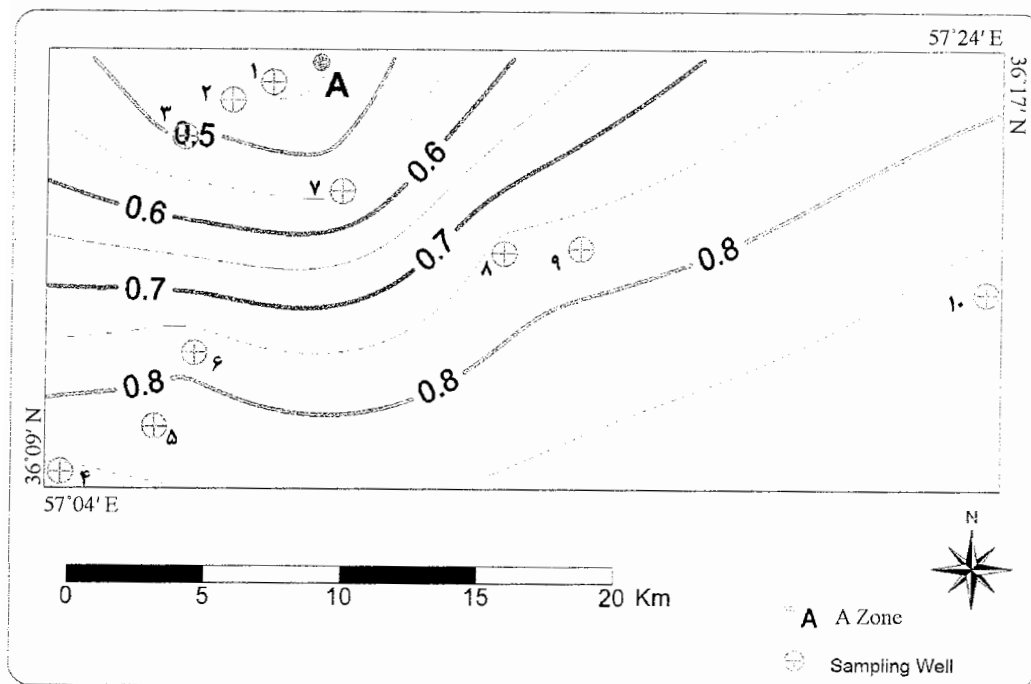
با توجه به نتایج درج شده در جدول ۴-۱۱ ملاحظه می شود که تیپ کلی آب در بالا دست منطقه، جایی که تغذیه طبیعی و مصنوعی آبخوان صورت می گیرد و مجموع جامدات محلول (TDS) آب زیرزمینی پایین می باشد، یعنی نمونه شماره (۱) بی کربناته - منیزیم می باشد. به سمت پایین دست منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب و جنوب شرق منطقه (یعنی نمونه های شماره ۴ و ۱۰)، که مقدار جامدات محلول (TDS) در آنها زیاد می باشد، تیپ آب به کلروره - سدیک تبدیل می شود. هم چنین مقادیر درصد سدیم، نرخ جذب سدیم و نسبت های یونی کلر به مجموع آنیونها، سدیم به مجموع کاتیونها و هم چنین نسبت یون کلسیم به منیزیم نیز از بالا دست منطقه به سمت نمونه شماره (۴) در جنوب غربی منطقه و نیز نمونه شماره (۱۰) در شرق منطقه به مراتب افزایش یافته است. شکل ۴-۲۱ نقشه نسبت آنیون کلر به مجموع آنیونها را بر حسب میلی اکی والان بر لیتر نشان می دهد.



شکل ۴-۲۱- نقشه نسبت یون کلر به مجموع آنیونها (برحسب میلی اکی والان بر لیتر)

همان طور که ملاحظه می شود این نقشه با نقشه هدایت الکتریکی هم خوانی بسیار خوبی را نشان می دهد و موارد ذکر شده در خصوص تغییرات هدایت الکتریکی را تأیید می نماید. به این ترتیب که هر قدر از منطقه (A) فاصله گرفته می شود نسبت کلر به مجموع آنیونها بیشتر می شود که دلیل آن مشابه دلایل گفته شده در مورد تغییرات هدایت الکتریکی از جمله تأثیر زمان ماندگاری آب زیرزمینی از بالا دست منطقه به سمت پایین دست منطقه در جنوب و جنوب غرب با توجه به جهت حرکت آب زیرزمینی و هم چنین وجود جریانات آبی با کیفیت نامطلوب در شرق منطقه می باشد. به این ترتیب که مقدار این نسبت یونی بر حسب میلی اکی والان بر لیتر در منطقه (A) در حدود 0.27 بوده و با دور شدن از منطقه (A) به سمت جنوب غرب به مقدار 0.77 و به سمت شرق و جنوب شرق منطقه به مقدار 0.73 می رسد.

شکل ۴-۲۲ نقشه روند تغییرات یون سدیم نسبت به مجموع کاتیونها را در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.



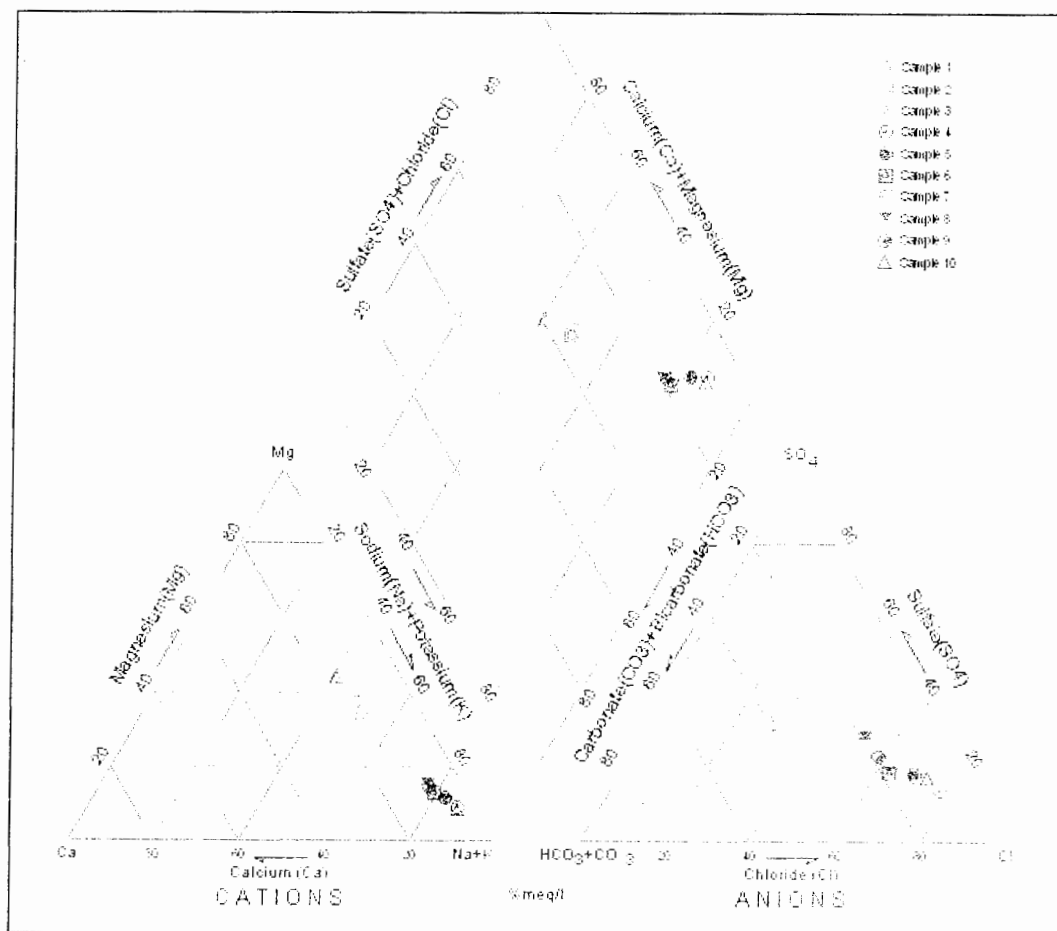
شکل ۴-۲۲- نقشه نسبت یون سدیم به مجموع کاتیونها (بر حسب میلی اکی والان بر لیتر)

نقشه روند تغییرات یون سدیم نسبت به مجموع کاتیونها به طور کلی و بدون در نظر گرفتن اختلافات جزئی تقریباً مشابه نقشه روند تغییرات آنیون کلر به مجموع آنیونها می باشد. به این ترتیب که مقدار این نسبت یونی نیز در منطقه (A) حداقل بوده و هر قدر از منطقه (A) فاصله گرفته می شود نسبت سدیم به مجموع کاتیونها در آب های زیرزمینی منطقه بیشتر می شود. به طوری که مقدار این نسبت یونی بر حسب میلی اکی والان بر لیتر در منطقه (A) در حدود $0/4$ بوده و با دور شدن از منطقه (A) به سمت جنوب و جنوب غرب منطقه و نیز به سمت شرق و جنوب شرق منطقه به میزان $0/87$ افزایش یافته است.

۴-۴-۲- بررسی کیفیت آب های زیرزمینی منطقه با استفاده از نمودارهای Piper و Stiff

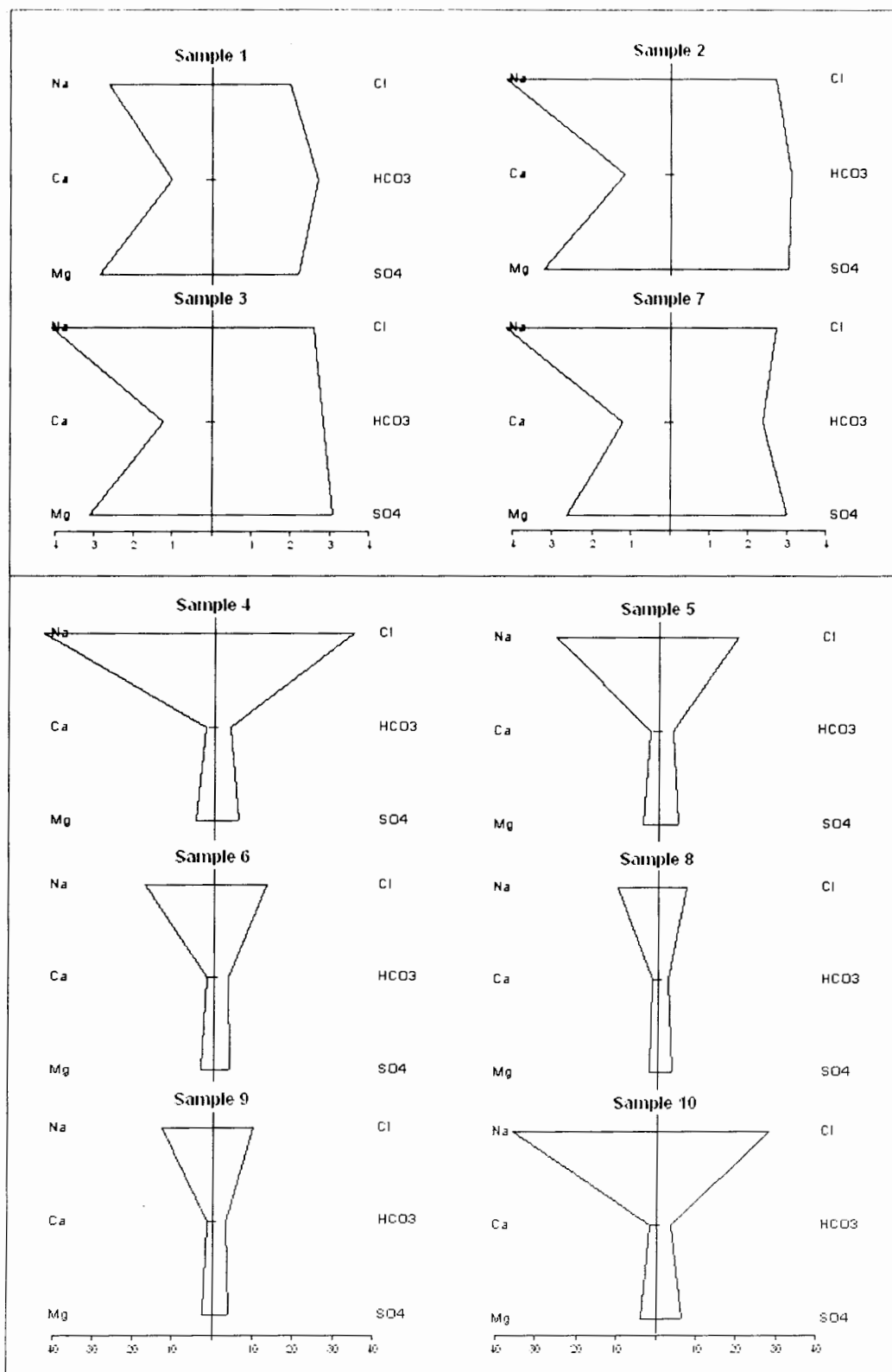
جهت بررسی روند تغییرات کیفیت و تیپ آب های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، برای کلیه نمونه های جمع آوری شده از منطقه مورد مطالعه نمودارهای Piper و Stiff ترسیم گردیده است.

شکل ۴-۲۳ نمودار Piper را برای نمونه های آب زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵ نشان می دهد.



شکل ۴-۲۳- نمودار Piper نمونه های آب زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

با توجه به نمودار Piper نشان داده شده در بالا مشاهده می شود که نمونه های آب زیرزمینی منطقه در دو دسته مجزا پلات شده اند و این وضعیت بیانگر تغییر تیپ آب زیرزمینی منطقه از بی کربناته- منیزیم به سمت کلروره- سدیک می باشد. این دسته بندی به صورتی است که در نمونه (۱)، با توجه به جدول ۴-۱۰، از شرایطی که عناصر قلیایی خاکی بیشتر از عناصر قلیایی هستند و مقدار هیچ آنیون و کاتیونی از ۵۰٪ تجاوز نمی کند به طور تدریجی نمونه های دسته اول، نمونه هایی



شکل ۴-۲۴- نمودار Stiff نمونه های آب زیرزمینی منطقه در خرداد ماه ۱۳۸۵

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

در این فصل با توجه به مطالعات انجام شده پیرامون کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی و سیلاب ها در منطقه مورد مطالعه می خواهیم نتایج بدست آمده را جمع بندی کرده و پیشنهادات لازم را ارائه نماییم. به طور کلی با توجه به مطالب آورده شده در فصل گذشته شامل مطالعات صورت گرفته بر روی هیدروگراف چاههای پیزومتری منطقه مورد مطالعه و نیز ترسیم و بررسی نقشه های کیفی و در نهایت بررسی نمودارهای Piper و Stiff برای نمونه های آب زیرزمینی این طور نتیجه گیری می شود که تغذیه مصنوعی صورت گرفته به روش پخش سیلاب علاوه بر کنترل سیلاب های فصلی باعث بهبود کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه شده است.

۵-۱- اثر تغذیه مصنوعی بر کمیت منابع آب زیرزمینی

با توجه به موقعیت جغرافیایی پیزومتر ها و فاصله آنها از عرصه پخش سیلاب تغییرات سطح آب در پیزومترهای مورد مطالعه را می توان به صورت زیر تشریح نمود. پیزومترهای ریوند، غرب استیر، طزر، شمال شهرآیین، ده مهر آباد و باشتین از عرصه های پخش سیلاب فاصله نسبتاً زیادی دارند و سطح آب در آنها تقریباً به صورت پیوسته با شیب نسبتاً ثابتی از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ در حال افت می باشد. پیزومتر منبع آب که در پایین دست فاز شماره (۱) عرصه و پیزومتر بفره که در پایین دست فاز شماره (۲) عرصه پخش سیلاب واقع شده اند با توجه به بارندگی سالانه و حجم آبیگری عرصه از سال ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۸۵، هیدروگرافهای مربوط به آنها حدود ۲ تا ۳ شیب را نشان می دهد. در سال

۱۳۷۶ با بارندگی خوب در منطقه و حجم آبیگری بالای عرصه در اولین سال احداث آن (۱۵/۵ میلیون متر مکعب) شیب ملایمی در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و هم چنین افت کمی در حدود ۱۸ سانتی متر را در پیزومتر منبع آب شاهد هستیم. البته در مورد پیزومتر بفره که در فاصله دورتری از فاز شماره (۲) عرصه پخش سیلاب (که در سال ۱۳۷۷ احداث شده) قرار دارد، این وضعیت دیده نمی شود. در سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ به دلیل بارندگی کم در منطقه و حجم آبیگری بسیار پایین در عرصه به دلیل تخریب دیواره کانالها و انحراف آب پس از اولین آبیگری فاز شماره (۱) عرصه پخش سیلاب، افت سطح آب زیرزمینی در پیزومترهای منبع آب و بفره مشاهده می شود. از سال ۱۳۸۱ به بعد با ترمیم دیواره کانالهای عرصه و حجم نسبتاً خوب آبیگری در عرصه های پخش سیلاب شیب ملایم و افت پایینی را در پیزومترهای منبع آب و بفره نسبت به دوره پیش از آن شاهد هستیم. که این افت در مورد پیزومتر منبع آب برای ۳ سال اخیر تنها در حدود ۲۴ سانتی متر است، و در مورد پیزومتر بفره این افت برای ۳ سال آخر دوره در حدود ۵۷ سانتی متر می باشد. در خصوص پیزومتر مهر، به نظر می رسد که این پیزومتر همانند با پیزومترهای منبع آب و بفره در سالهای اخیر افت ناچیزی را نشان داده است که احتمالاً به دو دلیل می باشد. دلیل اول تأثیر عرصه پخش سیلاب کلاته سادات که با این پیزومتر فاصله زیادی ندارد، دوم این که پیزومتر مهر تقریباً در بستر رودخانه کلاته سادات قرار گرفته است و در سالهای اخیر که بارندگی نسبتاً خوب بوده باعث تغذیه طبیعی سفره در بالا دست این پیزومتر شده است.

با توجه به مطالب فوق الذکر، ملاحظه می شود که رابطه مستقیمی بین بارندگی و افت سفره و هم چنین در مورد سیلاب ورودی به سیستم و کاهش افت سطح آب در این پیزومتر ها وجود دارد. لذا می توان گفت عرصه پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی آبخوان دشت سبزوار تا حد زیادی در جلوگیری و مهار سیلاب و تعدیل افت رو به رشد سطح آبهای زیر زمینی در منطقه موثر بوده است. البته با وجود استحصال بیش از ۱۸ میلیون متر مکعب به صورت سالانه از آبخوان دشت سبزوار جهت تأمین آب شرب این شهرستان، و نفوذی در حدود ۴ تا ۵ میلیون متر مکعب در سال به طور میانگین از طریق عرصه، تأثیر این طرح در تعدیل روند افزایشی افت در سفره قابل توجه می باشد و با ترمیم و لایروبی عرصه به طور پیوسته و گسترش این گونه طرح ها می توان به احیای منابع آب جهت تأمین آب این شهرستان در آینده امیدوار بود.

۵-۲- اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی

همان طور که در فصل قبل گفته شد، کیفیت آب زیرزمینی در منطقه غرب سبزوار از حاشیه ارتفاعات، که محل تغذیه طبیعی و مصنوعی آبخوان می باشد، به سمت مناطق پایین دست تخریب می شود. به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی در بالا دست منطقه از مقدار ۴۹۵ میکرو موس بر سانتی متر به مقدار ۵۲۲۰ میکرو موس بر سانتی متر در جنوب و جنوب غرب منطقه و به مقدار ۴۸۴۰ میکروموس بر سانتی متر در شرق و جنوب شرق منطقه تغییر یافته است. افزایش هدایت الکتریکی به سمت جنوب و جنوب غرب منطقه، که در جهت حرکت آب زیرزمینی می باشد، در نتیجه طول مسیر و زمان ماندگاری بیشتر آب زیرزمینی است. ولی افزایش هدایت الکتریکی به سمت شرق و جنوب شرق منطقه نمی تواند به علت دلایل فوق الذکر باشد و علت این افزایش هدایت الکتریکی به دلیل وجود جریانات با کیفیت نامناسب از سمت بالادست در شرق منطقه می باشد. هم چنین روند تغییرات آنیون کلر نسبت به مجموع آنیونها نیز مطابق با روند تغییرات گفته شده در مورد هدایت الکتریکی می باشد. به این ترتیب که نسبت کلر به مجموع آنیونها در بالادست منطقه از مقدار ۰/۲۷۸ به مقدار ۰/۷۷ در جنوب و جنوب غرب منطقه و به مقدار ۰/۷۲۴ در شرق و جنوب شرق منطقه بر حسب میلی اکی والان بر لیتر تغییر یافته است. در واقع از بالادست منطقه به سمت پایین دست آبهای زیرزمینی منطقه به سمت کلروره شدن پیش می رود و دلایل افزایش این نسبت آنیونی، همانند با تغییرات هدایت الکتریکی، به خاطر افزایش زمان تماس جریان آب زیرزمینی با مواد تشکیل دهنده لایه آبدار و هم چنین وجود جریان های با کیفیت نامناسب می باشد.

۵-۳- پیشنهادات

با توجه به مسأله کمبود آب و در مقابل افزایش روزافزون تقاضای آب در منطقه مورد مطالعه، بهبود طرح موجود و گسترش چنین طرح هایی به مناطق مجاور در منطقه می تواند تا حد زیادی مشکلات مربوط به افت فزاینده سطح ایستابی و کاهش شدید کیفیت آب به سمت پایین دست منطقه مورد مطالعه را مرتفع سازد. به این ترتیب موارد زیر پیشنهاد می شود :

- طرح پخش سیلاب موجود از نظر لایروبی کف کانالهای پخش سیلاب جهت نفوذ بیشتر آب به داخل آبخوان و نیز ترمیم دیواره کانالهای انتقال سیلاب به منظور جلوگیری از انحراف و هدر رفت سیلاب به طور مستمر مورد رسیدگی قرار گیرد.
- گسترش و توسعه طرح های پخش سیلاب مشابه بر روی سایر آبراهه ها و زیر حوضه ها در منطقه مورد مطالعه به منظور بهره گیری از حداکثر پتانسیل موجود در منطقه از نظر تغذیه مصنوعی آبخوان به روش پخش سیلاب می باشد.
- به جهت پایش مستمر اثرات تغذیه سیلاب بر کیفیت منابع آب زیرزمینی منطقه مقدار EC در چاههای بهره برداری موجود در پایین دست عرصه های پخش سیلاب در زمانهای مختلف و به طور مداوم اندازه گیری شود.

فهرست منابع

- ابراهیمی، ع. و رضایی، ج. ۱۳۷۹. دست آوردهای اقتصادی و اجتماعی پخش سیلاب در دشت موسیان. صفحه ۱۰۰-۱۱۱. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.
- امانیور، م.ت. ۱۳۷۸. خشکسالی، خسارات و راه حل ها. صفحه ۲-۳. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰، گزارش شده بوسیله مجتهدی، ق. و بیات موحد، ف. ۱۳۷۹.
- امیر احمدی، الف. ۱۳۸۲. گزارش مطالعات هوا و اقلیم شناسی حوضه آبخیز کلاته سادات. ۲۸ صفحه. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار- اداره آبخیزداری. تابستان ۱۳۸۲.
- آهار، م.ج. ۱۳۸۲. گزارش مطالعات تلفیق حوضه آبخیز کلاته سادات. ۶۸ صفحه. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار- اداره آبخیزداری. تابستان ۱۳۸۲.
- برزویی، م. ۱۳۸۲. گزارش مطالعات زمین شناسی حوضه آبخیز کلاته سادات. ۲۳ صفحه. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار- اداره آبخیزداری. تابستان ۱۳۸۲.
- برزویی، م. و فیله کش، ا. ۱۳۷۴. ضرورت ایجاد ایستگاه پخش سیلاب و تغذیه آبخوان در دشت سبزوار- داورزن. صفحه ۲۷۵-۲۸۸. مجموعه مقالات سمینار سبزوار و توانمندی های توسعه.

بوستانی، ف. و سامانی، ن. ۱۳۷۹. بررسی روش های تغذیه مصنوعی و اثر کمی آنها بر منابع آب زیرزمینی. صفحه ۶۳۵. فشرده مقاله های چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران. چاپ اول، تابستان ۱۳۷۹، مرکز نشر سمر، تهران.

بیات موحد، ف. و شامی، ح. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت سهرین- قره چریان زنجان. صفحه ۹۷-۹۰. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

بیگلرزاده، آ. ۱۳۸۴. شناسایی و تعیین حساسیت اراضی به فرسایش در رابطه با ژئومورفولوژی و زمین شناسی سطحی با استفاده از RS, GIS (مطالعه موردی حوضه آبخیز کلاته سادات سبزوار). صفحات ۲۴-۱۸ و ۳۰. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار.

بیز، ژ، بورگه، ل. و لوموان، ژ. ۱۳۶۹. تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی. حیدرپور، ج. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران. صفحه ۱۴-۷.

جعفری، ع.، خسروانیان، ح. و روحیان، م. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی منطقه محمود احمدی شهرستان تنگستان، استان بوشهر. صفحه ۴۳۳-۴۱۹. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

جهانبانی فر، م. ۱۳۸۰. مطالعه آب های زیرزمینی طرح توسعه آبخوان دشت سبزوار و داورزن. صفحات ۱ و ۱۶-۱۳ و ۳۵.

چوپانی، س. و حسینی پور، ح. ۱۳۷۹. تأثیرات پخش سیلاب بر منابع آبی دشت سرچاهان در استان هرمزگان. صفحه ۷۰-۶۲. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

خلجی، م. ۱۳۷۹. بررسی اثرات طرح های پخش سیلاب بر آب های زیرزمینی. صفحه ۶۳۶-۶۳۷. *فشرده مقاله های چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران*. چاپ اول، تابستان ۱۳۷۹، مرکز نشر سمر، تهران

دادرسی سبزواری، ا. ۱۳۸۲. بررسی روند تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی ناشی از عملیات گسترش سیلاب بر آبخوان شهرستان سبزواری. صفحه ۴۳۹-۴۳۴. *مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده*، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

دنائیان، م.ر. ۱۳۷۹. تأثیر پخش سیلاب میانکوه بر منابع آبی منطقه. صفحه ۱۶-۱. *مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب*. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

رهنما، ف.ا. و خلجی، م. ۱۳۸۲. تأثیر طرح های پخش سیلاب تغذیه مصنوعی باغسرخ و امین آباد شهرضا بر روی کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی دشت شهرضای جنوبی. صفحه ۸۹-۸۳. *مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده*، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

زارع، م. و زینالی خاصلوئی، ع. ۱۳۷۸. بررسی علل تخریب قسمتهائی از تاسیسات طرح تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران. صفحه ۶۴۷-۶۳۳. *مجموعه مقالات اولین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران (جلد دوم)*، مهرماه ۱۳۷۸، فاطمی عقدا، سید محمود، دانشگاه تربیت معلم.

زارع، م. زینالی خاصلوئی، ع. و رئیسی، ع.ا. ۱۳۷۸. ارزیابی اثر کمی طرح تغذیه مصنوعی دشت امامزاده جعفر گچساران. صفحه ۳۰۶-۳۰۲. *فشرده مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران*، چاپ اول، تابستان ۱۳۷۸، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

شریفی، ف. و مهدیان، م.ج. ۱۳۷۸. پخش سیلاب راه حل عملی جهت استفاده بهمیه از سیلاب و تغذیه آبخوانها. صفحه ۶۴۹-۶۶۰. مجموعه مقالات اولین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران (جلد دوم)، مهرماه ۱۳۷۸، فاطمی عقدا، سید محمود، دانشگاه تربیت معلم.

عبدی، پ. و غیومیان، ج. ۱۳۷۹. تعیین محل های مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده های ژئوفیزیکی و GIS. صفحه ۸۶-۹۹. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

عبدی، پ. و غیومیان، ج. ۱۳۷۹. بررسی وضعیت منابع آب دشت زنجان به منظور ارائه راهکارهایی برای اجراء و توسعه طرح های آبخوانداری در منطقه. صفحه ۲۵۰-۲۳۹. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

علیزاده، ا. ۱۳۸۲. اصول هیدرولوژی کاربردی. صفحات ۲۷۵-۲۷۴ و ۴۳۴-۴۳۲. دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ شانزدهم (با تجدید نظر)، مشهد.
فيله كش، ا. ۱۳۸۲. ایستگاه پژوهشی- آموزش ترویجی آبخوانداری سبزوار در یک نگاه. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار. پاییز ۱۳۸۲.

فيله كش، ا. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر عملکرد سیستم آبخوانداری ایستگاه سبزوار. صفحه ۵۵۹-۵۵۴. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

کلانتری، س.ا. و رحمانی، حمید. ۱۳۷۸. تأثیر کمی و کیفی تغذیه مصنوعی جاشک- آبدان روی آب زیر زمینی دشت آبدان. حوز موجه استان بوشهر. صفحه ۵۲۳-۵۱۸. مجموعه مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران. چاپ اول، تابستان ۱۳۷۸، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

کوثر، آ. ۱۳۷۲. بیابان زدایی با گسترش سیلاب: کوششی هماهنگ، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس، ۵۸ صفحه. گزارش شده بوسیله مجتهدی، ق. و بیات موحد، ف. ۱۳۷۹.

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰: باشتین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

مجتهدی، ق. و بیات موحد، ف. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر بده قنات و چاههای پیرومتری مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب دشت سهرین- قره چریان زنجان. صفحه ۱۲۱-۱۱۲. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. اسفند ۱۳۷۹، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

محمدزاده، ح. امینی، آ. و غفوریان، ر. ۱۳۷۷. نقش مطالعات زمین شناسی و هیدرو شیمی آبهای زیرزمینی در انتخاب عرصه پخش سیلاب (مطالعه موردی طرح بهره وری از سیلابهای بهاریه کاشمر). صفحه ۴۳۶-۴۳۱. فشرده مقالات دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران. مرکز نشر سمر، تهران.

موسوی فضل، س.ح. ۱۳۸۲. گزارش مطالعات آب های سطحی حوضه آبخیز کلاته سادات. ۲۱ صفحه. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار- اداره آبخیزداری. تابستان ۱۳۸۲.

نوروزی، ع.ا.، قدوسی، ج. و خلخالی، س.ع. ۱۳۸۲. تعیین معیارهای ارزیابی سیستم پخش سیلاب با استفاده از سامانه پشتیبانی تصمیم گیری. صفحه ۱۳۹-۱۲۷. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

ویسکرمی، ا. پیامنی، ک. لشنی، م. و چمن پیرا، غ. ۱۳۸۲. ارزیابی تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت کوهدشت. صفحه ۴۶۸-۴۶۱. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری دستاوردها و چشم اندازهای آینده، شهریور ۱۳۸۲، ارومیه.

Al Battashi, N.M. and Syed Rashid, A. 1998. Artificial recharge schemes in water resources development in Oman, Artificial recharge of Groundwater, A.A: Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp.231-236. as cited by Mojtahedy, Gh.and Bayat Movaheh, f.

Bacellar, L.A.P., Leite, M.G.P. and Murta, C.R. 2002. Artificial recharge to increase base flow in a small catchment, eastern Brazil. pp.357-360. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability* Dillon , P.J. A.A.Balkema Publishers.

Cave, L.C. and Tredoux, G. 2002. Chemical processes at tow artificial recharge sites in South Africa. pp.101-106. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Charlesworth, P.B., Narayan, K.A. and Bristow, K.L. 2002. The Burdekin delta- Australia's oldest artificial recharge scheme. pp.347-352. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability* Dillon , P.J. A.A.Balkema Publishers.

De los Cobos, G. 2002. The aquifer recharge system of Geneva, Switzerland : a 20 year successful experience. pp. 49-52. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Kazemj G.A . Mehdizadeh, H. and Ashoori R. 2002. Evaluation of groundwater recharge schemes in the Shahrood district, Northeast Iran. pp.225-229. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Kowsar, A. 1997. Assessment of damages sustained by the Gare Baygone plain flood water spreading systems in the deluge of 1986. pp.113-117. *In: Proceedings of the 8th international conference on rainwater catchment systems*, 1997, Aminipouri, B. and Ghoddusi, J. soil conservation and watershed management research center, Tehran.

Movahed, K. 1997. The effects of floodwater spreading project on population mobility in the Gare Baygon plai. pp.144-151. *In: Proceedings of the 8th international conference on rainwater catchment systems*, 1997, Aminipouri, B. and Ghoddusi, J. soil conservation and watershed management research center, Tehran.

Murray, E.C. and Tredoux, G. 2002. Borehole injection tests in Windhoek's fractured quartzite aquifer. pp.251-256. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Olsthoorn T.N. and Mosch, M.J.M. 2002. Fifty years artificial recharge in the Amsterdam dune area. pp.29-33. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Quintana, J. and Tovar, J. 2002. Evaluation of the present situation of the Lima aquifer (Perú) and corrective measures against over-exploitation. pp.303- 312. *In : Boletín Geológico y Minero 113*, no.3, 2002.

Sheng, Z. 2005. An aquifer storage and recovery system with reclaimed wastewater to preserve native groundwater resources in El Paso, Texas. pp.367-377. *In : Journal of Environmental Management 75*, no.4, 2005.

Zaisheng, H. 2002. Artificial recharge of groundwater in North China plain. pp.435-438. *In: Management of aquifer Recharge for Sustainability*, Dillon, P.J. A.A.Balkema Publishers.

Abstract

The study area is located 45 Km to the west of Sabzevar and includes Kalateh-Sadat and Bafreh basins. This area is an arid-hot region whose annual precipitation falls between 150 and 200 mm. In this area, many floods occur annually which not only cause innumerable damages to villages and downstream installations but also result in a large volume of water with good quality to be lost. Whereas, the groundwater level decline due to heavy pumping is one of the most important problems in the study region. The artificial recharge of aquifers using floods, not only prevents the flood damages but also can improve the quality and quantity of groundwater resources. Thus, flood spreading project of Sabzevar has been performed on 2300 hectare during two phases on Kalate Sadat and Bafreh rivers in 1997 and 1998, respectively. In order to evaluate the artificial recharge effects on the quantity of groundwater resources in this region, groundwater level data-sets from 1994 to 2005 for nine piezometers in the study area were considered. According to the slope of groundwater level decline and precipitation charges, the above-mentioned 12 years has been divided into three sub-periods which each sub-period includes 4 years (i.e. 1994-1997, 1998-2001, 2002-2005). The hydrographs of all piezometers were prepared in mentioned periods and the slope of hydrograph determined. The results indicate that for piezometers which are located in the flood spreading area or next to them, in sub-period (2002-2005), which there was a significant supply in the spreading area, the groundwater level decline is considerably lower than that for other sub-periods. Whereas, for other piezometers which are away from flood spreading area, the groundwater level decline include small variations which are attributed to the precipitation changes.

In order to evaluate the quality of groundwater and floods, 10 samples from agricultural wells and 5 samples from floods of Kalate-sadat and Bafreh rivers were collected and their EC, pH and major cations and anions measured. The obtained results show that the floods include good quality and they are suitable for artificial recharge of the aquifer. The values of electrical conductivity, ratio of Cl to sum of anions and ratio of Na to sum of cations reveal that from upstream, where the natural and artificial recharge occur, towards downstream the groundwater quality has considerably decreased. Therefore, it may be argued that the aquifer artificial and natural recharge can improve the quality of groundwater; and increase the quality of the artificial recharge method can yield better effects.