دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش زمین شناسی زیست محیطی

عنوان:

ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در آبهای زیرزمینی دشت گرگان

نگارش:

احمد طباطبائی

استاد راهنما:

دکتر غلامحسین کرمی

استاد مشاور:

دکتر ابراهیم یخکشی

خرداد ۱۳۸۷

تشکر و قدردانی

خدای را سپاس که توفیق آموختن را به من عطا نمود و توانائی حرکت در جهت شناختن ذات یگانه اش را به من عنایت فرمود اکنون که این پایان نامه به پایان رسیده است، بر خود لازم می دانیم که از زحمات تمام افرادی که در تهیه این پایان نامه مرا یاری نموده اند تشکر وقدر دانی نمائیم به ویژه از استاد ارجمند و برادر گرامی ام آقای دکتر کرمی که دلسوزانه با ظرافت و دقتی خاص از راهنمائی های خود مرا بهره مند ساخت تا در هر چه بهتر به انجام رساندن کار توفیق حاصل نمایم از برادر ارجمند آقای دکتر یخکشی که با وجود مشغله فراوان مرا از مشورت خود بهره مند نمود کمال سپاسگزاری را می نمایم همچنین از اساتید محترم، جناب آقای دکتر حافظی، دکتر کاظمی، دکتر فردوست، دکتر امیدی و خانم دکتر دهرآزما که از راهنمائیهای خود مرا بهره مند نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم از همکاری جناب آقای شاه حسینی و خانم سعیدی در امور آموزشی بسیار ممنونم همچنین از آقایان مهندس مصطفوی، مهندس دهقان، مهندس یارمحمدی، مهندس فرازجو، مهندس کابلی، مهندس اسلامی و مهندس پرهیزگار از کارمندان گرامی و عزیز امور آب منطقه ای گلستان و آقای مهندس شهیر و خانم حسینی از کارمندان محترم آبخیزداری استان گلستان و همچنین دوست گرامیم آقای مهندس امیری که در انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند تشکر می کنم.

چکیده

حوضه آبگیر گرگانرود یکی از حوضه های آبگیر اصلی استان گلستان است و مساحتی حدود ۱/۱۴۱/۴۸۰ هکتار دارد که بیشتر زمینهای کشاورزی دشت گرگان از آبهای سطحی و زیرزمینی موجود در این حوضه تغذیه می شوند. در مطالعه پیش رو سعی بر آن بوده است تا نقاط بحرانی این حوضه از لحاظ غلظت یونهای نیترات و فسفات مورد شناسائی و عوامل آن مورد بررسی قرار گیرد. برای انجام این تحقیق، محل نمونه گیری در آبخوان آبرفتی و آبخوان سازند سخت (چشمه ها) به گونه‌ای انتخاب شدند که توزیع مناسبی با توجه به منابع آلاینده مختلف داشته باشند. با توجه به وسعت منطقه تعداد ۱۹۱ نمونه از چاههای سطحی و عمیق منطقه برداشت شده و برای تمام نمونه ها مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته در محل چاهها و چشمه ها اندازه گیری شده است. هم چنین غلظت یونهای نیترات و فسفات در آزمایشگاه پارک علم و فناوری شهرستان شاهرود و آزمایشگاه سازمان آب منطقه ای استان گلستان اندازه گیری شده است. نتایج حاصل نشان می دهد در هر دو سفره سطحی و عمیق در جنوب منطقه که جریانهای تغذیه کننده وارد حوضه می شوند کیفیت آب مناسب بوده در حالی که به سمت مرکز و شمال حوضه کیفیت آب تخریب می شود. مقادیر pH در دوره های تر و خشک و در چاههای عمیق و سطحی تغییرات زیادی از خود نشان نمی دهد و در محدوده ۶/۸ تا ۹ می باشد. از منطقه علی آباد تا مینودشت، جائیکه حوضه به وسیله رودخانه های متعدد تغذیه می شود، غلظت فسفات بین ۰/۰۴ تا ۰/۱۱ است. لازم به ذکر است که در کل منطقه آلودگی به فسفات در چاههای عمیق دیده نمی شود. در منطقه جنوب، شرق و شمال شرق حوضه، منطقه ای که رودخانه های تغذیه کننده وجود دارند، مقدار نیترات در چاههای عمیق منطقه کم است و بین ۲ تا ۲۹/۲ متغیر است در مناطق مرکزی و شمال حوضه که جریان تغذیه کننده وجود ندارد و بافت خاک هم

شـور می باشـد کیفیت آب کاهش شـدیدی پیدا می کند بیشـتر آلودگیهای مربوط به نیترات مشـاهده می شوند. با توجه به نقشه های نیترات و فسفات با خصوصیات سفره می توان نتیجه گرفت که تا حدودی غلظت این دو یون (به ویژه نیترات) با برخی از خصـوصـیات سـفره همخوانی نشان می دهند. به این ترتیب که در مناطقی که قابلیت انتقال سـفره آب زیرزمینی اندک می باشـد، و یا در مناطقی که شیب هیدرولیکی ناچیز است، و هم چنین عمق آبهای زیرزمینی اندک است، آلودگی به یون نیترات بیشتر مشاهده می شود.

عنوان **صفحه**

فهرست اشکال و

فهرست جداول ن

فصل اول: کلیات

۱-۱- بیان مسئله و اهداف مطالعه ۱

۱-۲- موقعیت جغرافیائی حوضه گرگانرود ۲

۱-۳- هواشناسی منطقه ۳

۱-۴- مختصری در مورد زمین شناسی حوضه گرگانرود ۵

۱-۴-۱- چینه شناسی منطقه ۵

۱-۴-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه ۱۴

۱-۵- هیدرولوژی منطقه ۱۵

۱-۵-۱- وضعیت کمی آب در سر شاخه های اصلی گرگانرود ۱۵

۱-۵-۲- وضعیت کیفی آب در سر شاخه های اصلی گرگانرود ۱۶

۱-۶- هیدروژئولوژی منطقه ۱۷

۱-۶-۱- عمق سطح آبهای زیرزمینی ۱۷

۱-۶-۲- بررسی جهت جریان آب زیرزمینی ۱۷
۱-۶-۳- بررسی گرادیان و سرعت جریان آب زیرزمینی ۱۷
۱-۶-۴- بررسی خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان ۱۸
۱-۶-۵- نوسانات فصلی و دراز مدت آب زیرزمینی ۱۸
۱ -۶-۶- کیفیت آبهای زیرزمینی ۱۸
۱-۷- ژئومرفولوژی منطقه ۱۹
۱-۷-۱- واحد کوهستان (Mountain) ۱۹
۱ -۷-۲- واحد تپه و ماهور (Hill) ۲۰
۱-۷-۳- واحد دشت (Plain) ۲۰
۱-۷-۴- واحد رودخانه (River) ۲۱

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱- منشاء نیترات در آبهای زیر زمینی ۲۴
۲-۱-۱- منشاء طبیعی ۲۴
۲-۱-۲- منشاءکودهای شیمیائی ۲۶
۲-۱-۳- منشاء فاضلاب ۳۰
۲-۱-۴- منشاء های متفرقه ۳۷
۲-۲- منشاء وجود فسفات در آبهای زیر زمینی ۳۹
۲-۲-۱- منشاء طبیعی ۳۹
۲-۲-۲- منشاء کودهای شیمیائی ۴۰
۲-۲-۳- منشاء فاضلاب ۴۱
۲-۲-۴- منشاء های متفرقه ۴۱

فصل سوم: روش انجام تحقیق

۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات، تصاویر ماهواره ا ی، و اطلاعات رقومی شده ۴۳

۳-۲- نمونه برداری از آب چاههای منطقه در فصول خشک و تر ۴۴

۳-۳- اندازه‌گیری اسیدیته و هدایت الکتریکی در محل نمونه برداری ۴۵

۳-۳-۱- هدایت الکتریکی ۴۶

۳-۳-۲- اسیدیته ۴۶

۳-۴- اندازه گیری غلظت یون های نیترات و فسفات در آزمایشگاه ۴۶

۳-۴-۱- روش اندازه گیری نیترات ۴۶

۳-۴-۲- روش اندازه گیری فسفات ۴۷

۳-۵- تهیه نقشه های کیفی با استفاده از نرم افزارهای GIS ۴۷

فصل چهارم: ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات درآبهای زیرزمینی دشت گرگان (حوضه آبگیر گرگانرود)

۴-۱- مقدمه ۴۹

۴-۲- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود ۵۱

۴-۲-۱- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی ۵۱

۴-۲-۲- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق ۵۵

۴-۳- بررسی مقادیر pH در آبهای زیرزمینی حوضه گرگانرود ۵۸

۴-۳-۱- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی ۵۸

۴-۳-۲- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق ۶۱

۴-۴- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود ۶۴

۴-۴-۱- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی ۶۴

. ۴-۴-۲- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق ۶۷

۴-۵- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود ۷۳
۴-۵-۱- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی ۷۳
۴-۵-۲ بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق ۷۶
۴-۶- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در شرایط مختلف سفره ۷۹
۴-۶-۱- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در شوری های مختلف ۷۹
۴-۶-۲- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با قابلیت انتقال سفره ۷۹
۴-۶-۳- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با شیب هیدرولیکی سفره ۸۰
۴-۶-۴- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با عمق سطح آب زیرزمینی ۸۰
۴-۶-۵- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با کاربری اراضی ۸۱
۴-۶-۶- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با تمرکز جمعیت ۸۱
۴-۶-۷- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با جریانهای تغذیه کننده دشت ۸۱
۴-۷- مقایسه کیفی آبهای زیرزمینی حوضه با جریانهای زیرزمینی تغذیه کننده ۸۲
۴-۸- مقایسه غلظت یونهای نیترات و فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود با استانداردهای مربوطه ۸۵

فصل پنجم: نتیجه گیری

۵-۱- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی در حوضه گرگانرود ۸۷
۵-۲- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی حوضه گرگانرود ۸۸
۵-۳- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود ۸۸
۵-۴- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود ۸۹
۵-۵- بررسی رابطه غلظت نیترات و فسفات با برخی از پارامترهای مهم سفره ۸۹
۵-۶- بررسی رابطه غلظت نیترات و فسفات با سایر عوامل ۹۰
۵-۷- پیشنهادات ۹۱
منابع مورد استفاده ۹۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیائی حوضه گرگانرود در کشور ۳

شکل ۱-۲- نقشه همدمای حوضه گرگانرود ۴

شکل ۱-۳- نقشه همباران حوضه گرگانرود ۴

شکل ۱-۴- نقشه زمین شناسی حوضه گرگانرود ۶

شکل ۱-۵- موقعیت آبراهه های اصلی حوضه گرگانرود ۱۶

شکل ۱-۶- نقشه ژئومرفولوژی حوضه گرگانرود ۲۰

شکل ۳-۱ نمونه برداری از یکی از چاههای منطقه ۴۵

شکل ۴-۱- موقعیت چاههای سطحی و عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۵۰

شکل ۴-۲- موقعیت چاههای سطحی و عمیق نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۵۰

شکل ۴-۳- نقشه هدایت الکتریکی چاههای سطحی نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۵۲

شکل ۴-۴- نقشه هدایت الکتریکی چاههای سطحی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۵۳

شکل ۴-۵- نمودار متوسط بارندگی در چند ایستگاه مهم گرگانرود در آبان ۸۵ و اردیبهشت ۸۶ ۵۵

شکل ۴-۶- نقشه هدایت الکتریکی چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۵۶

شکل ۴-۷- نقشه هدایت الکتریکی چاههای عمیق در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۵۷

شکل ۴-۸- نقشه pH چاههای سطحی نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۵۹

شکل ۴-۹- نقشه pH چاههای سطحی نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۶۰

شکل ۴-۱۰- نقشه pH چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۶۲

شکل ۴-۱۱- نقشه pH چاههای عمیق نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۶۳

شکل ۴-۱۲- نقشه نیترات چاههای سطحی نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۶۵
شکل ۴- ۱۳ افتادن قوطی سم در چاه ۶۶
.شکل ۴- ۱۴ وجود آببندان در مجاورت چاه نمونه برداری ۶۶
شکل ۴-۱۵- نقشه نیترات چاههای سطحی نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۶۸
شکل ۴-۱۶- نقشه نیترات چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۶۹
شکل ۴-۱۷- نقشه نیترات چاههای عمیق نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۷۰
شکل ۴-۱۸- نقشه فسفات چاههای سطحی نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۷۴
شکل ۴-۱۹- نقشه فسفات چاههای سطحی نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۷۵
شکل ۴-۲۰- نقشه فسفات چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۷۷
شکل ۴-۲۱- نقشه فسفات چاههای عمیق نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۷۸
شکل ۴-۲۲- نمودار مقایسه هدایت الکتریکی چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها ۸۳
شکل ۴-۲۳- نمودار مقایسه pH چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها ۸۴
شکل ۴-۲۴- نمودار مقایسه نیترات چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها ۸۴
شکل ۴-۲۵- نمودار مقایسه فسفات چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها ۸۵
شکل ضمیمه ۱: نقشه قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی در محدوده نمونه برداری شده ۹۸
شکل ضمیمه ۲: نقشه بار (شیب) هیدرولیکی محدوده نمونه برداری شده ۹۹
شکل ضمیمه ۳: نقشه عمق سطح آب زیرزمینی محدوده نمونه برداری شده ۱۰۰
شکل ضمیمه ۴: نقشه کاربری اراضی محدوده نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ ۱۰۱
شکل ضمیمه ۵: نقشه کاربری اراضی محدوده نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۱۰۲

فهرست جداوال

جدول۱-۱ آبدهی زیر حوضه های اصلی گرگانرود ۱۶

جدول ۴-۱ پارامترهای آماری مربوط به مقادیر هدایت الکتریکی، pH، نیترات و فسفات در چشمه ها و چاههای نمونه برداری ۷۱

جدول ۴-۲- چند استاندارد بین المللی و محلی برای آب آشامیدنی ۸۶

جدول ضمیمه ۱- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای عمیق منطقه در آبان ماه ۱۰۳

جدول ضمیمه ۲- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای عمیق منطقه در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۱۰۵

جدول ضمیمه ۳- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای سطحی منطقه در آبان ماه ۱۳۸۵ ۱۰۷

جدول ضمیمه ۴- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای سطحی منطقه در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ ۱۰۹

جدول ضمیمه ۵- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات چشمه های منطقه در آبان ماه ۱۳۸۵ ۱۱۱

فصل اول: کلیات

۱-۱- بیان مسئله و اهداف مطالعه

محدودیت منابع آب به دلیل موقعیت جغرافیایی و اوضـاع اقلیمی ایران از یک طرف و گسـترش شـهرها و روستاها، مؤسسات تولیدی، صنعتی و خدماتی از طرف دیگر ما را بر آن وا می‌دارد تا از هر قطره منابع آبمان بیشترین استفاده را بنمائیم.

آلودگی ای که در زمره خطرناکترین آلودگی هاسـت و تنها با انجام آزمایشـات دقیق قابل تشـخیص اسـت آلودگی نیترات اسـت. آلودگی ذخایر آب زیر زمینی خطرناکتر از آلودگی آبهای سـطحی اسـت چرا که در مراحل نخسـت پنهان مانده وگاه بسـیار گسـترده می شـود. این آلودگی دوام بیشـتری می یابد هر چند که منشـاء آلودگی در یک منطقه محدود باشـد آثار آن ممکن اسـت تا فواصل دوری پراکنده شده و مدت های مدیدی باقی بماند زیرا آلودگی به ذخیره اصـلی به زیر زمین سـرایت می کند و از سـوئی نیز روال تجدید طبیعی این آبها نیز بسـیار کند اسـت. مهمترین خطری که آبهای زیرزمینی را تهدید می کند ناشـی از مواد مضـری اسـت که وارد محیط طبیعی می شـود. این مواد ممکن است به طور ارادی با اعمالی چون افراط در کوددهی،مصـرف آفت کشـها در کشـاورزی و دفع مسـتقیم آبهای آلوده و پسابها در گندگاه ها یا به صورت غیرارادی به دلیل قصـور در بسته بندی زباله های شهری و صنعتی و شستشوی این مواد توسط باران، بروز شـکاف در جدار لوله فاضـلابها و منابع یا هنگام حمل و نقل مواد خطرناکی چون هیدروکربورها وارد محیط می شـوند بر کیفیت چشـمه ها ورودخانه هایی که به رود دیگری یا به دریا می ریزد تاثیر گذارده و به این ترتیب منابع آب سطحی را به همراه زیست بوم های دریایی مورد تهدید قرار می دهند.

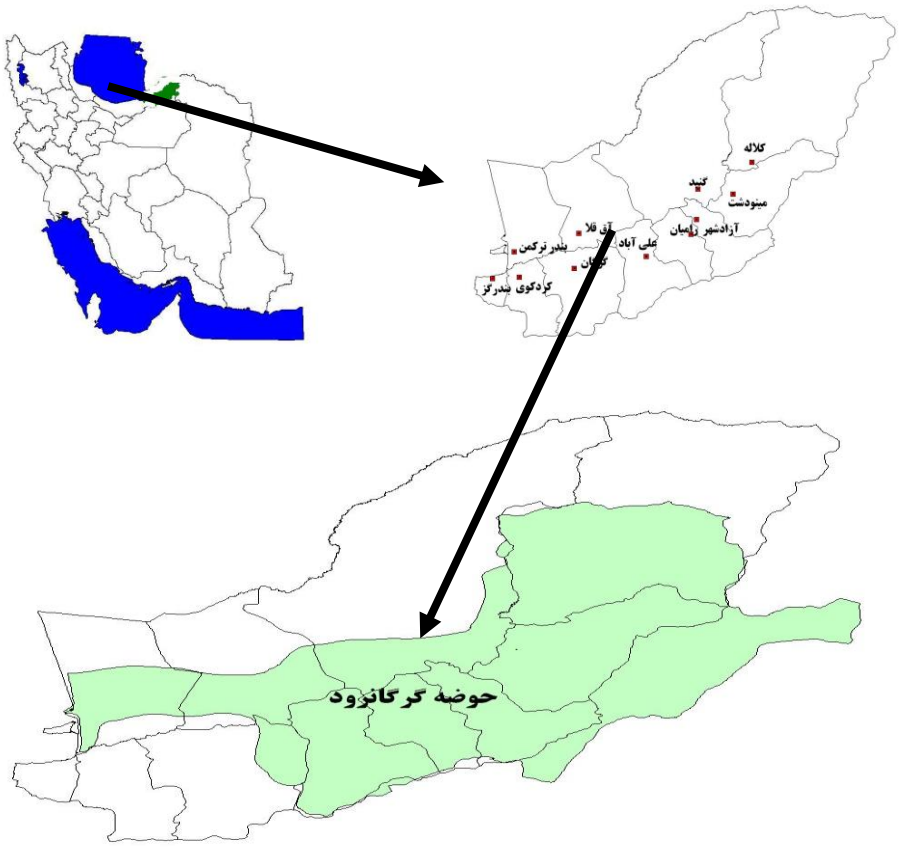
نیترات محصـــول نهایی تثبیت هوازی ترکیبات نیتروژن دار و به عنوان پایدارترین ترکیب اکســـیژن دار آنها محسوب می شود که به مقدار زیاد در آب محلول است. از نظر شیمیایی این ترکیب واکنش پذیر نبوده وتنها میکروب ها قادر به احیای آن به نیتریت هستند.

استان گلستان یکی از قطبهای مهم کشاورزی است و استفاده از کودهای شیمیائی در این منطقه رواج دارد. همچنین تمرکز جمعیت در این منطقه زیاد اســت و دفع ســنتی فاضــلابهای خانگی و صــنعتی باعث نفوذ نیترات و فسفات در آبهای زیر زمینی شده است. با توجه به اینکه مصرف عمده آب شرب مردم از آبهای زیر زمینی منطقه می باشــد و تا کنون مطالعه جامعی در این منطقه صــورت نگرفته اســت، هدف از انجام این مطالعه بررســی غلظت یونهای نیترات و فسـفات در حوضه گرگانرود و تعیین مناطق پر خطر به لحاظ وجود یونهای مذکور می باشد.

۱-۲- موقعیت جغرافیائی حوضه گرگانرود

حوضــه آبگیر گرگانرود یکی از حوضــه های آبگیر اصــلی اســتان گلســتان اســت که مساحتی حدود۱۱۴۱۵ کیلومترمربع و محیط ۶۸۵ کیلومتر دارد. این حوضـــه در محـدوده ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه و ۵۸ ثانیه تا ۵۶ درجــه و ۲۶ دقیقه طول شـــرقی و ۳۶ درجه و۳۶ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه و ۳ ثانیه عرض شــمالی واقع شــده اســت. شــکل (۱-۱) موقعیت جغرافیائی حوضــه گرگانرود در استان گلستان را نشان می دهد.

بیشــتر زمینهای کشــاورزی استان از آبهای سطحی و زیرزمینی موجود در این حوضه آبیاری می شود ارتفاع متوسط حوضه ۹۰۷ متر و طول شاخه اصلی گرگانرود از ابتدای تشکیل تا محل پیوستن به خلیج گرگان در دریای خزر ۲۲۶ کیلومتر می باشــد. بخش عمده طول مسـیر رودخانه گرگانرود در دشــت گرگان واقع شده اســت. این حوضــه در محدوده سـیاسـی شــهرسـتان های کلاله تا بندر ترکمن واقع در اسـتانهای سمنان خراسان شــمالی وگلسـتان قرار می گیرد. لازم به ذکر اسـت که جنگل گلسـتان، که به لحاظ زیسـت محیطی بسـیار حائز اهمیت است، در شرق این حوضه واقع شده است.

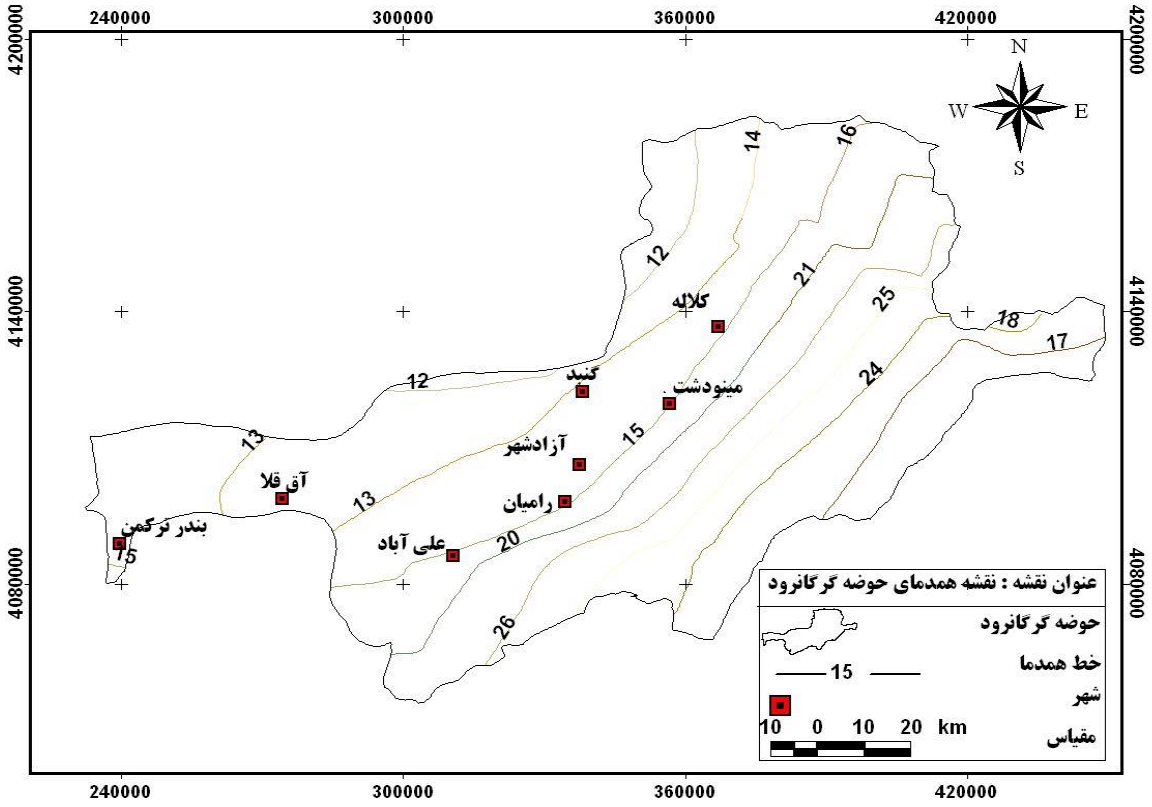


شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیائی حوضه گرگانرود در کشور

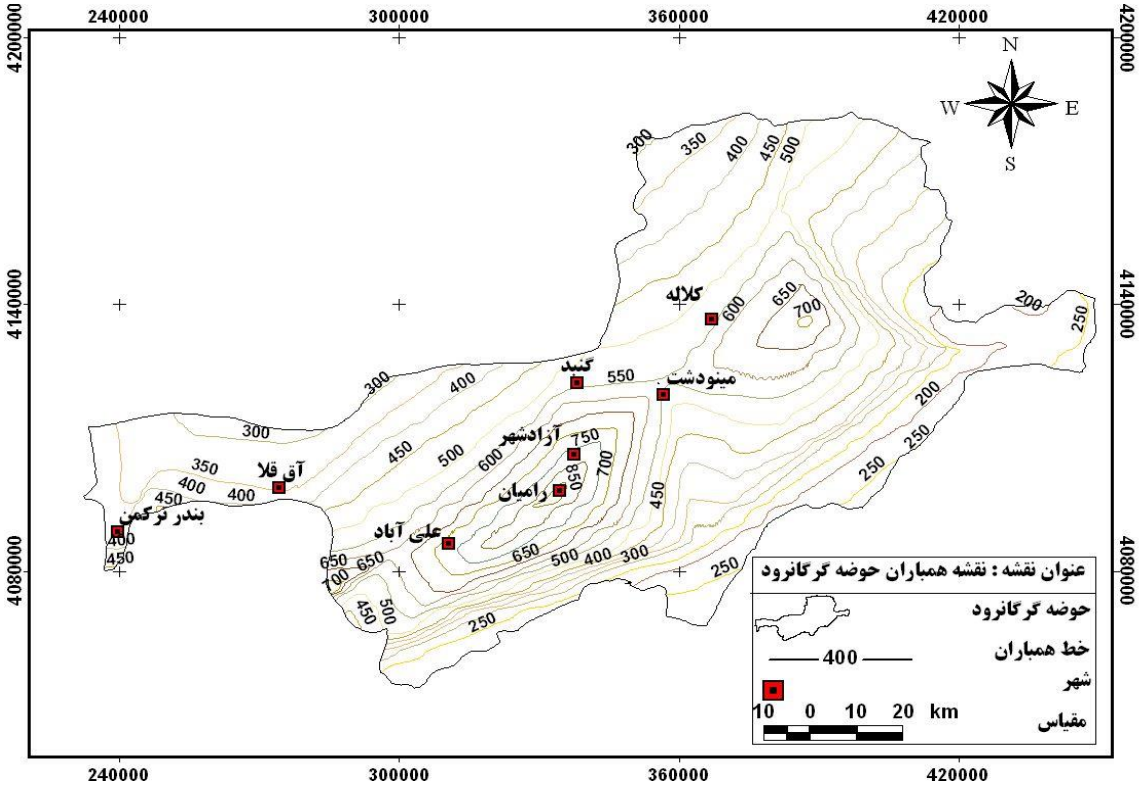
۱-۳- هواشناسی منطقه

میانگین درجه حرارت سالانه در منطقه مورد مطالعه از ۱۷/۷ درجه سانتیگراد در ایستگاه سد گرگان تا ۱۱/۴ درجه سانتیگراد در ایستگاه تبخیرسنجی چشمه خان متغیر گزارش شده است. شکل (۱-۲) نقشه همدمای حوضه گرگانرود رانشان می دهد.

مقدار بارندگی در نقاط مختلف حوضه گرگانرود بسیار متفاوت می باشد به این ترتیب که متوسط بلند مدت بارندگی سالانه از ۲۰۵ میلیمتر در ایستگاه رباط قره بیل تا ۹۶۵ میلیمتر در ایستگاه پس پشته متغیر می‌باشد. شکل (۱-۳) نقشه همباران حوضه گرگانرود را نشان می دهد.



. شکل ۱-۲- نقشه هم دمای حوضه گرگانرود (آب منطقه ای استان گلستان)



شکل ۱-۳- نقشه همباران حوضه گرگانرود (آب منطقه ای استان گلستان)

میانگین تبخیر سالانه از ۱۳۴۶ میلیمتر در ایستگاه سدگرگان تا ۱۸۷۰ میلیمتر در ایستگاه رباط قره بیل گزارش شده است (آب منطقه ای استان گلستان). دامنه تغییرات رطوبت در نواحی دشت در فصل سرد بین ۹۶ تا ۵۹ و در فصل گرم بین ۹۳ تا ۵۱ درصد بوده و در مناطق مرتفع میزان رطوبت نسبی در ماههای آذر و دی و بهمن به ترتیب برابر ۶۸، ۶۹ و ۶۹ درصد و در گرمترین ماههای سال بین ۶۸ تا ۶۳ درصد متغیر است. ریزشهای جوی از ۲۰۰ میلیمتر در منتهی الیه شرقی حوضه تا ۸۵۰ میلیمتر در مرکز حوضه متغیر است و این ریزشها از ساحل به سمت ارتفاعات و تا ارتفاع ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری افزایش داشته و پس از آن رو به کاهش می گذارد (آب منطقه ای استان گلستان).

۱-٤- مختصری در مورد زمین شناسی حوضه گرگانرود

منطقهٔ مورد مطالعه در ایالات زمین ساختی کپه داغ و البرز شرقی واقع شده است. به دلیل اینکه یک حوضه رسوبی بوده، رخساره های متنوعی شامل شیل، آهک، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا و سنگ های تبخیری در آن مشاهده می شود به طور کلی بخش عمده ژئومورفولوژی منطقه ساختمانی بوده و تحت تأثیر گسل راندگی ها به صورت مناطق بالا آمده و فرو افتاده در آمده اند.

۱-٤-۱- چینه شناسی منطقه

سنگهای موجود در منطقه مورد مطالعه مربوط به دو زون البرز و کپه داغ می باشند. این سنگها را می توان به دو گروه عمده سنگهای دگرگونی و غیر دگرگونی تقسیم نمود. سنگ های دگرگونی از گسترش کمتری برخوردار هستند و منحصراً در بخش شمالی منطقه رخنمون دارند. این سنگها بخشی از مجموعه دگرگونی گرگان را شامل می شوند.

در چند صفحه آینده سازندهای منطقه از قدیم به جدید معرفی می شوند شکل (۱-۴) زمین شناسی حوضه گرگانرود را نشان می دهد.

سازند باروت (کامبرین زیرین)

سازند باروت در مقطع تیپ (کوه های سلطانیه) تناوبی از دولومیت، آهک و شیل را به سن کامبرین پیشین شامل می شود (اشتوکلین و همکاران ۱۹۶۴). طبقات رسوبی سازند باروت قدیمی ترین سنگهای موجود در منطقه مورد مطالعه هستند. این سازند در ناحیه مورد مطالعه تناوبی از ماسه سنگ، سیلستون و شیل به رنگ ارغوانی، سبز و خاکستری متمایل به سبز به همراه طبقات دولومیتی و آهک دولومیتی تیره رنگ با ضخامت متوسط را شامل می شود. طبقات آهک دولومیتی دارای نودولها و لایه های نازکی از چرت بوده و ساختمانهای استروماتولیتی در آنها به وفور دیده می شود سازند باروت به سبب تغییرات ساختاری شدیداً چین خورده و گسلیده است.

سازند لالون (کامبرین زیرین)

آسرتو (۱۹۶۳) برای اولین بار توالی از ماسه سنگهای قرمز رنگ آرکوزی همراه با میان لایه های اندکی از شیل و سیلستون قرمز و طبقات کوارتزیتی که در شمال غرب روستای زاگون (در دره لالون) و در زیر طبقات دولومیتی قاعده سازند میلا قرار دارند، سازند لالون نامیده است.

سازند میلا (کامبرین میانی- اردویسین پیشین)

سـازند میلا برای اولین بار توسط اشتوکلین و همکاران (۱۹۶۴) در میلاکوه (غرب دامغان) مورد مطالعه قرار گرفت. این سازند در مقطع تیپ شامل دولومیت، شیل، آهکهای نازک لایه و نودولار، آهکهای اسپاری دارای مقادیر فراوان قطعات تریلوبیت، تناوب آهکهای تخریبی گلاکونیتی و تناوب شیل و ماسه سنگ با میان لایه هایی از آهک های تخریبی و شیل می باشد.

سازند نیور (سیلورین)

در شـمال شـاهرود و بخش هایی از البرز شـرقی برونزدهایی از سـنگهای سـیلورین دیده می شود. رخساره سـنگهای سیلورین در البرز شرقی مشابه ایران مرکزی بوده و به همین دلیل در البرز شرقی هم برای ردیف های سیلورین از نام سازند نیور استفاده شده است. در این مناطق سنگهای سیلورین شامل یک بخش شیلی تریلوبیت ومرجان دار در پایین، یک بخش کربناتی حاوی مرجان و بازوپایان در وسـط و یک بخش ماسـه سنگی در بالا است.

بازالت سلطان میدان (سیلورین)

از مهمترین فعالیت های ماگمایی پالئوزوئیک در سیلورین رخ داده است (آقا نباتی ۱۳۸۳). زیرا در نقاطی از ایران به ویژه در البرز شـرقی و شـرق ایران مرکزی که ردیف های سـیلورین برونزد دارند سـازند نیور دارای همراهانی از گدازه های بازالتی است. ازجنوب گرگان (دشت سلطان میدان در جنوب غربی گرگان) تا شمال شاهرود (گردنه خوش ییلاق)، گدازه های سیلورین حدود ۲۵۰ تا ۷۰۰ متر ضخامت دارند. (Jenny , J., 1977) برای این گدازه های نام بازالت سـلطان میدان را انتخاب کرده اسـت. سـن پرتوسنجی این گدازه ها به زمان های گوناگونی اشاره دارد که با جایگاه چینه شناسی آن هماهنگی ندارد (آقا نباتی ۱۳۸۳).

سازند پادها (دونین پسین)

این سازند به داشتن رنگ سرخ مایل به صورتی معروف است و جدا از تغییر رخساره های ناچیز محلی، بیشتر شامل ماسه سنگهای کوارتزی است که میان لایه هایی از ماسه سنگ سرخ، شیل سرخ، ویا گچ دارد. قویدل

و همکاران (۱۳۷۲) بر اســاس مطالعات پالینولوژی اظهار نموده اند که در سازند پادها پالینومورفهای دریایی تنوع و فراوانی بیشــتری نسبت انواع خشکی دارند و مهمتر این که ردیف های مقایسه شده با سازد پادها به سن دونین پسین است.

سازند تیزکوه (کرتاسه)

نهشته های کرتاسه در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه از طبقات آهکی ضخیم تا توده ای تشکیل شده اند. این طبقات دارای فسیل های رودیست و اربیتولین می باشند و به فرم هم شیب بر روی طبقات آهکی سازند لار و با ناپیوســتگی هم شیب در زیر طبقات اواری و قرمز رنگ فجن قرار دارند. تفکیک واحدهای کرتاسه از سازند لار بسیار دشوار است و تنها عدم وجود نودولهای چرتی و ظهور فسیل های رودیست می توانند عامل شناسایی و تفکیک این دو مجموعه از یکدیگر باشد. این مجموعه را می توان معادل سازند تیزکوه (آلبین – آپسین) در البرز مرکزی دانست.

سازندخوش ییلاق (دونینی میانی و فوقانی)

به عنوان الگوی ســنگهای دونین میانی – بالایی البرز شرقی یک از ستبرترین ردیفهای دونین البرز است که بین ســازند آواری پادها (در زیر) و سازند آهکی مبارک (در بالا) قرار دارد و در برش الگوی آن توسط بزرگ نیا (۱۹۷۳) در گردنه خوش ییلاق مطالعه و معرفی شــده اســت. به طور کلی این سازند را می توان به چهار عضو کلی زیر تقسیم نمود.این قسمتها از پائین به بالا عبارتند از:

(۱) واحد آواری پایینی: شــامل تناوب کنگلومرا، ماســه ســنگ، سیلت سنگ و شیل که درون لایه های تیره رنگی از سنگ آهک دارد. (۲) واحد کربناته پایینی: شامل سنگ آهکهای پرفسیل، آهک های رسی، سیلتی و سنگ آهکهای زیست آواری و آهکهای دولومیتی. (۳) واحد آواری بالایی متشکل از ماسه سنگ سرخ - قهوه ای که لایه کلید اســت. (۴) واحد کربناته بالایی شــامل تناوبی از سنگ آهک های پرفسیل، آهکهای زیست آواری، شیل آهکی و سنگ آهک رسی (آقانباتی ۱۳۸۳).

سازند مبارک (کربونیفر پیشین)

سازند مبارک برای اولین بار توسط آسرتو (۱۹۶۳) در نزدیکی روستای مبارک آباد (شرق تهران) مورد مطالعه قرار گرفته است، سازند مبارک در این مکان که بعدها به عنوان برش الگوی آن تعیین شد، تناوبی از سنگ آهک های سیاه رنگ واجد فسیل های فراوان براکیوپد و مارن های سیاه رنگ را شامل می شود.

سازند قزل قلعه (کربنیفر)

حسینی (۱۹۷۷) برای اولین بار سازند قزل قلعه را در دره فاضل آباد (شرق گرگان) مطالعه و آن را به سه بخش تقسیم کرده است. عضو زیرین متشکل از سنگ آهک های ماسه ای، عضو میانی از ماسه سنگ همراه با چند افق نازک از زغال و عضو بالایی متشکل از سیلستون، شیل و چند افق ماسه سنگی می باشد.

سازند دورود (پرمین زیرین)

سازند درود برای اولین بار توسط آسرتو (۱۹۶۳) در بخش علیای دره جاجرود و در محل پیوند دو رودخانه دربند و شمشک معرفی شده است. سازند مبارک در این مکان که مقطع تیپ سازند نیز به شمار می آید، ردیفی از ماسه سنگ، سیلتستون و شیل های قرمز رنگ با میان لایه ای هایی از آهک مارنی، شیل های زرد، سبز و سیاه، کوارتز آرنایت و نیز آهک های فوزولین دار را شامل می شود.

سازند روته (پرمین میانی)

برش الگوی سازند روته در بخش علیای دره جاجرود که برای اولین بار توسط آسرتو (۱۹۶۳) مورد مطالعه قرار گرفته است، ردیفی از طبقات آهکی با ضخامت متوسط و توده ای بیوژنیک به رنگ خاکستری تیره را شامل می شود. سازند روته در منطقه مورد مطالعه عمدتاً تناوبی از آهک های نازک لایه و شیل را داراست.

سازند الیکا (تریاس زیرین و میانی)

گلوس (۱۹۶۴) ردیفی از طبقات دولومیتی و آهکی واجد آثار کرم را در نزدیکی روستای الیکا در دره چالوس مورد مطالعه قرار داده است. این مجموعه به عنوان مقطع تیپ رسوبات تریاس زیرین و میانی در البرز معرفی شده است.

سازند شمشک (تریاس پسین _ ژوراسیک زیرین)

آسـرتو (۱۹۶۶) توالی از رسـوبات شیلی و ماسه سنگی را با سن تریاس پسین - ژوراسیک زیرین در نزدیکی روسـتای شمشک (البرز مرکزی) معرفی کرده است. این توالی از پایین به بالا از تناوب ماسه سنگ گراوکی، شیل و شیل های کربناته، تناوب شیل و شیل های سیلتی و سنگ ماسه های نازک طبقه و میکادار تشکیل شده است.

سازند دلیچای (ژوراسیک میانی)

این سـازند توالی از طبقات آهک مارنی نازک لایه به رنگ خاکسـتری متمایل به سـبز و غنی از فسیل های آمونیت را شـامل می شـودکه به طور متناوب با شیل های آهکی قرار دارند.. سنگ شناسی این سازند شامل سنگ آهک های نازک لایه مارنی به رنگ خاکستری متمایل به سبز با میان لایه ای از شیب آهکی است.

سازند لار (ژوراسیک پسین _ نئوکومین)

سـازند لار که اولین بار توسـط آسـرتو (۱۹۶۶) معرفی شـده است، در مقطع تیپ (دره لار در البرز مرکزی) ردیفی از طبقات نازک تا توده ای از آهک را شـــامل می شـــود که نودول ها و نوار های نازکی از چرت های سفید و بنفش را دارا هستند.

سازند فجن (پالئوسن)

سازن فجن برای اولین بار توسط دلنباخ (۱۹۶۴) در دامنه های جنوبی ارتفاعات البرز در شرق تهران شناسایی و توصیف شده است. این سازند که مجموعه ای از رسوبات آواری قرمز رنگ را شامل می شود. گسترش وسیعی در البرز داشته و در برخی نقاط به ویژه در مقطع تیپ میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی و آگلومرا را نیز در خود جای داده است.

سازند کرج (ائوسن – الیگوسن)

سازند کرج مجموعه ای متشکل ازسنگ های آتشفشانی، سنگ های پیروکلاستیک و نهشته های اپیکلاستیک به سن ائوسن است که گسترش وسیعی در البرز غربی و مرکزی دارد بر طبق لاسمی (۱۳۷۰). سازند کرج در منطقه مورد مطالعه از پایین به بالا شامل بخش های زیر است: ۱- توف های سبز با میان لایه های نازک از ماسه سنگ های ولکانوژنیک به همراه گدازه های آندزیتی و آندزی بازالتی ۲- تناوب توف و شیل های توفی به رنگ سبز تا سبز متمایل به خاکستری به همراه ماسه سنگ های ولکانوژنیک ۳- تناوب شیل های توفی و ماسه سنگ های توفی به رنگ سبز متمایل به خاکستری که طبقات رسوبی در آن به سمت بالا افزایش ضخامت داشته و میان لایه های آهکی در آن افزایش می یابد.

نهشته های کواترنری

نهشته های کواترنر جوان ترین نهشته های موجود در منطقه مورد مطالعه می باشد. این نهشته ها به صورت رسوب منفصل و یا رسوبات با فشردگی اندک دیده می شوند. نهشته های گراولی پلیوکواترنر (Q_{t1}) با فشردگی اندک قدیمی ترین نهشته های کواترنری را تشکیل می دهند. این رسوبات به صورت دگرشیب سنگ های قدیمی را پوشانده اند. تراسهای Q_{t1} تختگاه های وسیعی را در مجاورت ارتفاعات ایجاد نموده اند. این نهشته ها به مقدار اندک فشردگی و سیمانی شدن را نشان می دهند. تراسهایQ_{t2} ، نهشته های گراولی، ماسه ای و سیلتی هستند که پهنه دشت را پوشانده اند. رسوبات آبرفتی جدید در بخش های مرکزی آبراهه ها و رودخانه های فصلی دیده می شود. این نهشته ها به فرم منفصل از بولدر، گراول، ماسه، سیلت و رس تشکیل شده اند. رسوبات واریزه ای (Tallus) شامل قطعات آواری زاویه دار در اندازه های کابل، بولدر، گراول و پبل به فرم منفصل در پای پرتگاه ها و در روی دامنه های پرشیب رسوب کرده اند. نهشته های

کواترنر در دامنه های شـمالی البرز و دشـت گرگان شامل لس ها و تراس های جوان آبرفتی Q_{t1} می باشند که پهنه دشت را پوشانده اند.

شیست های گرگان

دگرگونی هـای گرگان که مجموعه ای از سـنگ های ولکانوژنیک را به همراه سـنگ های آذرین درونی و خروجی مافیک و حد واسـط به نمایش می گذارد، نواری به طول تقریبی ۱۱۰ کیلومتر را با روند شـرقی – غربی در دامنه های شـمالی البرز و در جنوب گلوگاه تا فاضـل آباد را شامل می شود. این مجموعه در بخش جنوبی از یک سـو توسط یک راندگی شکل پذیر با شیب به سمت شمال و جهت حرکتی به سمت جنوب بر روی طبقات رسوبی دونین – کربونیفر رانده شده است (رحیمی ۱۳۸۱).

سازند مارنی سرچشمه (آپسین)

نام این سـازند از روسـتای سـرچشـمه در شـمال شرق بجنورد، غرب مجتمع پتروشیمی در دره ازون بیجه، گرفته شـده است محل برش الگو در دماغه شرقی تاقدیس خور، کنار راه مشهد به کلات نادری مطالعه شده اسـت. ضـخامت سازند در محل تاقدیس خور ۳۱۰ متر است که از دو بخش تشکیل شده است بخش زیرین حدود ۱۷۸ متر مارن همگن به رنگ خاکستری مایل به آبی است. بخش بالایی سازند ۱۳۲ متر شیل آهکی خاکستری تیره است که میان لایه‌های نازکی از سنگ آهک‌های زیست آواری دارد.

سازند شیلی سنگانه (آپسین فوقانی – آلبین)

مقطع تیپ این سازند در شمال شرق مشهد در نزدیکی کلات– روستای سنگانه مطالعه شده است. لیتولوژی این سـازند شـامل شـیل های همگن به رنگ خاکسـتری تیره تا سـیاه کمی مایل به سـبز بدون لایه بندی مشخص است.

سازند آواری آیتامیر (کرتاسه پسین)

نام سازند از روستای آیتامیر در شمال شرق گنبد کاووس اقتباس شده است. از نظر سنگ شناسی از دو عضو تشکیل شده است. عضو ماسه سنگی زیرین شامل لایه‌های ماسه سنگی صخره سازه و شیل‌های گلوکونیتی و عضو شیل بالایی که عمدتاً شیل گلوکونیتی است و به طور فرعی واجد لایه‌های ماسه سنگی گلوکونیتی می‌باشد. ضخامت این سازند از شمال غرب به سمت جنوب شرق کاهش می‌یابد (افشار حرب ۱۳۷۳). مرز زیرین سازند آیتامیر با سازند سنگانه تدریجی، مرز بالایی آیتامیر همواره فرسایشی و نشانگر خشکی زایی اوایل کرتاسه پسین است.

نئوژن

رسوبات نئوژن در ناحیه مورد مطالعه متشکل از کنگلومرا، ماسه سنگ، لایه‌های جزیی رس سنگ قرمز ماسه‌دار به طور هم شیب بر روی سازند خانگیران قرار دارد. لایه‌های فوقانی این واحد سنگی را رسوب‌های دوره کواترنر پوشانیده است که ضخامت واقعی آن معلوم نیست. واحد کنگلومرایی ضخیم و با لایه‌بندی ضعیف است. قلوه سنگ‌های کنگلومرا بیشتر از سنگ‌های کربناتی کلات و تیرگان تشکیل شده‌اند.

کواترنری

رسوب‌های کواترنری شامل لس‌ها، پادگانه ها و مخروط افکنه می‌باشد. لس‌ها از سلیت و کمی رس تشکیل شده و به رنگ نخودی روشن دیده می‌شوند این رسوبات به وسیله باد حمل شده و در ابتدا همانند پتو منطقه را پوشانیده و با گذشت زمان در پشته‌های مسطح تاقدیس‌ها و دامنه‌های کم شیب به صورت کلاهکی باقی مانده است.

۱-٤-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه

از نظر زمین شناسی ساختمانی و زمین ساخت، بخش جنوبی استان گلستان که حوضه گرگانرود هم در این بخش واقع است در پهنه گرگان - رشت قرار گرفته است. این پهنه بین دو گسل اصلی جنوب البرز (نبوی ۱۳۵۵) و خزر جنوبی (بربریان ۱۹۸۳) قرار دارد. ساختارهای تکتونیکی، زمین شناسی و نحوه گسترش آنها درمحدوده مورد مطالعه از روند ساختاری حاکم بر ایالت البرز تبعیت می کند. روند اصلی منطقه شرقی - غربی بوده که منطبق با تکتونیک کلی ایالت البرز می باشد. البته این روند دربعضی نقاط به طور خیلی ضعیف به طرف شمال شرقی- جنوب غربی متمایل شده است.

بخش های شرقی و شمالی استان، در زون کپه داغ و البرز شرقی واقع می شود و شامل رسوبات دریایی-قاره ای با ضخامت ۸۰۰۰ متر و به صورت پیوسته و هم شیب، شامل سنگهای آهکی، شیل، مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا و رسوبات تبخیری در زون کپه داغ و سازندهای شمشک و دلیچای در زون البرز است. ساختارهای تکتونیکی، زمین شناسی و نحوه گسترش آنها دربخش شمالی عمدتاً از روند ساختاری حاکم برکپه داغ تبعیت می کند ولیکن در بخشهای شرقی از روند ساختاری ایالت البرز تبعیت می کند.

روند غالب امتداد گسلها و شکستگی های بزرگ در حوضه گرگانرود N25E تا N75E می باشد. فراوانی سیستم های شکستگی و درز و شکاف در سنگهای صلب (Rigid) فراوان تر و مشخص تر می باشد. از میان رخساره های متداول در محدوده های مورد مطالعه سنگهای مقاومی نظیر سنگهای کربناته (آهکی) و ماسه سنگها که در حوضه از تراکم بالایی برخوردارند دارای گسل خوردگی و شکستگی های بیشتری بوده و توسعه سیستم های درز و شکاف بر روی آنها از تراکم چشمگیری برخوردار است.

۱-۵- هیدرولوژی منطقه

حوضه آبگیر گرگانرود مهمترین حوضه آبگیر استان گلستان را شامل می شود. این حوضه از شمال به حوضه اترک، از غرب به دریای خزر و حوضه قره سو، از شرق به ارتفاعات استان های سمنان و خراسان و از جنوب نیز به ارتفاعات استان سمنان و حوضه نکارود محدود می گردد. ارتفاعات حوضه عمدتاً دارای پوشش جنگلی بوده و بخشی از حوضه گرگانرود، شامل زیر حوضه های رباط قره بیل، دشت و نردین، در استانهای سمنان و

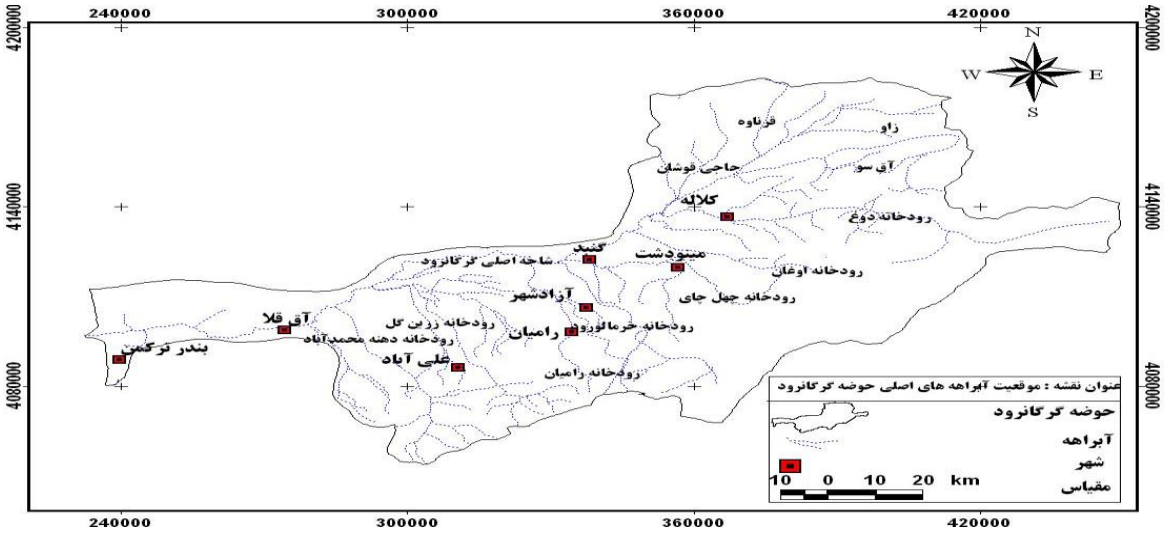
خراسـان واقع می باشد. وضعیت کمی و کیفی آب در سرشاخه های اصلی گرگانرود به طور مختصر ارائه می شود.

۱-۵-۱- وضعیت کمی آب در سر شاخه های اصلی گرگانرود

در این حوضـــه تعداد زیادی رودخانه وجود دارد که تمامی آنها دائمی می باشـــند. آبدهی زیرحوضـــه های مختلف در ایســتگاههای تمر، حاجی قوشــان، تنگراه، اوغان، قلی تپه، چهل چای، نرماب، خرمالو (نوده)، قره سو (ارازکوسه)، رامیان، زرینگل، محمدآباد- سرمو، اونق یلقی، به ترتیب برابر با ۱/۷، ۲/۰۵، ۱/۵، ۲/۷، ۰/۵، ۲/۲ ، ۲/۲، ۲/۳ ، ۵/۸ ، ۱/۸، ۲/۲۵، ۱/۲۶، ۱/۵۳، مـتـر مـکـعـب در ثـانـیـه مـی بـاشـــد (جدول۱-۱). همچنین در شاخه اصلی گرگانرود در ایستگاه گنبد، ایستگاه قزاقلی، ایستگاه آق قلا، و ایستگاه بصـیرآباد، آبدهی رودخانه به ترتیب برابر با ۷/۴ ، ۱۴/۴، ۱۴/۳، ۱۴/۹، متر مکعب در ثانیه می باشـد، شکل (۱-۵) موقعیت آبراهه های اصلی حوضه گرگانرود را نشان می دهد.

جدول۱-۱ آبدهی زیر حوضه های اصلی گرگانرود

زیر حوضه	تمر	حاجی قوشان	تنگراه	اوغان	قـلـی تپه	چهـل چای	نرماب	خرمالو (نوده)	قره ســو (ارازکوسه)	رامیان	زرینگل	محمدآباد- سرمو	اونـق یلقی
آبـــدهـــی (مـــتـــر مکعب)	۱/۷	۲/۰۵	۱/۵	۲/۷	۰/۵	۲/۲	۲/۲	۲/۳	۵/۸	۱/۸	۲/۲۵	۱/۲۶	۱/۵۳



شکل ۱-۵- موقعیت آبراهه های اصلی حوضه گرگانرود (آب منطقه ای استان گلستان)

۱-۵-۲- وضعیت کیفی آب در سر شاخه های اصلی گرگانرود

کیفیت آب در سر شاخه اصلی گرگانرود در نقاط مختلف و در زمانهای مختلف متفاوت می باشد. به این ترتیب که در شاخه هایی که از جنوب و شرق سر چشمه می گیرند (مانند رودخانه چهل چای و اوغان) درجه شوری آبها کمتر و تیپ آبها بی کربناته می باشد و در شاخه هایی که از شمال و شمال شرق شرچشمه می گیرند (مانند قرناوه و حاجی قوشان) مقدار شوری آبها بیشتر و تیپ آبها سولفوره و کلروره می باشد. به عنوان مثال در رودخانه اوغان هدایت الکتریکی آب از ۲۸۹ تا ۵۰۸ میکروموس بر سانتی متر و در رود خانه دوغ از ۳۸۶ تا ۷۸۰، در رودخانه تمر از ۵۹۰ تا ۱۰۸۶ و در رودخانه حاجی قوشان از ۸۸۴ تا ۱۸۳۷ میکروموس بر سانتی متر متغیر است.

۱-٦- هیدروژئولوژی منطقه

در این بخش، مطالب مختصری در خصوص عمق، جهت عمومی جریان و گرادیان و سرعت جریان آب زیرزمینی و همچنین خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان، نوسانات فصلی و دراز مدت و کیفیت آبهای زیرزمینی ارائه می شود.

۱-٦-۱- عمق آبهای زیرزمینی

عمق آب در دامنه ارتفاعات حداکثر بوده و به سمت شمال و غرب منطقه کاهش یافته و به حداقل خود می‌رسد. حداکثر عمق برخورد به آب حدود ۹۸ متر بوده که در حوالی گسل خزر می‌باشد و حداقل آن کمتر از یک متر می‌باشد که در سواحل دریای خزر واقع می‌شود (آب منطقه ای استان گلستان).

۱-٦-۲- بررسی جهت جریان آب زیرزمینی

روند عمومی جریان در بخش‌های جنوبی دشت، کم و بیش از جنوب به شمال می باشد. به این ترتیب که از محدوده کردکوی تا علی آباد روند عمومی جریان آب زیرزمینی از جنوب– جنوب شرق به سمت شمال- شمال غرب می باشد. در محدوده علی آباد تا خان ببین، روند عمومی جریان از جنوب به شمال می باشد. در محدوده رامیان - آزادشهر روند عمومی جریان آب زیرزمینی کم و بیش از جنوب شرق به سمت شمال غرب می باشد. در محدوده مینودشت تا گالیکش روند عمومی جریان آب زیرزمینی تقریبا" از شرق به سمت غرب می باشد. تمام روندهای عمومی جریان آب زیرزمینی ذکر شده به تدریج به صورت شرقی- غربی تغییر جهت داده و در نهایت آب زیرزمینی همانند آب سطحی به خلیج گرگان و دریای خزر تخلیه می‌شود.

۱-٦-۳- بررسی گرادیان و سرعت جریان آب زیرزمینی

مقدار گرادیان هیدرولیکی به خصوص در بخش‌های جنوبی و تا حدودی در بخش های شرقی دشت زیاد بوده و مقدار آن از ۱ تا ۲ درصد متغیر است بطوریکه از بخش های جنوبی منطقه به سوی بخش های شمالی و غربی و هم چنین از بخش های شرقی به سوی بخش های غربی، کاهش قابل توجهی پیدا می کند. در مجاورت گرگانرود از مقدار گرادیان هیدرولیکی در جهت رودخانه کاسته می شود. به این ترتیب که مقدار گرادیان هیدرولیکی در مجاورت رودخانه در محدوده کلاله حدود یک درصد و در محدوده گنبد کاووس به حدود ۰/۳ الی ۰/۴در صد و در محدوده آق قلا به حدود ۰/۰۵ درصد کاهش پیدا می کند.

۱-٦-٤- بررسی خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان

مقادیر قابلیت انتقال در حاشـیه ارتفاعات جنوبی حوضـه مورد مطالعه (از گرگان تا رامیان) بالا می باشد. به این ترتیب که حداکثر مقدار قابلیت انتقال در محدوده مخروطه‌افکنه علی‌آباد و حدود ۲۷۰۰ متر مربع بر روز می‌باشـد. در محدوده شمال و شمال شرق گالیکش مقادیر قابلیت انتقال بالا می باشد و بین ۱۰۰۰ تا۴۰۰۰ متر مربع بر روز متغیر می‌باشد. حداقل مقادیر قابلیت انتقال در این حوضه مربوط به محدوده مجاور رودخانه گرگانرود و قسمت های غربی حوضه به سمت دریای خزر می باشد.

۱-٦-٥- نوسانات فصلی و دراز مدت آب زیرزمینی

بر اساس هیدروگراف واحد دشت، متوسط ارتفاع سطح آب زیرزمینی در مهرماه ۱۳۸۰ حدود ۲۶ متر بوده و در شـهریور ماه ۱۳۸۵ این رقم به ۲۶/۷۵ متر افزایش پیدا کرده است سطح آب زیرزمینی در سفره سطحی برخلاف سـایر دشـت‌های کشور، که به طور قابل توجهی در سالهای اخیر کاهش پیدا کرده‌اند، تقریبا ۰/۷۵ متر افزایش یافته است.

۱-٦-٦- کیفیت آبهای زیرزمینی

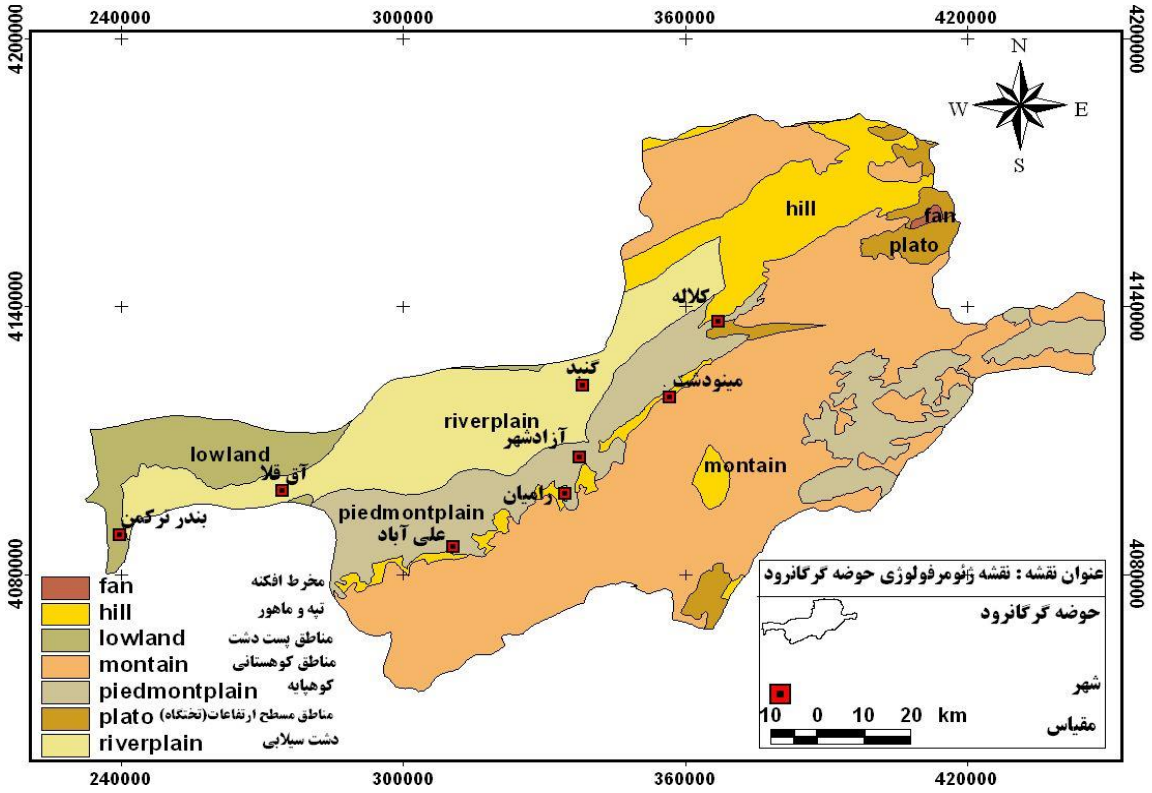
کیفیـت آب زیرزمینی در نقـاط مختلف حوضـــه گرگـانرود بســـیار متفاوت بوده بطوری که مقادیر هدایت الکتریکی از حدود ۷۰۰ میکروموس بر ســانتی متر تا بیش از ۶۰۰۰۰ میکروموس بر ســانتی متر می رســد. حداقل مقدار هدایت الکتریکی در بخش‌های جنوبی دشت که حدود ۷۳۰ میکروموس بر سانتیمتر و حداکثر آن حدود ۶۲۰۰۰ میکروموس بر ســانتیمتر در شـمال غرب حوضه گرگانرود و شمال گمیشان می‌باشد (آب منطقه ای استان گلستان). بخش اعظم دشت تحت پوشش منحنی بیشتر از ۱۱۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشـــد که بیانگر کیفیت نامطلوب آب ســـطحی در قســـمت اعظم دشـــت می‌باشـــد. روند افزایش هدایت الکتریکی در بخش‌های جنوبی از جنوب به شـمال و در بخش‌های شـرقی و میانی دشـت از شـرق به غرب می‌باشد.

۱-۷- ژئومرفولوژی منطقه

حوضـه گرگانرود به لحاظ ژئومرفولوژی شامل چهار واحد می باشد که عبارتند از واحدهای کوهستان، تپه و ماهور، دشـت و رودخانه. شـکل (۱-۶) نقشـه ژئومرفولوژی حوضـه گرگانرود را نشـان می دهد. در زیر این واحدها به طور مختصر معرفی می شوند.

۱-۷-۱- واحد کوهستان (Mountain)

شیب و اختلاف ارتفاع زیاد از ویژگی های مهم واحد کوهستان محسوب می گردد. البته در بعضی از مناطق شـیب در این واحد نسبتاً کم می باشد و در محدوده ۸ الی ۲۵ درصد قرار می گیرد. این قبیل مناطق غالباً در بام کوهستان و ارتفاعات قرار گرفته اند. در بقیه نقاط کوهستان به ویژه دامنه ها شیب غالباً بیشتر از ۲۵ درصـد می باشـد. اختلاف ارتفاع محلی در این واحد ژئومرفولوژیکی معمولاً بیش از ۵۰۰ متر اسـت. قسمت جنوبی و شـرق حوضـه گرگانرود را کوهسـتان تشـکیل می دهد این کوهها به طور موازی و جهت آنها تقریباً شـرقی -غربی بوده و دنباله سـلسـله جبال البرز می باشد. این کوهها از منطقه هزار جریب استان مازندران شروع شـده وبه صـورت نوار هلالی شکل امتداد پیدا کرده و در شرق و شمال به کوههای آلاداغ بینالود وهزار مسجد در اسـتان خراسـان می پیوندد.کوه شـاهوار با ارتفاع ۳۹۵۰ متر بلند ترین و نقاط سـاحلی با ارتفاع ۲۷- متر پست ترین نقاط استان می باشد. در بخش جنوبی حوضه گرگانرود، برجستگیهای مرتفعی را به وجود آورده که تماماً از جنگل پوشـیده اسـت. در سـمت شمال این کوه، دامنه ها پر شیب بوده و تغییر ارتفاع از دشت به سمت کوه، تنـــد و ناگهـــانی است. شیب زیاد دامنه ها در فصول بارندگی زیاد می تواند بوجود آورنده سیلابهایی گردد. شکل (۱-۶) نقشه ژئومرفولوژی حوضه گرگانرود را نشان می دهد.



شکل شماره ۱-۶- نقشه ژئومرفولوژی حوضه گرگانرود (آبخیزداری استان گلستان)

۱-۷-۲- واحد تپه و ماهور (Hill)

این واحد ژئومرفولوژیکی که از گسترش کمی برخوردار است به مناطقی اطلاق می شود که اختلاف ارتفاع محلی در چنین مناطقی بین ۵۰ تا ۵۰۰ متراست. در قسمت شمال شرقی حوضه قرار دارد و بیشتر آنها کاربری مرتع وکشاورزی دارند.

۱-۷-۳- واحد دشت (Plain)

این واحد به مناطقی اطلاق می شود که اختلاف محلی کمتر از ۵۰ متر را شامل می شوند و شیب عمومی آنها کمتر از ۸ درصد می باشد. در این بخش به دلیل کشت و شرایط مناسب آب و هوایی زمینها ریخت اولیه خود را از دست داده و عموما" هموار هستند. این واحد بر اساس مقدار شیب و وجود رسوبگذاری و یا فرسایش به چند رخساره تقسیم می شود.

الف- مخروطه افکنه ها (Alluvial fans)

نظر به اینکه رودخانه های زیادی از ارتفاعات جنوبی به طرف شـــمال در جریان اســـت و با توجه به اینکه رودخانه های شـرق گرگانرود خیلی بیشـتر از غرب آن می باشد لذا مخروطه افکنه ها در بخش شرق خیلی بیشتر از بخش غربی گشترش یافته است.

ب- کوهپایه (Piedmont plain)

بخش جنوبی اسـتان شامل ناحیه کوهستانی و کوهپایه ای که ناحیه کوهپایه ای آن متشکل از تپه های کم ارتفاعی که به حالت تپه و ماهورها و بدلندهایی که پوشیده از اراضی جنگلی و توسعه شهری می باشد.

ج- اراضی پست و سیلابی (Low land)

بخش اعظم این منطقه در دشت شمال گرگانرود وجود دارد. این منطقه از شمال به مرز ایران و ترکمنستان ازطرف شـرق به فلاتها وتپه‌های لسـی وجاده گنبد - داشلی برون و از جنوب به دشت آبرفتی گرگانرود و از غرب به دریای خزر محدود می‌شـود. در این بخش واحدهای مختلف نظیر باتلاقها و اســتخرهای طبیعی و مصنوعی وجود دارد. از دریاچه‌های آن می‌توان آلاگل، آجی گل و اُلماگل را نام برد.

۱-۷-٤- واحد رودخانه (River)

در این واحد همانند با واحد دشـت شـیب کمتر از ۸ درصـد می باشـد. نهشته های موجود در این واحد کاملاً نامتجانس بوده از نفوذپذیری بسیار بالایی برخوردار هستند.

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته در خصوص غلظت نیترات و فسفات در سفره های آب زیرزمینی

در حال حاضـر آلودگی آبهای زیرزمینی در اکثر آبخوان‌های کشـور به صـورت یک مسـئله حاد مشـاهده می‌گردد. حفاظت کیفی سـفره‌های آب زیرزمینی در مرحله اول نیاز به یک سـیسـتم گسـترده پایش (Monitoring) دارد که خود مستلزم چندین سال کار تحقیقاتی - مطالعاتی و اجرائی می‌باشد.

به طور کلی توسـعه و رشـد روز افزون صـنعت و کشـاورزی و افزایش جمعیت از یک طرف و تأثیر عموماً نامطلوب این توسـعه و رشـد بر روی محیط زیسـت باعث گردیده که در دهه اخیر توجه زیادی به آلودگی محیط زیسـت خصـوصـاً منابع آب معطوف گردد. آلودگی مربوط به منابع آب اعم از سـطحی و یا زیرزمینی می‌تواند از عوامل متعددی ناشی گردد. آلودگی را به طور کلی می‌توان بدین صورت تعریف نمود:

"هر ماده خارجی که باعث تغییر کیفیت و خواص آب شـده و آنرا برای مصـرف مورد نظر غیر قابل استفاده نماید را آلودگی آب می‌نامند." آلودگی می‌تواند به صورت فیزیکی (مواد معلق) یا شیمیایی (محلول) باشد و در هر مورد میزان آلودگی و حد مجاز آنرا نوع مصرف آن، مشخص می‌سازد. بدین معنی که، آبی که از نقطه نظر آشامیدن و یا بهداشت آلوده تلقی می‌گردد ممکن است از نظر مصرف کشاورزی کاملاً مناسب و مطلوب بـاشـد. یکی از مهم ترین انواع آلودگی آبهـای زیرزمینی، افزایش غلظت یون نیترات اسـت. به علت تعدد منشـاءها و همچنین پیچیدگی چرخه نیتروژن، شـناخت منبع این نوع آلودگی از اهمیت بالائی برخوردار اسـت (Keeney 1989, Pawar 1995). براسـاس گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۷۶)، حداکثر غلظت مجاز نیترات در آب شـرب ۵۰ میلی گرم در لیتر اسـت. بالا بودن میزان نیترات در آبهای آشامیدنی باعث بروز بیماری توام با مرگ و میر در نوزادان و اطفال به نام متهموگلوبنیا (Methemoglobineia) می شـود. این بیماری که سیانور نوزادان (Infant cyanosis) نیز نامیده می شود باعث کاهش اکسیژن رسانی در نوزادان و بروز بیماری‌های گوارشـی و سـرطان در انسـان می‌شـود (Bouchard et al. 1992, Wylie et al. 1995).

همچنین یون نیترات به دلیل حلالیت بالا در آب، به سادگی می‌تواند توسط آبهای فرورو به آبخوان منتقل شود. وجود نیترات به مقدار بیش از استاندارد تاثیر زیادی بر عملکرد محصولات زراعی دارد و به عنوان آلاینده محسوب می‌شود. تحقیقات زیادی راجع به منشا و کاهش آلایندگی این عنصر در مزارع انجام شده است (شاه نظری ۱۳۷۴، طهرانی ۱۳۷۷، رقیمی و سید خادمی ۱۳۸۰، ملکوتی ۱۳۸۱). همچنین وجود این یون در آب شرب دام‌ها می‌تواند سبب کاهش تولید شیر و سقط جنین در آنان شود (ملکوتی ۱۳۷۳). در بسیاری از نقاط دنیا، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، که دفع فاضلابهای صنعتی،کشاورزی وانسانی به صورت غیر بهداشتی صورت می گیرد و همچنین استفاده از کودهای شیمیائی بیش از حد مورد نیاز و به صورت غیر علمی مورد استفاده قرار می گیرد آبخوان‌ها تحت تاثیر انواع آلودگی قرار می گیرند (Pachco and Cabrera 1997). اما آلودگی آبهای زیرزمینی به نیترات به دلیل اهمیت آن توسط افراد مختلفی طی دهه گذشته مورد بررسی قرار گرفته است (Pawar and Sheikh 1995).

از دیگر آلاینده ها فسفات‌ها می باشند که به سه شکل ارتو فسفات‌ها، پلی فسفات‌ها یا فسفات متراکم و فسفات‌های آلی در طبیعت وجود دارند که می‌توانند به صورت محلول، ذرات ریز و درشت و یا در بدن موجودات آبزی یافت شوند. ارتو فسفات های مصرفی در کشاورزی به صورت کودهای فسفاته می‌توانند به دنبال شسته شدن خاک در اثر بارندگی و آب ناشی از ذوب برف ها وارد آبهای سطحی شوند. فسفر نیز از عناصر مهمی است که وجود آن در محیط‌های آبی و در تحت شرایط مناسب باعث رشد گیاهان آبی گردیده و در پدید آمدن شرایط اتروفیکاسیون نقش مهمی را بازی می‌کند. همچنین فسفر از مواد عمده موجود در خاک، رسوبات و سنگ‌ها پدید می آید. نقش فسفر در اکوسیستم‌های آبی گوناگون و پیچیده است. در هر حال در غیاب فسفر رشد جلبک‌ها متوقف می‌شود (Eallen and Kromer 1972, Metcalf and Eddy 1979).

یون نیترات از جمله یونهایی است که غلظت آن در آب، پارامتر مهمی برای ارزیابی کیفیت آب محسوب می شود. نیترات در منابع آب می‌تواند نتیجه آبشویی آبهای سطحی، تجزیه مواد آلی و معدنی و فعالیتهای انسانی باشد. فعالیتهای شدید کشاورزی و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و حیوانی، فاضلابهای خانگی، همچنین آبیاری زیاد و بارندگی فراوان از جمله عواملی هستند که می‌توانند غلظت یون نیترات در آبهای زیرزمینی منطقه را تحت تأثیر قرار دهند (منزوی ۱۳۶۴). محققین وجود نیترات و فسفات در آبهای زیرزمینی را مربوط به منابع مختلفی می‌دانند که به برخی از مهم ترین آنها اشاره می شود.

۲-۱- منشاء نیترات در آبهای زیر زمینی

۲-۱-۱- منشاء طبیعی

ازت از دو منبع اصلی طبیعی و مصنوعی وارد محیط‌های آبی می‌شود، منابع طبیعی ازت شامل اتمسفر، بارش‌ها، ذرات منتقله به وسیله باد، جریان آبهای سطحی در دشت‌ها، تثبیت بیولوژیکی ازت جو توسط گیاهان، فضولات و بقایای حیوانی و گیاهی می‌باشند (Eallen and Kromer 1972). قابل ذکر است که در اثر افزایش فعالیت‌های انسانی روز بروز بر میزان ازت موجود در آبهای بارندگی، ذرات منتقله بوسیله باد و جریانات سطحی افزوده می‌شود. سالیانه حدود ۰/۱ تا ۱ گرم بر متر مربع ازت (بر حسب N) از طریق جو وارد سطح زمین می‌شود (Varshney 1983). ازت موجود در بارش‌ها علاوه بر تخلیه الکتریکی از فعالیت صنایع و از تصعید کودها ایجاد می‌شود (صالحی گورانی ۱۳۵۳).

همانطور که اشاره شد ازت در محیط‌های آبی به صورت گاز ازت محلول، ازت آلی، ازت آمونیاکی، نیتریتها و نیتراتها وجود دارد و در شرایط مختلف محیطی فرم‌های مختلف ازت به هم قابل تبدیل است (White 1978). ازت جو در اثر تخلیه الکتریکی به N_2O_5 تبدیل شده و در آب باران تولید HNO_3 کرده و وارد محیط‌های آبی می‌شود (هنری ۱۳۵۶). در شرایط طبیعی حتی خالص‌ترین آب باران حداقل ۰/۳ میلی گرم بر لیتر نیترات با خود دارد (Bond and Straub 1974). گاز ازت موجود در جو و یا محلول در آب به وسیله بعضی گیاهان مانند لگومینوزها و جلبک‌های سیانوفیسه جذب و به صورت پروتئین گیاهی تثبیت می‌شود (Metcalf and Eddy 1979).

همچنین ازت در مواد آلی به صورت پروتئین و اوره می باشد، وقتی مواد آلی وارد محیط آبی می‌شود در صورت شرایط هوازی در مرحله اول اکسیداسیون مواد آلی کربن‌دار شروع می‌شود و اگر اکسیژن کافی موجود باشد تا ۲۰ روز ادامه می‌یابد (منزوی ۱۳۶۴). در مرحله دوم اکسیداسیون مواد آلی ازت‌دار بوقوع می‌پیوندد که از روز دهم شروع و مدتها حتی تا ۳۰ روز ادامه می‌یابد. به همین علت است که در اکسیداسیون مواد آلی از روز دهم بر میزان مصرف اکسیژن افزوده می‌شود (خلدانی ۱۳۶۲). محصول نهایی این مرحله نیتراتها هستند و به این عمل نیتریفیکاسیون گفته می‌شود که خود باعث افزایش نیترات درآب می شود

(منزوی ۱۳۶۴). نیترات توسط موجودات گیاهی جذب و به کمک نور خورشید و عمل فتوسنتز تبدیل به پروتئین گیاهی می‌شود. پروتئین گیاهی توسط حیوانات تبدیل به پروتئین حیوانی شده، مرگ و تجزیه گیاهان و جانوران سبب تبدیل مجدد ازت به ترکیبات آمونیاکی می‌شود. در شرایط اشباع آب در خاک نیترات موجود در خاک ممکن است به یکی از صورت‌های NO_3، NO_2، NH_3 یا N_2 احیاء و به سهولت از خاک خارج شود که به این عمل دنیتریفیکاسیون اطلاق می شود که باعث کاهش نیترات می شود هر چه غلظت نیتراتها در منابع آبی افزوده شود رشد جلبک ها و گیاهان آبی نیز سریع‌تر می‌گردد (منزوی ۱۳۶۴). قسمتی از این گیاهان وارد سیکل زندگی جانوران آبی شده و تعادل آنها را نیز به هم می‌زنند. لاشه جلبک‌ها پس از مرگ آنها به عنوان آلودگی ثانوی محسوب شده (Nemerow 1971) و باعث پدید آمدن شرایط اتروفیکاسیون گردیده و پر شدن بستر رودخانه‌ها و کف دریاچه ها را تسریع می‌کنند (Velz 1970). در شرایط اتروفیکاسیون در زمان فقدان نور و عدم تولید اکسیژن توسط گیاهان آبی و تنفس این گیاهان، تغییرات زیادی در طول شبانه‌روز در غلظت اکسیژن محلول پیش می‌آید، به طوری که در شب به خصوص نزدیکی‌های صبح غلظت اکسیژن به حداقل (حتی صفر) و در ساعات بعد از ظهر میزان اکسیژن محلول به حداکثر خود (بیش از اشباع) می‌رسد (صالحی گورانی ۱۳۵۳).

همچنین انحلال نهشته‌های تبخیری یا خاک‌های غنی از نیترات توسط آبهای زیرزمینی به ویژه در مناطق خشک، بالا بودن میزان نیترات در آبهای زیرزمینی غیر کشاورزی و کم جمعیت می‌تواند ناشی از شسته شدن نیترات موجود در نهشته های تخریبی باشد (Heaton 1984). برای مثال مقدار قابل توجهی نیترات در لسهای پلیستوسن نواحی نیمه خشک به ویژه در زمان‌های مناسب برای رشد و نمو گیاهان گزارش شده است (White and Moore1972, Boyce et al. 1976). نیتراتی که در آب زیرزمینی است می‌تواند مربوط به نهشته‌های در طی زمان زمین‌شناسی باشد، چنانچه مقدار قابل توجهی از نیترات در مراتع لسی پلیئستوسن مناطق نیمه خشک و خشک که هرگز کود کشاورزی به آن داده نشده است، وجود دارد (Follet et al. 1987). برخی از خاک‌های دارای نهشته‌های (رسوبات) نیترات، در طی دوران زمین‌شناسی می‌باشند که می‌توانند پس عبور آب از میان آنها به آبهای زیرزمینی برسند (White 1993).

خادمی (۱۳۸۲) میزان غلظت یون های نیترات و کلر را در شهرهای گرگان و بندرگز مورد بررسی قرار داده است. وی در مطالعاتش به این نتیجه رسیده است که چاههای مرکز شهر و حاشیه شمالی شهر نسبت به سایر منابع تامین آب دارای نیترات و کلر بیشتری نسبت به مناطق غربی و شرقی شهر می باشند. دلیل این

موضـوع وجود چاه های جذبی در شـهر و هم چنین شیب عمومی منطقه است که از سمت جنوب به شمال می باشد.

۲-۱-۲- منشاء کودهای شیمیائی

هدف از کاربرد کودهای شـیمیایی در ابتدا به عنوان مکمل مصرف مواد آلی در خاک بوده است. اینکه آیا به راسـتی کودهای شـیمیایی می‌توانند حاصـلخیزی خاک‌ها را به آنها باز گردانند و موجب اصـلاح آنها شـوند سئوالی است که تاکنون پاسخ قطعی برای آن داده نشده است (هنری ۱۳۵۶).

عامل اصلی قدرت حاصلخیزی خاک هوموس خاک است یعنی خاک غنی از هوموس قادر است هر چیز لازم از جمله ازت، فسفر و پتاسیم و سایر عناصر مورد نیاز گیاهان را تامین کند. کودهای شیمیایی در خاک سبب تغییر pH خاک، تغییر غلظت املاح و تسریع در مصرف هوموس خاک و تغییر در خواص فیزیکی خاک مانند پراکندگی خاکدانه‌ها می‌شوند. همراه کودهای شیمیایی معمولاً عناصر سمی مانند سرب و کادمیوم و جیوه و حتی کرم وجود دارد. باقی ماندن این عناصـر در خاک موجب جذب نابجای گیاهان شده که در تغذیه انسان و حیوانات تاثیر سـوئی به جا می‌گذارد. نیترات‌های اضـافی در خاک که جذب گیاهان می‌شـوند موجب مسـمومیت‌های مزمن در حیوانات شـده که ضـعف و سـقط جنین یکی از آثار مهم آن اسـت. وجود نیترات اضـافی در خاک به آب منتقل شـده و در آب سـبب تسـریع و رشد جلبک‌ها می‌شود و جلبک‌ها در مصرف اکسـیژن آب و کـاهش این مـاده حیـاتی برای آبزیـان و خفگی آنهـا مؤثرنـد. پـدیـده اوتریفیکـاسـیون (Eutrophication) در محیط‌های آبی ساکن مانند دریاچه‌ها، سدها و تالابها که درنتیجه رشد بی‌رویه گیاهان آبزی و افزایش مواد آلی در کف اینگونه منابع و تولید مواد آلی سـولفوره، فسـفره و غیره بوجود می آید از اثرات سوء کودهای شیمیایی بخصوص کودهای ازته می‌باشد (ملکوتی ۱۳۷۳).

همچنین اسـتفاده از کودهای شـیمیایی در کشـاورزی نیز سـبب آلودگی نیتراتی در آب زیرزمنی می‌شـود (Pratt 1984). هر چه عمق سـفره آب زیرزمینی بیشتر شود غلظت نیترات موجود در آب کاهش می‌یابد ولی در مناطقی که از کود شـیمیایی استفاده شود ممکن است غلظت نیترات آب زیرزمینی به بیش از ۵۰ میلی گرم بر لیتر برسد (هنری ۱۳۵۶).

منابع مصـنوعی ازت در محیط‌های آبی به طور عمده آبهای سـطحی مناطق مسـکونی، فاضـلابهای شـهری، کودهای شیمیایی، آبهای زهکشی و برگشتی اراضی کشاورزی و فاضلابهای صنعتی می‌باشند. مصرف بیش از حد کودهای ازته باعث ورود مازاد ازت به آبهای سطحی و زیرزمینی می‌شود. ورود این مواد به آبهای سطحی از دو طریق، زهکش‌ها و فرسـایش خاک انجام می‌گیرد (Velz 1970). اسـتفاده از نوع مناسب کود ازته نیز در خاکها و محصـولات مختلف از ورود ازت به منابع آبی می‌کاهد. به طور مثال بنا به توصـیه وزارت کشـاورزی برای خاکهای اسـیدی کود اوره مناسـب می‌باشـد (هنری ۱۳۵۶). به طور متوسـط حدود ۲۵٪ از کودهای شیمیایی مصرفی وارد منابع آبی می‌شود (Varshney 1983).

آبیاری بیش از حد نیز باعث انتقال بیشتر ازت کودهای کشاورزی می‌شود. این عمل در شبکه آبیاری سد دز کاملاً مشـهود اسـت. در صـورتی که دادن کود شیمیایی ازته به مزرعه از طریق سیستم آبیاری انجام گیرد، خروج مواد ازته از زهکشـها شدیدتر شده به طوریکه در یک مطالعه در چنین سیستمی نشان داده که ۷۰٪ مواد ازته از طریق زهکشـها خارج شـده اسـت. غلظت ترکیبات ازته در زهکشها از ۱/۸ تا ۶۲/۴ میلی گرم بر لیتر نیتروژن (N) متغیر می‌باشـد. مواد زائد حاصـل از فعالیت‌های دامپروری، به خصـوص گاوداری‌ها و مرغداری‌ها در صـورتی که به منابع آبی راه پیدا کنند باعث افزایش BOD و ترکیبات ازته آن می‌شـوند. بار آلی و ترکیبات ازته و فسفره که از نگهداری یک گاو شیری وارد محیط زیست می‌شود معادل ۱۷ برابر انسان است (Velz 1970).

پژوهشـگران عوامل مختلفی را به عنوان منبع آلودگی نیترات آبها شـناسـایی کرده‌اند اما فعالیت‌های شـدید کشـاورزی، کودپاشـی و آبیاری بی‌رویه، مهمترین عوامل افزایش غلظت نیترات در آبخوان‌ها معرفی شـده‌اند (Pawar and Sheikh 1995). بهره‌برداری زیاد، فعالیت شـدید کشـاورزی و اسـتفاده از کودهای شـیمیایی و حیوانی، بارندگی نسـبتاً زیاد، آبیاری بی‌رویه و عمق کم سـطح ایسـتابی و در مواردی تراکم جمعیت همه از عواملی هسـتند که می توانند سـبب آلودگی آبهای زیرزمینی شوند. افزایش غلظت نیترات در اثر بکارگیری کودهای شـیمیائی توسـط محققین بسیاری مورد مطالعه قرار گرفته است (برای مثال: Pawar and Shaikh 1995) اثبات شـده اسـت. باور (Bouwer 1989) معتقد است که تقریباً یک چهارم کود زمین‌های کشاورزی به صـورت نیترات وارد آبهای زیرزمینی می‌شـود. سرعت نفوذ نیترات از منطقه غیر اشباع در زمین‌های آبیاری شده ممکن است به ۳۰ متر در سال نیز برسد چون جهت جریان آب زیرزمینی در دشت گرگان از جنوب به

شـمال اسـت بنابراین آبهای زیرزمینی واقع در بخش جنوبی نسـبت به بخش‌های مرکزی و شمالی کمتر در معرض خطر پساب‌های کشاورزی قرار دارند (Hem 1992).

ملکوتی (۱۳۷۳) اظهار داشـته اسـت که غلظت نیترات در زمین‌های کشـاورزی با غلظت پتاسیم موجود در خـاک نسـبـت عکس دارد. بنـابراین افزایش غلظـت نیترات در آبهای زیر زمینی که در محدوده زمین‌های کشـاورزی واقع شـده‌اند و میزان پتاسیم موجود در این مناطق نیز پایین است، ناشی از مصرف کود آمونیوم می باشد. نمونه‌هائی که در زمین‌های کشاورزی واقع شده‌اند پایین‌ترین pH را در بین نمونه‌های جمع آوری شـده نشـان می‌دهند طبیعی اسـت در چنین حالتی نیز باید غلظت نیترات زیاد باشـد زیرا شـرایط برای دنیتریفیکاسـیون مناسـب نیسـت بنابراین هر دو پدیده کاهش pH و پتاسـیم تایید کننده افزایش غلظت نیترات در دشت گرگان می‌باشند.

بنابراین افزایش غلظت نیترات در بخش مرکزی دشـت می‌تواند در نتیجه‌ی عوامل فوق باشد برخلاف انتظار غلظت نیترات به سـمت شـمال روند افزایشـی یکنواخت ندارد زیرا تغییر جنس رسـوبات، کاهش هدایت هیدرولیکی، همچنین جهت و مقدار شـیب توپوگرافی سـبب کاهش عمق سـطح آب تا کمتر از یک متر در بخش‌های شمالی دشت شده است. کاهش عمق می‌تواند سبب کاهش غلظت نیترات شود. زیرا سبب می‌شود که گیاهان دارای ریشه نسبتاً عمیق موقعیت بهتری برای جذب نیترات داشته باشند.

پـاوار و شـیخ (Pawar and Shaikh 1995) معتقـدند که در اعماق کم و در خاک‌های با نفوذ پذیری پایین دنیتریفیکاسیون با شدت بیشتری انجام می‌شود. ملکوتی (۱۳۷۳) معتقد است که قرار گرفتن رسوبات سیلت و رس دریایی در بخش‌های شـمالی در روی آبخوان سبب محافظت آبخوان از رسیدن نیترات سطحی به آب زیرزمینی می‌شـود. زیرا عموماً این رسـوبات دارای گوگرد احیایی می‌باشـند و نیترات در حال عبور از این رسـوبات دنیتره می‌شـود. این فرآیند ضـمن کاهش مقدار نیترات سـبب افزایش سـولفات محلول می‌شـود. بررسـی‌ها رابطه معکوس بین غلظت نیترات و سولفات را تایید می نماید ولی به نظر می‌رسد افزایش بیش از حد سـولفات در برخی نمونه‌های بخش شـمالی حوضـه قره سـو ناشـی از انحلال کانی‌های پراکنده ژیپس موجود در دشـت نیز باشد. فرآیند دیگری که می‌تواند سبب کاهش غلظت نیترات در این بخش شود تثبیت کود آمونیوم توسـط کانی های رسی گروه ایلیت است. این فرآیند تا حد ۲ میلی اکی والان به ازای صد گرم خاک گزارش شـده اسـت. مجموعه عوامل فوق بعلاوه دمای مناسـب برای دنیتریفیکاسـیون در این منطقه (حدود ۲۴ در جه سـانتی گراد) سـبب کاهش غلظت نیترات در بخش‌های شـمالی دشت گرگان شده است.

اصلی‌ترین و مهمترین فرایندی که سبب می‌شود نیتروژن از ترکیبات نیتروژن‌دار به صورت نیتروژن گازی به اتمسفر برگردد، فرایند دنیتریفیکاسیون زیستی و شیمیایی است. اگرچه فرایند دنیتریفیکاسیون موجب کنترل و کاهش غلظت نیترات می‌شود ولی در بسیاری از نقاط دنیا، عوامل مختلفی از جمله فعالیت‌های شدید کشاورزی و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی، آبیاری بی‌رویه و دفع فاضلابها موجب افزایش غلظت نیترات در آبهای زیرزمینی شده است (Keeney 1989). میزان غلظت نیترات در آبهای زیرزمینی معمولاً بین ۰/۱ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و در آب زیرزمینی که تحت تأثیر کودهای نیتراته قرار گرفته‌اند تا بیش از ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر می رسد (Davis and Dewiest 1975). افزایش کاربرد کودهای شیمیایی ازت‌دار در چند دهه اخیر باعث افزایش نیترات در آبهای سطحی و زیرزمینی شده است. میزان نیترات در آبهای سطحی غالبا" تحت تأثیر تغییرات فصلی بوده، به گونه‌ای که در ماههای زمستان در مقایسه با تابستان غلظت‌های بیشتری مشاهده گردیده است. با آغاز باران‌های زمستانی و کاهش فعالیت بیولوژیکی در رودخانه‌ها، نیترات آب افزایش یافته و منجر به زیاد شدن غلظت آن می‌گردد. در طول تابستان احتمالاً میزان نیترات در اثر جذب و اعمال بیوشیمیایی جلبک‌ها کاهش می‌یابد و علاوه بر این عدم نیتریفیکاسیون باکتریایی و احیای غیرهوازی نیترات به ازت در سطح گل و لای ته نشین شده در مخازن، غلظت نیترات را در آب کاهش می‌دهد (شریعت پناهی۱۳۷۱).

آلودگی نیترات آبهای زیرزمینی، مردم روستاهای موجود در دشتی واقع در شمال چین را با نگرانی رو به رو کرده است. زیرا آبهای زیرزمینی موجود در این مناطق به عنوان آب شرب مورد استفاده مردم قرار می‌گیرد. هو و همکاران (Kelin Hu *et al*. 2005) درتحقیق و مطالعه‌ای که درمنطقه هنانتوانگ (Henantuang) درحومه شهر کوژو (Quzhou) واقع در دشت شمالی چین انجام داده‌اند نتیجه گرفتند که دلیل ایجاد هدایت الکتریکی بیشتر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و آلودگی نیترات آب زیرزمینی (نیترات بیشتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر) استفاده بی رویه از کود شیمیایی در زمینهای کشاورزی این منطقه است.

در مطالعه ای که ناصری (۱۳۸۵) در منطقه گرگان انجام داد به این نتیجه رسید که چاههای سفره آزاد نسبت به چاههای تحت فشار بیشتر در معرض آلودگی به نیترات قرار گرفته‌اند. این مساله نشان دهنده منبع سطحی ورود نیترات به آبخوان است افزایش غلظت نیترات در چاههای سفره آزاد منطقه در پایان فصل کشاورزی، تایید کننده فعالیت‌های کشاورزی به عنوان منشا آلودگی برای بیشتر این چاههاست.

۲-۱-۳- منشاء فاضلاب

منـابع عمده‌ای که ازت از آن به محیط‌های آبی وارد می‌شـــود، اتمســـفر، پســـاب فاضـــلاب های خانگی، فاضلاب‌های صنعتی، کودهای کشاورزی، فضولات حیوانی و گیاهی و غیره می باشند که عمدتاً در محیط‌های آبی به صـورت ترکیبات آلی، آمونیاکی، نیترات و نیتریت در می‌آیند. ترکیبات مختلف ازت در آب و فاضلاب در شـرایط مختلف به هم تبدیل می‌گردند. در شرایط هوازی ازت آلی و آمونیاکی به نیتریت و سپس نیترات تبدیل می‌شود. نیتراتها در واقع مواد غذایی بسیار مناسب برای گیاهان به حساب می‌آیند. چنانچه از فاضلاب در کشـاورزی استفاده شود، در اکثر موارد وجود هر میزان از ترکیبات ازته و فسفره مشکلی ایجاد نمی‌کند و تنها در محصولات خاصی مثل چغندرقند (باعث تقلیل نسبت قند آن می‌شود) و سیب زمینی (سبب کاهش نشاسته می‌شود) تأثیر سوء می‌گذارد (صالحی گورانی ۱۳۵۳). ممکن است نیترات در آبهای زیرزمینی مربوط به فضـولات حیوانی باشـد گاهی اوقات مواد زاید شـهری که تحت کنترل دفع با روش‌های بهداشتی نباشند آلودگی نیتراتی در آبهای زیرزمینی بوجود می‌آورند (Sommer and Gillham 1984).

لازم به یادآوری اسـت که وجود نیترات در آب مورد اسـتفاده کشاورزی در اکثر موارد در راندمان کشاورزی تاثیر مثبت داشـته، به طوریکه در مزارعی از کشورهای آفریقایی که از سال ۱۹۱۲ تاکنون با فاضلاب شهری (که عمدتاً غلظت نیترات آن از آبهای سـطحی و زیرزمینی بیشـتر اسـت) آبیاری شـده نشـان می‌دهد که حاصـلخیزی خاک روز بروز افزوده شـده و میزان محصـول هم اکنون از متوسط محصولات کشاورزی اراضی مـجـاور آنـهـا کـه از کـود شـــیـمـیـایـی نـیـز اســـتـفـاده مـی‌شـــود بـیـشـــتـر اســـت (WHO 1984).

چاههای فاضلاب خانگی می‌توانند منبع اصلی نیترات در آبهای زیرزمینی باشد (Keeney 1984). نیتروژن یکی از اسـاسی‌ترین تشکیل دهنده‌های محیط زیست می باشد و بیش از ۷۸ درصد از هوای اطراف ما را نیتروژن تشـکیل می دهد که در رشـد و نمو گیاهان بسـیار اهمیت دارد. نیتروژن به صـورت نیترات و یا نیتریت در آبهای زیرزمینی هم می‌تواند وجود داشـته باشد و آبهای زیرزمینی که یکی از مهم‌ترین منابع آب آشامیدنی در بسـیاری از نقاط جهان می‌باشـد اگر دارای نیترات زیادی باشـند برای سلامتی انسان خطر آفرین است و بیشـتر از مدفوع حیوانات حاصـل می‌شـود (WHO1984.). همچنین وجود نیترات می تواند به دلیل وجود چاههای فاضـلاب خانگی و مواد زاید شـهری که به روش غیر بهداشـتی دفن می‌شوند باشد Pacheco et al. (2001).

مطالعات جردن و اسـمیت (Jordan and Smith 1985) در مورد محل جمع آوری فضولات حیوانی در منطقه (Antrim) در ایرلند شـمالی مقادیر بالای نیتروژن آلی در آبهای زیرزمینی را نشان داد که این موضوع بیانگر این است که نیتریفیکاسیون باعث این می شودکه نیتروژن آلی و آمونیوم در طی حرکت و جریان آب بوجود آید. از نظر کیفیت آب، یون آمونیوم می‌تواند به وسـیله ذرات خاک جذب شـده و درموقع فرسـایش توسط خاک حمل شود. مهمتر از آن این ست که آمونیوم و نیترات قابلیت انحلال داشته و در زمان بارندگی تحت تأثیر آبشـوئی از لایه های خاک به سـوی سـفره آب زیرزمینی انتقال می یابد. همچنین پس از بارندگی در رواناب سطحی نیز نیترات وجود دارد. سفره‌های آب زیرزمینی عموماً در حال آلوده شدن توسط نیترات می باشـد و در برخی مناطق به اندازه‌ای آلودگی آب بالاسـت که بر طبق اسـتانداردهای موجود، به هیچ عنوان قابل آشـامیدن نمی باشد. هر چند کمیسیون اقتصادی اروپا (ECE) این مشکلات را اغلب به کودهای معدنی نسـبت می‌دهد ولی در بعضی از مناطق می تواند ناشی از استفاده بیش از حد کودهای آلی (فضولات دامی) می‌باشد.

گرچه در سال ۱۹۹۲ کمیسیون اقتصادی اروپا (ECE) فضولات حیوانی را به عنوان منابع آلاینده قلمداد کرد، اما آمار نشان می دهد که حدود ۳۰ درصد از کل فسفر موجود در آبهای موجوددر قاره اروپا ناشی از فضولات حیوانی اسـت و ۱۷ درصد بقیه ناشی از عوامل کشاورزی می باشد. وضعیت و مقدار نیتروژن نیز مانند فسفر از کشوری به کشور دیگر متغیر می باشد. کشور دانمارک بیان می دارد که ۵۰ درصد نیتروژن غیر آلی ناشی از فضـولات می باشـد. نیتروژن بوجودآمده از منابع آلاینده پراکنده کشاورزی در کشور هلند ۷۱ درصد کل نیتروژن تولید شده در این کشور را شامل می شود.

مواد زاید آلی شـامل فاضـلاب ها، مواد زاید جامد و ضـایعات صـنایع غذایی اغلب به عنوان منشا نیترات در چرخـه نیتروژن مطرح هســـتنـد. این نیتروژنهـا برخلاف نیتروژن غیرآلی زمان زیادی در چرخه فوق پایدار خواهند ماند. با توجه به نقش مخرب فاضلاب ها بر محیط زیست به ویژه کیفیت آبهای زیرزمینی، استفاده از آنها در آبیاری مزارع، جنگل‌ها و فضاهای سبز، تحت کنترل و مقررات شدیدی قرار دارد به طوری که امکان آلودگی آبهای زیرزمینی توســط فاضــلاب‌ها وجود نداشــته باشــد، آلودگی آبهای زیرزمینی در اثر چاههای فاضلاب خانگی در نواحی بسیاری از ایالات متحده آمریکا گزارش شده است (Keeney 1986).

موقعی که از فاضـلاب به وسـیله سـیسـتم آبیاری در کشاورزی استفاده می شود، جذب ازت توسط گیاهان زراعی مکانیسـم اصلی بوده ومیزان مصرف آن بستگی به نوع گیاهان کشت شده و نوع سیستم آبیاری دارد.

در یک مورد که از فاضلاب در کشاورزی استفاده می شده گزارش شده، ۱۶ تا ۲۳ درصد ازت در خاک ذخیره ۱/۳ تا۷/۴ درصـد به آبهای زیر زمینی نشت کرده و ۷۶ تا ۷۷ درصد وارد اتمسفر شده یا جذب گیاه گردیده است (Bond and Straub 1974).

وقتی فاضـلاب درسـطح خاک پخش و یا جریان می یابد، مکانیسم دنیتریفیکاسیون در حذف ازت موثرتر از جذب توسـط گیاهان اسـت. در صـورتی که فاضـلاب در سطح خاکی با نفوذ پذیری زیاد پخش شود در این صـورت فاضـلاب با سرعت بیشتری عبور نموده و وارد طبقات پائین می شود. در چنین حالتی حذف ازت با ایجـاد شـــرایط بی هوازی در اثر تـاثیر BOD فاضـــلاب به خصـــوص در دوران ســـیلابی طولانی و عمل دنیتریفیکاسیون در پروفیل خاک انجام می گیرد (John 1980).

کودهای شـیمیایی و فضـولات حیوانی - انسـانی که برای بهبود کیفیت خاک در مناطق کشـاورزی استفاده می‌شوند، به عنوان یکی از بزرگترین منابع افزایش نیترات در آبهای زیرزمینی مطرح هستند. یکی از بهترین روش‌های استحصال فضولات حیوانی، باز چرخش و افزودن آنها به خاک های کشاورزی به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی است (Pratt 1984, Bernhand et al 1992).

آبهای سـطحی به ندرت بیش از ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر بر حسـب ازت، نیتریت دارند، مگر اینکه به شـدت با فاضـلاب آلوده شـده باشند. بنابراین حضور نیتریت همراه با میزان بالایی از آمونیاک در آبهای سطحی نشان دهنده آلودگی آب با فاضلاب می‌باشد. در مناطق آهن‌دار، نیترات‌های موجود در آبهای زیرزمینی می‌تواند به نیتریت احیا شـود، چنین واکنشـی در آجرکاریهای جدید دیواره چاهها نیز صـورت می‌گیرد و در نتیجه آن نیتریت وارد آب چاه می‌گردد (شریعت پناهی ۱۳۷۱). به طور کلی، غلظت‌های بیشتر از ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات ممکن است منعکس کننده شرایط غیر بهداشتی باشد (Kagaroglu and Gunay 1997). در مناطقی که تولید صنعتی ندارند، افزایش کلرید منابع آبی به احتمال قوی منشاء فاضلاب خواهد داشت (APHA). در طی سـال‌های متفاوت و آخرین آنالیز انجام شـده از چاههای شـهر گرگان، چاههای مرکز شـهر و حاشیه شمالی شـهر نسـبت به سـایر منابع تأمین آب دارای نیترات و کلرید بیشـتری نسبت به مناطق غربی و شرقی شهر دارد، بنابراین به دلیل وجود چاههای جذبی در شـهر و شیب منطقه که از سمت جنوب به شمال می‌باشد و تراکم شـهری حسـاسـیت چاههای مذکور نسـبت به آلودگی بیشـتر از سـایر منابع تأمین می‌باشد (خادمی ۱۳۸۲). براساس مطالعات وسیع انجام شده، آبهای زیرزمینی مناطق شهری در معرض خطرات آلودگی ناشی از فعالیت های انسانی قرار دارد (Starr and Gillham 1993، شاه پسندزاده و همکاران ۱۳۸۱).

در گستره شهر گرگان می‌توان دو منشا عمده را برای نیترات موجود در منابع آب شرب این شهر پیشنهاد کرد: فاضلاب‌های خانگی و تثبیت زیستی نیتروژن در خاک به همراه شستشو و انتقال آن به آبهای زیرزمینی، با توجه به این که در گمانه چاههای آب این منطقه و همچنین در مطالعات ژئوالکتریک، اثری از واحدهای سنگی تبخیری گزارش نشده است (Berger 1972). لذا امکان وجود نهشته‌های تبخیری با شک و تردید همراه است پایین بودن غلظت نیترات در آبهای زیرزمینی آبخوان‌های شصت کلا و گرمابدشت به رغم قرارگیری چاههای شرب این آبخوان‌ها در محدوده زمین‌های کشاورزی نسبت به آبهای زیرزمینی آبخوان زیارت، نشانگر عدم تاثیر یا اثر ناچیز کودهای شیمیایی بر آلودگی آبهای شرب این منطقه است با توجه به دفع سنتی فاضلاب و تراوایی به نسبت خوب زمین‌های دریافت کننده فاضلاب در این منطقه مهم ترین منشا نیترات در نمونه‌های آب چاههای شرب شهر گرگان فاضلاب های خانگی پیشنهاد می‌شود بیشتر چاههائی که بیشترین مقدار نیترات منطقه را دارا هستند در بخش‌های شمالی شهر قرار دارند. با توجه به این که شیب توپوگرافی و جهت جریان آبهای زیرزمینی این منطقه از جنوب به سوی شمال است بنابراین انتقال آلودگی آب این چاهها توسط فاضلاب‌های خانگی تایید می‌شود. افزون بر این در آبخوان زیارت میزان نیترات آب چاهها که در محدوده زمین‌های جنگلی و بیشه‌زار متراکم قرار می‌گیرند در مقایسه با چاههای واقع در مراتع و جنگل‌های تخریب شده بسیار کم است بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که قطع درختان جنگلی و توسعه شهر گرگان نیز سبب به هم خوردن چرخه نیتروژن و آزاد شدن مقدار قابل توجهی نیترات به آبهای زیرزمینی منطقه شده باشد.

یکی از راههای تعیین منشاء نیترات آبهای زیرزمینی، تعیین نسبت‌های NO_3/Cl و K/Cl است. در مطالعه ای که در منطقه بندرگز و گرگان صورت پذیرفت نشان داد که منشا کلر و پتاسیم می‌تواندبه علت نفوذ آب دریا یا فعالیت‌های انسان زاد (کودهای شیمیایی، فاضلابهای خانگی) باشد سفره‌های آب زیرزمینی که تحت تاثیر آلودگی ناشی از فاضلابهای خانگی یا مواد زاید شهری قرار می‌گیرند معمولاً با غلظت بیشتر کلر نسبت به بخش‌های قابل شرب سفره، مشخص می‌شوند جالب توجه است که بیشتر نمونه‌های آب چاههای با غلظت غیر مجاز نیترات (۵۰ میلی گرم در لیتر) با مقادیر بالای NO_3/Cl نسبت به دیگر نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه مشخص می‌شوند. بالا بودن نسبت NO_3/Cl آب این چاهها که در محدوده زمین‌های شهری قرار می‌گیرند منشاء فاضلابهای خانگی را به عنوان عمده‌ترین عامل آلودگی نیترات آبخوان زیارت تایید می‌کند با توجه به موارد زیر امکان آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی این منطقه در اثر فاضلاب‌های خانگی دور از انتظار

نیست ۱) تخلیه فاضلابهای خانگی شهر گرگان در چاههای جذبی ۲) تراوایی خوب شن و ماسه ۳) بالا بودن میزان نیترات در چاههای قدیمی تامین کننده آب شـــرب شـــهر ۴) شـــیب توپوگرافی و جهت جریان آب زیرزمینی از جنوب به شـــمال ۵) بالا بودن ســـطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ۶) بالا بودن غلظت نیترات در بخش‌های شمالی آبخوان زیارت که شهر گرگان بر روی آن قرار گرفته ۷) عدم آلودگی نیترات در ســفره‌های آب زیرزمینی آبخوان‌های گرمابدشت و شصت کلا به رغم کاربری کشاورزی این زمین‌ها ۸) عدم گزارش واحــدهــای ســـنگی تبخیری در مطالعات ژئوالکتریک و چاههای آب شـــرب منطقه ۹) پایین بودن غلظت NO_3/Cl در آب رودخانه‌های النگ‌دره و زیارت نســـبت به آب چاههای شـــرب آبخوان زیارت ۱۰) بالا بودن مقدار کلر در چاههای آب آلوده به نیترات (شاه پسند زاده و همکاران).

اغلب چاههای آب شـــرب آبخوان زیارت در بخش‌های قدیمی شـــهر که از تراکم جمعیت زیادی برخوردارند واقع اســت در این نواحی ضــمن کاهش قابلیت تصــفیه زمین در اثر نفوذ دائمی فاضلاب امکان تداخل سطح جذب چاههای فاضلاب نیز وجود دارد به علاوه بالا بودن نسبت NO_3/Cl آب چاههای آلوده، نتیجه‌گیری فوق را تایید می‌کند.

منابع تامین آب شهر گرگان دارای هدایت الکتریکی ۳۶۰ (مربوط به رودخانه النگ‌دره) تا ۱۳۲۶ (مربوط به آب زیرزمینی) میکرو موس بر ســانتی‌متر می‌باشند. نیترات چاههای آن طی سال ۸۲ در آخرین اندازه‌گیری به میزان حداقل ۷ و حداکثر ۴۹/۸۶ میلی گرم در لیتر بوده که نســبت به ســال‌های گذشــته کاهش میزان نیترات در چاههای شــرب را نشــان می‌دهد. از لحاظ فاکتور کلر نیز منابع تامین آب دارای حداقل کلرید به میزان ۷ و حداکثر ۱۳۸ میلی گرم در لیتر آزمایش شــده است. با توجه به موارد فوق می توان نتیجه گرفت که دو فاکتور مهم نیترات و کلرید و نســبت آنان (Cl/NO_3) در تشــخیص منشــا آلودگی به فاضلاب خانگی و کشاورزی اهمیت دارد (Pawar 1995).

خادمی (۱۳۸۲) با مقایســه نســبت کلر به نیترات در چاههای شــرب گرگان مشــخص کرد که آب چاههای منطقه شــمالی و مرکز شــهر گرگان از لحاظ نیترات و نســبت (Cl/NO_3) در وضعیت بحرانی قرار داشته و در بعضــی ســال‌ها و فصــول ممکن اســت به بیش از حداکثر مجاز (۵۰ میلی گرم در لیتر) برسد، به طوریکه در منطقه شمالی و مرکزی شهر با توجه به نسبت (Cl/NO_3) آلودگی از فاضلابهای خانگی منشاء می‌گیرد.

پاروئی (۱۳۸۵) مقادیر نیترات را در۵ حلقه چاه در پایین دست محل دفن زباله شهر مشهد و دو حلقه را در محل‌های قدیمی دفن زباله (پارک‌های فجر و مطهر) اندازه‌گیری نموده است بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شـــده در پایین دســـت محل دفن زباله مقادیر نیترات از ۹/۶ تا ۱۷/۶ میلی گرم در لیتر متغیر بوده اســـت. مقادیر نیترات در دو حلقه چاه موجود در پارک‌های فجر و مطهر شـــهر مشـــهد به ترتیب ۱۸۰ و ۱۹۵ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری شـــده اســـت. با توجه به نتایج بدســـت آمده ملاحظه می‌شـــود که در محدوده شـــهر (پارک‌های فجر و مطهر) غلظت نیترات بسیار بالا بوده است که دلیل آن تاثیر فاضلاب‌های خانگی می‌باشد.

در مطالعه ای که ناصری (۱۳۸۵) در حوضه آبگیر قره‌سو انجام داده است از سی حلقه چاه کم عمق در سفره آزاد و همین تعداد چاه عمیق در آبخوان تحت فشـار منطقه مورد مطالعه در دو مرحله آغاز فصـل کشاورزی (اردیبهشـت ۱۳۷۹) و پایان فصـل کشـاورزی (شـهریور ۱۳۷۹) نمونه برداری صورت گرفت براساس تجزیه نمونه‌های جمع‌آوری شـده از چاههای بهره‌برداری موجود در سـفره آزاد یا سطحی با عمق سطح آب ۳۵-۵ متر و چاههای عمیق حفر شـده در سـفره‌های تحت فشـار یا عمیق، متوسط غلظت نیترات در آبخوان تحت فشـار در فصـول مرطوب و خشـک به ترتیب ۷/۲۶ و ۱۲/۵۶ میلی گرم در لیتر بوده اسـت در حالی که این مقدار برای آبخوان آزاد به ترتیب ۱۰/۷۹ و ۳۳/۷ میلی گرم در لیتر اسـت به این نتیجه رسیده است که این آبخوان به دلایل مختلف از جمله عمق نسبتاً کم سطح آب زیرزمینی، فعالیت‌های شدید کشاورزی در سطح مناطق دشـــت، تخلیه فاضـــلابهای شـــهری گرگان به آن و نیز به دلیل بافت درشـــت دانه آبخوان در مناطق جنوبی، در معرض خطر آلودگی‌های مختلفی از جمله نیترات قرار گرفته است. این مطلب بیانگر آن است که چاههای آبخوان آزاد نسـبت به سـفره تحت فشـار، بیشـتر در معرض خطر آلودگی قراردارند. به علاوه مقدار نیترات آب رودخانه‌های زیارت، گرمابدشـت و شـاخه‌های اصـلی رودخانه قره سو بین ۶۸-۱۰ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری گردید این پژوهش نشـان می‌دهد که پسـاب حاصـل از آبیاری زمین‌های زراعی و فاضـلاب شـــهری گرگـان به همراه جریان‌های ســـطحی محدوده مورد مطالعه، مهمترین نقش را در افزایش نیترات آبخوان دارند.

آرمان پور (۱۳۸۵) در مطالعه ای که در منطقه توسکستان شهر گرگان انجام داده است، بیان می دارد که در نمونه‌های جمع آوری شـده از چاهها در فصل خشک، متوسط غلظت نیترات از ۵/۷ میلی‌گرم بر لیتر در چاه سـازند سخت۳ تا ۱۳/۲ میلی‌گرم بر لیتر در چاه ۷ گرمابدشت و در فصل تر، از ۶/۷ میلی‌گرم بر لیتر درچاه سازند سخت ۲ تا ۱۸/۱ میلی‌گرم بر لیتردرچاه شرکت گیاه اسانس در پائین دست روستای توسکستان متغیر

بوده که به طور نسبی زیاد می‌باشد. فاضلاب مناطق روستایی که به صورت چاههای جذبی بوده و فعالیتهای دامداری در حاشیه رودخانه گرمابدشت که پساب آنها مستقیماً به این رودخانه سرازیر می‌شود، می تواند غلظت نیترات آبهای زیرزمینی را تحت تأثیر قرار داده باشد. مقادیر غلظت نیترات در نمونه‌های دشت به طور قابل توجهی بیشتر از نمونه‌های سازند سخت می‌باشد که عوامل مؤثر بر آن می‌تواند استفاده بی رویه از کودهای نیتراته برای افزایش محصول، چاههای فاضلاب و پساب دامداری‌های حاشیه رودخانه و بارندگی‌ها و آبیاری زیاد در دشت باشد که نیترات را شسته و وارد آب زیرزمینی می‌کند.

۲-۱-٤- منشاء های متفرقه

بیش از ۵۰ درصد از آب آشامیدنی که در ایالات متحده استفاده می‌شود از آبهای زیرزمینی است که از چاهها یا چشمه‌ها استحصال می‌شوند و برای اطمینان از استاندارد بودن مقدار نیترات موجود در آنها تست‌های مربوطه روی آنها صورت می‌گیرد ، مشخص شده است که ۲۴ درصد از چاههای آشامیدنی واقع در کانزاس و ۲۸ درصد از آب چاههای کشاورزی دارای نیترات بالای حد استاندارد می‌باشند

(Lalmond et al. 2001). اگر شما از آبی استفاده می‌کنید که مقدار نیترات آن زیاد است برای اینکه خطر آنرا کاهش دهید باید از حیواناتی استفاده کنید که مقدار نیترات موجود در غذای آنها کم باشد و غذای آنها از گیاهانی که نیترات را در ریشه‌های خود ذخیره می‌کنند، نباشد (clover et al 1997).

تثبیت زیستی نیتروژن در خاک ها توسط باکتری ها و سپس انحلال آنها در آبهای زیرزمینی می تواند در چرخه نیترات اثر گذار باشد (Follett et al. 1987, Barnes et al. 1992, Wylie et al. 1995). ازت به صورت نیتریت در آلودگی آبها به علت ناپایداری آن از اهمیت کمتری برخوردار است. به این ترتیب که غلظت آن در فاضلاب به ندرت از یک میلی گرم بر لیتر و در آبهای سطحی و زیرزمینی از ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر تجاوز می‌کند (Metcalf and Eddy 1979). به هر حال، نیتریت در آب آبرسانی شهری و مصارف صنعتی ماده فرساینده و نامطلوب تلقی شده و نسبت به موجودات زنده سمی محسوب می‌شود (APHA-AWWA, 1980).

نظر به اینکه جنگل‌ها نقش بسیار مهمی در حفظ نیتروژن دارند، لذا قطع درختان و توسعه شهری می‌تواند باعث بهم خوردن چرخه نیتروژن شود که اغلب منجر به آزاد شدن مقدار قابل توجهی نیتروژن به صورت نیترات، به آبهای زیرزمینی می شود. البته نقش این عامل در مقایسه با منشاء کشاورزی نیترات بسیار

کوچک است. به منظور ارزیابی دامنه گسترش و عوامل موثر در افزایش غلظت نیترات در آبخوان قره سو در دو نوبت متوالی از چاههای کم عمق و عمیق نمونه برداری انجام شد. داده‌های بدست آمده نشان می‌دهد که حداکثر غلظت نیترات در فصـــل تر در چاههای کم عمق و عمیق به ترتیب ۴۲/۷ و ۳۶/۴ میلی گرم در لیتر است در صورتی که در فصل خشک در چاه‌های کم عمق ۱۰۱ و در چاه‌های عمیق ۲۵/۷ میلی گرم در لیتر است. بیشترین افزایش غلظت نیترات در نمونه‌های کم عمق، مربوط به مناطق اطراف شهر گرگان و همچنین در مجاورت زیرشـاخه‌های اصـلی رودخانه قره‌سو می‌باشد که این مساله نشان دهنده تاثیر آبهای سطحی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه است (کلانتری و ناصری ۱۳۸۰).

در بخش‌های شـمالی دشـت گرگان، عمق سـطح آب بسیار کاهش می‌یابد. کاهش عمق از عواملی است که می‌توانند سـبب فعال شـدن دی نیتریفیکاسـیون شـود (Konai 1997). به علاوه چون بخش شـمالی دشـت پوشـیده از رسـوبات دریایی حاوی مقدار زیادی گوگرد احیایی و نوع آب آن نیز سـولفاتی اسـت. وجود این گوگرد سبب محافظت آبخوان از ورود نیترات می‌شود نیترات ضمن عبور از این رسوبات طبق رابطه زیر عاری از نیترات یا دی نیتریفیکاسیون می‌شود (Pawar and Sheikh 1995).

$$5FeS_2 + 14NO_3^{-1} + 4H^{+} \longrightarrow \quad 7N_2 + 10SO^{-2}{}_4 + 2H_2$$

در اثر این واکنش ضمن کاهش مقدار نیترات سبب افزایش غلظت سولفات می‌شود.

نتایج مطالعات طولانی مدت و ارزیابی برنامه‌ها و مقالات ارائه شـده در مورد آلودگی آبهای سـطحی در کشـور یونان با کاربرد آفت کش‌ها توسط کنستانشینو و همکاران (Konstantinou *et al*. 2005) که مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت نشـان داد که مصـرف آفت کش‌ها در یونان، طی دهه های گذشـته مطابق با تغییرات کاربری اراضی (Landuse) و کشـاورزی، گسـترش یافته و در مناطقی که کشـاورزی تک محصـولی به صـورت متراکم انجام می‌گیرد، اسـتفاده از آفت کش‌ها روشـی متداول برای کنترل آفاتها می‌باشد. علیرغم پیشرفت‌های قابل توجه در کنترل آلودگی با منبع مشخص، در زمینه آلودگی آبهای سطحی با منبع غیر مشخص پیشرفت‌های کمی صورت گرفته است که دلیل آن زیادی منابع غیر مشخص آلودگی و تغییر پذیری فصلی آنهاست. از آنجا که اثرات منفی زیسـت محیطی مواد شـیمیایی، محصـولات کشـاورزی و غیر کشـاورزی را در بر می‌گیرد، جداسازی تاثیر آفت

کش‌ها از اثرات مصـنوعات صـنعتی بر سـلامت انسان امکان پذیر نمی باشد. استفاده از آفت کش‌ها اثرات منفی زیادی بر کیفیت آب داشـــته و به صـــدمات جدی محیط زیســـت می انجامد. مقدار آفت کش‌هایی که از طریق آبشـوئی، رواناب و زهکشها به منابع آبهای سطحی راه می‌یابد به چندعامل بستگی دارد که مهمترین آنها شامل ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، آب و هوا، فعالیت‌های کشـاورزی و خواص شیمیایی و زیست محیطی آفت کش‌ها می‌باشـد. در یونان، حشـره کش‌های آلی فسـفره و کلره به طور وسـیعی در محصـولات ذرت، پنبه و برنج مورد استفاده قرارمی گیرد و آلودگی ای که در رودخانه‌ها وجود دارد بیشتر از دریاچه‌ها می باشد. حداکثر مقدار آفت کش‌ها در طول بهار و تابسـتان و در مناطقی که مصـرف آفت کش‌ها و فعالیت‌های کشـاورزی زیاد اسـت وجود دارد. آفت کش‌های ارگانیکی کلره مانند DDT, Endrin, Dieldrin, Aldrin, Heptachlor و ترکیبی از HCHs و BHCs تا زمانی که در سـال ۱۹۷۲ ممنوع نشـده بودند به صـورت وسـیعی در یونان اسـتفاده شـده و به دلیل تجزیه ناپذیری، هنوز هم در محیط‌های آبی به صورت مقاومی وجود دارند. معیارهای بین المللی استفاده از آفت کش‌ها به طور مدام در حال تغییر می باشـــد و نظارت بر آفت کش‌هایی که حلالیت بالایی دارند باید با در نظر گرفتن مدت زمان و نوع مصرف این آفت کش‌ها همراه باشد.

سـابمن (Submann 2003) درمطالعه ای کیفیت آب چشمه ها و زهکش ها درمنطقه والدک (Waldeck) آلمان را مورد بررسـی قرارداد، در این منطقه که در شـمال Edersce Reservoir واقع شـده اسـت، بررسـی هایی در مورد کیفیت چشـمه های آب و آبهای زهکشـی انجام شـده اسـت. موضوع اصلی مورد بررسی رفتار نیترات می باشد. غلظت نیترات در چشمه ها و آبها ی زهکش شده در مناطق کشاورزی، بیشتر از آبهائی است که از چشمه های جنگلی سر چشمه می گیرند. به طور نسبی غلظت های کمی از نیترات در آبهای زهکشی وجود دارد و چمن زار های مســـطح که دارای خاکهای رس چســـبناک می باشـــند نیترات را جذب می کند. هر چه میزان غلظت کلر بیشتر باشد، غلظت نیترات نیز در چسمه ها بیشتر خواهد بود.

۲-۲- منشاء وجود فسفات در آبهای زیر زمینی

۲-۲-۱- منشاء طبیعی

در لایه‌های زیرزمینی برحسب جنس و منشاء تشکیل آنها ترکیبات فسفره ممکن است وجود داشته باشد. آبهای زیرزمینی ضمن عبور از این لایه ها مقداری از ترکیبات فسفره را به خود می‌گیرد (صالحی گورانی ۱۳۵۳).

در اثر بارش‌های جوی نیز سالیانه در حدود ۰/۰۱ تا ۰/۱ گرم بر متر مربع فسفر به سطح زمین می‌رسد (Varshney 1983).

همچنین انحلال نهشته‌های تبخیری یا خاک‌های غنی از فسفات توسط آبهای زیرزمینی به ویژه در مناطق خشک، بالا بودن میزان فسفات در آبهای زیرزمینی غیر کشاورزی و کم جمعیت می‌تواند ناشی ازشسته شدن فسفات موجود در نهشته های تخریبی باشد (Heaton 1984). هر چه غلظت فسفات ها در منابع آبی افزوده شود، رشد الگها و گیاهان آبی نیز سریع‌تر می‌گردد (منزوی ۱۳۶۴).

۲-۲-۲- منشاء کودهای شیمیائی

پدیده اوتریفیکاسیون (Eutrophication) یا مغذی شدن در محیط‌های آبی ساکن مانند دریاچه‌ها، سدها که در نتیجه رشد بی‌رویه گیاهان آبزی و افزایش مواد آلی در کف اینگونه منابع و تولید مواد آلی سولفوره، فسفره و غیره بوجود می آید از اثرات سوء کودهای شیمیایی به خصوص کودهای ازته می‌باشد. مواد زائد حاصل از فعالیت‌های دامپروری، به خصوص گاوداری‌ها و مرغداری‌ها در صورتی که به منابع آبی راه پیدا کنند باعث افزایش بار BOD و ترکیبات ازته وفسفاته آن می‌شوند. بارآلی و ترکیبات ازته و فسفره که از نگهداری یک گاو شیری وارد محیط زیست می‌شود معادل ۱۷ برابر انسان است. از کودهای فسفره که در اراضی کشاورزی بکار می‌رود به علت تثبیت‌شان در خاک تنها مقدار کمی (حدود ۳ درصد) وارد محیط‌های آبی می‌شوند. غلظت فسفر در زهکشها از ۰/۰۵۳ تا ۰/۹۳ ppm گزارش شده است. در صورتی که فرسایش خاک توسط آب پیش آید مواد فسفره همراه خاک نیز وارد آبهای سطحی خواهد شد (Velz1970).

بهره‌برداری زیاد، فعالیت شدید کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی، بارندگی نسبتاً زیاد، آبیاری بی‌رویه و عمق کم سطح ایستابی و در مواردی تراکم جمعیت همه از عواملی هستند که می توانند سبب آلودگی آبهای زیرزمینی شوند. افزایش غلظت فسفات در اثر استفاده از کود، توسط محققین بسیاری از جمله پاور وشیخ (Pawar and Shaikh 1995) اثبات شده است.

۲-۲-۳- منشاء فاضلاب

افزایش فسفات در آب نشان‌دهنده ورود فضولات انسانی و حیوانی بوده و اگر افزایش فسفات با افزایش کلرورها همراه باشد این موضوع قطعی است (صالحی گورانی ۱۳۵۳). همچنین سازمان بهداشت جهانی حداکثر میزان مجاز فسفات‌ها را در آب مشروب ۷ میلی گرم بر لیتر پیشنهاد نموده است (غفوری ۱۳۶۵).

عمده منابع ورود فسفر به محیط‌های آبی، فاضلابهای خانگی به خصوص از طریق شوینده ها، کودهای شیمیایی ورودی به آبهای برگشتی کشاورزی، فاضلابهای صنعتی و بقایای حیوانی و گیاهی می‌باشند فسفر در محیط‌های آبی به سه حالت اورتوفسفات، پلی‌فسفات و فسفر آلی ممکن است وجود داشته باشد. فاضلابهای شهری، صنعتی و آبهای برگشتی از طریق زهکشهای کشاورزی، بقایای حیوانی و گیاهی منابع عمده فسفر وارد شده به محیط‌های آبی هستند (Varshney 1983). همچنین فاضلاب شهری حتی بعد از تصفیه معمولی دارای ۴ تا ۱۵ میلی گرم بر لیتر فسفر می‌باشد (Bond and Straub 1974). این مقدار فسفر ممکن است از بدن انسان و یا از طریق مازاد موادغذایی دفع شده باشد. همچنین فسفر میتواند به شکل ترکیبات معدنی فسفاته موجود در شوینده ها وارد فاضلاب شهری می‌شود.

پاروئی (۱۳۸۵) مقادیر فسفات را در ۵ حلقه چاه در پایین دست محل دفن زباله شهر مشهد و دو حلقه را در محل‌های قدیمی دفن زباله (پارک‌های فجر و مطهر) اندازه‌گیری نموده است. براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در پایین دست محل دفن زباله مقادیر فسفات از ۰/۰۸ تا ۰/۴۳ میلی گرم در لیتر متغیر بوده است. مقادیر فسفات در دو حلقه چاه موجود در پارک‌های فجر و مطهر شهر مشهد به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۳۰ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است که دلیل آن تاثیر فاضلابهای خانگی می‌باشد.

۲-۲-٤- منشاء های متفرقه

ســـابمن (Submann 2003) درمطـالعه ای کیفیت آب چشـــمه ها و زهکش ها در منطقه درمنطقه والدک (Waldeck) آلمان را مورد بررسی قرارداد، در این منطقه که در شمال Edersce Reservoir واقع شده

اسـت، بررسـی هایی در مورد کیفیت چشمه های آب و آبهای زهکشی انجام شده است. موضوع اصلی مورد بررسی رفتار نیترات و اروتوفسفات ها می باشد. غلظت های اروتو فسفات بین ۰/۰۰۶ تا ۰/۱۲ میلی گرم در لیتر اندازه گیری شـده است. تأثیر کاربرد زمین دراین تحقیق هنوز مشخص نشده است. در چشمه هائی که دارای مقدار اسیدیته بیشتر از ۷ هستند سطح اروتو فسفات با مقدار pH بالا می رود. در صورتی که در گروه چشمه هائی که مقدار اسیدیته کمتر از ۷ است سطح اروتو فسفات بالا و پائین می رود. و همچنین EC، pH و میزان سختی آب غالبا" توسط لایه های زمین شناسی کنترل می شوند.

فصل سوم: روش انجام تحقیق

در این فصل تمام کارهای صحرایی و آزمایشگاهی که جهت ارزیابی غلظت یون نیترات و فسفات درآبهای زیر زمینی دشـت گرگان (حوضـه آبگیر گرگانرود) انجام شـده است، به طور مختصر بیان می شوند. مراحل کلی روش تحقیق به شرح زیر است:

۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات، تصاویر ماهواره ای و اطلاعات رقومی شده منطقه مورد مطالعه

۲- نمونه برداری از آب چاههای سطحی (۵-۱۵ متر) و عمیق (بیشتر از ۵۰ متر)در آبان ماه ۸۵ و اردیبهشت ماه ۸۶

۳- اندازه‌گیری اسیدیته و هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در محل نمونه برداری

۴- اندازه گیری غلظت یون های نیترات و فسفات برای تمام نمونه ها در آزمایشگاه

۵- تهیه نقشه های مختلف کیفی با استفاده از نرم افزارهای GIS

۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات، تصاویر ماهواره ا ی، و اطلاعات رقومی شده منطقه مورد مطالعه

به منظور تعیین محدوده مورد مطالعه و موقعیت جغرافیایی آن و شناسایی خصوصیات عمومی منطقه از نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان، گنبد، جاجرم، کوه کورخود و از نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان، گنبد، آشخانه، یکه سعود پائین و سایر نقشه های رقومی شده در آبخیزداری و اداره کل امور آب استان گلستان استفاده شد. برای تعیین محل های نمونه برداری از نقشه منابع آب استان، که توسط اداره کل امور آب استان گلستان تهیه شده است استفاده گردید. سایر اطلاعات در خصوص سفره های آب زیرزمینی منطقه (از قبیل نقشه های قابلیت انتقال، هم عمق و تراز آب زیر زمینی) از اداره کل امور آب استان گلستان گرفته شد. همچنین برای تعیین مشخصات آب و هوایی منطقه (شامل بارندگی، درجه حرارت و تبخیر) از آمار ایستگاههای هواشناسی وابسته به دفتر مطالعات امور آب استان گلستان استفاده گردید.

در چند مرحله بازدید صحرایی، اطلاعات کلی در خصوص منابع آلاینده موجود در منطقه نظیر کارخانه های تولیدی و صنعتی، دامداری‌ها و مرغداری‌ها و غیره به دست آمد. همچنین مختصات UTM چاههای نمونه برداری شده توسط دستگاه GPS تعیین گردید.

۳-۲- نمونه برداری از آب چاههای منطقه در فصول خشک و تر

برای انجام این تحقیق، نقاط نمونه گیری در آبخوان آبرفتی و آبخوان سازند سخت (چشمه ها) به گونه‌ای انتخاب شدند که توزیع مناسبی با توجه به اهمیت نقاط (مجاورت زمینهای کشاورزی، دامداری‌ها، روستاها وکارخانه‌ها) داشته باشند. با توجه به وسعت منطقه تعداد ۱۹۱ نمونه برداشته شده، فواصل نقاط نمونه برداری حدود ۵ کیلومتر می باشد.

نمونه‌گیری‌ها از منابع آب در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول تعداد ۹۹ نمونه در آبان ماه سال ۱۳۸۵ برداشته شد که ۴۶ نمونه مربوط به چاههای عمیق و ۴۵ نمونه مربوط به چاههای سطحی آبخوان آبرفتی واقع در دشت و ۸ نمونه مربوط به چشمه های سازند سخت که در مجاورت آبخوان آبرفتی بود. در مرحله دوم، تعداد ۹۲ نمونه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۶ برداشته شد که از این تعداد، ۴۷ نمونه از چاههای سطحی و ۴۵ نمونه از چاههای عمیق آبخوان آبرفتی می باشد. غلظت یونهای نیترات و فسفات این نمونه‌ها در آزمایشگاه پارک علم و فناوری شاهرود و آزمایشگاه شرکت آب منطقه ای استان گلستان اندازه گیری شد.

برای نمونه برداری جهت آنالیز شیمیایی، بطری‌های پلی اتیلنی ۵۰۰ میلی لیتری دارای درپوش مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که در هنگام نمونه برداری ظرف مربوطه سه بار با آب مورد نظر شستشو داده شده است. شکل (۳-۱) نمونه برداری از یکی از چاههای منطقه را نشان می دهد.

شکل ۳-۱ نمونه برداری از یکی از چاههای منطقه

۳-۳- اندازه‌گیری اسیدیته و هدایت الکتریکی در محل نمونه برداری

اندازه‌گیری‌هایی که در محل نمونه‌برداری انجام شده شامل هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته (pH) می‌باشد که طریقه اندازه گیری آنها به طور مختصر ارائه می شود:

۳-۳-۱- هدایت الکتریکی

برای اندازه گیری هدایت الکتریکی نمونه‌های آب در محل نمونه برداری، از دستگاه هدایت سنج (Conductivity meter) ساخت شرکت HACH استفاده شده است. دقت این دستگاه برای اندازه گیری مقادیر

هدایت الکتریکی های کمتر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر برابر با یک میکروموس بر سانتی متر و برای مقادیر هدایت الکتریکی های بالاتر از ۲۰۰۰ میکروموس بر سـانتی متر برابر با ۱۰ میکروموس بر سانتی متر است.

۳-۳-۲- اسیدیته

میزان pH آب نمونه‌ها در محل نمونه برداری توسط دستگاه pH متر مدل SUNTEX SP-701 اندازه گیری شده و دقت اندازه گیری pH توسط این دستگاه برابر۰/۰۱ واحد می باشد.

۳-٤- اندازه گیری غلظت یون های نیترات و فسفات در آزمایشگاه

غلظت یون های نیترات و فسفات در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر DR 2500 ساخت شرکت HACH اندازه گیری شـد و برای اطمینان از صـحت آزمایشات انجام شده برخی از نمونه ها به صورت تکراری آنالیز شدند. به طور خلاصه روش اندازه گیری یونهای نیترات و فسفات در آزمایشگاه بیان می گردد.

۳-٤-۱- روش اندازه گیری نیترات

روش نورسنجی با استفاده از سدیم سالیسیلات: ۲۰ میلی لیتر نمونه را فیلتر و در ظرف مناسب ریخته شد و به آن ۱ یا ۲ میلی لیتر محلول سدیم سالیسیلات اضافه کرده و روی حمام آب قرار می دهیم تا بخار خشک شود. (حجم نمونه برداشت شده بستگی به غلظت نیترات دارد می توان مقدار کمتری برداشت و با آب مقطر رقیق نمود.) آنگاه نمونه را به مدت دو ساعت در دمای۱۵۰ درجه سانتی گراد داخل یک خشک کن قرار دهید و سپس در دسی کاتور قرار دهید تا سرد شود. آنگاه ۲ میلی لیتر اسید سولفوریک اضافه کنید (اگر تغییر رنگ حاصل نشود این روش جهت اندازه گیری مناسب نیست) پس از ده دقیقه ۱۵ میلی

لیتر محلول تارتارات سدیم پتاسیم تارتارات – سدیم هیدروکسید اضافه نمایید و ده دقیقه بعد از جذب محلول روی طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه گیری می کنیم. با استفاده از منحنی استاندارد که به همین طریق تهیه می شود غلظت نیترات را مشخص می نماییم (پیکری ۱۳۸۵).

۳-٤-۲- روش اندازه گیری فسفات:

فسفات بر حسب PO^{3-}_4 بیان می گردد. این ترکیب در محیط اسیدی قوی با آمونیوم مولیبدات کمپلکس زرد رنگ به فرمول $H_7P(Mo_2O_7)$ ایجاد می کند که شدت رنگ ایجاد شده بستگی به میزان فسفات دارد.

۱۰ میلی لیتر نمونه را برداشته و به حجم ۵۰ میلی لیتر می رسانیم. آنگاه به ترتیب ۰/۵ میلی لیتر اسید سولفوریک، ۵ میلی لیتر آمونیوم مولیبدات و ۲ میلی لیتر آمینونفتول سولفونیک اسید اضافه می کنیم و پس از هر مرحله به هم می زنیم. ۵ دقیقه صبر می کنیم سپس در مجاورت آب مقطر به عنوان شاهد توسط اسپکتروفتومتر روی طول موج ۶۵۰ نانومتر مقدار جذب را اندازه گیری می نماییم و از روی منحنی استاندارد میزان فسفات را مشخص می کنیم. البته بهتر است در روشهای اسپکتروفتومتری، شاهد مجموعه ای از آب مقطر و معرفهای مورد استفاده باشد (پیکری ۱۳۸۵).

۳-۵- تهیه نقشه های کیفی با استفاده از نرم افزارهای GIS

برای تهیه نقشه های کیفی مورد نیاز در این مطالعه، از نرم افزارهای مختلفGIS مانندIlwis،ArcView ، Arcgis9.1 و از نقشه های استان گلستان با مقیاسهای متفاوت استفاده شد. لازم به ذکر است که محل‌های نمونه گیری ها و همچنین سایر منابع آلاینده واقع در منطقه، با استفاده از مختصات اندازه گیری شده توسط GPS، بر روی نقشه تهیه شده توسط نرم افزارهای مرتبط مشخص گردید. و در نهایت نقشه های مختلف

ترسـیم شـد. بعد از تهیه نقشـه ، با استفاده از همپوشانی لایه های مختلف، نقشه های کیفی محدوده مورد مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

فصل چهارم: ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در آبهای زیرزمینی دشت گرگان (حوضه آبگیر گرگانرود)

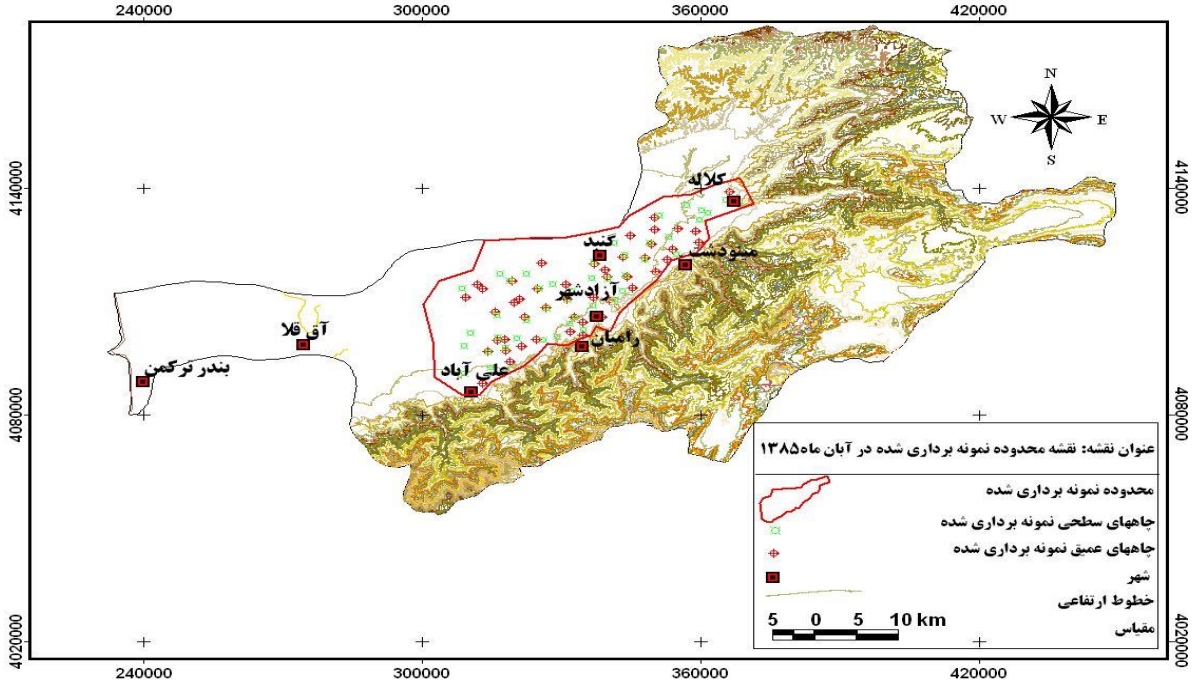
٤-١- مقدمه

به منظور ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در آبهای زیرزمینی حوضه گرگانرود تعداد ۹۱ حلقه چاه در آبان ماه ۱۳۸۵ و تعداد ۹۲ حلقه چاه در اردیبهشـت ماه ۱۳۸۶ در حوضـه گرگانرود مورد نمونه برداری قرار گرفته است. برای تمام نمونه ها مقادیر هدایت الکتریکی و pH در محل نمونه برداری اندازه گیری شده است. شـکل های (۴-۱) و (۴-۲) موقعیت چاههای نمونه برداری را به ترتیب در آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشـت ماه ۱۳۸۶ نشان می دهد.

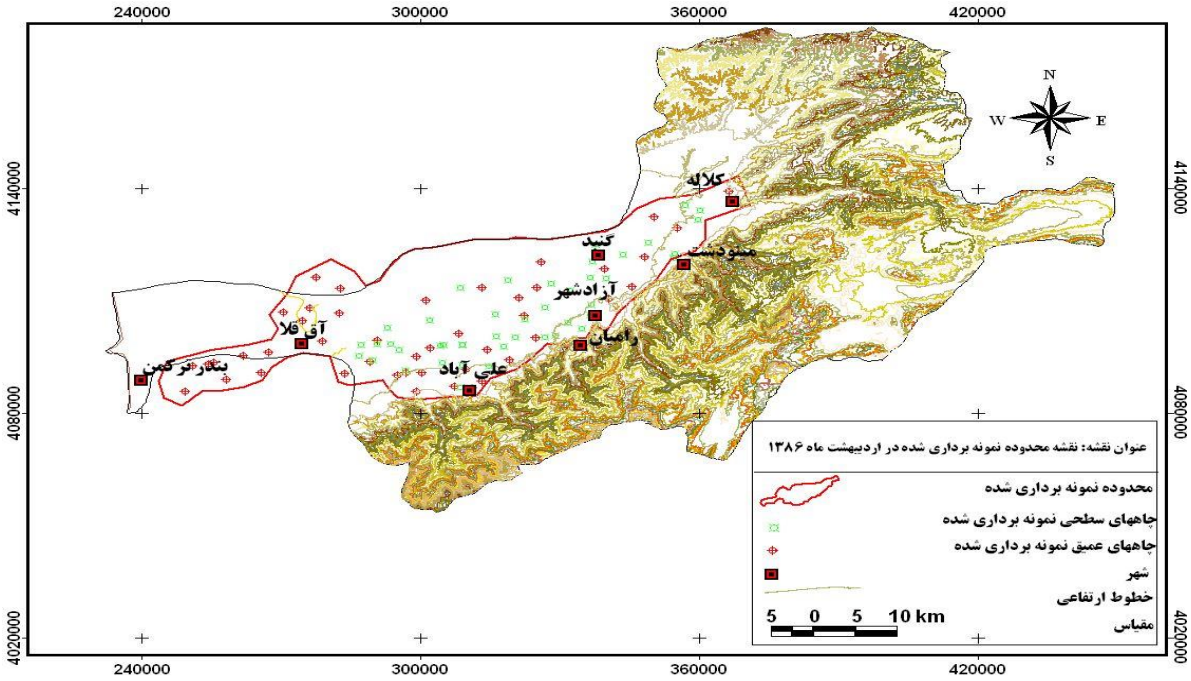
لازم به ذکر است که علاوه برچاههای مذکور در آبان ماه ۱۳۸۵ از تعداد ۸ چشمه نیز نمونه برداری انجام شد که نتایج مربوط به چشـمه ها (به ویژه چشـمه هایی که در مرز سازند سخت و آبرفت های حوضه گرگانرود واقع شـده اند) به عنوان نمونه های شـاهد بکار گرفته شـده و تغییرات غلظت یونهای نیترات و فسـفات در دشت با مقادیر مربوط به چشمه های ذکر شده مقایسه خواهند شد.

لازم به ذکر اسـت که از چشـمه های مجاورت دشـت فقط یکبار (آبان ماه ۱۳۸۵) نمونه برداری انجام شـده است. دلیل این امر از این قرار است که این چشمه ها چشمه های نسبتا" کوچکی هستند و جریان غالب در

آنها از نوع جریان افشـان (Diffuse flow) می باشـد و بر طبق نظرات محققین مختلف (برای مثال Raeisi and Karami 1997, White 1988, Ede 1972, Shuster and White 1971) تغییرات خصـوصیات فیزیکی و شیمیائی ایـن چشـمـه هـا بسـیـار انـدک اسـت. بـنـابـرایـن نـیـازی بـه اندازه گیری غلظت یونهای نیترات و فسفات (که از یونهای فرعی موجود در آبهای طبیعی هستند) در فصول مختلف نمی باشد.



شکل ۴-۱- موقعیت چاههای سطحی و عمیق که در آبان ماه ۱۳۸۵ نمونه برداری شده اند



شکل ۴-۲- موقعیت چاههای سطحی و عمیق که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نمونه برداری شده اند

٤-۲- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود

٤-۲-۱- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی

مقادیر هدایت الکتریکی چاههای سطحی در دو زمان آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ اندازه گیری شده است، شکل های (۴-۳) و (۴-۴) نقشه های هدایت الکتریکی چاههای سطحی را به ترتیب در آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نشان می دهد.

بیشترین هدایت الکتریکی مربوط به نمونه در آبان ماه ۱۳۸۵ در چاه روستای کوچک خرطوم می باشد که مقدار آن ۸۳۵۰ میکروموس بر سانتی متر می باشد به احتمال زیاد عملکرد گسل خزر علت این موضوع است، که آبهای مربوط به اعماق زیاد را به سفره سطحی انتقال داده است. همانطور که در شکل (۴-۳) نمایان است مقدار هدایت الکتریکی در حاشیه جنوبی حوضه گرگانرود (برای مثال محدوده کلاله تا جنوب غرب مینودشت، محدوده آزادشهر تا خان ببین و منطقه علی آباد) پائین می باشد به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی در این محدوده بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ میکروموس بر سانتی متر متغیر است. علت پائین بودن هدایت الکتریکی در منطقه مذکور تغذیه سفره توسط جبهه های آب شیرین (به خصوص در محدوده رود خانه های تغذیه کننده سفره از جمله رودخانه های اوغان، چهل چای، خرمالو، قورچای و زرینگل) می

باشـد. در محدوده شـمال کلاله به علت ورود یک جبهه آب نسبتا" شور از حوضه رود خانه تمر، کیفیت آب زیرزمینی در محدوده ذکر شده تخریب شده است و به تدریج با مخلوط شدن این جریان با کیفیت نامناسب با جریان اصـلی منطقه که کیفیت نسـبتا" خوبی را شامل می شود، هدایت الکتریکی بهبود پیدا می کند. به این ترتیب که هدایت الکتریکی از شمال کلاله به سمت رودخانه دوغ کاهش پیدا می کند.

در محدوده گنبد تا شـرق آق قلا، کیفیت آب زیرزمینی نامناسـب می باشـد به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی در این محدوده به بیش از ۶۰۰۰ میکروموس بر سـانتی متر می رسـد. این جریان شـور که منشاء آنها عمدتا" جریانهای شور واقع در شمال گرگانرود (حد فاصل گنبد وآق قلا) می باشد، باعث تخریب کیفیت جریان عمومی آب زیرزمینی، که در این محدوده از جنوب و جنوب شرق به سمت گرگانرود حرکت می کند می شود.

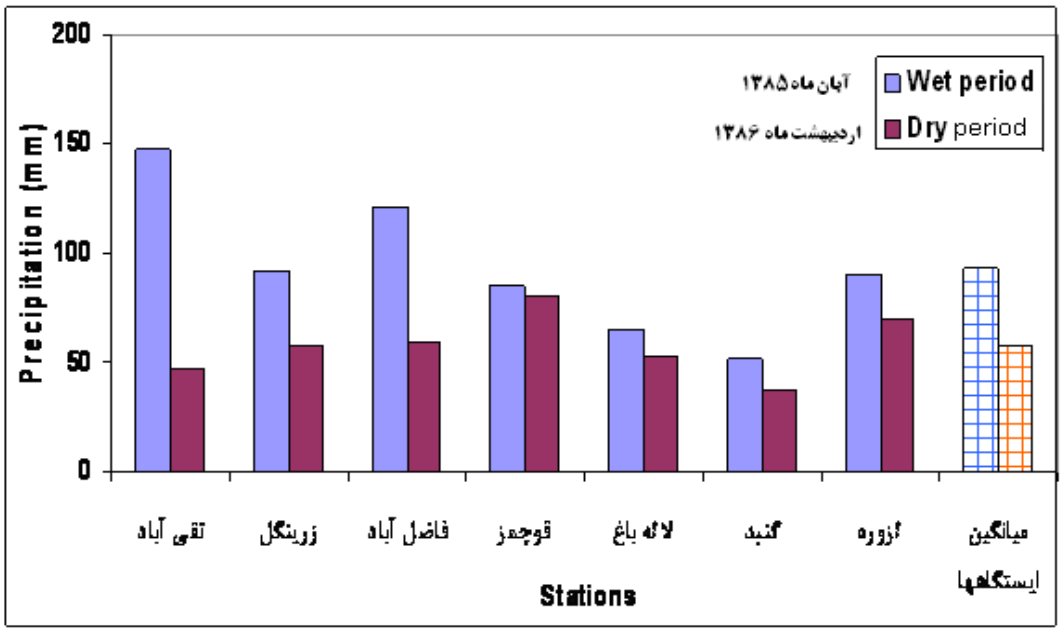
در حدود ۱۰ کیلومتری شـــمال خان ببین یک محدوده با هدایت الکتریکی بســـیار بالا می باشـــد (بیش از ۸۰۰۰ میکروموس بر ســـانتی متر) می بـاشـــد. همچنین در جنوب غرب گنبد نیز محدوده هایی با هدایت

الکتریکی بالا (بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر) ملاحظه می شود. در این محدوده ها، علت بالا بودن شـوری آب به احتمال زیاد به عملکرد گسل خزر مربوط می شود، که آبهای مربوط به اعماق زیاد را به سفره سطحی انتقال داده است. دامنه تغییرات هدایت الکتریکی چاههای سطحی نمونه برداری در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ از ۳۱۸ میکروموس بر سانتی متر در چاه منطقه شمال خان ببین تا حداکثر ۱۰۸۵۵ میکروموس بر سانتی متر در چاه سطحی روستای کرد (شرق آق قلا) متغیر است.

بر اسـاس نقشه هدایت الکتریکی سفره سطحی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ (شکل ۴-۴)، ملاحظه می شود اگر چـه رونـد عمومی تغییرات هـدایت الکتریکی کم و بیش با روند مربوط به نقشـــه هدایت الکتریکی آبان ماه ۱۳۸۵ همخوانی دارد، ولیکن تغییراتی را نیز شامل می شود که به طور مختصر ارائه می شود:

یکی از اختلافات نسـبتا" مهم بین نقشه هدایت الکتریکی سفره سطحی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ با آبان ماه ۱۳۸۵ این است که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ تمام مقادیر هدایت الکتریکی کم و بیش افزایش پیدا کرده اند. بـه این ترتیـب که مقدار هدایت الکتریکی در حاشـــیه جنوبی حوضـــه گرگانرود بین ۶۰۰ تا حدود ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر متغیر است. همچنین در محدوده شمال خان ببین مقدار هدایت الکتریکی به بیش از ۸۸۰۰ میکروموس بر سانتی متر می رسد. علاوه بر این، در محدوده کلاله در آبان ماه ۱۳۸۵، مقدار هدایت الکتریکی در غرب کلاله حدود ۱۰۰۰ و یا کمتر از ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر بوده است، در حالیکه در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ مقدار هدایت الکتریکی در غرب کلاله به ۴۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر هم می رسد. علت اختلاف قابل ملاحظه مقدار هدایت الکتریکی در نقاط مختلف حوضه گرگانرود در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ در مقایسـه با آبان ماه ۱۳۸۵، از این قرار اسـت که در آبان ماه ۱۳۸۵ مقدار بارندگی بسیار زیاد بوده است و حتی در حین نمونه برداری نیز بارندگی وجود داشـته اسـت که باعث رقیق شدن املاح محلول در آبها و در نتیجه کاهش هدایت الکتریکی شده است. لازم به ذکر است که مقدار متوسط بارندگی در چند ایستگاه مهم در حوضه گرگانرود در آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ به ترتیب ۹۳/۱۴ و ۵۸/۱ میلی متر بوده است.

همچنین همانطوری که در شـکل ۴-۵ مشـاهده می شـود بارندگی در آبان ماه ۱۳۸۵ بیشتر از بارندگی در اردیبهشـت ماه ۱۳۸۶ بوده اسـت بنابراین دو فصـل تر و خشـک در واقع جابجا شـده اند وبرخلاف آنچه در سالهای پیش بوده است اتفاق افتاده است، به این معنی که فصل تر همیشه در بهار (اردیبهشت ماه) و فصل خشک در پائیز (آبان ماه) بوده است ولی در این مطالعه جای آنها عوض شده است.



شکل ۴-۵- نمودار متوسط بارندگی در چند ایستگاه مهم گرگانرود در آبان ۸۵ و اردیبهشت ۸۶

٤-۲-۲- بررسی مقادیر هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق

شـــکل های (۴-۶) و (۴-۷) نقشـــه های هدایت الکتریکی چاههای عمیق را به ترتیب در آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشـــت ماه ۱۳۸۶ نشـــان می دهد. همانطور که در شـــکل های (۴-۶) و (۴-۷) نمایان اســـت هدایت الکتریکی در آبان ماه ۱۳۸۵ به طور قابل توجه ای کمتر از اردیبهشـــت ماه ۱۳۸۶ می باشـــد، چون حاشـــیه جنوبی حوضه گرگانرود توسط جریانهای سطحی تغذیه شده اند و همچنین به علت درشت دانه بودن آبرفتها تغذیه سطحی بیشتر و اثر بارندگی کاملا" مشهود می باشد ولی در شمال حوضه

گرگـانرود کـه دارای نفوذپـذیری نســـبتا" پائین و همچنین رودخانه های تغذیه کننده وجود ندارد هدایت الکتریکی تفاوت محسوسی نشان نمی دهد.

مقدار هدایت الکتریکی در چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ از حداقل ۴۲۶ میکروموس بر سانتی متر در چاه رامیان تا حداکثر ۱۴۲۲ میکروموس در چاه حاجی آخوند (غرب گنبد) متغیر است. ملاحظه می شود که حداقل هدایت الکتریکی مربوط به جنوب حوضه و حداکثر آن مربوط به شمال حوضه می باشد. در جنوب حوضه که کمترین هدایت الکتریکی وجود دارد ورود رودخانه های تغذیه کننده باعث بهبود کیفیت آب و کاهش مقدار هدایت الکتریکی می شود و در شمال حوضه کیفیت آبها به علت عبور از منطقه بیابانی که سطح آبهای زیرزمینی هم نسبتاً بالاست کیفیت آب پائین می آید.

کمترین مقدار الکتریکی در چاههای عمیق نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ مربوط به چاه عمیق نیقاق می باشد که درشمال مینودشت واقع شده است که مقدار آن ۶۱۹ میکروموس بر سانتی متر و بیشترین آن مربوط به چاه عمیق آق قبر واقع در شمال آق قلا می باشد که برابر با ۲۰۸۵ میکروموس بر سانتی متر می باشد.

٤-۳- بررسی مقادیر pH در آبهای زیرزمینی حوضه گرگانرود

٤-٣-١- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی

همانطور که در شکل های (۴-۸) و (۴-۹) نمایان است مقادیر pH در دو مرحله نمونه برداری در سفره های سطحی و عمیق اندازه گیری شده است. جداول ضمیمه شماره ۱ تا ۵ مقادیرpH و همچنین سایر پارامترهای اندازه گیری شده را نشان می دهد. همانطوریکه جدول مذکور نشان می دهد، مقادیر pH در آبان ماه ۱۳۸۵ در سفره سطحی از حداقل ۸/۳۶ در چاه سطحی بدراق بایربای در ۱۵ کیلومتری شمال علی آباد تا حداکثر ۹ در حدود ۲۰ کیلومتری علی آباد در چاه سطحی قوچمراد متغیر است.

در اردیبهشـت ماه ۱۳۸۶ مقادیر pH کم وبیش شبیه به آبان ماه ۱۳۸۵ است. به این ترتیب که میانگین pH در سـفره سطحی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ برابر۷/۷ و ضریب تغییرات pH برابر ۶/۴۹ درصد می باشد. Ph در چاههای سطحی در آبان ماه ۱۳۸۵ از روند خاصی تبعیت نمی کند

در چاههای سطحی نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ کمترین pH مربوط به چاه سطحی شغال تپه واقع در حدود ۲۰ کیلومتری شرق آق قلا برابر ۶/۸ و بیشترین مربوط به چاه سطحی مینودشت است که برابر ۸/۸ می باشد.

٤-۳-۲- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق

همانطور که در شکل های (۴-۱۰) و (۴-۱۱) نمایان است مقدار pH در چاههای عمیق در آبان ماه ۱۳۸۵ از حداقل ۸/۵۱ در چاه عمیق زرین گل شرکت نفت تاحداکثر ۸/۹۴ در چاههای کوچک خرطوم در شمال شرق علی آباد و بازگیر واقع در شمال مینودشت، متغیر است. روند کلی تغییرات pH از الگوی خاصی تبعیت نمی کند.

بیشترین pH در چاههای عمیق در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ مربوط به چاه شمال کلاله و چاه باغلی مرامه که در جنوب غربی گنبد واقع است برابر ۸/۵ می باشد. و حداقل ۷/۱ است که در تعدادی از چاههای عمیق در سطح حوضه پراکنده است و از روند خاصی تبعیت نمی کند. بر اساس مقادیر مختلف pH در دوره های تر و خشک و در چاههای عمیق و سطحی مقادیر ضریب تغییرات این پارامتر محاسبه شده است ضریب تغییرات از تقسیم انحراف معیار بر میانگین داده ها بدست می آید و در واقع یک پارامتر آماری است که نشان می دهد تغییرات حاصله چقدر پراکندگی دارند. ملاحظه می شود که مقدار ضریب تغییرات pH در چاههای سطحی برای ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۱/۶ و ۶/۴۹ می باشد و برای چاههای عمیق در ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۱/۳۷ و ۵/۲۶ می باشد. بر اساس ضریب تغییرات pH ملاحظه می شود که دامنه تغییرات این پارامتر نسبتا" ناچیز است.

٤-٤- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود

٤-٤-١- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی

بیشترین غلظت نیترات در چاه سطحی نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ همانطوری که در شکل (۴-۱۲) دیده می شود مربوط به روستاهای خیوه چی (۱۱۰ میلی گرم در لیتر) و تاتار سفلی (۸۴ میلی گرم در لیتر) می باشد که با نگاهی به منطقه که زراعت آبی بدون محدودیت در منطقه گسترش دارد و استفاده بیش از حد از کودهای ازته عامل اصلی زیادی نیترات در آب زیرزمینی است زیرا در منطقه گیاهان توت فرنگی، خیار و باغات متراکم به وفور دیده می شود و بیشتر زارعین از روش استفاده صحیح از کودهای شیمیائی اطلاع

کافی ندارند بنابراین با دید سنتی که از کودها دارند و آنها را عامل اصلی رشد زراعت خود می دانند بی مهابا از کود استفاده می کنند و روش سنتی آبیاری که همان غرقابی می باشد باعث نفوذ عناصر سازنده این کودها به آب زیرزمینی می شوند. و همانطور که انتظار می رود کمترین مقدار نیترات در قسمت جنوبی دشت که رودخانه های تغذیه کننده سفره های زیرزمینی وجود دارند می باشد. به این ترتیب که کمترین مقدار نیترات در محدودهٔ آزاد شهر تا مینودشت و همچنین شمال علی آباد وجود دارد که زراعت دیم در منطقه ای که چاهها نمونه برداری شد وجود داشت البته استفاده محلی و مقطعی از کودها می تواند یکی از عوامل اصلی کم یا زیاد شدن نیترات در چاههای نمونه برداری باشد به این معنی که اگر از چاهی که نمونه برداری شده است در محدوده زراعت دیم باشد و همچنین در بالادست آن هم زراعت دیم وجود داشته باشد مقدار نیترات کم خواهد بود ولی اگر در محدوده نزدیکی آن منطقه، از چاه دیگر نمونه برداری شود که زراعت آبی بدون محدودیت صورت پذیرد و کشاورز ان هم از کودها بیش از حد استفاده نمایند مسلماً مقدار یونهای نیترات و فسفات افزایش قابل توجهی نشان خواهد داد. همچنین ممکن است در هنگام کوددهی مقداری کود داخل چاه ریخته شود و یا قوطی های سم داخل چاه افتاده باشد که در این صورت یونهای نیترات و فسفات در این چاهها مقدار بیشتری خواهد بود. شکل ۴- ۱۳ افتادن قوطی سم در چاه را نشان می دهد.

شکل ۴- ۱۳ افتادن قوطی سم در چاه

لازم به ذکر است که اگر در مجاورت چاه نمونه برداری آببندان وجود داشته باشد میتواند غلظت یونها را کاهش دهد شکل ۴- ۱۴ وجود آببندان در مجاورت چاه نمونه برداری را نشان می دهد.

شکل ۴- ۱۴ وجود آبندان در مجاورت چاه نمونه برداری

با توجه به شکل(۴-۱۵) حداقل نیترات در چاههای سطحی نمونه برداری شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ مربوط به شهر آزادشهر به مقدار ۷/۱ میلی گرم در لیتر و بیشترین آن مربوط به چاه سطحی خیوه چی به مقدار ۸۸/۶ میلی گرم در لیتر می باشد

٤-٤-٢- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق

با توجه به شکل(۴-۱۶) مقدار نیترات در چاههای عمیق نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ از حداقل ۲ میلی گرم بر لیتر در چاه ایمرمحمدقلی که در شمال شرق گنبد واقع است تا حداکثر ۲۹/۲ میلی گرم بر لیتر که در چاه دشت حلقه در جنوب شرقی گنبد واقع است متغیر می باشد که کشت غالب، زراعت آبی بدون محدودیت است.

نکته ای که بسیار حائز اهمیت است در مورد وضعیت متفاوت چاهها در هنگام نمونه برداری است به این معنی که بعضی از چاهها فقط در هنگام نمونه برداری روشن شده اند و بعضی دیگر، مدت زمان قابل ملاحظه ای از روشن بودن آنها می گذشته است و حتی بعضی ازچاههای سطحی، کم و بیش بدون استفاده هستند.

کمترین مقدار نیترات در نمونه های اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ در چاه قوینلی و قره چشمه می باشد که در حد فاصل آزاد شهر و مینودشت واقع شده است و مقدار آن ۲/۲ میلی گرم در لیتر و بیشترین مقدار نیترات در چاه صحنه در غرب آق قلا ۲۲ میلی گرم در لیتر است. همانطوری که در شکل (۴-۱۷) دیده می شود رودخانه های تغذیه کننده بین آزادشهر و مینودشت یکی از عوامل اصلی بهبود کیفیت آب در منطقه است.

در منطقه بین رامیان و علی آباد، مقدار نیترات در چاههای عمیق کم است ولی در منطقه آق قلا با وجود آنکه زراعت دیم و زراعت آبی با محدودیت در منطقه وجود دارد، ولی شوری، بافت خاک سطحی و همچنین تراکم روستای منطقه از عوامل مهم تخریب کیفیت آب می باشد. در هر حال در این منطقه کیفیت آب خارج از استانداردهای بین المللی نمی باشد. جدول (۴-۱) پارامترهای آماری مربوط به مقادیر هدایت الکتریکی، pH، نیترات و فسفات در چاههای نمونه برداری شده را نشان می دهد.

بر اســاس مقادیر مختلف نیترات در دوره های تر و خشــک و در چاههای عمیق و ســطحی مقادیر ضــریب تغییرات این پارامتر محاســبه شــده اســت. ملاحظه می شــود که مقدار ضــریب تغییرات نیترات در چاههای ســطحی برای ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشــت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۷۹ و ۸۵/۳ می باشد و برای چاههای عمیق در ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشــت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۷۵ و ۴۷/۳۴ می باشــد. بر اســاس ضریب تغییرات نیترات ملاحظه می شود که دامنه تغییرات این پارامتر نسبتا" زیاد است.

٤-٥- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود

٤-٥-١- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در چاههای سطحی

همانطور که در شکل (۴-۱۸) نمایان است در آبان ماه ۱۳۸۵ چاه خیوه چی که در شمال خان بیبین واقع است بیشترین مقدار فسفات (۰/۹۱ میلی گرم در لیتر) را داراست همچنین در روستای حاجیلر قلعه که در شمال گنبد واقع است ۰/۹۰ میلی گرم در لیتر فسفات دیده شده است. با توجه به نقشه کاربری موجود، در آن مناطق زراعت آبی بدون محدودیت یا با محدودیت کم وجود دارد یعنی خاک منطقه توانائی جذب و همچنین انتقال آب فراوان را دارد و بالطبع عناصر موجود در خاک سطحی و یا عناصر و یونهائی که بر اثر استعمال کودهای شیمیائی به خاک تزریق می شود بر اثر شستشو و آبیاری زیاد به لایه های زیرین و در نهایت به آبهای زیرزمینی منتقل می شود.

فسفاتها از طریق فا ضلاب های خانگی که حاوی پاک کننده های تهیه شده از فسفاتها می باشند، یا از پساب های کشاورزی که از زمین های کودپاشی شده عبور کرده باشند و همچنین از فاضلاب های صنعتی، وارد آبهای سطحی می شوند.مقدار متوسط فسفات بر اساس فسفر $P\ PO_4$ – در آب زیر زمینی در سطح دنیا ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر است.

همانطور که در شکل (۴-۱۹) مشاهده می شود کمترین مقدار فسفات در چاههای سطحی که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نمونه برداری شده اند مربوط به چاه سطحی حسن طبیب (که در شمال مینودشت و جنوب حوضه واقع است) می باشد که برابر ۰/۲ میلی گرم در لیتر است و بیشترین مقدار آن ۲/۲ میلی گرم در لیتر است که مربوط به چاه سطحی آقای عنایتی است که در منطقه گنبد نمونه برداری شده است. تراکم جمعیت و

درنتیجه تراکم چاههای فاضلاب یکی از دلایل مهم افزایش فسفات در این منطقه می باشد ولی در جنوب حوضه که رودخانه ها وارد حوضه می شود کیفیت آب از لحاظ فسفات در حد مطلوبی می باشد. به طوری که مقدار متوسط فسفات در منطقه در جنوب حوضه حدود ۰/۳ میلی گرم در لیتر می باشد.

٤-٥-٢ بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در چاههای عمیق

بیشــترین مقدار فسفات در چاههای عیمق که در آبان ماه ۱۳۸۵ نمونه برداری شده اند در چاه قوچمراد که در ۳۰ کیلومتری شمال علی آباد می باشد دیده می شود که مقدار آن ۰/۶۷ میلی گرم در لیتر و کمترین آن

در چاه قلمی می باشد که در غرب مینودشت واقع است که مقدار آن ۰/۰۴ میلی گرم بر لیتر است که در آن منطقه زراعت آبی بدون محدودیت، کشت غالب است، ولی در بالادست آن زراعت دیم گسترش دارد و علت کم بودن مقدار فسفات می تواند کاهش مصرف کودهای فسفاته در منطقه و بالادست آن باشد علاوه براین چون یون فسفات به راحتی جذب خاک می شود و تحرک کمی دارد به ندرت وارد سفره های عمیق می شود. لازم به ذکر است همانطوری که در شکل (۴-۲۰) دیده می شود کمترین مقدار فسفات در جنوب حوضه می باشد که نقش رودخانه های تغذیه کننده ورودی به حوضه را نمی توان نادیده گرفت و بیشترین مقدار فسفات مربوط به شمال غرب منطقه مورد مطالعه می باشد که کیفیت بد آبهای آن به علت تخریب و شستشوی خاک فوقانی و شور بودن خاک و آب می باشد. کمترین مقدار مربوط به چاه عمیق قره چشمه واقع در شمال آزادشهر برابر ۰/۱۷ میلی گرم در لیتر و بیشترین مقدار مربوط به چاه نمونه برداری قرنجیک بزرگ که در غرب آق قلا واقع است برابر ۱/۴۱ میلی گرم در لیتر می باشد. همانطوری که در شکل (۴-۲۱) می بینیم در چاههای عیمق که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نمونه برداری شده اند از منطقه علی آباد تا مینودشت (در قسمت جنوبی حوضه) جائیکه حوضه به وسیله رودخانه های متعدد تغذیه می شود غلظت فسفات نسبتا" اندک است. لازم به ذکر است که در کل منطقه آلودگی به فسفات در چاههای عمیق بسیار کم است. بر اساس مقادیر مختلف فسفات در دوره های تر و خشک و در چاههای عمیق و سطحی مقادیر ضریب تغییرات این پارامتر محاسبه شده است. ملاحظه می شود که مقدار ضریب تغییرات فسفات در چاههای سطحی برای ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۵۵/۵۵ و ۷۸/۴۳ می باشد و برای چاههای عمیق در ماههای آبان ۱۳۸۵ و اردیبهشت ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۶۲/۵ و ۵۳/۴۵ می باشد. بر اساس ضریب تغییرات فسفات ملاحظه می شود که دامنه تغییرات این پارامتر نسبتا" زیاد است.

٤-٦- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در شرایط مختلف سفره آب زیرزمینی

٤-٦-١- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات در شوری های مختلف

با عنایت به نقشه های هدایت الکتریکی ملاحظه می شود که مقدار هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در سفره های سطحی و عمیق و همچنین نقاط مختلف حوضه به طور قابل توجهی متفاوت است. در هر دو سفره آب زیرزمینی سطحی و عمیق در جنوب حوضه که جریانهای تغذیه کننده وارد حوضه می شوند کیفیت آب مناسب بوده در حالی که به سمت مرکز و شمال حوضه کیفیت آب تخریب می شود. برای مثال در سفره سطحی در محدوده جنوب و شرق حوضه مقدار هدایت الکتریکی آب زیرزمینی حدود ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر و یا کمتر از آن می باشد. حال آنکه در مرکز حوضه برای مثال در ۲۰ کیلومتری شمال شرق علی آباد و یا ۲۰ کیلومتری شرق آق قلا مقدار هدایت الکتریکی به بیش از ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر و یا بیشتر می رسد. با عنایت به نقشه های نیترات و فسفات و نقشه هدایت الکتریکی سفره سطحی ملاحظه می شود که در مناطقی که شوری آب نسبتا" زیاد است (برای مثال شرق آق قلا و شمال شرق علی آباد) مقدار این آنیونها نیز نسبتا" زیاد است.

در مورد نقشه هدایت الکتریکی سفره عمیق مقدار هدایت الکتریکی و تغییرات مکانی و زمانی آن رفتار کم و بیش متفاوتی را با سفره سطحی نشان می دهد. به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی در بخش عمده حوضه گرگانرود از شرق در محدوده کلاله تا غرب در محدوده آق قلا و از جنوب تا شمال کم و بیش یکسان است و تغییرات ناچیزی را شامل می شود. در سفره عمیق هدایت الکتریکی در محدوده آق قلا به سمت غرب و شمال غرب به طور نسبی تخریب می شود. در هر حال با مقایسه نقشه های نیترات و فسفات با نقشه هدایت الکتریکی سفره عمیق رابطه واضحی بین شوری آب و غلظت نیترات و فسفات در سفره عمیق مشاهده نمی شود.

٤-٦-٢- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی

با توجه به شکل ضمیمه ١، (نقشه قابلیت انتقال) مشاهده می شود که مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی در نقاط مختلف حوضه گرگانرود به طور قابل توجهی متفاوت می باشد. بیشترین مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی در جنوب و شرق حوضه وجود دارد. به این ترتیب که بالاترین مقدار آن در محدوده مخروط افکنه علی آباد می باشد که مقدار آن به بیش از ٢٥٠٠ متر مربع در روز می باشد. علاوه بر این در محدوده شمال مینودشت مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی به بیش از ٢٠٠٠ متر مربع در روز می رسد. در حالیکه در محدوده مرکزی حوضه و همچنین شمال و شمال غرب حوضه مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی به حدود ١٠٠ الی ٢٠٠ متر مربع بر روز کاهش پیدا می کند. با توجه به نقشه های نیترات و فسفات در زمانهای مختلف، ملاحظه می شود که بیشتر آلو.دگیهای مربوط به نیترات و فسفات در مناطقی مشاهده می شوند که مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی اندک می باشد.

٤-٦-٣- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با شیب هیدرولیکی سفره آب زیرزمینی

شیب هیدرولیکی سفره در جنوب، شرق و شمال شرق حوضه که رودخانه های تغذیه کننده وارد حوضه می شوند و جریان زیرزمینی بیشتر است بزرگتر می باشد و در شمال و شمال غرب حوضه مقدار شیب هیدرولیکی به طور قابل توجهی کاهش پیدا می کند. با توجه به نقشه های موجود و شکل ضمیمه ٢، نقشه

شـیب هیدرولیکی، می توان تا حدودی نتیجه گیری کرد که در مناطقی که شـیب هیدرولیکی ناچیز اسـت آلودگی به یونهای نیترات و فسفات بیشتر می باشد.

٤-٦-٤- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با عمق سطح آب زیرزمینی

با توجه به شـکل ضـمیمه ۳، نقشه عمق سطح ایستایی، در جنوب حوضه عمق سطح ایستایی بالاتر از نقاط دیگر حوضـه اسـت و کمترین عمق مربوط به شـمال حوضه می باشد با نگاهی کلی به نقشه های نیترات و فسـفات در چاههای سـطحی نمونه برداری شـده می توان تا اندازه ای اسـتنباط نمود که آلودگی سفره آب زیرزمینی کم و بیش در مناطقی مشـاهده می شـوند که عمق سطح آب زیرزمینی نسبتا" اندک است. برای مثال محدوده آلوده به نیترات در چاههای سطحی که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ نمونه برداری شده اند، دارای عمق سطح ایستابی بین ۲ تا ۸ متر می باشد.

٤-٦-٥- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با کاربری اراضی

اشکال ضمیمه ۴ و ۵ کاربری اراضی در محدوده های نمونه برداری شده در آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ را نشان می دهد. در حقیقت نقشه کاربری اراضی حوضه گرگانرود که محدوده بسیار وسیعی می باشد جزئیات را نشان نمی دهد و این جزئیات دارای ناهمگنی های فراوانی است بنابراین به طور کلی نمی توان در مقیاس گرگانرود این ناهمگنی های محلی را تشخیص و در تفسیر داده های هر چاه بکار گرفت.

لازم به ذکر اسـت که کاربری اراضـی مقطعی است و استفاده متفاوت از کودهای شیمیائی ازته و فسفاته در هر منطقـه و توسـط هر شـخص می تواند در یک منطقه نزدیک به هم در محدوده دو چاه مختلف نتایج متفاوتی داشـته باشـد، همچنین زمین های محدوده بالا دسـت و نزدیک چاهها در فصل های مختلف دارای کاربری متفاوتی می باشـند و نزدیکی و دوری از چاههای فاضـلاب، تراوائی زمین بین چاههای فاضـلاب و

چاههای نمونه برداری و جهت حرکت آب زیرزمینی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر غلظت نیترات و فسفات می باشد.

٤-٦-٦- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با تمرکز جمعیت

در چاههای سطحی غالبا جاهائی که تمرکز جمعیت وجود دارد، به علت تعدد چاههای فاضلاب، مقدار نیترات و فسفات افزایش نشان می دهد ولی در چاههای عمیق این ارتباط به طور محسوس قابل مشاهده نیست. دلیل عدم ارتباط چاههای عمیق با فاضلابهائی که در سفره سطحی تزریق می شوند از این قرار است که معمولا" ارتباط هیدرولیکی این دو سفره کم وبیش قطع می باشد.

٤-٦-٧- ارزیابی غلظت یونهای نیترات و فسفات با جریانهای تغذیه کننده دشت

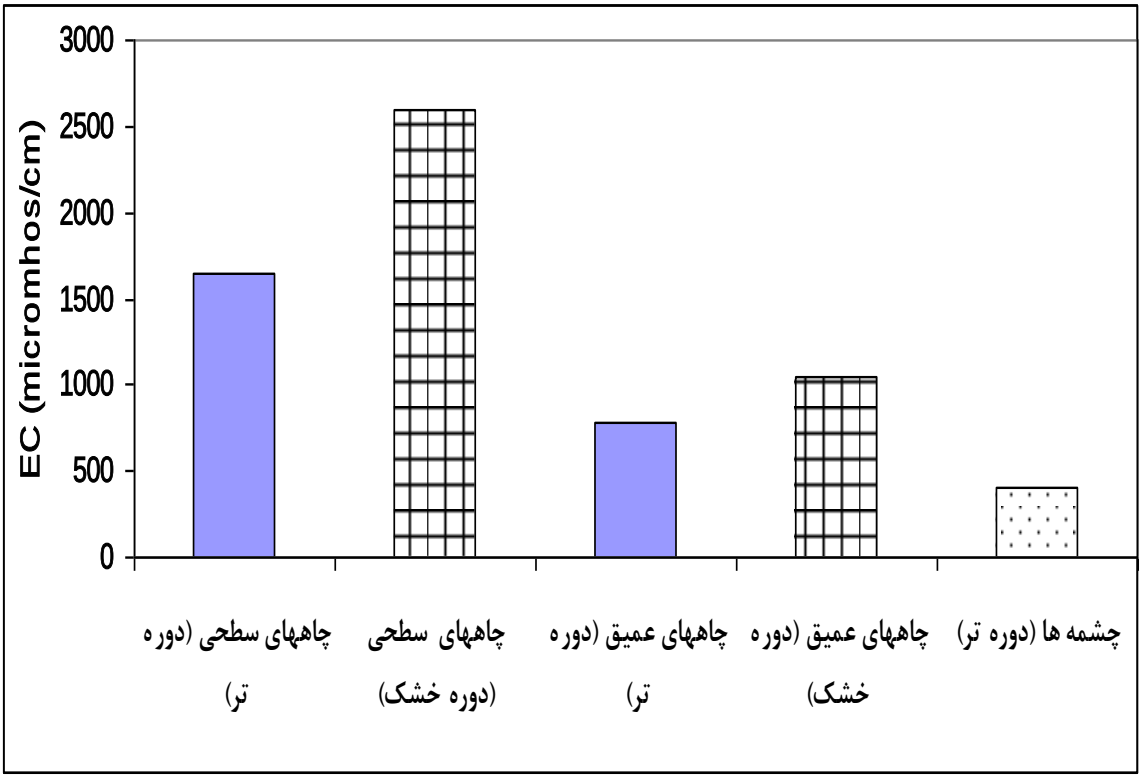
تقریبا تمام رودهای تغذیه کننده در جنوب، شرق و شمال شرق حوضه گرگانرود واقع شده اند و در این محدوده بهبود کیفیت آبهای سطحی و زیر زمینی به وضوح قابل مشاهده است. در شمال حوضه که جریان تغذیه کننده وجود ندارد و بافت خاک هم شور می باشد کیفیت آب کاهش شدیدی پیدا می کند. البته بالا بودن سطح آب زیرزمینی و تبخیر آب و همچنین ضعیف بودن جریان زیرزمینی مسئله فوق الذکر را تشدید نموده است. لازم به ذکر است که عملکرد گسل خزر هم به طرز شناخته نشده ای می تواند باعث شوری آبهای سفره سطحی در بعضی از مناطق گردد.

٤-٧- مقایسه کیفی آبهای زیرزمینی حوضه با جریانهای زیرزمینی تغذیه کننده

به منظور بررسی تغییرات کیفی آب زیرزمینی در سفره های سطحی و عمیق حوضه گرگانرود مقادیر هدایت الکتریکی، pH، و غلظت های نیترات و فسفات مربوط به سفره های سطحی و عمیق در دوره های مختلف (تر

و خشک) با میانگین پارامترهای فوق در چشمه های مجاور دشت مورد مقایسه قرار گرفته است. لازم به ذکر است که کیفیت جریانهای زیرزمینی تغذیه کننده مشابه کیفیت آبهای خروجی از چشمه های حاشیه جنوبی حوضه در نظر گرفته شده است که کاملاً منطقی می باشد.

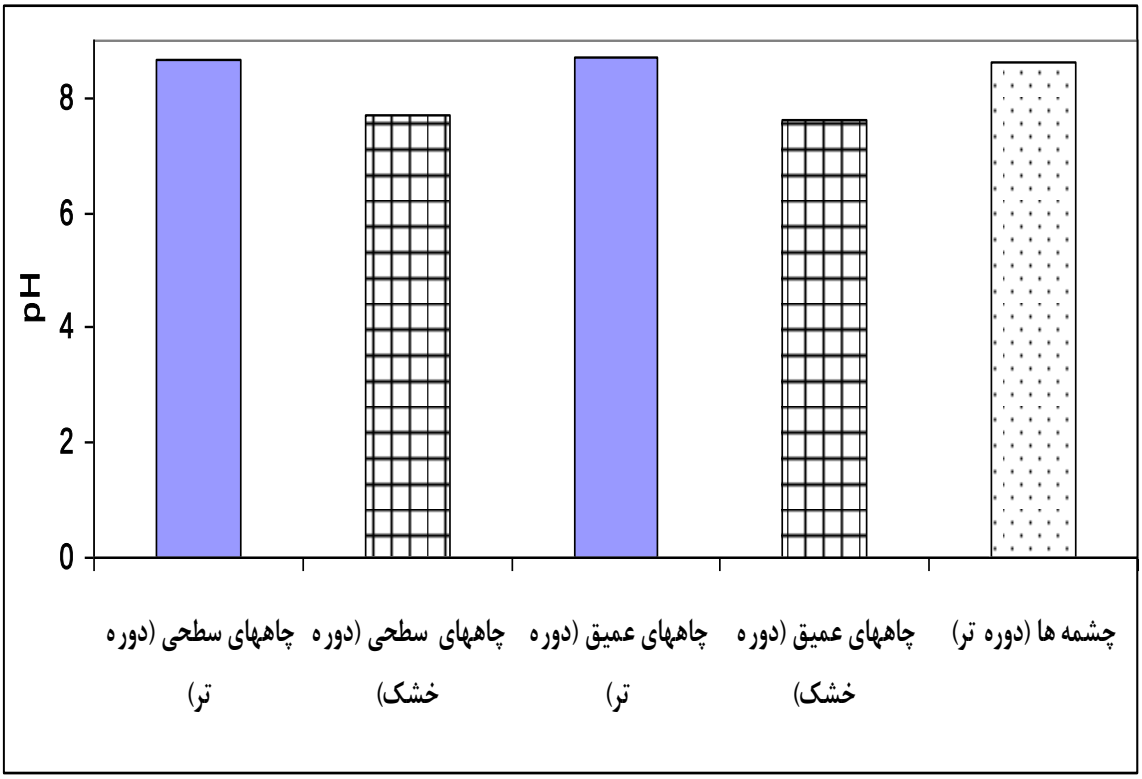
شکل های ۴-۲۲ تا ۴-۲۵ مقایسه کیفیت آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود را با جریانهای زیرزمینی تغذیه کننده نشان می دهد. بر اساس شکل ۴-۲۲ ملاحظه می شود که مقدار هدایت الکتریکی در سفره سطحی به طور قابل ملاحظه ای بالاتر از چاههای عمیق می باشد. همچنین در مورد چاههای عمیق مقدار این پارامتر به طور مشخصی در مقایسه با چشمه بیشتر می باشد علت افزایش مقدار هدایت الکتریکی در سفره های سطحی و عمیق در مقایسه با هدایت الکتریکی چشمه ها افزایش زمان اقامت آب در سفره و در نتیجه فرصت بیشتر برای انحلال می باشد که باعث افزایش مقدار هدایت الکتریکی شده است. همچنین ملاحظه می شود که مقدار هدایت الکتریکی در سفره سطحی وعمیق در دوره تر در مقایسه با دوره خشک به طور قابل توجهی کمتر می باشد که دلیل آن رقیق شدگی آبهای زیرزمینی در اثر تغذیه سفره به وسیله بارندگی می باشد.



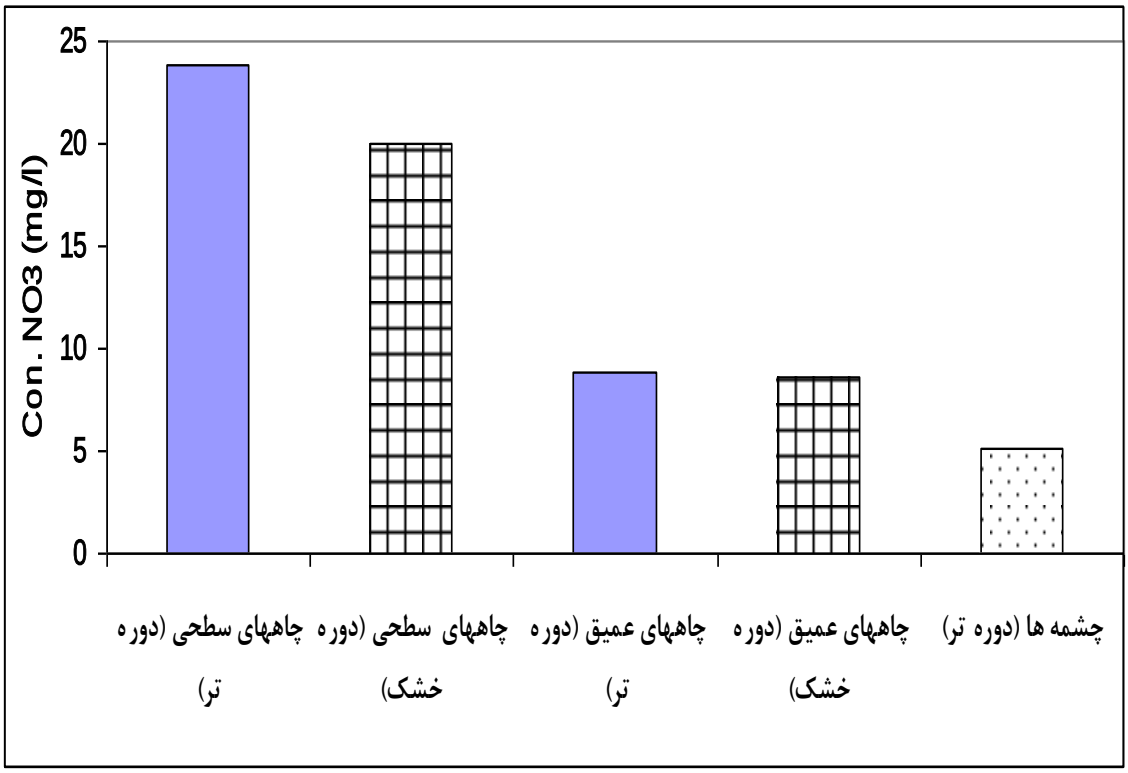
شکل ۴-۲۲- نمودار مقایسه هدایت الکتریکی چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها

در مورد pH، با توجه به شـکل ۴-۲۳ ملاحظه می شود که مقادیر pH، در سفره و چشمه کم و بیش یکسان است و تنها مقدار این پارامتر در سفره های سطحی و عمیق در دوره خشک نسبت به دوره تر به طور جزئی کاهش پیدا کرده است.

با توجه به شـکل ۴-۲۴ تغییرات نیترات به این صورت می باشد که مقدار نیترات در چاههای سطحی بیشتر از چاههای عمیق می باشـد و در چشـمه ها هم کمترین مقدار نیترات را داریم. در مورد سفره های سطحی مقدار این یون در چاههای سطحی اندازه گیری شده در دوره تر بیشتر از چاههای اندازه گیری شده در دوره خشـک می باشـد که علت آن را می توان اسـتفاده از کودهای شـیمیائی در منطقه و شسته شدن و انحلال بیشتر و انتقال سریع این یون به سفره سطحی دانست. البته در چاههای عمیق تفاوت محسوسی بین غلظت این یون در دوره تر و خشک دیده نمی شود لازم به ذکر است که مقدار این یون در فصل تر افزایش کمی را نسبت به دوره خشک در سفره های سطحی و عمیق نشان می دهد.

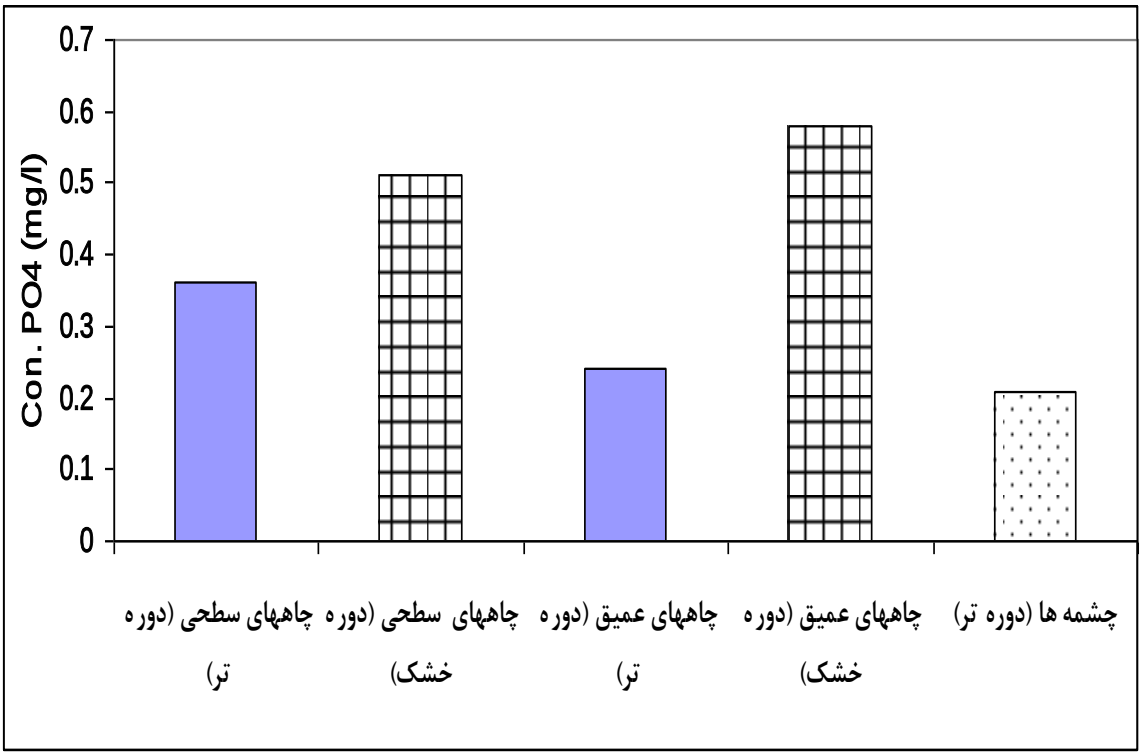


شکل ۴-۲۳- نمودار مقایسه pH چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها



شکل ۴-۲۴- نمودار مقایسه نیترات چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها

همانطور که در شـکل ۴-۲۵ ملاحظه می شـود مقدار فسـفات در چاههای نمونه برداری شـده به طور قابل توجه ای از مقدار این یون در چشمه ها بیشتر است همچنین در دوره خشک این یون افزایش قابل توجه ای را نسـبت به دوره تر در هر دو سـفره سطحی و عمیق نشان می دهد البته مقدار این یون در چاههای عمیق در دوره تر به طور جزئی از چشمه ها بیشتر می باشد ولی در چاههای عمیق در دوره خشک مقدار این یون به صورت قابل ملاحظه ای افزایش نشان می دهد.



شکل ۴-۲۵- نمودار مقایسه فسفات چاههای نمونه برداری شده با چشمه ها

٤-٨- مقایسه غلظت یونهای نیترات و فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود با استانداردهای مربوطه

استاندارد های بین المللی آب شرب در سال ۱۹۸۵ توسط سازمان بهداشت جهانی منتشر گردید و مورد تائید و قبول کشورهای جهان به عنوان وسیله ارتقاء کیفیت آب قرار گرفت (صداقت ۱۳۸۳). برای فهم بهتر آلودگی و تشخیص کیفیت آب حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز به صورت خلاصه معرفی می شوند.

حداکثر مطلوب، عبارت است از حداکثر غلظتی از مواد که برای آب آشامیدنی مناسب تشخیص داده می شود. چنانچه آب حاوی موادی در غلظت بالاتر از حداکثر مطلوب باشد از نظر کیفیت در حد پائین تری قرار دارد. اما هنوز قابل آشامیدن است. حداکثر مجاز، عبارت است از حدی که اگر غلظت مواد موجود در آب از آن تجاوز کند آب مزبور برای آشامیدن مناسب نمی باشد و مصرف آن در دراز مدت اثرات زیان بخشی بر سلامت مصرف کننده باقی خواهد گذاشت (عودی ۱۳۷۳). جدول ۴-۲ چند استاندارد بین المللی و محلی را برای آب آشامیدنی بیان می کند.

جدول ۴-۲- چند استاندارد بین المللی و محلی برای آب آشامیدنی

سازمان پیشنهاد دهنده	یون موجود در آب آشامیدنی	حداکثر مطلوب(mg/l)	حداکثر مجا ز (mg/l)
WHO (1971)	نیترات (NO_3)	۳۰	۵۰-۱۰۰
	نیتریت (NO_2)	-	۰/۲
	فسفاتها ($O_5\ P_2$)	-	۷
WHO (1983)	نیترات	۱۰ (برحسب ازت)	۴۵ (برحسب نیترات)
	فسفاتها	-	-
دستورالعمل های مجمع اروپائی(۱۹۸۰)	نیترات (NO_3)	۲۵	۵۰
	نیتریت (NO_2)	۰/۱	-
	فسفاتها ($O_5\ P_2$)	۰/۴	۵
استاندارد وزارت نیرو	نیترات	-	۴۵
	فسفاتها	۰/۱ (برحسب فسفر)	۰/۲(برحسب فسفر)
WHO (1987)	نیترات (بر حسب ازت)	۱۰	-

فصل پنجم: نتیجه گیری

در این فصل نتایج حاصل از این تحقیق که شامل تغییرات هدایت الکتریکی، pH، نیترات و فسفات در دو دوره آماری آبان ماه ۱۳۸۵ و اردیبهشت ماه ۱۳۸۶ در دو سفره سطحی و عمیق به صورت خلاصه ارائه می گردد.

۵-۱- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی در حوضه گرگانرود

در سفره سطحی، مقدار هدایت الکتریکی در حاشیه جنوبی حوضه گرگانرود (برای مثال محدوده کلاله تا جنوب غرب مینودشت، محدوده آزادشهر تا خان ببین، منطقه علی آباد) پائین می باشد علت پائین بودن هدایت الکتریکی در منطقه مذکور تغذیه سفره آب زیرزمینی توسط جبهه های آب شیرین در محدوده رود خانه های تغذیه کننده سفره آب زیر زمینی می باشد. همچنین در محدوده جنوب غرب گنبد نیز محدوده هائی با هدایت الکتریکی بالا (بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر) ملاحظه می شود. در این محدوده ها، علت بالا بودن شوری آب زیرزمینی به احتمال زیاد مربوط به بالا بودن سطح آب زیرزمینی و در نتیجه تبخیر آب و همچنین ضعیف بودن جریان زیرزمینی می باشد. لازم به ذکر است که عملکرد گسل خزر هم به طرز شناخته نشده ای می تواند باعث شوری آبهای سفره سطحی در بعضی از مناطق گردد.

لازم به ذکر است که رفتار سفره سطحی به لحاظ هدایت الکتریکی در دوره های تر و خشک کم و بیش یکسان است و تنها نکته قابل توجه ای که می توان ذکر کرد از این قرار است که در دوره تر (آبان ماه ۱۳۸۵) به علت رقیق شدگی آب زیرزمینی هدایت الکتریکی آن در مقایسه با دوره خشک (اردیبهشت ماه ۱۳۸۶) به طور محسوسی پائین تر می باشد.

مقادیر هدایت الکتریکی سفره عمیق، در بخش عمده حوضه گرگانرود از شرق در محدوده کلاله تا غرب در محدوده آق قلا و از جنوب تا شمال کم و بیش یکسان است و بر خلاف سفره سطحی تغییرات ناچیزی را شامل می شود. در سفره عمیق، هدایت الکتریکی در محدوده آق قلا به سمت غرب و شمال غرب به طور نسبی تخریب می شود. در سفره عمیق در دوره تر (آبان ماه ۱۳۸۵) مقدار هدایت الکتریکی تا حدودی در مقایسه با دوره خشک (اردیبهشت ماه ۱۳۸۶) پائین تر می باشد. دلیل این موضوع به تغذیه سفره به خصوص در حاشیه جنوبی و شرقی حوضه بر می گردد.

۵-۲- بررسی مقادیر pH آبهای زیرزمینی حوضه گرگانرود

با توجه به نقشه های pH در سفره های سطحی و عمیق در دوره های تر و خشک ملاحظه می شود که مقادیر pH در هر دو سفره در دوره های تر و خشک در محدوده pH آبهای طبیعی قرار می گیرد. علاوه بر این ملاحظه می شود که این پارامتر تغییرات ناچیزی را شامل می شود و این تغییر ناچیز رفتار سیستماتیکی را نشان نمی دهد.

۵-۳- بررسی مقادیر فسفات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود

در سفره سطحی، مقدار فسفات در حاشیه جنوبی و شرقی سفره نسبتا" ناچیز است ولی در مناطقی در محدوده شمال شرق گنبد، مرکز حوضه (خیوه چی)، ونقاط پراکنده دیگر غلظت این آنیون نسبتا" زیاد می شود. در هر حال تقریبا" در تمام سفره غلظت فسفات اندک بوده و در محدوده مجاز می باشد. دلیل این امر جذب یون فسفات به وسیله گیاهان و همچنین تحرک پذیری اندک این یون می باشد.

در سفره عمیق غلظت فسفات و تغییرات آن همانند با سفره سطحی ناچیز می باشد و به صورت نسبی در بعضی از مناطق مثل محدوده شرق و غرب آق قلا نسبتا" بیشتر می باشد.

۵-٤- بررسی مقادیر نیترات آبهای زیرزمینی در حوضه گرگانرود

در سفره سطحی، کمترین مقدار نیترات در قسمت جنوبی دشت که رودخانه های تغذیه کننده سفره های زیرزمینی وجود دارند مشاهده می شود. به این ترتیب که کمترین مقدار نیترات در محدودهٔ آزاد شهر تا مینودشت قرار دارد. بیشترین غلظت نیترات در سفره سطحی در شمال غرب آزادشهر و شرق آق قلا دیده می شود. در این مناطق مقدار نیترات به حدود ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر می رسد.

غلظت نیترات و تغیرات آن در سفره عمیق در مقایسه با سفره سطحی به طور قابل ملا حظه کمتر از سفره عمیق است. دلیل این مسئله به احتمال زیاد به عدم ورود فاضلابهای خانگی و آبهای مازاد کشاورزی به سفره عمیق می باشد.

۵-۵- بررسی رابطه غلظت نیترات و فسفات با برخی از پارامترهای مهم سفره

الف- شوری آب زیرزمینی

با عنایت به نقشه های نیترات و فسفات و نقشه هدایت الکتریکی سفره سطحی ملاحظه می شود که در مناطقی که شوری آب نسبتا" زیاد است (برای مثال شرق آق قلا و شمال شرق علی آباد) مقدار این آنیونها نیز نسبتا" زیاد است. در مورد نقشه هدایت الکتریکی سفره عمیق، مقدار هدایت الکتریکی و تغییرات آن رفتار کم و بیش متفاوتی را با سفره سطحی نشان می دهد. به این ترتیب که مقدار هدایت الکتریکی در بخش عمده حوضه گرگانرود کم و بیش یکسان است و رابطه واضحی بین شوری آب و غلظت نیترات و فسفات در سفره عمیق مشاهده نمی شود.

ب- قابلیت انتقال سفره

با توجه به نقشه های نیترات و فسفات در زمانهای مختلف، ملاحظه می شود که بیشتر آلو.دگیهای این یونها در مناطقی مشاهده می شوند که مقدار قابلیت انتقال سفره آب زیرزمینی نسبتاً کم می باشد.

ج- شیب هیدرولیکی سفره

با توجه به نقشه هم پتانسیل سفره آب زیرزمینی ملاحظه می شود که در مناطقی که شیب هیدرولیکی ناچیز است آلودگی به یونهای نیترات و فسفات تا حدودی بیشتر می باشد.

د- عمق سطح آب زیرزمینی

با توجه به نقشــه عمق سطح ایستایی و نقشه های نیترات و فسفات می توان استنباط نمود که تا اندازه ای آلودگی سـفره آب زیرزمینی کم و بیش در مناطقی مشـاهده می شـوند که عمق سطح آب زیرزمینی اندک است.

۵-٦- بررسی رابطه غلظت نیترات و فسفات با سایر عوامل

الف- کاربری اراضی

از آنجایی که کاربری اراضی مقطعی است و استفاده متفاوت از کودهای شیمیائی ازته و فسفاته در هر منطقه و توسـط هر شخص می تواند در یک منطقه نزدیک به هم در محدوده دو چاه مختلف نتایج متفاوتی داشته بـاشـــد، رابطـه واضـــحی بین غلظـت یونهـای نیترات و فســفـات بـا کـاربری اراضـــی مشـــاهـده نمی شـــود. در هر حـال، در منـاطقی کـه بـاغـات متراکم وجود دارد و از کودهـای شـــیمیـایی بـه طور گسترده ای استفاده می شود، مقدار نیترات در سفره آب زیرزمینی نسبتاً بیشتر است.

ب- مراکز جمعیتی

در چاههای ســـطحی غالبا جاهائی که تمرکز جمعیت وجود دارد، به علت تعدد چاههای فاضـــلاب و ورود فاضـلاب به داخل سفره سطحی، مقدار نیترات و فسفات افزایش نشان می دهد ولی در چاههای عمیق این ارتباط به طور محسوس قابل مشاهده نیست.

ج- جریانهای تغذیه کننده دشت

در محدوده جنوب، شـرق و شـمال شـرق حوضـه گرگانرود که جریان های تغذیه کننده وجود دارند غلظت یونهای فسفات و به ویژه نیترات نسبتاً کم می باشد و در مناطقی که جریان های تغذیه کننده وجود ندارند و

دبی آب زیرزمینی اندک است غلظت این یونها (به ویژه نیترات) نسبتاً بیشتر می باشد.

۵-۷- پیشنهادات

الف- برای آنکه چنین مطالعاتی در این منطقه وسیع دقیق تر انجام شود لازم است:

۱- تعداد چاههای نمونه برداری بیشتر شود.

۲- غلظت یونهای نیترات و فسفات در محل نمونه برداری با دستگاههای دیجیتالی قابل حمل اندازه گیری شود.

۳- تعداد دوره های اندازه گیری افزایش یابد به این صورت که در زمانهای مختلف ترسالی و خشکسالی نمونه برداری و اندازه گیری ها انجام پذیرد.

ب- برای بهبود کیفیت آب زیرزمینی توصیه های زیر ارائه می گردد:

۱- استفاده بهینه از کودهای شیمیایی به ویژه در مناطقی که خطر آلودگی به این یونها وجود دارد.

۲- انتخاب الگوی کشت متناسب با شوری آب در نواحی مختلف دشتها به منظور جلوگیری از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی برای افزایش راندمان محصول.

۳-به کارگیری روشهای نوین آبیاری به منظور استفاد بهینه از آبهای با کیفیت مناسب و کاستن حجم آبهای برگشتی کشاورزی به سفره زیرزمینی.

جدول ضمیمه ۱- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای عمیق منطقه

در آبان ماه ۱۳۸۵

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
1	قوچمراد	***312065***	***4114718***	***867***	***8.90***	***13.6***	***0.67***
2	ایمر ملاساری	***309577***	***4111194***	***1070***	***8.90***	***6.2***	***0.60***

3	سه راه قوچمراد	313111	4113493	1082	8.85	6.8	0.59
4	امیر آباد	314328	4096858	619	8.65	6.0	0.40
5	حکیم آباد	320000	4110000	766	8.55	8.8	0.36
6	زرین گل شرکت نفت	313113	4088559	792	8.51	12.4	0.25
7	سلاخ نوری	319594	4115551	924	8.88	5.3	0.55
8	کوچک خرطوم	315824	4107521	923	8.94	4.0	0.27
9	جعفر آباد نامتلو	319022	4094275	620	8.52	6.4	0.08
10	باغلی مرامه	325124	4113658	888	8.56	4.0	0.25
11	سلاق غایب	321150	4110730	619	8.70	4.6	0.47
12	تاتار سفلی	322207	4105950	705	8.62	2.2	0.19
13	گلند	324820	4100169	638	8.64	3.4	0.12
14	خان بیین	321490	4098344	663	8.78	2.5	0.22
15	حاجی آخوند	325901	4120444	1422	8.80	8.4	0.49
16	کاکا	331266	4114656	717	8.72	12.0	0.31
17	آرد قره قاچ	331984	4102100	444	8.59	16.8	0.19
18	زینب آباد	334771	4104688	490	8.67	16.0	0.23
19	ک ۳ رامیان	334747	4101392	426	8.52	26.8	0.18
20	قل حاجی	339937	4116775	962	8.67	3.2	0.14
21	سیلو گنبد	337266	4120048	1122	8.81	3.6	0.11
22	ارتق مختوم	339647	4118665	890	8.76	2.6	0.12
23	نظام آباد	337055	4111382	1009	8.64	16.8	0.28
24	آزاد شهر	338858	4106004	998	8.68	18.4	0.24
25	قزلجه آق امام	340480	4110505	1128	8.55	9.6	0.13
26	ایمر محمد قلی	345092	4127736	757	8.77	2.0	0.18
27	ایگدر سفلی	349568	4125460	570	8.84	3.2	0.18
28	قوینلی	348273	4121664	549	8.68	4.4	0.18
29	قره چشمه	345537	4113785	1152	8.74	8.2	0.10
30	سارجه کر	350324	4132342	531	8.69	3.2	0.24

جدول ضمیمه ۱- ادامه

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
31	بایلر	350234	4129150	584	8.68	4.0	0.16

32	بازگیر	***354098***	***4123960***	***646***	***8.94***	***5.6***	***0.07***
33	ده حسن خان	***352928***	***4121404***	***767***	***8.92***	***11.6***	***0.05***
34	قلمی	***350574***	***4118120***	***618***	***8.84***	***16.0***	***0.04***
35	ینقاق	***355314***	***4129423***	***568***	***8.87***	***12.0***	***0.20***
36	میرزاپانک	***359237***	***4128722***	***529***	***8.65***	***14.0***	***0.19***
37	گالیکش	***359753***	***4125883***	***433***	***8.55***	***11.0***	***0.10***
38	کلاله	***366450***	***4139195***	***1002***	***8.66***	***7.0***	***0.35***
39	سعد آباد	***318161***	***4097278***	***775***	***8.82***	***3.6***	***0.27***
40	تاتار علیا	***326838***	***4108573***	***783***	***8.62***	***7.6***	***0.22***
41	لاله باغ	***316394***	***4099962***	***783***	***8.64***	***2.6***	***0.17***
42	قورچای	***331329***	***4110852***	***1087***	***8.84***	***22.0***	***0.34***
43	نی تپه	***318063***	***4100128***	***773***	***8.82***	***2.8***	***0.11***
44	پشمک پناده	***343490***	***4122000***	***717***	***8.75***	***2.4***	***0.16***
45	دشت حلقه	***344256***	***4116764***	***1121***	***8.81***	***29.2***	***0.15***
46	کلو	***332941***	***4106086***	***635***	***8.62***	***13.2***	***0.19***

جدول ضمیمه ۲- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای عمیق منطقه در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
1	قرنجیک بزرگ	***261902***	***4095260***	***1028***	***7.7***	***10.19***	***1.41***
2	صحنه	***267143***	***4096188***	***1556***	***7.1***	***20.00***	***1.10***
3	عمیق سقرتپه	***270411***	***4106917***	***1865***	***7.8***	***15.30***	***1.33***
4	کریمی-ملارستمی	***276038***	***4108043***	***1165***	***7.6***	***16.83***	***0.65***
5	سقر یلقی	***278842***	***4099166***	***728***	***7.7***	***7.97***	***0.50***
6	عطا آباد	***289000***	***4093800***	***823***	***7.1***	***13.73***	***0.26***
7	پیرواش	***295069***	***4090181***	***828***	***7.1***	***11.52***	***0.45***
8	دخانیات فاضل آباد	***299041***	***4085852***	***1019***	***7.2***	***11.00***	***0.51***
9	علی آباد	***311247***	***4086815***	***933***	***7.2***	***5.70***	***0.25***
10	مزرعه کتول	***309666***	***4091661***	***895***	***7.2***	***7.09***	***0.35***
11	پیچک محله	***307317***	***4087116***	***662***	***7.3***	***4.87***	***0.49***
12	شیرنگ	***296792***	***4090929***	***829***	***7.4***	***8.86***	***0.47***
13	قر ه بلاغ	***299146***	***4095088***	***918***	***7.3***	***8.00***	***0.49***
14	اودک دوجی	***302155***	***4097385***	***915***	***7.4***	***6.20***	***0.35***
15	عرفان آباد	***308135***	***4101270***	***921***	***7.4***	***4.87***	***0.47***
16	آقدکش	***282535***	***4106800***	***1196***	***7.8***	***11.52***	***0.77***
17	مارونکلاته	***300180***	***4090738***	***920***	***7.3***	***11.52***	***0.52***
18	بهلکه شیخ موسی	***301154***	***4110250***	***1076***	***7.6***	***11.52***	***0.65***
19	آق قبر	***274611***	***4104611***	***2085***	***7.4***	***10.19***	***0.65***
20	کرد	***290638***	***4099461***	***863***	***7.5***	***11.00***	***0.91***
21	آرخ کوچک	***255337***	***4093625***	***1946***	***7.5***	***16.39***	***1.25***
22	بناور	***254398***	***4093034***	***715***	***7.2***	***8.86***	***1.00***
23	پنج پیکر	***249327***	***4085735***	***721***	***7.1***	***9.75***	***0.83***
24	خواجه لر	***250863***	***4092631***	***711***	***7.1***	***8.86***	***1.10***
25	گامشلی نزار	***258112***	***4088972***	***1175***	***7.4***	***8.40***	***0.86***
26	یامپی	***265552***	***4090854***	***1032***	***7.6***	***6.65***	***0.83***
27	دوست محمدیان	***277552***	***4116293***	***1573***	***7.2***	***11.07***	***0.80***
28	گامشلی یلقی	***283704***	***4090485***	***830***	***7.3***	***5.32***	***0.43***
29	ضمیری	***282751***	***4113320***	***1578***	***7.5***	***16.83***	***0.65***
30	باغلی مرامه	***325124***	***4113658***	***982***	***8.5***	***4.40***	***0.58***

جدول ضمیمه ۲- ادامه

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
31	حاجی آخوند	***325901***	***4120444***	***1098***	***8.1***	***5.00***	***0.50***
32	زرین گل شرکت	***313113***	***4088559***	***938***	***7.7***	***7.50***	***0.25***
33	قزلجه آق امام	***340480***	***4110505***	***1385***	***7.5***	***3.40***	***0.28***
34	قوینلی	***348273***	***4121664***	***753***	***7.9***	***2.20***	***0.45***
35	ارتق مختوم	***339647***	***4118665***	***1042***	***7.9***	***4.00***	***0.40***
36	تاتار سفلی	***322207***	***4105950***	***891***	***8.1***	***10.20***	***0.25***
37	جعفر آباد نامتلو	***319022***	***4094275***	***739***	***8.1***	***6.40***	***0.28***
38	سارجه کر	***350324***	***4132342***	***688***	***7.9***	***4.40***	***0.54***
39	سلاق غایب	***321150***	***4110730***	***953***	***8.4***	***8.00***	***0.36***
40	قره چشمه	***345537***	***4113785***	***1272***	***8.1***	***2.20***	***0.17***
41	کلاله	***366450***	***4139195***	***1224***	***8.5***	***5.40***	***0.35***
42	ینقاق	***355314***	***4129423***	***619***	***8.1***	***6.00***	***0.45***
43	سه راه قوچمراد	***313111***	***4113493***	***1325***	***8.1***	***6.60***	***0.52***
44	امیر آباد	***314328***	***4096858***	***754***	***8.0***	***8.00***	***0.22***
45	گلند	***324820***	***4100169***	***682***	***8.1***	***5.30***	***0.21***

جدول ضمیمه ۳- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای سطحی منطقه

در آبان ماه ۱۳۸۵

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
1	شمال سنگدوین	***308997***	***4098506***	***1165***	***8.75***	***22.0***	***0.30***
2	جنوب غربی مزرعه	***309199***	***4091193***	***1098***	***8.74***	***13.6***	***0.57***
3	جنوب غربی قوچمراد	***308688***	***4113829***	***1685***	***9.00***	***10.8***	***0.55***
4	بدراق بایر بای	***310466***	***4101957***	***3240***	***8.36***	***16.0***	***0.25***
5	امیر آباد	***314391***	***4096951***	***1094***	***8.47***	***33.2***	***0.34***
6	حکیم آباد	***314872***	***4092883***	***675***	***8.58***	***12.0***	***0.49***
7	غرب خرلر	***316864***	***4117746***	***3040***	***8.58***	***11.6***	***0.29***
8	سلاخ نوری	***318945***	***4115878***	***1030***	***8.81***	***9.6***	***0.30***
9	کوچک خرطوم	***316044***	***4106730***	***8350***	***8.64***	***22.0***	***0.22***
10	لاله باغ	***316450***	***4100869***	***1926***	***8.67***	***27.2***	***0.34***
11	سعد آباد	***317913***	***4098208***	***977***	***8.63***	***22.0***	***0.45***
12	شفیع آباد	***319249***	***4092456***	***779***	***8.68***	***16.0***	***0.27***
13	پتکه	***322459***	***4117569***	***5790***	***8.43***	***11.4***	***0.22***
14	تاتار سفلی	***322460***	***4105369***	***2204***	***8.81***	***84.0***	***0.13***
15	شمال خان ببین	***320509***	***4100656***	***998***	***8.98***	***16.8***	***0.66***
16	بین دلند و گلند	***326067***	***4100110***	***1118***	***8.74***	***22.0***	***0.17***
17	شمال هیوه چی	***328175***	***4115025***	***3970***	***8.74***	***110.0***	***0.91***
18	باغلی مرامه	***325174***	***4113686***	***1803***	***8.49***	***24.0***	***0.55***
19	تاتار علیا	***326918***	***4108585***	***1408***	***8.98***	***14.0***	***0.16***
20	جنگل دلند	***329113***	***4101119***	***514***	***8.82***	***16.0***	***0.18***
21	نظر چقلی	***332209***	***4113109***	***820***	***8.69***	***33.2***	***0.60***
22	قورچای	***331305***	***4110915***	***1121***	***8.68***	***23.0***	***0.25***
23	کلو	***332957***	***4106145***	***538***	***8.69***	***14.4***	***0.17***

24	توران ترک	331803	4104573	546	8.72	12.0	0.13
25	ک ۴ رامیان	334869	4102786	447	8.63	10.8	0.17
26	کوره طباطبایی	337048	4120846	5140	8.52	12.8	0.47
27	جنوب آقچلی بالا	336549	4116523	3680	8.53	24.0	0.30
28	قل حاجی	340047	4116349	1203	8.61	10.4	0.45
29	اراز تقان	336816	4109250	1502	8.81	50.0	0.50
30	آزادشهر	336714	4106561	682	8.48	18.5	0.24

جدول ضمیمه ۳-ادامه

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
31	حاجیلر قلعه	341387	4125860	1137	8.86	34.0	0.90
32	پشمک پناده	343558	4122589	995	8.57	28.8	0.32
33	دشت حلقه	343970	4117224	2178	8.89	16.0	0.18
34	حالت قلی	343145	4113043	1918	8.56	8.8	0.22
35	قزلجه آق امام	341700	4110773	1434	8.61	6.6	0.19
36	ایگدر سفلی	349107	4125860	867	8.68	23.2	0.51
37	قوینلی	348003	4121530	937	8.54	16.0	0.29
38	سارجه کر	351193	4133111	672	8.79	29.6	0.56
39	غرب ینقاق	353298	4127452	479	8.62	27.6	0.37
40	بازگیر	354714	4122797	668	8.62	11.6	0.20
41	کنکور	357112	4135915	836	8.73	20.8	0.72
42	عرب بوران	359879	4132013	472	8.65	48.0	0.23
43	حیدر آباد	361694	4133840	817	8.72	25.6	0.20
44	کلاله	365528	4137175	1054	8.80	30.4	0.42
45	ارازمحمد آخوند	360222	4134444	1022	8.70	22.8	0.15

جدول ضمیمه ۴- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات در چاههای سطحی منطقه

در اردیبهشت ماه ۱۳۸۶

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
1	شیرنگ	***296709***	***4091757***	***2000***	***6.9***	***15.95***	***0.26***
2	عطاآباد	***286737***	***4095507***	***6438***	***7.3***	***7.97***	***0.36***
3	پیرواش	***289651***	***4094452***	***2376***	***6.9***	***8.50***	***0.34***
4	مزرعه کتول	***309027***	***4093089***	***1653***	***7.2***	***11.90***	***0.33***
5	نوده کتول	***308587***	***4087272***	***1327***	***6.9***	***8.42***	***0.42***
6	قزلی	***287154***	***4098581***	***10125***	***7.7***	***12.60***	***0.30***
7	کرد	***290734***	***4098824***	***10855***	***8.1***	***7.97***	***0.29***
8	آشوربای	***293527***	***4098724***	***805***	***7.9***	***18.11***	***0.45***
9	شغال تپه	***295432***	***4097081***	***3265***	***6.8***	***43.41***	***0.22***
10	حسن طبیب	***304333***	***4098233***	***4765***	***6.9***	***17.72***	***0.2***
11	خانه باغ	***305030***	***4098477***	***4097***	***6.9***	***10.63***	***0.59***
12	سنگدوین	***309000***	***4098584***	***1833***	***7.0***	***11.96***	***1.00***
13	آوانس	***304813***	***4093827***	***1386***	***7.0***	***14.62***	***0.37***
14	اوچ تپه	***292937***	***4103094***	***7435***	***7.2***	***11.07***	***0.73***
15	بهلکه داشلی	***301964***	***4105153***	***1618***	***7.7***	***10.19***	***0.51***

16	آزادشهر	336714	4106561	869	7.5	7.10	0.42
17	اراز تقان	336816	4109250	1617	7.6	13.00	0.39
18	ایگدر سفلی	349107	4125860	1025	7.9	25.10	0.26
19	پشمک پناده	343558	4122589	1419	7.8	14.20	0.82
20	تاتار سفلی	322460	4105369	2497	8.4	84.20	0.49
21	تاتار علیا	326918	4108585	1752	8.0	10.80	0.42
22	توران ترک	331803	4104573	778	7.6	9.80	0.43
23	جنگل دلند	329113	4101119	705	8.1	19.10	0.35
24	جنوب آقچلی بالا	336549	4116523	4546	7.5	22.00	0.45
25	حکیم آباد	314872	4092883	960	7.9	12.80	0.38
26	سعد آباد	317913	4098208	1188	8.0	19.50	0.35
27	سلاخ نوری	318945	4115878	1375	8.0	9.50	0.33
28	شمال خان ببین	320509	4100656	318	8.0	14.40	0.26
29	شمال هیوه چی	328175	4115025	6978	8.1	88.60	0.81
30	قل حاجی	340047	4116349	1532	7.8	15.80	0.33

جدول ضمیمه ۴–ادامه

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC	pH	NO_3	PO_4
		X (UTM)	Y (UTM)	(micromhos/cm)		(mg/l)	(mg/l)
31	ک ۴ رامیان	334869	4102786	582	7.6	10.40	0.35
32	کوچک خرطوم	316044	4106730	8854	8.1	21.10	0.45
33	کوره طباطبایی	337048	4120846	5778	7.9	14.00	0.65
34	لاله باغ	316450	4100869	2198	8.1	19.00	0.35
35	نظر چقلی	332209	4113109	998	7.9	32.00	0.48
36	شمال سنگدوین	308997	4098506	1678	8.0	10.30	1.53
37	ارازمحمد آخوند	360222	4134444	2395	7.9	27.00	0.27
38	بازگیر	354714	4122797	1028	7.6	12.00	0.34
39	جنوب غربی قوچمراد	308688	4113829	1362	8.5	11.90	0.55
40	عرب بوران	359879	4132013	633	7.6	43.40	0.23
41	کنکور	357112	4135915	963	7.8	17.70	0.33
42	گنبد آقای عنایتی	338315	4123049	2245	8.1	48.00	2.20
43	آقای محمدی	337700	4125405	1812	8.2	35.00	1.80
44	دلند آقای امیری	326800	4100522	1080	8.0	24.00	0.31
45	آزاد شهر	336973	4106225	748	8.1	17.20	0.30

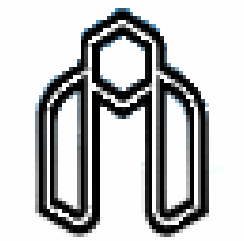
46	مینودشت	***354524***	***4121672***	***814***	***8.8***	***12.80***	***0.20***
47	علی آباد	***310150***	***4087263***	***1403***	***8.0***	***9.60***	***0.24***

جدول ضمیمه ۵- هدایت الکتریکی، pH، و غلظت یونهای نیترات و فسفات چشمه های منطقه

در آبان ماه ۱۳۸۵

ردیف	مکان نمونه برداری	مختصات جغرافیائی		EC (micromhos/cm)	pH	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)
		X (UTM)	Y (UTM)				
1	چشمه پوسه لو	***356337***	***4123404***	***325***	***8.58***	***8.0***	***0.52***
2	چشمه محمدزمان	***335772***	***4101933***	***575***	***8.47***	***9.2***	***0.15***
3	چشمه اشکان	***386207***	***4137237***	***532***	***8.45***	***3.2***	***0.15***
4	چشمه لوه	***380987***	***4135677***	***282***	***8.68***	***2.8***	***0.11***
5	چشمه گوگل بزرگ	***385271***	***4138322***	***438***	***8.28***	***5.6***	***0.18***
6	چشمه آلودره	***321452***	***4098345***	***232***	***8.55***	***2.4***	***0.21***
7	چشمه آق چشمه	***363576***	***4113824***	***446***	***8.75***	***4.4***	***0.23***

0.14	*5.2*	*8.87*	*393*	*4105025*	*352539*	چشمه مینو	*8*



Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciences

MSc thesis in Environmental Geology

Title:

Evaluatin of nitrate and phosphate concentrations in the groundwater of Gorgan plain

By:

Ahmad Tabatabaei

Supervisor:

Dr. G. H. Karami

Advisor:

Dr. E. Yakhkeshi

June 2008

Abstract :

The Gorganrood basin is one of major catchment areas in golestan province which its area is about 1/141/480 hectars. Most of arable lands in gorgan plain are irrigated by surfacewater and groundwater resources of this basin. In this study , it is tried to recognize the critical points of the basi from NO_3 and PO_4 concentration point of view. To carry out this investigation , the selected sampling points in alluvial and hard rock aquifers have been evenly distributed. According to extent of the study area , 191 samples from shallow and deep wells were collected and for all samples the values of EC and pH measured in situ . Also the concentration of NO_3 and PO_4 were measured in laboratory. The obtained results show that in both shallow and deep aquifers in the south part which the recharging flows enter to the basin , the quality of water is high while toward center and north of the area the quality of water is destroyed . The values of pH in wet and dry periods range between 6.8 and 9. from Aliabad to Minoodasht , where the basin is recharged by a number of streams , the concentration of PO_4 ranges from 0.04 to 0.11. It is necessary to mention that there is no PO_4 pollution in the whole area. In the south , east and north east of the region , where there is a

number of recharging rivers , the concentration of NO_3 in the deep wells is relatively little wich ranges between 2 and 29.2. In the center and north of the study area , where there is no recharging streams and the soli is saline ,

پارامترهای اندازه گیری شده																
کتریکی			pH					نیترات					فسفات			
ین	انحراف معیار	ضریب تغیرات	حداقل	حد اکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغیرات	حداقل	حد اکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغیرات	حداقل	حد اکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغیرات
۱۶	۱۵۷۴	۹۵/۶	۸/۳۶	۹	۸/۶۸	۰/۱۴	۱/۶	۶/۶	۱۱۰	۲۳/۸	۱۸/۸	۷۹	۰/۱۳	۰/۹۱	۰/۳۶	۰/۲	۵۵/۵۵
۳	۲۶۲۰	۱۰۰/۶	۶/۸	۸/۸	۷/۷	۰/۵	۶/۴۹	۷/۱	۸۸/۶	۲۰/۰۵	۱۷/۰۷	۸۵/۱۳	۰/۲	۲/۲	۰/۵۱	۰/۴	۷۸/۴۳
۷	۲۲۹	۲۹/۱	۸/۵۱	۸/۹۴	۸/۷۲	۰/۱۲	۱/۳۷	۲	۲۹/۲	۸/۸	۶/۶	۷۵	۰/۰۴	۰/۶۷	۰/۲۴	۰/۱۵	۶۲/۵
۱۰	۳۴۹	۳۳/۵	۷/۱	۸/۵	۷/۶	۰/۴	۵/۲۶	۲/۲	۲۰	۸/۶۴	۴/۰۹	۴۷/۳۴	۰/۱۷	۱/۴۱	۰/۵۸	۰/۳۱	۵۳/۴۵
۴	۱۱۹	۲۹/۵	۸/۲۸	۸/۸۷	۸/۵۸	۰/۱۹	۲/۲	۲/۴	۹/۲	۵/۱	۲/۵	۴۹	۰/۱۱	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۱۳	۶۱/۹

the quality of water is very low and high concentrations of NO_3 are observed . according to NO_3 and PO_4 maps and aquifer properties, it may be concluded that the concentrations of these ions (particularly NO_3) are in accordance with aquifer properties. such that in regions which the values of transmissivity , hydraulic gradient , and depth of water table are low, the pollution of NO_3 is observed.

جدول (۴-۱) پارامترهای آماری مربوط به مقادیر هدایت الکتریکی، pH، نیترات و فسفات در چشمه ها و چاههای نمونه برداری

منابع مورد استفاده

افشار حرب، ع. ۱۳۸۱. زمین‌شناسی نفت.

افشار حرب، ع. ۱۳۷۳. زمین‌شناسی کپه داغ، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران شماره ۱۱. ۲۷۵ص.

اشتوکلین، ی. ۱۹۶۴. فرهنگ چینه شناسی ایران.

آقا نباتی، ع. ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران.

آرمان پور، س. ۱۳۸۵. ارزیابی آسیب پذیری سفره آب زیرزمینی نسبت به آلودگی در حوضه گرمابدشت. پایان نامه فوق لیسانس دانشکده علوم پایه دانشگاه صنعتی شاهرود.

بربریان، م. ۱۳۵۳. مطالبی چند درباره سایزموتکتونیک ایران مرکزی.

پارویی، س. ۱۳۸۵. ارزیابی زیست محیطی محل‌های دفن زباله مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود- شاهرود، ایران.

پیکری، م. و کرباسیان، ا. ۱۳۸۵. آزمایشهای آب.

خلدانی، ا. تصفیه فاضلاب، مهندسین مشاور سانو.

رحیمی، ا. ۱۳۸۱. بررسی علل فرسایش خاک در دشت سیستان از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی. پایان‌نامه.

رقیمی، و. و سید خادمی، م. ۱۳۸۰. بررسی آلودگی نیترات در آبهای زیر زمینی استان گلستان « مطالعه موردی شهر گرگان ». مجموعه همایش تخصصی آلاینده های محیط زیست (دانشگاه گیلان، ۶ اردیبهشت ۱۳۸۰). ص ۱۹۶-۱۹۱.

سید خادمی، م. ۱۳۸۲. مقاله پایش کیفی منابع آب شهر ساحلی بندرگز ، ، ششمین کارگاه آموزشی پایش کیفی منابع آب ، اراک.

سید خادمی، م. ۱۳۸۳. مقاله آلودگی آبها و مقابله با بحران کیفیت آب (مطالعه موردی شهر گرگان و بندرگز).

سید خادمی، م. و رقیمی، م. ۱۳۷۹. بررسی آلودگی نیترات در آبهای زیر زمینی گرگان، دومین کنفرانس مدیریت آب در کشورهای آسیائی.

شریعت پناهی، م. ۱۳۷۵. اصول تصفیه آب. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

شاه پسندازاده، م. ۱۳۸۳. مقاله اثرات زیست محیطی توسعه شهری بر آلودگی نیترات در آبهای زیر زمینی گسترده گرگان، شمال خاور ایران، مجله علوم زمین، زمستان ۸۳، سال دوازدهم، شماره ۵۴.

شاه پسند زاده، م. رقیمی، م. دماوندی، م. ز. و سید خادمی، م. ۱۳۸۱. بررسی منشاء احتمالی آلودگی نیترات منابع تامین آب شرب شهر گرگان. مجموعه مقالات ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه کرمان (۷-۵ شهریور، ۱۳۸۰). ص ۴۵-۵۱.

شاه نظری، ر. ۱۳۷۴. بررسی وضعیت نیترات آبهای زیر زمینی شالیزارهای گیلان و مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

صالحی گورانی، غ. ۱۳۵۳. تعیین مقدار تغییرات ازت و فسفر در رودخانه زرجوب رشت- پایان نامه فوق لیسانس دانشکده بهداشت دانشگاه تهران.

صداقت، م. ۱۳۸۲. زمین و منابع آب (آبهای زیرزمینی). انتشارات دانشگاه پیام نور.

طهرانی، م. م. ۱۳۷۷. نیترات از دیدگا کشاورزی و محیط زیست. ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی زیتون، ویژه نامه شماره ۶، کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی، وزارت کشاورزی ایران، تهران.

عودی، ق. ۱۳۷۳. کیفیت آب آشامیدنی. انتشارات محقق.

فنونی، ب. ۱۳۶۸. بررسی علل افت سطح آب چاههای شرب گرگان، شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران، اداره کل آبیاری گرگان. ص ۷۶.

قویدل سیوکی، م. ۱۳۷۰. پالینواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی سازند خوش ییلاق

قویدل سیوکی، م. ۱۳۷۳. زمین‌شناسی ایران: بیواستراتیگرافی پاره‌ای از سنگهای پالئوزوئیک در کوههای زاگرس و البرز.

لاسمی، ی. ۱۳۷۰. نهشته‌های توربیدیتی و بادزن‌های زیردریایی در سازند کرج، مجموعه مقالات دهمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی کشور.

ملکوتی، م. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۴۹۴ ص، تهران، ایران.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک. انتشارات تربیت مدرس. ۴۹۴ ص.

ملکوتی، م، ج. ۱۳۸۱. بررسی منشاء و روشهای کاهش آلاینده نیترات و کادمیم در شالیزارهای شمال کشور. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات آب و خاک ایران، تهران. ۴۳ ص.

منزوی، م. آبرسانی شهری، دانشگاه تهران.

منزوی، م. ۱۳۶۴. آبرسانی شهری، جلد دوم، تصفیه فاضلاب، دانشگاه تهران.

ناصری، ح. ۱۳۸۰، مقاله بررسی تغییرات نیترات در آبخوان حوضه قره سو در دشت گرگان، مجموعه مقالات پنجمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تهران، پایان نامه.

ناصری، ح. ۱۳۸۵. مقاله بررسی عوامل موثر در تغییرات مکانی غلظت نیترات آبهای زیر زمینی حوضه آبخیز قره سو، استان گلستان. سال سیزدهم، شماره اول، فروردین، اردیبهشت.

نبوی، م. ح. ۱۳۵۵. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران.

هنری، ح. ۱۳۵۶. بررسی آلودگی آبهای زیرزمینی منطقه شهسوار نسبت به نیترات و کاهش آن با استفاده از ستونهای مبادله کننده آنیونی، پایان نامه فوق لیسانس دانشگاه تهران، دانشکده بهداشت.

APHA, AWWA, WPCF. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water. 18th edition, American publ. Heath ASS. Washington, D.C.

APHA-AWWA-AWPCF. standard Method for the Examination of water and Wastewater, Fifteenth Edition, 1980.

American Water Works Association. Water quality and treatment, 1971 U.S.A Mc Graw Hill.

Amirica Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Fedration. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 20th ed. American Publication Health Association. Washington, D.C.782p.

Asserto, R., 1963: The Paleozoic formation in central Elborz (Iran), preliminary note. Rivista Italiana di paleontologia e stratigrafia, 69, pp. 503-543.

Barnes, C. J., Jacobson, G. & Smith, G.D., 1992-The origin of high–nitrate ground waters in the Australian arid zone. Journal of Hydrology, 137: 181-197.

Berger, L., 1972-Complimentary investigation of ground–water development in the Gorgan and plain area, Gorgan Project, vol. 1: geology and geophysics, hydrology and water resources, Payab Consulting Engineers, 304p.

Bernhand, C., Carbiener, R., Cloots, A.R., Froehlicher, R., Schenck, CH. & Zilliox, L., 1992-Nitrate pollution of ground water in the Alsatian plain (France) – A multidisciplinary study of an agricultural area: The central Reid of the 111 river. Environmental Geology Water Science, 20: 125-137.

Bouchard, D.C., Williams, M.K. and Surampalli, R.Y., 1992-Nitrate contamination of groundwater: source and potential health effects. Journal of American water Works Association, 84: 85-90.

Bouwer, H.(1989), linkage with Ground Water. In: Follet, R.f.(ed), Nitrogen management and ground water protection. Elsevier, Amsterdam, Oxford, Newyork, Tokyo, pp. 363-376

Boyce, J.S., Muir, J., Edwards, A.P., Seim, E.C. & Olson, R.A., 1976-Geologic nitrogen on Pleistocene loess of Nebraska. Journal of Environmental Quaternary, 5: 93-96.

Dellenbach, J., 1964: Contribution a letude geologiqui lala region situee a last de Teheran (Iran). Fac. Sci. Univ. Strasbourg (France), 117 P.

EALLen, H and Kromer J.R., Nutrients in Natural Water Wiley Inc U.S.A 1972.

Economical Commission European. 1992. protection of Inland waters Against Eutrophication. Paper ECE/ENVWA/26, Geneva

Follett, R.F., Gupta, S.C. & Hunt, P.G., 1987-Relation to the management of plant nutrients for crop production soil science. Society of American Special Publication, 19, 51p.

.Gilliom, R. J., 1984. pesticides in rivers of the Unites states. Washington DC. pp. 85-92.

Glaus, M., 1964. Trias und oberperm in zentralen IElbourz (Persian), Eclig. Geol. Helv., V. 57, No. 2, p.491-508.

Heaton, T.H.E., 1984 Source of the nitrate in phreatic groundwater in the Western Kalahari. Journal of Hydrology, 67: 249-259.

Hem, J. D., 1992. Ground water characteristics and interpretation, Third edition, U. S. Geological Survey, Washington, 263p.

John, H., Nitrogen, public Health and the Environment, some Tools for Critical thought, U.S.A 1980.

Jordon, C and R. V. smith., 1985. Factors affecting leaching of nutrients from an intensively manages grassland in county Antrim, Northern Ireland. J. Environ. Manage 20: 115.

Jenny , J., 1977 a: Geologie et stratigraphie de IElbourz orientan, entre Aliabad et shahrood, Iran, Ne. These univ. Geneve, 238P.

Kagaroglu, F. and Gunay, G., 1997. Ground water nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskhir-urban area and its vicinity, Turkey, Environmental geology. (31-4) 178-184.

Kelin Hu., Yuangfang Huang, Hong Li. 2005. Spatial variability of shallow ground water level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China plain. pp. 896-903.

Keeny, D.R, 1986-Sources of nitrate to groundwater, CRC critical reviews in environmental control ,6:257-304.

Metcalf and Eddy Inc., Wastewater Engineering, Treatment and Disposal, Copyright 1979.

Mitchell, R., Water pollution Microbiology, John Wiley and Sons. Inc. U.S.A. 1972.

Nemerow, N,L., Liquid Waste of industry theory practices and Treatment, Addison-Wesley publish Company copyright 1971.

Pacheco A.J & Cabrera, S.A., 1997- Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan peninsula, Mexico.

Pacheco, J., Marin, L., Cabrera, A., Steinich, B. & Escolero, O., 2001- Nitrate temporal and spatial pattern in 12 water–supply wells, Yucatan, Mexico. Environmental Geology, 40: 708-715

Pawar, N.J., (1999), Trace element geochemistry of groundwater from Bedi. basi. Geological society india.vol.54. pp. 501-514

Pawar, N.J and Shailkh, I.J., Nitrate, pollution of groundwaters from shallow basaltic aquifer, Deccan trap India Env. Geology. 25: 197-204, (1995).

Pratt, P.J., 1984. Nitrogen uses and nitrates leaching in irrigated agriculture. American Society Agronomic Madison, WI: 319-333.

Sommer, L.S. and Gillham, P.M. ,1984-Use of nitrogen from agriculture industrial and municipal wasted. American Solid Science, 2: 207-220.

Starr, R.C., and Gillam R.W., Denitrification and organic carbon availability in two aquifers.Grund Water 31(6): 934-948, (1993).

Süßmann, W., Quality of spring and drain-pipe waters in the Buntsandstein-area of Waldeck, Institut für Mikrobiologie und Landeskultur, Bereich Landeskultur, der Justus-Liebig-Universität Gießen Senckenbergstraße 3 (Zeughaus), D-6300, Gießen, Germany Available online 31 March 2003.

Varshney, C.K., Water Pollution and Management Reviews, South Asia Publishers pvt 1td 1983

Velz, C.J., Applied Stream sanitation "John Wiley and sons Inc U.S.A 1970.

White, E.M & Moore ,D.G., 1972-Nitrate in South Dakota range Soils. Journal Range Magazine, 25: 27-32

Wylie, B.K., Shaffer, M.J. & Hall, M.D., 1995-Regional assessment of NLEAP No3-N leaching indices. Water Resource Bulletin, 31: 99-408.

White, J.B., Wastewater Engineering, Edward Arnold ltd London 1978.

World Health Organisation., Guideline for Drinking water Quality Vol 12. 1984.

www.Umext.maine.edu