دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش زیست محیطی

مدیریت زمین شناسی زیست محیطی در ارزیابی پتانسیل خطر منابع آلاینده وابسته به منابع معدنی و چشمه های هیدروترمال در حوضه آبریز رودخانه هراز

نگارش:

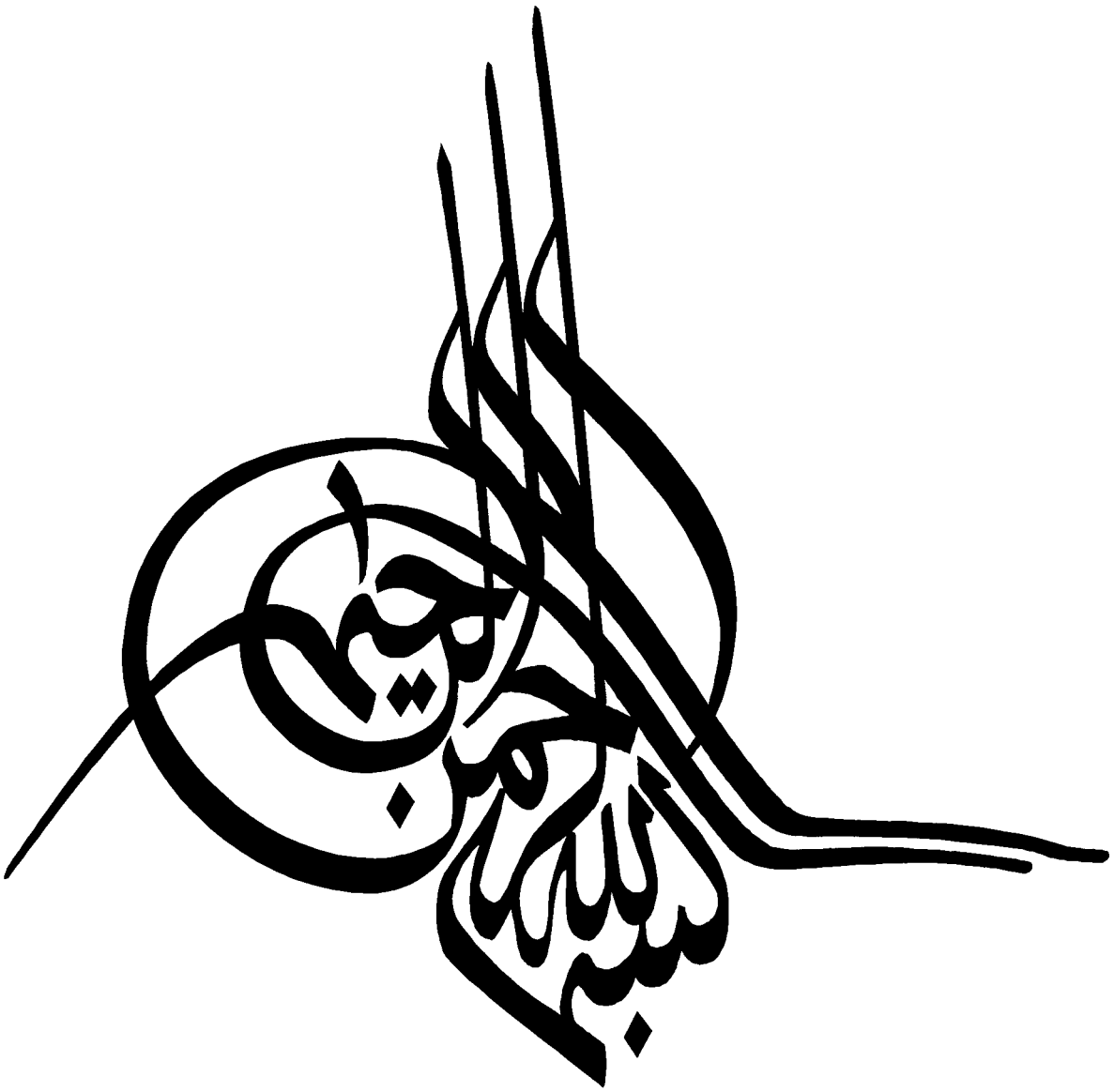
مریم محمدپور

اساتید راهنما:

جناب آقای دکتر غلامعباس کاظمی

جناب آقای دکترهمایون خوشروان

بهار ۱۳۸۶


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به پدر و مادر عزیزم، پایه گذاران تفکر و عشق در وجودم

تقدیم به همسرم گرامی ام به پاس زحمات و فداکاریهایش

تقدیم به خواهرانم فاطمه، زهرا، خدیجه و برادرم مهدی

که یاد آنها موجب آرامش روح و جان من است.

چکیده:

رودخانه هراز در شمال ایران به جهت تنوع مصارف آب و حیات بیولوژیکی از اهمیت بسیاری برخوردار است. شرایط زمین شناسی خاص ارتفاعات شمالی البرز و حاشیه آتشفشان دماوند که مشرف به رودخانه هراز می باشد موجب ایجاد پتانسیل معدنی و چشمه های هیدروترمال در این منطقه گردیده است. در حوضه آبریز رودخانه هراز ۸ چشمه هیدروترمال قرار دارد. معادن عمده موجود در منطقه شامل ۸ معدن زغال سنگ، ۱۱ معدن شن وماسه، ۲۰ معدن واریزه کوهی و ۵ معدن پوکه معدنی می باشد. عناصر آلاینده زیست محیطی طبیعی موجود در برخی سازندهای زمین شناسی و چشمه های هیدروترمال حاشیه رودخانه هراز در کنار بهره برداری از معادن متعدد، محیط این رودخانه را مورد تهدید آلودگی قرار داده اند. پس از جمع آوری داده های مورد نیاز برای ارزیابی ریسک آلودگی ناشی از منابع آلاینده و وارد کردن آن به یک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، بانک اطلاعات منابع آلاینده رودخانه هراز ایجاد گردید. باتعریف شاخص هایی که بازگو کننده خصوصیات هر نوع منبع آلاینده به عنوان یک منبع ایجاد ریسک آلودگی زیست محیطی و تخصیص یک عدد اهمیت به هر شاخص و استفاده از نظریه مجموعه فازی جهت ترجمه عبارات محاوره ای به زبان ریاضی یک سامانه جامع درجه بندی منابع آلاینده (URSM) ایجاد گردید. با استفاده از ایجاد ارتباط و تبادل داده ای بین محیط نرم افزار Arc View GIS و محیط محاسباتی نرم افزارMS EXCEL، مدل URSM روی داده ها پیاده گردید و به شناسایی و درجه بندی منابع آلودگی از نظر خطر آفرینی زیست محیطی پرداخته شد و ریسک ناشی از آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. با ترکیب نتایج ارزیابی ریسک و تطبیق با داده های گزارش شده از پایش های انجام شده، یک ارزیابی جامع از منابع آلاینده رودخانه هراز بدست آمد و زمینه مناسب برای تعیین اولویت های برنامه ریزی برای کنترل آلاینده ها فراهم گردید.

واژگان کلیدی: زمین شناسی زیست محیطی، منابع معدنی، هیدروترمال، هراز، منابع آلاینده

فهرست مطالب

عنوان ——— صفحه

تقدیم ..... الف

تقدیر وتشکر ..... ب

چکیده ..... ث

فهرست مطالب ..... ج

فهرست اشکال ..... ر

فهرست جداول ..... س

پیشگفتار ۱

فصل اول- کلیات ۳

۱-۱ مقدمه ۳

۱-۲ بیان مسأله و ضرورت انجام آن ۴

۱-۳ فرضیات تحقیق ۵

۱-۴ اهداف تحقیق ۵

۱-۵ پیشینه تحقیق ۶

۱-۶ فرآیند انجام تحقیق ۱۰

فصل دوّم- آشنایی با منطقه مورد مطالعه ۱۲

۲-۱ ویژگی های طبیعی ۱۲

۲-۱-۱ موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه هراز ۱۲

۲-۱-۲ راههای ارتباطی ۱۴

۲-۱-۳ ژئومورفولوژی ۱۵

۲-۱-۴ ویژگی های زمین شناسی ۱۶

۲-۱-۴-۱ چینه شناسی ۱۸

۲-۱-۵ آتشفشان دماوند ۲۱

۲-۱-۶ تکتونیک منطقه مورد مطالعه ۲۳

۲-۱-۶-۱ گسل های مهم منطقه ۲۳
۲-۱-۷ لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه ۲۴
۲-۱-۸ آب و هوا ۲۵
۲-۱-۹ توزیع بارش در منطقه مورد مطالعه ۲۵
۲-۱-۱۰ هیدرولوژی رودخانه هراز ۲۹
۲-۱-۱۱ بررسی تناوب سیل ۳۳
۲-۱-۱۲ پوشش گیاهی_ خاک ۳۳
۲-۲ ویژگی های اقتصادی– اجتماعی ۳۴
۲-۲-۱ جمعیت و وضعیت گروه های عمده شغلی ۳۶
۲-۲-۲ وضعیت سواد ۳۶
۲-۲-۳ وضعیت اقتصادی ۳۷
فصل سوّم- مبانی درجه بندی منابع آلاینده ۳۹
۳-۱ مقدمه ۳۹
۳-۲ آلودگی در محیط زیست ۴۰
۳-۳ تهدیدها و فرصت های زیست محیطی ۴۲
۳-۴ منابع آلوده کننده موضعی و غیرموضعی ۴۴
۳-۵ آلودگی منابع آب ۴۵
۳-۵-۱ آلودگی آب های سطحی ۴۵
۳-۵-۲ آلودگی آب های زیرزمینی ۴۷
۳-۵-۳ آلودگی دریایی ۴۷
۳-۶ مدیریت زیست محیطی مواد آلاینده ۴۸
۳-۷ ویژگی های عناصر نادر و نقش آنها در سلامتی انسان ۴۹
۳-۷-۱ پراکندگی آلودگیهای طبیعی ۵۴
۳-۷-۱-۱ آلودگی رادیواکتیو در منطقه رامسر ۵۴
۳-۷-۱-۲ توزیع سرطان مری در منطقه لیتورال خزر ۵۵
۳-۷-۱-۳ کمبود ید در نواحی مرتفع کوهستان ۵۶
۳-۷-۴ سایر مشکلات زیست محیطی ناشی از عوامل محیطی ۵۶

فصل چهارم- ابزار کار و روش شناسی پژوهش ۵۸
۴-۱ سامانه های اطلاعات جغرافیایی ۵۸
۴-۱-۱ مقدمه ۵۸
۴-۱-۲ توانایی ها و امکانات سامانه اطلاعات جغرافیایی ۵۹
۴-۱-۳ ضرورت استفاده از GIS در ارزیابی و مدیریت زیست محیطی ۶۱
۴-۱-۴ کاربردهای مختلف سیستم اطلاعات جغرافیایی ۶۲
۴-۱-۵ مؤلفه های یک GIS ۶۲
۴-۱-۵-۱ ورودی داده ها ۶۳
۴-۱-۵-۱-۱ عوامل تعیین کننده کیفیت داده ها ۶۴
۴-۱-۵-۲ ذخیره وبازیابی داده ها ۶۴
۴-۱-۵-۳ تحلیل و پردازش داده ها ۶۵
۴-۱-۵-۴ خروجی داده ها ۶۵
۴-۱-۶ مدیریت داده‌ها ۶۵
۴-۱-۶-۱ پایگاه داده‌ها ۶۵
۴-۱-۶-۲ سه مدل داده کلاسیک ۶۶
۴-۱-۶-۳ طبیعت داده جغرافیایی ۶۶
۴-۱-۶-۴ مدل داده فضایی ۶۶
۴-۱-۷ توابع تحلیلی GIS ۶۶
۴-۱-۸ لایه های داده ها ۶۷
۴-۲ نظریه مجموعه‌های فازی ۶۹
۴-۲-۱ نگاهی به نظریه فازی ۷۰
۴-۲-۲ مجموعه‌های فازی و تعاریف اولیه ۷۲
۴-۲-۲-۱ نمایش و تعاریف اولیه مجموعه‌های فازی ۷۲
۴-۲-۲-۲ درجه فازی‌بودن مجموعه ۷۷
۴-۲-۳ منطق فازی در مدیریت ریسک ۷۸
فصل پنجم- رودخانه هراز و چالشهای زیست محیطی آن ۷۹
۵-۱ مقدمه ۷۹

۵-۲ طبقه بندی منابع آلاینده رودخانه هراز ۷۹
۵-۲-۱ منابع آلاینده وابسته به معادن ۷۹
۵-۲-۲ منابع آلاینده محیطی ۸۰
۵-۲-۲-۱ منابع آلاینده وابسته به چشمه های هیدروترمال ۸۰
۵-۲-۲-۲ منابع آلاینده وابسته به سازندهای زمین شناسی ۸۱
۵-۲-۳ سایر منابع آلاینده ۸۱
۵-۲-۳-۱ فعالیت های وابسته به کشاورزی ۸۱
۵-۲-۳-۲ فعالیت های وابسته به صنایع ۸۳
۵-۲-۳-۳ مواد زائد و زباله ها ۸۴
۵-۳ بررسی نمونه وار پایش های انجام شده روی آلاینده های موجود در سطح حوضه آبریز رودخانه هراز ۸۵
۵-۳-۱ چشمه های هیدروترمال ۸۵
۵-۳-۱-۱ چشمه قلابن (استراباکو) ۸۶
۵-۳-۱-۲ چشمه آبگرم لاریجان ۸۶
۵-۳-۱-۳ چشمه امارت (آمولو) ۸۶
۵-۳-۱-۴ چشمه آب آهن ۸۷
۵-۳-۱-۵ چشمه های معدنی آب اسک ۸۷
۵-۳-۲ بررسی خواص فیزیکوشیمیایی چشمه ها ۸۹
۵-۳-۳ منابع معدنی ۸۹
۵-۳-۴ واحدهای سنگ چینه ای ۹۸
۵-۴ بررسی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه هراز ۹۹
۵-۵ شرح مختصر بازدیدها ۱۰۰
۵-۶ اندرکنش آلودگی و محیط پذیرنده در حوضه آبریز رودخانه هراز ۱۰۵
۵-۶-۱ اثر عوارض محیطی در خود پالایی آلاینده ها ۱۰۵
۵-۶-۱-۱ حجم های آبی ۱۰۸
۵-۶-۱-۲ مسیر و مصب رودخانه ها ۱۰۸
۵-۶-۱-۳ رسوبات رسی ساحلی ۱۰۹

فصل ششم- ارزیابی حساسیت آسیب پذیری هراز در برابر آلاینده ها..... ۱۱۱

۶-۱ مقدمه..... ۱۱۱

۶-۲ توصیف روند انجام کار..... ۱۱۱

۶-۲-۱ جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز پژوهش..... ۱۱۱

۶-۲-۲ ایجاد مدل سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده ۱۱۳

۶-۲-۳ کاربرد نرم افزار در اعمال مدلی بر روی بانک اطلاعات..... ۱۲۰

۶-۳ درجه بندی خطر آفرینی منابع آلاینده رودخانه هراز..... ۱۲۲

۶-۳-۱ اِعمال مدل روی بانک و دریافت نتایج ۱۲۲

فصل هفتم- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات..... ۱۲۸

۷-۱ مقدمه..... ۱۲۸

۷-۲ نتایج پژوهش..... ۱۲۸

۷-۳ پیشنهادات:..... ۱۳۰

منابع و ماخذ..... ۱۳۱

فهرست اشکال

عنوان ـــــ صفحه

شکل۱-۱ فرآیند انجام تحقیق........ ۱۱

شکل ۱-۲ موقعیت جغرافیایی رودخانه هراز را دربین رودخانه های استان مازندران ۱۳

شکل ۲-۲ راههای ارتباطی و موقعیت کلی حوضه آبریز رودخانه هراز ۱۴

شکل ۳-۲ توپوگرافی شهرستان آمل........ ۱۵

شکل ۴-۲ نقشه زمین شناسی رودخانه هراز........ ۱۷

شکل۵-۲ نمای سه بعدی از گسلهای مهم البرز مرکزی (اقتباس از سازمان زمین شناسی)........ ۲۴

شکل۶-۲ خطوط همبارش شهرستان آمل ۲۷

شکل ۷-۲ خطوط همدما شهرستان آمل ۲۹

شکل۸-۲ رودخانه هراز و شعبات آن........ ۳۰

شکل ۹-۲ شهرستان های استان مازندران ۳۵

شکل۱۰-۲ تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه(2007 Google Earth)........ ۳۸

شکل۳-۱ انتشار آلودگی در محیط زیست ۴۱

شکل ۲-۳ راهها و فرآیندهایی که عناصر مختلف از طریق آنها به بدن انسان وارد می شوند ۵۱

شکل ۳-۳ مسیر حرکت عناصر ناچیز در محیط زیست که بر سلامتی انسان اثر می گذارند........ ۵۳

شکل۱-۴ نمایش کلی مولفه های یکGIS ۶۳

شکل ۲-۴ مولفه های سیستم اطلاعات جغرافیایی (فیچر و همکاران ۱۹۸۰) ۶۹

شکل ۳-۴ لایه‌های داده‌ها در GIS ۷۰

شکل ۱-۵ پراکندگی معادن در حاشیه رودخانه هراز ۸۱

شکل ۲-۵ پراکندگی چشمه ها در حاشیه رودخانه هراز ۸۲

شکل ۳-۵ پراکندگی سازندهای زمین شناختی در حاشیه رودخانه هراز ۸۳

شکل ۴-۵ مظهر چشمه قلابن در کنار پهنه سیلابی رودخانه هرا ز ۸۷

شکل ۵-۵ مظهر چشمه طلا آب اسک ۸۸
شکل ۶-۵ کارخانه آب معدنی آمولو ۸۹
شکل ۷-۵ پراکندگی زباله در حاشیه رودخانه هراز ۱۰۱
شکل ۸-۵ ورود فاضلاب های رستوران ها و دهکده های به رودخانه هراز ۱۰۲
شکل ۹-۵ سازندهای آتشفشانی شامل سنگهای آندزیت و بازالت درحاشیه رودخانه هراز ۱۰۲
شکل ۱۰-۵ نمایی از تراورتن های چشمه آب اسک ۱۰۳
شکل ۱۱-۵ برداشت های بی رویه شن و ماسه از معادن کوهی ۱۰۳
شکل ۱۲-۵ تجمع گانگ ها در اطراف معدن زغال سنگ کرسنگ ۱۰۴
شکل ۱۳-۵ دپوی زغالسنگ در مناطق جنگلی حاشِه رودخانه هراز ۱۰۴
شکل ۱-۶ راهنمای استفاده از جدول۳-۶ ..... ۱۱۸
شکل۲-۶ زون بندی شهرستان آمل بر اساس تقسیم بندی دهستان های استان مازندران ۱۲۴
شکل ۳-۶ شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- واحد های لِیتواستراتِوگرافی ۱۲۵
شکل ۴-۶ شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- چشمه های هیدروترمال ۱۲۶
شکل ۵-۶ شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- معادن ۱۲۶
شکل ۶-۶ شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده بصورت تجمعی بر روی رودخانه هراز ۱۲۷

فهرست جداول

عنوان ——— صفحه

جدول۱-۲ سازندهای زمین شناسی و محل رخنمون آنها در حوضه آبریز رودخانه هراز ۲۰

جدول ۲-۲ میانگین میزان بارش از جلگه به سمت مناطق کوهستانی حاشیه رودخانه هراز (برحسب میلیمتر)..... ۲۶

جدول ۳-۲ شاخص درجه حرارت ایستگاه تبخیرسنجی محمودآباد (برحسب درجه سانتیگراد) ۲۷

جدول ۴-۲ شاخص درجه حرارت ایستگاه تبخیرسنجی پلور (برحسب درجه سانتیگراد) ۲۸

جدول ۵-۲ میانگین روزهای یخبندان در منطقه مورد مطالعه ۲۹

جدول ۶-۲ میزان دبی رودخانه هراز از سال ۱۳۸۲-۱۳۸۵ (ایستگاه کرسنگ)..... ۳۱

جدول ۷-۲ ویژگی عمومی منطقه مورد مطالعه ۳۵

جدول ۸-۲ نسبت گروههای عمده شغلی به درصد جمعیت شاغل در شهرستان آمل ۳۶

جدول ۱-۳ نوع فعالیت ها و منابع آلاینده مربوط به آنها..... ۵۰

جدول ۲-۳ میانگین ترکیب شیمیایی برخی از عناصر اصلی و فرعی در سنگهای مختلف و خاک..... ۵۲

جدول ۳-۳ میانگین و حداکثر دوز سالانه تشعشعات طبیعی مناطقی از جهان در مقایسه با رامسر و محلات..... ۵۵

جدول ۱-۴ طبقه بندی توابع تجزیه و تحلیل GIS..... ۶۸

جدول۱-۵ ویژگی های فیزیکو شیمیایی چشمه های قلابن، آبگرم، امارت، آب اسک ۹۰

جدول ۲-۵ اثرات بالقوه معدنکاری (موشیدی ۱۳۸۱)..... ۹۴

جدول۳-۵ ویژگی های معادن موجود در حاشِه رودخانه هراز..... ۹۶

جدول ۴-۵ ویژگی های معدن شن و ماسه رودجنه ای حاشیه رود خانه هراز..... ۹۸

جدول ۵-۵ ویژگی های واحدهای لیتواستراتیگرافی حاشیه رودخانه هراز..... ۹۹

جدول ۱-۶ جمع‌آوری داده‌ها..... ۱۱۴

جدول ۲-۶ برخی سازمانها و مراجع ذیربطی که برای تهیه داده‌ها از همکاری آنها استفاده شد. ۱۱۴

جدول ۳-۶ منابع آلاینده و خصوصات تعریف شده برای آنها به همراه نمرات μ تخصصی به هر کدام..*۱۱۶*

پیشگفتار

زمین شناسی زیست محیطی شاخه ای از علوم زمین شناسی است که به عنوان یک علم کاربردی در سراسر دنیا در حال گسترش است. پیوستگی همه جانبه در کلیات محیط زیست و جدا نبودن حوزه های مختلف آن اعم از آب، هوا، خاک، جنگل، میکروارگانیزم های درون خاک، گیاهان و جانوران و تأثیر و تأثری که بر یکدیگر و بر اکوسیستم های کره زمین و حیات انسان به جای می گذارند؛ موجب توجه عمیق و همه جانبه به این دانش در سطح جهانی شده است.

از رویدادهای مهم عصر حاضر می توان افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش آلودگی ها، کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی، توزیع نامتعادل منابع و تخریب محیط طبیعی را نام ببریم. این مسائل انسان را با انبوهی از مشکلات مواجه نموده است که منجر به گرسنگی جهانی، نابودی منابع ژنتیکی، نابودی کشتزارها به واسطه فرسایش خاک، افزایش سطح آب دریاها، نابود شدن لایه اوزن، افزایش اثر گازهای گلخانه ای، جنگل زدایی و بیابان زدایی، شیوع بیماری ها و آلودگی منابع آب و بسیاری موارد دیگر شده است.

با توجه به موارد ذکر شده در بسیاری از نقاط دنیا، دانشگاهها و موسسات تحقیقاتی و اجرایی با ایجاد گرایشی تحت عنوان زمین شناسی زیست محیطی[۱] و بها دادن به مسائلی نظیر "زمین و محیط زیست انسان"[۲] راهی را برای به کنترل درآوردن نیروهای زمین و پتانسیل احتمالی آن در ایجاد آلودگی گشوده اند (Bennett ۱۹۶۶).

این علم، که به تازگی در ایران به عنوان یک رشته مجزا در دانشگاهها دایر شده است، در حالی کار خود را شروع کرده است که قبل از آن فقط مسائلی نظیر ولکانیسم، زمین لرزه، سیل، آلودگی آب و خاک و غیره در آن مطرح بوده اند و هیچگاه به زمین به عنوان یک منبع آلودگی دارای پتانسیل پنهان و بالقوه برای سلامتی انسان توجه نشده است.

به نظر می رسد در بسیاری از مناطق کشور آب و خاک آلوده اند و این آلودگی های طبیعی منبع و منشأ مشخصی به غیر از زمین ندارند. از طرفی کشورما بی شک یکی از ثروتمندترین کشورهای دنیا از لحاظ منابع معدنی و زیرزمینی است. فعالیت های انسان برای کشف و استخراج این فرآورده های

---

۱ Environmental geology

۲ Geology and the Human Environmental

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

آب ترکیبی است که سه چهارم کل سطح زمین را پوشانیده است و از عوامل مهم و ضروری برای ادامه حیات کلیه جانداران اعم از انسان، حیوان و گیاه محسوب می شود. آب به عنوان یک حلال عمومی و محیط انتقال، از اهمیت ویژه ای برخوردار است که بدون آن زندگی و حیات جانداران مختل می گردد. بیش از ۹۹ درصد منابع آب در روی زمین قابل استفاده نیستند به دلیل این که این آبها یا به صورت آب شور (آب دریا) یا به شکل یخچال و کلاهک های یخی می باشند. بنابراین کل مقدار آبی که انسان در روی زمین برای رسیدن به آن تلاش می کند، کمتر از ۱ درصد آبهای موجود در روی کره زمین است. ولی با وجود این همواره بیش از منابع دیگر در حیات جامعه انسانی از اهمیت برخوردار است (غضبان ۱۳۸۱).

اگرچه در قرون اخیر سطح بهداشت عمومی و آگاهی و فرهنگ مردم بالا رفته است ولی با رشد روز افزون صنعت و اقتصاد و زندگی مصرفی، با وجود هشدارهای دانشمندان علوم محیط زیست مبنی بر میزان آلودگی منابع آب اعم از سطحی (جویبارها، رودها، دریاچه ها و اقیانوس ها) و زیرزمینی، به طور روز افزونی بر میزان این آلودگیها افزوده شده است. به طوری که لزوم توزیع آب با کیفیت قابل قبول از نظر استانداردهای ملی و بین المللی در بین مردم بیش از پیش احساس می شود.

اگرچه در سال های اخیر آب رودخانه هراز تحت تأثیر مداخلات انسانی در عرصه محیط زیست دچار آلودگی هایی گردیده است ولی در این پژوهش به نقش سازندهای زمین شناختی، معادن و

چشمه های هیدروترمال، که بخشی به صورت طبیعی و بخشی با دخالت های انسانی بر میزان آلودگی آب این رودخانه اثرگذار بوده اند، پرداخته می شود.

۲-۱- بیان مسأله و ضرورت انجام آن

حوضه آبریز رودخانه هراز از نظر زمین شناسی دارای ویژگی های خاصی است که بر روی محیط زیست منطقه به ویژه رودخانه هراز، از نظر زیست محیطی اثرات نامطلوبی دارد. از جمله ویژگی های این حوضه از نظر زمین شناسی می توان به تنوع سازندهای محیطی از قبیل رسوبات زغال دار سازند شمشک، آهک و دولومیت های سازند الیکا و آندزیت- بازالت های سازندهای آتشفشانی اشاره نمود که در هر دو حاشیه شرقی و غربی رودخانه هراز گسترش دارند. این سازندها اغلب مواد سمی و خطرناکی نظیر منیزیم، سرب، کربن و عناصر سمی دیگری را وارد محیط رودخانه می کنند. همچنین معادن متعددی از قبیل زغال سنگ (که اغلب قدیمی اند)، شن و ماسه، مصالح ساختمانی در حوضه آبریز رودخانه هراز قرار دارند که پساب های این معادن اغلب حاوی عناصر سمی مانند آرسینک، آهن، روی و کربن می باشد که در نهایت وارد محیط رودخانه می گردد. از سویی دیگر فعالیت ماگمایی عظیمی که از گذشته های دور در منطقه وجود داشته است، موجب ظهور آتشفشان دماوند و چشمه های هیدروترمال متعددی در قاعده جنوبی و جنوب شرقی آن گردیده است که این چشمه ها موجب ورود بعضی از عناصر سمی از قبیل آرسینک، بر، آهن، منیزیم، سیلیسم و ... به محیط رودخانه هراز می شود. با ورود این آلاینده ها در طولانی مدت، اکوسیستم رودخانه هراز با چالش هایی نظیر کاهش اکسیژن موجود در آب، از بین رفتن آبزیان، کدر شدن آب در پایین دست، آسیب به زمین های اطراف و تخریب پوشش گیاهی مواجه شده است.

حال با توجه به تبیینی که از مسأله گردیده است، پژوهش حاضر به طور دقیقتر به دنبال پاسخگویی به سئوالات ذیل است:

- آیا وجود واحدهای زمین شناختی نظیر رسوبات زغال دار سازند شمشک بر ترکیب کیفی آب رودخانه هراز تأثیر سوء دارد؟

- آیا وجود چشمه های هیدروترمال در حوزه آبریز رودخانه هراز بر کیفیت آب رودخانه تاثیر سوء دارد؟
- آیا وجود معادن متعدد در حاشیه رودخانه هراز بر ترکیب شیمیایی آب آن تاثیر منفی دارد؟
- میزان پتانسیل خطرزایی آلاینده های رودخانه هراز و پراکندگی آن چگونه است؟

۳-۱- فرضیات تحقیق

با توجه به سئوالات طرح شده، تحقیق حاضر به دنبال اثبات یا رد فرضیه ذیل می باشد:

- وجود چشمه های هیدروترمال، معادن متعدد و سازندهای محیطی سبب افزایش پتانسیل آلودگی رودخانه هراز گردیده اند.

۴-۱- اهداف تحقیق

منابع آب به ویژه منابع آب سطحی (رودخانه ها) به جهت نقشی که در حیات انسان دارند، از اهمیت بسزایی برخوردار هستند. گسترش فعالیت های انسانی (کشاورزی، صنعتی و ...) در قرون اخیر از یک سو و بهره برداری های بی رویه از سوی دیگر سبب گردیده اند تا منابع آب با مخاطرات عدیده زیست محیطی رو به رو گردد.

رودخانه هراز به عنوان یکی از مهمترین منابع آبی حوضه شمالی کشور نیز از این مسأله (آلودگی) در امان نبوده است. این رودخانه در کنار مداخلات انسانی (به ویژه بهره برداری معادن و ورود فاضلاب ها) به جهت خصوصیات زمین شناختی (خصوصا چشمه های هیدروترمال وسازندهای محیطی) از سطح آلودگی های متفاوتی در طول حوضه آبریز برخوردار است.

با توجه به اهمیت مسأله و ضرورت شناسایی نوع و میزان پراکندگی آلاینده ها تحقیق حاضر اهداف ذیل را دنبال می نماید:

- شناسایی عوامل زمین شناختی اثرگذار بر آلودگی رودخانه هراز؛
- ارزیابی میزان آلاینده های زمین شناختی اثرگذار بر آلودگی رودخانه هراز؛

- تعیین پراکندگی پتانسیل ریسک خطرپذیری آلاینده های زمین شناختی در طول حوضه آبریز رودخانه هراز؛

۵-۱- پیشینه تحقیق

جمع آوری داده های مربوط به توزیع فضایی عوارض سطح زمین، از زمان های بسیار قدیم سهم مهمی از فعالیت های جوامع سازمان یافته را به خود اختصاص داده است. در آن زمان ها نقشه اصولاً برای توضیح و تشریح نقاط دوردست، مورد استفاده دریانوردان و برنامه ریزان نظامی قرار می گرفت (Hajexises 1981).

تحول در ارزیابی منابع طبیعی که در قرن ۱۹ شروع شده و تا به امروز ادامه داشته است؛ موارد جدیدی را برای نقشه برداری به وجود آورد. در قرن بیستم تقاضا برای نقشه های توپوگرافی به خصوص عوارض سطح زمین شامل منابع طبیعی، افزایش بیشتری یافت. سپس فتوگرامتریست ها با عکسبرداری سه بُعدی هوایی، نقشه های مناطق وسیع را با دقت زیاد تهیه کردند. این فنون برای دانشمندان فرصت های خوبی جهت شناسایی و تهیه نقشه های دقیق از سطح زمین و مطالعه پراکندگی مکانی سنگ ها یا خاک، انواع گیاهان و درختان با روش کیفی پدید آورد (مانند جامعه فتوگرامتری آمریکا)[1].

مشکل اصلی در استفاده از روش کیفی طبقه بندی در تهیه نقشه، به دلیل حجم زیاد داده های پیچیده (به دست آمده از تحقیقات زیست محیطی) و نبود مشاهدات کمی بوده است. علاوه بر این، با وجود پیشرفت روش های آماری و ریاضی برای حل این مشکلات (که از دهه ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ آغاز شده بود)، به علت نبود ابزارهای محاسباتی مناسب، به بن بست رسید.

فقط از دهه ۱۹۶۰ با به وجود آمدن کامپیوتر و پیشرفت های حاصل شده در این زمینه، نقشه کشی و تکنیک های استفاده از عکس هوایی، بستر مناسبی را برای ایجاد و رشد سامانه های اطلاعات جغرافیایی خودکار به وجود آورد.

در این میان سه عامل مهم در ایجاد چنین سامانه هایی در دهه ۱۹۶۰ عبارتند از:

- بهبود روش های نقشه کشی؛

1 American society of photogrametery

- گسترش سریع سامانه های رایانه ای؛
- تحول کمی و کیفی در تجزیه و تحلیل های جغرافیایی؛

در سال ۱۹۶۹ میلادی کتاب مک هارگ تحت عنوان «طراحی با طبیعت» منتشر گردید. این کتاب بر چگونگی استفاده از داده های لایه ای که وابستگی مکانی داشته و نیز فرآیند رویهم گذاری آنها برای کمک به امر طراحی و مدیریت منابع طبیعی، روش جدیدی را ارایه داد. در ابتدا فن بر هم نهی[1] به صورت دستی انجام می گرفت اما با پیشرفت و توسعه علوم رایانه ای، سامانه های اطلاعات جغرافیایی در علوم زیست محیطی به کار گرفته شد. فن بر هم نهی در سال ۱۹۷۲ در محیط رایانه‌ای بکار گرفته شد و برای مکانیابی خطوط انتقال نیرو و جاده استفاده گردید (Munn 1972).

سامانه اطلاعات جغرافیایی کانادا (CGIS)[2] به عنوان اولین GIS دوره جدید شناخته شده است. یکی از کاربرهای این سامانه در انجام یک ارزیابی تأثیرگذاری زیست محیطی برای یک سد روی رودخانه تمز در دهه ۱۹۷۰ بود. همچنین کانتر (۱۹۹۶) در کتاب جدید و مهم، ارزیابی زیست محیطی توسط GIS را تنها به صورت ابزاری برای ارزیابی تأثیر خاک روی کاربری زمین معرفی کرده است. با این وجود در دهه ۸۰ کاربردهای GIS، تحولات آن و حرکت در جهت اقتصادی تر نمودن آن رشد چشمگیری داشته است. به طوری که در دهه ۹۰ استفاده سامانه اطلاعات جغرافیایی گسترش فوق العاده ای در مراکز دانشگاهی، تجاری و سیاسی دنیا داشته است و سامانه هایی نظیر ARC/INFO, MAP/INFO, CARTS, ILWIS, IDRISI, SPAN, Arc View با قابلیت بالا در زمینه تحلیل، مدل سازی و شبیه سازی به کمک متخصصین علوم مختلف آمده اند. از جمله کارهای انجام شده توسط این سیستم می توان به پروژه وسیع و در سطح ملی در کشور استرالیا تحت عنوان OSRA[3] اشاره نمود. این پروژه برای به وجود آوردن یک اطلس ترکیبی و یکسان برای پاسخ به نشت نفتی در استرالیا انجام شده است. به طوری که سازمان های مسئول در برابر نشت نفتی، گروههای برنامه ریزی و پاک سازی، سازمان های زیست محیطی و سایر سازمان های مرتبط، بتوانند به راحتی به آن دسترسی داشته باشند و از آن استفاده کنند. برنامه OSRA شامل ترکیب کردن کلیه اطلاعات جغرافیایی و محیطی به شکل استاندارد GIS برای استفاده بیشتر در محیط های دریایی و ساحلی

[1] Overlay
[2] Canadian Geegraphic Information System
[3] Oil Spill Response Atlas

استرالیا می باشد که به برنامه ریزان برای شناسایی منابعی که در خطرند، کمک می نماید و موجب ارزیابی سریع در اولویت پاسخ برای حفاظت و پاک سازی محیط زیست می شود (بندرودریا ۱۳۸۰). یک کاربرد بسیار عالی GIS در ارزیابی منابع آلودگی غیر متمرکز توسط هسیون و همکاران (۲۰۰۰) ارائه شده است. آنها یک روش جدید جهت ارزیابی منابع آلاینده غیرمتمرکز حوضه آبریز ایالت ویرجینیا (در ایالات متحده) ارائه داده‌اند. ارزیابی منابع آلاینده غیرمتمرکز بصورت دوره‌ای در همه ایالتهای ایالات متحده انجام می‌گیرد. آنها در این پژوهش با ارائه روشی که از فناوری GIS، یک سامانه مدیریت بانک اطلاعات، و مدل‌سازی رایانه‌ای استفاده می‌کرد به رفع نقایص و مشکلات روشهای پیشین که هر پنج سال یکبار در ایالت ویرجینیا استفاده می‌شد پرداختند.

همچنین رابینسون (۲۰۰۲) در زمینه مطالعات مکانی با کمک GIS برای ارزیابی خطرآفرینی (ریسک) آلودگی زیست محیطی به بحث پرداخته است و روش خود را جهت ارزیابی خطرآفرینی ناشی از قرار گرفتن در معرفی اپیدمی بیماری های ناشی از محیط زیست، ارایه نموده است.

اغلب در انجام پژوهش های زیست محیطی با کمک GIS از مدل هایی به صورت فیزیکی و ریاضی استفاد می شود؛ زیرا، مدل ها روابط بین داده ها را برای پیش بینی چگونگی رویدادها در جهان واقعی تشریح می کنند (آرنوف ۱۳۷۵) که از متداول ترین آنها مدل رگرسیون خطی چند متغیره است که برای برآورد میزان انتشار گوگرد در هوای اسکاتلند و شمال انگلستان استفاده شده است (Jeffers 1982).

زاولا و برکلی (۱۹۹۷) مدل احتمالی را برای برنامه ریزی سرزمین و زیرحوضه های مدینترانه به کار برده اند و جنسن (۱۹۹۸) برای نقشه سازی آلودگی هوا ناشی از ترافیک در دانمارک و نیز روبی (۱۹۹۸) جهت تعیین مناطق خطرآفرین از نظر آلودگی هوا در مکزیک از روش طبقه بندی استفاده کرده اند. در ایران نیز اولین بار کاربرد GIS خودکار در ارزیابی سرزمین توسط مخدوم (۱۳۷۲) در قالب ارزیابی توان اکولوژیکی ناحیه شهر مجلسی، برای توسعه شهری- صنعتی بود. پس از آن آمایش سرزمین حوزه آبخیز دادقان توسط محفوظی (۱۳۷۸)، آمایش سرزمین حوزه جنگه سربا استفاده از نرم افزار Arc/Info در سیستم GIS توسط نیازی (۱۳۷۷)، آمایش سرزمین حوزه آبخیز کبار- کهک قم توسط شریفی پور (۱۳۸۰)، ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه های آبریز ساحلی گرگانرود با GIS و Ales توسط بهرامی (۱۳۷۵)، کاربرد GIS در برنامه ریزی منطقه ای حوزه آبخیز قزل اوزن توسط

هاشمی و انصاری (۱۳۷۵) و مدل سازی برنامه ریزی محیطی با استفاده از GIS (مطالعه موردی منطقه طالقان) توسط سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۱) انجام پذیرفته است.

در همه مدل های ذکر شده همواره یک سطح از داده ها و اطلاعات وجود داشته است و لزومی به مقایسه فاکتورهای زیست محیطی از انواع و دسته های مختلف که در بعضی از موارد هیچگونه سنخیتی با هم ندارند نبوده است. یعنی:

۱- داده ها همگی از یک نوع (عدد) بودند.

۲- داده ها قطعی بوده اند و براحتی در منطق گزاره ای "اگر- آنگاه"می گنجیده اند.

۳- داده ها خصوصیات فاکتورهای زیست محیطی را بازگو می کرده اند (سطح یک حوضه آبخیز، میزان بارندگی، میزان آلودگی گوگردی انتشار یافته و...)

در نتیجه در تحقیق پیش رو، چون داده ها با معیارهای فوق سازگار نبودند یعنی داده ها از یک نوع نبودند (معادن، چشمه وسازند) و پراکنش وسیعی در سطح حوضه داشتند، بنابراین از فنون نوین تری تحت عنوان «منطق فازی» استفاده گردید.

منطق فازی نخستین بار توسط زاده (۱۹۶۵) به منظور بسط و گسترش تئوری مجموعه های بول و گذار از طبقه بندی دو گزینشی به طبقه بندی پیوسته ارایه گردید.

بروف و همکاران (۱۹۹۲) از طبقه بندی مبتنی بر تئوری فازی در آمایش سرزمین بهره برده اند. همین کار در سال ۱۹۹۴ توسط دیویدسون و همکاران با در کنار هم قرار دادن GIS و تئوری مجموعه های فازی انجام شده است. همچنین محمدی (۱۳۸۱) به پهنه بندی و ارزیابی آلودگی خاک با استفاده از نظریه فازی پرداخته است. به طورکلی برای ارزیابی زیست محیطی پتانسیل خطرآفرینی آلودگی علاوه بر روش های آماری مبتنی بر تئوری احتمال، نظریه مجموعه فازی را هم می توان به عنوان یک روش مناسب برای مطالعات آلودگی های محیطی به کار برد.

سپس غفاری (۱۳۸۲)، جانمایی و طبقه بندی منابع آلاینده زیست محیطی سواحل جنوبی دریای خزر را انجام داده است. در این پروژه انواع منابع آلاینده اعم از آلاینده های صنعتی، کشاورزی، فاضلاب، مواد هیدروکربوری و طبیعی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. سپس با استفاده از مدل فازی و استفاده از GIS، نقشه های خطرآفرینی هر یک از آلاینده ها در سطح استان مازندران تهیه

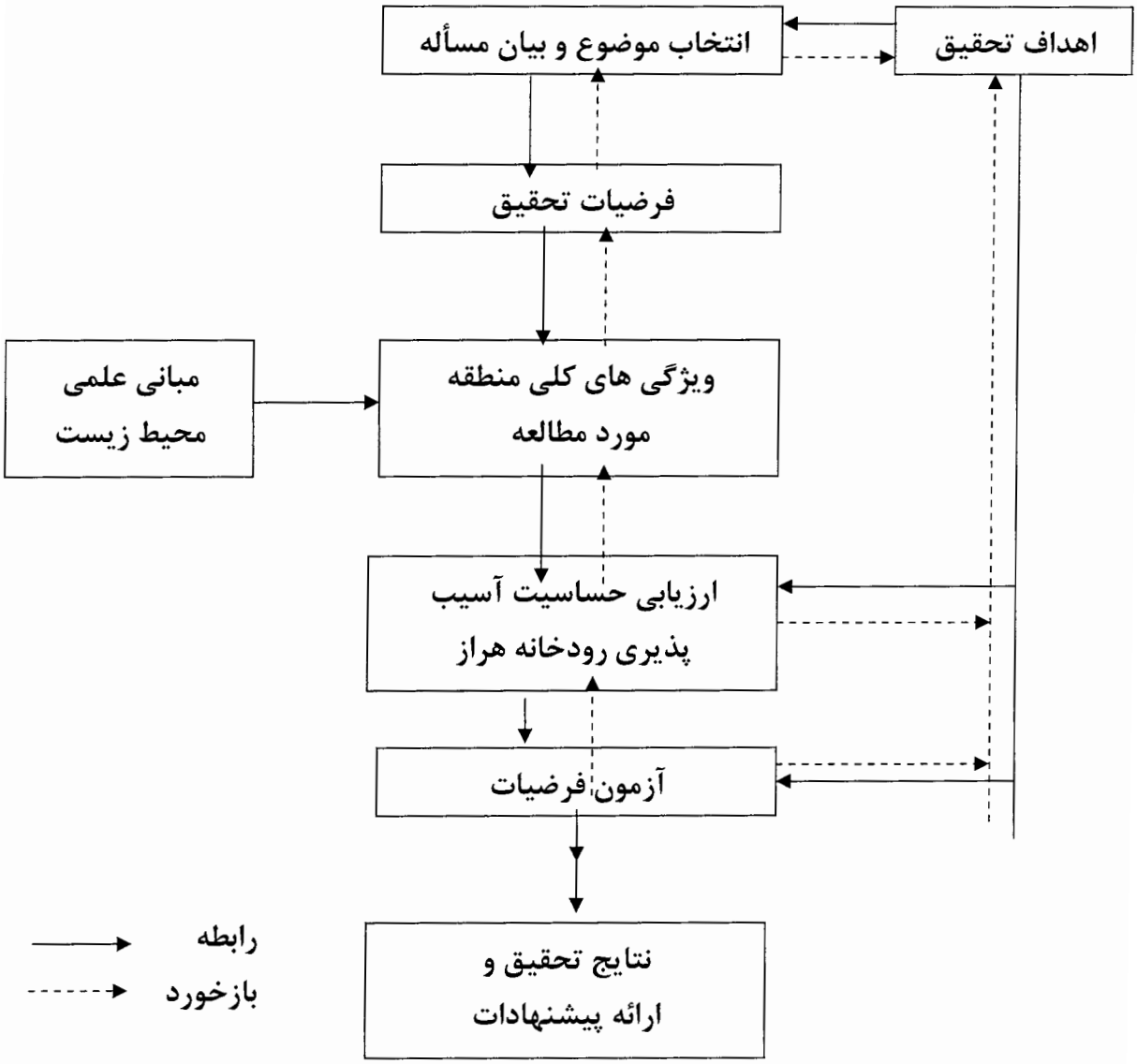
گردید و در نهایت با تفسیر نقشه نهایی شدت نسبی توزیع مواد آلاینـده در سـطح اسـتان مازنـدران، مناطقی که بالاترین ریسک آلودگی را دارا هستند مشخص گردیدند.

۶-۱- فرآیند انجام تحقیق

هر پژوهشی در قالب فرآیند علمی صورت می گیرد. فرآیند تحقیق از مراحلی تشکیل شده اسـت که به صورت پیوسته و مرتبط به هم از نظمی منطقی پیروی کرده و هدفی خاص را دنبال می کند.

مراحل فرآیند انجام تحقیق در جهت ارزیابی پتانسیل منابع آلاینده رودخانه هراز بـه شـرح ذیـل می باشد:

- بیان مسأله
- ساختن فرضیات پژوهشی
- اهداف تحقیق
- فرآیند انجام تحقیق
- ویژگی کلی منطقه مورد مطالعه
- مبانی درجه بندی منابع آلاینده
- درجه بندی میزان آلودگی منابع آلاینده و ارزیـابی حـساسیت آسـیب پـذیری حوضـه آبریـز رودخانه هراز (تجزیه و تحلیل)
- نتایج تحقیق و ارایه پیشنهادات



شکل۱-۱- فرآیند انجام تحقیق

منبع: نگارنده

فصل دوّم

آشنایی با منطقه مورد مطالعه

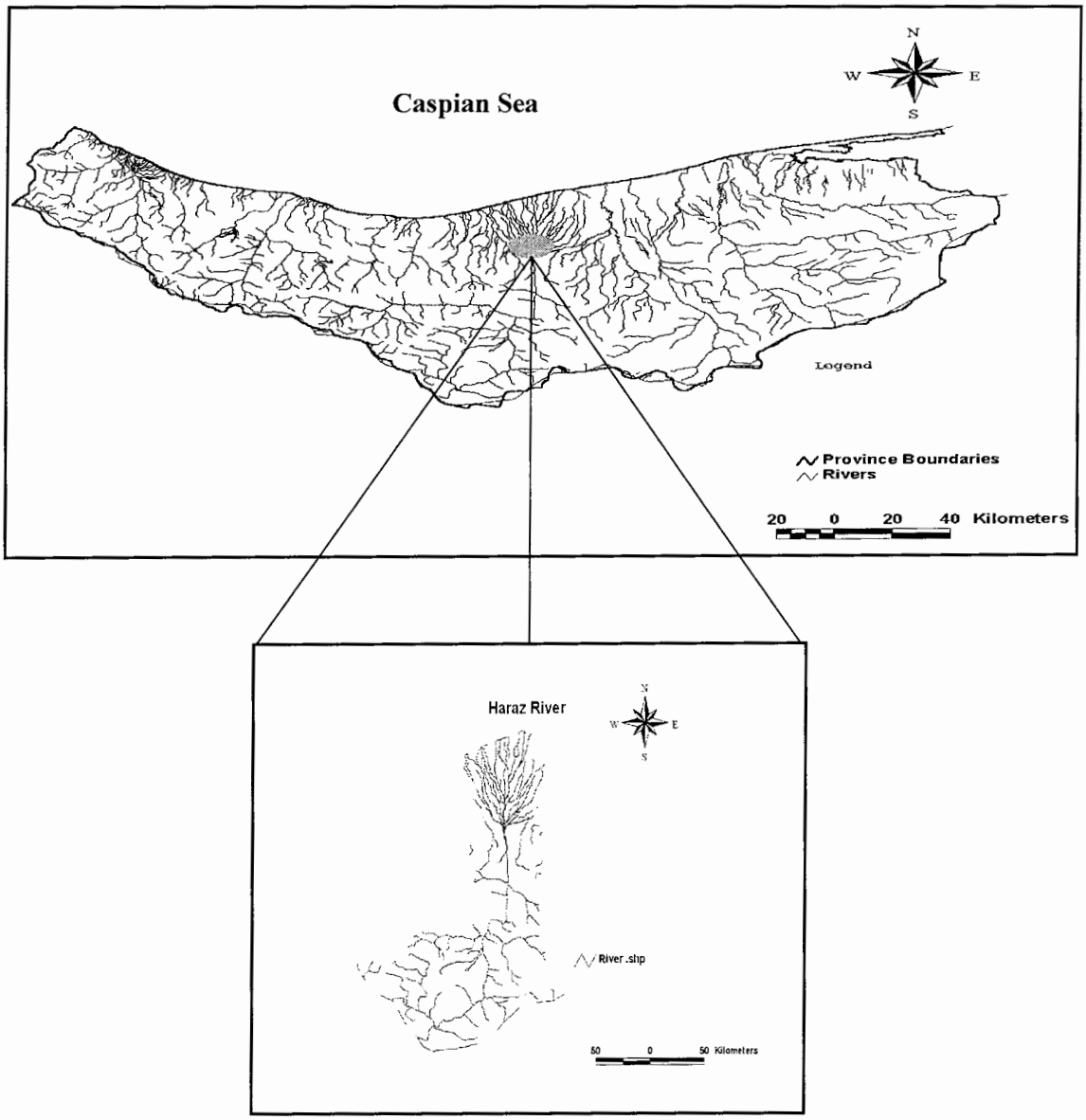
۱-۲- ویژگی های طبیعی

۱-۱-۲- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه هراز

دراستان های گیلان و مازندران تعداد قابل توجهی رودخانه بزرگ و کوچک وجود دارد که عمدتاً از رشته کوههای البرز شمالی سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهرها و روستاهای متعدد به دریای خزر می ریزند. رودخانه هراز که پرآب ترین رودخانه غرب مازندران و یکی از سه رودخانه پرآب شمال کشور محسوب می شود، از دامنه شرقی کوه پالون گردن، ۸۰ کیلومتری جنوب غربی آمل و ۷۰ کیلومتری جنوب غربی نور سرچشمه گرفته و تا پلور، رودخانه لار و پس از آن هراز نامیده می شود. این رودخانه یکی از رودخانه های دایمی استان مازندران است که هنگام عبور از شهرستان آمل، آن را به دو بخش شرقی و غربی تقسیم کرده و پس از آن به دریای خزر می پیوندد.

طول رودخانه هراز ۱۸۵ کیلومتر بوده و حوضه آبریز آن با مساحتی حدود ۵۱۰۰ کیلومترمربع و پیرامون حوضه حدود ۲۷۰ کیلومتر در بخش شمالی سلسله جبال البرز، بین ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴۰ ثانیه الی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه و ۲۱ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۰ ثانیه الی

۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و ۲۸ ثانیه عرض شمالی گسترش یافته است[۱]. عرض رودخانه بین ۵۰ تا ۵۰۰ متر و شیب رودخانه بین ۰/۱ درصد تا ۱۲-۱۳ درصد متغیر است[۲]. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی رودخانه هراز در بین رودخانه های استان مازندران

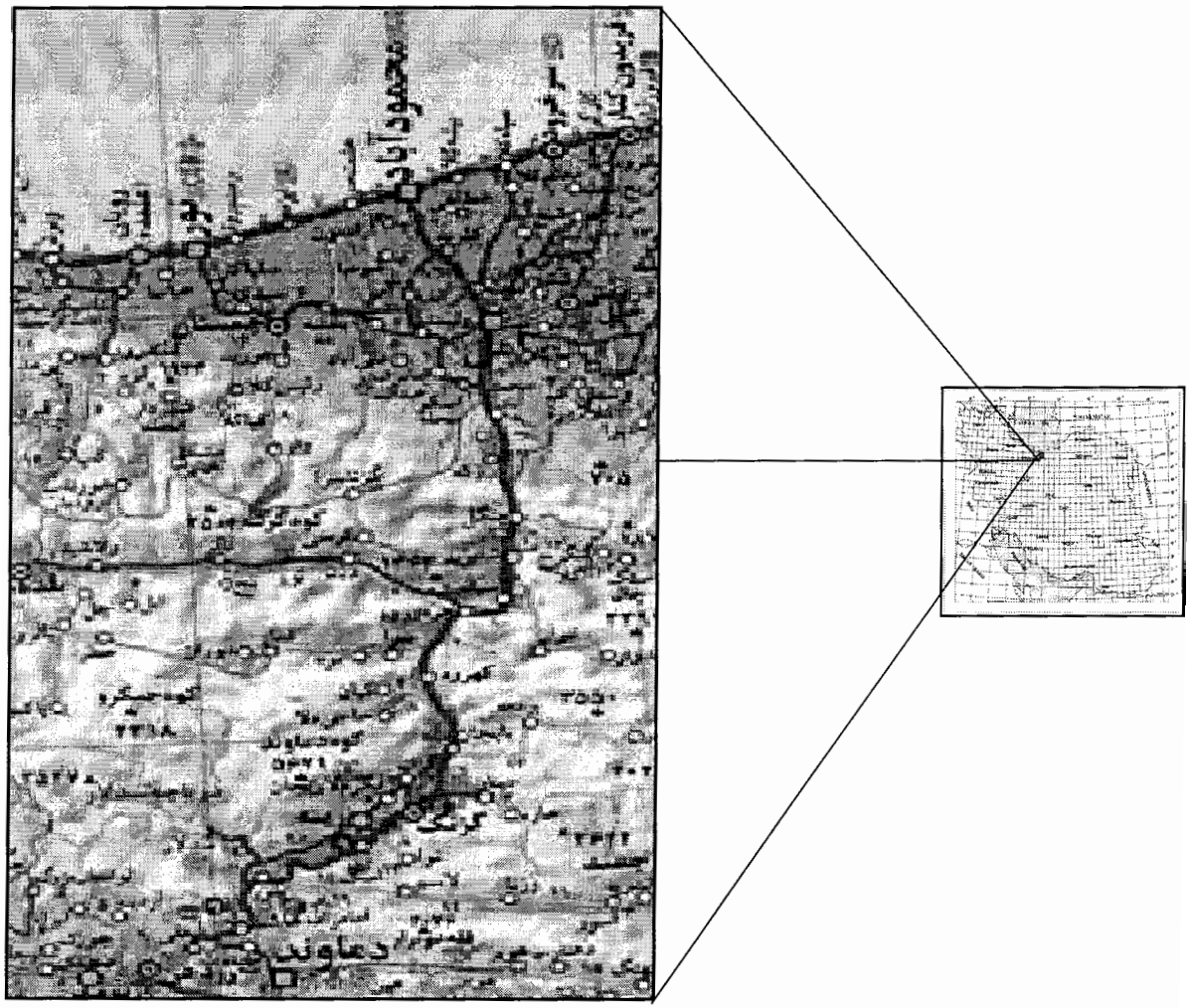
این حوضه از سمت شمالی به دریای خزر، از شرق به خط تقسیم آب های حوضه آبریز بابل، از جنوب

[۱] سازمان زمین شناسی ایران، نقشه چهار گوش زمین شناسی آمل و نور، شماره۶۴۶۲ و ۶۴۶۳، ۱۳۷۵
[۲] سازمانننقشه برداری کشور، نقشه های توپوگرافی آمل

به گردنه امامزاده هاشم، سنگ کوه، کوه پالون گردن (کلون بستک)، کوه میان رود و گل زرد و از سمت غرب به خط تقسیم آب های حوضه آبریز چالوس محدود است.

۲-۱-۲- راههای ارتباطی

گستردگی شبکه راهها یکی از شاخه های مهم توسعه بوده و می تواند در توسعه اقتصادی و اجتماعی منطقه تاثیر بسزایی بگذارد. مهمترین راه ارتباطی داخل حوضه، راه آسفالتی تهران- آمل به طول ۱۹۲ کیلومتر می باشد که استان مازندران را به استان تهران متصل می سازد (شکل۲-۲).



شکل ۲-۲- راههای ارتباطی و موقعیت کلی حوضه آبریز رودخانه هراز (اقتباس از اطلس راههای ایران ۱۳۸۰)

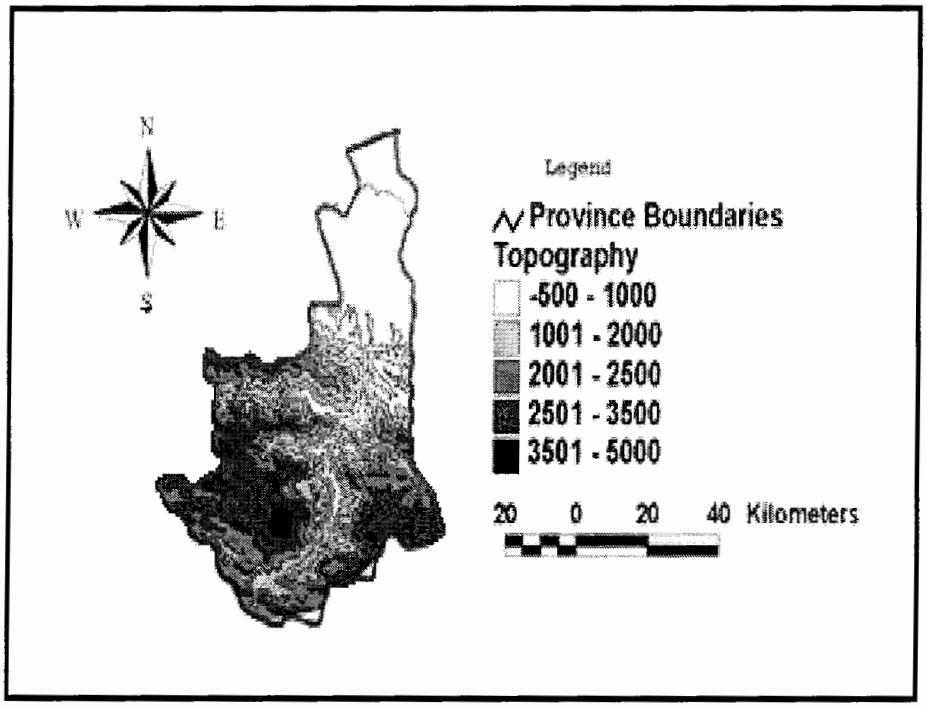
شبکه راههای فرعی متعددی از این راه اصلی جدا می شوند که از مهمترین آنها راه آسفالته لاسم- فیروزکوه و راه آسفالته هردورود- بلده می باشد که جاده هراز را به جاده های فیروزکوه و کرج- چالوس متصل می سازد.

۳-۱-۲- ژئومورفولوژی

توپوگرافی حوضه آبریز رودخانه هراز شامل سه بخش است که عبارتنداز: بخش جلگه ای، بخش کوهپایه ای و بخش کوهستانی (شکل ۳-۲).

بخش جلگه ای: بخش جلگه ای این حوضه آبریز از ساحل دریای خزر و از ارتفاع ۲۸- متر نسبت به سطح دریاهای آزاد تا ارتفاع ۱۵۰ متری به سمت جنوب گسترش یافته است. ناحیه مذکور که شهر آمل نیز در ان واقع است مجموعا از آبرفت های رود هراز تشکیل یافته و سبب شکل گیری یک دلتای وسیع شده است که از دامنه های شمالی البرز شروع می شود و تا دریا ادامه پیدا می کند.

بخش کوهپایه ای: بخش کوهپایه ای (پدیمنت) این ناحیه از ارتفاع ۱۵۰ متری شروع شده و تا ارتفاع ۳۰۰ متری ادامه دارد، و اغلب بصورت تپه ماهور و دشت کوهپایه ای است. این بخش در جنوب



شکل ۳-۲- توپوگرافی شهرستان آمل

ناحیه جلگه ای و یا به عبارت دیگر حد فاصل بین جلگه و کوهستان به وجود آمده است. دراین بخش به علت بارش زیاد پوشش گیاهی آن اغلب بشکل جنگل و بیشه می باشد.

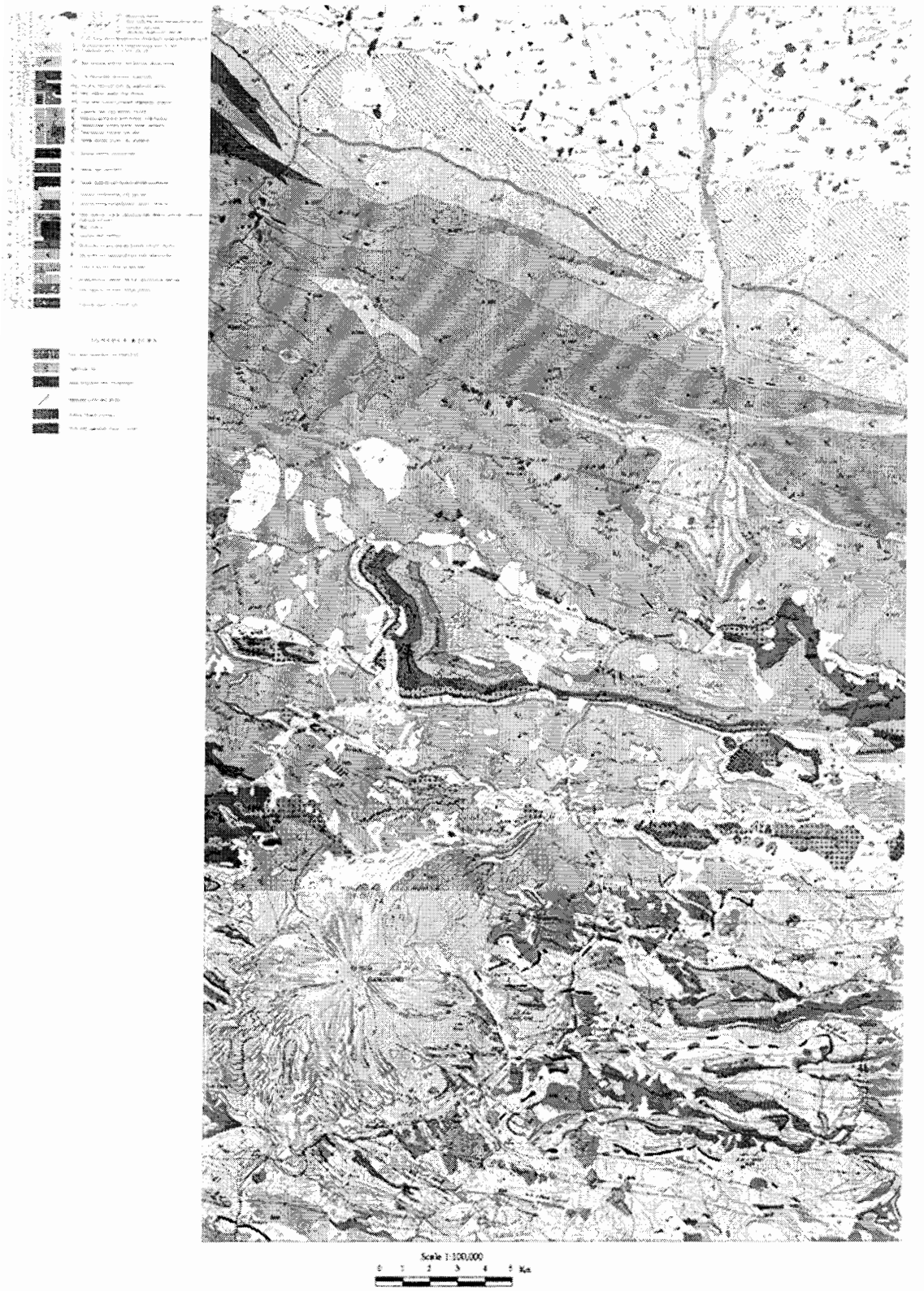
بخش کوهستانی: بخش کوهستانی از ارتفاعات ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری آغاز شده و تا مرتفع ترین مکان یعنی قله دماوند را در خود جای داده است. در این بخش به سبب اختلاف ارتفاع زیاد نسبت به سطح دریای خزر و فاصله بسیار کم نقاط مرتفع بخش کوهستانی تا دریای خزر و همچنین عوامل دیگر، باعث شکل گیری شیب های زیاد دامنه ای شده که اغلب به صورت پرتگاه و دیواره بر روی دامنه ظاهر می گردند. یکی از اثرات مورفولوژیکی حوضه آبریز هراز تخریب شدید در لیتولوژی دامنه ها و ایجاد شیب زیاد در آنها است که باعث فعالتر شدن فرآیندهای ریزشی و لغزشی در این دامنه ها شده است و به ویژه فرآیند خزش را روی دامنه ها فعال تر نموده است و به دنبال بارش فرآیندهای فوق به شدت پویا شده و باعث تخریب و انهدام جاده ها و خانه های روستایی می گردد.

۴-۱-۲- ویژگی های زمین شناسی

اولین بررسی ها و مطالعات در مورد زمین شناسی البرز مرکزی از نقشه تهیه شده توسط استالح شروع می شود. پس از او مطالعات رایور درباره زمین شناسی البرز مرکزی اهمیت زیادی دارد. وی یک نقشه با مقیاس ۱:۳۰۰۰۰۰ تهیه کرد که در سال ۱۹۳۴ توسط سازمان زمین شناسی کشور به چاپ رسیده است. عمدتا تاکید وی بر مطالعات چینه شناسی بوده است. معروفترین و جامع ترین مطالعه در مورد البرز مرکزی، مطالعات انجام شده توسط آلنباخ بوده است که در سال ۱۹۷۰ انجام شده است. این مطالعه در حال حاضر نیز معتبرترین مرجع در مورد البرز مرکزی بشمار می رود. وی مطالعات دقیق پترولوژی (سنگ شناسی) و چینه شناسی در منطقه انجام داده و نقشه ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه کرده است (شکل ۴-۲).

از جدیدترین نظریات زمین شناسی که در مورد پیدایش کوهها، دره ها و ناهمواری ها بیان می گردد، نظریه زمین ساخت صفحه ای[1] می باشد. بحث اصلی این نظریه در مورد ویژگی های زمین شناسی، حرکت صفحات لیتوسفریک و نوع جابجایی آنها نسبت به یکدیگر استوار است.

[1] Plate tectonic



شکل ۴-۲- نقشه زمین شناسی رودخانه هراز(سازمان زمین شناسی، نقشه های آمل، دماوند)

اشتوکلین (۱۹۶۸) در ایران شش واحد ساختمانی که وضع تکتونیکی و تاریخچه ساختمانی متفاوتی دارند، تشخیص داده است. با توجه به تقسیم بندی نامبرده، حوضه آبریز رودخانه هراز در زون زمین ساختی البرزشمالی واقع شده است. در رشته کوههای البرز، سازندهایی با سن کامبرین تا عهد حاضر دیده می شوند که مجموعه های ماگمایی و دگرگونی با سن های مختلف آنها را همراهی می کنند.

در منطقه البرز دو کوهزایی مهم وجود داشته است، یکی کوهزایی پرکامبرین و دیگری کوهزایی آلپی که مربوط به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک است. چین خوردگی های پرکامبرین در منطقه البرز سخت شده و منجر به پیوستگی پی سنگ گردیده است. در طی فاز کوهزایی پیرنه در البرز مرکزی، توده های نفوذی کوچک و متعددی درون توفیت های سبز نفوذ کردند که علاوه بر دگرگونی مجاورتی، کانسارهای فلزی و دگرسانی هیدروترمال قابل توجهی پدید آوردند. درالبرز مرکزی در زمان کواترنر، فعالیت آتشفشانی نسبتاً مهمی که اکثراً از نوع آلکالی بوده رُخ داد که آتشفشان دماوند شاهد اصلی آن به شمار می رود.

۱-۴-۱-۲- *چینه شناسی*

در مطالعه چینه شناسی منطقه مورد مطالعه، از قدیمی ترین سازندها تا جدیدترین آنها را می توان به ترتیب ذیل مورد بررسی قرار داد:

الف- *پالئوزوئیک*

تمامی نهشته های پالئوزوئیک نشان دهنده محیط قاره ای تا نیمه قاره ای حاکم بر زون البرز می باشند. قدیمی ترین سازند رخنمون یافته، متعلق به دوره کربنیفر یعنی تشکیلات مبارک می باشد که شامل آهک های متراکم فسیل دار به رنگ خاکستری تیره تا سیاه می باشد که در جنوبی ترین قسمت حوضه در ناحیه امامزاده هاشم رخنمون دارد.

رسوبات پرمین از قدیم به جدید از سازندهای دورود، روته و نسن تشکیل شده اند که جنس بیشتر آنها آهک و شیل است که با یک دگرشیبی موازی در روی تشکیلات قدیمی تر قرار گرفته اند و گسترش آنها بیشتر در محل امارت و منگل در کنار جاده هراز است.

ب- *مزوزوئیک* رسوبگذاری پالئوزوئیک بدون هیچ وقفه و بدون رویداد خاصی تاتریاس در مزوزوئیک در البرز شمالی ادامه داشته، اما از دوره تریاس به دوره ژوراسیک به دلیل پسروی دریا رسوب گذاری به طور پیوسته ادامه نداشته است.

در دوره تریاس سنگ های دولومیتی حاوی لایه های گچی نشان دهنده حوضه های تبخیری محلی می باشند. آهک و دولومیت های تشکیلات الیکا در این زمان در یک محیط کم عمق دریایی به صورت ناپیوسته بر روی سازند نسن و در بعضی مناطق بر روی سازند روته بر جای گذاشته شده اند که رخنمون آن بیشتر در ناحیه منگل در کنار جاده هراز می باشد.

جنبش های اواخر تریاس، محیط کم عمق دریایی را به محیط باتلاقی تبدیل نموده و تشکیلات شمشک حاوی زغال را بر جای گذاشته است که لیتولوژی آن تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ، همراه با عدسی های نازک زغال سنگ و شیل های کربن دار می باشد. سازند کربناته دلیچای که غالباً از آهک مارنی تشکیل شده است به طور هم شیب، روی رسوبات شمشک قرار گرفته است. این سازند با تغییرات تدریجی که با کاهش لایه های مارنی همراه است به آهک های لار تبدیل می شود. تشکیلات شمشک در منطقه کرسنگ و تشکیلات دلیچای نیز در شمال دهکده پنجاب، در طول جاده هراز قابل مشاهده است. رسوبات کرتاسه تغییرات زیادی داشته بطوریکه آهک های لار به طور تدریجی به یک سری آهکهای مارنی تبدیل گردیده است که سن آنها مربوط به نئوکرومین (کرتاسه پایین) می باشد. کرتاسه زیرین در البرز مرکزی به سازند تیزکوه موسوم است که حاوی آهک ضخیم لایه می باشد.

ج- *سنوزوئیک*

ج-۱- ترشیاری

این رسوبات در ناحیه البرز مرکزی دیده نمی شوند و رسوبات نئوژن با یک دگرشیبی بر روی آهک و مارن های کرتاسه بالایی قرار گرفته اند. رسوبات نئوژن در منطقه مورد مطالعه شامل یک سری رسوبات میوسن میانی- فوقانی و پلیوسن تحتانی می باشد که از قاعده به طرف بالا عبارتند از: سازند سرخ، سازند مارنی و ماسه سنگی حاوی فسیل های اسپاتیودنتلا. چین خوردگی هایی که در حوضه نئوژن وجود داشته، تحت تاثیر فعالیت های گسل هایی با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی و

شرقی- غربی شکسته شده و رودخانه هایی چون هـراز را درخـود جـای داده اسـت. در جـدول ۱-۲ سازندهای اشاره شده در بالا به ترتیب دیده می شوند.

جدول۱-۲- سازندهای زمین شناسی و محل رخنمون آنها در حوضه آبریز رودخانه هراز.

دوران	دوره	سازند	لیتولوژی	محل رخنمون
پالئوزوئیک	کربونیفر	مبارک	آهک متراکم فسیل دار به رنگ خاکستری تیره تا سیاه	امامزاده هاشم
	پرمین	دورود	آهک و شیل به رنگ ارغوانی	۳۰ کیلومتری جنوب آمل– حوالی امارت
		روته	آهک تیره همراه با لایه هایی از هماتیت قرمز رنگ	
		نسن	تناوب آهک خاکستری تا زرد و شیل های خاکستری سیاه تا ارغوانی	
مزوزوئیک	تریاس ژوراسیک	الیکا	آهک دولومیتی و مارن خاکستری تا زرد محتوی لایه های گچی	منگل، بایجان، پلور
		شمشک	تناوبی از ماسه سنگ ، سیلتستون ، رس سنگ ، کنگلومرا به همراه لایه های ذغال	
		دلیچای	آهک های با طبقه بندی نازک فسیل دار به رنگ خاکستری تیره	
		لار	آهک متراکم دانه ریز خاکستری روش تاکرم رنگ	
	کرتاسه	تیزکوه	آهک های ضخیم لایه به همراه تشکیلات گچ و ملافیر	
سنوزوئیک	پالئوژن	-	-	-
	نئوژن	-	مولاس ها و نهشت های دریایی به همراه کنگلومرای ضخیم لایه	حاشیه رودخانه هراز و شهر آمل و محمودآباد
	کواترنری	-	آبرفت های رودخانه ای ، واریزه ها و گدازه های دماوند ، تراورتن ، رسوبات آبرفتی دانه درشت و سخت نشده	

ماخذ: سازمان زمین شناسی ایران، نقشه چهار گوش زمین شناسی آمل، نور و دماوند

ج-۲- کواترنری

به طورکلی از جنوب حوضه آبریز رودخانه هراز، هر چه به طرف شمال پیش برویم سنگ ها جوانتر می گردند.

از رسوبات دوران چهارم به جز رسوبات آبرفتی و واریزه های جوان به ندرت رخنمونی دیده می شود. رسوبات دوران چهارم در قسمت فعلی رودخانه هراز در سطح زمین شامل آبرفت های رودخانه ای می باشد که تا دریای خزر ادامه دارد. در قسمت علیای حوضه می توان تراس های دریاچه ای و گدازه های دماوند را ذکر نمود. همچنین در همین زمان تراورتن اسک و رسوبات آبرفتی دانه درشت در تمام دره ها و نیز برخی ریزش ها و لغزش های بزرگ شکل گرفته اند.

۵-۱-۲- آتشفشان دماوند

مخروط آتشفشان دماوند، بارزترین فعالیت آتشفشانی در البرز مرکزی است که با ارتفاع ۵۶۷۱ متر، بلندترین نقطه ایران و غرب آسیاست. گدازه های این آتشفشان امروزه منطقه ای به وسعت ۴۰۰ کیلومترمربع را می پوشانند. این آتشفشان از اواخر پلیئوسن تا هولوسن (عهد حاضر) فعال بوده و در حال حاضر در مرحله سولفاتاری است، به نحوی که در روزهایی که هوا صاف است می توان بخارهایی را که از قسمت رأس مخروط آتشفشان خارج می شود، مشاهده نمود. خروج بخار منحصر به دهانه اصلی نیست، زیرا علاوه بر دهانه اصلی چندین دهانه فرعی نیز وجود دارد که بخارها از بعضی از آنها خارج می گردند. گازها و بخارهای متصاعد شده حاوی مقدار زیادی سولفید هیدروژن (H_2S) می باشد و محدوده اطراف قله از مواد ناپیوسته ای مانند خاکستر، لاپیلی و قطعه سنگ های آتشفشانی درست شده است. تشکیل این آتشفشان را بیش از همه می توان به فعالیت های تکتونیکی و گسل های فعال موجود در منطقه مربوط دانست. خروج گازهای فومرولی از دهانه آتشفشان و وجود چشمه های آبگرم در اطراف آن، این موضوع را تأیید می کند. این چشمه های آبگرم مربوط به فعالیت های تکتونیکی ناشی از آخرین فعالیت آتشفشان دماوند می باشد. به عنوان مثال چشمه آب معدنی بایجان (قلابن) را می توان نام برد که در جنوب بایجان از قسمت فوقانی تشکیلات الیکا به وسیله گسلی با امتداد شرقی- غربی ظاهر شده است. چشمه آبگرم رینه، اسک و امارت از دیگر چشمه های آب معدنی اطراف دماوند هستند که هر کدام به نحوی با فعالیت این آتشفشان در ارتباط هستند.

آتشفشان دماوند از نوع مرکب است زیرا به تناوب از آن گدازه و مواد آذر آواری خارج شده است. البته مقدار گدازه در کل بیشتر از سنگ های آذر آواری است. عمده ترین سنگ های آتشفشانی دماوند عبارتند از: آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت و بازالت. گدازه ها ممکن است دارای بافت پورفیری (وجود بلورهای درشت در متن شیشه ای)، متخلخل، شیشه ای و یا بادامکی باشند. عمده ترین مواد آذر آواری دماوند عبارتند از: توف های آتشفشانی، آگلومرا، برش آتشفشانی، منابع معدنی (درویش زاده ۱۳۷۰).

بر طبق بازدیدهای صحرایی انجام شده و گزارشات موجود، منابع معدنی منطقه مورد مطالعه به شرح ذیل است:

زغال سنگ: شاخص ترین ماده معدنی منطقه زغال سنگ است که از زمان های گذشته تا امروز، درنقاط متعددی از ناحیه به صورت پراکنده و سنتی بهره برداری می شود.

گچ: نهشته های حاوی لایه های گچی به صورت لایه هایی بر روی سنگ آهک های سازند لار جای گرفته اند و عمدتاً در نواحی شرقی و جنوب شرقی حوضه آبریز هراز دیده و به صورت پراکنده بهره برداری می شوند.

پوکه معدنی: خاکسترها وتوف های وابسته به آتشفشان دماوند در برخی از مناطق دارای شرایطی مناسب برای استخراج اند و از آنها به عنوان پوکه معدنی استفاده می شود.

سنگ آهک: بیرون زدگی های سنگ آهک منطقه، بیشتر متعلق به سازندهای کرتاسه و ژوراسیک می باشند که به عنوان سنگ تزئینی، سنگ لاشه و همچنین برای آهک پزی کارخانه سیمان به کار گرفته می شوند.

سنگ لاشه ساختمانی: در نقاط مختلف و پراکنده منطقه، از توف های سبز، گدازه های آتشفشانی دماوند و همچنین سنگ آهک های سازند کرتاسه و یا سنگ آهک های سازند روته به طور کلی به عنوان سنگ لاشه ساختمانی استفاده می شود.

شن و ماسه: انواع شن و ماسه با درجه بندی های گوناگون از بستر رودخانه هراز و اطراف آن و همچنین از برخی از رخنمون های کنگلومراهای پلیوسن که در اثر پدیده هایی مانند عبور گسل سیمان آنها سست شده، در حال بهره برداری است.

انرژی تجدیدشونده: علاوه بر رودخانه هراز، رودخانه های دیگری مانند نور، نمارستاق، لاسم رود در منطقه جریان دارند که نهایتاً به رودخانه هراز می پیوندند. این رودخانه ها به سبب اختلاف ارتفاع منطقه و دایمی بودن آب در طول سال و دبی قابل توجه، امکانات بسیار مناسبی را برای تولید انرژی برقابی در منطقه به وجود آورده اند که در صورت استفاد از آنها، مقداری از تولید گازهای گلخانه ای (انیدرید کربنیک) مخرب محیط زیست، کاسته می گردد.

۶-۱-۲- تکتونیک منطقه مورد مطالعه

با نگاهی به نقشه های زمین شناسی و ساختمانی رشته کوههای البرز، مشاهده می شود که ساختمان البرز به شکل یک تاقدیس مرکب در حاشیه ایران مرکزی ظاهر شده و از نظر وضعیت ساختاری و چینه شناسی ارتباط نزدیک با آن دارد. همچنین ساختمان تکتونیکی حوضه، دارای امتداد کلی شرقی- غربی می باشد. بر این اساس شاید بتوان تصور نمود که جهت فشارهای وارده به کوههای البرز در این منطقه از شمال به جنوب و یا بالعکس بوده است. شرایط زمین ساختی منطقه حاکی از آن است که بخش کوهستانی دارای ساختمان چین خورده با رشته کوههای مرتفع و دره های عمیق بوده و بخش شمالی تکتونیک آرام تری نسبت به نواحی کوهستانی دارد.

۱-۶-۱-۲- گسل های مهم منطقه

گسل مشا- فشم: مهمترین و بزرگترین گسل منطقه مورد مطالعه در دامنه جنوبی البرز است. این گسل از نوع روراندگی با شیب زیاد به سمت شمال است. محل بعضی از زلزله های مهم از جمله زلزله سال ۱۹۱۱ دماوند را به این گسل نسبت می دهند.

گسل شمال البرز: مانند گسل مشا- فشم طول زیاد و جابجایی قابل توجهی دارد و در قسمت شمال ارتفاعات البرز در حد فاصل مناطق کوهستانی و ارتفاعات کوهپایه ای قرار گرفته و سازندهای پالئوزوئیک توسط این گسل روی سازندهای ترشیاری قرار گرفته اند.

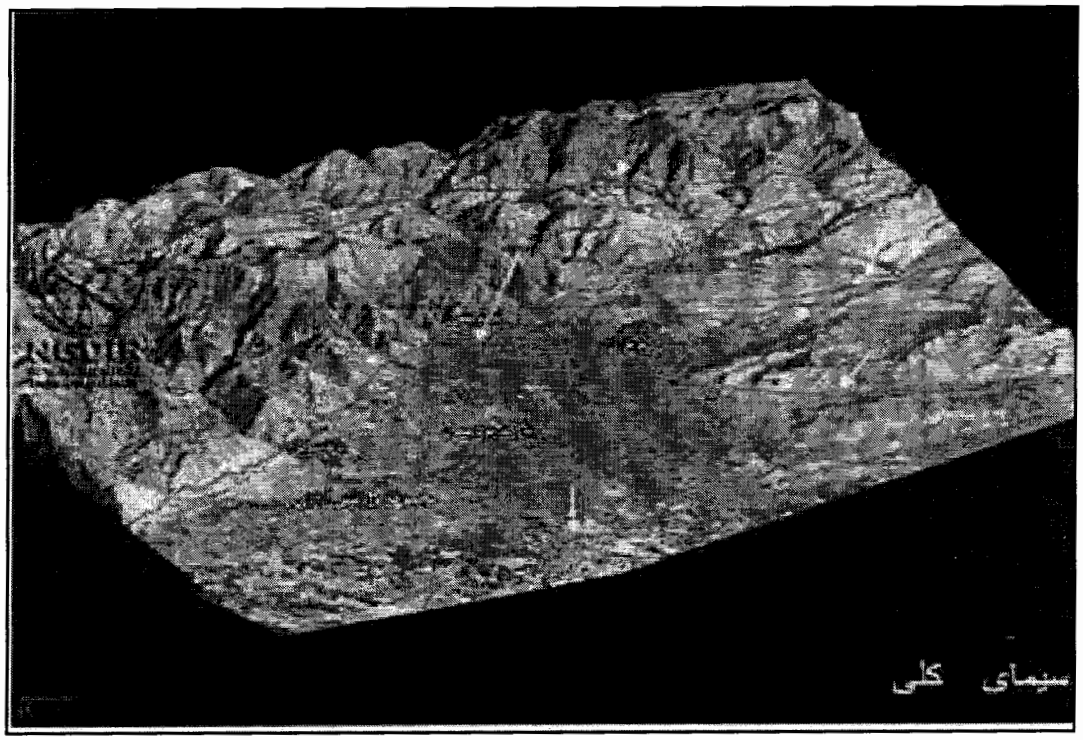
گسل خزر (مازندران): این گسل حد فاصل مناطق جلگه ای و کوهپایه ای شمالی البرز را تشکیل می دهد. این گسل از نوع گسل های معکوس با شیب زیاد به سمت جنوب می باشد که در

بیشتر نواحی توسط پوشش انبوه جنگلی پوشیده شده است؛ بنابراین به وضوح نمی توان این گسل را مشاهده نمود.

گسل راندگی منگل: از نوع گسل های محلی میباشد که در راستای NW-SE و با شیب به سمت شمال و درازای ۵۲ کیلومتر به موازات گسل شمال البرز و در جنوب آن قرار دارد.

گسل راندگی نوا: این گسل از نوع گسل های محلی می باشد که در شرق کوه دماوند قرار دارد و گسلی معکوس با شیب زیاد می باشد. طول این گسل ۳۰ کیلومتر است.

سیمای کلی گسلهای منطقه در شکل ۵-۲ آمده است.



شکل۵-۲- نمای سه بعدی از گسلهای مهم البرز مرکزی (اقتباس از سازمان زمین شناسی)

۷-۱-۲- لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه

زمین لرزه در نتیجه لغزش زمین در طول یک منطقه گسله و واکنش در برابر تنش حاصله، ایجاد می شود. بیشترین زمین لرزه ها در مرزهای صفحات تکتونیکی رخ می دهند و در ارتباط با فرآیندهای تکتونیکی می باشند. زمین لرزه های بزرگ مقیاس نشان می دهند که زمین سیستمی

پویا و در حال تغییر است. بررسی زلزله های تاریخی نشان می دهد که در این منطقه زلزله های مخرب به وقوع پیوسته است. از مهمترین زلزله هایی که در البرز مرکزی رخ داده است، زلزله های یازدهم آوریل ۱۹۳۵، دوم آوریل ۱۹۴۴، دوم ژئوئیه ۱۹۵۷ و نهم اوت ۱۹۷۱ به عنوان زلزله های شدید ثبت گردیده اند. در همه این زمین لرزه ها شدت ثبت شده بالاتر از ۶ ریشتر بود. زمین لرزه هایی با مقیاس ۵ ریشتر و کمتر از آن هم به دفعات توسط دستگاههای لرزه نگار در منطقه ثبت شده است. تعداد زیادی از این زمین لرزه ها به خاطر احداث سد لار می باشد (مهندسین مشاور مهاب قدس ۱۳۶۶).

۸-۱-۲- آب و هوا

از یک سو مجاورت با دریای خزر و وجود جریان های هوای سیبری و آسیای مرکزی در شمال ایران که تأثیر چشمگیری در اقلیم ایران و به ویژه در سواحل شمالی کشور به جای می گذارد و از سویی دیگر حضور رشته کوههای البرز در جنوب دریای خزر که مانند سدی مانع خروج آب و هوای بارش زا به سمت ایران مرکزی می شود؛ وضعیت آب و هوایی خاصی را برای این منطقه به وجود آورده است. منطقه مورد مطالعه از دو واحد آب و هوایی متفاوتی برخوردار است به طوری که در محل سرچشمه ها و قسمت اعظم کوهستانی حوضه، انبوه برف در فصول سرد سال قابل ملاحظه است اما در نواحی مصب و بخش جلگه ساحلی در طول سال بارش به صورت برف، به ندرت رخ می دهد، در صورتی که مجموع بارش در آن بسیار بیشتر از مناطق کوهستانی می باشد.

۹-۱-۲- توزیع بارش در منطقه مورد مطالعه

از نظر توزیع بارش، حوضه آبریز رودخانه هراز را از سمت جنوب به شمال می توان در سه بخش مورد مطالعه قرار داد.

بخش اول که جنوبی ترین قسمت حوضه آبریز رودخانه هراز می باشد، مناطق پلور و لار را شامل می شود که در این مناطق به سبب ارتفاع زیاد، بارش بیشتر به شکل برف می باشد؛ به طوری که در فصول گرم سال نیز بارش برف روی قله دماوند و ارتفاعات آن دیده می شود.

بخش دوم که حدفاصل آب اسک تا ۳۰ کیلومتری جنوب آمل (حوالی امارت) را در بر می گیرد، به سبب کم شدن ارتفاع (نسبت به بخش اول) عموماً بارش بیشتر به شکل باران و در فصول سرد به شکل برف و تگرگ می باشد. در این بخش هر چه ارتفاع کمتر می شود از حجم بارش کاسته می گردد.

بخش سوم که کل منطقه جنگلی تا انتهای حوضه آبریز رودخانه هراز را در بر می گیرد، تحت تاثیر رطوبت خزری قرار می گیرد. در این بخش میزان بارش با ارتفاع رابطه معکوس دارد؛ به طوری که بیشترین مقدار بارندگی را در ساحل دریا شاهد هستیم.

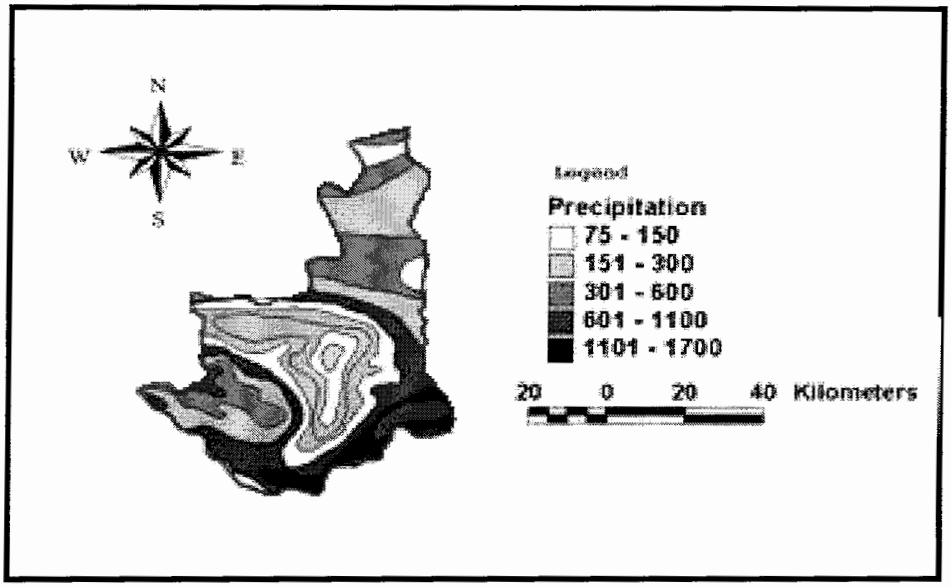
جدول ۲-۲ میانگین میزان بارش را در سه ایستگاه پلور، کره سنگ و محمودآباد نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- میانگین میزان بارش از جلگه به سمت مناطق کوهستانی حاشیه رودخانه هراز (برحسب میلیمتر)

ایستگاهها	ماههای سال												
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالیانه
محمودآباد	۱۳۸/۱	۱۳۸/۱	۱۴۵/۷	۱۱۹/۱	۱۰۱/۸	۸۰/۹	۵۳/۰	۳۰/۲	۳۰	۳۰/۱	۵۰/۸	۱۱۷/۱	۱۰۳۸۵
کره سنگ	۱۰۶/۹	۸۹/۶	۶۳/۱	۵۹/۴	۷۲/۸	۹۰/۱	۱۹/۱	۵۲/۶	۴۸/۵	۵۴/۵	۴۸/۳	۱۰۴/۳	۸۰۹
پلور	۲۷/۴	۳۳/۹	۵۲/۲	۵۳/۵	۶۲/۹	۹۵/۹	۹۳/۳	۸۴/۱	۳۵/۱	۱۱/۶	۹/۷	۱۱/۷	۵۸۲

ماخذ: سازمان های آب منطقه ای مازندران و تهران (۱۳۸۵)

همان گونه که مشاهده می شود توزیع بارش در سواحل پست منطقه مطالعاتی بین چهار فصل تقریباً با کمی نوسان یکسان است و در این بخش فصل خشک و یا بی باران مشاهده نمی گردد. فصل پاییز با بیش از ۴۰ درصد بارش پرباران ترین فصل سال است. در حالی که در بخش کوهستانی توزیع بارش در فصول سال یکسان نبوده و فصل تابستان فصل خشکسالی در این بخش محسوب می گردد. شکل۶-۲ خطوط همبارش را در منطقه نشان می دهد.



شکل۶-۲- خطوط همبارش شهرستان آمل

جدول ۳-۲- شاخص درجه حرارت ایستگاه تبخیرسنجی محمودآباد (برحسب درجه سانتیگراد)

	ماههای سال											
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
حداکثر متوسط دما	۲۱/۳	۱۵/۶	۱۴/۵	۱۶/۱	۴/۱	۲۱/۳	۲۰/۹	۲۷/۴	۳۰	۳۱/۹	۲۹/۶	۲۸/۸
میانگین دما	۱۵/۴	۱۰	۹/۴	۱۰/۲	۳۵	۱۳/۴	۱۸/۸	۲۰/۹	۲۳/۷	۲۵/۶	۲۳/۸	۲۱/۵
حداقل متوسط دما	۹/۴	۴/۴	۴/۲	۳/۳	۵/۵	۹/۹	۱۱/۶	۱۴/۴	۱۷/۴	۱۹/۴	۱۸	۱۴/۳
نم نسبی	۷۹	۷۵/۶	۷۴/۶	۷۲/۳	۵۹	۶۸	۷۷/۳	۸۰	۸۱/۳	۸۴/۳	۸۲/۳	۷۹/۶

ماخذ: سازمان های آب منطقه ای مازندران و تهران (۱۳۸۵)

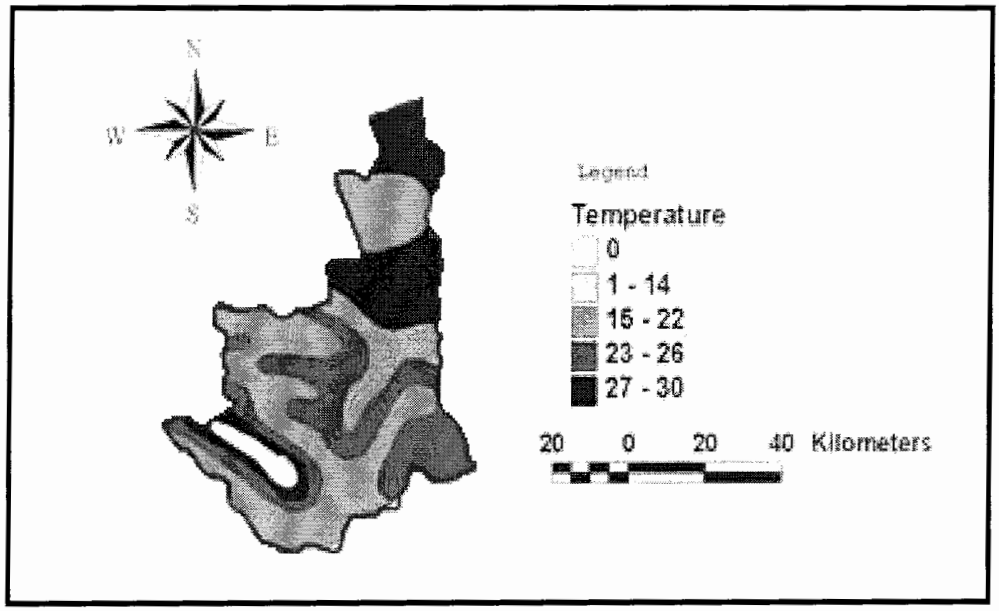
جدول ۴-۲- شاخص درجه حرارت ایستگاه تبخیرسنجی پلور (برحسب درجه سانتیگراد)

	ماههای سال											
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
حداکثر متوسط دما	۱۹/۴	۱۱/۱	۱/۹	۱	-۰/۲	۶/۸	۱۰/۴	۱۴/۳	۲۲/۶	۲۵/۲	۲۷/۱	۲۶/۶
میانگین دما	۸/۵	۴	-۳/۶	-۵	-۷/۱	-۰/۳	۴/۳	۷/۷	۱۲/۸	۱۵/۹	۱۷/۸	۱۵/۹
حداقل متوسط دما	۲/۶	-۲/۴	-۹/۱	-۱۰/۷	-۱۴/۲	-۷/۶	-۱/۹	۱/۱	۲/۹	۶/۵	۸/۵	۵/۱
نم نسبی	۶۰	۶۸	۸۹	۸۳	۸۵	۶۹	۶۴	۶۳	۴۸	۵۳	۵۵	۴۸

ماخذ: سازمان های آب منطقه ای مازندران و تهران (۱۳۸۵)

همان طوری که مشاهده می شود در هر دو ایستگاه سردترین ماههای سال دی و بهمن و گرم ترین ماه سال مرداد است. در شکل ۷-۲ خطوط هم دما منطقه مود مطالعه آمده است. توزیع ماهانه روزهای یخبندان در منطقه مطالعاتی در دو ایستگاه هواشناسی قائم شهر و رینه ثبت شده است. با توجه به بررسی های انجام شده بیشترین تعداد روزهای یخبندان در هر دو ایستگاه مربوط به ماه بهمن است. چنان که می دانیم تغییرات دما به ویژه یخبندان از عوامل مهم مؤثر در تخریب سنگ ها می باشد. وقتی که آب یخ می‌بندد حجم آن حدود ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. افزایش حجم آبی که در شکاف سنگ‌ها منجمد می گردد؛ موجب وارد آوردن فشار بسیار زیادی بر دیوار آن شکاف ها می

شود. بنابراین سنگ های سطحی در منطقه کوهستانی حوضه که در معرض چنین اثری قرار دارند پیوسته شکسته شده و ریزش می کنند. میانگین روزهای یخبندان در جدول ۵-۲ آورده شده است.



شکل ۷-۲ خطوط همدما شهرستان آمل

جدول ۵-۲- میانگین روزهای یخبندان در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	ماههای سال												
	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	سالانه
رینه	۲۸/۴	۲۶/۹	۲۴/۳	۱۱/۱	۱/۷	۰	۰	۰	۰	۰/۸	۸/۷	۲۰/۴	۹۶/۹
قائم شهر	۴/۸	۴/۹	۱/۳	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۱	۱۴/۴

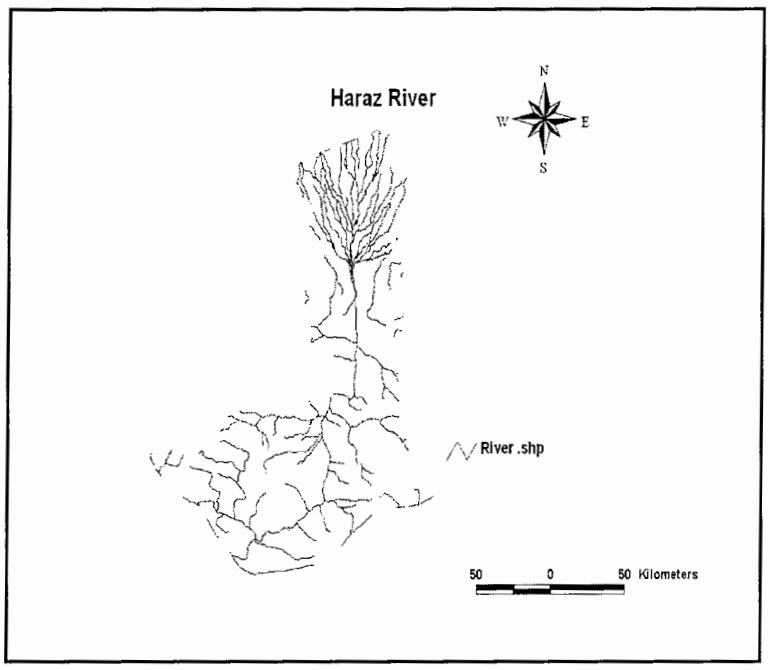
ماخذ: سازمان آب منطقه ای استان مازندران و تهران، سال (۱۳۸۵)

۱۰-۱-۲- هیدرولوژی رودخانه هراز

رودخانه هراز پرآب ترین رودخانه در زیرحوضه آبریز هراز و در محدوده مطالعاتی تحقیق می باشد.

ارتفاعات لار با نزولات جوی زیاد، ذخیره قابل ملاحظه ای برای رودخانه های اطراف تشکیل داده، آب های دامنه شمالی آن به رودخانه هراز و آب های دامنه جنوبی به رودخانه جاجرود می پیوندد. رودخانه لار که از دامنه شرقی کوه پالون گردن سرچشمه گرفته با جهت شمال غربی- جنوب شرقی خود، پس از طی مسافت زیادی ضمن دریافت شعبات مهمی چون سیاه پلاس، سفیدآب و دلیچای به سد لار می رسد و پس از سد لار با دبی متوسط ۱۳/۴ مترمکعب در ثانیه پس از عبور از دره های نسبتاً عمیق به پلور می رسد که پس از دریافت آب رودخانه پلور (که از پیوستن آب چشمه قلعه دختر و ذوب برف ارتفاعات امام زاده هاشم و چشمه های دهکده ییلاقی پلور تشکیل شده است) رودخانه هراز نامیده می شود.

سپس پس از طی مسافت ۳/۵ کیلومتر، آب رودخانه لاسم رود به آن می‌ریزد. در محل پنجاب رودخانه نمارستاق با دبی ۳ مترمکعب در ثانیه و رود نور در محل هردورود با آبدهی ۵/۳ مترمکعب درثانیه به آن می پیوندند. در این فاصله تا مصب رودخانه در منطقه ساحلی، رودخانه های فرعی متعددی با دبی های کم به رودخانه هراز می پیوندند.



شکل۸-۲ رودخانه هراز و شعبات آن

حوضه آبریز هراز را از حیث رژیم رودخانه ای می توان به ۲ نوع رژیم متفاوت طبقه بندی نمود که عبارتند از: رژیم کوهستانی و رژیم جلگه ای. رژیم کوهستانی روخانه هراز به سبب اختلاف ارتفاع

زیاد سرچشمه نسبت به سطح پایه (دریای خزر) از شیب تندی برخوردار است و به این دلیل، انرژی جنبش آب در این بخش بالا بوده و این امر توان فرسایشی را دربستر کوهستانی این حوضه بالا می‌برد. در بخش جلگه ای این حوضه (برعکس بخش کوهستانی) اختلاف ارتفاع از سطح پایه (دریای خزر) خیلی کم است، به طوری که در ابتدای جلگه ارتفاع از سطح دریاهای آزاد حدود ۲۲۰ متر است. از این رو شیب بستر خیلی کم و درنتیجه آب حوضه از انرژی جنبشی کمتری برخوردار است. در این بخش شکل رودخانه به صورت ماندری می باشد و سبب گسترش رسوب های آبرفتی می گردد. برای اندازه گیری رژیم آبدهی رودخانه هراز از ایستگاه هیدرولوژی کره سنگ (ده کیلومتری جنوب آمل) بر روی رودخانه هراز به عنوان ایستگاه اصلی استفاده شده است. جدول ۶-۲ دبی های متوسط ماهیانه و سالیانه رودخانه هراز را در ایستگاه کره سنگ نشان می دهد.

جدول ۶-۲ دبی رودخانه هراز از سال ۱۳۶۲-۱۳۸۳ (ایستگاه کرسنگ)

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین سالانه[1]	حجم آب واردشده سالانه[2]
۱۳۶۳-۱۳۶۲	۱۶.۸	۱۵.۸	۱۵.۵	۱۵.۲	۱۷.۹	۱۷.۶	۲۷.۶	۴۵.۹	۴۱.۶	۲۳.۶	۲۰.۳	۱۴.۶	۲۲.۷	۷۱۵.۹
۱۳۶۴-۱۳۶۳	۱۳.۰	۱۵.۰	۱۴.۸	۱۳.۷	۱۴.۹	۱۵.۵	۳۳.۰	۵۷.۰	۵۹.۵	۳۷.۹	۲۸.۱	۲۵.۷	۲۷.۳	۸۶۲.۲
۱۳۶۵-۱۳۶۴	۲۱.۲	۲۰.۷	۲۰.۳	۲۱.۵	۱۸.۸	۱۹.۲	۲۹.۷	۶۳.۷	۶۱.۸	۳۵.۷	۲۳.۷	۲۰.۹	۲۹.۸	۹۳۸.۵
۱۳۶۶-۱۳۶۵	۱۸.۷	۱۹.۲	۱۶.۸	۱۳.۷	۱۴.۵	۱۷.۵	۳۲.۷	۶۷.۷	۶۶.۹	۴۹.۵	۴۱.۳	۳۷.۶	۳۳.۰	۱۰۴۰.۷
۱۳۶۷-۱۳۶۶	۳۴.۲	۳۱.۳	۲۳.۸	۲۳.۵	۲۱.۷	۲۵.۶	۳۴.۵	۶۰.۷	۵۲.۰	۳۱.۳	۳۲.۵	۲۶.۴	۳۳.۱	۱۰۴۴.۵
۱۳۶۸-۱۳۷۷	۲۶.۰	۲۱.۹	۲۲.۵	۱۹.۸	۱۴.۶	۱۴.۳	۱۹.۱	۴۷.۴	۴۶.۵	۲۴.۰	۱۷.۳	۱۴.۳	۲۴.۰	۷۵۵.۹
۱۳۶۹-۱۳۶۸	۱۳.۱	۱۲.۰	۱۲.۶	۱۱.۴	۱۱.۶	۱۵.۶	۱۸.۳	۳۸.۸	۴۲.۰	۲۰.۶	۱۶.۰	۱۲.۹	۱۸.۷	۵۹۰.۷
۱۳۷۰-۱۳۶۹	۱۲.۰	۱۱.۶	۱۲.۰	۱۱.۷	۱۱.۹	۱۴.۰	۲۳.۸	۴۷.۵	۴۹.۲	۳۴.۸	۱۹.۰	۱۷.۱	۲۲.۱	۶۹۵.۷

[1] میانگین سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

[2] حجم آب وارد شده سالانه بر حسب میلیون متر مکعب در ثانیه

ادامه جدول ۲-۶

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین سالانه	حجم آب وارد شده سالانه
۱۳۷۱-۱۳۷۰	۱۶.۸	۱۷.۵	۱۴۹.۸	۱۹.۹	۱۹.۱	۲۵.۹	۴۱.۶	۷۱.۸	۸۷.۰	۶۱.۲	۳۸.۵	۳۰.۳	۴۸.۳	۱۱۸۱.۰
۱۳۷۲-۱۳۷۱	۳۳.۳	۲۷.۰	۲۴.۷	۲۲.۶	۲۴.۵	۳۰.۸	۳۳.۸	۴۹.۵	۴۳.۱	۳۱.۵	۲۳.۷	۲۱.۱	۳۰.۵	۹۶۰.۶
۱۳۷۳-۱۳۷۲	۲۰.۳	۲۰.۶	۲۲.۱	۲۰.۱	۱۸.۸	۱۹.۱	۲۵.۶	۴۴.۷	۴۳.۵	۳۱.۳	۲۲.۸	۲۰.۲	۲۵.۸	۸۱۲.۱
۱۳۷۴-۱۳۷۳	۱۷.۴	۲۱.۹	۲۰.۲	۱۶.۴	۱۶.۶	۱۸.۲	۳۲.۷	۶۰.۶	۶۸.۶	۳۸.۵	۲۲.۹	۱۸.۱	۲۹.۳	۹۲۵.۳
۱۳۷۵-۱۳۷۴	۱۷.۸	۱۸.۸	۱۶.۱	۱۴.۸	۱۳.۸	۱۴.۷	۲۷.۰	۶۰.۵	۵۹.۹	۳۳.۴	۲۰.۹	۱۳.۵	۲۵.۹	۸۱۷.۴
۱۳۷۶-۱۳۷۵	۱۴.۱	۱۵.۱	۱۱.۳	۱۰.۴	۹.۹	۱۰.۵	۱۶.۶	۳۸.۵	۴۰.۹	۳۰.۶	۲۰.۶	۱۸.۶	۱۹.۸	۶۲۲.۸
۱۳۷۷-۱۳۷۶	۱۷.۳	۱۸.۷	۱۷.۲	۱۵.۸	۱۶.۶	۱۶.۹	۳۳.۷	۵۸.۵	۶۰.۶	۳۹.۴	۳۰.۹	۲۱.۸	۲۹.۰	۹۱۳.۰
۱۳۷۸-۱۳۷۷	۳۰.۱	۱۸.۱	۱۶.۲	۱۵.۰	۱۳.۹	۱۴.۱	۱۶.۲	۲۸.۲	۲۰.۶	۱۷.۸	۱۲.۰	۱۲.۱	۱۷.۹	۵۶۲.۶
۱۳۷۹-۱۳۷۸	۱۱.۴	۱۱.۶	۱۱.۵	۱۱.۰	۱۱.۲	۱۲.۴	۲۴.۴	۳۰.۷	۲۴.۳	۲۰.۲	۱۵.۳	۱۴.۴	۱۶.۵	۵۲۰.۷
۱۳۸۰-۱۳۷۹	۱۴.۹	۱۵.۰	۱۴.۶	۱۴.۷	۱۴.۰	۱۵.۴	۱۶.۱	۱۹.۶	۲۰.۵	۱۲.۰	۹.۱	۱۰.۵	۱۴.۷	۴۶۲.۹
۱۳۸۱-۱۳۸۰	۱۰.۷	۱۱.۲	۱۳.۶	۱۲.۸	۱۲.۵	۱۶.۹	۳۳.۱	۴۵.۷	۵۰.۷	۳۲.۰	۲۶.۵	۱۵.۷	۲۳.۵	۷۳۹.۵
۱۳۸۲-۱۳۸۱	۱۹.۶	۱۹.۵	۱۹.۳	۱۸.۸	۱۸.۷	۲۳.۵	۳۷.۳	۸۵.۲	۸۴.۵	۵۸.۹	۳۳.۲	۲۸.۸	۳۷.۳	۱۱۷۵.۳
۱۳۸۳-۱۳۸۲	۲۷.۹	۲۵.۲	۲۶.۱	۲۵.۲	۲۳.۴	۲۴.۱	۴۶.۲	۷۸.۶	۶۸.۳	۵۴.۱	۳۷.۴	۳۳.۱	۳۹.۱	۱۲۴۲.۵
متوسط ۲۵ساله(متر مکعب در ثانیه)	۱۹.۴	۱۸.۵	۱۷.۵	۱۶.۴	۱۶.۱	۱۷.۸	۲۹.۳	۵۲.۱	۵۱.۰	۳۳.۴	۲۴.۰	۲۰.۱	۲۶.۳	۸۳۰.۰

ماخذ: سازمان آب منطقه ای مازندران(۱۳۸۵)

متوسط آبدهی سالیانه رودخانه هراز در ایستگاه کره سنگ ۲۶/۳۱ متر مکعب بر ثانیه بوده است که بیشترین حجم دبی رودخانه مربوط به ماههای اردیبهشت و خرداد و کمترین حجم آن مربوط به ماههای بهمن و دی بوده است.

۱۱-۱-۲- بررسی تناوب سیل

هنگامی که بار رسوبی و دبی رودخانه بیشتر از ظرفیت طبیعی رودخانه شود، سیل رخ می دهد و آب اضافی به اراضی اطراف و حاشیه رودخانه راه می یابد. رودخانه هراز که رودخانه پر آبی است، نقش بسزایی درگسترش فعالیت انسانی (از جمله فعالیت کشاورزی، صنعتی یا اقتصادی، روستایی، شهری و ...) و تأمین آب شرب (خصوصاً از طریق تغذیه آب زیرزمینی) دارد. وقوع سیل در این رودخانه موجب از بین رفتن زمین های کشاورزی، معادن شن و ماسه حاشیه رودخانه، خاک و پوشش گیاهی می شود. همچنین موجب از بین رفتن پل ها در مناطق شهری و شیوع بعضی بیماری ها می شود و بار رسوبی فراوانی را در حاشیه رودخانه و نهایتاً دریای خزر بر جای می‌گذارد.

با توجه به تناوب شرایط توپوگرافی، پوشش گیاهی و بارندگی، حوضه آبریز رودخانه هراز از نظر وقوع سیل، به دو ناحیه مجزا تقسیم می گردد. ناحیه اول در بر گیرنده حوضه آبریز رودخانه هایی است که مساحت آنها زیاد نبوده و در قسمت پرباران حوضه قرار داشته و بخش عمده وسعت آنها از جنگل پوشیده شده است. در ناحیه دوم رودخانه هایی قرار دارند که حوضه آبریز آنها وسعت زیادی داشته و در ماورای مناطق پوشیده از جنگل گسترش یافته اند. در این حوضه ها ریزش های جوی کمتر بوده و بخش عمده بارش به صورت برف می باشد.

۱۲-۱-۲- پوشش گیاهی و خاک

عناصر و عواملی همچون اقلیم، فرآیندهای مربوط به تشکیل خاک، شکل ناهمواری وجهت آن و همچنین عوامل ژئومورفولوژیکی در تعیین مقدار پوشش گیاهی یک منطقه دخالت دارند و پوشش گیاهی در نهایت باعث حفاظت منابع خاک می شود (رجایی ۱۳۸۱).

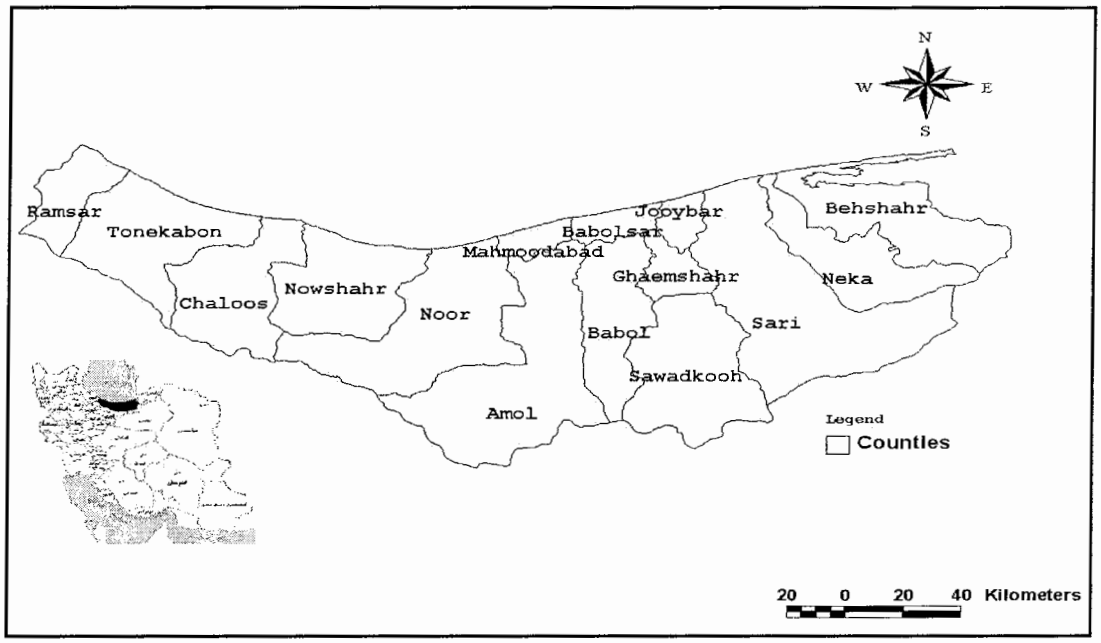
مطالعات و تحقیقات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه هراز نشان می دهد که در مجموع رستنی های دامنه های شمالی البرز و سواحل دریای خزر تقریباً شبیه به پوشش گیاهی آب و هوای مدیترانه ای است. این منطقه استعداد بسیار خوب و پتانسیل های قابل توجهی برای رشد و نمو گیاهان و درختان دارد. این عوامل منجر به شکل گیری مناطق متراکم و انبوه جنگلی در حاشیه جنوبی دریای خزر گردیده است. خاک های ساحلی حاشیه رودخانه هراز چون فاقد هوموس و مواد آلی می باشند، از این رو برای فعالیت های کشاورزی مناسب نیستند و ازنظر پوشش گیاهی بسیار فقیر اند. بخش هایی از آن به باغ مرکبات تبدیل شده و در بعضی قسمت ها گیاهانی مانند انار وحشی به صورت پراکنده مشاهده می شود. به سمت ارتفاعات بالاتر پوشش خاک از نوع رسی و عمیق است و در حاشیه بستر رودهای جاری در این بخش خاک های ضخیم لایه و عمیق، با بافت متوسط تا سنگین همراه با سنگریزه مشاهده می گردد. این بخش عموماً از خاک حاصلخیزی برخوردار است و اغلب شالیزارها و باغ‌های مرکبات در این بخش مشاهده می گردد. هر چه به ارتفاعات بالاتر رویم به جنگل های متراکم، انبوه و سپس نیمه متراکم و تنک و سپس به مراتع و در نهایت به مناطق صخره ای می‌رسیم.

جنگل های متراکم از ارتفاع ۲۲۰ متری شروع شده و تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری گسترش دارند و شامل گونه های شب خسب، توسکا، شمشاد، ممرز، انجیلی، ولیک، آلش، گردو، انار وحشی، فک، توت و سپیدار می باشد. جنگل های نیمه متراکم عموماً از ارتفاع ۲۰۰۰ متری شروع شده و تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری ادامه دارد و شامل گونه های ازگیل، آلش، گالش انگور، ملچ، زرشک و در نهایت به درختان بسیار کوتاه و درختچه ها و بوته زارها می رسیم. از ارتفاع ۳۰۰۰ متری به بالاتر مراتع آغاز می گردد که این مناطق غالباً خالی از درخت می باشند و ارتفاعات بسیار بالاتر به سبب برخورداری از توپوگرافی بسیار ناهموار عموماً بدون پوشش گیاهی می باشد.

۲-۲- ویژگی های اقتصادی- اجتماعی

محدوده مورد مطالعه بخشی از شهرستان آمل می باشد که جزء استان مازندران است. استان مازندران شامل قسمتی از جلگه های ساحلی جنوب و جنوب شرقی دریای خزر و شمال رشته کوه البرز می باشد. این استان با مساحتی حدود۲۳۷۵۶ کیلومترمربع، ۱/۴۶ درصد مساحت کشور را در بر

می گیرد. حد جنوبی آن استان های تهران و سمنان، حد غربی استان گیلان و حد شرقی آن استان گلستان می باشد. استان مازندران براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۸۲ دارای ۱۵ شهرستان، ۴۶ شهر، ۴۳ بخش و ۱۱۰ دهستان می باشد. شهرستان آمل با مساحتی حدود ۳۰۷۴ کیلومترمربع دارای ۲ شهر، ۲ بخش، ۸ دهستان و ۳۲۴ آبادی دارای سکنه می باشد.



شکل ۹-۲- شهرستان های استان مازندران

این شهرستان با توجه به موقعیت مکانی خاص خود که از طرف شمال به دریای خزر و از سمت جنوب به دامنه های شمالی رشته کوه البرز محدود است؛ دارای خصوصیات مکانی، فضایی و شرایط مطلوبی برای استقرار و سکونت گزینی جمعیت و فعالیت های اقتصادی می باشد.

جدول ۷-۲ ویژگی های عمومی محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۷-۲- ویژگی عمومی منطقه مورد مطالعه

	مساحت	تعداد بخش	تعداد شهر	تعداد دهستان
استان مازندران	۲۳۷۵۶/۴	۴۳	۴۶	۱۱۰
شهرستان آمل	۳۰۷۴/۴	۲	۲	۸

ماخذ: سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان مازندران، سال ۱۳۷

۱-۲-۲- جمعیت و وضعیت گروه های عمده شغلی

بنابر نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵، جمعیت شهرستان آمل ۲۹۸۵۵۵ نفر بوده که از این تعداد ۵۴ درصد در نقاط شهری و ۴۶ درصد در نقاط روستایی سکونت داشتند. نرخ رشد جمعیت در شهرستان آمل ۱/۶۶ درصد می باشد. ساختار جنسی و سنی از ۲۹۸۵۵۵ نفر جمعیت شهرستان، ۱۴۹۱۳۲ نفر مرد و ۱۴۸۹۰۰ نفر زن بوده که در نتیجه نسبت جنسی برابر ۱۰۰ به دست می آید.

بنابر سرشماری سال ۱۳۷۵ از جمعیت شاغل ده ساله و بیشتر شهرستان، ۱۹/۲۴ درصد در بخش کشاورزی (شامل گروههای عمده کشاورزی، شکار، جنگلداری و ماهیگیری)، ۲۶/۹۳ درصد در بخش صنعت (شامل گروههای عمده فعالیت استخراج معدن، صنعت، تأمین برق، گاز، آب و ساختمان) ۴۲/۷ درصد در بخش خدمات (شامل گروههای عمده فعالیت عمده فروشی و خرده فروشی، انبارداری و بهداشت) و ۱/۶۶ درصد به صورت نامشخص فعالیت داشتند. جدول ۸-۲ نسبت گروههای عمده شغلی را در نقاط شهری و روستایی نشان می دهد. همان گونه که در جدول مشخص است بیشترین درصد روستاییان به کارهای کشاورزی، جنگلداری، ماهیگیری و کار در معدن مشغول می باشند و بیشترین درصد شهرنشینان به کارهای صنعتی و مشاغل مربوط مشغول می باشند.

جدول ۸-۲- نسبت گروههای عمده شغلی به درصد جمعیت شاغل در شهرستان آمل

گروههای عمده شغلی	درصد جمعیت شاغل	
	نقاط شهری	نقاط روستایی
کارکنان کشاورزی ، جنگلداری ، ماهیگیری	۵/۵۲	۵۲/۲۲
صنعتگران و کارکنان مشاغل مربوط	۲۳/۴۲	۱۸/۶
متخصصان	۱۲/۴۲	۲/۴۸

ماخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۷۵

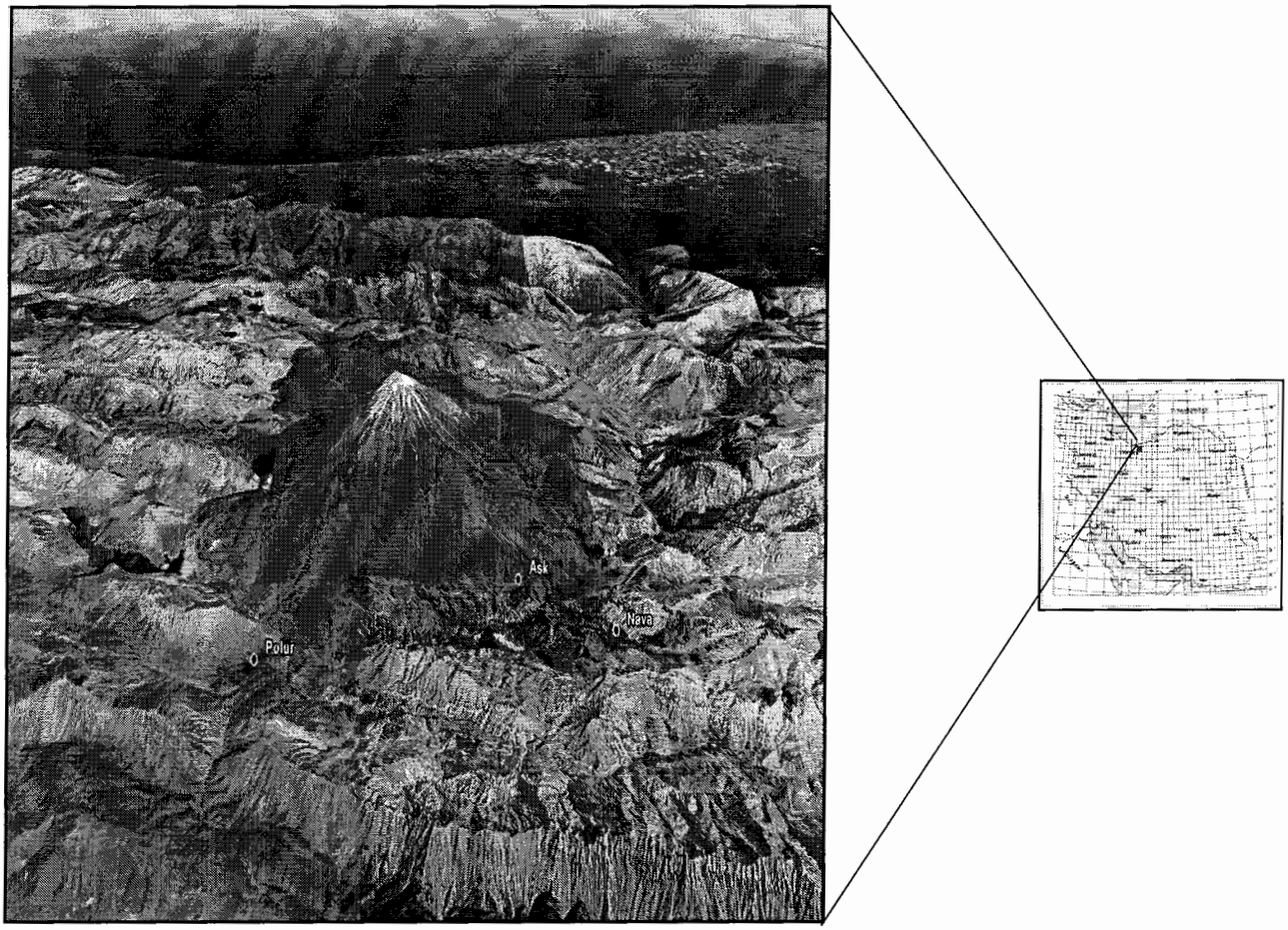
۲-۲-۲- وضعیت سواد

در بین دهستان های شهرستان آمل بیشترین تعداد باسوادی مربوط به دهستان لاریجان علیا با ۷۸ درصد بوده است. لازم به ذکر است که نسبت باسوادی برای کل کشور در مناطق شهری حدود ۷۷

درصد و برای نقاط روستای بالغ بر ۵۵ درصد بوده است. مقایسه درصد باسوادان این منطقه با درصد اعلام شده در کل کشور، مؤید آن است که شهرستان آمل از نظر وضعیت و آموزش در سطح مطلوبی قرار دارد.

۳-۲-۲- وضعیت اقتصادی

شهرستان آمل به خاطر در بر داشتن شرایط مطلوب آب و هوایی و شرایط زیست محیطی، بستر مناسبی برای فعالیت های اقتصادی است. این شهرستان با داشتن دهها کارخانه صنعتی و همچنین ثروت طبیعی قابل توجه مانند نفت، زغال سنگ، تراورتن، ماسه های کوارتزیتی، مصالح ساختمانی و منابع طبیعی مانند جنگل، دریا و رودخانه های دائمی از جمله رودخانه هراز، دارای شرایط ویژه‌ای برای ایجاد تشکیلات مختلف اقتصادی است. قرار داشتن در کنار جاده تهران- شمال، تولید محصولات استراتژی کشاورزی، داشتن مناظر زیبای جنگلی، چشمه های متعدد آب معدنی و گرم به عنوان توان توریستی، دارای امکانات مناسبی برای توسعه اقتصادی می باشد.



شکل ۱۰-۲- تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه(Google Earth ۲۰۰۷)

فصل سوّم

مبانی درجه بندی منابع آلاینده

۳-۱- مقدمه

توسعه بهره برداری از منابع اقتصادی، و استحصال منابع زیرزمینی و مواد خام جهت استفاده در صنایع و تکنولوژی مدرن در طی قرن بیستم و آغاز هزاره سوم میلادی، بدون رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، موجب بی‌نظمی و عدم تعادل یکنواخت در پدیده‌های محیط زیستی گـردیده است، که متأسفانه ساماندهی و مرمت عوامل موجود با صرف هزینه‌های هنگـفت و خسارات جبران ناپذیری همراه می‌باشد. برای مثال اکتشاف و بهره‌برداری از منابع هیدروکربوره (نفت و گـاز)، معادن (فلزی و غیرفلزی، مصالح ساختمانی، شن وماسه)، تولید و فرآوری کارخانه‌ها و مراکز صنعتی، نیروگـاههای مولد انرژی، کشاورزی و بهره وری از زمین‌های مزروعی، حجم فزاینده پسابهای شهری و سایر عوامل دیگـر موجب گـسترش و انباشت آلودگـی‌های مختلف نظیر سموم خطرناک، مواد رادیواکتیو و عناصر سنگـین، مواد شیمیائی مضر و عناصر زیست میکروبی در طبیعت پیرامون گـردیده است و عدم توجه لازم به جلوگـیری از آثار مخرب آنها و حفاظت از منابع طبیعی در نهایت انقراض موجودات زنده و انسان را در پی خواهد داشت.

همچنین ذکر این نکته حائز اهمیت می باشد که منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی همواره در حیات جامعه انسانی از اهمیت برخوردار بوده است. آلودگی منابع آب در کنار محدودیت کمی آن در سال های اخیر همیشه به عنوان یکی از دغدغه های اساسی بشر، اهمیت توجه به آن را دو چندان

نموده است. چرا که آلودگی منابع آب نه تنها حیات انسانی بلکه حیات گیاهی و جانوری را نیز با مخاطره روبرو ساخته است.

به موازات این پیامد باید به این نکته توجه شود که از عوامل کلیدی زیست انسان در روی زمین و مدیریت مؤثر منابع زمینی و استفاده مؤثر و پایدار از آنها این است که به مسایل محیط زیست به خصوص کیفیت آب توجه شود و در حدود و حیطه مقیاس های زمانی که فرآیندهای طبیعی تعیین کننده آنها هستند، عمل کنیم (غضبان ۱۳۸۱).

حوضه آبریز رودخانه هراز به دلایل شرایط آب و هوایی مناسب، پوشش گیاهی متراکم، منبع دایمی آب رودخانه های آن خصوصاً رودخانه هراز، وجود انواع منابع معدنی (به خصوص مصالح ساختمانی و شن و ماسه)، حاصلخیزی زمین در دشت آن و همجواری با کرانه ساحلی دریای خزر در ناحیه جنوبی خود، مورد توجه فراوان برای توسعه اقتصادی و بهره برداری بهینه از منابع طبیعی گردیده است.

بدلیل شرایط فوق، بهره برداری از منابع معدنی در حاشیه رودخانه و احداث کارخانجات جهت فرآوری مواد معدنی، شرایط مساعد زمین های زراعی جهت کشت، وجود چشمه های آب معدنی در حواشی رودخانه و استفاده از آب آنها به جهت خواص درمانی و عوامل دیگر، آسیب پذیری زیست محیطی این رودخانه را نسبت به آلودگی های مختلف افزایش داده است. در نتیجه بررسی وضعیت زیست محیطی منابع آلاینده و آلودگی ناشی از آنها در حوضه آبریز رودخانه هراز ضرورت پیدا می کند.

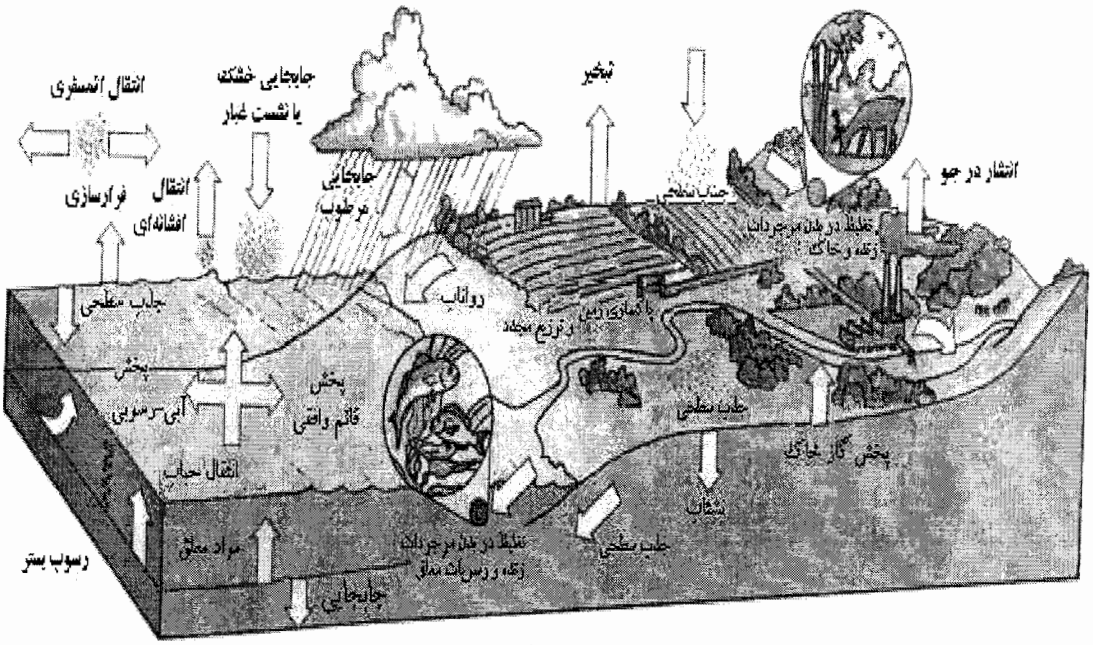
چون هدف در این پژوهش بررسی وضعیت آسیب پذیری حوضه آبریز رودخانه نسبت به انواع آلاینده ها می باشد؛ لذا برای روشن شدن مطالب در این فصل به بحث های مختصری در مورد مبانی آلودگی پرداخته می شود.

۲-۳- آلودگی در محیط زیست

محیط زیست یک جانور، انسان و هر موجود زنده ای شامل طیفی از سنگ، خاک، آب و هوا و عوامل دیگری نظیر نور و دما و نیز جانداران دیگر است.

در این میان محیط های غیرزنده (آب، هوا و زمین) کاملاً خالص نیستند و معمولاً با مقادیری عناصر خارجی همراه اند. در شرایط عادی مقدار این عناصر یا مواد خارجی در هر یک از محیط های گفته شده به قدری است که شرایط نامناسبی را برای محیط زیست به وجود نمی آورد و حتی اگر مقدار آن هم بنا به دلایلی اضافه شود، ویژگی خود تنظیمی محیط می تواند به صورتی تعادل را برقرار سازد که شرایط نامطلوب را کنترل کند. اما اگر ورود عناصر آلاینده بیش از حد معین باشد و از ظرفیت خود تنظیمی محیط بیشتر گردد، می تواند تغییرات عمده و پیش بینی نشده ای را در محیط اطراف ایجاد نماید و باعث بروز اختلال و آشفتگی در روند عادی زندگی موجودات بشود (رجایی ۱۳۸۲).

بنابراین می توان حضور عناصر و یا موادی را که از لحاظ محیط انسانی در مکان، زمان و ترکیب شیمیایی نامناسب و نامطلوب قرار گرفته اند، آلودگی نامید (Hageet 1994). در شکل ۱-۳ نحوه منتشر شدن آلودگی در محیط زیست نشان داده شده است



شکل ۱-۳- انتشار الودگی در محیط زیست

بنا به تعریف دیگر آلودگی به موادی اطلاق می شود که برای سلامتی انسان و سایر موجودات زنده و به طورکلی یک اکوسیستم، بسیار خطرناک بوده و به عنوان تهدیدی جدی برای محیط زیست تلقی گردند. تا آنجایی که می دانیم، زمین از نظر زیستی سیاره ویژه ای است. و به خاطر همین

ویژگی اش، شرایط حیات را برای موجودات زنده تأمین می کند. بنابراین باید ویژگی زیستی آن را تا حد امکان حفظ کنیم. بشر در طول سالیان متمادی با پیشرفت های علمی و دسترسی به ذخایر زمینی موجب بروز اختلال و آشفتگی در سیستم های طبیعی و صدمات فراوان به محیط زیست شده است. آلودگی دریاها و اقیانوس ها، آب های زیرزمینی، تغییر در ترکیب اتمسفر و از بین رفتن گونه های مختلف موجودات از جمله پیامدهای فعالیت انسان در روی زمین بوده است. اما فعالیت انسان به تنهایی عامل تخریب کننده محیط زیست محسوب نمی شود بلکه حضور بعضی مواد در محیط و فرآیندهایی که همراه آنها هستند، توانایی آلوده نمودن آب و یا خاک و یا پایین آوردن کیفیت سطح آب را دارا می باشند (Keller 1999).

بنابراین باید در مهار و کم کردن آلودگی اقدامات اساسی صورت گیرد زیرا اگر ورود آلاینده ها به محیط زیست سیر صعودی پیدا کند، تمام نقاط کره زمین را در بر گرفته و اثرات جبران ناپذیری بر روی همه موجودات کره زمین بر جای می گذارد.

۳-۳- تهدیدها و فرصت های زیست محیطی

در سال ۱۹۶۶ بالدینگ[1] مقاله ای را تحت عنوان "سفینه زمین"[2] به رشته تحریر درآورد و در آن علم اقتصاد را با برخی علوم دیگر تلفیق نمود تا نظام اقتصادی را به عنوان سیستم چرخشی جریان منابع و محیط زیست را به عنوان مجموعه ای از محدودیت ها، ذخیره منابع و ظرفیت جذب طبیعی (یا مخزن) ضایعات نمایان سازد. بالدینگ اظهار نمود که ما باید از این رفتار خود که در یک اقتصاد گله‌داری با قلمرو نامحدودی از منابع زندگی می‌کنیم دست برداریم و بیاموزیم که با سیاره زمین به عنوان یک «سفینه » رفتار کنیم. سفینه، سیستمی چرخشی است که در آن تمامی تلاشها در جهت چرخش مجدد مواد، کاهش ضایعات، حفظ و ذخیره انرژی فنا شدنی و بهره‌گیری از منبع انرژی نامحدود خورشیدی می باشد.

پیام سرنشینان سفینه آنجا که می گویند:"زمین گرد است "مفهوم دیگری را در ما القا می کند و آن این است که زمین محدود است و به این ترتیب به افسانه لا یتناهی بودن توان و قدرت زمین از بابت

[1] Boulding 1966
[2] Spaceship Earth

تامین مواد و منابع و منافع زندگی بخش، پایان میپذیرد یعنی این که زمین به سنجش در می آید؛ یعنی که این سیاره گرد و محدود سفینه ای است که بار معینی را می پذیرد، موتوری است که اندام و ابزار و اجزائی دارد که اگر آنها را نشناسیم و یا نابه جا به کاربریم و به غلط دست کاری کنیم ضایع می شود و عقیم می گردد. از آنجا که زمین موضوع زندگی است و نه تملک و تصرف و تحکم، قبول باید کرد که مهمترین ابزار این زندگی خود زمین است و طبیعی است که شناخت ظرفیت های محیط طبیعی، یعنی کره زمین نوعی ابزار شناسی زندگی است و این بنیان، مذهب تازه ای است که آن را می توان مذهب محیط زیست نام داد.

بنای این مذهب بر چند اصل استوار است:

الف- توان زمین محدود و معین است.

ب- زمین ابزار زندگی است.

ج- انسانها همه میهمان سر سفره طبیعت اند.

د- زمین متعلق به همه آدمها و همه نسلها است.

ه- هر انسان را حقی و سهمی بر لیتوسفر و هیدروسفر و اتمسفر برای تامین زندگی خویش است.

پیروان بالدینگ تحقیق او را به صورت مدلهای تعادل مواد، مدون و فرموله بندی نمودند. سهم آنها در این تحقیق نشان داد که ضایعات در سرتاسر یک سیستم اقتصادی پراکنده می‌باشند (تورنر و همکاران، ۱۳۷۴). همزمان و یا به دنبال فعالیت‌های عمرانی و سرزمین‌آرایی‌ها، پدیده سرزمین‌آلایی و درنهایت بحران محیط‌زیست بوجود می‌آید. به عبارت دیگر آنجا که پروژه‌های توسعه‌های دور از مطالعات عمیق و همه‌جانبه صورت می‌گیرد و نیز منابع طبیعی در قالب مصرفی بی‌رویه قرار می‌گیرند، به گونه‌ای که دیگر در بعضی مناطق جبران خسارت وارده غیرممکن می‌گردد، مسایل و مشکلاتی به بار می‌آید که به فروریختن نظم ساختاری اکوسیستم و نابودی محیط‌زیست منجر خواهد شد.

بنابراین می توان گفت که در حال حاضر علت اصلی بحران های زیست محیطی بر اثر فعالیت های انسانی و رشد بی رویه جمعیت در ساختن شهرها و صنعتی کردن می باشد که بدون هیچ احساس مسئولیتی رو به رشد است. به طور مثال در بسیاری از نقاط دنیا کشت و کشاورزی محصولات، نیازمند استفاده از آب سطحی و زیرزمینی می باشد. در صورت استفاد بیش از حد از هر

دو منبع آب به خصوص آب زیرزمینی شاید هرگز نتوان میزان آن را به شرایط قبل از بهره برداری رساند و برای مدت طولانی مسئله کمبود آب به وجود خواهد آمد.

۴-۳- منابع آلوده کننده موضعی و غیرموضعی

گسترش فعالیت انسانی تا حد قابل توجهی قادر به تغییر میزان جریان ورودی آلاینده ها به محیط های طبیعی می باشد. به عنوان مثال، استخراج زیاد سنگ آهک به منظور تیمار خاک های اسیدی در کشاورزی و مصالح ساختمانی (برای ساخت سنگ نما و تولید سیمان)، مقدار بسیار زیادی از منابع غنی از کلسیم را در معرض هوازدگی و فرسایش قرار می دهد. همچنین نمک پاشی جاده ها، نمک های حاوی کلسیم را به تدریج در آب های جاری وارد می سازد. افزایش کلسیم بر روی اقیانوس ها، تغییرات قابل توجهی به جا نمی گذارد اما افزوده شدن این مواد به طور موضعی در محلی مثل یک رودخانه موجب عملکرد سوء بر روی چرخه زیستی این اکوسیستم می گردد.

به طورکلی منابع تأمین آلودگی، یا ازنقطه خاص و واحدی منشا می گیرند یا از نقطه خاص و واحدی منشا نمی گیرند. بر این اساس، منابع آلودگی به انواع منابع متمرکز (موضعی)[۱] و منابع غیرمتمرکز (غیرموضعی)[۲] تقسیم می شوند. به عنوان مثال، آلودگی های ناشی از لوله های فاضلاب یک کارخانه صنعتی که به داخل رودخانه وارد می شوند، موضعی محسوب شده و موجب آلودگی آب آن رودخانه می شوند. این آلاینده ها به آسانی قابل تشخیص اند و به طور منظم می توان آنها را مورد بررسی و مطالعه قرار داد.

منابع آلوده کننده غیرمتمرکز، پراکنده ترند. برای مثال می توان به رواناب کود دار یک مزرعه، آلوده شدن جو در اثر گازهای سمی و تنظیم و زهکشی آب اسیدی معادن اشاره نمود. اندازه گیری آزمایشگاهی برای منابع آلودگی های غیرمتمرکز بسیار دشوار و گاهی غیرممکن است.

به طورکلی، آلودگی هایی که توسط منابع متمرکز و یا غیرمتمرکز به محیط زیست وارد می شوند، تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آلاینده (از نظر پایداری و تجزیه شدن)، بوسیله عوامل زیستی قرار دارند. بنابراین اگر یک آلاینده دارای عمر طولانی بوده و پایداری بالا داشته باشد،

---

[۱] Point Sources

[۲] Nonpoint Sources

مدت زمان زیادی طول می کشد تا مورد تجزیه قرا گیرد و همواره آن آلاینده در آن محیط مسئله ساز است. البته محیطی که آلاینده، اعم از متمرکز یا غیرمتمرکز، به آن وارد می شود در پایدار مانـدن آن آلاینده و یا زود تجزیه شدنش موثر است.

۵-۳- آلودگی منابع آب

یکی از شروط اصلی توسعه پایدار، اطمینان از عدم آلودگی منابع آبی مانند نهرهـا، رودخانـه هـا، چشمه ها، دریاچه ها و آب های زیرزمینی است.

متأسفانه آلاینده ها به صورت گوناگون منابع آب را مورد تهدید قرار می دهند. توانـایی و قابلیـت انتشار و انتقال آلودگی توسط آب در سفره های زیرزمینی، آب های سـطحی و حوضـه هـای دریـایی بسیار بالا است. آلودگی های گوناگون موجب دگرگون شدن خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آبها می شوند. به تناسب شدت تغییرات، از کیفیت آب کاسته می شود. گاهی آب به قدری کیفیت خود را از دست می دهد که دیگر نمی توان آن را مورد استفاده قرار داد. در مناطقی که آب چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی با مشکلاتی همراه است؛ سئوالاتی از قبیل این که: آیا بـه انـدازه کـافی آب سـالم و پاک وجود دارد که قادر به تأمین احتیاجات آینده بشر باشد؟ آیا کیفیـت ایـن آب هـا بـرای اسـتفاده کافی به نظر می رسد؟ و نیز آیا اتلاف کمتر آب ها امکان پذیر است یا خیر؟ مطرح می شود.

۱-۵-۳- آلودگی آب های سطحی

آلودگی آب ها به طور اخص بر پایین افتادن کیفیت آن دلالت می کند و میزان آن توسط انـدازه گیری های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تعیین می شود.

آب های سطحی در حین حرکت از نظر فیزیکی و شیمیایی موجب فرسـایش سـطح زمـین مـی شوند. مهمترین عوامل زمین شناسی که موجب تغییر آب های سطحی می شـوند عبارتنـد از: جـنس خاک، سنگ، ویژگی های ساختمانی و درجه فرسایش پذیریشان؛ و همچنین نوع سازندی که رودخانه ها از کنار آن عبور می کنند نیز بسیار مهم است. مثلاً تشکیلات شمشک که حاوی شیل هـای ذغـال

دار اند تأثیر زیادی بر روی رودخانه مجاورشان دارند. همچنین عواملی نظیر باران اسیدی، فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، معدنی و آلاینده های هوا نیز موجب آلودگی این آب ها می شوند.

از دیگر آلاینده های آب های سطحی مواد آلی می باشند. مواد آلی که وارد آب های سطحی می شوند به مرور زمان توسط میکروارگانیزم ها تجزیه و متلاشی می شوند. اگر اکسیژن فراوان در آب موجود باشد؛ عمل متلاشی شدن به صورت هوازی با استفاده از اکسیژن توسط جانوران انجام می پذیرد و در نهایت آن قدر اکسیژن مصرف می‌شود که عمل متلاشی شدن به صورت بی هوازی و با سرعت کمتری صورت می گیرد. اکسیژن محلول در آب به عنوان مهمترین عامل برای ادامه حیات موجودات هوازی در حوضه آب‌های سطحی می‌باشد. استفاده از این عنصر حیات بخش (اکسیژن) در روند تجزیه مواد آلی باعث کاهش تدریجی آن در ترکیب آب شده و اصلاحاً شرایط نامطلوب محیطی با افزایش اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز یا BOD[1] همراه می‌باشد. BOD در حقیقت به عنوان "اکسیژن مصرف شونده توسط میکروارگانیزم‌های تجزیه‌کننده"، تلقی می‌شود. متلاشی شدن بیش از اندازه مواد آلی، نه فقط اکسیژن را به مصرف می رساند، بلکه انواع مختلف ترکیبات مانند نیترات ها، فسفات ها و سولفات ها را وارد آب می سازد. همچنین فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی نیز توسط رواناب سطحی وارد آب می شوند و باعث فرآیند اوتریفیکاسیون[2] یا غنی شدگی آب می گردند که این عامل هم از شاخص های آلودگی آب های سطحی می باشد. عدم کنترل رشد و نمو گیاهان آبزی و جلبک ها در نهایت سبب کاهش و افت اکسیژن محلول در آب می‌شود و بنابراین موجودات زیادی از بین می روند و در این حالت آب کاملاً به رنگ سبز در می آید. به این فرآیند که با کاهش اکسیژن در محیط آبی همراه است، پدیده «آتروف»[3] گفته می شود (Mongomery 1997).

از دیگر آلودگی های منابع آب، آلودگی به واسطه کودهای شیمیایی حاصل از فعالیت کشاورزی و آفت‌کش ها می باشد که مقدار زیادی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، DDT و فلزات سنگین وارد رودخانه و موجب جهش ژنتیکی در موجودات و آسیب دیدگی محیط می شود.

فعالیت معدن کاری نیز تأثیر عمده ای بر عمر رودخانه، آبیاری، آب شرب و چراگاهها دارد. این تأثیرات، ناشی از وجود بیش از حد فلزات سنگین، اسیدتیه شدن آب و ذرات جامد معلق و همچنین

[1] Biochemical Oxygen Demand
[2] Eutrophication
[3] Eutrophic

کدورت آب می باشد. طغیان رودخانه های آلوده، موجب تخریب و از بین رفتن زمین های کشاورزی می شود.

بنابراین چنین استنباط می‌شود که آب‌های سطحی بیش از پیش در مقابل آلودگی ها آسیب‌پذیر بوده و با توجه به توان بالای آنها برای انتقال آلودگی، به طور جدی محیط زیست را مورد تخریب قرار می دهند.

۲-۵-۳- آلودگی آب های زیرزمینی

انواع آلاینده های محلول با توجه به محل نفوذ آب های سطحی به درون زمین، می توانند آب های زیرزمینی را تحت تأثیر قرار دهند. برای مثال، آفت کشهای کشاورزی و کودهای شیمیایی بعد از مدتی که از به کار بردن آنها گذشت، ممکن است بدون این که تجزیه شده باشند، به صورت محلول وارد آب های زیرزمینی شده و موجب آلودگی آنها شوند. آب های حاصله از زهکشی معادن، آب های سطحی، فاضلاب، نفوذ آب شور دریا به سفره های ساحلی و آب های آلوده دیگر، قادر به آلودگی آب های زیرزمینی هستند. با توجه به این که آب های زیرزمینی همواره تحت تأثیر آب های سطحی قرار دارند ورود آلاینده ها به آب های سطحی و آلوده شدن آن باعث آلوده شدن آب های زیرزمینی می شود و از طرفی تشخیص منبع آلودگی آب های زیرزمینی بسیار مشکل است چه آنها از منابع متمرکز و چه از منابع غیرمتمرکز آلوده شوند؛ چون قابل رویت نیستند و تا مدتی نمی توان به وقوع آنها پی برد. به عنوان مثال مواد شیمیایی یک کارخانه صنعتی که وارد خاک می شوند، تا مدت ها بعد از فعالیت آن کارخانه و حتی سال ها بعد از تعطیلی آن ممکن است به آب زیرزمینی نرسند ولی پس از مشخص شدن منبع آلاینده، معلوم می شود که وسعت منطقه آلوده شده بسیار گسترده است.

مهمترین راهکار در مورد آب های زیرزمینی، این است که از همان نخست از آلودگی آنها جلوگیری شود، زیرا پاکسازی آنها به طور کلی بسیار دشوار است.

۳-۵-۳- آلودگی دریایی

مهمترین انواع آلودگی های محیط دریایی شامل فاضلاب ها، پساب ها، ترکیبات شیمیایی استخراج نفت و گاز، فرسایش رسوبات زمین های اطراف و برخی آلاینده های ناشی از فعالیت انسانی

می باشد. ورود این آلاینده ها با گذشت زمان شرایط بحرانی را در محیط های ساحلی و دریایی ایجاد می کند.

از آنجایی که در محیط‌های دریایی و اقیانوسی آسیب پذیرترین قسمت در مقابل آلاینده ها، محیط‌های ساحلی می باشند و از طرفی خطوط ساحلی، محیط زیست پرطرفداری است و بهای زمین در این مناطق بسیار بالاست، بنابراین باید با یک روش مدیریتی صحیح از رشد فزاینده مواد زائد و ورود آلاینده ها به این محیط جلوگیری نمود.

۶-۳- مدیریت زیست محیطی مواد آلاینده

هدف از مدیریت زیست محیطی مواد آلاینده، کنترل آلودگی ها است. از آنجایی که همه مسائل در محیط زیست به هم ارتباط دارند، لذا انسان و طبیعت به نحو جدایی ناپذیری به هم مربوط شده و عمل هر کدام بر دیگری اثر می گذارد. یکی از اهداف مدیریت محیط زیست، برقراری ارتباط سازگار بین اکوسیستم های طبیعی و ویژگی های اقتصادی- اجتماعی محیط است و هدف از چنین سیستم هایی کاهش اثرات این دو سیستم بر روی یکدیگر است. مدیریت زیست محیطی باید جمیع علت ها را در نظر گرفته و شرایط منطقه را هم برای کوتاه مدت و هم طولانی مدت در نظر داشته باشد (Murket 1995).

مدیریت زیست محیطی باید به جای پیش بینی های متکی بر دستاوردهای پذیرفته شده علمی، از تکنیک های مدل سازی، شبیه سازی و تخمینی استفاده نماید و به این وسیله مساله را شناسایی و مکانیزمهای جبرانی را محقق گرداند. بدین معنا که یک مدیر زیست محیطی باید در مواقع ضروری، بدون دلایل ثابت شده علمی، در جهت حل سریع مساله اقدام نماید. بنابراین کاهش تولید مواد آلاینده، شناسایی عوامل تهدیدکننده محیط زیست، ارتقاء کیفیت منابع حیاتی و حفظ بهداشت و سلامت همگانی (به خصوص کیفیت منابع آب، دفع فاضلاب ها و دفع مواد زائد) از اهداف مدیریت زیست محیطی می باشد (Barrow 2000).

از حدود چهل سال پیش تاکنون مدیریت منابع طبیعی جای خود را به مدیریت زیست محیطی داده است. در این دیدگاه مدیریتی، بهره برداری مداوم و دراز مدت از منابع طبیعی به دنبال ارزیابی های زیست محیطی انجام می پذیرد و سرپرستی جایگزین بهره برداری غیر اصولی گشته است.

در جدول ۱-۳- نوع فعالیت ها و ایجاد منابع آلودگی و تأثیرشان در محیط زیست آمده است.

۷-۳- ویژگی های عناصر نادر و نقش آنها در سلامتی انسان

منبع اصلی عناصر نادر موجود در بدن، زمین است و می توان گفت تمامی این عناصر به طور طبیعی در سنگ ها وجود دارند. در شکل ۲-۳، شیوه های گوناگونی که عناصر نادر به بدن انسان راه می یابند نشان داده شداست، همانطوریکه مشاهده می شود آب و خاک به عنوان منابع پایه همه جانبه در معرض آلودگی هستند، آلودگی این منابع به طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی انسان تأثیر می گذارد. غلظت و تمرکز عناصر نادر تابعی از سنگ بستر منطقه و محیطی که در آن قرار دارند، می باشد، به نحوی که مقادیر این عناصر در سنگ های مختلف تفاوت بسیار زیادی داشته و حتی امکان دارد که در یک سنگ معین، مقدار آنها به نحو چشمگیری تغییر کند. در جدول ۲-۳، میانگین ترکیب شیمیایی برخی از عناصر اصلی و فرعی در مواد مختلف زمینی آمده است.

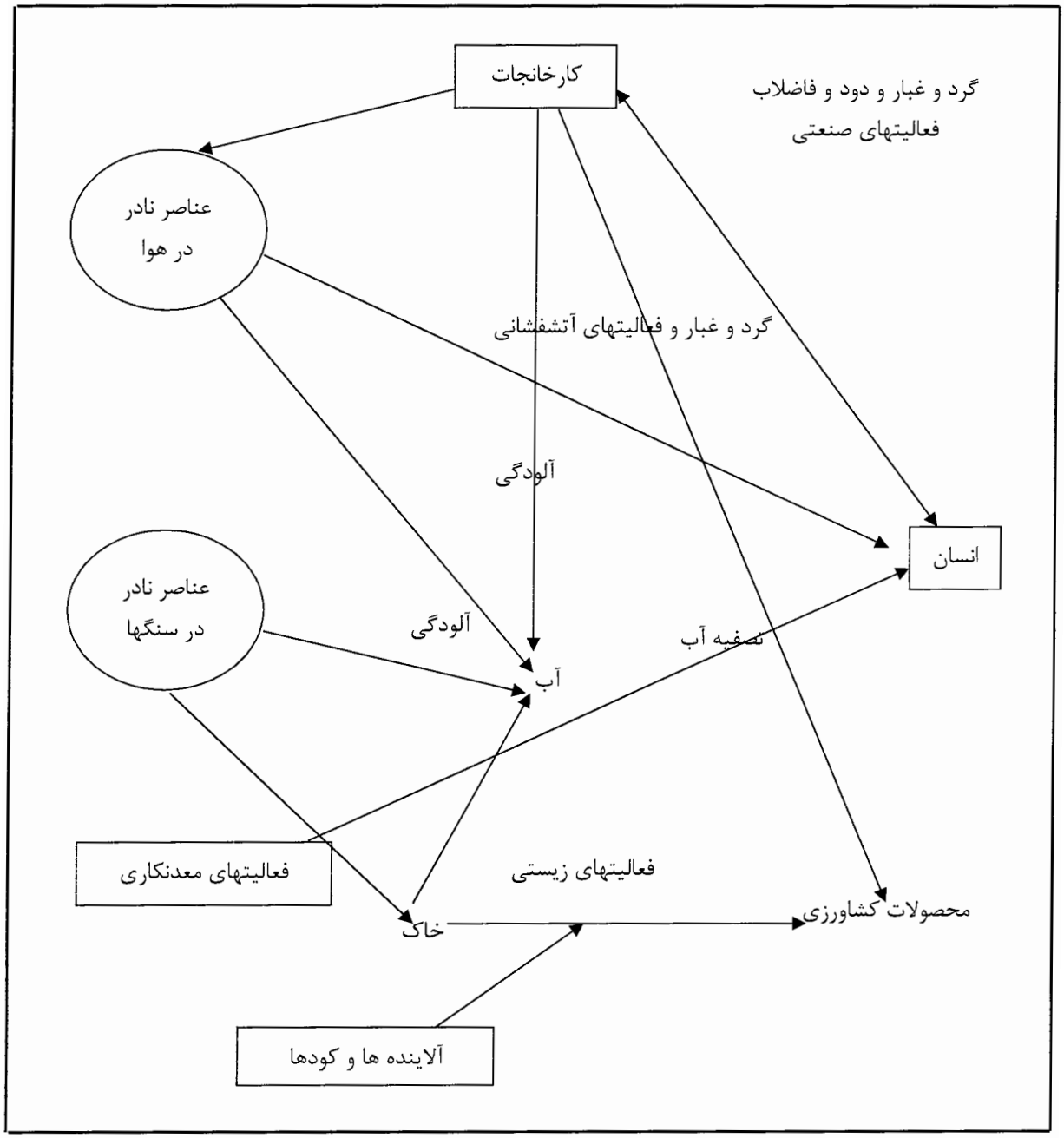
تمرکز عناصر نادر هم توسط فرآیندهای طبیعی مختلف و هم فعالیت های عمدی و سهوی انسان ها کنترل می شود و تغییر می کند. در شکل ۳-۳، مواد مضری که در اثر فعالیت های صنعتی، کشاورزی، شهری و طبیعی موجب ورود آلاینده ها به محیط زیست می شوند نشان داده شده است. سنگ ها در اثر هوازدگی فیزیکوشیمیایی به خاک تبدیل می شوند. معمولاً در حین این فرآیندها، بعضی از عناصر و ترکیبات شیمیایی شان از محیط اولیه خود خارج می شود در حالی که ممکن است تمرکز برخی عناصر با غنی شدگی همراه باشد. خاک ها نیز در اثر فرآیند نشت و شستشو، برخی از عناصر خود را از دست می دهند در حالی که کودهای شیمیایی و سایر آلاینده ها که به خاک اضافه می شوند، موجب افزایش ترکیبات و عناصر موجود در خاک می شوند. به طورکلی سنگ ها به عنوان ماده اولیه تشکیل دهنده عناصر موجود در خاک نقش مهمی در تمرکز عناصر در آن (خاک) دارند. همچنین فرآیندهایی نظیر نشت و تجمع مواد آلی نیز در میزان فراوانی عناصر در خاک تأثیر بسزایی دارند. فرآیندهای مؤثر در تولید خاک و عواملی نظیر pH و Eh (پتانسیل اکسیداسیون و احیاء)،

رطوبت، زهکشی و درجه حرارت مجموعاً در تحرک عناصر موجود در خاک و دسترسی گیاهان به آنها بسیار مهم می باشند.

جدول ۱-۳- نوع فعالیت ها و منابع آلاینده مربوط به آنها

فعالیت یا منبع آلودگی	آلودگی ویروس یا باکتری	کاهش اکسیژن	سمیت	تثبیت در بدن موجودات زنده	تنزل کیفیت زیستگاهها	تنزل کیفیت بصری
اکتشاف و استخراج منابع نفت و گاز		√	√	√	√	√
دفع زائدات دریا و اقیانوس	√	√	√	√	√	
عمران و توسعه ساحلی	√				√	√
تخلیه فاضلاب شهری	√	√		√	√	√
فرآوری نفت			√	√		√
زائدات ناشی از معادن		√	√	√		√
نشر و ریزش مواد شیمیایی		√	√	√	√	
رواناب شهری و کشاورزی					√	√
آشغال	√	√	√	√	√	√
نشر اتمسفری			√	√		
آلودگی های طبیعی (سازندهای زمین شناسی، چشمه های هیدروترمال و غیره)		√	√	√	√	

ماخذ: مورک و همکاران۱۹۹۶ با کمی تغییر



شکل ۲-۳- راهها و فرآیندهایی که عناصر مختلف از طریق آنها به بدن انسان وارد می شوند (غضبان ۱۳۸۱، با تغییر)

محصولات کشاورزی نیز به طور انتخابی موجب انتقال عناصر از خاک می شوند. زیرا گیاهان برای رشد به آنها (عناصر موجود در خاک) نیاز دارند. حیوانات با استفاده از قسمت های خاص گیاهان به این مسأله شدت می بخشند و انسان نیز از حیوانات استفاده می کند. آبی که برای آشامیدن مورد

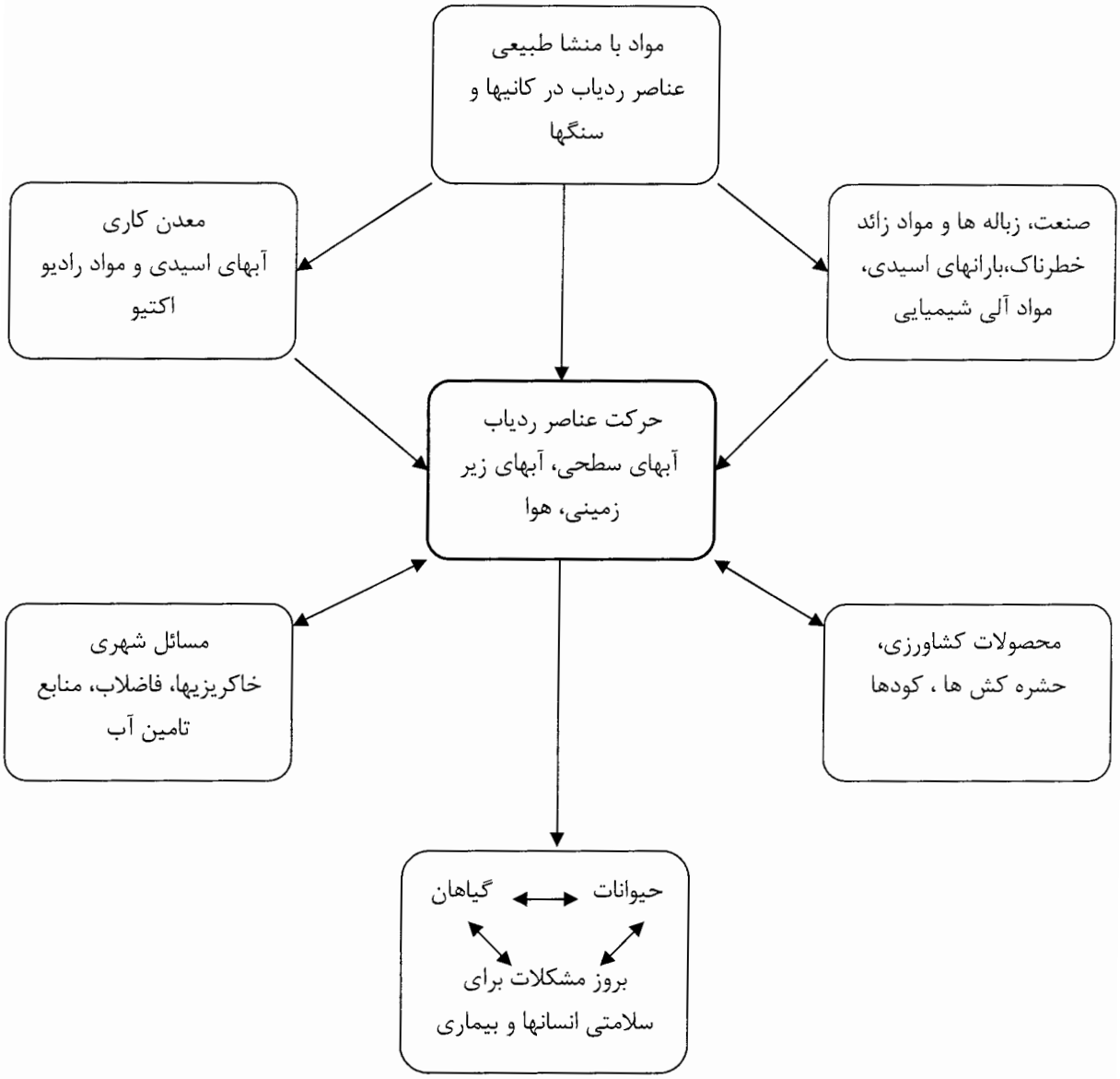
استفاده قرار می گیرد، دارای عناصر نادری است که از سنگ ها و خاک نشت و شستشو یافته و ممکن است آلوده باشد زیرا ترکیب شیمیایی آب های سطحی و زیرزمینی کم عمق، توسط شرایط زمین شناسی موضعی مانند نوع خاک و سنگ تغییر می کند. واکنش بین آب باران و سنگ بستر، در طول ماهها، زمانی که آب در حال نفوذ به زمین است؛ نقش مهمی در میزان محتوای معدنی آب ها دارد. بنابراین بدیهی است مدیریت نادرست در جهت کنترل منابع آلودگی خود می تواند باعث ایجاد عدم تعادل اکولوژیکی در محیط گردد که مسایل جدی زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت.

جدول ۲-۳- میانگین ترکیب شیمیایی برخی از عناصر اصلی و فرعی در سنگهای مختلف و خاک

درصد وزنی عناصراصلی						
نام عنصر	سنگ کره	آذرین اسیدی	شیل	ماسه سنگ	آهک	خاک
Al	۸/۲	۷/۷	۸	۳/۲	۰/۹	۴/۵
Ca	۴/۱	۱/۶	۲/۵	۲/۲	۲۷/۲	۰/۸۸
Fe	۵/۶	۲/۷	۴/۷	۱/۹	۰/۸	۵/۶
Mg	۲/۳	۰/۱۶	۱/۳۴	۰/۸	۴/۵	۰/۴۷
K	۲/۱	۳/۳	۲/۳	۱/۳	۰/۲	۱/۲

درصد وزنی عناصرفرعی						
نام عنصر	سنگ کره	آذرین اسیدی	شیل	ماسه سنگ	آهک	خاک
Ar	۱/۸	۱/۵	۶,۶	۱	۰/۹	-
Ca	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۰۲	۰/۰۵	-
Cr	۱۰۰	۴	۱۰۰	۱۲۰	۶/۱	۳۷
Cu	۵۵	۱۰	۵۷	۱۵	۴	۱۸
Pb	۱۲۵	۲۰	۲۰	۱۴	۱۶	۱۶

ماخذ:غضبان(۱۳۸۱)



شکل ۳-۳- مسیر حرکت عناصر ناچیز در محیط زیست و موادی که بر سلامتی انسان اثر می گذارند(فورست ۱۹۸۱)

با مطالعه زمین شناسی یک منطقه و مدل سازی مربوطه، اطلاعات زیادی در مورد کیفیت آب های زیرزمینی یا سطحی و تأثیر آنها بر سلامت و بهداشت به دست آمده و تمهیدات لازم به کار بسته می شود. برای مثال هنگامی که میزان فلورین در محیط آبی محلی اندازه گیری شد با افزایش و یا کاهش آن در آب آشامیدنی آن منطقه، می توان اقدامات لازم را در زمینه استفاده فلورین در محل انجام داد.

۱-۷-۳- پراکندگی آلودگیهای طبیعی

میزان عناصر آلاینده زیست محیطی در سازندهای زمین شناسی ممکن است گاهی بیش از استانداردهای پذیرفته در جهان باشد که در بسیاری از موارد ساکنین محلی از آثار، ابعاد و پیامدهای زیست محیطی آن بی خبر هستند. در این قسمت براساس مطالعات و پژوهش های انجام گرفته، مهمترین مشکلاتی که در نقاط مختلف کشورمان بر اثر فرآیندهای محیطی بروز نموده، آورده شده است:

۱-۱-۷-۳- آلودگی رادیواکتیو در منطقه رامسر

مناطق شناخته شده ای در برزیل، فرانسه، هندوستان، نیجریه و ماداگاسکار و ایران وجود دارند که میزان دز[۱] جذبی محیط باز[۲] در این نواحی ذاتاً بالاست. شهر رامسر در استان مازندران، یکی از مهمترین مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در سطح جهانی به شمار می رود. درخصوص پرتوزایی محیطی منطقه تالش محله رامسر، دز مؤثر سالیانه فرد تا ۱۳۲ m Sv/year (۱۳۲ میلی سیورت در سال) گزارش شده است. این در حالی است که به طور میانگین، پرتوگیری سالانه در جهان m ۲/۴ Sv/year است که بسته به ارتفاع و طبیعت خاک منطقه از ۱ m Sv/year تا ۱۰ mSv/year در تغییر است (رزاقی ۱۳۸۱). براساس بررسی های انجام شده به نظر می رسد که اولاً رادیواکتیویته منطقه به خاطر آب های معدنی است و ثانیاً به سبب رخنمون نهشته های تراورتن است که در مظهر چشمه ها، حاوی مقادیر بالایی از توریوم و اورانیوم است (پیروان ۱۳۸۴). اورانیوم می تواند از منشا سنگ های آذرین اسیدی و حد واسط باشد که در سطح رخنمون نیافته اند، به طوری که پس از شسته شدن در امتداد گسل‌های شرقی و غربی و مسیر کانال های طبیعی و رودخانه ها به طرف دشت رامسر و حوضه ساحلی به حرکت در آمده و در یک شرایط مناسب در مناطق معینی از تشکیلات مارنی و ماسه سنگ‌های دوران سوم، تمرکزهای محلی به وجود آورده و در اثر تجزیه اورانیوم و توریم به رادیوم و سپس رادون، توانسته از طریق چشمه های آب گرم به بیرون راه یابند. در جدول ۳-۳، میانگین و حداکثر دوز سالانه تشعشعات طبیعی مناطق کشورهایی از جهان در مقایسه با رامسر و محلات آمده است.

---

[۱] Dose

[۲] Out door

آثار بیولوژیکی تشعشعات رادیواکتیو در بافت های مختلف بدن نشان می دهد که شش ها در برابر رادن، کلیه‌ها در برابر اورانیوم و استخوان‌ها در مقابل رادیوم صدمه‌پذیر هستند. رادیوم می‌تواند در استخوان جانشین کلسیم گردد.

جدول ۳-۳- میانگین و حداکثر دوز سالانه تشعشعات طبیعی مناطقی از جهان در مقایسه با رامسر و محلات (اقتباس از پیروان ۱۳۸۴)

کشور	ناحیه	جمعیت تقریبی	دوز جذب شده در هوا nGy/h (نانوگری در ساعت)
برزیل	گوآراپاری	۷۳۰۰۰	۱۷۰-۹۰در خیابان ۹۰۰۰۰-۹۰درسواحل
ایران	رامسر	۲۰۰۰	۷۰-۱۷۰۰۰
	محلات	-	۸۰۰-۴۰۰۰
هند	کرالا	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰-۴۰۰۰
چین	یانگ جیانگ	۸۰۰۰۰	۳۷۰ بطورمیانگین

مطالعات در سطح جهانی نشان که دریافت ۲۰۰ mSv در سال در بزرگسالان و ۱۰۰ mSv در سال در کودکان سبب شیوع سرطان مری می شود (آکادمی پزشکی فرانسه ۲۰۰۱)[1].

۲-۱-۷-۳- توزیع سرطان مری در منطقه لیتورال خزر

در منطقه لیتورال خزر، توزیع قابل ملاحظه ای از سرطان مری وجود دارد. از سال ۱۹۶۸، این بیماری در این منطقه گسترش یافته است. در بسیاری از نقاط دنیا سرطان مری تحت تأثیر عوامل گوناگون از جمله پدیده های زمین شناسی به وجود آمده است. از جمله این مناطق می توان به نواحی شمالی ایران و سواحل دریای خزر اشاره نمود که روی نوار سرطان مری در آسیا قرار دارند. در این نواحی میزان مبتلایان به سرطان مری در شهرهای مختلف با یکدیگر متفاوت می باشد. بررسی های گسترده نشان می دهد که ارتباطی بین سرطان مری با هاله های ژئوشیمیایی موجود، سبزیجات و فرآورده های کشاورزی وجود دارد. کمپ و محبوبی (۱۹۷۲)، با مطالعه و انطباق نقشه های میزان بارش، پوشش گیاهی، نوع جنگل ها و نوع خاک به نتایج زیر دست یافتند:

[1] French Academy of Medicinie

۱. عوامل مهم مورد مطالعه در زمینه سرطان مری، اتمسفر، خاک و جغرافیای محل است.
۲. در ایجاد سرطان مری، الکل از فاکتورهای اساسی بوده و تأثیر آن در استان مازندران بیشتر از گیلان است. تعداد بیشتر معتادین به الکل در مازندران نیز مؤید این موضوع است.

۳-۱-۷-۳- کمبود ید در نواحی مرتفع کوهستان

تنتور ید۳ درصد، از اجزا مهم تمامی وسایل کمک های اولیه می باشد که هم برای ضد عفونی کردن زخم و هم برای پاکسازی آب های شرب سطحی مورد استفاده قرار می گیرد (۳ قطره در هر لیتر، پس از ۳۰ دقیقه تأثیر می گذارد). کمبود ید در ایران به عنوان مهمترین عامل شیوع گواتر ساده شناخته شده است. بیماری گواتر اغلب در مناطق مرتفع و بلند و نیز مناطقی که دور از دریا هستند، شدیدتر است و پراکندگی این بیماری با پراکندگی و تمرکز ید در محیط طبیعی مطابقت کامل دارد. مطالعاتی که در نواحی کوهستانی کردستان انجام شده است حاکی از این است که به علت کمبود ید در محیط، بسیاری از دانش آموزان مدارس دچار کمبود ید هستند.

۴-۷-۳- سایر مشکلات زیست محیطی ناشی از عوامل محیطی

از سایر مخاطرات زیست محیطی که به صورت پراکنده و تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی وجود دارند می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- اثرات زیست محیطی ناشی از رهاسازی فاضلابهای صنعتی به منابع آب و دشتها

آلودگیهای زیست محیطی که به ویژه از دولت های روسیه و آذربایجان در دریای خزر به وجود می آید، بسیار زیاد است. برای مثال رود ولگا با تمام عظمتی که دارد محل تخلیه پساب های کارخانجات و صنایعی از جمله منابع تولید اورانیوم است. گزارشات رسیده حاکی از آن است که رود ولگا هر ساله ۱۸۶۰۰۰ تن مواد مضر، سمی و خطرناک کارخانجات و صنایع روسیه را به دریاچه خزر وارد می سازد (درویش زاده ۱۳۸۳).

- آلودگی های زیست محیطی ناشی از تشکیلات زمین شناسی در ژاپن

عمده ترین اثرپذیری انسان ها از عوامل محیطی ناشی از مصرف آب هایی است که در طول مسیر خود از روی آنومالی های ژئوشیمیایی عبور نموده و در اثر پدیده «واکنش سنگ و آب»[1] آنها را در

[1] Water – rock interaction

خود حل نموده و با خود منتقل می نمایند. در شمال شرق ژاپن بیرون زدگی های رگـه هـا و سـنگ های آذرین غنی از گوگرد وجود دارد که باعث گردیده تا رودخانه های عبـوری از ایـن منـاطق دارای سولفات و بیکربنات بالاتری نسبت به سایر مناطق باشند. در این منـاطق بـرخلاف سـایر منـاطق کـه رودخانه ها از مناطق رسوبی (با مقدار سولفات کم و بیکربنات زیاد) عبور مـی کننـد، مقـدار سـولفات موجود، ناگهان نسبت به بیکربنات رشد نموده است. البته این مطلب جواب معمایی بـود کـه سـالیان دراز فکر دانشمندان و پزشکان را به خود مشغول کرده بود. چرا که آمار نـشان داد نـرخ مـرگ و میـر ناشی از سکته قلبی در این مناطق به صورت نگران کننده ای بالاتر از سایر مناطق اسـت کـه پـس از مطالعه زمین شناسی منطقه، رابطه معنی داری بین وجود آنومـالی ژئوشـیمیایی گـوگرددار و سـکته قلبی به دست آمد (غضبان ۱۳۸۱).

فصل چهارم

ابزار کار و روش شناسی پژوهش

۱-۴- سامانه های اطلاعات جغرافیایی

۱-۱-۴- مقدمه

با شنیدن اصطلاح سامانه اطلاعات جغرافیایی اولین چیزی که به ذهن می آید، مکان و داده های مکان دار و زمین می باشد که ناخودآگاه ذهن به سوی یک سری نقشه کشیده می شود. نقشه وسیله ای برای ذخیره، نمایش و تجزیه و تحلیل داده های مکانی می باشد، که سابقه ای طولانی دارد و همان کاربرد قدیمی GIS می باشد. در زمان اولین تمدن ها برای نمایش اطلاعات مربوط به سطح زمین از نقشه استفاده می کردند.

قدیمی ترین نقشه معتبر باقیمانده تابلویی از گل رس است که در بابل (یکی از شهرهای عراق) کشف شده است وحدود پنج هزار سال قدمت دارد. در ایران نیز اولین اطلس های جغرافیایی در قرن دهم میلادی توسط دانشمندان ایرانی و عرب تهیه شد (زاهدی ۱۳۷۳).

در قرن بیستم گسترش سریع علم و تکنولوژی باعث تقاضای بیشتر برای نمایش سریع تر و دقیق تر اطلاعاتی از قبیل زمین شناسی، خاک و پوشش گیاهی از اطلاعات جغرافیایی شد. از طرفی محدودیت هایی در نقشه های مرسوم کاغذی وجود دارد که شامل موارد ذیل می باشد:

۱. داده ها باید با جزییات کمتر نشان داده شوند به طوری که نقشه به راحتی قابل خواندن باشد؛
۲. سطوح در نقشه وسیع باشد که در چند صفحه نمایش داده شود و بعدها جفت وجور شوند؛

۳. به روز در آوردن نقشه که هزینه زیادی دارد؛

۴. بازیابی اطلاعات و ترکیب اطلاعات مکانی از نقشه‌های مختلف که مشکل و گران قیمت است؛

با در نظر گرفتن این محدودیت ها و همچنین پیشرفت های تکنولوژی و قابلیت های ویژه رایانه که شامل سرعت، دقت و قابلیت تکرار (درویش صفت ۱۳۷۸) و تلاش بیشتر انسان برای پایگاه داده ای بهتر به منظور تصمیم گیری مطمئن تر و راحت تر باعث رشد سریع این سامانه در طول زمان شده است. به طوری که از دهه ۷۰ میلادی که برای اولین بار این سامانه مورد استفاده قرار گرفت، تا به امروز تحولی عظیم در این علم رُخ داده است.

برای سامانه اطلاعات جغرافیایی تعاریف مختلفی ارایه شده است که به چند مورد اشاره می شود:

- GIS مجموعه ای قدرتمند از ابزار است برای جمع آوری، ذخیره، بازیابی، تبدیل و نمایش داده های مکانی از دنیای واقعی برای مجموعه ای از اهداف خاص (Barrow ۱۹۸۶)؛
- سامانه اطلاعات جغرافیایی یک سامانه رایانه ای، متشکل از سخت افزار، نرم افزار، داده و کاربر است که قادر می باشد داده های مکان دار را به طور رقومی کسب، نگهداری، بازیابی، مدل سازی، تجزیه و تحلیل نموده و به طور متنی و گرافیکی ارایه نماید (Vafrivh ۱۹۶۶)؛
- GIS مجموعه سازمان یافته ای از سخت افزار، نرم افزار کامپیوتری، اطلاعات جغرافیایی و افراد متخصص است که به منظور کسب، ذخیره و بهنگام سازی، پردازش، تحلیل و ارایه کلیه اشکال اطلاعات جغرافیایی طراحی و ایجاد شده است (مؤسسه تحقیقات سامانه های محیطی ۱۹۹۰)[۱].

۳-۱-۴- توانایی ها و امکانات سامانه اطلاعات جغرافیایی

از جمله امکانات و توانایی های سامانه اطلاعات جغرافیایی ذخیره اطلاعات نقشه ای، ارتباط و پیوند انواع اطلاعات جغرافیایی و انجام تحلیل های فضایی می باشد. در GIS داده ها به صورت رقومی نگهداری می شوند لذا از نظر فیزیکی حجم کمتری را نسبت به روش های دستی (مانند نقشه کاغذی) اشغال می کنند. توانایی تجزیه و تحلیل داده های مکانی است که GIS را از دیگر سیستم

[۱] ESRI ۱۹۹۰(Environmental System Research Institute)

های کامپیوتری (CAD)[1] مجزا می سازد. مهمترین قابلیت GIS امکان انجام آنالیزهای پیچیده با مجموعه ای از داده های مکانی[2] و غیرمکانی[3] به صورت توأم می باشد. این سیستم دقت تغییرات را کنترل نموده و سپس نقشه جداول مربوطه را به روز در می آورد[4].

به طورکلی یک سامانه اطلاعات جغرافیایی قادر به پاسخگویی به سئوالات ذیل می باشد:

۱. مربوط به مکان؛ برای مثال در یک مکان مشخص چه چیزی وجود دارد؟

۲. شرطی؛ پیدا کردن مکانی که شرایط معین و خاصی دارد. درست عکس سئوال قبلی است که با تعیین یک مکان معین، آنچه که در آن مکان وجود دارد شناسایی شود. اما در این سئوال می خواهد مکانی را پیدا کند که پدیده ویژه ای در آن وجود دارد.

۳. بررسی روند؛ به عنوان مثال از گذشته تا به حال چه تغییراتی در مکان معینی به وقوع پیوسته است.

۴. الگو؛ چه الگوی فضایی دارد. به عنوان مثال آیا سرطان عامل مرگ و میر در میان ساکنان نزدیک به نیروگاه اتمی است؟

۵. مدل سازی؛ به برنامه ریزی و بررسی اثرات اجرای آن پرداخته می شود. به عنوان مثال، احداث یک جاده چه اثراتی بر محیط خواهد گذاشت.

موفقیت یک GIS با چند عامل در ارتباط است که عبارتند از:

الف) مجموعه داده ها[5]: داده های مورد استفاده در GIS چیزی را در باره دنیای واقعی، در یک زمان معین نشان می دهند. مهمترین عوامل در کیفیت داده ها عبارتند از:

- دقت: داده ها تا چه اندازه صحیح می باشند.
- زمان: داده ها در چه زمان و یا در چه دوره زمانی جمع آوری شده اند.
- به روز بودن داده ها

[1] Computer Aided Design
[2] Spatial
[3] Non Spatial
[4] Trend
[5] Data Sets

ب) سازماندهی داده ها[1]: برای سازماندهی داده ها از یک پایگاه داده[2] استفاده می شود.

ج) مدل تصمیم گیری[3]: مدل تصمیم گیری مدلی است که نشان دهنده یک شی و یا یک پدیده موجود در دنیای واقعی است. مدل ها به طورکلی روابط بین داده های مختلف را به منظور پیش بینی چگونگی وقوع رویدادها در دنیای واقعی تشریح می کنند. باصرفه ترین مدل، مدلی است که بیشترین اجرا را با کمترین هزینه ارائه کند.

د) اعتبار تصمیم گیری: یعنی معتبر بودن معیار و ملاکی می باشد که برای ارزیابی مدل انتخاب شده است.

۴-۱-۴- ضرورت استفاده از GIS در ارزیابی و مدیریت زیست محیطی

وضعیت نامطلوب کنونی محیط زیست، چالش های زیادی را در بین جوامع دانشگاهی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی دنیا به وجود آورده است. تغییرات منفی که حاصل فعالیت های نامناسب اقتصادی و اجتماعی انسان می باشد عمیقاً روی کیفیت زندگی انسان در حال حاضر و هم روی زندگی نسل های آینده اثراتی به جا می گذارد.

از طرفی پیشرفت های علمی با استفاده نامناسب از تکنولوژی جدید، پیامدهای ناگوار زیست محیطی را در هر دو اکوسیستم خشکی و آبی پدید آورده است. با این حال پیشرفت تکنولوژی نیز می تواند به همراه مدیریت صحیح منابع طبیعی یکی از امیدواری های بشر در کاهش و یا بهبود وضعیت ناگوار محیط زیست در زمان حال و آینده گردد. در این خصوص توانایی های GIS برای دستیابی کارآمد به مجموعه داده های مکانی و قدرت بالای تحلیل عناصر مکانی، مدل سازی و تولید داده های جدید، آن را به عنوان یک ابزار دقیق و کارآمد جهت امور زیست محیطی مطرح نموده است.

همچنین در ارزیابی پتانسیل خطر منابع آلاینده، GIS یکی از توانمندترین سامانه ها در رابطه با جمع آوری و پردازش داده های مکانی است. قابلیت این سامانه در ارتباط با ذخیره رقومی نقشه های پایه، ایجاد و ارتباط داده های مکانی و توصیفی در یک پایگاه داده و همچنین پردازش همزمان

[1] Data Organization
[2] Data Base
[3] Decision Model

داده‌های مکانی و توصیفی و تلفیق نقشه ها و ترکیب داده های مکـانی و توصـیفی در فرآینـد رویهـم گذاری نقشه ها، تولید داده های جدید و بالا بردن دقت و سرعت انجام کار از جمله مواردی است کـه استفاد از GIS را در ارزیابی پتانسیل خطر منابع آلاینده ضروری ساخته است (درویش صفت ۱۳۸۰).

۵-۱-۴- کاربردهای مختلف سیستم اطلاعات جغرافیایی

کاربرد GIS بسته به نیازهای هر منطقه یا کشور در بخش های مختلفی توسعه یافتـه اسـت، بـه طوری که در ابتدا در اروپا از این سیستم در پایگاههای اطلاعات ثبت اسناد و املاک، محـیط زیـست، نگهداری نقشه های توپوگرافی و در کانادا در زمینه برنامه ریزی جنگل ها، حجم درختان و چوب قابل برداشت، شناسایی راههای دسترسی به جنگـل و در چـین و ژاپـن در زمینـه نظـارت و مـدل سـازی تغییرات زیست محیطی و در امریکا در کارهای گوناگون از جمله در برنامه ریزی شهری و شهرداری از این سیستم استفاده شده است و با گذشت زمان و توسعه سیستم ها استفاده از آن به کلیه بخش های مرتبط با زمین گسترش یافته است. از جمله کاربردهای دیگر GIS می تـوان بـه کـاربرد دفـاعی ایـن سیستم، مدل سازی مانورهای نظامی و همچنین به کاربرد این سیستم در برخورد بـا سـوانح طبیعـی مانند زلزله اشاره کرد. از رشته هایی علمی که با GIS در ارتباط اند جغرافیـا، گرافیـک کـامپیوتری و پردازش تصویر، ژئومتری محاسباتی، سیستم مدیریت اطلاعات پایه مهندسی نرم افزار، سنجش از دور و فتوگرامتری، برنامه ریزی شهری و روستایی، برنامه ریزی منطقه ای علوم محیط زیست و نقشه و به طورکلی کلیه علومی که با اطلاعات جغرافیایی مکان دار و تحلیل های فضایی مرتبط اند، می باشد.

۶-۱-۴- مؤلفه های یک GIS

مولفه‌های بنیادی GIS شامل این موارد می‌باشند:

الف) ورودی داده ها[۱]

ب) مدیریت داده‌ها که عبارتست از ذخیره و بازیابی داده‌ها[۲]

ج) پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها[۱]

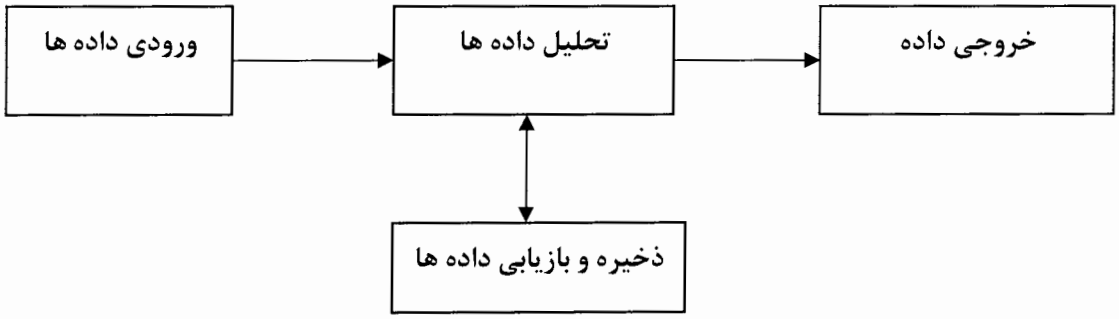
---

[۱] Data Input

[۲] Data Storage and Retrieval

د) خروجی داده ها[۲]

شکل۱-۴، مولفه های بنیادی یک GIS را نشان میدهد.



شکل۱-۴- نمایش کلی مولفه های یکGIS

۱-۶-۱-۴- ورودی داده ها

ورودی داده‌ها عبارتست از روند کدگذاری داده‌ها به یک شکل خوانا توسط رایانه و نوشتن داده‌ها درپایگاه اطلاعاتی GIS. ثبت داده‌ها[۳] معمولا گلوگاه مهم در اجرای GIS است. هزینه اولیه ساختن پایگاه اطلاعاتی عموما ۵ تا۱۰ برابر هزینهٔ نرم/ سخت افزار GIS است. این زیرسیستم مختص عمل دریافت انواع داده ها (شیت های نقشه، داده های نقشه رقومی، مدل های رقومی ارتفاع، تصاویر هوایی و ماهواره ای و داده های توصیفی) می باشد. این داده ها در صورتی که دقت و صحت کافی داشته باشند و کامل و به روز باشند، مناسب خواهند بود. همچنین این زیرسیستم قادر به تبدیل هر نوع فرمت مورد نیاز مانند تبدیل برداری به رستر و یا تبدیل فرمت کارتوگرافی خارجی به فرمت داخلی می باشد.

داده هایی که باید در یک GIS وارد شوند دو نوع هستند:

الف) داده های مکانی

ب) داده های توصیفی غیرمکانی

---

[۱] Mani Pulation and Analysis

[۲] Data Output

[۳] Data Entry

داده های مکانی موقعیت جغرافیایی عوارض را نشان می دهند. نقاط، خطوط و سطوح برای نمایش عوارض جغرافیایی مانند خیابان، دریاچه و جنگل به کار می روند. داده های غیرمکانی (توصیفی) اطلاعاتی مانند اسم یک خیابان و یا ترکیب یک جنگل را نشان می دهند.

۱-۱-۶-۱-۴- عوامل تعیین کننده کیفیت داده ها

کیفیت داده مسئله بسیار مهمی در ورود داده ها و کاربرد آن می باشد. کیفیت داده با سه مؤلفه صحت[۱]، دقت[۲] و نامعلولی مشخص می گردد.

صحت همان نزدیکی به واقعیت می باشد. دقت، مربوط به فرآیند اندازه گیری و ابزارهای آن می باشد. نامعلومی را می توان معادل نامشخص بودن داده از نظر مکانی، توصیفی و زمانی (تاریخی) دانست.

کیفیت داده امری نسبی می باشد، به طوری که یک داده با کیفیت مشخص ممکن است برای کاربرد در یک پروژه نامناسب و در پروژه های دیگر مناسب باشد که این امر بسته به اهداف و مقیاس پروژه می باشد. به عنوان مثال برای نقشه برداری امکان تعیین دقت داده وجود دارد. در مقابل برای بسیاری از داده های توصیفی، هیچگونه اطلاعی در مورد کیفیت داده در دست نیست. هر چه میزان خطا در داده کمتر باشد، آن داده از کیفیت بالاتری برخوردار است.

۲-۶-۱-۴- ذخیره وبازیابی داده ها

این زیرسیستم برای نگهداری پایگاه داده های جغرافیایی به کار می رود و قادر است به سرعت و به طور مؤثر داده های مورد نیاز را برای پاسخگویی به سئوالات خاص کاربر بازیابی نماید. از جمله عملکردهای این زیرسیستم عبارتند از:

۱. ایجاد یک عارضه جدید در پایگاه داده ها
۲. ارزیابی عارضه موجود
۳. تغییر و اصلاح عارضه در پایگاه داده ها
۴. ذخیره عارضه در پایگاه داده ها
۵. حذف عارضه از پایگاه داده ها

---

[۱] Accuracy
[۲] Precision

همچنین در این زیرسیستم کاربر می تواند براساس معیارهای مختلف جستجو مانند نقطه مورد نظر، منبع داده ها یا حوزه کاربری، داده ها را به طور متعامل جستجو نماید. مضافا این زیرسیستم توانایی دستکاری داده ها از یک سیستم تصویر به یک سیستم تصویر دیگر، تغییر مقیاس داده ها یا استخراج اطلاعات ثانویه را دارا می باشد.

۳-۶-۱-۴- تحلیل و پردازش داده ها

این زیرسیستم برای ترکیب کردن اطلاعات موجود در پایگاه داده های جغرافیایی به منظور حل مسایل کاربری های خاص به کار می رود. همچنین باید قادر باشد به سئوالات مطرح شده به انواع کاربری ها پاسخ گوید. سئوالاتی نظیر مختصات محدوده این قطعه زمین چقدر است؟ محصولات آن چیست؟ این قطعه زمین تا نزدیکترین جاده اصلی چقدر فاصله دارد؟

۴-۶-۱-۴- خروجی داده ها

خروجی روندی است که توسط آن اطلاعات از GIS به یک شکل مناسب برای کار ارایه می شود. داده ها به یکی از سه قالب زیر خارج می شوند:

الف) نسخه سخت[۱]

ب) نسخه نرم[۲]

ج) نسخه الکترونیکی

خروجی های نسخه سخت یک حالت نمایش دایمی هستند. در این حالت اطلاعات روی کاغذ، فیلم عکاسی، یا سایر موارد مشابه چاپ می شوند. خروجی نسخه نرم فرمتی است که روی یک صفحه نمایش رایانه ای دیده می شود و به اپراتور امکان محاوره و دید قبلی از داده ها یعنی قبل از خروجی نهایی را می دهد. خروجی در فرمت الکترونیکی شامل فایل های رایانه ای است که به ما اجازه انتقال داده ها به یک رایانه دیگر را می دهد.

۷-۱-۴- مدیریت داده‌ها

۱-۷-۱-۴- پایگاه داده‌ها

[۱] Hard Copy

[۲] Soft Copy

پایگاه داده‌ها اجتماعی است از اطلاعات در مورد اشیاء و ارتباط آن‌ها با یکدیگر. یک پایگاه داده‌ها می‌تواند شامل نام‌ها، نشانی‌ها و یا پردازش‌های مربوط به فرسایش، آلودگی آب و توسعه کشاورزی که می توانند به اقلامی مانند قطع درختان حاره ارتباط یابند می‌شود. هدف از جمع آوری و کار با اطلاعات در پایگاه داده‌ها این است که حقایق و موقعیت‌هایی که قبلا از یکدیگر مجزا شده بودند را به هم مرتبط سازند.

۴-۱-۷-۲- سه مدل داده کلاسیک

سازمان مفهومی پایگاه داده‌ها را مدل داده[۱] می نامند. سه مدل کلاسیک برای سازمان دادن پایگاه داده الکترونیکی وجود دارد: سلسله مراتبی[۲]، شبکه[۳] و ارتباطی[۴]

۴-۱-۷-۳- طبیعت داده‌های جغرافیایی

اطلاعات عارضه جغرافیایی دارای چهار جز اصلی است. موقعیت جغرافیایی آن، اطلاعات توصیفی آن ارتباط‌های فضایی یا مکانی[۵] آن و زمان. به بیان ساده تر چهار جز عبارتند از کجاست؟ چیست؟ ارتباط‌های آن نسبت به عوارض مکانی دیگر کدامست؟ و اینکه عارضه مذکور درچه زمانی وجود داشته است.

۴-۱-۷-۴- مدل داده فضایی

دو روش اساسی برای نمایش اجزای فضایی اطلاعات جغرافیایی وجود داد. مدل برداری و مدل رستری، در مدل برداری اشیاء یا موقعیت‌ها درجهان واقعی بوسیله نقاط و خطوطی که مرزهای آن را تعیین می‌کنند نمایش داده می‌شوند تقریبا مانند زمانی که روی نقشه ترسیم شوند.

مدل رستری درحالت عادی دارای سلول‌های مربعی است. اما نوع پیچیده تر مدل رستری از اشکال منظمی به غیر از مربع استفاده می کند مانند مثلث وشش ضلعی. با استفاده از روش‌های متفاوت فشرده سازی دادها می توان کاهش چشمگیری در اندازه فایل رستری ایجاد نمود.

۴-۱-۸- توابع تحلیلی GIS

[۱] Data Model
[۲] Hierarchical
[۳] Network
[۴] Relation
[۵] Spatial

اصولاً آنچه که یک سیستم اطلاعات جغرافیایی را از دیگر سیستم های اطلاعاتی متمایز می نماید وجود همین توابع تحلیلی مکانی است. از کاربردهای مهم توابع تحلیلی GIS، پیش بینی نتایج فعالیت های پیشنهادی و طرح ریزی شده می باشد. این فعالیت ها ممکن است در رابطه با یک منطقه وسیع مانند احداث یک شهر صنعتی در کنار یک رودخانه بزرگ و یا در رابطه با مناطق کوچک باشد مانند تغییر ترافیک در اثر بستن یک خیابان در شهر. به طورکلی توانایی مدل سازی آنچه که اتفاق خواهد افتاد (توسط توابع تحلیلی GIS) امکان انتخاب بهترین راه حل ها را در اختیار می گذارد.

طبق طبقه بندی که آرنوف در سال ۱۹۹۰ انجام داده است، توابع تحلیلی GIS شامل ۴ گروه عمده زیر است:

الف) نگهداری و تجزیه و تحلیل داده های فضایی

ب) نگهداری و تجزیه و تحلیل داده های توصیفی

ج) آنالیز داده های فضایی و توصیفی با یکدیگر

و) فرمت های خروجی

هر گروه عمده مجدداً به زیرگروههایی تقسیم بندی می گردد. طبقه بندی از توابع تجزیه و تحلیل GIS در جدول ۱-۴، آمده است.

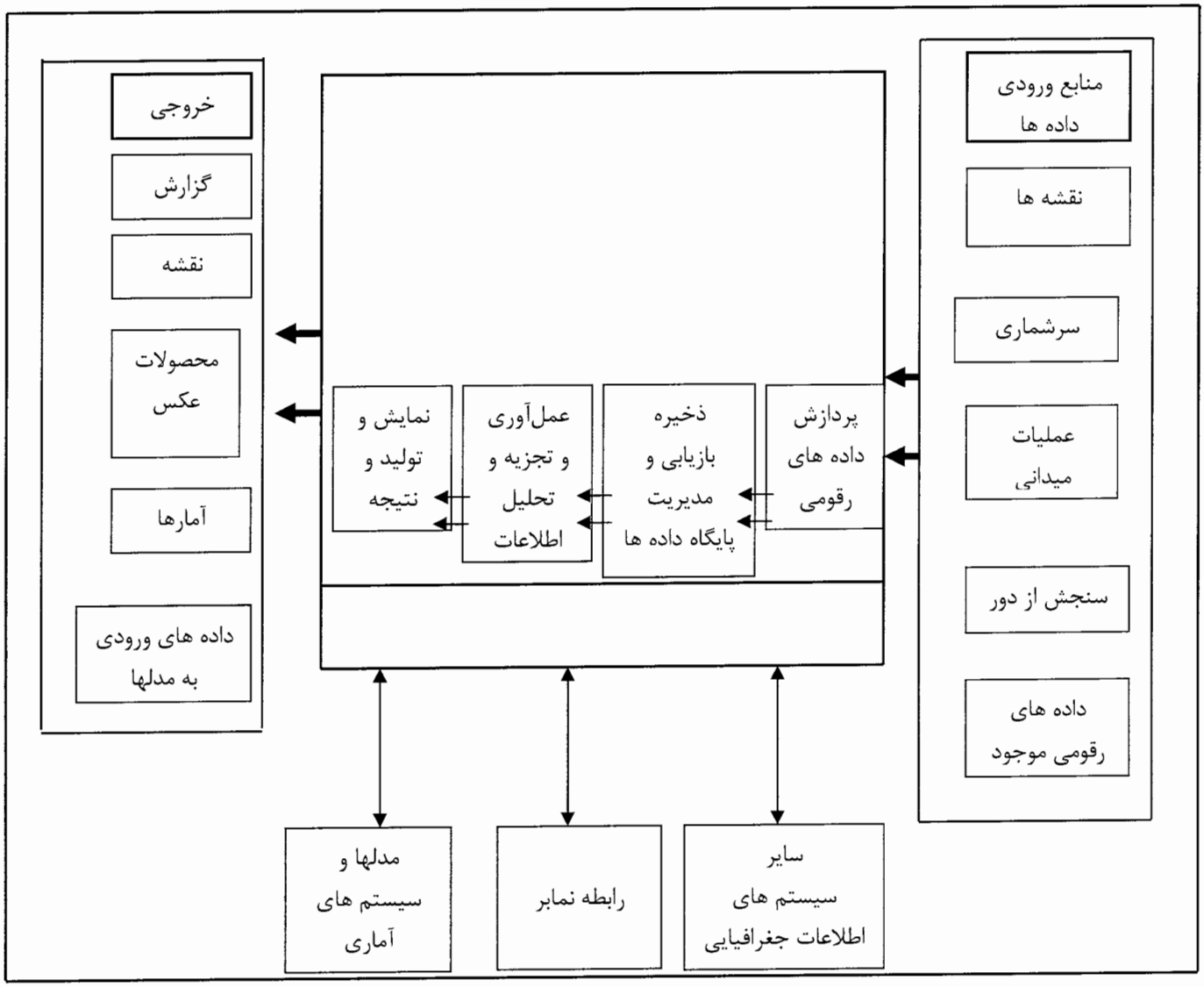
۹-۱-۴- لایه های داده ها

یک لایه از داده ها شامل مجموعه ای از عوارض جغرافیایی به همراه مشخصات توصیفی آنهاست که منطقاً وابسته به یکدیگر می باشد و به منظور راحتی استفاده کنندگان به ترتیب فوق تقسیم بندی می شوند. سازماندهی این عوارض ممکن است براساس گروه بندی انواع عوارض مشابه باشد. به عنوان مثال جاده ها و راه آهن ها ممکن است به عنوان یک لایه عوارض مربوط به حمل و نقل با یکدیگر ترکیب شوند. نیز جویبارها، رودها و دریاچه ها به عنوان لایه هیدروگرافی طبقه بندی شوند. شکل ۲-۴، مولفه های سیستم اطلاعات جغرافیایی را نشان میدهد. شکل۳-۴، لایه های داده ها را در یک برنامه GIS نشان می دهد.

جدول ۱-۴- طبقه بندی توابع تجزیه و تحلیل GIS

۱	نگهداری و تجزیه و تحلیل داده های فضایی		- تبدیلات فرمت - تبدیلات هندسی - تبدیلات سیستم های تصویر نقشه - تلفیق[i] - اتصال لبه - ویرایش عناصر گرافیکی - کاهش مختصات - ادغام[ii]
۲	نگهداری و تجزیه و تحلیل داده های توصیفی		- توابع ویرایش مشخصات توصیفی - توابع پرسش های مربوط به مشخصات توصیفی - تجزیه و تحلیل های آماری
۳	آنالیز داده های فضایی و توصیفی با یکدیگر	- بازیابی / طبقه بندی / اندازه گیری	- بازیابی - طبقه بندی - اندازه گیری
		- عملیات روی هم قرار دادن لایه های مختلف	
		- عملیات همسایگی	- جستجو[iii] - خط و نقطه در پلیگون - توابع توپوگرافی - درون یابی - ایجاد منحنی میزان
		- توابع اتصال[iv]	- معیارهای مجاورت - همسایگی - گسترش - پویش - قابلیت دید - روشنایی - دیدهای مایل
۴	فرمت های خروجی		- حاشیه نویسی نقشه ها - برچسب های متون - الگوهای بافت ها و سبک خطوط - سمبل های گرافیکی

ماخذ: آرنوف (۱۹۹۰)

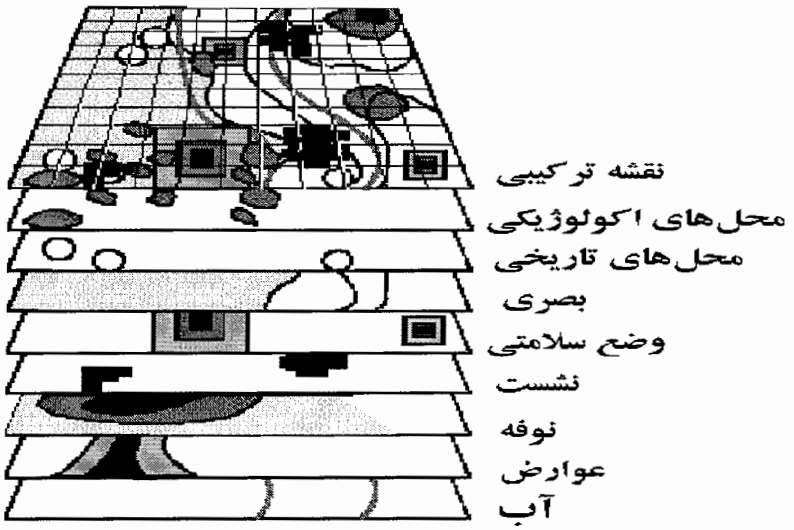


شکل ۲-۴- مولفه های سیستم اطلاعات جغرافیایی (فیچر و همکاران ۱۹۸۰)

۲-۴- نظریه مجموعه‌های فازی[1]

در این پژوهش برای ایجاد مدل سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده رودخانه هراز از نظریه مجموعه‌های فازی استفاده شده است. به همین خاطر به بررسی مبانی این نظریه و مجموعه‌های فازی پرداخته‌می‌شود.

[1] Fuzzy Theory



شکل۴-۳ لایه داد ها در GIS

۱-۲-۴- نگاهی به نظریه فازی

در زندگی روزمره، وقایع و حوادث توسط گزاره‌هایی مثل "امروز هوا ابری است"، "فردا به مسافرت خواهیم رفت"، "امروز باران می‌آید" و غیره بیان می‌شود و از این گزاره‌ها در معادلات منطقی "اگر-آنگاه" استفاده شده و تصمیم‌گیری می‌شود.

در منطق صریح و قطعی ارزش هر گزاره می‌تواند درست یا نادرست باشد که کامپیوتر آن را با "یک و صفر" نمایش می‌دهد. به عنوان مثال "پمپ شماره ۲ روشن است" یک گزاره درست و ارزش آن یک است و "پمپ شماره ۲ روشن نیست" یک گزاره نادرست و ارزش آن صفر است.

در رابطه با منطق گزاره‌ها، نظریه مجموعه‌ها نیز مطرح می‌شود و هر مجموعه با اعضایش به طور کامل شناخته می‌شود. به عبارت دیگر یک مجموعه هنگامی به طور کامل معرفی می‌شود که بتوان هر عنصر آن را به طور قطعی عضو آن مجموعه دانست یا آن را خارج از آن مجموعه معرفی کرد. هر مجموعه یک صفت مشخص‌کننده مربوط به خود را دارد. معیار عضویت عناصر در مجموعه، صفت مشخص‌کننده مجموعه است و هر عنصر اگر دارای آن صفت باشد عضو مجموعه و درصورت دارانبودن صفت، خارج از مجموعه شناخته می‌شود. این معیار عضویت را تابع عضویت می‌نامند. که به صورت زیر بیان می‌شود :

$$\mu_x = \begin{cases} 0 & x \in A \\ 1 & x \notin A \end{cases}$$

به عنوان مثال چهار پمپ وجود دارد که سه پمپ اول روشن و چهارمی خاموش است. اگر مجموعه مفروض، پمپ‌های روشن باشد آنگاه:

$$\mu_{(1)} = 1 \quad , \mu_{(2)} = 1 \quad , \mu_{(3)} = 1 \quad , \mu_{(4)} = 0$$

حال اگر چهار نمونه آب در نظر گرفته شود و مجموعه مفروض نمونه‌های آب کدر در نظر گرفته شود، آیا می‌توان مقدارμ را مشخص نمود؟ مقدار آن صفر است یا یک؟! اگر نمونه شماره ۱ کاملاً کدر باشد، μ مقدار یک را خواهد داشت و اگر کاملاً زلال باشد مقدار آن صفر خواهد بود، ولی اگر کدورت متوسطی داشته باشد می‌توان گفت که این نمونه ۵۰٪ کدر است. این یک ارزش‌گذاری غیرصریح و فازی است یعنی به μ مقدار ۵۰٪ نسبت داده می‌شود.

با دقت در زندگی روزمره و گزاره‌هایی که روزانه در زبان گفتاری بیان می‌شود می‌توان دید که طریقه ارزش‌گذاری گزاره‌ها در مغز انسان فازی بوده و اکثر جملات را که در زبان گفتاری به کار برده می‌شود ذاتاً مبهم و فازی هستند. به عنوان مثال دو نفر برای ساعت ۴ بعدازظهر پنجشنبه در محلی قرار می‌گذارند، آنچه مسلم است هیچ یک دقیقاً راس ساعت ۴ بعدازظهر در محل حاضر نخواهند شد. یعنی ممکن است حتی برای یک ثانیه و یا حتی کمتر از یک ثانیه دیرتر یا زودتر در محل حاضر شوند که این مقدار تأخیر و یا تعجیل ممکن است در حد چند دقیقه هم افزایش یابد ولی این اختلاف به ساعت و یا روز نرسیده و این طور نخواهد بود که در روز چهارشنبه در محل حاضر شوند. این میزان اختلاف، اندازه فازی بودن فکر و زبان انسان‌ها را مشخص می‌کند. ابهام و عدم دقت در کلام و تفکر انسان همچنان باقی است و مسلماً کسی که در ساعت چهار و یک دقیقه در محل حاضر شده باشد بد قول نیست و ارزش منطقی صفر را برای او درنظر گرفته می‌شود. از این رو به منظور شبیه‌سازی و به دست آوردن مدل ریاضی برای منطق زبانی، منطق فازی این امکان را فراهم می‌کند که به تابع عضویت μ مقداری بین صفر و یک را نسبت داده و ابهام را جایگزین قطعیت نمود.

۲-۲-۴- مجموعه‌های فازی و تعاریف اولیه

۱-۲-۲-۴- نمایش و تعاریف اولیه مجموعه‌های فازی

مجموعه صریح یا کلاسیک معمولا به صورت تعدادی عضو بصورت $x \in X$ تعریف می‌شود که این اعضا می‌توانند بصورت قابل شمارش و یا غیرقابل شمارش باشند و هر عضو X می‌تواند متعلق به مجموعه صریح A باشد و یا نباشد. در صورت تعلق عضو x به مجموعه A درجه عضویت آن ۱ و در غیر اینصورت درجه عضویت آن صفر می‌باشد و واضح است که $A \subset X$ خواهد بود.

یک مجموعه صریح را می‌توان به یکی از صورت‌های زیر نمایش داد:

الف- به وسیله فهرست‌نمودن تک‌تک اعضایش مثل:

$$A = \{1,2,3\}$$

ب- به صورت تحلیلی و اعمال یک شرط بر روی مجموعه مرجع X مثل:

$$A = \{x \mid 1 \le x \le 3\}$$

ج- به صورت زوجهای مرتبی که عضو اول این زوجها تک‌تک اعضاء مجموعه مرجع X می‌باشد و عضو دوم، تابع مشخصه مجموعه می‌باشد (درصورت تعلقx به مجموعه A، تابع مشخصه آن یک بوده و در غیر اینصورت صفر می‌باشد).

$$A = \{ (0,0), (1,1), (2,1), (3,1), (4,1), (5,0), (6,0) \}$$

آنچه اعضاء یک مجموعه را از دیگر اعضاء متعلق به X جدا می‌کند یک صفت مشخص‌کننده است که می‌تواند به صورت یک گزاره بیان شود. به عنوان مثال در مورد مجموعه فوق گزاره "عدد، بین ۱ و ۳ باشد"، می‌تواند به عنوان صفت مشخص‌کننده مجموعه A درنظر گرفته شود که می‌توان با استفاده از منطق صریح، اپراتورهای تئوری مجموعه‌ها را نیز تعریف نمود. اپراتورهای منطق صریح به صورت زیر تعریف می‌شوند.

اپراتور NOT:

$$\mathbf{Not} \quad P = \begin{cases} 1 & if \quad P = 0 \\ 0 & if \quad P = 1 \end{cases}$$

اپراتور AND:

$$P \quad \textbf{And} \quad Q = \begin{cases} 1 & if\ P,Q = 1 \\ 0 & Otherwise \end{cases}$$

اپراتور OR:

$$P \quad \textbf{Or} \quad Q = \begin{cases} 0 & if\ P,Q = 0 \\ 1 & Otherwise \end{cases}$$

اپراتور IF ... THEN:

$$\textbf{If} \quad P \quad \textbf{Then} \quad Q = \begin{cases} 0 & if\ P = 1, Q = 0 \\ 1 & Otherwise \end{cases}$$

باتوجه به این اپراتورها می‌توان اپراتورهای تئوری مجموعه‌ها را تعریف نمود. به عنوان مثال اپراتورهای متمم، اجتماع و اشتراک به صورت زیر تعریف می‌شود:

متمم مجموعه صریح A:

$$\overline{A} = \left\{ x \in X \mid x \notin A \right\}$$

اجتماع دو مجموعه A وB:

$$A \cup B = \left\{ x \in A \quad OR \quad x \in B \right\}$$

اشتراک دو مجموعه A وB:

$$A \cap B = \left\{ x \in A \quad AND \quad x \in B \right\}$$

با دانستن اصول اولیه مربوط به این مجموعه‌ها، با تکیه بر این اصول، می‌توان به تعریف منطق و مجموعه‌های فازی پرداخت، به گونه‌ای که روابط و تعاریف مجموعه‌های فازی در حالت خاص باید همان روابط و تعاریف مجموعه‌های صریح باشد.

تعریف: اگر X مجموعه مرجعی باشد که هر عضو آن را با x نمایش دهیم مجموعه فازی $\widetilde{A}$ در X به وسیله زوج‌های مرتبی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\widetilde{A} = \left\{ \left(x, \mu_{\widetilde{A}}(x)\right) \mid \ x \in X \right\}$$

μ تابع عضویت و یا درجه عضویت می‌باشد که میزان تعلق x به مجموعه فازی A را نشان می‌دهد و برد این تابع اعداد حقیقی غیرمنفی می‌باشد که یک مقدار ماکزیمم برای آن درنظر می‌گیریم و در

حالت نرمال به صورت فاصله بستهٔ $[0,1]$ درنظر گرفته می‌شود و در صورتی که برد این تابع $[0,1]$ درنظر گرفته شود همان مجموعه صریح بدست خواهد آمد.

مجموعه‌های فازی را به یکی از گونه‌های زیر می‌توان نمایش داد:

الف: به وسیله فهرست‌نمودن تک‌تک اعضاء متعلق به مجموعه مرجع X که تابع عضویت آن غیرصفر باشد. این اعضاء بصورت زوجهای مرتب $(x, \mu_{\tilde{A}}(x))$ نمایش داده‌می‌شود.

به عنوان مثال:

فرض می‌کنیم یک بنگاه مسکن میزان راحتی و مناسب‌بودن منازل ارائه‌شونده برای فروش را با تعداد اتاق خواب‌های آن می‌سنجد و تعداد اتاق خواب‌های آن یکی از اعضاء مجموعه $X = \{1,2,3,\text{K},10\}$ باشد. مجموعه فازی "منازل راحت برای یک خانواده چهارنفری" به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\tilde{A} = \{(1,0/2),(2,0/5),(3,0/8),(4,1),(5,0/7),(6,0/3)\}$$

ب: به صورت تحلیلی و تعریف مشروط به شکل تابع.

به عنوان مثال: مجموعه اعدادی که از ۱۰ خیلی بزرگترند، به صورت زیر بیان می‌شود :

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\}$$

و

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x \le 10 \\ \left(1+(x-10)^{-2}\right)^{-1} & x > 10 \end{cases}$$

ج: به صورت

$$\tilde{A} = \mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \mu_{\tilde{A}}(x_2)/x_2 + \mu_{\tilde{A}}(x_3)/x_3 + \text{K} = \sum_{i=1}^{n} \mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1$$

و یا:

$$= \int_x \mu_{\tilde{A}}(x)/x$$

به عنوان مثال:

$\tilde{A}$ ="مجموعه اعداد طبیعی نزدیک به 10"

این مجموعه به صورت زیر نمایش داده‌می‌شود:

$$\tilde{A} = \frac{0/1}{7} + \frac{0/5}{8} + \frac{0/8}{9} + \frac{1}{10} + \frac{0/8}{11} + \frac{0/5}{12} + \frac{0/1}{13}$$

این مجموعه فازی که روی یک دامنه پیوسته تعریف شده‌است، را می‌توان به صورت زیر نمـایش داد:

$$\tilde{A} = \int_R \frac{1}{1+(x-10)^2} / x$$

همانگونه که اشاره شد μ می‌تواند حد بالایی به جز یک داشته باشد ولی در صورتی که حد بالایی μ را برابر یک درنظر بگیریم، به مجموعه فازی "نرمال" می‌گوییم و هر مجموعـه فـازی غیـر نرمـال را می‌توان با تقسیم μ ها بر حد بالایی که برای آن مجموعه غیرنرمال در نظر گرفته‌ایم به یک مجموعـه فازی نرمال تبدیل نمود.

حال به چند تعریف اولیه در مورد مجموعه‌های فازی می‌پردازیم:

تعریف: پشتیبان مجموعه فازی $\tilde{A}$ که با $S(\tilde{A})$ نمایش داده‌می‌شود، یـک مجموعـه صـریح از $\mathbf{x}$ های متعلق به مجموعه مرجع X می‌باشد که تابع عضویت‌شان غیرصفر باشد.

به عنوان مثال: پشتیبان مجموعه "منازل راحت برای یک خانواده چهارنفره" در مثال گذشته برابر است با:

$$S(\tilde{A}) = \{1,2,3,4,5,6\}$$

و اعضاء مجموعـه $\{7,8,9,10\}$ کـه دارای تـابع عـضویت صـفر مـی‌باشـند در مجموعـه $S(\tilde{A})$ قرارنمی‌گیرند. یک تعریف عمومی‌تر از مجموعه پشتیبان به صـورت مجموعـه پـشتیبان در سـطح α تعریف می‌شود.

تعریف: مجموعه در سطح α به مجموعه‌ای گفته می‌شود که اعضای آنXهای متعلق به مجموعه مرجع X بوده و تابع عضویت آنها در مجموعه فازی A بزرگتر یا مساوی مقدار α باشد.

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$$

ضمناً مجموعه $A'_{\alpha} = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$ نیز که شبیه مجموعه فوق است، مجموعه قوی در سطح α نامیده می‌شود.

مثال: در مثال مجموعه "منازل راحت برای یک خانواده چهارنفره" می‌توان گفت:

$$A_{0/2} = \{1,2,3,4,5,6\}$$
$$A_{0/5} = \{2,3,4,5\}$$
$$A_{0/8} = \{3,4\}$$
$$A_{1} = \{4\}$$

و همچنین مجموعه قوی در سطح ۰/۸ برابر خواهد بود با $A'_{0/8} = \{4\}$.

تعریف: برای یک مجموعه متناهی $\tilde{A}$ ، عدد اصلی $|\tilde{A}|$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$|\tilde{A}| = \sum_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)$$

و همچنین $\|\tilde{A}\| = \frac{\tilde{A}}{X}$ عدد اصلی نسبی نامیده می‌شود.

واضح است که عدد اصلی نسبی به عدد اصلی مجموعه مرجع وابسته است. در نتیجه در صورتی که هدف، مقایسه دو مجموعه را با میزان عدد اصلی است باید مجموعه مرجع X برای هردو، یکی فرض شود.

مثال: در مورد مجموعه "منازل راحت برای خانواده چهارنفره" عدد اصلی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$|\tilde{A}| = 0/2 + 0/5 + 0/8 + 1 + 0/7 + 0/3 = 3/5$$

و همچنین عدد اصلی نسبی آن بدین صورت می‌باشد:

$$\|\tilde{A}\| = \frac{3/5}{10} = 0/35$$

در مورد مجموعه‌هایی که دارای مجموعه مرجع پیوسته می‌باشند، عدد اصلی به صورت $|\tilde{A}| = \int \mu_{\tilde{A}}(x)\,dx$ تعریف می‌شود.

تعریف: دو مجموعه فازی را برابر گویند اگر و فقط اگر

$$\forall x \in X: \ \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$$

تعریف: مجموعه فازی A زیر مجموعه مجموعه فازی B است، اگر و فقط اگر:

$$\forall x \in X: \ \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x)$$

به عنوان مثال اگر $\tilde{A} = \{(1,0/2),(2,0/8)\}$ و $\tilde{B} = \{(1,0/3),(2,1),(3,0/3)\}$ می‌توان گفت: $\tilde{A} \subseteq \tilde{B}$.

تعریف: در مجموعه فازی $\tilde{A}$ منظور از SUP، حد بالایی $\mu_{\tilde{A}}(x)$ در آن مجموعه است که به آن وزن مجموعه نیز گفته‌می‌شود.

$$hgt(\tilde{A}) = \sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)$$

به عنوان مثال در مجموعه $\tilde{A} = \{(1,0/2),(2,0/8)\}$ وزن مجموعه برابر ۰/۸ می‌باشد.

حال که مفاهیم اولیه مجموعه‌های فازی تعریف شده است. یک مفهوم خاص در تئوری مجموعه‌های فازی که اساس سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده رودخانه هراز بر آن مبتنی است یعنی "درجه فازی‌بودن مجموعه" اشاره‌ای کوتاه می‌شود.

۲-۲-۲-۴- درجه فازی بودن مجموعه

در تعریف اولیه مجموعه فازی، فرض شده بود که تابع عضویت مجموعه یک تابع ثابت بوده که برد آن یک عدد حقیقی غیرصفر با یک مقدار ماکزیمم (مثلاً در حالت نرمال عدد یک) بوده است. به این نوع مجموعه، مجموعه فازی نوع اول گفته می‌شود. حال به تعریف مجموعه فازی نوع دوم پرداخته می‌شود.

تعریف: مجموعه فازی نوع دوم به مجموعه‌ای گفته می‌شود که تابع عضویت آن خود یک مجموعه فازی نوع اول باشد.

به عنوان مثال: اگر مجموعه مرجع $X = \{1,2,K,10\}$ باشد.

مجموعه فازی نوع دوم $\tilde{A}$ به صورت $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x))\}$ را به ازای $x = 3$ با تابع عضویت زیر درنظر گرفته می‌شود:

$$\mu_{\tilde{A}}(3) = \{(u_i, \mu_{u_i}(3)) \mid i = 1,\text{K},3\}$$
$$= \{(0/8,1),(0/7,0/5),(0/6,0/4)\}$$

به همین صورت می‌توان مجموعه‌های فازی نوع سوم و بالاتر را تعریف نمود.

تعریف: مجموعه فازی نوع m ام به مجموعه‌ای گفته می‌شود که تابع عضویت آن خود یک مجموعه فازی نوع $(m-1)$ ام باشد.

از مجموعه‌های فازی با درجات بالا در ایجاد مدل سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده رودخانه هراز استفاده خواهدشد. پرواضح است که برای ایجاد یک فهم درست از این تئوری و بویژه نحوه کاربرد آن در این سامانه نیاز به پیش‌زمینه مطالعاتی ویا مطالعات بیشتر درباره تئوری فازی می‌باشد.

جهت اطلاعات بیشتر در مورد تئوری فازی و بویژه اصل گسترش که اساس مجموعه‌های فازی چند نوعی است به زاهدی (۱۳۷۸) مراجعه گردد.

۳-۲-۴- منطق فازی در مدیریت ریسک

تصمیم‌گیری در مدیریت ریسک اغلب با اطلاعات نادقیق و ناکامل روبروست. در این کار اغلب از عبارات گفتاری استفاده می‌شود که با استفاده از نظریه منطق فازی، و دسته‌های فازی می‌توان آنها را به مقادیر ریاضی ترجمه کرد (zadeh۱۹۶۵). رابطه بین عوامل ریسک، ریسک‌ها و ارتباط آنها را می‌توان با دیاگرامهای عامل و تأثیر بیان کرد. این دیاگرامها و مفاهیم فازی را می‌توان جهت شناخت رابطه بین منابع ریسک و تأثیر آنها بر محیط، بکار برد (Durkin ۱۹۹۴). یک راهنمای جزء به جزء درباره مدل تحلیل ریسک فازی توسط "تَپ" و "کَر" (۲۰۰۰) ارائه شده است.

فصل پنجم

رودخانه هراز و چالشهای زیست محیطی آن

۵-۱- مقدمه

توسعه جوامع شهری و روند افزایش رو به رشد جمعیت در سطح استان مازندران همراه با فعالیتهای اقتصادی در راستای بهره وری از مواد خام و منابع موجود، بدون رعایت استانداردهای زیست محیطی عوارض بسیار نا مطلوبی را برای محیط زیست این استان ایجاد کرده است.

شهرستان آمل و حوضه آبریز رودخانه هراز نیز از وضعیت مستثنی نبوده است. توسعه معادن و روند رو به رشد آن در این منطقه، افزایش میزان اراضی زیر کشت، تخریب جنگلها و توسعه مراتع، مصرف بیش از حد سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی، رشد روزافزون میزان ضایعات و پساب ها و فاضلاب های شهری و روستایی و کارخانه ها و واحدهای صنعتی در ایجاد این شرایط بحرانی بسیار موثر واقع شده است. در این بخش از رساله، مهم ترین منابع آلاینده رودخانه هراز مورد طبقه بندی قرار می گیرند.

۵-۲- طبقه بندی منابع آلاینده رودخانه هراز

۵-۲-۱- منابع آلاینده وابسته به معادن

شرایط زمین شناختی خاص در ارتفاعات شمالی البرز مرکزی، مشرف به ناحیه جنوبی شهرستان آمل، سبب ایجاد پتانسیل های معدنی در این منطقه گردیده است. در حال حاضر از تعدادی از این معادن

بهره برداری صورت می گیرد و تعدای به حالت متروکه رها شده اند. معادن عمده حوضه آبریز رودخانه هراز شامل: زغال سنگ، شن و ماسه رودخانه ای، واریزه کوهی، گچ و پوکه معدنی می باشد. در پی اکتشاف، استخراج و بهره برداری از معادن منطقه، آسیب پذیری زیست محیطی یکی از مهمترین اکوسیستم های طبیعی کشور (رودخانه هراز) نسبت به آلودگی های معدنی افزایش یافته است. در شکل ۱-۵ موقعیت معادن موجود در حاشیه رودخانه هراز نشان داده شده است.

سالانه حجم وسیعی از باطله های این معادن وارد محیط زیست می شود و تحت تأثیر عوامل آب و هوایی و فرسایش موجب آلودگی رودخانه هراز و محیط اطراف آن می گردد. به طور کلی مواد آلی حاصل از فرآوری زغال سنگ و زهابهای اسیدی آن همچنین برخی فلزات سنگین و ترکیبات سیلیس دار حاصل از معادن شن و ماسه از مهم ترین آلاینده های حاصل از فعالیت معدنی در این حوضه محسوب می گردند که باعث آلودگی محیط زیست، کدورت آب رودخانه و ورود آلاینده ها به آن می شوند.

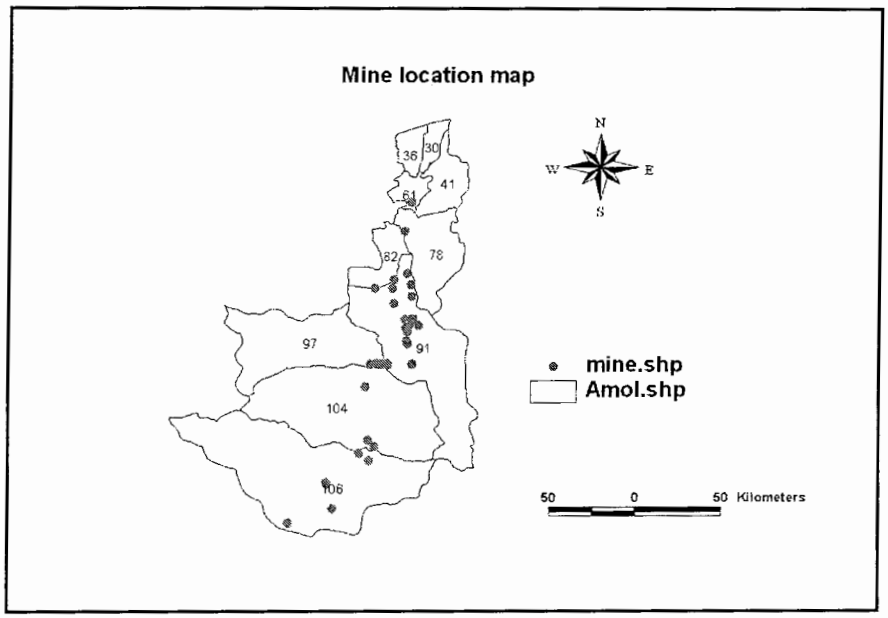
۲-۲-۵- منابع آلاینده محیطی

منابع آلاینده محیطی به عواملی اطلاق می شود که در محیط زیست پیرامون ما بطور طبیعی با گذشت زمان موجب آلودگی و عوارض سوء می گردند. منابع آلاینده محیطی در رودخانه هراز شامل چشمه های آبگرم و یا سرد هیدروترمال و واحدهای لیتواستراتیگرافی می باشند.

۱-۲-۲-۵- منابع آلاینده وابسته به چشمه های هیدروترمال

وجود ساختار زمین شناسی پیچیده در البرز مرکزی، زمینه فعالیت آتشفشانی را در این منطقه مهیا کرده است به طوری که این فعالیت موجب بروز تحولات زمین ساختی از جمله ظهور چشمه های هیدروترمال در پیرامون آن گردیده است.

بر اساس آزمایشات صورت گرفته اکثر این چشمه ها حاوی عناصری نظیر آهن،گوگرد، آرسنیک، مواد رادیواکتیو ودیگر مواد می باشند که مقادیر بیش از حد آنها می تواند منجر به بروز معضلات زیست محیطی گردند. در این تحقیق با انجام مطالعات لازم بر روی نقشه های زمین شناسی و همچنین بازدیدهای صحرایی موقعیت مکانی و ویژگیهای طبیعی این چشمه ها مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۱-۵- پراکندگی معادن در حاشیه رودخانه هراز

۵-۲-۲-۲- منابع آلاینده وابسته به سازندهای زمین شناسی

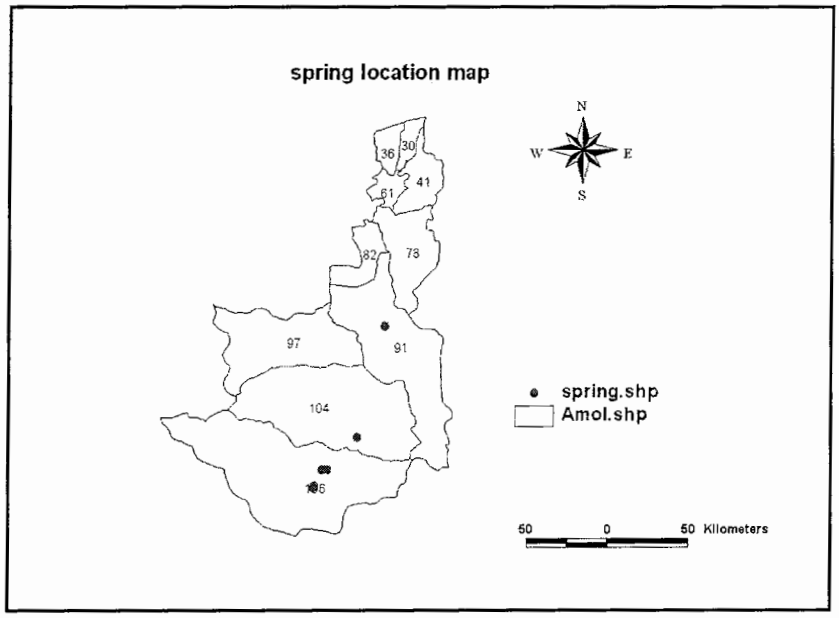
گستردگی سازند های زمین شناسی و همچنین سازندهایی با ماهیت آتشفشانی درحوضه آبریز رودخانه هراز باعث ورود بعضی عناصر سمی به محیط اطراف و رودخانه هراز شده است. هوازدگی شدید، فرسایش و ریزش باران و برف زیاد در منطقه موجب انتقال آلاینده ها به پایین دست گردیده است. بطورکلی آب بارانی که در رودخانه ها جمع می شود، موادی که از سنگ ها و خاک ها در خود حل کرده را به رودخانه ها می افزاید. ترکیب آب رودخانه تا حدودی به شرایط اقلیمی منطقه و تا حدودی به انواع سنگ ها و خاک های موجود در یک حوضه آبریز بستگی دارد؛ که عامل دوم مهمتر است.

۵-۲-۳- سایر منابع آلاینده

علاوه بر آلاینده های محیطی و معدنی، عوامل دیگری مانند فعالیت های کشاورزی و صنعتی، زباله های شهری و روستایی نیز باعث تخریب زمین، فرسایش خاک، از بین رفتن اکوسیستم طبیعی و ورود آلاینده ها به رودخانه هراز شده است این آلاینده ها به طور مختصر در زیر توضیح داده می شوند.

۵-۲-۳-۱- فعالیتهای وابسته به کشاورزی

فعالیت کشاورزی از عوامل بسیار حائز اهمیت در ایجاد آلودگی، تخریب و آشفتگی محیط زیست می باشد. گاه تجاوز بیش از حد کشاورزان به جنگل ها و حریم رودخانه ها سبب تخریب زمین شده است. شرایط اقلیمی مناسب و وجود زمین های حاصلخیز به همراه آب و هوای معتدل و مرطوب و وجود رودخانه هراز سبب توجه ساکنین جوامع شهری و روستایی شهرستان آمل به بهره برداری اززمین های کشاورزی شده است.

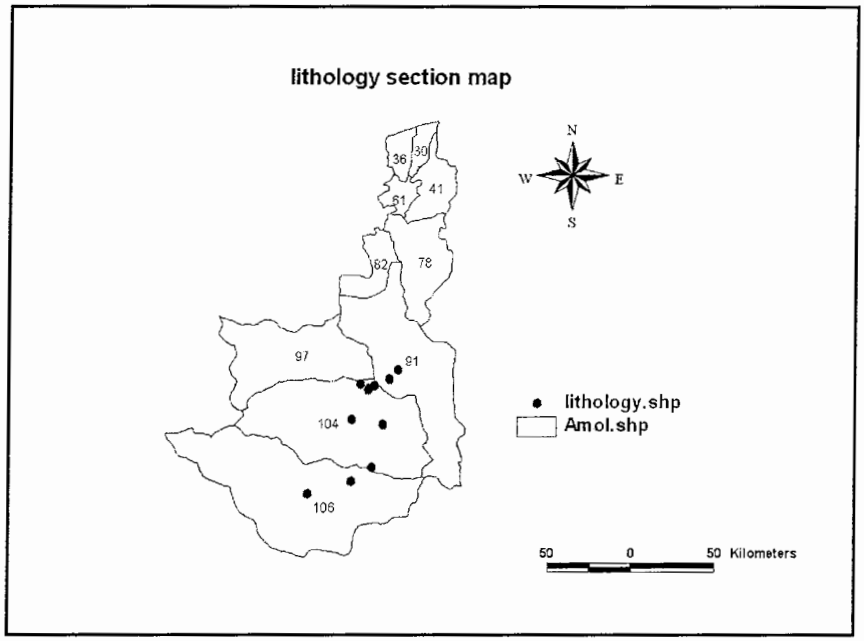


شکل ۲-۵ پراکندگی چشمه ها در حاشیه رودخانه هراز

به طور اعم کشت غالب در این منطقه شامل زمین های شالیزاری می باشد و پس از آن مرکبات، دانه های روغنی و سبزیجات از کشت های با اهمیت منطقه هستند. با توجه به اینکه کشت برنج بیشترین مقدار مصرف آب، سم و کود را دارا می باشد بنابراین به عنوان یک آلاینده وسیع در منطقه مورد مطالعه مطرح است.

مقداری از این سموم با انتشار بر روی خاک زمین های مزروعی تحت تأثیر جریان آب حاصل از آبیاری و یا بارندگی های پراکنده و سیلاب ها، سطح وسیعی از خاک و آب منطقه را مورد آلودگی قرار می دهند. انواع کودهای شیمیایی و آفت کش ها که برای پایداری و تولید بیشتر محصولات زراعی مصرف می شود، برای محیط زیست بسیار خطرناک می باشند. این مواد به همراه مواد آلی حاصل از فساد بقایای جانوران به همراه مدفوع آنها و قطعات کوچکی از اندام گیاهان به عنوان ضایعات حاصل

از از فعالیت کشاورزی محسوب می شوند که با وارد شدن در مسیر جریان آب هـای زیرزمینـی و آب های سطحی و در نهایت دریای خزر، بنیان های غذایی طبیعی، حیات جانوران دریایی و کفـزی را بـا خطرات جدید روبه می سازند.



شکل ۳-۵- پراکندگی سازندهای زمین شناختی در حاشیه رودخانه هراز

۲-۳-۲-۵- فعالیت های وابسته به صنایع

شرایط مساعد آب و هوا، منابع آب کافی، موقعیت و راههای مناسب منطقه، وجود جاذبه های طبیعی و بالاخره نیاز اقتصادی و اجتماعی سبب توجه سرمایه گذاران بخش دولتی و خصوصی در امر فعالیت های صنعتی شده است. احداث شهرک صنعتی امام زاده عبدالله به همـراه کارخانـه هـای وابـسته بـه صنایع غذایی، شوینده ها، مواد شیمیایی در کنار چندین کارگـاه آسـفالت سـازی در افـزایش بحـران زیست محیطی و مخاطرات مربوط در منطقه نقش ویژه ای دارد.

بطور کلی پساب های صنعتی واجد آلودگی هـایی نظیـر هیـدروکربورها، میکروارگانیـسم هـا، فلـزات سنگین، ضایعات و پسماندهای شیری و گوشتی، مواد مغذی و معدنی می باشـند کـه ایـن عوامـل در مجموع وارد محیطهای پذیرنده آب و خاک و هوا می شوند و سـبب مـشکلات زیـست محیطـی مـی گردند.

۳-۳-۲-۵- مواد زائد و زباله ها

توسعه مجتمع های مسکونی در دهکده های ییلاقی حاشیه رودخانه هراز و وجود جاده تهران– آمل (جاده هراز) سبب ایجاد رستوران ها و مجتمع های پذیرایی بین راهی متعددی در حاشیه رودخانه هراز شده است. از سویی دیگر وجود چشمه های معدنی و احداث گرمابه به جهت استفاده از آبهای معدنی و فقدان شبکه های فاضلاب، موجب افزایش روز افزون ورود فاضلابها (خانگی، رستوران ها و گرمابه های متعدد آبهای معدنی) به محیط های آبی و خاک شده است.

همچنین فاضلاب شهر آمل که بعضاً از طریق چاههای جذبی دفع می شود، اما به خاطر قدیمی بودن سیستم فاضلاب فاقد استانداردهای لازم از نظر زیست محیطی و بهداشت است و در نهایت موجب آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی می شود.

همچنین محل دفن زباله های شهرستان آمل در ۳۰ کیلومتری جاده هراز در کنار رودخانه هراز قرار دارد که خصوصاً شب ها بوی بد آن تا چندین کیلومتر انتشار می یابد. بعلاوه وجود بادهای شدید موجب پراکنده شدن زباله های سبک تا چندین کیلومتری بر روی جاده و رودخانه هراز می شود. مسأله اصلی دیگر شیرابه های محل دفن زباله هستند که موجب تخریب و کاهش کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی منطقه می شوند. ریزش باران به عنوان یکی از عوامل اصلی حرکت شیرابه ها به سمت مناطق با ارتفاع پست تر می باشد که موجب آلوده شدن آب و خاک منطقه می شود. با ورود شیرابه به داخل رودخانه میزان اکسیژن این محیط به میزان قابل توجهی کاهش می یابد و خطرات جدی برای محیط آبی و آبزیان به وجود می آید و در نهایت موجب دگرگونی اکولوژی سیستم آبی رودخانه هراز می شود.

در بررسی های انجام شده در سال ۱۳۷۲ توسط سازمان حفاظت محیط زیست نتایج زیر بدست آمد: رودخانه سرخرود (هراز) در فصل تابستان و بهار بیشترین آلودگی را نشان می دهد. علت آلودگی زیاد در این فصل انتشار فاضلابهای متعدد کشاورزی (فصل کشت برنج) و روستایی (تجمع جمعیت در دهکده های ییلاقی حاشیه رودخانه هراز) و شهری (شهرهای آمل و محمودآباد در تابستان به خاطر ساحل دریای خزر پذیرایی مهمانان زیادی می باشند) می باشد. به طور کلی در سواحل آلودگی کلیفرم مدفوعی[۱] وجود نداشت یا در حد قابل برگشت بود. در صورتی که در سواحل شهری و محل

[۱] fecal Coli form

ورود رودخانه به دریا آلودگی دریا از نظر کلیفرم کل بسیار گسترده و هشداری در جهت تراکم عوامل آلاینده بود که می تواند حاوی عوامل بیماری زا نیز باشد.

۳-۵- بررسی نمونه وار پایش های انجام شده روی آلاینده های موجود در سطح حوضه آبریز رودخانه هراز

پس از شناسایی و طبقه بندی منابع آلاینده موجود در سطح حوضه آبریز رودخانه هراز و اشاره به انواع آلودگی های مرتبط با آنها به صورت تئوری، به ارزیابی انواع آلاینده های مورد نیاز پژوهش در محیط آبی و دریا، بر اساس آمار و گزارشات موجود و بازدیدهای انجام شده پرداخته می شود.

۱-۳-۵- چشمه های هیدروترمال

ظهور چشمه های آبگرم یا معدنی معمولاً در نقاطی از زمین که شرایط مورفولوژیکی، تکتونیکی، ماگمائی و جوی مناسب فراهم باشد صورت می گیرد. در ایران به علت فعالیتهای گسترده آتشفشانی از زمانهای دور تا عهد حاضر چشمه های معدنی و گرم فراوان است. همچنین فعالیت آتشفشانی دماوند حجم عظیمی از سنگ های بازالتی، آندزیتی، داسیتی و ریولیتی را به صورت گدازه و توقف بیرون ریخته و موجبات تشکیل چشمه های آب معدنی در قاعده این آتشفشان شده است. مطالعه آبهای معدنی و گرم در ایران در اواسط قرن نوزدهم شروع گردید. اولین بررسی ها در مورد چشمه های معدنی ایران توسط پروفسور دمرگان در سال ۱۸۸۹ در اطراف کوه دماوند درباره آبهای معدنی و گرم آب اسک انجام شد. سپس بخش آبشناسی دانشکده داروسازی دانشگاه تهران، وزارت نیرو، سازمان برنامه و سازمان زمین شناسی مطالعات جامع و کامل تری از آبهای معدنی آب اسک و لاریجان انجام دادند.

طبق بررسی های انجام گرفته مهمترین چشمه های معدنی منطقه مطالعاتی شامل چشمه های استراباکو (قلابن)، آبگرم لاریجان، امارت، آب آهن و، آب اسک می باشد. خواص و ویژگیهای فیزیکوشیمیایی چشمه های منطقه در ذیل آمده است:

۱-۱-۳-۵- چشمه قلابن (استراباکو)

چشمه قلابن با موقعیت '۹۲ °۵۲ طول شرقی و '۶۷ °۳۶ عرض شمالی در کنار جاده تهران- آمل (هراز) در محل بایجان در حدود ۷۰ کیلومتری شمال شرق تهران قرار دارد. در این مکان ۴ چشمه با فاصله کم از شکاف سنگ های آهکی مارنی متعلق به سازند دلیچای در کنار رودخانه هراز از زمین خارج می شوند. آب چشمه قلابن در ردیف آبهای ولرم[۱] و تیپ[۲] آن سولفات کلسیک می باشد و در محل چشمه دو عدد استخر شنا احداث گردیده که در فصل گرما مورد استفاده اهالی محل و جهانگردان قرار می گیرد.

۲-۱-۳-۵- چشمه آبگرم لاریجان

چشمه آبگرم لاریجان در موقعیت جغرافیایی '۷۱ °۵۲ طول شرقی و '۳۱ °۳۶ عرض شمالی در منطقه آبگرم لاریجان در فاصله ۶۰ کیلومتری شمال شرق تهران قرار دارد. مظهر این چشمه در شکاف سنگ های کواترنری (آندزیت و بازالت) واقع شده است. آب این چشمه در ردیف آبهای داغ[۳] و تیپ آن سولفات کلسیک می باشد. بر اساس روش حرارت سنجی فورینه (۱۹۷۱ و ۱۹۷۷) متوسط دمای مخزن به ترتیب در حدود ^{o}C ۹۹ و ^{o}C ۶۸ تخمین زده می شود.

چشمه آبگرم چشمه معروفی است. مظهر چشمه از طریق شهرداری مسدود گردیده است. قسمتی از آب این چشمه بوسیله لوله به حمام های عمومی که توسط اهالی روستا بنا گردیده هدایت می شود و بخشی نیز توسط یک مجرای روباز به خانه های مردم هدایت شده و مورد استفاده اهالی محلی و توریستها قرار می گیرد. در جنوب دهکده آبگرم دره بزرگی وجود دارد که آب پس از مصرف در حمام ها به سمت پایین جریان می یابد و سرانجام در کف دره به رودخانه هراز می ریزد.

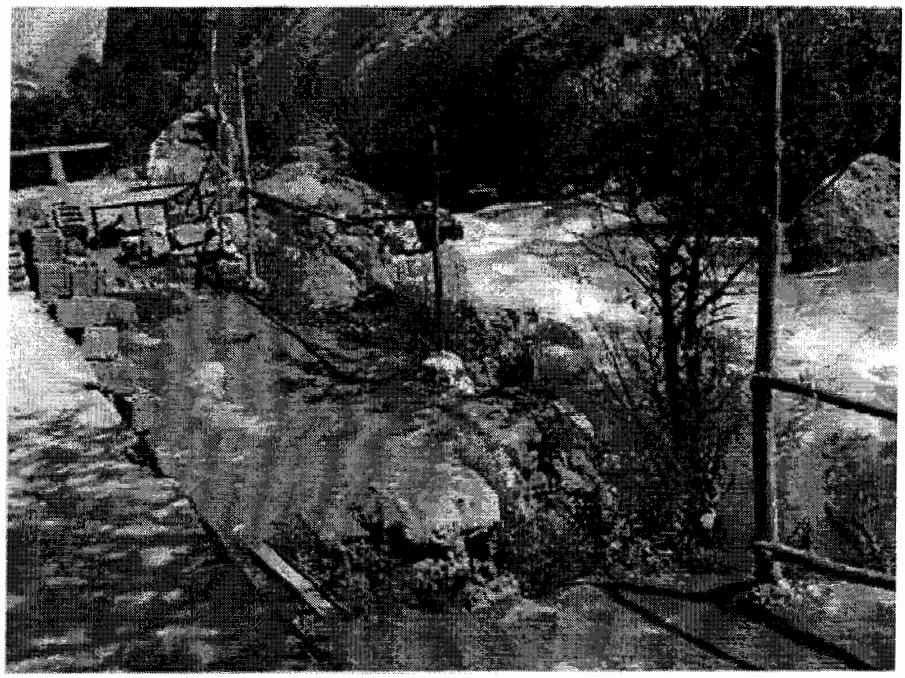
۳-۱-۳-۵- چشمه امارت (آمولو)

چشمه امارت در ۳۰ کیلومتری آمل در مجاورت جاده هراز و در موقعیت جغرافیایی '۲۰ °۵۲ طول شرقی و '۱۰ °۳۶ عرض شمالی قرار دارد. مظهر چشمه در داخل رسوبات آبرفتی که اطراف آن رسوبات آهکی دولومیتی متعلق به سازند روته (پرمین) وجود دارد از زمین خارج می شود.

---

[۱] Hypothermal
[۲] Type
[۳] Hyperthermal

اطراف چشمه یک حوضچه طبیعی وجود دارد و در کف حوضچه آب همراه با گـاز دی اکـسید کـربن (CO_2) به صورت جوشان از زمین خارج می شود. همچنین در اطراف آن رسوبات قرمز رنگ هماتیت و لیمونیت به چشم می خورد. آب این چشمه در ردیف آبهای بی کربنات کلسیم گازدار و سرد است.



شکل ۴-۵ مظهر چشمه قلابن در کنار پهنه سیلابی رودخانه هراز

۴-۱-۳-۵- چشمه آب آهن

چشمه معدنی آب آهن در ۳ کیلومتری روستای آبگرم لاریجان در موقعیت جغرافیایی '۶۹ °۵۲ طول شرقی و '۲۸ °۳۶ عرض شمالی قرار دارد. مظهر اصلی چشمه از شکاف سـنگ هـای آتشفـشانی خارج می شود. آب چشمه آب آهن در ردیف آبهای سـولفاته کلـسیک و منیـزین و ولـرم و تیـپ آن سولفات کلسیک می باشد. در اطراف چشمه مقدار زیادی رسوبات اخرائـی رنـگ اکـسیدهای مختلـف آهن از جمله هماتیت و لیمونیت مشاهده می گردد که به همین خاطر به این چشمه، چشمه آب آهن نام داده اند.

۵-۱-۳-۵- چشمه های معدنی آب اسک

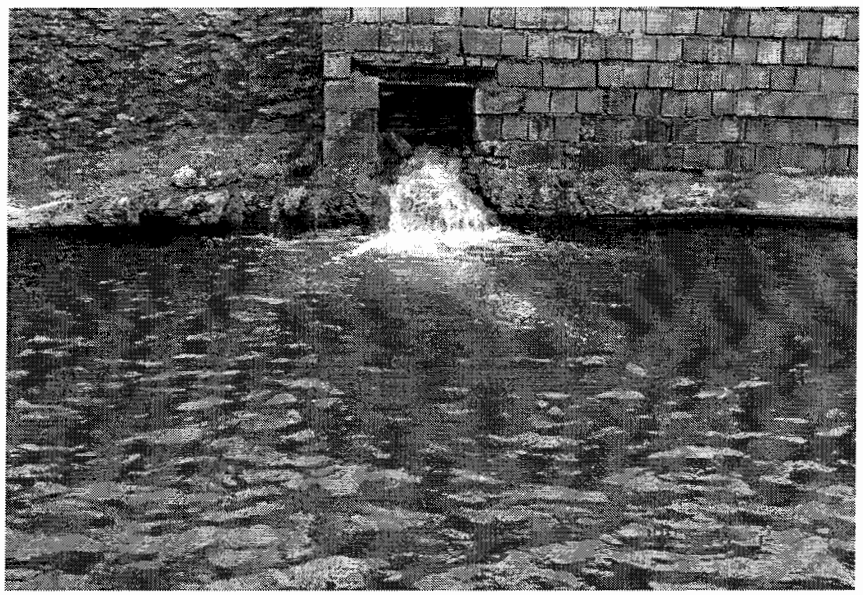
چشمه های معدنی آب اسک به فاصله ۹۶ کیلومتری شمال شرق تهران و در دامنه جنوبی قله دماوند در کف دره هراز واقع شده اند و آب کلیه این چشمه ها به رودخانه هراز می ریزد. در منطقه آب اسک

چندین چشمه معدنی وجود دارد که چهار چشمه طلا، زاغ چشمه، هرمز و نادعلی مورد بررسی قرار گرفتند. مظهر چشمه ها در مرز سنگ های آتشفشانی کواترنری (آندزیت وتوف آندزیت) و سازند شمشک (سنگ آهک، شیل و ماسه سنگ) واقع شده است. آب چشمه های آب اسک در ردیف آبهای ولرم و تیپ آن از کلروه سدیک تا بیکربناته کلسیک با pH اسیدی و سیلیس کلوئیدی و یونی می باشد. آب این چشمه ها در مسیر خود رسوبات سفید رنگ کربنات کلسیم و به مقدار کمتر کربنات منیزیم بر جای می گذارد. در مظهر چشمه ها گاز کربنیک (CO_2) و سولفید هیدروژن (H_2S) به میزان زیادی متصاعد می گردد و آب را جوشان جلوه می دهد.

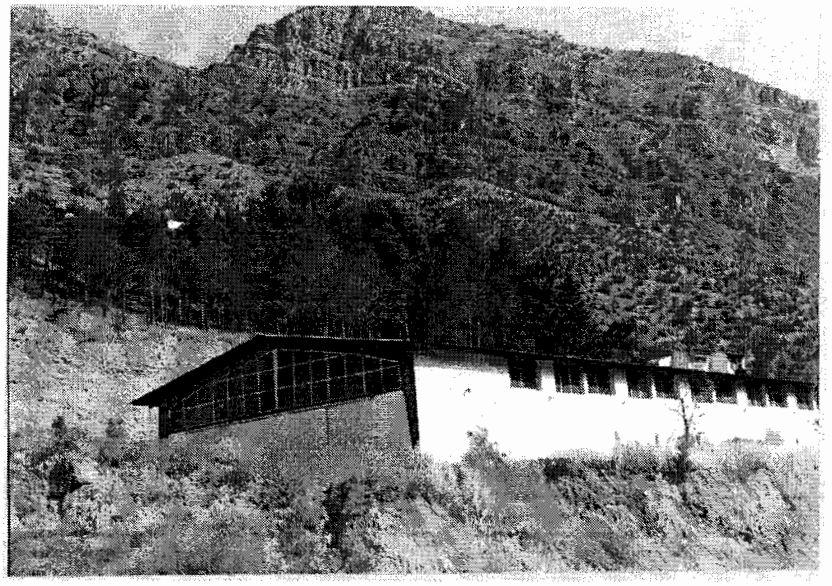
آب این چشمه ها دارای مزه نمکی و گزنده است که به دلیل وجود املاح گوگردی و گاز گوگردی فراوان است. رسوبات تراورتنی زیبایی در حاشیه این چشمه دیده می شود.

چشمه طلا با موقعیت ′۵۳ °۵۲ طول شرقی و ′۹۹ °۳۵ عرض شمالی، چشمه هرمز با موقعیت ′۶۰ °۵۲ طول شرقی و ′۰۵ °۳۶ عرض شمالی، زاغ چشمه با موقعیت ′۷۳ °۵۲ طول شرقی و ′۱۰ °۳۶ عرض شمالی و نادعلی با ′۵۰ °۵۲ طول شرقی و ′۹۰ °۳۵ عرض شمالی در منطقه آب اسک قرار دارند.

کلیه آمار خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب چشمه های موجود در منطقه در جدول ۱-۵ ارائه گردیده است.



شکل ۵-۵- مظهر چشمه طلا آب اسک



شکل ۶-۵- کارخانه آب معدنی آمولو

۲-۳-۵- بررسی خواص فیزیکوشیمیایی چشمه ها

در مقیاس جهانی مقادیر راهنمای سازمان بهداشت جهانی برای کیفیت آب از نظر مصارف مختلف از اهمیت زیادی برخوردار است. به همین خاطر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب تمام چشمه ها با مقادیر استانداردهای ارائه شده توسط WHO و بانک اطلاعاتی EPA و EEC که در رابطه با کیفیت آب می باشند، مقایسه گردید. بطوری که هر یک از خواص فیزیکوشیمیایی آب چشمه ها که از مقادیر پذیرفته شده استانداردهای جهانی بیشتر بود به عنوان آلودگی مطرح شده و به آن نمره ای تعلق گرفت. همچنین دبی خروجی هر یک از چشمه ها نیز اندازه گیری و مشخص گردید که کدام یک از چشمه ها، عناصر سنگین و شیمیایی سمی بیشتری (بر اساس خواص شیمیایی و فیزیکی و دبی آب خروجی خود) به رودخانه وارد می کنند. و در نهایت با اعمال مدل سامانه درجه بندی منابع آلاینده نمره نهائی خطر آفرینی هر یک از چشمه ها تهیه گردید.

۳-۳-۵- منابع معدنی

معدنکاری یکی از دو صنعت زیر بنایی کشور است که مواد اولیه صنایع ثانویه مثل ماشین سازی، پتروشیمی، برق و فولاد و ... را تامین می کند.

جدول۱-۵ ویژگی های فیزیکو شیمیایی چشمه های قلابن، آبگرم، امارت، آب اسک

نام چشمه	X	Y	T(°c)	TDS(mg/l)	EC(µmohs/cm)	PH	Na	K	Ca	Mg	CO۳	HCO۳	SO۴	CL
قلابن(استراباکو)	۵۲ ۹۲	۳۶ ۶۷	۳۲،۵	۱۳۳۴	۲۶۶۵	۶،۹	۱۳۲،۳	۲۸،۷	۷۰۳،۸	۷۳،۸	۱،۴	۱۰۲۶،۹	۱۰۴۲	۳۰۱
آبگرم لاریجان	۵۲ ۷۱	۳۶ ۳۱	۶۳،۷	۵۰۴،۵	۱۰۱۳	۷،۱	۱۷	۴،۶۲	۱۴۱	۲۸،۲	۴،۳	۱۷۸،۱	۳۰۸،۹	۴،۳۴
طلا (اسک)	۵۲ ۵۳	۳۵ ۹۹	۲۵،۷	۱۴۲۸	۲۸۷۱	۶،۹۹	۳۹۷،۶	۶۱،۶۱	۵۰۲،۵	۸۱،۳	۱۴،۶	۱۴۵۱	۱۶۲	۱۰۸۲،۵
امارت (آمولو)	۵۲ ۲۰	۳۶ ۱۰	۲۱	۱۰۴۰	۱۴۰۰	۷	۴۵	۶	۱۰۳	۵۰	-	۵۵۰	۱۱۵	۳۵
ناد علی	۵۲ ۵۰	۳۵ ۹۰	۱۸	-	۱۹۵۰	۶،۸	۲۳۰	۲۸	۳۷۶	۳،۶	-	۱۲۵۶،۸	۱۰۱	۴۲۶
هرمز	۵۲ ۶۰	۳۶ ۰۵	۲۴	۳۹۹۰	۲۹۵۰	۶،۹	-		۱۲،۶	۱۹۵	-	۱۱۸۳	۷۶	۱۲۰۰
آب آهن	۵۲ ۶۹	۳۶ ۲۸	۱۵	۶۵۰	۶۰۰	۷،۸	۲۶،۲	۵،۴۷	۹۸،۲	۱۷،۶۴	-	۹۷،۶۲	۳۰۰	۱۰،۶۴
زاغ چشمه	۵۲ ۷۳	۳۶ ۱۰	۲۸	-	۳۷۵۰	۶،۸	۲۲۹	۲۷،۳	۳۲۲	۶۷،۴	-	۱۱۰۰	۹۸،۴	۴۳۷

یونها بر حسب ppm می باشند.

ادامه جدول شماره ۱-۵

نام چشمه	Li	Fe	As	Hg	Si	B	CO۲	دبي(lit/s)	هیدروژن سولفوره	رنگ	مزه	نوع ساختار	سازند	جنس سازند
قلابن(استراباکو)	۱،۰۴	۱،۴۶	۲۰	-	۴۶،۳	۱،۳۴	۳۰۰	۱۴	مثبت	بی رنگ		کارستیک	سخت کربناته	آهکی
آبگرم لاریجان	۰،۲۲	۰،۹۵	۱۰۸۳	۰،۶	۴۷،۶	۰،۲۶۳	۸،۸	۴۰	مثبت	بی رنگ	هیدروژن سولفوره			
طلا (اسک)	۲	۱،۶۶	۵۷۱	۱،۳	۴۵،۷	۱۱،۵۲	۳۵۲	۱۰	-	بی رنگ	شور گزنده			
امارت (آمولو)	-	۱،۹	-	-	۱۱،۵	-	۱۲۰	۴۰	منفی	بی رنگ	مطبوع و کم گزنده			
ناد علی	-	۱،۲	-	-	۱۷،۵	-	۱۷۶	۱	-	-	-	کنتاکی	آبرفت	آهکی
هرمز	-	۰،۱	-	-	۴۰	-	۲۶۲	۶	-	بی رنگ	هیدروژن سولفوره	کنتاکی	آبرفت	آهکی
آب آهن	-	۱۵	-	-	۵۳،۵	-	۱۰	۱۰	منفی	بی رنگ	مطبوع	درز شکافی	سخت کربناته لار	آهکی
زاغ چشمه	-	۰،۹۱	-	-	۱۵	-	۱۲۰	۱	مثبت	-	-	-	آبرفت	آهکی

جدول ۲-۵- مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی در خصوص آب

As	Fe	Li	CL	SO۴	HCO۳	Mg	B	Hg	Ca	K	Na	PH	TDS
۰/۰۱	< ۰/۵	۲	۲۵۰	<۹۰	<۱۸۰	<۱۴	۰/۱	۰،۰۰۱	<۵۲	۵-۶	۲۰۰	۷/۸	<۴۰۰

یونها بر حسب ppm می باشد.

تنوع و گستردگی معادن در پهنه ایران زمین و همچنین رشته کوههای البرز یکی از مناسب ترین شرایط بهره برداری و گسترش فعالیت های وابسته به معدن را فراهم آورده است. اصولاً فرآیندهای استخراج و بهره برداری از این معادن در کنار سوددهی اقتصادی و فراهم نمودن زمینه های رشد صنایع وابسته، همراه با نقش مثبتی که در افزایش درآمد دارد، به دلیل ماهیت عمل و با توجه به خصوصیات زمین شناختی و آب شناختی هر منطقه و نیز با توجه به نحوه استخراج و بهره برداری همواره موجب بروز معضلات زیست محیطی شده است. عدم توجه به این موارد در میان مدت اختلالات اساسی را در محیط رودخانه هراز دامن خواهد زد. در جدول ۲-۵ اثرات معدنکاری بر روی آبهای سطحی، زیرزمینی، هوا و خاک آمده است. این اثرات نه تنها در محدوده معدن بلکه تا کیلومترها دورتر گسترش می یابند. سرزمین های که اکنون حاوی ماده معدنی اند، پس از استخراج مجدداً خاصیت کانی سازی ندارند که در نتیجه فعالیت معدنکاری یک پدیده کوتاه مدت محسوب شده که دیر یا زود به اتمام خواهد رسید و زمین به حالت متروکه رها می شود. مسأله مهم دیگر وجود مواد زائد حاصل از معدنکاری و باطله ها می باشد که اغلب اوقات دارای مواد آلاینده محیط زیست است.

در جداول ۳-۵ و ۴-۵ موقعیت معادن موجود در منطقه به همراه میزان استخراج، روش استخراج (روباز زیر زمینی)، میزان ذخیره و فاصله تا رودخانه ارائه شده است.

به علت موقعیت خاص منطقه، معادن در نقاط کوهستانی، جنگلی و رودخانه ای حوضه آبریز رودخانه هراز پراکنده اند. میزان حساسیت طبیعی نسبت به اختلال وارد شده برای هر نقطه معدنی متفاوت است. بعضی از این معادن در حاشیه رودخانه واقع شده اند که زیستگاههای خاص جانوری و گیاهی می باشد و لذا فعالیت معدنی به عنوان یک لکه اختلالی، باعث دگرگون شدن وضعیت موجود و به خطر افتادن حیات گیاهی و جانوری می شود. قسمتی از معادن منطقه در اکوسیستم جنگلی واقع شده اند که عملیات معدن کاری در این مناطق باعث از دست رفتن پوشش گیاهی شده است. از بین رفتن پوشش گیاهی موجب تغییرات دمایی (آب و هوا) و نابودی عوامل زیستی می شود. معادنی که در منطقه کوهستانی و در روی ارتفاعات قرار دارند پایین دست را به شدت تحت تأثیر قرار می دهند. انواع آلودگی در این مناطق تا کیلومترها دورتر از معدن انتشار می یابد.

جدول ۲-۵- اثرات بالقوه معدنکاری

سلامتی و فعالیت بشری	جانوران	گیاهان	زمین	آلودگی ها
- آلاینده های محلول در آب شهری - آبهای مورد استفاده در کشاورزی - دفن زایدات جامد در مناطق کم عمق دریا - استخراج آب برای صنعت - زهکشی اسیدی	- به خطر افتادن ماهیان - ذخیره مواد سمی در بدن آنها	——	- رسوبگذاری - تغییر جریان آب و الگوی زهکشی	آب سطحی
- خشک شدن سفره های آبهای زیرزمینی - آلاینده های محلول در جاده ها و چشمه ها	——	- عدم دسترسی گیاهان -آب زیرزمینی	- تغییر در سفره های آبی	آب زیرزمینی
- استنشاق گرد و غبار - انتشار آلاینده ها در هوا - گرد و غبار منتشره بر زمین های کشاورزی	آزاد شدن متان از توده های باطله	- بسته شدن روزنه ها - جذب گرد و غبار سمی	- انتشار مواد سمی کوره های ذوب بر خاک - اسیدی شدن خاک	هوا
- خطرات مربوط به پایداری مواد زاید دفن شده	- مدفون شدن زیستگاه جانوری	- تأخیر در رشد به دلیل شسته شدن مواد سمی و زایدات توسط آبهای سطحی	- پخش مواد در روی زمین - تخریب چشم انداز	زایدات جامد
- وجود خطرات فراوان رانش ، ریزش ، پرتاب - دره های عمیق	- از دست رفتن زیستگاه - قطع شدن ارتباطات کریدوری	- تخریب زیستگاه - از بین رفتن گونه های گیاهی	- آلودگی توسط عناصر شیمیایی - از دست رفتن چشم انداز تغییر شکل زمین - بی ثباتی زمین - کاهش ارزش زمین -	تخریب زمین

ماخذ: موشیدی ۱۳۸۱

معمولاً معادن زغال سنگ به صورت زیر زمینی استخراج می شوند. در روش زیرزمینی، استخراج ماده معدنی در لایه های زیرزمین انجام می گیرد. از این رو عوارض نامطلوب بهره برداری بر روی زمین اندک است و دارای تأثیرات مخرب زیست محیطی کمتری می باشد. معادن واریزه کوهی، مصالح ساختمانی و پوکه معدنی به صورت رو باز استخراج می شوند که با برداشتن سنگ و خاک از سطح

جدول۳-۵- ویژگی های معادن موجود در حاشِه رودخانه هراز

نام معدن	نوع ماده معدنی	موقعیت ریاضی		موقعیت نسبی	نام بهره بردار	وضعیت معدن	ذخیره قطعی	استخراج اسمی (تن)	روش استخراج
		X	Y						
بلبل خوان	واریزه کوهی	۳۶ ۵۸	۵۲ ۹۴	۳۱ ک جنوب آمل	تعاونی آمل ماسه	فعال	۹۳۷۹۹۹	۷۰۰۰۰	روباز
چلاو	واریزه کوهی	۳۶ ۶۵	۵۲ ۹۹	۲۲ ک جنوب آمل	تعاونی۴۸۲ بایجان	فعال	۸۰۰۰۰۰	۵۵۰۰۰	روباز
عمارت	واریزه کوهی	۳۶ ۵۲	۵۲ ۹۴	۲۸ ک جنوب آمل	تعاونی ۴۵۳-۷۲ آمل	فعال	۳۸۴۸۶۲۰	۸۰۰۰۰	روباز
عمارت شرقی	واریزه کوهی	۳۶ ۷۲	۵۲ ۳۵	۲۸ ک جنوب آمل	تعاونی عمارت شرقی	فعال	۸۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	روباز
شیمیکوه	واریزه کوهی	۳۶ ۵۲	۵۲ ۷۲	۲۶ ک جنوب آمل	تعاونی شیمیکوه منگل	غیرفعال	۱۵۸۰۳۵۷	۱۶۰۰۰۰	روباز
دره شاهزید	واریزه کوهی	۳۶ ۹۳	۵۳ ۰۸	۳۰ ک جنوب آمل	تعاونی معدنی شاهزید	فعال	۱۱۶۵۰۰۰	۷۰۰۰۰	روباز
پرن	واریزه کوهی	۳۶ ۷۶	۵۳ ۰۰	۲۵ ک جنوب آمل	فرمانداری آمل	فعال		۴۰۰۰۰	روباز
کنگلومرای رزکه	واریزه کوهی	۳۶ ۷۵	۵۳ ۱۱	۱۱ ک جنوب آمل	تعاونی معدنی پوکه آتشفشان	غیرفعال	۱۵۲۶۰۰۰	۹۰۰۰۰	روباز
کیلومتر۲جاده بلده	واریزه کوهی	۳۶ ۵۴	۵۳ ۰۰	۴۷ ک جنوب آمل	ناحیه مقاومت بسیج سپاه آمل	فعال	۸۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	روباز
بلبل خوان غربی۲	واریزه کوهی	۳۶ ۳۴	۵۳ ۰۳	۳۲ک جنوبغربی آمل	شرکت شن و ماسه بلبل خوان	فعال	۴۳۶۸۰۰	۷۵۰۰۰	روباز
بلبل خون	واریزه کوهی	۳۶ ۶۷	۵۲ ۹۷	۲۷ ک جنوب آمل	شرکت واریزه کوهی بلبل خون	غیرفعال	۱۹۲۸۰۰۰	۶۵۰۰۰	روباز
دره مگزی	واریزه کوهی	۳۵ ۵۱	۵۲ ۳۵	۹۵ ک جنوب آمل	شرکت تعاونی معدنی مهیار ماسه امامزاده هاشم	فعال	۴۶۸۰۰۰	۷۰۰۰۰	روباز
واریزه کوهی زردبنه	واریزه کوهی	۳۶ ۴۳	۵۲ ۸۰	ک۴۲ جاده هراز آمل	شرکت زرزمین سیاه بیشه	فعال	۸۴۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	روباز
واریزه کوهی شنواره	واریزه کوهی	۳۶ ۶۰	۵۲ ۹۰	۴۶ ک جنوب آمل	شرکت تولیدات معدنی شنواره	غیرفعال	۱۲۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	روباز پلکانی
واریزه کوهی قلابن	واریزه کوهی	۳۶ ۲۳	۵۲ ۵۱	۶۶ ک جنوب آمل	کریم مقیمی	غیرفعال	۱۸۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰	روباز پلکانی
واریزه کوهی هردورود	واریزه کوهی	۳۶ ۹۷	۵۲ ۵۰	۴۵ ک جنوبغربی آمل	شرکت تعاونی معدنی واریزه کوهی هردورود	فعال	۶۳۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	روباز پلکانی
واریزه کوهی گلریز امارات	واریزه کوهی	۳۶ ۴۱	۵۲ ۸۵	۴۵ ک جنوب آمل	لطف الله حق شناس	غیرفعال	۱۱۰۰۰۰۰	۸۵۰۰۰	روباز پلکانی

ادامه جدول۵-۳

نام معدن	نوع ماده معدنی	موقعیت ریاضی		موقعیت نسبی	نام بهره بردار	وضعیت معدن	ذخیره قطعی	استخراج اسمی (تن)	روش استخراج
		X	Y						
شکاف کوهسار	واریزه کوهی	۳۶ ۶۵	۵۲ ۸۰	۴۶ ک جنوب آمل	شرکت شکاف کوهسار	تجهیز	۷۴۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	روباز پلکانی
عاشق رز	واریزه کوهی	۳۶ ۶۲	۵۲ ۵۳	۴۴ ک جنوب آمل	شرکت آمل شن	تجهیز	۷۹۲۲۰۰	۷۵۰۰۰	روباز
چلاو	واریزه کوهی	۳۶ ۶۵	۵۲ ۹۹		عمران صنعت				
بیجان دره	پوکه معدنی	۳۶ ۴۶	۵۲ ۷۱	۹۰ ک جنوبغربی آمل	تعاونی قرقه	فعال	۳۴۴۲۸۱	۴۰۰۰۰	روباز
لاله کوه	پوکه معدنی	۳۶ ۵۲	۵۳ ۱۴	۸۵ ک جنوب آمل	تعاونی لاله کوه	فعال	۲۸۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	روباز
ملک آباد	پوکه معدنی	۳۶ ۵۰	۵۲ ۹۹	۷۶ ک جنوب آمل	معدنی دماوند	فعال	۱۳۷۹۳۵۰	۶۵۰۰۰	روباز
پل وسون	پوکه معدنی	۳۶ ۶۷	۵۲ ۷۱	۷۹ ک جنوب آمل	شهرداری رینه	فعال	۳۴۳۰۰	۱۰۰۰۰	روباز
پوکه تینه قلابن	پوکه معدنی	۳۶ ۴۲	۵۲ ۵۹	۷۵ ک جنوب امل	شرکت تعاونی پوکه معدنی ۴۵۳ آمل	فعال	۶۳۰۰۰۰	۳۵۰۰۰	روباز
بیگ سی	ذغالسنگ	۳۶ ۸۵	۵۲ ۷۰	۲۱ ک جنوبغربی آمل	شرکت اسپه دره آمل	فعال	۴۵۰۰۰	۳۳۰۰	زیرزمینی
شاه موزی بن	ذغالسنگ	۳۶ ۸۱	۵۲ ۷۶	۲۲ ک جنوبغربی آمل	کان کاوان	فعال	۱۰۰۰۰۰	۵۰۰۰	زیرزمینی
شوکاشور	ذغالسنگ	۳۶ ۶۲	۵۲ ۷۱	۲۴ ک جنوب آمل	تعاونی افراسرا	فعال	۱۰۰۰۰۰	۵۴۰۰	زیرزمینی
کرسنگ	ذغالسنگ	۳۶ ۷۹	۵۲ ۹۰	۱۶ ک جنوب آمل	تعاونی کرسنگ	فعال	۹۸۰۰۰	۱۲۰۰۰	زیرزمینی
لهاش	ذغالسنگ	۳۶ ۶۰	۵۲ ۷۶	۳۸ ک جنوب آمل	تعاونی۵۲۳	فعال	۲۲۰۰۰	۴۰۰۰	زیرزمینی
واسی	ذغالسنگ	۳۶ ۹۵	۵۲ ۹۵	۲۰ ک جنوب آمل	تعاونی تولیدی واسی	غیرفعال	۵۷۵۰۰	۶۰۰۰	زیرزمینی
اسک	ذغالسنگ	۳۶ ۱۷	۵۲ ۶۶	۸۰ک جنوبشرق ساری	شرکت طلاجین	غیرفعال	۵۰۰۰۰	۳۶۰۰	زیرزمینی
آخاوانا	ذغالسنگ	۳۶ ۵۳	۵۲ ۶۸	۷۰ کیلومتری جنوب آمل	مجید سیکارودی	فعال	۴۵۰۰۰	۳۰۰۰	زیرزمینی

ماخذ: سازمان صنایع و معادن مازندران (۱۳۸۵)

جدول ۴-۵- ویژگی های معدن شن و ماسه رودجنه ای حاشیه رود خانه هراز

نام معدن	نوع ماده معدنی	X	Y	موقعیت نسبی	وضعیت معدن	استخراج اسمی (تن)	روش استخراج	فاصله تا رودخانه
فجر مهیار	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۸۶	۳۶ ۵۰	آمل		۷۲۰۰۰،۰۰	روباز	۱۵۰،۰۰
شهرداری آمل	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۸۵	۳۶ ۵۹	آمل	فعال	۲۴۰۰۰،۰۰	روباز	۲۰،۰۰
بنیاد بتن	ماسه رودخانه ای	۵۳ ۱۸	۳۶ ۸۳	آمل	فعال	۴۸۰۰۰،۰۰	روباز	۰،۰۰
آمل کار	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۶۹	۳۶ ۳۱	آمل	فعال	۹۰۰۰۰،۰۰	روباز	۳۰،۰۰
شرکت تعاونی ۱۰۳	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۳۶	۳۷ ۱۱	آمل	فعال	۵۵۰۰۰،۰۰	روباز	۳۰،۰۰
شنواره	ماسه رودخانه ای	۵۳ ۱۸	۳۶ ۴۴	آمل	غیرفعال	۷۵۰۰۰،۰۰	روباز	۲۵،۰۰
هراز آمولو	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۶۹	۳۶ ۵۶	آمل	غیرفعال	۱۰۸۰۰۰،۰۰	روباز	۱۰۰،۰۰
سارج	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۵۲	۳۶ ۸۶	آمل	فعال	۵۰۰۰۰،۰۰	روباز	۵،۰۰
سامان شن	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۵۳	۳۶ ۳۶	آمل	غیرفعال	۲۴۰۰۰،۰۰	روباز	۱۰۰،۰۰
هراز رود	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۵۸	۳۶ ۵۸	آمل	فعال	۷۲۰۰۰،۰۰	روباز	۵،۰۰
شن وماسه پلور	ماسه رودخانه ای	۵۲ ۳۸	۳۷ ۴۹	آمل	فعال	۱۰۸۰۰۰،۰۰	روباز	۱۰،۰۰

ماخذ: استانداری مازندران (۱۳۸۵)

۴-۳-۵- واحدهای سنگ چینه ای

زمین یک سیستم فعال و در حال تکاپو است که ساده ترین و مهمترین آثار این تحول، ایجاد کوه ها، فرسایش بلندی ها، پیشروی و عقب نشینی آب دریا و فوران آتشفشانهاست. هر کدام از این تحولات، با آثار زیست محیطی ویژه همراه اند. سنگ ها و واحدهای لیتواستراتیگرافی نیز دائماً در حال تغییر و دگرگونی هستند و به عبارت دیگر، در روی زمین هیچ سنگی یافت نمی شود که تحت تغییرات قرار نگرفته باشد.

حضور آتشفشان دماوند به همراه سازندهایی با ماهیت آتشفشانی که از تنوع لیتولوژیکی بالایی برخوردارند به همراه تشکیلات رسوبی منطقه که حاوی کانی های متعددی می باشد، از واحدهای سنگ چینه ای مطرح در منطقه مورد مطالعه اند. این تشکیلات در بعضی از مناطق توسط رسوبات

رودخانه ای پوشیده شده اند. به جهت کوهستانی بودن منطقه در جنوب و مرطوب بـودن در شـمال، هوازدگی و فرسایش به صورت فیزیکی و شیمیایی در سنگ ها اتفاق می افتد. خرد شـدن فیزیکـی و تجزیه شیمیایی سنگ ها موجب خروج عناصر آنها به محیط می شود. بعضی از این کانی های تشکیل دهنده سنگها حاوی عناصری می باشند که اگر وارد محیط رودخانه شوند به آن آسیب جدی وارد می سازند. در جدول ۵-۵ موقعیت جغرافیایی، نوع واحدهای لیتواستراتیگرافی، تنوع لیتولـوژیکی، میـزان گسترش و فاصله تا رودخانه آنها آورده شده است.

جدول ۵-۵- ویژگی های واحدهای لیتواستراتیگرافی حاشیه رودخانه هراز

توده سنگی	نوع لیتولوژی	گسترش توده(متر مربع)	فاصله از رودخانه (متر)
تراکیت	فلد سپار قلیایی – اولیگوکلاز -هورنبلند پیروکسن- اوریت	۲۷۰۱۲۱۹۶۹	۳۵۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار –فلدسپارلبرادورایت- اوژیت اولیوین	۱۲۷۰۱۶۳۸	۱۳۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوین	۱۸۶۸۹۵۶	۱۸۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوین	۱۷۷۳۸۲۵	۲۳۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوین	۴۷۴۰۱۱	۴۹۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوین	۱۴۱۳۹۸۰	۱۰۰۰
بازالت	پلاژیو کلازکلسیم دار فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوین	۱۰۷۷۸۴۹	۱۶۰۰
آندزیت	فلدسپار الیگوکلاز- آندزین هورنبلند- اوریت- اورتوپیروکسن	۴۷۶۶۱۴۲۴	۰
بازالت	مثل بازالت های بالایی (پلاژیو کلاز کلسیم دار – فلدسپارلبرادورایت اوژیت اولیوبن	۳۵۷۹۸۴۴	۱۱۰۰
آندزیت	فلدسپار الیگوکلاز -آندرین هورنبلند – اوژیت- اورتوپیروکسن	۵۸۱۲۷۰۸۷	۰
بازالت	پلاژیوکلاز کلسیم دار - فلدسپار لبرادورایت – اوژیت – اولیوین	۱۲۸۶۱۷۰۳	۰

ماخذ: سازمان زمین شناسی ایران، نقشه چهارگوش زمین شناسی آمل و نور، شماره ۶۴۶۲، ۶۴۶۳، (۱۳۷۵)

۵-۴- بررسی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه هراز

یک طرح تحقیقاتی توسط روشن طبری (۱۳۷۵) به منظور شناسـایی منـابع آلـوده کننـده و تعیـین شناسنامه زیست محیطی حوضه آبریز رودخانه هراز انجام گرفت که نتایج بدست آمده از آن در اینجـا مورد بررسی قرار می گیرد.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که انجام آزمایشات مربوط به تعیین میزان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی با استفاده از روشهای استاندارد[5] صورت پذیرفته است. با توجه به آزمایشات به عمل آمده، دامنه تغییرات اکسیژن محلول رودخانه هراز بین ۱۱/۵-۴/۵ میلی گرم در لیتر بود که در فصل زمستان بیشترین مقدار اکسیژن را دارا می باشد و در فصول دیگر با توجه به تغییرات درجه حرارت آب و ورود آلاینده های ناشی از پسماندهای معادن و صنایع، فرسایش و شستشوی واحدهای لیتواستراتیگرافی و ورود فاضلابهای کشاورزی و ... میزان اکسیژن محلول متغیر می باشد. تغییرات pH رودخانه بین ۸/۲-۷/۸ است که در حد قلیایی و قلیایی ضعیف می باشد. میزان هدایت الکتریکی که نشان دهنده کل املاح موجود در آب می باشد در مصب رودخانه ماکزیمم است که موید اختلاط آب دریا با رودخانه می باشد. عواملی مانند کاهش دبی، میزان درجه حرارت، تبخیر آب، نوع بستر و ورود انواع فاضلابها و پساب ها در مصب رودخانه و نفوذ آب دریا به داخل رودخانه و همچنین برداشتهای بی رویه شن از بستر ساحلی، در افزایش میزان هدایت الکتریکی موثر است. با بررسی های به عمل آمده بر روی رودخانه هراز بیشترین میزان فسفات رودخانه هراز در فصل پاییز می باشد که احتمالاً بعد از کم آبی تابستان و بارندگی های متناوب در پاییز و فرسایش زمین های اطراف موجبات ورود فسفات به رودخانه فراهم می شود.

۵-۵- شرح مختصر بازدیدها

طی بازدیدهایی که از حوضه آبریز رودخانه هراز انجام پذیرفت، آشفتگیهای زیست محیطی مختلفی مشاهده شد که تلاش هر چه بیشتر برای رفع آن ها ضروری است.

به طور کلی تخریب جنگل و فرسایش خاک برای استخراج معادن، ایجاد صنایع و تبدیل جنگل به زمین های کشاورزی در حواشی رودخانه هراز موجب آشفتگی در منطقه و تمرکز آلاینده ها شده است. یک مشکل اصلی برداشت شن و ماسه از حاشیه رودخانه است که موجب کدورت آب، آلودگیهای رسوبی در محیط آبی، از بین رفتن زیستگاه ماهیان و محل تخمریزی آنها ، عمیق تر شدن بستر و حاشیه رودخانه شده است. همچنین اغلب معادن زغال سنگ منطقه به روش سنتی کار می

[5] Standard method

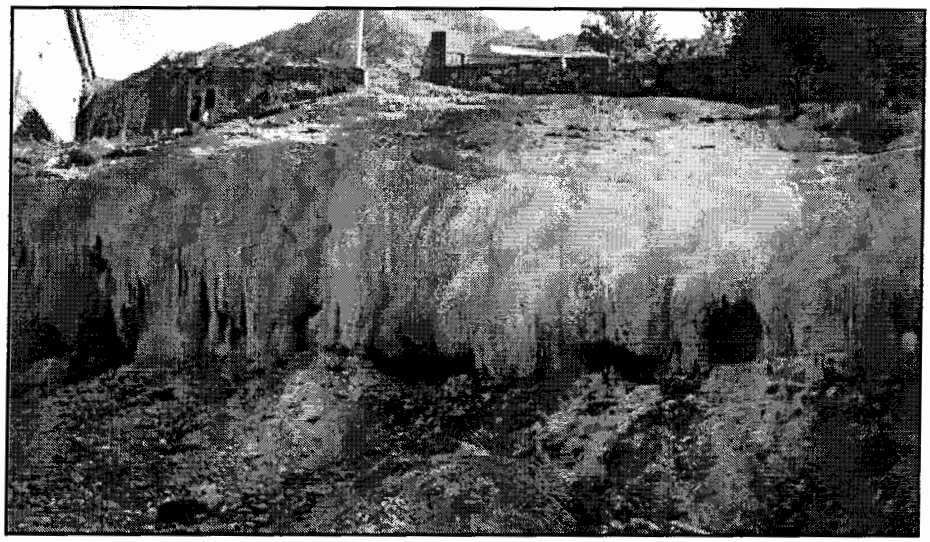
کنند و تجمع کانگ در محوطه معدن باعث آلودگی هیدروکربوری می شود خصوصاً در روزهای بارانی شسته شدن کانگ ها و ورود پساب آنها به رودهای کوچک و در نهایت رودخانه هراز مشکل زا می شود. دربازدیدی که از محل دفع زباله بعمل آمد نیزوضعیت بسیار نامناسب بودو انتشار شیرابه در منطقه را به دنبال داشت ضمن اینکه پرندگان بسیار زیادی در منطقه در حال تغذیه از زباله ها بودند.همان طور که قبلا گفته شد پساب بسیاری از واحدهای غذاخوری بین راهی و همین طور روستاهای حاشیه رودخانه هراز نیز به داخل رودخانه رها می شود. همچنین واحدهای لیتواستراتیگرافی خاص مانند مانند رگه های زغال دار شمشک، سنگ های آتشفشانی حاشیه رودخانه

شکل ۶-۵- پراکندگی زباله در حاشیه رودخانه هراز

و چشمه های هیدروترمال مورد بازدید قرار گرفتند.البته در منطقه آلودگی رادیو اکتیو گزارش نشده است ولی در برخی از چشمه ها رسوبات گوگردی زردرنگ و بعضی از چشمه ها رگه های رسوبات قرمز رنگ و بعضی جاها هم رسوبات تراورتن مشاهده شد. همچنین به علت زیاد بودن گوگرد و عناصر کمیاب دیگر بوی بدی از کل منطقه به مشام می رسدکه حتی تا چند کیلومتری هم قابل احساس است. اگر چه آبگرم ها و چشمه ها در ارتفاعات واقع اند ولی فاضلاب آنها به سمت ارتفاعات کمتر جاری شده و باعث انتقال آلودگی به محیط پایین دست و در نهایت رودخانه هراز می گردند.

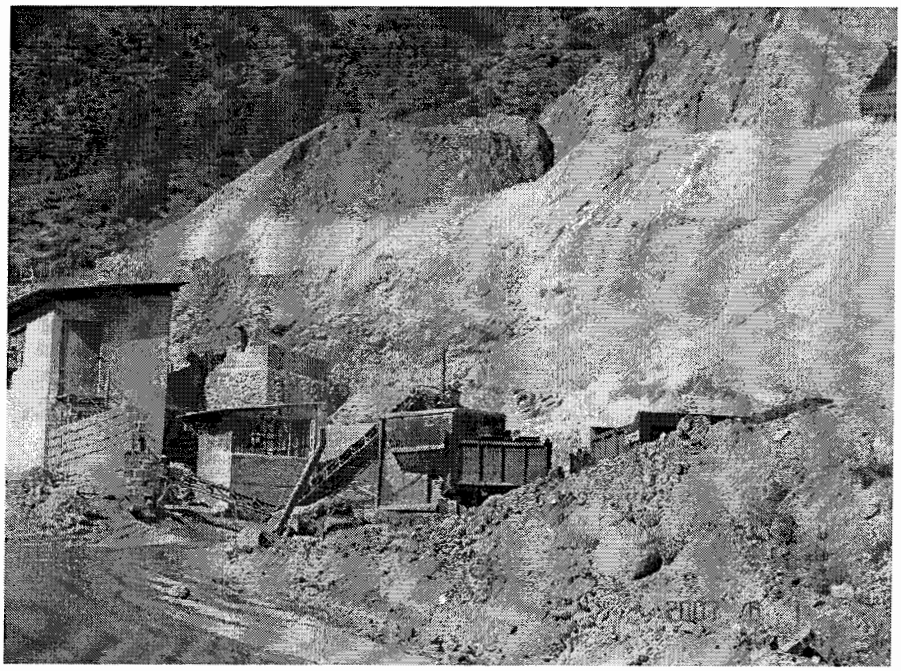
شکل ۷-۵- ورود فاضلاب های رستوران ها و دهکده های به رودخانه هراز

شکل ۸-۵- سازندهای آتشفشانی شامل سنگهای آندزیت و بازالت درحاشیه رودخانه هراز



شکل ۹-۵- نمایی از تراورتن های چشمه آب اسک

زمین های کشاورزی حاشیه رودخانه نیز مورد بازدید قرار گرفت. اکثر این زمین های کشاورزی آبی (غیر دیم) در مواقع به آب بسته شدن و نیز همه زمینها در هنگام بارندگی، پسابی دارند که حاوی مقادیر زیادی از کود و سم بوده و وارد زمینهای دیگرو نهایت رودها می شوند.



شکل ۱۰-۵- برداشت های بی رویه شن و ماسه از معادن کوهی

رودخانه ها یک محیط حساس هستند و توان خودپالایی محدودی دارند و بار آلودگی محدودی را می پذیرند. اگر بیش از مقدار خاصی بار آلودگی به رودخانه وارد شود منجر به واکنش های نامطلوبی در آن می شود.

خلاصه اینکه بازدیدهای بعمل آمده دیدی وسیع در مورد منابع آلاینده به دست داد که مطمئنا کار ارزیابی نهایی را بسیار دقیقتر و درست تر خواهد کرد بگونه ای که به یک مدیریت صحیح و بهینه منجر گردد.

شکل ۱۱-۵- تجمع گانگ ها در اطراف معدن زغال سنگ کرسنگ

شکل ۱۲-۵- دپوی زغالسنگ در مناطق جنگلی حاشِه رودخانه هراز

۶-۵- اندرکنش آلودگی و محیط پذیرنده در حوضه آبریز رودخانه هراز

به طور کلی بر اساس مطالعات نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای و بازدیدهای به عمل آمده محیط پذیرنده اکثر آلاینده های موجود در حاشیه رودخانه هراز، در نهایت خود رودخانه می باشد. تغییر در جنس و بافت از بخش جلگه ای شهرستان آمل به سمت نواحی کوهستانی و همچنین ترکیب سنگ شناسی کوهپایه های دامنه ارتفاعات شمالی البرز در قسمت جنوب شهرستان آمل، موجب تغییر سرعت میزان جذب و انتشار آلاینده ها در محیط زیست پیرامون حوضه آبریز رودخانه هراز می گردد. معمولاً مواد رسوبی ناتراوا ولی متخلخل وا جد شرایط جذب خوبی بوده اما قدرت انتشار آنها پایین می باشد (زمین های رسی دشت و کشتزارهای منطقه)، اما زمین های آبرفتی با رسوبات تراوا و متخلخل شرایط جذب و انتشار مناسبی داشته و آلودگی را تا مسافت قابل توجه ای انتقال می دهند (آبرفت های مناطق کوهپایه ای و حریم رودخانه ها و مناطق ساحلی). بنابراین نقش نوع محیط پذیرنده در انتشار، جذب و خود پالایی آلاینده ها بسیار حائز اهمیت می باشد. همچنین سرشاخه های اصلی و فرعی رودهایی که به رودخانه هراز می پیوندند با تغییر میز دبی شرایط مطلوبی را در فصول خشکسالی برای تمرکز و توسعه آلاینده ها و بحران های زیست محیطی ایجاد می نمایند.

۱-۶-۵- اثر عوارض محیطی در خود پالایی آلاینده ها

رشد روز افزون فعالیت های انسانی در کنار عناصر آلاینده زیست محیطی طبیعی موجود در حاشیه رودخانه هراز موجب رها شدن انواع آلاینده ها به محیط رودخانه می گردد. مکانیسم خود پالایی سیستم های آبهای طبیعی شامل فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می باشد. سرعت و میزان تأثیر هر یک از این عوامل به متغیرهای مخصوص هر سیستم بستگی دارد.

همچنین فرایند خود پالایی و تصفیه آلاینده ها توسط یک رودخانه به خصوصیات هیدرولیکی آن رودخانه نظیر حجم، سرعت جریان، جنس مواد بستر، تغییر شرایط اقلیمی (نور و دما) و ویژگیهای کیفی آب بستگی دارد. البته نقش فعالیت موجودات زنده در کاهش میزان کمی آلاینده ها نیز قابل توجه است. بطور کلی فرآیندهای فیزیکی که موجب خود پالایی منابع آب به خصوص رودخانه ها می

گردند شامل: رقیق شدن، ته نشینی و تعلیق، فیلتراسیون، انتقال گاز و گرما می باشند. این فرآینـدها نه فقط بصورت فیزیکی بلکه با بعضی از فرآیندهای شیمیایی و بیوشیمیایی نیز ارتباط دارند.

در فرآیند ترقیق (رقیق شدن)، با کاهش غلظت فراوانی آلاینده ها در حجم آب، میـزان خطرآفرینـی آنها کاهش می یابد. برای مثال هنگامی که بارندگی در یک حوضه آبریز رخ می دهد باعث رقیق شدن منابع آب سطحی می گردد، درنتیجه از میزان فراوانی نسبی آلاینده های مخرب در واحـد حجـم آب کاسته می شود. این فرآیند زمانی با موفقیت همراه است که دفع مواد زائد به درون رودخانه کم باشد و در رودخانه هایی که حجم زیادی از پساب های ناشی از فعالیت های انسانی بـه آن وارد مـی شـود تأثیر چندانی ندارد.

معلق ماندن پساب ناشی از فعالیت های شهری، صنعتی، کشاورزی و معدنکاری به شکل مواد آلـی یـا معدنی و یا ارگانیسم های زنده که معمولاً به صورت کلوئیدهای ریز غیـر قابـل رویـت مـی باشـند؛ و همچنین برداشت بی رویه شن و ماسه از محیط رودخانه، موجب کـدورت آب رودخانـه هـا و کـاهش نفوذ نور و اختلال در فرآیند فتوسنتز و اثر بر روی چرخه غذایی می گردد. بهترین راه خودپالایی این مواد و کاهش عوارض سوء آن، ته نشین شدن آنها به صورت طبیعی مـی باشـد. معمـولاً در آب هـای راکد حوضه های حاشیه ای (مانداب ها، استخرهای طبیعی و مصنوعی، باتلاق و مرداب ها) بـه علـت عدم جریان آب، مواد معلق درشت تا ریز شروع به ته نشینی می کنند و در لابـه لای رسـوبات بـستر قرار می گیرند. بنابراین وجود چنین عوارض طبیعی ای در کاهش تـأثیر سـوء ضـایعات جامـد معلـق موجود در رودخانه ها بسیار با اهمیت است.

از طرفی می توان گفت که فرآیند ته نشین شدن طبیعی همیشه کاملاً مطلوب و مفید نیست. بلکـه رخداد آن در بستر حوضه های آبی راکد حالت بی هوازی ایجاد می کند و مواد آلـی در کـف حوضـه شروع به تجزیه شدن می کنند و در نهایت با افزایش میزان مواد آلی، خطر آزاد سازی آنهـا در مواقـع سیلابی و طوفانی دریا به محیط های هوازی زیاد می باشد. همچنین در رودخانه هایی که شیب کم و جریان هیدرولیکی بسیار ضعیفی دارند، در صورت نهشته شدن این مواد شرایط بسیار نامطلوبی بـرای زندگی و تکثیر جانداران آبزی فراهم می شود. ته نشینی دائمی این مواد در یـک رودخانـه منجـر بـه تغییر مسیر رودخانه و همچنین کاهش ظرفیت منبع آبی آن رودخانه و نهایتا ایجاد سیل می شود.

فیلتراسیون فرآیند فیزیکی دیگری است که توسط عوارض طبیعی موجود در یک رودخانه بر خودپالایی آلاینده ها اثر می گذارد. هنگامی که یک رودخانه جریان دارد، ذرات بزرگ و کوچکی را با خود حمل می کند. ذرات بزرگ به هنگام حرکت در رودها غالباً به سنگ ها و صخره ها برخورد می کنند و در آنجا باقی می مانند و دوباره در موقع افزایش جریان و تلاطم به جریان اصلی رودخانه بر می گردند. ذرات کوچک مواد آلی و یا رس های غیرآلی و ضایعات جامد دیگر حمل شده و معمولاً توسط رسوبات دانه ریز بستر رودخانه فیلتر می شوند که این حالت در ادامه نفوذ آب به سوی سفره های زیرزمینی به شکل کامل تری صورت می گیرد. اگر لایه های خاک که آب به داخل آنها نفوذ میکند به قدر کافی عمیق و ریز ساختار باشند هیچ ماده معلقی تا هنگام رسیدن آب به آب زیر زمینی در آن باقی نمی ماند.

یکی دیگر از فرآیندهای فیزیکی که منجر به پالایش سیستم های آبی می شود، انتقال گاز به داخل و خارج از آب می باشد. به عنوان مثال هنگام تجزیه باکتریها، اکسیژن مصرف شده توسط آنها به داخل آب باز می گردد و یا هنگامی که مواد زائد آلی تجزیه می شوند، اکسیژن موجود در هوا را به آب وارد می کنند. در چنین شرایطی با ورود اکسیژن به داخل آب شرایط خود پالایی حوضه های آبی فراهم می شود. همچنین گاهی اوقات گازهایی که در اثر فعالیت موجودات داخل آب در آن به وجود می آید در اثرفرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی از آب به اتمسفر انتقال می یابند و از شدت آلودگی منابع آب کاسته می شود.

انتقال گرما نیز یکی دیگر از فرآیندهای فیزیکی است که در حوضه های آبی با سرعت کمتری نسبت به مناطق خشک صورت می گیرد. همچنین تغییرات میزان درجه حرارت محیط در طی فصول مختلف سال بر ویژگیهای کمی و کیفی آب نظیر قدرت یونی عناصر، قابلیت هدایت، قابلیت انحلال، ثابت های تجزیه و پتانسیل خوردگی، تاثیر گذار بوده و موجب خودپالایی آنها می شود.

علاوه بر فرآیندهای فیزیکی، فرآیندهای شیمیایی بصورت واکنش های مختلف اکسیداسیون– احیاء، انحلال و ته نشینی و دیگر تبدیل های شیمیایی به پالایش طبیعی حوضه های آبی کمک و یا از آنها جلوگیری می کنند. اصولا میکروارگانیسم هایی که مواد زائد آلی را تجریه و پایدار می کنند، برای انجام این فعالیتشان از جامدات محلول در آب استفاده می کنند. نیتروژن و فسفر معمولاً بعنوان مهم ترین مواد مغذی ضروری موجود در منابع آب هستند و برای رشد میکروارگانیسم ها و پلانکتون ها

مهم می باشند. آهن، منگنز، مس، روی، مولیبدن و کبالت دو ظرفیتی نیز از مواد مغذی هستند که معمولاً در آب یافت می شوند. تبدیلات شیمیایی به صورت واکنش های مختلف در محیط های آبی بر روی این عناصر اثر می گذارد و آنها را بصورت مواد قابل حل شدن در می آورد ودر نتیجه برای موجودات زنده قابل استفاده می شوند. واکنشهای شیمیایی ای که در رودها و دریاچه ها اتفاق می افتد می تواند به پایداری pH و سایر مشخصه های شیمیایی آب کمک نماید.

معمولا فرآیندهای بیوشیمیایی سیستم های طبیعی با کمک فعالیت های بیولوژیک صورت می گیرد. به عنوان مثال متابولیسم بی هوازی باکتریها نقش مهمی را در جذب مواد زائد در آب های بدون اکسیژن و مواد رسوبی ایفا می کند. به طور اعم باکتری ها، پروتوزواها (تک سلولی ها)، جلبک ها، نرم تنان و سایر موجودات در کاهش اثرات سوء آلاینده ها بصورت عوامل خودپالایی عمل می نمایند. بعد از مشخص شدن فرآیندهای طبیعی موثر در خود پالایی آلاینده ها به معرفی عوارض طبیعی پرداخته می شود که حضور فرآیندهای یاد شده در آنها شرایط پالایش مناسبی را برای کاهش خطرات زیست محیطی آلاینده ها فراهم نموده است.

۱-۱-۶-۵- حجم های آبی

این حوضه ها معمولا به صورت محصور و مرتبط با چرخه های هیدرولیک مشاهده می شوند و انواع و اقسام گوناگون دارند. از نظر وسعت و اکوسیستم حاکم به ترتیب شامل استخرهای مصنوعی و طبیعی، مانداب، باطلاق، مرداب، دریاچه و خلیج می باشند. در انواع محصور هیچگونه منابع آب سطحی اعم از رودخانه و دریا به آنها ارتباط ندارد و منبع تغذیه آنها از آب های تحت الارضی و یا ریزش های جوی است و گاهی زهکش های محیطی آنها را پر می کنند. در انواع باز و غیر محصور معمولا با آب دریا و یا رودخانه مرتبط بوده و توسط این منابع آبی تغذیه می شوند. تنوع جانداران و شرایط فیزیکوشیمیایی حاکم بر روی این حوضه ها شرایط خود پالایی آلاینده ها را تحت فرآیندهایی که قبلا توضیح داده شد فراهم می نماید. حضور انواع باکتری های هوازی و غیر هوازی، در چنین محیط هایی نقش بسیار ارزنده ای را در خود پالایی آلاینده ها ایفا می کند.

۲-۱-۶-۵- مسیر و مصب رودخانه ها

محل تلاقی دریا و رودخانه ناحیه ای مناسب برای خود پالایی آلاینده ها می باشد. زیرا در این ناحیه در اثر تصادم آب شیرین رودخانه به آب شور دریا به یکباره شرایط فیزیکوشیمیایی و بیولوژیک ترکیب

آب رودخانه دچار تغییر شده که این امر به ته نشینی و ذرات جامد معلق در بستر ناحیه دلتایی رودخانه کمک می کند.

۳-۱-۶-۵- رسوبات رسی ساحلی

رسوبات بسیار ریز دانه رسی در مسیر برخی از رودخانه های منتهی به سواحل به عنوان فیلترهای جاذب مواد جامد معادن و عناصر شیمیایی سمی عمل نموده و به خودپالایی آلاینده های موجود در منابع آب کمک قابل توجهی می نمایند. عموماً رس ها که گروهی از سیلیکات های زنجیره ای (فیلوسیلیکات ها) می باشند با توجه به ساختار ملکولی و شبکه بلوری خود توانایی جذب و تبادل عناصر یونی مختلف را با محیط پیرامون دارا هستند. این قابلیت رس ها اهمیت آنها را در فیلتر کردن آلاینده های مختلف بالا می برد.

مراحل مختلف گردش آب در طبیعت بطور کلی خود روشی طبیعی برای تصفیه آب می باشد. تقطیر که عامل اصلی ایجاد باران می باشد یک روش مؤثر برای تصفیه مایعات است. در طبیعت راههای دیگری نیز برای تصفیه آب آلوده شده توسط موجودات زنده و بویژه انسان وجود دارد. معمولی ترین نوع تصفیه طبیعی عبور آب از طبقات مختلف زمین می باشد. ذرات ریز آب هنگام عبور از زمین جذب شده که خود باعث جذب مواد دیگر آلوده کننده آب می شوند. تخریب مواد به صورت تخمیر تحت اثر باکتریها و مواد حیاتی دیگر باعث از بین رفتن مواد تغذیه ای و در نتیجه عامل بازدارنده تکثیر میکروبها می گردد. هم چنین مواد آنتی بیوتیکی حاصله توسط موجودات داخل زمین نیز باعث جلوگیری از تکثیر میکروبها می گردد. بالاخره مبارزه میکروارگانیسم های داخل آب عاملی برای از بین بردن مواد تغذیه ای مورد نیاز میکروبها می باشد. به طور کلی چندین عامل برای تصفیه آب مؤثرند، که شامل موارد ذیل می باشند:

- مواد مغذی در آب.
- ته نشین شدن مواد معلق و برخی فلزات سنگین در آب و تثبیت آنها در رسوبات بستر.
- اکسیژن گیری آب در اثر تلاطم و جریان آن که حاصل آن از بین رفتن باکتریهای غیرهوازی و بیماریزا و نیز تکثیر باکتریهای هوازی می باشد.
- تخریب مواد آلی در نتیجه اکسیداسیون آنها توسط باکتریهای هوازی و اکسیژن محلول در آب.
- تخریب مواد آلی توسط باکتریهای غیرهوازی.

- اثر اشعه ماوراء بنفش خورشید که سبب تسریع سرعت واکنش و خودپالایی می گردد.
- تأثیر نور خورشید در فتوسنتز گیاهان آبزی خصوصاً جلبکها و ورود اکسیژن به آب.
- وجود برخی جلبکها که تحت شرایطی خاص نقش تصفیه کنندگی و پاک کنندگی دارند.
- وجود برخی قارچها، کرمها و روتیفرها که نقش تصفیه کنندگی در آب دارند.

به همین دلایل در روز مقدار اکسیژن رودخانه ها بسیار بیشتر از مقدار آن در شب می باشد که این اکسیژن صرف اکسیداسیون و همچنین اعمال حیاتی در داخل آب که توسط باکتری ها انجام می گیرد، می شود.

اصولا آلاینده های ناشی از منابع آلاینده مختلف که به رودخانه ها وارد می شوند، پس از ورود به محیط آبی شرایط مختلفی را طی می کنند که عمل و عکس العمل آنها با محیط اطراف خود گاهی باعث کاهش خطر آفرینی آنها می گردد. به عنوان مثال هنگامی که زهاب اسیدی یک معدن زغال سنگ به طور مستقیم وارد محیط رودخانه هراز گردد، درجه خطرآفرینی آن بسیار بالا می باشد زیرا خاصیت انتشار آب با توجه به ویژگی سیال بودن آن بسیار بالا است و سریعاً محیط های پیرامون خود را آلوده می نماید. در این حالت این آلاینده ممکن است با روش های تصفیه طبیعی به زودی از بین نرود. ولی میزان سرعت جریان و مقدار حجم آب رودخانه هراز در کم کردن آلایندگی، تاثیر بسزایی دارد.

به طورکلی نقش رودخانه هراز در خودپالایی آلاینده ها به این صورت است که رودخانه هراز در ناحیه اتصال به دریا دارای مسیری مئاندری و گیسویی شکل می شود. با توجه به فعالیت های هیدرودینامیک دریا، رودخانه در محل مصب حالت انسداد و در پشت مصب حالت بادکردگی پیدا میکند. این بادکردگی ها بصورت مانداب کوچک در سطح حوضه آبریز رودخانه هراز وجود دارد. وجود این عارضه به همراه تنوع گیاهی و جانوری که در تثبیت آلاینده ها نقش خاصی را ایفا می کنند در کاهش آلودگی محیط دریایی بسیار مؤثر واقع می شود.

همچنین راکد شدن آب درمحل های ورود به دریا منجر به یک سری فرایندهای شیمیایی می شود که مواد سمی را به شکل کمپلکس هایی درمی آورد که در نهایت این ترکیبات سنگین در آب فرو می روند و در بستر رسوب پیدا می کنند. درنتیجه از میزان خطرآفرینی رودخانه و محیط های ساحلی دریا کاسته می شود.

فصل ششم

ارزیابی حساسیت آسیب پذیری رودخانه هراز در برابر آلاینده ها

۶-۱- مقدمه

پس از شناسایی و طبقه بندی منابع آلاینده رودخانه هراز و انجام بازدیدهای صحرایی، برای ارزیابی زیست محیطی آسیب پذیری این رودخانه نسبت به ورود آلاینده ها سامانه جامع درجه بندی منابع آلاینده (URSM)[1] ایجاد گردید و با اعمال این مدل بر روی منابع آلاینده، حساسیت آسیب پذیری رودخانه هراز به انواع آلاینده ها مشخص گردید. در این بخش از رساله به بررسی روند انجام کار و ایجاد نقشه های نهایی در محیط GIS پرداخته می شود.

۶-۲- توصیف روند انجام کار

۶-۲-۱- جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز پژوهش

انسان برای تأمین خواسته‌هایش و اطمینان از تأمین زندگیش در آینده به برنامه‌ریزی نیاز دارد. کیفیت برنامه‌ریزی به اطلاعات مورد استفاده بستگی دارد. هر چه اطلاعات از کیفیت، دقت و جامعیت بیشتری برخوردار باشد امکان تصمیم‌گیری سازنده‌تر فراهم می‌گردد و بالعکس.

[1] Universal Ranking System Model

امروزه اهمیت اطلاعات به اندازه‌ای است که برای تقسیم‌بندی کشورها و جوامع، در کنار اصطلاح کشورهای در حال توسعه، دو اصطلاح دیگر هم بکار می‌برند: "کشورهای دارای اطلاعات" و "کشورهای بدون اطلاعات" (شاعلی ۱۳۷۹). این تقسیم‌بندی ارتباط تنگاتنگ اطلاع‌رسانی با توسعه را نشان می‌دهد. همانطور که در فوق آمد، اساس هر برنامه‌ریزی اطلاعات است. اطلاعات در واقع تعابیر و تفاسیر و نتایج استنتاج شده از داده‌های اولیه می‌باشند که با توجه به دیدگاهی خاص مورد بررسی و استنتاج قرار گرفته‌اند. جهت برآوردن نیازهای این تحقیق جمع‌آوری داده‌ها و تعبیر و تفسیر آنها جهت استخراج اطلاعات ضروری می‌نمود. برای داده‌های این تحقیق دارا بودن خواص زیر ضروری تشخیص داده شد:

الف) روایی[۲] داده‌ها (مناسب و متناسب‌بودن داده‌ها)

ب) اعتبار[۳] داده‌ها

منظور از روایی داده‌ها این است که داده‌های جمع‌آوری شده باید با اهداف تحقیق سازگار باشند، جامع بوده، بی‌ربط نباشند که باعث اتلاف هزینه و انرژی و زمان گردند. منظور از اعتبار این است که دقت داده‌ها باید به اندازه کافی باشد و داده‌هایی که از منابع مختلف جمع‌آوری می‌گردند از لحاظ دقت با یکدیگر به گونه‌ای سازگار باشند که اهداف این تحقیق را تأمین نمایند. ضمن اینکه از مراجع و منابع معتبر و قابل اعتماد اخذ گردند تا هیچ‌گونه شبهه‌ای درباره اطلاعات استنتاج شده از آنها وجود نداشته باشد. در انجام این تحقیق اطلاعات مورد نیاز به دو صورت کتابخانه ای و میدانی جمع آوری گردیدند.

الف- روش کتابخانه ای:

بخشی از داده های مورد نیاز این تحقیق که بیشتر جنبه کمی و کیفی آلودگی ناشی از منابع آلاینده منطقه را بازگو می کردند از بانک های اطلاعاتی سازمان های دولتی مرتبط با این منابع آلاینده و با اهداف تحقیق و بخشی دیگر از تحقیقات انجام شده توسط مراکز پژوهشی، دانشگاهها، جستجوی مطالب از اینترنت، مقالات و نقشه ها بدست آمده است.

---

[۲] Validation
[۳] Reliability

برای تهیه بسیاری از داده ها به دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی مراجعه شد و با استفاده از مقالات، تحقیقات انجام شده و پایان نامه های موجود، داده هایی که بیشتر جنبه کمی و کیفی آلودگی های موجود در محیط زیست خصوصاً منابع آب را بررسی می کردند، استخراج گردیدند. همچنین از مقالات و پایان نامه هایی که با استفاده از نرم افزارهای جغرافیایی و مدل های سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شده بود، استفاده گردید.

یک دسته بندی از انواع داده های گردآوری شده و سازمان های مراجعه شده در جداول ۱-۶ و ۲-۶ آمده است.

ب- روش میدانی

مطالعات میدانی، همواره جایگاه ارزشمندی در شناخت مسایل زمین شناسی و پژوهش های صحرایی دارد. با توجه به عدم دسترسی به بعضی از اطلاعات و همچنین لزوم مقایسه کردن بعضی از اطلاعات، حضور در منطقه و انجام مشاهدات و برداشت های صحرایی ضرورت پیدا می کند.

پس از جمع آوری داده ها و استخراج اطلاعات از منابع فوق، برای رسیدن به یک دیدگاه کلی و همه جانبه از حوضه آبریز رودخانه هراز و همچنین مقایسه کردن بعضی از اطلاعات و تطبیق با داده های موجود، بازدید میدانی صورت پذیرفت. پیش از آغاز بازدید اهداف و شاخص‌هایی که بنا بود بازدید براساس آنها انجام گیرد با توجه به اهداف تحقیق مشخص شد و مکانهای خاصی جهت بازدید مشخص گردید. ضمن اینکه طی بازدیدها چنانچه با عوارضی که با اهداف تحقیق تطابق داشتند برخورد شد، مورد بازدید، بررسی و ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۲-۶- ایجاد مدل سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده

پس از آماده سازی داده‌ها لازم بود که داده‌ها بگونه‌ای در کنار یکدیگر قرارگیرند که این حجم عظیم از اعداد، عبارات و جملات در کنار هم، به موازات هم و به نسبت اهمیتشان قابل مقایسه و استنتاج باشند. برای این کار نیاز به یک مدل، که بتواند این داده‌ها را در خود جای داده، آنها را گویا سازد، تشخیص داده شد. از آنجائیکه در این پژوهش، هدف، مقایسه نسبی منابع آلاینده موجود در رودخانه هراز بود پس باید مدل ارزیابی ریسکی پیاده می‌شد که بتواند همه منابع آلاینده را با هم مقایسه کند

جدول ۱-۶- جمع‌آوری داده‌ها

نوع منابع آلاینده	نوع آلاینده‌ها	موقعیت مکانی منبع آلاینده	محل دقیق استقرار منبع آلاینده
معادن	- فلزی - غیر فلزی - مصالح ساختمانی	- فلزات سنگین - مواد هیدروکربوره - سایر مواد شیمیایی - مواد اکسیژن‌خواه - مواد رادیو اکتیو	-کنار دریا -کنار رودخانه -کنار جویبارها - در جنگل - در دشت یا مرتع - داخل منطقه شهری - در حومه شهر	- نقشه‌ها - نشانی‌ها - مکانیابی با سامانه مکانیابی جهانی یا GPS[٤]

جدول ۲-۶- برخی سازمانها و مراجع ذیربطی که برای تهیه داده‌ها از همکاری آنها استفاده شد.

نوع منبع‌آلاینده	مرجع	نوع اطلاعات مورد نیاز
معادن	- اداره کل صنایع و معادن	- تعداد واحدهای معدنی - موقعیت واحدهای معدنی - نوع ماده استخراجی - میزان استخراج - نوع ضایعات - روش استخراج: روباز، زیرزمینی، انفجار - فعال یا غیرفعال بودن
سازندهای طبیعی	- سازمان آب منطقه‌ای - سازمان زمین‌شناسی کشور	- چشمه‌های هیدروترمال موجود و کیفیت شیمیائی و فیزیکی آب آنها - واحدهای لیتولوژیکی موجود و جنس آنها

[٤] Global Positioning System

و خطرآفرینی آنها را بر روی رودخانه هراز با هم مقایسه کند، ضمن اینکه بصورت گویا و قابل فهمی نتیجه این مقایسه‌ها را ارائه‌کند.

ضمن اینکه مقایسهٔ این داده‌ها و عبارات که شامل عدد، جمله، نقشه و ... مربوط به منابع آلاینده با هم، لازم بود که همه آنها به یک زبان مشترک ترجمه گردند و آنگاه در آن زبان کارهای مقایسه و درجه‌بندی منابع آلاینده انجام گیرد و نتیجه مقایسه بصورتی که قابل فهم و تفسیر باشد ارائه گردد. به همین خاطر تصمیم گرفته شد که از منطق فازی که می‌تواند بصورت ابزاری جهت ترجمه داده‌ها و غیره به زبان ریاضی و سپس "باز- ترجمهٔ" نتایج به زبان قابل فهم برای افراد مطرح باشد در ایجاد مدل استفاده گردد (زاده ۱۹۶۵). جهت ایجاد این مدل در ابتدا منابع آلاینده به دسته‌های مشخصی تقسیم‌بندی شدند، بگونه‌ای که هر دسته، انواعی از منابع را که خصوصیاتی مشابه دارند در برگیرد. آنگاه معیارهایی که در مورد هر کدام از این دسته منابع، به عنوان یک منبع خطر تولید آلاینده مطرح است، مشخص شد. برای مثال برای معادن معیارهایی در مورد میزان استخراج سالانه، نحوه استخراج و میزان ذخیره مطرح گردید و برای سازندهای طبیعی معیارهایی در مورد منشاء و ترکیبشان مطرح شد. معیارهای تعریف شده برای هر دسته در جدول ۳-۶ آمده است. پارامترهای موجود در جدول ۳-۶ در شکل ۱-۶ تشریح شده است.

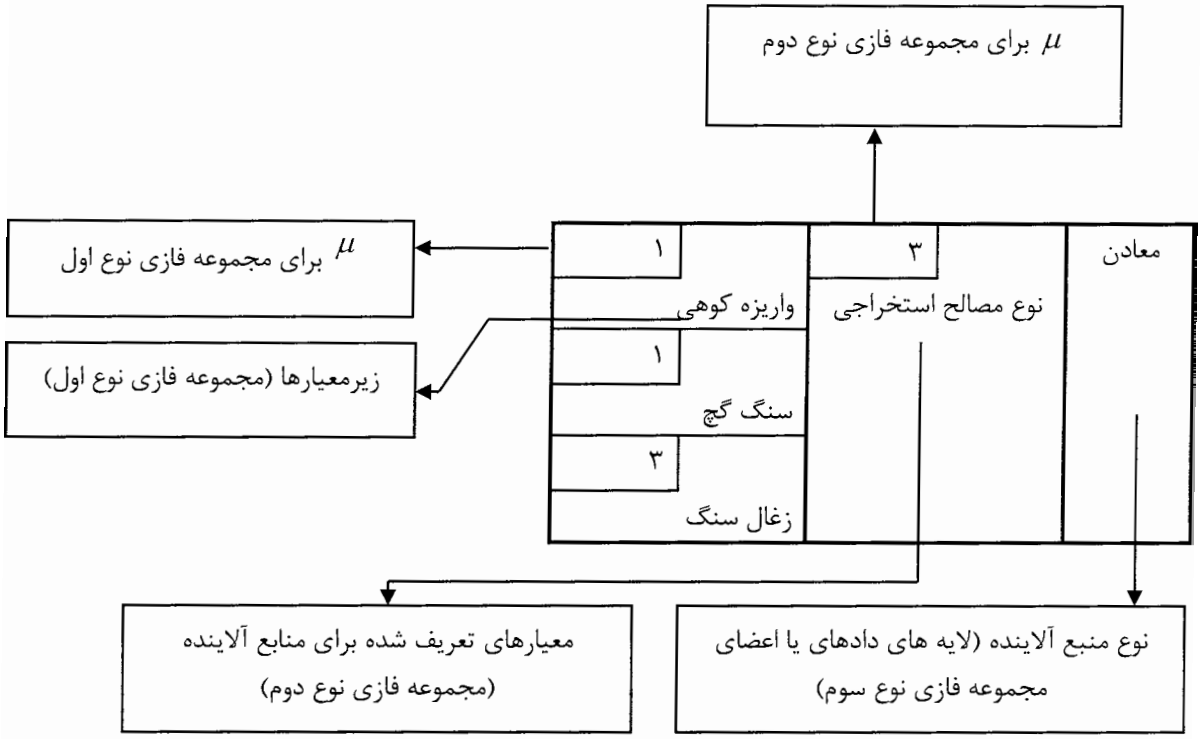
در تعریف این معیارها به این نکته توجه شده که معیارها بخوبی تأمین‌کننده نیاز اطلاعاتی تحقیق در مورد آن دسته منبع آلاینده باشند. ضمن اینکه با سطح داده‌ای موجود در مراجع داده‌های این تحقیق، همخوانی داشته باشند. در این مرحله این امکان فراهم شد که برای هر منبع آلاینده موجود در رودخانه هراز که مد نظر اهداف این تحقیق است، یک موقعیت در این سامانه ایجاد شده، پیدا کرد. یعنی معیارهایی که برای مثال درباره معدن زغال سنگ لهاش به عنوان یک منبع آلاینده صدق می‌کند را براحتی تشخیص داد. اما همه این معیارها از یک نوع نیستند. برای مثال در همان مثال معدن زغال سنگ لهاش، یک معیار نوع ماده استخراجی است که معمولا یک عدد می باشد و معیار دیگر مربوط به روش استخراج است که ممکن است روباز یا زیر زمینی باشد و معیار دیگر مربوط به مقدار ذخیره است که به صورت عدد بیان می شود. سئوالی که در اینجا پیش می آید این است که چگونه می شود یک معدن زغال سنگ را با یک معدن مصالح ساختمانی و حتی با یک چشمه مورد مقایسه قرار داد؟

جدول ۳-۶- منابع آلاینده و خصوصات تعریف شده برای آنها به همراه نمرات μ تخصصی به هر کدام

سازندهای محیطی	نوع واحدهای لیتولوژی	۳	۳ بازالت
			۲ تراکیت
			۲ آندزیت
	میزان گسترش و تراکم منطقه‌ای	۲	۱ کم
			۲ متوسط
			۳ زیاد
	فاصله تا رودخانه	۱	۱ ۱-۵۰۰
			۲ ۵۰۰-۱۰۰۰
			۳ >۱۰۰۰
چشمه‌ها	دبی آب خروجی	۱	۱ ۱-۱۰
			۲ ۱۰-۲۰
			۳ ۲۰-۳۰
	آلودگی‌های موجود در آب چشمه	۲	۳ فلزات سنگین
			۴ فلزات سنگین، سولفور، کاهش pH
			۵ سولفور و افزایش سختی
			۴ سولفور و افزایش آلودگی میکربی
			۰ بدون آلودگی

ادامه جدول ۳-۶

معادن مصالح ساختمانی	۳	نوع مصالح استخراجی	۱ واریزه کوهی
			۱ سنگ گچ
			۳ زغال سنگ
	۱	روش استخراج	۲ روباز
			۱ زیر زمینی
	۳	میزان استخراج	۱ (۶۰۰-۱۵۰۰۰۰)
			۲ (۱۵۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰)
			۳ (۳۰۰۰۰۰-۴۵۰۰۰۰)
			۴ (۴۵۰۰۰۰-۶۰۰۰۰۰)
معادن شن و ماسه	۳	میزان استخراج	۱ ۱-۲۵۰۰۰
			۲ ۲۵۰۰۰-۵۰۰۰۰
			۳ ۵۰۰۰۰-۷۵۰۰۰
	۱	روش استخراج	۲ روباز
			۱ زیر زمینی
	۳	فاصله تا رودخانه	۱ ۱-۵
			۲ ۵-۲۰
			۳ ۲۰-۴۰
			۴ >۴۰



شکل ۱-۶- راهنمای استفاده از جدول۳-۶

برای پاسخ دادن به سئوال بالا از منطق فازی و تئوری مجموعه های فازی بهره گرفته شده است. یعنی فرض شده معیارهای مربوط به هر دسته از منابع آلاینده یک مجموعه فازی را تشکیل می دهند که اعضای آن (یعنی همین معیارها) دارای یک μ (عدد تعلق) متعلق به آن مجموعه می باشند. این عدد تعلق در واقع ارتباط مستقیمی به تعیین‌کننده تر بودن آن معیار در آلاینده بودن آن دسته منابع آلاینده دارد. یعنی هر چه یک معیار اهمیت بیشتری در خطرآفرینی آن نوع منبع آلاینده داشته باشد، عدد تعلق آن به مجموعه فازی مربوطه نیز بزرگتر خواهد بود.

به عنوان مثال مجموعه فازی زیر را که از معیارهای مربوط به دسته معادن ایجاد شده است را در نظر بگیرید:

معادن =[(۳ ،نوع ماده استخراجی) ، (۱ ،روش استخراج) ، (۳ ،میزان استخراج)]

همان طوری که قبلاً گفته شد بزرگ بودن μ برای معیار «نوع ماده استخراجی» در مقابل μ برای معیار «روش استخراج» نشان می دهد که از نظر خطرآفرینی زیست محیطی نوع ماده استخراجی یک معدن پراهمیت تر از روش استخراج آن معدن است و منجر به آلودگی بیشتری می شود. در سطحی بالاتر در مقایسه بین یک معدن با یک سازند زمین شناسی باید پس از اینکه موقعیت

آنها بین هم دسته‌های خودش مشخص شد، موقعیت شان بین دسته‌های مختلف نیز مشخص‌گردد. برای انجام این‌کار همانطورکه در مورد معیارهای هر دسته یک مجموعه فازی تعریف گردید، در این سطح هم در مورد دسته‌ها مجموعه فازی مطرح شد. یعنی دسته‌های مختلف منابع آلاینده در کنار هم در یک مجموعه فازی قرار گرفتند و به هر کدام در مقایسه با هم یک μ (عدد تعلق به مجموعه) تخصیص داده شد، که باز هم این عدد تعلق بیانگر میزان اهمیت آن دسته از منابع آلاینده در قیاس با دسته‌های دیگر است. این مجموعه جدید در واقع یک مجموعه فازی نوع دوم برای مجموعه‌هایی است که در مورد معیارها ایجاد شده بودند. جهت درک بهتری از مجموعه‌های فازی و مجموعه‌های فازی نوع m اُم به زاهدی(۱۳۷۸) مراجعه گردد.

این عددهای μ در هر سطح با توجه به اهمیت آن عضو مجموعه در آن سطح داده شده است و این کار با توجه به اهداف این تحقیق، که منابع آلاینده‌ای که محیط‌های آبی- خاکی را تهدید می‌کردند را مورد بررسی قرار می‌داد، انتخاب شدند. پس اگر در تحقیق دیگری دیدگاه دیگری مطرح باشد، این اعداد تغییر خواهند کرد. برای مثال در مورد کشاورزی، اگر دیدگاه یک تحقیق میزان سودآوری محصولات کشاورزی مختلف باشد، نه تنها ممکن است معیارهای دیگری مطرح شود بلکه همین معیارهای مطروحه در اینجا نیز به خاطر اهمیت نسبی، μ های دیگری به خود اختصاص خواهندداد. به عنوان مثال در مجموعه فازی مربوط به معادن (که در بالا تشریح شد)، معیار «نوع ماده استخراجی» خود زیر معیارهایی دارد که یک مجموعه فازی تشکیل داده است که به صورت زیر می باشد:

[(۳ ،زغال سنگ) ، (۱ ،واریزه کوهی) ، (۲ ،شن و ماسه)]= «زیرمعیار» نوع ماده استخراجی

همانطورکه گفته شد، μ ها با توجه به اهمیت نسبی اعضای مجموعه در سطح خودشان تخصیص داده شده است. جهت تشخیص اهمیت نسبی این معیارها و دسته‌ها از اطلاعات موجود در مراجع و کتابهای معتبر در کنار مشاوره با متخصصین امر در هر شاخه استفاده شده است.

شایان ذکر است که ممکن است دو نوع محصول از اهمیت آلایندگی کمابیش یکسانی برخوردار باشند که در نتیجه μ یکسانی به آنها تعلق می‌گیرد.

پس از آنکه سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده رودخانه هراز به شرح فوق ایجاد شد لازم بود که تک تک منابع آلاینده در مدل قرار داده شوند، تا درجه خطرآفرینی‌نسبی آنها تعیین شود، تا بتوان آنها را با هم مقایسه نمود و از این مقایسه، استنتاج‌های مورد نظرِ تحقیق را به عمل آورد.

از آنجائی‌که به یک محیط نرم‌افزاری مناسب جهت پیاده شدن مدل نیاز بود تا بتوان حجم عظیم داده‌های جمع‌آوری شده را وارد آن کرد و با توجه به خصوصیاتی که در فصل چهارم درباره امکانات سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در پذیرش و حفظ داده‌های فضایی به همراه امکان اداره‌کردن مدل روی این سامانه‌ها ذکر شد، جهت پیاده کردن مدل سامانه جامع درجه‌بندی منابع آلاینده رودخانه هراز از نرم افزارهای محاسباتی‌ای مانند MS Excel، استفاده گردید.

۳-۲-۶- کاربرد نرم افزار در اعمال مدل بر روی بانک اطلاعات

با بررسی‌ای که در مورد نرم‌افزارهای مختلف موجود در زمینه GIS انجام گرفت نرم‌افزار محصول شرکت نرم‌افزاری ESRI برای این تحقیق مناسب تشخیص داده شد.

برخی دلایل مربوط به انتخاب این نرم‌افزار عبارتند از:

۱- تقریباً در اکثر تحقیقات مشابه زیست‌محیطی از این نرم‌افزار به عنوان نرم‌افزار GIS استفاده شده است. (بندر و دریا ۱۳۸۰)، (هسیون و همکاران ۲۰۰۰)، (آنتونز و همکاران ۲۰۰۱)، (مینگ- شو و همکاران ۲۰۰۱)، (سمپل و همکاران ۲۰۰۱)، (اسمیت و همکاران ۲۰۰۱).

۲- این نرم‌افزار تمامی امکانات مورد نیاز این تحقیق از جمله محیط گرافیکی تحت ویندوز، محیط بانک اطلاعاتی قوی، امکان تبادل داده بین بانک اطلاعاتی آن و نرم‌افزارهای MS Excel و MS Access، امکانِ گرفتن نقشه‌ها و گزارش‌های خروجی با جنبه‌ها و امکانات متفاوت و غیره را تأمین می‌کرد.

۳- داده‌های نرم‌افزاری‌ای که از سازمان‌های مختلف گرفته شده بودند (مانند نقشه تقسیمات سیاسی و نیز اطلس کاربری زمین) در محیط این نرم‌افزار قابل بازیابی، استفاده و اصلاح بودند.

٤- برای توسعه در آینده و استفاده‌های آتی از بانک اطلاعات ایجاد شده، این نرم‌افزار پکیجها و ماژول های تحلیلی دیگری دارد که می‌توان روی آن نصب کرد و تحقیقات دیگری روی بانک اطلاعات ایجاد شده طی این تحقیق، انجام داد. در این مورد (توسعه آتی) شرکت ESRI و نماینده ایرانی آن (با ارائه نرم‌افزارهای جدید تحت (Arc view) پشتیبانی نرم‌افزاری به عمل می‌آورند. ضمن اینکه Arc view Internet Map server نیز ارائه شده است که امکان قراردادن فایل‌های روی اینترنت را هم براحتی فراهم کرده است.

پس از انتخاب نرم‌افزار GIS، کلیه داده‌ها وارد محیط نرم‌افزار شده که در نهایت ۳ لایه نقشه به شرح زیر (مطابق با دسته‌بندی مدل سامانه جامع درجه‌بندی) ایجاد گردید: ۱)لایه معادن ۲) لایه چشمه‌های هیدروترمال ۳) لایه سازند های زمین شناسی. روی هر کدام از این لایه‌ها موقعیت منابع آلاینده بصورت نقطه، یا سطح مشخص شد و به هر عارضه ایجاد شده در بانک اطلاعات مربوط به آن لایه اطلاعاتی، داده‌های مربوطه با ایجاد فیلد ها برای رکورد ها تخصیص داده شد.

برای مثال در مورد سازندهای محیطی با مشخص کردن موقعیت سازندهای محیطی مهم روی نقشه شهرستان آمل (بصورت یک لایه) برای هر نقطه سازند (هر رکورد) روی نقشه این فیلدها وارد شدند: موقعیت سازند (از جهت مجاورت با رودخانه، مرتع و...)، حجم سازند (بطور نسبی از کم تا زیاد)، محل تخلیه آب‌های بارندگی که بر سازند می‌بارند، ترکیب سازند، عناصر موجود در سازند.

این کار برای تمامی منابع آلاینده مطرح در این تحقیق انجام شد و در واقع بانک اطلاعات منابع آلاینده زیست‌محیطی رودخانه هراز ایجاد گردید، بطوری‌که این امکان بوجود آمد که برای همه منابع آلاینده با کلیک کردن روی آن منبع در نقشهٔ لایه اطلاعاتی مربوطه همه آن خصوصیاتی از آن منبع که مد نظر این تحقیق بود و به بانک اطلاعاتی وارد شده بود را ملاحظه کرد. برای مثال با کلیک‌کردن روی یک نقطهٔ معرف معدن در لایه معادن غیرفلزی، اطلاعات مربوط به نام معدن، میزان استخراج، میزان ذخیره و غیره را دریافت داشت.

بعلاوه، لایه‌هایی مانند تقسیمات کشوری، توپوگرافی، راه‌ها و جاده‌ها، رودها و جویبارها نیز برای تکمیل سامانه GIS تهیه شده، وارد فایل پروژه‌ای که در محیط GIS از لایه‌های منابع آلاینده ایجاد شده بود، گردید.

۳-۶ درجه بندی خطر آفرینی منابع آلاینده رودخانه هراز

۱-۳-۶- اِعمال مدل روی بانک و دریافت نتایج

در این مرحله از کار، برای اعمال مدل سامانه جامع درجه بندی منابع آلاینده رودخانه هراز روی محیط بانک اطلاعات GIS منابع آلاینده آن و محاسبه خطر آفرینی نسبی هر منبع آلاینده در مقایسه با سایر منابع از محیط نرم افزار MS Excel در کنار محیط GIS استفاده گردید. با پیاده‌کردن مدل سامانه جامع، منابع آلاینده با هم قابل مقایسه شدند. همه منابع آلاینده در این مدل قرار گرفتند و درجه ای برای آنها بدست آمد. در این قسمت به شرح مختصری از نحوه محاسبه درجه منابع آلاینده با ذکر مثال پرداخته می شود:

مثال: محاسبه درجه خطر آفرینی زیست محیطی برای معدن زغالسنگ لهاش

آن دسته از داده های مورد نیاز مدل، وارد شده به بانک اطلاعات سامانه GIS برای معدن مذکور به قرار زیر است:

نوع ماده استخراجی: زغالسنگ

میزان استخراج: ۴۰۰۰ تن در سال

نوع استخراج: زیرزمینی

با مراجعه به مدل، به مجموعه های فازی زیر در مورد معادن بر می خوریم:

مجموعه های فازی نوع اول:

{(3 شن و ماسه) و(2 ،پوکه معدنی) و (2 ،واریزه کوهی) و (3 ،زغالسنگ) }= نوع مصالح استخراجی

{(1 زیر زمینی) و (2 ،روباز) }= روش استخراج

{(4،[9000,12000]) و(۳ ،[6000,9000])و (2 ،[3000,6000])و(۱ ،[0,3000])}= میزان استخراج

مجموعه فازی نوع دوم:

{(2،میزان استخراج) و (۱ ،روش استخراج) و(۳ ،نوع مصالح استخراجی)} = معادن

با جستجوی جایگاه معدن زغالسنگ لهاش نمرات زیر برای آن بدست می آید:

نمره نوع ماده استخراجی: ۳ نمره از ۳ نمره (بزرگترین μ یا در واقع "وزن مجموعه فازی")

نمره میزان استخراج: ۲ نمره از ۴ نمره

نمره نوع استخراج: ۱ نمره از ۲ نمره

با نرمال کردن همه مجموعه های فازی (تقسیم کردن μ اعضا بر SUP یعنی وزن مجموعه) و ضرب کردن هر یک در عدد عضویت نرمال شده فازی نوع دوم عدد درجه خطر آفرینی برای معدن لهاش بدست می آید، که البته فقط در سطح دوم (خودش) یعنی معادن اعتبار دارد:

درجه خطر آفرینی معدن لهاش در میان معادن =۳/۴×۳/۳×+۱/۲×۱/۳+۲/۴×۲/۳=۱،۲۴

البته جهت نرمال کردن این عدد نیز لازم است که یکبار دیگر این مجموعه بر عدد ۳ (SUP مجموعه فازی نوع دوم) تقسیم گردد:

درجه خطر آفرینی نرمال شده معدن لهاش در میان معادن =۱،۲۴/۳=۰،۴۱۳

اگر از همین روش درجه خطر آفرینی معدن دیگری مانند معدن واریزه کوهی را حساب کنیم بصورت زیر خواهد بود:

نوع و نام معدن: واریزه کوهی چلاو

نوع ماده استخراجی: واریزه کوهی

میزان استخراج: ۵۵۰۰۰ تن در سال

نوع استخراج: روباز

با مراجعه به مدل خواهیم داشت:

درجه خطر آفرینی نرمال شده معدن واریزه کوهی چلاو در میان معادن

=(۱/۴×۲/۳+۱/۲×۲/۲+۲/۴×۲/۳)×۱/۳=۰،۳۳۳

با توجه به اینکه درجه خطر آفرینی برای معدن واریزه کوهی چلاو کمتر از معدن زغالسنگ لهاش بدست آمد پس در میان معادن، معدن زغالسنگ لهاش از نظر زیست محیطی خطر آفرین تر از معدن واریزه کوهی چلاو است. این کار در مورد همه منابع آلاینده در سطح دسته بندی خودشان انجام گرفت. آنگاه جهت تعیین درجه هر منبع آلاینده در مقایسه با سایر منابع در دسته های دیگر مجموعه های فازی در سطح بالاتر (مجوعه های فازی نوع سوم) تعریف شد.

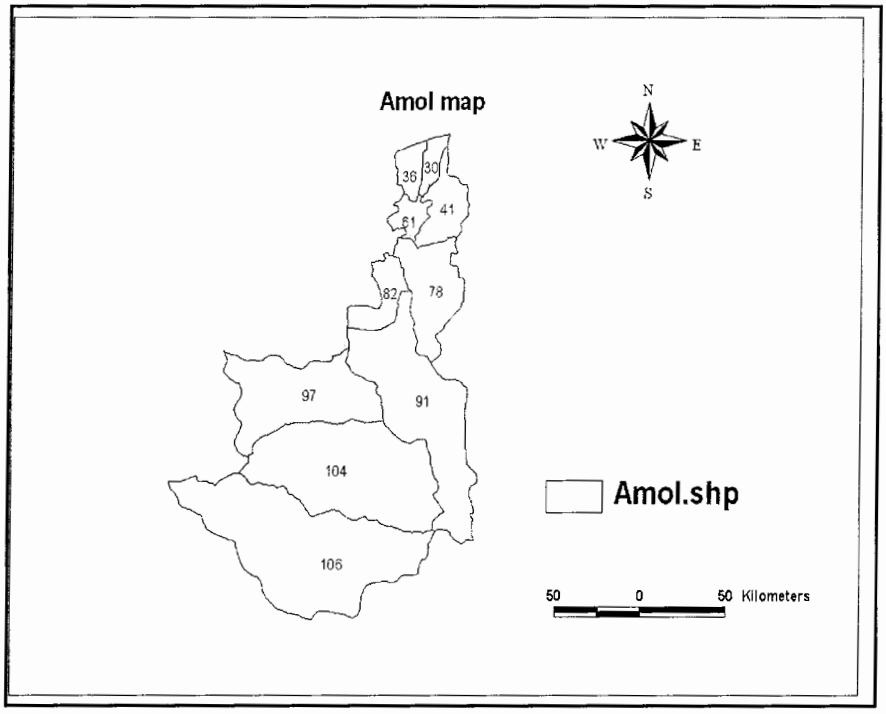
به این صورت که به هر یک از لایه ها یک μ تعلق گرفت. به عنوان مثال به معادن μ سه، به چشمه ها μ دو و به سازندهای محیطی μ یک تعلق گرفت و سپس مدل بر روی آنها پیاده شد.

جهت تعیین مناطقی از رودخانه هراز که بیشتر تحت تاثیر منابع آلاینده قرار دارند، سطح منطقه به ۱۰ منطقه (زون) تقسیم شد. این معیار بر اساس معیار تقسیم بندی مرزهای دهستان های استان مازندران انجام گرفت. این معیار به دلایل زیر انتخاب شد:

- این معیار تقسیم بندی ارتباط مستقیمی با موقعیت و نوع درجه بندی منابع آلاینده ندارد، پس انتخاب آن تاثیر سوئی بر ارزیابی نهایی نمی گذارد.
- این معیار برای سطح دقت مورد نیاز این پژوهش کافی تشخیص داده شد.

سپس درجه خطر آفرینی همه منابع آلاینده موجود جمع گردید و بر سطح منطقه تقسیم شد و در نهایت "توزیع شدت نسبی بار حضور منابع آلاینده در سطح منطقه"به دست آمد.

در این مرحله نقشه‌های نهائی‌ای که در محیط GIS قابل بازیابی بودند بخوبی مشخص می‌کردند که



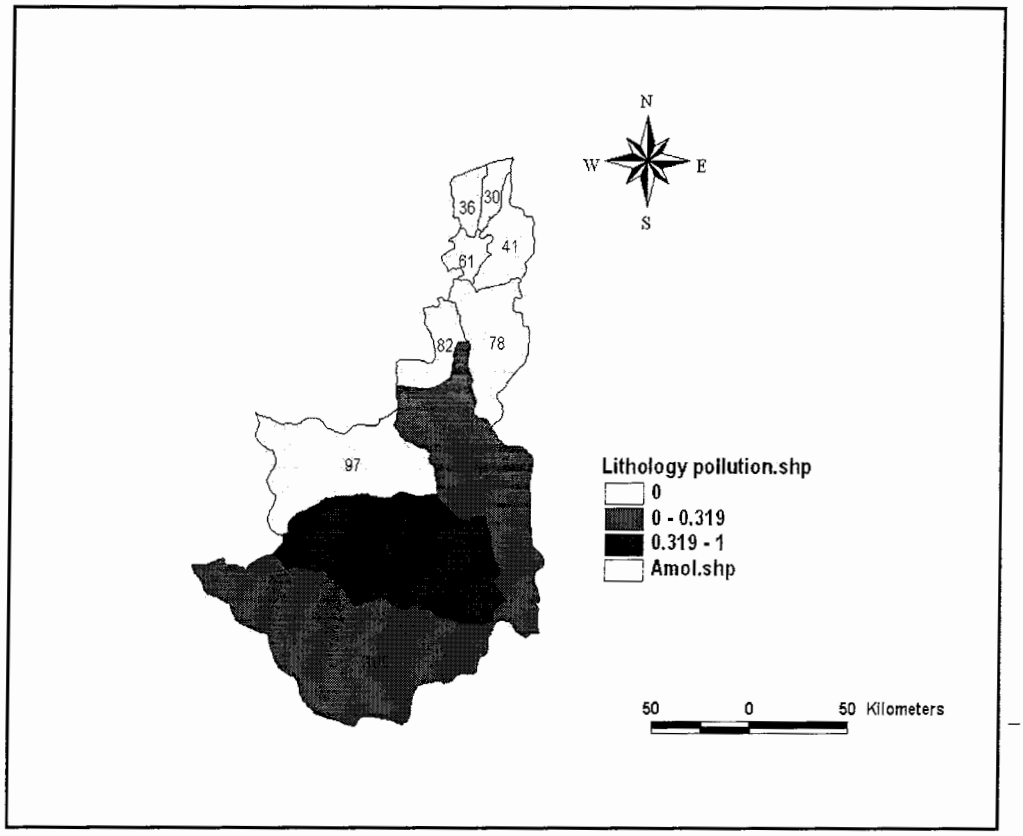
شکل۲-۶- زون بندی شهرستان آمل بر اساس تقسیم بندی دهستان های استان مازندران (سازمان مدیریت و برنامه رِیزی مازندران)

درکدام ناحیه از رودخانه هراز، برای مثال معادن به عنوان یک منبع پتانسیل آلایندگی بالا مطرح‌اند و در کدام منطقه سازند های زمین شناسی می‌توانند نقش آلایندگی بالایی داشته باشند و همچنین در کدام مناطق، چشمه های هیدروترمال آلودگی بیشتری را ایجاد کرده اند. ضمن اینکه مشخص شد

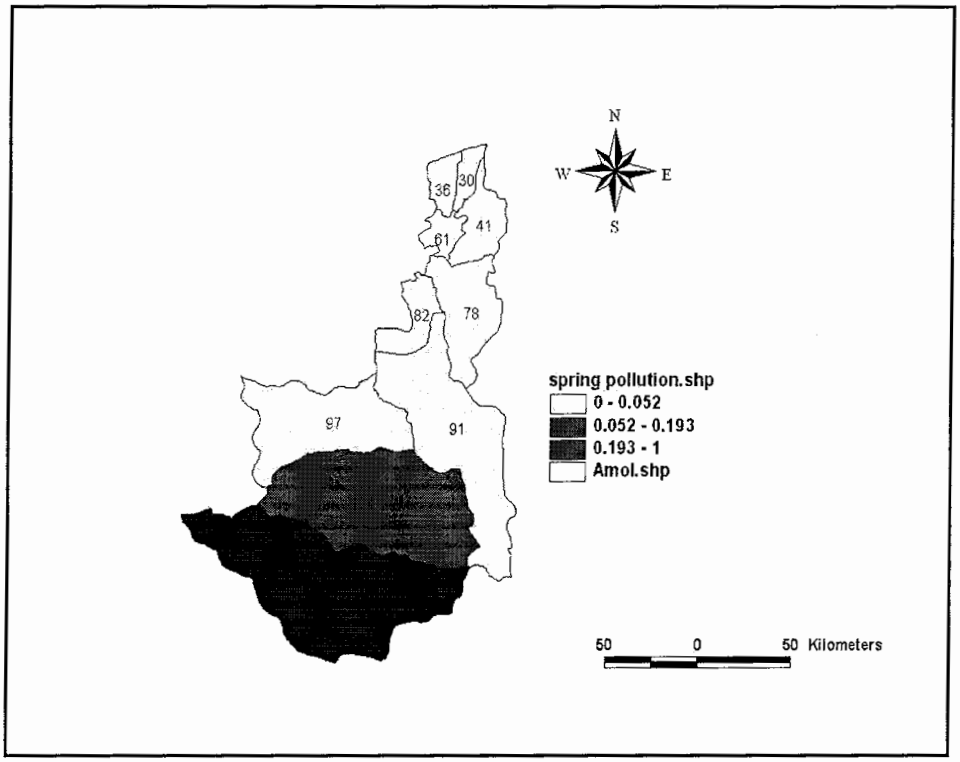
درکدام منطقه در رودخانه هراز در مجموع منابع آلاینده بیشتر و مهم‌تری تمرکز دارند و ایـن مـسأله در کدام منطقه کمتر است.

کار تعیین شدت بار وجود منابع آلاینده یکبار برای هر دسته منابع آلاینده بصورت جداگانه و بار دیگر برای کلیه انواع منابع آلاینده موجود در منطقه (براساس اهداف پژوهش) انجام پذیرفت.

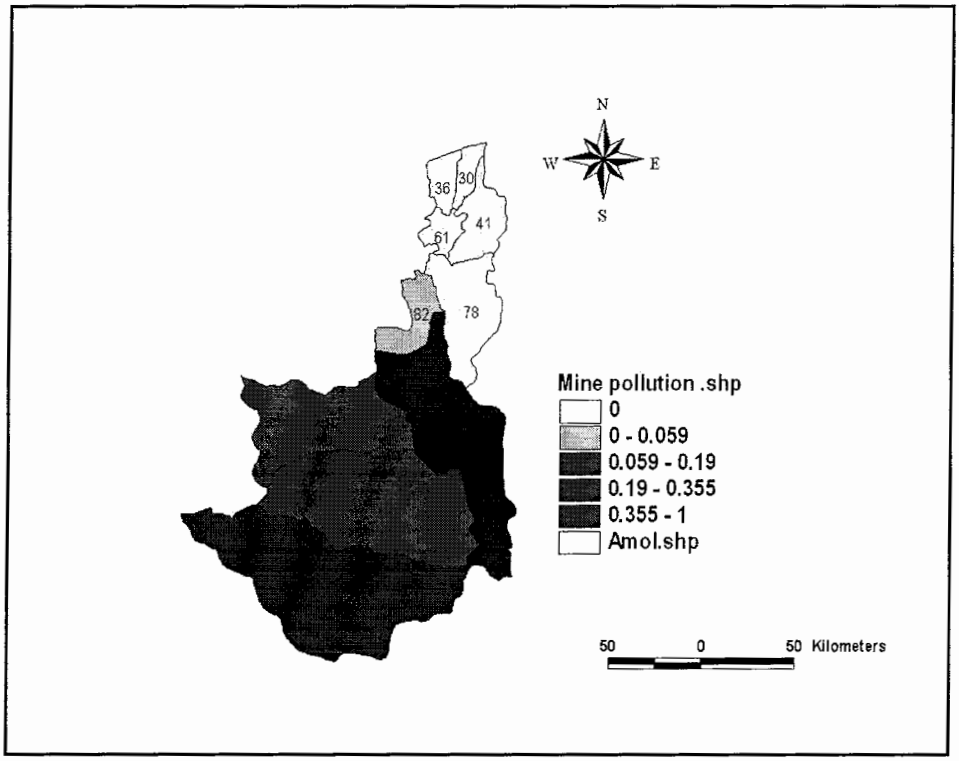
شکلهای ۳-۶ تا۶-۶ نقشه های مربوط به توزیع خطر آفرینی منابع آلاینده و شدت بار حضور آلاینـده ها را در سطح حوضه آبریز رودخانه هراز نشان می دهند.



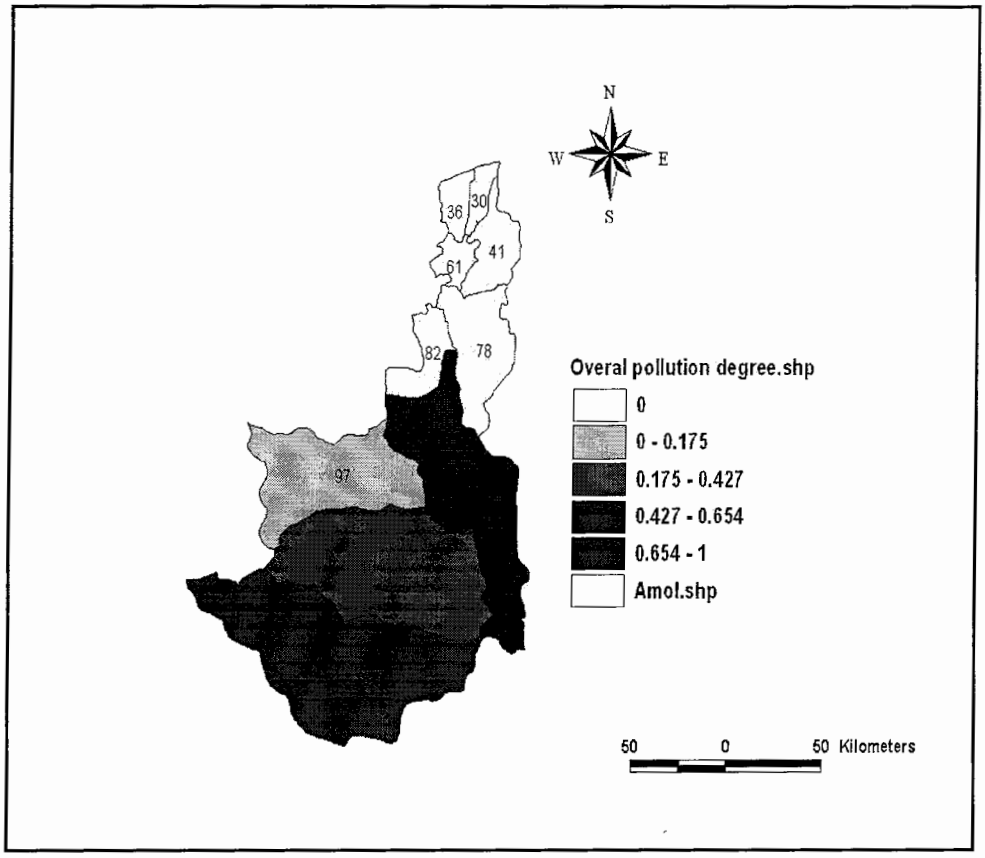
شکل ۳-۶- شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- واحد های لِیتواستراتِوگرافی



شکل ۴-۶- شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- چشمه های هیدروترمال



شکل ۵-۶- شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده- معادن



شکل ۶-۶- شدت نسبی بار وجود منابع آلاینده بصورت تجمعی بر روی رودخانه هراز

فصل هفتم
نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

۱-۷- مقدمه

تحقیق حاضر تحت عنوان مدیریت زمین شناسی زیست محیطی در ارزیابی پتانسیل خطر وابسته به منابع آلاینده طبیعی در حوضه آبریز رودخانه هراز به بحث پر اهمیت زمین شناسی زیست محیطی و آلودگی های ایجاد شده در این منطقه از شمال کشور پرداخته است. در این بخش، نتایج حاصل از این تحقیق که از بررسی آمار و داده های منابع آلاینده و نتایج آنالیز آزمایشگاهی برخی از عناصر به دست آمده است به طور خلاصه مرور می شود.

۲-۷-نتایج پژوهش

۱- استفاده ازنتایج مدل سامانه جامع درجه بندی منابع آلاینده (URSM)[۱] برای حوضه آبریز رودخانه هراز تطبیق بسیار مطلوبی با داده ای گزارش شده در پایش قبلی که به صورت بررسی منابع آلاینده زیست محیطی استان مازندران انجام پذیرفت نشان داد. در این مدل مشخص گردید که حوضه آبریز رودخانه هراز جزو مناطق با ریسک آسیب پذیری بالای آلایند ها همراه است. در نتیجه پیش بینی های این مدل در ارزیابی ریسک ناشی ار منابع آلاینده، قابل اعتماد و استفاده است.

۲- بانک اطلاعات منابع آلاینده رودخانه هراز ایجاد گردید.

۳- نقشه پراکندگی انواع منابع آلاینده حوضه آبریز رودخانه هراز اعم از معادن، چشمه ها و سازندهای طبیعی تهیه شد.

---

[۱] Universal Ranking System Model

۴- همه منابع آلاینده در مقایسه با هم نوع خودشان (یعنی مثلا یک معدن زغال سنگ خاص با معدن زغال سنگ دیگر) و نیز در مقایسه با سایر منابع آلاینده (مثلا یک سازند طبیعی خاص با یک معدن زغالسنگ خاص) از نظر میزان خطر آفرینی زیست محیطی بطور نسبی درجه بندی گردیدند.

۵- با تقسیم منطقه به ۱۰ زون، مناطقی از رودخانه هراز که اثر تجمعی وجود آلاینده های مختلف با هم، روی آن بیشتر است مشخص گردید.

۶- منابع آلاینده در این رودخانه می توانند علاوه بر محیط زیست شهرستان آمل و نقاط روستایی اطراف آن، محیط زیست دریای خزر و شهرهای محمود آباد و بابل را نیز تهدید کنند.

۷- مناطقی که شدت بار وجود منابع آلاینده در آنها بالا می باشد در حاشیه شرقی و میانی رودخانه هراز در نزدیکی آمل قرار دارند.

۸- بهره برداری از معادن بدون رعایت استانداردهای زیست محیطی در حاشیه این رودخانه در مدت طولانی می تواند باعث افزایش فرسایش خاک و رسوبگذاری مواد حل شده، کاهش کیفیت آب، کاهش حاصلخیزی خاک و به هم ریختگی اکوسیستم (از بین بردن زیستگاه ماهیان و ودیگر موجودات آبزی) گردد.

۹- برای بررسی های زیست محیطی آلاینده های رودخانه هرازGIS به صورت ابزاری مناسب به کار گرفته شد.

۱۰- واحدهای لیتواستراتیگرافی شامل دایک های آندزیتی و بازالتی و رسوبات سازند شمشک منجر به ورود آلاینده ها به رودخانه شده است.

۱۱- آلودگی های ناشی از چشمه های هیدروترمال اغلب به صورت فلزات سنگین بوده و تغییرات pH در منطقه آب اسک ریسک بالایی برای رودخانه ایجاد کرده است.

۱۲- برداشت های شن و ماسه در حاشیه رودخانه هراز که به صورت وسیعی در حال انجام است در آینده ای نه چندان دور باعث آشفتگی های زیست محیطی فراوانی در حاشیه رودخانه هراز خواهد شد.

۱۳- بنابراین فرضیه طرح شده در ابتدای تحقیق مبنی بر اینکه"وجود چشمه های هیدروترمال، معادن متعدد و سازندهای محیطی سبب افزایش پتانسیل خطر خیزی آلودگی رودخانه هراز گردیده اند" اثبات شده و پذیرفته می گردد.

۳-۷- پیشنهادات:

پیشنهاداتی را که می توان برای تحقیقات بعدی در منطقه مورد مطالعه مطرح نمود شامل موارد ذیل است:

- مطالعه زیست محیطی بر روی آب خروجی از کارگاههای پرورش ماهی در حاشیه رودخانه هراز؛
- مطالعه بر روی کاربری رودخانه هراز با توجه به پتانسیل ها و محدودیت ها (شرب، پرورش ماهی، کشاورزی)؛
- مطالعه بر روی اثرات بهره برداری بی رویه شن و ماسه از حواشی رودخانه های استان مازندران؛
- مطالعه بر روی نحوه بهره برداری بهینه از معادن و نیز راههای بهتر دفع باطله که کمترین اثرات نامطلوب زیست محیطی را باعث گردد؛
- مطالعه بر روی توان خودپالایی محیط های پذیرنده آلاینده به جهت جلوگیری از ورود آلودگی بیش از اندازه به این محیط ها؛
- مطالعه بر روی آلودگی های طبیعی ناشی از سازندهای محیطی در نقاطی که پتانسیل این آلودگی را دارا می باشند؛
- مطالعه دقیق ژئوشیمیایی عناصر موجود در چشمه های معدنی حاشیه رودخانه هراز؛
- مطالعه مکانیابی و محل دفن زباله های شهرهای استان مازندران؛
- مطالعه ویژگی های خاک به لحاظ پتانسیل پالایش یا انتقال آلاینده ها در استان

فهرست منابع

الف- منابع فارسی

- اسماعیلی ساری، ع (۱۳۸۱)، "آلاینده ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست"، انتشارات نقش مهر

- آرنوف، اس (۱۳۷۵)، "سیستم اطلاعات جغرافیایی"، ترجمه سازمان نقشه برداری کشور، تهران

آرین نژاد، ع (۱۳۷۷)، "ارزیابی آلایندگی پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا و برنامه ریزی برای تصفیه و استفاده مجدد"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- اصانلو، م (۱۳۸۰)، "بازسازی معادن"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

- اطلس راههای ارتباطی ایران (۱۳۸۰)، "موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتا شناسی

- افشین نژاد، ی (۱۳۷۳)، "رودخانه های ایران، جلد دوم، انتشارات وزرات نیرو، شرکت مهندسین مشاور جاماب

- امید پناه، پ (۱۳۶۴)، "اکولوژی علم محیط زیست"، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان

- انجمن سنجش از دور ژاپن (۱۳۷۶)،" مبانی سنجش از دور"، ترجمه مرکز سنجش از دور ایران، تهران

- بحرینی، ح (۱۳۷۶)، "بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک استان مازندران"، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- بهرامی، ر (۱۳۷۵)، "ارزیابی توان کولوژیکی حوزه های آبریز ساحلی گرگانرود برای کاربردهای عمده به کمک GIS و Ales"، مرکز مطالعات برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی

- بندر و دریا (۱۳۸۰)، "سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پاسخگویی به آلودگی دریایی"، نشریه بندر و دریا، شماره ۸۳-۸۲

- بورو، پی. ای (۱۳۷۶)، "اصول سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن ها در ارزیابی منابع اراضی"، ترجمه حسنعلی غیور؛ ابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان

- پیروان، ح؛ رزاقی ابیانه، م؛ شعاعی، ض (۱۳۸۴)، "مخاطرات زمین شناسی گاز رادون در منطقه رامسر و راهکارهای کاهش آلودگی، چهارمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۹۴۴-۹۳۶

- تورنر، آر.ک ؛ پیرس، دی ؛ باتمن، ای (۱۳۷۴)، "اقتصاد محیط زیست"، ترجمه دهقانیان؛ کوچکی ؛ عوض کلاهی اهری، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول

- جعفر زاده، ن؛ نبی زاده، ر (۱۳۷۶)، "روش شناسی کاربرد مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی ناشی از فعالیتهای استخراج و بهره برداری معادن"، فصلنامه علمی محیط زیست، جلد نهم، شماره سوم

- جعفری، ح (۱۳۷۹)، "جزوه درس سیتم اطلاعات جغرافیایی"، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- جوکار سرهنگی، ع (۱۳۷۲)، "ژئومورفولوژی رودخانه هراز"،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران

- دبیری، م (۱۳۷۹)، "آلودگی محیط زیست، هوا، آب، خاک، صوت"، انتشارات اتحاد، چاپ سوم

- درویش زاده، ع (۱۳۸۳)، "زمین شناسی ایران"، موسسه انتشارات امیر کبیر، تهران

- درویش صفت، ع (۱۳۷۷)، "جزوه درس سنجش از دور"، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران

- دریو، م (۱۳۷۹)، "مبانی ژئومورفولوژی اشکال ناهمواری زمین"، ترجمه خیام، انتشارات نیما، تبریز

- رجائی، ع (۱۳۷۳)، "کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش و مدیریت محیط"، نشر قومس، تهران

- رجائی، ع (۱۳۸۱)، "کاربرد جغافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی"، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران

- رزاقی،م (۱۳۸۱)، "مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک آلوده به مواد رادیو اکتیو طبیعی در منطقه رامسر"، حوزه آبخیز صفا رود با استفاده از RS و GIS

- رضوی، ص (۱۳۷۳)، "فهرست سموم مجاز کشور"، انتشارات سازمان حفاظت نباتات، تهران

- ریاحی بختیاری، ع (۱۳۷۸)، "تعیین میزان تغییرات فلزات pb -cd در بافتهای مختلف تعدادی از گونه های ماهیان رودخانه هراز، مجله محیط شناسی، شماره ۲۷

- روشن طبری، م (۱۳۷۲)،" نقش فعالیت انسان در تخریب اکوسیستم رودخانه هراز (سرخرود)"، مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ساری

- روشن طبری، م (۱۳۷۵)، "هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز"، مجله علمی شیلات

- روشن طبری، م (۱۳۸۵)، "بررسی اثرات بهره برداری شن و ماسه در تخریب رودهای مهم استان مازندران"، سازمان مدیریت و برنامه ریزی ساری

- رهبر، ر؛ اخوتیان، ا؛ اباذری، م؛ توسلی، م؛ گوهردهی، م (۱۳۷۰)، "بررسی وضعیت کامل منابع آب خاک و شرایط آب و هوایی مازندران"، اداره مهندسی زراعی، اداره کل کشاورزی استان مازندران، ساری

- زاهدی، م (۱۳۷۳)، "مقدمه ای بر کارتو گرافی"، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران

- زاهدی، م (۱۳۷۸)، " تئوری مجموعه های فازی و کاربرد آن"، مرکز نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول، تهران

- سازمان آمار ایران (۱۳۷۶)، "نتایج سرشماری استان مازندران در سال ۱۳۷۵"، سازمان آمار ایران، تهران

- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۷۲)، "مطالعات آلاینده های میکروبی دریای خزر در منطقه شرق، میانی و غرب دریای خزر"، دفتر محیط زیست انسانی سازمان حفاظت محیط زیست، تهران

- سازمان مدیریت و برنامه یزی استان مازندران (۱۳۷۷)، "اطلس عمومی مازندران"، نشریه شماره ۲۰۱، معاونت آمار و اطلاعات، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان مازندران، ساری

- سازمان مدیریت و برنامه یزی استان مازندران (۱۳۷۸)، "آمارنامه مازندران"، معاونت آمار و اطلاعات، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان مازندران، ساری

- سازمان نقشه برداری کشور (۱۳۷۵)، "سیستم اطلاعات جغرافیایی"، سازمان نقشه برداری کشور، چاپ اول، تهران

- سلامت منش، غ (۱۳۸۳)، "بررسی آلودگی آبهای زیر زمینی و ارائه مدل ریاضی مناسبی جهت پیش بینی روند کیفیت در آینده"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- سلسله، م (۱۳۸۰)، "بررسی آلودگی آب رودخانه های استان مازندران به آفت کش های فسفره مصرفی"، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران

- شادی، ر (۱۳۸۰)، "تعیین آلودگی رادیو اکتیو در آب وخاک منطقه رامسر از طریق چشمه های آب معدنی"، دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۶۶۸-۶۶۱

- شاه بیک، ا (۱۳۷۲)، "آبهای معدنی و گرم"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران

- شریعتی، ش؛ آقانباتی، ع (۱۳۸۴)، "اندازه گیری آلودگی های طبیعی (عناصر سمی و رادیو اکتیو) از طریق داده های زمین شناسی در بخش مرکزی البرز شرقی و اثرات آنها بر آبهای زیر زمینی"،

چهارمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس،صص۸۸۰-۸۷۳

- شریفی پور، ر (۱۳۸۰)، "آمایش سررزمین حوزه آبخیز کبار- کهک قم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- شمشکی، ا؛ بلورچی، م؛ انصاری مقدم، ف (۱۳۸۳)، "بررسی های اولیه آب زمین شناسی و جانمایی نقاط پایش"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران

- شریعت، م؛ منوری، م (۱۳۷۵)، "مقدمه ای بر ارزیابی اثرات زیست محیطی"، سازمان حفاظت محیط زیست

- صائب فر، و (۱۳۷۳)، "زمین شناسی و محیط زیست"، مجله علوم زمین سال چهارم، شماره ۱۴

- صداقت، م (۱۳۷۸)، "زمین و منابع آب"، انتشارات دانشگاه پیام نور

- طرح جامع آب کشور (۱۳۶۸)، "حوزه آبریز رودخانه های ساحلی شمال کشور"

- غفاری، ح (۱۳۸۲)، "جانمایی و طبقه بندی منابع آلاینده زیست محیطی سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی بابل، دانشگاه مازندران

- غضبان، ف (۱۳۸۱)، "زمین شناسی محیط زیست"، انتشارات دانشگاه تهران

- غفوری، م؛ مرتضوی، ر(۱۳۷۴)، "آب شناسی"، انتشارات دانشگاه تهران

- فرنود، ع (۱۳۷۷)، "زمین لغزش امام زاده علی در محور جاده هراز و مکانیسم ایجاد آن"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- کسلر، اس (۱۳۷۵)، "منابع معدنی از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی"، ترجمه مر، موسسه انتشاراتی ویژه نشر، شیراز

- کریستوفر، جی (۱۳۸۰)، "اصول و روش مدیریت زیست محیطی"، مترجم اندرودی، نشر کنگره

- کرباسی، ع (۱۳۷۶)، "بررسی و مدیریت زیست محیطی منابع آب و خاک استان مازندران"، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، تهران

- مجنونیان، ه (۱۳۷۳)، "نقش تعیین کننده حفاظت در جلوگیری از روند تخزیب و منابع زنده (منطقه آسیا و اقیانوسیه)"، فصلنامه علمی محیط زیست، جلد ششم، شماره اول

- محفوظی، م (۱۳۷۸)، "آمایش سررزمین حوزه آبخیز دادقان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- محفوظی، م (۱۳۸۱)، "آمایش سرزمین حوضه آبخیز دادقان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- محمد پور، م؛ کاظمی، غ؛ خوشروان، ه (۱۳۸۶)، "اثرات بی رویه بهره برداری شن وماسه از رودخانه هراز"، اولین کنگره زمین شناسی کاربردی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

- محمدی، ج (۱۳۸۱)، "پهنه بندی و ارزیابی آلودگی خاک با استفاده از نظریه فازی"، گزارش سومی همایش مجموعه های فازی و کاربردهای آن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، صص ۱۳۹-۱۳۳

- مخدوم، م (۱۳۷۰)، "ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه گیلان و مازندران برای توسعه شهری، صنعتی، روستایی و توریسم"، مجله محیط شناسی، شماره۱۶

- مخدوم، م (۱۳۷۸)، "شالوده آمایش سرزمین"، چاپ سوم با تجدید نظر کلی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره۲۰۵۴، تهران

- مخدوم، م و همکاران (۱۳۸۰)، "ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی"، انتشارات دانشگاه تهران

- مدیری، م و همکاران (۱۳۷۳)، "اشاره ای به سیستم اطلاعات جغرافیایی"، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح

- مرکز آمار ایران (۱۳۸۲)، "سالنامه آماری استان مازندران"

- موشیدی، م (۱۳۸۱)، "بررسی اثرات زیست محیطی معادن"، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران

- مهندسین مشاور مهاب قدس (۱۳۶۶)، "مطالعات هواشناسی، هیدرولوژی و رسوب پروژه سد انحرافی هراز و کانال کاربی بالا"، سازمان آب منطقه ای مازندران، ساری

- نیازی، م (۱۳۷۶)، "آمایش سررزمین حوزه جنگه سر با استفاده از نرم افزار Arc/Info در سیستم GIS"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

- ویلییامز، ج (۱۹۹۱)، "اطلاعات جغرافیایی از فضا"، ترجمه روشن نژاد، انتشارات مرکز اطلاعات جغرافیایی شهری تهران

- واردی، ا (۱۳۷۶)، "بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در رودخانه چالوس رود"، مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران

- هاگت، پیتر (۱۳۷۳)، "جغرافیا ترکیبی نو"، ترجمه گودرزی نژاد، جلد اول ، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران

ب- منابع لاتین

- Adriano, D.C (1986)," Trace Elements in the Terrestrial Environment" Springer verlag, New York

- Antunes, P ,Santos, R, and , Jorao, L (2001)," The Application of Geographical Information System to determine environmental impact significance", Environmental Impact Assessment Review, Elsevier Inc., Vol. 21(6), pp. 511-535

- Asian Development Bank (1997)," EIA for Developing Countries", Chapter 3, Asian Development Bank, pp. 50-53.

- Benett, M.R, Doyle, P.,(1996)," Geology on your Doorstep: the Role of Urban Geology in the Earth Heritage Conservation". Geology Society London

- Boulding, K. (1966)," The Economics of the coming Spaceship Earth". In H. Jarrett (ed)," Environmental Quality in a Growing Economy", Johns Hopkins Press, Baltimore

- Burrogh, P. A, MacMillan.R. A. and Deursen, W., (1992)," Fuzzy Classification Methods for Determining Land Atability from Soil Profile Observation and Topography", J.Soil Sci., No .43, pp. 193-210

- Capon, D. (1992)," A Dynamic Model for Environmental Studies", Intern. J. Environmental Studies, No. 42, pp. 95-105

- Davidson. D. A.,Theocharopoulos, S. P.and Bloksma, J. (1994)," A Land Evaluation Project in Greece Using GIS on Boolean and Fuzzy Set Methodologies" , Int . J. Geographical Information System, 8, pp. 369-384

- Drever, J.I., (1982) "The Geochemistry of Natural Water, Englewood Cliffs", Prentice Hall.388p

-Durkin, J. (1994)," Expert System: Design and Development, Prentice Hall", Englewood Cliffs, N. J.

- ESRI (1990), Understand GIS: "The Arc/Info Method, Environmental System Research Institute", Inc., Redland, Calif., US

- ESRI (1998), "Arc View GIS Installing Guide, Environmental System Research Institute", Redland, Calif., US

- ESRI (1998), "What is new in Arc View GIS Version 3.2 Environmental System Research Institute", Inc., Redland, Calif., US

- Ficher, M., and Nigkamp, P., (1992)," Design and Use of Geographic Information System and Spatial Model. Netherlands", ISBN, PP1-13

- Ford, A.(1999)," Modeling the Environment. An Introduction to System Dynamic Moddeling of Environment System", Island Press, US.

- Gazban, F., (2000), "Geological and Geochemistry Investigation of Damavand Geothermal Prospect", Central Alborz Mountain Northern", Iran". Geothermal Resourees Council Transactions Vol. 24 , pp. 229-234

- Hession, W.,C. Mc-Bride, M., Bennett,M., (2000), "Statewide Non-Point- Source Pollution Assessment Methodology, Journal of Water Resource Planing and Management", 126(3),ASCE. pp 146-155

- Huxhold, W. E., and Levinsohen, A. G (1995)," Managing Geographic Information System Projects", Oxford University Press, New York

- Jeffers, J. N.R. (1998)" Geographic Information System in Ecology", Blackwell.US

-Jensen, S . S.(1998),"Mapping Human Exposure to Traffic Air Pollution Using GIS,J .Hazardous Materials", No 51,pp.385-392

- Mohammadi, J., Van Meirvenne, M., and Govaerts, P.(1997)," Mapping Casdmium Concentration and Risk of Exceeding a Local Sanitation Threshold Using Indicator Geostatitics", Quantities Geology and Geostatistics, Vol. 9, Kluwer Academic Publishers, pp 327-337

- Montogomery, E. W., (1997)," Environmental Geology, 5th Editions". McGraw Hill. p 546

- Munn, R. E.(1975)" Environmental Impact Assessment :Principle and Procedures", SCOP rport 5, Torento, Ca

- Murk, B. W.KINNER, b,j.,& Porter,S., C(1995)," Environmental Geology", John Wiley & Sons Inc.

- Obee, A.,J (1998)," Using a GIS to Overcome Data Adversity Industrial Air Pollution Risk Modeling in Tijurna Mexico, Photogrametric Engineering Remote Sensing", 64(11) . pp.1089-1096

- Robinson, A.,(2002)," GIS-Based Temporal-Spatial Studies for Environmental Risk Assess", Via Internet,
http://sra.elet.com/events/gis- based- temporal- spatial- studies.shtml

- Smith, Scot E., Buttner, G., Szilagyi, F., (2000)," Environmental Impact of River Diversion:Gabcikovo Barrage System", Journal of Water Resource Planning and Management, ASCE, Vol.126(3), pp.138-145

- WHO., (2004) "Guideline for drinking- Water Quality", 3rd ed.Geneva

- WHO., (1973) "Trace Element in Human Nutrition", Technical Report Series No. 532, World Organization Health, Geneva

- Zadeh,L.A. (1965), "Fuzzy Sets, Information and Control", Vol. 8, pp. 338-353

-Zavala,M. and Burkey, T.V.(1997)," Application of Ecological Models to the Landscape Planning: the Case of Mediterranean Basin, Landscape and Urbon Planning", No.38

- www.NGDIR.COM

- www. GSI.ir

Abstract

The Haraz river in north of Iran is important because of its many applications and also of the vast variety of the associated flora and fauna. Specific geological characteristics of northern Alborz and Damavanad Volcano which overlook Haraz river has led to the occurrence of ore mines and hydrothermal springs. There are eight hydrothermal springs in the Haraz river basin. The present mines in the basin include: Eight coal mines, eleven sand and gravel mines, twenty debris placers and five pumice mines. The Environmental pollution risk sources include geological formations, hydrothermal springs and mining activities. In the present research, GIS has been used to create a pollution index bank. A Universal Ranking System Model (URSM) has also been developed by defining indexes including characteristics of every kind of the sources such as environmental pollution risk sources. An importance number has been assigned to every index and FUZZY Theory was used to translate linguistic phrases to mathematical language. Then, all of the pollution sources data entered into the geographic information system and by composing the GIS with MS EXCEL software computational environment, the ranking model of URSM was applied to the data. As a result, scale of relative risk of every pollution source in comparison with other sources of its kind has been determined. Finally, maps of the hazardous zones were produced to assist watershed environmental management programs and to identify the pollution control priorities.
Key word: Environmental, Geology, MiningResources, Hydrothermal, Haraz, Contamination

Shahrood University of Technology
Faculty of Earth Sciences
MSc Thesis
Environmental Geology

Management of Environmental Geology to Assess the Risk of Potential Hazards Arising From Ore Resources and Hydrothermal Springs in the Haraz River Basin

By:
Maryam Mohammad Pour

Supervisors:

Dr. G. A. Kazemi
Dr. H. Khoshravan

Spring 2007