دانشگاه تربیت معلم تهران

دانشکده علوم

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته زمین‌شناسی(گرایش رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی)

عنوان:

تعیین پارامترهای رسوب‌شناسی و مدلسازی سه‌بعدی دشت گرگان با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی

اساتید راهنما:

دکتر فرج‌الله فیاضی

دکتر محمد نخعی

استاد مشاور:

دکتر لطیف صمدی

تدوین

رضا فرج‌زاده

تابستان 1390

فهرست

فصل اول: 1

کلیات 1

1-1- مقدمه: ۲

1-2- اهمیت موضوع: ٤

1-3- اهداف مطالعه: ۷

1-4- مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه: ۹

1-4-1- موقعیت جغرافیایی: 9

1-4-2- راههای دسترسی: 11

1-4-3- ریخت‌شناسی: 13

1-4-4- اقلیم: 13

1-5- هیدرولوژی آبهای سطحی: ۱۵

1-5-1- بررسی آب‌های سطحی: 15

1-6- هیدروژئولوژی منطقه: ۱۷

1-6-1- عمق آبهای زیرزمینی: 17

1-6-2- بررسی جهت جریان آبهای زیرزمینی: 17

1-6-3- کیفیت آبهای زیرزمینی: 19

1-7- ژئومورفولوژی منطقه: ۲۰

1-7-1- واحد کوهستان: 20

1-7-2-واحد تپه‌ماهور: 21

1-7-3-واحد دشت: 21

1-7-4- واحد رودخانه: 22

1-8- زمین‌شناسی: ۲۲
1-8-1- چینه‌شناسی: 22
شیست‌های گرگان: 30
1-8-2- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه: 33
فصل دوم: 34
شبکه‌های عصبی مصنوعی 34
2-1- مقدمه: ۳۵
2-2- تاریخچه شبکه‌های عصبی: ۳۶
2-2-1- یادگیری: 37
2-3- مزیت‌های شبکه عصبی مصنوعی: ۴۳
2-4- شبکه‌های عصبی زیستی: ۴۴
2-5- شبکه‌های عصبی مصنوعی: ۴۵
2-5-1- ساختار شبکه‌های عصبی: 46
2-6- اجزای کلی شبکه‌های عصبی مصنوعی: ۴۸
2-7- پارامترهای شبکه: ۵۱
2-7-1- تعداد لایه‌های شبکه: 52
2-7-2-اثر تعداد نورونها در لایه‌های میانی: 52
2-7-3- مقداردهی اولیه وزنها: 53
2-7-4- انواع توابع تحریک: 55
2-7-5- نرخ یادگیری و گشتاور: 57
2-8- یادگیری و الگوریتم‌های مختلف آموزش: ۵۸
2-9- تقسیم‌بندی انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی: ۶۱
2-9-1- دسته‌بندی شبکه‌ها بر اساس روش یادگیری: 61

2-9-2- دسته‌بندی شبکه‌ها بر اساس پیشخور و پسخور بودن: 63
2-10- انتخاب نوع تابع محرک: ٦٣
2-11- توقف آموزش: ٦٤
2-12-یادگیری(Learning) و تعمیم(Generalization) شبکه‌ها: ٦٥
فصل سوم: 66
مقدمه‌ای بر روش‌های ژئوالکتریکی 66
3-1- مقدمه‌ای بر سونداژ الکتریکی قائم(Vertical Electrical Sounding): ٦٧
3-2- تعریف و تاریخچه: ٦٧
3-3- روش سونداژ الکتریکی قائم: ٧٢
3-3-1-عملیات صحرایی 72
3-3-2- اساس تفسیر منحنیهای سونداژ الکتریکی با استفاده از رایانه: 74
3-3-3- تفسیر منحنی‌های صحرایی: 76
فصل چهارم: 80
مدلسازی، تلفیق و بسط داده‌ها 80
4-1- مقدمه ٨١
4-2- جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای مطالعه حاضر ٨٢
4-3- آماده‌سازی و پردازش داده‌ها و اطلاعات موجود: ٨٣
4-3-1- تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به مقاومت الکتریکی سونداژهای نزدیک چاه‌های انتخابی با استفاده از نرم‌افزار IPI2Win: 83
4-3-2-. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اندازه ذرات و تعیین مقادیر فی(Φ) رسوبات در چاه‌های انتخابی: 86
4-3-3-. سطح آب زیرزمینی و عمق برداشت 90
4-4- تهیه مدل شبکه عصبی مصنوعی: ٩٠

4-4-1-داده‌ها و اطلاعات ورودی و هدف:.....91
4-4-2- نرمالایز کردن اطلاعات و تابع مورد استفاده 94
4-5- نتایج به دست آمده از مدل طراحی شده:.....۹۷
4-5-1- صحت‌سنجی و کالیبراسیون مدل: 97
4-6- مدل‌سازی رسوبات:.....۱۰۲
4-6-2- تفسیری بر نتایج به دست آمده: 103
4-6-3- بررسی کلی تغییرات جانبی و عمودی رسوبات با استفاده از نقشه‌های به دست آمده: 109
فصل پنجم:.....114
نتیجه‌گیری و پیشنهادات 114
5-1- نتیجه‌گیری: ۱۱۵
5-2- پیشنهادات:.....۱۱۸
منابع فارسی: ۱۲۰
English Reference: 122

فصل اول:

کلیات

1-1- مقدمه:

مطالعات انجام شده در رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی نشان می‌دهد که این گونه رسوبات می‌توانند از نظر اقتصادی حائز اهمیت فراوانی باشند. برای مثال رسوبات ماسه‌سنگی با تخلخل مناسب، دارای پتانسیل لازم برای تشکیل نفتگیرهای چینه‌ای هستند. اورانیوم و پلاسرهای مختلف نیز در داخل رسوبات رودخانه‌ای قدیمه تجمع یافته‌اند. بنابراین مطالعات رسوب‌شناسی آنها در اکتشاف این گونه منابع اقتصادی بسیار موثر است(حرمی، 1383).

بخش مهمی از رخنمون‌های موجود در سطح زمین مربوط به رسوبات کواترنری می‌باشد. اصطلاح کواترنری را دونویه برای مطالعه رسوبات جوانی که در بالای ته‌نشستهای دوران سوم حوضه پاریس قرار گرفته‌اند پیشنهاد کرد(اقتباس از ایسوند، 1379). در سالهای اخیر، شناخت این رسوبات و نقش آن در زندگی بشر اهمیت بالایی پیدا کرده است. امروزه طراحی برنامه‌های توسعه پایدار، مانند حفاظت و بهره‌برداری صحیح از منابع طبیعی، حفظ محیط زیست، کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی بدون انجام مطالعات دقیق رسوبات کواترنری مشکل و یا غیر ممکن می‌باشد. وسعت زیاد و ضخامت قابل توجه این رسوبات در دشت‌های کشور و اهمیت بالای آن در بخش تامین آب، مطالعات مورفولوژیک رودخانه، زمین‌لغزه و غیره اهمیت بالای آن را در مطالعات رسوب‌شناسی نشان می‌دهد. بنابراین بررسی دقیق این رسوبات از جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی؛ راهی موثر در شناخت کامل و استفاده بهینه از پتانسیل‌های موجود در آن می‌باشد.

بررسی رسوبات کواترنری از دیدگاه پراکندگی اندازه ذرات برای مطالعات مربوط به زیست محیطی، مورفولوژیک، منشأیابی ذرات و مطالعات منابع نفت و گاز از اهمیت بالایی برخوردار است. به طور معمول استفاده مرسوم از داده‌های مربوط به اندازه دانه برای تفسیر فرایندهای قدیمه رسوب‌شناسی، محدود به توصیفات و توضیحات آماری ساده از توزیع اندازه ذرات است(Beierle et al., 2002). در واقع این توصیفات، تنها یک شاخصی کلی را در مورد وضعیت اندازه ذرات به ما می‌دهند.

یکی از مهمترین مطالعات در علوم زمین مربوط به اکتشاف آب و مسائل مرتبط به آن می‌باشد. در قرون گذشته، در بسیاری از نقاط کره زمین، آبهای زیرزمینی از منشا اصلی خود به مناطق پرجمعیت به وسیله تونلهای زیرزمینی و سایر روشها منتقل می‌شدند(Hassanein, 2006). امروزه استفاده از روشهای غیرمستقیم برای اطلاع از بخشهای زیرسطحی رسوبات عهد حاضر در تمام دنیا افزایش چشمگیری یافته است. روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش ژئوالکتریک نقش مهمی در شناخت بخش‌های زیرسطحی دارد. استفاده از مقاومت الکتریکی برای تهیه نقشه منابع آب زیرزمینی و تخمین کیفیت آنها در دهه‌های اخیر در بسیاری از نقاط دنیا در اثر پیشرفت فناوری و محاسبات عددی افزایش چشمگیری یافته است(Lashkaripour and Nakhaei, 2005). اصول مطالعات ژئوالکتریک بر شارش جریان الکتریکی در بخش‌های مختلف زمین استوار است. به گونه‌ای که با تغییر لیتولوژی و رسانایی لایه‌های زیرسطحی، میزان نفوذ جریان نیز تغییر می‌کند. شکل‌گیری منابع آبی مناسب از یک سو به مقدار فراوان به تخلخل و نفوذپذیری سازندهای حاوی و از سوی دیگر به ویژگی ذرات رسوبی که در تخلخل و نفوذپذیری موثر می‌باشند، وابسته است.(Yadav and Abolfazli, 1998)،بنابراین با تخمین ابعاد ذرات رسوبی در یک آبخوان، می‌توان برخی از پارامترهای دیگر آبخوان را نیز به دست آورد. همان گونه که بیان شد، با توجه به شکل‌گیری منابع آب زیرزمینی و ارتباط آن با رسوبات زیرسطحی در حوضه‌های رسوبی، مطالعات رسوب‌شناسی این مناطق از اهمیت بالایی برخوردار است.

با استفاده از روش‌های ژئوالکتریک و استفاده از نتایج چاه‌های موجود در پردازش داده‌ها در منطقه مورد مطالعه، می‌توان خصوصیات رسوبی و ویژگی دانه‌بندی را در لایه‌های زیرسطحی برآورد کرد.(Martinez et al., 2009). به دلیل دخالت عوامل متعدد در شکل گیری رسوبات زیر سطحی از یک سو و وسیع بودن محدوده مطالعات از سوی دیگر، داده‌های مطمئن برای واسنجی(Calibration) اندک می‌باشد. بنابراین استفاده از مدل‌های کامپیوتری و تحلیلی برای رفع این مشکل ضروری به نظر می‌رسد.

امروزه استفاده از داده‌های مقاومت الکتریکی لایه‌ها در شبکه‌های عصبی مصنوعی، روشی مطمئن و بدون رقیب در تخمین ویژگی رسوبات و دانه‌بندی لایه‌های زیرسطحی است. این روش یک مدل جعبه سیاه یا (Black Box) است که تنها از طریق آموزش می‌تواند روابط پیچیده بین پدیده‌ها را توصیف نماید. کارایی این مدلها زمانی مشخص می‌شود که این روابط به صورت غیرخطی باشد و توسط روابط آماری ساده قابل درک نباشد. بنابراین با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی می‌توان نقصان داده‌ها را جبران نمود و خروجی مناسب‌تری را به دست آورد.

1-2- اهمیت موضوع:

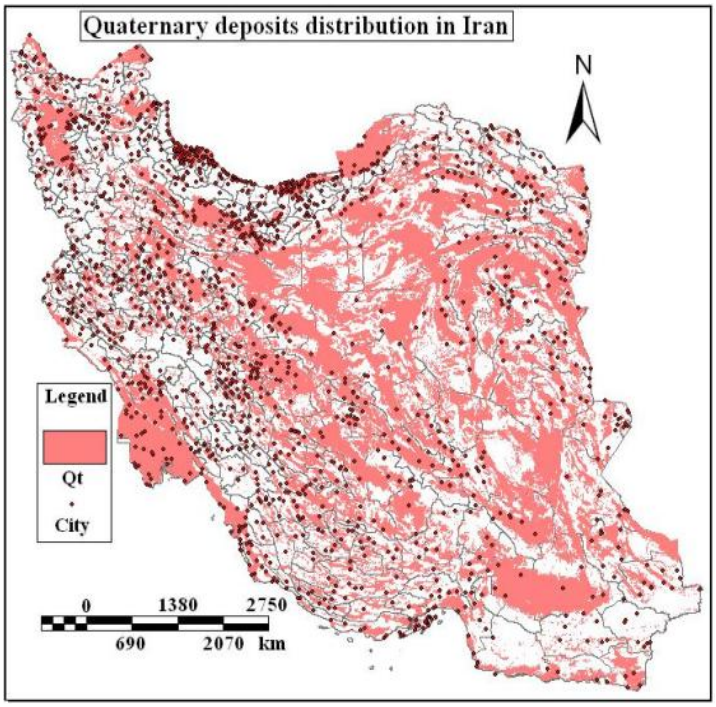
علم زمین‌شناسی رابطه نزدیکی با نیاز بشر به منابع سطحی و زیرسطحی مناسب دارد. به همین منظور و با گذر زمان و پیشرفت علم، تکنیک‌های مدرن و کاربردی برای تسهیل در استفاده از این منابع متولد می‌شوند. مخازن مربوط نفت، گاز و همچنین آبهای زیرزمینی موجود در رسوبات تخریبی و ماسه‌سنگها از مهمترین منابع مورد نیاز برای بقای بشر است. به گونه‌ای که تغییرات در آن، تمامی فعالیت‌ها را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد.

رسوبات آبرفتی کواترنری دشت‌ها دارای پتانسیل لازم برای تشکیل مخازن مناسب و قابل بهره‌برداری آب برای مصارف گوناگون را دارا می‌باشند. از طرفی میزان قابل توجهی از مساحت کشور ایران را رسوبات کواترنری تشکیل می‌دهد(شکل1-1). با توجه به موقعیت جغرافیایی کشورمان در ناحیه نیمه خشک، کمبود آبهای سطحی در آن و همچنین به دلیل کاهش نزولات جوی و خشکسالی در دهه اخیر و بنابراین کمبود آب در بخش وسیعی از کشور، مدیریت آبهای زیرزمینی از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردار است. به منظور مدیریت صحیح در سفره‌های آب زیرزمینی دشت‌ها، شناخت کامل رسوبات زیرسطحی تشکیل دهنده آنها امری ضروری است. به منظور مطالعه رسوبات زیرسطحی در یک منطقه روشهای متفاوتی وجود دارد که با پیشرفت علم و تلاش برای کاهش هزینه‌های مرتبط از سوی دیگر، این روش‌ها تغییر یافته‌اند. روش معمول

برای این کار، حفاری و نمونه‌برداری مستقیم از رسوبات است که روشی بسیار پرهزینه و زمان‌بر بوده و در مقیاس وسیع دارای دقت کافی نیز نمی‌باشد(Martinez et al., 2009).

استفاده از روش‌های گوناگون دورسنجی از قبیل ژئوفیزیک، در مطالعه رسوبات زیرسطحی از اهمیت بالایی برخوردار است و مطالعات گوناگونی در نقاط مختلف دنیا انجام گردیده است(e.g. Nowrozi et al., 1999; Martinez et al., 2009; Moscicki & Sokolowski, 2009; Hassanein et al., 2006; Majumadr et al., 2000; Lashkaripour & Nakhaei, 2005). به همین دلیل تکنیک‌های مربوط به کاوش‌های ژئوفیزیکی می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی را در ارتباط با تطابق زمین‌شناسی و حتی نقاطی که هیچ نوع اطلاعاتی از منطقه در دسترس نباشد فراهم کند (Gourry et al., 2003; Colella et al., 2004; Maillet et al., 2005; Sumanovac, 2006; Massey and Taylor, 2007; Naudet et al., 2008 Adopted from Martinez et al., 2009).

در بسیاری از نقاط دنیا از قبیل کشورمان، کمبود داده‌ها موجب خطای فراوان در حل بسیاری از مسائل علمی شده است. بنابراین کمبود داده‌های ژئوفیزیکی را نیز باید به گونه‌ای دیگر جبران نماییم. با توجه به پیشرفت استفاده از مدلسازی شبک‌های عصبی مصنوعی در علوم زمین از قبیل رسوب‌شناسی و استفاده از داده‌های مختلف برای پیش‌بینی روابط حاکم در بین فاکتورهای مختلف دخیل در مسائل، مطالعات فراوانی در رابطه با کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی در رسوب‌شناسی و سنگ‌های رسوبی انجام شده است(Zhao, 2009; Cigizoglu and Kisir, 2006; Rezaei et al., 2009). در سالهای اخیر به کاربردهای تکنیکهای شبکه‌های عصبی مصنوعی در پردازش داده‌های ژئوفیزیکی نیز همانند پیش‌بینی، وارون‌سازی، طبقه‌بندی اشکال و فشرده‌سازی داده‌ها پی برده شده است(Raiche, 1991; Poulton et al., 1992; Roth and Taranfola,1994; Singh et al., 2004). با توجه به این مطلب که پارامترهای فیزیکی ذرات(مانند اندازه ذرات) نسبت به مقاومت الکتریکی، جنس، فضای بین ذرات، ماده پرکننده این فضا و غیره دارای رابطه غیرخطی می‌باشند، با استفاده از تکنیک‌های ریاضیاتی می‌توان اندازه ذرات را به صورت نسبتاً دقیق به دست آورد.



شکل1-1). پهنه‌بندی رسوبات کواترنری در ایران

دشت گرگان یکی از وسیع‌ترین دشت‌های کشور به حساب می‌آید و استفاده از زمین‌های زراعی به منظور برداشت محصولات مختلف کشاورزی از رونق قابل توجهی برخوردار می‌باشدچون تنها با استفاده از داده‌های ژئوالکتریکی نمی‌توان پارامترهای رسوب‌شناسی ذرات را تخمین زد؛ بنابراین استفاده از مدلسازی شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از روش‌های مدرن برای تسهیل مطالعاتی مشابه به مطالعه حاضر است.

در محدوده مورد مطالعه گرچه ریزش‌های جوی و رواناب نسبتاً زیاد می‌باشد؛ اما نظر به اینکه رواناب مهار شده و به هنگام جوابگوی نیازها نمی‌باشد، از طرفی دیگر توزیع بارندگی از نظر زمانی نیز مناسب با دوره کشت و آبیاری نمی‌باشد، لذا برای تأمین کمبود آب آبیاری و رفع نیاز؛ حفر چاه و بهره‌برداری از سفره آب زیرزمینی در دشت گرگان ـ گنبد رواج یافته است. روند افزایش بهره‌برداری از آبخوان آبرفتی همواره در دهه‌های اخیر رو به افزایش بوده است. به نحوی که در حال حاضر حدود 1087 میلیون متر مکعب در سال از پهنه های آبرفتی حوضه تلفیق توسط

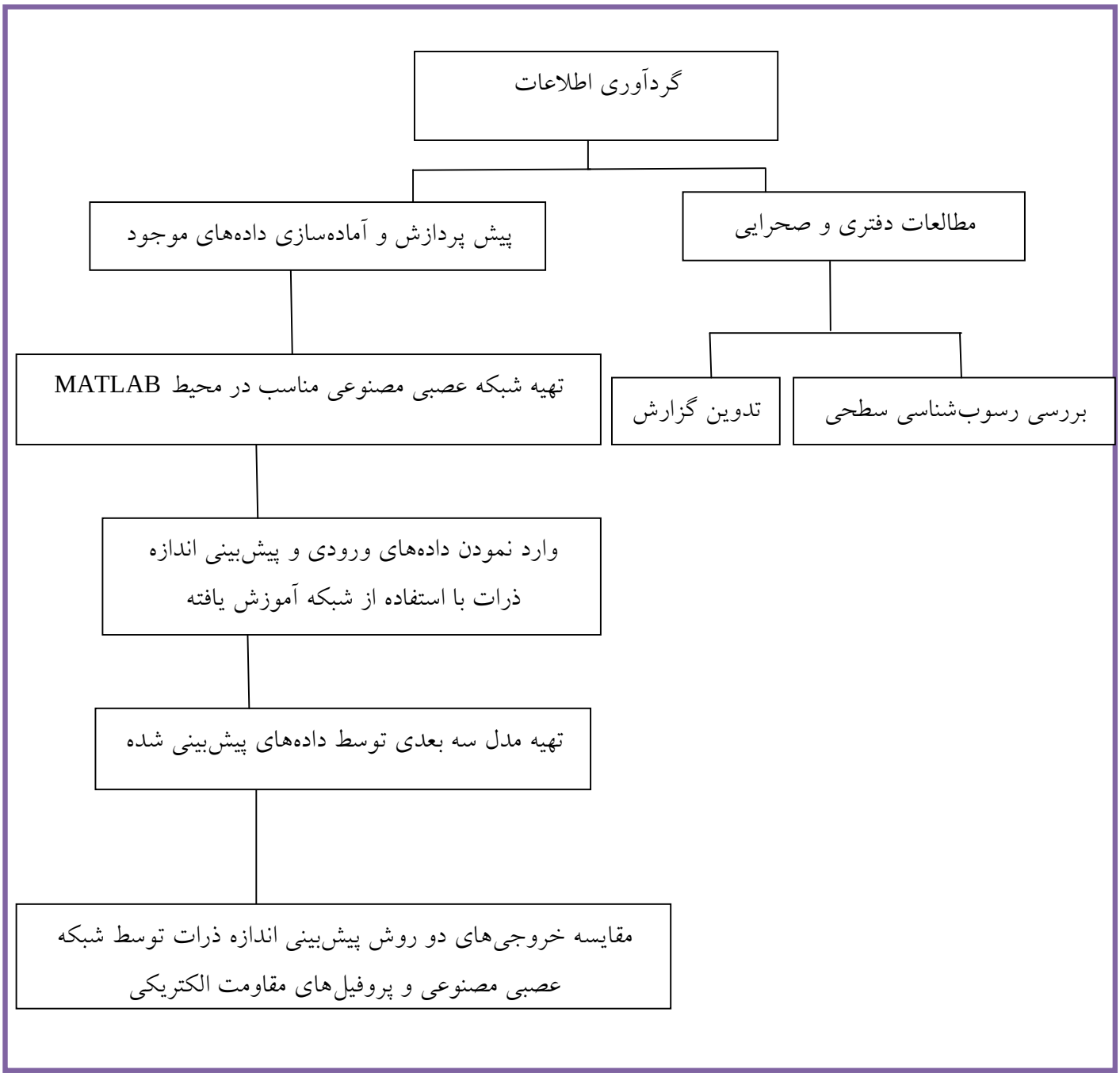
چاه‌های بهره برداری برداشت می‌گردد. علاوه بر آن تعداد 190 رشته قنات با تخلیه 46/52 میلیون متر مکعب در دشتهای حوضه تلفیق وجود دارد که تاریخ حفر و بهره‌برداری از آن به زمانهای بسیار دور بر می‌گردد.

حفر چاه‌های بهره‌برداری در سازندهای سخت در این حوضه آبریز چندان رایج نبوده و تنها تعداد 14 حلقه چاه (در قالب مطالعه سازندهای سخت و تأمین آب شرب شهر گرگان و گالیکش و کاشی‌دار) در سنگهای آهکی سازندهای خوش ییلاق، جیرودولار حفر شده‌اند. میزان تخلیه از منابع آب زیرزمینی در این حوضه آبریز بیش از 1/424 میلیارد متر مکعب در سال برآورد می‌گردد.

1-3- اهداف مطالعه:

مطالعات فراوانی در رابطه با کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی فاکتورهای مختلف در مسائل مختلف انجام شده است. استفاده از این روش برای پیش‌بینی اندازه ذرات نیز شیوه‌ای نوین است. در این مطالعه از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور پیش‌بینی اندازه ذرات در دشت گرگان استفاده شده است. بر اساس وجود رابطه غیر خطی در بین پارامترهای مختلف تعیین کننده تغییرات مقاومت الکتریکی در یک محدوده، می‌توان با در نظر گرفتن بیشترین میزان این عوامل و با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی؛ مدلی را طراحی نمود که بتواند مقادیر اندازه ذرات رسوبی زیرسطحی را بر اساس تغییرات مقاومت الکتریکی در نقاط مختلف دشت به دست آورد. با استفاده از این روش می‌توان وضعیت آبخوان موجود در منطقه را نیز بر اساس اطلاعات به دست آمده از اندازه ذرات به دست آورد.

هدف اصلی در این مطالعه استفاده از روشی نوین به عنوان ابزاری برای تعیین پراکنش اندازه ذرات رسوبی در دشت گرگان و به چالش کشیدن میزان کارایی این مدل در یک منطقه‌ای دیگر است.

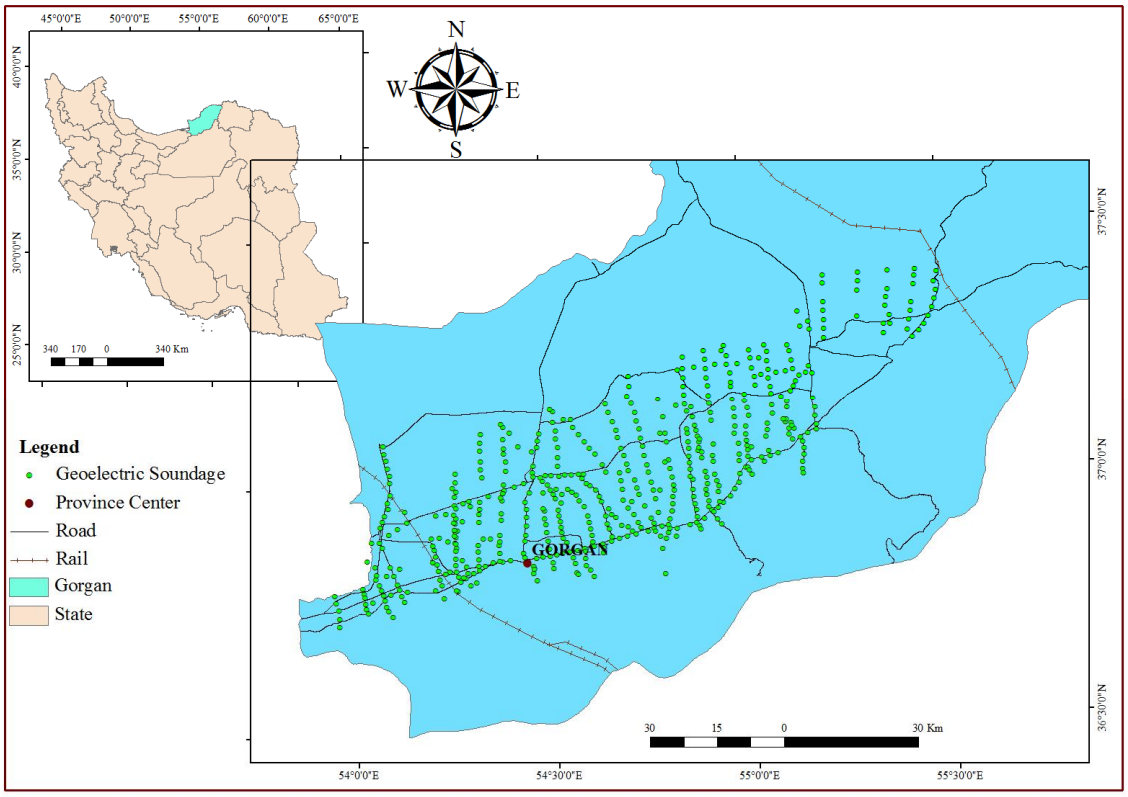


شکل2-1 درخت‌واره مراحل انجام کار در مطالعه حاضر

1-4- مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه:

1-4-1- موقعیت جغرافیایی:

محدوده مطالعاتی در استان گلستان و در مختصات جغرافیایی54 تا 54/50 طول شرقی و35/40 تا 37/10 عرض شمالی واقع شده است. استان گلستان با وسعتی در حدود 20380 کیلومتر مربع و با داشتن اراضی زراعی دیم و آبی حدود 650 هزار هکتار به عنوان قطب کشاورزی کشور تلقی می‌گردد. پتانسیل آب زیرزمینی و سطحی استان به ترتیب 1250 و 1235 میلیون متر مکعب برآورد می گردد که بر اساس آخرین اطلاعات موجود از مجموع پتانسیل مذکور حدود 777 میلیون متر مکعب از جریانات سطحی و 1177 میلیون متر مکعب از آب‌های زیرزمینی به منظور شرب، کشاورزی و صنعت، استحصال می‌شود (گزارش ادامه مطالعات منطقه گرگان، 1388). مهمترین شهرهای منطقه مطالعاتی استان؛ شهرهای گرگان، گنبد، بندرگز، کردکوی، آق قلا، آزادشهر، مینودشت، کلاله می‌باشند. منطقه مطالعاتی از شمال توسط خلیج گرگان، از جنوب توسط ارتفاعات شمالی البرز و از شرق و غرب به استان‌های خراسان شمالی و مازندران محدود می‌شود. مهمترین و بهترین راه دسترسی به منطقه جاده سراسری ساری - گرگان - مشهد و راه آهن تهران- گرگان می‌باشد. محدوده مطالعاتی گرگان با وسعتی معادل 11594 کیلومتر مربع که 4726/5 کیلومتر مربع آن از دشت گرگان- گنبد تشکیل می دهد نه تنها بزرگترین دشت حوزه تلفیق است بلکه یکی از وسیعترین دشتهای کشور محسوب می گردد.



شکل 3-1). موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل دو حوضه آبریز قره‌سو و گرگانرود می‌باشد. این حوضه‌های آبریز به ترتیب از غرب به شرق عبارتند از:

- قره‌سو: رودخانه‌های تشکیل دهنده حوضه آبریز قره‌سو که مهمترین آنها رودخانه‌های کردکوی، شصت‌کلاته، زیارت، گرمابدشت، انجیرآب و کفش‌گیری می‌باشد که پس از الحاق به یکدیگر در مجاورت روستای قره‌سو به خلیج گرگان جریان می‌یابد.
- گرگان‌رود: رودخانه‌های تشکیل دهنده حوضه آبریز گرگان‌رود عبارتند از قرن‌آباد، تقی‌آباد، محمدآباد، زرین‌گل، رامیان، نوده، نرماب، چهل‌چای، گالیکش، تنگراه، زاو، کبودوال، سیاه جوی، قلی تپه، قره شور، آق‌سو، قرناوه و آجی‌سو که سرانجام به پهنه نیلگون دریای خزر می‌پیوندند.

حوضه آبریز قره‌سو به ترتیب از غرب به شرق شامل رودخانه‌های زواردشت (سالیکنده)، کردکوی، بالاجاده، میاندره، شموشک، شصت‌کلاته، انجیرآب، النگ‌دره، زیارت (ناهارخوران)، نومل و گرمابدشت می‌باشد، که همگی از ارتفاعات شمالی سلسله جبال البرز سرچشمه گرفته و پس از الحاق به یکدیگر در مناطق مختلف دشت رودخانه قره‌سو را تشکیل داده ودر مجاورت روستای قره‌سو به خلیج گرگان می‌ریزد. از مهمترین شهرهای موجود در این حوضه کردکوی، بندرترکمن و گرگان را می‌توان نام برد.

رودخانه‌های تشکیل دهنده حوضه گرگانرود از غرب به شرق عبارت اند از: قرن‌آباد(امامزاده)، تقی‌آباد(جعفرآباد)،محمدآباد(سرمو)،کبودوال،زرین‌گل،شیرآباد(سیاه‌جوی)رامیان،قره‌چای(خرمالو)، نرماب(پس پشته)،چهل چای(لزوره)،قلی تپه،گالیکش،تنگراه،زاو،ساری‌سو که از ارتفاعات جنوبی و شمال شرقی حوضه سرچشمه گرفته و پس از عبور از دشت در مجاورت روستای ماهی به دریای خزر می‌ریزند. شهرهای علی‌آباد، خان ببین، آزادشهر، گنبد، مینودشت، گالیکش، کلاله و آق‌قلا در این حوضه قرار دارند.

1-4-2- راههای دسترسی:

از راه‌های آسفالته کوهستانی این منطقه جاده آزادشهر- شاهرود می‌باشد که تقریباً به موازات رودخانه نوده، سلسله جبال البرز را قطع نموده و ارتفاعات ابتدایی دشت را به جنوب البرز مرتبط می‌سازد. از دیگر راه‌های آسفالته کوهستانی، جاده گرگان- شاهکوه شاهرود می‌باشد که تردد گرگان به شاهرود از این جاده صورت می‌گیرد و جاده توسکاستان نام دارد. دیگرجاده‌های کوهستانی اگرچه در امتداد رودخانه‌های منطقه می‌باشند اما از جاده‌های مهم به شمار نمی‌آیند و صرفاً مورد استفاده ساکنین آن منطقه قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان کردکوی-هزارجریب و علی‌آباد– شاهرود(جاده ابر) را نام برد. مهمترین راه آسفالته دشت در امتداد شرقی- غربی جاده اصلی گرگان-مشهد است که جنگل گلستان در انتهای شرقی جاده اصلی در محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است. مسیر این جاده شهرهای کردکوی، گرگان، علی‌آباد، آزادشهر، مینودشت می‌باشد

که پس از عبور از جنگل گلستان از منتهی‌الیه شرقی حوضه آبریز گرگانرود به طرف بجنورد (محدوده رباط قره‌بیل) ادامه دارد.

شکل4-1). راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

جاده اصلی آزادشهر، گنبد، مینودشت، نیز از جاده مهم این منطقه می‌باشد که در دشت گرگان و در حوضه میانی گرگانرود قرار دارد. دیگر جاده‌های موجود در این منطقه تقریباً عمود بر جاده اصلی و اغلب به صورت آسفالته بوده که بخش‌ها و روستاهای زیادی را به یکدیگر مرتبط می‌سازد. مهمترین جاده‌های فرعی که در حال حاضر بصورت جاده‌های تجاری نیز درآمده است عبارتند از جاده گرگان– اینچه‌برون و گنبد– اینچه‌برون که عبور و مرور کلیه وسائط نقلیه برون مرزی (ترکمنستان) از این دو جاده آسفالته صورت می‌گیرد. دیگر جاده‌های فرعی مهم این منطقه جاده کلاله– مراوه‌تپه و بندرترکمن-گنبد می‌باشد. مراکز عمده جمعیت به ترتیب از غرب به شرق شامل شهرهای کردکوی، بندرترکمن، گرگان، علی‌آباد، گنبد و مینودشت، آق‌قلا، آزادشهر، رامیان، گالیکش و کلاله می‌باشد.

1-4-3- ریخت‌شناسی:

از نظر ریخت‌شناسی رشته‌کوه البرز که به صورت دیواری مرتفع دریای خزر و دشت گرگان را از فلات مرکزی جدا می‌سازد، مشخصه عمده توپوگرافی منطقه می‌باشد. حداقل ارتفاع در این منطقه سواحل دریای مازندران 26- متر و حداکثر آن در حوضه قره‌سو 3200 متر (ارتفاعات گرمابدشت) ودر گرگانرود 3600 متر (ارتفاعات سرمو) می‌باشد. شیب حوضه گرگانرود به مراتب کمتر از قره‌سو بوده و 1/27 درصد بر آورد گردیده است. شیب رودخانه‌های اصلی قره‌سو و گرگانرود به ترتیب 1/2 و 0/1 به دست آمده است.

1-4-4- اقلیم:

آب وهوا در دشت از چهار فصل تبعیت می‌نماید و در ارتفاعات از معتدل مرطوب تا سرد و خشک تغییر می‌نماید. به طور کلی دامنه تغییرات درجه حرارت سالانه از غرب به شرق تفاوت محسوسی با یکدیگر نداشته ولی میزان دما با کاهش ارتفاع افزایش می‌یابد. در عین حال اختلاف میانگین حداکثر با میانگین حداقل دما در گرمترین و سردترین ماه‌های سال در نواحی غرب(ایستگاه غفارحاجی) و شرق (ایستگاه رباط‌قره‌بیل) به ترتیب برابر 34/5 و 41/1 درجه سانتی‌گراد می‌باشد و میزان بارندگی از غرب به شرق حدود 200 میلی‌متر کاهش می‌یابد.

1-4-4-1- پوشش گیاهی:

از نظر پوشش گیاهی سراسر ارتفاعات و کوهپایه و دشت از رستنی‌ها پوشیده شده که علت آن بارندگی و رطوبت زیاد و درجه حرارت مناسب می‌باشد.این پوشش در دشت شامل مزارع گندم و جو، پنبه، شالی، باغ و مراتع بوده و در ارتفاعات نیز شامل مزارع برنج، غلات، سیب‌زمینی، آفتابگردان، باغ، مرتع و جنگل‌های متراکم و نیمه متراکم می‌باشد. با وجود این در قسمتی از جنوب و شرق حوضه گرگانرود مناطقی وجود دارند که به علت کاهش بارندگی و رطوبت و سردی هوا، پوشش گیاهی از جنگل به مرتع و گاه مراتع با پوشش گیاهی ضعیف تغییر می‌یابد.

نگاره1-1). پوشش گیاهی موجود در ارتفاعات منطقه مطالعاتی

نگاره2-1). پوشش گیاهی موجود در دشت

1-4-4-2- دما:

با توجه به مطالعات انجام شده در سازمان آب منطقه ای استان گلستان ماه‌های تیر و مرداد گرم‌ترین و بهمن سردترین ماه‌های سال می‌باشند. بر اساس ایستگاه ارازکوهه به عنوان معرف دشت گرگان حداقل دمای به دست آمده 12- درجه سانتیگراد، متوسط دمایی 18/10 درجه سانتیگراد و حداکثر مطلق دما 47/5 درجه سانتیگراد می‌باشد. حداکثر نوسانات دمای سالانه در دشت گرگان 59/5 درجه سانتیگراد می‌باشد. ایستگاه شیرین‌آباد به عنوان ایستگاه معرف ارتفاعات دارای حداقل مطلق دمای 10/1- درجه سانتیگراد، متوسط درجه حرارت سالانه 14/4 درجه سانتیگراد و حداکثر مطلق دمای 40 درجه سانتیگراد است.

1-5- هیدرولوژی آبهای سطحی:

1-5-1- بررسی آب‌های سطحی:

به دلیل اهمیت روز افزونی که آب‌های سطحی از لحاظ تأمین نیازهای شرب، کشاورزی و صنعتی جمعیت رو به افزایش جهان دارند، همواره مورد توجه ویژه‌ای بوده‌اند. بشر با احداث بندها و سدهای مختلف برروی رودخانه‌ها، حجم‌های عظیمی از آب جمع‌آوری کرده و در فصول کم بارش، آن را مورد استفاده قرار می‌دهد. عوامل مختلفی همچون ویژگی‌های هندسی حوضه آبریز، خصوصیات خاک‌های حوضه، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، آب و هوا و عوامل انسانی بر میزان آبدهی سالانه یک رودخانه، توزیع آن در ماه‌های مختلف سال و مشخصات سیلاب‌های آن تأثیر می‌گذارند. در میان فاکتورهای مختلف هیدرولوژیکی، تأثیر دو عامل آب و هوا و ویژگی‌های هندسی حوضه آبریز از سایر پارامترها بیشتر است.