دانشگاه کردستان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی آب

عنوان:

مدل‌سازی ریاضی سیستم منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان

پژوهشگر:
نجمه جهانی

استاد راهنما:
دکتر پرویز فتحی

استاد مشاور:
مهندس بهزاد نصری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی

آذر ماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب نجمه جهانی دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی دانشگاه کردستان، دانشکده کشاورزی گروه مهندسی آب تعهد می نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی‌برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

نجمه جهانی

۱۳۸۸/۹ / ۲۵

تقدیم به

یگانه هستی، که هرچه دارم از رحمت اوست"

و

معلم زندگی‌ام، اسوه صبر و صداقت

پدرم

که همواره کلامش، چراغم نه، کهکشانم است در سفر از آسمان لحظه و رویا

و

به بزرگ خاتون روزگار، شاخه زعفرانی مهربانی و ایثار

مادرم

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خداوند یکتا را که عنایت فرمود تا بار دیگر مقطعی از تحصیلاتم را با موفقیت به پایان برسانم.

در آغاز بر خود واجب می‌دانم از تلاش‌های مستمر و دلسوزانه استاد ارجمندم جناب آقای دکتر پرویز فتحی، الگوی برجسته علم و اخلاق که با راهنمایی‌ها و همراهی خود در تمام دوران تحصیل و کلیه مراحل این پایان‌نامه، بنده را به صحت سلامتی علمی و اخلاقی به سرمنزل مقصود رسانیده‌اند، سپاسگذاری نمایم.

از استاد گرانقدر، جناب آقای مهندس بهزاد نصری، که بنده از مشاوره ایشان در تمام مراحل پایان‌نامه بهره برده‌ام کمال سپاسگذاری را دارم.

از پدر و مادرم که در طول تحصیلاتم متحمل زحمات فراوانی شدند نهایت سپاس و قدردانی را داشته باشم.

از استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر عیسی معروف‌پور که در دوره تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، از محضر ایشان استفاده برده‌ام، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در پایان لازم می‌دانم از دوستان عزیزم خانم‌ها مهندس سودابه ده‌نارصیدی و مهندس آیدا رستمی و همکلاسی‌های گرامی‌ام آقایان، مهندس محمد مهدی قره‌داغی، مهندس گوران یمین مشرفی، مهندس عرفان حسینی مبرا، مهندس سید وحیدالدین رضوانی، مهندس سهراب عزیزپور و مهندس مهدی ابراهیم‌پور که با دلگرمی‌هایشان، سختی‌های راه را برایم هموار ساختند، کمال تشکر را دارم.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

مقدمه ۱

فصل اول (پیشینه و تاریخچه تحقیق) ۱۳

۱-۱ مدل آب زیرزمینی ۱۴

۱-۱-۱ مقدمه ۱۴

۱-۱-۲ تعریف مدل ۱۴

۱-۱-۳ انواع مدل‌های آب زیرزمینی ۱۵

۱-۲ تحقیقات انجام شده در ایران ۲۱

۱-۳ تحقیقات انجام شده در جهان ۲۴

فصل دوم (مواد و روش‌ها) ۳۰

۲-۱ شناخت منطقه مورد مطالعه ۳۰

۲-۱-۱ موقعیت جغرافیایی دشت دهگلان ۳۰

۲-۱-۲ منابع آب ۳۱

۲-۱-۳ توپوگرافی دشت دهگلان ۳۳

۲-۱-۴ زمین‌شناسی دشت ۳۴

۲-۱-۵ ویژگی هواشناسی ۳۵

۲-۱-۶ وضعیت آبیاری و کشاورزی ۳۶

۲-۲ هیدروژئولوژی ۳۶

۲-۲-۱ نوع آبخوان ۳۷

۲-۲-۲ مطالعات ژئوفیزیکی منطقه ۳۷

۲-۲-۳ مقاطع ورودی و خروجی جریان آب زیرزمینی ۳۸

۲-۲-۴ عوامل تغذیه‌ای سفره آب زیرزمینی دشت دهگلان ۳۸

۲-۲-۵ عوامل تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت دهگلان ۳۹

۲-۳ خصوصیات هیدرودینامیک سفره ۴۰

۲-۳-۱ هدایت هیدرولیکی ۴۰

۲-۳-۲ آبدهی ویژه ۴۰

۲-۳-۳ قابلیت انتقال ۴۰

۲-۴ توسعه مدل کامپیوتری ۴۱

۲-۴-۱ ساختار نرم‌افزاری ۴۱

۲-۴-۲ بسط مدل ریاضی ۴۱

۲-۴-۳ پارامترهای زمان..... ۴۳
۲-۴-۴ پارامترهای مکانی..... ۴۴
۲-۴-۵ چاه‌های بهره‌برداری..... ۴۵
۲-۴-۶ چاه‌های مشاهداتی..... ۴۶
۲-۴-۷ شرایط مرزی..... ۴۷
۲-۴-۸ شرایط اولیه..... ۴۷
۲-۴-۹ عوامل تغذیه‌ای سفره..... ۴۷
۲-۵ واسنجی مدل..... ۴۸
۲-۶ صحت‌سنجی مدل غیرماندگار ۴۸
۲-۷ آزمون مدل..... ۴۸
۲-۸ آنالیز حساسیت..... ۴۹
فصل سوم (نتایج و بحث) ۵۱
۳-۱ واسنجی مدل ماندگار دشت دهگلان..... ۵۱
۳-۲ واسنجی مدل غیرماندگار دشت دهگلان..... ۵۳
۳-۳ صحت‌سنجی مدل غیرماندگار..... ۵۷
۳-۴ آزمون مدل..... ۶۰
۳-۵ بیلان آبی..... ۶۱
۳-۵-۱ نتایج بیلان آبی سال آبی ۱۳۸۲-۱۳۸۱..... ۶۱
۳-۶ آنالیز حساسیت..... ۶۸
۳-۶-۱ تأثیر هدایت هیدرولیکی بر دقت پیش‌بینی مدل..... ۶۹
بحث و نتایج..... ۷۰
پیشنهادات..... ۷۰
منابع ۷۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ موقعیت حوزه آبریز در ایران ۳۱
شکل ۲-۲ خطوط توپوگرافی دشت دهگلان ۳۳
شکل ۲-۳ منحنی هم‌ضخامت سنگ بستر دشت دهگلان ۳۸
شکل ۲-۴ شبکه‌بندی دشت دهگلان ۴۳
شکل ۲-۵ خطوط هم‌عمق سنگ بستر دشت دهگلان ۴۵
شکل ۲-۶ چاه‌های بهره‌برداری در دشت دهگلان ۴۶
شکل ۲-۷ چاه‌های مشاهداتی در دشت دهگلان ۴۶
شکل ۳-۱ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی پیش‌بینی شده در مقابل مشاهداتی ۵۲
شکل ۳-۲ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده بعد از واسنجی مدل ماندگار مهر ماه ۱۳۸۲ ۵۲
شکل ۳-۳ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در ماه مهر ۵۳
شکل ۳-۴ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در ماه دی ۵۴
شکل۳-۵ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در ماه فروردین ۵۴
شکل ۳-۶ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در ماه مرداد. ۵۵
شکل۳-۷ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه مهر.. ۵۵
شکل ۳-۸ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه دی ۵۶
شکل ۳-۹ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه فروردین ۵۶
شکل۳-۱۰ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه مرداد ۵۷
شکل۳-۱۱ منحنی مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در مرحله صحت‌سنجی مدل ۵۸
شکل۳-۱۲ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر مشاهداتی در مرحله صحت‌سنجی مدل ۵۹
شکل ۳-۱۳ منحنی تراز ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در مرحله صحت‌سنجی ۵۹
شکل۳-۱۴ مقایسه ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در ماه مهر در مرحله آزمون ۶۲
شکل۳-۱۵ مقایسه ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در ماه دی در مرحله آزمون ۶۲
شکل۳-۱۶ مقایسه ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در ماه فروردین در مرحله آزمون ۶۳
شکل۳-۱۷ مقایسه ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در ماه مرداد در مرحله آزمون ۶۳
شکل۳-۱۸ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در چاه‌های مختلف در ماه مهر در مرحله آزمون ۶۴
شکل۳-۱۹ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در چاه‌های مختلف در ماه دی در مرحله آزمون ۶۴
شکل۳-۲۰ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در چاه‌های مختلف در ماه فروردین در مرحله آزمون ۶۵
شکل۳-۲۱ مقادیر ارتفاع سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده در چاه‌های مختلف در ماه مرداد در مرحله آزمون ۶۵
شکل۳-۲۲ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه مهر در مرحله آزمون ۶۶

شکل۳-۲۳ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه دی در مرحله آزمون ۶۶
شکل۳-۲۴ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه فروردین در مرحله آزمون ۶۷
شکل۳-۲۵ منحنی تراز سطح ایستابی مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل در ماه مرداد در مرحله آزمون ۶۷
شکل۳-۲۶ مقادیر جریان ورودی-خروجی در دشت دهگلان در سال ۱۳۸۲-۱۳۸۱ ۶۸
شکل۳-۲۷ مقادیر جریان ورودی-خروجی به رودخانه در دشت دهگلان در سال ۱۳۸۲-۱۳۸۱ ۶۸
شکل۳-۲۸ نمودار ضریب حساسیت نسبی مؤلفه‌های هدایت هیدرولیکی ۶۹
شکل۳-۲۸ ضریب حساسیت نسبی پارامترهای هیدرودینامیکی دشت دهگلان ۶۹

چکیده

دشت دهگلان یکی از قطبهای کشاورزی در استان کردستان محسوب می‌شود. رشد بی‌رویه جمعیت مناطق شهری و روستایی، گسترش مزارع کشاورزی فاریاب، واحدهای صنعتی، اکتشاف و استخراج معادن از یک طرف و کاهش میزان نزولات جوی در سال‌های اخیر از طرف دیگر، موجب افزایش بی‌رویه میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و افت شدید سطح ایستابی در دشت مذکور گردیده است. لذا بقای آتی اجتماعات کشاورزی و روستائی منطقه ، بستگی شدیدی به مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی دشت دارد. بسط مدل ریاضی سیستم منابع آب زیرزمینی اولین و مهم‌ترین قدم در مدیریت پایدار و بهینه این منابع به شمار می‌آید. هدف از این تحقیق حاضر، بسط و توسعه مدل ریاضی جریان آب زیرزمینی در دشت دهگلان می‌باشد.برای این منظور با استفاده از کد کامپیوتری Modflow مدل عددی ماندگار وغیرماندگار جریان آب زیرزمینی در دشت دهگلان بسط و توسعه داده شد. از داده‌های سطح ایستابی در محل چاهک‌های مشاهده‌ای در سال‌های آبی ۸۲-۸۱ و ۸۳-۸۲ برای واسنجی و آزمون مدل‌های پیشنهادی استفاده گردید. همچنین با استفاده فرایند آنالیز حساسیت تأثیر خصوصیات هیدرودینامیکی سفره بر دقت پیش‌بینی مدل‌های ریاضی بررسی گردید. نتایج مدل‌های پیشنهادی انطباق بالایی با داده‌های مشاهداتی دارد و لذا از مدل عددی پیشنهادی می‌توان به عنوان ابزاری کارآمد در مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان استفاده نمود. نتایج همچنین نشان داده که آبدهی ویژه مؤثرترین پارامتر بر دقت پیش‌بینی مدل پیشنهادی می‌باشد.

کلمات کلیدی : دشت دهگلان، مدل ریاضی، ماندگار، غیرماندگار

مقدمه

منابع آب و نحوه برخورد با آن یکی از مسائل چالش برانگیز قرن ۲۱ می باشد. در این میان منابع آب زیرزمینی به دلیل پنهان بودن از دید مستقیم، در معرض تغییر و تحولات و آسیب‌های فراوان بوده است. ۹۵ درصد از آبهای شیرین زمین از آبهای زیرزمینی تشکیل یافته است و یکی از مهمترین منابع تأمین آب شیرین مورد نیاز انسان است. آبهای زیرزمینی بعد از یخچالها بزرگترین ذخیره آب شیرین زمین محسوب می‌گردد. امروزه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی برای مصارفی چون کشاورزی، صنعت و شرب توسعه زیادی پیدا نموده است. در مناطق خشک و دور از رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین، غالباً تنها راه تأمین آب برای مصارف مختلف استفاده از منابع آب زیرزمینی است. حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می رسد. بنابراین توسعه کشاورزی و صنعت باعث افزایش برداشت از منابع مذکور شده و برداشت بی رویه از مخازن آب زیرزمینی موجب شده که میزان تغذیه آبخوان جوابگوی برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نماید. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی

همچون خشک شدن چاه های آب، از بین رفتن کاریزها،کاهش دبی رودخانه، آب دریاچه ها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و نشست زمین را بدنبال دارد.. افت سطح آب زیرزمینی در اکثر نقاط جهان ، بویژه آفریقای شمالی ، آسیای مرکزی و جنوبی ، خاور میانه ، چین شمالی ، آمریکای شمالی و استرالیا و در دیگر مناطق جهان مشاهده می شود. از سال ۱۹۹۲ میزان مصرف آب دنیا به مقدار بالایی به آبهای زیرزمینی بستگی دارد به طوریکه کسری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان سالانه بین ۷۵۰ تا ۸۰۰ میلیارد متر مکعب است.

در سال ۲۰۰۵ چین، هند و ایران رتبه‌های اول تا سوم برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی آب را داشته‌اند. در کشور ایران به طور متوسط سالانه پنج میلیارد متر مکعب آب بیش از ظرفیت لایه‌های آبدار زمین بهره‌برداری می‌گردد. این مقدار آب معادل آب مورد نیاز جهت تولید یک سوم کل غله تولیدی این کشور است (USGS، ۲۰۰۸).

مطابق بررسی مؤسسات معتبر بین‌المللی وضعیت منابع آب ایران در مرحله بحران قرار داشته و بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته، در صورت تداوم وضعیت موجود تا سال ۲۰۲۵ میلادی ایران به لیست کشورهای با وضعیت کمبود آب خواهد پیوست (بی‌نام، ۱۳۸۴).

تقاضای بالای مصرف آب در ایران موجب شده است که سطح آب‌های زیرزمینی کشور با سرعتی بیش از استانداردهای جهانی کاهش یابد. از آنجا که بخش اعظم مناطق ایران در نواحی گرم و خشک قرار دارند و تنها ۱۰ درصد از خاک کشور از بارش کافی برای رفع تقاضای مصرف برخوردار است، اغلب از منابع آب‌های زیرزمینی برای تأمین آب کشور استفاده می‌شود. هم‌اکنون حدود ۵۵ درصد از مصرف آب کشور از منابع زیرزمینی استخراج می‌گردد. طی سال‌های ۱۹۷۱ تا

۲۰۰۱ سطح آب‌های زیرزمینی ۱۵ متر کاهش یافته است. یعنی به طور متوسط سالانه نیم‌متر سطح آب در سفره‌های زیرزمینی با کاهش همراه بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۴).

به علت رشد نسبتاً بالای جمعیت کشور، توسعه کشاورزی، صنعت و شهرنشینی در سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور تقلیل یافته است. این رقم از حدود ۵۵۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۴۰ به حدود ۳۴۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۵۷, حدود ۲۵۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۶۷، ۲۱۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۷۶ و حدود ۱۷۵۰ متر مکعب در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است (بی‌نام، ۱۳۸۴). بررسی آمار و ارقام موجود از وضعیت بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی در حوزه‌های اصلی کشور نشان می‌دهد که در مقابل ۵۷/۷ میلیارد مترمکعب تخلیه آب‌های زیرزمینی حدود ۵۰/۷ میلیارد مترمکعب تغذیه صورت گرفته است. به عبارت دیگر، حدود ۷ میلیارد مترمکعب بیش از میزان تغذیه از آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری شده بطوری که در اکثر نواحی کشور سطح سفره‌های آب زیرزمینی به‌شدت افت نموده و تراز آن منفی است (بی‌نام، ۱۳۸۲).

متوسط افت سطح آب زیرزمینی در ایران ۲۰ متر در سال بوده و بر پایه اخبار منتشر شده در سال ۲۰۰۱ سطح آب زیرزمینی در برخی از آبخوان‌های آبرفتی ایران تا هشت متر افت نموده است. بر طبق آمار منتشر شده توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران در سال ۸۰-۱۳۷۹ کسری حجم مخازن آب زیرزمینی در سطح کشور معادل ۷/۰۰۹ میلیارد متر مکعب بوده که حدود یک درصد کسری حجم مخازن آب زیرزمینی جهان می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۲).

برای اینکه کمبود آب مانعی در رشد اقتصادی و اجتماعی یک کشور نگردد، لازم است با اعمال مدیریتهای صحیح و دقیق، منابع آب تحت کنترل قرار گرفته و در راستای اهداف کشور مورد بهره‌برداری قرار گیرد. بدون شک که با گذشت زمان، آب و مدیریت منابع آب، نقش و اهمیت خود

را در بین جوامع بشری آشکارتر ساخته و عدم اعمال مدیریت بهینه منابع آب می‌تواند اثرات زیانبار و غیرقابل جبرانی را برجای گذارد (مشیرپناهی، ۱۳۸۲).

مدیریت بهینه منابع آب فرایند برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا، بهره‌بردای و نگهداری از منابع آب است که درآن استفاده بهینه از منابع آب بعمل آمده و خسارت مربوطه به حداقل رسانده می‌شود در این راستا مدل ریاضی اولین و مهم‌ترین قدم در مدیریت بهینه بهره‌برداری و محافظت از سیستم منابع آب زیرزمینی به شمار می‌رود.

مدل‌سازی ریاضی یکی از روش‌های غیر مستقیم مطالعه سیستم منابع آب زیرزمینی می‌باشد که با توجه به کارائی بالا و هزینه کمتر نسبت به روش‌های دیگر، امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در واقع مدل ریاضی یک ابزار کاآمد مدیریتی جهت تهیه بیلان آبی دشت، پیش‌بینی رفتار آتی سفره آب زیرزمینی، پیش‌بینی تأثیر تنش‌های مختلف هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی و در نهایت مدیریت بهینه بهره‌برداری بلند مدت و صحیح از سیستم منابع آب زیرزمینی به شمار می‌آید. در مدلهای ریاضی می‌توان با تغییر ورودیهای مدل، اثرات نتایج حاصل از آنها بر سیستم مورد نظر را مشاهده نمود، لذا می‌توان از اینگونه مدلها بعنوان ابزاری مفید در جهت شناسائی سیستم هیدرولوژیکی، مشاهده عکس العمل آبخوان نسبت به تغییر تنش‌های وارده و انتخاب گزینه‌های مختلف مدیریتی استفاده نمود.

۱-۲ اصول و مبانی تحقیق

آب زیرزمینی نقش مهمی در توسعه اجتماعی – اقتصادی هر کشوری ایفا می‌کند. در حال حاضر در کشور ما از منابع آب زیرزمینی حداکثر بهره‌برداری به عمل می‌آید. به طوریکه به سبب برداشت بیش از اندازه این منابع در ۱۶۳ دشت کشور، افت شدیدی در تراز سطح آب زیرزمینی دشت‌ها ایجاد شده و لذا مشکلات عدیده‌ای را برای حیات ساکنین دشت و توسعه اقتصادی این نواحی در پی داشته است. در نواحی خشک و نیمه خشک، اعمال مدیریت بهینه بهره‌برداری از سفره‌های آبهای زیرزمینی مهم‌ترین قدم در استفاده پایدار از این منابع و محافظت از آنها به شمار می‌آید. از آنجائیکه سیستم منابع آب زیرزمینی یک سیستم پویا بوده و کلیه اجزای آن به طور مستقیم و غیر مستقیم با هم در ارتباط دینامیکی متقابل می‌باشند و نظر به پنهان بودن این منابع و تغییرات رفتاری آن، نحوه برخورد و نوع تعامل با آن از جمله موارد مهم و قابل پژوهش در ارائه رویکردهای مدیریتی و حفاظتی از آنها به شمار می‌آید.

دشت دهگلان به عنوان بزرگترین دشت استان کردستان به لحاظ برخوردار بودن از استعدادهای بالقوه از نظر خاک و کشاورزی همواره از اهمیت بسزائی برخوردار بوده است. این دشت با مساحت ۶۴۴/۴۹۴ کیلومتر مربع و مساحت حوضه آبریز ۲۵۵۰ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۸۷۶ متر در شرق استان واقع بوده و قسمتی از سر شاخه تلوار در حوضه آبریز رودخانه سفیدرود را تشکیل می‌دهد. با توجه به مقدار بارندگی (۳۵۰ میلیمتر در سال)، این دشت جزء نواحی نیمه خشک و سرد استان به شمار می‌آید. مقدار دبی متوسط سالانه ایستگاه هیدرومتری رودخانه تلوار در مرکز دشت برابر ۰/۸۸ متر مکعب بر ثانیه و در محل خروجی آن از دشت، برابر ۵/۹ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. این آمار نشان می‌دهد که پتانسیل آبهای سطحی محدوده دشت

دهگلان ضعیف بوده و لذا آب زیرزمینی تنها منبع عمده تأمین کننده آب مصرفی در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت در این دشت می‌باشد (مشیرپناهی، ۱۳۸۲).

رشد بی‌رویه جمعیت مناطق شهری و روستایی، گسترش مزارع کشاورزی فاریاب، واحدهای صنعتی، اکتشاف و استخراج معادن از یک طرف و کاهش میزان نزولات جوی در سال‌های اخیر از طرف دیگر، موجب افزایش میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و افت شدید سطح ایستابی در دشت مذکور گردیده است به طوریکه بر اساس آخرین اندازه‌گیری انجام شده در اسفند ماه سال ۱۳۸۲ و مقایسه آن با ماه مشابه سال شروع اندازه‌گیری‌ها، تراز سطح ایستابی دشت به میزان ۹/۲۶ متر افت پیدا نموده است(مشیرپناهی، ۱۳۸۲).

بنابراین ارائه روشی برای ارزیابی رفتار دینامیکی سیستم منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در جهت حفاظت و بهره‌برداری بهینه از این منابع به شمار می‌آید.

۱-۳ اهداف تحقیق

اهداف اصلی در این تحقیق عبارتند از:

۱- شبیه‌سازی ریاضی جریان ماندگار سیستم منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان.

۲- شبیه‌سازی ریاضی جریان غیر ماندگار سیستم منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان.

۳- بررسی تأثیر خصوصیات هیدرودینامیکی سفره آب زیرزمینی بر دقت پیش‌بینی مدل‌های پیشنهادی

۱-۴ کلیات

۱-۱-۴ مقدمه

آب زیرزمینی به آبی گفته می‌شود که در فشار بیش از فشار اتمسفر در منطقه اشباع و بین خلل و فرج سنگ‌ها و خاک‌ها در زیر زمین قرار گرفته است. سازند زمین‌شناسی که آب زیرزمینی در آن تجمع یافته است را سازند یا لایه یا سفره آبدار می‌گویند. به واسطه چگونگی حرکت آب در این سازندها و میزان آب ذخیره شده، این لایه‌ها به چهار دسته زیر قابل دسته‌بندی است (شمسایی، ۱۳۸۱).

الف) لایه آبدار آزاد

در سفره‌های آزاد، سطح ایستایی ، همان سطح فوقانی منطقه اشباع است. مقدار فشار در سطح ایستایی سفره‌های آزاد برابر فشار اتمسفر است. سطح ایستایی بسته به‌مقدار تغذیه یا تخلیه آن ، آزادانه نوسان می‌کند، زیرا لایه غیر قابل نفوذی در بالای آن قرار ندارد. حالت خاصی از سفره‌های آزاد «سفره‌های معلق» هستند. این سفره‌ها معمولا در داخل منطقه تهویه یا منطقه اشباع نشده خاک و در روی لایه‌های نفوذ ناپذیری که گسترش محدودی دارند، تشکیل می‌شوند. از این سفره‌های مقدار کمی آب و آن هم بطور موقت می‌توان بدست آورد (شمسایی، ۱۳۸۱).

ب) لایه آبدار تحت فشار

سفره‌های تحت فشار یا محصور یا آرتزین در محلی تشکیل می‌شود که آب زیرزمینی بوسیله لایه‌ای نسبتاً نفوذناپذیر از بالا محدود شود و در نتیجه تحت فشاری بیش از اتمسفر است. علت آنکه در سفره‌های تحت فشار آب از محل خود بالاتر می‌آید آن است که محل تغذیه سفره ،

یعنی منطقه‌ای که از طریق آن آب سفره تامین می‌شود، در ارتفاعی بالاتر از سطح فوقانی منطقه اشباع در محل حفر چاه قرار دارد.در سفره‌های تحت فشار به‌جای سطح ایستایی سطح پیزومتریک را در نظر می‌گیرند و آن عبارت از سطحی فرضی است که در هر منطقه با ارتفاع فشار هیدروستاتیک آب در سفره تحت فشار مطابقت دارد (شمسایی، ۱۳۸۱).

پ) لایه نیمه تراوا (نشتی)

این سفره‌ها ماهیت نیمه نفوذپذیر دارند و در مقایسه با یک لایه آبدار، آب خیلی کمی از خود عبور می‌دهند. در صورتی که بین دو لایه آبدار دیگر قرار گیرند، امکان انتقال آب از یک لایه به لایه دیگر را به‌صورت نشت و با سرعت کم امکان‌پذیر می‌سازند. بنابراین سفره‌های نشتی از نظر تغذیه لایه‌های آبدار و در صورتی که در مجاورت آنها قرار گرفته باشند، از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند (شمسایی، ۱۳۸۱).

۱-۲-۴ خصوصیات هیدرودینامیکی سفره

الف) هدایت هیدرولیکی

سرعت حرکت آب در داخل محیط متخلخل که تابعی از خصوصیات ذرات نمونه خاک و یا سنگ و خصوصیات مایع می‌باشد، ضریب هدایت هیدرولیکی نامیده می‌شود (شمسایی، ۱۳۸۱).

هدایت هیدرولیکی با استفاده از مقادیر قابلیت انتقال بدست آمده از روش فوق و فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$K=\frac{T}{D} \qquad (۱-۱)$$

K : هدایت هیدرولیکی $[LT^{-1}]$

T : قابلیت انتقال [LT]

D :ضخامت سفره [L]

ب) قابلیت انتقال سفره

حجم آب عبوری از مقطعی از لایه آبدار به عرض واحد و ضخامت لایه آبدار در واحد زمان تحت گرادیان موجود در لایه آبدار ، قابلیت انتقال سفره نامیده می شود که با علامت **T** نشان داده می شود و واحد آن معمولا بر حسب متر مربع در روز بیان می گردد (شمسایی، ۱۳۸۱).

پ) آبدهی ویژه

آبدهی ویژه عبارت از مقدار آبی که در اثر نیروی ثقل از یک خاک اشباع شده خارج می‌شود به حجم کل خاک است (شمسایی، ۱۳۸۱).برای تعیین آبدهی ویژه از نتایج آزمایش پمپاژ و همچنین از اطلاعات بدست آمده از گزارش ژئوالکتریک و روش تجربی استفاده می‌شود.

۱-۳-۴ اصول حرکت آب زیرزمینی

- مقدمه

برای حل مسائل آب زیرزمینی باید رفتار فیزیکی محیط متخلخل بررسی و شناسائی شود که این رفتار فیزیکی توسط قوانین فیزیکی(هیدرودینامیکی) حاکم بر جریان توصیف می‌گردد. رفتار فیزیکی آب در محیط متخلخل توسط علم مکانیک خاک و هیدرولیک جریان در محیط متخلخل بررسی می‌شود که با استفاده از این دو علم معادلات حاکم بر جریان توسعه می‌یابد. برای این کار ابتدا براساس اصل بقاء جرم معادله پیوستگی به دست می‌آید و در مرحله بعدی با ترکیب، معادله