

شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی مصنوعی و سیستم اطلاعات جغرافیایی تحت سناریوهای مختلف

نسترن زمانی^{۱*}، محسن جواهری طهرانی^۲، سید سعید اسلامیان^۳ و سید فرهاد موسوی^۴

*- نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. Nst_zamani@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان.

۳- استاد گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- استاد دانشکده عمران دانشگاه سمنان.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۷

چکیده

دشت مهبیار در اصفهان از جمله دشت‌هایی است که با بحران آب مواجه شده است. در چنین وضعیتی توجه به ظرفیت منابع و مدیریت صحیح، ابزاری مورد نیاز برای عبور از این شرایط می‌باشد. در این راستا، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، آمار سطح آب زیرزمینی و الگوی کشت دشت، سه سناریوی کاربری اراضی تشکیل شد که بر اساس آنها سطح سفره آب زیرزمینی برای سال آبی ۱۳۸۷ با شبکه تک لایه و الگوریتم آموزش لونیبرگ-مرکوات و سه تابع عملگر در برنامه متلب شبیه‌سازی گردید. پهنه‌بندی سطح سفره شبیه‌سازی شده با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و هزینه استحصال آب انجام شد. نتایج نشان داد ۶۱ تا ۸۶ درصد از منطقه در هر سه سناریو دارای محدودیت متوسط است. همچنین، اعمال روش‌های مختلف مدیریت آب در مزرعه نظیر آیش گذاری و کشت گیاهان کم مصرف به ترتیب باعث افزایش سه و پنج درصدی در اراضی بدون محدودیت شد.

کلید واژه‌ها: پهنه‌بندی، الگوی کشت، سطح سفره، مدیریت آب در مزرعه.

مقدمه

که بتوان به کمک آنها ضمن کنترل درآوردن مصرف آب، میزان مصرف منابع آب را نیز کاهش داد امری حیاتی است. از جمله این موارد می‌توان به تعیین الگوی کشت بهینه در هر منطقه اشاره نمود تا ضمن حفظ کشاورزی منطقه و شغل ساکنین آن از منابع آب حفاظت کرد. لزوم تعیین الگوی کشت از آنجا ناشی می‌گردد که قسمت عمده ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خود دارای اقلیم خشک تا نیمه خشک می‌باشد. به طوری که ۷۴ درصد از سطح کشور دارای بارندگی سالانه کمتر از ۸۰ میلی‌متر می‌باشد (مهدوی نجف آبادی، ۱۳۹۰). مسلماً تحقق بسیاری از بندهای طرح شده در سیاست‌های کلی نظام در بخش کشاورزی، از جمله تأمین امنیت غذایی، ارتقاء سطح سلامت مواد غذایی و حمایت مؤثر از تولید، بدون تدوین الگوی بهینه کشت امکان‌پذیر نیست.

در تعیین الگوی کشت یک منطقه پارامترهای زیادی تأثیر گذارند. خصوصیات هیدرولوژیک حوضه، وضعیت آب و هوای منطقه، پارامترهای هواشناسی و نیاز آبی گیاهان کشت شده از جمله این پارامترها می‌باشند که تلفیق آنها و اعمال تأثیر هر کدام در شرایط عادی کاری زمان‌بر و سخت می‌باشد. استفاده از مدلی که بتواند پارامترهای مختلف و تأثیر آنها را در نظر گیرد و با توجه به رابطه آنها

آب به عنوان اصلی‌ترین ماده حیاتی برای بشر، همچنین مورد نیاز کشاورزی و راه‌گشای صنعت در جوامع امروزی از اهمیت بالایی برخوردار است. این در حالی است که از کل آب‌های کره زمین تنها کمتر از سه درصد آن شیرین و قابل استفاده است (عابدی و همکاران، ۱۳۹۲). به دلیل افزایش روزافزون جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف شرب، صنعت و کشاورزی، حفظ تعادل یک سیستم آب زیرزمینی عملاً بسیار دشوار است. بعلاوه، کاهش سطح آب زیرزمینی و تخلیه‌ی سفره‌های آب موجب کاهش آبدهی چاه‌های عمیق، شور شدن آب چاه‌ها در اثر افزایش عمق و تجمع املاح، خشک شدن چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و نشست زمین می‌شود (زمانی و همکاران، ۱۳۹۲). در این ارتباط، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران هشدار داده که وسعت و نرخ مناطق در حال فرونشست در دشت‌های کشور در حال افزایش است. استان اصفهان نیز همانند بسیاری دیگر از نقاط کشور طی ۱۷ سال اخیر (از سال ۱۳۷۸) با دو دوره خشکسالی کم سابقه مواجه بوده است. در این استان، دشت مهبیار واقع در شمال شهرستان شهرضا نیز از این مسئله مستثنی نمی‌باشد. در این شرایط، با داشتن راه‌حلی

وجود ندارد و دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد که این آموزش گاه می‌تواند مشکل باشد. لذا بایستی با دقت کافی به آموزش آن پرداخت تا نتایج دقیق‌تری حاصل گردد (ابراهیمی، ۱۳۹۲). با توجه به موارد ذکر شده هدف از این تحقیق، شبیه‌سازی سطح سفره دشت مهبیار در استان اصفهان در روش‌های مختلف مدیریت آب در مزرعه با کمک شبکه عصبی مصنوعی و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

دشت مهبیار، به مختصات عرض شمالی $31^{\circ} 19' 33''$ ، طول شرقی $51^{\circ} 46' 15''$ و ارتفاع متوسط ۱۶۵۷ متر از سطح دریا، در شمال شهرستان شهرضا واقع شده است (شکل ۱). مساحت کلی این دشت حدود ۲۸ هزار هکتار می‌باشد که ۱۰۶۱۱ هکتار آن تحت کشت زراعت، مرتع و بیشه‌زار است. تقریباً ۳۱ درصد از اراضی تحت کشت شهرضا متعلق به این دشت است. دشت مهبیار با اراضی وسیعی که دارد، یک قطب کشاورزی در استان اصفهان محسوب می‌شود. منبع تأمین آب کشاورزی مزارع مهبیار چاه‌های عمیق می‌باشد. کانال آبرسانی زاینده‌رود نیز در صورت وجود ذخیره مناسب در سد زاینده‌رود به یاری کشاورزی منطقه می‌آید. عمده محصولات زراعی مهبیار گندم، جو، یونجه، آفتابگردان، ارزن و ذرت علوفه‌ای بوده و تعدادی باغ انار نیز احداث شده است. برای انجام تحقیق، در ابتدا به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از قبیل سطح آب زیرزمینی، داده‌های هواشناسی و اطلاعات الگوی کشت برای منطقه مورد نظر پرداخته شد، که با توجه به آمار موجود در منطقه دوره‌ی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸ در نظر گرفته شد. بر اساس آمار و اطلاعات دفتر مطالعات سازمان جهاد کشاورزی، در واحد هیدرولوژیک مهبیار شمالی بالغ بر ۷۴۸۶ هکتار اراضی کشاورزی آبی وجود دارد که ۶۵۸۵ هکتار آن اختصاص به زراعت و ۷۶ هکتار به باغ دارد و حدود ۸۲۵ هکتار آیش‌گذاری می‌شود. در جدول‌های (۱) و (۲) کاربری اراضی و الگوی کشت محصولات زراعی و باغی در واحد مطالعاتی را برای نمونه در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ ارائه شده است، که این آمار برای سال‌های قبل و بعد تغییرات محسوسی ندارد.

پیش‌بینی صحیحی انجام دهد می‌تواند کمک بسیار بزرگی در این زمینه باشد. همچنین، مدل‌سازی و پیش‌بینی صحیح سطح آب زیرزمینی و منابع آب کمک شایانی به پروژه‌های شهری و عمرانی و مدیریت منابع آب می‌کند (نخعی و صابری، ۱۳۹۱). تاکنون مدل‌های زیادی برای پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به مدل‌های سری زمانی تجربی و مدل‌های فیزیکی اشاره کرد. در سال‌های اخیر مدل‌های غیر خطی نیز ارائه شده‌اند که می‌توانند پیش‌بینی نسبتاً دقیقی از سطح آب زیرزمینی انجام دهند (ابراهیمی، ۱۳۹۲). یکی از این مدل‌ها، شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد که در آن می‌توان با استفاده از ورودی‌های مشخص و تشخیص رابطه‌ی آنها به پیشگویی پارامتری مرتبط پرداخت. به طور مثال، زمانی که داده‌های کافی در اختیار نیست و یک پیش‌بینی دقیق مهم‌تر از درک فیزیک وقایع و مدل‌های تجربی است، استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نتایج مفیدی ارائه می‌دهد (دالیاکوپولوس و همکاران^۱، ۲۰۰۵). شبکه‌های عصبی مصنوعی، با توانایی قابل توجه خود در استنتاج معانی از داده‌های پیچیده، می‌توانند برای استخراج الگوها و شناسایی روش‌هایی که آگاهی از آنها برای انسان و دیگر تکنیک‌های رایانه‌ای بسیار پیچیده و دشوار است به کار گرفته شوند (نخعی و صابری، ۱۳۹۱). در تحقیقی، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و داده‌های ورودی هواشناسی برای ۳۹ سال و گام زمانی یک ماه، به تخمین سطح آب زیرزمینی پرداخته شد و این نکته حاصل شد که در صورتی که از خصوصیات هیدرولوژیک دشت برای تخمین سطح آب زیرزمینی استفاده شود نتایج بهتری به دست خواهد آمد (چیت‌سازان و همکاران^۲، ۲۰۱۳). همچنین، مدل شبکه عصبی مصنوعی قادر به درک روابط ضعیف هیدرولوژیک بوده، یک روش قدرتمند در تحلیل داده‌های واقعی است و می‌تواند الگو و رابطه مخفی بین داده‌ها را تشخیص داده، خود را آموزش دهد و با بالا بردن اطلاعات خود پیش‌بینی‌های مناسبی انجام دهد (بانرجی و همکاران^۳، ۲۰۱۱) همچنین به دلیل قابلیت پیش‌بینی دقیق می‌تواند در استراتژی‌های مدیریت آب زیرزمینی به کار رود (کوپلا و همکاران^۴، ۲۰۰۵). صفوی و درزی (۱۳۸۷) از مدل شبیه‌ساز ساده‌ای که به وسیله شبکه عصبی تهیه شده بود توانستند به راحتی در مدیریت تلفیقی منابع آب استفاده کنند.

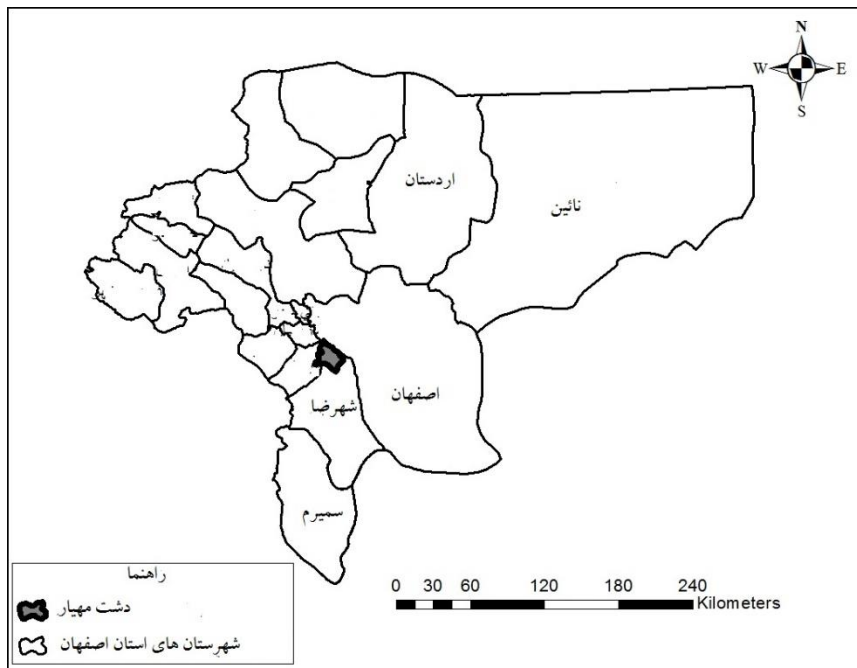
یادگیری انطباق پذیر، سازماندهی توسط خود، عملکرد بهنگام و تحمل اشتباه بدون ایجاد وقفه در هنگام کد گذاری اطلاعات از دیگر ویژگی‌های این مدل است. البته باید توجه داشت که قواعد یا دستورهای مشخصی برای طراحی شبکه برای یک کاربرد اختیاری

1 - Daliakopoulos *et al.*

2 - Chitsazan *et al.*

3 - Banerjee *et al.*

4 - Coppola *et al.*



شکل ۱- موقعیت دشت مهبیار در استان اصفهان

جدول ۱- کاربری اراضی در واحد هیدرولوژیک مهبیار

کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
محصولات زیر کشت سالانه	۶۵۸۵	۸۷/۹
باغ	۷۶	۱
آبش	۸۲۵	۱۱/۱
جمع	۷۴۸۶	۱۰۰

جدول ۲- الگوی کشت در واحد هیدرولوژیک مهبیار در سال زراعی

ردیف	محصول	مساحت(هکتار)	درصد	ردیف	محصول	مساحت(هکتار)	درصد
۱	گندم	۳۵۰۰	۵۴/۶	۱	انار	۴۰	۵۲/۶
۲	جو	۱۴۲۰	۲۲/۹	۲	انگور	۲۰	۲۶/۳
۳	ارزن	۱۰۰	۱/۵	۳	پسته	۱۳	۱۷/۱
۴	آفتابگردان	۹۰۰	۱۳/۹	۴	زیتون	۳	۴
۵	کلزا	۵	۰/۱				
۶	صیفی جات	۱۰	۰/۳				
۷	چغندر قند	۲۷۰	۰/۵				
۸	یونجه	۱۸۰	۳				
۹	ذرت علوفه ای	۲۰۰	۳/۲				

زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی...

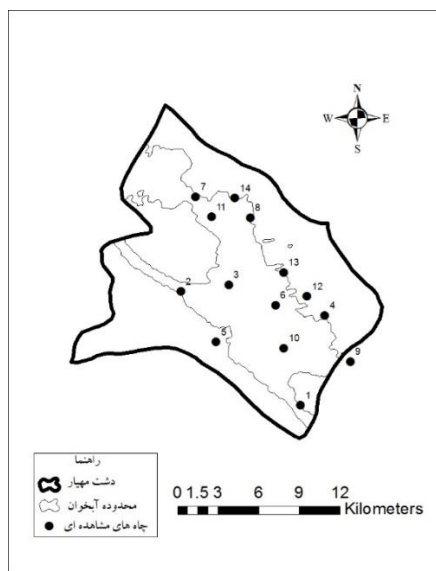
منطقه الگوی کشت تغییر کند. به طور مثال، گندم گیاهی بود که بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده بود. به همین دلیل، در سناریوی سوم برای افزایش گیاهان کم‌مصرف، این محصول نسبت به سایر گیاهان کم‌مصرف درصد بیشتری را به خود اختصاص داد.

از دیگر داده‌های مورد نیاز، نقشه کاربری اراضی منطقه بود. همچنین عکس ماهواره‌ای ۱ به ۲۵۰۰۰۰ منطقه و نقشه حوضه‌های آبریز از سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان تهیه شد و مدل ارتفاعی منطقه ساخته شد. برای اطلاعات مربوط به آب زیرزمینی از داده‌های مربوط به ۱۴ چاه مشاهده‌ای (شکل ۲) در منطقه استفاده شد.

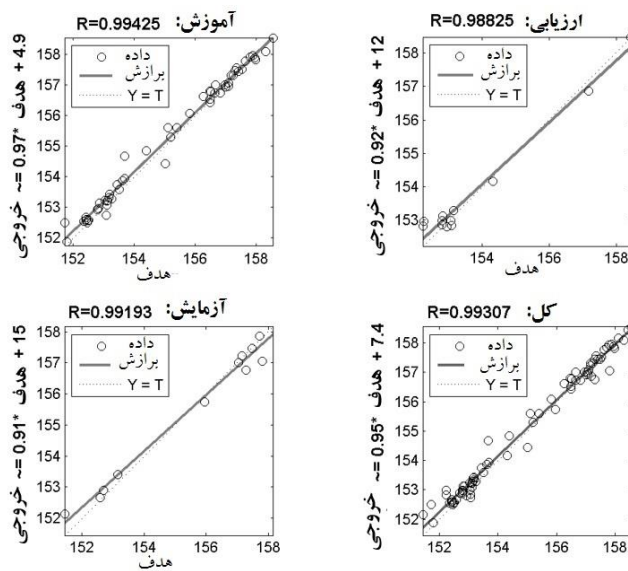
سطح زیر کشت گیاهان مختلف در هر سال براساس آمار موجود محاسبه شد. سپس از ایستگاه هواشناسی منطقه پارامترهای مورد نیاز برای برآورد نیاز آبی گیاه مرجع طبق روش پنمن-مانتیث فائو استخراج شد. با استفاده از این پارامترها، نیاز آبی گیاه مرجع در هر ماه محاسبه شد و به کمک آن نیاز آبی هر گیاه محاسبه گردید و در نهایت با توجه به سطح زیر کشت هر گیاه نیاز آبی الگوی کشت در هر سال محاسبه شد. در این مرحله، نیاز آبی گیاهان برای سه سناریوی مختلف با توجه به جدول (۳) محاسبه شد. در تعیین درصد تحت پوشش هر گیاه در سناریوهای دو و سه کشت غالب منطقه در نظر گرفته شد و سعی شد بر اساس عرف

جدول ۳- معرفی سناریوهای در نظر گرفته شده

سناریو	ویژگی
یک	الگوی کشت موجود در منطقه
دو	افزایش آیش در هر سال نسبت به سال قبل
سه	کشت بیشتر گیاهان کم مصرف نسبت به پر مصرف



شکل ۲- محل چاه‌های مشاهده‌ای در دشت مهبیار اصفهان



شکل ۳- نتایج حاصل از تابع تانسینگ برای چاه شماره چهار

تابع مناسب در شکل (۳) برای چاه شماره چهار ارائه شده است. این شکل از خروجی‌های مدل می‌باشد و نشان دهنده آن است که مدل درصدی از داده‌ها را برای آموزش شبکه و درصدی را برای ارزیابی و آزمون مدل در نظر می‌گیرد و برای هر کدام میزان ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا را محاسبه می‌کند. همان‌طور که مشخص است، بیشترین میزان ضریب همبستگی و کمترین میزان میانگین مربعات خطا برای انتخاب مناسب‌ترین تابع در نظر گرفته شده است.

برای تهیه نقشه‌های ترسیمی سطح آب زیرزمینی نیاز به محدوده‌هایی برای طبقه‌بندی می‌باشد که این محدوده‌ها با استفاده از میزان عمق آب زیرزمینی و هزینه پمپاژ آب تعیین گردید. در این مرحله با توجه به آزاد بودن آبخوان دشت مهیار در نظر گرفته شد که هرچه عمق آب زیرزمینی بیشتر باشد هزینه استحصال آب بیشتر شده و برداشت را با محدودیت روبرو می‌کند. برای تشخیص محدوده طبقه‌بندی‌ها، بررسی کلی روی هزینه استحصال آب از اعماق مختلف صورت گرفت. محاسبات و نتایج بدست آمده از آن در ادامه ارائه شده است: هیدرومدول منطقه یک لیتر بر ثانیه بر هکتار (حداقل هیدرومدول منطقه برای بالا بردن ضریب اطمینان)، هزینه هر کیلووات ساعت برق مصرفی کشاورزی در منطقه ۸۰ ریال (با توجه به منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۲) و راندمان پمپ سانتریفیوژ تا عمق ۱۰۰ متر ۷۰ درصد در نظر گرفته شد و از آن به بعد به تدریج تا ۵۵ درصد کاهش یافت. در محاسبه فرمول توان پمپ از رابطه (۱) استفاده شد، که در این رابطه Q دبی پمپاژ، H عمق آب، $e_{p,m}$ راندمان پمپ سانتریفیوژ می‌باشد:

به منظور تشکیل مدل شبکه عصبی مصنوعی در محیط نرم افزار متلب، با استفاده از آزمون و خطا، بهترین روش آموزش برای شبکه عصبی مصنوعی در منطقه مشخص شد. به این ترتیب که برای هر چاه مشاهده‌ای ماتریسی تنظیم شد که در آن پارامترهای هواشناسی تأثیرگذار بر سطح آب زیرزمینی بر اساس نحوه تأثیرگذاری خود قرار گرفت. همچنین، از دیگر آموزش دهنده‌ها نیاز آبی الگوی کشت بود که با کد مخصوص وارد گردید. از داده‌های ایستگاه هواشناسی کبوترآباد، تأثیر متوسط بارندگی مربوط به سه ماه (نادریان فر و همکاران، ۱۳۸۹)، متوسط دمای سه ماه و تبخیر و تعرق و رطوبت نسبی و دو ماه جاری و قبل در نظر گرفته شد.

پس از آموزش شبکه توسط این مدل، سناریوهای مختلف الگوی کشت در نظر گرفته شد. با توجه به مطالعات پیشین، الگوریتم لوبنبرگ-مرکوات سریع‌ترین و قابل اعتمادترین الگوریتم موجود در راستای تدوین یک شبکه عصبی با دقت بالا است (فلامرزی و همکاران، ۲۰۱۴، زمانی و همکاران، ۱۳۹۶ و ملکی نژاد و پورشرعیاتی، ۱۳۹۲). لذا، در این مطالعه، با در نظر گرفتن تعداد داده‌ها، از شبکه تک لایه (صفوی و درزی، ۱۳۸۷) با الگوریتم آموزش لوبنبرگ-مرکوات و سه تابع عملگر لاگسیگ، تانسینگ و رادیسیس استفاده شد. با توجه به برنامه نوشته شده در متلب، پس از آموزش شبکه و مدل‌سازی، بهترین تابع عملگر با توجه به میزان ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا انتخاب شد و شبیه‌سازی سطح آب زیرزمینی درون چاه‌ها برای سال ۱۳۸۷، با در نظر گرفتن سناریوها، به کمک این توابع انجام شد. به عنوان نمونه، نحوه انتخاب

زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی...

نتایج حاصل از شبیه‌سازی وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد و با استفاده از روش کریجینگ ساده سه مدل کروی، نمایی و گوسی مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس کمترین میزان میانگین خطا و جذر میانگین مربعات خطا بهترین مدل در هر فصل سال انتخاب گردید.

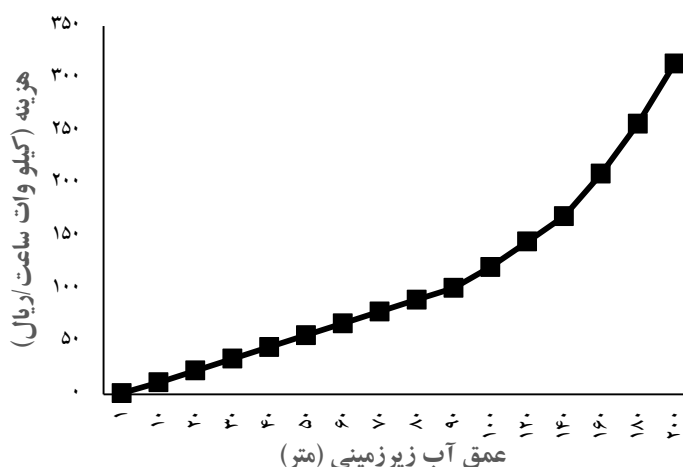
پس از انجام زمین آمار، پهنه‌بندی سطح آب زیرزمینی برای هر فصل و هر سناریو صورت گرفت. ابتدا لایه‌های موجود به رستر تبدیل شد. سپس هر رستر طبقه‌بندی شد که در این قسمت برای طبقه‌بندی از جدول (۱) استفاده گردید و مساحت تحت پوشش هر طبقه محاسبه شد. در نهایت از نتایج حاصل در محیط نرم افزار خروجی گرفته شد و مورد بررسی قرار گرفت.

$$p = \frac{QH}{75.83e_{p,m}} \quad (1)$$

نتایج بررسی اقتصادی استحصال آب براساس رابطه ارائه شده در شکل (۴) ارائه شده است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده و تغییر شیب منحنی در نقاط مختلف، چهار طبقه به ترتیبی که در جدول (۴) ارائه شده است برای ادامه کار ایجاد شد. در این مرحله، فرض شد پمپاژ آب از ۱۴ چاه موجود در منطقه صورت می‌گیرد.

سپس، به دلیل قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی در نمایش داده‌ها و نتایج حاصل از آنها، در ادامه از این نرم‌افزار استفاده شد و



شکل ۴- نتایج بررسی اقتصادی استحصال آب

جدول ۴- طبقه‌بندی مناطق برای برداشت آب با توجه به عمق آب زیرزمینی و هزینه

نام طبقه	محدوده عمق آب زیرزمینی (متر)
بدون محدودیت	۷۰ >
با محدودیت کم	۷۰-۹۵
محدودیت متوسط	۹۵-۱۴۵
محدودیت زیاد	>۱۴۵

جدول ۵- سطح آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده برای تیر ماه سال ۱۳۸۷ (متر)

شماره چاه	UTMx	UTMy	سناریوی یک	سناریوی دو	سناریوی سه
۱	۵۷۵۴۸۸	۳۵۷۰۸۳۵	۱۱۴/۸۸	۱۱۵/۳۱	۱۱۵/۵۰
۲	۵۶۶۶۴۹	۳۵۷۹۲۶۲	۱۰۷	۱۰۷/۶۶	۱۰۸/۱۸
۳	۵۷۰۱۸۶	۳۵۷۹۷۴۷	۱۱۸/۱۵	۱۱۸/۴۳	۱۱۸/۷۸
۴	۵۷۷۲۷۶	۳۵۷۷۴۸۷	۱۵۷/۹۳	۱۵۸/۲۶	۱۵۸/۴۱
۵	۵۶۹۲۵۸	۳۵۷۵۵۱۹	۹۳/۶۳	۹۲/۶۲	۹۲/۲۸
۶	۵۷۳۶۵۳	۳۵۷۸۲۵۳	۱۲۱/۸۲	۱۲۲/۵۹	۱۲۲/۹۶
۷	۵۶۷۷۵۳	۳۵۸۶۲۵۳	۶۶/۷۳	۶۶/۳۱	۶۶/۰۷
۸	۵۷۱۷۶۹	۳۵۸۴۷۱۶	۱۰۶/۳۸	۱۰۶/۳۲	۱۰۶/۳۲
۹	۵۷۹۱۷۳	۳۵۷۴۰۸۸	۱۳۸/۴۳	۱۳۸/۵۲	۱۳۸/۵۵
۱۰	۵۷۴۲۵۸	۳۵۷۵۰۸۰	۱۱۵/۷۵	۱۱۵/۶۹	۱۱۵/۵۸
۱۱	۵۶۸۹۲۷	۳۵۸۴۷۸۰	۸۸/۴۸	۸۹/۱۵	۸۹/۵۳
۱۲	۵۷۵۹۶۳	۳۵۷۸۸۹۹	۱۵۸/۱۲	۱۵۸/۰۸	۱۵۸/۰۲
۱۳	۵۷۴۲۲۳	۳۵۸۰۶۷۶	۱۴۰/۳۰	۱۴۱/۶۲	۱۴۱/۱۷
۱۴	۵۷۰۶۳۸	۳۵۸۶۱۶۸	۹۹/۱۵	۹۹/۱۳	۹۹/۱۳

نتایج و بحث

در جدول (۵)، سطح آب شبیه‌سازی شده برای تیر ماه، به عنوان ماهی که بیشترین نیاز آبی در منطقه در آن رخ می‌دهد، در هر سه سناریو ارائه شده است. سناریوی اول، نیاز آبی منطقه مربوط به شرایط عادی منطقه است؛ در سناریوی دوم، سطح آیش در هر سال نسبت به سال قبل افزایش یافت؛ سناریوی سوم مربوط به حالتی است که گیاهان با نیاز آبی کمتر نسبت به حالت عادی، بیشتر کشت شوند. در این جدول مشاهده می‌شود که برای بعضی از چاه‌ها در دو سناریوی دو سه سطح آب زیرزمینی افت داشته است ولی در کل و با توجه به جدول (۶) این دو سناریو نسبت به سناریوی یک آب کمتری مصرف کرده‌اند. در تحقیقی نیز از نرم افزار متلب در تشکیل شبکه عصبی و پنج الگوریتم در آموزش شبکه عصبی استفاده شد و نتایج نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی ابزاری قدرتمند در پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی حتی در شرایطی که داده‌های محدودی در اختیار باشد است. همچنین بیان شد که الگوریتم لورنبرگ- مرکوات نسبت به سایر الگوریتم‌ها نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد (آفندی و همکاران، ۲۰۰۷).

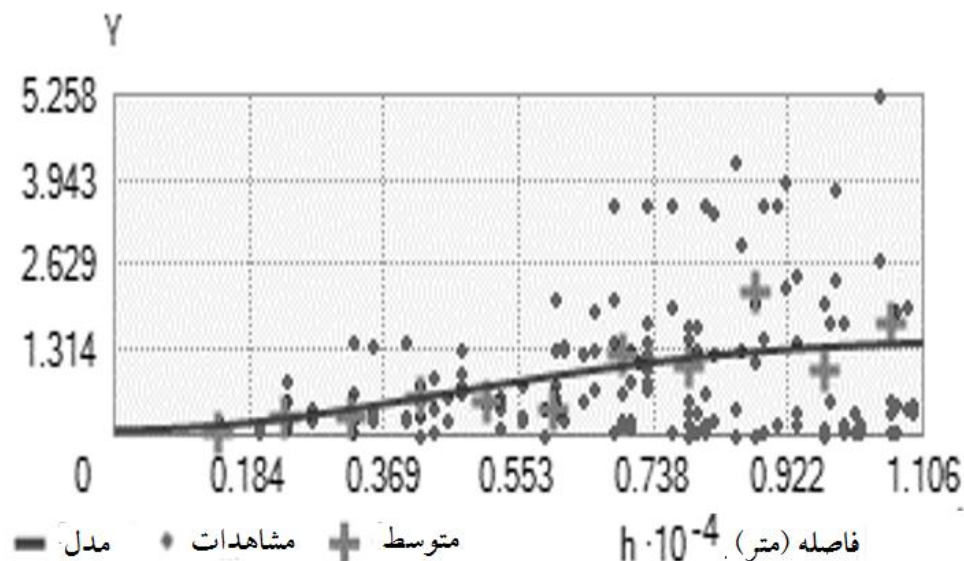
میزان آب مصرف شده سالانه در هر سناریو در جدول (۶) ارائه شده است. همان طور که مشخص است در سناریوی دو که سطح تحت آیش افزایش یافته بود حدود ۱۱ درصد آب کمتری نسبت به حالت عادی منطقه از منابع خارج شده و پس از آن سناریوی سه حدود دو درصد آب کمتری نسبت به سناریوی یک مصرف کرده است.

با استفاده از روش کریجینگ معمولی پهنه‌بندی صورت گرفت نحوه انتخاب مناسب‌ترین مدل در شکل (۵) و جدول‌های (۷) تا (۹) ارائه شده است. شکل (۵) به عنوان نمونه نیم‌تغییر نمای فصل بهار را برای سناریوی یک نشان می‌دهد این نمودار از خروجی‌های روش کریجینگ می‌باشد که تا حدودی می‌توان از آن به همبستگی مکانی متغیرها پی برد، پارامترهای برداشت شده از این شکل و شکل‌های مشابه آن در جدول‌های (۷) تا (۹) ارائه شده و نام مدل انتخاب شده که پهنه بندی بر اساس آن صورت گرفته مشخص شده است.

زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهیار با شبکه عصبی...

جدول ۶- میزان آب مصرفی سالانه در هر سناریو

سناریو	میزان آب مصرف شده (میلیون متر مکعب)
۱	۲۵۲
۲	۲۲۵
۳	۲۴۶



شکل ۵- نیم تغییر نمای بهار با سناریوی یک

جدول ۷- مشخصات واریوگرام منتخب برای آب زیرزمینی برای سناریوی یک

مؤلفه	مدل	دامنه تأثیر بر حسب متر	آستانه تأثیر یا واریانس کل (C ₀ +C)	اثر قطعه - ای (C ₀)	$\frac{C_0}{C_0+C}$
بهار	نمایی	۱۱۰۶۴	۱/۴۶۱۲	۰/۱۰۶۹	۰/۰۷۳۱
تابستان	کروی	۱۱۰۶۴	۱/۴۵۹۸	۰/۱۰۲۳	۰/۰۷۰۰
پاییز	کروی	۱۱۰۶۴	۱/۴۹۷۳	۰/۱۰۶۴	۰/۰۷۱۰
زمستان	کروی	۱۱۰۶۴	۱/۵۰۲۳	۰/۰۸۴	۰/۰۵۵۹

معمولی، ساده، جهانی و ... استفاده کردند و در نهایت بیان نمودند در بین تمام روش‌های میان‌یابی روش‌های کریجینگ نسبت به سایر روش‌ها نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد. نصیری و علی‌پور^۲ (۲۰۱۴) و امران و همکاران^۳ (۲۰۱۴) نیز در تحقیق خود برای ارزیابی کیفی آب زیرزمینی از روش‌های کریجینگ استفاده کردند.

C_0/C_0+C ، شاخصی از قدرت ساختار مکانی متغیرهاست. اگر این نسبت کمتر از ۰/۲۵ باشد، نمایانگر همبستگی مکانی قوی متغیرها، بین ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ باشد، همبستگی مکانی متوسط و بالای ۰/۷۵ باشد، همبستگی مکانی ضعیف است. همان‌طور که از جدول‌ها مشخص است داده‌های مربوط به سطح سفره از همبستگی مکانی بالایی برخوردار هستند (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۲). یو و همکاران^۱ (۲۰۱۴) نیز در بررسی سطح سفره از هشت روش (مانند کریجینگ

2 - Nasiri and Alipur
3 - Omran et al.

1 - Yao et al.

جدول ۸- مشخصات واریوگرام منتخب برای آب زیرزمینی برای سناریوی دو

مؤلفه	مدل	دامنه تأثیر بر حسب متر	آستانه تأثیر یا واریانس کل (C ₀ +C)	اثر قطعه‌ای (C ₀)	$\frac{C_0}{C_0+C}$
بهار	گوسی	۱۱۰۶۴	۱/۵۰۰۸	۰/۰۸۶۳	۰/۰۵۷۵
تابستان	گوسی	۱۱۰۶۴	۱/۴۸۹۹	۰/۱۰۶۹	۰/۰۷۱۷
پاییز	نمایی	۱۱۰۶۴	۱/۴۵۳۱	۰/۱۰۶	۰/۰۷۲۹
زمستان	گوسی	۱۱۰۶۴	۱/۴۶۰۴	۰/۱۰۷۹	۰/۰۷۳۸

جدول ۹- مشخصات واریوگرام منتخب برای آب زیرزمینی برای سناریوی سه

مؤلفه	مدل	دامنه تأثیر بر حسب متر	آستانه تأثیر یا واریانس کل (C ₀ +C)	اثر قطعه‌ای (C ₀)	$\frac{C_0}{C_0+C}$
بهار	گوسی	۱۱۰۶۴	۱/۴۹۹۳	۰/۰۸۷۲	۰/۰۵۸۱
تابستان	کروی	۱۱۰۶۴	۱/۴۷۹	۰/۱۰۹۹	۰/۰۷۴۳
پاییز	گوسی	۱۱۰۶۴	۱/۴۷	۰/۰۹۱۷	۰/۰۶۲
زمستان	نمایی	۱۱۰۶۴	۱/۴۶۴۳	۰/۱۰۴۳	۰/۰۷۱۲

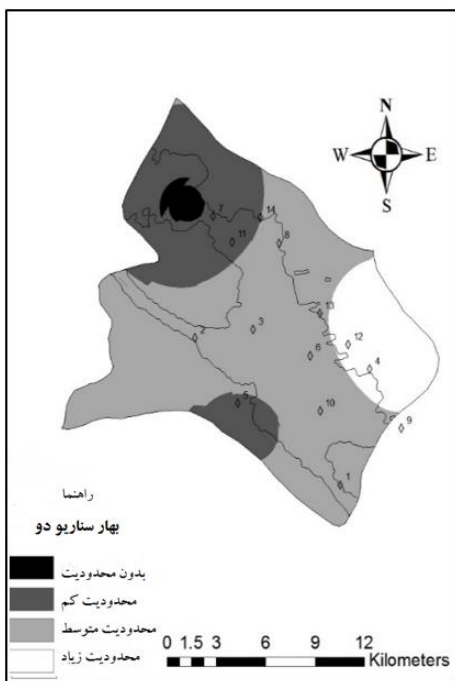
جدول ۱۰- درصد مساحت تحت پوشش هر طبقه در هر فصل و سناریو

فصل	سناریو	بدون محدودیت	محدودیت کم	محدودیت متوسط	محدودیت زیاد
بهار	یک	۰/۰۷	۸/۸۰	۸۶/۶۵	۴/۴۷
بهار	دو	۱/۷۵	۲۳/۷۵	۶۱/۵۴	۱۲/۹۳
بهار	سه	۱/۶۹	۲۳/۷۳	۶۱/۶۶	۱۲/۹۱
تابستان	یک	۰/۱۷	۱۴/۲۳	۷۶/۹۱	۸/۶۷
تابستان	دو	۰/۲۰	۲۳/۶۴	۶۳/۲۸	۱۲/۸۶
تابستان	سه	۰/۳۶	۲۳/۳۰	۶۳/۶۱	۱۲/۷۲
پاییز	یک	۰/۱۳	۱۳/۷۹	۷۷/۵۲	۸/۵۵
پاییز	دو	-	۲۲/۵۸	۶۴/۷۹	۱۲/۶۱
پاییز	سه	۰/۹۱	۲۲/۹۴	۶۳/۱۱	۱۳/۰۲
زمستان	یک	۰/۰۹	۱۲/۹۳	۷۸/۵۱	۸/۴۵
زمستان	دو	-	۱۵/۳۴	۷۴/۹۴	۹/۷۰
زمستان	سه	-	۲۲/۰۵	۶۴/۷۸	۱۳/۱۵

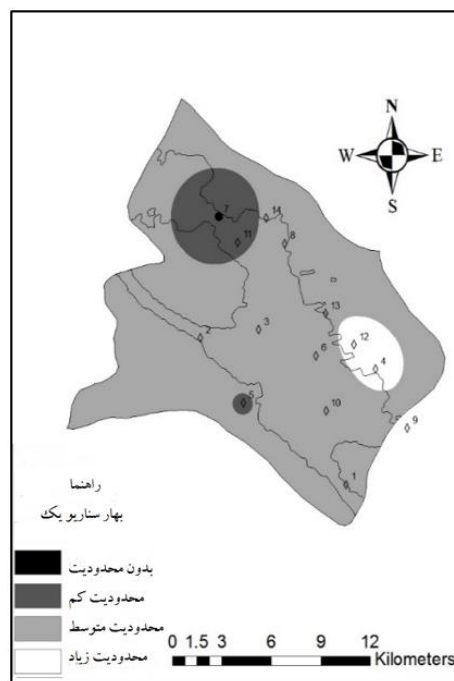
سناریوی دو و سه افزایش یافته و از مقدار درصد اراضی با محدودیت متوسط کاسته می‌شود. که این مساله نظارت دقیق بر الگوی کشت منطقه و سطح زیر کشت را یادآور می‌شود. از طرفی باید توجه داشت که در سناریوهای دو و سه درصد اراضی با محدودیت زیاد افزایش می‌یابد که با توجه به این مساله تغییر کاربری اراضی در این نواحی می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های کشاورزان و بهبود مسائل اقتصادی آنان شود که به دنبال آن تاثیرات مثبت دیگری نظیر حفاظت از منابع آب و جلوگیری از مخاطرات کاهش شدید سطح آب زیرزمینی نظیر فرونشست زمین است.

در شکل‌های (۶) تا (۱۷) نقشه پهنه‌بندی سطح آب زیرزمینی هر سه سناریو به تفکیک فصل ارائه شده است. همان طور که در تمام تصاویر مشخص است از غرب به شرق منطقه درجه محدودیت افزایش می‌یابد که این مساله لزوم نظارت و مدیریت دقیق مصرف آب را در نواحی شرقی قابل توجه‌تر می‌سازد. در جدول (۱۰) درصد مساحت تحت پوشش هر طبقه براساس میزان محدودیت ارائه شده است. همان طور که مشخص است در هر سه سناریو درصد کمی از اراضی در طبقه بدون محدودیت قرار می‌گیرد به علاوه با تغییر الگوی کشت مشاهده می‌شود که درصد اراضی با محدودیت کم در دو

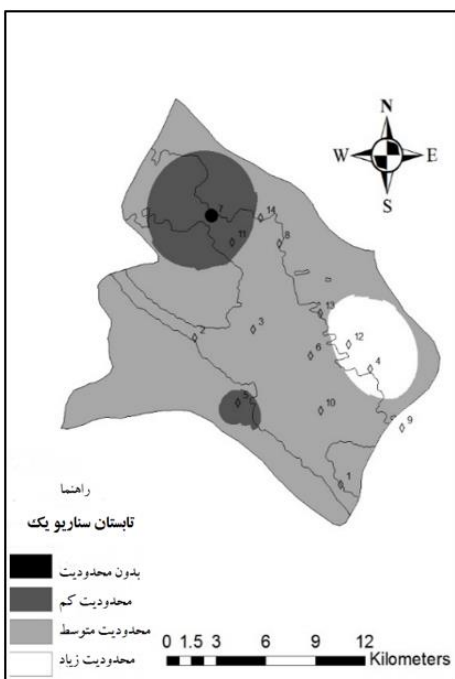
زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی...



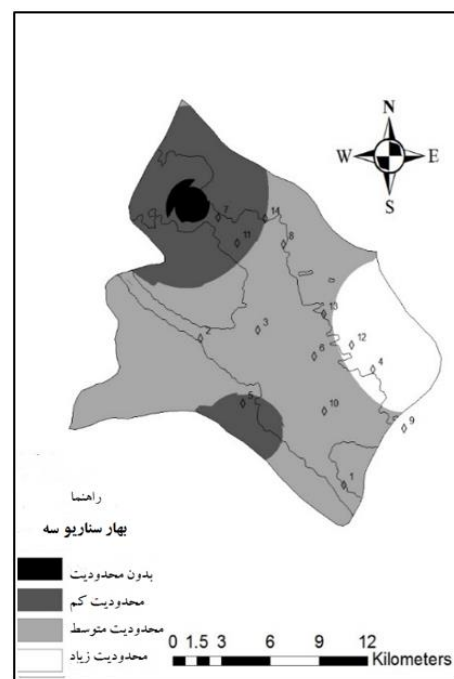
شکل ۷- سطح آب زیرزمینی در بهار سناریو دو



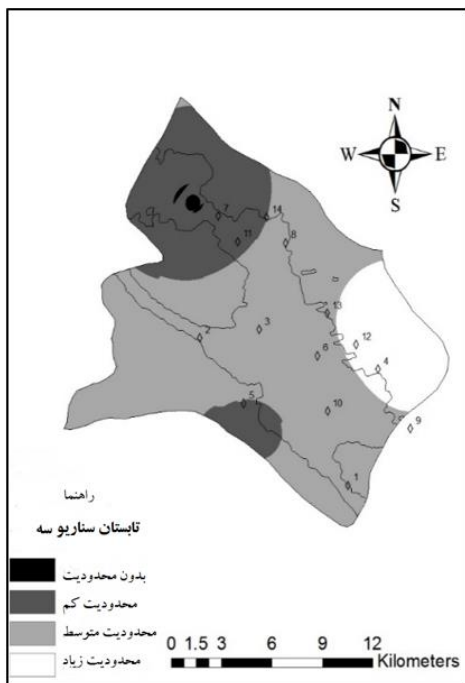
شکل ۶- سطح آب زیرزمینی در بهار سناریو یک



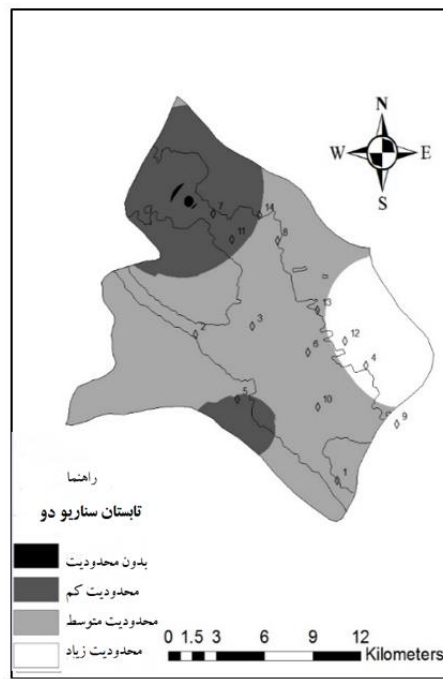
شکل ۹- سطح آب زیرزمینی در تابستان سناریو یک



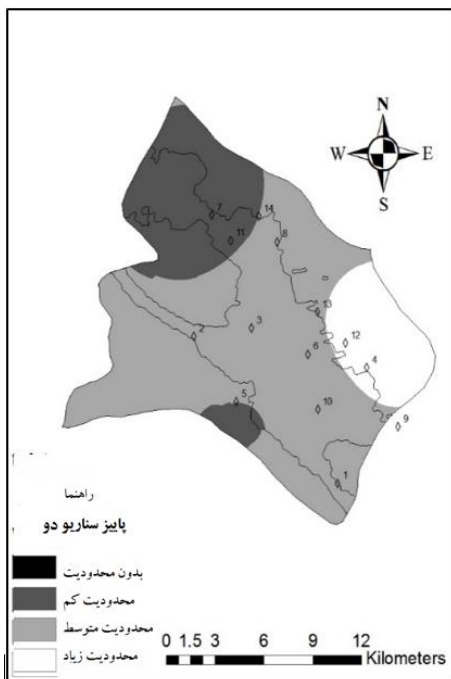
شکل ۸- سطح آب زیرزمینی در بهار سناریو سه



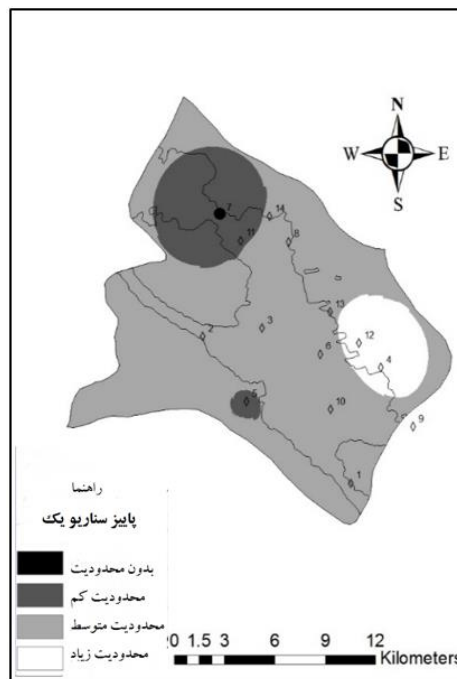
شکل ۱۱- سطح آب زیرزمینی در تابستان سناریو سه



شکل ۱۰- سطح آب زیرزمینی در تابستان سناریو دو

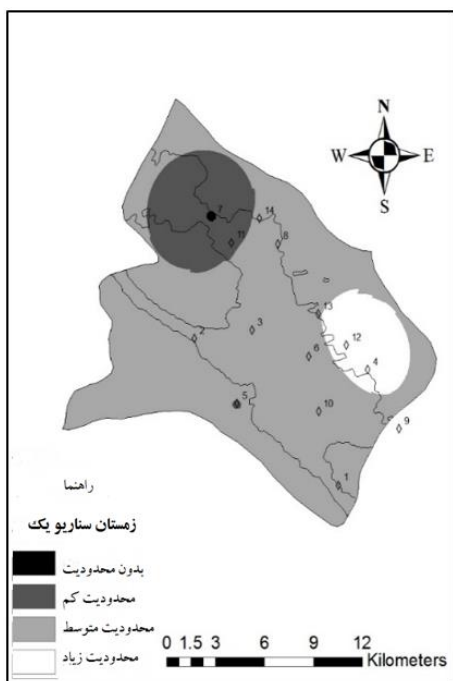


شکل ۱۳- سطح آب زیرزمینی در پاییز سناریو دو

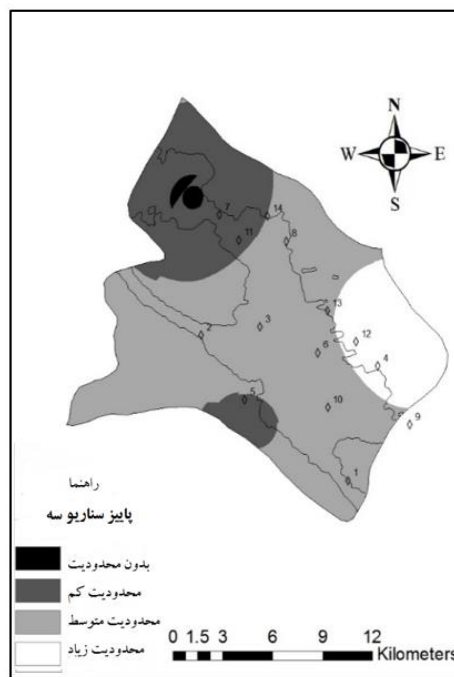


شکل ۱۲- سطح آب زیرزمینی در پاییز سناریو یک

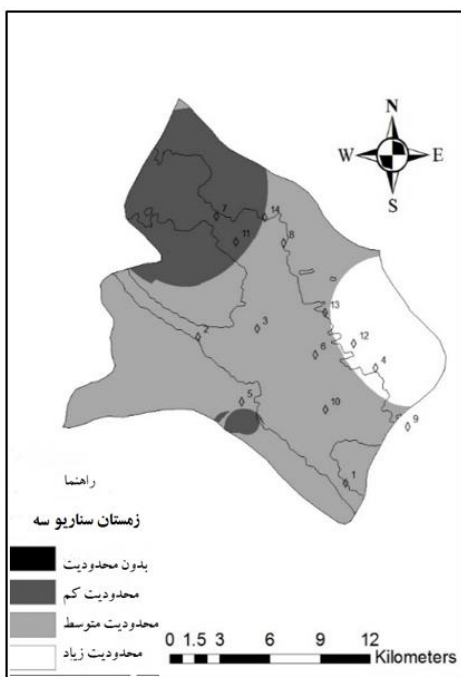
زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی...



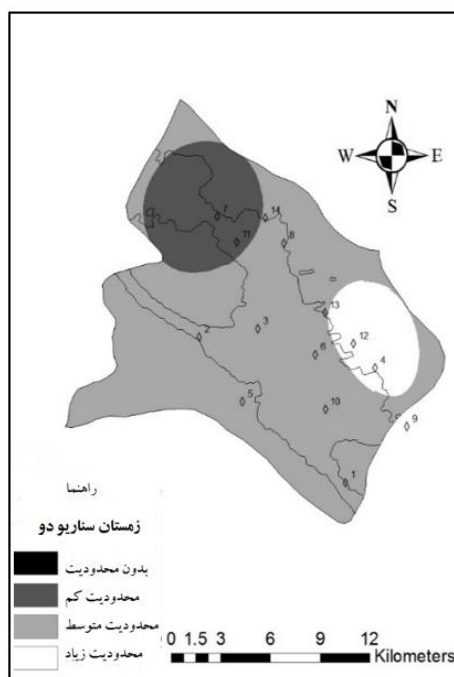
شکل ۱۵- سطح آب زیرزمینی در زمستان سناریو یک



شکل ۱۴- سطح آب زیرزمینی در پاییز سناریو سه



شکل ۱۷- سطح آب زیرزمینی در زمستان سناریو سه



شکل ۱۶- سطح آب زیرزمینی در زمستان سناریو دو

نتیجه گیری

و ۰/۲ درصد در اراضی با محدودیت متوسط نسبت به شرایط عادی منطقه شدند ولی موجب افزایش ۰/۶ و ۰/۷ درصدی در اراضی با محدودیت زیاد گردیدند، این مطلب می‌تواند بیانگر این مساله باشد که الگوی کشت تاثیر زیادی بر سطح آب زیرزمینی دارد ولی در اعمال مدیریت باید سطح زیر کشت را محدود نمود تا درصد اراضی با محدودیت زیاد کاهش یابد که این کار می‌تواند با تغییر کاربری اراضی صورت گیرد. در نهایت می‌توان گفت، استفاده ترکیبی از شبکه عصبی مصنوعی و تلفیق خروجی‌های آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند در امر مدیریت کاشت و الگوی کشت مناطق مختلف به کار رود.

تقدیر و تشکر

در پایان از جناب آقای مهندس محمد صالح ابراهیمی که در انجام این تحقیق کمال همکاری را داشتند تشکر می‌نماییم. همچنین از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان که آمار و اطلاعات مورد نیاز انجام پروژه را در اختیار ما قرار دادند سپاسگزاریم.

در این تحقیق، از نیاز آبی الگوهای متفاوت کشت تحت سه سناریو برای تخمین سطح آب زیرزمینی استفاده شد. نتایج نشان داد که در بهار و تابستان، در طبقه بدون محدودیت، در سناریوهای دو و سه مساحت بیشتری نسبت به سناریوی یک قرار گرفت، این حالت برای طبقه با محدودیت کم در تمام فصول سال برقرار است. این در حالی است که مساحت مربوط به طبقه با محدودیت متوسط برای دو سناریوی دو و سه نسبت به سناریوی یک کاهش یافت. به طور کلی در طول سال سناریو سوم عملکرد بهتری نسبت به سایر سناریوها دارد. در این سناریو ۰/۷۴ درصد از اراضی بدون محدودیت، ۲۳ درصد با محدودیت کم، ۶۳/۲۹ درصد دارای محدودیت متوسط و ۱۲/۹۵ درصد دارای محدودیت زیاد است این در حالی است که در سناریو یک و دو به ترتیب در طبقه بدون محدودیت ۰/۱۱ و ۰/۴۹، در طبقه با محدودیت کم ۱۲/۴۴ و ۲۱/۲۸، در طبقه با محدودیت متوسط ۷۹/۸۹ و ۶۹/۳۳ و در طبقه با محدودیت زیاد ۷/۵۳ و ۱۲/۰۲ درصد از اراضی قرار می‌گیرد. همان‌طور که مشخص است دو سناریوی دو و سه به ترتیب موجب افزایش سه و پنج درصدی در اراضی بدون محدودیت، ۰/۷ و ۰/۸۴ در اراضی با محدودیت کم، کاهش ۰/۱۳

منابع

- ۱- ابراهیمی، م. ص. ۱۳۹۲. مدل‌سازی تغییرات زمانی- مکانی سطح آب زیرزمینی در اندرکنش با آب‌های سطحی با استفاده از تکنیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و زمین‌آمار، مطالعه موردی: آبخوان نجف‌آباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی عمران- آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- احمدپور، ح. خالدیان، م.ر. اشرف زاده، ا. و م. رضایی. ۱۳۹۲. بررسی شوری آب‌های زیرزمینی دشت گیلان با توجه به پارامترهای شوری موثر و بالقوه. مجله پژوهش آب ایران، ۷(۱۲): ۱۷۶-۱۶۹.
- ۳- زمانی، ن. عابدی کوپایی، ج. و م. جواهری طهرانی. ۱۳۹۲. مکان‌یابی اجرای طرح تغذیه مصنوعی در منطقه‌ی علویچه با استفاده از نرم افزار GIS. اولین همایش ملی بحران آب، اصفهان.
- ۴- زمانی، ر. محمودی، ا. آخوند علی، ع. م. و ح. زارعی. ۱۳۹۶. کاربرد روش ترکیبی زمین آمار و شبکه عصبی مصنوعی بهینه شده با الگوریتم ژنتیک در تخمین سطح ایستابی (مطالعه موردی: دشت‌های دزفول و زیدون). علوم و مهندسی آبیاری، ۴۰(۲): ۳۷-۲۷.
- ۵- صفوی، ح. ر. و ف. درزی. ۱۳۸۷. کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدیریت تلفیقی آب‌های سطحی و زیرزمینی. چهارمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، تهران.
- ۶- عابدی کوپایی، ج. جواهری طهرانی، م. و ن. زمانی. ۱۳۹۲. بهبود کیفیت پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب با استفاده از تکنولوژی بتن متخلخل. نخستین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین، اصفهان.
- ۷- ملکی‌نژاد، ح. و ر. پورشرعیاتی. ۱۳۹۲. کاربرد و مقایسه مدل سری زمانی تجمعی و مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت مروست). مجله علوم و مهندسی آبیاری، ۳۶(۳): ۹۲-۸۱.
- ۸- مهدوی نجف آبادی، ع. ۱۳۹۰. مکانیابی عرصه‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به دو روش منطق بولین و منطق فازی در حوضه آبریز

زمانی و همکاران: شبیه‌سازی سفره آب زیرزمینی دشت مهبیار با شبکه عصبی...

دشت شهرکرد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۶): ۶۳-۷۹.

- ۹- نادریان‌فر، م. انصاری، ح. ضیایی، ع. و ک. داوری. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات نوسانات سطح آب زیرزمینی در حوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف. فصلنامه مهندسی آبیاری و آب، ۳: ۳۷-۲۱.
- ۱۰- نخعی، م. و ا. صابری نصر. ۱۳۹۱. پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت قروه با استفاده از شبکه عصبی- موجکی و مقایسه آن با مدل عددی MODFLOW. مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، ۴(۱): ۴۷-۵۸.
- 11- Affandi, A.K., Watanabe, K. and H. Tirtomihardjo. 2007. Application of anartificial neural networke to estimate ground water level fluctuation. *Spatial Hydrology*, 7(2):23-46.
- 12- Banerjee, P. Singh, V.S., Chattopadhyay, K., Chandra, P.C. and B. Singh. 2011. Artificial neural network model as a potential alternative for groundwater salinity forecasting. *Journal of Hydrology*, 398: 212-220.
- 13- Chitsazan, M., Rahmani, Gh. and A. Neyamadpour. 2013. Groundwater level simulation using neural network: A case study from Aghili plain, urban area of Gotvand, south- west Iran. *Journal of Geope*, 3: 35-46.
- 14- Coppola, E.A. J., Rana, A. M., Poulton, M., Szidarovszky, F. and V. W. Uhl. 2005. *Ground Water*, 43(2): 231-241.
- 15- Daliakopoulos, I.N., Coulialy, P. and I.K. Tsanis. 2005. Groundwater level forecasting using artificial neural networks. *Hydrology*, 309: 229-240.
- 16- Falamarzi, Y., Palizdan, N., Huang, Y.F. and T. Shui Lee. 2014. Estimating evapotranspiration from temperature and wind speeddata using artificial and wavelet neural networks (WNNs). *Agricultural Water Management*, 140: 26-36.
- 17- omran, e.e., ghallab, a., selmy, s. and a.a. gad. 2014. Evaluation and mapping water wells suitability for irrigation using GIS in Darb El-Arbaein, South Western desert, Egypt. *Water Resources and Arid Environments*, 3(1): 63-76.
- 18- Nasiri, A. and H. Alipur. 2014. Estimation of Spatial Distribution of Groundwater Quality Parameters using Geostatistical Methods - A Case Study of (ISFAHAN- IRAN). *Engineering & Technology Sciences*, 2 (2): 159-173.
- 19- Yao, L., Huo, Z., Feng, Sh., Mao, X., Kang, Sh., Chen, J., Xu, J. and T.S. Steenhuis. 2014. Evaluation of spatial interpolation methods for groundwater level in an arid inland oasis, northwest China. *Environmental Earth Science*, 71:1911-1924.

EXTENDED ABSTRACT

Groundwater Simulation Using Artificial Neural Networks and ArcGIS Under Different Scenarios (Case Study: Mahyar Plain)

N. Zamani^{1*}, M. Javahery Tehrani², S. S. Eslamian³ and S. F. Mousavi⁴

1* - Corresponding Author, MSc., Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology.

2- Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Semnan University.

3- Professor, Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology.

4- Professor, Department of Civil Engineering, Semnan University.

Received:28 November 2015

Accepted:17 September 2016

Keywords: : Mapping, Cropping Pattern, Water Table, Field water management.

Introduction

North Mahyar plain in Isfahan, is one of the plains which has confront water crisis. In these circumstances, attention to the capacity of the resources and proper management is an important issue to pass this condition. Chitsazan et al. (2013) noted that artificial neural network is able to figure out the relation of hydrologic parameter. Also, this tool can be used in water resources management (Coppola et al., 2005). Therefore, by applying artificial neural network, water-table data and cropping pattern in plain, three land-use scenarios were designed. Water table was simulated for water year of 2008 with one-layer network, Levenberg–Marquardt algorithm, and three functions in MATLAB_R2012a. Water table map was prepared by using simulated water table in ArcGIS 10.2, and zoning was performed according to the costs of water pumping. Results showed that 61-86 percent of the plain in all three scenarios had medium limitation. Also, using different management in field like fallowing and planting low-water use crops caused 3 and 5 percent increase in acreage of "without limitation" lands, respectively.

Methodology

Mahyar plain which is located in Isfahan province, was considered as a pole of agriculture but in recent years due to the lack of water it encountered some problems. It has about 7486 hectares of agricultural land which needs water. According to the data gathered from related organisation and Penman-Monteith FAO method evapotranspiration of the mentioned agriculture was calculated. In this part three scenario were considered: 1) the natural crop pattern of study area, 2) increasing fallowing in each year, and 3) planting low-water use crops. Therefore, water demand was calculated according to these scenarios.

By utilizing land use map, satellite picture, DEM map, meteorological data, and 13 observation wells' data of the study area, groundwater level was estimated.

In artificial neural network model by try and effort method in MATLAB the best training method was identified. Training parameters in this section were meteorological date like: average temperature and precipitation of three months, evapotranspiration, and relative humidity. After training the network by different scenarios and the Levenberg-Marquardt

algorithm the single layer network and three functions of Logsig, Tansig, and Radbais were used. The most suitable function was chosen according to the correlation coefficient and mean square error and water table was simulated for water year of 2008.

The classification of water table maps was performed according to the groundwater depth and pumping cost. Consequently, four classes were produced: without limitation, low limitation, medium limitation, and high limitation.

In the next step by help of ArcGIS software, the results of simulation were changed to maps. This work was performed by Kriging method on the base of mean error and root mean square error. After geostatistical analysis the area of each class was calculated.

Results and Discussion

In table 1 consumed water in each scenario is presented. Simulation of water table showed that the second and third scenario consumed less water than the first scenario. Second and third scenario consumed about 11 and 2 percent less water than the first one. Results indicated that in spring and summer, “without limitation” class area is more in second and third scenario than the first one, while “medium limitation” class is decreased in these two scenarios. Generally, in the whole year the third scenario is better than others. In this scenario 0.74, 23, 63.29, and 12.95 percent of the study area is belonging to the without limitation, low limitation, medium limitation, and high limitation classes, respectively. Therefore, in this region it is suggested to limit the farm land and let some area of each land to be as fallow land, and by this approach water resources, and water demand proper management is more probable. Eventually, it was illustrated that the combine use of artificial neural network and ArcGIS is a strong tool for water management and specifying crop pattern.

Table 1- water consumption in each scenario

Scenario	Water consumption (Mm ³)
1	252
2	225
3	246

According to the C_0/C_0+C index, water table parameter had spetial corrolation in this region. Also in this study, Kriging method was the best method for interpolating the data. You et al. (2014) said that this method is the most accurate method for this purpose, too.

According to the water table map, from west to the east part of the study area, degree of limitation increases. Hence, in east region it is more important to manage the water use. In all scenarios, few percentage of region is belonging to the “without limitation” class. In addition, by changing the crop pattern, the area percentage of “low limitation” is increased in second and third scenario and “medium limitation” area is decreased. Also, in these two scenarios the area of “high limitation” is increased. It seems that in this region it is better to change the land use according to the water resources that are available in the study area. For example, it isn't necessary to plant all the land and it is better to let some region as fallow.

Conclusions

In this study, by applying artificial neural network, water-table data, and cropping pattern in plain three land-use scenarios were designed. Water table was simulated for water year of 2008 with one-layer network, Levenberg-Marquardt algorithm, and three functions in MATLAB_R2012a. Water table map was prepared by using simulated water table in ArcGIS 10.2, and zoning was performed according to the costs of water pumping. Results indicated that 61-86 percent of the plain in all three scenarios had medium limitation. Also, using different management in field like fallowing and planting low-water use crops caused 3 and 5 percent increase in acreage of "without limitation" lands, respectively.

References

- 1- Chitsazan, M., Rahmani, Gh. and A. Neyamadpour. 2013. Groundwater level simulation using neural network: A case study from Aghili plain, urban area of Gotvand, south- west Iran. *Journal of Geope*, 3: 35-46.
- 2- Coppola, E.A. J., Rana, A. M., Poulton, M., Szidarovszky, F. and V. W. Uhl. 2005. *Ground Water*, 43(2): 231-241.