پژوهش های آبخیزداری شماره ۸۶، بهار ۱۳۸۹
(پژوهش و سازندگی)

بررسی عوامل موثر در شوری آب زیرزمینی به منظور ارائه مدل منطقه ای در سواحل مازندران

• **وحید غلامی**، دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران(نویسنده مسئول)
• **محمد جعفری**، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۲۱۵۳۵۱۰
Email: gholami.vahid@gmail.com

چکیده

تامین منابع آبی با کیفیت مناسب از مهم ترین نیازهای انسان امروزی می باشد. متاسفانه علاوه بر مسئله کمیت آب در دسترس، آلودگی منابع آبی و کیفیت آنها از مسائل محدود کننده در بحث تامین آب می باشد. تحقیق حاضر در (سواحل مازندران) برای بررسی و تعیین عوامل موثر در شوری آب زیر زمینی و ارائه مدلی برای برآورد میزان شوری آب زیرزمینی صورت گرفته است. بدین منظور اطلاعات مربوط به آزمایشات کیفی آب و عوامل موثر در شوری آب زیرزمینی از قبیل میزان بارش و تبخیر، عمق آب زیرزمینی، میزان نفوذپذیری خاک، شوری آب های سطحی، توپوگرافی منطقه و فاصله از دریا تهیه شدند. در مرحله بعد برای ارائه مدل روش رگرسیون چند متغییره با بکار گیری نرم افزار SPSS با در نظر گرفتن هدایت الکتریکی به عنوان معیاری برای بررسی شوری آب به عنوان متغیر وابسته و عوامل موثر در این پدیده به عنوان متغیرهای مستقل بکار گرفته شد. دو مدل یکی خطی و دیگری غیر خطی برای برآورد میزان شوری آب زیر زمینی در سواحل جنوبی دریای خزر ارائه شد و سپس با بکارگیری این مدل ها در مناطقی که از آمارهای آنها برای ارائه مدل استفاده نشده بود، کارایی مدل ها مورد ارزیابی و تائید قرار گرفت. مطابق نتایج حاصله نوع تشکیلات آبخوان، شوری آب های سطحی و فاصله از دریا از مهم ترین عوامل موثر در شوری آب های زیر زمینی می باشند. در نهایت نقشه شوری متوسط آب زیر زمینی سواحل شرقی دریای خزر(استان مازندران) با بکارگیری مدل غیرخطی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد.

کلمات کلیدی: مدل، شوری، آب زیرزمینی، رگرسیون چند متغیره، سواحل خزر

Watershed Management Research Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 86 pp: 81-87

Investigation about factors of ground water salinity in modeling of ground water salinity on the coasts of Mazandaran Province

By: V.Gholami, PhD Student of watershed Management, Azad University, Science and Research Campus (Corresponding Author; Tel: +989113153510) and M. Jafari, Professor of Tehran University, College of Natural Resources.

Nowadays, water resources provision with proper quality is one of the important needs. Additionally available water quantity , water resources pollution and water quality are problems about water provision .This research has been done to investigate the factors of ground water salinity and to present a model for estimating groundwater salinity on the Caspian southern coasts. So, these data were provided : water qualitative experimentations in this area , annual precipitation and evaporation , groundwater depth, surface water salinity, aquifer transmissivity, topography and distance from Caspian Sea. Then, Multivariate Regression method was used by using SPSS software .In this stage, groundwater EC has been entered qua a variable for water salinity or dependent variable and ground water salinity factors have been entered qua independent variables. A linear model and a non-linear model were presented. Then, resultant models efficiency were considered by using these models in the areas that (east of Mazandaran province) their data were not used to present resultant models. Finally, groundwater EC average map was provided by using the presented non-linear model and Geographic Information System in the east of Mazandaran province.

Keywords: Salinity, Model, Ground water , Multivariate Regression, Caspian coasts.

Archive of SID

مقدمه

امروزه با پیشرفت صنایع و افزایش جمعیت بشر و عدم رعایت استانداردهای زیست محیطی، خطرات زیادی از لحاظ آلودگی منابع آبی وجو دارد. اما متاسفانه بیشتر کمیت منابع آب مورد مطالعه قرار گرفته و مطالعات کیفی آب فراموش شده است. وجود آب در صورتی مفید است که بتوان بدون صرف هزینه زیاد آن را مورد استفاده قرار داد(۸)، لذا مطالعات کیفی آب شامل مطالعه آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی حائض اهمیت می باشند(۶). در کشور هند سلامت ۲/۳ میلیون نفر بدلیل استفاده از آب های زیر زمینی با کیفیت نامطلوب به خطر افتاده است (۱۶)، اما در مورد ایران آمار دقیقی در دست نمی باشد. این مسئله بیانگر اهمیت مطالعات کیفی آب، مانند عوامل موثردر شوری آب و اتخاذ تدابیری برای جلوگیری از آن می باشد. در شمال ایران در سواحل جنوبی خزر، بالا بودن سطح سفره های آب زیرزمینی و تبخیر آب در آبندان ها و نیزارها افزایش شوری آب های سطحی و زبرزمینی را منجر شده است که رشد درختچه های گز در اطراف آنها (شکل ۲) دلیلی بر شوری آب و خاک در این مکان ها می باشد(۷). علاوه بر شوری آب های سطحی، توپوگرافی منطقه نیز بدلیل اهمیت آن در میزان تبخیر از سطح آب های زیرزمینی، در میزان شوری آب های زیر زمینی تاثیر گذار می باشند(۱۰). بنابراین عوامل موثر در شوری آب زیر زمینی شامل: عمق آب زیرزمینی، میزان بارش و تبخیر در سطح منطقه، شوری آب های سطحی، خاک شناسی و نفوذپذیری خاک ها، توپوگرافی و فاصله از دریا می باشند (۱۷،۱۰). Mixo-Xian و همکاران (۱۴)، یک مدل ریاضی برای انتقال مواد محلول در محیط های متخلخل ارائه نمودند. Heaney و همکاران (۱۳)، به بررسی راهکارهایی برای مدیریت و کاهش شوری در حوزه های آبخیز پرداختند. در زمینه ارائه مدل برای شوری آب های زیرزمینی Srisuk و دیگری (۱۵) و Hall و همکاران (۱۲)، در تایلند مطالعاتی انجام داده و مدل هایی برای مدیریت شوری و پیش بینی خطر شوری ارائه نمودند. تحقیق حاضر با هدف بررسی عوامل موثر در شوری آب های زیرزمینی به منظور ارائه یک مدل برای برآورد شوری آب زیرزمینی در سواحل جنوبی خزر(استان مازندران) صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

استان مازندران در شمال ایران واقع شده است. این استان از طرف شمال به دریای خزر و از طرف جنوب به ارتفاعات البرز و از غرب و شرق به ترتیب به استان های گیلان و گلستان ختم می شود. منطقه مورد مطالعه در سیستم تصویر(UTM(zone۳۹ در محدود طول شرقی ۴۷۰۹۴۳ تا ۷۶۷۸۱۵ و عرض شمالی ۴۰۸۴۰۱۲ تا ۴۰۷۴۲۲۴ واقع شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه گردیده است. میزان متوسط بارش دراین منطقه بین ۱۲۰۰میلیمتر در غرب تا ۶۰۰ میلی متر در شرق متغیر می باشد. تغییرات شیب و ارتفاع در سواحل جنوبی خزر اندک بوده و عمدتا مناطق مسطح دشتی را شامل می شود.در این تحقیق ابتدا اطلاعات وآمار سازمان تحقیقات منابع آب ایران (تماب) طی یک دور ۳۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۵۰)، شامل آزمایشات کیفی آب های زیرزمینی و سطحی، نوع تشیکلات زمین شناسی و میزان نفوذپذیری آن ها، عمق متوسط سفره های آب زیر زمینی و آمار بارش و تبخیرایستگاه های هواشناسی استان مازندران (سازمان هواشناسی) تهیه شدند. آمار ۴۵ ایستگاه باران سنجی، ۳۳ ایستگاه هیدرومتری و همچنین ۱۲ ایستگاه تبخیر سنجی موجود در سطح منطقه گرد آوری شد. ۲۸ مکان در سواحل خزر از غرب استان

تا شـرق اسـتان با پراکنش یکنواخت طـوری در نظر گرفته شـده اند که علاوه بر وجود چاه مطالعاتی سـازمان تحقیقـات منابع آب، حداقل فاصله ممکن به ایسـتگاه های باران سنجی، تبخیر سنجی و هیدرومتری (کیفیت آب سـطحی) را دارا باشـند. موقعیت مکان های نمونه برداری در شکل ۱ مشـاهده می شود. روش رگرسیون چند متغییره برای ارائه مدل منطقه ای به منظور برآورد شـوری متوسط آب زیرزمینی بکار گرفته شد. برای عامل شـوری از هدایت الکتریکی(EC[1]) متوسـط آب و از عامـل قابلیت انتقال[2] متوسط (هدایت آبی) تشکیلات زمین شناسی برای کمی نمودن عامل نوع تشیکلات آبخوان استفاده شد. جمع آوری مقادیر عوامل عمق متوسط سفره آب زیرزمینی، متوسـط بارش و تبخیرسالانه، هدایت الکتریکی متوسط آب سـطحی، قابلیت انتقال متوسط تشکیلات آبخوان و فاصله از دریا بر اساس اطلاعات سـازمانهای تحقیقات منابع آب، هواشناسی و نقشه برداری کشور صورت گرفت. تعداد آزمایشـات کیفی آب در طول دوره سـی ساله در ۲۸ نمونه متفاوت بوده اما بطور متوسـط ۱۰۰ نمونه در طی دوره سـی سـاله اسـتفاده شد (حداکثر ۳۰۰ نمونه برای EC آب سطحی در یک ایستگاه). همچنین بدلیل عدم وجود تغییرات محسوس در توپوگرافی سواحل خزر از این عامل صرف نظر شـد. تجزیه و تحلیل های آماری با بکارگیر نرم افزار SPSS به روش گام بـه گام (Stepwise) صورت گرفت. هدایت الکتریکی متوسط آب زیر زمینی به عنوان متغییر وابسته و عوامل موثر در آن بعنوان متغییرهای مسـتقل در نظر گرفته شـدند. در مرحله بعد صحت و کارایی مدل ارائه شـده در مناطقی از سـواحل جنوبی استان مازندران که از آمار و اطلاعات آن برای ارائه مدل اسـتفاده نشـده بود مورد ارزیابی قرار گرفت و مقادیر پیش بینی شـده که شـامل مقدار متوسط EC برای آن مکان بوده با مقادیر متوسـط گزارش شـده توسط سـازمان تحقیقات منابع آب ایران مقایسـه شدند. اما در مدل خطی ارائه شد(رابطه۱) نیاز به مقادیر متوسط EC آب سطحی می باشـد که چنین آماری فقط در محدوده ایستگاه های هیدرومتـری در دسـترس می باشـد و از طرفی با حذف ایـن عامل مدل خطـی حاصله معنی دار نمی باشـد. بنابراین یک مدل غیر خطی رابطه ۲ بر اسـاس دو عامل قابلیت انتقال تشـکیلات آبخـوان و فاصله از دریا برای برآورد شوری متوسط آب زیر زمینی ارائه شد جدول ۳ و کارایی این مدل خطی در مکان های که سـازمان تحقیقات منابـع آب داری چاه مطالعاتی (آزمایشات کیفی آب) می باشد مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج این ارزیابی در شـکل شماره ۳ ارائه شده اسـت. در نهایت این مدل در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی(Arcview-GIS) برای تعیین مقادیر متوسط شوری آب زیرزمینی در شرق مازندران، که خطر شوری در این منقطه حائز اهمیت می باشـد بکار گرفته شد. بدین منظور با همپوشـانی لایه های رستری یا شبکه ای زمین مرجع حاوی رقوم مقادیر متوسط قابلیت انتقال تشکیلات آبخوان (نقشـه های تماب) و لایه رسـتری یا شبکه ای حاوی رقوم فاصله از دریا، مدل غیر خطی اجرا شـد و نتیجه آن یک لایه رستری حاوی رقوم هدایت الکتریکی متوسـط آب زیرزمینی می باشد که در شکل ۴ ارائه شده است.

نتایج

همـان طـوری که ذکرشـد ۲۸ نمونـه در مکان های مختلف سـواحل مازندران برای ارائه مدلی به منظور برآورد شـوری متوسـط آب زیرزمینی بکار گرفته شـد. از میان عوامل بکار گرفته شـده به دلیل عدم وجود رابطه معنی دار بین بارش، تبخیر و عمق آب زیر زمینی با شوری آب زیر زمینی، این عوامل وارد مدل غیر خطی ارائه شده نشدند. میزان همبستگی هر یک از عوامل با هدایت الکتریکی یا شوری آب زیرزمینی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از بکارگیری روش رگرسیون چند متغیره به منظور ارائه مدل، بصورت مدل خطی زیر ارائه می شود:

$$\log EC_{Gw} = ۱.۰۱۸ \log EC_{Sw} - ۰.۳۳۹ \log T + ۰.۲۱ \log D_s + ۰.۴۰۳ \quad (۱)$$

کـه در این معادلـه EC_{Gw}[3] هدایت الکتریکی متوسـط آب زیرزمینی (میکروموس بر سانتی متر)، EC_{Sw}[4] هدایت الکتریکی متوسط آب سطحی، T[5] قابلیت انتقال متوسـط تشـکیلات آبخوان برحسـب متر مربـع بر روز و D_s[6] فاصلـه مکان از دریای خزر به متر می باشـد. مـدل مذکور به منظور ارزیابـی صحـت آن در مناطقی با مشـخصات جدول ۴ بکار گرفته شـد و مقادیر پیش بینی شـده توسـط مدل و مقادیر حاصل از آزمایشـات کیفی سـازمان تحقیقات منابع آب در جدول ۴ ارائه و مقایسه شده اند. اما همان طور که ذکر شـد کاربـرد این مدل خطی محدود می باشـد، زیرا هدایت الکتریکی متوسـط آب سـطحی برای اکثر مکان ها تعیین نشـده است. از طرفی با حذف این عامل از مدل، مدل خطی حاصله معنی دار نخواهد بود. بنابراین تجزیه رگرسـیونی برای ارائـه یک مدل غیر خطی صورت گرفت و نتیجه آن بصورت معادله زیر ارائه شده است (R^2=۰/۵۰۱):

(۲)

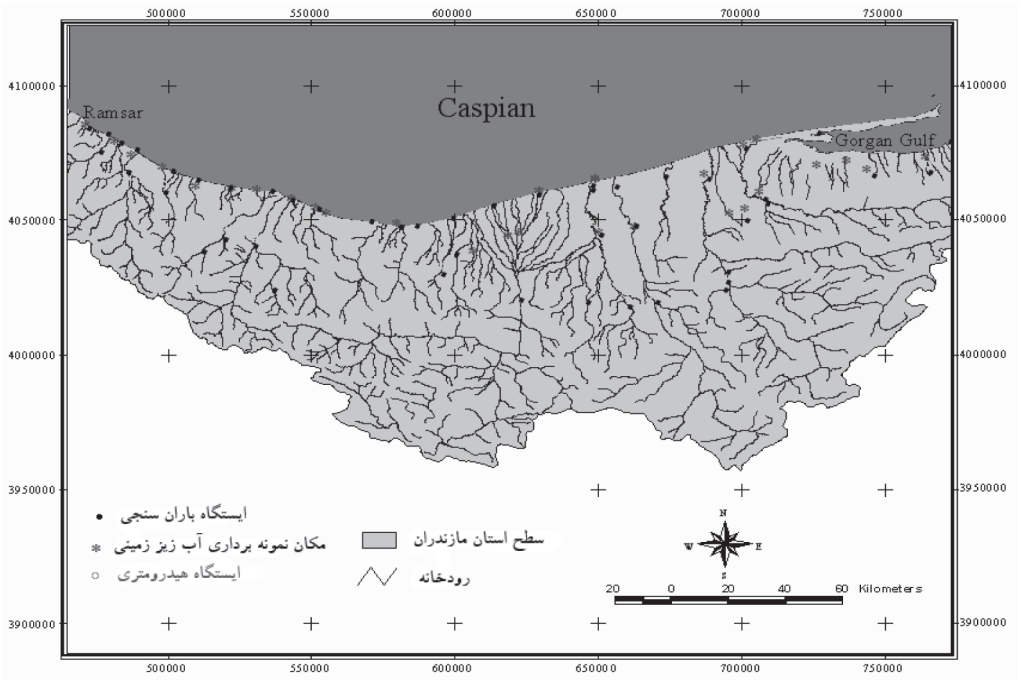
$$\log EC = ۴۵.۲۱۲ (LogT)^{-۶} - ۳.۶۱ \frac{1}{LogDs} + ۳.۷۸۹$$

پارامترهای این مدل مشـابه مدل خطی می باشـند. کارایی این مدل نیـز در مکان هایی که سـازمان تحقیقات منابـع آب دارای چاه مطالعاتی می باشـد از طریق مقایسه مقادیر برآورد شـده توسط مدل با مقادیر ثبت شـده از طریق آزمایشـات کیفـی آب، مـورد ارزیابی و تائید قـرار گرفت (شکل ۳). این مدل برای برآورد مقادیر متوسط شوری آب زیرزمینی به دو پارامتر قابلیت انتقال تشـکیلات آبخـوان و فاصله از دریا نیاز دارد که برای تمامی سطح استان مازندران اطلاعات آنها موجود می باشد. مدل غیر خطی ارائه شـده در محیط سیسـتم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه شوری آب زیرزمینی شـرق مازندران اجرا و نتیجه آن در شـکل۴ ارائه شده است. مطا بق گزارشـات تماب حداکثر EC متوسط آب زیرزمینی در این منطقه ۶۴۰۰ میکرموس بر سـانتی متر می باشـد. بنابراین دامنه تغییرات شوری ارائه شده توسط مدل غیر خطی در این منطقه قابل قبول می باشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایـج حاصل از تجزیه و تحلیل های آماری حاکی از آن می باشـند که شوری آب های سطحی دارای بیشترین تاثیر در میزان شوری آب های زیر زمینی می باشـند(جدول۱). پس از این عامل تاثیر نوع تشـیکلات آبخوان و قابلیـت انتقال آنها در شـوری آب زیر زمینی حائز اهمیت می باشـد که

www.SID.ir
Archive of SID



شـکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، نمونه ها، ایسـتگاه های باران سـنجی، هیدرومتری (درپاره ای مکان ها چند ایستگاه در یک مکان مستقر می باشند).

شـکل ۲- رشـد درختچه گز و تغییرات در پوشش گیاهی در سواحل جنوبی خزر در اثر افزایش شوری آب های سطحی و زیر زمینی (نواحی مرکزی منطقه مورد مطالعه، ۱۳۸۵).

جدول ۱- همبستگی بین هدایت الکتریکی آب زیر زمینی و عوامل موثر در آن.

شوری آب سطحی	تبخیر سالانه	فاصله از دریا	قابلیت انتقال تشکیلات	عمق آب زیر زمینی	بارش سالانه	شوری آب سطحی
۰/۵۷۳	۰/۲۴۷	۰/۲۶۱	-۰/۵۲۶	-۰/۲۸۹	-۰/۰۲۴	ضریب همبستگی با شوری آب زیر زمینی

جدول۲- نتایج حاصل از اجرای مدل خطی با روش رگرسیون چند متغیره (R^2 =۰/۵۶).

سطح معنی داری	F	میانگین خطا	درجه آزادی	مجموع مربعات خطا	مدل
<۰/۰۱	۱۰/۴۵	۰/۵۰۸۴	۳	۱/۵۲۵	باقیمانده خطای مدل
		/۰۴۸۶	۲۴	۱/۱۶۸	
		۰/۲۶۱	۲۷	۲/۶۹۳	

جدول۳- نتایج حاصل از اجرای مدل غیر خطی با روش رگرسیون چند متغیره (R^2 =۰/۵۰۱).

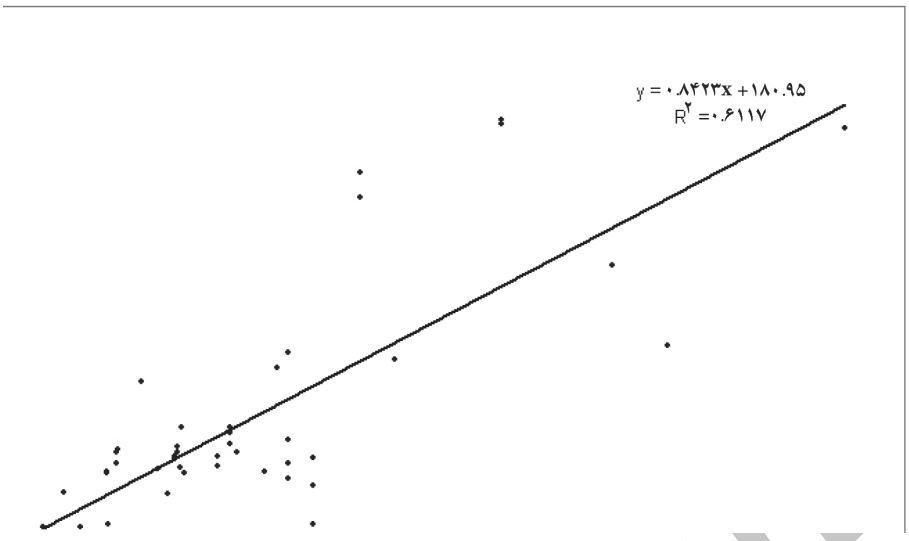
سطح معنی داری	F	میانگین خطا	درجه آزادی	مجموع مربعات خطا	مدل
<۰/۰۱	۱۲/۵۲۷	۰/۶۷	۲	۲	باقیمانده خطای مدل
		۰/۰۵۳۸	۲۵	۱/۳۴۵	
			۲۷	۲/۶۹۳	

جدول۳- نتایج حاصل از اجرای مدل غیر خطی با روش رگرسیون چند متغیره (R^2 =۰/۵۰۱).

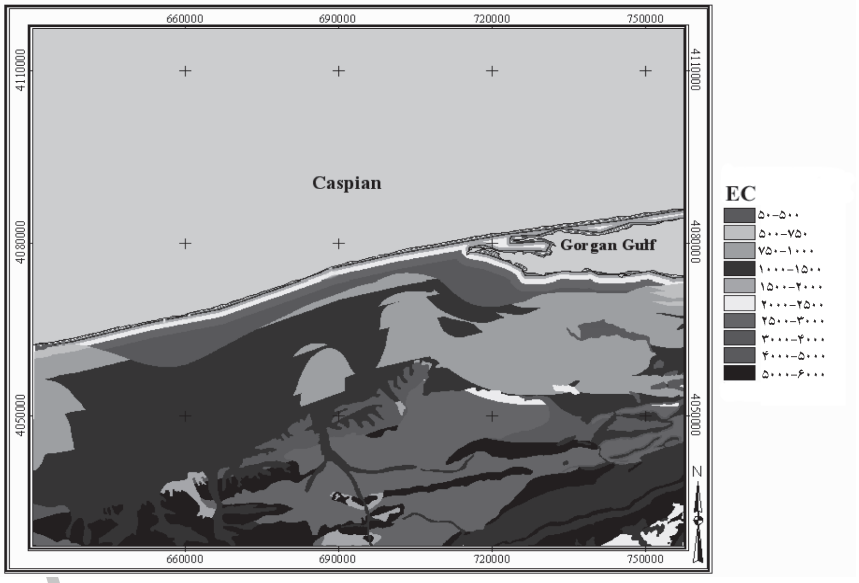
EC_{Gw} مشاهده شده	EC_{Gw} برآورد شده	Ls	T	EC_{Sw}	Y نمونه برداری	X نمونه برداری
۱۸۵۰	۱۸۵۲/۶	۶۵۸	۱۰۰	۷۹۲/۲	۴۰۶۲۴۵۰	۶۴۲۸۰۰
۲۳۰۰	۲۳۲۳	۴۸۳۰	۱۰۰	۶۵۶/۰۲	۴۰۶۱۰۹۹	۶۵۶۵۶۵
۱۸۰۰	۱۷۰۹/۶	۱۷۷۹۲	۱۰۰	۳۷۰/۸	۴۰۵۸۷۶۰	۶۹۲۹۵۰
۲۷۶۸	۲۱۲۷	۱۴۵۷	۱۰۰	۷۷۰/۱۸	۴۰۷۴۵۰۰	۶۸۸۱۰۰
۴۵۰	۷۰۰	۲۸۱۵	۵۰۰	۳۸۶	۴۰۵۹۸۰۰	۵۲۱۰۰۰
۹۶۰	۲۴۶۸	۱۰۵۸۴	۲۰۰۰	۷۴۵/۸	۴۰۴۸۵۵۰	۶۲۶۲۵۰
۱۴۰۰	۱۱۸۳	۸۲۴۲	۱۵۰۰	۷۴۵/۸	۴۰۵۱۳۰۰	۶۲۸۳۵۰
۱۳۰۰	۱۲۱۷	۹۱۶۶	۱۰۰۰	۶۵۶	۴۰۵۶۸۰۰	۶۵۷۵۰۰

(منبع مقادیر واقعی EC: تماب، تعداد نمونه ها بدلیل فقدان آمار کیفی آب سطحی محدود می باشد).

www.SID.ir



شـکل ۳- ارزیابی کارایی مدل غیر خطی برای برآورد هدایت الکتریکی(EC) متوسـط آب زیر زمینی بر حسـب میکروموس بر سانتی متر(ارزیابی کارایی مدل از طریق مقایسه مقادیر واقعیEC با مقادیر برآوردی مدل).



شکل۴ – نقشه هدایت الکتریکی(EC) متوسط آب زیر زمینی (میکرو موس بر سانتی متر) سواحل شرقی مازندران، این نقشه از اجرای مدل غیر خطی در محیط سیسـتم اطلاعات جغرافیایی با بکارگیری دو لایه رستری زمین مرجع فاصله از دریا و مقادیر متوسط قابلیت انتقال تشکیلات آبخوان بدست آمد.

مطابق نتایج خاصل از این تحقیق و تحقیقات گذشته (۱۰) شوری آب های سطحی، نوع تشکیلات آبخوان و قابلیت انتقال آنها از عوامل اصلی و تعیین کننده در میزان شوری آب زیرزمینی می باشند. مطابق مطالعه Coppola و همـکاران (۲۰۰۵)، در یک آبخوان سـاحلی علاوه بـر خصوصیات زمین شناختی آبخوان و بارش، میزان بهره برداری از آب زیرزمینی در شوری آن تاثیر گذار می باشـد که متاسـفانه ما آمار دقیقی از میزان بهره برداری در مکان های مطالعاتی در دسـترس نداشته ایم. میزان بارش با میزان شوری دارای رابطه معکوس و همبستگی پائینی می باشد، چنانکه با توجه به آمار بارش و آزمایشـات کیفی آب استان مازندران، با کاهش میزان بارش سالانه از ۱۳۰۰ میلیمتر در غرب تا ۶۰۰ میلی متر در شـرق منطقه مورد مطالعه

افزایش شوری آب های زیر زمینی از غرب به طرف شرق مشاهده می شود، بطوری که در سواحل غربی استان مازندران میزان هدایت الکتریکی(EC) متوسط آب زیر زمینی زیر ۱۰۰۰ میکرو موس بر سانتی متر بوده، اما در سواحل شرقی استان، اطراف خلیج گرگان مقدار ۶۴۰۰ میکروموس بر سانتیمتر نیز توسط سازمان تحقیقات منابع آب ایرن گزارش شده است. در مدل های ارائه شده پارامتر میزان بارش بدلیل همبستگی ضعیف و عدم وجود رابطه معنی دار با شوری آب زیر زمینی در مکان های نمونه برداری و تاثیر قابل ملاحظه پارامتر های شوری آب سطحی و نوع تشکیلات آبخوان وارد نشده است. همچنین بین میزان تبخیر با هدایت الکتریکی آب زیر زمینی همبستگی ضعیفی وجود دارد که شاید بدلیل عدم وجود ایستگاه های تبخیر سنجی متراکم و درنتیجه عدم وجود آمارهای دقیق در سطح منطقه مورد مطالعه باشد. در این منطقه چاه هایی در سواحل شنی با بافت درشت دانه در فاصله بسیار نزدیک به دریا و با عمق سفره زیر زمینی کمتر از ۲ متر حفر شده اند که دارای آبی با کیفیت مناسب بوده و مورد مصرف بومیان قرار می گیرند، اما در مناطقی با خاک رسی و ریزدانه و عمق سفره آب زیر زمینی بیش از ۵ متر و فاصله از دریا در حد چند کیلومتر، هدایت الکتریکی بیش از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر مشاهده می شود. این شواهد بر تاثیر نوع خاک و تشکیلات آبخوان در شوری آب تاکید دارند. همچنین ارزیابی صحت مدلها حاکی از کارایی این مدل ها در برآورد مقادیر متوسط EC آب زیر زمینی می باشد. کاربرد مدل غیر خطی بدلیل وجود مقادیر کمی دو پارامتر آن برای همه مکان ها، بیشتر می باشد، اما این مدل غیرخطی در پیش بینی مقادیر خیلی بالاو خیلی پائین EC و مکانهای خیلی دور از دریا (ارتفاعات بالا) در مقایسه با مدل خطی ، کارایی کمتری دارد. این مدلها برای طبقه آب های زیر زمینی از لحاظ کیفیت برای شرب و بخصوص پیش بینی مقادیر متوسط هدایت الکتریکی آب های زیر زمینی در ارتفاعات مازندران که فاقد چاه های مطالعاتی بوده، مناسب می باشد، زیرا تنها به دو عامل هدایت الکتریکی متوسط آب سطحی و متوسط قابلیت انتقال تشکیلات آبخوان نیاز می باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان از زحمات و همکاری تمامی افراد و سازمان هایی که به نحوی ما را دراین تحقیق یاری نموده اند، به خصوص سازمان تحقیقات مناب آب ایران و سازمان هواشناسی کشور تشکر و قدردانی نمائیم.

پاورقی‌ها

1-Electerical
2-Tran Smissiviy
3-Ec Ground Water
4-Ec Surfuce Water
5-Distance from Sea

منابع مورد استفاده

۱- اطلاعات و نقشه های تشکیلات زمین شناسی و میزان نفوذپذیری استان مازندران، سازمان تحقیقات منابع آب ایران.
۲- آمار و اطلاعات ایستگاه های هواشناسی، سازمان هواشناسی کشور.
۳- آمار آزمایشات کیفی آب های سطحی استان مازندران، سازمان تحقیقات منابع آب ایران.
۴- آمار آزمایشات کیفی آب ..های زیرزمینی استان مازندران، سازمان تحقیقات منابع آب ایران.
۵- آمارعمق سفره های آب زیرزمینی استان مازندران، سازمان تحقیقات منابع آب ایران.
۶- علیزاده، ا. (۱۳۷۷). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۶۲۲ ص.
۷- غلامی، و. بشر گنبد، م و مشکی، ع. (۱۳۸۴) . بررسی اثرات رسوب گذاری رسوبات بالادست، در پائین دست حوزه آبخیز هراز، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، ص ۹۲-۸۹.
۸- مهدوی، م. (۱۳۷۸). هیدرولوزی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ص.
۹- نقشه های توپو گرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور.
10- Brunner, P. and Kinzelbach. W. (2005). Grounwater Modeling in remote Chinese Basin- How can models be improved in areas where data are scarce? European Geosciences Union 2005.
11-Coppola, E. McLane, C. Poulton, M. Szidarovszky, F. and Magelky. R. (2005). Predicting conductance due to upconing using neural networks, Ground water 43(6):827-836pp.
12- Hall, N. Greiner,R and Yangvanit. S. (2001). Modeling Salinity management at from and catchment level in NSW and Thailand and Modsim 2001.Australian National University,Canberra.
13- Heaney, A. and Levantis. C. (2001). Salinity management in the northern Murray Darling Basin, Tamworth Regional Gutlook. 14P.
14- Mixo-Xian, Z. and Li-Ping. Z. (2004). Combinational Model of Solute transport in porous media, *Journal of Zhejiang University Science*,966-969PP.
15- Srisuk, K. and Toth. J. (2000). Groun water salinity and Three-Demensional groundwater model at Ban Nong Khai Nun,Khon Kaen<Northeast Thailand, Conference on Technology and Development in northeast Thailand ,186-216PP.
16- Tushaur, S . Deb Roy.A. Qureshi, A and Wang. J. (2001). Sastaining Asia s Ground water Boom, An overview of issues and evidence.34P.
17- Zhang, M. (2001). Information-Stataistics evaluation on the effects of ground water buried depth to upper soil and groundwater salinity, China postdoctoral preceding science press, Beijng,China:221-224PP.

Archive of SID