

جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۵، دوره ۹ شماره ۱، صص ۵۲۳-۵۰۹

شوری آب زیرزمینی در روند تغییر اقلیم استان گیلان

امیر فرج پور^۱، جلال بهزادی^{۲*}، ابراهیم امیری^۳

۱- دانشجوی دکتری علوم مهندسی آب، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

drbehzadijalal@yahoo.com

۳- استادیار، گروه کشاورزی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۷

چکیده

آب زیرزمینی به عنوان بستر تغییر و تحولات تحت عوامل تاثیر گذار بررسی گردد. توان آبی هر منطقه از طریق روش های بیلان آبی ناشی از اقلیم و هجوم انسانی قابل برآورد است. افزایش جمعیت و توسعه ی روزافزون صنعت و تخلیه ی بی حد و حصر پساب های شهری، و تغییر اقلیم، از سال های گذشته موجب نوسانات شدید آب زیرزمینی شده و بمراتب نه تنها کمیت آب زیرزمینی بلکه کیفیت آنرا تحت تاثیر قرار می دهد. آمار ۳۰ ساله عناصر اقلیمی استان گیلان تهیه و از طریق روش منکندال و ψ تغییر اقلیم ایستگاه ها بررسی و تعداد سال های و دوره های تر و خشک برآورد و درون یابی شد، بیشترین تغییرات اقلیمی در شرق گیلان و بیشترین تاثیرات را بر روی آب زیرزمینی را نیز در همین منطقه برجای گذارده است. از طرف دیگر با برداشت بی رویه آب زیرزمینی استان گیلان بیشترین نوسانات آب زیرزمینی مربوط به شرق گیلان است. و تاثیراتی شگرف بر عناصر کیفی آب چاه ها به مدت ۱۶ سال اخیر داشته؛ مؤثرترین عناصر در شوری NaCl ، Na ، Cl ، Ec ، Sar دسته بندی آنالیز و درون یابی شد. در نتیجه نقشه تغییر اقلیم، نوسانات آب زیرزمینی و کیفی (شوری) تقریباً برهم منطبقند که بیشترین همبستگی را در شرق گیلان نشان می دهد.

کلیدواژه ها: تغییر اقلیم، GIS، عناصر، شوری، شرق گیلان.

مقدمه

تحقیقات زیادی در خصوص کمیت و کیفیت آبهای زیرزمینی در دنیا، ایران و گیلان صورت گرفته که به دلیل تغییر اقلیم خصوصاً برداشت آب زیرزمینی و آلودگی شهری و صنعتی و پیشرفت دریا به سواحل بحران شوری در سواحل را افزایش می دهد، که به برخی از این تحقیقات اشاره می شود. در تحلیل اثرات خشک سالی های اقلیمی اخیر بر میزان شوری آب های زیرزمینی با استفاده از روش های زمین آمار در دشت یزد اردکان در دو دهه اخیر نشان داد در مناطقی که شوری بیشتر داشته خشک سالی شدیدتر است (سلطانی گردفرامری و همکاران، ۱۳۹۷). بهینه سازی پارامترهای طراحی زهکش زیرزمینی با هدف کاهش خسارات محیط زیستی مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی، به منظور کاهش خسارت محیط زیستی ناشی از اجرای طرح های زهکشی، می بایست زهکش ها ادوات و تجهیزات در حداقل عمق مجاز قرار داده شوند (مازندرانی زاده و همکاران، ۱۳۹۸). در مطالعه تأثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک عامل تجمع نمک (شهرستان خنج) مشخص شد که شوری خاک عمدتاً تحت تأثیر کیفیت آب های آبیاری می باشند و همچنین آبیاری با آب نامطلوب بر روی تغییر خصوصیات فیزیکی خاک تأثیرگذار می باشد (کمالی و افضلی، ۱۳۹۸). در بررسی تأثیر سازندهای زمین شناسی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی (دشت اردبیل) نشان می دهد که خصوصیات شیمیایی سازندهای زمین شناسی تأثیرگذارترین عامل بر کیفیت منابع آب زیرزمینی در منطقه می باشد (مسکونی پیران قرنی نمین و همکاران، ۱۳۹۷). تغییرات خط ساحلی تراز آب دریاچه ارومیه و تأثیر آن بر شهرهای واقع در حوضه ارومیه مشکلات عدیده ای را مخصوصاً برای شهرهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ۴۰ کیلومتری آن قرار دارند، همچنین شهرهایی که دارای جهت باد غربی و جنوب غربی و در شرق دریاچه قرار دارند، به وجود آورده است. رتبه ی گردشگری شهر ارومیه از یک به چهار بعد از خشک شدن دریاچه تغییر یافته است (زینالی و اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۱). تحمل زیاد مرجان ها در برابر تغییر دما و تغییر شوری باعث می شود تا مرجان اسکلاکتین در تغییر شرایط آب و هوایی آینده پایدار باشد. نتایج حاکی از آن است که پیش بینی دما در طول قرن آینده مشکلی را ایجاد نمی کند. دمای بالا و کاهش شوری حتی می تواند مفید باشد، در آینده احتمالاً در اقیانوس گرمتر و با شوری کمتر این گونه مرجان ها گسترش بیشتری می یابند (Pui Yi Chui; Ang Jr, 2017). تأثیر تغییرات آب و هوا بر شوری منابع آب ساحلی نشان می دهد که دلتای پو تا سال ۲۰۵۰ شوری قابل توجهی را تجربه خواهد کرد و علت اصلی آن شور شدن از طریق تصفیه آب های زیرزمینی شور می باشد (Mastrocicco and et all, 2016).

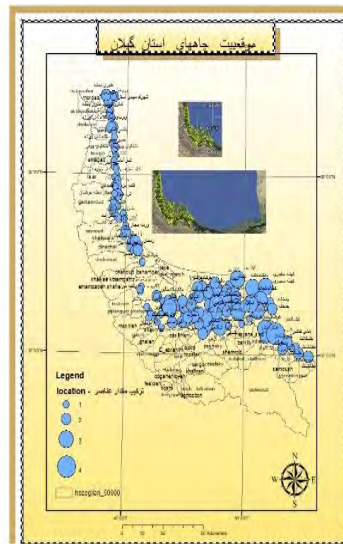
تأثیر احتمالی تغییرات آب و هوا بر منابع آب زیرزمینی در حوضه مرکزی Huai Luang تحقیقی در شمال شرقی تایلند مشخص نمود که تغییرات آب و هوا در توزیع شوری برای سیستم های آب زیرزمینی عمیق و کم عمق مؤثر بوده و پیش بینی

می‌شود. مناطق توزیع شوری به ترتیب در سیستم‌های آب‌های زیرزمینی عمیق و کم عمق حدود ۰/۸٪ و ۵۶/۹۲٪ افزایش می‌یابد (Kumar, 2016).

در احیاء اراضی دلتایی با استفاده از سدهای جزر و مدی با شبیه‌سازی عددی هجوم آب شور در آبخوان‌های ساحلی و تأثیر احداث سد زیرزمینی در جلوگیری از آن هدف اصلی این تحقیق می‌باشد (کرمی خانیکی و غریب رضا، ۱۳۸۴). اثر افزایش آب دریا در پیشروی آب شور در آبخوان‌های ساحلی، ناهمگنی و ارتفاع آبخوان و ضریب هدایت هیدرولیکی را بررسی و مطالعه و ضرورت تحقیقات در زمینه ضریب هدایت هیدرولیکی در آبخوان‌های ساحلی ضروری می‌داند (نواری و عطایی آشتیانی، ۱۳۸۵).

موقعیت جغرافیایی و اقلیمی استان گیلان

سلسله جبال البرز یک مرز انفصال اقلیمی است که مشابه آن در جغرافیای جهان کمتر یافت می‌شود. از نظر جریانات سطحی، دره وسیع سفیدرود تنها کانال ارتباطی بین هوای مرطوب خزری و هوای ابری فلات ایران است که به علت وجود تنگنای کوهستانی منجیل و اختلاف فشار هوا در پیش‌کوه و پس‌کوه البرز، باد مشهور منجیل پدید آمده مهمترین منابع رطوبتی استان گیلان شامل دریای خزر، رودخانه‌ها و تالاب‌ها، تبخیر و تعرق پوشش گیاهی می‌باشند. وجود پتانسیل بالای نزولات جوی، جریانات جوی فراوان و آب‌بندان‌های متعدد عامل مثبت و مؤثری در تغذیه لایه‌های آبرفتی بوده بر اساس آمار و اطلاعات موجود متوسط کل پتانسیل آب زیرزمینی در دشت‌های استان گیلان حدود ۱۶۰۵ میلیون متر مکعب می‌باشد که از این مقدار در حال حاضر حدود ۳۳۱ میلیون متر مکعب به صورت جریانات خروجی به دریا تخلیه می‌شود و به دلیل سرریز بودن اغلب سفره‌های زیرزمینی حدود ۱۰۹۸ میلیون متر مکعب نیز از طریق زهکشی‌ها، انهار و رودخانه‌ها زهکشی می‌گردد.



نقشه ۱- موقعیت چاه‌های استان گیلان

مواد روش‌ها

تغییر اقلیم (منکندال)

مقادیر u و u' در هر سری زمانی به صورت نمودار نشان داده می‌شود. برخورد دو منحنی u و u' در داخل محدوده مقادیر بحرانی زمانی آغاز تغییر ناگهانی را مکان‌یابی می‌کند که برخورد آن دو در خارج از محدوده نشان‌دهنده روند می‌باشد. در این تحقیق مقدار بحرانی در سطح ۵٪ برابر $1/96$ می‌باشد. پس از رسم نمودارهای گرافیکی u و u' که به صورت منحنی‌هایی مشخص می‌شود، زمانی روند معنی‌داری به وجود می‌آید، که نمودار u و u' همدیگر را قطع کنند. اگر این مقادیر در داخل محدوده بحرانی $1/96$ همدیگر را قطع کنند روندی وجود ندارد و اگر در خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع نمایند، بیانگر وجود روند در سری‌های زمانی می‌باشد.

جدول ۱- تغییر اقلیم منکندال

n_i	year	Rain	Rank	t_i	t_i	t'_i	t'_i	E	v	u	E'	v'	u'
۱	۱۹۸۶												
۲	۱۹۸۷												
۳	۱۹۸۸												
۰	۰												
۰	۰												
۴۴	۰												
۴۵	۰												
۴۶	۰												

بیان آبی

ایستگاه‌های استان گیلان دارای بارش و درجه حرارت بسیار متفاوت است، که مقدار بارش آن ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر است که وضعیت خاک به ترتیب سلیت، سندی و گلای رتبه‌بندی می‌شوند. و ظرفیت خاک در حد ۲۰۰ میلیمتر در برخی نقاط مانند منجیل پایین‌تر نیز می‌باشد. در صورتی که تورنت وایت برای نیوجرسی منطقه مرطوب مقدار ظرفیت رطوبتی خاک را ۳۰۰ میلیمتر و منطقه خشک را ۲۰۰ میلیمتر در نظر گرفته که نشان از ظرفیت پایین نگهداشت آب موجود در خاک‌های مورد مطالعه دارد. جهت بررسی شوری نیاز به توان آبی زیرزمینی استان گیلان می‌باشد که از طریق تورنت وایت، منابع آبی زیرزمینی استان گیلان و محدوده، ذخیره آن مشخص می‌گردد.

عناصر تاثیرگذار در شوری

EC آنها از نظر هدایت الکتریکی EC و یا درجه شوری و براساس جدول به چهار گروه تقسیم می‌شود. در آبیاری آب‌هایی مناسبند که هدایت الکتریکی آنها از ۰/۷۵ میلی موس یا ۷۵۰ میکروموس بر سانتی متر کمتر باشد.

Na نسبت سدیم قابل جذب به کاتیونهای بی ضرر مانند کلسیم و منیزیم و غیره را مهم می دانند و ملاک قرار می دهند، سدیم موجود در آب را نیز می توان در ارتباط با دیگر کاتیون ها مهم اندازه گرفت و آن معادله $\frac{Na}{Ca+Mg+K+Na}$ باشد که از ۱۵ درصد نباید تجاوز کند.

Cl اضافه نمودن کلر به آب جهت ضدعفونی و میکروب زدایی که از ارزان ترین روش های گندزدایی و ضدعفونی کردن آب می باشد. میزان کلری که به آب جهت میکروب زدایی اضافه می شود اندک بوده و در حدود چهار تا پنج سانتی متر مکعب کلر مایع به ازای یک میلیون سانتی متر مکعب آب می باشد.

SAR برای برآورد مقدار سدیم قابل تبادل خاک بکار میرود. هرچه SAR آب آبیاری بیشتر باشد به همان نسبت سدیم قابل تبادل خاک هم زیادتر است.

GIS: با استفاده از دیتاهای تغییر اقلیم (جدول منکندال) و بیلان آبی و دیتاهای کیفی مؤثر برشوری در کل ایستگاه های استان درون یابی و به روش کریجینگ انجام و عناصر ارزش گذاری شدند. نقشه های خروجی و کلی، تغییر اقلیم، بیلان آب و شوری تولید شد.

نتایج و بحث

تغییر اقلیم

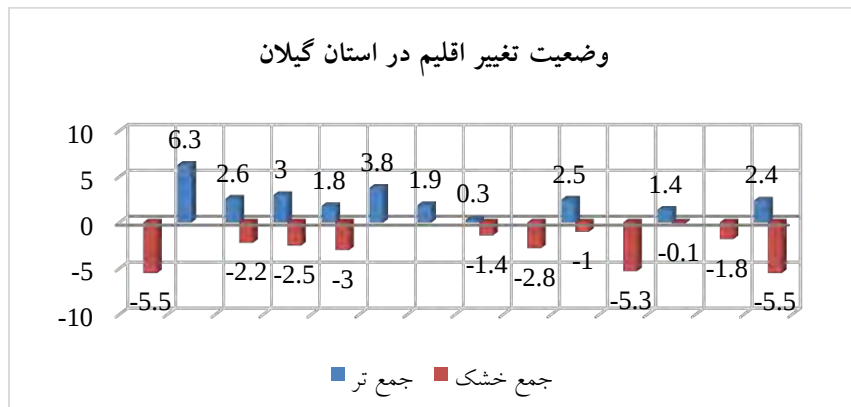
در برآورد تغییرات اقلیمی جدول ۲ بدست آمد. دیتاهای تمام ایستگاه ها اعم از جمع تر خشک و تعداد سال ها دسته بندی شد، بیشترین تغییرات مربوط به سال های خشک (منفی) بوده و تمرکز برشرق گیلان دارد.

جدول ۲- ترسالی و خشک‌سالی ایستگاه‌های گیلان

city	UTMX	UTMY	تعداد سال	تعداد تر (+)	تعداد خشک (-)
Shamrood	401097.7	4114276	7		7
Sefidrood	356239.3	4069797	11	10	
Ghaleroodkhan	347234.7	4108646	7	3	4
Polrood	437022.8	4094172	11	4	4
garmabdasht	430924.8	4080698	11	3	5
Kalchal	420161.7	4100951	9	7	
Shalmanrood	416014.2	4071318	3	2	
Kharjegil	315603.6	4175842	7	1	5
Lavandevil	310961.5	4241697	2		1
Mashinkhane	309316	4185579	6	2	1
Shafarood	336807.9	4163006	4		4
Gilevan	388819.8	393816.4068367.5	4	2	1
Loshan	393816.4	4068368	3		3
Shahrbijar	379403.1	4097105	14	4	9



نقشه ۲- وضعیت تغییرات اقلیمی (بارش) در استان گیلان



نمودار ۱- تغییر اقلیم ایستگاههای استان گیلان

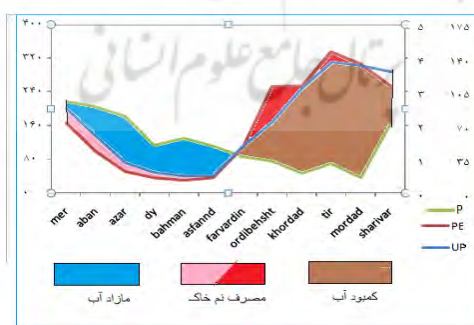
در محیط جی آی اس هرکدام از داده‌ها دسته بندی و درون‌یابی شد. بیشترین تمرکز تر و خشک در شرق گیلان می‌باشد، شدت خشکی به مراتب بیشتر از ترسالی است و منابع آب زیرزمینی گیلان را به لحاظ کمیت و کیفیت در این بخش تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بیان آبی ایستگاه لاهیجان

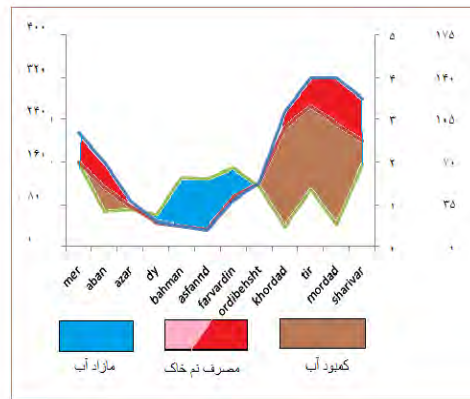
براساس بیان آبی برآورد شده در استان گیلان میانگین آیکون‌های برآورد شده بشرح ذیل است بیشترین St (آب باقی مانده در خاک) در ماه‌های مرطوب تا اردیبهشت بیش از ۲۰۰ و کمترین آن در مرداد ماه ۵۰ میلیمتر است. بیشترین ΔSt (تغییرات ماه به ماه) در ماه اردیبهشت و خرداد برابر ۴۷- و کمترین آن در فروردین ماه است. بیشترین مازاد آب مربوط به آذر ماه ۱۵۹/۶ و کمترین آن مربوط به مرداد ماه است. I (ضریب حرارتی) و AE و TC (درجه حرارت) و UP و PE و D (کمبود آب) و P و S (مازاد آب) بیشتر می‌باشد.

جدول ۳- میانگین بیلان آبی ایستگاههای گیلان

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردی	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	
۲۲/۹	۲۴/۹۳	۲۳/۹۵	۲۱/۲۵	۱۶/۶	۱۲/۷	۸/۳	۶/۹	۸	۱۰/۲۲	۱۴/۳	۱/۶۰ ۸	TC
۱۰/۰	۱۱/۳۷	۱۰/۶۸	۸/۹۷	۶/۱۵	۴/۱۰	۲/۱۵	۲/۳۹	۱/۶۳	۲/۰۴	۲/۹۴	۴/۸۶	I
۳/۶	۳/۸	۳/۹	۳/۱	۲/۱	۱/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۹	۱/۷	۲/۵	UP
۱۱/۲۴ ۱	۱۳/۳۸ ۳	۱۴۶/۲۵	۱۱۰/۴۳	۱۱۰/۳۶	۴۷/۳۲	۱/۴۵ ۵	۱۲/۹	۱۵/۴۸	۲/۰۴۸ ۲	۴۳/۳۵	۷/۷۵ ۲	PE
۱۵۹/۴	۳۵/۴۶	۶۹/۷	۴۶	۷۴/۷۷	۸۵/۴۹	۱۰/۸ ۹	۱۲/۰۲ ۹	۱۱/۱۹ ۲	۱۸۱/۷	۲۰۳	۲۱/۴ ۶	P
۴۸/۱۶	۹۷/۹۲ -	-۷۶/۵۵	-۶۴/۴۳	-۳۵/۷	۳۸/۱۷	۹۴/۳	۱۱۶/۱	۹۶/۷	۱۵/۶۵ ۹	۱۵/۶۵ ۹	۱۴/۳ ۴	P- PE
	-	-	-	-۳۵/۷								AC C
۹۸/۱۶	۵۰	۸۲	۱۲۰	۱۶۸	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	st
۴/۱۶	-۳۲	-۳۸	-۴۷	-۳۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ast
۱۱/۲۴ ۱	۶۷/۴۶	۱۰۷/۷	۹۴	۱۰۶/۷۷	۴۷/۳	۱۵/۴	۱۲/۹	۱۵/۴۸	۲۲/۰۴	۴۳/۳۵	۷/۷۵ ۲	AE
۰	۶۵/۹۲	۳۸/۶	۱۶/۴۳	۳/۸۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	D
۴۴	۰	۰	۰	۰	۳۸/۱۷	۹۴/۳	۱۱۶/۱	۹۶/۷	۱۵/۶۵ ۹	۱۵/۶۵ ۹	۱۴/۳ ۴	S
۳	۶	۱۲	۲۵	۵۰/۷	۱۰۱/۳	۱۶/۵ ۴	۲۳۴/۷	۱۱۸/۶	۱۴/۴۱ ۰	۱۲۱/۲	۸۲/۷	RO

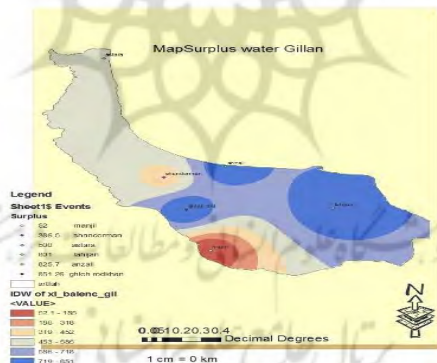


نمودار ۲- بیلان آبی استان گیلان در شرایط میانگین داده‌ها



نمودار ۳- بیلان آبی استان گیلان در شرایط تغییر اقلیم خشک (۲۰۰۵)

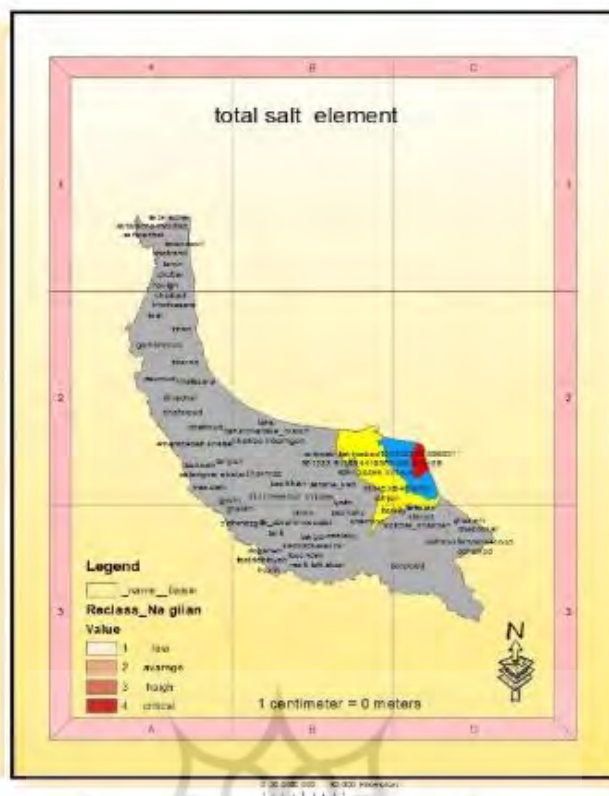
در نمودار ۵ مشخص شد که از ماه اسفند تا مهر در دوره گرم، سفره‌های زیرزمینی کاهش و مجدداً از مهر تا اسفند افزایش می‌یابند در سال‌هایی که جهش‌های اقلیمی به صورت منفی بوده مانند سال ۲۰۰۵ دارای بیشترین روند خشک بوده و مشخص شد که تا چه اندازه بر منابع آبی تاثیر گذاشته و کمبود آب افزایش و مازاد آب کاهش می‌یابد.



نقشه ۳: نمودار بیلان آبی کل گیلان

عناصر موثر در شوری آب های زیرزمینی استان گیلان

تمام عناصر موثر بر شوری تقریباً در شرق گیلان متمرکز بوده ادغام تمام این درون‌یابی‌ها که همپوشانی خوبی با هم دارند نقشه ترکیبی عناصر ایجاد شد.

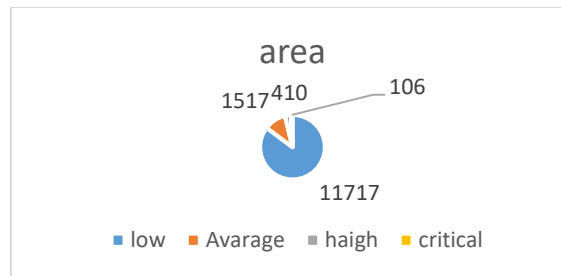


نقشه ۳- پراکنش کلی آب‌های زیرزمین استان گیلان

با استفاده از تمام درونی‌یابی‌های انجام شده و ترکیب آنها نقشه کل به دست آمد جدول شماره ۳ سطوح بحرانی را در نقشه شماره ۳ و نمودار شماره ۴ سطوح بحرانی را مشخص می‌دارد.

جدول ۳- وسعت طبقات شوری در آب‌های زیرزمینی استان گیلان

value	area
low	11717
Avarage	1517
haigh	410
critical	106



نمودار ۴- دسته‌های شوری در استان گیلان

از انطباق تمام نقشه‌ها که تقریباً برهم منطبقند و نقشه ترکیبی عناصر تاثیرگذار در شوری شرق گیلان ارائه شد. در این نقشه مساحت سطوح چهارگانه از کم تابحرانی مشخص شد. بدون شک تاثیر تغییر اقلیم خشک بر روی منطقه شرق گیلان تاثیرگذار می‌باشد و با برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی خصوصاً در فصل کشاورزی و هجوم آب‌های آلوده شهری و صنعتی و خانگی و آب دریا غلظت و شوری آب زیرزمینی را شدیداً افزایش می‌دهد.

سلطانی گرد فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۷ در تحلیل اثرات خشکسالی‌های اقلیمی اخیر بر میزان شوری آب‌های زیرزمینی در دو دهه اخیر نشان داد در مناطقی که شوری بیشتر داشته خشکسالی شدیدتر است. فرق تحقیق انجام شده در جلگه تحت تاثیر خشکسالی و دریا آلودگی است. در صورتی که تحقیق سلطانی فرد تحت تاثیر دشت گون و توده‌های نمکی و کمبود آب در شرایط خشکسالی می‌باشد.

مازندرانی زاده و همکاران بهینه‌سازی پارامترهای طراحی زهکش زیرزمینی به منظور کاهش خسارت محیط‌زیستی ناشی از اجرای طرح‌های زهکشی، می‌بایست در صورتی که تحقیق فعلی تاثیر عوامل شوری را مطرح و شناسایی نموده است.

کمالی و افضل‌ی تاثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک و عامل تجمع نمک (شهرستان خنج) همچنین تاثیر آبیاری با آب نامطلوب بر روی تغییر خصوصیات فیزیکی خاک گذار را بررسی می‌کنند، که در مقایسه با تحقیق فعلی که بیشتر به تاثیر هجوم شوری آب دریا و عناصر تاثیر گذار به شوری آب زیرزمینی می‌پردازد متفاوت است.

مسکونی پیران قرنی نمین و همکاران نشان دادند که خصوصیات شیمیایی سازندهای زمین‌شناسی تاثیر گذارترین عامل بر کیفیت منابع آب زیرزمینی در منطقه می‌باشد. اگرچه سازند را در شور شدن یادآوردی می‌کند ولی در مقاله فعلی تاثیر هجوم دریا و عناصر تاثیرگذار را بسیار قوی‌تر در شوری میدانند.

زینالی و اصغری سراسکانرودود نشان دادند که در حوضه ارومیه مشکلات عدیده‌ای را مخصوصاً برای شهرهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ۴۰ کیلومتری آن قرار دارند، همچنین شهرهایی که دارای جهت باد غربی و جنوب‌غربی و در شرق دریاچه قرار دارند، به وجود آورده است. این تحقیق شباهت زیادی با تحقیق فعلی به لحاظ شوری آب دریا در سواحل تاثیر و اقلیم و جریان آب و خشکسالی دارد.

Pui Yi Chui; Ang Jr در این تحقیق خود پالایی و کنترل شوری مرجان اسکلاکتین در تغییر شرایط آب و هوایی آینده پایدار نشان می‌دهد که متاسفانه پدیده طبیعی کنترل‌کننده شوری در سواحل موجود نیست یا در صورت بودن بسیار ضعیف و یا از بین رفته است.

Kumar تغییرات آب و هوا در توزیع شوری برای سیستم‌های آب زیرزمینی عمیق و کم عمق مؤثر بوده و پیش‌بینی می‌شود. متاسفانه با استفاده از روش‌های آماری رابطه ضعیفی بین تغییر اقلیم و آب زیرزمینی موجود است. انتظار می‌رود با تغییر که خصوصاً در شرق گیلان شروع شده در آینده روابط آماری قوی‌تری بین تغییر اقلیم آب‌های زیرزمینی حاصل شود.

نواری و عطایی آشتیانی اثر افزایش آب دریا در پیشروی آب شور در آبخوان‌های ساحلی، ناهمگنی و ارتفاع آبخوان و ضریب هدایت هیدرولیکی را بررسی و مطالعه و ضرورت تحقیقات در زمینه ضریب هدایت هیدرولیکی در آبخوان‌های ساحلی ضروری می‌داند، با استفاده از این روش واحد زیادی می‌توان در مناطق پر خطر از هجوم آب شور دریا جلوگیری نمود.

نتیجه

تغییر و جهش اقلیمی، بیشترین تأثیر را بر محیط زیست، منابع آبی خصوصاً آب‌های زیرزمینی برجای خواهد گذاشت. در بستر آب‌های زیرزمینی از طریق کشاورزان خصوصاً در فصل گرما تخلیه و از طریق دریا شارژ می‌گردد. که موجب آن می‌شود، غلظت عناصر کیفی را کم و زیاد نماید، مطمئناً این پدیده در مناطقی ایجاد خواهد شد که منابع آب خصوصاً آب زیرزمینی مناسب فراهم باشد شارژ و دشارژ شود. بهره‌برداری از آب زیرزمینی در نوار ساحلی با حفر چاه از زمان‌های گذشته رایج و روز بروز بر تعداد چاه‌ها افزوده می‌شود. عناصر موجود در آب هر کدام تأثیر متفاوتی دارند، ولی آنچه در این تحقیق بسیار حائز اهمیت است شوری آب می‌باشد. Ec مهمترین شاخص شوری است، و خطر شوری نیز به صورت هدایت الکتریکی آب (EC) اندازه‌گیری می‌شود. عناصر دیگر نیز sar و Nacl در شوری مؤثرند.

در این تحقیق بر اساس داده‌های هواشناسی و بارش تغییر اقلیم (منکندال) درون‌یابی تغییر اقلیم (بارش) با تأکید بر بخش منفی و خشک ارائه گردید، بارش در سال ۲۰۰۵ دارای بیشترین روند منفی بوده و نمودار بیلان این سال با

میانگین دیتاهای کل ایستگاه‌های استان گیلان مقایسه گردید، در این سال آب زیرزمینی بسیار کاهش یافت. که موجب افزایش غلظت آب و افزایش عناصر شد. برای مشخص شدن توان آب زیرزمینی از روش بیلان آبی تورنت وایت استفاده گردید. بیشترین منابع آب زیرزمینی در شرق گیلان می‌باشد. و بیشترین هجوم دریا و نوسانات آب زیرزمینی و تاثیر آلودگی‌ها نیز در همین منطقه می‌باشد. دیتاهای SAR, EC, Na, Cl, NaCl در محیط gis درون‌یابی و از ترکیب نقشه‌ها محدوده شوری از کم، متوسط، زیاد، بحرانی ارزش‌گذاری شد. با انطباق سه نقشه مشخص شد تغییر اقلیم در روند خشک بر روی آب‌های زیرزمینی و خصوصاً در خشک‌ترین سالها، در شرق گیلان تأثیر گذار بوده و بیشترین تمرکز عناصر مؤثر بر شوری در همین محدوده می‌باشد، مساحت و محیط سطح کم تا بحرانی محاسبه و مشخص گردید.

منابع

- ≠ احمدپور، حوری؛ خالدیان، محمدرضا؛ اشرف زاده، افشین و رضایی، مجتبی (۱۳۸۹). بررسی شوری آبهای زیرزمینی استان گیلان از نظر مصارف کشاورزی با توجه به هدایت الکتریکی (EC) و دو پارامتر شوری موثر (ES) و شوری بالقوه، نشریه آب و خاک، ۵ (۲۴)، ۹۴۱-۹۳۲.
- ≠ اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۲). تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (چاپ یازدهم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ≠ پوریازدانشخواه، هدیه؛ شهنزاری، علی؛ احمدی، زهرا؛ خالدیان، محمدرضا و اندرسن، ماتیس نادیا (۲۰۱۹)، نشریه نظارت و ارزیابی محیط زیست، دوره ۱۹۱، شماره مقاله: ۴۹۲.
- ≠ پیران قرنی نمین، سمانه؛ جاوید، امیرحسین و قدوسی، جمال (۱۳۹۷). بررسی تأثیر سازندهای زمین شناسی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت اردبیل)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۰ (۳)، ۱-۱۰.
- ≠ زینالی، بتول و صیاد اصغری، سراسکانرود (۱۳۹۱). بررسی تغییرات خط ساحلی تراز آب دریاچه ارومیه و تاثیر آن بر شهرهای واقع در حوضه ی آن، دوفصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش های بوم شناسی شهری، ۳ (۶)، ۱۰۶-۱۰۳.
- ≠ سلطانی گردفرامری، مهدیه؛ مظفری، غلامعلی و شفیعی، شهاب (۱۳۹۷). تحلیل اثرات خشکسالی های اقلیمی اخیر بر میزان شوری آب های زیرزمینی با استفاده از روش های زمین آماری و GIS در دشت یزد- اردکان، اطلاعات جغرافیایی، ۲۷ (۱۰۶)، ۱۷۹-۱۹۹.
- ≠ صداقت، محمود (۱۳۷۸). زمین و منابع آب (آب های زیرزمینی). تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور
- ≠ عباسپور، مجید؛ جاوید، امیر حسین؛ حسینی، امیرحسام و کوهبر، سحر (۱۳۹۴). تدوین شاخص کیفی آب شرب، فصلنامه پایداری توسعه و محیط زیست، ۲ (۳)، ۱-۱۰.

≠ کرمی خانیکی، علی و غریب رضا، محمدرضا (۱۳۸۴). بازیافت و احیاء اراضی دلتایی با استفاده از سدهای جزر و مدی (مطالعه موردی دلتای رودخانه زهره)، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.

≠ کمالی مسکونی، احسان و افضل، سید فخرالدین (۱۳۹۸). تأثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک عامل تجمع نمک (مطالعه موردی: بیگرد شهرستان خنج)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱(۴) (پیاپی ۸۳)، ۱۴۱-۱۵۲.

≠ مازندرانی زاده، حامد؛ زاوش پرگو، رحیمه و دانشکار آراسته، پیمان (۱۳۹۸). بهینه‌سازی پارامترهای طراحی زهکش زیرزمینی باهدف کاهش خسارات محیط زیستی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۱ (۶)، ۱۶۵-۱۵۵.

≠ نوایان، مریم؛ یوسفی، ثریا؛ فرضعلی زاده، بشری و اسمعیلی، مهدی (۱۳۹۰). بررسی کیفیت رودخانه پلرود براساس شاخص NSFQI، دهمین کنفرانس هیدرولیک ایران دانشگاه گیلان.

≠ نواری، مهدی و عطایی آشتیانی، بهزاد (۱۳۸۵). بررسی اثر افزایش آب دریا در پیشروی آب‌شور در آبخوان‌های ساحلی مطالعه موردی آبخوان تالار بابل هراز. هفتمین همایش هفتمین همایش بین‌المللی سواحل، بندرها و سازه‌های دریایی، تهران (سازمان بنادر و کشتی رانی).

≠ Colombani, N., Osti, A., Volta, G., & Mastrocicco, M. (2016). Impact of climate change on salinization of coastal water resources. *Water resources management*, 30, 2483-2496.

≠ Pholkern, K., Saraphirom, P., & Srisuk, K. (2018). Potential impact of climate change on groundwater resources in the Central Huai Luang Basin, Northeast Thailand. *Science of the Total Environment*, 633, 1518-1535.

≠ Pholkern, K., Saraphirom, P., Cloutier, V., & Srisuk, K. (2019). Use of alternative hydrogeological conceptual models to assess the potential impact of climate change on groundwater sustainable yield in Central Huai Luang Basin, Northeast Thailand. *Water*, 11(2), 241.

≠ Chui, A. P. Y., & Ang Jr, P. (2017). High tolerance to temperature and salinity change should enable scleractinian coral *Platygyra acuta* from marginal environments to persist under future climate change. *Plos one*, 12(6), e0179423.

≠ Singh, R. D., & Kumar, C. P. (2010, March). Impact of climate change on groundwater resources. In *Proceedings of 2nd National Ground Water Congress*, 22nd March (pp. 332-350).