جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱٤۰۵، دوره۹ شماره۱، صص۵۲۳-۵۰۹

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 دریافت:۱٤۰٤/۱۰/۱۷ تاریخ بازنگری:۱٤۰٤/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۱۲/۰٤

چکیده

آب زیرزمینی به‌عنوان بستر تغییر و تحولات تحت عوامل تاثیر گذار بررسی گردد. توان آبی هر منطقه از طریق روش‌های بیلان آبی ناشی از اقلیم و هجوم انسانی قابل برآورد است. افزایش جمعیت و توسعه‌ی روزافزون صنعت و تخلیه‌ی بی‌حد و حصر پساب‌های شهری، و تغییر اقلیم، از سال‌های گذشته موجب نوسانات شدید آب زیرزمینی شده و بمراتب نه تنها کمییت آب زیرزمینی بلکه کیفیت آنرا تحت تاثیر قرار می دهد. آمار۳۰ ساله عناصر اقلیمی استان گیلان تهیه و از طریق روش منکندال و psiتغییر اقلیم ایستگاه‌ها بررسی و تعداد سال‌های و دوره‌های تر و خشک برآورد و درون‌یابی 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 چاه‌ها به مدت ۱٦ سال اخیر داشته؛ مؤثرترین عناصر در شوری Nacl، Ec، Na، Cl، Sar دسته‌بندی آنالیز و درون‌یابی شد. در نتیجه نقشه تغییر اقلیم، نوسانات آب زیرزمینی وکیفی (شوری) تقریباً برهم منطبقند که بیشترین همبستگی را در شرق گیلان نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: تغییر اقلیم، GIS، عناصر، شوری، شرق گیلان.

doi: 10.22034/gahr.2026.498320.2354 شاپا الکترونیکی:2645-3851

مقدمه

تحقیقات زیادی در خصوص کمیت وکیفیت آبهای زیرزمینی در دنیا، ایران و گیلان صورت گرفته که به دلیل تغییر اقلیم خصوصا 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 می‌شود. در تحلیل اثرات خشک‌سالی‌های اقلیمی اخیر بر میزان شوری آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین آمار در دشت یزد اردکان در دو دهه اخیر نشان داد در مناطقی که شوری بیشتر داشته خشکسالی شدیدتر است (سلطانی گردفرامرزی و همکاران، ۱۳۹۷). بهینه‌سازی پارامترهای طراحی زهکش زیرزمینی با هدف کاهش خسارات محیط زیستی مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت سلمان فارسی، به منظور کاهش خسارت محیط‌زیستی ناشی از اجرای طرح‌های زهکشی، می‌بایست زهکش‌ها ادوات و تجهیزات در حداقل عمق مجاز قرار داده شوند (مازندرانی‌زاده 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 آب‌های آبیاری می‌باشند و همچنین آبیاری با آب نامطلوب بر روی تغییر خصوصیات فیزیکی خاک تأثیرگذار می‌باشد (کمالی و افضلی، ۱۳۹۸). در بررسی تأثیر سازندهای زمین شناسی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی (دشت اردبیل) نشان می‌دهد که خصوصیات شیمیایی سازندهای زمین‌شناسی تأثیرگذارترین عامل بر کیفیت منابع آب زیرزمینی در منطقه می‌باشد (مسکونی پیران قرنی نمین و همکاران، ۱۳۹۷). تغییرات خط ساحلی تراز آب دریاچه ارومیه و تأثیر آن بر شهرهای واقع در حوضه ارومیه مشکلات عدیده‌ای را مخصوصاً برای شهرهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ٤٠ کیلومتری آن قرار دارند، همچنین شهرهایی که دارای جهت باد غربی و جنوب‌غربی و در شرق دریاچه قرار دارند، به وجود آورده است. رتبه‌ی گردشگری شهر ارومیه از یک به چهار بعد از خشک شدن دریاچه تغییر یافته است (زینالی و اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۱). تحمل زیاد مرجان‌ها در برابر تغییر دما و تغییر شوری باعث می‌شود تا مرجان اسکلراکتین در تغییر شرایط آب و هوایی آینده پایدار باشد. نتایج حاکی از آن است که پیش‌بینی دما در طول قرن آینده مشکلی را ایجاد نمی‌کند. دمای بالا و کاهش شوری حتی می‌تواند مفید باشد، در آینده احتمالاً در اقیانوس گرمتر و با شوری کمتر این گونه مرجان‌ها گسترش بیشتری می‌یابند (Pui Yi Chui; Ang Jr, 2017). تأثیر تغییرات آب و هوا بر شوری منابع آب ساحلی نشان می‌دهد که دلتای پو تا سال ۲۰۵۰ شوری قابل توجهی را تجربه خواهد کرد و علت اصلی آن شور شدن از طریق تصفیه آب‌های زیرزمینی شور می‌باشد (Mastrocicco and et all, 2016).

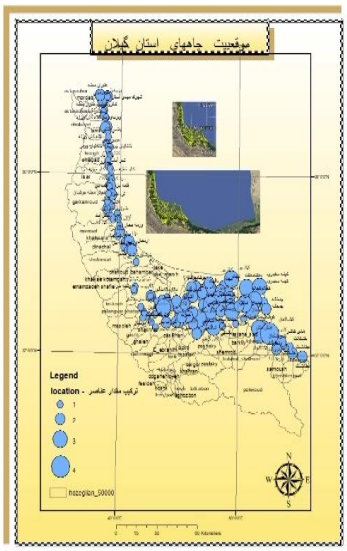
تأثیر احتمالی تغییرات آب و هوا بر منابع آب زیرزمینی در حوضه مرکزی Huai Luang تحقیقی در شمال شرقی تایلند مشخص نمود که تغییرات آب و هوا در توزیع شوری برای سیستم‌های آب زیرزمینی عمیق و کم عمق مؤثر بوده و پیش‌بینی

می‌شود. مناطق توزیع شوری به ترتیب در سیستم‌های آب‌های زیرزمینی عمیق و کم عمق حدود ۸/۰۸٪ و ۵٦/۹۲٪ 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، ۱۳۸٤). 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 ضروروی می داند (نواری و عطایی آشتیانی، ۱۳۸۵).

موقعیت جغرافیایی و اقلیمی استان گیلان

سلسله جبال البرز یک مرز انفصال اقلیمی است که مشابه آن در جغرافیایی 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 ۱٦۰۵ 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 می‌کندکه برخورد آن دو در خارج از محدوده نشان‌دهنده روند می‌باشد. در این تحقیق مقدار بحرانی در سطح ۵٪ برابر ۱/۹۶ 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 ۱/۹۶ 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	$\sum t_i$	t'_i	$\sum t'i$	E	v	u	E'	v'	u'
۱	۱۹۸۶			رتبه‌های کوچکتر از n_i که قبل از آن قرار گرفته‌اند	مجموع t_i ها تا سطح مورد نظر	رتبه‌های کوچکتر از n_i که بعد از آن قرار می‌گیرند	مجموع t'_i ها تا سطر مورد نظر (از انتهای جدول)						
۲	۱۹۸۷												
۳	۱۹۸۸												
۰	۰												
۰	۰												
٤٤	۰												
٤٥	۰												
٤٦	۰												

بیلان آبی

ایستگاه‌های استان گیلان دارای بارش و درجه حرارت بسیار متفاوت است، که مقدار بارش آن ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلمتر 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. درصورتی که تورنت وایت برای نیوجرسی منطقه مرطوب مقدارظرفیت 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 آبها 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 سانتی‌متر کمتر باشد.

Na نسبت سدیم قابل جذب به کاتیونهای بی ضرر مانند کلسیم و منیزیوم و غیره را مهم می‌دانند و ملاک قرار می‌دهند، سدیم موجود در آب را نیز می‌توان در ارتباط با دیگر کاتیون‌ها مهم اندازه گرفت وآن معادله$\frac{Na}{Ca+Mg+K+Na}$ باشد که از ۱۵ درصد نباید تجاوز کند.

Cl اضافه نمودن کلر به آب جهت ضدعفونی و میکروب‌زدایی که از ارزان‌ترین روش‌های گندزدایی و ضدعفونی کردن آب می‌باشد. میزان کلری که به آب جهت میکروب‌زدایی اضافه می‌شود اندک بوده و در حدود چهار تا پنج سانتی‌متر مکعب کلر مایع به ازای یک میلیون سانتی‌متر مکعب آب می‌باشد.

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 ایستگاه‌های استان درون‌یابی و بـه روش کریجینـگ انجام و عناصر ارزش‌گذاری شدند. نقشه‌های خروجی و کلی، تغییراقلیم، بیلان آب و شوری تولید شد.

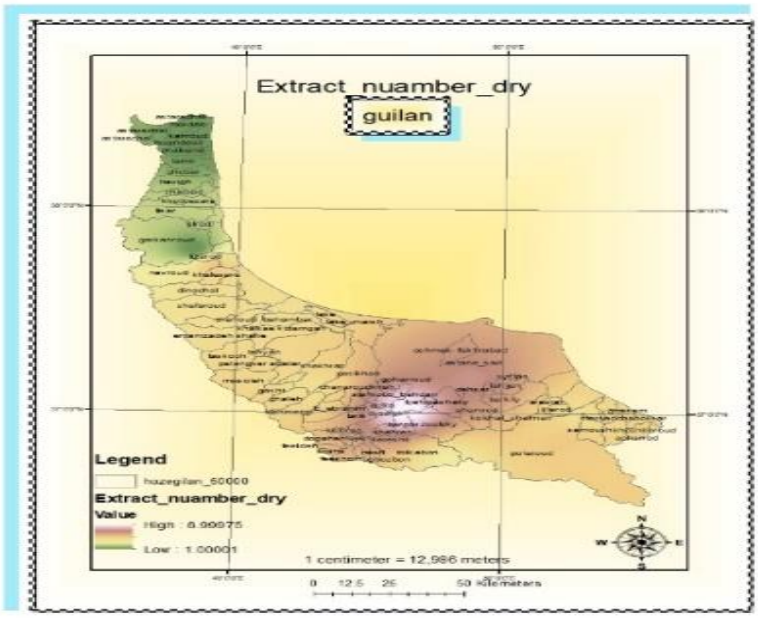
نتایج وبحث

تغییر اقلیم

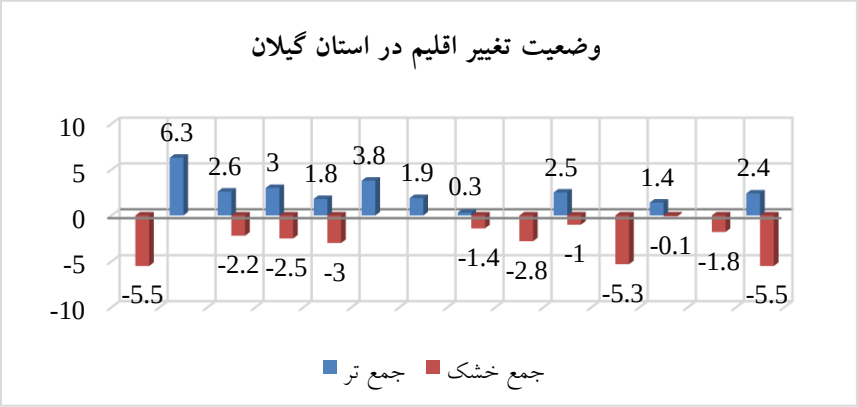
در برآورد تغییرات اقلیمی جدول ۲ بدست آمد. دیتاهای تمام ایستگاه‌ها اعم از جمع تر خشک و تعداد سال‌ها دسته‌بندی شد، بیشترین تغییرات مربوط به سال‌های خشک (منفی) بوده و تمرکز برشرق گیلان دارد.

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) دراستان گیلان



نمودار ۱- تغییر اقلیم ایستگاههای استان گیلان

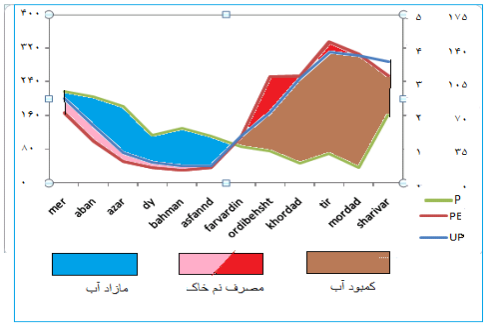
در محیط جی آی اس هرکدام از داده‌ها دسته بندی و درون‌یابی شد. بیشترین تمرکز تر و خشک در شرق گیلان می‌باشد، شدت خشکی به مراتب بیشتر از ترسالی است و منابع آب زیرزمینی گیلان را به لحاظ کمیت و کیفیت در این بخش تحت تاثیر قرار می دهد.

بیلان آبی ایستگاه لاهیجان

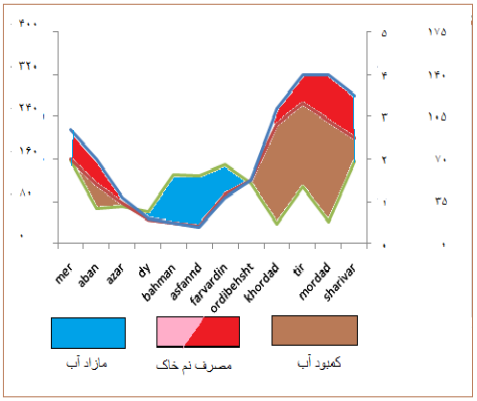
براساس بیلان آبی برآورد شده در استان گیلان میانگین آیکون‌های برآورد شده بشرح ذیل است بیشترین St (آب باقی مانده در خاک) در ماه‌های مرطوب تا اردیبهشت بیش از ۲۰۰ و کمترین آن در مرداد ماه ۵۰ میلیمتر است. بیشترین ΔSt (تغییرات ماه به ماه) در ماه اردیبهشت و خرداد برابر ٤٧ – و کمترین آن در فروردین ماه است. بیشترین مازاد آب مربوط به آذر ماه ۱۵۹/٦ 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

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
TC	۱/۶۰۸	۱۴/۳	۱۰/۲۲	۸	۶/۹	۸/۳	۱۲/۷	۱۶/۶	۲۱/۲۵	۲۳/۹۵	۲۴/۹۳	۲۲/۹
I	۴/۸۶	۲/۹۴	۲/۰۴	۱/۶۳	۲/۳۹	۲/۱۵	۴/۱۰	۶/۱۵	۸/۹۷	۱۰/۶۸	۱۱/۳۷	۱۰/۰
UP	۲/۵	۱/۷	۰/۹	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۱/۴	۲/۱	۳/۱	۳/۹	۳/۸	۳/۶
PE	۷/۷۵۲	۴۳/۳۵	۲/۰۴۸۲	۱۵/۴۸	۱۲/۹	۱/۴۵۵	۴۷/۳۲	۱۱۰/۳۶	۱۱۰/۴۳	۱۴۶/۲۵	۱۳/۳۸۳	۱۱/۲۴۱
P	۲۱/۴۶	۲۰۳	۱۸۱/۷	۱۱/۱۹۲	۱۲/۰۲۹	۱۰/۸۹	۸۵/۴۹	۷۴/۷۷	۴۶	۶۹/۷	۳۵/۴۶	۱۵۹/۴
P-PE	۱۴/۳۴	۱۵/۶۵۹	۱۵/۶۵۹	۹۶/۷	۱۱۶/۱	۹۴/۳	۳۸/۱۷	-۳۵/۷	-۶۴/۴۳	-۷۶/۵۵	۹۷/۹۲-	۴۸/۱۶
ACC								-۳۵/۷	۱۰۰/۱۳-	۱۷۶/۶۸-	۲۷۴/۶-	
st	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۶۸	۱۲۰	۸۲	۵۰	۹۸/۱۶
∧st	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۳۲	-۴۷	-۳۸	-۳۲	۴/۱۶
AE	۷/۷۵۲	۴۳/۳۵	۲۲/۰۴	۱۵/۴۸	۱۲/۹	۱۵/۴	۴۷/۳	۱۰۶/۷۷	۹۴	۱۰۷/۷	۶۷/۴۶	۱۱/۲۴۱
D	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۸۳	۱۶/۴۳	۳۸/۶	۶۵/۹۲	۰
S	۱۴/۳۴	۱۵/۶۵۹	۱۵/۶۵۹	۹۶/۷	۱۱۶/۱	۹۴/۳	۳۸/۱۷	۰	۰	۰	۰	۴۴
RO	۸۲/۷	۱۲۱/۲	۱۴/۴۱۰	۱۱۸/۶	۲۳۴/۷	۱۶/۵۴	۱۰۱/۳	۵۰/۷	۲۵	۱۲	۶	۳

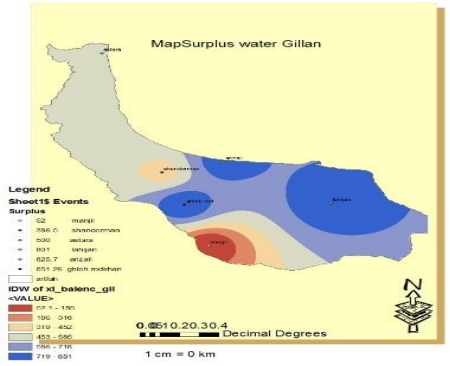


نمودار ۲- بیلان آبی استان گیلان در شرایط میانگین دادهها



نمودار۳- بیلان آبی استان گیلان در شرایط تغییر اقلیم خشک (۲۰۰۵)

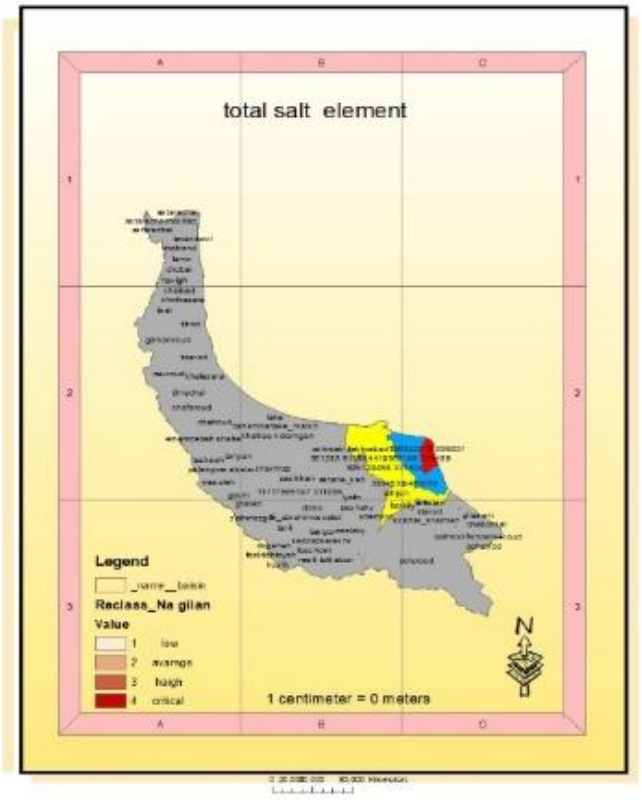
در نمودار ۵ مشخص شد که از ماه اسفند تا مهر در دوره گرم، سفره‌های زیرزمینی کاهش و مجدداً از مهر تا اسفند افزایش می‌یابند در سال‌هایی که جهش‌های اقلیمی به صورت منفی بوده مانند سال ۲۰۰۵ دارای بیشترین روند خشک بوده و مشخص شد که تا چه اندازه بر منابع آبی تاثیر گذاشته و کمبود آب افزایش و مازاد آب کاهش می‌یابد.



نقشه ۳: نمودار بیلان آبی کل گیلان

عناصر موثر در شوری آب های زیرزمینی استان گیلان

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

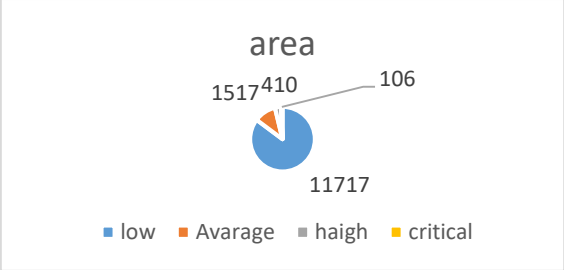


نقشه ۳- پراکنش کلی آب‌های زیرزمین استان گیلان

با استفاده از تمام درون‌یابی‌های انجام شده و ترکیب آنها نقشه کل به دست آمد جدول شماره ۳ سطوح بحرانی را در نقشه شماره ۳ و نمودار شماره ٤ سطوح بحرانی را مشخص میدارد.

جدول۳- وسعت طبقات شوری در آب‌های زیرزمینی استان گیلان

value	area
low	11717
Avarage	1517
haigh	410
critical	106



نمودار٤- دسته‌های شوری در استان گیلان

از انطباق تمام نقشه‌هاکه 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 تغییراقلیم خشک بر روی منطقه شرق گیلان تاثیرگذار می‌باشد و با برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی خصوصا در فصل کشاورزی و هجوم آب‌های آلوده شهری و صنعتی و خانگی و آب دریا غلظت و شوری آب زیرزمینی را شدیدا 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 صورتی‌که تحقیق سلطانی فرد تحت تاثیر دشت گون و توده‌های نمکی و کمبود آب در شرایط خشکسالی می‌باشد.

مازندرانی‌زاده و همکاران بهینه‌سازی پارامترهای طراحی زهکش زیرزمینی به منظور کاهش خسارت محیط‌زیستی ناشی از اجرای طرح‌های زهکشی، می بایست در صورتی‌که تحقیق فعلی تاثیر عوامل شوری را مطرح و شناسایی نموده است.

کمالی و افضلی تأثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک و عامل تجمع نمک (شهرستان خنج) همچنین تأثیرآبیاری 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 تأثیر 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 میداند.

زینالی و اصغری سراسکانرودود نشان دادند که در حوضه ارومیه مشکلات عدیده‌ای را مخصوصاً برای شهرهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ٤٠ 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 وخشکسالی دارد.

Pui Yi Chui; Ang Jr در این تحقیق خود پالایی و کنترل شوری مرجان اسکلراکتین 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 تغییراقلیم و آب زیرزمینی موجود است. انتظار می‌رود با تغییر که خصوصا در شرق گیلان شروع شده در آینده روابط آماری قوی‌تری بین تغییر اقلیم آب‌های‌زیرزمینی 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 ضروروی می داند، با استفاده از این روش تاحد 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 خصوصا در فصل گرما تخلیه و از طریق دریا شارژ می گردد. 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 صـورت 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 تغییراقلیم (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 Nacl ،Ec, Na, Cl, SAR درمحیط 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 (۲٤)، ۹٤۱-۹۳۲.
- اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۲). تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (چاپ یازدهم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- پوریازدانخواه، هدیه؛ شهنازاری، علی؛ احمدی، زهرا؛ خالدیان، محمدرضا و اندرسن، ماتیاس نادیا (۲۰۱۹)، نشریه نظارت و ارزیابی محیط زیست، دوره ۱۹۱، شماره مقاله: ٤۹۲.
- پیران قرنی نمین، سمانه؛ جاوید، امیرحسین و قدوسی، جمال (۱۳۹۷). بررسی تأثیر سازندهای زمین شناسی برروی کیفیت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت اردبیل)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۰ (۳)، ۱۰-۱.
- 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 (٦)، ۱۰٦-۱۰۳.
- سلطانی گردفرامرزی، 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 (۱۰٦)، ۱۹۹-۱۷۹.
- صداقت، محمود (۱۳۷۸). زمین و منابع آب (آب های زیرزمینی). تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور
- عباسپور، مجید؛ جاوید، امیر حسین؛ حسنی، امیرحسام و کوهبر، سحر (۱۳۹٤). تدوین شاخص کیفی آب شرب، فصلنامه پایداری توسعه و محیط زیست، ۲ (۳)، ۱۰-۱.

- کرمی خانیکی، علی و غریب رضا، محمدرضا (۱۳۸٤). 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 افضلی، سید فخرالدین (۱۳۹۸). تأثیر آبیاری با شوری مختلف بر برخی خصوصیات خاک عامل تجمع نمک (مطالعه موردی: بیغرد شهرستان خنج)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱(٤ (پیاپی ۸۳))، ۱٤۱-۱۵۲.
- 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 (٦)، ۱۵۵-۱٦۵.
- نوابیان، مریم؛ یوسفی، ثریا؛ فرضعلی زاده، بشری و اسمعیلی، مهدی (۱۳۹۰). بررسی کیفیت رودخانه پلرود براساس شاخص NSFWQI، 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 سازه های 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).