مجله علمی – تحقیقی علوم انجنیری پوهنتون بغلان
د بغلان پوهنتون د انجنيري علومو علمي او څېړنيزه مجله
https://baghlan.edu.af -/ volume (1) , Issue (1), 2024

بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی ولایت هرات

[1]پوهنمل سیدعبدالباسط مودودی، استاد پوهنخی انجنیری، پوهنتون هرات
[2]پوهنیار نعمان محب رحمانی ، استاد پوهنخی انجنیری، پوهنتون هرات

Abstract

The recent droughts, considering the continuous increase in the population, particularly the rise of non-productive individuals in Herat province, have turned access to clean water into one of the main challenges. Proper and accurate knowledge of the quantity and quality of available resources is essential for water resource management, and water quality maps can address this issue. In fact, having groundwater quality maps can provide a better estimate of drinkable water levels and help in selecting suitable areas for urban and rural development. The goal of this research is to establish a database for assessing polluted areas and determining the level of groundwater pollution in Herat province. Identifying water pollution sources and prevention methods are also among the objectives of this study. Water quality data has been collected by the Harirud-Murghab Water Basin organization between 2009 and 2017. Key water quality indicators such as electrical conductivity, nitrate, sulfate, and pH have been considered. Before using this data, the author has corrected these values by comparing them with previous years and neighboring areas, and then the average statistics for these years have been used. Water quality data has been analyzed using GIS software, and water quality maps have been drawn. The result shows that the quality of groundwater in Herat varies widely. In some central and eastern districts of this province, such as Anjil, Obe, and Chesht Sharif, groundwater is of very good quality and free from any chemical pollutants. However, in the northern and southern districts of the province, such as Kashk, Adraskan, and Shindand, high levels of suspended materials and pollutants make the use of groundwater unsuitable for plants. Comparing statistics with previous years does not show significant differences in groundwater quality. However, increasing the number of groundwater sampling and using more accurate measurement devices can lead to more comprehensive and accurate water quality maps.

Keywords: Undergroundwater, Water Contamination, GIS Special Analysis, Harirud basin, Water Quality.

[1] *Email: mododi@hu,edu.af*
Mob: (0093)798144124
[2] *Email: moheb@hu,edu.af*
Mob: (0093)799424746

چکیده

در نتیجه‌ی خشکسالی‌های اخیر با درنظرداشت افزایش روز افزون نفوس، به‌خصوص افزایش بیجاشدگان در ولایت هرات، دسترسی به آب صحی یکی از معضلات اصلی تبدیل شده است. به دلیل کمبود آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی اصلی‌ترین منبع آب آشامیدنی در هرات می‌باشد. هدف این تحقیق تهیه یک بانک اطلاعات برای ارزیابی ساحات آلوده و همچنان میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی در ولایت هرات است. شناخت منابع آلاینده آب و روش های پیشگیری نیز از جمله اهداف این تحقیق می‌باشد. داده‌های کیفیت آب توسط ریاست حوزه فرعی هریرود مرغاب و ریاست آبرسانی هرات بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۷ تهیه گردیده است، که شاخصه‌های مهم کیفیت آب مانند: نمکیات، نایترایت، سولفات و پی‌اچ آب از جمله کمیت‌های اساسی آن می‌باشد. البته قبل از استفاده از این آمار توسط مولف، با مقایسه آمار با سالیان قبل و حوزه‌های نزدیک اشتباهات این ارقام تصحیح شده و بعداً اوسط آمار در این سال‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های کیفیت آب توسط نرم‌افزار سیستم اطلاعت جغرافیایی تحلیل و نهایتاً نقشه‌های کیفیت آب ترسیم شده است. یافته‌های این تحقیق نشان دهنده این است که کیفیت آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف هرات بسیار متغیر می‌باشد. در قسمت های مناطق مرکزی و شرقی این حوزه مانند ولسوالی انجیل، اوبه و چشت شریف آب‌های زیرزمینی بسیار با کیفیت مناسب و عاری از هر نوع آلاینده‌های کیمیاوی می‌باشد. اما در مناطق شمالی و جنوبی این ولایت مانند: ولسوالی کشک، ادرسکن و شیندند میزان بالای ذرات معلق و آلاینده‌ها حتی استفاده از آب‌های زیرزمینی را برای نباتات نامناسب نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: آب‌های زیرزمینی، آلودگی آب، آنالیز مخصوص، حوزه آبی هریرود، کیفیت آب

۱. مقدمه

نظر به پوشش سطحی و عوارض زمین در افغانستان متأسفانه تنها ٪۱۵ از بارندگی‌های سالانه در تغذیه آب‌های زیرزمینی سهم دارند و مابقی توسط دریاها از کشور خارج می‌گردند. بیش‌ترین میزان تغذیه، توسط نفوذ آب از بستر دریاها و آب‌های ذوب شده از برف دامنه کوه‌پایه اتفاق می‌افتد. تبخیر بسیار شدید در ماهای جوزا تا سنبله این وضعیت را بدتر نموده است. البته بیلانس مصارف و تغذیه آب‌های زیرزمینی خود نشان‌دهنده کاهش سطح آب‌های زیرزمینی بوده، که اعلان هشدار جدی برای باشندگان این منطقه می‌باشد. چاه‌های سولری که اخیرا مورد استفاده بسیاری برای مصارف آبیاری قرار گرفته این پروسه را سرعت بخشیده است. بسیار روشن است که سال‌های ترسالی زیادی ضرورت است تا بتوان به این مشکل غلبه کرد. هم‌چنان پالیسی‌های ضروری در قسمت استفاده و حفظ این منبع ارزشمند یک ضرورت حیاتی برای بقای آب در این حوزه آبی است.

چاه‌های سپتیک خانه‌های رهایشی و زباله‌های جامد شهری از عوامل اصلی آلودگی منابع آب در شهرها می‌باشد. در عین حال، در مناطق غیرشهری عوامل طبیعی از جمله آلودگی از معادن و تاثیرات

اقلیمی دلیل پایین بودن کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد. البته آلاینده‌های شهری مواد خطرناک کیمیاوی و سمی بیشتری به آب‌های زیرزمینی وارد می‌کنند. به علت نبود سیستم فاضلاب شهری در هرات، روزانه میلیون‌ها لیتر فاضلاب داخل تعداد بی‌شمار چاه‌های فاضلاب خانگی دفع می‌گردد. البته با مطالعه داده‌های کیفیت آب می‌توان نقاط تمرکز و جهت انتشار این آلاینده‌ها را مشخص نمود. نرم‌افزارها این مزیت را دارند که اطلاعات مورد نظر را بروی نقشه‌های و عکس‌های هوایی به شکل گرافیکی نمایش بدهند. همچنان امکان ساخت مدل های مختلف تحلیل اطلاعات در این نرم‌افزارها وجود دارد. پارامترهایی از کیفیت آب که در این تحقیق مطالعه شده عبارتند از:

- ضریب هدایت الکتریکی[1]
- نایترایت[2]
- پی اچ[3]
- سلفاید[4]

هدایت الکتریکی مجموعه‌ی پارامترهایی که تقریبا میزان نمکیات محلول در آب را نشان می‌دهد. به جز مصارف شرب و آبیاری در سایر موارد استفاده نمکیات محلول مفید نیز می‌باشد. برای اندازه‌گیری این مقدار میزان مقاومت آب در اُفت ولتاژ محاسبه می‌شود و به دلیل معکوس بودن رابطه با مقاومت واحد مایکروموس بر سانتی‌متر[5] را دارا می‌باشد. میزان رسانایی الکتریکی آب با میزان غلظت آیون‌ها بستگی دارد. با اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی می‌توان مقدار کل مواد جامد محلول را تخمین زد. بر اساس تحقیقات زیاد انجام شده تقریبا در حدود ۶۴ درصد میزان هدایت الکتریکی برابر با مقدار کل مواد جامد محلول در آب می‌باشد.حد مجاز میزان هدایت الکترونیکی آب شرب طبق استاندارد سازمان صحی جهان[6] ۱۵۰۰ مایکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد(Rusydi, 2018) .

[1] *Electrical Conductivity*
[2] *Nitrate (NO_3)*
[3] *PH*
[4] *Sulfate*
[5] *(mho/cm)*
[6] *WHO*

نایترایت یکی از آلودگی‌های رایج در آب‌های زیرزمینی می‌باشد. طبق استاندار سازمان صحی جهان، میزان نایترایت درصورتی بالاتر از ۱۰۰ میلی‌گرام در لیتر باشد، می‌تواند برای سلامتی انسان مضر باشد. بالا بودن میزان نایترایت می‌تواند باعث ایجاد مشکلات سیستم گوارش شده، و حتی خطر ابتلا به سرطان را نیز افزایش می‌دهد. منابع اصلی وارد شدن این آلاینده به آب‌های زیرزمینی از طریق کودهای کیمیاوی، بقایای حیوانات و نفوذ از جاه‌های فاضلاب است. یکی از دلایل میزان بالای مرگ اطفال بر اثر استفاده از آب‌های آلوده متاثر از آلودگی آب با نایترات است که به نام سندرم طفل کبود نامیده می‌شود.

پی‌اچ آب میزان نسبی آیون‌های هایدروجن و هایدروکسیل در آب می‌باشد. آب با هایدروجن‌های آزاد بیشتر اسیدی و با هایدروکسیل های آزاد بیشتر قلیایی است. نظر به کمبود منابع آب در افغانستان آب‌هایی با پی‌اچ ۸,۵ برای استفاده قابل تحمل می‌باشد. درضمن میزان پی‌اچ می‌تواند تاثیرپذیر از مواد کیمیاوی آب می‌باشد.

آیون سلفات یکی از ترکیبات متناوب آب‌های زیرزمینی می‌باشد. سلفات‌ها همانند نایترات‌ها می‌توانند موجودیت آلودگی را مشخص کنند ولی در بعضی موارد مواد طبیعی زمین می‌تواند منشاء آن باشد. یکی از پروسه‌های بوجود آمدن سلفات‌ها در آب‌های زیرزمینی ترکیب با آهک است. حتی بسیاری از موارد کودهای کیماوی باعث افزایش سطح سلفات آب‌های زیرزمینی می‌تواند باشند. البته در کشورهای صنعتی از طریق هوا توسط باران‌های اسیدی و فاضلاب‌های صنعتی و خانگی میزان سلفات آب‌های زیرزمینی را بلند برده است. مقدار آیون سولفات تا مقدار ۵۰۰ میلی‌گرام در هر لیتر برای استفاده تهدید جدی نمی‌باشد.

۲. مواد و روش تحقیق

ولایت هرات با دارا بودن آب و هوای خشک و قاره‌ای در دره هریرود موقعیت دارد که اصلی‌ترین منبع آب آشامیدنی ساکنان آنرا آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد. بر اساس تست‌های انجام شده توسط نهادهای دولتی و غیردولتی در سال‌های اخیر آمار جامع کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمین در دسترس می‌باشد. آمار استفاده شده در این تحقیق، توسط ریاست حوزه‌ی دریایی هریرود مرغاب از حدود ۲۰ حلقه چاه تحقیقاتی در سطح ولایت هرات جمع‌آوری شده است. با تحلیل و بررسی این آمار می‌توان وضعیت فعلی کیفیت آب‌های زیرزمینی این ولایت را ارزیابی نمود و پیش‌بینی دقیق‌تری

از کمیت و کیفیت این منبع در سال‌های آینده داشت. در این تحقیق از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] در تحلیل و تهیه نقشه‌های کیفیت آب استفاده گردیده است. داده‌های کیفیت آب نظر به مختصات جغرافیایی محل نمونه‌گیری شده آن به نرم‌افزار وارد می‌شود.

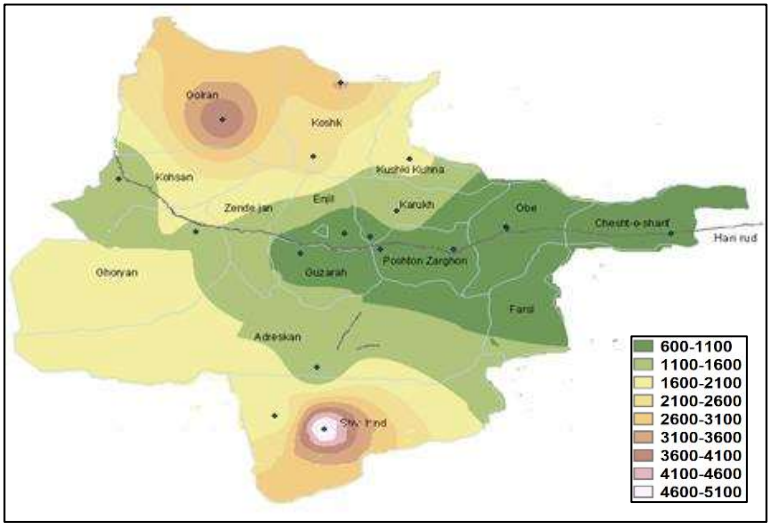
آنالیز مخصوص به سه روش (Basic kriging& Spline, Inverse Distance Weighted) در این نرم‌افزار قابل اجرا می‌باشد، که البته نظر به نوعیت داده‌ها و خروجی دلخواه می‌توان روش مناسب را انتخاب نمود. در این تحقیق از روش آنالیز مخصوص (Inverse Distance Weighted) که تحلیل با روش کاهش تاثیر با فاصله می‌باشد، استفاده شده است. این روش ارتباط بین کمیت‌ها و فاصله آن نقطه از نقاط مجاور آن بررسی می‌شود. در واقع میزان هر کمیت به اساس فاصله‌اش اختصاص داده می‌شود، به طوری‌که نقاط نزدیکتر مقدار زیادتر و نقاط دورتر میزان کمتر محاسبه می‌شود. داده‌های کیفیت آب با درنظرداشت مختصات محل انجام تست به نرم‌افزار وارد می‌شود و نقشه‌ها توسط روش انتخاب شده، ترتیب می‌شود. با محاسبه مساحت هر رنگ روی نقشه‌های کیفیت آب‌های زیرزمینی و تقسیم هر مساحت به مساحت کل ولایت هرات، فیصدی نسبت ساحات به ازای هر مقدار کمیت محاسبه شده است.

۳. یافته‌های تحقیق

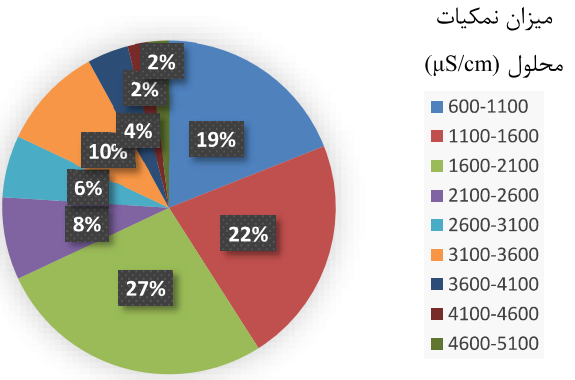
نقشه های کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌تواند به ابزار مهم برای شناخت دقیق از ویژگی های آب در مناطق مختلف باشد. از روی نقشه‌های بدست آمده مقدار مساحت به ازای هر نسبت مشخص شده محاسبه گردیده و مقدار فیصدی آن در نمودارها نشان داده شده است. از تحلیل آمار مشخص می‌شود که حدود ٪۶۰ از نمونه‌های اندازه‌گیری شده ضریب هدایت الکتریکی آنان بالاتر از حد مجاز استاندارد آب شرب سازمان صحی جهان است. که رفته رفته این میزان در حال افزایش است. با نگاهی به نقشه میزان تمرکز نمکیات در آب‌های زیرزمینی مناطق غربی ولایت دارای منابع با کیفیت مناسب می‌باشند. این مناطق پر ارتفاع، مکان‌هایی با میزان بارندگی بیشتر بوده و تغذیه آب‌های زیرزمینی نیز در این قسمت‌ها بیش‌تر می‌باشد. نقاط سیاه رنگ روی شکل ا موقعیت انجام تست‌های کیفیت آب‌های زیرزمین را نشان می‌دهد. با محاسبه مساحت هر رنگ روی نقشه‌های کیفیت آب‌های زیرزمینی

[1] *Geographical Information System*

می‌توان نسبت ساحات به ازای هر مقدار کمیت نمکیات محلول را بدست آورد. نمودار ۱ فیصدی ساحات با درنظرداشت مقدار هدایت الکتریکی آب‌های زیرزمینی در هرات را نشان می‌دهد.

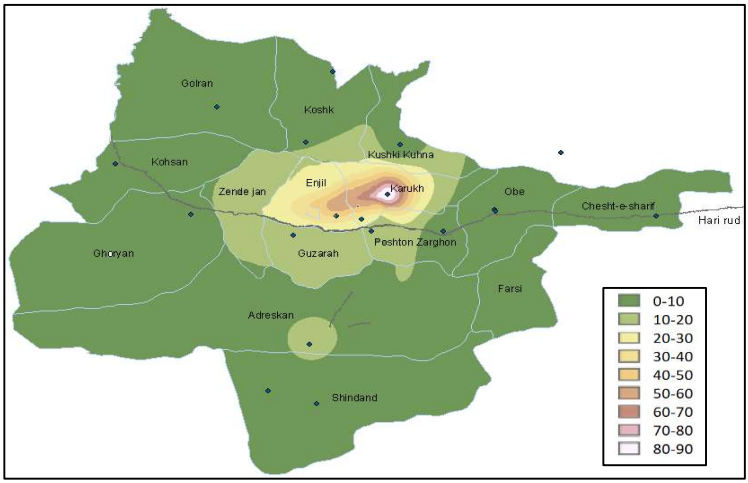


شکل ۱ : میزان نمکیات محلول در آب‌های زیرزمینی ولایت هرات به مایکرزیمنس بر سانتی‌متر (µS/cm)

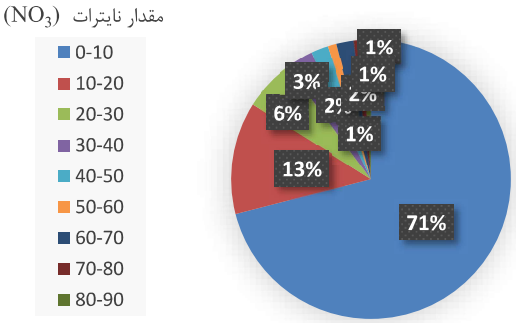


شکل ۲ : فیصدی ساحات زمین به ازای میزان نمکیات محلول (µS/cm) در آب‌های زیرزمینی ولایت هرات

با تحلیل و بررسی نمونه‌ها، مشخص است که چاه‌هایی که در مناطق با تراکم نفوس بالاتر می‌باشد از نظر میزان تمرکز نایترایت مقدار بیش‌تر را نشان می‌دهد. البته در مناطق غیر شهری اکثر نمونه‌های تست شده میزان قابل توجه نایترایت را نشان نمی‌دهند. میزان بالای نایترات می‌تواند هشداری برای وجود آلودگی‌های باکتریایی باشد.

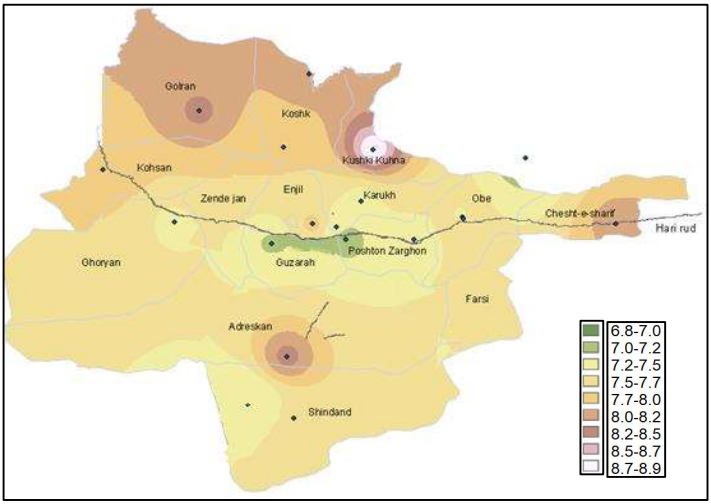


شکل ۳ : میزان نایترایت (NO_3) آب‌های زیرزمینی هرات به میلی‌گرام به لیتر (mg/lit)

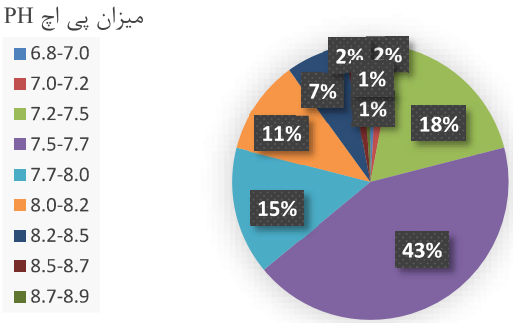


شکل ۴ : فیصدی مقدار مساحت زمین به ازای مقدار نایترات (NO_3) آب‌های زیرزمینی هرات

با توجه به نمونه‌های تست شده مشکل اساسی در مقدار پی‌اچ آب‌های زیرزمینی مشاهده نمی‌گردد. تنها در مورد حدود کمتر از ۴ درصد از آب‌های زیرزمینی مقدار بیشتر از حد مجاز ۸،۵ را دارا می‌باشند. البته تاثیرات درجه حرارت در میزان پی‌اچ آب نیز بسیار مهم است. به همین علت بیشتر نمونه‌های گرفته‌شده در دمای یکسان حدودا ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شده است.

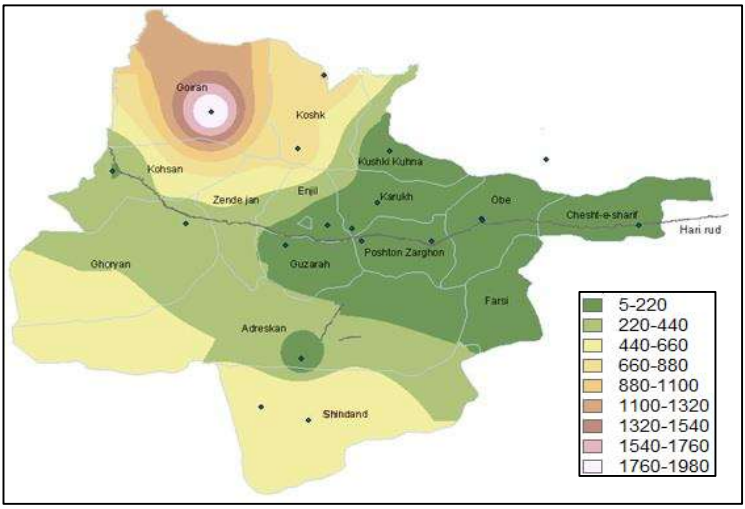


شکل ۵ : میزان پی‌اچ (PH) آب‌های زیرزمینی هرات

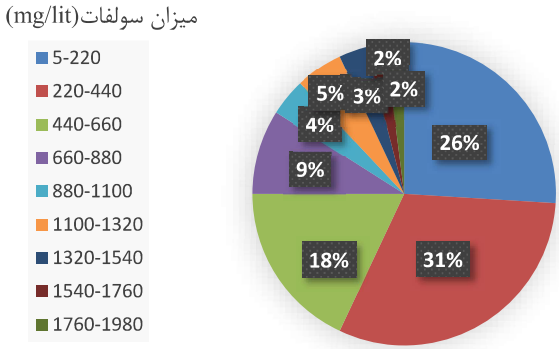


شکل۶ : فیصدی مقدار مساحت زمین هرات به ازای مقدار پی‌اچ (PH) آب‌های زیرزمینی

مقدار املاح محلول سلفات از منابع مختلفی مانند سنگ گچ یا فاضلاب وارد آب‌های زیرزمینی می‌گردد. میزان بالای سلفات‌ها باعث بالارفتن سختی آب و افزایش غلظت آب دارد. هم‌چنان باعث تغییر طعم و مزه تلخ آب می‌شود.. با نگاهی به آمار کمتر از ۲۶ درصد از منابع آب‌های زیرزمینی هرات میزان سلفات پایین‌تر از حد مطلوب ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر را دارا می‌باشند.



شکل ۷: میزان سولفاید آب‌های زیرزمینی هرات به میلی‌گرام به لیتر (mg/lit)



شکل ۸ : فیصدی مقدار مساحت زمین به ازای مقدار سلفاید در آب‌های زیرزمینی هرات

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نقشه‌های کیفیت آب‌های زیرزمین یک ابزار مهم برای انکشاف و استفاده از منابع آب می‌باشد. با مقایسه آمار بدست آمده از تحقیق با نتایج تحقیقات موسسه داکار در سال ۲۰۰۷، کیفیت پایین آب‌های زیرزمینی در جنوب ولایت هرات (ولسوالی‌های شیندند و ادرسکن) مشاهده می‌شود. البته تفاوت چندانی در کیفیت آب بین سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ مشاهده نمی‌شود، که این خود نشان دهنده طولانی بودن روند تغییر کیفیت آب می‌باشد. با نگاهی به نقشه‌های کیفیت آب، دلایل ذیل را برای افزایش آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی هرات می‌توان ذکر کرد، از جمله انتقال احتمالی آب‌های شور زیرزمینی از دشت‌های شمالی و جنوبی هرات به سمت مرکز این ولایت که مناطق کم‌آب نیز می‌باشند. نفوذ نمکیات باقیمانده از اثر تبخیر شدید از سطح زمین همراه آب‌های سطحی به لایه‌های زیرین زمین، باعث شوری خاک و آب‌های زیرزمینی گردیده است. تغذیه کم آبخوان‌های بوسیله بارندگی باعث کاهش سطح آب و افزایش رسوبات در آن شده است.

مشابهت زیاد نقشه میزان نمکیات محلول و سولفات در آب‌های زیرزمینی نشان‌دهنده احتمال منشا مشترک بوجود آمدن این آلودگی‌ها می‌باشد. همچنان مقداری از این آلاینده‌ها نیز از نفوذ آب از معادن آهک و فلزات بوده که وارد آب‌های زیرزمینی شده است. از طرف دیگر تاثیر نسبتا زیاد دریای هریرود در کاهش این آلودگی‌ها نیز بسیار قابل توجه است. با حرکت جریان‌های سطحی و زیرزمینی در مسیر دریای هریرود، اکثر این ناخالصی‌های آب‌های زیرزمینی شسته شده و آب‌های با کیفیت از سمت بالادست به سمت پایین‌دست این دریا جاری می‌شود. این خود گواهی بر تاثیرات مثبت تغذیه آب‌های زیرزمینی و تاثیرات مثبت آن بالای کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی می‌باشد. همچنان بالا بودن میزان پی‌اچ در بعضی از مناطق شمالی ناشی از تاثیر ترکیب آب‌های زیرزمینی با املاح اضافی مانند کلسیم و منیزیم می‌باشد. البته برای دستیابی به نتایج کامل‌تر باید تحقیقات بیشتری روی تغییرات کیفیت آب‌های زیرزمینی در هر سال انجام داد تا با مقایسه نقشه‌های تغییرات کیفیت آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر پیش‌بینی دقیقتری از وضعیت کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی داشت.

۵. فهرست منابع

1. Ahmadi, A. W. (2023). A Perspective on the Water Resources of Harirud Marghab and Investigation of the Quality. Konya: Social Science Research Network.
2. Alim, A. K. (2006). Sustainability of Water Resources in Afghanistan. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 53-66.
3. Ehsanullah Hayat, A. B. (2017). Quality of groundwater resources in Afghanistan. *Environmental Monitoring and Assessment 189*, 318.
4. Mohamad Hassan Saffi, L. V. (2007). *Groundwater Resource At Risk In Afghanistan.* Kabul: DACCAR.
5. Organization, World. Health. (2022). *Guidelines for drinking-water qualit.* Geneva: World Health Organization.
6. Raphy Favre, G. M. (2004). *Watershed Atlas Of Afghanistan.* Kabul: FAO.
7. Rout, B. (2008). *A Typology of Irrigation Systems in Afghanistan.* AREU.
8. Rusydi, A. F. (2018). Correlation between conductivity and total. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (p. 118). Bandung: IOP Publishing Ltd.
9. Saffi, M. H. (2007). *groundwater Resources At Risk In Afghanistan.* Kabul: DACAAR.
10. Vincent W. Baron, R. (2003). *Afghanistan an Overview of Groundwater Resources and Challenge.* kabul: Rana Associates, Inc.