**مجله آبخوان و قنات**

**جلد3، شماره 2، پاییز و زمستان 1400**

**شماره صفحه : 24-32**

http://dx.doi.org/ 10.22077/jaaq.2022.2194

**مقاله پژوهشی:**

# ارزیابی آلودگی شیمیایی آبخوان دشت بیرجند با استفاده از شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی (PIG)

**نفیسه ایزدی[1*]، عباس خاشعی سیوکی[2]، محسن پوررضا بیلندی[3]، سیدرضا هاشمی[4]**

[1]کارشناس ارشد علوم و مهندسی آب،دانشگاه بیرجند، بیرجند

[2] استاد گروه علوم و مهندسی آب ، دانشگاه بیرجند، بیرجند

[3] داشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، بیرجند

[4] دانشیارگروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، بیرجند

[*] نویسنده مسئول: nafise.izadi1375@gmail.com

**تاریخ دریافت: 1400/06/30؛ تاریخ پذیرش: 1400/08/17**

## چکیده

امروزه یکی از مشکلات آب آشامیدنی حاصل از آب زیرزمینی، کیفیت آن است. بسیاری از مواد حل شده در آب نامطلوب هستند. مواد معدنی، گازها و موادآلی حل شده در آب ممکن است موجب بروز رنگ، طعم و بوی نامطلوب شوند. برخی از ترکیبات شیمیایی ممکن است سمی باشند و برخی از اجزای آلی محلول به اثبات رسیده است که سرطانزا هستند. البته باید توجه داشت که تمامی مواد محلول در آب نامطلوب نیستند، اما میزان مواد محلول مطلوب در آب بسیار اندک است. در این مطالعه کیفیت آب آبخوان دشت بیرجند با استفاده از شاخصی به نام شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی (PIG[1]) سنجیده می‌شود. این شاخص، کیفیت آب‌های زیرزمینی را از نظر شیمیایی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. شاخص PIG غلظت اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب را با توجه به حد مجاز در استانداردهای آب آشامیدنی جهانی *(WHO)*[2] کمّی می‌کند. بدین منظور نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای شیمیایی موثر در شاخص PIG شامل کلر، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، TDS، pH، بی کربنات، سولفات با استفاده از نرم افزار Arc GIS(10.3) تهیه شد؛ سپس محاسبات شاخص PIG در نرم افزار GIS انجام و نقشه شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی رسم شد. طبق طبقه‌بندی 43/25 درصد از کل مساحت آبخوان دارای آلودگی کم و ناچیز، 47/9 درصد از مناطق دارای آلودگی متوسط ، 8/22 درصد آبخوان دارای آلودگی زیاد و 0/63 درصد دارای آلودگی بسیارزیاد است. این مطلب نشان می‌دهد آلودگی آبخوان دشت بیرجند به عناصر شیمیایی متوسط بوده و عدم رعایت مصرف بهینه از آب‌های زیرزمینی می‌تواند سبب افزایش آلودگی در آبخوان شود.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص PIG، استاندارد WHO، آبخوان بیرجند، پارامترهای شیمیایی

[1] Pollution Index of Groundwater
[2] The World Health Report

## مقدمه

دسترسی به آب آشامیدنی سالم یکی از شاخص‌های بهداشتی تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی و موردتوجه مسئولین ذیربط جوامع مختلف می‌باشد. استفاده افراطی از آب‌های زیرزمینی در سراسرجهان منجربه زوال کیفیت در آبخوان‌های اصلی و افزایش تقاضا است. درواقع استفاده زیاد از آبخوان‌های همراه با بحران کیفیت آب یک فاکتور اقتصادی مهم می‌باشد(Wanger et al.,1990). سفره‌های آب زیرزمینی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین‌کننده آب با خطرات متفاوتی مانند افت سطح، کاهش میزان تغذیه به سبب نقصان بارندگی و آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبرو است. از این رو پایش کیفی منابع آب زیرزمینی اهمیت فوق العاده‌ای دارد ( TavakokIi Mohammadi et al., 2011).کیفیت آب زیرزمینی به‌دلیل تغییر در شرایط مختلف از جمله شرایط آب و هوایی، مدت زمان ماندگاری آب در آبخوان،جنس سازندهای زمین شناسی، مسیر و...تغییر می‌کند. با توجه به اینکه در دشت بیرجند کشاورزی انجام می‌شود، یکی از دلایل پایین آمدن کیفیت آب زیرزمینی در این دشت، استفاده از کودهای شیمیایی و سموم برای دفع آفات می‌باشد. علاوه‌براین، گسترش شهر، نشت در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری، فعالیت صنایع، برداشت بی‌رویه از چاه‌ها و وجود چاه‌های غیرمجاز سبب کاهش کیفیت آب در آبخوان دشت بیرجند شده است. شاخص Pollution Index of Groundwater (PIG) برای اولین بار توسط Subba Rao در سال 2012 مطرح شد. وی دریافت که عناصر پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سولفات، سدیم،کلر، بی‌کربنات، همچنین کل مواد محلول جامد در آب (TDS) و pH در تعیین این شاخص موثرند و توانست آلودگی مناطق را براساس این شاخص طبقه‌بندی کند. Egbueri در سال۲۰۲۰ به ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی برای آشامیدن در اوجوتو نیجریه پرداخت. وی جهت کیفیت آب های زیرزمینی از سه شاخص PIG، ERI و HCA استفاده کرد و توانست منابع شرب آب‌های زیرزمینی را براساس طبقه‌بندی سوبا رائو ۲۰۱۲، طبقه‌بندی کند. نتایج نشان داد که ۸۰% از نمونه‌های آب، سطح آلودگی ناچیزی دارند و ۲۰% از نمونه‌ها سطح آلودگی بسیار بالایی دارند بطوری که برای مصرف شرب انسان نامناسب می‌باشند. در پژوهش دیگری که رائو و همکارانش در سال 2018 در منطقه روستایی تلانگانای هند انجام داد، نیز شاخص PIG را محاسبه کرد و به این نتیجه رسید که مقادیر محاسبه شده PIG از 0.69 تا 1.37 متغیر است که 80٪ منطقه مورد مطالعه را در منطقه آلودگی ناچیز طبقه‌بندی می‌کند (PIG=1) ناشی از منشا ژئوژنیک همراه با هوازدگی سنگ، انحلال مواد معدنی ، تبادل یونی و فرایندهای تبخیر و بقیه (20٪) منطقه آلودگی کم (PIG=1-1.5) به دلیل نفوذ منبع انسانی (فاضلاب و فعالیت های کشاورزی) درسیستم آب زیرزمینی می‌باشد. Verma & singh در سال 2021 مطالعه‌ای را در زمینه ارزیابی تناسب آب زیرزمینی برای مصارف خانگی و آبیاری در منطقه Unnao در اوتار پرادش ، هند با استفاده از شاخص PIG انجام دادند و پارامترهای اندازه‌گیری شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و به این نتیجه رسیدندکه اکثر پارامترها در حد مجاز WHO و BIS بودند.تاکنون مطالعات زیادی درباره کیفیت آبهای زیرزمینی با استفاده از شاخص های ارزیابی کیفیت آب مانند GQI، IRWQI، EWQI،WQI و..... انجام شده است. هدف از این تحقیق، ارزیابی کیفی آبخوان با استفاده از شاخص PIG است که تاکنون در

ایران جهت ارزیابی کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی استفاده نشده است. در این مطالعه، آبخوان دشت بیرجند با استفاده شاخص PIG مورد ارزیابی قرار گرفته است. باتوجه به این مسئله شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی در آبخوان دشت بیرجند محاسبه و نقشه‌های پهنه‌بندی هر عنصر توسط نرم‌افزار GIS رسم شده است. سپس محاسبات شاخص PIG در نرم افزار Arc GIS انجام و نقشه نهایی شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی رسم شد. سپس با استفاده از نقشه PIG آلودگی مناطق آبخوان طبقه بندی شده اند.

دشت بیرجند در قسمت شمالی ارتفاعات باقران با مختصات تقریبی 32 درجه و 34دقیقه تا 33 درجه و 8 دقیقه عرض جغرافیایی و 58 درجه و 41 دقیقه تا 59 درجه و 44 دقیقه طول جغرافیایی قرارگرفته است. حوضه آبریز بیرجند دارای وسعت 3155 کیلومترمربع بوده، که 1845 کیلومتر دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. این دشت حالت کشیده داشته و تمامی پیرامون آن را ارتفاعات و بخش مرکزی را آبخوان آبرفتی تشکیل می‌دهد.(Hamraz et al., 2019). اطلاعات موردنیاز چاه‌های موردمطالعه دشت بیرجند جهت ارزیابی شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی از سازمان آب منطقه‌ای خراسان جنوبی دریافت شد. (شکل1)

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی مورد مطالعه

**شکل 1- موقعیت مکانی استان خراسان جنوبی، دشت بیرجند، آبخوان دشت بیرجند و چاه های مورد مطالعه**

**Figure 1- Location of South Khorasan province, Birjand plain, Birjand plain aquifer and wells studied**

ارزیابی کیفیت آب، شناسایی عوامل آلاینده و نقاط آلوده در مناطقی که از منابع آب زیرزمینی برای مصارف شرب استفاده می شود بسیار با اهمیت است. بنابراین استفاده ازشاخص‌های بررسی و پایش آب زیرزمینی در آبخوان‌هایی که جهت مصارف خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند، امری ضروری و حیاتی تلقی می‌گردد( Stigter et al.,2006). برای ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی که آلودگی آن ناشی از منابع انسانی می‌باشد، از شاخص آلودگی آب زیرزمینی که اولین، بار توسط Suba Rao (2012) پیشنهاد شده است، استفاده می شود. تعیین کیفیت آبخوان بااستفاده از شاخص PIG طبق نظریه Suba Rao (2012) شامل 5 مرحله زیر می‌باشد:

مرحله اول: تعیین وزن نسبیRw

وزن نسبی ، با توجه به تاثیر آن بر سلامت انسان به هر پارامتر تخصیص داده می شود. دامنه اندازه عددی Rw بین 1تا 5 است. کمترین نقش قابل توجه در سلامت مربوط به مقدار 1 می باشد، در حالی که 5 بیشترین نقش را در سلامتی انسان دارد. این مقادیر توسط Suba Rao (2012) ارائه شده است.

**جدول1- مقادیر وزن نسبی**

**Table 1- Relative weight values**

| پارامتر های شیمیایی | وزن نسبی Rw |
|---|---|
| $So_4^{2-}$ | **5** |
| Mg | **2** |
| $Hco_3^-$ | **3** |
| Cl | **4** |
| Ca | **2** |
| K | **1** |
| Na | **4** |
| pH | **5** |
| TDS | **5** |
| میزان آلودگی | محدوده PIG |
| مناطق با آلودگی ناچیز | PIG<1.0 |

مرحله دوم: تعیین پارامتر وزنWp: برای ارزیابی نسبی هر یک از متغیر های موثر بر کیفیت آب از معادله 1 استفاده می شود. پارامتر وزن، نسبت وزن نسبی هر پارامتر را به مجموع وزن نسبی همه پارامترها می‌سنجد.

$$Wp = \frac{Rw}{\sum Rw} \qquad (1)$$

: تعیین غلظت

آب با توجه به نوشیدن آن و استاندارد کیفیت آب برآورد می‌شود. Sc از تقسیم غلظت C هر پارامتر بر مقدار مجاز آن طبق استاندارد کیفیت آب آشامیدنی مربوطه (Ds) بدست می‌آید. در این مطالعه از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی استفاده می‌شود.

$$Sc = {}^{C}/_{Ds} \qquad (2)$$

مرحله چهارم: تعیین کیفیت کلی آب Ow: برای تعیین کیفیت کلی آب، وزن هر پارامتر در مقدار Sc مربوطه ضرب می شود.

$$Ow = Wp \times Sc \qquad (3)$$

مرحله پنجم: محاسبه شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی PIG:

$$PIG = \sum Ow \qquad (4)$$

بنابراین، شاخص PIG طبق مقادیر ارائه شده توسط Suba Rao (2012) طبقه بندی می‌شود. (جدول 2)

**جدول 2- طبقه‌بندی شاخص PIG**

**Table 2- Classification of PIG index**

| | |
|---|---|
| مناطق با آلودگی کم | $1.0 \leq PIG < 1.5$ |
| مناطق با آلودگی متوسط | $1.5 \leq PIG < 2.0$ |
| مناطق با آلودگی زیاد | $2.0 \leq PIG < 2.5$ |
| مناطق با آلودگی بسیار زیاد | $PIG \geq 2.5$ |

## نتایج و بحث

با توجه به اهمیت منابع آب‌های زیرزمینی و بحران کم آبی در ایران باید توجه بسیارزیادی به این منابع شود. یکی از چالش‌ها در این خصوص آلوده شدن این منابع است، لذا با بررسی‌های مناسب باید مناطقی که تحت تأثیر آلودگی قرار دارند شناسایی شده و برای رفع آلودگی اقدامات لازم صورت گیرد. در بسیاری از موارد، آلودگی آب‌های زیرزمینی بعد از آلوده شدن چاه‌های آب شرب شناسایی می‌شوند

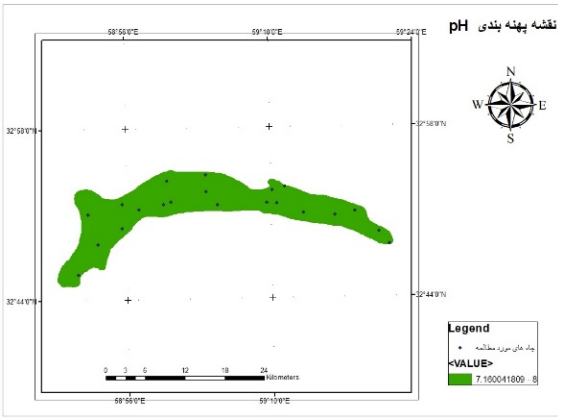
(Eftekhari et al.,2019). در این مطالعه 22 چاه برداشتی جهت بررسی آبخوان دشت، مربوط به سال1399 توسط سازمان آب منطقه‌ای خراسان جنوبی اخذ شده است. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین به همراه استاندارد سازمان بهداشت جهانی در جدول (3) آمده است:

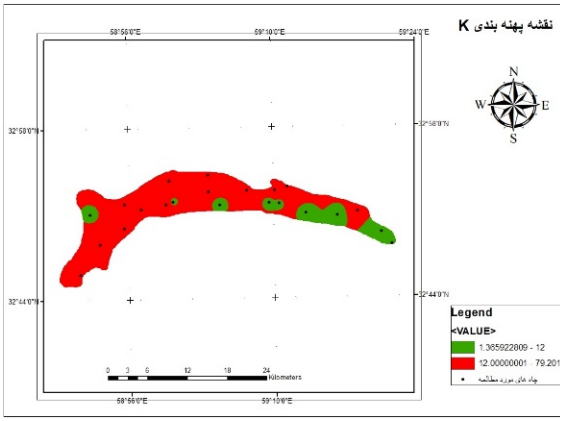
**جدول3- مقادیرکمینه، بیشینه و میانگین غلظت پارامترهای اندازه گیری شده در هر نمونه آب و استاندارد سازمان بهداشت جهانی**

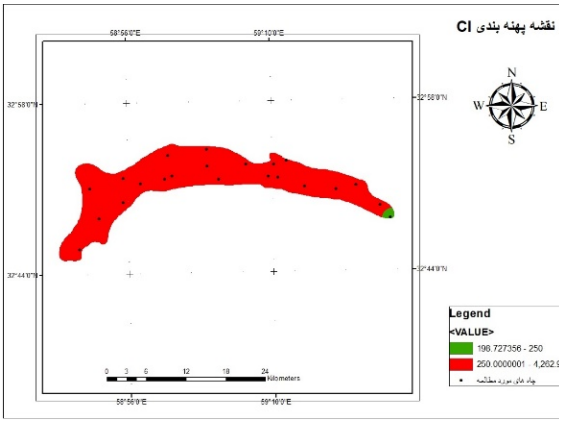
**Table 3- Minimum, maximum and average values of the measured parameters in each water sample and the standard of the World Health Organization**

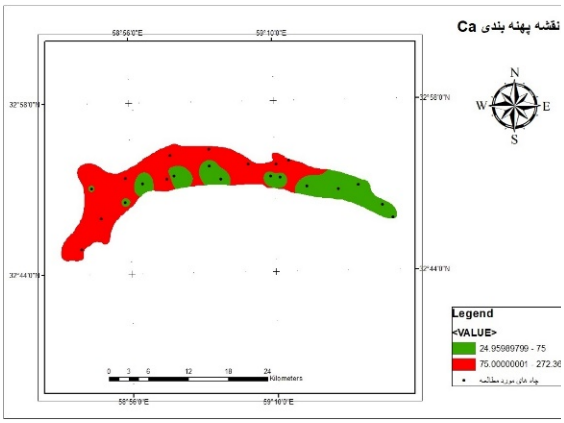
| پارامترها | بیشینه (mg/l) | کمینه (mg/l) | میانگین (mg/l) | WHO (mg/l) |
|---|---|---|---|---|
| C- | 4268.116 | 198.668 | 1077.71 | 250 |
| Na | 4212.5 | 173.864 | 808.96 | 200 |
| K | 79.3 | 1.28 | 21.194 | 12 |
| Ca | 272.4 | 24.84 | 97.861 | 75 |
| Mg | 252.8 | 63.3 | 135.7 | 50 |
| TDS | 12334.16 | 935.452 | 3024.25 | 1000 |
| pH | 7.99 | 7.16 | 7.523 | 8 |
| $HCO_3^-$ | 548.69 | 140.813 | 302.863 | 250l |
| $SO_4^{2-}$ | 3850.84 | 141.566 | 778.905 | 250 |

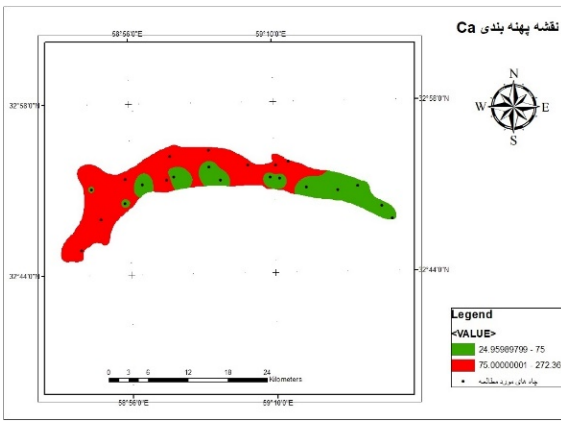
با توجه به جدول3، همه پارامترهای شیمیایی به جز pH از حد مجاز بیشتر هستند و این نشان دهنده آلودگی آب زیرزمینی دشت بیرجند می‌باشد. نقشه‌های پهنه‌بندی هر پارامتر با استفاده از روش IDW در محیط نرم افزار Arc GIS (10.3) رسم شده است. روش درونیابی IDW بر این فرض استوار است که تأثیر پدیده موردنظر با افزایش مسافت کاهش می‌یابد به بیانی دیگر پدیده پیوسته در نقاط اندازه‌گیری نشده، بیشترین شباهت را به نزدیکترین نقاط برداشت شده دارد. نقشه پهنه بندی هر پارامتر توسط ابزار IDW در شکل 2 آمده است:

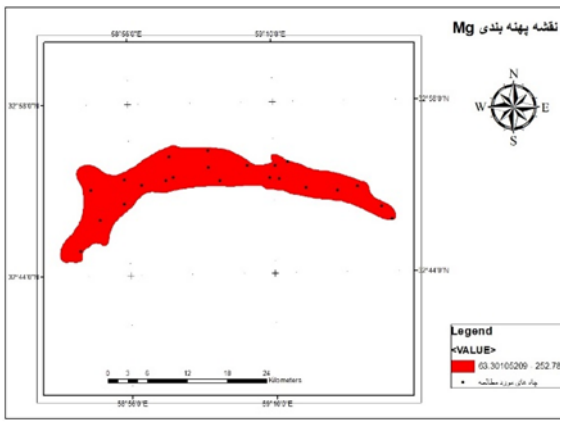

نقشه پهنه بندی pH
Legend
<VALUE>
7.160041809 - 8
چاه های مورد مطالعه
Kilometers

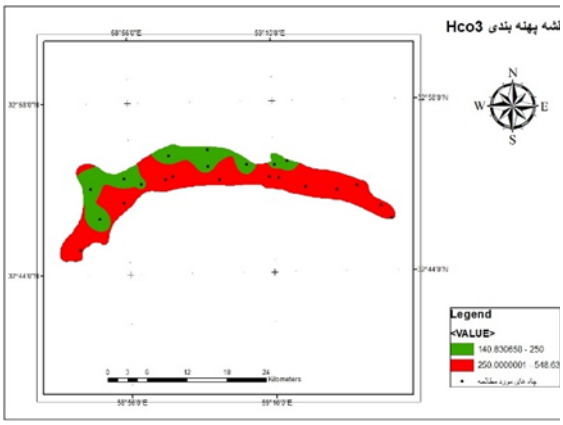

نقشه پهنه بندی K
Legend
<VALUE>
1.365922009 - 12
12.00000001 - 79.201
چاه های مورد مطالعه
Kilometers

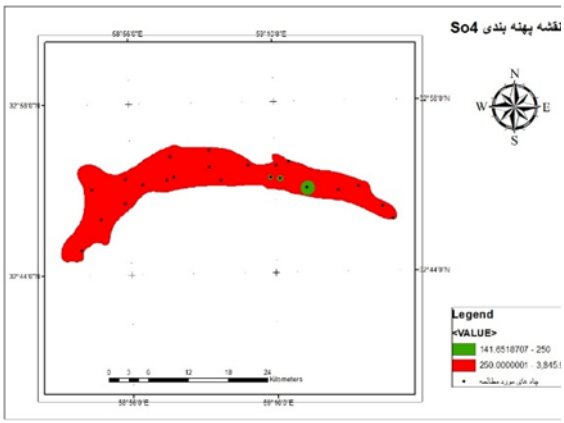

نقشه پهنه بندی Cl
Legend
<VALUE>
196.727356 - 250
250.0000001 - 4,262.5
چاه های مورد مطالعه
Kilometers

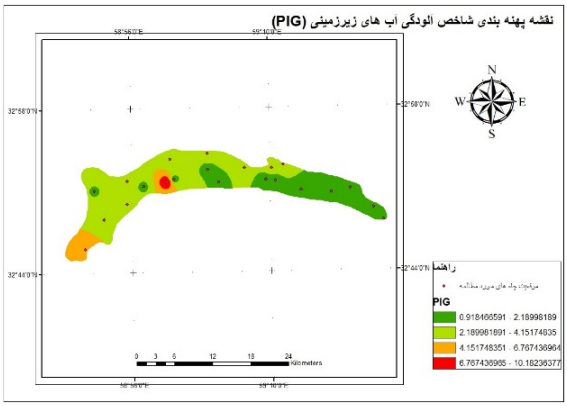

نقشه پهنه بندی Ca
Legend
<VALUE>
24.95989799 - 75
75.00000001 - 272.36
چاه های مورد مطالعه
Kilometers


نقشه پهنه بندی Ca
Legend
<VALUE>
24.95989799 - 75
75.00000001 - 272.36
چاه های مورد مطالعه
Kilometers


نقشه پهنه بندی Mg
Legend
<VALUE>
63.30105209 - 252.78
چاه های مورد مطالعه
Kilometers


نقشه پهنه بندی Hco3
Legend
<VALUE>
140.830658 - 250
250.0000001 - 548.63
چاه های مورد مطالعه
Kilometers


نقشه پهنه بندی So4
Legend
<VALUE>
141.651870 - 250
250.0000001 - 3,845
چاه های مورد مطالعه
Kilometers

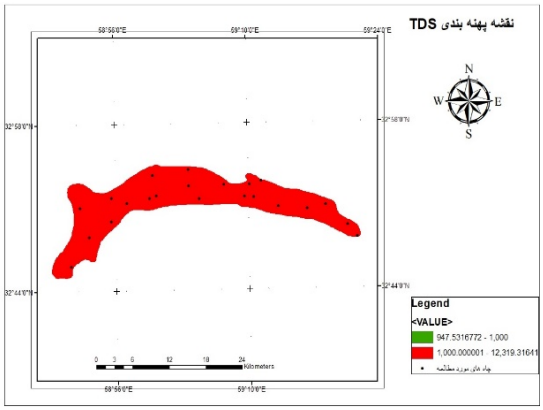



**شکل2- نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای شیمیایی آبخوان دشت بیرجند**

**Figure 2-Zoning maps of chemical parameters of Birjand plain aquifer**

در شکل 2 نقشه‌های کلاس‌بندی شده پارامترهای شیمیایی آمده است. کلاس‌بندی به این صورت انجام شده است که از حداقل میزان پارامتر شیمیایی تا مقدار حد مجاز در طبقه مناسب (سبز ) قرار گرفته و از مقدار حد مجاز تا مقدار حداکثر داده‌های پارامترهای شیمیایی در طبقه نامناسب (قرمز) قرار گرفته است. نقشه پهنه‌بندی pH دارای یک طبقه است به این دلیل که میزان حد استاندارد WHO برابر 8 می باشد و pH تمامی چاه‌ها در محدوده مناسب قرار گرفته است. همچنین نقشه پهنه‌بندی منیزیم فقط دارای طبقه نامناسب است چرا که حداقل داده پارامتر از حد مجاز بیشتر است. بنابراین به‌طورکلی میزان آلاینده‌های شیمیایی آبخوان بیرجند نسبت به حد استاندارد زیاد است.

پس از تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای شیمیایی و با ترکیب این نقشه‌ها در محیط Arc Gis با استفاده از ابزار Raster calculate نقشه شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی محاسبه شد.(شکل3).




**شکل3- نقشه پهنه بندی شاخص آلودگی آب های زیرزمینی** (PIG)

**Figure 3- Groundwater Pollution Index (PIG) zoning map**

با توجه به شکل3، در سمت شرق آبخوان میزان آلودگی کم است و هر چه به سمت غرب پیش می رویم آلودگی شیمیایی افزایش می‌یابد. در مناطقی که PIG بالاتر از 2/5 باشد در محدوده آلودگی بسیارزیاد قرار می‌گیرد. با توجه به محاسبات PIG که در GIS انجام شده است (شکل3) و طبقه‌بندی ارائه شده توسط سوبا رائو (2012) در جدول2، 43/25 درصد مناطق دارای آلودگی کم و ناچیز می‌باشد(مناطق سبز پررنگ)، 47/9 درصد از مناطق دارای آلودگی متوسط (سبز کمرنگ)، 8/22 درصد آبخوان دارای آلودگی زیاد (نارنجی رنگ)0/63 درصد دارای آلودگی بسیارزیاد (قرمز رنگ) می‌باشد. یکی از دلایل آلودگی بیشتر غرب دشت نسبت به شرق، می‌تواند پرجمعیت‌تر بودن آن منطقه باشد. از دیگر دلایل، می‌توان به وجود شیب رودخانه از شرق به غرب اشاره کرد. همچنین برداشت زیاد از سفره آب زیرزمینی سبب افزایش آلودگی شده است. بنابراین بهتراست از چاه‌هایی که در منطقه آلودگی زیاد و بسیارزیاد قرار گرفته، جهت شرب استفاده نشود. لازم به ذکر است اگر برداشت‌ها از سطح سفره آب‌های زیرزمینی بیرجند با همین روند ادامه یابد مناطق خطر متوسط و چه بسا که مناطق با خطر کم هم گرفتار آلودگی بیشتر خواهندشد.

## نتیجه گیری

دشت بیرجند با توجه به قرارگرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک، از آب‌های زیرزمینی به عنوان منبع آب شیرین استفاده می‌گردد. در سال‌های اخیر، با توجه به کاهش نزولات در این دشت، منجر به تغییرات کیفی آبخوان گردیده است (همراز و همکاران، 1397). در این مطالعه با استفاده از شاخص آلودگی آب‌های زیرزمینی، آبخوان دشت بیرجند موردمطالعه قرار گرفت. پس از تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای شیمیایی و تهیه نقشه PIG در نرم‌افزار Arc GIS، مشخص شد در آب زیرزمینی، آلودگی شیمیایی بیشتری در منطقه غرب دشت نسبت به شرق آن وجود دارد. از لحاظ مساحت، 43/25 درصد از مساحت کل آبخوان دارای آلودگی کم و ناچیز (مناطق سبز پررنگ)، 47/9 درصد از آبخوان دارای آلودگی متوسط (سبز کمرنگ)، 8/22 درصد آبخوان دارای آلودگی زیاد (نارنجی رنگ) و 0/63 درصد دارای آلودگی بسیار زیاد (قرمز رنگ) می‌باشد. بنابراین توصیه می‌شود از 2 چاهی که در منطقه قرمز و نارنجی با آلودگی زیاد و بسیارزیاد قرار می‌گیرد، جهت شرب استفاده نشود. با توجه به اینکه در دشت بیرجند بارندگی کمی صورت می‌گیرد و برداشت از چاه‌ها بیشتر از میزان بارندگی سالیانه می‌باشد و همچنین استفاده زیادی از سموم و کودها جهت دفع آفات کشاورزی می شود، آلودگی شیمیایی منطقه مستعد زیادشدن، می‌باشد. درصورتی‌که این مسائل ادامه یابد، آلودگی آبخوان افزایش یافته و از کیفیت آن می‌کاهد. توصیه می‌شود مطالعات دیگری در این زمینه انجام شود.

## منابع


1. Eftekhari, M., Akbari, M., Ghezel Soflu, A., 2019. Assessing the qualitative vulnerability of Birjand plain aquifer by SINTACS method - natural environment (Iranian natural resources), 72 (3), 294-279. [in Persian].

2. Egbueri, J.C., 2020. Groundwater quality assessment using pollution index of groundwater (PIG), ecological risk index (ERI) and hierarchical cluster analysis (HCA): A case study. Journal Groundwater for Sustainable Development.

3. Hamraz, B., Shahidi, A., Khashei Siouki, A, 2019. Qualitative evaluation of Birjand plain aquifer for performing pressurized irrigation using marking geostatistical method - Iranian Journal of Irrigation and Drainage 13 (1), 34-44. [in Persian].

4. Stigter, T.Y., Ribeiro, L., & CarvalhoDill, A.M.M. 2006. Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agroenvironmental policies–Two Portuguese case studies. Hydrology, 327, 578-591.

5. Subba Rao, N., 2012. PIG: a numerical index for dissemination of groundwater contamination zones. Hydrol Process 26, 3344–3350

6. Subba Rao, N., 2018. Groundwater quality from a part of Prakasam district, Andhra Pradesh, India. Appl Water Sci 8:30.

7. Subba Rao, N., Sunitha, B., Rambabu, R., Nageswara Rao, P.V., Surya Rao, P., Deepthi Spandana, B., Sravanthi, M. & Deepali Marghade. 2018. Quality and degree of pollution of groundwater, using PIG from a rural part of Telangana State, India. Appl Water Sci 8:227

8. Tavakoli, Mohammadi, M., Khodadadi, A., Partani, p., Marzban, M., 2011. Investigation of heavy metal pollutants in Zanjan province using GIS. Proceedings of the 30th Earth Science Conference. [in Persian].

9. Verma, A., Singh, N. B., 2021. Evaluation of groundwater quality using pollution index of groundwater (PIG) and non-carcinogenic health risk assessment in part of the Gangetic Basin. Acta Geochimica40:419-440.

10. Wagner, W., Zomenis, S.L. and Plöthner, D., 1990. "Groundwater quality in the region between Nicosia", Larnacal and Limassol, Cyprus. Geologisches Jahrbuch, Reihe C, Heft 54, Hannover

**Journal of Aquifer and Qanat (semi-annual)**

**Vol 3, No 2, Autumn & Winter, 2021**

**P 24-32**

http://dx.doi.org/ 10.22077/jaaq.2022.2194

**University of Birjand**

**Original Article:**

# Evaluation of chemical pollution of Birjand plain aquifer using groundwater pollution index (PIG)

**Nafise Izadi[*1], Abbas Khashei Sioki[2], Mohsen Pourreza Bilondi[3] and Reza Hashemi[4]**

[*1]Senior expert in water science and engineering, Birjand University, Birjand
[2]Professor, Department of Water Science and Engineering, Birjand University, Birjand
[3]Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Birjand University, Birjand
[4] Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Birjand University, Birjand

*Corresponding Author E-mail: Nafise.izadi1375@gmail.com
**Received: 21/09/2021 Accepted: 08/11/2021**

**Abstract**

Today, one of the problems with drinking water from groundwater is its quality. Many substances dissolved in water are undesirable. Minerals, gases, and organic matter dissolved in water can cause unpleasant colors, tastes, and odors. Some chemical compounds may be toxic, and some soluble organic components have been shown to be carcinogenic. Of course, it should be noted that not all water-soluble substances are undesirable, but the amount of desirable water-soluble substances is very small. In this study, the water quality of Birjand plain aquifer is measured using an indicator called groundwater pollution index (PIG). This index evaluates the quality of groundwater chemically. The PIG index quantifies the concentration measured in water samples according to the limit in the World Drinking Water Standards (WHO). For this purpose, zoning maps of chemical parameters affecting the PIG index including chlorine, sodium, potassium, calcium, magnesium, TDS, pH, bicarbonate, sulfate were prepared using Arc GIS software (10.3); Then PIG index calculations were performed in GIS software and groundwater pollution index map was drawn.According to the classification, 43.25% of the total aquifer area is low and insignificant pollution, 47.9% of the areas are moderately polluted, 8.22% of the aquifer is highly polluted and 0.63% is highly polluted. This indicates that the pollution of the aquifer of Birjand plain is moderate to chemical elements and failure to observe the optimal use of groundwater can increase pollution in the aquifer.

**Keywords:** PIG Index, (WHO) Standard, Birjand Aquifer, Chemical Parameters