مجله علمی – تحقیقی علوم انجنیری پوهنتون بغلان
د بغلان پوهنتون د انجنيري علومو علمي او څېړنيزه مجله
https://baghlan.edu.af -/ volume (1) , Issue (2), 2024, P (1-25)

تشخیص عوامل مؤثر بر شاخص های کمی معدن طلا دریای خطایان تخار با استفاده از روش‌های AHP و SAW

[1]صالح محمد صالحی عضو کادر علمی دیپارتمنت انجنیری استخراج معادن پوهنحی انجنیری پوهنتون بغلان
محمد بشیر ایماق عضو کادر علمی دیپارتمنت انجنیری استخراج معادن پوهنحی انجنیری پوهنتون بغلان

Identifying the Factors Affecting the Quantitative Indicators of Khatayan Takhar River Gold Mine by Using AHP and SAW Methods

Abstract

The sedimentary gold mine of Khatayan River, which is located in Takhar province, that is one of the active mines in the country, where several small and large companies are currently operating, and it is one of the sources of production in the field of mining of the Ministry of Mines and Petroleum. The purpose of this research is to identify and diagnose the factors affecting the quantitative indicators of river khatayan gold mine in Takhar province by using AHP and SAW methods. The study is of an analytical type and based on a survey of experts and workers who actually work in the mining area, by arranging and distributing questionnaires in the form of AHP and SAW methods, with 4 options and 18 criteria. In general, in this research, a model of decision-making structure based on AHP and SAW methods has been introduced to identify the effective factors on the quantitative indicators of khatayan river gold mine. SAW method is used as an efficient and effective method in prioritizing options. The results obtained from this research show that the factor of mining method with a weight of 0.391 is in the first rank and the factor of sediment characteristics with a weight of 0.159 is in the last rank of the effects and And the rest of the factors, according to their weights, have been placed in different positions of the high effects of the quantitative indicators of the khatayan river gold mine in Takhar.

Keywords: Khatayan River, AHP method, SAW method, Quantitative indicators, identification, Takhar, Gold

[1]*Email : s.salehy123@gmail.com*

چکیده

معدن طلا رسوبی دریای خطایان که در ولایت تخار موقعیت دارد یکی از معادن فعال در کشور بوده که اکنون چندین شرکت خورد و بزرگ در آن فعالیت دارند و از جمله منابع تولید در حوزه معدن‌کاری وزارت معادن و پترولیم می‌باشد. هدف پژوهش هذا، شناسایی و تشخیص عوامل مؤثر بر شاخص‌های کمی معدن طلا دریای خطایان ولایت تخار با استفاده از روش‌های AHP و SAW می‌باشد. مطالعه از نوع تحلیلی بوده و براساس نظر سنجی از کارشناسان و کارگران که عملاً در ساحه معدن کار می نمایند، از طریق ترتیب و توزیع پرسشنامه‌ها در قالب روش‌های AHP و SAW ، با ۴ گزینه و ۱۸ معیار انجام یافته است. بطور کلی در این تحقیق الگویی از ساختار تصمیم‌گیری بر مبنای روش‌های AHP و SAW جهت شناسایی تشخیص عوامل مؤثر بر شاخص‌های کمی معدن طلا دریای خطایان معرفی گردیده است. روش SAW به عنوان روش کارامد و اثر بخش در اولویت بندی گزینه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از تحقیق هذا نشان میدهد که عامل روش استخراج با وزن ۰,۳۹۱ در رتبه نخست و عامل خصوصیات ترسبات با وزن ۰,۱۵۹ در رتبه اخیر میزان تاثیرات و بقیه عوامل با توجه به اوزان آنها در جایگاه‌های مختلف میزان تاثیرات بالای شاخص‌های کمی معدن طلا دریای خطایان تخار قرار گرفته است.

کلید واژه ها: دریای خطایان، روش AHP ، روشSAW ، شاخص‌های کمی، تخار، طلا

۲ مقدمه

طلا یکی از منرال‌های مهم در طبیعت بوده که دارای خواص مهم فزیکی و کیمیاوی است. این منرال کاربرد صنعتی نیز دارد. منرال طلا در طبیعت به معادن مختلف از نگاه منشأ رابطه دارد. معادن از نگاه منشأ پیدایش به سه سلسله بزرگ تصنیف گردیده است که شامل سلسله‌های اندوجینی، اکزوجینی و میتامورفوجینی می‌باشد (ایماق, ۱۴۰۲, ص. ۳۳). افغانستان کشوری است که ضمن داشتن منابع معدنی متعدد، ذخایر متعدد طلا را نیز در خود جا داداه است. معادن طلا افغانستان از نگاه منشأ پیدایش نیز به سلسله و صنف مختلف معادن مرتبط است. ولایت تخار در شمال شرق کشور یکی از ولایات است که معادن طلا سمتی، نورابه درآن موقعیت دارد. (ذکی, ۱۳۹۴, ص. ۱۴). همچنان در ولایت تخار ذخایر و ظواهر معدنی متعدد طلا دیگر نیز وجود دارد که مردم از سال‌های متمادی بدین‌سو از آن به طریقه زرشوی و سنتی طلا را استخراج می‌کنند. یکی از ساحات که طلا

عملا به مقیاس نسبتا بزرگ در سطح افغانستان استخراج می‌گردد، سواحل دریا خطایان شهر تالقان ولایت تخار است. اکنون در سواحل دریا خطایان شرکت‌های متعدد عملا مصرف استخراج طلا است. چون معدن طلا در ساحه دریا خطایات به سلسله معادن اکزوجینی و صنف معادن رسوبی متعلق بوده و میزان منرال های طلا در نقاط مختلف مسیر و سواحل دریا متفاوت است. دریافت مکان تجمع منرال‌ها منحیث معادن و تشخیص قانونمندی و عوامل مؤثر بر تجمع منرال‌ها در ساحه مسله‌ای بوده که همیشه انجنیران و متخصصین معادن به آن مواجه است. نسبت عدم اجرای تفحص و اکتشاف دقیق ساحه، گسترش منرال‌های طلا در سواحل دریا خطایان تشخیص و تعیین نگردیده و شرکت ها برای دریافت کمیت بلند منرال طلا در سواحل دریا به مشکلات مواجه است.

با انجام این تحقیق عوامل مؤثر برشاخص های کمی و قانونمندی گسترش منرال طلا تا حدی تشخیص می گردد، دریافت عوامل مؤثر به شاخص‌های کمی کمک می کند که کیمت بلند از منرال‌های طلا در موقع استخرج طلا از سواحل دریا خطایان شهر تالقان ولایت تخار بدست آمده، مؤثریت و بازدهی معدن متذکره بیشتر گردیده و از طریق کاهش هزینه استخراج، دریافت کمیت زیادتر منرال طلا در رشد شرایط اقتصادی کشور مؤثر واقع می گردد. اهداف که این تحقیق آن را دنبال میکند قرار ذیل است:

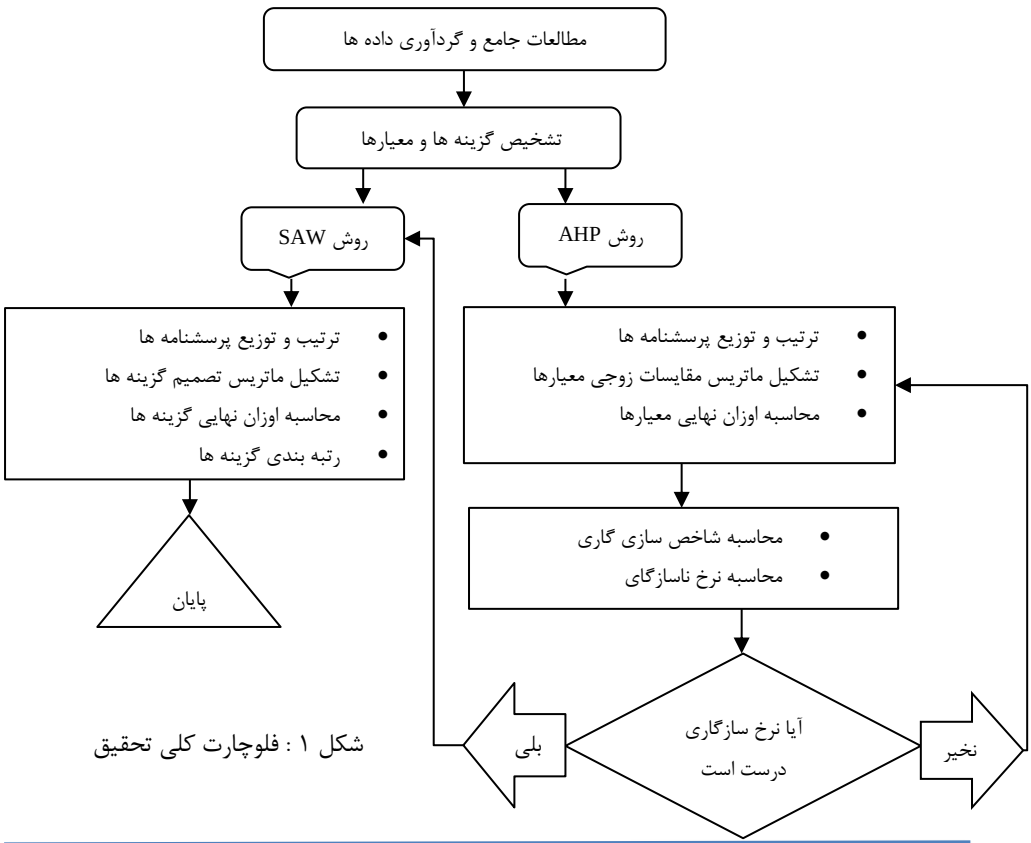
- شناسی عوامل که سبب حصول بیشتر منرال طلا از معادن طلا دریا خطایان می‌شود.
- تعیین نقش عوامل جیولوجیکی و استخراجی در کسب کمیت بلند منرال‌های طلا.
- تشخیص عوامل شاخص‌های کمی در معدن طلا دریا خطایان شهر تالقان و لایت تخار.

روش تحقیق درین مقاله ساحوی است، چون دریافت دقیق میزان گسترش منرال ها در ساحه ایجاب تفحص و اکتشاف دقیق را می‌کند، اما انجام این پروسه تقاضا هزینه هنگفت مالی را دارد، یکی از طریقه‌های که تا حدی می‌تواند با استفاده از نظریات کارشناسان، متخصصین و انجنیران و کارکنان ماهر در ساحه عوامل مؤثر و همچنان قانونمندی گسترش منرال‌های طلا را در سواحل دریا خطایان به هزینه کم منعکس بسازد، روش ساحوی با استفاده از میتود AHP و SAW می باشد. درین روش اطلاعات ساحه از طریق پرسشنامه و مصاحبه با متخصصین و کارشناسان جمع آوری گردیده و بعداً مورد تحلیل قرار می گیرد. با انجام این تحقیق عوامل شاخص‌های کمی منرال‌های طلا در دریا خطایان شهر تالقان ولایت تخار مشخص گردیده و عمده ترین پرسش این تحقیق به آن پاسخ پیدا خواهد کرد.

۲ مواد و روش تحقیق

۲-۱. روش تحقیق

در این تحقیق بعد از مطالعات کتابخانه‌ای و بازدید از ساحه، عوامل مؤثر بر شاخص‌های کمی طلا دریای خطایان تعریف گردیده و با توجه به عوامل نامبرده، معیارهای مربوط به آن نیز تعریف شده است و سپس پرسشنامه اول در قالب روش AHP به منظور دریافت اوزان معیارها ترتیب یافته که شامل جدول ۱ پیوست۱ می باشد و با ۱۰ نفر از خبرگان و متخصصین رشته معدن مصاحبه صورت گرفته است. بعد از دریافت اوزان معیارها، پرسشنامه دوم در قالب روش SAW ترتیب یافته و با ۱۰ نفر از خبرگان نیز مصاحبه صورت گرفته است. با توجه به گام های روش SAW و نتایج روش AHP ، اوزان عوامل مؤثر دریافت گردیده و بر مبنای آن رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام یافته است. به منظور وضاحت بیشتر هر پژوهش نیاز است تا ساختار کلی آن ترسیم گردد. از اینرو در تحقیق هذا نیز تماما مراحل تحقیق در قالب فلورچارت در شکل ۱ بیان شده است.



شکل ۱ : فلوچارت کلی تحقیق

۲-۲. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش AHP یک تکنیک ساختار یافته می باشد که در سال ۱۹۷۲ توسط توماس ال. ساعتی[1] به جهان معرفی شده و بعد از آن گسترش زیادی یافته است. این روش بر پایه یک ساختار ماتریسی و همچنین مؤلفه‌های که یک تخمین نزدیک از اوزان معیارها می‌دهند، بنا شده است. این روش قابلیت بسیار زیادی در مباحث تصمیم‌گیری دارد و در مسایل از قبیل تجارت، صنعت، سلامت و آموزش می‌توان از آن استفاده کرد. این روش کمک می‌کند تا مسایل ذهنی را به کمک مباحث عددی حل کرد(Forman & Gass, 2001).

روش AHP زمینه را برای تبدیل مسایل پیچیده به یک سلسله مراتب منطقی و ساده‌تر فراهم می آورد تا در چارچوب آن برنامه‌ریزی بتواند گزینه‌ها را با توجه به معیارها و زیرمعیارها به راحتی ارزیابی کند. در اصل استفاده کنندگان روش AHP مساله تصمیم گیری مورد نظر خود را در ابتدا در قالب یک سلسله مراتبی قرار می‌دهند به صورتی که بتوانند هر کدام از شاخه های آنرا به صورت مستقل (با فرض عدم وجود همبستگی بین معیارها) بررسی کرده و به صورت خیلی ساده تر، از طریق گام‌های روش AHP به نتیجه مطلوب برسانند (Canco et al., 2021). به صورت کلی فرایند تحلیل سلسله مراتبی به ترتیب زیر است:

- طراحی ساختار سلسله مراتبی
- مقایسات زوجی معیارهای تصمیم‌گیری
- مقایسه هر یک از گزینه ها نسبت به هر فاکتور.
- استخراج اولویت‌ها از جدول مقایسه‌ای.
- نتیجه‌گیری.

پس از مشخص شدن سلسله مراتبی، باید ماتریس های مقایسه زوجی بر اساس نظر شخص تصیمم گیرنده تعیین گردد (Saranya et al., 2021). این عمل برای اجرا در هر سطح به صورت جداگانه

[1] *Saaty*

انجام می‌گیرد. به طور کلی اگر تعداد گزینه‌ها[1] و معیارها[2] به ترتیب برابر m و n باشد، آنگاه ماتریس-های مقایسه زوجی گزینه‌ها به صورت $m \times m$ و ماتریس مقایسه زوجی معیارها یک ماتریس $n \times n$ خواهد بود(Pavan & Todeschini, 2009).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad a_{ij} = (a_{ik}) \times (a_{kj}) \qquad (۱)$$

اگر در ماتریس مقایسات زوجی، رابطه بالا فقط و فقط برای یکی از i, j, k ها برقرار نباشد، ماتریس ناسازگار خواهد بود. به طوری عموم ماتریس مقایسات زوجی باید دارای خصوصیات زیر باشد(Ágoston & Csató, 2022):

- اگر ماتریس مقایسات زوجی $A = (a_{ij})_{n \times n}$ را در نظر بگیریم در صورتی که مقادیر ویژه ماتریس A باشد، آنگاه داریم: $\{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n\}$

$$\sum_{i=1}^{n} \tau_i = n \qquad (۲)$$

- اگر $\tau_{max} = Max_i(\tau_i)$ و n برابر بعد ماتریس مقایسه زوجی باشد، آنگاه داریم:

$$\tau_{max} \geq n \qquad (۳)$$

اگر $\tau_{max} = n$ باشد، ماتریس A سازگاری است و در صورتی که $\tau_{max} > n$ باشد، نشان دهنده ناسازگاری ماتریس می باشد. در ماتریس های ناسازگار بعضی از مقادیر ویژه می توانند منفی شوند بنابر این می توان گفت برای این که مجموع مقادیر ویژه برابر n باشد، باید $\tau_{max} \geq n$ باشد. محاسبه اوزان معیارها نقش بسیار تعیین کننده ای در حل مسایل تصمیم گیری دارد. محاسبه وزن در فرایند تحلیل سلسله مراتبی در دو قسمت جداگانه (وزن نسبی[3] و وزن نهایی[4]) مورد بحث قرار می گیرد(Vinogradova et al., 2018). روش های محاسبه وزن نسبی ماتریس تصمیم به طور عمده به دو گروه (روش های دقیق و روش های تقریبی) تقسیم می شوند. در این پژوهش وزن معیارها با استفاده از روش های تقریبی (مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی)

[1] *Alternatives*
[2] *Criterias*
[3] *Local Priority*
[4] *Overall Priority*

محاسبه گردیده است(Odu, 2019). نخست باید ماتریس تصمیم نرمال گردد جهت نرمال سازی ماتریس از روابط زیر استفاده می نمایم.

اهمیت محاسبه نرخ ناسازگاری در تایید اولیه داده های مقایسات زوجی و استفاده از آنها در تصمیم گیری می‌باشد، زیرا در صورتی که نرخ ناسازگاری از ۰,۱ بیشتر باشد، ماتریس داده های مقایسات زوجی از درجه اعتبار خیلی‌کم برخودار خواهد شد. شاخص ناسازگاری[1] $(I.I)$ و نرخ ناسازگاری[2] $(I.R)$ از روابط زیر محاسبه می گردد:

$$I.I = \frac{\tau_{max}-n}{n-1} \qquad (۴)$$

$$\tau_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \tau_{max}}{n} \qquad (۵)$$

$$\tau_{max.i} = \frac{A \times W}{W_i} \qquad (۶)$$

$$A_i = a_{ij} \times W_j \qquad i = 1, \qquad j = 1, \qquad (۷)$$

$$I.R = \frac{I.I}{I.I.R} \qquad (۸)$$

در صورتی که $I.R \leq 0.1$ باشد، سازگاری سیستم قابل قبول است. برای بدست آوردن نرخ ناسازگاری، مقدار شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی[3] $(I.I.R)$ را با توجه به ابعاد ماتریس، به صورت جدول ۱ در نظر می گیریم:

جدول ۱: مقدار شاخص ناسازگاری تصادفی با توجه به ابعاد ماتریس(Al., 2018)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
I.I.R	۰	۰	۰,۵۸	۰,۹	۱,۱۲	۱,۲۴	۱,۳۲	۱,۴۱	۱,۴۵	۱,۴۹	۱,۵۱	۱,۴۸	۱,۵۶	۱,۵۷	۱,۵۹

[1] *Inconsistency Index*
[2] *Inconsistency Ratio*
[3] *Inconsistency Index of Random matrix*

۲-۳. روش وزن دهی تجمعی ساده (SAW)

در روش SAW با استفاده از میانگین موزون، میزان اهمیت هر یک از گزینه‌ها را بدست آورده و سپس بیشترین مقدار بدست آمده به عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌گردد (Ciardiello & Genovese, 2023). مراحل این روش عبارت اند از(Taherdoost, 2023):

- تشکیل ماتریس تصمیم
- بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از روش نرمال سازی خطی
- تشکیل ماتریس موزون
- انتخاب گزینه برتر

۲-۴. تشخیص گزینه‌ها و معیارها

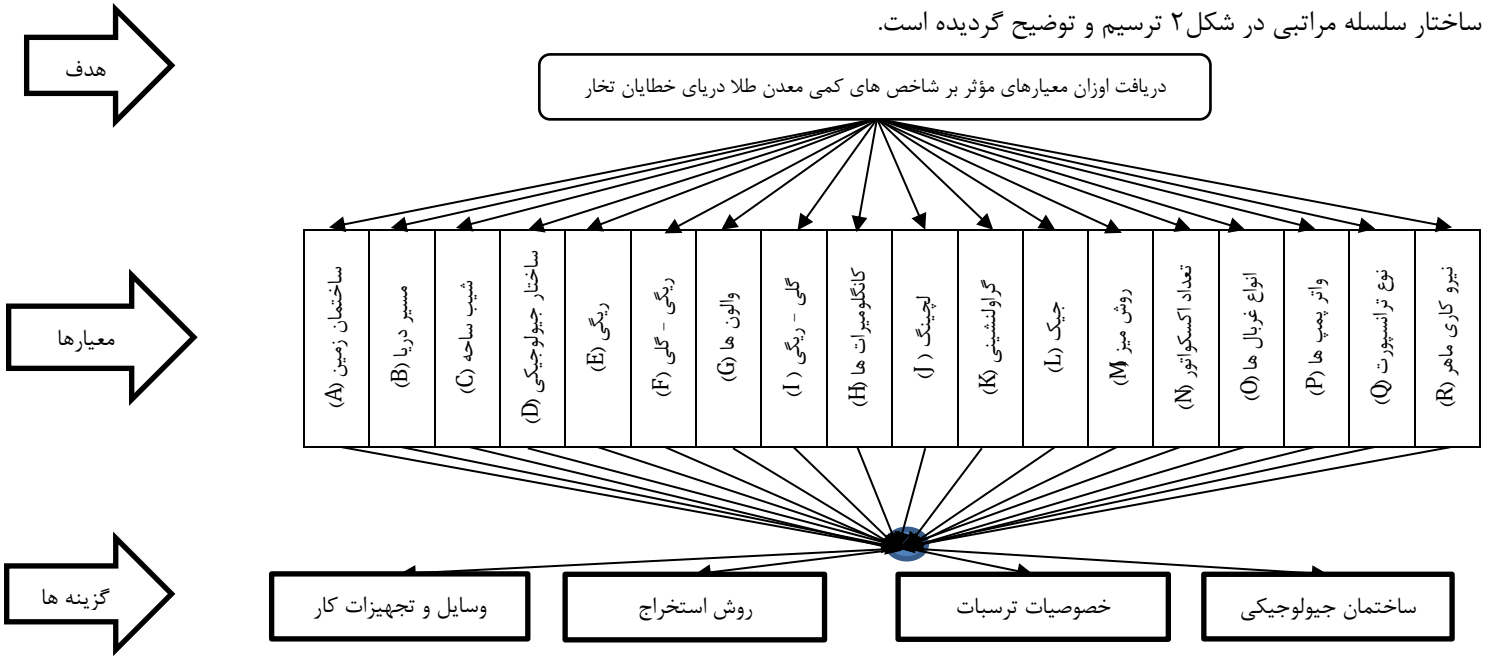
به منظور تشخیص و شناسایی گزینه‌ها و معیارها، نخست با متخصصین رشته و انجنیران ساحه در معدن طلا دریای خطایان تخار مصاحبه صورت گرفته و با توحید نظریات، ۴ مورد به عنوان گزینه‌های مرتبط شناسایی گردیده و سپس ۱۸ مورد به عنوان معیارهای مؤثر انتخاب گردیده است که در جدول ۲ مفصلاً توضیح یافته است.

جدول ۲ : گزینه‌ها و معیارهای شناسایی شده مؤثر بر شاخص‌های کمی معدن طلا دریای خطایان

	معیارها				گزینه ها
	ساختار جیولوجیکی (D)	شیب ساحه (C)	مسیر دریا (B)	ساختمان زمین (A)	ساختمان جیولوجیکی
کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	والون ها (G)	ریگی - گلی (F)	ریگی (E)	خصوصیات ترسبات
	روش میز (M)	جیک (L)	گراولنشینی (K)	لچینگ (J)	روش استخراج
نیرو کاری ماهر (R)	نوع ترانسپورت (Q)	واتر پمپ ها (P)	انواع غربال ها (O)	تعداد اکسکواتور (N)	وسایل و تجهیزات کار

5-2. تعیین اوزان معیارها با استفاده از روش AHP

به منظور تعیین اوزان معیارها، نخست نیاز است تا ساختار تحلیل سلسله مراتبی ترسیم گردیده و سپس با توجه به مراحل روش بقیه موارد محاسبه گردد. ساختار سلسله مراتبی در شکل۲ ترسیم و توضیح گردیده است.



شکل ۲: ساختار کلی تحلیل سلسله مراتبی

به منظور ارزیابی ارجحیت معیارها و تصمیم‌گیری خبرگان بشکل مقایسات زوجی نیاز است تا طیف از اعداد تعریف گردد، اعداد تعریف شده جهت ارزیابی ارجحیت معیارها در جدول۳ توضیح یافته است. خبرگان مقایسات زوجی را با استفاده از اعداد تعریف شده انجام داده و ماتریس تصمیم مقایسات زوجی بر اساس رابطه۱ تشکیل گردیده است و نتایج آن در جدول۲ پیوست ا توضیح یافته است.

جدول ۳: مقیاس امتیازدهی جهت ارزیابی ارجحیت معیارها

عبارات کلامی	توضیحات عددی	عکس اعداد
بسیار زیاد ارجح	۹	۰,۱۱
زیاد ارجح	۷	۰,۱۴
یکسان	۱	۱
کمی ارجح	۵	۰,۲۰
بسیار کم ارجح	۳	۰,۳۳

ماتریس تصمیم نرمالیزه شده و اوزان معیارها با استفاده از روش‌های تقریبی (مجموع سطری، مجموع ستونی و میانگین حسابی) محاسبه گردیده است که نتایج آن در جدول۳ پیوست۱ توضیح یافته است.

ماتریس وزنی معیارها با استفاده از رابطه۷ تشکیل گردیده و سپس میزان τ_{max} با استفاده از رابطه۵ محاسبه گردیده است که نتایج آن شامل جدول۴ پیوست۱ می باشد. در ادامه به منظور محاسبه شاخص ناسازگاری $(I.I)$ از رابطه۴ استفاده گردیده و هم چنان نرخ ناسازگاری $(I.R)$ با استفاده از رابطه۸ محاسبه شده است که نتایج آن درج جدول۸ می باشد و مقدار شاخص ناسازگاری تصادفی $(I.I.R)$ با توجه به ابعاد ماتریس از جدول۴ انتخاب شده است.

جدول ۴: شاخص ناسازگاری و نرخ ناسازگاری معیارها

تعداد معیارها	۱۸
lambda max	۳۰,۳۶
شاخص ناسازگاری (I.I)	۰,۷۳
نرخ ناسازگاری (.I.R)	۰,٤٦
شاخص ناسازگاری تصادفی(.constant(I.I.R	۱,۵۹

از آنجای که میزان نرخ ناسازگاری مساوی به ۰,۴۶ یعنی کمتر از اندازه استندرد آن (۰,۷۳) می‌باشد. بنابر این گفته می‌توانیم که ماتریس مقایسات زوجی ما سازگار می‌باشد.

۲-۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش SAW

از آنجای که میزان اوزان معیارها با استفاده از روش AHP دریافت گردیده است به منظور رتبه‌بندی گزینه‌ها از روش SAW استفاده شده است. نخست پرسشنامه‌ها در قالب روش SAW طراحی شده که نمونه آن در جدول۵ پیوست۱ نشان داده شده است. سپس با توجه‌به مراحل روش، طیف از اعداد جهت اهمیت‌دهی به معیارها نسبت به گزینه‌ها تعریف گردد، از اینرو اعداد تعریف شده درج جدول۵ می‌باشد.

جدول ۵: اعداد تعریف‌شده جهت ارزیابی اهمیت معیارها نسبت به گزینه‌ها

توضیحات	اندازه اهمیت
اهمیت یکسان	۱
اهمیت متوسط	۲
اهمیت زیاد	۳
اهمیت بسیار زیاد	۴
اهمیت فوق العاده زیاد	۵

بعد از ترتیب و توزیع پرسشنامه‌ها، خبرگان اهمیت معیارها را نسبت به گزینه‌ها برمبنای اعداد تعریف شده تعیین نموده است و ماتریس تصمیم با توجه به نتایج پرسشنامه‌ها و استفاده از رابطه۹ تشکیل گردیده که شامل جدول۶ پیوست۱ می‌باشد.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۹)$$

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم، ماتریس نامبرده با توجه به معیارهای مثبت و منفی و استفاده از روابط ۱۰ و ۱۱ نرمالیزه‌شده و نتایج آن در جدول۷ پیوست۱ توضیح یافته است.

- برای معیارهای مثبت

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}} \qquad i = 1, \dots 5, \qquad j = 1, \dots .15 \qquad (۱۰)$$

- برای معیارهای منفی

$$r_{ij} = \frac{X_j^{min}}{X_{ij}} \qquad i = 1, \dots 5, \qquad j = 1, \dots .15 \qquad (۱۱)$$

با توجه به نتایج ماتریس نرمالیزه‌شده و استفاده از رابطه ۱۲ ، ماتریس وزنی گزینه‌ها تشکیل گردیده و برمبنای آن اوزان نرمال‌شده گزینه‌ها محاسبه شده است که نتایج آن شامل جدول ۸ پیوست ۱ می‌باشد.

$$A_i = \sum_{j=1}^{m} W_j \times \left(X_{ij}\right)_{normal} \qquad i = 1, \dots .5, \qquad j = 1, \dots 15 \qquad (۱۲)$$

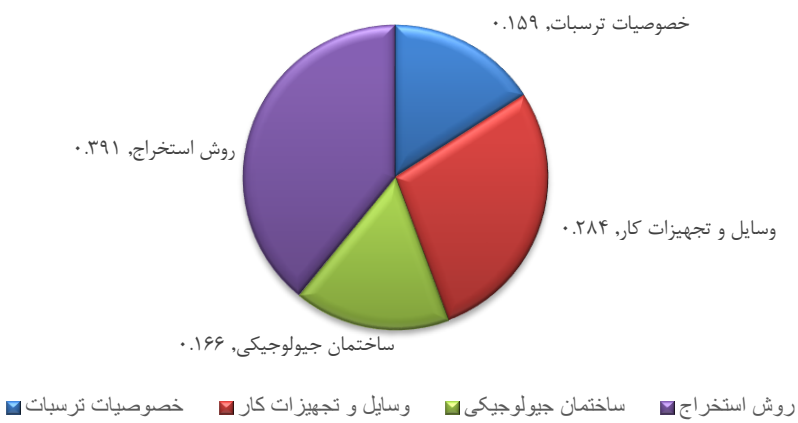
۲ یافته ها

طلا یکی از منرال‌های مهم در طبیعت بوده که دارای خواص مهم فزیکی و کیمیاوی می‌باشد. ولایت تخار در شمال‌شرق کشور یکی از ولایات است که معادن طلا سمتی، نورابه در آن موقعیت دارد. همچنان در ولایت تخار ذخایر و ظواهر معدنی متعدد طلا دیگر نیز وجود دارد که مردم از سال‌های متمادی بدین سو از آن به طریقه زرشوی و سنتی طلا را استخراج می نمایند. یکی از ساحات که طلا عملا به مقیاس نسبتا بزرگ در سطح افغانستان استخراج می‌گردد، سواحل دریا خطایان شهر تالقان ولایت تخار می باشد. اکنون در سواحل دریا خطایان شرکت های متعدد عملا مصرف استخراج طلا است. چون معدن طلا در ساحه دریای خطایات به سلسله معادن اکزوجینی و صنف معادن رسوبی متعلق بوده و میزان منرال‌های طلا در نقاط مختلف مسیر و سواحل دریا متفاوت است. دریافت مکان تجمع منرال‌ها منحیث معادن و تشخیص قانونمندی و عوامل مؤثر بر تجمع منرال‌ها در ساحه مسله ای است که همیشه انجنیران و متخصصین معادن به آن مواجه می‌باشد. نسبت عدم اجرای تفحص و اکتشاف دقیق ساحه، گسترش منرال‌های طلا در سواحل دریا خطایان تشخیص و تعیین نگردیده و شرکت‌های برای دریافت کمیت بلند منرال طلا در سواحل دریا به مشکلات مواجه است. در این تحقیق عوامل مؤثر برشاخص‌های کمی و قانونمندی گسترش منرال طلا تا حدی تشخیص می گردد، دریافت عوامل مؤثر به شاخص‌های کمی کمک می‌کند که کمیت بلند از منرال-های طلا در موقع استخرج طلا از سواحل دریا خطایان شهر تالقان ولایت تخار بدست آمده، مؤثریت و بازدهی معدن متذکره بیشتر گردیده و از طریق کاهش هزینه استخراج، دریافت کمیت زیادتر منرال طلا در رشد شرایط اقتصادی کشور مؤثر واقع می‌گردد.

در این تحقیق نخست عوامل و معیارهای مؤثر بر شاخص‌های کمی طلا سواحل دریای خطایان تخار شناسایی گردیده که شامل جدول۲ می باشد. سپس پرسشنامه‌ها در قالب روش AHP به منظور دریافت اوزان معیارها ترتیب و توزیع گردیده و با توجه به گام‌های روش نامبرده اوزان معیارها محاسبه گردیده که شامل جدول۸ پیوست۱ می‌باشد. در مرحله بعدی پرسشنامه دوم در قالب روش SAW ترتیب یافته و با توجه به گام‌های روش نامبرده اوزان نورمال شده عوامل مؤثر محاسبه گردیده که شامل جدول۶ می باشد. در اخیر رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به مقدار اوزان نرمال شده آنها انجام یافته که شامل جدول زیر می باشد و هم‌چنان درصد سهم عوامل مؤثر بالای شاخص‌های کمی طلا دریای خطایان تخار در شکل۳ نشان داده شده است.

جدول ۶: رتبه‌بندی گزینه‌ها برمبنای اوزان نرمال شده

رتبه بندی گزینه‌ها	اوزان نرمال شده گزینه‌ها	گزینه‌ها
۴	۰.۱۵۹	خصوصیات ترسبات
۲	۰.۲۸۴	وسایل و تجهیزات کار
۳	۰.۱۶۶	ساختمان جیولوجیکی
۱	۰.۳۹۱	روش استخراج



شکل ۳ : درصد سهم عوامل بالای شاخص‌های کمی معدن طلا دریای خطایان تخار

۲ نتیجه‌گیری

از آنجای‌که معدن رسوبی طلا دریای خطایان تخار از جمله معادن جوان در کشور بوده و از چند سال بدینسو معدن‌کاری در آن جریان دارد، از اینرو تحقیقات بیشتر در زمینه ضرورت می‌باشد زیرا تا هنوز پژوهش دقیق در بخش‌های مختلف انجام نیافته است. معدن طلا دریای خطایان تخار در نزدیک مرکز شهر تخار در منطقه خطایان ولایات تخار موقعیت داشته که از نوع روسوبی می‌باشد که در نتیجه سرازیر شدن آب دریا و تخریب طبقات مفید از منبع اصلی در بستر دریای خطایان تشکیل می‌گردد.

با توجه به مطالعات انجام یافته و مصاحبه با خبرگان و متخصصان رشته معدن، تماماً موارد مؤثر بالای شاخص‌های کمی طلا دریای خطایان تخار به چهار بخش عمده که شامل بخش خصوصیات ترسبات، بخش وسایل و تجهیزات کار، بخش ساختمان جیولوجیکی و بخش روش استخراج می‌باشد، تقسیم شده است و هم‌چنان بعد از مصاحبه با خبرگان از میان ۱۸ مورد به عنوان معیارهای مؤثر تثبیت و تعیین گردیده است که در جدول۲ توضیح یافته است.

به منظور تعیین اوزان معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است که با توجه به مراحل روش نامبرده اوزان نهایی معیارها محاسبه گردیده که شامل جدول۴ پیوست۱ می‌باشد. این روش قابلیت بسیار زیادی در مباحث تصمیم‌گیری دارد و در مسایل از قبیل تجارت، صنعت، سلامت و آموزش می‌توان از آن استفاده کرد. این روش کمک می‌کند تا مسایل ذهنی را به کمک مباحث عددی حل کرد. به منظور دقت و صحت تحقیق در روش نامبرده نیاز است که شاخص ناسازگاری و نرخ ناسازگاری محاسبه گردد از اینرو موضوعات نامبرده محاسبه گردیده و شامل جدول۴ می‌باشد. از آنجای که میزان نرخ ناسازگاری مساوی به ۰,۴۶ یعنی کمتر از اندازه استندرد آن (۰,۷۳) می باشد. بنابر این گفته می توانیم که ماتریس مقایسات زوجی سازگار می‌باشد.

رتبه‌بندی عوامل مؤثر برمبنای روش SAW انجام یافته است که در نتیجه عامل روش استخراج با کسب وزن ۰,۳۹۱ به عنوان نخستین گزینه و عامل خصوصیات ترسبات با کسب وزن ۰,۱۵۹ به عنوان آخرین گزینه و بقیه عوامل با توجه به میزان اوزان آنها در جایگاه‌های مختلف تاثیرات بر شاخص‌های کمی طلا خطایان تخار قرار گرفته است و رتبه‌بندی گزینه‌های در جدول۶ توضیح یافته

است. هم چنان میزان درصد تأثیرات عوامل بر شاخص های کمی طلا دریای خطایان در شکل۳ توضیح یافته است.

۲ فهرست منابع

Ágoston, K. C., & Csató, L. (2022). Inconsistency thresholds for incomplete pairwise comparison matrices. *Omega*, *108*, 102576. https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102576

Al., A. Vc. Tp. P. et. (2018). *Cross-border shipment route selection utilizing analytic hierarchy process (AHP) method*. 31–37.

Canco, I., Kruja, D., & Iancu, T. (2021). AHP, a Reliable Method for Quality Decision Making: A Case Study in Business. *Sustainability*, *13*(24), 13932. https://doi.org/10.3390/su132413932

Ciardiello, F., & Genovese, A. (2023). A comparison between TOPSIS and SAW methods. *Annals of Operations Research*, *325*(2), 967–994. https://doi.org/10.1007/s10479-023-05339-w

Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The Analytic Hierarchy Process—An Exposition. *Operations Research*, *49*(4), 469–486. https://doi.org/10.1287/opre.49.4.469.11231

Odu, G. O. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *23*(8), 1449. https://doi.org/10.4314/jasem.v23i8.7

Pavan, M., & Todeschini, R. (2009). Multicriteria Decision-Making Methods. In *Comprehensive Chemometrics* (pp. 591–629). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-044452701-1.00038-7

Saranya, T., Saravanan, S., Jennifer, J. J., & Singh, L. (2021). Assessment of groundwater vulnerability in highly industrialized Noyyal basin using AHP-DRASTIC and Geographic Information System. In *Disaster Resilience and Sustainability* (pp. 151–170). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85195-4.00009-3

Taherdoost, H. (2023). Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW) as a MultiAttribute Decision-Making Technique: A Step-by-Step Guide. *Journal of Management Science & Engineering Research*, *6*(1). https://doi.org/10.30564/jmser.v6i1.5400

Vinogradova, I., Podvezko, V., & Zavadskas, E. (2018). The Recalculation of the Weights of Criteria in MCDM Methods Using the Bayes Approach. *Symmetry*, *10*(6), 205. https://doi.org/10.3390/sym10060205

ایماق, م. ب. (۱۴۰۲). معادن و انواع آن. *مجله علمی - تحقیقی علوم انجنیری پوهنتون بغلان*, *۱*(۱), ۳۳.

ذکی, م. ا. (۱۳۹۴). قرارداد ها وچالش ها In م. هادی ,(Ed.) *معادن افغانستان*) اول .(p. 14 ,نشر واژه . https://shahmbookco.com

پیوست ۱:

جدول ۱: نمونه ای از پرسشنامه مقایسات زوجی در قالب روش AHP

معیارها	ساختمان زمین ۸،	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی - گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لچینگ (J)	گراولنشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	تعداداکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)
ساختمان زمین (A)																		
مسیر دریا (B)																		
شیب ساحه (C)																		
ساختار جیولوجیکی (D)																		
ریگی (E)																		
ریگی - گلی (F)																		
والون ها (G)																		
کانگلومیرات ها (H)																		
گلی - ریگی (I)																		
لچینگ (J)																		
گراولنشینی (K)																		
جیک (L)																		
روش میز (M)																		
تعداد اکسکواتور (N)																		
انواع غربال ها (O)																		
واتر پمپ ها (P)																		
نوع ترانسپورت (Q)																		
نیرو کاری ماهر (R)																		

جدول ۲: ماتریس مقایسات زوجی معیارها

معیارها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی – گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لچینگ (J)	گراولنشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)
ساختمان زمین (A)	۱,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۰,۱۴	۷,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۹,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۳۳	۰,۲۰
مسیر دریا (B)	۵,۰۰	۱,۰۰	۵,۰۰	۹,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۰,۳۳	۰,۲۰	۰,۱۴	۵,۰۰	۰,۳۳
شیب ساحه (C)	۰,۲۰	۰,۲۰	۱,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۳۳	۵,۰۰	۰,۳۳	۰,۲۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۱	۳,۰۰	۰,۳۳
ساختار جیولوجیکی (D)	۷,۰۰	۰,۱۱	۵,۰۰	۱,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۹,۰۰	۳,۰۰	۰,۳۳	۷,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰
ریگی (E)	۰,۱۴	۰,۱۴	۷,۰۰	۰,۳۳	۱,۰۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۲۰	۵,۰۰	۳,۰۰
ریگی - گلی (F)	۵,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۱,۰۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۲۰	۵,۰۰	۰,۳۳
والون ها (G)	۷,۰۰	۰,۱۴	۳,۰۰	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۳۳	۱,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۲۰	۰,۳۳	۹,۰۰	۰,۱۴
کانگلومیرات ها (H)	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۱۱	۰,۳۳	۰,۱۴	۰,۲۰	۱,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۲۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۳۳	۹,۰۰	۰,۱۴
گلی - ریگی (I)	۵,۰۰	۰,۲۰	۳,۰۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۳	۵,۰۰	۱,۰۰	۰,۲۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۵,۰۰	۰,۳۳
لچینگ (J)	۷,۰۰	۰,۳۳	۵,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۱,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۳	۵,۰۰	۹,۰۰	۰,۳۳
گراولنشینی (K)	۹,۰۰	۰,۳۳	۵,۰۰	۰,۱۴	۷,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۰,۱۴	۱,۰۰	۷,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۹,۰۰	۰,۲۰
جیک (L)	۷,۰۰	۰,۳۳	۳,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۱,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۹,۰۰	۰,۱۴

روش میز (M)	۹,۰۰	۰,۲۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۰,۳۳	۰,۲۰	۱,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۹,۰۰	۰,۱۴
اکسکواتور (N)	۷,۰۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۹,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۵,۰۰	۱,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۹,۰۰	۰,۲۰
انواع غربال ها (O)	۵,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۰,۳۳	۷,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۲۰	۰,۱۴	۱,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۰,۱۴
واتر پمپ ها (P)	۷,۰۰	۷,۰۰	۹,۰۰	۰,۲۰	۵,۰۰	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۲۰	۵,۰۰	۱,۰۰	۵,۰۰	۰,۱۴
نوع ترانسپورت (Q)	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۰,۱۴	۰,۲۰	۰,۲۰	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۲۰	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۲۰	۰,۲۰	۱,۰۰	۰,۲۰
نیرو کاری ماهر (R)	۵,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۰,۲۰	۰,۳۳	۳,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۳,۰۰	۳,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۷,۰۰	۷,۰۰	۵,۰۰	۱,۰۰
جمع ستون ها	**۸۹,۴۵**	**۲۱,۷۴**	**۷۶,۵۳**	**۳۲,۴۸**	**۶۴,۸۲**	**۴۶,۶۱**	**۶۸,۱۳**	**۹۵,۱۲**	**۴۸,۹۴**	**۱۸,۲۲**	**۳۰,۳۲**	**۲۵,۸**	**۲۸,۴۵**	**۱۶,۹۳**	**۳۶,۲۹**	**۴۴,۲۰**	**۱۰۹,۳۴**	**۱۲,۳۲**

جدول ۳: ماتریس تصمیم نرمالیزه شده

معیارها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی - گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لچینگ (J)	گراولشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	تعداد اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)	میانگین اوزان نرمالیزه شده معیارها
ساختمان زمین (A)	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۷	۰,۰۰	۰,۱۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۹	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۲	**۰,۰۲**
مسیر دریا (B)	۰,۰۶	۰,۰۵	۰,۰۷	۰,۲۸	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۰	۰,۰۷	۰,۱۰	۰,۱۶	۰,۱۰	۰,۱۲	۰,۱۸	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۰۳	**۰,۰۹**
شیب ساحه (C)	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۳	۰,۰۳	**۰,۰۱**
ساختار جیولوجیکی (D)	۰,۰۸	۰,۰۱	۰,۰۷	۰,۰۳	۰,۰۵	۰,۱۱	۰,۱۰	۰,۰۹	۰,۰۶	۰,۰۲	۰,۲۳	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۸	۰,۱۱	۰,۰۶	۰,۴۱	**۰,۰۲**

ریگی (E)	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۹	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۶	۰,۱۰	۰,۰۳	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۲۴	**۰,۰۴**
ریگی - گلی (F)	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۷	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۴	۰,۰۷	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۱۶	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۰۳	**۰,۰۴**
والون ها (G)	۰,۰۸	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۵	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۸	۰,۰۱	**۰,۰۲**
کانگلومیرات ها (H)	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۸	۰,۰۱	**۰,۰۱**
گلی - ریگی (I)	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۵	۰,۰۳	**۰,۰۲**
لچینگ (J)	۰,۰۸	۰,۰۲	۰,۰۷	۰,۰۹	۰,۰۸	۰,۱۱	۰,۱۰	۰,۰۷	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۲۳	۰,۱۹	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۱۱	۰,۰۸	۰,۰۳	**۰,۰۸**
گراولنشینی (K)	۰,۱۰	۰,۰۲	۰,۰۷	۰,۰۰	۰,۱۱	۰,۰۰	۰,۰۷	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۳	۰,۲۷	۰,۱۱	۰,۳۰	۰,۰۸	۰,۱۶	۰,۰۸	۰,۰۲	**۰,۰۹**
جیک (L)	۰,۰۸	۰,۰۲	۰,۰۴	۰,۱۵	۰,۰۸	۰,۱۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۴	۰,۱۸	۰,۱۸	۰,۰۸	۰,۱۱	۰,۰۸	۰,۰۱	**۰,۰۸**
روش میز (M)	۰,۱۰	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۲۲	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۰۷	۰,۰۵	۰,۰۶	۰,۱۶	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۱۴	۰,۱۶	۰,۰۸	۰,۰۱	**۰,۰۸**
تعداد اکسکواتور (N)	۰,۰۸	۰,۱۴	۰,۰۹	۰,۱۵	۰,۱۴	۰,۰۶	۰,۰۴	۰,۰۷	۰,۱۰	۰,۱۶	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۱۸	۰,۰۶	۰,۱۹	۰,۱۱	۰,۰۸	۰,۰۲	**۰,۰۹**
انواع غربال ها (O)	۰,۰۶	۰,۲۳	۰,۰۹	۰,۰۱	۰,۱۱	۰,۰۶	۰,۰۷	۰,۰۵	۰,۰۶	۰,۱۶	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۳	۰,۰۰	۰,۰۵	۰,۰۱	**۰,۰۶**
واتر پمپ ها (P)	۰,۰۸	۰,۳۲	۰,۱۲	۰,۰۱	۰,۰۸	۰,۱۱	۰,۰۴	۰,۰۳	۰,۰۶	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۱۴	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۰۱	**۰,۰۶**
نوع ترانسپورت (Q)	۰,۰۳	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۲	**۰,۰۱**
نیرو کاری ماهر (R)	۰,۰۶	۰,۱۴	۰,۰۴	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۶	۰,۱۰	۰,۰۷	۰,۰۶	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۲۷	۰,۲۵	۰,۳۰	۰,۱۹	۰,۱۶	۰,۰۵	۰,۰۸	**۰,۱۲**
																			۱,۰۰

جدول ۴: ماتریس وزنی معیارها و میزان τ_{max}

معیارها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی - گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لچینگ (J)	گراونشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)	مجموع اوزان نرمال شده معیارها	$\tau_{max.i}$
ساختمان زمین (A)	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۶	۰,۰ ۱	۰,۲ ۸	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۹	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۲	۰,۵۹۶	۲۹,۸
مسیر دریا (B)	۰,۱ ۰	۰,۰ ۹	۰,۰ ۶	۰,۷ ۷	۰,۲ ۸	۰,۱ ۸	۰,۱ ۶	۰,۰ ۷	۰,۱ ۰	۰,۲ ۴	۰,۲ ۶	۰,۲ ۴	۰,۳ ۹	۰,۰ ۳	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۳	۰,۰ ۴	۳,۰۵۸	۳۴,۵
شیب ساحه (C)	۰,۰ ۰	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۵	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۰ ۳	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۴	۰,۳۰۴	۲۵,۷
ساختار جیولوجیکی (D)	۰,۱ ۴	۰,۰ ۱	۰,۰ ۶	۰,۰ ۹	۰,۱ ۲	۰,۱ ۸	۰,۱ ۶	۰,۰ ۹	۰,۰ ۶	۰,۰ ۳	۰,۶ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۱ ۷	۰,۳ ۱	۰,۰ ۵	۰,۰ ۶	۲,۷۲۲	۳۲,۰
ریگی (E)	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۸	۰,۰ ۳	۰,۰ ۴	۰,۱ ۱	۰,۱ ۶	۰,۰ ۳	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۳	۰,۳ ۶	۱,۰۰۷	۲۵,۳
ریگی - گلی (F)	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۴	۰,۰ ۷	۰,۰ ۷	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۴ ۴	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۳	۰,۰ ۴	۱,۰۶۲	۳۰,۰
والون ها (G)	۰,۱ ۴	۰,۰ ۱	۰,۰ ۴	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۵	۰,۰ ۶	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۵۵۰	۲۳,۶
کانگلومیرات ها (H)	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۲۵۰	۲۴,۴
گلی - ریگی (I)	۰,۱ ۰	۰,۰ ۲	۰,۰ ۴	۰,۰ ۳	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۵	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۰ ۴	۰,۵۰۵	۲۶,۱
لچینگ (J)	۰,۱ ۴	۰,۰ ۳	۰,۰ ۶	۰,۲ ۶	۰,۰ ۲	۰,۱ ۸	۰,۱ ۶	۰,۰ ۷	۰,۱ ۰	۰,۰ ۸	۰,۶ ۱	۰,۴ ۰	۰,۰ ۳	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۰,۳ ۱	۰,۰ ۶	۰,۰ ۴	۲,۷۷۰	۳۴,۲

گراولنشینی (K)	۰,۱ ۸	۰,۰ ۳	۰,۰ ۶	۰,۰ ۱	۰,۲ ۸	۰,۰ ۱	۰,۱ ۲	۰,۰ ۵	۰,۱ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۹	۰,۵ ۶	۰,۲ ۳	۰,۴ ۷	۰,۱ ۷	۰,۴ ۳	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۲,۸۸۲	۳۲,۹
جیک (L)	۰,۱ ۴	۰,۰ ۳	۰,۰ ۴	۰,۴ ۳	۰,۲ ۰	۰,۲ ۵	۰۱۶	۰,۰ ۵	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۸	۰,۳ ۹	۰,۲ ۸	۰,۱ ۷	۰,۳ ۱	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۲,۶۸۸	۳۳,۹
روش میز (M)	۰,۱ ۸	۰,۰ ۲	۰,۰ ۴	۰,۶ ۰	۰,۲ ۸	۰,۱ ۸	۰,۱ ۲	۰,۰ ۵	۰,۰ ۶	۰,۲ ۴	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۰,۰ ۸	۰,۰ ۲	۰,۲ ۹	۰,۴ ۳	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۲,۶۹۳	۳۴,۹
اکسکواتور (N)	۰,۱ ۴	۰,۲ ۷	۰,۰ ۸	۰,۴ ۳	۰,۳ ۶	۰,۱ ۱	۰,۰ ۷	۰,۰ ۷	۰,۱ ۰	۰,۲ ۴	۰,۰ ۲	۰,۰ ۳	۰,۳ ۹	۰,۰ ۹	۰,۴ ۰	۰,۳ ۱	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۳,۱۸۳	۳۳,۵
انواع غربال ها (O)	۰,۱ ۰	۰,۴ ۴	۰,۰ ۸	۰,۰ ۳	۰,۲ ۸	۰,۱ ۱	۰,۱ ۲	۰,۰ ۵	۰,۰ ۶	۰,۲ ۴	۰,۰ ۳	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۶	۰,۰ ۱	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۱,۷۱۵	۲۹,۷
واتر پمپ ها (P)	۰,۱ ۴	۰,۶ ۲	۰,۱ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۲	۰,۱ ۸	۰,۰ ۷	۰,۰ ۳	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۲ ۹	۰,۰ ۶	۰,۰ ۳	۰,۰ ۲	۱,۸۹۶	۳۰,۹
نوع ترانسپورت (Q)	۰,۰ ۶	۰,۰ ۲	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۰	۰,۰ ۰	۰,۰ ۰	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۱	۰,۰ ۲	۰,۲۱۸	۳۱,۲
نیرو کاری ماهر (R)	۰,۱ ۰	۰,۲ ۷	۰,۰ ۴	۰,۰ ۲	۰,۰ ۱	۰,۱ ۱	۰,۱ ۶	۰,۰ ۷	۰,۰ ۶	۰,۲ ۴	۰,۴ ۴	۰,۵ ۶	۰,۵ ۴	۰,۴ ۷	۰,۴ ۰	۰,۴ ۳	۰,۰ ۳	۰,۱ ۲	۴,۰۷۰	۳۳,۸
																		$\sum \tau_{max.i}$	۵۴۶,۵	
																		τ_{max}	۳۰,۴	

جدول ۵: نمونه پرسشنامه در قالب روش SAW

معیارها /گزینه ها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی - گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لیپینگ (J)	گراولشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)
خصوصیات ترسبات																		
وسایل و تجهیزات کار																		
ساختمان جیولوجیکی																		
روش استخراج																		

جدول ۶: ماتریس تصمیم

معیارها /گزینه ها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی – گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی – ریگی (I)	لچینگ (J)	گراولشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)
max/min	max	max	max	max	max	max	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	min	max
خصوصیات ترسبات	۲	۵	۴	۱	۵	۵	۵	۵	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
وسایل و تجهیزات کار	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵
ساختمان جیولوجیکی	۵	۴	۴	۵	۳	۳	۴	۳	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
روش استخراج	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۲	۲	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵
max/min	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۱	۱	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۱	۵

جدول ۷: ماتریس تصمیم نرمالیزه شده

معیارها /گزینه ها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی - گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی - ریگی (I)	لجینگ (J)	گراولشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)
max/min	max	max	max	max	max	max	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	min	max
خصوصیات ترسبات	۰,۴	۱	۰,۸	۰,۲	۱	۱	۵	۵	۱	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۱	۰,۲
وسایل و تجهیزات کار	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۴	۰,۴	۱	۱	۰,۴	۰,۸	۰,۸	۰,۸	۰,۸	۱	۱	۱	۵	۱
ساختمان جیولوجیکی	۱	۰,۸	۰,۸	۱	۰,۶	۰,۶	۴	۳	۰,۶	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۱	۰,۲
روش استخراج	۰,۸	۱	۱	۱	۰,۸	۰,۸	۲	۲	۰,۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۸	۵	۱

جدول ۸: ماتریس وزنی گزینه ها

معیارها /گزینه ها	ساختمان زمین (A)	مسیر دریا (B)	شیب ساحه (C)	ساختار جیولوجیکی (D)	ریگی (E)	ریگی – گلی (F)	والون ها (G)	کانگلومیرات ها (H)	گلی – ریگی (I)	لچینگ (J)	گراولنشینی (K)	جیک (L)	روش میز (M)	اکسکواتور (N)	انواع غربال ها (O)	واتر پمپ ها (P)	نوع ترانسپورت (Q)	نیرو کاری ماهر (R)	اوزان گزینه ها	اوزان نرمال شده گزینه ها
اوزان نرمال شده معیارها	۰،۰۲	۰،۰۹	۰،۰۱	۰،۰۹	۰،۰۴	۰،۰۴	۰،۰۲	۰،۰۱	۰،۰۲	۰،۰۸	۰،۰۹	۰،۰۹	۰،۰۸	۰،۰۹	۰،۰۶	۰،۰۶	۰،۰۱	۰،۱۲		
خصوصیات ترسبات	۰،۰۴۰	۰،۴۴۳	۰،۰۴۷	۰،۰۸۵	۰،۱۹۹	۰،۱۷۷	۰،۱۱۷	۰،۰۵۱	۰،۰۹۷	۰،۰۸۱	۰،۰۸۸	۰،۰۷۹	۰،۰۷۷	۰،۰۹۵	۰،۰۵۸	۰،۰۶۱	۰،۰۰۷	۰،۱۲۰	۱،۹۲۳	۰،۱۵۹
وسایل و تجهیزات کار	۰،۰۲۰	۰،۰۸۹	۰،۰۱۲	۰،۰۸۵	۰،۰۸۰	۰،۰۷۱	۰،۰۲۳	۰،۰۱۰	۰،۰۳۹	۰،۳۲۴	۰،۳۵۱	۰،۳۱۷	۰،۳۰۸	۰،۴۷۵	۰،۲۸۹	۰،۳۰۶	۰،۰۳۵	۰،۶۰۲	۳،۴۳۵	۰،۲۸۴
ساختمان جیولوجیکی	۰،۱۰۰	۰،۳۵۴	۰،۰۴۷	۰،۴۲۵	۰،۱۲۰	۰،۱۰۶	۰،۰۹۳	۰،۰۳۱	۰،۰۵۸	۰،۰۸۱	۰،۰۸۸	۰،۰۷۹	۰،۰۷۷	۰،۰۹۵	۰،۰۵۸	۰،۰۶۱	۰،۰۰۷	۰،۱۲۰	۲،۰۰۱	۰،۱۶۶
روش استخراج	۰،۰۸۰	۰،۴۴۳	۰،۰۵۹	۰،۴۲۵	۰،۱۶۰	۰،۱۴۱	۰،۰۴۷	۰،۰۲۰	۰،۰۷۷	۰،۴۰۵	۰،۴۳۸	۰،۳۹۷	۰،۳۸۵	۰،۴۷۵	۰،۲۸۹	۰،۲۴۵	۰،۰۳۵	۰،۶۰۲	۴،۷۲۳	۰،۳۹۱
																			۱۲،۰۸۲	۱،۰۰۰