طراحی الگوی آتشباری با توجه به کمترین پرتاب سنگ با استفاده از الگوریتم ژنتیک در معدن سنگ آهک پیر بکران

سیداسماعیل رحیمی[۱] ; سیدمحمد سعید دامادی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد استخراج معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب,تهران-شیخ صفی-کوچه تهرانی-مجتمع طالقانی-ساختمان ۴ پلاک ۶۳ تلفن:۰۹۱۲۴۵۹۰۹۷۶ **E-mail:sbat2003r@yahoo.com**

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش کنترل،دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران-تهران-اجاره دار-کوچه بهشتی –واحد ۱۴ –طبقه سوم- تلفن ۰۹۱۲۲۱۳۸۷۴۸ **E-mail: sms_damadi@yahoo.com**

چکیده

با توجه به توسعه شهرها و افزایش نیاز بشر به استفاده از منابع معدنی,فاصله ی بین تاسیسات و ساختمان های مسکونی و معادن کمتر و احتمال بروز حوادث بیشترشده است.عملیات حفاری و آتشکاری, ازجمله مهمترین فرآیندهای استخراج معادن روباز هستند کـه گـاهی اوقات توام با پیامدهای نامطلوب بوده وباعث بوجود آمدن خطرات و مشکلاتی می شوند.از جمله پیامدهای خطرناک و نامطلوب عملیـات انفجار معادن روباز, پدیده پرتاب سنگ می باشد که باید به دقت مورد تحلیل و بررسی قرار گیردتا از خسارتهای مالی و جـانی ناشـی از آن جلوگیری بعمل آید.

در این مقاله سعی شده است که با استفاده از اطلاعات آتشباری در معدن سنگ آهک پیربکران و مقدار پرتاب سنگ ثبت شـده در هـر مرحله از آتشباری, ابتدا با استفاده از نرم افزارهای ریاضی و آماری موجود,به ارائه ي رابطه ای تئوری بین پارامترهای موثر در آتشـباری و پرتاب سنگ در این معدن پرداخته و سپس با استفاده ازتکنیک الگوریتم ژنتیک,مناسب ترین مقدار پارامترهای موثر در آتشباری این معدن را با توجه به کمترین فاصله پرتاب سنگ, پیش بینی کنیم.

کلمات کلیدی:پیامدهای نامطلوب انفجار, پرتاب سنگ, الگوریم ژنتیک, معدن سنگ آهک پیربکران

Design Of Blasting Pattern Due To Minimum Fly Rock With Of Alga In Pirbakran Limestone Mine

Sayed Esmaeili Rahimi1, Sayed Mohammad Saeed Damamdi2

Abstract

Due to urban development and the increase in human's need to use ore deposits, there has been an increase in the probability of occurrence of emergency incident and a decrease in the distance between constructions and residential buildings and mines. Drilling and blasting operation ,are among the most important process in extraction from open pit mines which are sometimes accompanied by undesirable outcome and, thus result in some dangers and problems. One of the dangerous and undesirable outcome of open pit mine blasting ,is fly rock ,which has to be investigated more closely ,this way ,one can prevent (many of those) financial and life damages.

In this paper has been attempt that using of blasting information in pirbakran limestone mine and fly rock in each blasting step at the beginning using of mathematics and statistic software, theory relation between influence parameters of blasting and fly rock distance the best influence parameters quantity in blasting will be predicted.

Keywords: undesirable effect of explosion, fly rock, alga, pirbakran limestone mine

۱- مقدمه

عملیات آتشکاری از جمله مهمترین فرآیند های استخراج معادن روباز می باشد که گاهی اوقات باعث بوجود آمدن پیامدهای نامطلوبی نظیر پرتاب سنگ (fly rock) , لرزش زمین (Ground vibration) , انفجار یا لرزش هوا (air blast) , شکست بیش از حد یا عقب زدگی (Back Break) , ایجاد سر و صدا و تولید گرد و غبار می شوند. چنانچه اصول فنی و ایمنی در عملیات انفجار مورد توجه قرار نگیرند, پدیده های ذکر شده می توانند سبب ایجاد خسارات جانی و مالی گردند. در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته که نتایج آنها در غالب تعیین فاصله ایمن انفجار (محدوده انفجار) ارائه شده است.

در این مقاله پدیده پرتاب سنگ در معدن سنگ آهک پیربکران مورد بررسی قرار می گیرد. سپس بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از ۱۳۵ مورد آتشباری و پرتاب سنگ ثبت شده بصورت کیفی در این معدن, سعی در ارائه بهترین مقدار پارامتر های موثر در آتشباری برای داشتن کمترین میزان پرتاب سنگ شده است.[۴]

بدست آوردن این مقدار اپتیمم با استفاده از الگوریتم ژنتیک صورت می گیرد. ابتدا بین اطلاعات ثبت شده از آتشباری (پارامترهای موثر در پرتاب سنگ) و خود میزان پرتاب سنگ با استفاده از نرم افزار محاسباتی maple و نرم افزار آماری spss13 به ارائه چند رابطه ریاضی می پردازیم که بهترین fitness را بین داده های ۱۳۵ مورد آتشباری از معدن فوق را برای ما ارائه دهد. سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک (Alga) به بهترین مقدار پارامتر های موثر در آتشباری با توجه به کمترین میزان پرتاب سنگ پی می بریم.

۲- پرتاب سنگ

این پدیده حرکت کنترل نشده قطعات خرد سده سنگ می باشد که در عملیات انفجار تولید می شوند و یکی از منابع اصلی آسیب دیدن سازه ها و تجهیزات و صدمه دیدن افراد را تشکیل می دهد. پارامترها و شرایط خاصی در بوجود آمدن این پدیده موثر می باشند. برای مثال و در ارتباط با شرایط توده سنگ باید توجه شود که در سنگ های بشدت درزه دار و شکاف دار, احتمال بروز پرتاب سنگ نسبت به سنگهای هموژن و توده ای بیشتر است. از طرف دیگر هنگامي که عملیات انفجار در مناطق کارستی با سوراخ ها و حفره های فراوان انجام می شود, کنترل خیلی دقیقی باید جهت جلوگیری از ظهور این پدیده اعمال گردد. همچنین نوع ماده منفجره و پارامترهای هندسی و وزنی الگوی حفاری و انفجار نیز در این زمینه موثر می باشند. برای محاسبه میزان پرتاب سنگ روابط بسیاری ارائه شده است که معمولا بصورت تجربی و تئوریک می باشند. از جمله مهمترین این روابط می توان به روش سوئدی که مدلی تجربی و توسط دولانسبرگ (Lunsborg) و پرسن (Persson) در سال ۱۹۷۵ پیشنهاد شد که نتیجه آن تعیین بیشترین فاصله مربوط به پرتاب سنگ می باشد. از جمله دیگر روشهای تئوریک اندازه گیری پرتاب سنگ روش پروفسور پکروفسکی و فیودوررف (Prof.G.I.Pokrovsk& I.S.Fyodorov) می باشد. در هردوی این روشها محاسبه ی میزان سرعت اولیه پرتاب سنگ در اولویت قرار دارد. پس از محاسبه ی سرعت اولیه ی پرتاب سنگ و بر اساس قوانین دینامیک پرتاب, حداکثر فاصله پرتاب سنگ براحتی قابل محاسبه می باشد.[۴] و [۶]

۳- الگوریتم ژنتیک

ایده ی اصلی الگوریتم های تکاملی (Evolutionary) در سال ۱۹۶۰ توسط Rechenberg مطرح گردید. الگوریتم های ژنتیک که منشعب از این نوع الگوریتم هاست, در حقیقت روش جستجوی کامپیوتری بر پایه الگوریتم های بهینه سازي وبر اساس ساختار ژن ها وکروموزوم ها است که توسط پرفسور Holland در دانشگاه میشیگان مطرح شد وپس ازوی توسط جمعی از دانشجویان مثل Goldberg و Ann Arbor توسعه یافت.[۱]

مفاهیم پایه

الگوریتم های ژنتیک یک روش جستجوی موثردر فضا های بسیار وسیع وبزرگ است که در نهایت منجر به جهت گیری به سمت پیدا کردن یک جواب بهینه می گردد که شاید نتوان در مدت زمان زندگی یک فرد به آن جواب بهینه دست یافت.

الگوریتم های ژنتیک تفاوت بسیار زیادی با روشهای بهینه سازی قدیمی دارند. در این الگوریتم ها باید فضای طراحی (Design space) با فضای ژنتیک (Genetic space) تبدیل شود. بنابر این الگوریتم های ژنتیک با یک سری متغیرهای کد

شده کار می‌کنند. مزیت کار با متغیرهای کد شده در این است که اصولا کدها قابلیت تبدیل فضای پیوسته به فضای گسسته را دارند. یکی از تفاوتهای اصلی روشGA (Algorithm Genetic) با روشهای قدیمی بهینه سازی در این است که در GA با جمعیت (Population) یا مجموعه ای از نقاط در یک لحظه ی خاص کار می کنیم. در حالی که در روشهای قدیمی بهینه سازی تنها برای یک نقطه خاص عمل می کردیم. این به این معنی است که GA تعداد زیادی از طرح ها در یک زمان مورد پردازش قرار می‌دهند. نکته جالب دیگر این است که اصول GA بر پردازش تصادفی (Random) یا به تعبیر صحیح تر پردازش تصادفی هدایت شده (Guided Random) استوار است. بنابراین عملگرهای تصادفی فضای جستجو را بصورت تطبیقی (Adaptive) مورد بررسی قرار می دهند.

اصولا برای استفاده از GA باید سه مفهوم مهم زیرمشخص شود:

تعریف تابع هدف (Objective Function) یا تابع هزینه (Cost Function).

تعریف و پیاده سازی فضای ژنتیک (Genetic Representation) .

تعریف و پیاده سازی عملگرهای GA.

اگر این سه قسمت به طور صحیح تعریف شوند, بدون شک GA به خوبی عمل خواهد کرد در نهایت می توان با اعمال تغییراتی کارایی سیستم را افزایش داد.

وقی که یک مسئله ای را حل می کنیم, هدف ما پیدا کردن بهترین جواب از میان جوابهای مختلف است. فضای همه ی حالتهای ممکن در یک مسئله را فضای جستجو (Search space) می نامند. هر جواب می تواند با یک مقداری که بیانگر مناسب بودن (Fitness) آن است, نشان داده شود. جستجو برای جواب یعنی جستجو برای پیدا کردن اکسترمم (Maximum یاMinimum) درآن فضای جستجو. فضای جستجو را می توان با زمان حل یک مسئله و تولید نقاط به عنوان فرآیند پیدا کردن جواب بهینه به صورت زیر نشان داد.

پیچیده و بزرگ بودن فضاهای جستجو و اینکه نمی دانیم که ازکجای این فضا باید عمل جستجو را انجام دهیم ما را به استفاده از الگوریتم های ژنتیک سوق می دهد.

الگوریتم ژنتیک با الهام از تئوری داروین درباره ی حیات بهترین ها شکل گرفته است. بنابراین می توانیم بگوییم که GA بر اساس این اصل (ادامه حیات بهترین ها) و (تکثیر نوع برتر) پي ريزی شده است.

در ابتدا الگوریتم با مجموعه ای از جوابهای تصادفی (کروموزوم ها) که به آنها جمعیت Population گفته می شود، آغاز می گردد. از این جوابها برای ساخت جمعیت جدید بعدی استفاده می شود به این امید که جمعیت های جدید بهتر از جمعیت های قدیم باشند. زیرا روشهایی که برای انتخاب جمعیت های جدید استفاده شده با توجه به مناسب (Fitness) بودن آنها صورت گرفته است. پس بهترین ها شانس بیشتری برای تولید مثل خواهند داشت. این فرایند آنقدر تکرار می شود تا شرایط خاتمه (برای دستیابی به بهترین راه حل) محقق شود. [۱]

۳-۱- روش کار در GA

اگر یک مسئله ماکزیمم سازی (Maximization) داشته باشیم:

Maximize f(x) $X_i^{(l)} \le X_i \le X_i^{(u)} \quad for \quad i = 1,2,...,N$	(۱)

و اگر بخواهیم $F(x)\langle 0$ مینیمم شود برای $F(x)\rangle 0$ تابع هدف را بصورت زیر می نویسیم:

$\text{Maximize} \dfrac{1}{1+f(x)}$	(۲)

و اگر $f(x)\langle 0$ باشد به جای مینیمم کردن f(x) می توانیم ماکسیمم –f(x) را بدست آوریم.

Maximize {-f(x)}	(۳)

پس با این روش می توانیم مسائل مینیمم وماکزیمم مختلف را درGA مورد بررسی قرار می دهیم.

۴- پیش بینی پارامترهای موثر درآتشباری برای بدست آوردن کمترین پرتاب سنگ درمعدن سنگ آهک پیربکران

در این مقاله با استفاده از ۱۳۵ دسته داده که شامل ۶ عامل موثر در آتشباری و پرتاب سنگ در معدن فوق است استفاده شده است. عوامل موثر در آتشباری این معدن شامل:

۱- Burden (X_1) ۲- Spacing (X_2) ۳- تعداد چال (X_3) ۴- متراژ متوسط چال ها (X_4) ۵- مقدار آنفو (X_5) ۶- مقدار دینامیت (X_6)

که عواملی نظیر قطر چال و شیب چال نیز بوده است که چون در این معدن تمامی چال ها با قطر ثابت ۱۰۵ میلی متر و شیب ۹۰ درجه حفر می گردند از اثر آنها در پرتاب سنگ معدن مذکور صرف نظر می کنیم.

در ابتدا برای بدست آوردن بهترین توابع Fitness از داده های موجود,باید اعداد و ارقام ثبت شده از آتشباری معدن کدگزاری یا نرمال گردند. در این مقاله اعداد مربوط به بردن و فاصله ردیفی و خود میزان پرتاب سنگ کدگزاری گردیده اند و بقیه داده های معدن با استفاده از نرم افزار spss13 استاندارد گردیده اند. البته شایان ذکر است که میزان پرتاب سنگ ثبت شده این معدن بصورت کیفی بوده که ما سعی کردیم آنها را بصورت کمی و کدگزاری شده بیان نماییم تا بتوانیم روابطی بین عوامل بالا با میزان پرتاب سنگ را بدست آوریم. نمونه ای از داده های استاندارد شده و اصلی را در جدول ۱ مشاهده می نماییم که البته فقط برای ۳ مورد آتشباری است.

جدول۱- داده های اصلی و استاندارد شده

	burden	spacing	N hole	L hole	anfo	dynamit	fly rock
واقعی(کدگزاری)	3.5	4.5	62	10.8	3330	25	0.66
استاندارد	-0.62375	0.43772	1.43129	-0.03516	0.7614	2.6869	0.11108
واقعی(کدگزاری)	3	3	55	10	1680	18	1
استاندارد	-1.59563	-2.07602	0.82544	-0.32395	-0.98874	0.99143	1.74881
واقعی(کدگزاری)	3.5	4.5	52	8	1950	19	1
استاندارد	-0.62375	0.43772	0.5658	-1.04593	-0.70235	1.23364	1.74881

در ادامه با استفاده از نرم افزار spss13 و بااستفاده از دستور linear regresion به یافتن روابط ریاضی بصورت معادله ی خطی بین داده ها پرداخته شد. البته شایان ذکر است که برای تکمیل کار تصمیم براستفاده از یک معادله ی غیر خطی نیز شد.برای یک برازش منحنی بر داده های استاندارد شده از نرم افزار maple و دستور fit[least square] استفاده گردید. بعد از بدست آوردن بهترین معادله (معادله ای که بیشترین ضریب همبستگی را داشت) با استفاده از نرم افزار maple ، مقایسه ای میان این معادله و معادله ی خطی نرم افزار spss13 گردید، که معلوم گشت، ضریب همبستگی حاصل از منحنی نرم افزار spss13 بالاتر از نتیجه حاصل از نرم افزار maple است.[۳] و [۸]

رابطه۱)

z = -1.056391221*x1-.9736197990*x2+.2820974415*x3-471413265*x4+.4103062702*x5 -.2635808091*x6-.1753489842*x3*x5+.5632884234*x1*x2*x3-.5576841041e-1*x2*x3*x4+1.376683255+.7415639650*x1*x4+.5782883873e-1*x2*x6-.3010280889*x1*x3-.1909647136e-2*x4*x5+.8437234649e-1*x2*x5+1.480690907*x1*x2+.3513063471e-1*x2*x3*x4*x5+.4368079157e-1*x1*x2*x3*x4*x5*x6-.3449738055*x2*x3-.3591506407e-2*x2*x4-.6516699064e-3*x3*x6+.8377237417e-1*x5*x6-.1037154853*x4*x6+.3181939760*x1*x6+.2022642393*x3*x4-.8487962874*x1*x5

این رابطه از نرم افزار maple بدست آمد. ضریب همبستگی برازش این منحنی ۰,۱۹ بود که مقدار مناسبی نیست.

اما رگرسیون خطی نرم افزار spss13 به ما نتیجه ی مطلوب را داد.

از نرم افزار spss13 اطلاعات زیر در مورد این رگرسیون خطی بدست آمد: جدول(۲)

جدول۲- ضرایب بدست آمده از نرم افزار spss13 به منظور تحلیل آماری رگرسیون خطی

Correlations	95% Confidence Interval for B		Sig.	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		
Part	Upper Bound	Lower Bound		Beta	Std. Error	B	
	.160	-.160	1.000		.081	-7.09E-016	(Constant)
-.144	.019	-.349	.078	-.165	.093	-.165	Zscore(burden)
.051	.442	-.229	.532	.106	.170	.106	Zscore(Nhole)
-.126	.075	-.630	.122	-.278	.178	-.278	Zscore(Lhole)
-.184	-.027	-.399	.025	-.213	.094	-.213	Zscore(spacing)
-.047	.202	-.367	.566	-.083	.144	-.083	Zscore(dynam)
.122	.633	-.086	.135	.273	.182	.273	Zscore(anfo)

B ضریب متغیرهای مستقل در معادله ی خطی است.بدین ترتیب رابطه(۲) را داریم:

رابطه(۲):

$$fly\ rock = (-7.09 \times 10^{-16}) - (0.165\ burden) - (0.213\ spacing) + (0.106\ Nhole) - (0.278\ longhole) - (0.083\ dynamit) + (0.273\ anfo)$$

نکاتی دیگری از جدول (۲)قابل توجه است که :

۱- انحراف از میانگین هر کدام از داده ها در ستون سوم جدول مشاهده می گردد (std)

۲- در ستون چهارم جدول ضریب Beta نمایش داده می شود که از آن داده های استاندارد شده است اما چون داده های ما تماما استاندارد شده بود این ضریب با B یکی است.

۳- در ستون پنجم جدول sig را مشاهده می نماییم که در آمار به آن سطح معنی داری آزمون می گویند. هر چه قدر این مقدار به عدد صفر نزدیک تر باشد این پارامتر و ضریب آن در رگرسیون تاثیر بیشتری داشته است و یا در اصطلاح معدنی این پارامتر تاثیر بیشتری در پرتاب سنگ داشته است. همانطور که مشاهده می نماییم در این معدن اندازه spacing بیشترین تاثیر را در پرتاب داشته است.

۴- در ستونهای ششم و هفتم جدول، مقدار مرزهلی بالایی و پایینی زیر نمودار توزیع نرمال (همانطور که می دانیم این مقدار حداکثر باید ۵درصد داده را شامل گردد) دیده می شود. یعنی در داده های ما ۹۵ داده بین مقادیر بالايي و پایینی قرار دارند.

۵- در آخرین ستون جدول (۲) ضریب همبستگی جزیی هر پارامتر دیده می شود.

در جدول (۳) مقادیر پارامترهای زیر همبستگی کلی و توان دوم ضریب و ضریب همبستگی سازگار شده با داده های استاندارد شده و همچتین انحراف از میانگین کلی رگرسیون دیده می شود.

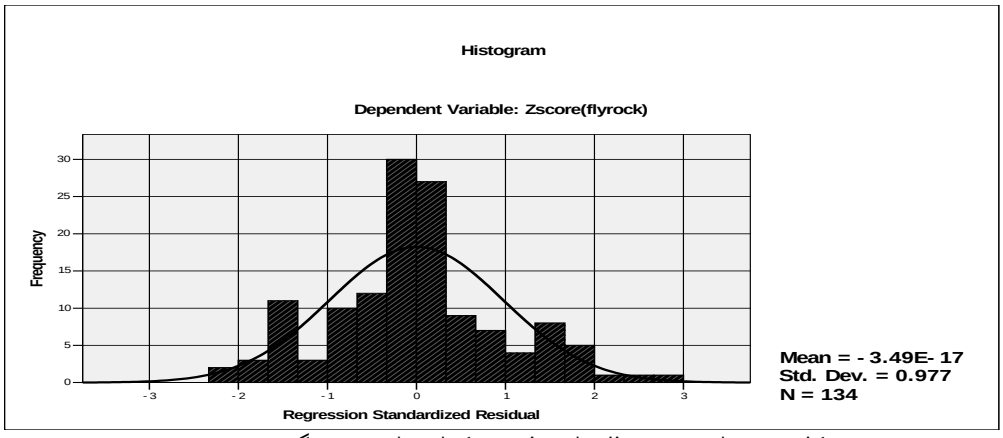
جدول۳- ضرایب آماری رگرسیون

Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R
.93570438	***.124***	***0.674***	***. 821(a)***

همانطور که می بینیم ضریب همبستگی کلی ۰,۸۲ است که مقداری نسبتا مطلوب است. دیگر فرایندهای آماری این رگرسیون را در جدول (۳) مشاهده می فرمایید.

اما بازهم برای تست رگرسیون و اثبات کارآمدی آن روشهایی در نرم افزار spss13 وجود دارد که اینجانب فرآیند رگرسیون را با ۲ روش زیر تست نمودم و بازهم نتیجه رضایت بخش بود.

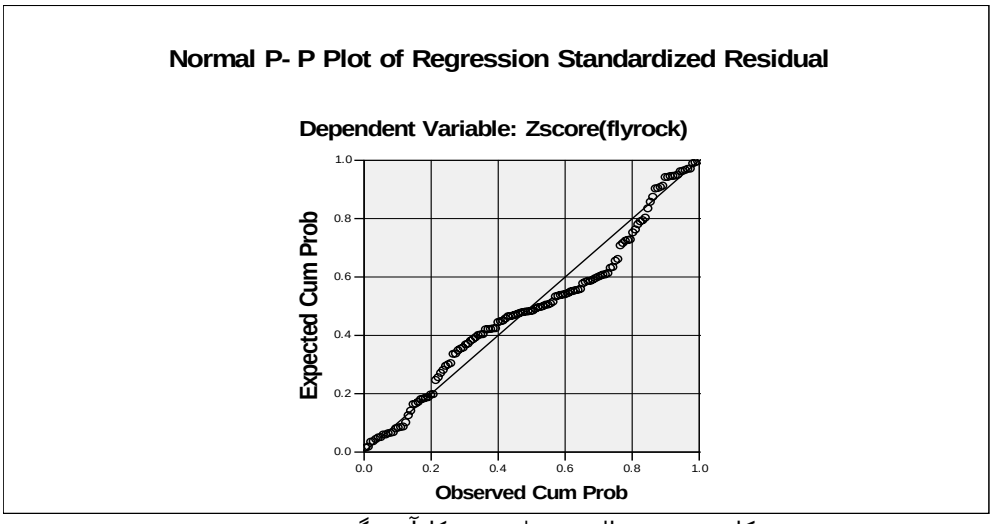
تست (۱):



شکل۱- نمودار توزیع نرمال داده های پیربکران برای تست رگرسیون

همانطور که می بینیم و مطلوب است مقدار متوسط توزیع رگرسیون برای ۱۳۴ داده، تقریبا برابر صفر است.

تست(۲):



شکل۲- روش نرمال p-p برای تست کارآیی رگرسیون

بهترین حالت برای موفقیت این تست سازگار شدن داده ها با نیمساز ربع اول است.

۵- کار در GA:

بعد از بدست آوردن دو رابطه بالا (یکی با استفاده از نرم افزار ریاضی maple و دیگری با استفاده از نرم افزار آماری spss13 ، هر کدام از این روابط بصورت تک تک درون سیستم گرافیکی الگوریتم ژنتیک در درون نرم افزار مطلب (gatool) قرار داده می شوند. وظیفه ی الگوریتم ژنتیک تشخیص min یا max نسبی و گاهی مطلق برای این توابع است. با توجه به بیش از ۳ بعد بودن این روابط تصور شکل و نحوه ی قرار گرفتن min این توابع برای آدمی امری غیر ممکن است. اما الگوریتم ژنتیک با اصول منحصر به فرد خود توانايي محاسبه ی مقدار min این توابع را داراست.

رابطه (۱) بعلت مشخصات آماری پایینی که برای ما ایجاد نمود (ضریب همبستگی و سطح معنی داری آزمون) مد نظر قرار نگرفت و در روی آن با الگوریتم ژنتیک کاری صورت ندادم. در بررسی رابطه (۲) بعلت حساسیت موضوع تغییراتی را در سیستم الگوریتم ایجاد نمودم و دلیل هر کدام از تغییرات را بطور خلاصه توضیح می دهم.

۱- تعداد افراد ابتدایی جامعه را (population) را بجای ۲۰ نفر ۱۰۰ در نظر گرفتم.با افزایش تعداد نفرات دقت و زمان کار افزایش می یابد.

۲- initial rang را در شبکه بجای ۰ تا ۱ از ۰ تا ۰,۰۱ تغییر دادم.با انجام این عمل باز هم سرعت min یابی کاهش اما با مقادیر شروع متغیرها با سرعت کمتری رشد می نماید و در اینصورت بهتر می تواند min مطلق را بیابد.

۳- مقدار cross over rate را نیز ۰,۷ در نظر گرفتم، البته تعداد generation را بالاتر بردم و کار پیدا کردن مینیمم را با پی

گیری مراحل قبل انجام دادم به این ترتیب مقدار این نرخ (کمتر از مقدار پیش فرض نرم افزار است) ضرری به کار ما وارد نیاورد و باعث استفاده از مقادیر ژنهای تولید شده در مراحل قبل به نحو مطلوبتری گردید. مقدار زیاد این نرخ باعث می شود تا فرصت تطابق کروموزم ها از دست برود و یا سیستم در اصطلاح باهوش تر نشود .

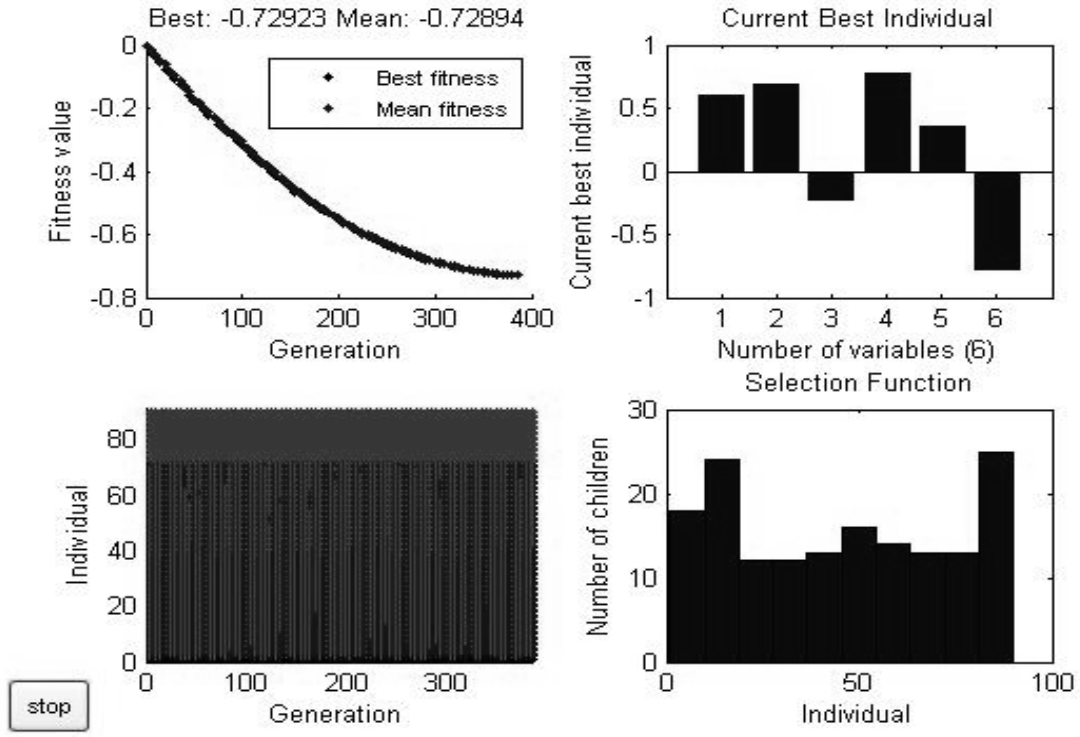
۴- مقدار generation را همانطور که گفتم به دلایل بالا زیاد انتخاب نمودم (۴۰۰) . هر چه تعداد generation ها بالاتر رود، عمل مینیمم یابی بهتر صورت می گیرد ولی خطر کمینه محلی زیاد می شود که با اتخاذ تدابیری می توان این خطر را کمرنگ کرد.[۷]

۵- از مهمترین تدابیری که سبب کمرنگ شدن خطر کمینه محلی است در این مقاله اتخاذ گردید. این تدبیر نرخ جهش است که بیانگر احتمال جهش است که براساس تعداد بیت های جهش یافته بدست می آید. در این کار نرخ جهش را که بین ۰,۰۰۱ تا ۰,۵ می تواند باشد ما ۰,۴ در نظر گرفتیم که عددبزرگی است.

رابطه(۲) برای انجام عملیات مینیمم یابی در سیستم گرافیکی الگوریتم ژنتیک قرار گرفت. اعدادبدست آمده از الگوریتم این توانایي را به ما می دهد که یک الگوی مناسب برای پارامترهای موثر در آتشباری برای داشتن کمترین میزان پرتاب را پیش بینی کنیم.[۲] و .[۹]

جدول۴- مقدارپارامترهای موثر در پرتاب سنگ بصورت استاندارد شده و بااستفاده ازالگوریتم ژنتیک

burden	spacing	Nhole	Lhole	dynamit	anfo	Fly rock
0.59543	0.69281	-0.23435	0.76969	0.3583	-0.78703	-0.72923



شکل۶- به ترتیب ازبالا سمت چپ مقدار min رابطه در ۴۰۰ generation ، بهترین مقدار individual ها، genology در ۴۰۰ generation برای individual ها (مقدار جدایش آن تقریبا ۷۰ درصدمی باشد) ، تعداد بچه ها در individual های بوجود آمده

۶- نتیجه گیری

با بررسی اعداد حاصل از رابطه (۲) در جدول (۴) و مقدار min پرتاب محاسبه شده (min مقدار رابطه)توسط الگوریتم ژنتیک به این نتیجه می رسیم که اعداد بدست آمده از رابطه (۲)کمترین میزان پرتاب سنگ را برای ما شبیه سازی می کنند. پس الگوی آتشباری پیشنهاد شده برای داشتن کمترین میزان پرتاب سنگ در معدن سنگ آهک پیربکران بصورت استاندارد شده بصورت جدول (۵) است.

جدول۵- مقدار هریک از متغیرهای آتشباری بصورت کددار و نرمال شده

burden	spacing	Nhole	Lhole	dynamit	anfo	Fly rock
0.59543	0.69281	-0.23435	0.76969	0.3583	-0.78703	-0.72923

که با تبدیل بصورت واقعی بصورت جدول (۶) در می آید:[5]

جدول۶- بهترین الگوی آتشباری معدن سنگ آهک پیربکران برای داشتن کمترین پرتاب سنگ

بردن(متر)	فاصله ردیفی(متر)	تعداد چال	متراژ متوسط چال(متر)	مقدار دینامیت(کیلوگرم)	مقدار آنفو(کیلوگرم)
4.59	4.69	46	17.208	19.54	1366.357

- بعد از محاسبه ی مقدار پرتاب سنگ با استفاده از پارامترهای بالا این میزان تقریبا کم و میزان پرتاب بی خطر بدست آمد.همانطور که در اعداد استاندارد شده هم می بینید این عدد ۰,۷۲۹۲۳- عدد نسبتا پایینی است که از این سیستم آتشباری بدست می آید.

- بعد از انجام مراحی سعی و خطای فراوان فرمول خطی رابطه (۲) بعنوان بهترین فرمول برازش داده های ما بدست آمد.

- از دیگر نتایج این پیش بینی استفاده از نرم افزار آماری بسیار قوی spss است که دارای کارایی بسیار بالایی در مسائل معدن است و بنده یادگیری آنرا به تمامی دوستان سفارش می کنم. [10]

- استفاده از الگوریتم ژنتیک بعنوان یک روش بهینه یابی مسائل مختلف در تمامی امور معادن مورد سفارش قرار می گیرد.

۷- تشکر و قدردانی

در پایان از جناب آقای مهندس رادفر که تمامی اطلاعات مورد استفاده در این مقاله را بی دریغ در اختیار من قرار دادند, تشکر می نمایم.

۸- مراجع

[۱] علی رضا,مهدی۱۳۸۵؛مقدمه ای بر الگوریتم ژنتیک و کاربردهای آن؛شرکت ناقوس اندیشه؛ تهران.

[2] اسماعیلیان،مهدی؛۱۳۸۴؛آموزش **spss13** ؛شرکت ناقوس اندیشه؛تهران.

[۳] امین،غلامرضا،۱۳۸٦، راهنمای مقاله نویسی ، ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب،تهران.

[٤] نائبی، مهدی؛۱۳۸۵، بهینه یابی سطح لغزش بحرانی شیروانی های سنگی به روش **GA**، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان،

[5] رحیمی ،سید اسماعیل؛ نعیمی ،سید تقی؛ اورکی ،محمد ؛۱۳۸٦؛پیش بینی پرتاب سنگ در معدن سنگ آهک پیربکران با استفاده ازشبکه های عصبی؛مقاله ششمین کنفرانس دانشجویی امیرکبیر؛تهران؛٦؛۹..

[6] شیوایی، علیرضا؛امیری، روانبخش؛قشمی پور،علی اکبر؛۱۳۸۳؛ بررسی پدیده های لرزش زمین و پرتاب سنگ در معدن سنگ آهک چاهون؛مقاله اولین کنفرانس مهندسی معدن تربیت مدرس؛تهران؛۱؛۱۰.

[۷] راهنمای نرم افزار matlab

[۸] راهنمای نرم افزار ریاضی maple

[9] Pei-Chann Chang, Shih-Shin Chen, Chin-Yuan Fan; *Mining gene structures to inject artificial chromosomes for genetic algorithm in single machine scheduling problems*. science direct , Applied Soft Computing 8 (2008) 767–777

[10] *engineering optimization via GA*- Goldberg