



# روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معادن

(علمی - پژوهشی)

این نشریه در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) به نشانی [www.isc.gov.ir](http://www.isc.gov.ir)، «ایران ژورنال» نظام نمایه سازی مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری (RICEST) به نشانی [www.ricest.ac.ir](http://www.ricest.ac.ir) و بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran) به نشانی [www.magiran.com](http://www.magiran.com) نمایه می‌شود.



مرکز منطقه‌ای اطلاع رسانی علوم و فناوری



سال پنجم، شماره نهم  
بهار و تابستان 1394

# نشریه روش های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن

(دو فصلنامه علمی-پژوهشی)

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه یزد- دانشکده مهندسی معدن و متالورژی

مدیر مسئول: دکتر علیرضا یاراحمدی بافقی

سردبیر: دکتر محمد فاتحی مرجی

مدیر اجرایی: مهندس سیدکاظم میردهقان

هیات تحریریه:

دکتر عبدالحمید انصاری (دانشیار- مهندسی معدن، ژئوفیزیک- دانشگاه یزد)

دکتر سیدمحمداسماعیل جلالی (دانشیار- مهندسی معدن، استخراج-دانشگاه شاهرود)

دکتر احمد خدادادی (دانشیار- مهندسی معدن، فراوری مواد معدنی- دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر علی دهقانی (دانشیار- مهندسی معدن، فراوری مواد معدنی- دانشگاه یزد)

دکتر رضا رحمان نژاد (استاد- مهندسی معدن، مکانیک سنگ- دانشگاه شهید باهنر کرمان)

دکتر حجت اله رنجبر (استاد- زمین شناسی اقتصادی- دانشگاه شهید باهنر کرمان)

دکتر مجید عطایی پور (دانشیار- مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

دکتر جواد غلام نژاد (دانشیار- مهندسی معدن، استخراج- دانشگاه یزد)

دکتر محمد فاتحی مرجی (دانشیار- مهندسی معدن، مکانیک سنگ- دانشگاه یزد)

دکتر احمدرضا مختاری (دانشیار- مهندسی معدن، اکتشاف- دانشگاه صنعتی اصفهان)

دکتر علیرضا یاراحمدی بافقی (استادیار- مهندسی معدن، ژئومکانیک- دانشگاه یزد)

ویراستاری: مهندس علیرضا جبین پور - دکتر ابوالفضل عبدالهی پور

حامیان:

شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق

پژوهشکده مهندسی معدن دانشگاه یزد

انجمن مهندسی معدن ایران

نشانی: یزد- صفائیه- خیابان پژوهش- دانشگاه یزد- دانشکده مهندسی معدن و متالورژی- صندوق پستی: 89195-741 -

تلفن: 035-38210994- دورنگار: 035-38210995

تارنما: [www.anm.yazd.ac.ir](http://www.anm.yazd.ac.ir)

رایانامه: [mm-journal@journals.yazd.ac.ir](mailto:mm-journal@journals.yazd.ac.ir)

دارای درجه ی علمی-پژوهشی به شماره 3/18/189584 مورخ 1393/10/15 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
از شماره 3 (بهار و تابستان 1391)

## اهداف و محورهای فعالیت نشریه

شناخت، تبیین و توسعه روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن و مهندسی‌های مرتبط با حوزه‌های اکتشاف، استخراج و فراوری مواد معدنی، مکانیک سنگ، سدسازی، تونل‌سازی، محیط‌زیست و فناوری‌های معدن کاری اصلی‌ترین هدف این نشریه است. لذا مقالاتی که شامل ارائه روش‌های تجربی - تحلیلی، روش‌های نوین تحلیلی، شبیه‌سازی، توسعه روش‌های عددی و یا مدل‌های ترکیبی تحلیلی - عددی و کاربرد آن‌ها در حل مسائل مهندسی‌های فوق باشد، مورد توجه قرار می‌گیرد. از دیگر عناوین مورد نظر می‌توان به تحلیل‌های برگشتی، روش‌های چند مقیاسی، مدل‌های ریاضی، روش‌های آماری، روش‌های زمین آماری، روش‌های هوشمند(الگوریتم ژنتیک، شبکه‌های عصبی و...) و ترکیبی از آن‌ها که اغلب روش‌های رایانه‌ای عنوان می‌گیرند، اشاره نمود.

لذا کلیه محققان در زمینه‌های مرتبط با مهندسی معدن و علوم وابسته مثل زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ژئوشیمی، هیدروژئولوژی، طراحی معادن سطحی و زیرزمینی، عملیات اصلی معدن کاری، سرویس‌های معدنکاری، خردایش، جداسازی، لیچینگ و بیولیچینگ، بازسازی و محیط‌زیست معدن، مکانیک خاک و مکانیک سنگ، مهندسی عمران، مهندسی سد، تونل و فضاها، زیرزمینی، مهندسی نفت و گاز و ذخایر هیدروکربوری و مهندسی فناوری‌ها و ماشین‌آلات معدنی از جمله مخاطبین نشریه محسوب می‌شوند.

## راهنمای نگارش مقالات

- نشریه علمی-پژوهشی روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن مقالاتی را چاپ می‌نماید که ارائه دهنده‌ی نتایج پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در راستای اهداف این نشریه باشد.
- دریافت مقالات تنها از طریق تارنمای نشریه امکان پذیر است. نویسندگی مسئول باید به همراه مقاله، فرم تکمیل شده‌ی تعهد نامه توسط همهی نویسندگان را اسکن نموده در در سایت بارگذاری نماید. نشریه از بررسی مقالاتی که فرم تعهدنامه‌ی تکمیل شده نداشته باشد، معذور است.
- مسئولیت محتوا و اصالت مقاله به عهده‌ی نویسنده یا نویسندگان مقاله است.

### نحوه‌ی تدوین مقاله:

- هر مقاله باید شامل عنوان (به دو زبان)، نویسندگان و مشخصات (به دو زبان)، چکیده (به دو زبان) و کلمات کلیدی (به دو زبان)، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری، تشکر و قدردانی (در صورت نیاز) و منابع باشد.
- مقالات ارسالی باید به صورت یک ستونی تنظیم شود.
- قلم مورد استفاده در تمام متن *B Nazanin* است.
- فاصله‌ی سطرها به صورت *single* باشد.
- عنوان پارسی مقاله باید با قلم 16 پررنگ نوشته شود.
- اسامی نویسندگان با قلم 12 پررنگ و توضیحات آن‌ها با قلم 9 پررنگ نوشته شود.
- چکیده پارسی و کلمات کلیدی با قلم 10 پررنگ نوشته شود.
- عناوین اصلی متن با قلم 12 پررنگ و عناوین فرعی با قلم 11 پررنگ نوشته شود.
- بدنه‌ی اصلی مقاله با قلم 12 نوشته شود.
- تصاویر و جداول تا جایی که ممکن است به صورت پارسی باشد، چه توضیحات، چه اعداد.
- توضیحات شکل‌ها و جداول‌ها با قلم 10 پررنگ نوشته شود.
- جداول‌ها با قلم 11 تنظیم شود.
- در صورت استفاده از علائم، اصطلاحات و کلمات انگلیسی در متن، قلم آن باید یک شماره کمتر از متن اصلی و نوع قلم مورد استفاده *Times New Roman* باشد.
- مراجع و منابع در متن به صورت شماره و ترتیبی آورده شود.
- با توجه به چاپ سیاه و سفید مقالات، تا جایی که امکان دارد، تصاویر در این راستا تهیه شود.
- روابط موجود در متن با استفاده از *Microsoft Equation 3* نوشته شود.
- چکیده‌ی پارسی باید دارای کمینه 150 و بیشینه 250 کلمه باشد و در یک پاراگراف تنظیم شود.
- چکیده‌ی انگلیسی باید به صورت چکیده‌ی بلند تنظیم شود. راهنمای تنظیم در تارنمای نشریه موجود است.
- نویسندگان لازم است مقاله‌ی خود را بدون هرگونه *section* و در یک ستون تهیه کنند. تمامی تصاویر و جداول را در جای خود قرار داده و بابت تعداد صفحات هیچگونه محدودیتی در ابتدا برای خود قائل نباشند.

توجه: در صورت عدم رعایت موارد مورد نظر در ساختار مقاله، مقاله‌ی ارسالی به نویسنده برگردانده خواهد شد.

### نحوه ی صحیح مرجع نویسی

با توجه به مصوبه ی هیات تحریریه نشریه روش های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن، لازم است تا همه ی مراجع مورد استفاده در متن مقالات در بخش مراجع به صورت انگلیسی آورده شود. بنابراین نویسندگان باید به صورت زیر برگردان مراجع را در مقاله وارد کنند.

مرجع دهی در مقالات باید به صورت ترتیبی و شمارشی باشد و در بخش مراجع باید از استاندارد *APA* استفاده شود. جهت سهولت، استفاده از گوگل اسکالر و همچنین نرم افزار *EndNote* توصیه می شود.

#### مراجع پارسی:

محمدی، م. و توکلی، ح. (1391). بررسی کارایی معیار هوک و براون در پیش بینی تنش های روی صفحه شکست. روش های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن، 2(4)، 71-78.

#### برگردان به انگلیسی:

Mohammadi, M. and H. Tavakoli (2013). "Efficiency Investigation of Hoek – Brown Criterion in Prediction of Stresses on Failure Plane." *Journal of Analytical and Numerical Methods in Mining Engineering* 2(4): 71-78 (In Persian).

#### کتاب انگلیسی:

Brown, E. T. (2007). *Block Caving Geomechanics: International Caving Study 1997-2004*. Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre, the University of Queensland.

#### مقاله نشریات انگلیسی:

Laubscher, D. H. (1990). A geomechanics classification system for the rating of rock mass in mine design. *JS Afr. Inst. Metall*, 90(10), 267-273.

#### مقاله کنفرانس انگلیسی:

Kendorski, F. S., Cummings, R. A., Bieniawski, Z. T., & Skinner, E. H. (1983, January). Rock mass classification for block caving mine drift support. In *5th ISRM Congress*. International Society for Rock Mechanics.

توجه: در صورت عدم رعایت موارد مورد نظر در ساختار مقاله، مقاله ی ارسالی به نویسنده برگردانده خواهد شد.

فرم تعهد نامه چاپ مقاله در نشریه روش های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن

اینجانب ..... نویسنده ی مسئول مکاتبات مقاله با عنوان .....  
مقاله ی پژوهشی به این نشریه ارسال نموده و تعهد می نمایم:  
..... را جهت بررسی و چاپ به عنوان

1- محتویات علمی این مقاله متعلق به نویسندگان بوده و تا کنون در هیچ یک از نشریات داخلی و خارجی به چاپ نرسیده است.

2- قبل و بعد از ارسال مقاله به نشریه، برای هیچ نشریه داخلی و خارجی و هیچ کنفرانس داخلی و خارجی ارسال نشده و نخواهد شد.

3- پس از پذیرش، تغییری در نویسندگان مقاله و ترتیب آنها داده نخواهد شد.

4- پس از پذیرش نهایی مقاله، انصراف یا تجدید نظر در محتویات مقاله مجاز نیست.

در صورتی که خلاف موارد مذکور مشاهده شود، کلیه ی عواقب آن متوجه نویسندگان خواهد بود.

مشخصات همه نویسندگان به ترتیب

ردیف	نام و نام خانوادگی	محل اشتغال	رتبه علمی	امضاء
1				
2				
3				
4				
5				

مشخصات تماس نویسنده مسئول مکاتبات:

شماره تماس: ..... رایانامه: .....

آدرس دقیق پستی جهت ارسال مجلات چاپی: .....

..... کد پستی 10 رقمی: .....

تاریخ و امضاء

## فهرست مطالب

- 1 تعیین شکل بهینه مغارهای نمکی ذخیره گاز با استفاده از روش‌های عددی  
اصغر سیاه‌منصوری، محمد فاتحی مرجی، ابوالفضل عبدالهی پور
- 13 تحلیل حساسیت پاسخ GPR اهداف ژئوتکنیکی مدفون به پارامترهای هندسی و فیزیکی با استفاده از مدلسازی عددی پیشرو  
رضا احمدی، نادر فتحیان پور، غلامحسین نوروزی
- 31 وارونسازی یک‌بعدی داده‌های مگنتوتلوریک بر اساس الگوریتم لارسن  
محمدحسین قلعه نویی، پرویز پورقهرمانی
- 39 ارائه یک الگوریتم جدید به منظور بسط روش درون‌یابی وزن‌دهی عکس فاصله در منطقه حراران  
مریم محمدی‌زاده، فرهاد محمدتراب
- 51 برآورد خردشوندگی سنگ از دیدگاه هندسی  
عنایت الله امامی میبدی، سیدمحمد اسماعیل جلالی
- 63 مقایسه روش‌های مناسب جانمایی مقادیر سانسور شده در داده‌های ژئوشیمیایی  
سید علی حسینی، سمانه افتخاری مهابادی، امید اصغری
- 73 تصحیح سیستم طبقه‌بندی امتیاز توده‌سنگ با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی *k-means* و *fuzzy c-means*  
زکریا جلالی، سیدمهدی موسوی نسب
- 85 ارزیابی تأثیر پارامترهای ژئوتکنیکی مصالح مسیر تونل بر روی نشست سطح زمین در تونل مترو کرج  
محمد جوادی، غلامرضا سعیدی
- 99 مدلسازی عددی نمونه‌های استوانه‌ای توخالی جدارضخیم: اثر شرایط تنش‌های اعمال شده بر روی تغییر شکل و نحوه گسیختگی  
سونیا آقایی، مهدی حسینی

## ***Table of Content***

<b>Numerical Determination of the Optimized Shape of Salt Caverns for Gas Storage</b>	113
<i>A. Siahmansouri, M. Fatehi Marji, A. Abdollahipour</i>	
<b>Sensitivity Analysis Of Physical And Geometrical Parameters Of Geotechnical Targets On GPR Responses Using Forward Modeling</b>	114
<i>R. Ahmadi, N. Fathianpour, Gh. Norouzi</i>	
<b>One-Dimensional Magnetotelluric Inversion Based on Larsen's Algorithm</b>	115
<i>M. Ghalehnoee, P. Pourghahremani</i>	
<b>A New Algorithm for Developing Inverse-Distance Weighting Interpolation Method in Hararan Region</b>	116
<i>M. Mohammadzadeh, F. Mohammad Torab</i>	
<b>Estimation of Fragmentation on Geometrical Viewpoint</b>	117
<i>E. Emami Meybodi, S. M. E. Jalali</i>	
<b>The Comparison of Appropriate Methods in Imputation of The Censored Values in the Geochemical Datasets</b>	118
<i>S. A. Hosseini, S. Eftekhari Mahabadi, O. Asghari</i>	
<b>Modification of Rock Mass Rating Classification System by K-Means And Fuzzy C-Means Clustering Algorithms</b>	119
<i>Z. Jalali, S. M. Mousavi Nasab</i>	
<b>Evaluation of Geotechnical Parameters Effect on The Surface Settlement in Karaj Subway Tunnel</b>	120
<i>M. Javadi, Gh. Saeedi</i>	
<b>Numerical Modeling of Thick-Walled Hollow Cylindrical Samples: Effect of Status of Applied Stresses on Deformation and Shape of Failure</b>	121
<i>S.Aghayi, M. hosseini</i>	



# Journal of Analytical and Numerical Methods in Mining Engineering

**Grantee and Publisher:** Yazd University- Department of Mining and Metallurgy

**Director in chief:** Dr. Alireza Yarahmadi Bafghi

**Editor in chief:** Dr. Mohammad Fatehi Marji

**Executive manager:** Eng. Seyyed Kazem Mirdehghan

## Editorial Board:

**Dr. Abdolhamid Ansari** (Associate prof. - Mining, Geo-Physics - Yazd University)

**Dr. Majid Ataiepoor** (Associate prof. - Mining - Amirkabir University of Technology)

**Dr. Ali Dehghani** (Associate prof. - Mineral Processing - Yazd University)

**Dr. Mohammad Fatehi Marji** (Associate Prof. - Rock Mechanics - Yazd University)

**Dr. Javad Gholamnejad** (Associate prof. - Mining Exploitation - Yazd University)

**Dr. Seyyed Mohammad Esmail Jalali** (Associate prof. - Mining Exploitation - University of Shahrood)

**Dr. Ahmad Khodadadi** (Associate prof. - Mineral Processing - Tarbiat Modares University)

**Dr. Ahmadreza Mokhtari** (Associate Prof. – Mining Exploration – Isfahan University of Technology)

**Dr. Reza Rahmancejad** (Professor - Rock Mechanics - Shahid Bahonar University of Kerman)

**Dr. Hojjatollah Ranjbar** (professor - Economic Geology - Shahid Bahonar University of Kerman)

**Dr. Alireza Yarahmadi Bafghi** (Assistant Prof. - Geo-mechanics - Yazd University)

## Editor:

Eng. Alireza Jabinpour, Dr. Abolfazl Abdollahipour

## Supporters:

Iran Central Iron Ore Company- Bafgh (ICIOC)  
Mining Eng. Research Center of Yazd University  
Iranian Society of Mining Engineering

## Address:

Department of Mining and Metallurgy, Yazd University, Pajouhesh Street, Safaeieh, Yazd, Iran-  
**Postal Box:** 89195-741 - **Tell:** +9835-38210994 - **Fax:** +9835-38210995

**Email:** [mm-journal@journals.yazd.ac.ir](mailto:mm-journal@journals.yazd.ac.ir)

**Website:** [www.anm.yazd.ac.ir](http://www.anm.yazd.ac.ir)

In The Name of Allah, the Most  
Compassionate, the Most Merciful

Journal of Analytical and Numerical  
Methods in Mining Engineering



*Volume 5, No. 9, Spring and Summer 2015*