

# مطالعه مورفولوژی فیلم اکسید تشکیل شده در شرایط ریخته گری آلیاژهای منیزیم (AZ91)

علی رضا میرک<sup>۱</sup>، مهدی دیوانداری<sup>۲\*</sup> و سید محمد علی بوترابی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت ۸۵/۱۱/۱۷، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۶/۵/۱۳، تاریخ تصویب ۸۶/۷/۷)

## چکیده

AZ91

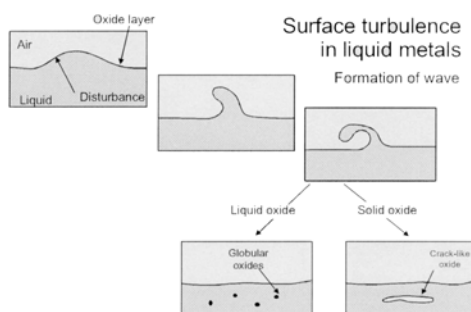
AZ91

( )

واژه های کلیدی: آلیاژ منیزیم AZ91 - فیلم اکسید جدید - لایه ساندویچ اکسید فلز اکسید - مورفولوژی

## مقدمه

[ - ]



شکل ۱: تشکیل لایه های اکسیدی جدید و ورود لایه های سطحی به درون مذاب بر اثر تلاطم سطحی [۴].

[ ]

[ ]

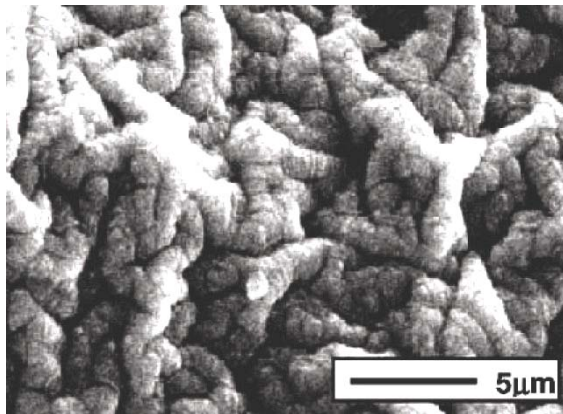
( )

[ - ]

[ ]

( ) . [ ]

°C  
Air/ 0.3% SF<sub>6</sub>



شکل ۳: تصویر میکروسکوپ الکترونی از مورفولوژی فیلم سطحی آلیاژ منیزیم در ۷۰۰ °C و در یک زمان طولانی [۲۱].

[ ] Zeng

[ ] Fruehling .

MgO

Al-5Mg Al-7SiMg

[ ]

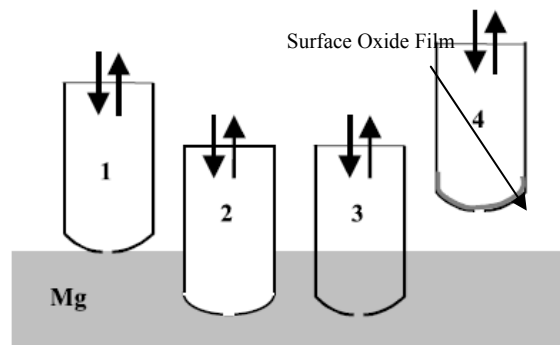
SEM ( )

Al-

Al-5Mg  
7SiMg

Al-7SiMg

( )



شکل ۲: شماتیک تهیه فیلم سطحی در مدت زمان طولانی [۱۷].

Coshion

SF<sub>6</sub>

AZ91

°C

MgF<sub>2</sub> MgO

SF<sub>6</sub>

MgO

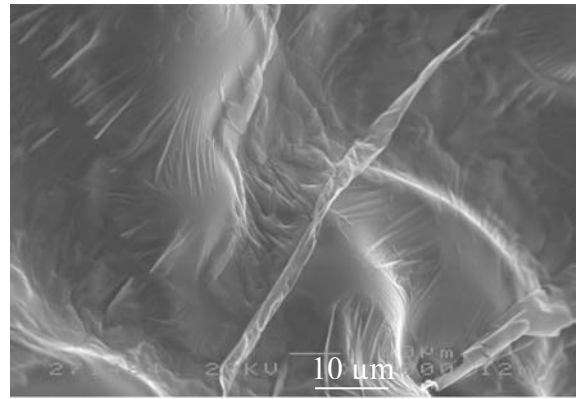
MgO MgF<sub>2</sub>

[ ]

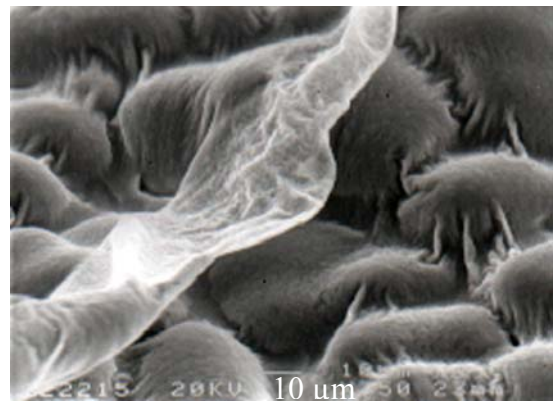
mm

mm

mm



الف



ب

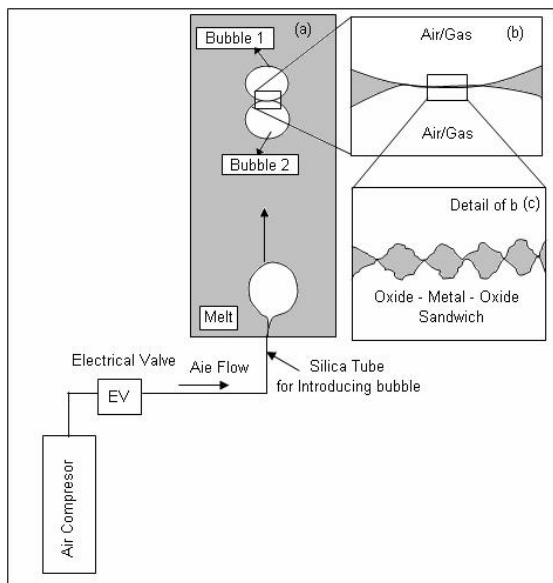
شکل ۴: تصویر SE از مورفولوژی فیلم اکسید آلیاژهای الف)  $Al_{7Si}Mg$  و ب)  $Al_{5Mg}$  [۱۵،۱۶].

Philips XL30 (SEM)

EDX

جدول ۱: ترکیب شیمیایی آلیاژ AZ91C.

AZ91	Al	Mn	Zn	Mg
Composition	8.7	0.5	0.9	Base



شکل ۵: تصویر شماتیک تهیه نمونه ساندویچ اکسید فلز - اکسید.

روش تحقیق

AZ91

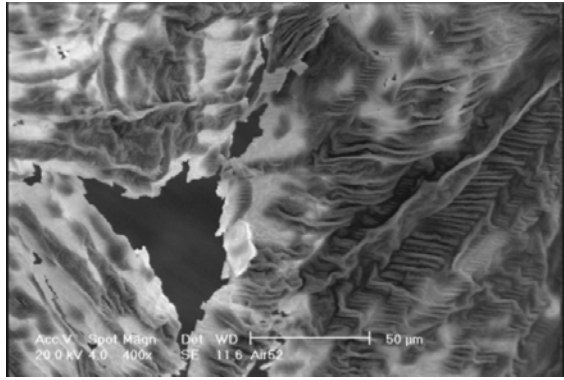
( )

SO<sub>2</sub>

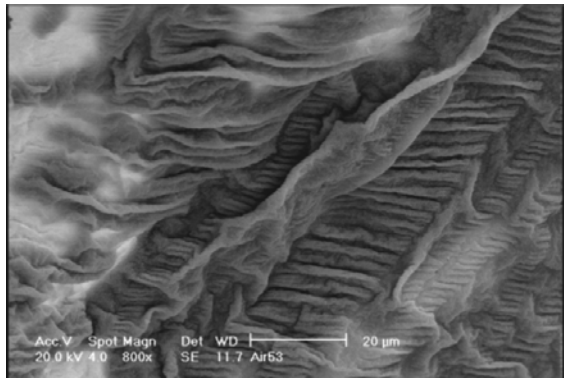
± °C

نتایج آزمایش

SEM ( - )  
)  
( -C

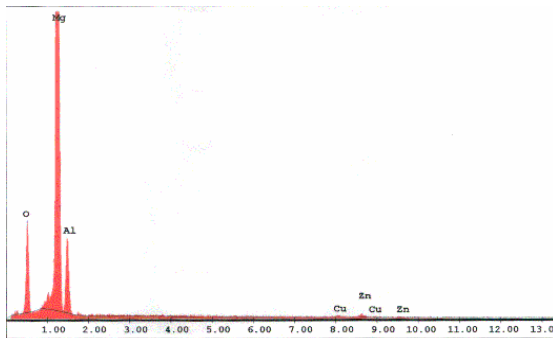


الف



ب

شکل ۷: تصویر SE از لایه ساندویچی شامل مورفولوژی چین خورده.



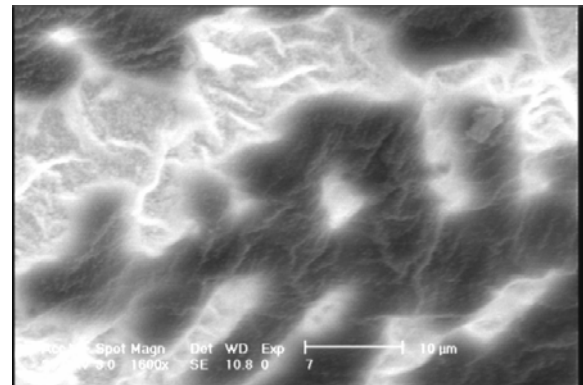
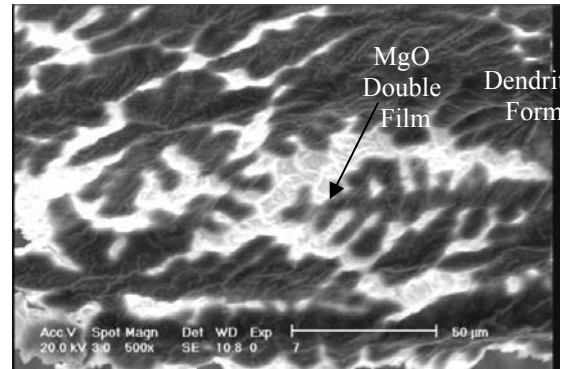
شکل ۸: تصویر آنالیز EDX از فیلم اکسید منیزیم.

SEM ( )

( )

EDX

( - )



ب

شکل ۶: تصویر SE از لایه ساندویچ اکسید-فلز-اکسید آلیاژ منیزیم.

( )

EDX

( )

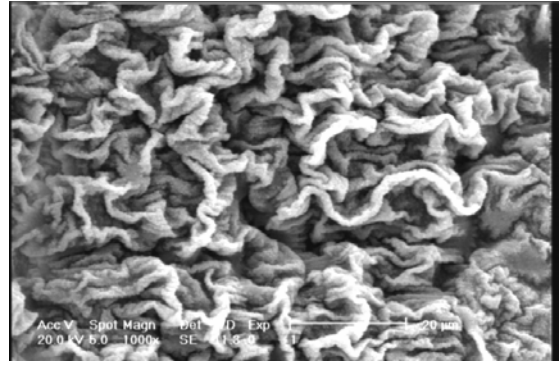
SEM

- μm

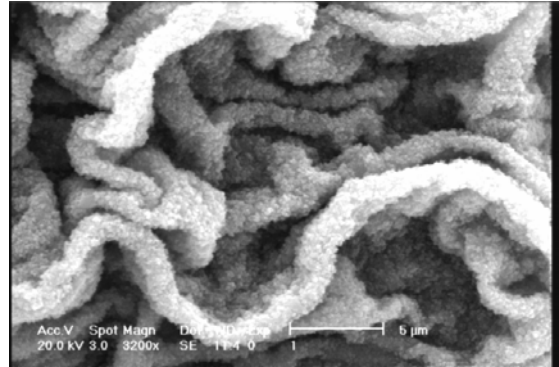
μm

بحث و تحلیل

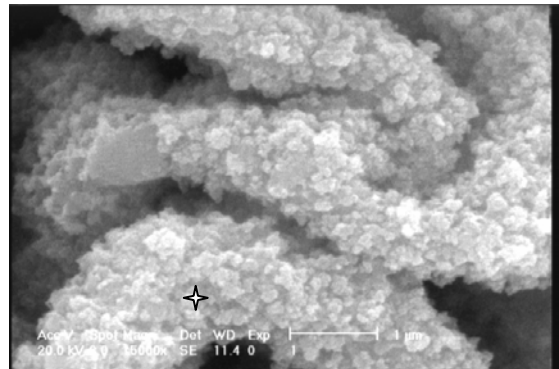
$(\Delta G = - \text{Kcal/mol } 1000^\circ)$   
 $(\Delta G = - \text{Kcal/mol } 1000^\circ \text{ K})$   
 [ ]



الف

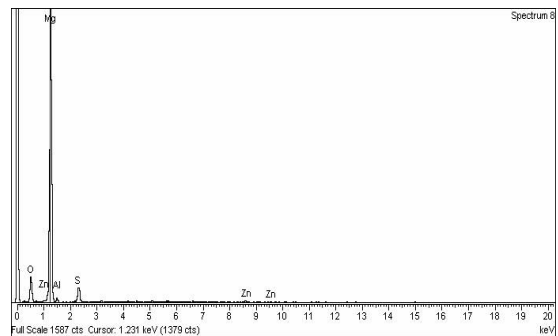


ب



ج

شکل ۹: تصاویر SE از فیلم اکسید ضخیم شده در بزرگنمایی های مختلف ، الف) مورفولوژی سطوح چین خورده و ناهموار فیلم، ب) تصویر الف در بزرگنمایی بالاتر و ج) تصویر سطح کریستاله شده فیلم .



شکل ۱۰: آنالیز EDX از سطح فیلم اکسید منیزیم ( ناحیه علامت زده شده در تصویر ج-۹).

[ - ]

Al-7Si-

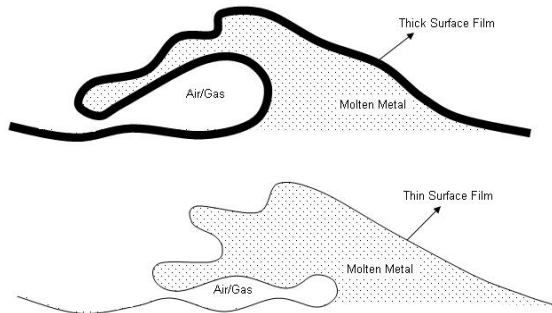
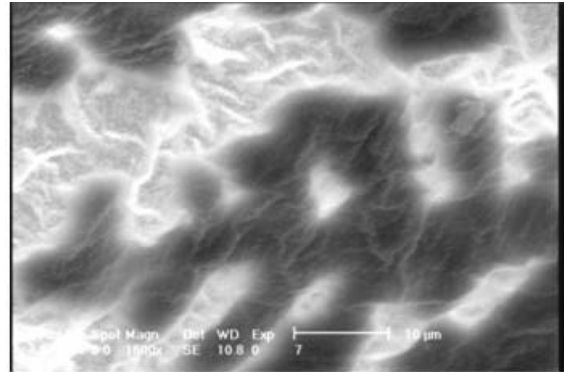
( ) [ ]

Al-5Mg Mg

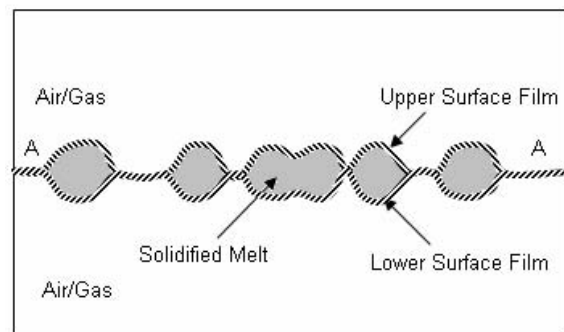
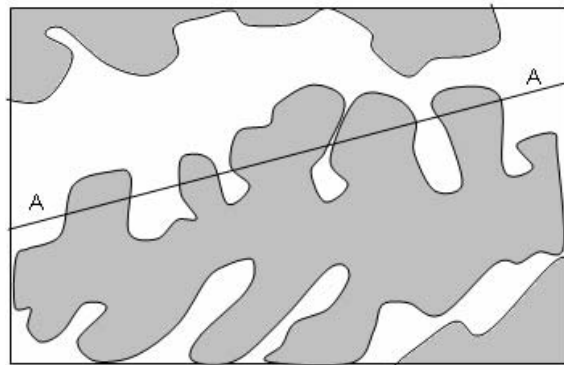
(AZ91)

[ ]

( )



شکل ۱۲: شماتیک اثر ضخامت فیلم در مقدار هوای محبوس شده در بین لایه های فیلم برای الف) فیلم ضخیم و ب) فیلم نازک.



شکل ۱۱: شماتیک تشکیل فیلم دویل (نواحی سفید، الف) تصویر SE از لایه ساندویچ اکسید - فلز - اکسید آلایژ منیزیم، ب) شماتیک مورفولوژی نواحی تیره دندریتی و فیلم دویل اکسید منیزیم ج) مقطع برش خورده از نوک دندریت ها که با فیلم اکسید بالایی و پایینی پوشیده شده است.

جدول ۲: اندازه ضخامت فیلم در آلیاژهای مختلف آلومینیم و منیزیم.

Alloy	Al-7Si-Mg	Al-5Mg	AZ91
Thickness (μm)	0.02 - 0.05	0.5 - 0.7	1-2

[ ]

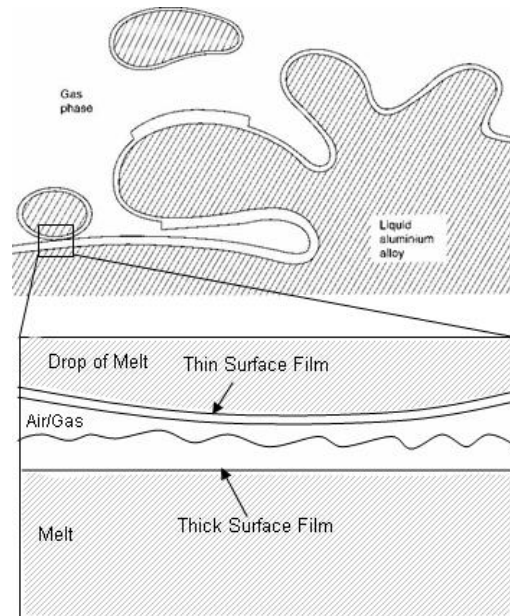
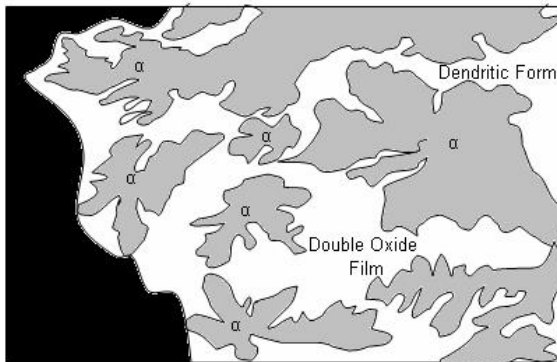
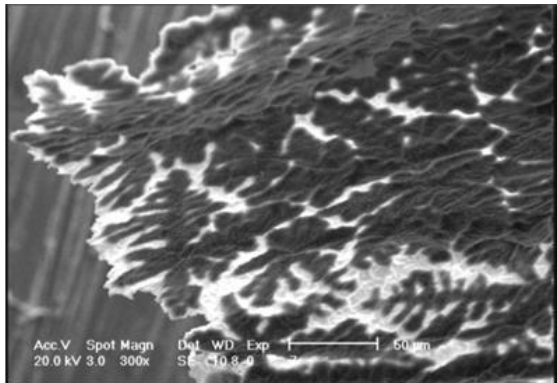
[ ]

( )

[ ]

 $\alpha$  - Mg

( ) ( )



شکل ۱۳: شماتیک رویهم افتادن فیلم های نازک و ضخیم با مورفولوژی های متفاوت در هنگام تلاطم سطحی.

شکل ۱۴- الف) لایه نازک ساندویچ اکسید منیزیم شامل تعداد زیادی از جوانه های اولیه  $\alpha$  - Mg و شبکه دندریتی که در اطراف جوانه ها رشد کرده است.  
ب) شماتیک مورفولوژی و توزیع جوانه های اولیه منیزیم را نشان می دهد.

## نتیجه گیری

## مراجع

- 1 - Alves, H., Ko'ster, U. and Eliezer, D. in E. Aghion and D. Eliezer (eds.) (2000). *Proc. 2nd Israeli Int. Conf. on Magnesium Science & Technology, MRI, Beer-Sheva*, PP. 347-355.
- 2 - Runyoro, J., Boutorabi, S. M. and Campbell, J. (1992). *AFS Trans.*, Vol. 100, PP.225-234.
- 3 - Campbell, J. (2003). *Casting*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- 4 - Campbell, J. (1994). *The Filling of Casting*, TALAT Lecture 3203.
- 5 - Nyahamwa, C., Green, N. R. and Campbell, J. (1998). *AFS Trans.*, Vol. 106, PP.215-223.
- 6 - Caceres, C. H. and Selling, B. I. (1996). "Casting defects and the tensile properties of an Al-Si-Mg alloy." *Mater. Sci. Eng., A* 220, PP.109-116.
- 7 - Green, N. R. and Campbell, J. *Trans. AFS*, Vol. 102, PP.341-347.

- 
- 8 - Impey, S., Stephenson, D. J. and Nicholls, J. R. (1988). *J. Mater. Sci. Tec.*, Vol. 4, PP.1126–1132.
- 9 - Kahl, W. and Fromm, E. (1985). *Metall. Trans. B*, Vol. 16B, PP.47–51.
- 10 - Rault, L., Allibert, M. and Dubus, A. (1996). *Mater. Sci. Forum*, Vol. 2, PP.165–170.
- 11 - Rault, L., Allibert, M. and Dubus, A. (1996). *Light Metals*, Vol. 2, PP.345–355.
- 12 - Roberge, J. L. and Richard, M. (1996). *Mater. Sci. Forum*, Vol. 3, PP.135–140.
- 13 - Rault, L., Allibert, M., Prin, M. and Dubus, A. (1996). *Light Metal*, PP.345 –35.
- 14 - Campbell, J. (2003). *Ten Rules in Casting*, Oxford, Butterworth, Heinemann.
- 15 - Divandari, M. and Campbell, J. (2005). *Int. J. of Cast Metals Research*, Vol. 18, No. 3, PP.187-192.
- 16 - Divandari, M. and Campbell, J. (2004). *Int. J. of Cast Metals Research*, PP.17, 1-6.
- 17 - Fuoco, R., Correa, E. R. and Escudero, L. S. (1999). *AFS Trans.* Vol. 85, PP.287-295.
- 18 - Peterson, G., Overlaid, E., Tranell, G., Fenstad, J. and Gjestlad, H. (2002). *Mat. Sci. and Eng*, A332 PP.285 – 294.
- 19 - Cashion, S. P., Ricketts, N. J. and Hayes, P. C. (2002). *J. of Light Metals*, Vol. 2, PP.37 – 42.
- 20 - Cashion, S. P., Ricketts, N. J., Hayes, P. C. (2002). *J. of Light Metals*, Vol. 2, PP.43 –47.
- 21 - Zeng, X., Wang, Q., Lu, Y., Zhu, Y., Ding, W., Zhu, Y., Zhai, C., Lu, C. and Xu, X. (2001). "Behavior of surface oxidation on molten Mg–9Al–0.5Zn–0.3Be alloy." *Materials Science and Engineering A301*, PP.154–161, 2001.
- 22 - Zeng, X., Wang, Q., Lu, Y., Zhu, Y., Ding, W., Zhao, Y. (2001). "Influence of beryllium and rare earth addition on ignition – proof magnesium alloys." *J. of Materials Processing Technology*, Vol. 112, PP. 17-23, 2001.
- 23 - Fruehling, J. W. and Hanawalt, J. D. (1969). "Protective atmospheres for melting magnesium alloys." *Trans Am Foundry men's Soc*, Vol. 77, PP.159.
- 24 - Divandari, M. and Campbell, J. (2000). *Aluminum Trans.*, Vol. 2, PP.233 – 238.
- 25 - Gaskell, J. (1990). *Introduction in Thermodynamic of Metallurgy*.
- 26 - Brace, A. W. and Allen, F. A. (1957). *Magnesium Casting Technology*, Chapman & Hall Ltd.
- 27 - Mirak, A. R., Divandari, M. and Boutorabi, S. M. A. (1386). PhD Thesis, the university of Science and Technology of Iran.
-