**دستورالعمل نگارش و تدوین گزارش نهايي طرح‌هاي پژوهشي**

دفتر امور پژوهشي

حوزه معاونت پژوهش و فناوري دانشگاه

کلیات

به منظور آسان سازي مطالعه گزارش نهايي طرح‌هاي پژوهشي لازم است ضمن رعایت وحدت عنوان، یعنی فراهم‌آوردن تناسب و ارتباط طبیعی مفاهیم و معانی مورد بحث در نوشتار با یکدیگر، در کلیه صفحات نکات دستوری و قواعد نشانه‌گذاری رعایت شده و از به کاربردن واژه‌های دشوار و بیگانه خودداری شود و چنانچه   
واژه هایی مانند نام و نام‌خانوادگی افراد یا کلماتی که افراد از آن معانی متعددی را استنباط می نمایند، به کار برده مي‌شود، حتماً باید روی آن واژه یا نام خارجی با نماد اعداد شماره‌گذاری و معادل انگلیسی آن در ذیل همان صفحه به صورت زیرنویس نوشته شود. افزون بر آن لازم است به موارد زیر توجه كامل شده و با دقت مطابق آن عمل شود.

الف: اندازه کاغذ و نوع نگارش

1- متن گزارش با برنامه WORD نگاشته شود.

2- کاغذ متن در اندازه A4 (21 در 7/29 سانتیمتر) باشد.

3- حاشيه ها از بالا، پايين، راست برابر 3 سانتيمتر و در سمت چپ 2 سانتيمتر باشد. اين حاشيه بايد در سرتاسر  
گزارش نهایی رعايت شود.

4- فاصله سطرها تك (Single) تعريف شود.

5- برای نگاشتن بخش‌های مختلف گزارش از قلم‌های زیر استفاده شود:

|  |  |
| --- | --- |
| **عناوين** | **نوع قلم و اندازه (فارسي و انگليسي)** |
| متن فارسي و انگليسي | B Lotus Regular 13  Times New Roman 11 |
| صفحه عنوان، فصل | B Mitra Bold 36 |
| عنوان هاي اصلي | B Mitra Bold 14  Times New Roman 12 |
| عنوان فرعي | B Mitra Bold 13  Times New Roman 11 |
| **عنوان جدول ها و شكل ها (نمودارها)** | B Lotus Bold 11  Times New Roman 9 |
| درون جدول ها و شكل ها (نمودارها) | B Lotus Regular 10  Times New Roman 9 |
| زيرنويس‌هاي فارسي و انگليسي | B Lotus Regular 10  Times New Roman 9 |

نكات:

* قلم عنوان چكيده فارسي و انگليسي مطابق با عنوان اصلي و قلم متن آن مطابق با متن گزارش باشد.
* قلم عنوان فهرست منابع فارسي و انگليسي مطابق با عنوان اصلي و شرح آن با يك فونت كوچكتر از قلم متن درج شود.
* آغاز پاراگراف‌هاي متن اصلي به اندازه 5/0 سانتيمتر تورفتگي داشته باشد.

ب: نوع جنس و رنگ جلد

1- جلد گزارش از نوع گالینگور است که عیناً مطالب (طبق نمونه شرح روي جلد) روی آن زرکوب مي‌شود.

2- رنگ جلد گزارش نهايي براي تمامي گروه‌هاي علمي سورمه‌اي است.

پ: مطالب و صفحات

1- شرح روی جلد (مطابق نمونه پيوست با حذف عنوان ناظر)

2- صفحه بسم ا... الرحمن الرحیم (مطابق نمونه موجود در فايل)

3- صفحه عنوان (عیناً مطابق عنوان مصوب طرح پژوهشي) و طبق نمونه پيوست

4- یک صفحه برای تشکر و قدردانی (در این صفحه از همه افرادی که در اجرا و تدوين گزارش نهايي، پژوهشگر را یاری نموده اند يا سازمان هايي كه به صورت مالي يا تجهيزاتي در روند اجراي طرح همكاري   
داشته اند تشکر مي‌شود). همچنين درج وابستگي (Affiliation) كامل به نام دانشگاه آزاد اسلامي و واحد اجرا‌كننده طرح در اين صفحه ضروري است.

5- فهرست مطالب (مطابق با استاندارد فهرست‌گيري و با قلم B Lotus 12)

6- چكيده (صفحه نخست گزارش) كه شامل اهداف، روش ها، محتوای اصلی و نتایج كمي و كيفي حاصل از اجراي طرح است.

7- فصل‌بندي گزارش- شروع فصل در يك صفحه جداگانه باشد.

8- جدول ها و شكل ها (نمودارها) با حداكثر كيفيت بلافاصله پس از اشاره به آنها در متن در جاي مناسب جانمايي شود. استفاده از شكل ها و جدول هاي منابع و ارائه تصوير دستگاه ها و مجموعه آزمايشگاهي (Experimental set – up) حداقلي باشد و به جاي تصوير مجموعه آزمايشگاهي بهتر است شمايي از آن رسم شود.

9- فهرست منابع و مأخذ (شامل صورت دقیق و کامل همه مراجعی است که در متن گزارش با حفظ يكنواختي به آنها استناد شده است). در اشاره به منابع مورد استفاده حداكثر شماره سه مرجع و ترجيحا منابع پر استناد و نو درج شود.

10- پیوست ها (شامل جدول ها، نمودارها، شکل‌ها، آزمون ها و پرسشنامه‌های خود ساخته، روش هاي محاسباتي و برنامه‌های رایانه‌ای ...)

11- چکیده انگلیسی

12- شرح پشت جلد (مطابق نمونه پيوست)

ت- شماره‌گذاری

- شماره‌گذاری صفحات

صفحات «بسم ا... الرحمن الرحیم» و «عنوان» و «تشکر و قدردانی» شماره‌گذاری نمی‌شود. صفحات «فهرست‌ها» با حروف الفبای فارسی (الف، ب، ج، ...) شماره‌گذاری خواهد شد. سایر صفحات شماره‌گذاری می‌شوند که لازم است شماره‌گذاری صفحات در وسط و پایین صفحه انجام گیرد.

- شماره‌گذاری فصل ها و بخش‌ها

هر گزارش نهايي دارای چند فصل (معمولاً 5 فصل) است و هر فصل نیز معمولاً دارای چند بخش می‌باشد.

صفحه اول هر فصل باید از خط پنجم شروع شود. تيترهاي هر یک از بخش‌های هر فصل با دو شماره که با خط تیره از یکدیگر جدا شده‌اند، مشخص می‌شود. عدد سمت راست بیانگر شماره فصل و عدد سمت چپ شماره ترتیب بخش مورد نظر است. در صورتی که یک بخش دارای زیر بخش باشد، شماره هر زیر بخش در سمت چپ شماره ياد شده قرار می گیرد، مثل(2-4-3) یعنی زیر بخش سوم از بخش چهارم فصل دوم.

فصل اول يا عنوان مقدمه بايد شامل تعريف مسئله، ضرورت انجام پژوهش، فرضيه ها (Hypothesis)، اهداف اصلي و فرعي و چگونگي تنظيم گزارش (موضوع فصل ها) باشد.

- شماره‌گذاری شکل‌ها، جدول‌ها، نمودار و نقشه‌ها

در شماره‌گذاری شکل‌ها، جدول‌ها، نمودارها و نقشه‌ها بايد مطابق نمونه زير عمل شود.

مثال: دهمین شکل در فصل سوم در صورت اشاره مستقيم به صورت شكل 3-10 و يا اشاره درون پرانتز به صورت (شکل 3-10) نوشته مي‌شود.

نكته: عنوان جدول ها در بالاي جدول و عنوان شكل ها و نمودارها در زير آنها قرار گيرد.

- شماره‌گذاری پیوست‌ها

پیوست‌های گزارش با حروف الفبای فارسی نام گذاری مي‌شوند. شکل‌ها و جدول‌های موجود در هر پیوست، با توجه به پیوست مربوطه شماره‌گذاری خواهد شد. به عنوان مثال: سومین جدول در پیوست «ب» به این صورت نوشته می‌شود (جدول ب-3).

- شماره‌گذاری روابط و فرمول‌ها

هر رابطه در متن گزارش، با دو شماره که با خط فاصله از یکدیگر جدا مي‌شوند، مشخص مي‌شود. عدد سمت راست بیانگر شماره فصل و عدد سمت چپ، شماره مورد نظر است. مثلاً هشتمین رابطه در فصل ششم به صورت (6- 8) نوشته مي‌شود.

ث- شیوه درج منابع و مأخذ

مقصود از درج فهرست منابع و مأخذ، تهیه و تدوین صورت کامل و دقیق تمام منابع و ماخذی است که در متن گزارش به آنها استناد شده است و به عبارت دیگر هدف آن است که بدین وسیله میزان تلاش و کاوش پژوهشگر در بررسی و استفاده از منابع گوناگون مشخص شود و همچنین ضمن رعایت حقوق سایر مولفان و نویسندگان، امکان دسترسی خواننده به منابع فراهم شود.

**توجه:** استفاده از هر يك از روش هاي فهرست نويسي مانند APA، Chicago، Vancouver وTurabian بلامانع است، اما به منظور يكسان سازي گزارش نهايي طرح ها، پيشنهاد مي شود از روش زير استفاده شود.

✍ فهرست منابع

اين فهرست در پايان كار و به ترتيب عددي شماره ارجاعاتي كه در متن آمده است، مرتب مي شود.

كتاب

نام و نام خانوادگی نویسنده (يا گردآورنده)، *عنوان كتاب*، نوبت چاپ. محل نشر: ناشر، سال، شماره صفحات.

[10] R. B. Peck, *Foundation Engineering*, 2nd Edition. New York: McGraw- Hill, 1972, pp. 230-292.

[11] B. Jones (ed), *Foundation Engineering*, 4th Edition. London: McGraw- Hill, 1998, p. 123.

[12] B. C. Brown et al, *Foundation Engineering*. London: Blackwell Publishing, 2002.

توجه: در صورتي كه كتاب صرفا به صورت الكترونيكي در دسترس است، منبع نويسي به همان شيوه منبع نويسي كتاب چاپي است، اما بايد به آدرس پايگاه (Site) و تاريخ دسترسي نيز در انتهاي آن اشاره شود.

[13] B. Jones, *Foundation Engineering*, 5th Editon. London: McGrawHill, 2002, p. 123. [online]Available

from Safari Tech Books Online: http://www.proquest.safaribooksonline.com. [Accessed 1 June 2003].

فصلي از كتاب

نام و نام خانوادگی نويسنده، عنوان فصل، گردآوري شده در: گردآورنده، عنوان كتاب. نوبت چاپ. محل نشر: ناشر، سال، شماره صفحات.

[7] M. Farkas, Implementing network security in a local bank, In: R.Grande (ed), Enterprise Resource

Planning System: A Theoretical Perspective. 3rd ed. Oxford University Press, 2003, pp. 23-42.

**مقالات مستخرج از مجلات**

نام و نام خانوادگي نويسنده، عنوان مقاله، *عنوان مجله*، سال، **جلد** (شماره)، شماره صفحات.

[8] L. A. Muth et al, **Robuts separation of background and target signals in radar cross setion measurements**, *IEEE Transactions Instrumentation and Measurement*, 2005, **54** (6), 2462-2467.

توجه: در صورتي كه مقاله صرفا در صفحه وب در دسترس مي باشد، منبع نويسي به همان شيوه منبع نويسي مقاله هاي مجلات است، اما بايد به آدرس پايگاه (Site) و تاريخ دسترسي نيز در انتهاي آن اشاره شود.

[9] S. D. Pattison, Paying living organ providers, *Web Journal of Current Legal Issues*. 2003 [online] Avaliable from:

http:// webjcli.ncl.ac.uk/2003/issue3/pattison3.html [Accessed 4 July 2004]

[10] C. Taylor. DVDs: They will survive. Bussiness 2.0, 13 October 2006. [Online] Available from:

http://money. opec. Com/2006/10/12/magazines/business2/dvds future. Biz2/[Accessed 1 Jan 2007].

**مجموعه مقاله هاي همايش ها**

نام و نام خانوادگي نويسنده، عنوان مقاله، *نام مجموعه مقالات،* محل برگزاري همايش، تاريخ برگزاري، سال، شماره صفحات.

[4] S. Soliman and C.Wheatley, Frequency coordination between CDMA and non – CDMA systems, In *Proceedings of the MTT-S Symposium on Technology for Wireless Applications Digest*, San Diego, CA, USA, 20-22 Feb. 1995, pp. 123-130.

**رساله/پايان نامه**

نام و نام خانوادگي نويسنده، *عنوان رساله*، مقطع، نام دانشگاه (موسسه) ارائه مدرك، محل دانشگاه، سال.

[6] A. Dissner, *Studies on Compressed Gas Insulation*. MSc Thesis, Stanford University, CA, 1969.

**وب سايت ها**

نام و نام خانوادگي نويسنده (يا گردآورنده)، *عنوان وب سايت (يا سند)*، سال، ] آنلاين[ گرفته شده از: آدرس سايت ] تاريخ دسترسي[.

[7] S. Hawking, The Beginning of Time, A public lecture, *Professor Stephan Hawking­’s Website*, 2000. [online] Available from:

http://hawking. Org.uk/home/hindex.html [Accessed 20 Nov 2006]

[8] National Down Syndrome Society . *Associated medical conditions*, [no date]. National Down Syndrome Society. [online] Available from: http://www.nds.org [Accessed 13 May 2005].

✍ ارجاع منابع درون متن

برای مشخص كردن منابع درون متن از شيوه «شماره نويسي» و به شرح زیر اقدام شود:

1. شماره ها مي توانند در پرانتز (1) يا كروشه ]1[ قرار گيرند.
2. در صورت نياز به استفاده از منبع قبلي بايد مجدد از همان شماره منبع استفاده شود، با اين تفاوت كه لازم است شماره صفحه يا صفحات درج شوند.
3. در اشاره به منابع مورد استفاده حداكثر شماره سه مرجع و ترجيحا از منابع پر استناد و نو درج شود.
4. براي نقل قول مستقيم از يك منبع لازم است آن را در گيومه «.....» قرار داده و در صورتي كه متن طولاني است مي توان از تورفتگي استفاده كرد. براي مثال:

Weber suggested that "the great success of plasma today can be …….." (2, p.277)

|  |  |
| --- | --- |
| فهرست منابع | درون متن |
| *13. M. Baron. Technology in the home. Computers Tomorrow, 1996, 13 (4), 123-125.* | ……….the suggestion of technology in the home has been explored by Baron [13] extensively. It was echoed by Thomas who pointed out that the internet  ….. however, the solution mentioned by Baron [13 p.124] was too far from what the present technology can offer……. |
| 14. A. J. Thomas. *The electronic cottage*. Bristol: Petrie Press, 1995. | and email would bring the office into the home [14 p. 56] within the bext year. |
| 15. S. Bass. Home office: upgrade or buy new? Part 1. *PC World*. 8 September 2004. [online] Availble from: http://www. Pcworld. Com/article.id, 117490-page, 1-c, upgrading/article.html [Accessed 20 January 2005] | In a recent discussion on technology at home, Steve Bass [15] commented that there is no need to rush into…… |

ج- پیوست ها

پیوست ها شامل (شامل جدول ها، نمودارها، شکل‌ها، آزمون ها و پرسشنامه‌های خود ساخته، روش هاي محاسباتي و برنامه‌های رایانه‌ای ...) بعد از آخرین صفحه مراجع قرار می‌گیرند. چنانچه تعداد آنها زیاد باشد بايد فهرست آنها تهیه و در بخش آخر «فهرست مطالب» گزارش درج شود.

در صورتي كه پیوست ها بزرگتر از صفحات اصلی گزارش باشند با استفاده از دستگاه فتوکپی‌ مخصوص، کوچک و استاندارد شده و در صورتی که بايد بعضی از آنها بزرگ تر از برگ A4 باشند، لازم است به نحوی تا شوند که از قاب جلد خارج نشده و ترجیحاً درون جیبی (مانند پاکت) که در صفحه جلد تعبیه مي‌شود قرار گیرد.

چ- چکیده به زبان انگلیسی (Abstract)

لازم است خلاصه گزارش حداکثر تا 250 کلمه و در یک صفحه تهیه و تدوین شده و ماقبل صفحه آخر قرار گیرد.

ح- شرح روی جلد

روی جلد به ترتیب موارد و عبارت های زیر درج مي‌شود:

1- آرم دانشگاه آزاد اسلامی (ترجیحاً در ابعاد 5/2 cm در 3 cm ) (مطابق نمونه موجود در فايل)

2- دانشگاه آزاد اسلامی

3- واحد...............

4- نام گروه

5- درج «گزارش نهايي طرح»

6- عنوان طرح

7- مجري طرح

8- سال اجرا

خ- شرح پشت جلد به زبان انگلیسی

شرح پشت جلد که به زبان انگلیسی تهیه مي‌شود (مطابق با نمونه پيوست).

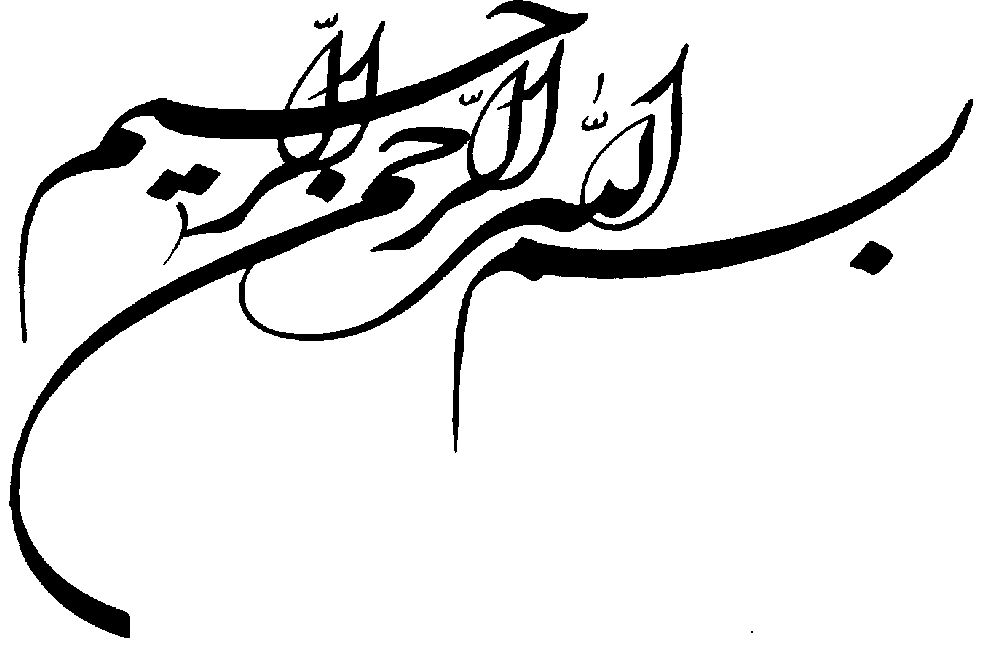
توجه: شيرازه گزارش شامل عنوان، نام نگارنده و سال اجراي طرح است.

**فصل بندی گزارش نهايي طرح‌هاي پژوهشي با رویکرد**

***شناسایی مسائل و حل مشکلات واحد دانشگاهی***

1. **فصل اول: مقدمه**
2. **فصل دوم: مبانی عملی و پیشینه پژوهش**
3. **فصل سوم: روش ها و فرآیندها**
4. **فصل چهارم: اقدامات عملی جهت حل مشکل**
5. **فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات جهت ارتقاء وضع موجود**

الگو

* 



**دانشگاه آزاد اسلامي**

**واحد نجف آباد**

**دانشکده مهندسی مواد**

**«گزارش نهايي طرح پژوهشي»**

**بررسي اثر عمليات­ حرارتي زیرصفر عميق بر ريزساختار و رفتار سايشي فولاد ابزار گرم­کار H13 در دماي بالا**

**مجري: دکتر ایمان ابراهیم زاده**

**سال اجرا: 98-1396**

**توجه:**

در تهيه روي جلد نام ناظر حذف مي شود اما در صفحه عنوان درج نام ناظر طرح الزاميست. در ضمن صرفا از آرم موجود در فايل براي روي جلد، صفحه عنوان و پشت جلد استفاده شود.

فاصله سطرها 1.5 Lines در نظر گرفته شود.

**تشکر و قدردانی**

سپاس پروردگار بزرگ را كه توفيق انجام اين پژوهش را به اينجانب عطا فرمود.

تشكر خالصانه خود را تقديم مي نمايم به كليه عزيزاني (در صورت نياز درج نام افراد) كه در تدوين و تكميل مطالعه حاضر نقش برجسته اي داشته اند.

«شايان گفتن است كليه اعتبار مالي طرح پژوهشي حاضر، توسط معاونت پژوهش و فناوري دانشگاه آزاد اسلامي واحد نجف آباد تامين شده است.»

\*در مورد طرح هاي برون دانشگاهي بايد به نام سازمان طرف قرارداد اشاره شود.



**معاونت پژوهش و فن‌آوري**

**به نام خدا**

**منشور اخلاق پژوهش**

با یاري از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه دراعتلاي فرهنگ و تمدن بشري، ما دانشجویان و اعضاء هیأت علمی واحدهاي دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت هاي پژوهشی در نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

**1- اصل حقیقت جویی:** تلاش در راستاي پی جویی حقیقت و وفاداري به آن و دوري از هرگونه پنهان سازي حقیقت.

**2- اصل رعایت حقوق:** التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان ( انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.

**3- اصل مالکیت مادي و معنوي:** تعهد به رعایت کامل حقوق مادي و معنوي دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.

**4- اصل منافع ملی:** تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.

**5- اصل رعایت انصاف و امانت:** تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داري غیرعلمی و حفاظت از اموال ، تجهیزات و منابع در اختیار.

**6- اصل رازداري:** تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد ، سازمان ها و کشور و کلیه افراد ونهادهاي مرتبط با تحقیق.

**7- اصل احترام:** تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداري از هرگونه حرمت شکنی.

**8- اصل ترویج:** تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردي که منع قانونی دارد.

**9- اصل برائت:** التزام به برائت جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه اي و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه هاي غیرعلمی می آلایند.

نام و نام خانوادگی مجري طرح

تاریخ - امضاء

**فهرست مطالب**

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | صفحه |
| چكيده ........................................................................................................................................................ | 11 |
| **فصل اول: مقدمه** | **12** |
| **فصل دوم: مروري بر عمليات زیرصفر** | **14** |
| 2-1- عمليات زیرصفر) ............................................................................................................................. | 14 |
| 2-1-1 زیرصفر سطحي ............................................................................................................................. | 15 |
| 2-1-2 زیرصفر عميق ................................................................................................................................ | 15 |
| 2-2 پارامترهاي مؤثر بر عمليات زير صفر ................................................................................................... | 15 |
| 2-2-1 سرعت سرد کردن .......................................................................................................................... | 16 |
| 2-2-2 دماي غوطه وري ............................................................................................................................ | 16 |
| 2-2-3 حداقل دماي غوطه­وري ................................................................................................................. | 19 |
| 2-2-4 تاثير دما و زمان تمپر کردن .............................................................................................................. | 21 |
| 2-2-5 تاثير فاصله زماني بين کوئنچ و عمليات زیرصفر ............................................................................. | 26 |
| 2-3 مزايا و محدوديت­هاي عمليات زیرصفر .............................................................................................. | 28 |
| 2-3-1 تاثير کرايو بر تنش­هاي داخلي و عمر خستگي ................................................................................ | 28 |
| 2-3-2 تاثير عمليات زیرصفر بر KΙC ....................................................................................................... | 29 |
| 2-3-3 مقايسه عمليات زیرصفر و پوشش .................................................................................................. | 29 |
| 2-4 تاثير عمليات زیرصفر روي ساختار متالورژيکي .................................................................................. | 30 |
| 2-4-1 استحاله آستنيت باقيمانده به مارتنزيت ........................................................................................... | 30 |
| 2-4-2 رسوب کاربيد­ها ............................................................................................................................. | 34 |
| 2-4-3 تبديل آستنيت باقيمانده به مارتنزيت و رسوب کاربيدهاي ريزدانه .................................................. | 37 |
| 2-5 کاربرد­هاي عمليات زیرصفر روي مواد مختلف .................................................................................. | 42 |
| 2-5-1 فولاد­هاي ابزار و آلياژي .................................................................................................................. | 42 |
| 2-5-2 فولاد ابزار سرد کار ......................................................................................................................... | 44 |
| 2-5-3 فولاد­هاي ابزار گرم کار .................................................................................................................. | 44 |
| 2-5-4 فولاد­هاي ابزار تندبر ....................................................................................................................... | 44 |
| 2-5-5 فولاد زنگ نزن آستنيتي .................................................................................................................. | 45 |
| 2-5-6 کاربيد تنگستن ............................................................................................................................... | 45 |
| 2-5-7 فولادهای کربن داده شده ............................................................................................................... | 47 |
| 2-5-8 چدن ............................................................................................................................................. | 48 |
| 2-5-9 فولاد مارایجینگ ........................................................................................................................... | 49 |
| 2-5-10تاثير عمليات زیرصفر بر پلاستيک­ها (پليمرها) .............................................................................. | 49 |
| 2-5-11تاثير عمليات زیرصفر بر کامپوزيت­ها ............................................................................................ | 50 |
| 2-6 کاربرد هاي ناموفق در زمينه عمليات زير صفر...................................................................................... | 50 |
| 2-7 سايش ................................................................................................................................................. | 51 |
| 2-7-1 انواع نمودارهاي سايش .................................................................................................................. | 51 |
| 2-7-3 انواع تغيير شکل ............................................................................................................................ | 52 |
| 2-7-4 سايش شديد و سايش متوسط ........................................................................................................ | 53 |
| 2-7-5 آزمون پين روي ديسک .................................................................................................................. | 53 |
| 2-8-مروري بر عمليات زیرصفر روي فولاد H13 ...................................................................................... | 55 |
| 2-9- جمع­بندي ......................................................................................................................................... | 57 |
| **فصل سوم: مواد و روش ها** | **58** |
| 3-1 مواد اولیه ............................................................................................................................................ | 58 |
| 3-2سیکل عملیات­حرارتی ......................................................................................................................... | 58 |
| 3-3 سختی­سنجی ....................................................................................................................................... | 59 |
| 3-4 بررسی­هاي ريزساختاری .................................................................................................................... | 59 |
| 3-5 بررسی­هاي ساختاري .......................................................................................................................... | 59 |
| 3-6 آزمون سایش در دمای محیط و دمای بالا ............................................................................................ | 59 |
| **فصل چهارم: نتايج و بحث** | **61** |
| 4-1-مقدمه ................................................................................................................................................ | 61 |
| 4-2-بررسی­هاي ريزساختاری ................................................................................................................... | 62 |
| 4-2-1-بررسی ساختار فولاد گرم­کار اوليه (فولاد خام) ........................................................................... | 62 |
| 4-2-2-بررسی ساختار فولاد گرم­کار عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده ................................................ | 64 |
| 4-2-3-بررسی ساختار فولاد گرم­کار عمليات کوئنچ- تمپرشده ................................................................. | 64 |
| 4-2-4-بررسی ساختار فولاد گرم­کار کوئنچ-زیرصفر-تمپر ....................................................................... | 64 |
| 4-2-5-آناليز رسوبات در نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر ................................................................. | 69 |
| 4-3-بررسی ساختاری نمونه­هاي کوئنچ- تمپرشده و نمونه کوئنچ-زیر­صفر-تمپر .................................... | 71 |
| 4-4-بررسی سختي نمونه­هاي کوئنچ -تمپرشده و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر ........................................ | 72 |
| 4-5-بررسی رفتار سایشی نمونه کوئنچ- تمپر شده و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپرشده ............................ | 74 |
| **فصل پنجم نتیجه­گیری و پيشنهادات** | **83** |
| 5-1-نتیجه­گیری ........................................................................................................................................ | 83 |
| 5-2-پیشنهادات ......................................................................................................................................... | 84 |

|  |  |
| --- | --- |
| فهرست منابع ........................................................................................................................................... | 85 |
| پيوست ها ................................................................................................................................................ | 88 |
| چكيده انگليسي ....................................................................................................................................... | 90 |

**فهرست شكل­ها**

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | صفحه |
| شکل 2-1- تاثير زمان غوطه وري در دماي oC 196- روي ميزان کاربيدها در فولاد D2، دماهاي آستنيته کردن پيش از عمليات سخت کاري شامل oC 970، oC 1010، oC 1040 مي باشد | 18 |
| شکل 2-2- تاثير دماي آستنيته کردن و نيز زمان غوطه­وري بر سختي فولاد ابزار سردکار D2 | 18 |
| شکل 2-3- مقايسه نرخ مقاومت به سايش چند نمونه فولاد ابزار در دماهاي k 83 و k 189 | 20 |
| شکل 2-4 – تاثير دماي غوطه­وري روي ميزان کاربيدها در فولاد D2. دماي آستنيته قبل از سخت کاري oC 970 ، oC 1010 ، oC 1040 و oC 1070 | 21 |
| شکل 2-5- تصاوير ميکروسکوپ الکتروني SEM با بزرگي زياد الف) کوئنچ- تمپر شده ب) کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده بمدت 36 ساعت و ج) عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده بمدت 84 ساعت | 22 |
| شکل 2-6- تاثير دما وزمان تمپر بر سختي در فولاد SAE 4340 کوئنچ- تمپر شده | 24 |
| شکل 2-7- خواص مکانيکي فولاد کوئنچ- تمپر شده 4340 به مدت يک ساعت در دماهاي مختلف | 25 |
| شکل 2-8- سيکل عمليات حرارتي پيشنهاد شده براي رسيدن به حداکثر تبديل مارتنزيت | 27 |
| شکل 2-9- تاثير ميزان کربن بر دماي شروع مارتنزيت شدن (MS) و دماي پايان آن (MF) | 31 |
| شکل 2-10-ميکرو ساختار (a) آلياژ ناپايدار در دماي oC 1000 و (b) همان آلياژ ناپايدار شده پس از عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر | 33 |
| شکل2-11- ترتيب اتم ها که شامل کاربيد η در صفحه (010) و الف) صفحه مارتنزيت (110) مي شود. (b) تغيير شکل شبکه و جابه جايي اتم کربن در اثر تبديل شبکه bct به شبکه ارتوروبيک. اين تغيير شکل مستطيل جامد را به مستطيل نقطه چين شده تغيير مي دهند. (c) تبديل bct به ارتوروبيک | 35 |
| شکل 2-12-ريزساختار SEM از نمونه A2: الف) کوئنچ-تمپر شده ب) با انجام عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر | 37 |
| شکل2-13- ريزساختار فولاد ابزار D3 در حالت هاي الف: فولاد کربوره اوليه، ب: عمليات حرارتي معمولي شده،­پ: عمليات زیرصفر شده، ت: عمليات زیرصفر شده و سپس تمپر تک مرحله­اي  ث: عمليات زیرصفر شده و سپس تمپر دو مرحله­اي­ج: عمليات زیرصفر­شده و سپس تمپر سه مرحله­اي | 39 |
| شکل 2-14- تأثير دماي زیرصفر بر تعداد كاربيد در ابزار فولادي D2، بعد از آستنيت كردن در دماهاي مختلف | 40 |
| شکل2-15- تأثير زمان نگهداري در oC 196- بر تعداد كاربيدها در فولاد ابزار D2، بعد از آستينته كردن در دماي مختلف | 40 |
| شکل 2-16- تاثير ميزان کاربيدها بر سرعت ساييده شدن در فولاد D2 در دماهاي آستنيته مختلف و تحت عمليات زیرصفر در oC 196- | 41 |
| شكل2-17- ريزساختاري از فولاد كربوره En353 در الف) نمونه عمليات حرارتي معمولي ب) نمونه عمليات زیرصفر سطحي و ج) نمونه عمليات زیرصفر عميق | 42 |
| شکل 2-18- ميزان ماکزيمم سايش کناري بر حسب زمان ماشين کاري در سرعت هاي برش (a) 110، (b) 130،(c) 150 و (d) 180 متر بر دقيقه | 46 |
| شکل2-19- ميزان سايش در سرعت هاي مختلف برش در حالت عمليات زیرصفر شده و غير آن | 47 |
| شکل2-20-مکانيزم هاي مختلف سايش. الف) چسپان، ب) خراشان، پ) خستگي، ت)خوردگي | 51 |
| شکل2-21- سه حالت ممکن براي منحني هاي سايش در سطوح با ارتباط تکرار شده | 52 |
| شکل 2-22- سايش تک پاس و چندپاس | 52 |
| شکل 2-23- مثال مورفولوژي سطح در دو حالت سايش شديد و متوسط. شکل سمت چپ حالت سايش متوسط و شکل سمت راست سايش حالت شديد را نشان مي دهد | 53 |
| شکل 2-24- تأثير پين بر سطح | 54 |
| شکل2-25- اشکال مختلف پين | 54 |
| شکل2-26-ريزساختار حاصل از عمليات¬حرارتي 4 نمونه H13 اعمال شده به روش­هاي جدول2-8 | 56 |
| شکل 3-1 طرح واره دستگاه سايش دماي بالا استفاده شده در اين تحقيق | 60 |
| شکل4-1-شماتیک سیکل عملیات حرارتی و که نقاط مشخص شده الف، ب، پ، ت جهت بررسی­هاي ریزساختاری و ریزسختی­سنجی استفاده شده است | 62 |
| شکل4-2-ریزساختار نمونه اوليه فولاد گرم­کار مطابق شرایط نقطه الف در شکل4-1 | 63 |
| شکل4-3-ریزساختار نمونه عمليات زیرصفر شده مطابق نقطه پ در شکل4-1 | 65 |
| شکل4-4-ریزساختار نمونه عمليات کوئنچ-تمپر شده | 66 |
| شکل4-5-ریزساختار نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده مطابق سیکل ت در شکل4-1 | 67 |
| شکل4-6-رسوبات مشاهده شده در نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده | 69 |
| شکل 4-7- آناليز EDS رسوب Aدر شکل 4-6 | 70 |
| شکل 4-8- آناليز EDS رسوب Aدر شکل 4-6 | 71 |
| شکل4-9-الگوی پراش پرتو ایکس نمونه کوئنچ- تمپر شده و نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده | 72 |
| شکل 4-10-میزان ریزسختی نمونه­هاي فولاد گرم­کار H13 در شرایط عمليات حرارتي متفاوت | 73 |
| شکل4-11-تغييرات کاهش وزن در آزمون سایش بر حسب نیرو جهت انتخاب نيرو در آزمون سایش | 74 |
| شکل 4-12-میزان کاهش وزن در آزمون سایش برای نمونه کوئنچ- تمپر شده و نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده در دماهاي 25، 250 و 600 درجه سانتيگراد | 75 |
| شکل4-13-تغييرات ضریب اصطکاک بر حسب مسافت در حین آزمون سایش در نمونه کوئنچ- تمپر شده در دماهاي 25، 250 و 600 درجه سانتيگراد( آبی دمای محيط، قرمز 250 درجه سانتيگراد و خاکستری دمای 600 درجه سانتيگراد) | 76 |
| شکل4-14-تغييرات ضریب اصطکاک بر حسب مسافت در حین آزمون سایش در نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده در دماهاي 25، 250 و 600 درجه سانتيگراد ( آبی دمای محيط، قرمز 250 درجه سانتيگراد و خاکستری دمای 600 درجه سانتيگراد) | 77 |
| شکل4-15 سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده (تصویر پایین) را در دماي 25 درجه­سانتيگراد | 78 |
| شکل4-16 سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده (تصویر پایین) را در دماي 250 درجه­سانتيگراد | 79 |
| شکل4-17 سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عمليات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده (تصویر پایین) را در دماي 600 درجه­سانتيگراد | 80 |
| شکل4-18 سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده(تصویر پایین) را در دماي 600 درجه¬سانتيگراد. مناطق تیره و روشن در سطح سایش. | 81 |
| شکل4-19 نتايج آناليز EDAX از سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده مناطق A، B و C و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده را در دماي 600 درجه¬سانتيگراد. مناطق تیره و روشن در سطح سایش . | 82 |

**فهرست جدول ها**

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | صفحه |
| جدول2-1- شرايط هاي مختلف عمليات زیرصفر و تاثير آن برمقاومت به سايش | 17 |
| جدول 2-2- خلاصه آناليز ميکروساختار و سختي در نمونه هاي عمليات حرارتي معمولي (QT) و عمليات زیرصفر (QCT) | 23 |
| جدول 2-3- سيکل هاي مختلف عمليات حرارتي مطالعه شده توسط الکساندرو | 26 |
| جدول 2-4- سيکل هاي مختلف اعمال شده بر روي فولاد تندبر M2 | 27 |
| جدول2-5 سختي فولاد در درصد هاي مختلف مارتنزيت و کربن (بر حسب راکول سي) براي برخي فولادها با آلياژ کم | 31 |
| جدول2-6-ساختار کريستالوگرافي و خواص کاربيدهايي که در فولادهاي ابزار | 36 |
| جدول2-6- ترکيب فولاد مارايج شده(wt%) | 49 |
| جدول2-7-ترکيب­شيميايي براي فولاد ابزار کارگرم | 55 |
| جدول2-8- انواع عمليات حرارتي صورت گرفته روي فولاد H13 | 56 |
| جدول3-1- ترکيب شيميايي فولاد H13 استفاده شده در اين تحقيق (%wt) بدست آمده به روش اسپكتروسكوپي نشري | 58 |
| جدول4-1-میزان ضریب اصطکاک به همراه نوسانات آنها در دو شرایط عمليات حرارتی مورد استفاده در این تحقیق و در دماهاي 25، 250 و 600 درجه سانتيگراد | 77 |

**چکيده**

**عمليات زیرصفر عميق، عمليات تکمیلی است که روی انواع فولادهاي ابزار، فولادهاي کربن­دهي­شده و تندبر با هدف بهبود مقاوم سایشی و سختی انجام مي­گيرد. تحقیقات مختلفي با عمليات زیرصفر روی فولاد گرم­کار به منظور بهبود رفتار سایشی آن صورت گرفته است. فولاد گرم­کار H13 به دليل استفاده در دماي بالا و کاربرد وسیع در صنعت به عنوان ابزار تغييرشکل گرم، لازم است کارایی عمليات عمليات زیرصفر روی آن در دماي کاری تعيين گردد. در اين راستا اين تحقیق به بررسی کارایی عمليات زیرصفر عميق بر فولاد گرم­کار H13 در دماي کاری پرداخته است. با بررسی­هاي صورت گرفته در ابتدا پارامتر بهينه عمليات زیرصفر تعيين گرديد. اين پارامترها شامل آستنيته کردن نمونه­ها تا دماي1040 درجه­سانتيگراد و به مدت 30 دقيقه و کوئنج در روغن، بعد از اين مرحله به مدت 24 ساعت در محيط نيتروژن مايع (196- درجه سانتيگراد) قرار گرفته و در ادامه نمونه­ها جهت عمليات بازپخت در دماي 560 درجه­سانتيگراد به مدت 2 ساعت قرار گرفت و سپس در محيط کوره سرد شد. دو دسته نمونه کوئنچ-تمپر شده و کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده در اين تحقیق مقايسه گرديده است. ریزساختار نمونه­ها توسط میکروسکوپ الکتروني روبشی، سختی و ساختار نمونه­ها توسط دستگاه پراش پرتو ایکس پس از عمليات زیرصفر تعيين شده و آزمون سایش در دماي محیط، 250 (دماي قالب در آهنگری آلياژهاي پايه مس) و 600 درجه­سانتيگراد(دماي قالب در آهنگری آلياژهاي پايه آهني) انجام گرفت. در انتها سطح سایش توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی و آناليزگر EDAX مورد بررسی قرار گرفته است. نتايج بیانگر آن است که بیشترین ميزان سختي در شرایط کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده است که ميزان آن حدود 26 درصد بیشتر از شرایط کوئنچ-تمپر شده در روغن است. اعمال عمليات کوئنچ-زیرصفر-تمپر باعث کاهش درصد آستنیت باقیمانده به میزان 10 درصد شده است. همچنين رسوبات ریز و پراکنده و یکنواخت در این نمونه نسبت به نمونه کوئنچ- تمپر شده بیشتر تشکیل شده است. بهبود خواص سایش به ميزان 50، 36 و 44 درصد به ترتیب در دماهاي 25، 250 و 600 درجه سانتيگراد حاصل گرديد. بررسی سطوح سایش حاکی از آن است که مکانیزم غالب سایش، چسبان و تریبوشیمیایی است. وجود لایه اکسیدی ضخيم روي ناحيه سايش نمونه کوئنچ- تمپر شده مشاهده گرديده که ضخامت آن روی سطح سايش نمونه کوئنچ-زیرصفر-تمپر کمتر است.**

**واژه­هاي کليدي:** عمليات برودني عمیق، ، سایش دمای بالا، فولادگرم­کارH13، آستنیت باقیمانده، سختی

فصل اول

مقدمه

عمليات حرارتي فلزات در طي سال­ها گسترش فراواني يافته است. محققان اخيرا روي فرايند­هاي عمليات حرارتي زير صفر تحقيقات زيادي انجام داده­اند. عمليات زيرصفر روي مواد مختلفي از قبيل فولادهاي ابزار، کامپوزيت­ها و ... موفقيت آميز بوده است. عمر ابزار برش نقش مهمي در افزايش توليد دارد و در نتيجه يک فاکتور اقتصادي مهم به شمار مي­آيد. ابزار­ها ممکن است که ارزان قيمت باشند اما پرداخت و ماشين کاري آنها براي رسيدن به کيفيت مطلوب نيازمند صرف زمان و هزينه است. به منظور افزايش عمر ابزار برش در گذشته از عمليات حرارتي معمولي استفاده مي شد. سال­هاست که عمليات زیرصفر به اين منظور مورد استفاده قرار مي گيرد اما در مقايسه با عمليات حرارتي بسيار جديدتر به حساب مي آيد و خواص فولاد­هايي که اين فرايند روي آنها انجام مي­شود بسيار بهتر از عمليات حرارتي معمولي است.

عمليات زیرصفر شامل سرد کردن ماده تا دماهاي بسيار پايين تر از دماي محيط مي­باشد. عمليات زير صفر براي اولين بار در ابزار خط ريل قطار­ها استفاده شد به اين صورت که آنها را در يخ خشک (˚C 79-) قرار دادند که در نتيجه­ي افزايش رسوبات مقاومت به سايش آنها بالا رفت [1]. تحقيقات ديگر نشان داد که کاهش بيشتر دما تا زير دماي يخ خشک و در نقطه جوش نيتروژن (˚C 196-) باعث افزايش بهبود خواص فيزيکي و مکانيکي ماده   
مي­شود [2]. همچنين با کاهش بيشتر دما تا دماي هليم مايع (269-) انتظار مي­رود بهبود بيشتري حاصل شود اما بايستي به اين نکته توجه داشت که در اين دماهاي بسيار پايين، زمان عمليات به دليل حرکت بسيار کم مواد(کاهش نفوذ) بايستي بيشتر باشد­[3]. اين عمليات به عنوان يک عمليات موثر جهت افزايش عمر فولاد ابزار و کاربيدها از طريق افزايش خواص مکانيکي مختلف از قبيل سختي، استحکام، مقاومت به خزش و پايداري ابعاد شناخته   
مي­شود. در دهه­هاي 1930 و 1940 اين مطلب که اين عمليات باعث افزايش خواص فولاد­هاي ابزار برش مي­شود به تاييد رسيد [4]. براي قرن­ها توليد کنندگان ساعت در کشور سويس از عمليات حرارتي در دماهاي پايين جهت

**فهرست منابع**

]1[ جين، وي.كي، ترجمه بني مصطفي عرب، ب، فتحي، س، فرآينـدهاي پيشـرفته ماشـينكاري، چـاپ دوم، انتشـارت آزاده،  
تهران، بهار.

]2[ گيوي، م، طراحي و ساخت دستگاه پرداخت كاري سايشي لوله ها به كمك ميدان مغناطيسي وتحليل آمـاري عوامـل مـؤثر بر فرآيند، دانشكده مهندسي مكانيك، دانشگاه صنعتي اصفهان، پايان نامه كارشناسي ارشد، 1389.

]3[ كياني، ع، طراحي و ساخت سيستم CNCبا عملگر دوراني پنوماتيكي جهت سنگ زني خـارج اسـتوانه هـاي فلـزي غيـر مغناطيسي ) فلزات رنگين( به روش پرداخت با پودر مواد ساينده، دانشكده مهندسي مكانيـك، دانشـگاه صـنعتي اصـفهان، پايـان نامه كارشناسي ارشد، زمستان 1390.

]4[ آذرنگ م.، باصری ح.، "مطالعه تجربی پلیسه­گیری قطعات سوراخ­کاری شده فولاد زنگ­نزن توسط ذرات ساینده مغناطیسی"، مهندسی مکانیک مدرس، دوره 14، شماره 2، ص 19-26، 1393.

.

.

.

[12] Delaye JM, Limoge YJ (1993) Molecular dynamic study of vacancy like defects in a model glass: dynamical behaviour and diffusion. J Phys (Paris) 2:2079-2097.

[13] Moore K, Collins DN (1993) Cryogenic treatment of three heat treated tool steels. Key Eng Mater 86&87:47–54.

[14] Yang HS, Wang J, Shen BL, Liu HH, Gao SJ, Huang SJ (2006) Effect of cryogenic treatment on the matrix structure and abrasion resistance of white cast iron subjected to destabilization treatment. Wear 26:1150–1154.

[15] Alexandru G, Ailincai C, Baciu (1990) Influence of cryogenic treatments on life of alloyed high speed steels. Mém Étud Sci Rev Métall 4:283–388.

[16] Yun D, Xiaoping L, Hongshen X (1998) deep cryogenic treatment of high-speed steel and its mechanism. Heat Treat Met 3:55–59.

[17] Dymchenko VV, Safronova VN (1993) Refrigeration treatment of quenched roll steel. Tyazheloe Mashinostroenie (9):29–32.

.

.

.

[23] Mohan Lal D, Renganarayanan S, Kalanidhi A (2001) Cryogenic treatment to augment wear resistance of tool and die steels Cryogenics 41(3):149–155.

**پيوست ها**

**Abstract**

The deep cryogenic treatment is a complementary operation that is done on a variety of tool steels aimed at improving their wear resistance and hardness. In the case of the H13 hot-work steel, which is widely used at high temperatures as a hot-deformation tool, it is needed to determine the efficiency of subzero treatment on it at the working temperature. In this regard, this paper focused on effect of deep cryogenic treatment on the wear behavior of H13 hot-work steel at the working temperature. Two types of quench-tempered and quenched-subzero-tempered samples were compared in this study. The microstructure of the samples was determined by scanning electron microscopy and their structure was determined by X-ray diffraction device after the cryogenic treatment. The wear tests were performed at the working temperature of 600 °C (die temperature in the iron-based alloys forging process) and 250 °C. The results indicated that the highest hardness rate has occurred in the quenched-subzero-tempered conditions, which it is about 26% higher than that of the quenched-tempered in the oil. Applying quenched-subzero-tempered operations has reduced the percentage of residual austenite by 10%. In addition, the fine, dispersed, and uniform sediments in this sample are more observed than the quenched-tempered samples. The improved weight lose were respectively achieved by 50% and 44% at temperatures of 25 and 600 °C respectively. The evaluation of the wear surfaces indicated that the abrasion dominant mechanisms were close-fitting and tribochemical.

**Key words**: Deep cryogenic treatment; High-temperature wear; AISI H13 hot-work steel; Residual austenite; Hardness



**Islamic Azad University**

**Najafabad Branch**

**Department of Materials Engineering**

**"The Final Report"**

**Investigation the effect of cryogenic treatment on high temperature wears behavior of H13 hot work tool steel**

**By**

**Iman Ebrahimzadeh**

**2017-2020**