

دستورالعمل نگارش و تدوین گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی

دفتر امور پژوهشی
حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

کلیات

به منظور آسان سازی مطالعه گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی لازم است ضمن رعایت وحدت عنوان، یعنی فراهم آوردن 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 کار بردن واژه‌های دشوار و بیگانه خودداری شود و چنانچه واژه‌هایی مانند نام و نام‌خانوادگی افراد یا کلماتی که افراد از آن معانی متعددی را استنباط می‌نمایند، به کار برده می‌شود، 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 کامل شده و با دقت مطابق آن عمل شود.

الف: اندازه کاغذ و نوع نگارش

- ۱- متن گزارش با برنامه WORD نگاشته شود.
- ۲- کاغذ متن در اندازه A4 (۲۱ در ۲۹/۷ سانتیمتر) باشد.
- ۳- حاشیه‌ها از بالا، پایین، راست برابر ۳ سانتیمتر و در سمت چپ ۲ سانتیمتر باشد. این حاشیه باید در سرتاسر گزارش نهایی رعایت شود.
- ۴- فاصله سطرها تک (Single) تعریف شود.
- ۵- برای نگاشتن بخش‌های مختلف گزارش از قلم‌های زیر استفاده شود:

عناوین	نوع قلم و اندازه (فارسی و انگلیسی)
متن فارسی و انگلیسی	B Lotus Regular 13 Times New Roman 11
صفحه عنوان، فصل	B Mitra Bold 36
عنوان‌های اصلی	B Mitra Bold 14 Times New Roman 12
عنوان فرعی	B Mitra Bold 13 Times New Roman 11
عنوان جدول‌ها و شکل‌ها (نمودارها)	B Lotus Bold 11 Times New Roman 9
درون جدول‌ها و شکل‌ها (نمودارها)	B Lotus Regular 10 Times New Roman 9
زیرنویس‌های فارسی و انگلیسی	B Lotus Regular 10 Times New Roman 9

نکات:

- قلم عنوان چکیده فارسی و انگلیسی مطابق با عنوان اصلی و قلم متن آن مطابق با متن گزارش باشد.
- قلم عنوان فهرست منابع فارسی و انگلیسی مطابق با عنوان اصلی و شرح آن با یک فونت کوچکتر از قلم متن درج شود.
- آغاز پاراگراف‌های متن اصلی به اندازه ۰/۵ سانتیمتر تورفتگی داشته باشد.

ب: نوع جنس و رنگ جلد

- ۱- جلد گزارش از نوع گالینگور است که عیناً مطالب (طبق نمونه شرح روی جلد) روی آن زرکوب می‌شود.
- ۲- رنگ جلد گزارش نهایی برای تمامی گروه‌های علمی سورمه‌ای است.

پ: مطالب و صفحات

- ۱- شرح روی جلد (مطابق نمونه پیوست با حذف عنوان ناظر)
- ۲- صفحه بسم ... الرحمن الرحیم (مطابق نمونه موجود در فایل)
- ۳- صفحه عنوان (عیناً مطابق عنوان مصوب طرح پژوهشی) و طبق نمونه پیوست
- ۴- یک صفحه برای تشکر و قدردانی (در این صفحه از همه افرادی که در اجرا و تدوین گزارش نهایی، پژوهشگر را یاری نموده اند یا سازمان هایی که به صورت مالی یا تجهیزاتی در روند اجرای طرح همکاری داشته اند تشکر می‌شود). همچنین درج وابستگی (Affiliation) کامل به نام دانشگاه آزاد اسلامی و واحد اجراکننده طرح در این صفحه ضروری است.
- ۵- فهرست مطالب (مطابق با استاندارد فهرست‌گیری و با قلم B Lotus 12)
- ۶- چکیده (صفحه نخست گزارش) که شامل اهداف، روش ها، محتوای اصلی و نتایج کمی و کیفی حاصل از اجرای طرح است.
- ۷- فصل‌بندی گزارش- شروع فصل در یک صفحه جداگانه باشد.
- ۸- جدول ها و شکل ها (نمودارها) با حداکثر کیفیت بلافاصله پس از اشاره به آنها در متن در جای مناسب جانمایی شود. استفاده از شکل ها و جدول های منابع و ارائه تصویر دستگاه ها و مجموعه آزمایشگاهی (Experimental set-up) حداقلی باشد و به جای تصویر مجموعه آزمایشگاهی بهتر است شمایی از آن رسم شود.
- ۹- فهرست منابع و مأخذ (شامل صورت دقیق و کامل همه مراجعی است که در متن گزارش با حفظ یکنواختی به آنها استناد شده است). در اشاره به منابع مورد استفاده حداکثر شماره سه مرجع و ترجیحاً منابع پر استناد و نو درج شود.
- ۱۰- پیوست ها (شامل جدول ها، نمودارها، شکل ها، آزمون ها و پرسشنامه‌های خود ساخته، روش های محاسباتی و برنامه‌های رایانه‌ای ...)
- ۱۱- چکیده انگلیسی
- ۱۲- شرح پشت جلد (مطابق نمونه پیوست)

ت- شماره‌گذاری

- شماره‌گذاری صفحات

- صفحات «بسم ... 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 نهایی دارای چند فصل (معمولاً ۵ فصل) است و هر فصل نیز معمولاً دارای چند بخش می‌باشد. صفحه اول هر فصل باید از خط پنجم شروع شود. تیتراهای 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 یاد شده قرار می‌گیرد، مثل (۳-۴-۲) یعنی زیر بخش سوم از بخش چهارم فصل دوم. فصل اول یا عنوان مقدمه باید شامل تعریف مسئله، ضرورت انجام پژوهش، فرضیه‌ها (Hypothesis)، اهداف اصلی و فرعی و چگونگی تنظیم گزارش (موضوع فصل‌ها) باشد.

- شماره‌گذاری شکل‌ها، جدول‌ها، نمودار و نقشه‌ها

در شماره‌گذاری شکل‌ها، جدول‌ها، نمودارها و نقشه‌ها باید مطابق نمونه زیر عمل شود. مثال: دهمین شکل در فصل سوم در صورت اشاره مستقیم به صورت شکل ۳-۱۰ و یا اشاره درون پرانتز به صورت (شکل ۳-۱۰) نوشته می‌شود.

نکته: عنوان جدول‌ها در بالای جدول و عنوان شکل‌ها و نمودارها در زیر آنها قرار گیرد.

- شماره‌گذاری پیوست‌ها

پیوست‌های گزارش با حروف الفبای فارسی نام‌گذاری می‌شوند. 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-۳).

- شماره‌گذاری روابط و فرمول‌ها

هر رابطه در متن گزارش، با دو شماره که با خط فاصله از یکدیگر جدا می‌شوند، مشخص می‌شود. عدد سمت راست بیانگر شماره فصل و عدد سمت چپ، شماره مورد نظر است. مثلاً هشتمین رابطه در فصل ششم به صورت (۶-۸) نوشته می‌شود.

ث- شیوه درج منابع و مأخذ

مقصود از درج فهرست منابع و مأخذ، تهیه و تدوین صورت کامل و دقیق تمام منابع و مآخذی 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 یک از روش‌های فهرست نویسی مانند APA، Chicago، Vancouver و Turabian بلامانع است، اما به منظور یکسان‌سازی گزارش نهایی طرح‌ها، پیشنهاد می‌شود از روش زیر استفاده شود.

که فهرست منابع

این فهرست در پایان کار و به ترتیب عددی شماره ارجاعاتی که در متن آمده است، مرتب می‌شود.

کتاب

نام و نام خانوادگی نویسنده (یا گردآورنده)، عنوان کتاب، نوبت چاپ، محل نشر، 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 صورتی که کتاب صرفاً به صورت الکترونیکی در دسترس است، منبع نویسی به همان شیوه منبع نویسی کتاب چاپی است، اما باید به آدرس پایگاه (Site) و تاریخ دسترسی نیز در انتهای آن اشاره شود.

[13] B. Jones, *Foundation Engineering*, 5th Edition. London: McGrawHill, 2002, p. 123. [online] Available from Safari Tech Books Online: <http://www.proquest.safaribooksonline.com>. [Accessed 1 June 2003].

فصلی از کتاب

نام و نام خانوادگی نویسنده، عنوان فصل، گردآوری شده در: گردآورنده، عنوان کتاب، نوبت چاپ، محل نشر، 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 خانوادگی نویسنده، 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 section measurements**, *IEEE Transactions Instrumentation and Measurement*, 2005, **54** (6), 2462-2467.

توجه: در صورتی که مقاله صرفاً در صفحه وب در دسترس می باشد، منبع نویسی به همان شیوه منبع نویسی مقاله های مجلات است، اما باید به آدرس پایگاه (Site) و تاریخ دسترسی نیز در انتهای آن اشاره شود.

[9] S. D. Pattison, Paying living organ providers, *Web Journal of Current Legal Issues*. 2003 [online] Available 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 های همایش ها

نام و نام خانوادگی نویسنده، عنوان مقاله، نام مجموعه مقالات، محل برگزاری همایش، تاریخ برگزاری، 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/پایان نامه

نام و نام خانوادگی نویسنده، عنوان رساله، مقطع، نام دانشگاه (موسسه) ارائه مدرک، محل دانشگاه، سال.

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

وب سایت ها

نام و نام خانوادگی نویسنده (یا گردآورنده)، عنوان وب سایت (یا سند)، سال، [آنلاین] گرفته شده از: آدرس سایت [تاریخ دسترسی].

[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].

کجارجاع منابع درون متن

برای مشخص کردن منابع درون متن از شیوه «شماره نویسی» و به شرح زیر اقدام شود:

- ۱- شماره ها می توانند در پرانتز (۱) یا کروشه [۱] قرار گیرند.
- ۲- در صورت نیاز به استفاده از منبع قبلی باید مجدد از همان شماره منبع استفاده شود، با این تفاوت که لازم است شماره صفحه یا صفحات درج شوند.
- ۳- در اشاره به منابع مورد استفاده حداکثر شماره سه مرجع و ترجیحا از منابع پر استناد و نو درج شود.
- ۴- برای نقل قول مستقیم از یک منبع لازم است آن را در گیومه «.....» قرار داده و در صورتی که متن طولانی است می توان از تورفتگی استفاده کرد. برای مثال:

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

فهرست منابع	درون متن
13. M. Baron. <i>Technology in the home. Computers Tomorrow</i> , 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. <i>The electronic cottage</i> . Bristol: Petrie Press, 1995.	and email would bring the office into the home [14 p. 56] within the next year.
15. S. Bass. Home office: upgrade or buy new? Part 1. <i>PC World</i> . 8 September 2004. [online] Available 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، شکل ها، آزمون ها و پرسشنامه های خود ساخته، روش های محاسباتی و برنامه های رایانه ای ...) بعد از آخرین صفحه مراجع قرار می گیرند. چنانچه تعداد آنها زیاد باشد باید فهرست آنها تهیه و در بخش آخر «فهرست مطالب» گزارش درج شود.

در صورتی که پیوست ها بزرگتر از صفحات اصلی گزارش باشند با استفاده از دستگاه فتوکپی مخصوص، کوچک و استاندارد شده و در صورتی که باید 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 می شود قرار گیرد.

چ- چکیده به زبان انگلیسی (Abstract)

لازم است خلاصه گزارش حداکثر تا ۲۵۰ 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 می شود:

۱- آرم دانشگاه آزاد اسلامی (ترجیحاً در ابعاد ۲/۵ cm در ۳ cm) (مطابق نمونه موجود در فایل)

۲- دانشگاه آزاد اسلامی

۳- واحد.....

۴- نام گروه

۵- درج «گزارش نهایی طرح»

۶- عنوان طرح

۷- مجری طرح

۸- سال اجرا

خ- شرح پشت جلد به زبان انگلیسی

شرح پشت جلد که به زبان انگلیسی تهیه می شود (مطابق با نمونه پیوست).

توجه: شیرازه گزارش شامل عنوان، نام نگارنده و سال اجرای طرح است.

فصل بندی گزارش نهایی طرح‌های پژوهشی با رویکرد
شناسایی مسائل و حل مشکلات واحد دانشگاهی

- ۱- فصل اول: مقدمه
- ۲- فصل دوم: مبانی عملی و پیشینه پژوهش
- ۳- فصل سوم: روش‌ها و فرآیندها
- ۴- فصل چهارم: اقدامات عملی جهت حل مشکل
- ۵- فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات جهت ارتقاء وضع موجود

الگو

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد نجف آباد

دانشکده مهندسی مواد

«گزارش نهایی طرح پژوهشی»

بررسی اثر عملیات حرارتی زیرصفر عمیق بر ریزساختار و رفتار سایشی

فولاد ابزار گرم کار H13 در دمای بالا

مجری: دکتر ایمان ابراهیم زاده

سال اجرا: ۹۸-۱۳۹۶

توجه:

در تهیه روی جلد نام ناظر حذف می شود اما در صفحه عنوان درج نام ناظر طرح الزامیست. در ضمن صرفاً از آرم موجود در فایل

برای روی جلد، صفحه عنوان و پشت جلد استفاده شود.

فاصله سطرها 1.5 Lines در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

سپاس پروردگار بزرگ را که توفیق انجام این پژوهش را به اینجانب عطا فرمود.
تشکر خالصانه خود را تقدیم می نمایم به کلیه عزیزانی (در صورت نیاز درج نام افراد) که در تدوین و تکمیل مطالعه حاضر نقش برجسته ای داشته اند.
«شایان گفتن است کلیه اعتبار مالی طرح پژوهشی حاضر، توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد تامین شده است.»
*در مورد طرح های برون دانشگاهی باید به نام سازمان طرف قرارداد اشاره شود.



معاونت پژوهش و فن آوری

به نام خدا

مشور اخلاق پژوهش

بیاماری 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 نظریه اهمیت جایگاه دانشگاه در اعلامی فرهنگ و تمدن بشری، مادران دانشجویان و اعضاء هیأت علمی واحد های دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی در نظر قرار داده و از آن تحفظ نکنیم:

- ۱- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت.
- ۲- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهشگران (انسان، حیوان و نبات (و سایر صاحبان حق).
- ۳- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.
- ۴- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.
- ۵- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.
- ۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.
- ۷- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب تعد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی.
- ۸- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.
- ۹- اصل برانست: التزام به برانست جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شبهه های غیر علمی می آلاینند.

نام و نام خانوادگی مجری طرح

تاریخ - امضاء

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱	چکیده
۱۲	فصل اول: مقدمه
۱۴	فصل دوم: مروری بر عملیات زیرصفر
۱۴	۱-۲- عملیات زیرصفر)
۱۵	۱-۱-۲ زیرصفر سطحی
۱۵	۲-۱-۲ زیرصفر عمیق
۱۵	۲-۲ پارامترهای مؤثر بر عملیات زیر صفر
۱۶	۱-۲-۲ سرعت سرد کردن
۱۶	۲-۲-۲ دمای غوطه وری
۱۹	۳-۲-۲ حداقل دمای غوطه‌وری
۲۱	۴-۲-۲ تاثیر دما و زمان تمپر کردن
۲۶	۵-۲-۲ تاثیر فاصله زمانی بین کوئنچ و عملیات زیرصفر
۲۸	۳-۲ مزایا و محدودیت‌های عملیات زیرصفر
۲۸	۱-۳-۲ تاثیر کرایو بر تنش‌های داخلی و عمر خستگی
۲۹	۲-۳-۲ تاثیر عملیات زیرصفر بر KIC
۲۹	۳-۳-۲ مقایسه عملیات زیرصفر و پوشش
۳۰	۴-۲ تاثیر عملیات زیرصفر روی ساختار متالورژیکی
۳۰	۱-۴-۲ استحاله آستنیت باقیمانده به مارتنزیت
۳۴	۲-۴-۲ رسوب کاربیدها
۳۷	۳-۴-۲ تبدیل آستنیت باقیمانده به مارتنزیت و رسوب کاربیدهای ریزدانه
۴۲	۵-۲ کاربردهای عملیات زیرصفر روی مواد مختلف
۴۲	۱-۵-۲ فولادهای ابزار و آلیاژی
۴۴	۲-۵-۲ فولاد ابزار سرد کار
۴۴	۳-۵-۲ فولادهای ابزار گرم کار
۴۴	۴-۵-۲ فولادهای ابزار تندبر

۴۵	 ۵-۵-۲ فولاد زنگ نزن آستینیتی
۴۵	 ۶-۵-۲ کاربید تنگستن
۴۷	 ۷-۵-۲ فولادهای کربن داده شده
۴۸	 ۸-۵-۲ چدن
۴۹	 ۹-۵-۲ فولاد مارایجینگ
۴۹	 ۱۰-۵-۲ تاثیر عملیات زیر صفر بر پلاستیک‌ها (پلیمرها)
۵۰	 ۱۱-۵-۲ تاثیر عملیات زیر صفر بر کامپوزیت‌ها
۵۰	 ۶-۲ کاربرد های ناموفق در زمینه عملیات زیر صفر
۵۱	 ۷-۲ سایش
۵۱	 ۱-۷-۲ انواع نمودارهای سایش
۵۲	 ۲-۷-۳ انواع تغییر شکل
۵۳	 ۲-۷-۴ سایش شدید و سایش متوسط
۵۳	 ۲-۷-۵ آزمون پین روی دیسک
۵۵	 ۲-۸-۲ مروری بر عملیات زیر صفر روی فولاد H13
۵۷	 ۲-۹-۲ جمع‌بندی
۵۸	فصل سوم: مواد و روش ها
۵۸	 ۱-۳ مواد اولیه
۵۸	 ۲-۳ سیکل عملیات حرارتی
۵۹	 ۳-۳ سختی سنجی
۵۹	 ۴-۳ بررسی‌های ریزساختاری
۵۹	 ۵-۳ بررسی‌های ساختاری
۵۹	 ۶-۳ آزمون سایش در دمای محیط و دمای بالا
۶۱	فصل چهارم: نتایج و بحث
۶۱	 ۱-۴-۱ مقدمه
۶۲	 ۲-۴-۲ بررسی‌های ریزساختاری
۶۲	 ۱-۲-۴ بررسی ساختار فولاد گرم‌کار اولیه (فولاد خام)
۶۴	 ۲-۲-۴ بررسی ساختار فولاد گرم‌کار عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده
۶۴	 ۳-۲-۴ بررسی ساختار فولاد گرم‌کار عملیات کوئنچ-تمپر شده

۶۴	 ۴-۲-۴-بررسی ساختار فولاد گرم کار کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۶۹	 ۴-۲-۵-آنالیز رسوبات در نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۷۱	 ۴-۳-بررسی ساختاری نمونه های کوئنچ- تمپر شده و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۷۲	 ۴-۴-بررسی سختی نمونه های کوئنچ-تمپر شده و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۷۴	 ۴-۵-بررسی رفتار سایشی نمونه کوئنچ- تمپر شده و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده
۸۳	فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات
۸۳	 ۵-۱-نتیجه گیری
۸۴	 ۵-۲-پیشنهادهات
۸۵	 فهرست منابع
۸۸	 پیوست ها
۹۰	 چکیده انگلیسی

صفحه	عنوان
۱۸	شکل ۱-۲- تاثیر زمان غوطه وری در دمای ۱۹۶ °C - روی میزان کاربیدها در فولاد D2، دماهای آستنیت‌زدن پیش از عملیات سخت کاری شامل ۹۷۰ °C، ۱۰۱۰ °C، ۱۰۴۰ °C می باشد
۱۸	شکل ۲-۲- تاثیر دمای آستنیت‌زدن و نیز زمان غوطه‌وری بر سختی فولاد ابزار سردکار D2
۲۰	شکل ۳-۲- مقایسه نرخ مقاومت به سایش چند نمونه فولاد ابزار در دماهای ۸۳ k و ۱۸۹ k
۲۱	شکل ۴-۲- تاثیر دمای غوطه‌وری روی میزان کاربیدها در فولاد D2. دمای آستنیت‌زدن قبل از سخت کاری ۹۷۰ °C، ۱۰۱۰ °C، ۱۰۴۰ °C و ۱۰۷۰ °C
۲۲	شکل ۵-۲- تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM با بزرگی زیاد الف) کوئنچ- تمپر شده ب) کوئنچ- زیر صفر-تمپر شده بمدت ۳۶ ساعت و ج) عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده بمدت ۸۴ ساعت
۲۴	شکل ۶-۲- تاثیر دما و زمان تمپر بر سختی در فولاد SAE 4340 کوئنچ- تمپر شده
۲۵	شکل ۷-۲- خواص مکانیکی فولاد کوئنچ- تمپر شده ۴۳۴۰ به مدت یک ساعت در دماهای مختلف
۲۷	شکل ۸-۲- سیکل عملیات حرارتی پیشنهاد شده برای رسیدن به حداکثر تبدیل مارتنزیت
۳۱	شکل ۹-۲- تاثیر میزان کربن بر دمای شروع مارتنزیت شدن (MS) و دمای پایان آن (MF)
۳۳	شکل ۱۰-۲- میکرو ساختار (a) آلیاژ ناپایدار در دمای ۱۰۰۰ °C و (b) همان آلیاژ ناپایدار شده پس از عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۳۵	شکل ۱۱-۲- ترتیب اتم‌ها که شامل کاربید η در صفحه (۰۱۰) و الف) صفحه مارتنزیت (۱۱۰) می شود. (b) تغییر شکل شبکه و جابه جایی اتم کربن در اثر تبدیل شبکه bct به شبکه ارتوروبیک. این تغییر شکل مستطیل جامد را به مستطیل نقطه چین شده تغییر می دهند. (c) تبدیل bct به ارتوروبیک
۳۷	شکل ۱۲-۲- ریز ساختار SEM از نمونه A2: الف) کوئنچ-تمپر شده ب) با انجام عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
۳۹	شکل ۱۳-۲- ریز ساختار فولاد ابزار D3 در حالت های الف: فولاد کربوره اولیه، ب: عملیات حرارتی معمولی شده، پ: عملیات زیر صفر شده، ت: عملیات زیر صفر شده و سپس تمپر تک مرحله‌ای
۴۰	ث: عملیات زیر صفر شده و سپس تمپر دو مرحله‌ای ج: عملیات زیر صفر شده و سپس تمپر سه مرحله‌ای شکل ۱۴-۲- تاثیر دمای زیر صفر بر تعداد کاربید در ابزار فولادی D2، بعد از آستنیت‌زدن در دماهای مختلف
۴۰	شکل ۱۵-۲- تاثیر زمان نگهداری در ۱۹۶ °C بر تعداد کاربیدها در فولاد ابزار D2، بعد از آستنیت‌زدن در دمای مختلف

- شکل ۲-۱۶- تاثیر میزان کاربیدها بر سرعت ساییده شدن در فولاد D2 در دماهای آستنیته مختلف و تحت عملیات زیرصفر در ۱۹۶۰C- ۴۱
- شکل ۲-۱۷- ریز ساختاری از فولاد کربوره En353 در الف) نمونه عملیات حرارتی معمولی ب) نمونه عملیات زیرصفر سطحی و ج) نمونه عملیات زیرصفر عمیق ۴۲
- شکل ۲-۱۸- میزان ماکزیمم سایش کناری بر حسب زمان ماشین کاری در سرعت های برش (a) ۱۱۰، (b) ۱۳۰، (c) ۱۵۰ و (d) ۱۸۰ متر بر دقیقه ۴۶
- شکل ۲-۱۹- میزان سایش در سرعت های مختلف برش در حالت عملیات زیرصفر شده و غیر آن ۴۷
- شکل ۲-۲۰- مکانیزم های مختلف سایش. الف) چسپان، ب) خراشان، پ) خستگی، ت) خوردگی ۵۱
- شکل ۲-۲۱- سه حالت ممکن برای منحنی های سایش در سطوح با ارتباط تکرار شده ۵۲
- شکل ۲-۲۲- سایش تک پاس و چندپاس ۵۲
- شکل ۲-۲۳- مثال مورفولوژی سطح در دو حالت سایش شدید و متوسط. شکل سمت چپ حالت سایش متوسط و شکل سمت راست سایش حالت شدید را نشان می دهد ۵۳
- شکل ۲-۲۴- تأثیر پین بر سطح ۵۴
- شکل ۲-۲۵- اشکال مختلف پین ۵۴
- شکل ۲-۲۶- ریزساختار حاصل از عملیات حرارتی ۴ نمونه H13 اعمال شده به روش های جدول ۲-۸ ۵۶
- شکل ۳-۱- طرح واره دستگاه سایش دمای بالا استفاده شده در این تحقیق ۶۰
- شکل ۴-۱- شماتیک سیکل عملیات حرارتی و که نقاط مشخص شده الف، ب، پ، ت جهت بررسی های ریزساختاری و ریزسختی سنجی استفاده شده است ۶۲
- شکل ۴-۲- ریزساختار نمونه اولیه فولاد گرم کار مطابق شرایط نقطه الف در شکل ۴-۱ ۶۳
- شکل ۴-۳- ریزساختار نمونه عملیات زیرصفر شده مطابق نقطه پ در شکل ۴-۱ ۶۵
- شکل ۴-۴- ریزساختار نمونه عملیات کوئنچ-تمپر شده ۶۶
- شکل ۴-۵- ریزساختار نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده مطابق سیکل ت در شکل ۴-۱ ۶۷
- شکل ۴-۶- رسوبات مشاهده شده در نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده ۶۹
- شکل ۴-۷- آنالیز EDS رسوب A در شکل ۴-۶ ۷۰
- شکل ۴-۸- آنالیز EDS رسوب A در شکل ۴-۶ ۷۱
- شکل ۴-۹- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه کوئنچ-تمپر شده و نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده ۷۲
- شکل ۴-۱۰- میزان ریزسختی نمونه های فولاد گرم کار H13 در شرایط عملیات حرارتی متفاوت ۷۳
- شکل ۴-۱۱- تغییرات کاهش وزن در آزمون سایش بر حسب نیرو جهت انتخاب نیرو در آزمون سایش ۷۴

- شکل ۴-۱۲- میزان کاهش وزن در آزمون سایش برای نمونه کوئنچ- تمپر شده و نمونه عملیات کوئنچ-
 ۷۵ زیر صفر-تمپر شده در دماهای ۲۵، ۲۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد
- شکل ۴-۱۳- تغییرات ضریب اصطکاک بر حسب مسافت در حین آزمون سایش در نمونه کوئنچ- تمپر
 ۷۶ شده در دماهای ۲۵، ۲۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد (آبی دمای محیط، قرمز ۲۵۰ درجه سانتیگراد و
 خاکستری دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد)
- شکل ۴-۱۴- تغییرات ضریب اصطکاک بر حسب مسافت در حین آزمون سایش در نمونه عملیات
 ۷۷ کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده در دماهای ۲۵، ۲۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد (آبی دمای محیط، قرمز ۲۵۰
 درجه سانتیگراد و خاکستری دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد)
- شکل ۴-۱۵- سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
 ۷۸ شده (تصویر پایین) را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد
- شکل ۴-۱۶- سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
 ۷۹ شده (تصویر پایین) را در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد
- شکل ۴-۱۷- سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه عملیات کوئنچ-زیر صفر-تمپر
 ۸۰ شده (تصویر پایین) را در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد
- شکل ۴-۱۸- سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده (تصویر بالا) و نمونه کوئنچ-زیر صفر-تمپر
 ۸۱ شده (تصویر پایین) را در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد. مناطق تیره و روشن در سطح سایش.
- شکل ۴-۱۹- نتایج آنالیز EDAX از سطح سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده مناطق A، B و C و نمونه
 ۸۲ کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده را در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد. مناطق تیره و روشن در سطح سایش.

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- شرایط های مختلف عملیات زیرصفر و تاثیر آن بر مقاومت به سایش	۱۷
جدول ۲-۲- خلاصه آنالیز میکرو ساختار و سختی در نمونه های عملیات حرارتی معمولی (QT) و عملیات زیرصفر (QCT)	۲۳
جدول ۳-۲- سیکل های مختلف عملیات حرارتی مطالعه شده توسط الکساندرو	۲۶
جدول ۴-۲- سیکل های مختلف اعمال شده بر روی فولاد تندبر M2	۲۷
جدول ۵-۲- سختی فولاد در در صد های مختلف مارتنزیت و کربن (بر حسب راکول سی) برای برخی فولادها با آلیاژ کم	۳۱
جدول ۶-۲- ساختار کریستالوگرافی و خواص کاربیدهایی که در فولادهای ابزار	۳۶
جدول ۶-۲- ترکیب فولاد مارایج شده (wt%)	۴۹
جدول ۷-۲- ترکیب شیمیایی برای فولاد ابزار کارگرم	۵۵
جدول ۸-۲- انواع عملیات حرارتی صورت گرفته روی فولاد H13	۵۶
جدول ۹-۳- ترکیب شیمیایی فولاد H13 استفاده شده در این تحقیق (wt/.) بدست آمده به روش اسپکتروسکوپی نشری	۵۸
جدول ۱۰-۴- میزان ضریب اصطکاک به همراه نوسانات آنها در دو شرایط عملیات حرارتی مورد استفاده در این تحقیق و در دماهای ۲۵، ۲۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد	۷۷

چکیده

عملیات زیرصفر عمیق، عملیات تکمیلی است که روی انواع فولادهای ابزار، فولادهای کربن‌دهی‌شده و تندبر با هدف بهبود مقاوم‌سایشی و سختی انجام می‌گیرد. تحقیقات مختلفی با عملیات زیرصفر روی فولاد گرم‌کار به منظور بهبود رفتار سایشی آن صورت گرفته است. فولاد گرم‌کار **H13** به دلیل استفاده در دمای بالا و کاربرد وسیع در صنعت به عنوان ابزار تغییرشکل گرم، لازم است کارایی عملیات عملیات زیرصفر روی آن در دمای کاری تعیین گردد. در این راستا این تحقیق به بررسی کارایی عملیات زیرصفر عمیق بر فولاد گرم‌کار **H13** در دمای کاری پرداخته است. با بررسی‌های صورت گرفته در ابتدا پارامتر بهینه عملیات زیرصفر تعیین گردید. این پارامترها شامل آستنیت‌کردن نمونه‌ها تا دمای ۱۰۴۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۳۰ دقیقه و کوئنچ در روغن، بعد از این مرحله به مدت ۲۴ ساعت در محیط نیتروژن مایع (۱۹۶- درجه سانتیگراد) قرار گرفته و در ادامه نمونه‌ها جهت عملیات بازپخت در دمای ۵۶۰ درجه- سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفت و سپس در محیط کوره سرد شد. دو دسته نمونه کوئنچ-تمپر شده و کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده در این تحقیق مقایسه گردیده است. ریزساختار نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی، سختی و ساختار نمونه‌ها توسط دستگاه پراش پرتو ایکس پس از عملیات زیرصفر تعیین شده و آزمون سایش در دمای محیط، ۲۵۰ (دمای قالب در آهنگری آلیاژهای پایه مس) و ۶۰۰ درجه سانتیگراد (دمای قالب در آهنگری آلیاژهای پایه آهنی) انجام گرفت. در انتها سطح سایش توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیزگر **EDAX** مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بیانگر آن است که بیشترین میزان سختی در شرایط کوئنچ-زیر صفر-تمپر شده است که میزان آن حدود ۲۶ درصد بیشتر از شرایط کوئنچ-تمپر شده در روغن است. اعمال عملیات کوئنچ-زیرصفر-تمپر باعث کاهش درصد آستنیت باقیمانده به میزان ۱۰ درصد شده است. همچنین رسوبات ریز و پراکنده و یکنواخت در این نمونه نسبت به نمونه کوئنچ-تمپر شده بیشتر تشکیل شده است. بهبود خواص سایش به میزان ۵۰، ۳۶ و ۴۴ درصد به ترتیب در دماهای ۲۵، ۲۵۰ و ۶۰۰ درجه سانتیگراد حاصل گردید. بررسی سطوح سایش حاکی از آن است که مکانیزم غالب سایش، چسبان و تریبوشیمیایی است. وجود لایه اکسیدی ضخیم روی ناحیه سایش نمونه کوئنچ-تمپر شده مشاهده گردیده که ضخامت آن روی سطح سایش نمونه کوئنچ-زیرصفر-تمپر کمتر است.

واژه‌های کلیدی: عملیات برودنی عمیق، سایش دمای بالا، فولاد گرم‌کار **H13**، آستنیت باقیمانده، سختی

فصل اول

مقدمه

عملیات حرارتی فلزات در طی سال‌ها گسترش فراوانی یافته است. محققان اخیراً روی فرایندهای عملیات حرارتی زیر صفر تحقیقات زیادی انجام داده‌اند. عملیات زیر صفر روی مواد مختلفی از قبیل فولادهای ابزار، کامپوزیت‌ها و ... موفقیت آمیز بوده است. عمر ابزار برش نقش مهمی در افزایش تولید دارد و در نتیجه یک فاکتور اقتصادی مهم به شمار می‌آید. ابزارها ممکن است که ارزان قیمت باشند اما پرداخت و ماشین کاری آنها برای رسیدن به کیفیت مطلوب نیازمند صرف زمان و هزینه است. به منظور افزایش عمر ابزار برش در گذشته از عملیات حرارتی معمولی استفاده می‌شد. سال‌هاست که عملیات زیر صفر به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد اما در مقایسه با عملیات حرارتی بسیار جدیدتر به حساب می‌آید و خواص فولادهایی که این فرایند روی آنها انجام می‌شود بسیار بهتر از عملیات حرارتی معمولی است.

عملیات زیر صفر شامل سرد کردن ماده تا دماهای بسیار پایین تر از دمای محیط می‌باشد. عملیات زیر صفر برای اولین بار در ابزار خط ریل قطارها استفاده شد به این صورت که آنها را در یخ خشک ($^{\circ}\text{C} -79$) قرار دادند که در نتیجه‌ی افزایش رسوبات مقاومت به سایش آنها بالا رفت [۱]. تحقیقات دیگر نشان داد که کاهش بیشتر دما تا زیر دمای یخ خشک و در نقطه جوش نیتروژن ($^{\circ}\text{C} -196$) باعث افزایش بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی ماده می‌شود [۲]. همچنین با کاهش بیشتر دما تا دمای هلیوم مایع ($^{\circ}\text{C} -269$) انتظار می‌رود بهبود بیشتری حاصل شود اما بایستی به این نکته توجه داشت که در این دماهای بسیار پایین، زمان عملیات به دلیل حرکت بسیار کم مواد (کاهش نفوذ) بایستی بیشتر باشد [۳]. این عملیات به عنوان یک عملیات موثر جهت افزایش عمر فولاد ابزار و کاربردها از طریق افزایش خواص مکانیکی مختلف از قبیل سختی، استحکام، مقاومت به خزش و پایداری ابعاد شناخته می‌شود. در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ این مطلب که این عملیات باعث افزایش خواص فولادهای ابزار برش می‌شود به تایید رسید [۴]. برای قرن‌ها تولید کنندگان ساعت در کشور سوئیس از عملیات حرارتی در دماهای پایین جهت

فهرست منابع

- [۱] جین، وی.کی، ترجمه بنی مصطفی عرب، ب، فتحی، س، فرآیندهای پیشرفته ماشینکاری، چاپ دوم، انتشارات آزاده، تهران، بهار.
- [۲] گیوی، م، طراحی و ساخت دستگاه پرداخت کاری سایشی لوله ها به کمک میدان مغناطیسی و تحلیل آماری عوامل مؤثر بر فرآیند، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۹.
- [۳] کیانی، ع، طراحی و ساخت سیستم CNC با عملگر دورانی پنوماتیکی جهت سنگ زنی خارج استوانه های فلزی غیر مغناطیسی (فلزات رنگین) به روش پرداخت با پودر مواد ساینده، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد، زمستان ۱۳۹۰.
- [۴] آذرنگ م،، با صری ح،، "مطالعه تجربی پلیسه گیری قطعات سوراخ کاری شده فولاد زنگ نزن تو سط ذرات ساینده مغناطیسی"، مهندسی مکانیک مدرس، دوره ۱۴، شماره ۲، ص ۱۹-۲۶، ۱۳۹۳.

.

.

.

[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, Ailincăi C, Băciu (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.

پیوست 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