

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

عنوان پایان نامه:

# تحلیل میدان تنش

## در اطراف شیار لبه‌ای دیسک دوار

مؤلف : مجید زروندی

۸۹۱۳۴۲۲۰۴۷

استاد راهنما : دکتر حمید اختراعی طوسی

بهمن ۹۱

## تأییدیه گروه مکانیک

پایان نامه حاضر تحت عنوان:

### تحلیل میدان تنش در اطراف شیار لبه‌ای دیسک دوار

که توسط مجید زروندی تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است، به عنوان کار پژوهشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک در گرایش طراحی کاربردی مورد تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه مهندسی مکانیک دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد.

درجه:

نمره:

تاریخ دفاع: ۹۱/۱۱/۳

امضاء هیأت داوران:

نام و نام خانوادگی	هیأت داوران	مرتبه علمی	امضاء
۱-دکتر حمید اختراعی طوسی	استاد راهنما	دانشیار	
۲-دکتر سعید حدیدی مود	استاد ممتحن	دانشیار	
۳-دکتر بهروز حسنی	استاد ممتحن	دانشیار	
۴-دکتر مجید معاونیان	نماینده تحصیلات تکمیلی	دانشیار	
۵-دکتر حمید نیازمند	مدیر گروه	استاد	

# اظہار نامہ

اینجانب مجید زروندی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک دانشکده فنی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله/پایان نامہ تحلیل میدان تنش در اطراف شیار لبہای دیسک دوار تحت راهنمایی دکتر حمید اختراعی طوسی متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان نامہ توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در رساله/پایان نامہ تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه فردوسی مشهد » و یا « Ferdowsi University of Mashhad » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله/پایان نامہ تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله/پایان نامہ رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان نامہ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

امضای دانشجو

تاریخ

## مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله/پایان نامہ بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیر بہ ماور و یدر

کہ انشاء اللہ عاقبت بخیر بس

و تقدیر بہ ہمس

کہ انشاء اللہ عاقبت بخیر بسیم

## قدردانی

خدا را شاکرم که مرا با سختی‌ها آبدیده‌تر نموده تا آتش جهنم را راحت‌تر تحمل نمایم و یا شاید تا قدر بهشت را بیشتر بدانم. از زحمات استاد ارجمند، جناب آقای دکتر حمید اختراعی طوسی، که با وجود سختی‌ها از بنده حمایت نموده و تجربیات و راهنمایی‌های ارزشمندشان را در اختیار بنده قرار دادند بسیار سپاسگزارم.

رشته تحصیلی: طراحی کاربردی	گروه: مهندسی: مهندسی مکانیک	دانشکده: مهندسی
تاریخ دفاع:	تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۸	
تعداد صفحات: ۱۲۰	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد <input checked="" type="radio"/> دکتری <input type="radio"/>	
<p style="text-align: right;"><b>چکیده رساله/پایان نامه:</b></p> <p>دیسک‌های دوار در صنعت دارای کاربرد زیادی می‌باشند. وجود ترک یا شیار در محیط دیسک‌ها این ابزار را در معرض شکست قرار می‌دهد. به همین دلیل، این پژوهش میدان تنش در دیسک‌های دوار دارای ترک و شیار را مورد بررسی قرار می‌دهد. برای استخراج میدان تنش در دیسکی از مصالح ارتجاعی، لازم است مانند تحلیل سایر اجسام الاستیک، معادلات تعادل و سازگاری بطور همزمان حل شود. برای دیسک همگن این معادلات غیر همگن هستند لذا نمی‌توان به طور مستقیم از روش تابع تنش ابری جهت ساده سازی و تبدیل آنها به یک معادله همساز دوگانه، استفاده نمود. در این مورد با استفاده از روش تابع پتانسیل، ناهمگنی معادله مهار شده است. نتیجه این ساده‌سازی، به دست آمدن یک معادله دیفرانسیل پاره‌ای خطی مرتبه چهارم ناهمگن می‌باشد. جواب این معادله شامل قسمت عمومی و خصوصی است. تعدادی حل خصوصی مناسب به دست آمده است. حل عمومی نیز برای مسئله ترک به صورت سری ویلیامز در دسترس است. در این سری به ازای هر جمله یک ضریب مجهول وجود دارد که با تعیین این ضرایب حل مشخص می‌شود. به این منظور جواب‌های عمومی و خصوصی را با نسبت مشخصی که برای هر مسئله متفاوت می‌باشد، با هم جمع کرده و به کمک شرایط مرزی حاکم بر مسئله، ضرایب بسط ویلیامز را به دست می‌آوریم. نسبت جواب‌های خصوصی و عمومی با سعی و خطا به دست آمده و برای دیسک با یک ترک، به صورت نموداری معرفی شده است. در انتها نمودارهایی بی‌بعد شده جهت به دست آوردن ضریب شدت تنش در دیسک دوار دارای چندین ترک و شیار لبه‌ای با چیدمان متقارن نشان داده شده است. این نمودارها توسط آباکوس (برای ترک) و روش جمله اول (برای شیار) به دست آمده‌اند. نتایج حاصل حاکی از آنست که رفتار ترک و شیار در گستره وسیعی از اندازه زاویه دهانه شیار مشابه هستند.</p>		
امضای استاد راهنما:	<b>کلید واژه:</b> ۱. دیسک دوار ۲. ترک و شیار ۳. روش تحلیلی ۴. ضریب شدت تنش ۵. شبیه سازی آباکوس	
تاریخ:		

## فهرست

فصل اول - مقدمه .....	۱
۱-۱ - اهداف .....	۱
۲-۱ - تاریخچه .....	۳
۳-۱ - مراحل انجام کار .....	۱۴
فصل دوم - میدان تنش در اطراف ترک .....	۱۷
۱-۲ - روابط تنش-کرنش .....	۱۸
۲-۲ - معادلات تعادل .....	۲۱
۳-۲ - معادلات سازگاری .....	۲۳
۴-۲ - تابع تنش اسری و معادله همساز دوگانه .....	۲۴
۵-۲ - کاربرد توابع مختلت در حل معادله همساز دوگانه .....	۲۵
۶-۲ - میدان تنش در اطراف شیار تحت بار استاتیکی و ضریب شدت تنش .....	۲۶
۷-۲ - انتگرال جی .....	۳۳
فصل سوم - بررسی میدان تنش در اطراف شیار در دیسک دوار .....	۳۶
۱-۳ - استفاده از تابع پتانسیل .....	۳۸
۲-۳ - شراکت تنش برشی در تابع پتانسیل (روش تکمیلی اول) .....	۴۰
۳-۳ - شراکت تنش برشی در تابع پتانسیل (روش تکمیلی دوم) .....	۴۱
۴-۳ - استفاده از برهم‌نهی .....	۴۳
فصل چهارم - شبیه سازی اجزاء محدود توسط آباکوس .....	۴۵
۱-۴ - شبیه سازی در محیط آباکوس .....	۴۶



۵۵	۲-۴ - المان بندی و آزمون همگرایی .....
۵۷	فصل پنجم - نتایج .....
۵۸	۱-۵ - تعیین ضریب شدت تنش یک ترک شعاعی در لبه دیسک دوار .....
۷۳	۲-۵ - ضریب شدت تنش در زوج ترک شعاعی، متقارن و لبه‌ای .....
۸۰	۳-۵ - ضریب شدت تنش در زوج شیار، متقارن و لبه‌ای .....
۹۲	۴-۵ - ارائه جدول و نمودارهایی برای محاسبه ضریب شدت تنش ترک و شیار در دیسک دوار .....
۹۲	۱-۴-۵ - دیسک دوار دارای ترک شعاعی لبه‌ای متقارن .....
۹۴	۲-۴-۵ - دیسک دوار دارای شیار شعاعی لبه‌ای متقارن .....
۹۸	فصل ششم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات .....
۱۰۵	مراجع .....
۱۱۱	ضمیمه الف .....
۱۱۸	ضمیمه ب .....

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- نمودار نوعی تنش- کرنش برای فولاد..... ۲
- شکل ۲-۱- کشتی تاتانیک در حال خارج شدن از بندر Southampton ..... ۳
- شکل ۳-۱- یک کشتی دو نیم شده در بندر..... ۴
- شکل ۴-۱- پل شکسته شده در هندوراس ..... ۵
- نمودار ۵-۱- نمودار انرژی شکست بر حسب دما ..... ۶
- شکل ۶-۱- فضاپیمای کلمبیا هنگام برخاستن از زمین ..... ۶
- شکل ۷-۱- صفحه ترکدار تحت کشش ..... ۸
- شکل ۸-۱- دیسک ترکدار تحت بار شعاعی..... ۸
- شکل ۹-۱- دیسک ترکدار تحت فشار..... ۹
- شکل ۱۰-۱- دیسک دوار ترکدار ..... ۱۰
- شکل ۱۱-۱- صفحه‌ی ترکدار تحت کشش و نمونه المان‌بندی شده آن ..... ۱۱
- شکل ۱۲-۱- دیسک شیار دار تحت فشار ..... ۱۲
- شکل ۱۳-۱- نقاط انتخابی در اطراف شیار ..... ۱۳
- شکل ۱-۲- المان سه بعدی و مؤلفه‌های تنش ..... ۱۹
- شکل ۲-۲- حالات تنش صفحه‌ای و کرنش صفحه‌ای در جسم دارای ترک..... ۱۹
- شکل ۳-۲- المان دو بعدی ..... ۲۲
- شکل ۴-۲- هندسه تغییر شکل در دو بعد ..... ۲۳
- شکل ۵-۲- مختصات هندسی شیار ..... ۲۷
- شکل ۶-۲- مدهای مختلف شکست و ضرایب شدت تنش متناظر ..... ۲۸

۳۰	..... شکل ۲-۷- مقادیر ویژه بر حسب زاویه شیار [۴۴].....
۳۲	..... شکل ۲-۸- میدان تنش در نوک شیار .....
۳۳	..... شکل ۲-۹- مسیر اطراف ترک جهت محاسبه انتگرال جی .....
۳۷	..... شکل ۳-۱ - دیسک دوار شیاردار .....
۴۷	..... شکل ۴-۱- نمونه مش اطراف نوک شیار.....
۴۸	..... شکل ۴-۲- مدول پارت نرم افزار آباکوس .....
۴۹	..... شکل ۴-۳- مدول مشخصات نرم افزار آباکوس .....
۴۹	..... شکل ۴-۴- مدول اسمبلی نرم افزار آباکوس .....
۵۰	..... شکل ۴-۵- مدول step نرم افزار آباکوس .....
۵۰	..... شکل ۴-۶- مدول Interaction نرم افزار آباکوس .....
۵۱	..... شکل ۴-۷- مدول step نرم افزار آباکوس و آیکون History .....
۵۲	..... شکل ۴-۸- مدول بارگذاری .....
۵۳	..... شکل ۴-۹- نمونه مش زده شده نیم دیسک دارای ترک به طول نیم متر و مش در نوک ترک.....
۵۳	..... شکل ۴-۱۰- مدول Job .....
۵۴	..... شکل ۴-۱۱- مدول Visualization و پنجره History Output .....
۵۵	..... شکل ۴-۱۲- ضریب شدت تنش بر حسب اندازه المان به طول ترک .....
۵۶	..... شکل ۴-۱۳- ضریب شدت تنش بر حسب فاصله مسیر از نوک شیار.....
۵۸	..... شکل ۵-۱- دیسک دارای یک ترک .....
۵۹	..... شکل ۵-۲- نمایش روش برهم نهی .....
۶۲	..... شکل ۵-۳- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول ۰/۲ متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱.....

- شکل ۵-۴- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/5$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۳
- شکل ۵-۵- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/8$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۳
- شکل ۵-۶- مقادیر  $H(K) \times K$  بر حسب نسبت بی‌بعد شده طول ترک..... ۶۶
- شکل ۵-۷- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/05$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۷
- شکل ۵-۸- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/1$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۷
- شکل ۵-۹- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/5$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۸
- شکل ۵-۱۰- ضریب شدت تنش برای یک ترک به طول  $0/9$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۸
- شکل ۵-۱۱- مقادیر  $A_2$  و  $A_3$  برای یک ترک به طول  $0/2$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۶۹
- شکل ۵-۱۲- مقادیر  $A_2$  و  $A_3$  برای یک ترک به طول  $0/5$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۷۰
- شکل ۵-۱۳- مقادیر  $A_2$  و  $A_3$  برای یک ترک به طول  $0/8$  متر بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱-..... ۷۰
- شکل ۵-۱۴- نمودار تنش محیطی در راستای محور تقارن ترکی به طول  $0/2$  متر به ازاء تعداد جملات  
جواب عمومی معادله ۵-۱ بر حسب فاصله از نوک ترک..... ۷۱
- شکل ۵-۱۵- نمودار تنش محیطی در راستای محور تقارن ترکی به طول  $0/5$  متر به ازاء تعداد جملات  
جواب عمومی معادله ۵-۱ بر حسب فاصله از نوک ترک..... ۷۲
- شکل ۵-۱۶- دیسک دوار دارای دو ترک متقارن..... ۷۳
- شکل ۵-۱۷- نقاط هم‌نشینی روی مرز دیسک دوار با دو ترک متقارن..... ۷۴
- شکل ۵-۱۸- ضریب شدت تنش برای یک جفت ترک به طول  $0/2$  متر به ازاء تعداد جملات  
رابطه ۵-۱..... ۷۷
- شکل ۵-۱۹- ضریب شدت تنش برای یک جفت ترک به طول  $0/5$  متر بر حسب تعداد جملات  
رابطه ۵-۱..... ۷۷

شکل ۵-۲۰- مقادیر $A_2$ و $A_3$ برای یک جفت ترک به طول $0/2$ متر بر حسب تعداد جملات	
رابطه ۵-۱.....	۷۸
شکل ۵-۲۱- مقادیر $A_2$ و $A_3$ برای یک جفت ترک به طول $0/5$ متر بر حسب تعداد جملات	
رابطه ۵-۱.....	۷۸
شکل ۵-۲۲- نمودار تنش محیطی در راستای محور تقارن جفت ترکی به طول $0/2$ متر به ازاء تعداد جملات جواب عمومی معادله ۵-۱ بر حسب فاصله از نوک ترک.....	۷۹
شکل ۵-۲۳- نمودار تنش محیطی در راستای محور تقارن جفت ترکی به طول $0/5$ متر به ازاء تعداد جملات جواب عمومی معادله ۵-۱ بر حسب فاصله از نوک ترک.....	۷۹
شکل ۵-۲۴- دیسک دارای یک شیار و نیروی ایجاد شده در مرکز دیسک به دلیل دوران.....	۸۰
شکل ۵-۲۵- دیسک دارای دو شیار و نقاط مرزی منتخب.....	۸۱
شکل ۵-۲۶- قسمت حقیقی مقدار ویژه.....	۸۲
شکل ۵-۲۷- قسمت موهومی مقدار ویژه.....	۸۲
شکل ۵-۲۸- نقاط گرهی متساوی الفاصله از مرکز شیار.....	۸۴
شکل ۵-۲۹- شماره گذاری ردیف گرهها در المانهای اطراف نوک ترک.....	۸۵
شکل ۵-۳۰- تنش $\sigma_{\theta\theta}$ در راستای محور تقارن شیار بر حسب فاصله از نوک شیار در جفت شیار به عمق $0/2$ متر و زاویه $90^\circ$ درجه.....	۸۶
شکل ۵-۳۱- تنش $\sigma_{\theta\theta}$ در راستای محور تقارن شیار بر حسب فاصله از نوک شیار در جفت شیار به عمق $0/5$ متر و زاویه $90^\circ$ درجه.....	۸۷
شکل ۵-۳۲- تنش $\sigma_{\theta\theta}$ در راستای محور تقارن شیار بر حسب فاصله از نوک شیار در جفت شیار به عمق $0/9$ متر و زاویه $90^\circ$ درجه.....	۸۷

- شکل ۵-۳۳- ضریب شدت تنش بر حسب تعداد جملات در رابطه ۵-۱ برای دو شیار ۳۰ درجه با عمق ۰/۲ متر..... ۸۹
- شکل ۵-۳۴- مقادیر  $A_2$  و  $A_3$  برای یک جفت شیار با عمق ۰/۲ متر و زاویه ۳۰ درجه بر حسب تعداد جملات رابطه ۵-۱..... ۹۰
- شکل ۵-۳۵- نمودار تنش محیطی در راستای محور تقارن جفت شیاری با عمق ۰/۲ متر و زاویه شیار ۳۰ درجه به ازاء تعداد جملات جواب عمومی معادله ۵-۱ بر حسب فاصله از نوک شیار..... ۹۱
- شکل ۵-۳۶- مقادیر بی بعد شده ضریب شدت تنش بر حسب نسبت بی بعد شده طول ترک..... ۹۳
- شکل ۵-۳۷- ضریب شدت تنش بر حسب نسبت بی بعد شده عمق شیار ۳۰ درجه..... ۹۵
- شکل ۵-۳۸- ضریب شدت تنش بر حسب نسبت بی بعد شده عمق شیار ۴۵ درجه..... ۹۵
- شکل ۵-۳۹- ضریب شدت تنش بر حسب نسبت بی بعد شده عمق شیار ۶۰ درجه..... ۹۶
- شکل ۵-۴۰- ضریب شدت تنش بر حسب نسبت بی بعد شده عمق شیار ۹۰ درجه..... ۹۶

## فهرست جداول

- جدول ۴-۱- مشخصات دیسک مدل شده. .... ۴۶
- جدول ۵-۱- ضریب شدت تنش و تابع  $H(K)$  برای سه ترک از طریق روش برهم‌نهی. .... ۶۲
- جدول ۵-۲- ضریب شدت تنش و تابع  $H(K)$  برای ده ترک از طریق روش تابع پتانسیل. .... ۶۶
- جدول ۵-۳- ضریب شدت تنش و تابع  $H(K)$  برای دو زوج ترک. .... ۷۶
- جدول ۵-۴- ضریب شدت تنش برای سه زوج شیار ۹۰ درجه در دیسک دوار. .... ۸۵
- جدول ۵-۵- مقادیر بی‌بعد شده  $\frac{K_I}{\rho\omega^2 R^2 \sqrt{a}}$  ..... ۹۲
- جدول ۵-۶- ضریب شدت تنش بی‌بعد شده  $(\frac{K_I}{\rho\omega^2 R^2 a^{1-\lambda_1}})$  ..... ۹۴

## فهرست علائم

$I, II, III$	مشخص کننده مد اول، دوم و سوم
$a$	عمق ترک و شیار
$A, B$	ضرایب وزن روش تکمیلی اول و دوم
$A_i$	ضرایب مجهول در بسط ویلیامز
$C_i$	ثوابت جواب خصوصی
$dx, dy, dz$	ابعاد المان سه بعدی
$E$	مدول یانگ
$F_x, F_y, F_z$	نیروی جسمی در راستای کارترین
$G$	ضریب ارتجاعی برشی
$H$	تابع نسبت جواب عمومی و جواب خصوصی
$i, j, k, n$	شمارنده
$J$	انتگرال جی
$K$	تعداد جملات بسط ویلیامز
$K_{IC}$	ضریب شدت تنش بحرانی
$K_I^V$	ضریب شدت تنش در مد اول
$K_{II}^V$	ضریب شدت تنش در مد دوم
$K_{III}$	مد سوم برش غیر صفحه‌ای
$n$	بردار عمود بر سطح
$r$	مختصات قطبی شعاعی



$R$	..... شعاع دیسک
$T$	..... بردار کشش در امتداد سطح
$U, V$	..... جابجایی
$u$	..... جابجایی در امتداد مسیر
$V$	..... تابع پتانسیل
$W$	..... چگالی انرژی کرنشی
$\alpha$	..... زاویه مکمل شیار
$\gamma$	..... زاویه شیار
$\delta_{ij}$	..... دلتای کرونکر
$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$	..... کرنش عمودی
$\epsilon_{xy}, \epsilon_{yz}, \epsilon_{zx}$	..... کرنش برشی
$\theta$	..... مختصات زاویه‌ای قطبی
$\theta'$	..... مختصات زاویه‌ای شیار و ترک سمت چپ
$\lambda$	..... مقادیر ویژه
$\nu$	..... ضریب پواسون
$\rho$	..... چگالی دیسک
$\sigma_{gT}$	..... مجموع جواب عمومی ترک و یا شیار راست و چپ
$\sigma_g$	..... پاسخ عمومی برای شیار و ترک در سمت چپ
$\sigma_{gr}$	..... پاسخ عمومی برای شیار و ترک در سمت راست
$\sigma_{sp}$	..... میدان تنش دیسک بدون ترک

- $\sigma_{vp}$  ..... جواب خصوصی ترک و شیار.....
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  ..... تنش عمودی در مختصات کارتزین.....
- $\sigma_{\theta\theta}$  ..... تنش محیطی در مختصات قطبی.....
- $\sigma_{rr}$  ..... تنش شعاعی در مختصات قطبی.....
- $\sigma_{r\theta}$  ..... تنش برشی در مختصات قطبی.....
- $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$  ..... تنش برشی در مختصات کارتزین.....
- $\phi$  ..... تابع تنش ابری.....
- $\phi_g$  ..... جواب عمومی معادله دیفرانسیل پاره‌ای خطی مرتبه چهارم ناهمگن.....
- $\phi_p$  ..... جواب خصوصی معادله دیفرانسیل پاره‌ای خطی مرتبه چهارم ناهمگن.....
- $\psi, \varphi$  ..... توابع موهومی تحلیلی در روش موسخلیشوویلی.....
- $\omega$  ..... سرعت دورانی دیسک.....

# مقدمه

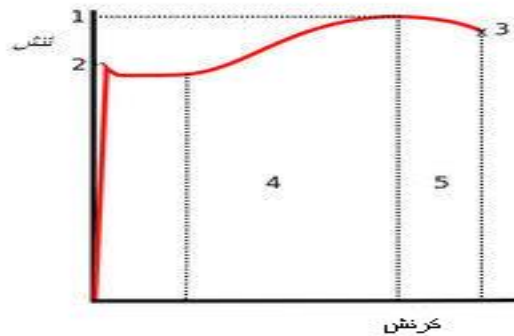
دیسک‌های دوار دارای اهمیت زیادی در تجهیزات مکانیکی هستند. وجود ترک<sup>۱</sup> و شیار<sup>۲</sup> این دیسک‌ها را در معرض آسیب‌های مکانیکی قرار می‌دهد. در راستای مطالعه این پدیده، این پژوهش به تحلیل تنش در دیسک‌های دوار دارای ترک و شیارهای محیطی باز در حالت تنش صفحه‌ای پرداخته است. در این فصل ابتدا به بررسی اهداف این پژوهش می‌پردازیم. سپس تاریخچه‌ای اجمالی از کارهای انجام شده را بررسی می‌کنیم. در پایان نیز مراحل انجام کار را به صورت خلاصه بیان می‌کنیم.

## ۱-۱- اهداف

---

<sup>۱</sup>crack  
<sup>۲</sup> notch

با توجه به اهمیت دیسک‌های دوار در تجهیزاتی مانند توربین‌ها، جعبه‌دنده‌ها و پمپ‌ها، هدف اصلی در این پژوهش به دست آوردن سرعت بحرانی برای دیسک‌ها در این وسایل است. در این پایان نامه سرعت بحرانی به عنوان سرعتی که به ازاء بیشتر از آن دیسک دچار شکست می‌شود، معرفی می‌شود. برای یک نمونه فولادی فاقد ترک و تحت کشش بنا به نتایج آزمون‌های کشش یک‌محوری، شکست معمولاً به دلیل رسیدن تنش در ماده به مقدار مشخصی رخ می‌دهد. در نمودار شکل ۱-۱ ترسیمه تغییرات تنش بر حسب کرنش برای فولادهایی با رفتار الاستیک-پلاستیک غیر یکنواخت مشخص شده است.



شکل ۱-۱- نمودار نوعی تنش-کرنش برای فولاد

در صورتی که جسم دارای شیار باشد، با کمترین مقدار نیروی وارده بر جسم، تنش در نوک شیار به مراتب از تنش شکست شکل ۱-۱ بیشتر می‌شود. بنا به تجربه روزمره در این شرایط هنوز قطعه می‌تواند بارگذاری شود. در حقیقت تنش واقعی شکست که در مقیاس میکروسکوپی ظاهر می‌شود و تنش پیوند<sup>۳</sup> نامیده می‌شود، به مراتب بیش از تنش شکست ماکروسکوپی است. علت اختلاف، وجود انبوه ریز ترک‌های درون ساختار ماده است که به تنش شکست، معنایی آماری می‌بخشد. با اتکا به نظریه‌های مکانیک مواد در مورد اجسام شیاردار، ضریب

<sup>3</sup>Cohesion