

اجزاء ماشین

جلد ۱

شناسایی - انتخاب - طراحی

مؤلفان:

اصغر شیروانی - سید احمد رضا مدینہ

شیروانی، اصغر،

اجزاء ماشین (جلد ۱)، شناسایی - انتخاب - طراحی / مؤلفان:

اصغر شیروانی، سید احمد رضا مدینه - اصفهان: کانون پژوهش، ۱۳۸۴

۳۴۲ ص:، مصور، جدول

ISBN: 964 - 8017 - 83 - 5

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

۱. قطعات ماشین. ۲. ماشین آلات - طراحی.

الف. مدینه، احمد رضا ب. عنوان.

۶۳۱/۳

۳۹ ش ۲۴۳/۲ ج

۱۳۸۴

اجزاء ماشین (جلد ۱)

شناسایی - انتخاب - طراحی

مؤلفان: اصغر شیروانی - سید احمد رضا مدینه

ناشر: کانون پژوهش

نوبت چاپ: اول ۱۳۸۴

تعداد: ۳۰۰۰ نسخه

چاپ: قائم گستر

شابک: ۹۶۴ - ۶۰۱۷ - ۸۳ - ۵

کلیه حقوق مادی و معنوی برای مؤلفان محفوظ است.

قیمت: ۳۷۰۰ تومان

بسم الله الرحمن الرحيم

سخنی با خوانندگان محترم

همه آنان که با طراحی اجزاء ماشین آشنا بوده و دستی در مهندسی مکانیک دارند بخوبی می‌دانند که شناخت، تحلیل، محاسبه و انتخاب اجزاء ماشین موضوعی بسیار گسترده است که توانایی محاسبه نیروها، تحلیل تنش و تغییر شکل، آشنایی با روشها و فرآیندهای ساخت و خواص مواد مهندسی و حتی توانایی تحلیل دینامیکی اجزاء از پیش نیازهای ورود در این مقوله محسوب می‌گردند. لذا بدیهی است که پرداختن به همه وجوه این موضوع در قالب یک یا چند کتاب میسر نمی‌باشد. سعی و اهتمام گردآورندگان متن حاضر بر آن بوده است تا ضمن یادآوری اهم مباحثی که بعنوان پیش نیاز شناخت و تحلیل اجزاء ماشین مطرح می‌باشند با بیان ساده و رعایت اختصار و پرهیز از اثبات روابط پایه توجه خوانندگان محترم را به وجوه عملی و کاربردی و نکات فنی جلب نماید.

تجربه سالهای تدریس و انجام فعالیتهای عملی طراحی، همواره نیاز به مرجعی که بتواند ضمن رعایت اختصار بعنوان پلی بین متون کلاسیک، هندبوکهای مهندسی و کاتالوگهای فنی عمل نماید را برای ما آشکار ساخته بود.

در متون کلاسیک بخش عمده‌ای از حجم مطالب به بیان تفصیلی تئوری‌ها و اثبات روابط تخصیص می‌یابد که در جای خود لازم و ضروری است. هندبوکهای مهندسی نیز غالباً حاوی اطلاعات فشرده و تخصصی در قالب فرمولها، جداول و نمودارها هستند که اصولاً برای استفاده مهندسین کارآزموده و یا کلاً افرادی که از تسلط کافی بر مطالب کلاسیک و روش حل مسائل برخوردار می‌باشند تدوین گردیده‌اند. همچنین کاتالوگهای فنی سازندگان و تولید کنندگان اجزاء ماشین بدلیل تنوع زیاد و بعضاً در دسترس نبودن به تنهایی نمی‌توانند بعنوان مرجع کاملی در طراحی اجزاء تلقی گردند.

گرچه در نظر گرفتن هر سه دیدگاه فوق‌الذکر همراه با رعایت اختصار از میزان جامعیت مطلب ارائه شده می‌کاهد، ولی به اعتقاد ما نگرش کاربردی همراه با ارائه مبانی طراحی در کنار سایر مراجع، بخش وسیعی از نیازهای دانشجویان و مهندسان طراح را پوشش خواهد داد.

تقسیم مطالب هر فصل به دو بخش اصلی و تکمیلی با هدف امکان استفاده از این کتاب جهت تدریس

در دوره‌های مختلف طراحی اجزاء ماشین انجام گرفته است و تعداد قابل توجه مثالهای حل شده، آزمونهای چهارجوابی، مسائل با جواب و بدون جواب به همراه خلاصه مباحث و بالاخص ضمايم بسیار مفید مهندسی نیز در راستای ایجاد قابلیت دو گانه برای مطالعه دانشجویان و یادآوری و مراجعه فارغ التحصیلان آورده شده‌اند.

هم اکنون به یاری خداوند متعال و با نیت برداشتن گامی بسیار کوچک در جهت تکمیل متون فنی فارسی، جلد اول از این مجموعه دو جلدی تقدیم علاقه‌مندان می‌گردد و امید است در آینده نزدیک جلد دوم نیز که عمدتاً حاوی مباحث کاربردی و برگرفته از تکنیکهای مندرج در کاتالوگها و هندبوکها بوده و در حال تدوین می‌باشد به زینت طبع آراسته و تقدیم گردد.

نظر به اینکه مطالب مندرج در این کتاب خالی از اشکال نبوده و ممکن است علیرغم دقت بعمل آمده حین تدوین موضوعات ایرادهایی اعم از شکلی و محتوایی بر جای مانده باشد، مزید امتنان خواهد بود تا اساتید بزرگوار و دانشجویان گرامی موارد مشاهده شده را جهت رفع در نگارشهای بعدی متذکر گردند.

و من التوفیق

اصغر شیروانی کرچگانی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

عضو هیئت علمی مرکز آموزش

عالی فنی شهید مهاجر اصفهان

سید احمد رضا مدینه

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

عضو هیئت علمی مرکز آموزش

عالی فنی شهید مهاجر اصفهان

فهرست مطالب

۱	فصل اول: تحلیل نیرویی (یادآوری)
۲	مقدمه
۲	معادلات تعادل و نمودارهای آزاد جسم
۴	تعادل اعضای دو و سه نیرویی
۵	نیروی برشی و لنگر خمشی در تیرها
۷	خلاصه فصل ۱:
۷	مسائل:
۹	فصل دوم: مواد و فرآیندهای مهندسی (یادآوری)
۱۰	مقدمه
۱۱	آزمایش کشش ساده
۱۵	آزمایش فشار
۱۵	آزمایش پیچش
۱۵	آزمایش ضربه
۱۶	آزمایش خزش و اثرات درجه حرارت
۱۶	آزمایش سختی
۱۸	خواص مواد اصلی مورد استفاده در اجزاء ماشین آلات
۱۸	فولادها
۲۴	چدن ها
۲۷	علائم اختصاری و سیستم شماره گذاری انواع فولادها و چدن ها

۲۷	 عملیات حرارتی
۲۸	 ۱ - تاباندن - <i>Annealing</i>
۲۸	 ۲ - نرمالیزه کردن - <i>Normalizing</i>
۲۹	 ۳ - سخت کاری حجمی (آب دادن) - <i>Hardening</i>
۲۹	 ۴ - بازیخت - <i>Tempering</i>
۳۰	 ۵ - کربن دهی (کربوریزه کردن - سیماناسیون) - <i>Carburizing</i>
۳۰	 ۶ - نیتروژن دهی (نیتریده کردن) - <i>Nitriding</i>
۳۰	 ۷ - سیانور دهی (سیانیده کردن) - <i>Cyaniding</i>
۳۰	 ۸ - سختکاری القایی - <i>Induction Hardening</i>
۳۱	 ۹ - سختکاری شعله ای - <i>Flame Hardening</i>
۳۱	 عملیات حرارتی فلزات غیر آهنی
۳۲	 شکل دهی مکانیکی و سخت کاری
۳۳	 ۱ - نورد گرم - <i>Hot Rolling</i>
۳۳	 ۲ - آهنگری - <i>Forging</i>
۳۵	 ۳ - اکستروژن - <i>Extrusion</i>
۳۵	 عملیات پوشش دهی سطوح
۳۵	 ۱ - گالوانیزه کردن - <i>Galvanizing</i>
۳۶	 ۲ - آبکاری - <i>Electroplating</i>
۳۶	 ۳ - آندیزه کردن - <i>Anodizing</i>
۳۷	 خلاصه فصل ۲
۳۹	 فصل سوم: تحلیل تنش
۴۱	 بارگذاری محوری
۴۲	 کرنش کشسان
۴۳	 تعمیم قانون هوک برای بارگذاری سه محوری
۴۳	 بارگذاری برشی مستقیم
۴۴	 تنش یاتاقانی (تکیه گاهی)
۴۶	 بارگذاری پیچشی
۴۸	 بارگذاری خمشی متقارن (خالص)
۵۲	 خلاصه مبحث یادآوری
۵۳	 مسایل یادآوری
۵۵	 مبحث ۱

۵۵	تنشهای مرکب
۵۷	تنش بوجود آمده در اثر تغییرات درجه حرارت
۵۸	محاسبه نیروی حرارتی در قطعات غیریکنواخت
۵۹	تحلیل تنش روی سطوح مایل
۶۵	خلاصهٔ مبحث ۱
۶۶	مسائل مبحث ۱
۶۸	مبحث ۲
۶۸	دایرهٔ تنش موهر
۷۰	ترسیم دایرهٔ موهر
۷۴	خلاصهٔ مبحث ۲
۷۴	مسائل مبحث ۲
۷۶	مبحث تکمیلی
۷۶	بارگذاری پیچشی مقاطع غیرگرد
۷۷	تنشهای برشی در تیرها
۸۰	تنش در استوانه‌های جدار ضخیم
۸۱	تنش در استوانه‌ها و کره‌های جدار نازک
۸۱	تغییر مکان تیرها (منحنی کشسان تیرها)
۸۲	تحلیل تغییر مکان تیرها با روش انتگرال‌گیری
۸۵	فشار ناشی از انطباق پرسی دو استوانه
۸۶	تنش تماسی هر تیر
۸۶	کمانش در ستونها (فرمول اوپلر)
۹۰	ستونهای بلند و غیربلند
۹۱	ستونهای مرکب و مقاطع اقتصادی
۹۱	فرمول سکانت برای ستونها
۹۲	کمانش در سازه‌های جدار نازک
۹۳	دایره موهر تنش سه بعدی
۹۸	خلاصهٔ مباحث تکمیلی
۹۹	مسائل مبحث تکمیلی

فصل چهارم: طراحی بر مبنای انواع مختلف بارگذاری ۱۰۳

مقدمه : ۱۰۵

مبحث ۳ ۱۰۶

۱۰۶	انواع بارگذاری و نسبت تنش
۱۰۶	تنش استاتیک
۱۰۷	تنش تکراری و معکوس
۱۰۷	تنش نوسانی
۱۰۸	بار ناگهانی یا ضربه‌ای
۱۰۹	بارگذاری تصادفی
۱۰۹	معیارهای شکست (گسیختگی)
۱۰۹	الف: معیارهای گسیختگی برای مواد شکل‌پذیر (بارگذاری استاتیکی)
۱۰۹	۱- تنوری تنش عمودی حداکثر
۱۱۰	۲- تنوری تنش برشی حداکثر (تیرسکا)
۱۱۱	۳- معیار انرژی تابیدگی حداکثر (تنوری ون میسر)
۱۱۳	گسیختگی در اثر خستگی
۱۱۴	نمودار $S-N$ و حد دوام خستگی (حد تحمل)
۱۱۵	عوامل مؤثر بر حد تحمل
۱۱۶	اثر پرداخت سطح
۱۱۶	اثر اندازه مقطع
۱۱۷	اثر دما
۱۱۷	مقایسه مواد شکل دهی شده و ریخته‌گری شده (ضریب ماده)
۱۱۸	اثر نوع تنش
۱۱۸	اثر تمرکز تنش
۱۲۱	حساسیت به ناپوستگی و ضریب کاهش مقاومت
۱۲۲	ترکها
۱۲۲	خواص غیریکنواختی ماده
۱۲۲	تنشهای باقیمانده
۱۲۲	خوردگی و عوامل محیطی
۱۲۳	نیتزیده کردن
۱۲۳	خلاصه مبحث ۳
۱۲۵	مسائل مبحث ۳
۱۲۷	مبحث ۴
۱۲۷	معیار گسیختگی مواد شکل‌پذیر تحت بارگذاری نوسانی
۱۲۷	معیار سادبرگ برای تنشهای نوسانی
۱۳۰	کاربرد معیارهای گسیختگی برای مواد شکل‌پذیر

۱۴۰	روش غیرکلاسیک حل مسائل با استفاده از جدول
۱۴۳	گسیختگی مواد ترد
۱۴۳	مواد ترد تحت بارگذاری استاتیکی
۱۴۵	خلاصه مبحث ۴
۱۴۶	مسائل مبحث ۴
۱۵۰	مبحث تکمیلی
۱۵۰	معیار گسیختگی مواد شکل پذیر تحت بارگذاری خستگی (روش دوم)
۱۵۰	معیار گودمن
۱۵۰	تئوری اصلاح شده گودمن
۱۵۱	طراحی برای عمر محدود
۱۵۴	مواد ترد تحت بارگذاری خستگی (دینامیکی)
۱۵۵	طراحی برای بارهای ضربه ای
۱۵۷	خلاصه مبحث تکمیلی
۱۵۸	مسائل مبحث تکمیلی
۱۵۹	فصل پنجم: طراحی محور
۱۶۱	مبحث ۵
۱۶۱	محاسبه نیروهای وارد بر محور
۱۶۳	محاسبه قطر بر مبنای استحکام استاتیکی
۱۶۴	محاسبه قطر بر مبنای استحکام خستگی
۱۶۴	۱ - اختصاصی کردن معیار سادبرگ جهت محاسبه قطر محور
۱۶۵	۲ - محاسبه قطر محور به روش <i>ASME</i>
۱۷۰	طراحی محور بر مبنای صلبیت پیچشی
۱۷۲	تمرکز تنش در محور
۱۷۳	تمرکز تنش در جای خار محور
۱۷۳	جای خار سورتمه ای
۱۷۳	تمرکز تنش در راکوردهای پای پله
۱۷۴	تمرکز تنش در شیار حلقه ای
۱۷۹	خلاصه مبحث ۵
۱۸۰	مسائل مبحث ۵
۱۸۵	مبحث تکمیلی
۱۸۵	محاسبه قطر محور به روش <i>ASME</i> با در نظر گرفتن اثر کمانش

۱۸۶	سرعت بحرانی محورها.....
۱۸۸	سایر تنوریهای گسیختگی خستگی محور.....
۱۸۸	خلاصه مبحث تکمیلی.....
۱۸۹	مسائل مبحث تکمیلی.....
۱۹۱	فصل ششم: خارها و کوپلینگها.....
۱۹۳	مبحث ۶.....
۱۹۳	خار و جای خار.....
۱۹۴	خارهای تخت و مربعی.....
۱۹۴	پیچهای ضامن.....
۱۹۶	خارهای شیبدار.....
۱۹۶	خارهای سرفلابی.....
۱۹۷	خارهای ناخنی.....
۱۹۷	خارهای دایره‌ای (پینی).....
۱۹۷	جنس خارها.....
۱۹۸	تعیین طول خار بر مبنای تحلیل تنش در خارهای تخت و مربعی.....
۱۹۹	تحلیل تنش در خار ناخنی.....
۲۰۰	پین‌های برشی.....
۲۰۴	حلقه‌های نگهدارنده (ضامن‌ها، خارهای فتری).....
۲۰۵	هزار خاری.....
۲۰۶	هزار خاری‌های دندان‌ه تخت.....
۲۰۸	هزار خارهای اینولوتی.....
۲۰۹	گامهای قطری استاندارد.....
۲۰۹	طول هزار خاری.....
۲۰۹	روشهای ساخت هزار خاری.....
۲۰۹	مراحل نورد هزار خاری.....
۲۱۰	گسیختگی هزار خاری.....
۲۱۰	باتاقان خطی هزارخاری.....
۲۱۰	کوپلینگها.....
۲۱۰	معرفی پارامترهای مؤثر در انتخاب و فاکتورهای مشخصه هر کوپلینگ.....
۲۱۱	مشخصه‌های کوپلینگ.....
۲۱۱	انتخاب کوپلینگ.....

۲۱۲	معرفی ویژگی های انواع متداول کوپلینگ های صلب و انعطاف پذیر
۲۲۲	خلاصه بحث ۶
۲۲۴	مسائل بحث ۶
۲۲۷	بحث تکمیلی
۲۲۷	اتصال یونیورسال (چهار شاخه)

فصل هفتم: یاتاقانها

۲۳۳	مقدمه
۲۳۵	بحث ۷
۲۳۵	چرا از یاتاقان غلتشی استفاده می کنیم؟
۲۳۶	انواع یاتاقانهای غلتشی
۲۳۷	۱- بلبرینگ شیار عمیق یک ردیفه
۲۳۸	۲- بلبرینگ های تماس زاویه ای (کفی)
۲۳۹	۳- بلبرینگ تماس زاویه ای با چهار نقطه تماس
۲۳۹	۴- بلبرینگ خود میزان
۲۴۰	۵- رولبرینگ استوانه ای
۲۴۱	۶- رولبرینگهای پر غلتک استوانه ای
۲۴۲	۷- رولبرینگ بشکهای خودتنظیم
۲۴۲	۸- رولبرینگ مخروطی
۲۴۳	۹- رولبرینگهای سوزنی
۲۴۴	۱۰- بلبرینگهای کف گرد
۲۴۴	۱۱- رولبرینگهای استوانه ای کف گرد
۲۴۴	۱۲- رولبرینگهای سوزنی کف گرد
۲۴۵	۱۳- رولبرینگهای بشکهای کف گرد
۲۴۵	۱۴- رولبرینگهای سوزنی مرکب
۲۴۵	۱۵- بلبرینگ ایگرگ
۲۴۶	انواع محفظه های مورد استفاده جهت یاتاقانهای غلتشی
۲۴۷	اصول انتخاب یاتاقانهای غلتشی
۲۵۰	انتخاب اندازه و عمر یاتاقان
۲۵۴	عمر یاتاقانهایی که تحت حرکت نوسانی قرار دارند
۲۵۴	ضرب تاثیر درجه حرارت
۲۵۷	انتخاب اندازه یاتاقان با استفاده از ظرفیت تحمل بار استاتیکی

۲۵۷	بار استاتیکی معادل
۲۶۴	اصطکاک
۲۶۵	سرعت
۲۶۵	ابعاد
۲۶۶	تلرانسهای داخلی
۲۶۷	انطباقات
۲۶۷	لقی داخلی یاتاقان
۲۶۸	جنس یاتاقانها
۲۶۸	نحوه استقرار یاتاقانها
۲۶۹	انتخاب تلرانس و انطباق محل استقرار
۲۶۹	روشهای تثبیت محوری یاتاقانها
۲۷۱	فاکتورهای مؤثر در انتخاب نوع یاتاقان غلتشی
۲۷۴	بار اولیه یاتاقان
۲۷۴	آب بندها
۲۷۴	آب بندهای غیر تماسی
۲۷۴	آب بندهای تماسی
۲۷۶	رینگهای آببندی الاستومری
۲۷۶	کاسه نمدهای لبه‌ای
۲۷۷	پکینگهای فشاری
۲۷۸	روانکاری
۲۷۸	گریسکاری
۲۷۹	روغنکاری
۲۷۹	جا زدن و بیرون آوردن یاتاقانها
۲۸۱	تنظیم یاتاقان
۲۸۱	آزمایش چرخش
۲۸۲	یاتاقانهای لغزشی
۲۸۴	جنس یاتاقانهای ژورنال
۲۸۶	خلاصه فصل ۷
۲۹۰	مسائل

۲۹۳	ضمائم
-----	-------

۲۹۴	جدول ۱ - ۲: اثر عناصر آلیاژی بر خواص فولادی‌های ساختمانی
-----	--

۲۹۵	جدول ۲-۲: ویژگیها و کاربرد فولادهای ساختمانی معمولی
۲۹۵	جدول ۲-۳: ویژگیها و کاربرد فولادهای دانه ریز مخصوص جوشکاری
۲۹۶	جدول ۲-۴: ویژگیها و کاربرد فولادهای کربوره
۲۹۷	جدول ۲-۵: ویژگیها و کاربرد فولادهای بهسازی شونده
۲۹۷	جدول ۲-۶: کاربرد فولادهای نیتروre
۲۹۸	جدول ۲-۷: خواص فولادهای اتومات (خوش تراش)
۲۹۹	جدول ۲-۸: مشخصات و خواص فولادهای فنر قابل بهسازی
۲۹۸	جدول ۲-۹: ویژگیها و کاربرد فولادهای نسوز
۳۹۹	جدول ۲-۱۰: ویژگیها و کاربرد فولادهای ضد زنگ
۳۰۰	جدول ۲-۱۱: ویژگیها و کاربرد تسمه و ورقهای ظریف
۳۰۰	جدول ۲-۱۲: ویژگیها و کاربرد فولادهای تسمه و ورق
۳۰۱	جدول ۲-۱۳: ویژگیها و کاربرد فولادهای مقاوم به حرارت
۳۰۱	جدول ۲-۱۴: ویژگیها و کاربرد فولادهای ابزار
۳۰۲	جدول ۲-۱۵: ویژگیها و کاربرد فولادهای سرد کار آلیاژی
۳۰۲	جدول ۲-۱۶: ویژگیها و کاربرد فولادهای ابزار سازی پرآلیاژ
۳۰۳	جدول ۲-۱۷: علائم اختصاری و کاربرد فولادهای ریخته گری
۳۰۴	جدول ۲-۱۸: روش کد بندی استاندارد فولادها
۳۰۵	جدول ۳-۱: خواص مقاطع
۳۰۶	جدول ۳-۲: خواص مقاطع ساختمانی (ناودانی - نبشی)
۳۰۷	جدول ۳-۲: جدول مقاطع ساختمانی (نبشی و زد)
۳۰۸	جدول ۳-۲: خواص مقاطع ساختمانی (تیرها)
۳۱۰	جدول ۳-۳: نیروی برشی و لنگر خمشی در تیرها
۳۱۴	جدول ۳-۴: تغییر مکان و شیب تیرها
۳۱۵	جدول ۴-۱: مقدار میانگین زبری R_a قابل دستیابی
۳۱۶	شکل ۴-۱: ضریب صافی سطح
۳۱۶	جدول ۴-۲: خواص مکانیکی فولادها
۳۱۷	شکل ۴-۲: منحنی های تمرکز تنش
۳۱۹	شکل ۴-۳: ضریب حساسیت به ناپوستگی
۳۲۱	جدول ۶-۱: ابعاد و تolerانسهای خارهای مربعی و تخت
۳۱۹	جدول ۶-۲: ابعاد خارهای ناخنی استاندارد
۳۲۱	جدول ۶-۳: ابعاد و تolerانسهای خار ناخنی
۳۲۲	جدول ۶-۴: مشخصات انواع پینهای پر مصرف

۳۲۴	جدول ۵-۶: ابعاد و تلرانسهای هزار خاری
۳۲۴	جدول ۶-۶: ضریب عملکرد و دسته بندی نیروهای وارد بر کوپلینگهای انعطاف پذیر
۳۲۶	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه)
۳۲۷	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه)
۳۲۸	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگ خود میزان)
۳۲۹	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (رولبرینگ بشکهای)
۳۳۰	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (رولبرینگ استوانه ای یک ردیفه)
۳۳۱	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (رولبرینگ مخروطی یک ردیفه)
۳۳۲	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگ کف گرد یک جهته)
۳۳۳	جدول ۱-۷: مشخصات یاتاقانهای غلتشی (رولبرینگ بشکهای کف گرد)
۳۳۴	شکل ۱-۷: کاربردهای صنعتی انواع یاتاقانهای غلتشی و نحوه استقرار آنها
۳۴۹	شکل ۲-۷: نحوه استقرار انواع آب بندها در مجاورت یاتاقانها
۳۴۰	جدول ۲-۷: راهنمای انتخاب تلرانس با توجه به شرایط عملکرد جهت یاتاقانهای با سوراخ استوانه ای
۳۴۱	جدول ۳-۷: انطباق محور و یاتاقان