



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۸۳۹-۲

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO
11839-2
1st. Edition
2015

پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین‌ها -
الزامات برای احراز صلاحیت و ارزیابی کارکنان -
قسمت ۲:

پایش وضعیت ارتعاش و تشخیص عیوب

**Condition monitoring and diagnostics of
machines - Requirements for
qualification and assessment of personnel -
Part 2:
Vibration condition monitoring and diagnostics**

ICS: 03.100.30;17.160

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین نشست شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی نظام‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین ها - الزامات برای احراز صلاحیت و ارزیابی کارکنان -

قسمت ۲: پایش وضعیت ارتعاش و تشخیص عیوب»

رئیس

نوری کمری، مجید

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و/یا نمایندگی

عضو هیات علمی پژوهشگاه استاندارد

دبیر

افکار، امیر

(کارشناس ارشد مهندسی خودرو)

عضو هیات علمی پژوهشگاه استاندارد

اعضا (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی زاده، پویان

(دکتری مهندسی خودرو)

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس

تقی پور، مرتضی

(دکتری مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت ایتراک

حسینی قابوسی، سید وحید

(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس پژوهشگاه استاندارد

صبور گیلوان، عباس

(لیسانس مهندسی مکانیک)

کارشناس کالیبراسیون مرکز اندازه‌شناسی

گودینی، علی

(کارشناس ارشد انرژی)

کارشناس شرکت ایران خودرو

مدیر فلاح، مجید

(کارشناس مهندسی الکترونیک)

کارشناس فنی شرکت ایران خودرو

مدیر فلاح، مهدی

(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت کروز

نگهدار جوزانی ، مهدی
(کارشناس مهندسی مکانیک)

رئیس آزمایشگاه مرجع گروه پژوهشی خودرو و
نیرومحرکه

نوری خاجوی، مهرداد
(دکتری مهندسی مکانیک)

مدیر گروه مکانیک خودرو دانشگاه تربیت دبیر شهید
رجایی تهران

نیکنامی ، علی
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

کارشناس شرکت سازه پویش

فهرست مندرجات

صفحه					عنوان
ب					آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج					کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و					پیش گفتار
۱				۱	هدف و دامنه کاربرد
۱				۲	مراجع الزامی
۱				۳	اصطلاحات و تعاریف
۲				۴	رده بندی کارکنان
۲				۱-۴	کلیات
۲				۲-۴	طبقه ۱
۳				۳-۴	طبقه ۲
۴				۴-۴	طبقه ۳
۴				۵-۴	طبقه ۴
۵				۵	شایستگی
۵				۱-۵	کلیات
۵				۲-۵	تحصیلات
۶				۳-۵	آموزش
۶				۱-۳-۵	آموزش مقدماتی
۶				۲-۳-۵	آموزش تکمیلی در خصوص دانش ماشین ها
۶				۴-۵	تجربه
۷				۶	امتحان
۷				۱-۶	محتوا
۸				۲-۶	اجرای امتحان
۹					پیوست الف (الزامی) الزامات دوره آموزش
۳۶					پیوست ب (الزامی) استانداردهای قابل اجرا

پیش گفتار

استاندارد "پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین ها - الزامات برای احراز صلاحیت و ارزیابی کارکنان - قسمت ۲: پایش وضعیت ارتعاش و تشخیص عیوب" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه توسط کمیته فنی تهیه و تدوین شده و در دویست و پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس ها مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 18436-2: 2014. Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 2: Vibration condition monitoring and diagnostics

پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین ها - الزامات برای احراز صلاحیت و ارزیابی کارکنان - قسمت ۲: پایش وضعیت ارتعاش و تشخیص عیوب

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات برای آموزش، کسب تجربه مرتبط، و آزمون از کارکنانی که عمل پایش وضعیت و تشخیص عیوب ماشین ها را با استفاده از تحلیل ارتعاش^۱ انجام می دهند، است. یک گواهی یا اظهار انطباق با الزامات این استاندارد ملی مطابق با ISO 18436-1، شواهد و تشخیصی را فراهم می آورد که نشان می دهد فرد، قادر به انجام اندازه گیری های ارتعاش و تحلیل پایش وضعیت ماشین ها و عیب یابی آنها با استفاده از گستره ای از تجهیزات اندازه گیری ارتعاش می باشد. این استاندارد ملی یک برنامه رده بندی چهار-طبقه ای را مشخص می کند که مبتنی بر حوزه های فنی مشخص شده در این استاندارد هستند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شوند. در صورتیکه مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده است، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹، شوک و ارتعاش مکانیکی، پایش وضعیت - واژه نامه

2-2 ISO 1925, Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary

2-3 ISO 2041, Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary

2-4 ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary

2-5 ISO 18436-1, Condition monitoring and diagnostics of machines - Requirements for qualification and assessment of personnel - Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۴۰۱۹، ISO 1925، ISO 2041، ISO 13372 و ISO 18436-1 بکار می روند.

1- Vibration Analysis (VA)

۴ رده بندی کارکنان

۱-۴ کلیات

بسته به توانایی کارکنان در تحلیل ارتعاشی، افرادی که الزامات این استاندارد را برآورده می کنند باید در یکی از چهار طبقه (بند ۴-۲ تا ۴-۵) رده بندی شوند. آنها باید صلاحیت لازم، مناسب طبقه رده بندی شان مطابق با "پیوست الف" را در قالب مفاهیم پایش وضعیت ماشین با استفاده از تحلیل ارتعاشی داشته باشند.

رده بندی افراد در همه طبقه ها باید با توجه به حوزه فعالیت و محدودیت های مجوز صادره توسط مرجع ارزیابی باشد. اجازه کار نیز باید توسط کارفرما یا مشتری محدود شده یا مشخص شود. افراد باید توصیه نامه هایی بر اساس محدودیت های آموزشی و تجربه ای خود ارائه کنند. این توصیه نامه نباید به فرد شاغل اجازه ای دادن توصیه یا مشاوره ای دهد که ممکن است بر طراحی کارخانه، امنیت یا عملکرد تأثیر گذارد و اگر این کار را انجام داد نباید این عمل را بدون بحث با متخصصان مناسب کارخانه، مدیر یا اپراتور و گرفتن تأییدیه از آنها انجام دهد. محدودیت های فرد شاغل در این بند مشخص شده است و حدود مسئولیت باید بین فرد شاغل و کارفرما یا مشتری مورد موافقت قرار گیرد.

طبقه رده بندی فرد شاغل و هر گونه الزامات برای دانش تکمیلی به منظور کار با تجهیزات خاص باید منوط به توافق بین مشتری و تأمین کننده خدمات باشد. این صلاحیت باید برای فرد شاغل، دانش کافی فراهم آورد تا او را قادر به انجام اندازه گیری ها و تفسیر داده ها مطابق با طبقه شغلی او کند. علاوه بر این، بکارگیری فرد شاغل برای یک نوع ماشین تخصصی ویژه باید توسط مشتری از طریق مراجعه به تجربه و آموزش قبلی او تأیید شود. همانطور که مشخص است کاربردهای صنعتی مختلف به جنبه های متفاوتی از دانش تحلیل ارتعاشات نیاز دارند. لذا تأمین کننده خدمات تحلیل ارتعاشی با استفاده از شواهد مستند باید قادر باشد به مشتری یا کارفرما نشان دهد که کارکنانی که این کار را انجام می دهند، دانش و تجربه مناسبی در خصوص ماشین ها دارند.

در جائیکه شخصی دانش خاصی در خصوص مفهوم تحلیل ارتعاشی یا انواع خاص ماشین ها داشته باشد و در صورت تأیید مشتری یا کارفرما، فرد ممکن است قادر به انجام کاری فراتر از طبقه رده بندی صلاحیت خود باشد. گواهی یا اظهارنامه مطابق در زمان صدور باید از سوی مرجع ارزیابی حفظ شود.

در بندهای ۴-۲ تا ۴-۵، یک طرح کلی از صلاحیت ها و مهارت های مورد نیاز در هر طبقه داده شده است. موضوعات و زیر موضوعات توصیه شده به تفصیل در جداول الف-۱ و الف-۲ نشان داده شده است.

۲-۴ طبقه ۱

کارکنان رده بندی شده در طبقه ۱ قادر به انجام گستره ای از فعالیت های پایش وضعیت ماشین ها هستند که از پیش تعریف شده و عموماً ساده تک کاناله هستند و مطابق با فرآیندهای تثبیت شده می باشند. همه فعالیت ها باید تحت نظارت صورت گیرند.

کارکنان رده بندی شده در طبقه ۱ باید حداقل:

الف- اصول اساسی و اولیه ارتعاشات را بدانند و یكاهای مختلف اندازه گیری را بشناسند؛

ب- قادر به جمع‌آوری اطلاعات قابل اعتماد باشند که استانداردهای مناسب تکرارپذیری‌شان را تضمین می‌کنند؛

پ- قادر به شناسایی خطاها در داده‌های جمع‌آوری شده باشند؛

ت- قادر به بازیابی تنظیمات اندازه‌گیری از پیش تعریف شده برای استفاده با تجهیزات تحلیل ارتعاشات و انتقال داده‌ها از یک سیستم تحلیل به سیستم مبتنی بر رایانه باشند؛
ث- قادر به مقایسه کلی یا اندازه‌گیری‌های ارتعاشی تک-مقدار در برابر تنظیمات هشدار از پیش ایجاد شده باشند؛

ج- قادر به شناسایی انحرافات از معیار برای مقادیر و روندهای ارتعاشی تک-مقدار باشند؛

چ- گزارش مشاهدات خود را از وضعیت تجهیزات ارائه کنند؛

آنها مسئول موارد زیر نمی‌باشند:

- انتخاب حسگر، روش آزمون یا تکنیک یا هر تحلیل یا عیب‌یابی که باید انجام شود؛

- ارزیابی نتایج آزمون به غیر از شناسایی وضعیت‌هایی با معیارهای از پیش تعیین شده مانند پذیرش، اعلام خطر، هشدار و خاموش کردن و غیره.

۴-۳ طبقه ۲

کارکنان رده بندی شده در طبقه ۲ قادر به انجام اندازه‌گیری‌های ارتعاشات ماشین‌های صنعتی و تحلیل مقدماتی ارتعاشات با استفاده از اندازه‌گیری‌های تک-کانالی، با و بدون سیگنال‌های تریگر فاز^۱، مطابق با فرآیندهای شناخته شده و مقرر شده می‌باشند. آنها تمامی دانش، تجربه و مهارت‌های مورد انتظار طبقه ۱ را نیاز دارند و علاوه بر آنها باید حداقل:

الف- قادر به تعریف فعالیت‌های اندازه‌گیری باشند که باید توسط یک فرد طبقه ۱ همزمان با جمع‌آوری داده‌های معمول بر عهده گرفته شود؛

ب- به استفاده از اصول اصلی تحلیل سیگنال آگاه و توانا باشند، بطور مثال، بتوانند تنظیمات دریافت و تحلیل را جهت جمع‌آوری داده‌های مناسب برای نظارت ماشین (ها) تعریف کنند؛

پ- قادر به انجام آزمون‌های ضربه (تک-کانالی) مقدماتی برای تعیین فرکانس‌های طبیعی باشند.

ت- قادر به تفسیر و ارزیابی نتایج آزمون از تحلیل‌های معمول و آزمون‌های پذیرش مطابق با استانداردها و مشخصه‌ها باشند؛

ث- قادر به تشخیص علائم اشتباه رایج بوده و اقدامات اصلاحی مقدماتی متناسب با تخصص خود در حوزه ماشین‌ها را توصیه کنند که از آن جمله انجام تعادل تک-سطحی روتورهای صلب^۲ با یا بدون فاز است؛

ج- قادر به فراهم آوردن راهنمایی فنی و آموزش به کارکنان طبقه ۱ باشند.

1-Phase trigger

2-Single-plane balancing of rigid rotors

۴-۴ طبقه ۳

کارکنان رده بندی شده در طبقه ۳ به تمام دانش، تجربه و مهارت‌های مورد نیاز کارکنان طبقه ۱ و ۲ نیاز دارند، و علاوه بر این، حداقل باید بتوانند:

الف- قادر به طراحی، نظارت و ایجاد برنامه‌های پایش وضعیت معمول و تحقیقات غیرمعمول به منظور تشخیص عیوب باشند؛

ب- قادر به تعیین ابزار سخت افزاری، نرم افزاری، و پردازش ارتعاش مناسب برای سیستم‌های نظارتی قابل حمل، سیستم‌های نظارتی نصب شده به صورت دائم، و سیستم‌های حفاظتی تجهیزات باشند؛

پ- دانش عمیقی از اصول و تکنیک‌های تحلیل ارتعاشات ماشین‌ها داشته و بتوانند تشخیص‌های اولیه‌ای از اشتباه‌های مشکوک فراتر از گستره مسائل مواجه شده معمول را انجام دهند. این دانش باید شامل و نه محدود به استفاده از طیف فرکانسی، مدارها و شکل موج‌های زمان، توابع انتقال، صورت‌های اصلی تغییر شکل عملکردی، و شتابی که شرایط گذرا و حالت ماندگار با یا بدون تریگر فاز را پوشش می‌دهد، باشد؛

ت- قادر به مدیریت برنامه‌های پایش وضعیت، ارزیابی تنظیمات هشدار، نوشتن فرآیندهای کاری و تعیین فرآیندهای آزمون پذیرش ارتعاشات باشند.

ث- قادر به شروع و معتبرسازی اقدامات اصلاحی ماشین‌ها از جمله تعادل روتور صلب دو صفحه‌ای باشند.

ج- قادر به معرفی کردن محدودیت‌های عملکرد ماشین‌ها باشند.

چ- در صورت لزوم قادر به درک و اداره کردن فناوری‌های پایش وضعیت جایگزین برای تصدیق یا تحقیق در مسائل ایجاد شده از طریق جمع‌آوری داده‌های معمول باشند.

ح- قادر به ارائه راهنمایی‌های فنی و آموزشی به کارکنان طبقه ۱ و ۲ بوده و با توجه به توافق با مشتری یا کارفرما، وظایف خاصی که بطور معمول خارج از حوزه صلاحیت‌های آنها است، برای آنها در نظر بگیرند.

این مسئولیت کارفرما یا مشتری است تا اطمینان حاصل کند که کارکنان طبقه ۳ صلاحیت‌های لازم در مهارت‌های مدیریتی مورد نیاز را دارند، به عنوان مثال در ایجاد بودجه، فراهم کردن توجیهات هزینه، و مدیریت توسعه کارکنان.

۴-۵ طبقه ۴

کارکنان رده بندی شده در طبقه ۴ به تمام دانش و مهارت‌های طبقه ۱، طبقه ۲ و طبقه ۳ نیاز دارند. علاوه بر این، آنها باید توانایی نظارت و رسیدگی به استراتژی‌های پایش وضعیت را داشته باشند.

کارفرمایان باید تشخیص دهند که فرد شاغل در طبقه ۴ تجربه و دانش فنی گسترده‌ای در گستره‌ای از تکنیک‌ها و وضعیت‌های ماشین‌ها، و دانش عمیقی در رابطه با انتخاب آنها دارد.

علاوه بر این، کارکنان رده بندی شده برای مشاغل طبقه ۴ باید حداقل:

الف- قادر به اعمال تئوری و تکنیک‌های ارتعاشاتی باشند که شامل اندازه‌گیری و تفسیر نتایج طیفی چند کانالی مانند توابع پاسخ فرکانسی، فاز و ارتباط است؛

ب- قادر به درک و انجام تحلیل سیگنال که شامل درک دامنه پردازش فرکانس و زمان از جمله مدارها و محدودیت‌های آنها باشند؛

- پ- قادر به تعیین فرکانس‌های طبیعی، اشکال مود و میرایی سیستم‌ها، اجزاء و مجموعه‌ها باشند؛
- ت- قادر به تعیین و ارزیابی صورت‌های تغییر شکل عملکردی ماشین‌ها و ساختارهای متصل باشند و ابزارهای پیشنهادی برای اصلاح را توصیه کنند.
- ث- قادر به استفاده کلی از تکنیک‌های پیشرفته شناخته شده برای تحلیل ارتعاشات، شناسایی پارامترها، و عیب‌یابی باشند؛
- ج- قادر به اعمال اصول اساسی دینامیک روتور-یاتاقان^۱ برای عیب‌یابی ارتعاشی باشند؛
- چ- ضریب نفوذ دو-سطحی^۲ پیشرفته یا تئوری تعادل جفت و استاتیکی را درک کرده و اعمال کنند؛
- ح- قادر به توصیه اقدامات اصلاحی یا اصلاحات طراحی، شامل تغییر اجزاء یا تعمیر، عایق‌کاری، میرایی، تغییر سختی و تغییر جرم باشند؛
- خ- قادر به تفسیر و ارزیابی قوانین اجرایی و مشخصه‌ها منتشر شده در استانداردهای بین‌المللی و دیگر مدارک باشند؛
- د- قادر به تشخیص ارتعاشات ناشی از نوسانات گاز در ماشین‌هایی مانند ماشین‌های رفت و برگشتی و کمپرسورهای پیچی باشند و قادر به اندازه‌گیری پارامترهای لازم باشند و برای اصلاح، ابزار پیشنهاد بدهند؛
- ز- قادر به توصیه اقدامات اصلاحی برای پایه‌های انعطاف‌پذیر و دیگر مشکلات اساسی و دست و پاگیر باشند.

۵ شایستگی

۱-۵ کلیات

به منظور انطباق الزامات این استاندارد، داوطلبان باید ترکیبی از تحصیلات، آموزش و تجربه کافی را داشته باشند تا این اطمینان حاصل شود که آنها اصول و رویه‌های سازگار با بند ۴ و "پیوست الف" را درک کرده‌اند.

۲-۵ تحصیلات

داوطلبانی که به دنبال رده بندی هستند نیازی به ارائه گواهی تحصیلات رسمی برای احراز شرایط ندارند. همه داوطلبان باید قادر به استفاده از ماشین حساب علمی مقدماتی باشند و با عملکرد رایانه‌های شخصی آشنایی داشته باشند. داوطلبان طبقه‌های شغلی ۳ و ۴ باید پیرامون فناوری رایج تحلیل ارتعاشاتی آشنایی به دست آورند. اتمام موفقیت‌آمیز دو یا چند سال از فناوری مکانیکی یا مهندسی مکانیک در یک کالج^۳ معتبر، دانشگاه یا مدرسه فنی برای داوطلبان احراز شغل در طبقه‌های ۳ و ۴، بسیار توصیه می‌شود.

1-Rotor-bearing dynamics
2-Two-plane influence coefficient
3-College

۳-۵ آموزش

۱-۳-۵ آموزش مقدماتی

برای داشتن شایستگی جهت درخواست ارزیابی طبق الزامات این استاندارد ملی، داوطلبان باید شواهد مستند از اتمام موفقیت‌آمیز آموزش رسمی بر اساس الزامات ارائه شده در "پیوست الف" را ارائه نمایند. آموزش باید به صورت سخنرانی‌های رسمی، ارائه‌ها، تمرین‌های عملی مشخص شده توسط مربی یا مطالعه شخصی کنترل شده باشد. آموزش باید توسط مربی برای گواهی کسب دانش کافی، مورد ارزیابی قرار گیرد. زمان آموزش باید حداقل الزامات داده شده در جدول ۱ را برآورده سازد و باید موضوعات مشخص شده در "پیوست الف" را در برگیرد.

جدول ۱- حداقل زمان آموزش

زمان به ساعت است

طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱
طبقه ۳+۶۴	طبقه ۲+۳۸	طبقه ۱+۳۸	۳۰

آموزش ممکن است به حوزه‌های موضوعی جداگانه تقسیم شود، اما باید مطابق با الزامات "پیوست الف" باشد. منابع تکمیلی در خصوص اطلاعات فنی ممکن است در "پیوست ب" و کتابنامه یافت شوند. توصیه می‌شود که آموزش شامل امتحانات یا ارزیابی نوشتاری باشد تا اطمینان حاصل شود که موضوع اصلی درک شده و مدرک مستند مورد نیاز ارائه می‌شود.

۲-۳-۵ آموزش تکمیلی در خصوص دانش ماشین‌ها

علاوه بر ساعات آموزش نشان داده شده در جدول ۱ و بصورت جزئی‌تر در "پیوست الف"، توصیه می‌شود که داوطلبان در آموزش اجزاء و ماشین‌ها یا آموزش حین کار معادل، حداقل در نصف مدت مشخص شده در جدول ۱، شرکت کنند. چنین آموزشی ممکن است دربرگیرنده هر تحصیلات دانشگاهی باشد و یا به صورت دروس تکمیلی یا آموزش حین کار توسط کارفرما برای الزامات خاصی فراهم آورده شود. در صورت مهیا شدن، این آموزش اضافی باید طراحی، ساخت، نصب، عملکرد، و اصول تعمیر و نگهداری ماشین‌ها و اجزای سازنده، حالت‌های نقص و مکانیزم‌های مرتبط با هر اصل، و رفتارهای ارتعاشی معمولی مرتبط با هر مکانیزم را پوشش دهد. چنین آموزشی باید توسط مدارک قابل تصدیق صحت‌گذاری شود.

۴-۵ تجربه

به منظور واجد شرایط شدن جهت ارزیابی طبق الزامات این استاندارد، داوطلبان باید شواهد و مدارکی مبنی بر داشتن تجربه کاری در زمینه پایش وضعیت ارتعاشات ماشین‌ها و تشخیص عیوب آن‌ها به مرجع ارزیابی ارائه نمایند. برای داوطلبان طبقه ۴، تأییدیه ممکن است از دیگر فرد شاغل طبقه ۴ یا مدیر شرکت به دست آید.

حداقل الزامات تجربه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- حداقل تجربه

زمان به ماه است

طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱
۶۰	۳۶	۱۸	۶
یادآوری- اعداد نشان داده شده بیانگر جمع همه ماه‌های تجربه مورد نیاز برای هر رده است.			

تعیین یک فرد برای طبقه ۱ یک پیش شرط برای تایید و تصدی طبقه ۲ نیست. بهر حال، تأیید یک فرد برای طبقه ۳ و طبقه ۴ نیازمند تأییدیه قبلی در طبقه پایین تر است. در هر طبقه رده بندی بالاتر، انتظار می رود وسعت و عمق تجربه، بیشتر از طبقه پایین تر قبلی باشد.

۶ امتحان

۱-۶ محتوا

برای همه طبقه ها، توصیه شده است که داوطلب به تعدادی سوال در زمانی مشخص مشابه مثال‌های نشان داده شده در جدول ۳ پاسخ دهد. سوالات، که موضوعات نشان داده شده در پیوست الف را پوشش می‌دهند، باید از یک پایگاه داده‌های سوالات موجود در زمان امتحان انتخاب شوند. این سوالات باید توسط یک کمیته فنی یا یک مرجع ارزیابی مناسب طرح شده و تأیید شوند.

جدول ۳- نمونه‌ای از محتوای امتحان، مدت و نمرات قبولی

نمرات قبولی	مدت آزمون	تعداد سوالات	رده
%	ساعت		
۷۰	۲	۶۰	۱
۷۰	۳	۱۰۰	۲
۷۰	۴	۱۰۰	۳
۷۰	۵	۶۰	۴

سوالات باید ماهیت عملی داشته باشند، در عین حال باید داوطلب را با توجه به مفاهیم و اصول مورد نیاز برای انجام تحلیل ارتعاشات ماشین‌ها جهت پایش وضعیت ماشین‌ها، هدایت کنند. برخی سوالات ممکن است شامل تفسیر جداول و نمودارها شوند. محاسبات ساده ریاضی با استفاده از ماشین حساب علمی مقدماتی هم ممکن است لازم باشد. بنا بر نظر مرجع ارزیابی، خلاصه‌ای از فرمول‌های رایج ممکن است همراه با سوالات امتحانی ارائه شود. امتحانات طبقه ۳ و ۴ ممکن است هم شامل سوالات با پاسخ کوتاه (توضیحی) و هم سوالات چند گزینه‌ای باشند.

محتوای امتحان باید مطابق با برنامه درسی آموزشی موجود در "پیوست الف" باشد.

مراجع ارزیابی ممکن است با نظر خود محلی برای داوطلبانی با شرایطی که ممکن است نیازمند نوعی خدمات (بطور مثال دیسلکسی^۱) (اختلال در توانایی خواندن)) باشند را فراهم آورند.

۲-۶ اجرای امتحان

به منظور محرمانه نگه داشتن و حفظ درستی، تمام امتحانات باید مطابق با الزامات ISO 18436-1 و رویه-های مشخص شده توسط مرجع ارزیابی اجرا شوند.

پیوست الف
(الزامی)
الزامات دوره آموزش

جدول الف۱- بررسی اجمالی

زمان به ساعت است

طبقه				موضوع	
۴	۳	۲	۱		
۴	۱	۳	۶	اصول ارتعاشات	۱
۲	۲	۴	۶	اکتساب داده ها	۲
۸	۴	۴	۲	پردازش سیگنال	۳
۱	۳	۴	۲	پایش وضعیت	۴
۶	۶	۵	۴	تحلیل اشتباه	۵
۱۶	۶	۴	۲	اقدامات اصلاحی	۶
—	۴	۴	۶	دانش تجهیزات	۷
—	۲	۲	۲	آزمون پذیرش	۸
۴	۴	۲	—	آزمون تجهیزات و تشخیص	۹
۲	۲	۲	—	استانداردهای مرجع	۱۰
۴	۲	۲	—	گزارش دادن و مستند سازی	۱۱
۳	۲	۲	—	تعیین شدت خطا	۱۲
۱۴	—	—	—	دینامیک روتور و یاتاقان	۱۳
۶۴	۳۸	۳۸	۳۰	کل ساعت هایی که باید در هر رده تدریس شود	

یادآوری- تعداد ساعتی که برای هر موضوع درسی به طور تقریبی اختصاص داده شده، اجازه داده هم مراجع آموزش و هم مراجع ارزیابی اهمیت نسبی موضوعات درسی را بدانند و مشخص گردیده که ممکن است محتوای موضوعات درسی همدیگر را تحت پوشش قرار دهند.

جدول الف ۲- فهرست مفصل موضوعات

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
				۴	۱	۳	۶	اصول ارتعاشات	۱
	درک ارتعاشات آزاد میرا، خود تحریکی، حالت پایدار و ارتعاشات گذرا، چند درجه آزادی	درک انطباق ارتعاشات سینوسی، یک درجه آزادی	شناختن ارتعاشات و درک منشاء موج سینوسی		•	•	•	حرکت اصلی	۰۱-۱
	درک الزامات برای انتخاب دوره زمانی و فرکانس مناسب. آگاهی از تحلیل باند اکتیو ^۱	درک رابطه دوره به فرکانس، فرکانس ضربه ای	شناختن ویژگی های یک سیگنال ارتعاشی که عبارتند از: محور زمان، دوره، فرکانس. استفاده از هر تزی یا دور در هر دقیقه		•	•	•	دوره، فرکانس	۰۲-۱
	درک دلایل استفاده از قله، قله تا قله یا r.m.s.	درک رابطه بین قله، قله تا قله، r.m.s.	شناختن ویژگی های یک سیگنال ارتعاشی شامل: دامنه، قله، قله تا قله موج، r.m.s.		•	•	•	دامنه (قله، قله تا قله، r.m.s.)	۰۳-۱
	درک عواملی که در انتخاب جابجایی، سرعت یا شتاب وجود دارد	درک کاربرد جابجایی، سرعت یا شتاب	شناختن پارامترهای جابجایی، سرعت، و شتاب		•	•	•	پارامترها (جابجایی، سرعت، شتاب)	۰۴-۱
	آگاهی از ادغام، تمایز، و تاثیر بر توزیع فرکانس	درک تبدیل یکاها و یکپارچه سازی	دانستن این که تبدیل یکاها امکانپذیر است		•	•	•	یکها، تبدیل یکاها	۰۵-۱
	درک تحلیل مدار، شکل های لیزجس ^۳ ، پنجره ای	آگاهی از پوشش، فیلترهای میان گذر، کشف رمز، ضریب قله	آگاهی از زمان و دامنه فرکانس		•	•	•	دامنه های فرکانس و زمان	۰۶-۱
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

- 1-Octive band
- 2-Root Mean Square
- 3-Lissajous

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
کسب روش های مودال	درک تعریف بردار، مدولاسیون			•	•			بردارها، مدولاسیون ^۱	۰۷-۱
کانال حد وسط، وابستگی	روش های تشخیص فاز	یکاه، موقعیت مرجع فاز		•	•	•		فاز	۰۸-۱
ضریب Q ، سیستم هایی با درجه آزادی چندگانه. درک با جزییات از روش های مودال و صورتهای تغییر شکل عملکردی	سرعت بحرانی، آزادی دو درجه آزادی، جاذب ارتعاشات دینامیکی. آگاهی از روش های مودال و صورتهای تغییر شکل عملکردی	مود طبیعی اساسی، یک درجه آزادی، شناختن عواملی از قبیل: فرکانس، سختی، جرم، میرایی، عایق کاری	شناخت میتنی بر تک کانال دستی و اندازه گیری آنلاین و سیستم های نظارتی	•	•	•	•	فرکانس طبیعی، تشدید، سرعت بحرانی	۰۹-۱
بکارگیری نقشه تحرک، سختی، مقاومت، شتاب	درک تحرک، انطباق			•	•			نیرو، پاسخ، میرایی، سختی	۱۰-۱
نصب سیستم های غیر الاستیک				•				ناپایداری ها، سیستم های غیر خطی	۱۱-۱
				۲	۲	۴	۶	اکتساب داده ها	۲
چند کانالی شامل تحلیل مودال و عیب یابی	یادگیری آنلاین و آفلاین چند کاناله، نظارت، و سیستم های تحلیل از جمله فاز	اکتساب آنلاین و آفلاین دو کاناله، نظارت، و سیستم های تحلیل از جمله فاز	شناخت میتنی بر تک کانال دستی و اندازه گیری آنلاین و سیستم های نظارتی	•	•	•	•	ابزار	۰۱-۲

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
روش هایی برای بهبود تفکیک پذیری و درستی. کاهش نوفه و پس-پردازش	آشنایی با الزامات مورد نیاز برای گستره دینامیکی و نسبت سیگنال به نوفه. گستره خودکار، ادغام، خطاهای سیستم و بهبود تفکیک پذیری			•	•			گستره دینامیکی، نسبت سیگنال به نوفه ^۱	۰۲-۲
	درک الزامات انتخاب ترنسدیوسر، از جمله دستگاه هایی که انتظار می رود فرکانس های معیوبی داشته باشند. درک روش های معمول جبران لنگی برای پراب های مجاورتی. درک و توانایی تنظیم الزامات کالیبراسیون	آشنایی با پراب ^۲ های مجاورتی، ترنسدیوسر های سرعت، شتاب سنج ها شامل آنهایی که بصورت اصلی یکپارچه سازی شده اند. آگاهی از الزامات مورد نیاز برای گستره فرکانسی ترنسدیوسر، جبران لنگی، نیاز به کالیبراسیون	شناختن ترنسدیوسرهای جایجایی، سرعت و شتاب. آگاهی از انواع توانی و غیر توانی		•	•	•	ترنسدیوسرها	۰۳-۲
	درک مشخصه های اندازه گیری استانداردهای بین المللی. الزامات اندازه گیری یا تاقان محوری، پاسخ نصب و تشدید، زمان های عملکرد (تاثیر) چسب	شناخت روش های نصب شتاب سنج و تاثیر آن بر پاسخ فرکانسی. آشنایی با گستره روش های نصب. آشنایی با محور حساس ترنسدیوسر ها، اثرات الکتریکی تیربو ^۳	شناختن تاثیرات گسترده نصب پاسخ فرکانسی به عنوان مثال دسته، آهن ربا یا پراب		•	•	•	نصب و راه اندازی حسگر، فرکانس طبیعی نصب	۰۴-۲

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

- 1-Noise
- 2-Probe
- 3-Tribo

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	درک جنبه های اساسی پردازش تبدیل فوریه سریع ^۱ (FFT)، نمونه ها، نرخ نمونه برداری، آلازینگ ^۲	درک مفهوم F_{max} ، عملکرد زوم ^۱ ، محاسبات تفکیک پذیری ساده، رابطه F_{max} با زمان یادگیری				•	•	زمان یادگیری، F_{max}	۰۵-۲
	بررسی کالیبراسیون صحیح، پراب های مجاورتی، اندازه گیری نیروی محوری یا تاقان، جبران لنگی	شناخت جنبه هایی مثل شکاف ولتاژ، لوازم شعاعی متعامد، و لنگی				•	•	قراردادهای حسگر مجاورتی	۰۶-۲
	درک همزمان زمان متوسط و راه اندازی. آگاهی از حفظ تعادل دینامیکی	آگاهی از روش های تشخیص فاز، به عنوان مثال میله های جریان-گردابی، سلول های نوری، فیلترهای ردیابی				•	•	راه اندازی	۰۷-۲
ایجاد روش های آزمون تخصصی	مدیریت برنامه های پایش وضعیت	توانایی طرح و برنامه ریزی برای نظارت بر ارتعاشات		•	•	•		برنامه ریزی آزمون	۰۸-۲

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.
 یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.
 یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

- 1-Zoom
- 2-Fast Fourier Transform
- 3-Aliasing

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
ایجاد آزمون و روشهای اجرایی کالیبراسیون، توسعه استانداردها	مدیریت برنامه های نظارت بر ارتعاشات، راه اندازی روشهای کالیبراسیون. گزارش پایشی وضعیت پیشرفته. عیب یابی	توانایی راه اندازی سیستم های جمع آوری اطلاعات های نظارت بر ارتعاشات، به عنوان مثال انتخاب ماشین ها و نقاط اندازه گیری، ایجاد یادگیری مناسب و تنظیمات هشدار، انجام و نظارت اندازه گیری و گزارش های اولیه، و انجام روش های اجرایی کالیبراسیون	دنبال کردن روش های کسب اطلاعات از پیش تعیین شده برای سیستم های آنلاین یا سیستم های مبتنی بر مسیر. شناخت نقاط اندازه گیری برای انواع ماشین های رایج. شناخت بعضی از اطلاعات ناقص و وضعیت های هشدار. آگاهی از این که کالیبراسیون یک الزام است.	•	•	•	•	روش های اجرایی آزمون	۰۹-۲
	درک گستره ای از قالب های ارائه شده اطلاعات به عنوان مثال روند، طیف، آبخار، زمان ردیابی، فاز، بود ^۱ ، نایکوئیست ^۲ ، نمودار کمپیل ^۳ و غیره	آگاهی از یکاهای مشترک و گستره اساسی قالب های ارائه شده اطلاعات به عنوان مثال روند، طیف، آبخار، زمان ردیابی، فاز			•	•		الگوهای اطلاعات	۱۰-۲
			آگاهی از توابع اساسی میزبان و جمع کننده های اطلاعات				•	آپلود/دانلود پایگاه داده رایانه	۱۱-۲
	خطاهای مرتبط با پردازش، F_{max} نادرست، زمان نمونه برداری، ادغام و غیره	خطای نصب، خطاهای کابل، الکترونیک تیربو، ولتاژ ^۴ و بایاس ^۵ و زمان تنظیم	تشخیص وضعیت اشتباه های ساده، به عنوان مثال اسکی-ریمپ ^۴ ، بدون سیگنال، خطای کابل		•	•	•	تشخیص اطلاعات ضعیف	۱۲-۲
				۸	۴	۴	۲	پردازش سیگنال	۳

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

- 1-Bode
- 2-Nyquist
- 3-Campbell
- 4-Ski-ramp
- 5-Bias

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
درک r.m.s و ویژگی ها و مزایای کشف قله				•				r.m.s و کشف قله	۰۱-۳
درک الزامات تبدیل آنالوگ به دیجیتال. آگاهی از مراحل اصلی در یادگیری				•				تبدیل آنالوگ به دیجیتال	۰۲-۳
درک الزامات نمونه برداری های آنالوگ و دیجیتال. آگاهی از مراحل اصلی در یادگیری	درک روند FFT، حداقل تقسیم عددی بر مضرب بهره فرکانسی، نمونه برداری همزمان/ فازور کلیدی، نرخ نمونه برداری	آگاهی از توابع اساسی تبدیل آنالوگ به دیجیتال، نمودار بلوکی، درک عمومی از قطع، کوتاه سازی و نشت		•	•	•		ضبط آنالوگ، نمونه برداری دیجیتالی	۰۳-۳
درک FFT و نمودار بلوکی روند تبدیل فوریه گسسته ^۲ (DFT) به عنوان مثال ترنسدیوسر، فیلتر کردن، وضعیت سیگنال، آنتی الایزینگ، آنالوگ-دیجیتال، پنجره ای، کپستروم ^۳	آگاهی از نمودار بلوکی روند FFT، به عنوان مثال ترنسدیوسر، وضعیت سیگنال، آنتی الایزینگ ^۱ ، آنالوگ-دیجیتال، پنجره ای			•	•			محاسبه FFT	۰۴-۳
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

- 1-Anti-alias
- 2-Discrete Fourier Transform
- 3-Cepstrum

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
		تطبيق الزامات FFT در گستره پروفایل های خطای رایج. درک الزامات تعداد خطوط (بینز ^۱)، زمان نمونه برداری F_{max} ، نرخ نمونه برداری. درک اصول و عوامل دیگر از قبیل: آنتی الایزینگ، پنجره ای و میانگین گیری	آگاهی از مفهوم FFT و شناخت اصطلاحات اساسی FFT، به عنوان مثال تعداد خطوط، F_{max} و زمان برای نمونه			•	•	کاربرد FFT	۰۵-۳
	آگاهی از توابع پنجره ای دیگر: یکنواخت، همینگ ^۲ ، با قله مسطح و تاثیر آن بر نمونه برداری به عنوان مثال کاهش نشت و تاثیر آن بر دامنه و فرکانس	آگاهی از پروفایل پنجره ای همینگ و تاثیر آن در نمونه برداری به عنوان مثال کاهش نشت، اثر آن بر روی دامنه و فرکانس			•	•		پنجره های زمانی (یکنواخت، همینگ ^۲ ، با قله مسطح)	۰۶-۳
آگاهی از انواع فیلترهای دیگر به عنوان مثال بسل، باتوروس ^۴ ، چیشوف، گوسین، بیضوی. اطلاع از پارامترهای طراحی فیلترهای اساسی به عنوان مثال پاسخ و قطب های فیلتر	تشخیص انواع فیلترهای زیر: پایین گذر، بالا گذر، و سیگنال های دسته جمعی. آگاهی از سیگنال های عبوری، توقف سیگنال ها و ردیابی فیلترها	آگاهی از انواع فیلترهای ارتعاشی اصلی: پایین گذر، بالا گذر و سیگنال های دسته جمعی		•	•	•		فیلتر ها (پایین گذر، بالا گذر، انتقال مجموعه ای از فرکانس ها، ردیابی)	۰۷-۳
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

- 1-Bins
- 2-Hanning
- 3-Hamming
- 4-Butterworth

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
آگاهی از الزامات طراحی ابزارهای آنتی الایزینگ	درک الزامات فیلترهای الایزینگ و آنتی الایزینگ و روش های متداول	آگاهی از الزامات برای فیلتر آنتی الایزینگ		.	.	.		آنتی الایزینگ	۰۸-۳
نوفه و ارتعاشات تصادفی، تابع پاسخ	تفکیک پذیری فرکانس، اعوجاج، محاسبات، تفکیک پذیری فرکانس	پهنای باند برای فیلتر سیگنال های دسته جمعی، تفکیک پذیری FFT، مدت سیگنال، خطوط تفکیک پذیری، زمان نمونه تحلیل کننده، زمان جمع آوری FFT		.	.	.		پهنای باند، تفکیک پذیری	۰۹-۳
درک و بکارگیری روش هایی برای کاهش نوفه از قبیل افزایش تفکیک پذیری فرکانس، میانگین گیری هماهنگ زمان، انتخاب حسگرهایی با نوفه کم و ابزار ها و غیره	درک الزامات مورد نیاز برای کاهش نوفه. فیلتر کردن های آنالوگ و دیجیتال	آگاهی از روش های میانگین گیری و فیلتر کردن اساسی که از آنها برای کاهش نوفه استفاده می شود.		.	.	.		کاهش نوفه	۱۰-۳
متوسط دامنه فرکانس نمایی	فرکانس خطی و متوسط دامنه زمان هماهنگ، متوسط همپوشانی	آگاهی از متوسط فرکانس FFT		.	.	.		میانگین گیری (خطی، زمان هماهنگ، نمایی)	۱۱-۳
محاسبات گستره دینامیکی دیجیتالی	اطلاع از نیاز برای گستره دینامیکی	آگاهی از واژه گستره دینامیکی		.	.	.		گستره دینامیکی	۱۲-۳

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
آگاهی از روش هایی برای آزمون و ایجاد نسبت سیگنال به نوفه				•				نسبت سیگنال به نوفه	۱۳-۳
نقشه های آبخاری کوچک، نمودارهای کمپبل، طیف نگاره	نقشه های آبخاری، شناخت سرعت مرتبط و فرکانس های تشدید			•	•			نقشه های طیفی	۱۴-۳
				۱	۳	۴	۲	پایش وضعیت	۴
	روش هایی برای تنظیم موقعیت پارامترهای اندازه گیری و فرکانس. نگهداری و تعمیرات پایگاه داده ها				•			راه اندازی پایگاه داده رایانه ای، تعمیرات و نگهداری پایگاه داده های رایانه ای	۰۱-۴
		توانایی برای مرور سایت ها و ایجاد الزامات تجهیزات مورد نیاز اتعاشات				•		ارزیابی تجهیزات و اولویت بندی	۰۲-۴
آشنایی با همه استانداردهای اجرایی پایش وضعیت و نظارت بر ارتعاشات، توانایی برای تنظیم و اجرای FMEA در ایجاد برنامه های مورد نیاز	آشنا به استانداردهای اجرایی پایش وضعیت و نظارت بر ارتعاشات شامل ISO 17359 و ISO 13373، و توانایی به انجام تحلیل عوامل شکست و آثار آن ^۱ (FMEA) در ایجاد برنامه های مورد نیاز	توانایی برای راه اندازی برنامه نظارت بر ارتعاشات با استفاده از ISO 17359 و ISO 13373		•	•	•		طراحی برنامه نظارتی	۰۳-۴

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	قادر به تشخیص شدت ارتعاشات با استفاده از استانداردهای بین المللی مناسب باشد و بتواند مجموعه فرکانس ها و علایم هشدار را راه اندازی و اجرا نماید.				•			تنظیم هشداردهنده ها (باند باریک، پوششی)	۰۴-۴
	قادر به تنظیم الزامات پایه ای با استفاده از تمام استانداردهای بین المللی مناسب	اندازه گیری پایه ای به عنوان مثال با ISO 10816، ISO 7919، ISO 14694 و یا دیگر الزامات ISO 8528-9			•	•		ارزیابی های پایه ای، روند	۰۵-۴
	قادر به بهینه سازی مسیرهای نظارت بر ارتعاشات و پایش وضعیت	قادر به راه اندازی مسیرهای نظارت بر ارتعاشات			•	•		برنامه ریزی مسیر	۰۶-۴
آگاهی به نظارت بر عملکرد، علل سایش یا تاقان	آگاهی از دمای مادون قرمز، آزمون انتشار آکوستیک، آزمون التراسونیک، مدیریت روان کاری، تحلیل سایش شناسی و باقی مانده سایش، تحلیل جریان موتور				•	•		فناوری های جایگزین (به عنوان مثال آزمون اندازه گیری دمای مادون قرمز، آزمون انتشار آکوستیک، آزمون التراسونیک، مدیریت روان کاری، تحلیل سایش شناسی ^۱ و باقی مانده سایش، تحلیل جریان موتور	۰۷-۴
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
		شناخت طیف وسیعی از وضعیت- های اشتباه، به عنوان مثال، عدم تعادل، شل بودن، عدم هم راستایی، نوفه یاتاقان و خرابی، نواقص شبکه چرخ دنده ها، نواقص روتور و استاتور ^۱ ، نواقص تسمه محرک، تشدید و غیره	شناخت شرایط عمومی اشتباه از پیش تعیین شده، به عنوان مثال، عدم تعادل، لقی، عدم هم راستایی، خرابی و نوفه یاتاقان			•	•	شناخت وضعیت اشتباه	۰۸-۴
				۶	۶	۵	۴	تحلیل خطا	۵
درک تحلیل های طیفی، تحلیل های باند اکتاو	آشنایی با هارمونیک های FFT، باند های جانبی، مدولاسیون و نوفه، باند های اکتاو ^۲	درک و شناخت هارمونیک های FFT، باند های جانبی، و نوفه، آگاهی از پوشش دهی		•	•	•		تحلیل طیف های هارمونیک و باند های جانبی	۰۱-۵
توانایی انجام تحلیل های زمان تشکیل موج در برنامه- های کاربردی متنوع	آگاهی از الزامات مدت زمان تشکیل موج برای کاربرد های مختلف	درک استفاده از شکل موج زمان برای تحلیل اساسی		•	•	•		تحلیل شکل موج زمان	۰۲-۵
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
بکارگیری تحلیل موج زمان برای مشکلات مختلف ماشین ها. تحلیل فاز اجزای سازه ای، تحلیل مودال و صورتهای تغییر شکل عملکردی ^۱ (ODS). سیستم و پاسخ سازه ای	درک تحلیل موج زمان اصلی. توانایی استفاده از فاز برای تایید عدم هم راستایی، عدم تعادل جفت/استاتیک، نقشه-های نایکویست و بود	درک نحوه استفاده از فاز برای تحلیل های اساسی		•	•	•		تحلیل فاز	۰۳-۵
درک روش های فرکانس پیچ دار، تحلیل های توقف فاز و زمان	فاز و زمان توقف ماشین های مکانیکی و برقی به عنوان مثال نقشه های بود			•	•			تحلیل گذرا	۰۴-۵
آشنایی با تحلیل های مدار، تشدید محور، نقشه های نایکویست، جریان روغن و غیره	آگاهی از این که چگونه شکل مدار نشان دهنده وضعیت خطای بالقوه است. توضیح تفاوت های موجود بین مدارهای فیلتر شده و فیلتر نشده. توضیح این که چرا "حذف قطعی" ضروری است.	آگاهی از تحلیل مدار اصلی		•	•			تحلیل مدار	۰۵-۵
توانایی تفسیر داده های ارائه شده در خصوص نقشه خط مرکزی محور	درک اطلاعات ارائه شده در رابطه با نقشه خط مرکزی محور	آگاهی از نقشه خط مرکزی محور		•	•	•		تحلیل خط مرکزی محور	۰۶-۵

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
درک فرآیند عدم مدولاسیون (پوشش دهی) و الزامات آن	درک جزئیات پوشش دهی (و روش های اختصاصی مرتبط) بطوری که اندازه گیری های معمول را بتوان به درستی تنظیم کرد	درک عملکرد پوشش		•	•	•		پوشش دهی	۰۷-۵
	آگاهی از حساسیت و آسیب پذیری نسبت به عدم تعادل، خطاهای تعادل، منابع عدم تعادل	درک استاتیک، و عدم تعادل دینامیکی و کوپل، عدم تعادل پسماند، عدم تعادل اولیه			•	•		عدم تعادل جرم	۰۸-۵
	درک منابع عدم هم تراز و روش های ردیابی با استفاده از FFT و ردیابی زمان. درک الزامات و رواداری ها برای هم-ترازی	آگاهی از رواداری های هم تراز، تشخیص عدم هم تراز در FFT و ردیابی زمان			•	•		عدم هم تراز	۰۹-۵
	درک منابع شل بودن و روش-های ردیابی با استفاده از FFT و ردیابی زمان	تشخیص شل بودن در FFT و ردیابی زمان			•	•		شل بودن مکانیکی	۱۰-۵
شناخت منابع ناپایداری های فرآیند	درک منابع و اثر سایش و روش های ردیابی با استفاده از طیف و شکل موج زمان			•	•			سایش، ناپایداری	۱۱-۵

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	سایش یاتاقان های صفحه ای و ارتعاشات زیرمجموعه های سنکرون. درک دینامیک چرخش روغن، و روش های جلوگیری و یا کاهش تاثیر چرخش روغن	نقص یاتاقان های چرخشی، نوفه، ضربه ها، آسیب، فرکانس عبور ساچمه از مسیر خارجی ^۱ (BPFO)، فرکانس عبور ساچمه از مسیر داخلی ^۲ (BPFI)، فرکانس چرخش ساچمه ^۳ (BSF) و فرکانس مسیر اصلی ^۴ (FTF). ردیابی زمان و پوشش اطلاعات. تشخیص واژه های جریان روغن. تشخیص الگوهای نقص یاتاقان در FFT و ردیابی				•	•	نواقص یاتاقان ها (عناصر چرخشی و صفحه ای)	۱۲-۵
اثرات دمایی، درایوهای موتور DC	درایوهای سرعت متغییر، مدولاسیون پهنای پالس. القای AC و درایوهای موتور سنکرون	قطب های موتور القایی AC و فرکانس خطی، تحلیل فرکانس میله روتور و استاتور		•	•	•		نواقص موتورهای الکتریکی	۱۳-۵
درک جایگاه چرخشی و ضربان	تشخیص و درک کاویتاسیون ^۵ ، شناخت جایگاه چرخشی			•	•			جریان ناشی از ارتعاشات، آیرودینامیک و مایعات	۱۴-۵
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

- 1-Ball pass frequency of the outer race
- 2-Ball pass frequency of the inner race
- 3-Ball spin frequency
- 4-Fundamental train frequency
- 5-Cavitation

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	متوسط دامنه زمان، فرکانس باند های جانبی و شبکه چرخ دنده ها و درک پوشش دهی	شناخت فرکانس شبکه چرخ دنده و باند های جانبی در FFT و مدولاسیون در ردیابی زمان. کاربرد در عدم مدولاسیون (پوشش دهی)			•	•		تحلیل جعبه دنده	۱۵-۵
تشدید، سرعت بحرانی در روتور انعطاف پذیر، چند درجه آزادی	تشدید، سرعت بحرانی در روتورهای انعطاف پذیر، دو درجه آزادی	تشدید، سرعت بحرانی در روتورهای صلب، یک درجه آزادی		•	•	•		تشدید و سرعت های بحرانی	۱۶-۵
همه خطاهای مرتبط با توربوماشین ها که شامل چرخش روغن، نشت روغن، خم شدن از وسط، عدم تعادل، عدم هم-ترازی و سایش است	شناخت گردش روغن، سایش ها، عدم هم تراز و تاثیر فرایند			•	•			توربوماشین	۱۷-۵
			تشخیص فرکانس خطا در FFT از پیش تعیین شده و تشکیل موج زمان ساده برای عدم تعادل، شل بودن، عدم هم تراز، خرابی و نوفه یاتاقان. همچنین تشخیص واژه های تشدید و فاز				•	تشخیص اشتباه کلی	۱۸-۵
				۱۶	۶	۴	۲	اقدامات اصلاحی	۶

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	شناخت رواداری های هم ترازوی محور به عنوان مثال رابطه سرعت روتور ماشین با رواداری ها	آگاهی از هم ترازوی محور، رواداری ها.			•	•		هم ترازوی محور	۰۱-۶
درک الزامات برای تعادل روتور قابل انعطاف، فاز و روش های مودال. آگاهی از گستره استانداردهای تعادل ISO	شناخت تعادل دو سطحی روتورهای صلب با فاز. آگاهی از عدم تعادل استاتیکی، کوپل و دینامیکی. جبران تعادل. خطاهای تعادل.	درک تعادل تک سطحی روتورهای صلب با و بدون فاز. توانایی استفاده از کیفیت تعادل و عدم تعادل باقی مانده مجاز. آگاهی از برآورد جرم آزمون.		•	•	•		تعادل میدانی	۰۲-۶
	آگاهی از الزامات قطعات و عوامل جایگزین مانند تعادل و رواداری های هم ترازوی				•			جایگزینی اجزای ماشین	۰۳-۶
آگاهی از تاثیر لوله یا کانال در جریان سیال و جریان آیرودینامیکی	درک رابطه جریان و فشار برای جلوگیری از کاویتاسیون سیال			•	•			کنترل جریان	۰۴-۶
درک الزامات و محاسبات جداکننده های مشخص شده	آگاهی از الزامات جداکننده های مشخص شده			•	•			جداسازی و میرایی	۰۵-۶

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
درک اصول جاذب های ارتعاشات دینامیکی، استفاده از میرایی و جدا سازی	آگاهی از روش های کاهش یا حذف تشدید مثلا تغییر جرم، تغییر سختی، تغییر فرکانس			•	•			کنترل تشدید	۰۶-۶
	آگاهی از گستره روش هایی برای تصحیح کردن اشتباه مثل جایگزین کردن قطعات، تعادل، هم تراز، کنترل تشدید. برای مثال اصلاحات ساختاری پیشنهاد شده و غیره	آگاه بودن از گستره پاسخ هایی که باید در صورت بروز خطا اعمال کرد مثل جایگزین کردن قطعه، روان کاری، تعادل یک سطحی، هم تراز، و کنترل تشدید	آگاه بودن از اقدامات ساده نگهداری و تعمیرات ساده برای اصلاح و کاهش خطاها به عنوان مثال روان کاری و هم تراز		•	•	•	اقدامات نگهداری و تعمیرات اساسی	۰۷-۶
				—	۴	۴	۶	دانش تجهیزات	۷
	آگاهی از ساخت انواع رایج موتورهای AC و DC. ساخت ژنراتور توربین بادی و اجزای آنها. آشنایی با استانداردهای بین المللی اجرایی	استفاده از استانداردهای ملی کلیدی مانند استاندارد شماره ۹۸۱۰، قسمت های اول و سوم تا موتورهای القایی AC و ژنراتور ها. آگاهی از پالس گشتاور، فرکانس های روتور و استاتور، درایوهای هارمونیک سرعت متغیر، و محاسبات فرکانسی لغزش	شناختن موتورهای القایی AC و اشتباه های اساسی، به عنوان مثال خرابی و نوفه یا تاقان، تعادل، شل بودن و عدم هم تراز		•	•	•	موتورهای الکتریکی، ژنراتورها و درایوها	۰۱-۷
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع	
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی		
	آب بندی پمپ. ساختار فن های اصلی، نصب و راه اندازی، و بهره برداری. تشخیص جایگاه های چرخشی، ساختار روتورهای توربین بادی و اجزای آنها. آشنایی با استانداردهای اجرایی و مشخصه های آنها مثل ISO. انجمن مهندسان آلمانی ^۱ (VDI) و موسسه نفت آمریکا ^۲ (API)	استفاده از استاندارد ملی شماره ۹۸۱۰-۶ برای پمپ ها و ISO 14694 برای فن ها. نشت، کاپیتاسیون، فرکانس های زیر همزمان، پروانه های گریز از مرکز، وضعیت جریان پمپ	شناختن ترکیبات پمپ ها و فن های اصلی، و اشتباه های اصلی مثلا نوفه و خرابی پاتاقان ها، تعادل، شل بودن و عدم هم ترازی			•	•	•	پمپ ها، فن ها	۰۲-۷
	تنظیم پراب های مجاورتی و کالیبراسیون، راه اندازهای سطح هشدار (توربین های بخار و گاز)، سختی و عدم تقارن دمایی. تاثیر خلاء کندانسور ^۳ ، خمیدگی، چرخش روغن، سایش ها. آشنایی با استانداردهای اجرایی و مشخصه های آنها مثلا ایزو و موسسه نفت آمریکا (API) و مشخصه های دیگر.	استفاده از استاندارد ملی شماره ۹۸۱۰ و استاندارد ISO 7919 در خصوص ارتعاشات، مجموعه ای از اشتباه های اصلی، تعادل، شل بودن، عدم ترازی، چرخش روغن و سایش ها				•	•	توربین های بخار، توربین های گاز	۰۳-۷	
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>										

- 1-Association of German Engineers
 2-American Petroleum Institute
 3-Condenser

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	طراحی کمپرسورهای دوار و رفت و برگشتی و فرکانس های خطا. تاثیر شرایط فرآیند. آگاهی از استانداردهای اجرایی مثل ISO و موسسه نفت آمریکا (API)	استفاده از استانداردهای ملی کلیدی مانند ۹۸۱۰ و ۹۸۰۸ در خصوص ارتعاشات. اجزای کمپرسور چرخشی، فرکانس های اشتباه مثل فرکانس پمپاژ و هارمونیک های روتور	شناختن نمونه هایی از کمپرسورهای گریز از مرکز و پیچی		•	•	•	کمپرسورها	۰۴-۷
	حرکت پیستون های رفت و برگشتی، استانداردهای اجزای تعادل اولیه و ثانویه مثل ISO و انجمن مهندسان آلمانی (VDI)	استفاده از استانداردهای ملی کلیدی مانند ۶-۹۸۱۰ و ۹-۱۰۴۰۹			•	•		ماشین های رفت و برگشتی	۰۵-۷
	اندازه گیری های ماشین های پالایش پالپ ^۱	آگاهی از اجزا، خطاها، دسترسی	شناختن نمونه هایی از این ماشین ها		•	•	•	ماشین های نورد، ماشین های کاغذ و دیگر تجهیزات فرایند	۰۶-۷
	انتشار آکوستیک، گشتاور ماشینکاری کنترل شده	استفاده از استانداردهای ملی کلیدی مانند ۳-۹۸۱۰، استانداردهای ارتعاشات، استفاده از سرعت و جابجایی	شناختن نمونه هایی از این ماشین ها		•	•	•	ابزارهای ماشین ها	۰۷-۷
	ارتعاشات و فرسودگی لوله ها	تشدید، فرکانس های طبیعی	شناختن واژه تشدید		•	•	•	سازه ها، لوله کشی	۰۸-۷
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
	صورت های جعبه دنده پیچیده و ساختار آن، چرخ دنده های سیاره ای، جعبه دنده های کاهشی چندگانه. استفاده از فرکانس و زمان شتاب و کپستروم و عدم مدولاسیون (پوشش دهی)	شبکه چرخ دنده جناغی و محاسبات سرعت محور. تاثیر عدم هم ترازوی چرخ دنده و پس زدن آن. استفاده از جابجایی، سرعت و شتاب و پوشش دهی	شناختن نمونه های اصلی جعبه دنده های ساده		•	•	•	جعبه دنده ها	۷-۹
	عدم مدولاسیون، پوشش دهی و درجه اوج نمودار آماری ^۱	فرکانس های نقص یاتاقان، نوفه و ضربه ها، ضربه قله			•	•		یاتاقان های اجزای نورد	۷-۱۰
	آشنایی با نشت روغن، چرخش روغن، اثر جریان روانکاری و فشار. روش هایی جبران لنگی	پرآب های مجاورتی، لنگی، ترنسدیوسر سرعت لرزشی، ادغام شتاب سنج، سرعت سنج هوا، گستره فرکانسی ترنسدیوسر			•	•		یاتاقان های دوتکه	۷-۱۱
	آشنایی با طیف وسیعی از پروفایل های چرخدنده و طراحی آنها. به عنوان مثال، چرخ دنده جناغی، حلزونی، دو مارپیچی، مورب، سیاره ای و غیره	شبکه چرخ دنده جناغی و محاسبات سرعت محور			•	•		چرخدنده	۷-۱۲
	تشدید تسمه درایو، تاثیر تنش تسمه درایو، تسمه دندانه دار	محاسبات فرکانس چرخشی، عدم هم ترازوی تسمه			•	•		اتصال دهنده ها، تسمه ها	۷-۱۳
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
				—	۲	۲	۲	آزمون پذیرش	۸
		بکاربردن روش های آزمون	توانایی استفاده از روش های از پیش تنظیم شده اصلی، و آگاهی از الزامات ایمنی و دسترسی			•	•	روش های اجرایی آزمون	۰۱-۸
	آگاهی از طیف وسیعی از استانداردهای بین المللی و تنظیم و تفسیر حوزه های ارزیابی، توانایی ایجاد روش های آزمون	آگاهی از استانداردهای بین المللی اجرایی و درخواست حوزه های ارزیابی			•	•		ویژگی ها و استانداردها	۰۲-۸
	مدیریت کردن گزارش های آزمون پذیرش	آماده کردن گزارش های آزمون پذیرش			•	•		گزارش کردن	۰۳-۸
				۴	۴	۲	—	آزمون تجهیزات و عیب یابی	۹
درک روش های آزمون ضربه با و بدون روش های آزمون ضربه فاز. توانایی ایجاد پاسخ مودال	توانایی انجام دادن آزمون ضربه چکشی مودال با پاسخ فاز	توانایی انجام دادن آزمون ضربه (چکشی) بدون فاز		•	•	•		آزمون ضربه	۰۱-۹
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
درک آزمون تحریک (شک دهنده)، ارتباط، انتقال پذیری، توابع انتقال، تحرک، انطباق و شتاب	توانایی انجام آزمون تحریک (شک دهنده)، ایجاد تحرک، انطباق و شتاب، ایجاد انتقال پذیری	آگاهی از آزمون پاسخ اجباری		•	•	•		آزمون پاسخ اجباری	۰۲-۹
توانایی تنظیم و ارائه نمودارهای فازی و زمانی توقف و از کار افتادگی	توانایی ارائه نمودارهای فازی و زمانی توقف و از کار افتادگی			•	•			تحلیل گذرا	۰۳-۹
تایع انتقال، ورودی و خروجی (چرخه کمپرسور) و استفاده از نقشه های نایکویست	آگاهی از توابع انتقال، شامل ارتباط			•	•			تولع انتقال	۰۴-۹
ارزیابی میرایی، آزمون پاسخ جدا سازی				•				ارزیابی میرایی	۰۵-۹
فاز کانال متقاطع، ارتباط	آگاهی از فاز کانال متقاطع، ارتباط			•	•			فاز کانال متقاطع، ارتباط	۰۶-۹
درک تحلیل مودال، پاسخ سازه، صورتهای تغییر شکل عملکردی (ODS)	آگاهی استفاده از صورتهای تغییر شکل عملکردی (ODS)			•	•			صورتهای تغییر شکل عملکردی	۰۷-۹
درک طیف وسیعی از روش های تحلیل مودال، ایجاد پاسخ سازه	آگاهی از تحلیل مودال			•	•			تحلیل مودال ^۱	۰۸-۹

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
آگاهی از استاندارد ملی شماره ۱۳۵۴۴-۱				•				ارتعاشات پیچشی	۰۹-۹
				۲	۲	۲	—	استانداردهای مرجع	۱۰
آگاهی از استانداردهای مشخص شده در جدول ب ۱ برای رده ۴	آگاهی از استانداردهای مشخص شده در جدول ب ۱ برای رده ۳	درک استانداردهای مشخص شده در جدول ب ۱ برای رده ۱ و رده ۲		•	•	•		استانداردها	۰۱-۱۰
آگاهی از استاندارد ملی شماره IEC60034-1 و ۱۲۸۳۳	آگاهی از استاندارد ملی شماره IEC60034-1 و ۱۲۸۳۳	آگاهی از استاندارد ملی شماره IEC60034-1 و ۱۲۸۳۳		•	•	•		استانداردها	۰۲-۱۰
در صورت نیاز برای مثال موسسه نفت آمریکا (API) و انجمن مهندسان آلمانی (VDI) و غیره	در صورت نیاز برای مثال موسسه نفت آمریکا (API) و انجمن مهندسان آلمانی (VDI) و غیره	در صورت نیاز برای مثال موسسه نفت آمریکا (API) و انجمن مهندسان آلمانی (VDI) و غیره		•	•	•		استانداردهای ملی مربوطه و دیگر مشخصه ها	۰۳-۱۰
				۴	۲	۲	—	گزارش دادن و مستند سازی	۱۱
	مدیریت و نظارت بر گزارش های پایش وضعیت ارتعاشات و الزامات آنها	توانایی ایجاد گزارش های پایش وضعیت ارتعاشات، باز خورد در سابقه			•	•		گزارش های پایش وضعیت	۰۱-۱۱
توانایی ایجاد فرمت ها و گزارش های رسمی و عیب یابی ارتعاشات پیشرفته. توانایی انجام فعالیت به عنوان کارشناس متخصص در تمام حوزه های تحلیل ارتعاشات	مدیریت عیب یابی ارتعاشات و گزارش های تشخیصی. توانایی انجام تحلیل های ریشه ای و بررسی شکست و تهیه گزارش های رسمی	مرور منظم گزارش تورهای نظارت بر ارتعاشات، گرد کردن و خواندن، ارزیابی فرآیند ها، طیف، زمان ردیابی، تولید گزارش مشاوره ای. اقدامات بازخوردی به سابقه		•	•	•		گزارش های عیب یابی و تشخیص ارتعاشات	۰۲-۱۱
				۳	۲	۲	—	تعیین شدت اشتباه	۱۲
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
جایگاه آیرودینامیک دوار، فرکانس های مختلف و مجموع	نمودار های بود، نقص های روتور و استاتور، فرکانس های باند جانبی و شبکه چرخنده	نقص های روتور و استاتور، فرکانس های باند جانبی و شبکه چرخنده		•	•	•		تحلیل طیف	۰۱-۱۲
بکاربردن تحلیل های مدار پیشرفته به عنوان مثال عدم تعادل، شل بودن، عدم هم تراز، چرخش و نشت روغن، تشخیص تشدید، سرعت های بحرانی و پاسخ فاز، سایش ها شامل سایش نیوکریک ^۱ ، اثرات دمایی	آشنایی با تحلیل موج زمان. درک ضریب قله. توانایی تشخیص الگوهای خطای مدار اصلی به عنوان مثال عدم تعادل، شل بودن، عدم هم تراز، چرخش روغن و سایش ها	آشنایی با تحلیل موج زمان، درک ضریب قله		•	•	•		تحلیل موج زمان، تحلیل مدار	۰۲-۱۲
	درک الزامات سطوح هشدار کلی، باند باریک و جزئی. توانایی استفاده از منابع، راه اندازی و بکارگیری هشدار ها، هشدار دهنده ها و لغزش ها	قابلیت اعمال سطوح هشدار کلی، باند باریک و جزئی			•	•		سطوح: کلی، باند باریک، جزئی	۰۳-۱۲
استفاده از تمامی نمودارهای شدت استانداردهای بین المللی مرتبط و ماشین های پایش ارتعاشات. توانایی بررسی سیستم ها و هشدارها، انجام روش های بررسی آماری پیشرفته	آشنایی با نمودارهای شدت استانداردهای بین المللی مرتبط. توانایی انجام بررسی آماری ساده از علائم هشدار	بکارگیری سطوح از INSO 9810, INSO 9808, INSO 104098-9, ISO 14694 و غیره		•	•	•		نمودارهای شدت، نقشه ها و فرمول	۰۴-۱۲

یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.

یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.

یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	مرجع
				۱۴	—	—	—	دینامیک های روتور و یاتاقان	۱۳
درک طراحی و مشخصه های روتورهای توربین های بخار و گاز. آگاهی از پاسخ های سازه ای، حالت های وجود نقص و اثرات آن، فرکانس های خطا، عملکرد، تاثیر روانکاری و غیره				•				مشخصه های روتور	۰۱-۱۳
درک طراحی و مشخصه های یاتاقان های اجزای چرخشی، یاتاقان های اجزای صفحه ای و یاتاقان مغناطیسی. آگاهی از حالت های نقص و اثرات آن، هندسه و فرکانس های خطا، دوره آماری، عملکرد، روانکاری و غیره				•				مشخصه های یاتاقان	۰۲-۱۳
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

جدول الف ۲ - ادامه

زیر مجموعه های سرفصلی پیشنهاد شده				طبقه				موضوع	مرجع
طبقه ۴	طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	۴	۳	۲	۱	سرفصل درسی	
درک روش ها و الزامات مورد نیاز برای ایجاد تعادل در روتور های صلب و انعطاف پذیر، با و بدون فاز، روش های مودال. آگاه بودن از گستره گسترده ای از استانداردهای بین المللی در زمینه تعادل				•				تعادل روتور	۰۳-۱۳
<p>یادآوری ۱- علامت . نشان می دهد که موضوع باید در زمان مشخص شده آموزش داده شود یا ممکن است بتوان آن را طی آموزش موضوعات درسی دیگر هم آموزش داد.</p> <p>یادآوری ۲- طبقه ۲ شامل دانش طبقه ۱، طبقه ۳ شامل دانش طبقه های ۱ و ۲ و طبقه ۴ شامل دانش طبقه های پایین تر است.</p> <p>یادآوری ۳- اگر علامت . در بیش از یک طبقه برای یک موضوع درسی وجود داشته باشد، می توان چنین برداشت کرد که در طبقه X دانش عمیق تری از موضوع نسبت به طبقه X-1 مورد نیاز است.</p>									

پیوست ب (الزامی) استانداردهای قابل اجرا

جدول ب ۱- استانداردهای قابل اجرای طبقه بندی شده

طبقه				استانداردها
۴	۳	۲	۱	
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۴۰۱۹، شوک و ارتعاش مکانیکی -پایش وضعیت -واژه نامه
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۴۰۲۰، ارتعاشات مکانیکی - واژه نامه توازن
•	•	•	•	استاندارد ملی شماره ۱-۹۸۰۸، لرزش مکانیکی ماشین های غیر رفت و برگشتی -اندازه گیری بر روی شفت های دوار و معیارهای ارزشیابی-قسمت اول -رهنمودهای عمومی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۲-۹۸۰۸، ارتعاشات مکانیکی -ارزیابی ارتعاشات ماشین از طریق اندازه گیری بر روی شفت های دوار-قسمت ۲- مولدها و توربین های بخار قرار گرفته بر روی زمین با توان بیش از ۵۰ مگاوات و سرعت
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۴-۹۸۰۸، ارتعاشات مکانیکی - ارزیابی ارتعاش دستگاه به وسیله اندازه گیری بر روی محروهای چرخان - قسمت ۴- دستگاه توربین گاز با یاتاقان های فیلم روغنی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۵-۹۸۰۸، لرزش مکانیکی -ارزش یابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی شفت های دوار-قسمت پنجم- مجموعه های ماشین در پایگاه های تولید و پمپاژ توان هیدرولیکی
•				استاندارد ملی شماره ۱-۹۸۰۹، لرزش و شوک مکانیکی -سیستم های نصب کشسان-قسمت اول -اطلاعات فنی که باید برای کاربرد سیستم های جدا سازی مبادله شوند
•	•	•	•	استاندارد ملی شماره ۱-۹۸۱۰، لرزش مکانیکی -ارزش یابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی اجزای غیر دوار-قسمت اول -رهنمودهای عمومی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۲-۹۸۱۰، لرزش مکانیکی -ارزش یابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی اجزای غیر دوار-قسمت دوم- مولد ها و توربین های بخار قرار گرفته بر روی زمین با توان بیش از ۵۰ مگاوات و سرعت های کار عادی ۳۰۰۰، ۱۸۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۶۰۰ دور در دقیقه
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۳-۹۸۱۰، لرزش مکانیکی -ارزشیابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی اجزای غیر دوار-قسمت ۳- ماشین های صنعتی با توان نامی بالاتر از ۱۵ کیلو وات و سرعت های نامی بین ۱۲۰ دور در دقیقه و ۱۵۰۰ دور در دقیقه هنگام اندازه گیری در محل
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۴-۹۸۱۰، ارتعاشات مکانیکی - ارزیابی ارتعاش دستگاه به وسیله اندازه گیری بر روی قسمتهای غیر دوار- قسمت ۴- دستگاه توربین گاز با یاتاقان های فیلم روغنی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۵-۹۸۱۰، لرزش مکانیکی -ارزش یابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی اجزای غیر دوار-قسمت پنجم-مجموعه های ماشین در پایگاه های تولید و پمپاژ توان هیدرولیکی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۶-۹۸۱۰، لرزش مکانیکی -ارزش یابی لرزش ماشین از طریق اندازه گیری بر روی اجزای غیر دوار-قسمت ششم-ماشین های رفت و برگشتی با توان اسمی بیش از ۱۰۰ کیلو وات
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۱-۹۸۱۷، شوک و ارتعاش مکانیکی - پردازش سیگنال قسمت ۱- مقدمه ی کلی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۹-۱۰۴۰۹، موتورهای احتراق داخلی دارای حرکت رفت و برگشتی راه اندازی شده با دستگاههای مولد جریان متناوب -قسمت نهم-سنجش و ارزیابی ارتعاشات مکانیکی

جدول ب-۱- ادامه

طبقه				استانداردها
۴	۳	۲	۱	
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۱-۱۱۴۷۶، ارتعاشات مکانیکی - الزامات کیفی توازن روتورها در حالت ثابت (صلب) قسمت اول - ویژگی و تایید رواداری های توازن
•				استاندارد ملی شماره ۱۱۴۷۷، ارتعاشات مکانیکی - معیار و روشهای متوازن نمودن مکانیکی روتورهای انعطاف پذیر
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۱۱۸۰۲، ارتعاش مکانیکی و شوک - نصب مکانیکی شتاب سنج ها
•				استاندارد ملی شماره ۳-۱۱۸۳۹، پایش شرایط و عیب شناسی ماشین ها - الزامات مربوط به احراز صلاحیت و ارزیابی کارکنان - قسمت ۳ - الزامات مربوط به نهادهای آموزش دهنده و فرآیند آموزش
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۱-۱۳۵۴۵، پایش وضعیت و تشخیص عیب ماشین ها - پردازش داده ها - ارتباطات و ارائه - قسمت ۱ - راهنمایی هایی عمومی
•	•	•	•	استاندارد ملی شماره ۱-۱۳۵۴۶، پایش وضعیت و تشخیص عیب ماشین ها - پایش وضعیت ارتعاش - قسمت ۱ - روش های اجرایی کلی
•	•	•		استاندارد ملی شماره ۲-۱۳۵۴۶، پایش وضعیت و تشخیص عیب ماشین ها - پایش وضعیت ارتعاش - قسمت ۲ - پردازش - تحلیل و ارائه داده های ارتعاش
•	•			استاندارد ملی شماره ۱۴۸۳۵، فن های صنعتی - روش اندازه گیری ارتعاش فن
•	•	•	•	استاندارد ملی شماره ۱۶۲۵۰، پایش وضعیت و عیب یابی ماشین ها - راهنمایی های عمومی
•				ISO 2954, Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery — Requirements for instruments for measuring vibration severity
•	•	•		ISO 7919-3, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts — Part 3: Coupled industrial machines
•	•	•		ISO 10816-7, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts
		•		ISO 10816-8, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 8: Reciprocating compressor systems
•	•			ISO 10817-1, Rotating shaft vibration measuring systems — Part 1: Relative and absolute sensing of radial vibration
•	•	•	•	ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary
•	•			ISO 13379-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Data interpretation and diagnostics techniques — Part 1: General guidelines
•	•	•		ISO 13381-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Prognostics — Part 1: General guidelines
•	•	•	•	ISO 14694, Industrial fans — Specifications for balance quality and vibration levels
•	•	•		ISO 18431-2, Mechanical vibration and shock — Signal processing — Part 2: Time domain windows for Fourier Transform analysis
•				ISO 18436-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process
•				ISO 19499, Mechanical vibration — Balancing — Guidance on the use and application of balancing standards
•				ISO 21940-13, Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 13: Criteria and safeguards for the in-situ balancing of medium and large rotors
•	•			ISO 21940-14, Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 14: Procedures for assessing balance errors