

فصل ۱

تولرانس گذاری و انطباقات

تولرانس گذاری و انطباقات – مفهوم دقت

مقدمه

در روزهای پیش از شروع به تدریس این درس بهتر است با توجه به چند نکته، بازده کاری را بالاتر ببریم:

1 آماده‌سازی طرح درس

زیرا طرح درس اولاً موارد و ضروریات تدریس را مشخص می‌کند و از انحراف مطالب درسی جلوگیری می‌کند. برای نمونه:

■ مقدمه

■ پرسش و پاسخ

■ بررسی مفهوم «دقیق»

■ تعاریف اولیه / انواع اندازه / اندازه نامی / بزرگترین اندازه / کوچکترین اندازه / مقدار تولرانس / انحراف بالایی / انحراف پایینی / اندازه کنونی / خط صفر

2 آماده‌سازی قطعات، فیلم، اسلاید، پاورپوینت، و به صلاحدید خودتان و به گونه‌ای که بیان مطالب و درک مفاهیم را ساده‌تر کند.

3 در صورت لزوم آماده کردن چند سؤال به‌عنوان پیش‌آزمون (و یا هر عنوان دیگر) در ارتباط با به‌دست آمدن میزان آمادگی ذهنی هنرجویان. بدیهی است که این مورد می‌تواند شما را در چگونگی شروع مطلب، به گونه‌ای که قابل درک باشد، یاری نماید.

البته تهیه طرح درس، آماده کردن وسایل کمک‌آموزشی و پیش‌آزمون در تمام جلسات انجام می‌شود (به‌هیچ عنوان نباید از زمان کلاس برای این موارد استفاده شود، بلکه در شروع کلاس باید همه چیز آماده باشد).

تولرانس گذاری و انطباقات

مقدمه‌ای در شروع درس داده شده است، اما کافی به‌نظر نمی‌رسد. زیرا چند مفهوم اساسی در صنعت ساخت و تولید هست که در حقیقت تعیین‌کننده‌ای بی‌چون‌وچرا در کیفیت و کارآیی محصول نهایی است. بنابراین بهتر است، ابتدا مطالبی در مورد پرداخت سطح، تولرانس، انطباق و تولرانس هندسی، به‌عنوان مواردی تعیین‌کننده در ساخت گفته شود (در حدود ۵ دقیقه). آوردن چند قطعه و اشاره به نقاطی از آنها که موارد یادشده، در آنها تأثیر بیشتری دارند، خیلی مهم

است. به این ترتیب ذهن هنرجو آماده پذیرش و درک مفاهیم تازه خواهد شد. در اینجا زمانی را هم باید به پرسش و پاسخ گذرانند. البته پیش از این، هنرجویان با تولرانس یا رواداشت تا حدودی آشنایی دارند. طرح پرسش‌هایی چون:

۱ تولرانس چیست؟

۲ نام‌های دیگر برای تولرانس کدام است؟

۳ آیا می‌توانید تولرانس را تعریف کنید؟

۴ به نظر شما تغییرات اندازه، چه تأثیراتی می‌تواند در کیفیت نهایی محصول داشته باشد؟

و امثال آنها مفید است.

در ضمن این پرسش و پاسخ‌ها موارد ذهنی اشتباه را اصلاح می‌کنیم و سعی در آماده کردن هنرجو برای پذیرش مطالب بعدی خواهیم داشت.

در متن، سؤال شده که آیا اندازه‌های داده شده روی اشکال (لیوان، بوش و آچار) همه باید دقیق باشند؟ که می‌توان آن را برای شکل‌ها یا قطعه‌ای که از پیش آماده کرده‌ایم بپرسیم. هنرجویان احتمالاً (بدون توجه به کلمه دقیق)، پاسخ‌هایی خواهند داد. شما در اینجا بهتر است روی مفهوم کلمه دقیق و به‌ویژه، نسبی بودن آن تمرکز کنید. آنگاه که از درک مفهوم «دقیق» در کار فنی مطمئن شدید به ادامه بحث بپردازید.

نکته



در اینجا یادآوری این نکته لازم است که یک صنعتگر، با درک بالاتر نسبت به این مفاهیم، قادر است محصولی با کیفیت بهتر ارائه کند. چگونه می‌تواند کسی با ساخت و تولید و به‌ویژه براده‌برداری سروکار داشته باشد اما درک قابل قبولی از موارد یاد شده نداشته باشد.

تجربه بزرگی از عدم توجه بسیاری از مبتکرین و سازندگان، در مهندسی معکوس داریم که چگونه، ساخته‌هایشان به عملکرد مطلوب نرسیده است. با توجه به اینکه هم‌اکنون بخش بزرگی از صنعت ما در مهندسی معکوس فعال است، اهمیت این مطالب روشن‌تر خواهد شد.

استاد محترم قبل از آنکه بخواهیم وظیفه‌ای به نام «تدریس مطالب درسی» را انجام دهیم باید متوجه اهمیت آن در آینده کاری و شغلی دانش‌آموزمان باشیم.

در اینجا اگر این موارد به‌خوبی تعلیم داده نشود و از دریافت نسبی مطالب آن مطمئن نشویم، حرکت روبه جلوی ما بی‌فایده خواهد بود. در واقع اینجا تنها انجام وظیفه کافی نیست که حصول نتیجه مطلوب، بسیار مهم است. اگر در اینجا هنرجو توجه کافی نکند، دیگر هرگز روی آن تمرکز نخواهد کرد. برای بالا بردن بازده بیشتر کار می‌توان از مواردی تشویقی هم استفاده کرد، تحقیق داد یا درخواست

نوشتن خلاصه درس را نمود. ظاهراً شاید مجبور باشید در مواردی مانند اندازه واقعی مطلق و نامی هم توضیحاتی مختصر بدهید (زیرا بعداً کامل تر خواهید گفت). ظاهراً صفحات شروع هر درس، خیلی ساده‌اند اما در شکل‌دهی و پی‌ریزی ذهنی برای درک مفاهیم بعدی، نقشی اساسی دارند. رفتن مستقیم به متن اصلی درس و صرف‌نظر از گفتارهای مقدماتی (که معمولاً کار افراد کم‌تجربه است) نتیجه‌ای را در بر نخواهد داشت. یکی از روش‌هایی که در شروع هر درس نقشی سازنده دارد، همان «پیش‌آزمون» است که در برخی کتب کاردانش اجرا می‌شود (که به نظر می‌رسد اهمیت آن به‌درستی درک نشده است). البته واضح است که هم هنرآموز و هم هنرجو باید دارای ویژگی‌ها و ذهنیات مناسب باشند تا آموزش به نحو مطلوب صورت بگیرد. از بعد هنرجو، آشنایی‌های مقدماتی با پیش‌نیازها ضروری است. برای نمونه زمانی که می‌خواهید چگونگی محاسبه حجم و سطح جانبی اجسام را تدریس کنید، متوجه می‌شوید که هنرجوی شما محاسبه مساحت مثلاً چندضلعی‌ها را بلد نیست! در این صورت با استاندارد نبودن هنرجو زمان زیادی را از دست خواهید داد.

بررسی نقشه نمونه (برش) و گفت‌وگو در مورد اندازه‌های آن، کوشش در تبیین مفهوم دقت دارد. در اینجا می‌توان پرسید که کوشش در دقیق‌تر ساختن اندازه‌ها چه پیامدهایی دارد؟ همچنین می‌توان پرسید: چرا ساخت اندازه‌های دقیق‌تر گران‌تر تمام خواهد شد؟ اکنون با نتیجه‌گیری‌های لازم در بخش‌های انجام شده، تولرانس را تعریف خواهید کرد.

فعالیت ۱



در طی این فعالیت هنرجو بایستی صحبت‌های منطقی و درست در مورد اندازه‌ها داشته باشد (در واقع باید با جملات خوب درست، رسا و منظم آنها را ارائه کند) البته هیچ‌گونه سخنان ناقص و نامفهوم قابل قبول نخواهد بود. بحث تولرانس‌ها مبحثی است اساسی، علمی که نیاز به تجزیه و تحلیل‌های زیاد (و بعضاً عمیق) دارد. پس بایستی واژه‌های کلیدی آن با دقت کامل، بررسی شود. ضمن این تعاریف باید از درک مفهوم آنها مطمئن شد.

فعالیت ۲



هدف از آن جا افتادن تعاریف در ذهن می‌باشد. پس باید نهایت دقت را در انجام فعالیت‌ها کشید. البته فعالیت ۲ مطالبی را درخواست کرده است که هنرآموز می‌تواند بر آنها مواردی را بیفزاید. به همین گونه است برای فعالیت شماره ۳.

جدول‌های خواسته شده برای فعالیت ۴ باید با دقت کامل شوند. در اینجا هر فرد باید ابتدا با دانش خود و سپس با مباحثه با هم‌کلاسی‌ها اقدام به تکمیل جدول نماید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه اول

خودارزیابی توسط هنرجو		
مؤلفه های خودارزیابی	خیر	بلی
انواع اندازه را می شناسم.		
توانایی تعریف دقیق تولرانس را دارم.		
می دانم بزرگ ترین اندازه چیست.		
مفهوم کوچک ترین اندازه را می شناسم.		
می توانم با داشتن کوچک ترین و بزرگ ترین اندازه، تولرانس را معین کنم.		
انحرافات بالایی و پایینی را می توانم تعریف کنم.		
فرمول های محاسبه تولرانس را می توانم به کار ببرم.		
مفهوم اندازه کنونی را می دانم.		
می توانم تولرانس را روی نقشه درج نمایم.		
می توانم مفاهیم تولرانس روی نقشه را درک نمایم.		

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۱	مفهوم کوچک‌ترین اندازه را می‌داند.
	۱	مفهوم بزرگ‌ترین اندازه را می‌داند.
	۱	کوچک‌ترین قطر را می‌تواند به‌دست آورد.
	۱	بزرگ‌ترین اندازه را می‌تواند معین کند.
	۲	مفهوم تولرانس‌های درج شده روی نقشه را می‌داند.
	۲	می‌تواند مفاهیم مربوط به اندازه‌های روی نقشه را تشریح کند.
	۱	مفاهیم پایه‌ای را درک کرده است.
	۳	می‌تواند مفاهیم تولرانس را از نقشه استخراج نماید.
	۴	می‌تواند از جدول مربوط به سوراخ اندازه‌ها را استخراج کند.
	۲	می‌تواند از جدول مربوط به میله اندازه‌ها را استخراج کند.
	۲	نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

این ارزشیابی جهت تضمین نمره مستمر هنرجو در هر جلسه است لذا میانگین نمرات تمام جلسات به عنوان نمره مستمر هر پودمان در نظر گرفته شود.

نکته



جلسه دوم

مفهوم کیفیت تولرانس

این جلسه باید با شماره ۱۰ از مفاهیم یعنی «کیفیت تولرانس» شروع شود اما ابتدا طرح درس پیشنهادی:

۱ پیش آزمون (در صورت نیاز)، پرسش و پاسخ در مورد درس گذشته، بررسی کارهای انجام شده.

۲ کیفیت تولرانس / موقعیت تولرانس / میدان تولرانس

۳ تشریح میدان تولرانس (۵ حالت)

۴ انتخاب تولرانس

۵ تشریح جداول

سه مفهوم کیفیت، موقعیت و میدان تولرانس که پیوستگی مفهومی دارند به خوبی در خدمت تفهیم تولرانس و به کارگیری آن در شرایط مناسب است. بنابراین این سه اصطلاح بایستی با دقت تمام بررسی و تشریح شود. از این بحث باید به اهداف زیر برسیم:

الف) نقشی که تولرانس بنابر موقعیت خود نسبت به اندازه نامی بازی می کند (که در نتیجه بر اندازه کنونی تأثیر می گذارد).

ب) چگونه خواهیم توانست از این تنوعات در به دست آوردن نوع انتخاب بهره بگیریم.

پ) تفهیم نهایی و روشنگری آن برای هنرجو.

با بازگشت به «کیفیت تولرانس» فعالیت شماره ۵ را با دقت لازم انجام خواهیم داد. تا اینجا به مفاهیم اولیه، مفهوم تولرانس، اهمیت آن در تولید و میدان تولرانس آشنا شده ایم اینک وقت آن است که با انواع تولرانس و چگونگی انتخاب آن برای ساخت اندازه های مختلف آشنا شویم، بلکه بتوانیم با درستی، مقدار تولرانس را برای هر اندازه انتخاب نماییم.

اکنون اگر یادآوری مختصری درباره اندازه های مؤثر و غیرمؤثر بشود بسیار خوب است.

با این یادآوری به چگونگی انتخاب تولرانس در سه مرحله (با انتخاب خود، از جدول آزاد و از جدول اصلی تولرانس ها) می پردازیم.

الف) ابتدا با توجه به تجربه شخصی و ادراکات خود از مسائل ساخت و تولید، باید بتوانیم برای اندازه های غیرمؤثر، تعیین تولرانس نماییم. قطعاً با نمایش اندازه های غیرمؤثر روی یک قطعه (در کتاب روی خط کش انجام شده) و هم فکری با هنرجویان (که قبلاً لزوم تولرانس را درک کرده اند) می توان به نتایج دلخواه رسید.

ب) مسئله جدول تolerانس های آزاد باید به خوبی تشریح شود، به ویژه که این جدول معمولاً در چهار کیفیت ارائه می شود. در خصوص آن می توان افزود:

۱) اولاً این جدول فقط شامل تolerانس های متقارن است، که در نتیجه تنها شامل میدان تolerانس در حالت سوم خواهد بود (گاهی اندازه کنونی کمتر از اندازه نامی و گاهی بیشتر).

۲) این جدول چهار مرحله دارد که عبارتند از: ظریف، متوسط، خشن و خیلی خشن.

برای انتخاب آنها، نیم‌نگاهی به ابزارهای اندازه‌گیری مرسوم در آن موقعیت صنعتی خواهیم داشت. برای نمونه اگر قطعه در صنایع ظریف ساخته می‌شود، به دلیل دقت بیشتر دستگاه‌ها ابزارهای اندازه‌گیری می‌توان بدون صرف هزینه زیاد از تolerانس‌های ظریف نیز استفاده کرد. پس برای هماهنگی و دقت بیشتر می‌توان از آن استفاده کرد.

به همین ترتیب در ماشین‌سازی سبک می‌توان تolerانس‌های متوسط را به کار برد (که برای آن بهترین خواهد بود) و به همین ترتیب تا آخر.

یادداشت



علت آن که شما معمولاً در جدول نقشه‌ها، برای تolerانس‌های آزاد، مراجعه به استاندارد ISO2768-m (ایزو ۲۷۶۸ مرحله متوسط) را می‌بینید آن است که ماشین‌ابزار که رشته ماست، جزء ماشین‌سازی سبک محسوب می‌شود.

به هر حال چگونگی انتخاب تolerانس از این جدول باید به خوبی تشریح شود و به خصوص برای اعداد حدی (مثلاً انتخاب تolerانس برای ۳۰ یا ۱۲۰). در اینجا می‌توان سؤال‌هایی را مطرح کرد مانند: چرا تolerانس‌ها با افزایش اندازه، اضافه می‌شود؟ توجه به دلایلی که هنرجویان ارائه می‌کنند جالب خواهد بود.

یادداشت



معمولاً تolerانس را جزئی از اندازه می‌گیرند. برای مثال می‌گوییم 10 ± 0.1 که طراح برای اندازه، ۱۰ تolerانس را برابر ۰/۱ در نظر گرفته است. به این ترتیب اگر خواهیم یک اندازه ۱۰۰ میلی‌متری را با همین دقت بسازیم تolerانس آن برابر ۲ میلی‌متر خواهد بود. از طرف دیگر عنوان می‌شود که با افزایش اندازه، خطای مجاز هم افزوده خواهد شد. در اینجا می‌توان افزایش انحرافات شکلی را با توجه به افزایش اندازه هم دخیل دانست. در اعداد جدول تolerانس‌های آزاد هم این نکته‌ها کمابیش رعایت شده است، ولی جدول اصلی تolerانس‌ها دقیقاً قانونمند و طبق فرمول است.

اکنون بایستی درباره جدول تولرانس‌های زاویه بحث شود. اولاً این جدول تنها یک کیفیت را بیان می‌کند. کیفیت متوسط. ثانياً دیده می‌شود که با تغییر طول ضلع کوچک زاویه، مقدار تولرانس تغییر می‌کند (با افزایش ضلع کوچک زاویه، کاهش مقدار تولرانس).

پ) اعداد موجود در این جدول علاوه بر تجربه، به کمک فرمول‌های معین به دست آمده است. در اینجا نیز می‌بینید که با افزایش اندازه، افزایش اندازه تولرانس را هم داریم.

ابتدا تشریح شود که این تولرانس‌ها تنها برای اندازه‌های مؤثر است. آنگاه توضیحاتی در مورد اعداد و واحد آنها، چگونگی افزایش گروه‌های اندازه، اینکه این جدول قسمتی از یک جدول بزرگتر است (که تا ۱۰ هزار ادامه دارد)، کیفیت‌های تولرانس (اعداد بالای جدول) و ... داده شود.

در اینجا نمونه‌هایی از اندازه انتخاب و توسط هنرآموز، با توجه به مرغوبیت تعیین تولرانس شود. آنگاه به دفعات از هنرجویان خواسته شود که با توجه به اندازه و کیفیت تولرانس، مقدار تولرانس را معین نمایند.

فعالیت شماره ۶ در اینجا انجام خواهد شد.

فعالیت عملی شماره ۱ بایستی انجام شود.

هدف از این فعالیت ترسیم یک نقشه با کدهای تولرانس می‌باشد. برای آن:

- ابتدا نقشه با دقت و با اندازه‌های نامی داده شده، ترسیم شود
- سپس بایستی طبق استانداردهای اندازه‌گذاری (تا آنجا که می‌دانیم)، نقشه اندازه‌گذاری شود.
- آنگاه خواسته‌ها با دقت در کنار اندازه‌ها آورده شود.

یادداشت



با توجه به آنکه همه موارد (مانند چگونگی درج تولرانس در کنار اندازه) در نقشه‌های مربوط به متن آمده، و نیز در فعالیت‌ها انجام شده، این نقشه بایستی بدون هیچ‌گونه اشکالی به پایان برسد. در این راستا: راهنمایی‌های هنرآموز و رفع اشکال و کنترل مرتب ترسیمات مفید خواهد بود.

(پیشنهاد می‌شود که در جلسه بعد، نقشه با رعایت خواسته‌ها روی تابلو ترسیم شود تا همه بتوانند نقشه‌های خود را رفع اشکال نمایند و از توضیحات دوباره بهره بگیرند).

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه دوم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه‌های خودارزیابی
		مفهوم کیفیت تولرانس را می‌دانم.
		مفهوم موقعیت تولرانس را می‌دانم.
		مفهوم میدان تولرانس را می‌دانم.
		مفهوم موقعیت‌های تولرانس را نسبت به اندازه نامی، می‌دانم.
		با توجه به اندازه نامی و تولرانس، می‌توانم میدان‌های تولرانس را تعیین نمایم.
		مفهوم تولرانس آزاد را می‌دانم.
		با جدول تولرانس‌های آزاد و مراحل آن آشنایی دارم.
		می‌توانم از جدول تولرانس آزاد، مقدار تولرانس را استخراج نمایم.
		مفاهیم موجود در جدول تولرانس زاویه را می‌دانم.
		می‌توانم تولرانس را از جدول اصلی تولرانس‌ها استخراج کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه های ارزشیابی
	۱	مفهوم کیفیت تولرانس را می داند.
	۱	مفهوم موقعیت تولرانس را می داند.
	۱	مفهوم میدان تولرانس را می داند.
	۱	مفهوم موقعیت های تولرانس را نسبت به اندازه نامی، می داند.
	۳	می تواند با داشتن اندازه نامی و مقدار تولرانس، موقعیت های تولرانس را معین کند.
	۱	با مفهوم تولرانس آزاد آشنا است.
	۱	می تواند تولرانس آزاد را از جدول مربوطه استخراج کند.
	۲	با جدول تولرانس های اصلی آشنا است.
	۴	می تواند در مورد اجزای موجود در جدول تولرانس اصلی گفتگو نماید.
	۳	می تواند اطلاعات لازم را از جدول تولرانس های ایزو استخراج کند.
	۲	نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

مفهوم کیفیت تولرانس – جدول اصلی انطباق

نکته



هنرآموز محترم شایسته است ابتدا مطالب این درس با دقت مطالعه شود و الزامات آموزشی آن معین گردد. این درس و به‌ویژه در این پودمان، به هیچ عنوان روخوانی و کنفرانس درست نیست. این پودمان باید توسط کسی ارائه شود که دانش و پیگیری لازم را داشته باشد.

اکنون پس از آشنایی با تولرانس و به‌دست آوردن آگاهی‌های مقدماتی می‌توان به مبحث مهمی در ساخت و تولید یعنی انطباقات پرداخت. ابتدا یک طرح درس پیشنهادی را بررسی کنیم.

- ۱ پرسش و پاسخ در مورد مباحث درس گذشته (در صورت لزوم پیش‌آزمون)
- ۲ آماده کردن وسایل کمک آموزشی (انواع قطعات برای نمایش انواع انطباق)
- ۳ فیلم، پوستر (در صورت نیاز)
- ۴ تعریف انطباق
- ۵ تفهیم انواع انطباق و کاربرد آنها

ابتدا با تعریف انطباق (خوراندن، تداخل) درس را شروع کنید، به‌گونه‌ای ساده «هرگونه ورود میله در سوراخ و زبانه در شکاف را انطباق گویند».

پرسش



- ۱ آیا تداخل میله در سوراخ (یا زبانه در شکاف) همیشه با یک‌گونه لقی یا سفتی انجام می‌شود؟
- ۲ آیا می‌توانید چندگونه از حالات ورود میله در سوراخ را مثال بزنید؟

اکنون پس از دریافت جواب‌ها و تا حدودی دسته‌بندی آنها می‌توانید با نشان دادن انواع میله و سوراخ و زبانه و شکاف و نمایش گونه‌های مختلف از لقی، مسئله انطباق یا تداخل را کاملاً تشریح نمایید و از درک آنها به‌گونه‌ای قانع‌کننده، مطمئن شوید.

پرسش



- ۱ آیا می‌توان این درهم‌رفتن‌ها یا انطباقات را دسته‌بندی کرد؟
- ۲ در این صورت آنها را به چند دسته می‌توانید تقسیم کنید؟

پس از دریافت پاسخ‌ها و دسته‌بندی تقریبی آنها، سه اصطلاح کلیدی: بازی‌دار، روان (عموری) و فشاری (پرسی) را دقیقاً تبیین نمایید. اینک باید با مسئله ساخت قطعات، مطلب را ادامه داد، به این معنا که پرسیده شود: آیا برای به‌دست‌آوردن انطباقات گوناگون و مقرون‌به‌صرفه می‌توان تولید را قانونمند کرد؟ پس از دریافت نظرات هنرجویان بایستی مسئله «دستگاه‌های مینا» را دقیقاً مورد بررسی قرار داد.

نکته



هنرآموز محترم، هرگونه تلاش شما در این برهه از زمان آموزش، خطی است که در نگرش آینده و انجام کار هنرجو، تأثیرگذاری ماندگار دارد.

توضیح کامل و رسا در این مورد که ساخت سوراخ‌ها با حداکثر دقت (طبق آنچه که تولید مقرون‌به‌صرفه را توجیه کند) می‌تواند سیستم (یا دستگاه) سوراخ مینا را به‌وجود آورد. پس می‌توان با تغییر اندازه میله، به ایده‌آل‌های انطباقی در تولید رسید. بر همین منوال سیستم میله مینا (که در آن میله با حداکثر دقت ساخته می‌شود) می‌تواند، موجد انواع انطباق مطابق با درخواست‌های تولید باشد. بنابراین در این روش می‌توان با تغییرات اندازه سوراخ به خواسته‌های انطباقی رسید. یادآوری این نکته که: صنایع سنگین «میله مینا» را می‌پذیرد و صنایع سبک با روش «سوراخ مینا» سازگاری بهتری دارد، ضروری است. اکنون این سؤال به‌جاست:

■ چرا صنایع سنگین و صنایع سبک چنین می‌کنند؟

پس از آنکه پاسخ‌ها دریافت شد، گفته می‌شود که: نظر به اینکه ساخت میله‌های بزرگ، کاری است دشوار و همچنین ساخت سوراخ‌های کوچک امری است مشکل، در صنایع سنگین ابتدا میله‌ها را آماده می‌کنند و در صنایع سبک (البته به کمک مته و برقو) سوراخ‌های کوچک را با دقت می‌سازند و سپس به ترتیب با تغییرات روی سوراخ و میله، انطباق‌های مورد نظر را به‌دست می‌آورند.

اینک با ارائه جدول‌های انطباق (هم برای سوراخ با حروف بزرگ و هم برای میله با حروف کوچک) که به ترتیب از بازی‌دار شروع (از حرف a یا A) و به فشاری سنگین (با ZC و ZC) پایان می‌یابند، انواع انطباق را تشریح و تبیین نمایید. توضیح داده شود که مراحل بازی‌دار خود دارای ۱۰ مرحله (از خیلی بازی‌دار تا بازی کم) است. یادآوری شود که این مراحل را به‌جز با حروف، به هیچ عنوان با کلمات نمی‌توان مشخص و معین کرد.

نکته



مراحل A, B, C, D, E, F و G به‌طور معمول برای همه اندازه‌ها و مراحل CD, EF و FG (و همین‌طور برای میله‌ها) در محدوده‌های خاصی کاربرد دارند.

در مرحله H (مبنا) کوشش می‌شود که محدوده، اندازه نامی باشد. پنج مرحله برای حالت عبوری و از خود P و بعد از آن (تا ۱۲ مرحله) به فشاری اختصاص دارد. در این صورت یک سوراخ برای نمونه می‌تواند در ۲۸ مرحله (خیلی بازی‌دار، یعنی بزرگتر از اندازه نامی، تا خیلی فشاری، یعنی کوچکتر از اندازه نامی) ساخته شود. چرا؟ برای آنکه بتوان مراحل بی‌شماری از انطباقات را به‌دست آورد (تغییرات میله را هم در نظر بگیرید) پس باید در ارتباط با تغییرات انطباقات، با زبانی ساده به آنها بحث کرد.

حال فعالیت ۷ را با دقت انجام دهید و از نتیجه‌گیری مطلوب مطمئن شوید.

نکته



بدیهی است که بدون ایجاد انگیزه‌های لازم در امر آموزش این درس، نمی‌توان به نتایج دلخواه رسید. اگر علاقه و توجه کافی نباشد، تدریس یا عدم آن، یکسان است!

جدول اصلی انطباق

برای رسیدن به مفاهیم جدول، مسئله‌ای نمونه مطرح شده است. این پرسش باید کاملاً و با دقت تشریح شود. پس از آن جدول اصلی انطباق بررسی می‌شود. جدول اول برای میله‌ها است. پس از توضیح راجع به جدول‌ها (A, B, ... برای سوراخ و a, b, ... برای میله) باید فعالیت شماره ۸ با دقت انجام پذیرد. البته توضیحات کامل از ابتدا تا آخر توسط هنرآموز انجام شود و سپس به‌صورت کامل (دوباره) توسط هنرجو انجام شود. اینکه هنرجو، مراحل را دوباره روی همان $\phi 40H7/n6$ و یا عبارت دیگری چون $\phi 52H6/n5$ انجام دهد (یا هر دو) با هنرآموز خواهد بود. پس از عبور از این فعالیت، فعالیت عملی شماره ۳ بایستی انجام پذیرد. در این فعالیت ۳ مورد از انطباق داده شده است، هنرجو باید هر سه را خودش انجام دهد. با صلاحدید شما ممکن است، تمرین اول را با مشورت دوستان و شما، تمرین دوم تنها به کمک دوستان و مشورت با آنها انجام شود، اما تمرین سوم، اجرایی مستقل و به‌طور کامل توسط هنرجو خواهد بود.

یادداشت



ممکن است با توجه به شرایط کلاس، تمرینات بیشتری توسط شما داده شود که در منزل انجام پذیرد. باید دانست که تکیه ما بیش از آنکه انجام استانداردها به طور دقیق در نقشه‌ها باشد، معطوف بر درک مفاهیم اساسی است.

یادآوری



آوردن جداول بزرگ انطباقات که بر پایه‌ای تجربی و علمی تنظیم شده‌اند بیشتر به خاطر چگونگی انتخاب و مقدار انتخاب انطباق توسط طراح است، اما هنرآموز با صلاحدید خود می‌تواند مطالبی را درباره آن بیان نماید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه سوم

خودارزیابی توسط هنرجو		
مؤلفه‌های خودارزیابی	خیر	بلی
می‌توانم انطباق را تعریف کنم.		
می‌توانم انواع انطباق را در سه حالت کلی نام ببرم.		
مفاهیم اجزای بیست و هشت‌گانه جدول انطباقی میله را می‌دانم.		
مفاهیم اجزای بیست و هشت‌گانه جدول انطباقی سوراخ را می‌دانم.		
می‌توانم کدهای مربوط به بازی داری، روان بودن و فشاری را تشخیص دهم.		
با مفاهیم موجود در جدول انطباقات میله آشنا هستم.		
با مفاهیم موجود در جدول انطباقات سوراخ آشنا هستم.		
می‌توانم اطلاعات را از جدول انطباقات سوراخ میله کنم.		
می‌توانم اطلاعات را از جدول انطباقات سوراخ استخراج کنم.		
فعالیت‌های مربوط به نقشه‌ها را می‌توانم انجام دهم.		

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۱	می‌تواند انطباق را تعریف کند.
	۱	می‌تواند انواع انطباق را در سه حالت کلی نام ببرد.
	۱	می‌تواند مفاهیم موجود در جداول بیست و هشت‌گانه را بیان کند.
	۲	مفهوم کدهای مربوط به انطباق را می‌داند.
	۲	با مفاهیم موجود در جدول انطباقات میله آشنا است.
	۲	می‌تواند اطلاعات را از جدول انطباقی استخراج کند.
	۲	مفاهیم علائم انطباقی موجود در نقشه را درک می‌کند.
	۲	می‌تواند اطلاعات انطباقی را در نقشه وارد کند.
	۱	می‌تواند با مراجعه به جداول اطلاعات لازم و تکمیلی را به‌دست آورد.
	۴	فعالیت‌های نقشه‌ای مربوط به این جلسه را انجام داده است.
	۲	نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

مفهوم کیفیت تولرانس – جدول اصلی انطباق

مانند گذشته، جلسه با پرسش و پاسخ در مورد درس گذشته شروع خواهد شد. نقشه‌های مربوط به منزل بررسی می‌شود. یک پیشنهاد آن است که برای استفاده بهینه از وقت، هنرآموز قبل از ورود هنرجویان، نقشه داده شده در منزل را دقیقاً روی تابلو ترسیم نماید، آنگاه با استفاده از این نقشه آمده و با توضیحات روی نکات مهم، هم درس گذشته را مرور نماید و هم هنرجویان از درستی کار خود اطمینان حاصل کنند. به این ترتیب آنها می‌توانند اشکالات خود را نیز تصحیح نمایند. البته ممکن است نقشه درست را به کمک ویدئو پروژکتور هم معرفی کرد. پس از آن ارزشیابی کارها انجام خواهد شد.

اما طرح درس پیشنهادی:

۱ وسایل کمک آموزشی و قطعات لازم (احتمالاً ممکن است پیش آزمونی هم پیش‌بینی شده باشد).

۲ فیلم، اسلاید، پوستر، جدول و ...

۳ چگونگی انتخاب نوع انطباق در مورد طراحی و محاسبه

در شروع مطلب می‌توان پرسش زیر را مطرح نمود:

■ چگونه می‌توان در مکانیزم‌های گوناگون، نوع انطباق را معین کرد؟

مسلماً پاسخ‌های هنرجویان از طرفی شامل نکاتی جالب است و از سوی دیگر برای آمادگی ذهنی پذیرش آنچه که هنرآموز خواهد گفت مفید می‌باشد.

در ادامه سه شکل که سه نمونه از انطباق را نمایش می‌دهد، مطرح شده است. در مورد هر یک توضیح کافی (و با یاری گرفتن از فیلم و پوستر و قطعات موجود) داده خواهد شد. هدف از این سه شکل و سه مورد در حقیقت یادآوری و بررسی تعیین چرایی انواع تداخل است. در اینجا گفته می‌شود که منابع تعیین نوع انطباق (به‌گونه‌ای مناسب و با عملکردی تضمین شده، برای مدت طولانی) عبارتند از:

■ تجربه طراح

■ وظیفه قطعات در مجموعه

■ جدول‌های انطباقی حاصل از تجارب صنعتی، محاسبات و گزارشات صنعتی طی سده‌های گذشته.

البته جدولی ضمیمه است که بخشی است از جداول کامل‌تر. این جدول فقط برای آگاهی از وجود چنین جداولی داده شده است، اما در صورت نیاز از کتب مربوطه جداول کامل‌تر معرفی شود (یا به صورت پوستر). حال اگر هنرآموز نیم‌نگاهی به فعالیت شماره ۸ داشته باشد، خواهد دید که انجام این کار در کارگاه‌ها و در موارد

گوناگون ۳ ایراد عمده خواهد داشت:

۱ اشتباه در هنگام استفاده از جداول

۲ نیاز به آمادگی ذهنی و توانایی محاسبات به نحو مطلوب

۳ احتمال ایجاد خسارت‌ها و مسائل دیگر

به این ترتیب است که استاندارد جدول‌های فرعی بسیاری (حدود ۴۰ جدول) و بسیاری از نمودارها را از انتخابات متداول‌تر، به صورت تشریحی آماده کرده است. با آنچه که در این جدول‌ها و نمودارها هست، دیگر نیازی به مراجعه به جداول اصلی نیست، بلکه هر نوع انطباق معمول در صنعت، در آنها تشریح شده است. نگاه به این جدول‌ها چند موضوع مفید را دنبال دارد:

۱ متوجه می‌شویم که در صنعت از چه نوع انطباقاتی استفاده می‌شود.

۲ متوجه می‌شویم که بسیاری از انطباقات، اصولاً قابل توجه اقتصادی نیستند.

(که در نتیجه مورد کاربردی نخواهند داشت مانند A۲/zb۶)

۳ چگونه صنعت توانسته است با فشرده کردن محدوده‌های انطباقی، نظم بهتری را ایجاد نماید. نمونه‌ای از جدول تشریحی داده شده است (با توضیح مربوطه).

یادداشت



مجموعه انطباقاتی که می‌توان با امکانات موجود، پدید آورد بی‌نهایت خواهد بود. دقت کنید: ۲۰ کیفیت برای تولرانس، ۲۸ مرحله برای سوراخ و ۲۸ مرحله برای میله، تنوع عظیمی را به وجود خواهند آورد که عمدتاً قابل استفاده نیستند.

انجام فعالیت ۱۰ در این زمان خواهد بود.

دو فعالیت عملی ۴ و ۵ هم انجام خواهد شد (ممکن است یکی در کلاس و یکی در خانه).

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه چهارم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه‌های خودارزیابی
		با جدول انواع انطباق آشنا هستم.
		با جدول‌های انطباقی تفسیر شده آشنا هستم.
		می‌توانم اطلاعات را از جدول‌های انطباقی تفسیر شده به‌دست آورم.
		فعالیت‌های عملی مربوط به اندازه‌های انطباقی را انجام می‌دهم.
		مفهوم نیاز به سیستم‌های مبنا را می‌دانم.
		سیستم‌های مبنا در کار فنی را می‌دانم.
		مزایای سیستم‌های مبنا را تشخیص می‌دهم.
		مفاهیم موجود در نقشه‌ها را درک می‌کنم.
		مزایای استفاده از جدول‌های تفسیر شده را می‌دانم.
		چگونگی تعیین انطباق را می‌دانم.

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۱	با جدول انواع انطباق آشنا است.
	۱	با جدول‌های انطباقی تفسیر شده آشنا است.
	۳	می‌تواند اطلاعات را از جدول‌های انطباقی تفسیر شده به دست آورد.
	۵	فعالیت‌های عملی مربوط به اندازه‌های انطباقی را انجام می‌دهد.
	۱	مفهوم نیاز به سیستم‌های مبنا را درک می‌کند.
	۲	سیستم‌های مبنا را می‌شناسد.
	۱	مزایای سیستم‌های مبنا را درک می‌کند.
	۱	مفاهیم موجود در نقشه‌ها را با توجه به کدها درک می‌کند.
	۱	مزایای به‌کارگیری جدول را در انطباقات می‌داند.
	۲	می‌تواند نوع انطباق را تعیین کند.
	۲	نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

مفهوم کیفیت تولرانس – جدول اصلی انطباق

این جلسه مجلس آینده اختصاص به تولرانس‌های هندسی دارد. پیش از انجام هرگونه بحثی پیرامون آن، بهتر است که یک پیش‌آزمون انجام شود که طی آن زیربنای هندسی ذهنی هنرجویان مورد بررسی قرار گیرد. برای نمونه:

مثلت چیست؟ مستطیل کدام است؟ و مربع چگونه شکلی است؟

اینکه هنرجو سه شکل بالا تشخیص دهد تا آنکه ویژگی‌های آنها را بداند تفاوت بسیار دارد. به‌هرحال با سه وسیله نمونه (خط‌کش، گونیا و صفحه مقایسه) توضیح شروع شده است که این وسایل بسیار آشنا هستند. یک طرح درس پیشنهادی را ببینید:

- 1 پرسش‌هایی برای پیش‌آزمون
 - 2 آماده کردن وسایل لازم (خط‌کش گونیا و ...)
 - 3 پوستر، فیلم، جدول و ... در صورت نیاز
 - 4 تبیین مفهوم شکل هندسی
 - 5 بیان تولرانس هندسی
 - 6 نقش تولرانس هندسی در ساخت
 - 7 ارائه مفاهیم پایه
- کار را در این مرحله با پیش‌آزمون شروع کنید. برای نمونه:
- 1 مثلث چیست؟ چه ویژگی‌هایی دارد؟
 - 2 مستطیل کدام است؟ دقت آن در چیست؟
 - 3 ویژگی‌های یک مربع چیست؟
 - 4 چگونه می‌توان دقت شکلی یک قطعه مربعی را بررسی کرد؟
 - 5 برای آنکه یک چارچوب در، از دقت شکلی کافی برخوردار باشد، توجه به چه نکته‌های لازم است؟
- دریافت‌ها از گفته‌های هنرجویان، ما را تا حدودی در چگونگی ارائه گفتمانمان راهنمایی خواهد کرد.

می‌دانیم تولرانس‌های هندسی را با GD&T معرفی می‌کنند که به مفهوم «اندازه‌گذاری و تولرانس‌گذاری هندسی» است، اما به‌دلایل گوناگون، از جمله تعبیرات مختلف و بعضاً نارسا در مفاهیم (در اروپا و آمریکا و در محافل صنعتی دیگر)، نارسا بودن برخی از کدگذاری‌ها، همچنین نیازها برای بیان دقیق‌تر مسایل ساخت، استاندارد ISO را بر آن داشت تا استاندارد نوین G.P.S. را ارائه کند. طی این استاندارد «مشخصه‌دهی هندسی محصول» مطرح شده است. البته بیان

مفاهیم پایه تغییر نکرده است اما مفاهیم تازه‌ای برای آنها داده شده است. در جدول نشانه‌ها تغییرات زیادی داده شده است. البته هدف ما تنها آشنایی هنرجو با نشانه‌ها و علائم هندسی است. در آن حد که هنگام رویارویی با آنها، بتواند درک مفهوم داشته باشد.

ضمناً یادآوری این نکته جای بحث دارد که سازنده ممکن است، هیچ وقت با این علائم روبه‌رو نشود (به‌ویژه در تولید انبوه، در سیستم‌های کارخانه‌ای بزرگ). سازنده ممکن است حتی بدون درک مفهوم آنها هم کار خود را به‌خوبی انجام دهد. به همین دلیل است که تأکیدات دقیق و حتمی مانند مبحث قبل را در اینجا نداریم.

تعریف



تولرانس هندسی، میزان انحراف از شکل هندسی را معین می‌کند.

پس از بحث روی نمونه‌های شکل (a, b, c, d و e) به این یادداشت می‌رسیم: «برای رسیدن به نتایج مورد نظر، مدیریت تولید بایستی شرایط و مواردی را معین کند و آماده نماید که سازندگان بتوانند به دقت‌های لازم برسند.» مفهوم این جملات آن است که زمینه‌های آنچه که برای رسیدن به تولرانس‌های هندسی مناسب ضروری است، در ابتدا توسط مدیران تولید و برنامه‌ریزان، پیش‌بینی و آماده خواهد شد. پس کارگر نقش چندانی در رسیدن به آنها (تولرانس‌های هندسی مورد تقاضا) نخواهد داشت.

اکنون می‌توان به معرفی نشانه‌ها پرداخت. مشخص است که اطلاعات دقیق و کامل در مورد جزئیات جدول نشانه‌ها، نیاز به آگاهی‌های بیشتری دارد، اما توضیح مختصری در هر مورد کافی خواهد بود. به‌ویژه تأکید روی تقسیم‌بندی تولرانس‌های هندسی به فرم، موقعیت و وضعیت و لنگی مفید است.

فعالیت شماره ۱۱ نیازمند یک تجزیه و تحلیل مفید است که با مراجعه به شکل پیشین (شکل ۳۵) انجام خواهد پذیرفت. در اینجا تمام عیوب احتمالی در تولید قطعات، توسط هنرجویان، با مساعدت فکری هنرآموز، بررسی خواهد شد. اگر نتایج کلاسه شود، خیلی مفید خواهد بود.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه پنجم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه‌های خودارزیابی
		نیاز به تولرانس‌های هندسی را در ساخت درک می‌کنم.
		می‌توانم تولرانس هندسی را تعریف کنم.
		می‌دانم که هر قطعه دقیقاً باید طبق خواسته‌های کارفرما تولید شود.
		می‌دانم که برای انحرافات هندسی بایستی کدهایی در نظر گرفت.
		با جدول نشانه‌های مربوط به تولرانس‌های هندسی آشنا هستم.
		با مفاهیم نشانه‌های تولرانس‌های هندسی آشنا هستم.
		با چگونگی نشان دادن تولرانس‌های هندسی در نقشه آشنایی دارم.
		می‌توانم تولرانس‌های فرم را روی نقشه به کار ببرم.
		می‌توانم تولرانس‌های جهت و موقعیت را روی نقشه به کار ببرم.
		می‌توانم تولرانس‌های لنگی را روی نقشه به کار ببرم.

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۱	نیاز به تولرانس‌های هندسی را در ساخت تشخیص می‌دهد.
	۱	می‌تواند تولرانس هندسی را تعریف کند.
	۱	می‌تواند تشخیص دهد که عدم انطباق دقیق نقشه با قطعه، کار بیپه‌ده‌ای است.
	۱	لزوم وجود علائم و نشانه‌ها را برای تولرانس هندسی تشخیص می‌دهد.
	۱	با عناصر موجود در جدول نشانه‌ها آشنا است.
	۱	مفاهیم نشانه‌های مربوط به تولرانس هندسی را می‌داند.
	۲	مفهوم علائم تولرانس‌های هندسی را در نقشه توضیح می‌دهد.
	۲	انواع تولرانس‌های هندسی را نام می‌برد.
	۴	می‌تواند مقادیر اندازه قطعات را از روی نقشه با توجه به علائم تولرانسی برای کنترل کیفیت استخراج کند.
	۴	می‌تواند علائم را رسم کند.
	۲	نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

مفهوم کیفیت تولرانس – جدول اصلی انطباق

در این جلسه هدف بررسی چگونگی کاربرد نشانه‌ها در نقشه است. چون هدف کلی آن است که هنرجو تا حدودی با چگونگی علائم و مفاهیم آنها در نقشه آشنا شود، با آوردن چند نمونه نقشه و توضیح در مورد آنها، این امر انجام پذیرفته است. بنابراین طرح درس ما تنها شامل بررسی نقشه‌ها خواهد بود، اما برای رسیدن به این مقصد به گونه‌ای مطلوب:

- باید کارهای انجام شده قبلی با دقت بررسی شود.
 - با پرسش‌ها و دریافت پاسخ‌ها، از جا افتادن مفاهیم مورد نظر پیشین اطمینان حاصل شود.
 - احتمالاً با توضیحات تکمیلی به تشریح نقشه‌ها پردازیم.
- نقشه‌ها ساده و روان انتخاب شده‌اند و این بدان علت است که برداشت از نقشه‌های شلوغ کاهش خواهد داشت.

نکته



درک مطلب به‌درستی، ولو آنکه اندک باشد، بهتر از دریافت مطالب زیاد ولی مغشوش و پراهمام است.

بنابراین:

حجم آموزش مهم نیست، بلکه این عمق آموزش می‌باشد که مهم است.

در شکل اول (۳۶) مفاهیمی مانند دایره‌ای بودن، مینا، هم‌محوری و استوانه‌ای بودن مورد توجه است.

فعالیت عملی شماره ۶ هم با استفاده از راهنمایی‌های هنرآموز انجام خواهد شد. همان‌گونه که اشاره شد بهتر است فعالیت عملی ۶ انجام شود و بعد از آن به توضیحات در مورد بدنه گیره پرداخت.

در بدنه گیره به مواردی چون توازی، تعامد، تخت بودن پرداخته شده است. ضمن آنکه توجه بیشتری به میناها داشته‌ایم. بدیهی است تا آنجا که هنرجویان پرسش می‌کنند باید پاسخ‌های لازم را دریافت نمایند.

اکنون پس از انجام فعالیت عملی شماره ۷ باید به ادامه پست راجع به قطعه دم‌چلچله پرداخت. در این قطعه مواردی چون زاویه داشتن، اندازه تئوری، مستقیم و ... مورد توجه است.

پس از آن قطعه یاتاقان بررسی خواهد شد که در آن تقارن نیز مورد توجه قرار گرفته است.

حال فعالیت عملی شماره ۸ را می‌توان مستقلاً انجام داد (اجرای مستقل توسط هنرجو).

یادداشت

ممکن است فعالیت ۸ و همچنین نقشه‌های مربوط به بدنه و دم‌چلچله را برای منزل در نظر بگیرید.



به‌هرحال اگر به اهداف زیر از این مبحث رسیده باشیم، کارمان کامل شده است:

- ۱ درک مفهوم تولرانس هندسی
- ۲ آشنایی با علائم نشانه‌های تولرانس هندسی
- ۳ آشنایی با این علائم روی نقشه
- ۴ انجام نقشه‌های مقدماتی این متن در حد قابل قبول
- ۵ توانایی بیان این موارد به صورت شفاهی قابل قبول و گزارش ارزشیابی نهایی پودمان.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه ششم

خودارزیابی توسط هنرجو		
مؤلفه‌های خودارزیابی	خیر	بلی
مفهوم علائم موجود در نقشه را تشخیص می‌دهم.		
می‌توانم انحرافات مربوط به قطعات را تشخیص دهم.		
می‌توانم نیازهای هندسی قطعات ساده را مشخص کنم.		
می‌توانم نیاز قطعه به تولرانس فرم را تشخیص دهم.		
می‌توانم نیاز قطعه را در تولرانس موقعیت بگویم.		
می‌توانم نیاز به تولرانس‌گذاری لنگی را برای قطعه تشخیص دهم.		
می‌توانم تولرانس‌های موجود در نقشه را بخوانم.		
می‌توانم تولرانس‌های فرم را در نقشه نمایش دهم.		
می‌توانم تولرانس‌های موقعیت در نقشه را نمایش دهم.		
می‌توانم تولرانس لنگی را روی نقشه مشخص کنم.		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
مفهوم علائم موجود در نقشه را تشخیص می‌دهد.	۲	
می‌تواند انحرافات مربوط به قطعات را مشخص کند.	۲	
می‌تواند نیازهای هندسی قطعات ساده را مشخص کند.	۲	
می‌تواند نیاز قطعه به تولرانس فرم را تشخیص دهد.	۱	
می‌تواند نیاز قطعه را در تولرانس موقعیت بگوید.	۱	
می‌تواند نیاز به تولرانس گذاری لنگی را تشخیص دهد.	۱	
می‌تواند مفاهیم تولرانس‌های هندسی موجود در نقشه را بیان کند.	۲	
می‌تواند نوع تولرانس موجود در نقشه را تشخیص دهد (از نظر فرم، موقعیت و لنگی).	۲	
می‌تواند علائم تولرانس هندسی را در نقشه به کار برد.	۲	
نقشه‌های دارای تولرانس هندسی را تکمیل می‌کند.	۳	
نمره خودارزیابی هنرجو	۲	
جمع	۲۰	