

# DFMA و PFMA

در مهندسی ساخت قطعات مکانیکی



در دنیای مهندسی ساخت قطعات مکانیکی، انتخاب روش مناسب برای بهینه‌سازی طراحی و فرآیند تولید از اهمیت بالایی برخوردار است. دو روش پرکاربرد در این زمینه DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) و PFMA (Process Failure Mode and Effects Analysis) هستند. در این مقاله، تفاوت این دو رویکرد، مزایا و معایب آن‌ها و همچنین کاربردهایشان در صنایع مختلف را بررسی می‌کنیم.

## DFMA چیست؟

DFMA ترکیبی از دو مفهوم DFM (Design for Manufacturing) و DFA (Design for Assembly) است که هدف آن ساده‌سازی طراحی قطعات به‌گونه‌ای است که تولید و مونتاژ آن‌ها با کمترین هزینه و بیشترین بازده انجام شود.



## مزایای DFMA:

۱. کاهش هزینه‌های تولید: بهینه‌سازی طراحی برای کاهش تعداد قطعات و فرآیندهای موردنیاز.
۲. کاهش زمان مونتاژ: طراحی قطعات به‌گونه‌ای که نیاز به پیچیدگی‌های اضافی در مونتاژ کاهش یابد.
۳. بهبود کیفیت: کاهش احتمال خطای انسانی و افزایش دقت در تولید.
۴. افزایش بهره‌وری: تسهیل فرآیند ساخت و مونتاژ، منجر به استفاده بهینه از نیروی کار و تجهیزات می‌شود.

## معایب DFMA:

- نیاز به صرف زمان و هزینه اولیه برای بازطراحی قطعات.
- احتمال کاهش انعطاف‌پذیری در طراحی در برخی از کاربردهای خاص.

## مثال واقعی:

یک شرکت تولیدکننده پمپ‌های صنعتی تصمیم گرفت تا طراحی پروانه و پوسته پمپ را بر اساس اصول DFMA بهینه کند. در نسخه اولیه، مونتاژ پروانه و شفت نیازمند چندین



مرحله تراشکاری و جوشکاری پیچیده بود که باعث افزایش هزینه و زمان تولید می‌شد. با استفاده از DFMA، طراحی جدید به‌گونه‌ای تغییر کرد که پروانه از یک قطعه ریخته‌گری شده و با حداقل نیاز به ماشین‌کاری ساخته شود. این تغییر باعث کاهش ۲۵٪ هزینه تولید و ۳۰٪ کاهش در زمان مونتاژ شد.

## PFMA چیست؟

PFMA یا تجزیه و تحلیل حالات خرابی و اثرات فرآیند، روشی سیستماتیک برای شناسایی، تحلیل و کاهش ریسک‌های بالقوه در فرآیندهای تولید است. این روش کمک می‌کند تا مشکلات قبل از وقوع شناسایی و رفع شوند.

### مزایای PFMA:

۱. شناسایی و پیشگیری از خرابی‌ها: کمک به کاهش نرخ ضایعات و هزینه‌های بازکاری.
۲. افزایش قابلیت اطمینان: بهبود کیفیت و کاهش احتمال خرابی محصول در حین استفاده.

۳. افزایش ایمنی: شناسایی و رفع مشکلاتی که

می‌توانند منجر به حوادث صنعتی شوند.

۴. بهینه‌سازی فرآیندهای تولید: افزایش کارایی خط تولید

با حذف گلوگاه‌ها و منابع بالقوه مشکل‌ساز.

معایب: PFMA

• نیاز به زمان و تخصص برای اجرای دقیق این روش.

• پیچیدگی در ارزیابی تمامی حالات خرابی ممکن.

مثال واقعی:

یک شرکت مهندسی در حال تولید پمپ‌های فشارقوی برای صنایع نفت و پتروشیمی بود. در یکی از مراحل تولید، فرآیند جوشکاری پوسته پمپ با مشکلاتی نظیر ترک‌های حرارتی و نفوذ ناقص مواجه شد که منجر به افزایش خرابی محصولات نهایی می‌شد. با استفاده از PFMA، تیم مهندسی علت‌های مختلف از جمله ترکیب مواد جوش، سرعت جوشکاری و الگوی حرارتی را بررسی کرده و با تغییر در فرآیند جوشکاری، میزان خرابی قطعات را تا ۷۰٪ کاهش دادند.



## تفاوت‌های کلیدی بین DFMA و PFMA

ویژگی	DFMA	PFMA
هدف	ساده‌سازی طراحی برای کاهش هزینه‌های تولید و مونتاژ	شناسایی و کاهش ریسک‌های بالقوه در فرآیند تولید
تمرکز	بهینه‌سازی طراحی محصول	بهینه‌سازی فرآیند تولید
مزیت اصلی	کاهش پیچیدگی طراحی و هزینه‌های تولید	بهبود کیفیت و کاهش خرابی‌ها
حوزه کاربرد	صنایع خودروسازی، هوافضا، لوازم الکترونیکی	تولید انبوه، صنایع پزشکی، قطعات حساس

### کاربردهای هر روش در صنعت

#### کاربرد: DFMA

- در طراحی پروانه‌های پمپ‌های صنعتی، که نیاز به کاهش وزن و افزایش راندمان دارند.
- در تولید قطعات مکانیکی برای سیستم‌های انتقال سیال، جایی که کاهش پیچیدگی مونتاژ باعث کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.



- در طراحی یاتاقان‌های مورد استفاده در پمپ‌ها، به‌منظور کاهش قطعات متحرک و افزایش عمر مفید.

## کاربرد: PFMA

- در فرآیند تست‌های فشار برای پوسته‌های پمپ، جهت شناسایی و رفع نقاط ضعف قبل از استفاده در محیط‌های عملیاتی.
- در فرآیند ماشین‌کاری قطعات حساس مانند شفت‌های پمپ، برای جلوگیری از خطاهای ابعادی که می‌توانند منجر به کاهش عمر مفید شوند.
- در فرآیند آب‌بندی و مونتاژ پمپ‌ها، به‌منظور جلوگیری از نشتی و افزایش قابلیت اطمینان در شرایط کاری سخت.



## جمع‌بندی

هر دو روش DFMA و PFMA در بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی نقش کلیدی دارند اما از زوایای متفاوتی به مسئله نگاه می‌کنند. DFMA بر ساده‌سازی طراحی تمرکز دارد تا هزینه‌ها و پیچیدگی مونتاژ کاهش یابد، در حالی که PFMA بر شناسایی ریسک‌های فرآیند تولید و کاهش خطاها تأکید می‌کند. بسته به نوع صنعت و محصول، ترکیب این دو روش می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت و بهبود بهره‌وری شود.

در نهایت، شرکت‌های مهندسی ساخت قطعات خاص مکانیکی مانند پمپ‌های صنعتی می‌توانند با بهره‌گیری از این دو رویکرد، مزیت رقابتی خود را افزایش داده و تولیدی کارآمدتر و باکیفیت‌تر داشته باشند.

تهیه و تدوین : تیم مهندسی و فروش فربد صنعت ایرانیان

۱۴۰۳

