



پودمان ۴

محاسبات در تولید



واحد یادگیری ۴

محاسبات در تولید

مقدمه

دانستن هزینه ای که برای تولید یک محصول صرف می شود بسیار مهم است زیرا این محاسبات هستند که قیمت محصول نهایی و سود شما را مشخص می کنند و ضامن بقای مجموعه تولیدی در بازار رقابتی است. هزینه های تولید شامل هزینه های متنوعی مانند نیروی کار، مواد خام، مواد مصرفی، منابع تولیدی و هزینه سربار است. علاوه بر این، موارد دیگری مانند مالیات یا حق امتیاز نیز در هزینه های تولید در نظر گرفته می شود.

آیا تا به حال پی برده اید؟

- قیمت محصولات صنایع فلزی چگونه تعیین می شود؟
- چه عواملی روی قیمت محصول تأثیر دارند؟
- هزینه تمام شده یک محصول چه میزان می باشد؟
- دانستن علم محاسبات چه کمکی در هزینه تمام شده محصول می کند؟
- سود تولیدکننده چه میزان می باشد؟

هدف از این شایستگی آشنایی هنرجو با محاسبات در تولید، عوامل مؤثر بر هزینه ساخت محصول شامل نیروی انسانی، مواد اولیه، مواد مصرفی، تولید، تجهیزات، حمل و نقل و تشخیص گردش کار ساخت محصولات می باشد. به کمک محاسبات تولید قیمت تمام شده محصول تعیین می شود و با توجه به این قیمت، می توان میزان سود را تعیین نمود و یا از ضرر و زیان احتمالی آگاه شد.

اهمیت محاسبات هزینه در تولید

میزان سود یک مجموعه تولیدی چه نقشی در رشد آن مجموعه دارد؟
چه روش هایی برای بررسی میزان سود تولید یک محصول وجود دارد؟
داشتن اطلاعات فنی در مورد تولید یک محصول به چه میزان می تواند در سوددهی آن تأثیرگذار باشد؟

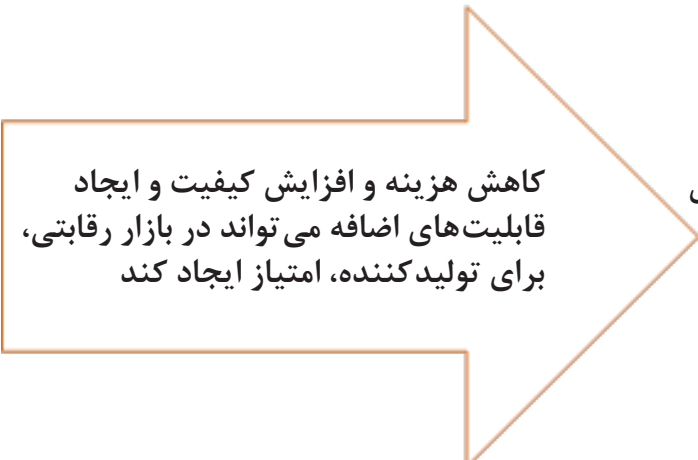


شکل ۱

مقایسه کارگاه های تولیدی کوچک و بزرگ

ویژگی کارگاه های تولیدی کوچک

- کوچک بودن کارگاه های تولیدی
 - تولید اغلب به روش دستی
 - حجم پایین تولید
 - تضمین سفارش
 - عدم رقابتی بودن بازار
 - تنوع کم محصولات
- شرایط تولید یک محصول و تعیین میزان سود،
بیشتر تحت کنترل اشخاص تولید کننده بود.



کاهش هزینه و افزایش کیفیت و ایجاد
قابلیت‌های اضافه می‌تواند در بازار رقابتی،
برای تولیدکننده، امتیاز ایجاد کند

- پیشرفت فناوری
- بزرگ‌تر شدن مجموعه‌های تولیدی
- رقابت زیاد در بازار
- تنوع در کیفیت و قیمت محصولات

در کارگاه‌های کوچک تولیدکننده می‌تواند محصولات خود را ساده‌تر عرضه کند، ولی در کارگاه‌ها و شرکت‌های بزرگ صنعتی فروش محصول تابع شرایط زیادی از جمله رقابت، زیبایی، عرضه، تقاضا و کیفیت است.

- کیفیت و قیمت بسیار وابسته به یکدیگر می‌باشند.
برای رسیدن به کیفیت مطلوب همراه با قیمت مناسب، باید الزامات زیر را رعایت نمود:
- ۱- افزایش دانش فنی
 - ۲- استفاده از فناوری‌های پیشرفته
 - ۳- انتخاب بهینه مواد
 - ۴- انتخاب روش‌های تولید مناسب

حتماً باید قبل از شروع یک فعالیت تولیدی به این موضوع توجه شود که میزان سرمایه لازم برای راه اندازی یک کارگاه صنعتی کوچک یا یک مجموعه تولیدی بزرگ و هزینه‌های لازم برای تولید یک محصول، محاسبه و ارزیابی شود تا بتوان تصمیم درستی گرفت. به طور مثال ممکن است پس از محاسبات انجام شده در تولید یک محصول به این نتیجه برسیم که از لحاظ اقتصادی توجیه نخواهد داشت، پس یا باید از تولید آن صرف نظر کرد یا اینکه بتوان با استفاده از روش‌های مشخص، هزینه تمام شده محصول را کاهش داد، یا قابلیتی به محصول اضافه کرد که جذابیت آن برای مشتری بیشتر کند تا بتوان محصول را به قیمت بالاتری عرضه نمود. برای محاسبه هزینه تولید یک محصول، ابتدا باید عوامل تعیین‌کننده در ساخت آن را معین نمود، که شامل موارد زیر می‌باشد:



به‌طور کلی محاسبه برخی هزینه‌ها مانند مواد اولیه به سادگی و با تفکیک نقشه‌ها و یک بررسی ساده در بازار قابل محاسبه می‌باشد ولی برخی دیگر مانند هزینه‌های جوشکاری نیاز به محاسبه دقیق‌تر دارند.



با توجه به جدول ۱ بحث کنید که برای محاسبه هزینه تولید مصنوعات فلزی نیاز به چه اطلاعاتی می باشد؟

جدول ۱

روش های محاسبه هزینه تولید	↑
آشنایی با روش های مونتاژ و جوشکاری	
شناخت تجهیزات و فناوری های نوین	
شناخت روش های تولید	
شناخت مواد، خواص و کاربرد آنها	

مثال:

به نظر شما یک خط جوش گوشه به طول ۱۵۰ متر و بعد ۶ میلی متر چقدر هزینه دارد؟

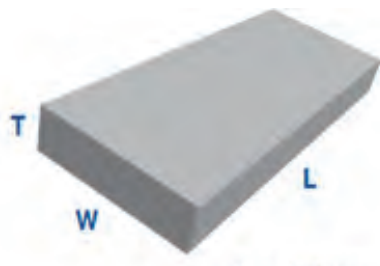
جدول ۲

جوشکار سوم	جوشکار دوم	جوشکار اول
<p>■ از WPS پیروی نکرده و با شدت جریان ۱۸۰ آمپر جوشکاری کرده است.</p> <p>■ یک جوش گوشه با ۴mm بیشتر از نیاز (بعد کل جوش ۱۰mm می‌باشد) و ۱۲kg مصرف بیشتر فلز پایه.</p> <p>■ ۲۴ ساعت نیروی انسانی بیشتر برای این کار استفاده شده است.</p>	<p>■ از WPS پیروی نکرده و با شدت جریان ۲۲۵ آمپر جوشکاری کرده است.</p> <p>■ یک جوش گوشه با ۲mm بیشتر از نیاز (بعد کل جوش ۸mm می‌باشد) و ۸kg مصرف بیشتر فلز پایه.</p> <p>■ ۱۶ ساعت نیروی انسانی بیشتر برای این کار استفاده شده است.</p>	<p>■ مطابق WPS و با شدت جریان ۲۵۰ آمپر جوشکاری کرده است.</p> <p>■ یک جوش گوشه با بعد ۶mm و رسوب ۲۲kg از فلز پر کننده ایجاد کرده است.</p> <p>■ ۸ ساعت نیروی انسانی برای انجام این کار استفاده شده است.</p>
هزینه تمام شده: ۱/۷۰۰/۰۰۰ تومان	هزینه تمام شده: ۱/۲۰۰/۰۰۰ تومان	هزینه تمام شده: ۷۵۰/۰۰۰ تومان

برآورد مواد اولیه

در اکثر مصنوعات فلزی سنگین برای بدست آوردن هزینه مواد اولیه می‌توان با محاسبه جرم و استعلام قیمت برآورد مواد اولیه را انجام داد، به‌طور مثال برای محاسبه جرم نمونه صفحه بعد، ابتدا محصول را به شکل‌های استاندارد تفکیک کرده و سپس با محاسبه حجم و داشتن چگالی ماده اولیه، جرم آن را محاسبه می‌کنیم.

فرمول محاسبه وزن ورق‌های فولادی



$$M = L \times W \times T \times D$$

M = جرم

L = طول ورق

W = عرض

T = ضخامت

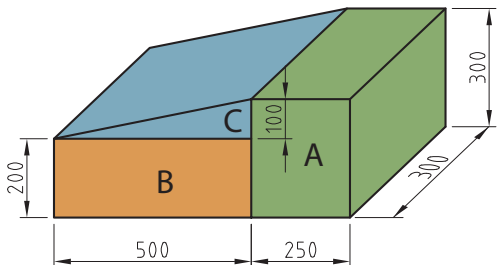
D = چگالی

شکل ۲



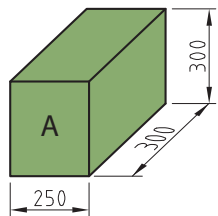
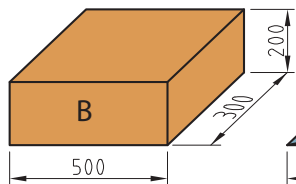
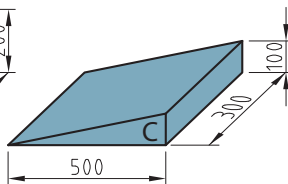
چگالی آهن در شرایط استاندارد عدد ۷/۸۶ گرم بر سانتی متر مکعب تعریف شده است.

مثال: جرم قطعه زیر را که از جنس فولاد ساخته شده است محاسبه کنید؟



راه حل:

ابتدا قطعات را به سه بخش A و B و C تقسیم می کنیم.

عرض X طول → مساحت سطح	عرض X طول	عرض X طول ۲
$300 \times 250 = 75000 \text{ mm}^2$	$500 \times 200 = 100000 \text{ mm}^2$	$\frac{500 \times 100}{2} = 25000 \text{ mm}^2$
ضخامت X مساحت سطح → حجم	ضخامت X مساحت سطح	ضخامت X مساحت سطح
$75 \times 0,3 = 22,5 \text{ m}^3$	$100 \times 0,3 = 30 \text{ m}^3$	$100 \times 0,3 = 7,5 \text{ m}^3$

حجم کل → $\text{حجم A} + \text{حجم B} + \text{حجم C} \rightarrow 22,5 + 30 + 7,5 = 60 \text{ m}^3$

وزن کل قطعه → $\text{چگالی} \times \text{حجم کل قطعات} \rightarrow 60 \times 7,86 = 471,1 \text{ Kg}$

شکل ۳



■ به نظر شما برای محاسبه مواد اولیه قطعه صفحه قبل محاسبه جرم خام محصول کافی می باشد؟

■ آیا تعیین جرم مواد اولیه معیار مناسبی برای ارزیابی می باشد؟

محاسبه جرم نیم ساخته های فلزی نورد شده

برای محاسبه جرم نیم ساخته فلزی نورد شده (تیر آهن، نبشی، قوطی، سپری) می توان با مراجعه به جداول رایج (اشتال) به سادگی جرم را محاسبه نمود.

جدول ۳

جرم		ابعاد و رواداری ها بر حسب میلی متر										نمره تیرآهن I-2
رواداری %		جرم یک متر Kg	شعاع انحنای گوشه ها r	ضخامت بال		ضخامت جان		عرض بال		ارتفاع		
بسته یا محموله	شاخه			رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی	
±۴	±۶	۱۰/۴	۷	±۱	۶/۳	±۰/۵	۴/۴	±۲	۶۴	±۲	۱۲۰	۱۲
		۱۲/۹	۷		۶/۹		۴/۷		۷۳		۱۴۰	۱۴
		۱۵/۸	۹		۷/۴		۵/۱	+۳	۸۲	+۳	۱۶۰	۱۶
		۱۸/۸	۹		۸/۱		۵/۳	-۲	۹۱	-۲	۱۸۰	۱۸
		۲۲/۴	۱۲	±۱/۵	۸/۵	±۰/۷۵	۵/۶		۱۰۰		۲۰۰	۲۰
		۲۶/۲	۱۲		۹/۲		۵/۹		۱۱۰		۲۲۰	۲۲
		۳۰/۷	۱۵		۹/۸		۶/۲		۱۲۰	±۳	۲۴۰	۲۴
		۳۶/۱	۱۵		۱۰/۲		۶/۶	±۳	۱۳۵		۲۷۰	۲۷
		۴۲/۲	۱۵	±۲	۱۰/۷	±۱	۷/۱		۱۵۰		۳۰۰	۳۰

مثال

برای ساخت یک سازه فلزی، به ۵ شاخه تیر آهن ۱۶ و ۳ شاخه تیر آهن ۱۴ نیاز می باشد.
جرم مورد نیاز را محاسبه نمایید.

جرم یک متر تیر آهن ۱۶ برابر است با ۱۵/۸ Kg

جرم یک شاخه تیر آهن ۱۶

جرم ۵ شاخه ۱۶:

$$۱۲ \times ۱۵/۸ = ۱۸۹/۶ \text{ kg}$$

$$۵ \times ۱۸۹/۶ = ۹۴۸ \text{ kg}$$

جرم یک متر تیر آهن ۱۴ برابر است با ۱۲/۹ Kg

جرم یک شاخه تیر آهن ۱۴

جرم ۳ شاخه ۱۴:

$$۱۲/۹ \times ۱۲ = ۱۵۴/۸ \text{ kg}$$

$$۱۵۴/۸ \times ۳ = ۴۷۵/۲ \text{ kg}$$

$$۴۷۵/۲ + ۹۴۸ = ۱۴۲۳/۲ \text{ kg}$$

جرم کل تیر آهن مورد نیاز :

نکته

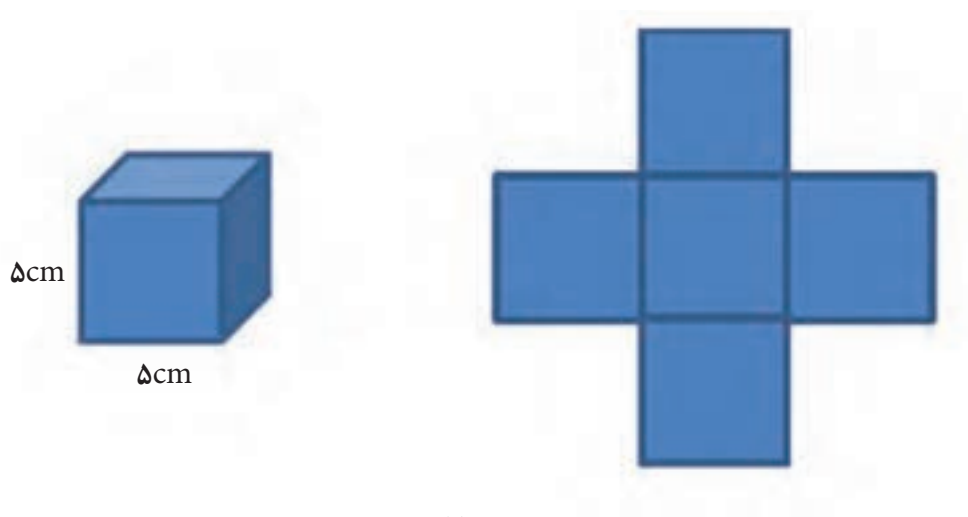


به طور معمول تیرآهن و میلگرد، در طول‌های استاندارد ۱۲ متری، و پروفیل‌هایی مانند قوطی، ناودانی، نبشی و سپری در طول‌های ۶ متری تولید می‌شوند.

برآورد مواد اولیه در یک محصول ساخته شده از ورق:

۱- نقشه گسترده ورق ترسیم شود.

ضخامت قطعه ۲ میلی متر و فرایند ساخت جوشکاری در نظر گرفته شود.



شکل ۴

مساحت ورق مورد نیاز برای سفارش ساخت قطعه بالا را محاسبه کنید.

فعالیت
کلاسی



نکته



در این نوع محاسبات باید فرایندهای ساخت در نظر گرفته شود، مثلاً اگر در ساخت محصول از پیچک استفاده می‌شود باید در محاسبات لحاظ شود.

جرم یا واحد مورد نیاز برای سفارش و ساخت تعیین و محاسبه شود. (کیلوگرم، متر مربع، عدد)

نکته



اشتباه رایجی که معمولاً در محاسبه مواد اولیه رخ می دهد این است که محاسبه بر اساس میزان مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت محصول انجام می شود، در صورتی که ابتدا باید ابعاد استاندارد مواد خام موجود در بازار بررسی شود، سپس این ابعاد با نقشه محصول مطابقت داده شود و میزان دور ریز مواد نیز از همان ابتدا در محاسبات در نظر گرفته شود. چه بسا در تولید انبوه یک محصول میزان دور ریز و ابعاد استاندارد ورق های موجود در بازار، عامل تعیین کننده ای در ابعاد نهایی محصول می باشد. به طور معمول ضایعات فلزی پس از جمع آوری به کارخانه های بازیافت ضایعات فروخته می شوند و قیمت آن ها بر اساس نوع، جنس، ضخامت، ابعاد و سایر پارامترها می تواند از ۱۰ تا حدود ۸۰ درصد قیمت مواد اولیه خام باشد.

تحقیق



■ در مورد دلیل دامنه زیاد قیمت بازیافت مواد اولیه در بازار تحقیق کنید.

یکی دیگر از راه های بدست آوردن جرم مواد اولیه استفاده از جداول می باشد.

جدول ۴

ردیف	طول (میلیمتر)	عرض (میلیمتر)	ضخامت (میلیمتر)	وزن (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۳۰	۵
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۴۰	۶
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۵۰	۸
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۱۶
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۶	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸

جدول ۵: برخی ابعاد استاندارد و جرم ورق سیاه رایج در ایران

ردیف	طول (میلی متر)	عرض (میلی متر)	ضخامت (میلی متر)	جرم (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۴	۶۴
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵	۸۰
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۶	۹۶
۶	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۸	۵۷۶
۷	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰	۷۲۰
۸	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۲	۸۶۴
۹	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵	۱۰۸۰
۱۰	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰	۱۴۴۰

برای شناخت و اطلاع از جنس ورق به پودمان انتخاب مواد مراجعه شود.
قیمت مواد اولیه را بدست آوریم.

معمولاً با مراجعه به بازارهای مختلف و همچنین شرکت‌های سازنده مواد اولیه و سایت‌های اینترنتی این شرکت‌ها می‌توان برآورد قیمت مواد اولیه را انجام داد.

با استفاده از روش‌های ذکر شده در کتاب مدیریت تولید، از چندین مرجع مختلف، قیمت واحد آلومینیم و فولاد را بدست آورید.

تمرین



جدول ۶

ردیف	جنس ماده خام	مرجع ۱	مرجع ۲	مرجع ۳
۱	قیمت آلومینیم (کیلوگرم)			
۲	قیمت فولاد (کیلوگرم)			



جرم ورق مورد نیاز برای سفارش ساخت قطعه صفحه ۱۶۲ را یک بار با فرض اینکه از ورق سیاه برای ساخت استفاده شده و یک بار با فرض اینکه از آلومینیم در ساخت استفاده شده است، محاسبه نموده و جدول زیر را تکمیل کنید.

جدول ۷

ردیف	موضوع	برای فولاد	برای آلومینیم
۱	مساحت ورق مورد نیاز برای سفارش		
۲	جرم ورق مورد نیاز برای سفارش		
۳	مساحت ورق مورد نیاز برای ساخت		
۴	جرم ورق مورد نیاز برای ساخت		
۵	میزان ضایعات		
۶	هزینه مورد نیاز برای خرید مواد اولیه		
۷	هزینه ضایعات		

بر آورد مواد مصرفی جوش

در این مورد ابتدا میزان مواد مصرف شده و سپس قیمت واحد آن را بدست آورید، مثلاً برای الکتروود، سیم جوش باید میزان جرم مصرف شده و قیمت واحد آن را بدست آورید. برای محاسبه هزینه الکتروود و سیم جوش باید به پارامترهای زیر توجه نمود:

- میزان ذوب الکتروود
- نرخ رسوب
- بازده رسوب
- فرایندهای جوشکاری (SMAW – GMAW – GTAW – FCAW)
- طرح اتصال

نرخ یا میزان ذوب الکتروود

جرم الکتروود ذوب شده در واحد زمان می باشد که با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$MR = \frac{(l_1 - l_2)d}{t}$$

l_1 : طول اولیه الکتروود

l_2 : طول الکتروود باقیمانده پس از جوشکاری

d : جرم واحد طول هسته الکتروود

t : زمان روشن بودن قوس

M, R : نرخ ذوب الکتروود

نرخ رسوب

مقدار فلز رسوب داده شده از فلز پرکننده به فلز پایه در واحد زمان را گویند. واحد آن پوند یا کیلوگرم بر ساعت می باشد. (lbs/hr or kg/hr).

$$DR = \frac{M_2 - M_1}{t}$$

M_1 : جرم قطعه قبل از جوشکاری

M_2 : جرم قطعه بعد از جوشکاری

DR : نرخ رسوب

- ۱: این زمان مربوط به مدت زمان روشن بودن قوس می باشد، یعنی زمان تعویض الکتروود یا تمیز کاری در این زمان لحاظ نمی شود.
- ۲: نرخ رسوب به طور مستقیم با شدت جریان جوشکاری ارتباط دارد.
- ۳: در مولدهای جریان ثابت مانند SMAW با افزایش جریان، نرخ رسوب افزایش می یابد و در مولدهای ولتاژ ثابت مانند GMAW با افزایش سرعت سیم، نرخ رسوب افزایش می یابد.

نکته



SMAW

شکل ۶



SAW

شکل ۵

تأثیر نوع فرایند در نرخ رسوب

راندمان رسوب

رابطه بین جرم فلز جوش رسوب داده شده با میزان فلز پرکننده مصرف شده می باشد که معمولاً با درصد بیان می شود.

راندمان رسوب، درصدی از فلز پرکننده است که به رسوب جوش تبدیل می شود این پارامتر برای فرایندهای مختلف متفاوت است مثلاً در SMAW حدود ۷۵-۵۵ درصد و در GMAW حدود ۹۷-۹۰ درصد است. این پارامتر وابسته به عواملی مانند دورریز انتهای الکترود، تبخیر الکترود در قوس، تشکیل سرباره و پاشش است.

$$\eta = \frac{DR}{MR} \times 100$$

وقتی با الکترود روکش دار جوشکاری می کنید، بخشی از آن به عنوان سرباره، پاشش، گاز، دود و ته الکترود هدر می رود.

نکته

مقدار الکترودی که در روش جوشکاری با الکترود دستی به عنوان دور ریز در نظر گرفته می شود را Stub loss (ته الکترود) می گویند.

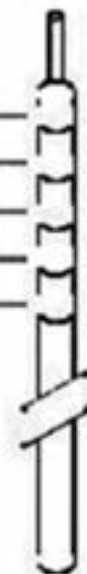


Stub Loss **			
کلاس الکترود	میانگین بازده	طول ته الکترود	5/32" 6010 % Deposit
E6010	63.8%		
E6011	68.5%		
E6012	66.9%	2"	63.8%
E6013	66.8%	3"	58.5%
E7014	64.6%	4"	53.2%
E7016	62.8%	5"	47.9%
E7018	69.5%	6"	42.6%
E6020	65.2%		
E7024	66.8%		
E7027	68.6%		

* Includes 2" Stub Loss

اتلاف فلز پرکننده به دلیل سرباره، پاشش و بخار

$$\text{راندمان رسوب} = \frac{\text{جرم فلز جوش رسوب داده شده}}{\text{میزان فلز پرکننده مصرف شده}}$$



بازده الکترود و ته الکترود

شکل ۷

جدول ۸: راندمان رسوب براساس میزان باقی مانده الکتروود

طول الکتروود (cm)	بازده رسوب	۵cm ته الکتروود	۷cm ته الکتروود	۱۰cm ته الکتروود	۱۲cm ته الکتروود
30	60%	50%	45%	40%	35%
	65%	54.2%	48.7%	43.3%	37.9%
	70%	58.3%	52.5%	46.6%	40.8%
35	60%	51.4%	47.1%	42.8%	38.5%
	65%	55.7%	51.1%	46.4%	41.8%
	70%	60%	55%	50%	45%
45	60%	53.3%	50%	46.6%	43.3%
	65%	57.7%	54.2%	50.5%	46.9%
	70%	62.2%	58.3%	54.4%	50.5%

راندمان رسوب یک الکتروود ۳۵ سانتی متری با stub loss ۵ سانتی متر، چند درصد است؟

تمرین



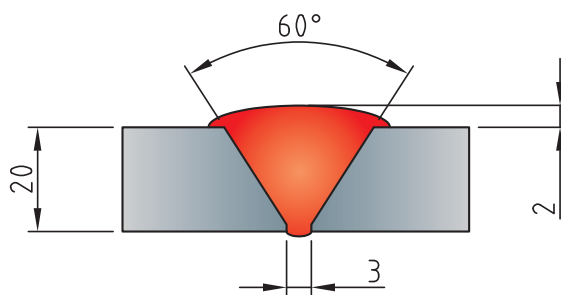
یکی دیگر از روش های محاسبه میزان نرخ رسوب، استفاده از جداول مرتبط با هر فرایند می باشد.

جدول ۹: نرخ رسوب فرایند الکتروود دستی با متغیرات آن

قطر الکتروود (mm)	جریان (آمپر)	ولتاژ (ولت)	نرخ رسوب (kg/h)
2/5	70-110	20-30	0.612-0.793
3/25	110-140	20-30	1.04-1.22
4	140-200	20-30	1.2-1.95
5	200-300	20-30	2.17-2.54

حجم و جرم جوش

برای تعیین مقدار جرم جوش می‌توان ابتدا مساحت سطح مقطع جوش را محاسبه نمود و سپس آن را در طول جوش و چگالی فلز پرکننده ضرب نمود.
مثال: حجم و جرم جوش را برای نمونه زیر محاسبه نمایید.



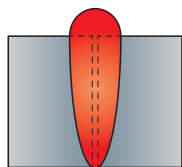
شکل ۸

■ بررسی کنید آماده سازی طرح های اتصالی که در زیر آمده است، چه تأثیری در مقدار فلز جوش دارد؟

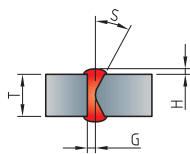
تحقیق



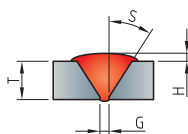
Square Bevel



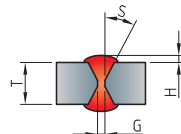
K Bevel



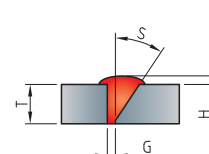
Single V



Double V



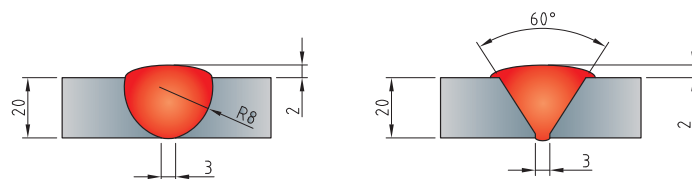
Single Bevel



شکل ۹

برای اتصالات داده شده میزان فلز جوش مورد نیاز را محاسبه نموده و با هم مقایسه کنید.
برای کدام طرح اتصال فلز جوش بیشتری مورد نیاز است؟

کار کلاسی



شکل ۱۰

به نظر شما برای محاسبه میزان الکتروود مورد نیاز برای جوشکاری یک اتصال، صرفاً محاسبه مقدار جوش مطابق مثال بالا کافی می‌باشد؟ چرا؟

کار کلاسی



هزینه جوش

علاوه بر مواد مصرفی، هزینه نیروی انسانی نیز در تعیین قیمت تمام شده جوشکاری پارامتر مهمی می باشد. برای تعیین هزینه جوش باید به سه بخش توجه داشت که هر کدام از آنها دارای پارامترهای خاص خود می باشند.

- ۱- زمان روشن بودن قوس
- ۲- زمان تلف شده بدون قوس
- ۳- فلز پرکننده

هزینه زمان روشن بودن قوس + هزینه زمان خاموش بودن قوس + هزینه فلز پرکننده = هزینه جوش

زمان روشن بودن قوس

برای زمان روشن بودن قوس باید به نکات زیر توجه داشت
مقدار فلز جوش
میزان نرخ رسوب جوش
محاسبه زمان مورد نیاز برای جوشکاری

زمان خاموش بودن قوس

این عامل به پارامترهای مختلفی مانند تمیز کاری بین پاسی، زمان مورد نیاز برای تعویض الکترود، زمان تغییر موقعیت جوشکار، زمان آماده سازی اتصال، زمان مونتاژ و خال زدن قطعه کار، بستگی دارد.

با توجه به فاکتورهای ذکر شده زیر و جدول مربوط به راندمان فرایندها جدول پایانی را تکمیل کنید.

کار کلاسی



جدول ۱۰

زمان آماده سازی اتصال	زمان جوشکاری	زمان تعمیرات مورد نیاز
زمان تعویض الکترود (در صورت نیاز)	زمان بازرسی	زمان تغییر متغیرات دستگاه
زمان خال بندی و مونتاژ	زمان پرت کارگر	
زمان پیش گرما (در صورت نیاز)	زمان تغییر موقعیت	
زمان برداشتن سرباره و جرقه پاشش (در صورت نیاز)	زمان آماده سازی مواد اولیه (تمیز کاری، سندبلاست)	

جدول ۱۱

فرایندهای جوشکاری قوسی	راندمان فرایند
MMA (SMAW)	۱۵-۳۰
TIG (GTAW)	۲۵-۴۰
Mechanized TIG	۸۰-۹۰
MIG/MAG (GMAW)	۳۰-۴۵
Mechanized MIG/MAG	۸۰-۹۰
Sub Arc (SAW)	۸۰-۹۵
FCAW	۲۵-۴۵
Mechanized FCAW	۷۰-۸۵
MCAW	۳۰-۴۵

جدول را تکمیل کنید.

نام فرایند	دلایل بالا بودن راندمان	دلایل پایین بودن راندمان
SMAW		
GTAW		
Mechanized TIG		
Mechanized MIG/MAG		
FCAW		
Sub Arc (SAW)		

نحوه محاسبه گاز مصرفی در فرایندهای جوشکاری

در فرایندهای قوسی که محافظت به وسیله گاز انجام می شود، علاوه بر میزان سیم جوش مصرفی، حجم گاز و قیمت آن نیز در هزینه جوشکاری باید لحاظ شود. برای این کار می توان با توجه به قطر سیم جوش، ولتاژ، سرعت سیم و سایر پارامترهای هر فرایند، حجم گاز مصرفی مورد نیاز را محاسبه نموده و با توجه به حجم کپسول های استاندارد موجود در بازار و استعلام قیمت گاز، هزینه را بدست آورد.

نکته



به طور مثال می توان زمان روشن بودن قوس را اندازه گرفت و میزان دبی گاز را که بر حسب لیتر بر دقیقه می باشد تعیین نمود و براساس حجم کپسول های گاز (۶۰۰۰ لیتر) قیمت گاز مصرفی را محاسبه نمود.

پارامترهای مؤثر در محاسبه هزینه تمام شده محصول

۱- شناسایی مراحل و فرایندهای مورد نیاز برای تولید محصول

پس از شناسایی این فرایندها می توانید هزینه های مرتبط با ساخت آن را نیز بدست آورید. برای مثال می توان در مورد محصولات ساخته شده از ورق، زمان و هزینه مورد نیاز برای برشکاری، فرم دهی، جوشکاری و سایر پارامترها را محاسبه نمود. معمولی ترین بخش در محاسبات هزینه تولید یک محصول این مطلب می باشد که بتوان مراحل ساخت و فرایندهای مورد نیاز برای تولید یک محصول را شناسایی کرد.

نکته



پس از تفکیک این مراحل می توان تصمیم گیری کرد که تمام آن مراحل را خودمان انجام دهیم یا بخشی از آن را از خدمات سایرین استفاده کنیم، مثلاً طراحی را توسط تیم دیگری انجام داد و ساخت را خودمان انجام دهیم.

۲- هزینه نیروی انسانی

با بدست آوردن زمان مورد نیاز برای انجام هر مرحله و میزان دستمزد، می توان هزینه این بخش را محاسبه نمود.

نکته



اشتباه رایجی که به طور معمول در محاسبه این بخش اتفاق می افتد این است که صرفاً میزان نفر ساعتی که در ساخت محصول استفاده می شود در محاسبات لحاظ می شود در صورتی که معمولاً بر اساس نوع قرارداد می تواند عوامل دیگری مانند بیمه، عیدی، سنوات، هزینه ایاب ذهاب، هزینه اسکان و بسیاری هزینه های قانونی دیگر به آن اضافه شود.

سؤال



آیا می توانید موارد دیگری علاوه بر موارد فوق، به عنوان هزینه تأثیر گذار در بهای تمام شده محصول اضافه کنید؟

۳- هزینه‌های قانونی و سربار و محاسبه سود



علاوه بر این هزینه‌ها، ممکن است مواردی به عنوان بیمه، مالیات، مالیات بر ارزش افزوده یا سایر موارد که در قرارداد ذکر شده باشد، یا حتی بدون ذکر آن در قرارداد، مطابق قانون، پرداخت آن به عهده تولیدکننده باشد نیز، در محاسبه قیمت تمام شده تأثیرگذار باشد. پس از محاسبه یا پیش‌بینی بهای تمام شده یک محصول می‌توان با توجه به شرایط و نیاز بازار و همچنین قیمت رقابتی محصول، درصدی از هزینه تمام شده محصول را به عنوان سود به قیمت تمام شده اضافه نمود. (مثلاً ۲۰ درصد)

بحث کلاسی



به نظر شما موارد ذکر شده در جدول ذیل چه تأثیری می‌تواند در فروش و سود بیشتر ما نسبت به رقبا داشته باشد.

جدول ۱۲

۱	هزینه تمام شده بالاتر نسبت به رقبا
۲	کیفیت بالاتر محصول
۳	ایجاد آپشن بیشتر محصول نسبت به محصولات مشابه
۴	تمرکز روی تولید یک محصول
۵	برون سپاری بخشی از فعالیت‌هایی که تجهیزات مناسب تولید آن در مجموعه نمی‌باشد

روش‌های محاسبه هزینه تولید

این کار می‌تواند به دو روش انجام شود:

۱- به تفکیک فرایندهای اجرایی (برشکاری، جوشکاری، رنگ‌کاری).

هزینه برشکاری

هزینه ماشین‌کاری

هزینه مونتاژکاری

هزینه خم‌کاری

هزینه جوشکاری

هزینه رنگ‌کاری

یعنی هزینه هر فرایند جداگانه محاسبه شده، در نهایت با هم جمع می‌شوند و هزینه‌های سربار و نیروی انسانی هر بخش در همان بخش آورده می‌شود.

۲- به تفکیک هزینه مواد اولیه، مصرفی، دستمزد نیروی انسانی و سربار

مواد اولیه

مواد مصرفی

هزینه نیروی انسانی

هزینه سربار و بیمه و...

سود

■ به نظر شما برای محاسبه هزینه تمام شده یک محصول ثابت با تیراژ بالا، کدام روش مناسب‌تر و اجرایی‌تر می‌باشد چرا؟

بحث کلاسی



هر چقدر بتوانیم تفکیک فرایندهای مورد نیاز برای تولید یک محصول را بیشتر کنیم، دقت ما برای محاسبه هزینه بیشتر می‌باشد

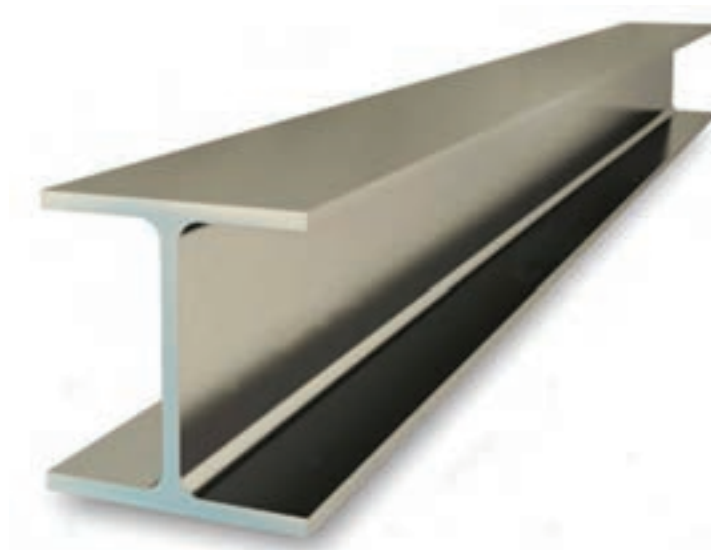
نکته



محاسبه هزینه تولید

مثال:

هزینه مورد نیاز برای تولید یک تیر ورق ۶ متری مطابق تصویر زیر را محاسبه نمایید.



شکل ۱۱

ابتدا گردش کار ساخت محصول صفحه قبل را به شکل زیر آماده می‌کنیم:



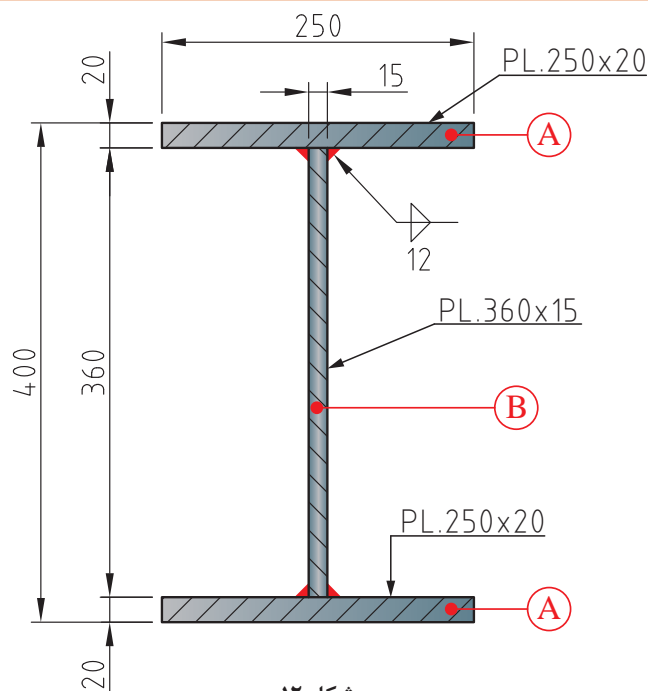
پس از آماده شدن این نمودار گردش کار می‌توان با توجه به یکی از دو روش ذکر شده به هر ردیف، زمان و هزینه اختصاص داد.
برای مثال:

طراحی و نقشه‌کشی

طراحی و نقشه‌کشی این محصول با نرم افزارهای رایج مانند Autocad و Tekla struture حدود یک ساعت زمان نیاز دارد. فرض می‌کنیم میزان حقوق متخصص این نرم‌افزار ۱۲۰۰۰۰ تومان در یک روز (۸ ساعت) کاری می‌باشد. در نتیجه ۱۵/۰۰۰ تومان، هزینه این بخش می‌شود.



باید توجه داشت ممکن است در برخی فرایندها محاسبه دستمزد براساس روش صفحه قبل قابل محاسبه نباشد، مثلاً در همین بخش برخی متخصصان این طور درخواست می کنند که حتی اگر طراحی این محصول یک ساعت زمان نیاز داشته باشد، برای دستمزد حداقل یک روز کاری را باید پرداخت کنید. (این گونه موارد حتماً در برآوردهای قبل از تولید باید بررسی و مشخص شود)



شکل ۱۲

انجام محاسبات اولیه و خرید مواد

محاسبه مقدار مواد اولیه مورد نیاز:

برای محاسبه مقدار مواد مورد نیاز
محصول فوق را به سه بخش مجزا تقسیم می کنیم و جرم هر کدام را مجزا محاسبه می کنیم. (طول را تبدیل به سانتی متر می کنیم.)

 $600 \times 25 \times 2$

A

 $600 \times 36 \times 1/5$

B

 $600 \times 25 \times 2$

A

حجم \times چگالی = جرم

$$\text{چگالی آهن} = 7/85 \text{ gr/cm}^3 = 0/00785 \text{ kg/cm}^3$$

جرم قطعه A:

$$600 \times 25 \times 2 \times (0/00785) = 235/5 \text{ kg}$$

چون دو قطعه است

$$235/5 \times 2 = 471 \text{ kg}$$

جرم قطعه B:

$$600 \times 36 \times 1/5 \times (0/00785) = 254 \text{ kg}$$

جرم کل قطعه:

$$471 + 254 = 725 \text{ kg}$$

خرید مواد اولیه

برای خرید مواد اولیه می‌توان با دانستن پارامترهای مورد نیاز برای سفارش‌گذاری مانند جنس، جرم، ابعاد، تعداد و استعلام از بازارهای مرتبط، تصمیم‌گیری کرد.

جدول ۱۳

۳۲۰۰ تومان	قیمت هر کیلو ورق سیاه (استعلام از بازار آهن)
۷۱۵ کیلوگرم	مقدار مورد نیاز
۲۲۸۰۰۰۰ تومان	قیمت کل

علاوه بر قیمت مواد خام به موارد ذیل نیز باید توجه شود.

جدول ۱۴

ردیف	فعالیت	قیمت
۱	هزینه خرید مواد	۲۲۸۸۰۰۰
۲	هزینه حمل	۳۰۰۰۰
۳	دستمزد یا کارمزد نیروی انسانی برای خرید تلفنی یا اینترنتی خرید شده است	
	جمع کل	۲۳۱۸۰۰۰

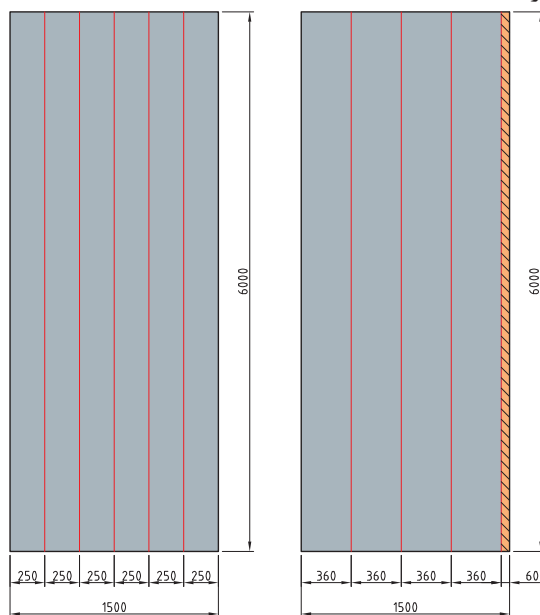
باید توجه داشت تا حد امکان کلیه مواد مورد نیاز یک محصول ابتدا ارزیابی شده و مراکز خرید آنها شناسایی شده و همان‌طور که در کتاب کار و فناوری گفته شده است، استعلامات مورد نیاز و تصمیم‌گیری در مورد خرید آن انجام شود و حتی‌الامکان به نوعی خرید شود که هزینه حمل آنها کمتر شود.

نکته



پیاده‌سازی نقشه روی ورق

پس از تهیه مواد اولیه و اطمینان از کیفیت آن، باید نقشه قطعه (مثل مشخص کردن خطوط یا خم) روی ورق نشانه‌گذاری گردد.



شکل ۱۳

جدول ۱۵

برای انجام این فعالیت

سوزن خط کش، گونیا، مارکر یا گچ	تجهیزات مورد نیاز
۱ ساعت	زمان مورد نیاز
۱۰۰۰۰ تومان	هزینه نیروی انسانی در هر ساعت
۱۰۰۰ تومان	هزینه تجهیزات
۱۱۰۰۰ تومان	جمع کل

فرم‌دهی خمکاری

در پروژه ساخت تیر ورق نیازی به این بخش نمی‌باشد. ممکن است برخی مواقع براساس حجم تولید این مقاطع با فرایندهای دیگری تولید شوند (مانند کارخانه ذوب‌آهن که تیرآهن تولید می‌کند) در این صورت گردش کار متفاوت می‌باشد.

هزینه‌های مربوط به این بخش در صورتی که نیاز باشد:

ردیف	نام مرکز هزینه	واحد مورد نیاز	قیمت
۱	هزینه اپراتور خمکاری		
۲	هزینه اجاره دستگاه خمکاری		
۳	هزینه استهلاک دستگاه خمکاری		
۴	هزینه نگهداری دستگاه		
۵	هزینه برق مصرفی دستگاه		
	قیمت کل		

برشکاری مطابق نقشه



شکل ۱۴

محاسبه هزینه بخش برشکاری به شدت وابسته به نوع برش (مکانیکی، حرارتی)، تجهیزات برش (قیچی، گیوتین، هوا برش، لیزر، واتر جت و ...) و همچنین حجم برشکاری است. برای محاسبه هزینه برش باید نوع دستگاه، ظرفیت دستگاه برش، حجم برشکاری، ابعاد قطعات، مواد مصرفی برش (برق، گاز، اکسیژن)، میزان استهلاک و هزینه های مربوط به دستگاه و همچنین دستمزد نیروی انسانی و سایر پارامترهای مربوط به فرایند برشکاری را مد نظر قرار دهیم.

نکته



برای برشکاری های با جرم و تعداد زیاد می توان قیمت برشکاری را از کارگاه ها یا مجموعه هایی که به صورت تخصصی این کار را انجام می دهند، استعلام نمود.
به صورت تجربی مبلغ ۴۰/۰۰۰ تومان برای برشکاری این بخش در نظر گرفته شود (هر کیلوگرم تقریباً ۵۵ تومان)

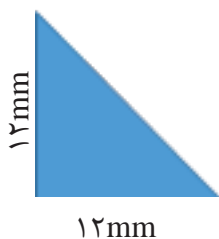
نکته



مطابق استاندارد AWS ورق های تا ضخامت ۱۲ میلیمتر را به روش مکانیکی و بالاتر از آن را به روش برشکاری حرارتی، برشکاری می کنند.

جوشکاری

برای محاسبه هزینه جوشکاری هم می توانید با توجه به نوع فرایند، از موارد و جداول آورده شده در این پودمان استفاده نمایید و هم می توانید از روش محاسبه حجم و جرم برش مطابق زیر استفاده کنید.



طول جوش = ۶۰۰ cm
 ۴ خط = تعداد خط جوش
 ۱۲ mm = ساق جوش
 ۷/۸۵ gr/cm^۳ = چگالی فولاد

مساحت مثلث قائم الزاویه:

$\frac{\text{ارتفاع} \times \text{قاعده}}{۲}$

$$\frac{۱/۲ \times ۱/۲}{۲} = ۰/۷۲ \text{ cm}^۲$$

$$(\frac{۰/۷۲ \times ۶۰۰ \times ۷/۸۵}{۱۰۰۰}) \times ۴ = ۱۳/۵۶۴ \text{ gr} \approx ۱۳/۵ \text{ kg}$$

مقدار الکتروود مورد نیاز:

میزان الکتروود مورد نیاز (با فرض اینکه از فرایند SMAW برای جوشکاری استفاده شود):
با توجه به اینکه راندمان رسوب فرایند SMAW بین ۷۵-۵۵ درصد می باشد به حدود ۲۱ کیلوگرم الکتروود
برای جوشکاری این محصول نیاز داریم.

$$۱۳/۵ + ۵۵\% \times (۱۳/۵) = ۲۰/۹۲۵ \text{ kg} = ۲۱ \text{ kg}$$

جدول ۱۶

مقدار الکتروود مورد نیاز	۲۱ کیلوگرم
قیمت واحد الکتروود (کیلوگرم)	۴۵۰۰ تومان
هزینه مواد مصرفی	۹۴/۵۰۰
زمان مورد نیاز	۸ ساعت
قیمت نیروی انسانی (هر ساعت)	۱۲/۰۰۰ تومان
هزینه نیروی انسانی استفاده شده	۹۶/۰۰۰ تومان
هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۵٪ کل هزینه ها)	۹/۵۰۰ تومان
کل هزینه	۲۰۰/۰۰۰ تومان

برای محاسبه میزان الکتروود مورد نیاز در سازه های فولادی به صورت تجربی حدود ۳/۵ - ۳ درصد جرم سازه را به عنوان میزان جرم الکتروود حدود نیاز در نظر می گیرند ولی در سایه مصنوعات مانند مصنوعات ساخته شده از پروفیل مانند در، پنجره، صندلی و... و یا مواردی مانند مخازن نگهدارنده یا قسمت فشار ممکن است این میزان تغییر کند و باید دقیقاً محاسبه شود.

نکته

**سنگ زنی و تمیز کاری**

برای محاسبه هزینه این بخش باید به نوع تمیز کاری (شستشو، سنگ زنی، سند بلاست، اسیدشویی)، مواد و مصالح مورد نیاز و هزینه نیروی انسانی توجه داشت.
الزاماً تمام محصولات تولیدی نیاز به این مرحله ندارند.
برای تمیز کاری محصول فوق می توان با استفاده از وایر برس عملیات تمیز کاری را انجام داد.



شکل ۱۵

جدول ۱۷

هزینه مواد اولیه	۲۰۰ تومان
زمان مورد نیاز	۲ ساعت
قیمت نیروی انسانی (هر روز)	۶۰۰۰۰ تومان در روز (۸ ساعت کاری)
هزینه نیروی انسانی استفاده شده	۱۵۰۰۰ تومان
هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۵٪ کل هزینه ها)	۸۰۰ تومان
کل هزینه	۱۶۰۰۰ تومان

■ هزینه خرید وایر برس حدود ۱۰۰۰۰ تومان می باشد، ولی در محاسبات فوق ۲۰۰ تومان در نظر گرفته شده است، به نظر شما دلیل آن چیست؟

بحث کلاسی



رنگ کاری

برای محاسبه تئوری این بخش ابتدا باید مساحت سطح زیر رنگ را محاسبه نمود، سپس با توجه به ضخامت رنگ خواسته شده و کاتالوگ شرکت های سازنده رنگ، جرم رنگ مورد نیاز را محاسبه نموده و با توجه به نوع فرایند رنگ کاری (دستی، پیستوله، ایرلس)، هزینه مربوط به این بخش را محاسبه کنید.

به صورت تجربی می توان در سازه های فولادی حدود ۱ درصد جرمی قطعه را به عنوان مقدار رنگ مورد نیاز در نظر گرفت.

نکته



جدول ۱۸

جرم رنگ مورد نیاز (۱ درصد جرم کل)	حدود ۷ کیلو گرم
قیمت واحد رنگ (ساده روغنی)	۵۰۰۰ تومان
هزینه مواد اولیه	۳۵۰۰۰ تومان
زمان مورد نیاز (رنگ کاری با پیستوله)	۲ ساعت
قیمت نیروی انسانی (در روز)	۸۰۰۰۰ تومان در روز
هزینه نیروی انسانی استفاده شده	۲۰۰۰۰ تومان
هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۰.۵٪ کل هزینه ها)	۲۵۰۰ تومان
کل هزینه	۵۷۵۰۰ تومان

بسته بندی و حمل

الزاماً تمام محصولات نیاز به بسته بندی ندارند ولی می توان با توجه به قیمت مواد اولیه مورد استفاده و زمان و نیروی انسانی مورد نیاز، هزینه بسته بندی را محاسبه نمود. مسافت، جرم، ابعاد و حساسیت بسته بندی قطعه از پارامترهای مهم در هزینه حمل می باشد زیرا در انتخاب نوع وسایل حمل (وانت، کامیون، تریلی) تعیین کننده می باشد.

جدول ۱۹

کرایه حمل (خاور)	۸۰۰۰۰ تومان
هزینه بارگیری و تخلیه	۱۰۰۰۰ تومان
کل هزینه	۹۰۰۰۰ تومان

قیمت تمام شده محصول

برای محاسبه قیمت تمام شده محصول می توان هزینه تمام بخش ها را با هم جمع نموده و پس از اضافه کردن هزینه های قانونی، سربار و سود، قیمت تمام شده را اعلام نمود. توجه داشته باشید که قیمت خام به دست آمده به هیچ عنوان نباید به عنوان قیمت فروش محصول ملاک قرار داده شود. جدول صفحه بعد می تواند نمونه ای برای هزینه تمام شده این محصول باشد.

جدول ۲۰

ردیف	نام مرحله	قیمت تمام شده (ریال)
۱	طراحی و نقشه کشی	۱۵/۰۰۰ تومان
۲	خرید مواد	۲/۳۱۸/۰۰۰ تومان
۳	پیاده سازی نقشه روی ورق	۱۱/۰۰۰ تومان
۴	برشکاری مطابق نقشه	۴۰/۰۰۰ تومان
۵	فرم دهی (خمکاری)	.
۶	جوشکاری	۲۰۰/۰۰۰ تومان
۷	سنگ زنی و تمیز کاری	۱۶/۰۰۰ تومان
۸	رنگ کاری	۵۷/۵۰۰ تومان
۹	بسته بندی و حمل	۹۰/۰۰۰ تومان
۱۰	قیمت خام تمام شده محصول	۲/۷۴۷/۵۰۰ تومان
۱۱	هزینه های قانونی، سربار و بالاسری (۳٪)	۸۲/۴۲۵ تومان
۱۲	سود (۱۵٪)	۴۱۲/۱۲۵ تومان
	جمع کل	۳/۲۴۲/۰۵۰ تومان

نکته



هزینه های قانونی سربار، بالاسری که در این مثال به عنوان نمونه ۳٪ در نظر گرفته شده، با توجه به نوع قرارداد باید دقیق محاسبه شود. برای محاسبه درصد بیمه، مالیات، مالیات بر ارزش افزوده، می توانید به مراجع قانونی مرتبط با این حوزه ها رجوع کنید.

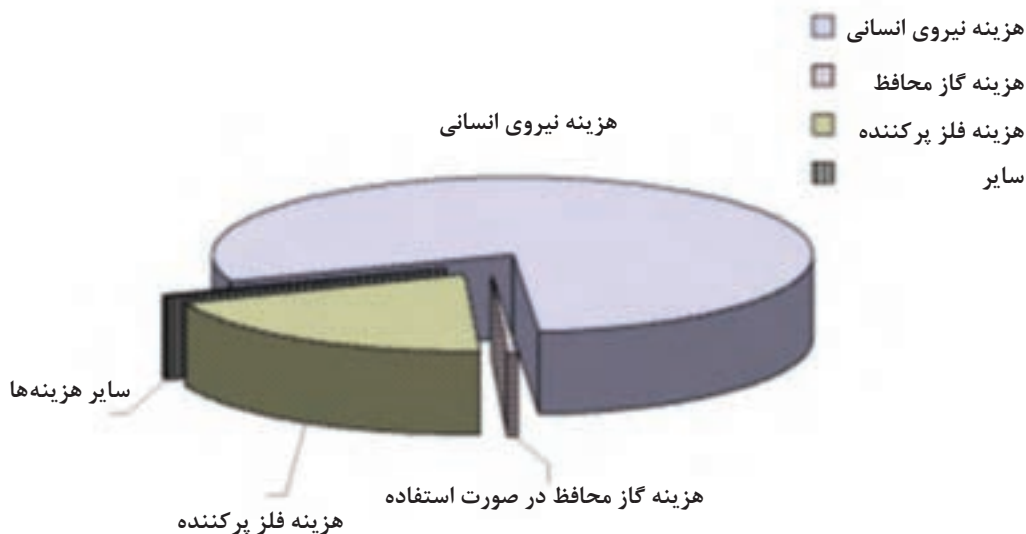
□ در مورد پارامترهای تعیین سود در یک محصول چه عواملی می توانند تأثیر داشته باشند؟

پژوهش



□ با توجه به نمودار زیر بحث کنید هر کدام از پارامترهای قید شده تاکنون تا چه حد در میزان هزینه ساخت یک محصول تأثیر دارد.

بحث کلاسی



شکل ۱۶

□ به نظر شما اگر به جای یک عدد از این محصول ۱۰۰ عدد ساخته می شد، چه تغییراتی در هزینه های انجام شده اتفاق می افتاد؟ چرا؟ کاملاً فعالیت را تفکیک نموده و تحلیل نمایید.

بحث کلاسی



ارزشیابی نهایی

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شایستگی
۱- رعایت شاخص‌های نمره ۲ ۲- تشخیص درست از تأثیر تعداد و حجم تولید در قیمت تمام‌شده	۳	براساس نوع محصول برآورد مقدار مواد مورد نیاز و محاسبه هزینه ساخت آن	برآورد ماده مورد نیاز برای ساخت محصول
۱- محاسبه مواد اولیه و مواد مصرفی مورد نیاز برای ساخت محصول ۲- تفکیک مراحل و فرایندهای مورد نیاز برای ساخت محصول ۳- محاسبه هزینه خام مواد اولیه و هزینه‌های قانونی سربار، بالاسری و محاسبه سود برای تعیین بهای تمام‌شده محصول	۲		
برآورد نکردن یکی از شاخص‌های سطح ۲	۱		
توضیحات:			