

رمزگشایی از کارخانه: فرمول‌های سری برای مهندسی یک خط تولید شکست‌ناپذیر!

راهنمای جامع و کاربردی مهندسی صنایع برای مصاحبه‌های
شغلی و ماه‌های اول کار

یک خط تولید، مثل یک موتور مسابقه‌ای میمونه. کار ما تنظیم این موتوره!

فرمول‌ها و اصطلاحات خشک و خالی رو فراموش کن. قراره با هم یک سفر هیجان‌انگیز رو شروع کنیم: از طراحی یک قطعه کوچیک تا ساختن و بهینه‌سازی یک کارخونه کامل. هر معامی که یاد می‌گیریم، یک **می‌گیریم**، یک قطعه از **پازل مهندسی** ماست. این اسلایدها فقط برای حفظ کردن نیستن؛ بلکه جعبه ابزار شما برای درک عمیق، حل مسئله و درخشیدن در هر مصاحبه شغلی و محیط کاری هستن. آماده‌ای اولین آجر رو بذاریم و معمار کارخونه خودمون بشیم؟



همه چیز از اینجا شروع می‌شه: «زمان استاندارد» یا SMV چیه؟

یک کارگر برای انجام یک کار مشخص، واقعاً به چقدر زمان 'استاندارد' نیاز داره؟ SMV به همین سوال جواب جواب می‌ده.

$$SMV = \text{زمان پایه} \times \text{زمان تلورانس}$$

زمان پایه (Basic Time)



زمانی که یک اپراتور ماهر، بدون وقفه و با سرعت نرمال، یک کار رو انجام میده. این زمان خالص کاره.

زمان تلورانس (Allowance)



هیچ کس ربات نیست! این زمان برای نیازهای طبیعی انسانه: رفع خستگی، نوشیدن آب، استراحت کوتاه و حتی تاخیرهای کوچک و اجتناب ناپذیر دستگاه. معمولاً بین ۱۵ تا ۲۰ درصده.

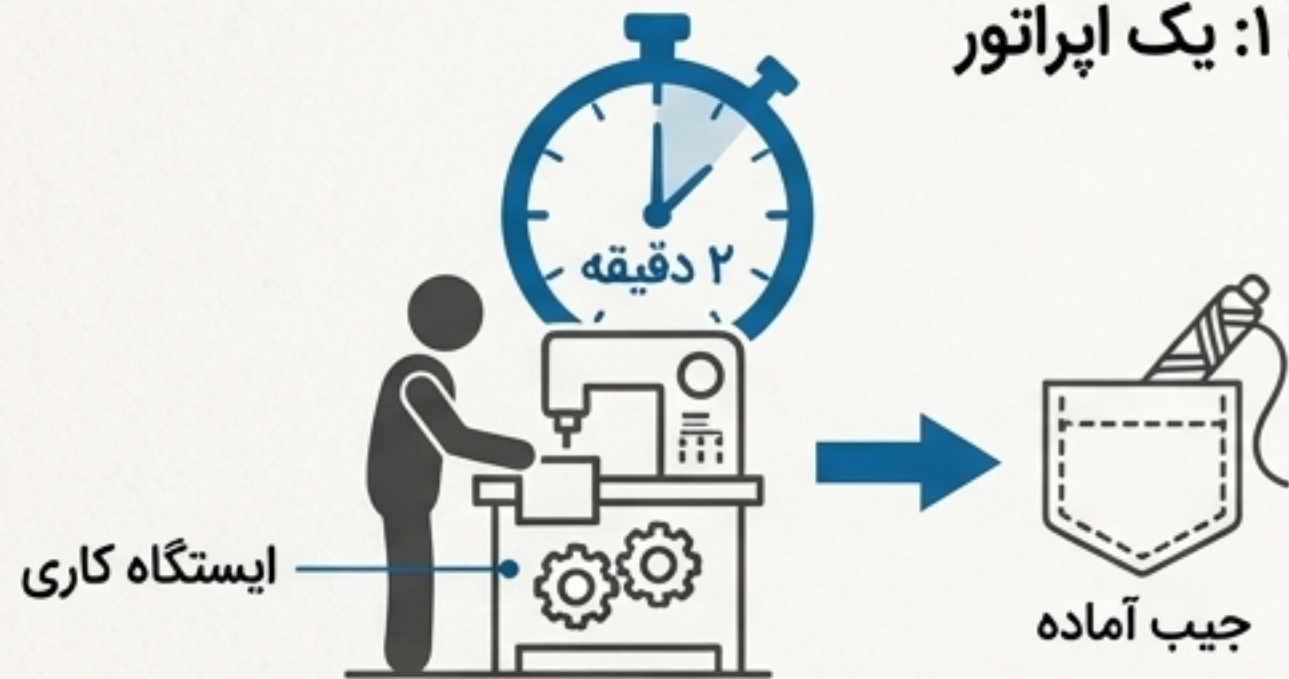
⚡ پس SMV فقط سرعت کار نیست؛ بلکه یک زمان واقعی و منصفانه برای انجام یک وظیفه است. ⚡

ضربان قلب خط تولید: Cycle Time

اگر SMV زمان لازم برای انجام 'یک' کار باشد، Cycle Time می‌گه هر چند ثانیه یا دقیقه 'یک' محصول از یک ایستگاه کاری خارج میشه. این در واقع همون سرعت یا ریتم اون ایستگاهه.

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{SMV}}{\text{تعداد اپراتورها}}$$

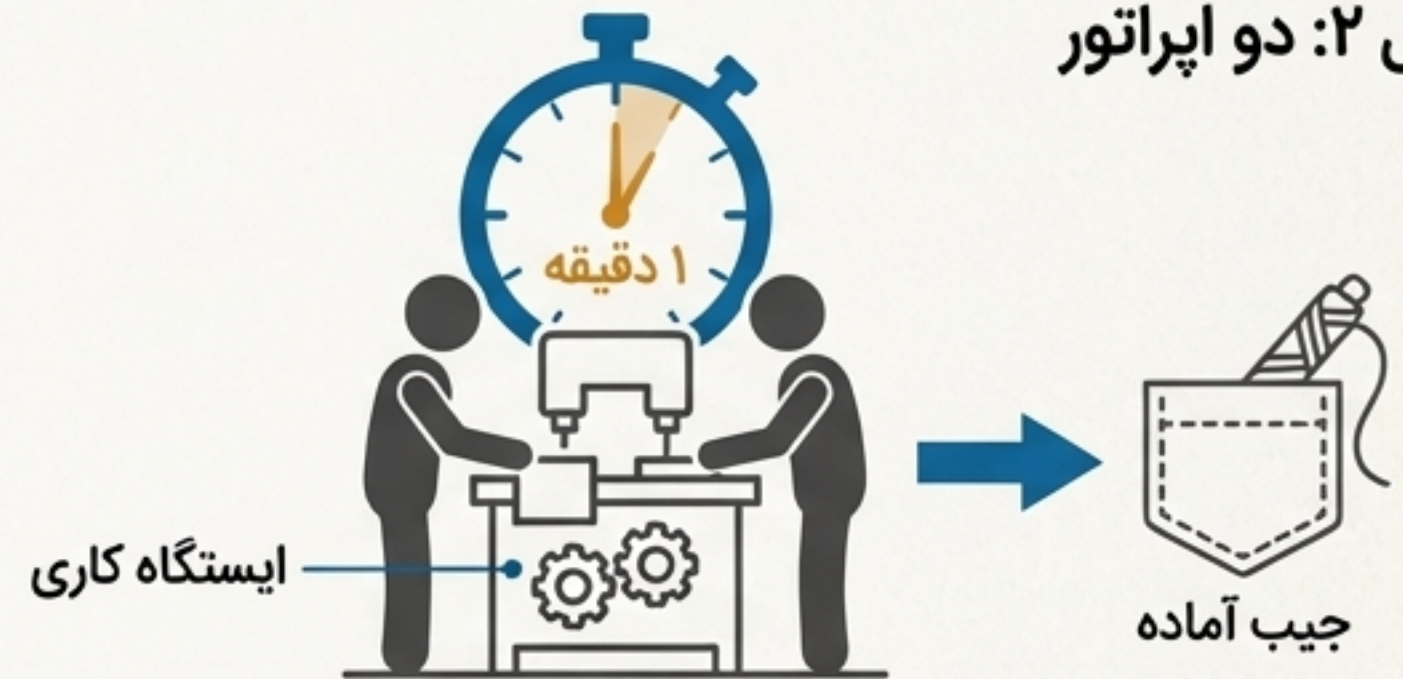
مثال ۱: یک اپراتور



فرض کنید SMV دوختن یک جیب ۲ دقیقه است.

- اگر ۱ اپراتور این کار رو انجام بده، Cycle Time میشه: $2 \div 1 = 2$ دقیقه.
(هر ۲ دقیقه یک جیب آماده میشه)

مثال ۲: دو اپراتور



اگر ۲ اپراتور با هم روی این کار تمرکز کنن، Cycle Time میشه:
 $2 \div 2 = 1$ دقیقه.

(هر ۱ دقیقه یک جیب آماده میشه)

موتور ما چقدر قدرت داره؟ محاسبه راندمان خط (Line Efficiency)

این مهم‌ترین سوالی‌ه که از هر مهندس صنایع می‌پرسن.
راندمان به زبان ساده یعنی: از کل زمانی که در اختیار داشتیم، چقدرش رو واقعاً
به تولید "استاندارد" تبدیل کردیم؟

راندمان خط (%) = (دقایق به‌دست آمده ÷ دقایق در دسترس) × ۱۰۰

دقایق به‌دست آمده (Earned Minutes)

کل کاری که واقعاً انجام شده. یعنی
تعداد محصول تولید شده ضربدر
زمان استاندارد هر محصول.

تعداد خروجی × SMV

دقایق در دسترس (Available Minutes)

کل زمانی که برای کار در اختیارمون
بوده. یعنی تعداد کل نیروی انسانی
ضربدر دقایق کاری.

نیروی انسانی × دقایق کاری

Line Efficiency



بیا به مثال واقعی رو با هم حساب کنیم!

داده‌های سناریو

یک خط تولید با ۲۰ اپراتور
(Manpower) رو در نظر بگیر.

همه ۸ ساعت کار می‌کنن، یعنی ۴۸۰ دقیقه
(Working Minutes).

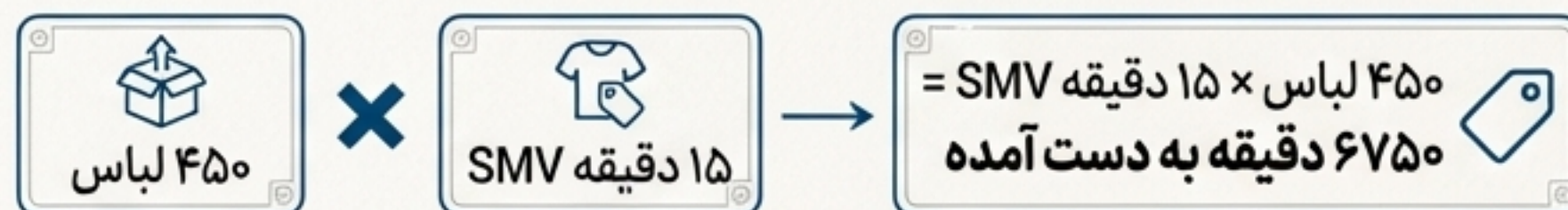
قرار بوده لباسی با SMV معادل ۱۵ دقیقه تولید کنن.

در پایان روز، ۴۵۰ عدد لباس (Output) تولید شده.

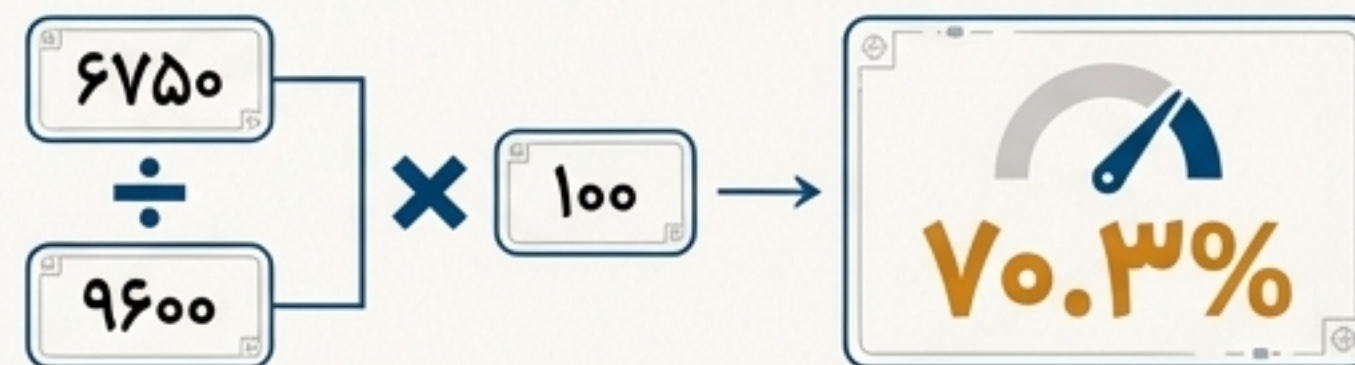
۱. محاسبه Available Minutes



۲. محاسبه Earned Minutes



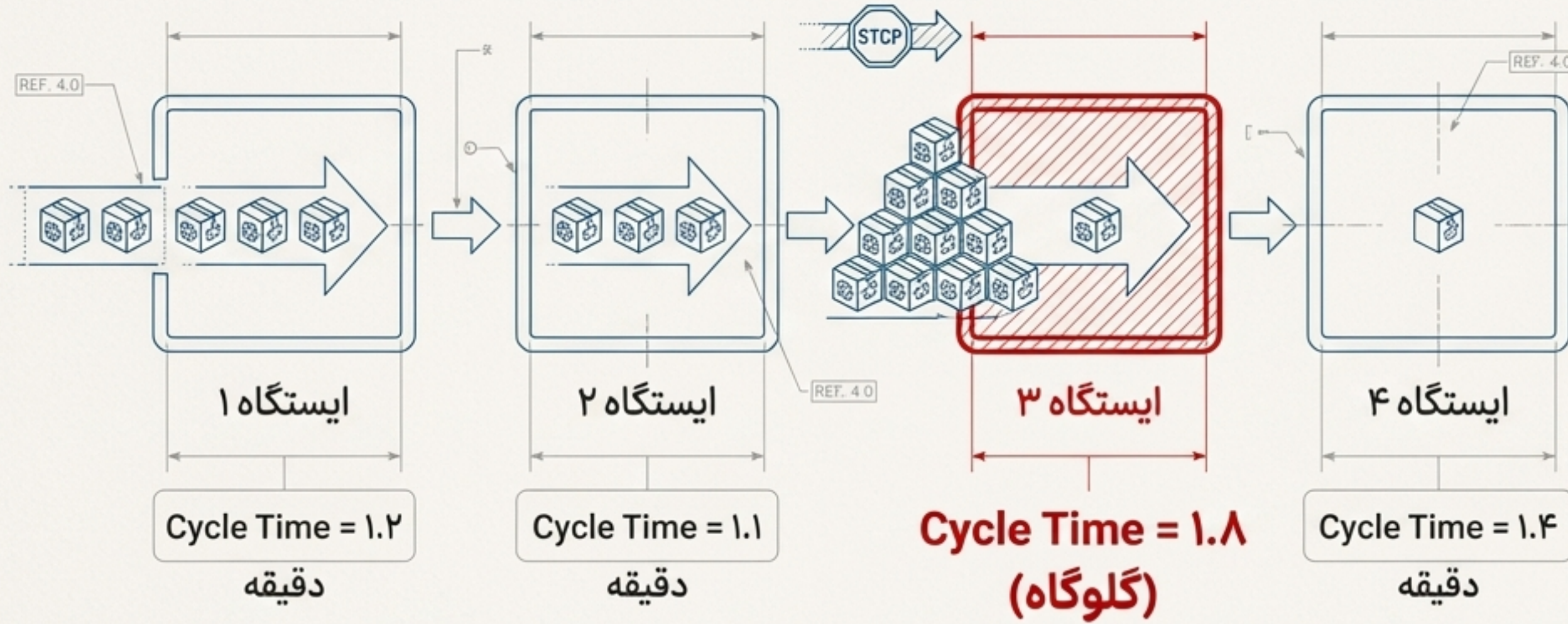
۳. محاسبه نهایی راندمان



راندمان این خط امروز ۷۰.۳٪ بوده. یعنی از ۱۰۰٪ پتانسیل زمانی که داشتیم، تونستیم حدود ۷۰٪ استفاده مفید کنیم.
حالا سوال اینه: اون ۳۰٪ کجا رفته؟

دنبال مقصر بگرد: پیدا کردن گلوگاه (Bottleneck)

گلوگاه، کندترین ایستگاه کاری در خط تولید. مثل یه لوله که یک جا تنگ میشه و جلوی جریان آب رو می‌گیره. کل سرعت خط تولید، به اندازه سرعت کندترین ایستگاهش محدود میشه.



🔑 **جواب طلایی مصاحبه:**

ازتون پرسیدن گلوگاه چیه؟
قاطع و ساده جواب بدید:
«اون عملیاتی که بالاترین
Cycle Time رو در خط تولید
داره، گلوگاه ماست.»

			Soen
Duration	Bottleneck	Model	TRAC
Run			
Start			PARNOG
REF: 4.0			REF: 4.0

موتور ما حداکثر چقدر می‌تونه تولید کنه؟ محاسبه ظرفیت (Capacity)

ظرفیت یعنی اگه همه چیز عالی پیش بره و راندمان ما ۱۰۰٪ باشه، این خط تولید در یک شیفِت کاری چند تا محصول می‌تونه تولید کنه. این عدد به ما سقف توانایی‌هامون رو نشون میده.

$$\text{ظرفیت} = (\text{نیروی انسانی} \times \text{دقایق کاری}) \div \text{SMV}$$



Connecting the Dots

اگه به فرمول دقت کنی، این همون محاسبه "تارگت" در راندمان ۱۰۰٪ است. این عدد به تیم برنامه‌ریزی کمک می‌کنه تا بفهمن آیا می‌تونن سفارش مشتری رو به موقع تحویل بدن یا نه.



ابزار حرفه‌ای‌ها: GSD برای زمان‌سنجی دقیق

GSD چیه؟

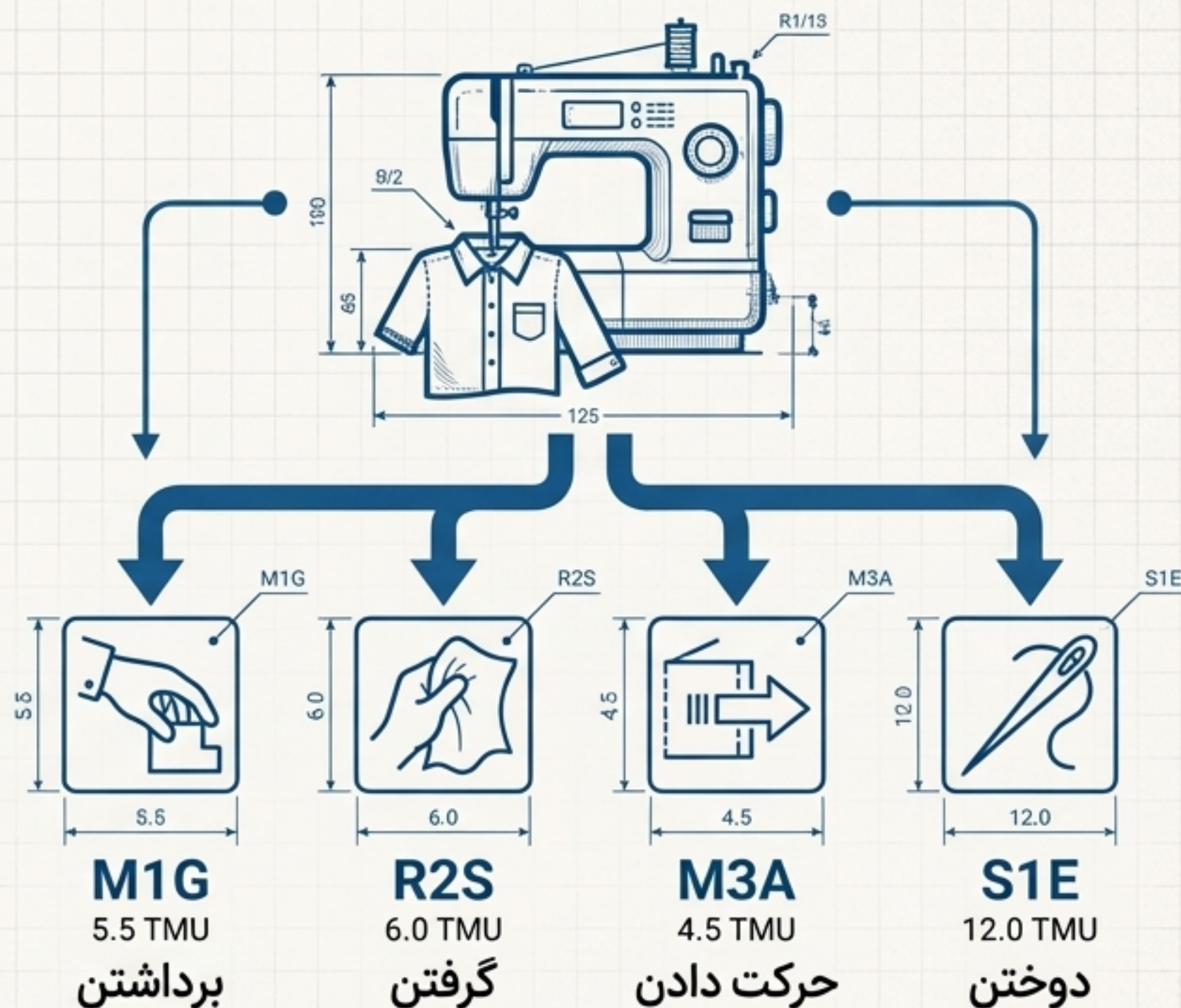
GSD مخفف General Sewing Data هست. یک سیستم پیشرفته برای محاسبه SMV که به جای زمان‌سنجی از اپراتورهای مختلف (که سرعتشون متفاوته)، کارها رو به حرکات استاندارد و از پیش تعریف شده تقسیم می‌کنه. مثلاً برداشتن پارچه، چرخاندن، دوختن ۱۰ سانت و... هر کدوم از این حرکات یک کد و زمان مشخص دارن.



نکته کلیدی مصاحبه:

مزیت اصلی GSD چیه؟

«چون بر اساس حرکات استاندارد جهانیه، تغییرات و خطاهای ناشی از تفاوت مهارت یا سرعت اپراتورها رو حذف می‌کنه و یک SMV بسیار دقیق و ثابت به ما میده.»



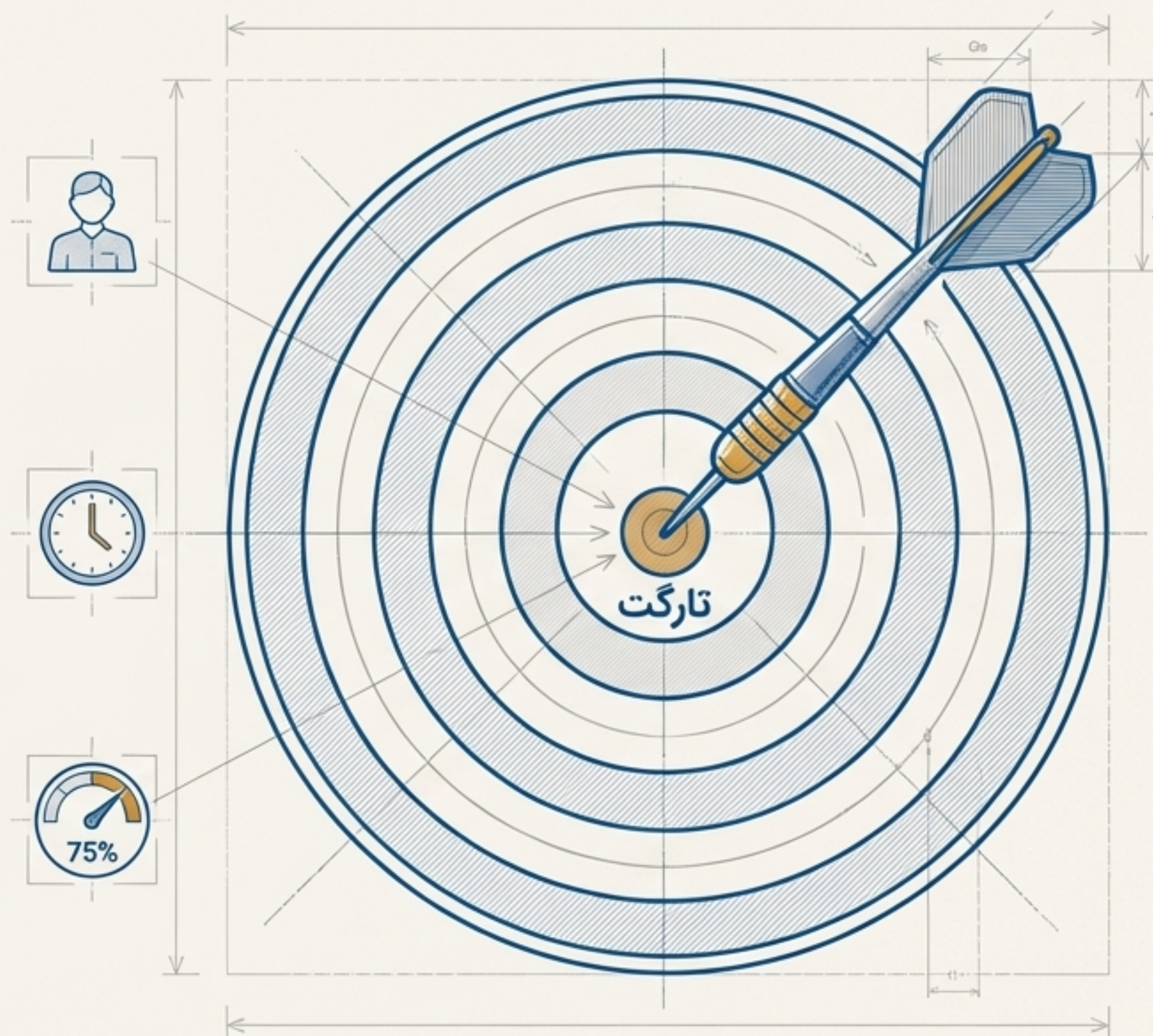
مقصد رو مشخص کن: چطور یک تارگت تولید هوشمندانه تعیین کنیم؟

تارگت تولید فقط یک عدد روی تخته وایت برد نیست. یک هدف حساب شده است که با توجه به نیروی انسانی، زمان موجود و "راندمن مورد انتظار" ما تعیین میشه. یک تارگت خوب، هم چالشیه و هم قابل دسترس.

تارگت = (نیروی انسانی × دقایق کاری × راندمن مورد انتظار) ÷ SMV

برای همون خط تولید قبلی (۲۰ نفر، ۴۸۰ دقیقه، SMV ۱۵)، اگه مدیر کارخونه از ما راندمن ۷۵٪ رو انتظار داشته باشه، تارگت روزانه ما میشه:

$$۴۸۰ \text{ عدد لباس} = ۱۵ \div (۰.۷۵ \times ۴۸۰ \times ۲۰)$$





چراغ چک موتور روشن شده! وقتی راندمان پایینه، چی کار کنیم؟

پایین بودن راندمان یک "مشکل" نیست، یک "نشانه" است. وظیفه ما به عنوان مهندس صنایع، پیدا کردن ریشه مشکله. این یک چک لیست برای شروع:



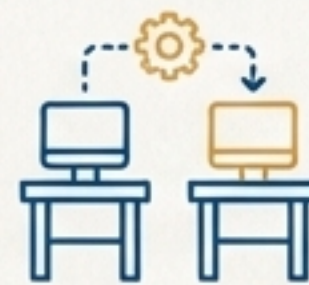
تحلیل گلوگاه (Bottleneck Analysis):
اولین قدم همیشه پیدا کردن کندترین نقطه است.



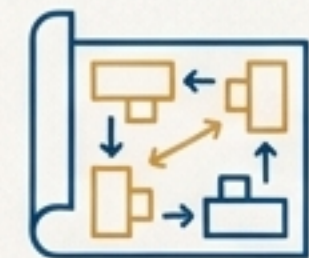
بهبود روش کار (Method Improvement):
آیا اپراتور می‌تونه با حرکات کمتر و بهینه‌تر کار رو انجام بده؟



تطبیق مهارت اپراتور (Operator Skill Matching):
آیا بهترین اپراتور رو برای سخت‌ترین کار گذاشتیم؟



تقسیم کار (Work Sharing):
آیا می‌تونیم بخشی از کار گلوگاه رو به ایستگاه دیگه‌ای منتقل کنیم؟



تغییر چیدمان ماشین‌آلات (Machine Layout Change):
آیا فاصله حمل و نقل قطعات زیاده؟

یادت باشه: مهندسی صنایع و برنامه‌ریزی باید دست به دست هم بدن. بدون همکاری، راندمان هیچوقت به اوج نمی‌رسه.

چند نفر برای این کار لازمه؟ محاسبه نیروی انسانی مورد نیاز

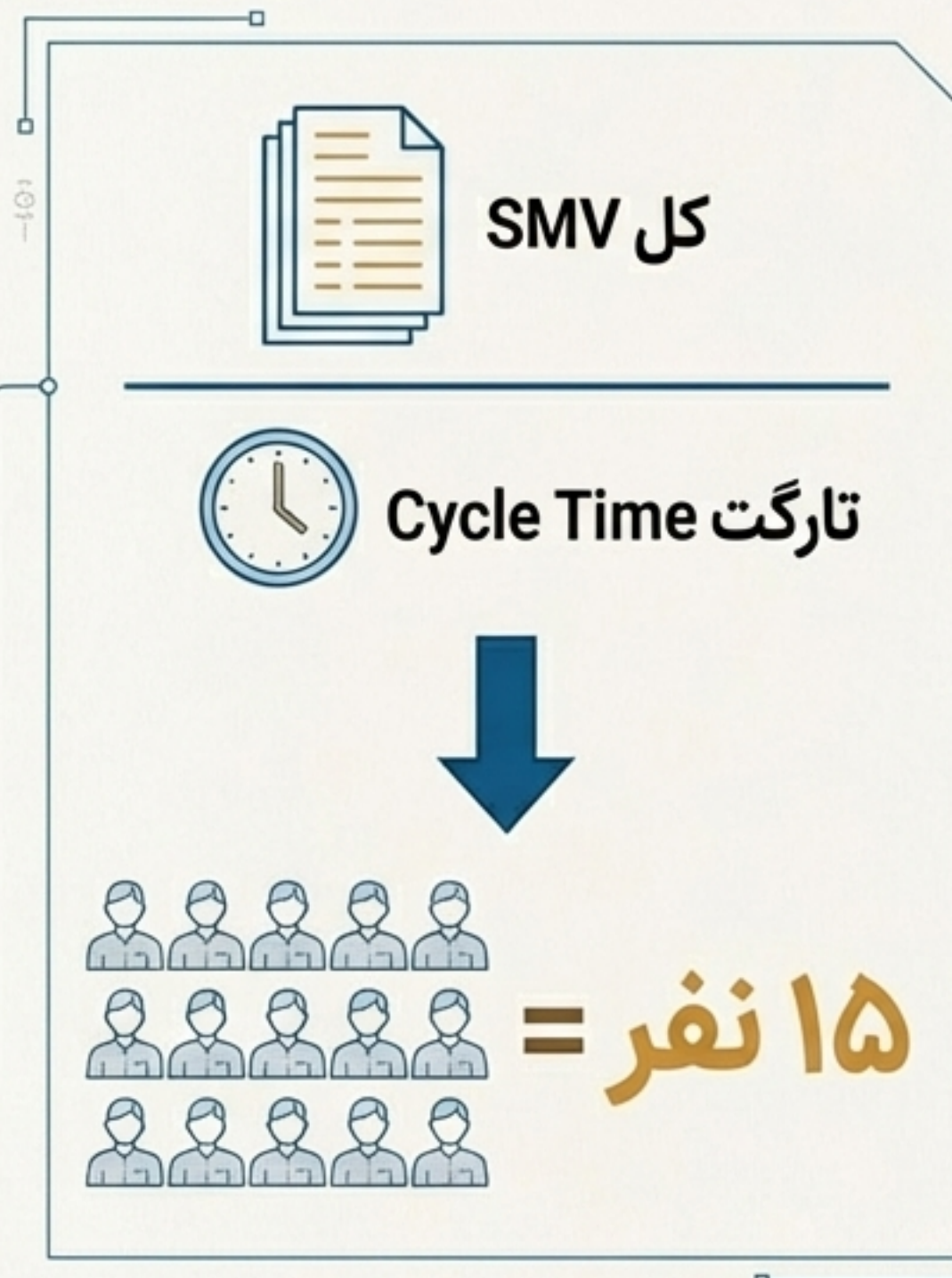
قبل از شروع تولید یک محصول جدید، واحد برنامه‌ریزی باید بدون دقتاً به چند نفر نیرو برای خط تولید نیاز داره. این فرمول به ما کمک می‌کنه تا تعداد افراد لازم برای رسیدن به حجم تولید مشخص رو محاسبه کنیم.

نیروی انسانی مورد نیاز = $\text{SMV کل لباس} \div \text{Cycle Time}$ تارگت

نگاهی دیگر:

یک راه دیگه برای فکر کردن بهش اینه که کل "بار کاری" (Total SMV) رو بر کل "زمان در دسترس" (Available Working Minutes) تقسیم کنیم تا ببینیم به طور متوسط به چند نفر در طول روز نیاز داریم.

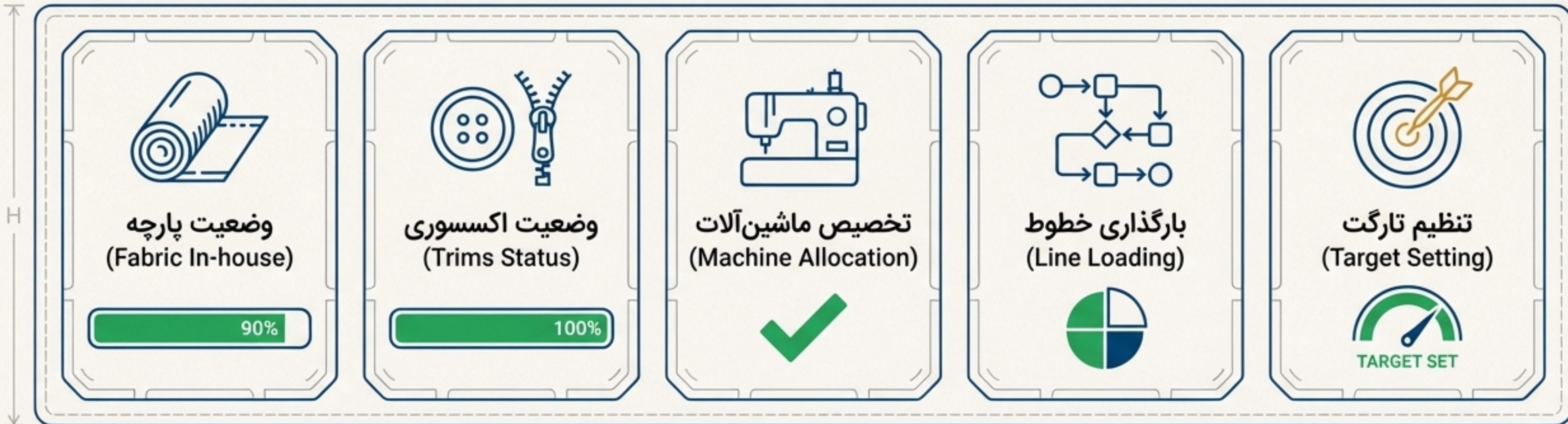
$$\frac{\text{SMV کل}}{\text{دقایق کاری در دسترس}} = \text{نیروی انسانی مورد نیاز}$$



اتاق فرمان کارخانه: PPC یعنی چی؟

خیلی‌ها فکر می‌کنن برنامه‌ریزی (Planning) فقط یعنی تعیین تارگت تولید. اما این فقط نوک کوه یخه. PPC یا Production Planning & Control « مغز متفکر کارخونه است.

D



یک PPC قوی، مثل یک رهبر ارکستر، مطمئن میشه که همه اجزا هماهنگ با هم کار می‌کنن تا محصول نهایی به زیبایی و در زمان مناسب خلق بشه.

داشبورد مهندس صنایع: فرمول‌های حیاتی در یک نگاه



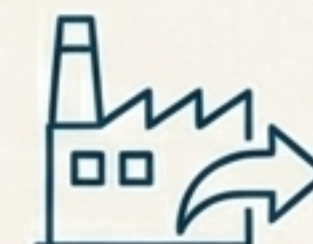
زمان استاندارد (SMV)

زمان پایه $\times (1 + \text{زمان تلورانس})$



راندمان (Efficiency %)

$$\frac{(\text{تعداد خروجی} \times \text{SMV})}{(\text{نیروی انسانی} \times \text{دقایق})} \times 100$$



ظرفیت (Capacity)

$$\frac{(\text{نیروی انسانی} \times \text{دقایق کاری})}{\text{SMV}}$$



تارگت (Target)

$$\frac{(\text{نیروی انسانی} \times \text{دقایق} \times \text{راندمان})}{\text{SMV}}$$



سایکل تایم (Cycle Time)

$$\frac{\text{SMV}}{\text{تعداد اپراتورها}}$$



بهره‌وری (Productivity)

$$\frac{\text{تعداد خروجی}}{\text{نیروی انسانی}}$$



زمان بیکاری (Idle Time)

دقایق در دسترس - دقایق به دست آمده



شما فقط یک مهندس نیستید، شما معمار بهره‌وری هستید.

ابزارهایی که امروز یاد گرفتید، فقط برای حل مسائل ریاضی نیستن. اینها زبان مشترک کارخونه هستن. زبانی برای دیدن مشکلات پنهان، برای بهینه‌سازی فرآیندها و برای ساختن یک سیستم قدرتمند و کارآمد. هرگز قدرت یک سوال خوب، یک مشاهده دقیق و یک محاسبه درست رو دست‌کم نگیرید. حالا شما نقشه راه رو در دست دارید. برید و شاهکارتون رو بسازید.