



مقدمه

با پیشرفت فناوری در حوزه کامپیوترها، ماشین‌های (CNC) Computer Numerical Control نقش برجسته‌ای در صنعت ماشین‌کاری به خود اختصاص داده‌اند. این دستگاه‌ها دقت بالا، تکرارپذیری و کاهش زمان تولید را فراهم کرده و در صنایع مختلفی مانند تولید قطعات خودرو، هوافضا و الکترونیک کاربرد گسترده‌ای دارند.

تفاوت NC و CNC

سیستم NC:

- دستگاه‌های قدیمی‌تر
- برنامه‌های از پیش نوشته‌شده مستقیماً در ماشین وارد می‌شود.
- امکان تغییر برنامه روی دستگاه وجود ندارد.

سیستم CNC:

- دارای کنترل‌کننده‌های کامپیوتری
- امکان ویرایش برنامه، ذخیره و بازیابی آن وجود دارد.
- قابلیت اتصال به شبکه و استفاده از نرم‌افزارهای CAD/CAM

انواع اندازه‌گیری در CNC

اندازه‌گیری مطلق (Absolute):

- تمام اندازه‌ها نسبت به یک نقطه ثابت (نقطه صفر) محاسبه می‌شوند.
- در برنامه‌نویسی G-Code، با کد G90 مشخص می‌شود.

اندازه‌گیری افزایشی (Incremental):

- اندازه‌ها نسبت به موقعیت قبلی ابزار تعیین می‌شوند.
- در برنامه‌نویسی CNC، با کد G91 مشخص می‌شود.



□ نقاط صفر و مرجع در ماشین CNC

□ نقاط صفر:

- **نقطه صفر ماشین (Machine Zero):** محل تعیین شده توسط سازنده دستگاه.
- **نقطه صفر قطعه (Work Zero):** نقطه مبدأ انتخابی توسط برنامه‌نویس برای شروع ماشین‌کاری.

□ نقاط مرجع:

- **نقطه مرجع (Reference Point):** نقطه‌ای ثابت برای کالیبراسیون و تنظیمات دستگاه.
- **نقطه تنظیم ابزار (Tool Offset):** جهت تعیین طول و قطر ابزارها

□ انواع کنترل حرکت در CNC

□ کنترل نقطه به نقطه (Point-to-Point):

- فقط مختصات شروع و پایان مهم است.
- مسیر حرکت ابزار اهمیتی ندارد.
- معمولاً در سوراخ‌کاری و عملیات ساده استفاده می‌شود.

□ کنترل خطی (Linear Control):

- حرکت ابزار در مسیر مستقیم بین دو نقطه.
- سرعت و دقت در مسیر کنترل می‌شود.

□ کنترل پیوسته (Contouring Control):

- ابزار در مسیرهای پیچیده حرکت می‌کند.
- شامل خطوط مستقیم، کمان‌ها و حتی مسیرهای سه‌بعدی
- در فرزکاری، تراشکاری و قالب‌سازی کاربرد دارد.



□ ساختار برنامه‌نویسی CNC

برنامه‌های CNC با استفاده از **G-Code** و **M-Code** نوشته می‌شوند. هر خط از برنامه، یک **بلوک** نام دارد و شامل دستورات مختص به موقعیت، حرکت، سرعت و ابزار است.

□ ساختار یک بلوک:

1

```
N10 G00 X40 Z20 T01 D01 S1500 F0.2
```

N	شماره بلوک
G	دستورات حرکتی
M	دستورات کمکی
X, Y, Z	مختصات
T	شماره ابزار
D	جبران‌کننده ابزار
S	دور ماشین
F	سرعت پیشروی

□ کنترل ابزار و تنظیمات

□ تعیین طول و قطر ابزار:

- هر ابزار مقدار خاصی برای طول و قطر دارد.
- این مقادیر در حافظه ماشین (OFFSET) ثبت می‌شوند.

□ تصحیح ابزار:

- دستور TOOL DIAMETER برای تعیین قطر ابزار
- دستور FEED RATE برای تنظیم سرعت پیشروی



□ سیستم مختصات در CNC

□ سیستم مختصات ماشین (Machine Coordinate System):

- مبدأ آن توسط سازنده دستگاه تعیین می‌شود.
- ثابت است و تغییر نمی‌کند.

□ سیستم مختصات قطعه (Work Coordinate System):

- مبدأ آن توسط برنامه‌نویس تعیین می‌شود.
- معمولاً در گوشه قطعه یا مرکز آن قرار می‌گیرد.

□ حالت‌های کاری دستگاه CNC

نوشتن و ویرایش برنامه	PRGGRAM
حرکت دستی و تنظیمات	MANUAL
جستجو و ویرایش خطوط	LINE NO
اجرای برنامه	PROGRAM RUN

□ دستورات مهم در برنامه‌نویسی CNC

حرکت با مختصات مطلق	GO ABS
حرکت با مختصات نسبی	GO REL
حرکت سریع بدون برش	FAST
توقف موقت در مسیر	DWELL
فراخوانی زیربرنامه	CALL
شروع یک زیربرنامه	SUBROUTINE
پایان برنامه	END



□ کاربردهای ماشین‌های CNC

- فرزکاری دقیق
- تراشکاری قطعات گرد
- سوراخ‌کاری و برش
- تولید قطعات با طرح‌های پیچیده
- استفاده در خطوط تولید خودکار

□ نکات مهم در کار با CNC

- استفاده صحیح از دستورات G00 و G01 برای حرکت سریع و برش خطی
- کنترل سرعت با دستور S و F
- انجام کالیبراسیون اولیه با استفاده از نقطه مرجع (R)
- رفع خطا با استفاده از دستور HOLD و NEXT
- استفاده از زیربرنامه‌ها برای تکرار فرآیندها

□ نتیجه‌گیری

ماشین‌های CNC امروزه به یکی از پرکاربردترین ابزارهای صنعتی تبدیل شده‌اند. با استفاده از این دستگاه‌ها، امکان تولید قطعات با دقت بالا و سرعت مناسب فراهم شده است. درک صحیح از سیستم‌های تخصصی، انواع کنترل حرکتی و برنامه‌نویسی G-Code، ضروری است تا بتوانید به بهترین نحو از این دستگاه‌ها استفاده کنید.