



INDUSTRIAL DRIVE SOLUTIONS



RELIABLE
Performance You Can Trust



EFFICIENT
Maximize Every Watt



PRECISE
Control with Accuracy



راهنمای عملکرد ترمز در درایو صنعتی

ترمز دی سی (DC)، توقف با کاهش سرعت

و توقف آزاد

راهنمای کاربری ویژه تنظیم و بهره‌برداری از بخش توقف موتور

Industrial Drive Brake Performance (IDBP)

فهرست مطالب

- ۱) معرفی کلی ۱
- ۲) روش‌های توقف موتور ۱
- ۳) انتخاب روش توقف با پارامتر کاربری ۲
- ۴) ترمز DC هنگام توقف ۲
- ۵) ترمز DC در شروع حرکت ۳
- ۶) پارامترهای قابل تنظیم ۳
- ۷) نمودارهای عملکرد ۴
- ۸) محدودیت‌ها و نکات ایمنی ۵
- ۹) تنظیمات سریع پیشنهادی ۶

(۱) معرفی کلی

عملکرد ترمز در درایو برای کنترل نحوه توقف موتور، کاهش حرکت باقیمانده محور و جلوگیری از توقف نامطمئن استفاده می‌شود. انتخاب درست روش توقف به نوع بار، اینرسی، نیاز فرآیند و محدودیت حرارتی موتور وابسته است. در این درایو، روش اصلی توقف با پارامتر F4 انتخاب می‌شود. برای ترمز دی‌سی (DC) هنگام توقف، پارامترهای F8 تا F11 به کار می‌روند. برای ترمز DC قبل از شروع حرکت نیز پارامترهای F12 و F13 استفاده می‌شوند. ترمز DC با اعمال جریان مستقیم کنترل شده به موتور، گشتاور ترمزی ایجاد می‌کند. این روش در سرعت‌های پایین مفید است و می‌تواند زمان توقف را کاهش دهد، اما به دلیل ایجاد گرما در موتور باید با سطح جریان و زمان محدود تنظیم شود.

توجه: ترمز DC جایگزین ترمز مکانیکی ایمنی یا مدار ترمز دینامیکی برای بارهای اینرسی بالا نیست. در بارهای عمودی، نگهداری بار باید توسط ترمز مکانیکی مناسب انجام شود.

(۲) روش‌های توقف موتور

سه روش اصلی برای توقف موتور در نظر گرفته شده است. هر روش رفتار متفاوتی در خروجی درایو و حرکت مکانیکی موتور ایجاد می‌کند.

جدول (۱)

روش توقف	کد کاربری (F4)	شرح عملکرد	کاربرد پیشنهادی
کاهش سرعت کنترل شده	0	فرکانس خروجی طبق زمان کاهش سرعت کم می‌شود تا موتور به آرامی متوقف شود.	بارهای عمومی، فن، پمپ و نوار نقاله سبک
ترمز DC هنگام توقف	1	پس از کاهش سرعت تا فرکانس شروع ترمز، جریان DC برای مدت محدود به موتور اعمال می‌شود.	کاهش حرکت باقیمانده موتور در سرعت پایین
توقف آزاد	2	خروجی درایو قطع می‌شود و موتور با اینرسی بار به صورت آزاد می‌ایستد.	زمانی که توقف سریع لازم نیست یا کاهش سرعت باعث اضافه‌ولتاژ می‌شود

نکته: در تغییر جهت چرخش، توصیه می‌شود ابتدا موتور به شکل کنترل شده کند شود و سپس جهت جدید اعمال گردد. این رفتار از ضربه مکانیکی و جریان لحظه‌ای زیاد جلوگیری می‌کند.

۳) انتخاب روش توقف با پارامتر کاربری

پارامتر F4 نوع توقف را مشخص می‌کند. مقدار این پارامتر باید با نیاز فرآیند، نوع بار و سطح ایمنی مورد انتظار هماهنگ باشد.

جدول (۲)

پارامتر	مقدار	نام حالت	اثر روی توقف
F4	0	توقف با کاهش سرعت	درایو خروجی را به صورت کنترل شده کاهش می‌دهد و سپس خروجی قطع می‌شود.
F4	1	ترمز DC هنگام توقف	در سرعت پایین، جریان DC برای توقف سریع‌تر و کاهش حرکت باقیمانده اعمال می‌شود.
F4	2	توقف آزاد	خروجی قطع می‌شود و موتور بدون کنترل الکتریکی متوقف می‌گردد.

نکته تنظیم: برای بیشتر کاربردهای عمومی، ابتدا مقدار صفر برای F4 انتخاب شود. پس از بررسی رفتار بار، در صورت نیاز به توقف دقیق‌تر در سرعت پایین، مقدار یک قابل استفاده است.

۴) ترمز DC هنگام توقف

در این حالت، درایو ابتدا فرکانس خروجی را کاهش می‌دهد. وقتی فرکانس به مقدار تعیین شده برای شروع ترمز برسد، خروجی معمولی متوقف شده و پس از یک زمان انتظار کوتاه، جریان DC کنترل شده به موتور اعمال می‌شود.

جدول (۳)

مرحله	عنوان مرحله	پارامتر مرتبط	توضیح کاربری
۱	کاهش سرعت تا نقطه شروع ترمز	F8	ترمز DC فقط پس از رسیدن فرکانس خروجی به این مقدار آغاز می‌شود.
۲	زمان انتظار پیش از ترمز	F9	در این مدت خروجی معمولی قطع است تا شرایط موتور برای تزریق جریان پایدارتر شود.
۳	اعمال جریان ترمز	F10	این مقدار سطح جریان ترمز را نسبت به جریان نامی موتور تعیین می‌کند.
۴	مدت اعمال ترمز	F11	پس از پایان این زمان، ترمز DC متوقف و خروجی درایو قطع می‌شود.

افزایش سطح جریان، گشتاور ترمزی را بیشتر می‌کند؛ اما گرمای موتور نیز افزایش می‌یابد. افزایش زمان ترمز نیز باید با توجه به دمای موتور و تعداد توقف‌های متوالی انجام شود.

احتیاط: تنظیم زیاد سطح جریان یا زمان اعمال ترمز می‌تواند باعث گرم شدن موتور شود. مقادارها را ابتدا پایین انتخاب کنید و سپس بر اساس تست عملی افزایش دهید.

(۵) ترمز DC در شروع حرکت

ترمز DC در شروع حرکت زمانی استفاده می‌شود که پیش از شتاب‌گیری، لازم است محور موتور از حرکت ناخواسته جلوگیری کند یا وضعیت موتور پایدارتر شود. در این حالت، ابتدا جریان DC به مدت محدود اعمال می‌شود و سپس شتاب‌گیری آغاز می‌گردد.

جدول (۴)

پارامتر	نام فارسی	اثر تنظیم
F12	سطح جریان ترمز DC در شروع	مقدار جریان ترمز پیش از شروع شتاب‌گیری را نسبت به جریان نامی موتور تعیین می‌کند.
F13	زمان ترمز DC در شروع	مدت اعمال ترمز قبل از آغاز شتاب‌گیری را تعیین می‌کند. مقدار صفر یعنی این قابلیت غیرفعال است.

این قابلیت برای کاربردهایی مفید است که ممکن است محور موتور پیش از راه‌اندازی کمی حرکت داشته باشد. با این حال، زمان زیاد یا جریان زیاد در شروع حرکت می‌تواند موجب گرمایش غیرضروری شود.

(۶) پارامترهای قابل تنظیم

جدول زیر پارامترهای اصلی مرتبط با روش توقف و ترمز DC را نشان می‌دهد. مقدارهای پیشنهادی فقط برای شروع آزمایش هستند و باید بر اساس بار واقعی تنظیم شوند.

جدول (۵)

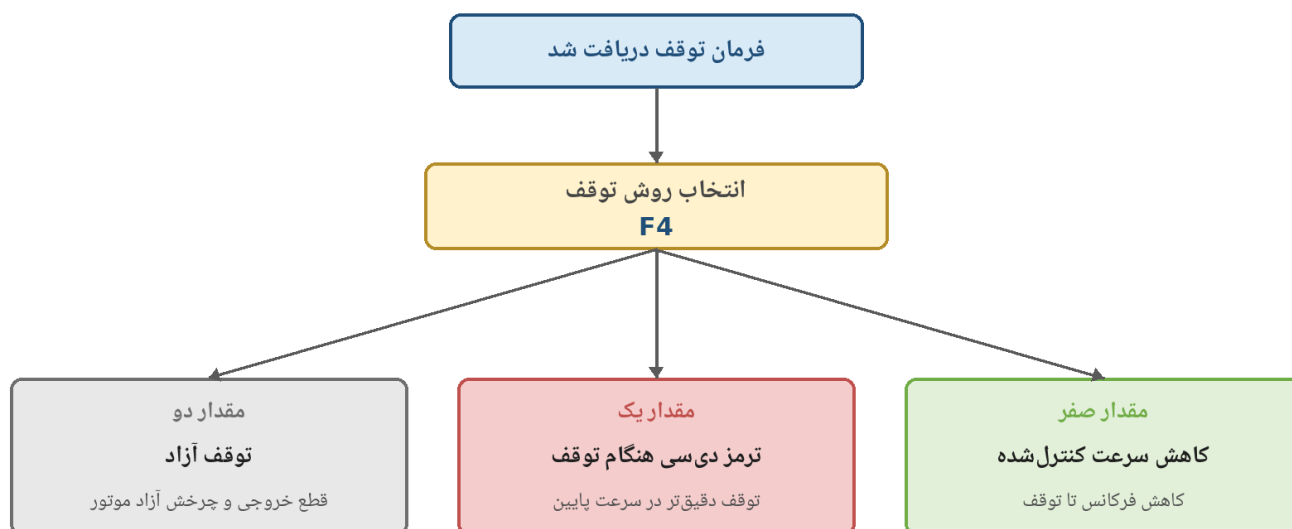
پارامتر	نام فارسی	واحد	مقدار اولیه پیشنهادی	توضیح
F4	انتخاب روش توقف	بدون واحد	0	0- کاهش سرعت. 1- ترمز DC. 2- توقف آزاد.
F8	فرکانس شروع ترمز DC	هرتز	F23 تا 60.0	ترمز DC پس از کاهش سرعت تا این فرکانس آغاز می‌شود.
F9	زمان انتظار ترمز DC	ثانیه	0.1 تا 60	زمان تأخیر بین رسیدن به فرکانس شروع و اعمال جریان ترمز است.
F10	سطح جریان ترمز هنگام توقف	درصد	1 تا 200	سطح جریان ترمز هنگام توقف را نسبت به جریان نامی موتور (H33) تعیین می‌کند.
F11	زمان ترمز هنگام توقف	ثانیه	0.1 تا 60	مدت اعمال جریان ترمز پس از زمان انتظار است.
F12	سطح جریان ترمز در شروع	درصد	1 تا 200	سطح جریان ترمز قبل از شروع شتاب‌گیری را تعیین می‌کند.
F13	زمان ترمز در شروع	ثانیه	0.1 تا 60	مدت اعمال ترمز پیش از شتاب‌گیری است؛ مقدار صفر یعنی غیرفعال.
H33	جریان نامی موتور	آمپر	مطابق پلاک موتور	مبنای محاسبه سطح جریان ترمز است.

پیشنهاد عملی: در اولین راه‌اندازی، مقدار سطح جریان ترمز را کم انتخاب کنید. سپس با کنترل دمای موتور، زمان توقف و صدای موتور، مقدار را به تدریج اصلاح کنید.

۷) نمودارهای عملکرد

نمودارهای زیر منطق عملکرد را به صورت گرافیکی نشان می‌دهند. این نمودارها برای توضیح ترتیب عملکرد هستند و مقیاس زمانی دقیق ندارند.

نمودار انتخاب روش توقف

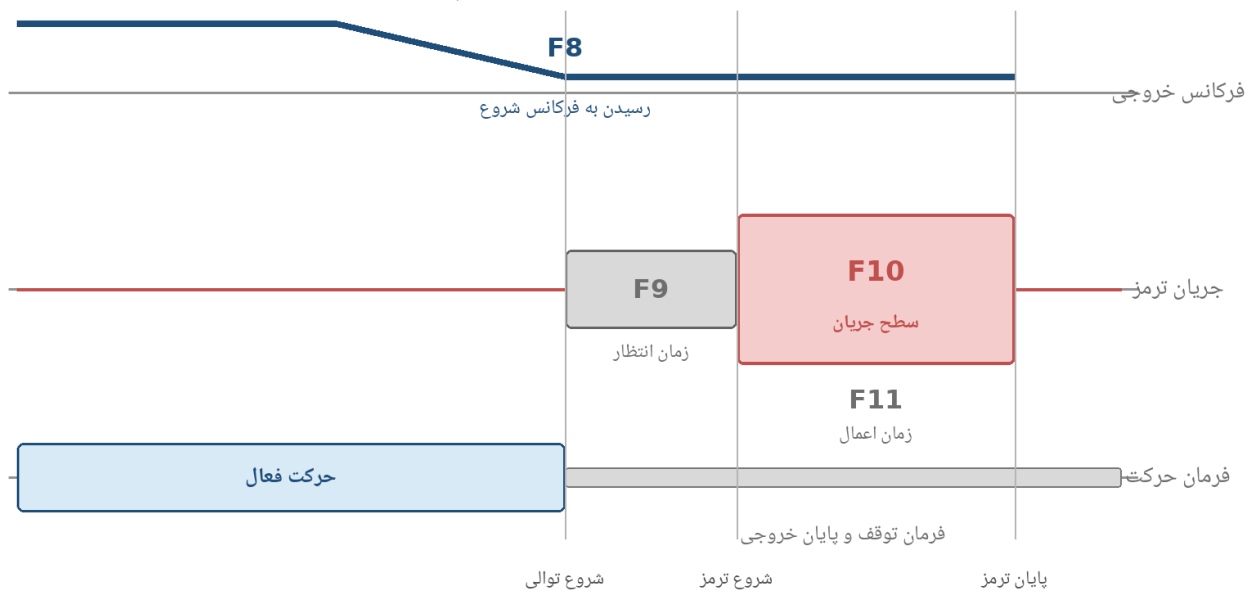


در تغییر جهت، توقف کنترل شده بر توقف مستقیم اولویت دارد.

نمودار (۱): انتخاب روش توقف با پارامتر F4

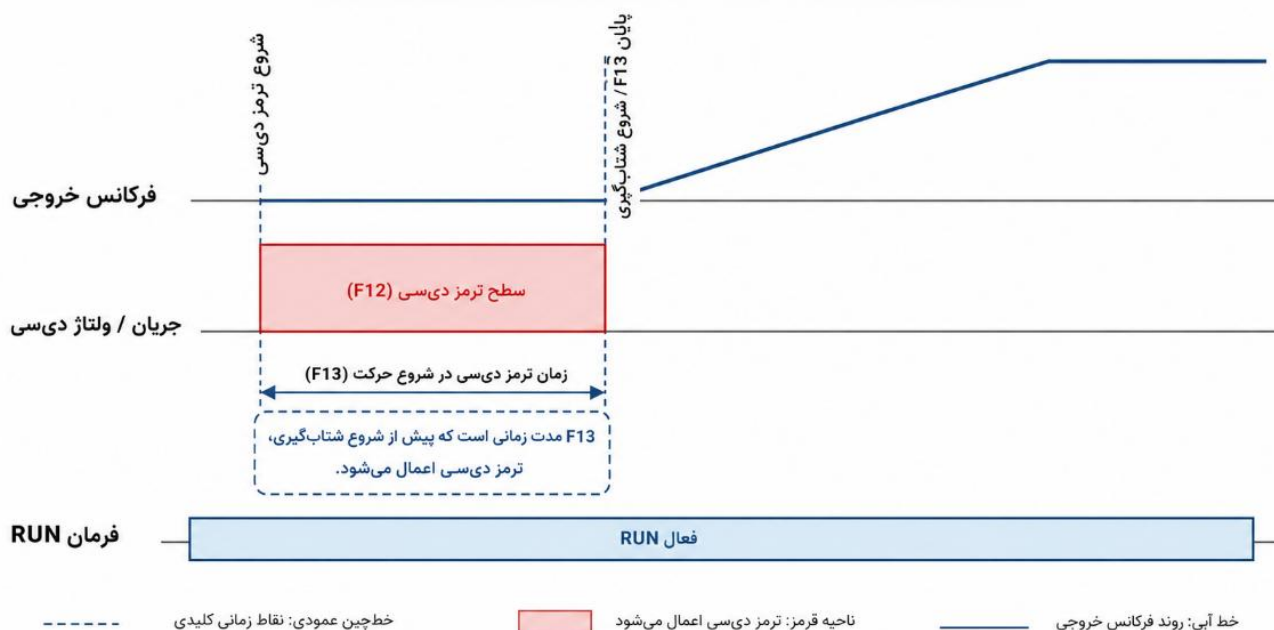
در این نمودار، مسیر کلی انتخاب روش توقف دیده می‌شود. مقدار صفر برای کاهش سرعت، مقدار یک برای ترمز DC و مقدار دو برای توقف آزاد استفاده می‌شود.

توالی ترمز دی سی هنگام توقف



نمودار (۲): توالی ترمز DC هنگام توقف

پس از رسیدن به فرکانس شروع، زمان انتظار سپری می‌شود و سپس جریان ترمز برای مدت تعیین‌شده اعمال می‌گردد.



نمودار (۳): توالی ترمز DC در شروع حرکت

در این حالت، ترمز DC قبل از شتاب‌گیری اعمال می‌شود و پس از پایان زمان تنظیم‌شده، افزایش فرکانس آغاز می‌گردد.

۸) محدودیت‌ها و نکات ایمنی

- در بارهای عمودی و کاربردهای ایمنی، ترمز DC نباید به عنوان ترمز نگهدارنده اصلی استفاده شود؛
- برای توقف‌های پی‌پی، گرمایش موتور باید بررسی شود. جریان DC حتی در سرعت صفر نیز تلفات حرارتی ایجاد می‌کند؛
- اگر فرکانس شروع ترمز خیلی بالا تنظیم شود، احتمال جریان ضربه‌ای یا لرزش مکانیکی بیشتر می‌شود؛
- اگر زمان انتظار خیلی کم باشد، شروع ترمز ممکن است با ناپایداری جریان همراه شود؛
- توقف آزاد فقط زمانی مناسب است که چرخش آزاد موتور از نظر فرآیند مجاز باشد؛
- در بارهای اینرسی بالا، استفاده از زمان کاهش سرعت مناسب یا مدار ترمز دینامیکی باید بررسی شود؛ و
- پس از تغییر هر پارامتر، عملکرد ابتدا با بار سبک و سپس در شرایط واقعی آزمایش شود.

۹) تنظیمات سریع پیشنهادی

- برای توقف عمومی، مقدار پارامتر F4 را روی روش کاهش سرعت قرار دهید و زمان کاهش سرعت را متناسب با بار تنظیم کنید؛
- برای توقف دقیق‌تر در سرعت پایین، روش ترمز DC را انتخاب کنید و مقدارهای F8، F9، F10 و F11 را از مقادیر کم شروع کنید؛
- برای جلوگیری از حرکت اولیه محور، زمان F13 را غیرصفر انتخاب کنید و سطح جریان F12 را تدریجی افزایش دهید؛ و
- برای بارهای سنگین یا اینرسی بالا، کاهش سرعت و ظرفیت دفع انرژی سیستم باید جداگانه بررسی شود.