

# مقایسه تجربی و شبیه سازی عملکرد اعمال بلادرنگ کنترلر مقاوم بر روی موتور پله‌ای هیبرید دو فاز بروش تئوری پسخوراند کمی در حالت میکرواستپ

غلامرضا وثوقی<sup>۱</sup>، علی سلک غفاری<sup>۲</sup>

قطب علمی طراحی، رباتیک و اتوماسیون

دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی مکانیک، آزمایشگاه مکترونیک

صندوق پستی ۹۵۶۷-۱۱۳۶۵، تهران - ایران

E-mail: a\_selkghafari@mehr.sharif.edu

## چکیده

استفاده از موتورهای پله‌ای برای کنترل دقیق موقعیت در حالت میکرواستپ در صنعت، صنایع نظامی و پزشکی بسیار متداول است. دینامیک غیر خطی حاکم بر موتور، تغییرات پارامترهای موتور در نقاط مختلف کارکرد و تأثیرات گشتاورهای اغتشاشی بار بر دقت میکرواستپ، لزوم استفاده از پسخوراند موقعیت برای جلوگیری از دست دادن موقعیت میکرواستپ و استفاده از کنترلرهای مقاوم در برابر تغییرات پارامترها و عدم قطعیت‌های سیستم را آشکار می‌سازد. در این مقاله یک کنترلر مقاوم بروش تئوری پسخوراند کمی برای موتور پله‌ای طراحی شده و بصورت عملی در حالت بلادرنگ روی موتور پله‌ای اعمال شده و نتایج تجربی حاصل با نتایج شبیه سازی مقایسه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: کنترلر مقاوم - تئوری پسخوراند کمی - موتور پله‌ای هیبرید - بلادرنگ - میکرواستپ

## سمبل ها، علائم، اختصارات و واحدها

$\lambda_{k0}$	ثابت اشباع هسته مغناطیسی	$D$	ضریب اصطکاک ویسکوز
$n$	تعداد هارمونیک های مورد نظر	$C$	ضریب اصطکاک کولمب
$N$	تعداد فازهای موتور پله‌ای	$J$	مجموع اینرسی بار و اینرسی روتور
$N_r$	تعداد دندانه‌های روتور	$T_L$	گشتاور بار
$L_{kk}$	اندوکتانس سیم پیچی فاز $k$ ام	$\omega$	سرعت زاویه‌ای روتور
$L_{kj}$	اندوکتانس متقابل بین سیم پیچی فازهای $j$ ام و $k$ ام	$J_{equ}$	اینرسی معادل روتور، بار و اینرسی قفس
$L_{kf}$	اندوکتانس متقابل سیم پیچی فاز $k$ و مغناطیس دائم روتور	$B_{equ}$	ضریب اصطکاک معادل
$L_{ff}$	اندوکتانس ناشی از مغناطیس دائم روتور	$K_{equ}$	ضریب فنریت معادل انعطاف پذیری سنسور نیرویی
$i_j$	جریان هر فاز	$T_o$	گشتاور اندازه گیری شده توسط سنسور نیرو
$i_f$	جریان فرضی ثابت ناشی از مغناطیس دائم روتور	$T_m$	گشتاور خروجی موتور پله‌ای
$V_k$	ولتاژ سیم پیچی فاز $k$ ام	$\omega_n$	فرکانس طبیعی موتور
$r_k$	مقاومت سیم پیچی فاز $k$ ام	$\xi$	ضریب میرایی
$\theta$	موقعیت زاویه‌ای شفت موتور پله‌ای	$I_0$	جریان نامی موتور
	متمم انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی	$c_0$	مقدار $(N.m/A)$ dc-gain
$T_{HB}$	گشتاور تولید شده در موتور پله‌ای	$k_m$	ضریب گشتاوری موتور

۱- دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک طراحی کاربردی، دانشگاه صنعتی شریف