



## سامانه کنترل پلاسمایی یکپارچه برای توکامک IR-T1 همراه با فرونشانی (کاهش) گسیختگی

احمد نقی دخت<sup>۱\*</sup>، مرتضی جانفزا<sup>۱</sup> و محمود قرآن‌نویس<sup>۲</sup>

۱. دانشکده فیزیک دانشگاه دامغان، دامغان، سمنان، ایران

۲. مرکز تحقیقات فیزیک پلاسما، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

پست الکترونیکی: a.naghidokht@du.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰)

### چکیده

کنترل پلاسمای توکامک فرایند پیچیده‌ای است که تحت تأثیر عدم قطعیت‌های ساختاری و دینامیک مدل‌سازی نشده قرار می‌گیرد. برای غلبه بر این چالش‌ها و دستیابی به یک رفتار مقاوم خوش تعریف، توسعه کنترل‌گرهای استاندارد بسیار مهم است. نظریه کنترل تفکیکی برای فرایندهای چند ورودی-چند خروجی (MIMO) یک تکنیک قدرتمند است که امکان کاهش یا حذف عبارت‌های جفت شدگی متقابل نامطلوب در توکامک‌ها را داده و آن را نسبت به طرح کنترل تک ورودی-تک خروجی (SISO) برتری می‌دهد. مطالعه ما دو نوع کنترل‌گر را پیشنهاد می‌کند: کنترل‌گرهای PID تنظیمی و کنترل‌گرهای آبخاری مقاوم، که از رفتار تفکیکی و مقاوم بودن برای کنترل موقعیت افقی و جریان پلاسمایی در توکامک IR-T1 استفاده می‌کنند. ما این کنترل‌گرها را از طریق شبیه‌سازی مقایسه کرده و تأثیر تغییر ولتاژ سیم‌پیچ میدان عمودی را بر جفت‌شدگی متقابل این دو پارامتر پلاسمایی مطالعه می‌کنیم. نتایج نشان می‌دهد که کنترل‌گر PID تنظیمی نسبت به کنترل‌گر مقاوم از نظر برآوردن الزامات کنترلی، رد اختلال، ردیابی مقدار مرجع، و فرونشانی گسیختگی‌ها، به‌ویژه در کنترل جفت شدگی متقابل، بهتر عمل می‌کند. البته تأیید قطعی نیازمند مطالعات تجربی با شرایط متنوع‌تر و در نهایت، ساخت و بهره‌برداری از این کنترل‌گرها در توکامک‌ها است.

**واژه‌های کلیدی:** توکامک IR-T1، کنترل‌گر PID تنظیمی، کنترل‌گر مقاوم آبخاری، جفت شدگی متقابل، فرونشانی گسیختگی