

تحلیل جریان در کانال باز با استفاده از تقریب‌های چندجمله‌ای در حوزه فرکانس

حسین صبور کازران^۱، محمود فغفور مغربی^۲، یحیی محتشمی^۳

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

ho_sa7@stu-mail.um.ac.ir

خلاصه

معادلات سنت-وانانت بطور کلی دارای رفتاری پیچیده بوده و می‌توانند از خود شوک‌هایی نشان دهند، در نتیجه بکارگیری آن‌ها در اهداف کنترلی مشکل است. خطی سازی این معادلات حول شرایط جریان پایدار با استفاده از روشهایی مانند بسط تیلور و انتقال به حوزه فرکانس بخشی از پیچیدگی‌ها را حل می‌کند. توابع انتقال ارتباط دهنده عمق و دبی، مشخصه‌های سیستم انتقال را در بازه‌ای از کانال بین دو سازه کنترل جریان، ارزیابی نموده و براساس اندرکنش دو موج نوسانی حاصل از اغتشاشات ناشی از باز و بست دریچه و یا تغییر دبی کار می‌کنند. استفاده از روش تقریب‌های چندجمله‌ای تیلور و تولید توابعی ساده‌تر، کاراتر و انعطاف پذیرتر در مدل‌سازی و بررسی پاسخ سیستم و مقایسه پاسخ برحسب قطب، تاخیرها و میرایی برای جریان افقی بدون اصطکاک، جریان یکنواخت و غیر یکنواخت بدست آمده‌اند، کاربردپذیری این رویکرد را نشان می‌دهد. علاوه بر آن پاسخ‌های حوزه زمانی توابع انتقال برای تقریب‌های متفاوت برای درک بهتر رفتار جریان بدست آمدند.

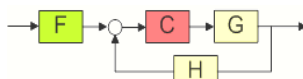
کلمات کلیدی: دریچه‌های کنترل دبی، کانال باز، معادلات سنت-وانانت، حوزه فرکانس، تقریب‌های چندجمله‌ای.

۱. مقدمه

تلاش‌های زیادی بطور نمونه توسط کار Litrico و Fromion [۱]، برای تشریح رفتار معادلات سنت-وانانت در دینامیک جریان کانال باز صورت گرفته است، که ابزاری کارآمد برای کنترل جریان کانال باز، فراهم می‌سازند. اکثر الگوهای حقیقی جریان یکنواخت نبوده، لذا تعمیم آنالیز به حالت جریان‌های غیریکنواخت مهم می‌باشد. با داشتن پاسخ فرکانسی برای هر رژیم جریان، می‌توان با استفاده از دیاگرام‌های بود، اقدام به طراحی و آنالیز کنترل کننده‌ها نمود. عبارت‌های ماتریس انتقال، در خیلی از تحقیقات مانند Baume و Sau [۲] و Ermolin [۳] بدست آمده‌اند. مبنای مقایسه تقریب مورد استفاده بر اساس کار Litrico و Fromion [۴ و ۵]، می‌باشد که رفتار کانال باز را در حوزه فرکانس با توابع دقیق آنالیز می‌نماید. تقریب‌های چندجمله‌ای در اصل تعمیمی از چندجمله‌ای‌های تیلور می‌باشند و ایده آن با در نظر گرفتن توانی از مرتبه m و n برای صورت و مخرج کسر تابع رشنال $R = P/Q$ می‌باشد، که توابع P و Q توابع تقریب زده شده با بسط تیلور در صورت و مخرج کسر می‌باشند. یک تقریب چندجمله‌ای به فرم P_M^N (که با $b_0 = 0$ بی‌بعد و تنظیم می‌گردد) تعمیم دهنده بسط تیلور T_{M+N} با همان تعداد کل ضرایب است که در حالت خاص $M = 0$ هر دو بسط یکی هستند:

$$P_M^N(x) = \frac{\sum_{k=0}^N a_k x^k}{\sum_{k=0}^M b_k x^k} \Leftrightarrow T_{M+N}(x) = \sum_{k=0}^{M+N} c_k x^k \quad (1)$$

که در آن a_k ، b_k و c_k ضرایب هریک از این چندجمله‌ای‌ها هستند. مطابق شکل ۱، ساختار تشکیل تابع چندجمله‌ای معادل بدین صورت است که در ابتدا هریک از توابع F ، C و G ... که به فرم نمایی یا فرم دیگری از متغیر لاپلاسند، با یک چندجمله‌ای درجه n با ضرایبی که بتوانند همان فاز و دامنه را دارا باشند، تقریب زده می‌گردند. سپس از طریق قوانین ترکیب سیستم‌های سری و موازی، تقریب تابع نهایی حاصل می‌گردد.



شکل ۱- نمایش توابع انتقال و نحوه ترکیب آن‌ها برای تولید تابع نهایی

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته سازه های هیدرولیکی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ استاد گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته برق مخابرات میدان دانشکده مهندسی دانشگاه تهران