



آزمون جامع پژوهشی ۲ دکتری  
مهندسی عمران - سازه  
دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکده مهندسی عمران

## تحلیل مسائل مستقیم و معکوس مکانیک جامدات با معرفی دو رویکرد ارتقا یافته از روش شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک

صادق قمصری اصفهانی

مکان: سمینار ۱ دانشکده مهندسی عمران

یکشنبه، ۳۰ دی ۱۴۰۳ - ساعت ۱۲ الی ۱۴

کمیته دفاع:

دکتر محمد سیلانی

دکتر سید مهدی زندی (دانشگاه اصفهان)

استاد راهنما:

دکتر بشیر موحدیان، دکتر سعید صرامی

استاد مشاور:

دکتر مجتبی ازهری، دکتر بیژن برومند

### چکیده:

امروزه استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین در زمینه‌های مختلف توسعه یافته است و مزایای استفاده از مدل‌های عمیق بر هیچ کس پوشیده نیست. با این حال، مدل‌های یادگیری ماشین در حل معادلات دیفرانسیل، به خصوص معادلات حاکم در علم مکانیک جامدات، چند سالی است که توسعه داده شده‌اند. به این مدل‌ها، شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک گفته می‌شود. از مهم‌ترین ویژگی‌های مدل‌های یادگیری عمیق در حل معادلات می‌توان به امکان حل معادلات غیرخطی پیچیده (فرمول بندی یکسان برای حل معادلات خطی یا غیر خطی)، استفاده آسان از توابع مختلف برای حل، توانایی ذخیره‌سازی نتایج یک یا چند مسئله برای مسئله‌های دیگر و امکان حل ساده انواع مسئله‌های معکوس اشاره کرد. هدف اصلی در این پژوهش، استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق به صورت‌های مختلف برای الگوهای شبکه‌ی بهتر در مقایسه با مدل‌های مرسوم برای حل معادلات است. در این راستا به عنوان بخش اول ایده‌ی جدید، از توابع پایه‌نمایی به عنوان عامل درونیاب تابع مجهول در قالب معماری شبکه‌ی عصبی آگاه از فیزیک انتخاب گردید. بنابراین در بخش اول پژوهش، به استفاده از توابع نمایشی با توان‌های آن‌ها با روش‌های کلاسیک و با ارضای معادله‌ی دیفرانسیل به شکل قوی آن به روش ترفند در حل مسائل مختلف به کار گرفته شدند که توان‌های آن‌ها با روش‌های کلاسیک و با ارضای معادله‌ی دیفرانسیل به شکل قوی آن به دست می‌آمدند. بنابراین در روش‌های کلاسیک، ابتدا با ارضای معادلات دیفرانسیل، یک رابطه بین توان‌ها به دست می‌آمد که بعداً با حدس اولیه برای یکی از آن‌ها، توان دیگر محاسبه و استفاده می‌شد. هدف در اینجا حذف گام اول و در گاهی موارد دشوار در روش کلاسیک است. هدف بخش دوم رساله، ارائه‌ی راهکار نوآورانه جهت حل مشکل متعارف روش مرسوم شبکه عصبی آگاه از فیزیک در ارضای شرایط مرزی همراه با صورت معادله‌ی دیفرانسیل است. همچنین استفاده از مدل یادگیری عمیق آگاه بر فیزیک توسعه یافته برای حل سریع‌تر و دقیق‌تر معادلات، با روش‌های حذف معادله‌ی دیفرانسیل (روش مرزی) و حذف شرایط مرزی (روش دامنه) بررسی خواهد شد. در نهایت، نتایج با روش‌های حل معادلات با استفاده از مدل‌های آگاه از فیزیک مرسوم مقایسه خواهد شد. بدین منظور، مسائلی مانند مسئله‌ی ترک یا ناپوستگی و شکاف برای حل انتخاب خواهند شد که مدل‌های آگاه از فیزیک کلاسیک در حل آن‌ها عاجز هستند. علاوه بر این، استفاده از ویژگی‌ها و توانایی‌های یادگیری ماشین در بستر سازی انواع مسائل بررسی خواهد شد. استفاده از این روش که به تازگی توسعه یافته و مشابه آن کمتر دیده شده است، می‌تواند در توسعه‌ی ایده‌های مختلف بسیار موثر باشد.