



## ارائه روشی جهت تخمین پارامتر شکل روش بدون شبکه‌ی RBF-DQ در حل مسائل مهندسی

سیده فهیمه میرلوحی<sup>۱</sup>، سید محمدرضا هاشمی<sup>۲\*</sup>

۱- بخش مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه شیراز

۲- بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

hashemi@shirazu.ac.ir

### خلاصه

در سال‌های اخیر روش عددی بدون شبکه‌ی RBF-DQ برای حل معادلات دیفرانسیل مهندسی عمران مورد توجه قرار گرفته است. یکی از مباحث بسیار مهم در بکارگیری این روش، پارامتر شکل توابع شعاعی است. در این مقاله یک روش ساده برای تخمین مقدار مناسب این پارامتر ارائه شده، سپس از این روش عددی با بکارگیری مقدار تخمین زده شده برای پارامتر شکل، برای حل معادلات برگر و هلمهولتز استفاده شده است.

**کلمات کلیدی:** RBF-DQ، پارامتر شکل، معادله برگر، معادله هلمهولتز.

### ۱. مقدمه

تاکنون روشهای عددی بدون شبکه‌ی متنوعی در حل مسائل مهندسی به کار گرفته شده‌اند. ایده‌ی اصلی این روشها، حل عددی مسائل مکانیک جامدات و یا سیالات بدون نیاز به شبکه و با استفاده از یک دسته گره است که به صورت دلخواه در دامنه محاسباتی توزیع شده‌اند. روش عددی بدون شبکه‌ی RBF-DQ، از مفهوم اصلی روش دیفرانسیل کوادرچر برگرفته شده است. این روش برای اولین بار توسط Bellman و همکارانش برای حل معادلات دیفرانسیل ابداع شد [۱ و ۲]. ایده‌ی اصلی این روش، از روش انتگرالگیری کوادرچر گرفته شده [۳]، که طبق آن انتگرال یک تابع به صورت ترکیب خطی از مقادیر تابع در تمام نقاط دامنه بیان می‌شود. روش DQ تاکنون برای حل مسائل گوناگونی در مهندسی عمران به کار گرفته شده، که از آن جمله می‌توان به مسائل هیدرولیک سطح آزاد، مدلسازی جزر و مد، مکانیک سیالات و مکانیک خاک اشاره نمود [۴-۷]. یکی از فرم‌های بدون شبکه‌ی روش دیفرانسیل کوادرچر، روش RBF-DQ است.

توابع RBF در پژوهش‌های گوناگونی جهت درونیایی و حل معادلات دیفرانسیل جزئی به کار گرفته شده‌اند. این روش برای اولین بار توسط Kansa ابداع شد [۸] و پس از آن در حل بسیاری از مسائل مهندسی مانند معادلات آبهای کم عمق [۹] و مکانیک سیالات [۱۰] و مکانیک خاک [۱۱] مورد استفاده قرار گرفت. توابع شعاعی RBF، برای حل معادلات دوبعدی نویراستوکس نخستین بار توسط Wu و Shu به عنوان توابع پایه در روش دیفرانسیل کوادرچر به کار گرفته شدند [۱۲]. ایده‌ی روش RBF-DQ تخمین مشتق در هر نقطه از دامنه، با استفاده از ترکیب خطی وزن دار مقدار تابع در تمام نقاط دامنه است. این روش تاکنون در حل مسائلی مانند الاستیسیته [۱۳]، معادلات نویراستوکس [۱۴] و حل معادله‌ی نش [۱۵] به کار گرفته شده است.

توابع RBF دربرگیرنده‌ی پارامتری بنام پارامتر شکل (c) هستند. این پارامتر تا حد زیادی دقت و نتیجه محاسبات را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین یافتن پارامتر شکل مناسب از مهمترین مراحل حل مسائلی است که از توابع شعاعی بهره می‌گیرند و به همین دلیل از مسائل مورد توجه محققین است. شاید بتوان گفت تخمین پارامتر شکل، مهمترین معضل استفاده از روش‌های RBF می‌باشد [۱۲]. تاکنون راه‌های گوناگونی برای تخمین این پارامتر ارائه شده‌اند. برخی پژوهشگران از یک رابطه برای محاسبه این پارامتر استفاده کرده‌اند اما این روابط اغلب برای کاربرد در مسائل خاصی ارائه شده و قابل تعمیم به همه مسائل نیستند، ضمن اینکه دقت قابل قبولی ندارند. در برخی مقالات، محققان با استفاده از سعی و خطا و مقایسه و نزدیک کردن نتایج روش عددی به جواب‌های دقیق مسئله، پارامتر شکل را تخمین زده‌اند. از آنجایی که در مسائل مهندسی جواب دقیق و تحلیلی در دسترس