



تظریف تطبیقی شبکه بندی در شبیه سازی عددی جریان دائمی حول یک استوانه‌ی دایروی بر اساس روش احجام محدود

حمید هوشنگی^۱، محمد هادی افشار^۲، احسان کاظمی^۳

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

hhoushanghi@civileng.iust.ac.ir

mhafshar@iust.ac.ir

kazemi@civileng.iust.ac.ir

خلاصه

در این تحقیق از نظریف تطبیقی شبکه بندی مبتنی بر روش احجام محدود برای شبیه سازی عددی جریان حول یک استوانه‌ی دایروی تحت رژیم جریان لایه‌ای ماندگار با عدد رینولدز ۲۰ استفاده می‌شود. در این شبیه سازی با تولید شبکه به کمک نرم افزار گمیت و سپس تحلیل جریان توسط نرم افزار فلونت تاثیر نحوه‌ی نظریف تطبیقی شبکه بندی ناساختار مثلثی دوبعدی اعم از شبکه بندی زبر، متوسط و نرم بر نتایج شبیه سازی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این شبیه سازی مانند مقدار ضریب دراگ و لیفت با نتایج دقیق مقایسه می‌گردد. در این تحقیق مشاهده می‌شود که با نظریف شبکه بندی در اطراف استوانه‌ی دایروی، نتایج شبیه سازی با کاهش هزینه‌های محاسباتی و کاهش سل‌های شبکه به سمت جواب‌های دقیق نزدیکتر می‌شود.

کلمات کلیدی: نظریف تطبیقی شبکه، احجام محدود، جریان دائمی، استوانه‌ی دایروی.

۱. مقدمه

اکثر مسائل مهندسی آب شامل مرزهای پیچیده و همچنین موانع متعدد در برابر جریان است. استفاده از تکنیک‌های شبکه بندی ناساختار^۱ در حل اینگونه مسائل دینامیک سیالات محاسباتی^۲ کمک شایانی می‌نماید. با این حال توجه اصلی اکثر محققان به حل عددی دقیق تر مسائل در مدت زمان کوتاه تر و با هزینه‌ی محاسباتی کمتر می‌باشد. پیچیدگی‌های فیزیکی شامل موانع غیرمنظم و اندرکنش آنها با جریان است. شبکه بندی ریز از جمله راه‌هایی است که به حل دقیق تر مسائل منجر می‌شود اما با صرف هزینه‌های محاسباتی بالاتری همراه است. استفاده از شبکه بندی زبر نیز منجر به کاهش هزینه‌های محاسباتی می‌شود اما با دقت پایین تری روبرو خواهد شد. در این میان تکنیک نظریف شبکه بندی تطبیقی پذیر^۳، محققان را در حل مسائل مختلف و پیچیده با صرف هزینه‌ی محاسباتی کمتر و با دقت محاسباتی بالاتر یاری می‌رساند. این روش برای شبکه‌های ناساختار و بی ساختار^۴ همچنین در حل مسائل جریان‌های مختلف مانند هیدرودینامیک ضربه، جریان تراکم پذیر و تراکم ناپذیر لزج و همچنین جریان‌های دوفازه توسعه یافته است [۱].

جریان حول یک استوانه‌ی دایروی^۵ از جمله پدیده‌های با جذابیت فراوان در علوم مهندسی و کاربردهای آیرودینامیک می‌باشد که می‌تواند به ویژه در مطالعه‌ی اندرکنش سازه و جریان کاربرد زیادی داشته باشد. این مسئله یک نمونه‌ی بارز از مسائلی است که برای تحلیل رفتار جریان پشت یک جسم صلب به کار می‌رود. به این صورت که یک مانع دایروی شکل در یک موقعیت مشخص مکانی در طول یک کانال قرار گرفته و توسط سیالی که در مسیر کانال جاری است احاطه شده و رفتار جریان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بر حسب سرعت جریان ورودی یا مقدار عدد رینولدز جریان، جریان پشت مانع به صورت یکی از این سه حالت دیده می‌شود: در عدد رینولدز پایین جریان بصورت دائمی، در عدد رینولدز متوسط جریان به صورت غیر دائمی با یک رفتار نوسانی معروف به مسیر چرخابه‌ای وان کارمن^۶ و در عدد رینولدز بالا جریان کاملاً آشفته می‌گردد. پدیده‌هایی نظیر جریان حول

¹ Unstructured mesh

² CFD

³ Adaptive Mesh Refinement (AMR)

⁴ Structured and unstructured meshes

⁵ Circular cylinder

⁶ Von Karman vortex street