ICHMT2014-XXXX

حل عددی معادله انتقال تابشی با استفاده از روش جهات گسسته و شبکه بی سازمان برای هندسه های دو بعدی

آرش ابجدپور[۱]، سیروس آقانجفی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرطوسی arash.abjadpour@gmail.com
[۲] دانشیار، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرطوسی، aghanajafi@kntu.ac.ir

چکیده

به منظور تحلیل عددی معادله انتقال تابشی در هندسه هایی با مرزهای خمیده و شکسته استفاده از شبکه های بی سازمان میتواند با دقت مناسبی کل هندسه را پوشش دهد. گستردگی استفاده از این شبکه در دینامیک سیالات محاسباتی و سایر شیوه های انتقال حرارت لزوم ایجاد و ارائه چنین ابزاری را برای معادله انتقال تابشی بیش از پیش آشکار می سازد. برای حل عددی معادله انتقال در شبکه های بی سازمان داشتن یک طرح پیمایش مکانی باعث جلوگیری از تکرارهای اضافی خصوصا برای مسائلی که دیوارها خاکستری می باشند می گردد. در این مقاله تحلیل معادله انتقال تابشی برای هندسه های دو بعدی پیچیده با استفاده از شبکه بی سازمان مثلثی و در حضور گاز جاذب و ناشر خاکستری بررسی شده است.

واژه های کلیدی

معادله انتقال تابشی، محیط جاذب و ناشر، شبکه بی سازمان.

مقدمه

در میان شیوه های مختلف حل معادله انتقال تابشی دو روش جهات گسسته و حجم محدود دارای مزایای توام دقت مناسب و امکانات مورد نیاز محاسباتی متعارف می باشند. این روش ها برای حل معادله انتقال در هندسه های چند بعدی و با استفاده از شبکه های سازمان یافته کارتزین و استوانه ای به کار گرفته شده است.

به عنوان مثال هایی از این پژوهش ها می توان به ارائه روش جهات گسسته توسط چاندراسخار[۱] ، لتروپ و کارلسون [۲]، ترولاو، فایولند و جمال الدین[۳-۷] اشاره نمود. در سال های اخیر پیشرفت های قابل توجهی در حذف عیوب اثر اشعه و پراکنش کاذب، به کارگیری طرح های تقسیم دقیق زاویه فضایی و مطالعات هندسه های پیچیده صورت گرفته است[۸-۱۰].

وابستگی حل معادله انتقال به پدیده هایی نظیر احتراق و جریان گاز در دماهای بالا حل های عددی را ناگزیر به استفاده و توجه به شبکه های یکسان و قابل ارائه در تمامی این پدیده ها می گرداند. در استفاده از شبکه های بی سازمان جهت بررسی معادلات سیال تلاش های بسیاری صورت گرفته است. برای روش جهات گسسته ساکامی و همکاران [۱۱-۱۳]یک روش دقیق و پیچیده برای گسسته سازی مکانی بر مبنای اضمحلال نمایی ارائه نمودند. لیو و همکاران [۱۴] طرح پیمایش مکانی استپ را که معادل طرح بالادست در دینامیک سیالات محاسباتی است ارائه نمودند.

در این مقاله حل معادله انتقال با استفاده از شبکه بی سازمان ارائه شده است. به علاوه یک طرح پیمایش سلولی به منظور جلوگیری از تکرارهای اضافه در حل میدان تابش محفظه ها با دیوارهای خاکستری ارائه شده است.

معادله انتقال تابشی

با در نظر گرفتن یک محیط جاذب و ناشر و بدون اثر پراکنش تغیرات شدت تابش در طول یک پرتو را می توان با استفاده از معادله انتقال تابشی برای محیط های جاذب و ناشر دو بعدی بیان نمود:

$$\mu_m \frac{\partial I_m}{\partial x} + \eta_m \frac{\partial I_m}{\partial y} = -kI_m + kI_b \qquad (1)$$

شرایط مرزی برای سطوح پخشی خاکستری لامبرت عبارت است از:

$$I(r_{wall}, \overrightarrow{S_m}) = \varepsilon_{wall} I_b(r_{wall}) + \frac{1-\varepsilon_{wall}}{\pi} \int_{S'.n_{wall}>0} I(r_{wall}, \overrightarrow{S_m}) |S'.n_{wall}| \, d\Omega' \qquad (2)$$

روش جهات گسسته برای شبکه های بی سازمان

در روش جهات گسسته معادله انتقال برای هر جهت $\vec{s}_i$ به صورت مجزا حل می شود. با انتگرال گیری از معادله انتقال بر روی هر حجم کنترل V محصور شده توسط سطوح کنترل Σ و به کارگیری قضیه استوکس خواهیم داشت:

$$\int_\Sigma \left(\mu_m \frac{\partial I_m}{\partial x} + \eta_m \frac{\partial I_m}{\partial y}\right).\vec{n}\, d\Sigma = \int_V (-kI_m + kI_b) dV \qquad (3)$$

در هندسه های دوبعدی با استفاده از شبکه های بی سازمان مثلثی می توان محفظه را به سلول های ریز تقسیم نمود. با فرض ثابت بودن I_b و I_m برروی هر حجم کنترل می توان معادله (۳) را به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$\sum_{j=1}^{N_{face=3}} I_j.(\vec{s}_m.\vec{n}_j).A_j = -kVI_{P,m} + kVI_b \qquad (4)$$