

مدل سازی هیدرودینامیکی به روش اجزاء محدود با به کار گیری شبکه بندی بهینه بر روی محیط مدل سازی به منظور طراحی اسکله در مناطق ساحلی همراه با یک مطالعه موردی

ابوالقاسم کامکار روحانی

دانشگاه صنعتی شاهرود

kamkarr@yahoo.com

مقدمه

سه روش مدل سازی عددی اجزاء محدود، تفاضل محدود و حجم محدود برای مدل سازی هیدرودینامیکی وضعیتهای مختلف آب بر مبنای حل معادلات دیفرانسیل حکمفرما که بیان کننده روابط فیزیکی حاکم بر مسئله است، بر روی گره ها یا اجزاء شبکه بندی شده محیط مدل سازی استوار شده اند. به طور کلی شبکه بندی، تقسیم بندی محیط مدل سازی به اجزاء یا سلولهای مختلف با ابعاد کوچکتر و یا کم و بیش ریز است. این فرایند تقسیم بندی محیط مدل سازی، می تواند پاسخ مدل سازی را کاملاً از نقطه نظر دقت و زمان انجام محاسبات تحت تأثیر دهد. اگر چه ایجاد شبکه ها یا اجزاء ریزتر یا به عبارت دیگر متراکم تر اغلب منجر به کسب دقت بیشتر در پاسخ مدل سازی به قیمت بالاتر رفتن هزینه و زمان انجام محاسبات مدل سازی می شود، با این حال این امر همیشه هم صادق نیست. در نتیجه با به کارگیری یک شبکه بندی بهینه بر روی محیط مدل سازی می توان از کارایی یا راندمان فرایند مدل سازی مطمئن شد (Berg et al., 1997). در تحقیق حاضر، مدل سازی هیدرودینامیکی مدخل رودخانه وسر (Weser)، که به دریای شمال می پیوندد و در محدوده سواحل آلمانی این دریا قرار گرفته، با استفاده از نرم افزارهای Swevolver و xf4 به روش مدل سازی اجزاء محدود و با به کارگیری مقادیر مختلفی از تعداد گره ها و شبکه ها یا اجزاء مثلثی، انجام شده است (2-D hydrodynamics Swevolver manual, 2004; xf4 manual, 1999). سپس یک مقایسه از نتایج مدل سازی انجام شده برای مقادیر مختلف تعداد شبکه ها با یکدیگر به منظور به دست آوردن یک شبکه بندی بهینه (از نظر ابعاد و تعداد شبکه ها) در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده، یک اسکله جدید برای پهلویی بزرگ باری در مکانی مناسب در این منطقه طراحی می شود.

مدل سازی هیدرودینامیکی و ایجاد شبکه ها بر روی محیط مدل سازی

شبکه ها به دو نوع ساختاری (منظم) و غیر ساختاری (نامنظم) تقسیم بندی می شوند. در تحقیق حاضر، از شبکه ها یا اجزاء ساختاری نوع مثلثی شکل در مدل سازی به روش اجزاء محدود که برای منطقه مورد مطالعه نشان داده شده در شکل ۱ به کار گرفته شده، استفاده شده است. ابتدا مدل سازی هیدرودینامیکی بر روی محیط مدل سازی با شبکه های نسبتاً درشت (و بازه یا گام زمانی نسبتاً بزرگ) انجام شده و سپس مدل سازی مزبور با استفاده از شبکه ها با درجات مختلف ریزی یا کوچکی ابعاد و نیز بازه های زمانی مختلف تکرار می گردد. برای انجام مدل سازی با نرم افزار Swevolver، ابتدا ورود داده های مربوط به هر گره در شبکه بندی شامل موقعیت و عمق آب در محل گره به نرم افزار مذکور صورت گرفت. داده های اصلی و اولیه شامل ۲۲۴۴۸ گره بودند. در مدل سازیهای انجام شده، بازه های زمانی مختلف ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰ ثانیه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از داده های ارتفاع جزر و مد اندازه گیری شده به صورت یک سری زمانی ۲۶ ساعته (۲ چرخه جزر و مد) در دو ایستگاه اندازه گیری، یکی در دریای آزاد و دیگری در رودخانه، به عنوان داده های شرایط مرزی استفاده شد. سپس مدل سازی برای محاسبه کمیت های هیدرودینامیکی از جمله سرعت، عمق و غیره صورت گرفت. با توجه به مقادیر هیدرودینامیکی بدست آمده، مقایسه ای بین نتایج مدل های مختلف و همچنین بین زمان انجام محاسبات مدل سازی برای بازه های زمانی مختلف و تعداد گره های مختلف صورت گرفته است. به عنوان یک نتیجه کلی از این مقایسه می توان دریافت که اگر چه زمان انجام محاسبات برای مدل های با تعداد گره های بیشتر و بازه های زمانی کوچکتر، بیشتر یا طولانیتر است، نتایج این مدل ها به نظر می رسد از دقت بالاتری برخوردار باشند. با این حال، به منظور بهینه سازی زمان و هزینه مدل سازی، بایستی مدلی را مد نظر قرار داد که نسبتاً از تعداد گره های کمتر برخوردار بوده اما نتایج نسبتاً خوبی در پی دارد. نحوه رسیدن به این هدف و نتایج مدل سازی بدست آمده در این مقاله ارائه و مورد بحث قرار گرفته اند.

نتایج عمقی بدست آمده از شبیه سازیهای مدل اصلی و اولیه منطقه مورد مطالعه شامل ۲۲۴۴۸ گره و بازه های زمانی ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ثانیه به ترتیب در شکلهای ۲، ۳ و ۶ نشان داده شده است. به نظر می رسد که نتایج عمقی بدست آمده از شبیه سازیهای مزبور کم و بیش مشابه هم باشند. با این حال، با مقایسه این نتایج به آسانی می توان دریافت که نتایج بدست آمده از شبیه سازی با بازه زمانی ۱۰۰ ثانیه دقیقتر است. جدول ۱ زمانهای انجام محاسبات مدل سازی برای مدل و شبیه سازیهای مزبور و همچنین مدل ها و شبیه سازیهای دیگر (شامل تعداد گره ها و بازه های زمانی مختلف)، که با اجرای شبیه سازیها بر روی رایانه از نوع پنتیوم ۴ با سرعت ۲/۶۰ گیگاهایت و حافظه RAM معادل ۵۱۲