

شبیه سازی رسوب گذاری در ترانشه ها با استفاده از یک مدل عددی دو بعدی قائم

محسن ابراهیمی
دانشگاه تهران

پیمان بدیعی
دانشگاه تهران

ebrahimim@ut.ac.ir

pbadie@ut.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از مسائل چالش برانگیز در مهندسی سواحل، تخمین صحیح نرخ رسوبگذاری در کانالهای دسترسی بنادر و به تبع آن برآورد هزینه انجام عملیات لایروبی می باشد. همچنین تخمین رسوبگذاری در ترانشه هایی که به منظور استقرار خطوط لوله و کابل حفر می شوند، یکی از مسائل مورد علاقه ی مهندسین محیط های دریایی می باشد. پیش بینی صحیح پدیده ی فوق امکان طراحی و نگهداری بهتر این کانالها را فراهم می نماید. یکی از روشهای متداول و کارآمد در پیش بینی پدیده ی رسوبگذاری و فرسایش در ترانشه ها شبیه سازی عددی می باشد. تا کنون مدل های عددی زیادی برای مطالعه ی پدیده ی انتقال رسوب در ترانشه ها و کانالها ارائه شده است. با این حال مدل های کمی به بررسی رسوبگذاری و تغییرات مورفولوژیک در ترانشه ها پرداخته اند. Van Rijn (1987) با استفاده مدل SUTRENCH که در آن پروفیل های سرعت و ضریب اختلاط رسوب^۱ بر اساس نتایج آزمایشگاهی و نتایج مدل $k-\varepsilon$ کالیبره شده اند، به مدلسازی تغییرات تراز بستر در ترانشه ها پرداخته است. Jensen and Fredsøe (2001) نیز با حل معادلات دو بعدی ناویر-استوکس^۲ برای جریان نوسانی^۳ به مدلسازی رسوبگذاری در ترانشه ها پرداخته اند. مطالعه ی مشابهی نیز توسط Liang et al. (2005) برای شبیه سازی رسوبگذاری در ترانشه های خط لوله تحت جریان ماندگار و جریان نوسانی انجام شده است.

در مطالعه ی حاضر به معرفی مدلی عددی برای شبیه سازی رسوبگذاری در ترانشه ها تحت میدان جریان دو بعدی پرداخته شده و نتایج حاصل با مقادیر آزمایشگاهی مقایسه شده است. شبیه سازی عددی رسوبگذاری در ترانشه ها نیازمند استفاده از زیر مدل های جریان، انتقال رسوب و تغییر شکل بستر (مورفولوژی) می باشد. مدل جریان که اخیراً توسط Ahmadi et al. (2007) توسعه داده شده، یک مدل غیرهیدرواستاتیک ضمنی میباشد که با حل معادلات ناویر استوکس به شبیه سازی جریان با سطح آزاد می پردازد و آشفتگی میدان جریان را با استفاده از مدل $k-\varepsilon$ شبیه سازی می کند. محاسبات زیرمدل انتقال رسوب نیز بر مبنای مدل توزیع غلظت که قبلاً توسط ابراهیمی و بدیعی (۱۳۸۶) توسعه و توضیح داده شده، انجام گرفته است. مدل اخیر با حل معادله ی انتقال-پخشودگی^۴ غلظت رسوب به شبیه سازی میدان غلظت در یک شبکه ی منحنی الخط منطبق بر مرز می پردازد. در مطالعه ی حاضر زیرمدل محاسبه تغییر شکل بستر تشریح شده است. این مدل از یک شبکه شطرنجی به همراه گام زمانی متغیر مبتنی بر شتاب تغییرات تراز بستر استفاده می کند. نتایج محاسبات مربوط به تغییرات تراز بستر، انطباق منطقی ای را با اندازه گیری های آزمایشگاهی موجود نشان می دهد.

۲. معادلات حاکم

۲.۱. انتقال رسوب

معادلات حاکم بر مدل جریان و توزیع غلظت قبلاً توسط Ahmadi et al. (2007) و ابراهیمی و بدیعی (۱۳۸۶) ارائه شده اند و در این جا صرفاً به تشریح معادلات حاکم بر سایر زیر مدل ها پرداخته می شود. با معلوم بودن میدان سرعت جریان و غلظت رسوب از زیرمدل های جریان و توزیع غلظت، بار رسوبی معلق (q_s) توسط رابطه ی زیر تعیین می شود:

$$q_s = \int_a^h \left[uc - v_s \frac{\partial c}{\partial x} \right] dz \quad (1)$$

که در آن a تراز مبنا، h عمق آب، u سرعت افقی، c غلظت حجمی رسوب و v_s ضریب اختلاط رسوب می باشد. همچنین فرض می شود که در ضخامتی از جریان در نزدیکی بستر ذرات رسوب به صورت بار بستر منتقل می شوند. روابط مختلفی برای محاسبه ی بار بستر وجود دارند که عمدتاً تجربی بوده و از نظر پارامترهای بکار گرفته شده و شرایط کاربرد تفاوت های بعضاً قابل توجهی با یکدیگر دارند. در یک طبقه بندی،

¹ Sediment mixing coefficient

² Navier-Stokes

³ Oscillatory flow

⁴ Advection-Diffusion