

## مقایسه مدل‌های آشفته‌گی در شبیه‌سازی سطح آزاد و جریان اطراف عرشه پلهای مستغرق در جریانهای با عدد فرود بالا

مصطفی حمزئی<sup>۱</sup>، میترا جوان<sup>۲</sup> و افشین اقبال زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه رازی

<sup>۲</sup>استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه رازی - پژوهشکده تحقیقات پیشرفته آب و فاضلاب، دانشگاه رازی

[hamzei2427@gmail.com](mailto:hamzei2427@gmail.com)

[javanmi@gmail.com](mailto:javanmi@gmail.com)

[eghbalzadeh@gmail.com](mailto:eghbalzadeh@gmail.com)

### خلاصه

در حین یک رخداد بح رانی در رودخانه‌ها مانند سیل، عرشه پل ممکن است نسبتاً و یا بطور کامل توسط جریان رودخانه مستغرق گردد. در جریانهای با عدد فرود بالا تغییرات سطح آزاد جریان بر روی عرشه پلهای رودخانه‌ها قابل ملاحظه است. در این حالت عرشه تحت تأثیر شرایط مرزی نامتقارن خواهد بود. بطوریکه بارهای هیدودینامیکی قابل ملاحظه‌ای به سازه عرشه وارد می‌گردد و یک وضعیت بحرانی برای پایداری سازه‌ای آن رخ خواهد داد. در مقاله حاضر، پروفیل سطح آزاد جریان بر روی عرشه و ضریب نیروی درگ متوسط زمانی وارد بر آن در جریانهای با عدد فرود بالا با استفاده از نرم افزار فلوئنت و بهره‌گیری از سه نوع مدل آشفته‌گی  $k-\epsilon$  استاندارد،  $k-\epsilon$  RNG و  $k-\epsilon$  Realizable شبیه‌سازی شده است. در این شبیه‌سازی‌ها از روش VOF جهت شبیه‌سازی سطح آزاد استفاده گردیده است. از طرح‌های بازسازی هندسی و کوئیک به منظور تعیین موقعیت سطح آزاد در روش VOF استفاده شده و نتایج حاصل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که در ترازهای غوطه‌وری اندک، مدل آشفته‌گی  $k-\epsilon$  استاندارد و طرح بازسازی هندسی و در ترازهای غوطه‌وری زیاد، عمدتاً مدل‌های آشفته‌گی  $k-\epsilon$  RNG و  $k-\epsilon$  Realizable و طرح کوئیک ضریب نیروی درگ متوسط زمانی وارد بر عرشه را در مقایسه با نتایج آزمایشگاهی با دقت مناسب‌تری شبیه‌سازی نموده‌اند. همچنین مدل آشفته‌گی  $k-\epsilon$  استاندارد پروفیل سطح آزاد جریان بر روی عرشه را مناسب‌تر از سایر مدل‌های آشفته‌گی شبیه‌سازی نموده است.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی عددی، سطح آزاد، مدل آشفته‌گی، فلوئنت عرشه پل

### ۱. مقدمه

استغراق عرشه پلهای رودخانه‌ها در حین وقوع سیل ممکن است پایداری سازه را بصورت جدی به مخاطره اندازد. تعدادی از محققین با استفاده از شبیه‌سازی آزمایشگاهی و عددی عرشه پلهای رودخانه‌ای مستغرق را مورد بررسی قرار داده‌اند. اندرکنش یک سیل جاری و یک مقطع مستطیلی با مدل‌سازی آزمایشگاهی توسط ناوداسکر (۱۹۹۱)، ناکلمورا و همکاران (۱۹۹۱)، ناوداسکر و راک ول (۱۹۹۳)، سیمی و اسکالن (۱۹۹۶)، راک ول (۱۹۹۸)، هوریگان و همکاران (۲۰۰۱)، مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفته است [۱-۶]. با وجود تحقیقات فوق هنوز موضوعاتی مانند تجزیه و تحلیل تأثیر شرایط مرزی نامتقارن بر روی بارگذاری هیدرودینامیکی سازه‌های پلهای، جای مطالعه و بررسی فراوان دارد [۷-۸]. علی‌رغم جدی بودن مشکل استغراق عرشه پل‌های رودخانه‌ها، تحقیقات آزمایشگاهی اندکی بی‌امون این موضوع موجود است. تینش (۱۹۶۵) و دنسون (۱۹۸۲) جریان دارای سطح آزاد روی سازه عرشه پلهای دارای شکل خاص را مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار داده‌اند [۹-۱۰]، اما در سای تحقیقات آزمایشگاهی در این زمینه عرشه پل بصورت یک مقطع مستطیلی در نظر گرفته شده است [۱۱-۱۳]. مالواسی و گواداگینی (۲۰۰۳، ۲۰۰۵، ۲۰۰۷) با انجام مطالعات آزمایشگاهی اثر تراز غوطه‌وری و عدد فرود عرشه را بر ضرایب نیروی متوسط وارد بر عرشه پل، مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۴، ۱۵]. با توجه به نتایج آنها مشخص گردید که مقادیر ضرایب نیروی متوسط زمانی آزمایشگاهی بدست آمده برای یک مقطع مستطیلی که در یک جریان نامحدود واقع شده، دارای تفاوت