

## مقایسه نتایج مدل‌های ریاضی تعیین مشخصه‌های امواج ناشی از باد و اندازه‌گیری‌های محلی در بخش جنوبی دریای خزر

سید مصطفی سیادت موسوی، دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی، دانشگاه تهران، تهران\* تلفن: 09125028270  
پیمان بدیعی، استادیار دانشکده عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران\*\* پست الکترونیکی:

[pbadiee@ut.ac.ir](mailto:pbadiee@ut.ac.ir)

علی‌رضا کبریایی، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، سازمان بنادر و کشتیرانی  
علی‌رضا مراغه‌ای، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، سازمان بنادر و کشتیرانی  
محمد رضا اله‌یار، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، سازمان بنادر و کشتیرانی

### چکیده

پیش‌بینی امواج در سال‌های اخیر با به کارگیری مدل‌های ریاضی طیفی مبتنی بر معادله بقای انرژی شاهد پیشرفت‌های چشم‌گیری بوده است. این مدل‌ها نیز به تدریج تکمیل‌تر شده و پیشرفته‌ترین آن‌ها، مدل‌های طیفی نسل سوم نظیر مدل WAVEWATCH-III (توسعه‌یافته توسط هواشناسی آمریکا) و نیز مدل MIKE21-SW (توسعه‌یافته توسط Danish Hydraulic and Environmental Institute) هستند. این مدل‌ها با فرمول‌بندی مبانی فیزیکی تولید و انتشار امواج ناشی از باد و فرآیندهای خاص آب کم‌عمق نظیر شکست ناشی از عمق و اثر بستر، نتایج قابل اطمینانی ارائه می‌کنند. در این مقاله، نتایج حاصل از تعیین مشخصات موج از طریق دو مدل ریاضی WAVEWATCH-III و MIKE21-SW با اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط بویه‌های نکا و انزلی در دریای خزر مقایسه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: دریای خزر، مدل‌های ریاضی، تعیین مشخصه‌های موج ناشی از باد، اندازه‌گیری بویه، WAVEWATCH-III، MIKE21-SW

### 1- مقدمه‌ای بر مدل‌های ریاضی پیش‌بینی امواج

در امواج نامنظم، استفاده از طیف انرژی برای توصیف امواج متداول است. این طیف، توزیع انرژی را در فرکانس‌های مختلف بیان می‌کند و به صورت تابع  $S(k, s, w, \bar{x}, t)$  تعریف می‌شود که در آن  $k, s, w$  به ترتیب فرکانس ظاهری یا مشاهده شده<sup>1</sup>، فرکانس ذاتی یا واقعی<sup>2</sup> و بردار عدد موج هستند و  $\bar{x}, t$  نیز زمان و بردار مکان بوده و  $S$  تابع چگالی انرژی است. فرض بر این است که هریک از مولفه‌های طیف موج از تئوری موج خطی تبعیت کرده و بنابراین رابطه پراکنش خطی حاکم است. همچنین در حضور جریانات محیطی رابطه Doppler نیز برقرار است [4]:

$$w = s + k \times U \quad (1)$$

که در این جا  $U$  بردار سرعت جریان محیطی (متوسط‌گیری شده در عمق و زمان) است. به این ترتیب از بین پارامترهای طیفی  $S$  در هر لحظه و هر مکان، تنها 2 مولفه مستقل باقی می‌ماند. این پارامترها در بعضی مدل‌ها مثل MIKE21-SW  $s, q$  و در بعضی دیگر مثل WAVEWATCH-III  $k, q$  انتخاب شده است. انرژی مجموعه امواج ( $E$ ) کمیتی پایا است اما زمانی که جریان نیز وجود داشته باشد به دلیل کار انجام شده توسط جریان روی متوسط تکانه انتقال یافته توسط امواج، انرژی مجموعه امواج دیگر پایا نیست. اگرچه در این حالت عمل موج<sup>3</sup> که همان  $E/s$  است پایا خواهد بود. به همین دلیل در این مدل‌ها طیف چگالی عمل موج  $S/s$ ؛  $N$  مورد استفاده قرار گرفته است و قانون حاکم بر انتقال موج به صورت زیر نوشته می‌شود [5]:

<sup>1</sup> Apparent or Observed

<sup>2</sup> Intrinsic or Absolute

<sup>3</sup> Wave Action