Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

# کاربرد روش شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی نرخ انتقال رسوب در امتداد ساحل

جمال آقایی طرزجانی
دانشجوی کارشناسی ارشد
عمران ـ آب دانشگاه صنعتی شریف

عبدالرضا کبیری سامانی
دانشجوی دکتری عمران دانشگاه صنعتی شریف و عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد

سید محمود برقعی
دانشیار دانشکدهٔ عمران دانشگاه صنعتی شریف

ناصر ساداتی
استاد دانشکدهٔ برق دانشگاه صنعتی شریف

## ۱ - مقدمه

پیش‌بینی و تعیین نرخ انتقال رسوب در طول سواحل و مجاورت سازه‌های دریایی و ساحلی از جمله موضوعات اساسی و مشکل‌آفرین در بخش مهندسی سواحل و بنادر می‌باشد.به نحوی که محققین مختلف مطالعات وسیعی را بمنظور دستیابی به فرمولهایی جهت پیش‌بینی نرخ حمل رسوب انجام داده‌اند.لیکن روابط ارائه شده در بسیاری از موارد با واقعیتها تطابق نداشته و چه بسا بسیاری از این روابط در تقابل با یکدیگر قرار دارند.تعیین نرخ انتقال رسوب معمولاً به دو روش انرژی موج یا تنش برشی صورت می‌گیرد.در این زمینه مدلهای عددی، فیزیکی و آزمایشگاهی و مطالعات میدانی جهت بررسی هیدرودینامیک پخش و جابجایی رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدلهای عددی که عمدتاً پدیده را بصورت دو بعدی مدلسازی می نمایند، متکی بر روش تنش برشی هستند و از معادلات Depth-Integrated Long-Wave استفاده می‌نمایند.مدلهای فیزیکی عموماً شامل حوضچهٔ موج و دستگاه تولید موجهای متناوب بوده و با شبیه‌سازی خط ساحلی،تاثیرات اندرکنش جریانات دریایی با خط ساحلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.مطالعات میدانی نیز که به نحو چشمگیری مورد توجه قرار گرفته،علاوه بر اینکه منشأ مدلهای واقع‌گرایانه‌تری هستند،اطلاعاتی مفید برای واسنجی مدلهای عددی و آزمایشگاهی نیز می‌باشند.

اما یکی دیگر از روشهای بررسی حمل رسوب در امتداد سواحل استفاده از روش شبکه‌های عصبی می‌باشد. امروزه روش شبکه‌های عصبی بخاطر سازگاری بیشتر با قوانین طبیعی کاربرد گسترده‌ای بخصوص در علوم مهندسی یافته‌است. طرح اجمالی سیستمهای عصبی در قرن ۱۹ مورد بررسی قرار گرفت.و هدف، ساخت ابزاری مصنوعی از شبکه‌های عصبی بیولوژیکی، مدلی با قابلیت تفکر که قادر به تقلید عملکرد مغز انسان باشد، بوده‌است. در بحث انتقال رسوب هم بدلیل ماهیت پدیده، روش شبکه‌های عصبی می‌تواند مؤثر واقع شود.منتها ارائهٔ مدل نیاز به یادگیری دارد و این یادگیری بایستی از طریق اطلاعات میدانی، آزمایشگاهی و یا عددی صورت پذیرد. بر این اساس مدل شبکهٔ عصبی برای پیش‌بینی حمل رسوب در امتداد ساحل براساس اطلاعات ارائه شده توسط Kamphuis (۱۹۸۶) ارائه و نتایج خروجی با نتایج محققین پیشین که عموماً پیشنهاد روابط تجربی یا تئوریک بوده‌است مقایسه شده و مزایای این روش در قیاس با نتایج دیگر محققین ارائه می‌گردد.

## ۲- روش شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی حمل رسوب

### ۲-۱- تاریخچهٔ مطالعات حمل رسوب

در ارتباط با پیش بینی نرخ حمل رسوب برای اولین بار Munch-Peterson [ ۲ ] رابطهٔ ساده ای را بصورت زیر ارائه کرد:

$$Q_s' = K_1 E_0 \cos\alpha_0 \qquad (۱)$$

که $Q_s'$ نرخ حجمی حمل رسوب، $E_0$ دانسیته انرژی موج در آب عمیق، $\alpha_0$ زاویهٔ موج در آب عمیق نسبت به ساحل و K1 ضریب ثابت می‌باشد. مطالعات بیشتر در این زمینه توسط محققینی نظیر Eiton [ ۳ ] ، Watts [ ۳ ] ، Caldwell [۳] . منجر به ارائهٔ رابطهٔ معروف CERC گردید:

$$I_1 = KP_1 = 0.77P_{l_r} = 0.39P_{l_s} \qquad (۲)$$

که $I_1$ وزن مصالح جابجا شده در زیر آب در امتداد ساحل بر واحد زمان و $P_1$ قدرت موج در امتداد ساحل و در منطقهٔ شکست موج می‌باشد که بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$P_1 = (C_g)_b (E_b) Cos\alpha_b Sin\alpha_b = \frac{1}{16}\rho g H_b^2 C_b Sin2\alpha_b \qquad (۳)$$

در این روشها مکانیزم انتقال رسوب به انرژی موج در ناحیهٔ شکست مربوط شده و نحوهٔ توزیع نرخ جابجایی رسوب معین نشده‌است. در روش تنش برشی که ظهور آن را به Bijker [۳] نسبت می‌دهند، تنش تشعشعی بعنوان عامل محرک و تنش برشی کف بعنوان نیروی مقاوم درنظر گرفته می‌شود و توزیع سرعت عمود بر ساحل بدست می‌آید و سپس از این توزیع سرعت توزیع جابجایی رسوبات کف



www.SID.ir

Archive of SID

پیش‌بینی می گردد که محققینی چون Kalinske [۳] و Frijlink [۳] در این زمینه و در ارتباط با رسوبات مملق نیز با انجـام اصلاحـات و تغییراتی در روش مذکور Einstein [۳] و Kamphuis [۳] فرمولهایی ارائه نموده‌اند. محققین دیگر نیز در زمینهٔ مدلسـازی تنـش برشـی مطالعاتی را انجام داده‌اند که از آنجملـه: Ackers & White [۳] ، Swart & Fleming [۳] ، Willis [۳] ، Walton & Chiu [۳] می‌باشند.

## ۲-۲- تاریخچهٔ مطالعات شبکه‌های عصبی

امروزه محاسبات نرم مجموعهٔ روشهایی است که اساس و پایه‌ای برای فهم،طراحی و اجـرای سیسـتمهای هوشـمند مـهیا می‌کنـد.یکـی از عناصر اصلی محاسبات نرم سیستمهای نرونی می‌باشد. Alan Turing در سال۱۹۳۶ اولین محققی بـود کـه بـه مغـز بعنـوان یـک طریـق محاسباتی نگریست، در سال ۱۹۴۳، Warren McCulloch یک نروفیزیولوژیست و Walter Pitts ریاضی‌دان ۱۸ ساله مقالـه‌ای راجـع بـه عملکرد نرونها نوشتند و مدلی را با مدارهای الکتریکی ارائه نمودند. Nathaniel Rochester در سـال۱۹۴۹ در آزمایشـگاه تحقیقـاتی IBM شبیه‌سازی یک مدل شبکهٔ عصبی را بطور نرم‌افزاری ارائه دادنـد. Phaley & Clark در سـال۱۹۵۴ رابطـهٔ بیـن تحریـک و پاسـخ را در شبکه‌های تصادفی با عناصر یادگیر،شبیه‌سازی کردند. در سال ۱۹۶۹ ، تحقیقات مهندسـی در شـبکه‌های عصبـی در کتـابی تحـت عنـوان Perceptron که توسط S. Papert & M. Minsky نوشته شده‌بود به پایان خود رسید. بدین ترتیب روش شبکه هـای عصبـی در علـوم و فنون مختلف نظیر صنایع،کنترل روبات،کنترل کننده‌های صنعتی،پزشکی،حمل و نقل،کنترل ترافیک و موارد مشابه گسترش یافت.با توجه به ماهیت پدیدهٔ حمل رسوب و نظر به مشکلاتی که در مدلهای فیزیکی و عددی وجود دارد و بدلیل وجود اطلاعات آماری وسـیع در مطالعـات میدانی، روش شبکه‌های عصبی در این بخش هم می تواند جای خود را باز نماید.

## ۲-۳- الگوی مورد استفاده

در این تحقیق از روش خوشه‌یابی استفاده شده‌است و مبنای آن روش تخمین توابع‌ارائه شده توسط Gonzalez (۲۰۰۲) می‌باشـد.هـدف از تخمین توابع یافتن رابطهٔ بین خروجیها و ورودیها می‌باشد.بردارهای ورودی بصورت $X = \{x^i : i = 1,\ldots, n$ تعریف می‌گردنـد.در روش خوشه‌یابی بردارهای ورودی آموزشی قابل تفکیک به c زیر گروه به صورت $P = \{p^1,\ldots, p^c$ می‌باشند که، $p^j$ ها نمـاینده هرکـدام از زیرگروهها و در واقع مراکز خوشه‌ها می‌باشند.

الگوریتم بکاررفته در این تحقیق الگوریتم CFA (A New Clustering Technique for Function Aproximation) می‌باشـد منتـها از روش HCM (Hard c-Means) نیز بعنوان ابزار پایه استفاده شده‌است.الگوریتم HCM توسط Hart & Duda [۲] ارائه گردیـد.کـه در آن بردارهای آموزشی $x^i$ برحسب نزدیکی به مراکز خوشه‌ها به نزدیکترین خوشهٔ $p^j$ اختصاص می‌یابند.بعد از تخصیص یـافتن وورودیـها بـه خوشه‌ها مراکز خوشه‌ها تغییر می‌نمایند و قاعدتاً باید مرکز جدید برای هر خوشه تعیین گردد.درجهٔ عضویت بـردار آموزشـی $x^i$ بـه jامیـن خوشه با استفاده از تابع عضویت زیر بیان می‌شود:

$$\mu_j(x^i) = \begin{cases} 1 & if \quad \|x^i - p^j\|^2 < \|x^i - p^l\|^2, \forall l \neq j \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (۴)$$

و مراکز خوشه‌ها بصورت زیر تعریف می‌گردند:

$$p^j = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_j(x^i) x^i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_j(x^i)} \qquad (۵)$$

برای توقف الگوریتم اندازهٔ چولگی بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$d = \sum_{j=1}^{c} d_j \qquad (۶)$$

که در آن $d_j$ چولگی موضعی خوشهٔ jام به صورت زیر می‌باشد:

$$d_j = \sum_{i=1}^{n} \mu_j(x^i) \|x^i - p^j\|^2 \qquad (۷)$$



www.SID.ir

Archive of SID

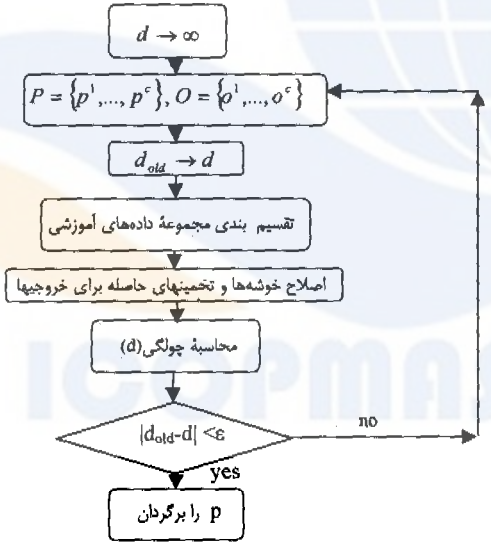
در صورتی آلگوریتم متوقف می‌شود که تغییرات اندازهٔ چولگی از مقدار $\varepsilon$ داده‌شده کمتر شود.حال با پیوند آلگوریتم HCM به آلگوریتم CFA نتایج بهبود می‌یابند.در این روش مجموعهٔ $O = \{o^1,...,o^c\}$ که تخمینی از خروجیهای مربوط به خوشه‌های مختلف می‌باشند، حدس زده می‌شود.مقادیر $o^j$ ها بصورت متوسط وزنی نتایج حاصل از بردارهای آموزشی مربوط به خوشه‌های $p_j$ می باشند.در اینجا تابع هدفی که باید کمینه شود:

$$d = \frac{\sum_{j=1}^{c}\sum_{x^i \in p_j}\left\|x^i - p^j\right\|^2 w_{ij}}{\sum_{j=1}^{c}\sum_{x^i \in p_j} w_{ij}} \qquad (۸)$$

می‌باشد.پارامتر d نشان دهندهٔ انحراف خروجی حقیقی از خروجی مربوط به دادهٔ آموزشی $x^i$ می‌باشد. $w_{ij}$ تابع وزنی، جهت وزن‌دار نمودن نمونه‌های آموزشی $x^i$ در خوشهٔ j بکار می‌باشد.

$$w_{ij} = \frac{\left|f(x^i) - o^j\right|}{\max_{i=1}^{n}\left\{f(x^i)\right\} - \min_{i=1}^{n}\left\{f(x^i)\right\}} + \mu_{\min} \qquad (۹)$$

ترم اول رابطه انحراف $o^j$ را از $f(x^i)$ نشان می‌دهد و ترم دوم حداقل مقداری برای توزیع‌پذیری تابع وزن می‌باشد.این آلگوریتم شامل دو مرحلهٔ اصلی مطابق شکل (۱)است. تقسیم‌بندی داده‌های آموزشی و اصلاح خوشه‌ها و مقادیر خروجیهای تخمینی.




**شکل (۱)- شمای کلی آلگوریتم CFA**

## ۴-۲- نتایج

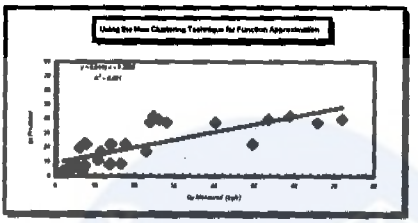
بمنظور بررسی و مقایسهٔ روش ارائه شده در این تحقیق در قیاس با روشها و روابط ارائه‌شده توسط دیگر محققین نتایج حاصله از خروجی نرم‌افزار تهیه‌شده به روش شبکه‌های عصبی در کنار نتایج روابط دیگر محققین آورده شده‌است.شکل (۳) نتایج این تحقیق را نشان می‌دهد در این شکل منحنی تغییرات دبی پیش‌بینی شده با استفاده از روش شبکه‌های عصبی در مقابل دبی اندازه‌گیری شده ترسیم شده‌است.همانطور که ملاحظه می‌شود، $R^2 = 0.601$ می‌باشد.شکلهای (۳) و (۴)نتایج روابط CERC و CERC اصلاح شده با استفاده از اطلاعات میدانی را نشان می‌دهد و شکل (۵) نیز نتایج رابطهٔ Kamphuis (۱۹۸۶) را نشان می‌دهد.در میان تعامی روابط ارائه‌شده برای



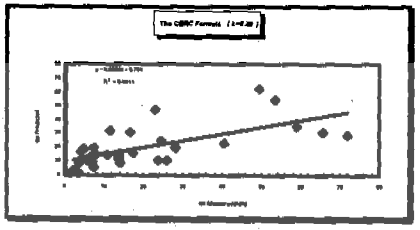
www.SID.ir

Archive of SID

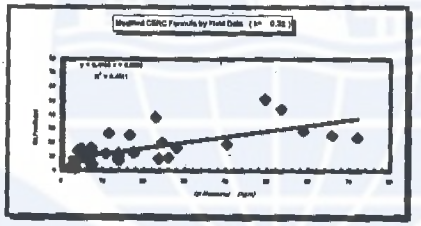
پیش‌بینی نرخ حمل رسوب روش Kamphuis جوابهای بهتری می‌دهد منتها همانطور که ملاحظه مـی‌گردد در ایـن روش $R^2 = 0.56$ می‌باشد و لذا روش شبکهٔ عصبی از دقت بیشتری برخوردار است.



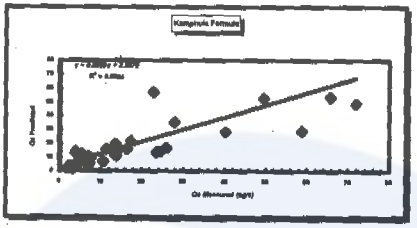
شکل(۲) – نتایج روش شبکه‌های عصبی



شکل(۳)- نتایج رابطهٔ CERC



شکل(٤) – نتایج رابطهٔ CERC اصلاح شده



شکل(۵)- نتایج مطالعات Kamphuis (۱۹۸٦)

## ۳- نتیجه گیری

۱- در میان روشهای مختلف روش شبکه‌های عصبی ارائه‌شده در این تحقیق همسازی بهتری بین اطلاعات اندازه‌گیری شده و نتایج روش ارائه شده نشان می‌دهد.($R^2 = 0.601$)

۲- در میان روابط مختلف ارائه‌شده توسط محققین پیشین رابطهٔ پیشنهاد شده توسطKamphuis (۱۹۸۶) نتایج بهتری ارائه می‌دهد.

۳- روابط CERC و CERC اصلاح شده از خطای بیشتری برخوردارند.

۴- از مزایای روش ارائه‌شده در این تحقیق قابلیتهای روش در برقراری ارتباط با کاربر و هوشمندی آن می‌باشد.

## ٤- مراجع


[1] Dickerson, J.A. & Kosko, B. ,"Fuzzy Function Approximation with Ellipsoidal Rules",IEEE Trans. on Systems,Man,And Cybernetics-Part B,Vol.26,No.4,pp.542-560,1996.

[2] Gonzalez, J. & Rojas, I. & Poamares, H. & Orteag, J. ,"A New Clustering Techinque for Function Aproximation",IEEE Transactions on Neural Networks,Vol.13,No.1,pp.132-142,2002.

[3] Kamphuis, J.W. & Davies, M.H. & Nairn, R.B. & Sayao , O.J. ,"Calculation of Litoral Sand Transport Rate",Coastal Eng.,10,pp.1-21,1986.

[4] Sorensen,M.R.,Basic Coastal Engineering,2nd edition,CHAPMAN & SHALL,U.S.A.,1997

[5] U.S. Army Corps of Engineers,Coastal Engineeing Manual,Part III,Washington DC, 20314 1000,1999.




www.SID.ir

Archive of SID

# Use of Neural Networks Model in Forecasting Long-shore Sediment Transfer Rate

**J Aghaei Tarzjani**

Sharif University of Technology

**A Kabiri Samani**

Sharif University of Technology

**S M Borghei**

Sharif University of Technology

**N Sadati**

Sharif University of Technology

**Abstract:**

Defining and forecasting the sediment transfer rate along the shore and close to the marine and coastal structures is one of the basic and problem-making subjects in ports and coasts engineering section. Researcher have always tried to achieve formulas for forecasting sedimentation rate, but, the presented relations didn't match with the truth in most of situations and even most of them were against each other. One of the methods for investigating long-shore sedimentation rate is the neural network method. Today, the neural network methods are vastly applied because of their high compatibility with natural laws. The plan of neural systems was investigated in 19$^{th}$ century and the purpose was creating an artificial tool of biological neural networks, a model with ability to think and imitate the human brain performance. Because of the nature of sediment transfer, neural network method can be useful. But, the model presentation needs learning and the learning should happen through field, laboratory or numerical data. Based on this, the neural network model is presented for forecasting the long-shore sedimentation rate based on data provided by Kamphuis (1986) and the output is compared with results of previous research and the benefits of these two methods are presented in the article.

**Key words:** Neural Network Model, Sediment transfer, forecasting

www.SID.ir