ARTICLE

JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)

Vol.29, No.2.| 2021

Use a Neural Networks to Estimate the Load-Deflection Behavior of Polymeric Reinforced Concrete Beams

Hussein Sadiq Latif[1] Kadhim Zuboon Naser[2] Mohammed F. Ojaimi[3]

1 *Building and Construction Department, Southern Technical University*

E:mail: husseinsadiqs7@gmail.com

2 *Civil Engineering Department, Basrah University*

E:mail: kadhimzuboon@gmail.com

3 *Civil Engineering Department, Basrah University*

E:mail: mohammed.ojaimi@uobasrah.edu.iq

Received:	6/6/2021	Accepted:	9/9/2021	Published:	20/10/2021

ABSTRACT

In this study, an artificial neural network was formed to estimate the load- deflection curve behavior of simply supported beams with polymer reinforcement. Available actual (experimental) values for several beams from previous studies were used to construct a neural network model.

The results obtained from this network were compared with the actual values and with the specifications of the American Code ACI 440.1 R and it was found that the values obtained from the neural network are very close to the laboratory values and present more accurate results than the values obtained from the equations of the American Code, where the neural results were more compatible with the actual study curves with a greater degree compared to what the American code equations estimated.

Key words: FRP bars, Flexural behavior, Artificial neural networks.

ISSN: 2616 - 9916

www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

محلات جامعة بابل 1995

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.2.| 2021

استخدام الشبكة العصبية لتقدير سلوكية الحمل–الأود للعتبات الخرسانية ذات التسليح البوليمري

حسين صادق لطيف[أ*] كاظم زبون ناصر [ب] محمد فرحان عجيمي [ج]

أ – قسم البناء والانشاءات، الكلية التقنية الهندسية، الجامعة التقنية الجنوبية، ميسان، العراق

E:mail: husseinsadiqs7@gmail.com

ب– قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة البصرة، البصرة، العراق

E:mail: kadhimzuboon@gmail.com

ج– قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة البصرة، البصرة، العراق

E:mail: mohammed.ojaimi@uobasrah.edu.iq

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تشكيل شبكة عصبية صناعية لتخمين سلوك مَنحني الحمل – الَاود للعتبات ذات التسليح البوَليميري والبسيطة الاسناد وقد تمت الاستعانة بالقيم العملية (التجريبية) المتوفرة لعدة عتبات من الدراسات السابقة لبناء نموذج الشبكَة العصبية.

وتمت مقارنة النَتائج المستحصلة من هذه الشبكة مع القيم العملية ومع مواصفات المدونة الامريكية ACI 440.1 R وقد وجد ان القيم التي تم الحصول عليها من الشبكة العصبية قريبة جدا من القيم المختبرية وتعطي قيم أكثر تعبيراً من القيم المستحصلة من معادلات المدونة الامريكية، حيث كانت النتائج متوافقة مع منحنيات الدراسة العملية بدرجة أكبر مقارنة بما قدرته معادلات المدونة الامريكية.

كلمات الدالة: شبكات عصبية، الحمل–الاود، عتبات خرسانية، قضبان تسليح بوَليمرية.

١ – المقدمة

لقد زاد استخدام القضبان البوليمرية في السنوات الأخيرة بصورة كبيرة وذلك بسبب ما تمتاز به هذه المادة من مواصفات مرغوب بها ومن ضمن هذه الصفات انها تمتاز بمقاومتها العالية للتآكل حيث يعتبر التآكل في القضبان الحديدية التقليدية من اكبر العيوب الغير مرغوب فيها، لان حدوث التصدعات والتشققات في الخرسانة تودي الى نفوذ المواد الكيمياَوية الى داخل الخرسانَة مما تودي الى حدوث تاكَل في حديد التسليح التقليدي وبالتالي تودي الى فقدان القوة والسلامة للمنشاَءات الخرسانية وبسبب المقاومة العالية المستخدمة في صناعة قضبان FRP ضد الاوكسجين والرطوبة العالَية والكبريتات والكلور وغيرها من العوامل التي تودَي الى التاكل فان هذه القضبان تتمتع بمقاومة عالية ضد التاكل لذا فان المنشاءات

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

والهياكل المعرضة للتاكل يعتبر استخدام قضبان FRP فيها بديلا ممتاز عن قضبان الحديد التقليدية وخاصة المنشاءات البحرية والجسور والسدود والخزانات وغيرها [1].

كما وتمتاز القضبان البوليمرية بقوة شد عالية وخفة في الوزن وخصائص غير ممغنطة لذا تم استخدام هذه القضبان في المرافق الخاصة بالتصوير المغناطيسي والمختبرات وذلك بسبب شفافيتها الكهرومغناطيسية ولكون الأعضاء الخرسانية تعتمد في مقاومتها على المواد المستخدمة في تسليحها ولكون هناك الكثير من المشاكل في حديد التسليح التقليدي ظهرت الحاجة لوجود بدائل للتسليح ومن ضمن هذه البدائل المركبات البوليميرية وهي عبارة عن مركب من الياف تسليح ومواد لاصقة ولقد تم استخدام هذه العناصر في كثير من المشاريع الهندسية وقد استخدمت في صناعة القوالب وفي التصاميم الزلزالية لغرض تقوية المنشاءات.

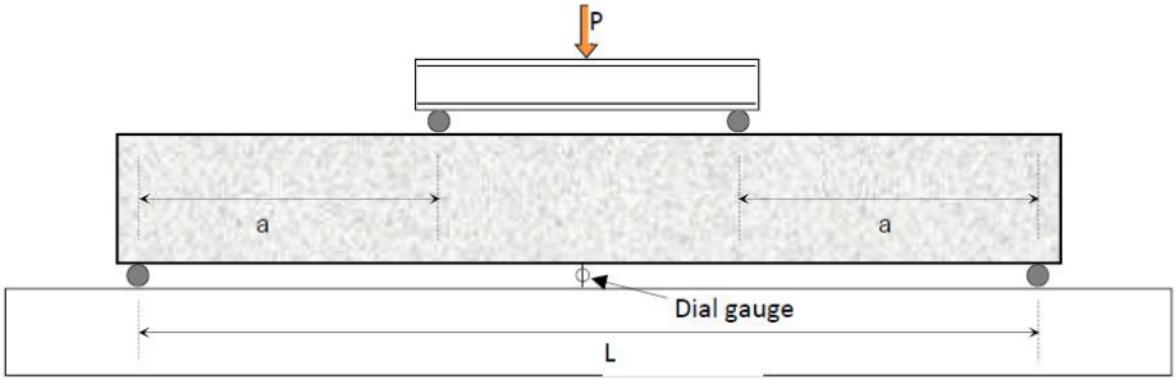
وبما ان معامل المرونة لهذا النوع من القضبان البوليميرية اقل من القضبان الحديدية التقليدية والذي يؤدي الى حدوث تشققات وتشوهات أكبر مقارنة مع القضبان الحديدية الا ان الباحثون وجدوا ان تصميم الهياكل الخرسانية التي يتم استخدام قضبان FRPفيها تكون محكومة بشكل أساسي بمعايير الخدمة [2].

ان الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) هي فرع من فروع الذكاء الاصطناعي. يتم تصميم الشبكات على غرار الدماغ البشري الذي يتكون من خلايا ووصلات دماغية. كما هو الحال في الدماغ البشري، لذا فإن هذه الشبكات قادرة على التعلم من الأمثلة. تم استخدام التكنولوجيا بنجاح في مشاكل التعرف على الأنماط. يمكنه التعامل مع المواقف الجديدة والمعلومات غير الكاملة. تتعلم الشبكات العصبية من خلال ضبط أوزان الاتصال الخاصة بها. تعتمد معظم الشبكات على خوارزميات التعلم الخاضعة للإشراف حيث يتم عرض أزواج من المدخلات والمخرجات المرغوبة لهم أثناء جلسة تدريبية. كما أصبحت طرق النمذجة المختلفة القائمة على الشبكات العصبية الاصطناعية شائعة واستخدمها العديد من الباحثين لمجموعة متنوعة من تطبيقات الهندسة المدنية [3].

الهدف من هذه الدراسة هو اقتراح نموذج باستخدام الشبكات العصبية ANN لتخمين سلوك الحمل ـــــ الاود للعتبات ذات التسليح البوليمري للعتبات بسيطة الاسناد كما مبين بالشكل (١). وقد تم جمع العديد من النماذج من البحوث والدراسات السابقة وتم استعمالها كقاعدة بيانات لتدريب الشبكة المقترحة واختبارها. وقد تم مقارنة النتائج التي حصل عليها من الشبكة المقترحة مع القيم التجريبية (العملية) كما وقد تم مقارنتها مع مواصفات المدونة الامريكية ACI440.1R-11 [4].

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية
Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



شكل (1): رسم تخطيطي للنماذج المدروسة

٢-مراجعة المصادر

توجد الكثير من التجارب العملية التي أجريت لدراسة سلوك لعتبات الانشائي ذات التسليح البوليميري (قضبان البوليمير) [٥] – [٢٢]. فأحدى الدراسات قامت بدراسة مختبرية لغرض فحص العتبات ذات التسليح البوليمري واستنتجت الدراسة بان الفشل حصل بالانضغاط لتلك العتبات قبل ان تتمزق قضبان البوليمير وتم الاستنتاج بان القضبان البوليمرية لم تصل الى اقصى مقاومتها. [٥]. بينما قامت دراسة أخرى بعدة فحوصات لعتبات قضبان بوليميرية وتم وضع معادلات لتخمين المقاومة لتلك العتبات بالاستفادة من خصائص القضبان البوليمرية وتم الحصول على تقدير جيد لتلك العتبات [٦]. وقدمت دراسة أجريت من قبل باحثون تم فيها استخدام قضبان بوليمرية مختلفة الأنواع واستنتجوا من خلالها ان نسبة الحمل العملي الى الحمل النظري كان بمعدل ٠,٨٧٦ [٧]. وقام باحثون بدراسة تأثير نسبة التسليح ومقاومة الخرسانة لعتبات مسلحة بقضبان من البوليمير على سلوك الانثناء، وقد استنتجوا من الدراسة ان تأثير مقاومة الخرسانة ونسبة التسليح يكون تاثيرها معدوما على المسافة الفاصلة بين التشققات وان عرض الشقوق يقل بزيادة التسليح [٨].

وتم تقديم انموذج تحليلي في احدى الدراسات لغرض تقدير مقاومة الانحناء لعتباتٍ ذات تسلح بقضبان بوليمرية وتم مقارنة القيم التي تم الحصول عليها من نموذج التحليل مع القيم التي تم الحصول عليها مختبريا ولقد لوحظ وجود توافق ملائم بين علاقة العزم ــ التقوس وكذلك وجود توافق ملائم لمنحني الحمل ــ الاود [٩].

كما تبين ان العديد من الدراسات استخدمت الشبكات العصبية من قبل عدة باحثين في مختلف مجالات الهندسة المدنية [٢٣] – [٢٦].

تهدف هذه الدراسة لاستخدام الشبكات العصبية في تقدير سلوك الحمل–الاود للعتبات ذات التسلح البوليمري والاسناد البسيط والمعرضة الى تأثير قوتين رأسيتين نقطيتين.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.2.| 2021

٣ الشبكات العصبية

من الممكن القول ان الشبكات العصبية تتشابه في الهيكلية إذا يتم استخدام التسلسل الشائع (العقد العصبية) والذي يتكون من مجموعة من الطبقات كما موضح بالشكل (٢)

تم تصميم شبكات ANN باستخدام أجهزة الكمبيوتر لتكون مشابهة للشبكات العصبية الطبيعية. الشبكات العصبية الاصطناعية بسيطة وصغيرة إذا ما قورنت بالدماغ البشري وهذه الشبكات قادرة على معالجة نطاق واسع من خلال تحديد المعلومات الموجودة ثم جمع معلومات كافية حول المشكلة عن طريق التقريب. المهمة بعد ذلك هي التنبؤ بالنتائج ومحاولة إعطاء أفضل النتائج، وبالتالي يمكن استخدام الشبكات العصبية لحل العديد من المشكلات المعقدة التي يكون فيها الاتصال بين بيانات الإدخال والإخراج غير واضح. تتكون هذه الشبكات من عدة وحدات بسيطة تسمى (العقدة، الخلايا العصبية) التي يتم تجميعها حسب الطبقات. يرتبط الإنسان بالعالم الخارجي بالحواس الخماسية. لذلك، تحتاج الشبكات العصبية إلى معلومات الإدخال وتحتاج إلى وحدات معالجة يمكن من خلالها إجراء الحسابات ويمكن تعديلها باستخدام الأوزان من أجل الحصول على مخرجات دقيقة لكل مدخل من مدخلات الشبكة. يتم تجميع وحدات الإدخال معًا بواسطة طبقة تسمى طبقة الإدخال، وهي متصلة بالطبقة التالية، طبقة المعالجة، والتي تحتوي على وحدات المعالجة التي تنتج منتجات الشبكة. أيضًا، هناك طبقات، مخفية، تقوم بضبط الأوزان لكل واجهة. بشكل عام، تحتوي الشبكات العصبية على طبقة إدخال واحدة بينما تحتوي على أكثر من طبقة للمعالجة. كما هو مبين في الشكل ٣، تحتوي الشبكات العصبية الاصطناعية على ثلاث طبقات؛ طبقة الإدخال والمخفية والمخرجة. الخلايا الموجودة في الطبقة المخفية هي لغرض معالجة وضبط الأوزان حيث يتم استقبال المتغيرات في طبقة الإدخال ثم تمريرها إلى الطبقة المخفية لغرض المعالجة ثم الوصول إلى طبقة الإخراج. كما مبين بالشكل (٣)

ان شكل (٣) يبين مخطط لخلية اصطناعية تحتوي على عدد من المدخلات (n)ومخرج واحد وكذلك تحتوي على تقاطع الجمع (∑) وتحتوي على دالة التنشيط او التحفيز(f)، ان كل متغير من متغيرات الادخال له وزنة الخاص به والذي يعطيه تأثيره داخل الخلية بينما دالة الانحياز الداخلي (b)هي مركبة تمثل مقدار الازاحة المؤثرة على تفعيل مخرج العقدة.

"يمكن تمثيل متجه الاوزان ومتجه الادخال بـــ $(x_1, x_2, \ldots, x_N)$ و $(w_1, w_2, \ldots, w_N)$ على التوالي ، حيث نحسب دالة الجمع من خلال ضرب هذين المتجهين وبعدها نجمع النواتج".[3].

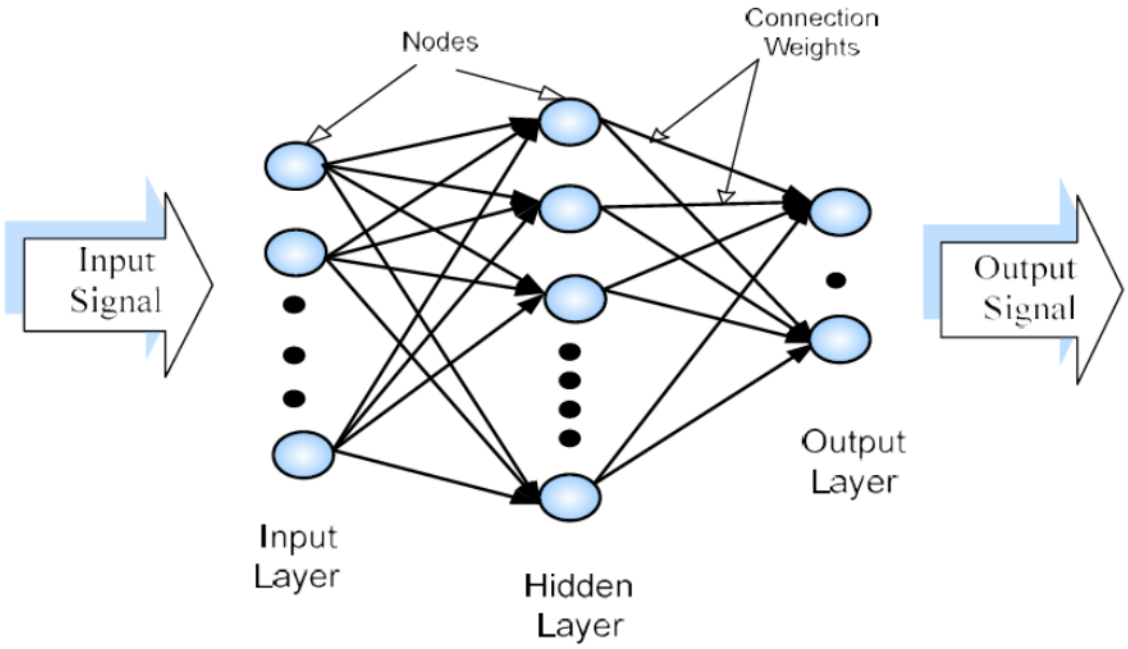
$$a = \sum_{i=1}^{N}(w_i x_i) + b \qquad (1)$$

المجموع الكلي الناتج من ضرب المدخلات بأوزانها سينقل الى المخرجات خلال فعالية او عملية (خوارزمية) تسمى بدالة النقل او التحفيز [3].

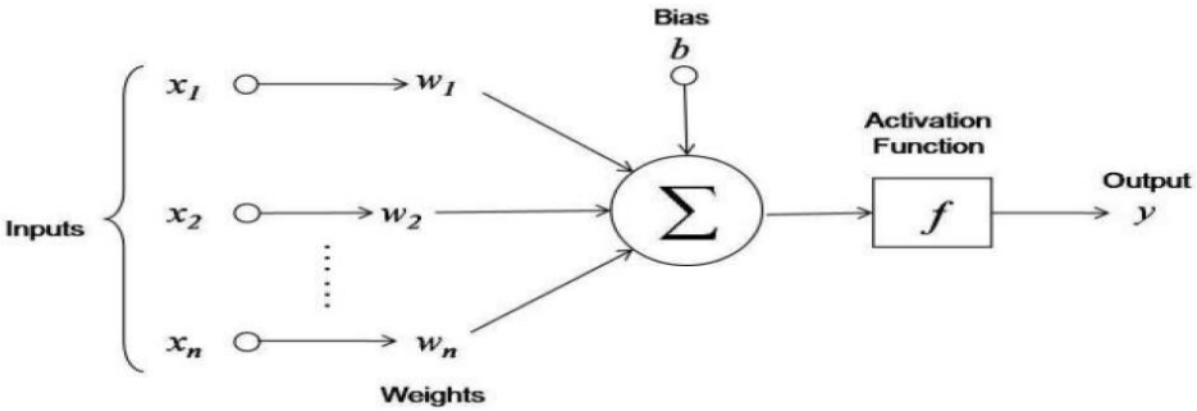
ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



شكل (2) هيكلية الشبكات العصبية [3]



شكل (3) نموذج عقدة عصبية اصطناعية [3]

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٣-١ إقتراح وتطوير شبكة عصبية

تم اقتراح نموذج شبكة عصبية لغرض تقدَير المنحني الخاص بالحمل ـــــ الاود لعتبات ذات تسليح باستخدام القضبان البولَيميرية ومَسندة بشكل بسيَط ذات تحميل نقطي رباعي (حملان نقطيان تم تسليطهم من الأعلى تمثلان القوتين المسلَطتين بالإضافة الى حملَان نقطيانَ من اِلاسفل تمثل ردود فعل المِسندين، كما مبين في شَكل (١)).

وقد تم استخدام أدوات الصندوق الموجودة في برنامج ماتلاب لغرض اعداد الشبكة العصبية وقد تم اعتماد برنامج ماتلاب (MATLAB)اصدار (R2007a V 7.4.0287)لغرض انشاء الشبكة العصبية المستخدمة في هذا البحث.

هناك العديد من الشبكات المستخدمة في أعداد الشبكات العصبية ولكن من بين الشبكات الأكثر استخداما هي الشبكة العصبية الامامية متعددة الطبقات Multilayer Feed forward Neural Networks (MFFNN) القائمة على خوارزمية الانتشار العكسي (back-propagation algorithm) والتي يمكن اعتبارها الأكثر شيوعا والمستخدمة في العديد من مجالات الهندسية وسيتم استخدامها في هذه الورقة البحثية.

لغرض تدريب الشبكة العصبية تم استخدام مبدأ المحاولة والخطأ لتكوين الوسائط البينية للشبكة مثل عدد العقد وعدد الطبقات المخفية ووسائط التدريب ونمط التعليم.

٣-٢ إختيار فئة البيانات

لغرض إنشاء الشبكة العصبية، يجب أن تكون هناك معلومات كافية لغرض التعليم (التدريب) والتحقق من (اختبار) الشبكة. لهذا الغرض، تم جمع عدد كبير من المعلومات حول العتبات ذات التسليح البوليميري من الابحاث السابقة [٩]-[٢٢]. قاعدة البيانات التي تم جمعها على مدى العقود الأربعة الماضية تحتوي على (٧٢) عينة لبناء النموذج المقترح في هذه الدراسة. في هذا النوع من الشبكات، يتم ترتيب الخلايا العصبية (العقد) في طبقات بحيث ترتبط العقد بالعقد الموجودة في الطبقة التالية بينما لا يوجد اتصال بين العقد في نفس الطبقة. يتم إدخال المعلومات في طبقة الإدخال ثم يتم نقلها إلى عقد الطبقات المخفية التي تمرر معلوماتها إلى طبقة الإخراج.

يتم التعامل مع المخرجات الفردية لكل طبقة كمدخلات جديدة في الطبقة التالية. يتم تدريب الشبكة MFFNN من خلال أوزان التحكم، وتتم عملية التدريب من خلال مجموعات كبيرة وسلسلة تدريبية (فترات). الغرض الأساسي من التدريب هو الحصول على أفضل مجموعة من الأوزان التي تؤدي إلى المخرجات الصحيحة للتناسب مع المدخلات.

فئة التدريب تحوي جميع القيم الطرفية الخاصة بقاعدة بيانات متغيرات الادخال. بينما فئة الاختبار يمكن اختيارها بشكل منتظم او بشكل عشوائي وفي هذا البحث فان فئة الاختبار تم اختيارها بشكل عشوائي بمقدار حوالي (٢٠%) من مجموع نماذج البيانات.

وبذلك فان فئة التدريب تتألف من (٥٦) عينة بينما فئة الاختبار تألفت من (١٦) عينة، تفاصيل عينات الاختبار مبينة بجدول (١)

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

جدول (١) تفاصيل نماذج الاختبار

No.	b (mm)	h (mm)	f'_c (MPa)	A_f (mm^2)	f_u (MPa)	E_f (MPa)	L (mm)	m=a/L	Ref.
1	200	300	60	283.4	1800	122000	2100	0.333	[10]
2	200	300	60	708.5	1800	122000	2100	0.333	
3	500	185	30.0	889.0	600	42000	3400	0.353	[12]
4	381	203	27.6	80.0	830	41400	1676	0.47	[13]
5	305	216	38.0	160.0	830	41400	1676	0.47	
6	203	152	27.6	320.0	830	41400	1676	0.47	
7	191	152	27.6	320.0	830	41400	1676	0.47	
8	140	190	56.3	402.12	995	64152	1800	0.333	[14]
9	160	190	61.7	402.12	995	64152	1800	0.333	
10	200	300	40.1	628.32	907	46200	2050	0.415	[15]
11	200	300	40.4	283.52	1506	114000	2750	0.318	[17]
12	200	300	39.3	254.5	1988	122000	2750	0.318	
13	180	230	34.0	235.5	1100	44300	1800	0.333	[18]
14	180	250	32.5	550.0	464	49620	1340	0.313	[19]
15	90	200	41.4	127.0	690	40810	900	0.389	[20]
16	80	190	41.4	127.0	690	40810	900	0.389	

٣-٣ تعريف متغيرات الادخال والاخراج

من الأمور المهمة التي يجب اخذها بنظر الاعتبار هي تعريف متغيرات الادخال والإخراج (متغيرات المدخلات والمخرجات) حيث يعتبر تحديد متغيرات الادخال عنصر مهم لغرض الحصول على شبكة عصبية فعالة. بينما يعتبر تحديد متغيرات الإخراج على ما هو مطلوب من الشبكة ان تعرفة او تقدره.

ولهذا الغرض تم استخدام عدة محاولات لغرض تحديد العدد المناسب لمتغيرات الادخال ومن بين هذه المحاولات اختيار ابعاد المقطع وخصائص الخرسانة وخصائص قضبان البوليمر.

وفي هذا البحث تم الاعتماد على خواص البوليمر وابعاد المقطع وخواص الخرسانة كمتغيرات مختارة للإدخال. ولغرض تحديد العدد المناسب من متغيرات الادخال لتمثيل خواص العتبات المدروسة فقد تم الاعتماد على عدة محاولات لتحقيق الهدف، فقد كانت احدى المحاولات بدلا من استخدام متغيرين وهما طول المقطع وعرضة تم استخدام مساحة المقطع كمتغير واحد فقط وفي حالة أخرى تم استخدام نسبة التقوية لقضبان البوليمر بدلا من مساحة تسليح المقطع.

وغيرها من المحاولات وفي كل هذه المحاولات تم فحص قدرة الشبكة على تعميم النتائج للعتبات الأخرى.

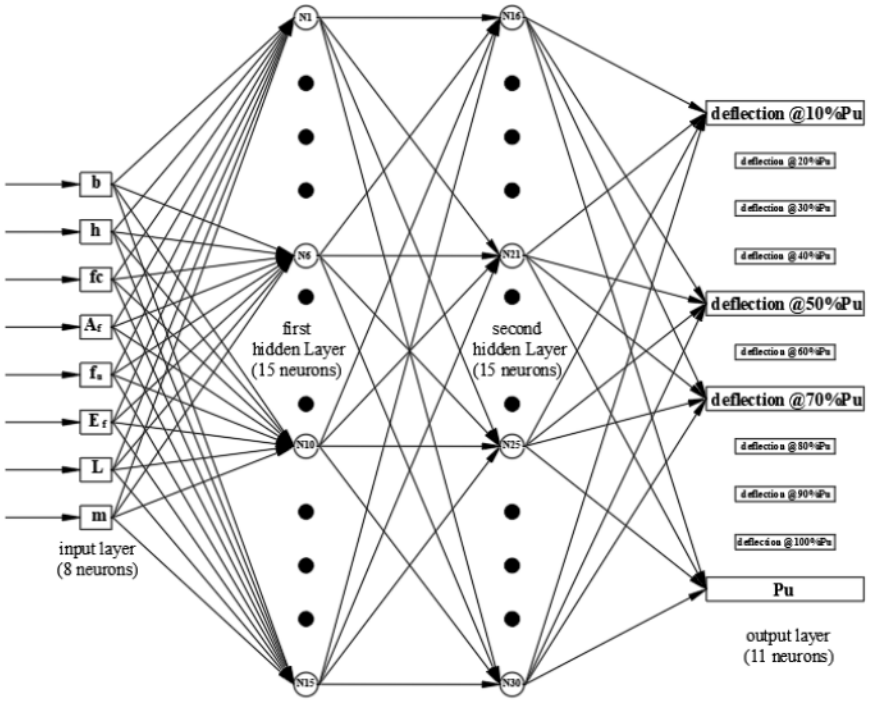
وفي النهاية تم تحديد عدد متغيرات المدخلات بثمان متغيرات ومن بين هذه المتغيرات: عمق مقطع العتبة (h) العرضي و عرض مقطع العتبة (b) العرضي و مقاومة الانضغاط للخرسانة (fc) ومقاومة شد قضبان البوليمر (fu) ومساحة تسليح قضبان البوليمر (Af) ومعمل مرونة القضبان البوليمرية (Ef) ونسبة الفضاء للقص (m) والطول الفعال لفضاء العتبات (L). بينما متغيرات الإخراج تم تحديد احد عشر متغير كمتغيرات اخراج ; عشرة من هذه المتغيرات تمثل

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية
مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية
مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقدار الاود عند كل ١٠% من قيمة الحمل الأقصى بينما المتغير الأخير يمثل اقصى حمل (P)للعتبات الخرسانية المدروسة. وبذلك فان الشبكة المعتمدة في هذا البحث تكونت من (٨) عقد في طبقة المدخلات و(١١) عقدة في طبقة الإخراج. كما مبين بالشكل (4).



شكل (4) بنّية الشبكة العصبية المقترحة

٣-٤ الطبقات المخفية وعدد عُقدها

لغرض اختيار أفضل أداء للشبكات يتم اختيار عدد الطبقات المخفية بطريقة المحاولة والخطأ وذلك لعدم وجود قاعدة معينة لمعرفة عدد الطبقات المخفية بشكل دقيق. لذلك يتم اختيار عدد صغير من الطبقات المخفية ثم يزداد تدريجيا لحين الحصول على أفضل النتائج. ولقد لوحظ ان اختيار عدد العقد اذا كان كبير فان الشبكة تكون بطيئة بينما اذا كان عدد العقد صغير جدا فان الشبكة تكون غير قادرة على التدريب (التعليم) بشكل صحيح. لذلك يتم استخدام مبدأ المحاولة والخطأ لحين الحصول افضل أداء للشبكة.

تم استخدام الشبكة متعددة الطبقات القائمة على خوارزمية الانتشار العكسي ولقد تم تجربة هيكليات مختلفة لغرض اختبار البنية الكفؤة حيث تحتوي الشبكة المطورة على ثمانية خلايا عصبية في طبقة الادخال واحد عشر خلية عصبية في طبقة الإخراج والتي تعطي اقل خطاء في النتائج.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

أجريت عدة محاولات بمختلف الشبكات بعضها تحتوي على طبقة مخفية واحدة وبعضها أكثر من طبقة وباعداد مختلفة من العقد وبدوال مختلفة من ضمنها (tangist)ودالة ((linearومن خلال ملاحظة القيم الناتجة من اختبار الشبكة وجد بان الشبكة العصبية ذات الطبقتين المخفيتين (١٥-١٥) تعطي أفضل أداء وبأقل معدل خطأ في قيم متغيرات الإخراج حيث كان مقدار الخطاء (MSE=0.00076) لمجموعة التدريب ومقدار خطأ مقداره ((MSE=0.02259 لمتغيرات الاختبار لعدد دورات مقدارها (٦٠٠) دورة. وكان عدد العقد (١٥) في الطبقة المخفية الأولى و(١٥) عقدة في الطبقة المخفية الثانية. وتم استخدام دالة التفعيل (Tangist)للطبقة المخفية الأولى والثانية ودالة (Purlin)في طبقة الإخراج ان خواص الشبكة العصبية المقترحة في هذه الدراسة موضحة بجدول (٢).

جدول (2) مواصفات الشبكة المقترحة

Network	No. of nodes in input layer	No. of nodes in first hidden layer	No. of nodes in second hidden layer	No. of nodes in output layer	No. of epochs	MSE for training set	MSE for testing set
15-15	8	15	15	11	600	0.00076	0.02259

٤ النتائج والمناقشة

لغرض تقدير ورسم منحنيات الحمل ـــ الاود دون اللجوء الى التجارب المختبرية، تم استخدام الأنظمة الذكية لبناء نموذج قادر على إيجاد منحنيات الحمل ـــ الاود للعتبات المسلحة بالقضبان البوليميرية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية.

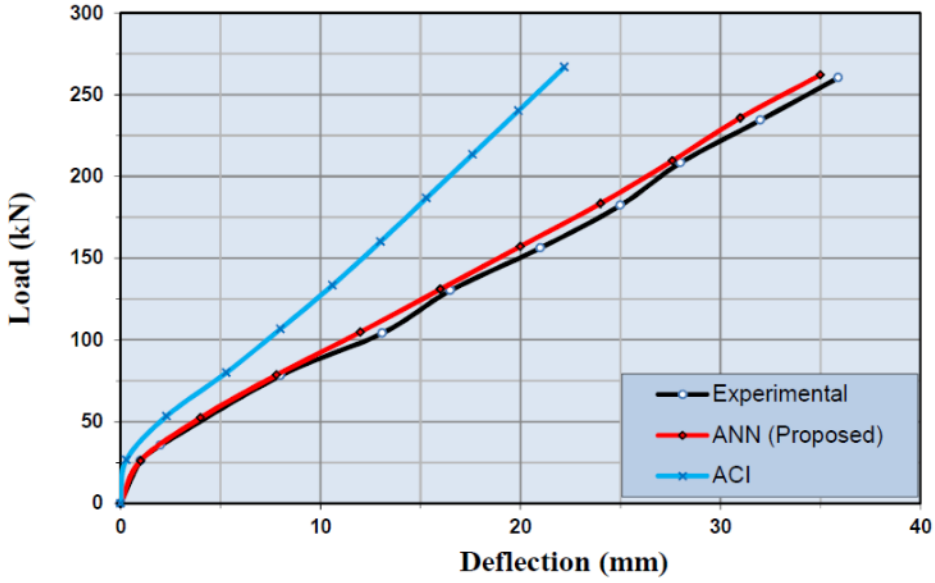
تم الاعتماد على عدد كبير من البيانات المختبرية لبناء النموذج ولغرض اختبار أداء الشبكة العصبية المقترحة في هذه الدراسة تم رسم منحنيات علاقة الحمل ــ الاود من نتائج الشبكة المقترحة لأربعة نماذج من العتبات لفئة الاختبار وهذه العتبات هي رقم (١) و (٥) و (١٢) و(١٦) المبينة تفاصيلها بجدول (١).

وتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من نتائج الشبكة مع المنحنيات الحقيقية (العملية) ومع المنحنيات التي تم تقديرها باستخدام معادلات ومواصفات المدونة الامريكية وتم تمثيل النتائج بالأشكال (5-8).

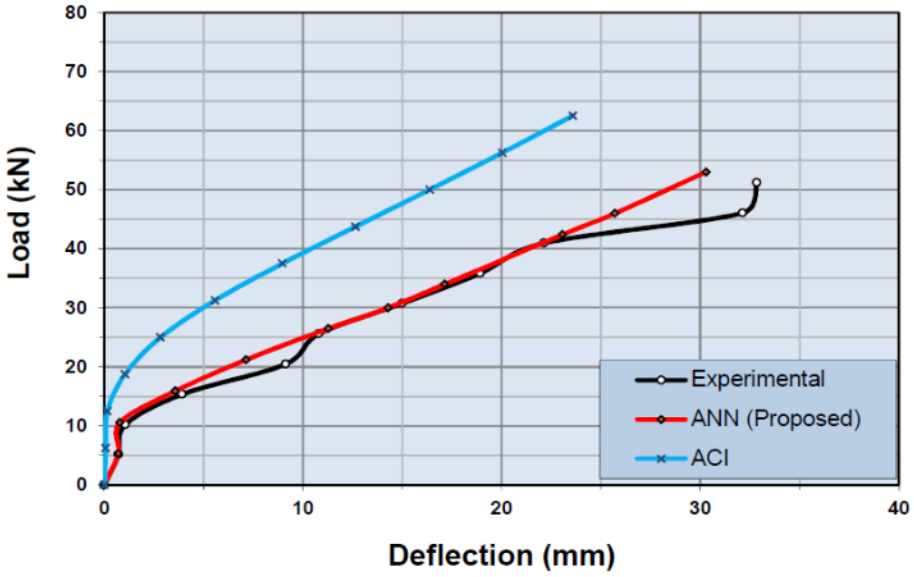
ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



شكل (5) منحني الحمل–الاود للعتبة رقم 1

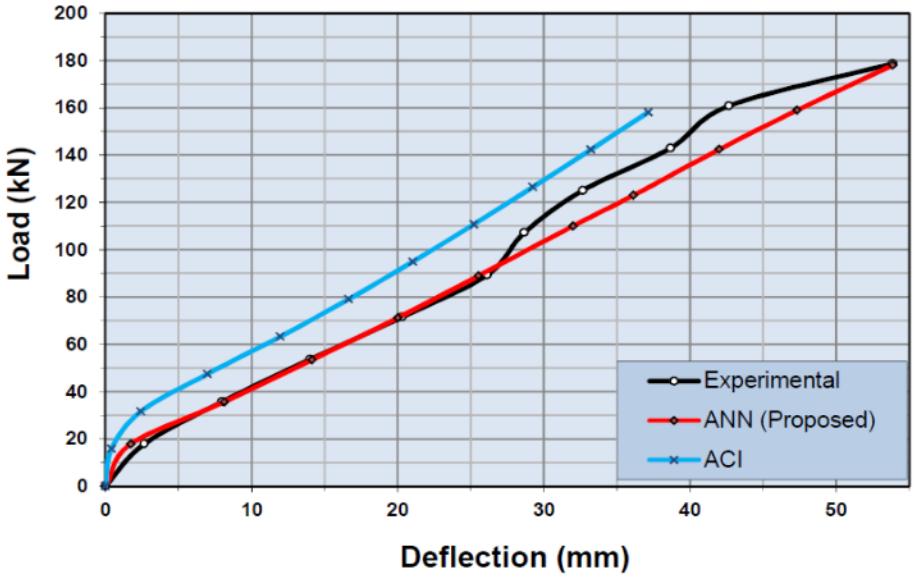


شكل (6) منحني الحمل–الاود للعتبة رقم 5

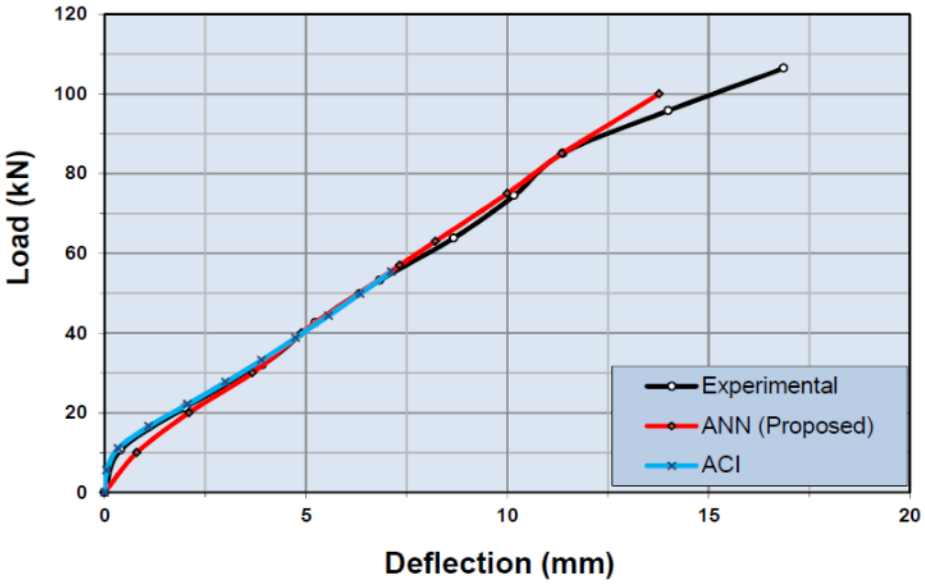
ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



شكل (7) منحني الحمل–الاود للعتبة رقم 12



شكل (8) منحني الحمل–الاود للعتبة رقم 16

تبين الاشكال أعلاه بان الشبكة المقترحة بإمكانها تقدير منحني الحمل ــ الاود بشكل ادق لكونها توافقت مع منحنيات التجارب العملية مقارنة بما قدرته المدونة الامريكية حيث تبين من العتبة الأولى ان نسبة الحمل المقدر باستخدام الشبكة العصبية وما يقابلها من الاود نسبة الى القيم التي تم الحصول عليها من التجارب العملية كانت النسب [1.006] & [0.975] على التوالي، بينما الفرق باستخدام المدونة الامريكية كان بنسبة [1.025] & [0.618]على التوالي.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

اما فيما يخـــــــص العتبة الخـــــــــامسة فان نسبة الحـــــــــــمل باستخدام الشبكـــــــــــة والاود المقابل له نسبة الى القيم العملية كان [1.035] & [0.922] على الترتيب. بينما الفرق باستخدام المدونة الامريكية كان بنسبة [1.221] & [0.718]على التوالي.

بينما كان نسبة الحمل باستخدام الشبكة والاود المقابل له نسبة الى القيم العملية [0.996] & [1.000] على الترتيب للعتبة رقم ١٢. بينما الفرق باستخدام المدونة الامريكية كان بنسبة [0.885] & [0.689]على التوالي.

كذلك كانت نسبة الحمل باستخدام الشبكة والاود المقابل له نسبة الى القيم العملية [0.940] & [0.817] على الترتيب للعتبة رقم ١٦. بينما الفرق باستخدام المدونة الامريكية كان بنسبة [0.520] & [0.422]على التوالي.

كما ويتضح من الجدول (٣) بان القيم المستحصلة من معادلات المدونة الامريكية تعطي قيم صغيرة وأكثر تحفظا عند الحمل الأقصى وبالتالي فان تقديرها للعلاقة لا يكون متوافقا مع علاقات المنحنيات الفعلية (المختبرية).

يستخلص من هذا فان الشبكة العصبية المقترحة في هذا البحث تكون قادرة على تقدير منحني الحمل ـــ الاود وبشكل دقيق للعتبات المسلحة باستخدام القضبان البوليميرية ودون الحاجة الى استعمال حسابات العزم الذاتي لمقاطع العتبات ودون الحاجة الى التجارب العملية المكلفة اقتصاديا.

٥- الاستنتاجات

يستدل من دراسة النتائج وما قد تم مناقشته على الأمور التالية:

١- ان الشبكة المقترحة في هذه الدراسة تكون قادرة على تقدير منحنيات الحمل ـ الاود بشكل دقيق، حيث كانت متوافقة مع منحنيات الدراسة التجريبية (العملية) بشكل كبير مقارنة بما تم تقديره بواسطة مواصفات ومعادلات المدونة الامريكية.

٢- ان القيم المستحصلة من المدونة الامريكية كانت صغيرة ومتحفظة للاود عند اقصى حمل وبالتالي يجعل تقديرها لشكل منحني الحمل ـ الاود غير متوافق مع المنحنيات المستحصلة من النتائج التجريبية (العملية).

Acknowledgments:

Sample of Acknowledgments Sample of Acknowledgments Sample of Acknowledgments.

Conflict of interests.

There are non-conflicts of interest.

References

[1] Jain R, Lee L. Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites for Infrastructure Applications. Focusing on Innovation, Technology Implementation and Sustainability: Springer; 2012.

[2] El-Salakawy E, Kassem C, Benmokrane B. Flexural Behaviour of Concrete Beams Reinforced with Carbon FRP Composite Bars. 4th Structural Specialty Conference of the Canadian Society for Civil Engineering. 2002, June 5-8, Montreal, Quebec, Canada.

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

[3] Graupe D. Principles of Artificial Neural Networks. Vol.6, World Scientific: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd; 2007.

[4] ACI 440.1R-11. Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2011.

[5] Sadaatmanesh H, Ehsani MR. Fiber composite bar for reinforced concrete construction. Journal of Composite Materials 1991, 25(2):188-203.

[6] Nawy EG, Neuwerth GE, Phillips CJ. Behavior of fiber glass reinforced concrete beams. Journal Struct. Div. ASCE 1971, 97:2203–2215.

[7] Satoh K, Kodama K, Ohki H.A study on the bending behavior of repaired concrete beams using fiber reinforced plastic (FRP) and polymer mortar. Proc. ACI International Conference, Evaluation and Rehabilitation of Concrete Structures and Innovations in Design. 1991, Detroit, Mich., pp.1017–1031.

[8] Theriault M, Benmokrane B. Effects of FRP reinforcement ratio and concrete strength on flexural behavior of concrete beams. J. Compos. Constr. 1998, 2(1):7–16.

[9] Almusallam TH. Analytical prediction of flexural behavior of concrete beams reinforced with FRP bars. Journal of Composite Materials 1997, 31(7): 640–657.

[10] Saadoon A.S., Abbas A.M., Khalaf A.A. The Attitude of Load-Deflection for Concrete Beams with Polymer Reinforcement. Tikrit Journal of Engineering Sciences 2019, 26(4).

[11] Chaallal O, Benmokrane B. Fiber Reinforced Plastic Rebars for Concrete Applications. Composites Part B: Engineering 1996, 27(3-4):245-252.

[12] Pecce M, Manfredi G, Cosenza E. Experimental Response and Code Models of GFRP RC Beams in Bending. Journal of Composites for Construction 2000, 4(4):182-190.

[13] Yost JR, Goodspeed CH, Schmeckpeper ER. Flexural Performance of Concrete Beams Reinforced with FRP Grids. Journal of Composites for Construction 2001, 5(1):18-25.

[14] Barris C, Torres L, Turon A, Baena M, Catalan A. An Experimental Study of the Flexural Behaviour of GFRP RC Beams and Comparison with Prediction Models. Composite Structures 2009, 91(3):286–295.

[15] Yuan F, Pan J, Leung CKY. Flexural Behaviors of ECC and Concrete/ECC Composite Beams Reinforced with Basalt Fiber Reinforced Polymer. Journal of Composites for Construction 2013, 17(5):591-602.

[16] Shin S, Seo D, Han B. Performance of Concrete Beams Reinforced with GFRP Bars. Journal of Asian Architecture and Building Engineering 2009, 8(1):197-203.

[17] Kassem C, Farghaly AS, Benmokrane B. Evaluation of Flexural Behavior and Serviceability Performance of Concrete Beams Reinforced with FRP Bars. Journal of Composites for Construction 2011, 15(5):682-695.

[18] Zhang L, Sun Y, Xiong W. Experimental Study on the Flexural Deflections of Concrete Beam Reinforced with Basalt FRP Bars. Materials and Structures 2015, 40(10):3279–3293.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[19] Saikia B, Kumar P, Thomas J, Rao KSN, Ramaswamy A. Strength and Serviceability Performance of Beams Reinforced with GFRP Bars in Flexure. Construction and Building Materials 2007, 21(8):1709–1719.

[20] Chitsazan I, Kobraei M, Jumaat MZ, Shafigh P. An Experimental Study on the Flexural Behavior of FRP RC Beams and a Comparison of the Ultimate Moment Capacity with ACI. Journal of Civil Engineering and Construction Technology 2010, 1(2):27-42.

[21] Issa MS, Metwally IM, Elzeiny SM. Influence of Fibers on Flexural Behavior and Ductility of Concrete Beams Reinforced with GFRP Rebars. Engineering Structures 2011, 33(5):1754–1763.

[22] Rasheed HA, Nayal R, Melhem H. Response Prediction of Concrete Beams Reinforced with FRP Bars. Composite Structures 2004, 65(2):193–204.

[23] Topcu IB, Saridemir M. Prediction of rubberized mortar properties using artificial neural network and fuzzy logic. Journal of Materials Processing Technology 2008, 199(1-3):108–118.

[24] Topcu IB, Saridemir M. Prediction of compressive strength of concrete containing fly ash using artificial neural networks and fuzzy logic. Computational Materials Science 2008, 41(3):305–311.

[25] Ozcan F, Atis CD, Karahan O, Uncuoglu U, Tanyildizi H. Comparison of artificial neural network and fuzzy logic models for prediction of long-term compressive strength of silica fume concrete. Advances in Engineering Software 2009, 40(9):856–863.

[26] Saridemir M. Predicting the compressive strength of mortars containing metakaolin by artificial neural networks and fuzzy logic. Advances in Engineering Software 2009, 40(9):920–927.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.