بناء نموذج شبكة عصبية للتحقق من صحة الرمية الحرة لدى لاعبي كرة السلة

*د/ أيمن عبد العزيز عبدالحميد

المقدمة :

تعتبر رياضة كرة السلة من أشهر الرياضات في العصر الحديث. حيث تحتل المركز الثاني كأكبر قاعدة جماهرية بعد رياضة كرة القدم، ومما لا شك فيه أن هذا أدى الي تنافس العديد من الفرق والمنتخبات للفوز بالصدارة والتميز، وقد ذاع سيط بعض الفرق حول العالم مثل (لوس انجلوس ليكرز، بوسطن سلتكس، اورلاندو ماجيك وغيرها الكثير).

ويعتمد الفوز في هذه الرياضة علي عوامل كثيرة منها قدرة اللاعبين ومستواهم الفني والعمل الجماعي والمتغيرات النفسية والفسيولوجية، كل هذه العوامل تساهم وبشكل اساسي علي في زيادة فرص الفوز للفرق المتنافسة. ومن ضمن المهارات الاساسية التي تشتمل عليها كرة السلة، الرمية الحرة. يتم تنفيذ الرمية الرمية الحرة تبعا لقواعد الاتحاد الدولي لكرة السلة. وتعتبر الرميات الحرة من اهم عوامل الفوز في رياضة كرة السلة. (١-٣)

وقد أظهرت احصائيات الاتحاد الدولي لكرة السلة (٢٠١٥) انه خلال المباراة الواحدة يوجد ٤٠ رمية حرة تقريبا وتتحصل الفرق علي ما يقارب من ٩-١١ نقطة من الرميات المتاحة. كما اظهرت الاحصائية ان متوسط الرميات الصحيحة للاعبين المحترفين ٧٥% مع وجود بعض مشاهير الرياضة الذين حصلوا علي معدل اقل من ذلك بكثير ف علي سبيل المثال حصل كلا من (Andre Drummond, Shaquille O'Neal DeAndre و(Jordan علي نسبة رميات صحيحة لا تتعدي ال ٥٠% خلال مسيرته. (٤-٦)

* أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضى وعلوم الحرمة- كلية التربية الرياضية- جامعة أسيوط

ومن هذه المعدلات تظهر اهمية الرميات الحرة في تحديد الفائز وكونها عامل اساسي.

وقد قامت الابحاث الاخيرة بالدراسة لفهم العوامل المؤثرة علي صحة تنفيذ الرمية الحرة وزيادة احتمال التسجيل. وقد حصر كلا من برزيزتوف بريزيدونك (٢٠١٨) باول لينك (٢٠١٥)، ايرينا برزكينا (٢٠١٧) هذه العوامل مع عمل النموذج الرياضي. وقد اوضحوا انه يمكن حصر هذه العوامل في ثلاثة عوامل اساسية وهي: طول اللاعب، سرعة اطلاق الكرة وزاوية الاطلاق. وقد تم أيضا دراسة تأثير الرياح علي الرميات وكان مقدار التغير الذي تسببه الرياح مقارنة بإهمال تأثيرها لا يتعدى ال ٥%، وقد استند كلا من الباحثين الثلاثة علي المنهج التطبيقي في اثبات نتائجهم وفرضياتهم. حيث كانت اهم تلك النتائج تتمحور في القيم المثلي لهذه العوامل الثلاثة. وقد اوضحت النتائج الأتي:

١- أن اللاعبين اصحاب القامات الاطول يحصلون علي احتمال اكبر للتسجيل من قصار القامة.

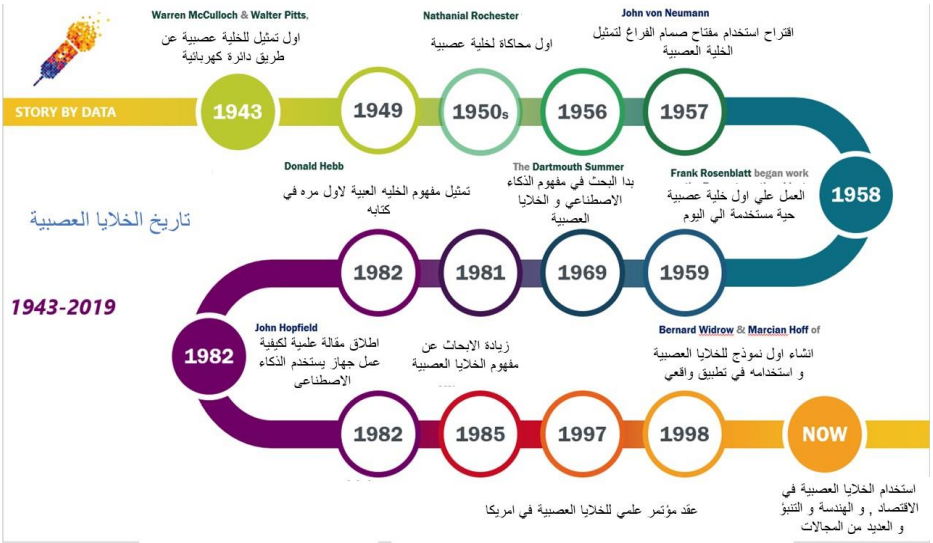
٢- كلما زادت زاوية الاطلاق زاد نطاق سرعة الاطلاق الصحيحة اي أنه يكون للاعب سماحية اكبر في تغير سرعة الاطلاق.

٣- تنحصر اكبر سماحية في زاوية الانطلاق بين اكبر سرعة اطلاق ممكنة وأقل سرعة تسمع بالتسجيل. (٧-١٢)

وفي ظل السعي الي تطوير هذه النتائج كان لابد من الاعتماد علي التطور التكنولوجي. ولفهم ودراسة أليات ذات فاعليه اكبر سيتمم الاعتماد علي الآلة وذلك باستخدام شبكة عصبية (neural network) والذكاء الاصطناعي لمعرفة الرميات الصحيحة من الرميات الخاطئة اثناء تنفيذ الرمية الحرة. تعد الشبكات العصبية من افضل الطرق في عمليات التعلم والتنبأ بالمتغيرات والوضيعات الصحيحة. وقد قام كلا من العالم وارن

ماكولتش ووالتر بيتس بوضع اول نموذج للخلية العصبية وتمثيله في دائـــرة كهربائية عام ١٩٤٣. وفي عام ١٩٥٦ تم وضع اول نموذج خلية عصـــبية من خلال الحاسب الالي واستخدامها في تطبيقات واقعية ومن ذلك الحين وقد تعظم استخدام محاكاة الشبكات العصبية بالاستخدام الحاسب الالي في جميـــع المجالات، وقد ظهر من ذلك الحين مفهوم تعلم الآلة (machine learning) والتعلم العميق (Deep learning). وتعد اهم مميزات الذكاء الاصـــطناعي في القدرة علي التعامل مع قدر هائل من البيانات والمتغيرات والحصول علي نتائج ذات دقة عالية وفي فترة زمنية قصيره مقارنة بالطرق الحسابية. وقـــد برز استخدام الذكاء الاصطناعي في مجالات عـــدة منهـــا علـــوم الطقـــس والطيران والعلوم الهندسية وعلوم التحليل والاحصاء. ويوضـــح الشـــكل ١ مراحل تطور الشبكات العصبية(١٣-٢١).

شكل (١)



الفكرة الأساسية لاجراء البحث

هدف البحث:

يهدف البحث الي بناء نموذج خلية عصبية قادر علي تحديد الرميات الصحيحة من الرميات الخاطئة لتحسين اداء اللاعبين.

تساؤلات البحث:

- **التساؤل الأول:** كيف يمكن بناء ذكاء اصطناعي لتحليل رمية حرة لكرة السلة.
- **التساؤل الثاني:** هل يمكن الاعتماد علي الالة في عملية التدريب وتحسين الاداء.

منهج البحث:

إستخدم الباحث المنهج التجريبي في التحقق من نتائج البحث عن طريق تجربة النتائج علي مجموعة من لاعبين كرة السلة في المملكة العربية السعودية.

مجالات البحث:

المجال البشري:

تم اختيار عينة من لاعبين كرة سلة بالطريقة العمدية في اختيار لاعبين علي قدرة بالتحكم بالمتغيرات.

المجال الزماني:

تم التصوير يوم (الاحد) الموافق ٢٠١٨/٧/٥م في تمام الساعة الثانية ظهراً، بمعمل التحليل الحركى بكلية علوم الرياضة والنشاط البدني، جامعة الملك سعود

المجال الجغرافي:

تم التصوير داخل معمل التحليل الحركي بكلية علوم الرياضة والنشاط البدني، جامعة الملك سعود وتم التحليل بمعمل التحليل الحركى بكلية التربية الرياضية جامعة أسيوط.

المجتمع وعينة البحث:

مجتمع البحث:

يتمثل مجتمع البحث في لاعبين كرة السلة المحترفين بمدينة الرياض.

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية وتتمثل في اللاعبين الذين لديهم معدلات تسجيل مختلفة في الرميات الحرة لتحسين الاداء وبلغ عددهم ١٠ لاعبين من لاعبي نادي الهلال السعودي في الموسم ٢٠١٨/٢٠١٩.

جدول (١)

توصيف عينة البحث

م	الطول	طول الذراع	الكتلة كيلو جرام	السن	اكبر سرعة ممكن ل اطلاق الكرة
١	194	88سم	87	23	9
٢	190	87سم	85	22	8.9
٣	190	87سم	87	23	8.5
٤	189	87سم	90	23	9
٥	185	85سم	83	21	8.6
٦	185	85سم	86	22	9.8
٧	182	83سم	80	21	9.6
٨	182	82سم	85	23	9.2
٩	182	82سم	83	22	8.4
١٠	179	80سم	80	20	8.4

يتضح من جدول (١) البيانات الأساسية (الطول، طول الذراع، الكتلة، السن واكبر سرعة اطلاق ممكنة) للعينة التحليلية التي قامت بأداء المهارة قيد البحث (بالطرف الأيسر).

العينة التحليلية:

تم أداء ٣ محاولات صحيحة لرمية حرة لكرة السلة، وقد تم تسجيل كل المحاولات اللاعبين وإدخال البيانات علي محاكاة خلية عصبية لتحديد النتائج.

أدوات جمع البيانات.

- MATLAB برنامج لمحاكاة الخلية العصبية.
- ميزان طبي لقياس الوزن بالكيلو جرام.
- رستاميتر لقياس الطول (بالسنتيمتر).

التحليل الرياضي للرمية الحرة:

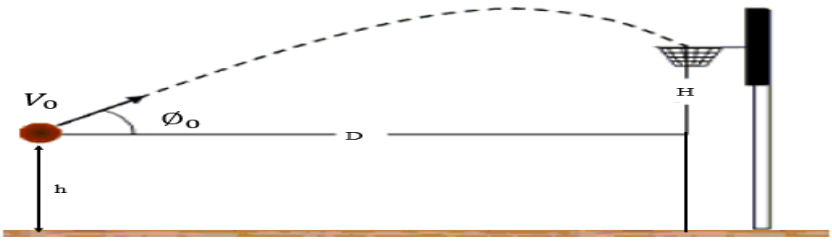
يتم تنفيذ الرمية الحرة حسب القواعد الدولية للاتحاد كرة السلة. حيث يقوم اللاعب من علي البعد القانوني بتنفيذ الرمية. يعتمد المسار الحركي للرمية علي عدة عوامل منها طول اللاعب وبعد اللاعب عن الهدف وزاوية وسرعة انطلاق الكرة. كل هذه العوامل يجب اخذها في عين الاعتبار للحصول علي مسار الرمية. الشكل (٢) يوضح رمية حرة حيث يبعد اللاعب مسافة D عن مركز السلة و ارتفاع H عن الارض. كما انه تم تسجيل مسار الكرة باستخدام كاميرا وتم وضع مكان الكرة عند كل فريم تصوير.

شكل (٢)

وتخضع حركة كرة السلة لقانون المقذوفات والتي تخضع لقانون نيوتن الاول والثاني. حيث تأخذ الرمية شكل قطع مكافئ متماثل في حالة اهمال تأثير الرياح وهذا الفرض مقبول كون تأثير الرياح يؤثر بقيمة لا تتعدي ال ٥% فقط.

للقيام بالتحليل واستنتاج المسار الحركي للرمية. بفرض انه تم اطلاق رمية حرة علي المرة بسرعة وزاوية ابتدائية $V_0 , \emptyset_0$ علي الترتيب من علي بعد D عن السلة وارتفاع h وبهدف ان تعبر السلة الموجودة علي ارتفاع H. كما هوه موضح بالشكل (٣).

شكل (٣)



بتحليل مركبة السرعة في اتجاه كلا من المحور السيني الافقي(X) والصادي الرأسي (Y) و باخذ تاثير عجلة الجاذبية علي المحور الرأسي، يمكن استنتاج معادلة السرعة عن اي لحظة زمنية بالمعادلتين (١) و(٢)

(١)

$$Vx = V_0 \cos\emptyset_0$$

(٢)

$$Vy = V_0 \sin\emptyset_0 - gt$$

وباستخدام عملية التكامل يمكن ايجاد المسافة الافقية (X) والرأسية (Y) عند اي لحظة زمنية. وتتمثل في المعادلة (٣) و(٤).

(٣)

$$x = V_0 t \cos\emptyset_0$$

(٤)

$$y = h + V_0 t \sin\emptyset_0 - \frac{gt^2}{2}$$

ومفهوم مسار الحركة هوه استدلال معلومية تواجد الكرة عند كل لحظة زمنية. ويمكن من خلال المعادلة ٣ و ٤ ايجاد معادلة مسار الحركة

وذلك عن طريق حذف الزمن في كلا من المعادلتين بـــالتعويض. وتوضـــح المعادلة (٥) مسار الحركة لرمية كرة السلة:

$$y = x\tan(\emptyset_0) + h - x^2 \frac{g}{2V_0^2(\cos\emptyset_0)^2} \qquad (5)$$

من اجل التاكد من قيام اللاعب من تسجيل يجب ان تحقق شرطين اساسين

- الاول ان تكون الكرة علي ارتفاع (H) اي في مستوي السلة.
- الثاني ان تكون علي بعد D من مكان الاطلاق.

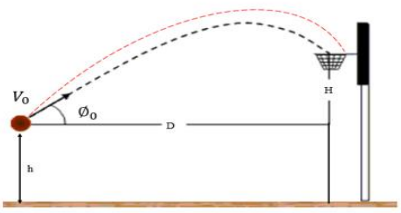
بالنسبة للشرط الاول فهوه شرط اساسي ولكن الشـــرط الثـــاني يوجـــد سماحية في تواجد الكرة علي المحور الافقي وذلك لكون محيط السلة اكبـــر من محيط كرة السلة. لو قمنا بوضع الشرط الاول في المعادلو وذلـــك عـــن طريق تغير المستوي الرأسي Y وجعله يساوي H و فصل الســـرعة فـــي طرف منفرد من المعادلة سنحصل علي المعادلة رقم (٦)

$$V_0 = \frac{x}{\cos\emptyset_0}\sqrt{\frac{\left(\frac{g}{2}\right)}{x\tan(\emptyset_0)+h-H}} \qquad (6)$$

المعادلة (٦) توضح قيمة السرعة المطلوبة عند اي زاويـــة اطـــلاق والتي تضمن عند مسافة X وجود الكرة علي ارتفاع السلة المطلوب وهـــذه المعادلة تضمن حدوث الشرط الاول.

لتوضيح السماحية في الشرط الثاني في الشكل (٣) يوجـــد رميتـــين واحدة باللون الاسود والاخرى باللون الاحمر. وعلي اليمين يوجـــد امـــاكن تسجيل كل رمية في السلة. لو قام اللاعب في الرميـــة الموضـــحة بـــاللون الاسود بإصابة منتصف السلة، فان اللاعب بالون الاحمر لو قام بزيادة زاوية الانطلاق فان الكرة سوف تقترب اكثر من مؤخرة السلة ولكن ستضل رمية

تحقق نقطة لان الكرة ما زالت في السلة وذلك لكون قطر السلة اكبر من قطر الكرة. وايضا لو فرضنا كون الزاوية هيا التي لم تتغير فان زيادة سرعة الاطلاق يودي الي نفس النتيجة. وفي حالة النقصان سوف تقترب الكرة من مقدمة السلة علي خلاف الحالة الاولي. ومن هنا يتضح انه لا توجد علي وحيدة لتحقيق رمية صحيحة وانما يوجد نطاق لسرعة وزاوية الانطلاق التي تضمن حصول اللاعب علي نقطة من خلال الرمية الحرة.



شكل (٤)

ولتحديد ذلك النطاق يجب تحديد اقل نقطة افقة واكبر نقطة افقية تسمح للاعب بالتسجيل. ان كان منتسف السلة هوه النقطة (D,H) وبفرض ان نص قطر السلة R ونص قطر الكرة هوه r فان اقرب نقطة للتسجيل عندما يتلامس محيط الكرة مع الطرف الامامي للسلة من الداخل وفي هذه الحالة تكون المسافة الافقية $X=D-R+r$ وهذه اقرب نقطة تسجيل ممكن للاعب. وتعد ابعد نقطة تسجيل عندما يتلامس محيط الكرة مع الطرف الخلفي للسلة من الداخل و يكون البعد الافقي في هذه الحالة $X=D+R-r$.

ولتعريف منحني السرعة القصوي بانه مجموعة السرعات الي تجعل الرمية تلامس ابعد نقطة تسجيل ممكنة عند زوايا انطلاق مختلفة فانه يمكن استدلالة معادلة السرعة القصوي من خلال التعويض في المعادلة (٦) بالاحداثي الافقي لابعد نقطة ممكنة. وعلي الطرف الاخر يعرف منحنى السرعة الصغرى بانه مجموعة السرعات التي تجعل الرمية تلامس اقرب

نقطة تسجيل ممكنة ويمكن الاستدلال علي منحني السرعة الصغري بالتعويض في المعادلة (٦) بالاحداثي الافقي لاقرب نقطة ممكنة. وتمثل المعادلة (٧) و(٨) منحني السرعة القصوي والصغري.

(٧)

$$Vmax = \frac{d+R-r}{\cos\emptyset_0}\sqrt{\frac{\left(\frac{g}{2}\right)}{(D+R-r)\tan(\emptyset_0)+h-H}} \qquad (8)$$

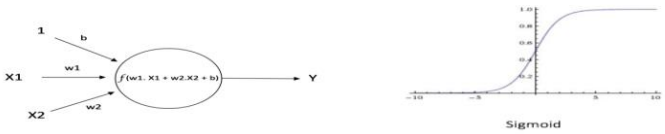
$$Vmin = \frac{d+R-r}{\cos\emptyset_0}\sqrt{\frac{\left(\frac{g}{2}\right)}{(D-R+r)\tan(\emptyset_0)+h-H}}$$

ولفهم معني كلا من المعادلة (٧) و(٨) فلنفرض ان لاعب يقف علي الابعاد الموضحة في الشكل (٣) وقام بإلقاء الكرة بزاوية الموضحة، فانه لن يستطيع التسجيل الا اذا كانت سرعة اطلاق الكرة اكبر من السرعة الصغري الموضحة في العلاقة (٨) واقل من السرعة القصوي الموضحة في العلاقة (٧). وهذا ما سوف تقوم الشبكة العصبية بتعلمة لتحديد ما اذا كانت الرمية صحيحة ام خاطئة.

بناء محاكاة الشبكة العصبية باستخدام الحاسب الالي:

تتكون الخلية العصبية من وحدات اساسية تسمي العصبون (neuron) وهي الوحدة الاساسية للخلايا العصبية. ويتكون العصبون الواحد من ثلاث اجزاء اساسية: المستقبلات التي تربط الدخل و التي تتمثل في العوامل المدروسة والمفعل ومركز العمليات والخرج الذي يعتمد علي كلا من الدخل ومركز العمليات والمفعل. يكون كل دخل مصاحب بوزن (W) والذي يحدد اهمية هذا العامل، فان كان الدخل الاول يحمل وزن اكبر من الدخل الثاني فذلك يعني انه ذا اهمية اكبر في اتخاذ القرار في العصبون اكثر من الدخل الثاني. ويتكون مركز المعالجة (f) من دالة حسابية غالبا ما تكون دالة

سيجمويد (sigmoid) والتي تحدد نوع القرار. ويوضح الشـــكل العصـــبون والدالة المستخدمة في مركز العمليات علي الجنب الايمن.



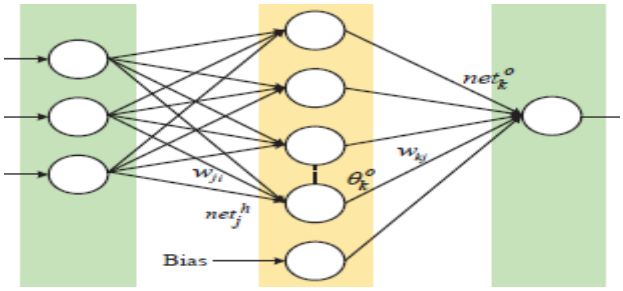
الشكل (٤)

ويمكن تحديد قيمـــة الخرج Y عن طريق المعادلة رقم (٩)

$$Y = \frac{1}{1+e^{-(W1X1+W2X2+\cdots+b)}} \quad (٩)$$

وتتكون الخلية العصبية من طبقات من العصبون الموازية وتم تحـــدد عدد الطبقات وعدد العصبون في كل طبقة بطريقة التجربة حيث انه لا توجد طريقة فعالة في ايجاد العدد الامثل لكل تطبيق حيث يختلف من تطبيق لأخر.

ويوضع الشكل (٤) شبكة عصبية امامية والتي تتكون من طبقة دخل وطبقة خرج ومجموعة طبقات بين طبقة الدخل والخرج تســـمى الطبقـــات الخفية. كما هو موضح.



شكل (٥)

ولجعل الخلية قادرة علي الحكم علي صحة الرمية فانه تم تعليم الخلية العصبية كلا من السرعة القصوي والسرعة الصغري المسموح بها ومقارنتها بسرعة اطلاق اللاعب للكرة ومن ثم تقوم الخلية العصبية بتحديد مدي صحة الرمية. ولبناء الخلية العصبية فقد تم بناء ثلاث طبقات كل طبقة تحتوي علي ٢٠ عصبون وتكمن عملية التعلم في ايجاد افضل قيمة اوزان ومفعل لكل عصبون. ويتم حساب مقدار الخطا في التعلم وزيادة عدد العصبون في كل مرة تعلم وذلك للوصول لأفضل شكل.

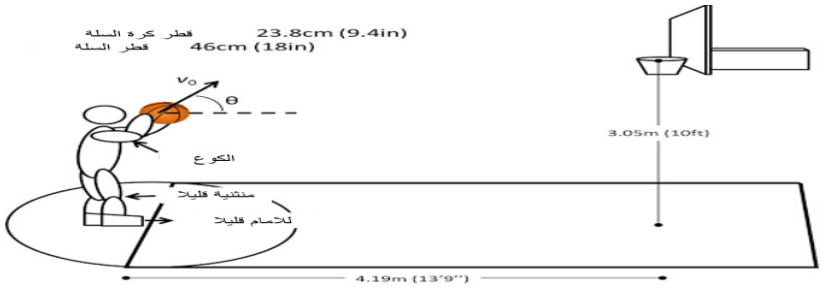
تعليم الشبكة العصبية:

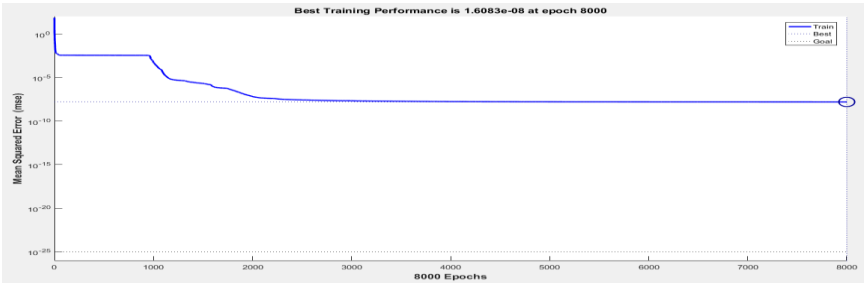
لتعليم الشبكة العصبية لابد من معرفة حدود التعليم حتي يمكن جمع البيانات بالقدر الامثل. حيث ان زيادة البيانات عن القدر المطلوب قد يؤدي الي سوء النتائج وليس الا نتائج افضل. ولذلك تم ادخال المعلومات للشبكة العصبية في نطاق محدد من المتغيرات حيث ان المسافة D والارتفاع H ونصف قطر السلة R ونصف قطر الكرة r هيا قيم تم تحديدها وثابتة من قبل الاتحاد الدولي لكرة السلة كما هو موضح في الشكل (٦).

والمعامل الذي يتغير دائما هو طول اللاعب. و لتحديد نطاق التعلم في طول اللاعب فانه تم الاخذ بعين الاعتبار متوسط طول اللاعبين عن طريق الاتحاد الدولي لكرة السلة وهو ١٧٦ سم واكبر طول كان ٢.١٠ متر. وقد تم عملية التعليم بخطوة مقدارها ٥ سم من ال ١٧٦ الي ٢١٠ سم.

وبالإضافة فان لكل طول زاوية اطلاق صغري وقصوي والتي لا يمكن ان يقل اللاعب عنها في التعلم. وذلك يتضح من المعادلة ٧و ٨ حيث ان قيمة الزاوية المسموح بها هي التي تجعل الجذر في المعادلة قيمة سالبة والذي ينتج عنه عدد غير حقيقي ولا يمكن ان يضمن مستوي التعلم لهذه القيم. وقد تم تعليم الشبكة العصبية في مستوي زاوية من ٣٦ الي ٨٠ درجة وقد تم اختيار هذا المستوي كونه يحتوي علي سرعات واقعية للرميات.

وعند كل طول لاعب تم تقسيم المنحني الي الف نقطه حتي يتم التدخل كنقاط تعلم لشبكة التعلم.

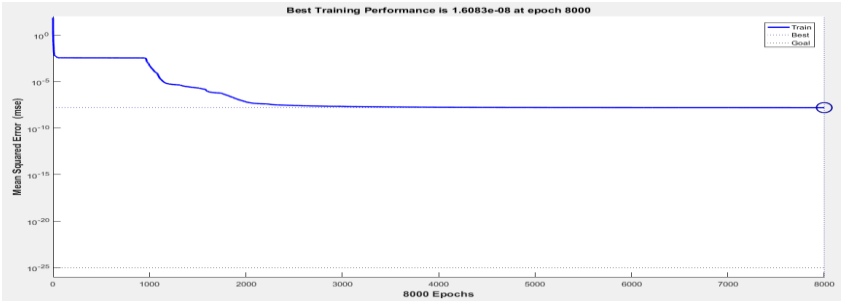




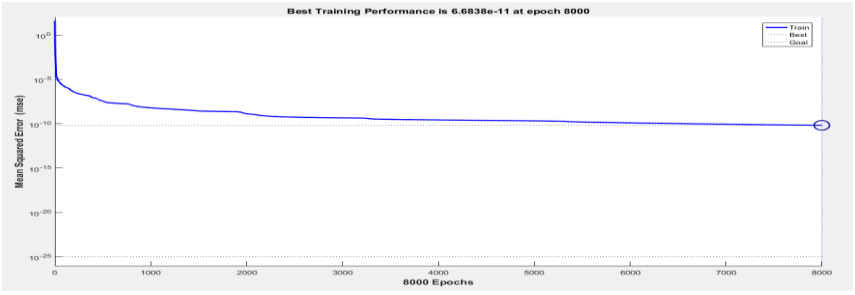
شكل (٦)

النتائج:

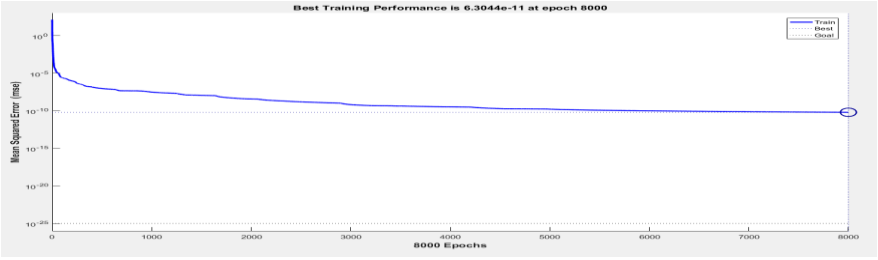
وقد تم تعليم الشبكة العصبية حيث كانت كمعلومات الدخل هيا طـــول اللاعب وزاوية وسرعة الاطلاق وكانت الخرج المقارنة بين سرعة الاطلاق والحدود المثلي للتسجيل. يوضح شكل ((٦ a b c d) نتائج التعلم في كـــلا من خلية عصبية ذات ثلاث طبقات تحتوي كل طبقة علـــي ٢٠,٤٠,٦٠,٨٠ عصبون في كل خلية. وقد تم استخدام طريقة التناســب العكســي (back propagation) وذلك لغرض تعليم الشبة العصبية. وقد تـــم بنـــاء الشـــبكة العصبية علي برنامج ماتلاب.



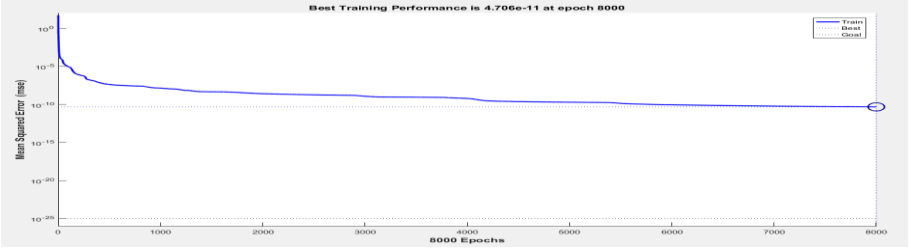
(6a 20 neurons)



(6b 40 neurons)



(6c 60 neurons)



(6d 80 neurons)

ويتضح من الشكل (٧) ان استخدام ٨٠ عصبون يعطي اقل قيمة للخطأ. وكان مقدار الخطأ في التعلم صغير جدا حيث كان ٠.٧٧% في الالف في تعلم السرعة القصوى و٠.٨١٤% في الالف في استنتاج السرعة الصغري وهذا الخطأ صغير جدا ويمكن اهماله.

التطبيق:

للقيام بالتطبيق علي النتائج قام مجموعة مكونة من عشر لاعبين كرة سلة بتنفيذ ثلاث رميات حرة حسب القواعد الدولية. وقد تم تسجيل كل رمية للاعبين باستخدام كاميرا ١٢٠ فريم/ ثانية وذلك لايجاد سرعة وزاوية اطلاق الكرة. وقد تم قياس طول كل لاعب وادخال سرعة وزاوية الانطلاق بالاضافة الي طول اللاعب الي الشبكة العصبية وجعل الشبكة تحدد اذا ما كانت الرمية صحيحة او خاطئة. وقد تم معايرة الكاميرا حيث تم حساب مستوي الطول والعرض للرؤية في الكاميرا بالمتر ومعرفة ما يمثله كل وحدة بكسيل من المستوي الكلي وحساب عدد البكسل لمعرفة موقع الكرة عند كل فريم. ولتحديد سرعة وزاوية الانطلاق فانه تم حساب الموقع (X) للكرة عند الفريم الاول بعد الانطلاق و الموقع (Y) كذلك. وبمعرفة موقع الاطلاق في الفريم الذي يسبقه، كان حساب السرعة الافقية والراسية يمكن باستخدام قانون السرعة. حيث تكون السرعة الافقية هيا مقدارالازاحة الافقية مقسومة علي زمن الفريم الواحد والذي يساوي ١/١٢٠ ثانية. والسرعة الرأسية تساوي مقدار الازاحة الراسية علي نفس الزمن. وباستخدام هذه الطريقة يمكن حساب السرعة الانطلاق حيث انها تساوي المجموع الاتجاهي للمركبة الافقية والرأسية. وتمثل كلا من العلاقة (١٠) و(١١) علاقة المركبات الافقية ب سرعة الانطلاق و زاوية الانطلاق.

$$V_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \qquad (١٠)$$

$$\emptyset_0 = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right) \qquad (١١)$$

ويوضح الجدول ٢ بيانات محاولات كل لاعب وبالاضافة الي حالة التسجيل والارتفاع الذي قام كل لاعب منه برمي الكرة لادخال هذه البيانات الي الشبكة العصبية لمعرفة قدرة الشبكة العصبية علي تحديد الحالات الصحيحة من الحالات الخاطئة ل كل لاعب.

اللاعب رقم	جدول ٣(أ)							
	طول اللاعب	الرمية ١		الرمية ٢		الرمية ٣		
–	–	السرعة	الزاوية	السرعة	الزاوية	السرعة	الزاوية	
١	194	6.5	45	7.77	53	8.3	40	
٢	190	8.35	38.96	8.17	41.5	7.75	47.38	
٣	190	8.398	38	7.5	42.85	7.3	46.77	
٤	189	8.15	39.43	7.7	47	8	47.25	
٥	185	6.9	41.29	7.5	43.97	7.6	56.24	
٦	185	7.57	52.8	7.7	52.9	7.4	54	
٧	182	6.6	45.6	7.5	43.12	8.5	40	
٨	182	7.75	57.6	7.3	47	7.62	46.8	
٩	182	8.2	62	7.7	58.6	7.5	60.6	
١٠	179	6.8	46.64	7.65	46.9	7.1	45	
–	–	نتيجة الرمية الواقعية	نتيجة الشبكة العصبية	نتيجة الرمية الواقعية	نتيجة الشبكة العصبية	نتيجة الرمية الواقعية	نتيجة الشبكة العصبية	
١	194	✗	✗	✓	✓	✓	✗	
٢	190	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
٣	190	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
٤	189	✓	✓	✓	✓	✗	✗	
٥	185	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
٦	185	✓	✓	✓	✓	✗	✗	
٧	182	✗	✗	✗	✗	✓	✓	
٨	182	✓	✓	✗	✗	✓	✓	
٩	182	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
١٠	179	✗	✗	✓	✓	✓	✓	

ويوضح جدول ٢ النتائج باللون الاخضر والتي استطاعت الشبكة العصبية التنبا بها بصورة صحيحة. بينما اللون الاحمر التي فشلت الخلية العصبية بالتنبا بها. و تضح من الجدول ٢ ان الشبكة العبية فشلت في رمتين

فقط من اصل ٣٠ رمية ب نسبة صحة ٩٣.٣%. ويعود هذا الخطا الي عددة عوامل ابرزها :

- اللاعب الاول طوله ١٧٥ وهذا الطول خارج نطاق التعلم الذي تم تدريب عليه الشبكة العصبية مما ادي الي تواجد هذا الخطأ. ويزيد مقدار الخطأ في نتائج الشبكة العصبية كلما كانت المتغيرات ابعد بكثير عن مقدار التعلم.
- الخطأ الحسابي. وهذا الخطأ نتيجة العمليات الحسابية في جهاز الحاسب.
- المعايرة الدقيقة للكاميرا تساعد في الحصول علي بيانات ادق وقد يكون أحد مصادر الخطأ.
- تعريف عجلة الجاذبية بشكل دقيق حيث ان اي تغير بسيط في مدار عجلة الجاذبية يودي الي تغير كبير في كلا من السرعة القصوي والصغري التي تم تعليمها للخلية العصبية. لذلك يجب حساب عجلة الجاذبية بدقة قبل بناء الشبكة العصبية.
- إهمال تأثير الرياح قد يساعد في زيادة الخطأ.

الأستنتاجات:

من النتائج في الفقرة السابقة ممكن استنتاج:

- انه يمكن للشبكات العصبية تحديد رمية كرة السلة الصحيحة بدقة عالية تصل الي ٩٣%.
- كلما ذاد نطاق التعلم المدخل للشبكة العصبية كلما كانت قادرة علي تحديد حالات اكثر.
- اللاعبين الذين يستطيعون اطلاق الكرات بسرعة تتراوح من ٧.٣-٨ يكون لديهم احتمالية التسجيل لديهم اكبر.

((المراجـــــــــــع))

أولاً: المراجع باللغة العربية:

١- **عبد الرحمن عبد الكريم علي:** استخدام الشبكات العصبية للتنبؤ من نموذج الاقتصاد الكلي "جامعة البصرة مجلة الاقتصاد الخليجي العدد٢٤ سنة ٢٠١٣.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

2- **Analysis,:**www.inpredictable.com/2015/05/ introducing-sharc-shot-arc-analysis. html (2015), online May 26, 2015.

3- **V. Patankar**, \What a dairy farmer can teach Shaq about free throws," www.process.st/ how-to-shoot-a-free-throw, online January 8, 2016.

4- **H. Okubo and M. Hubbard,** J. Sports Sci. 24, 1303 (2006).

5- **H. Okubo andM. Hubbard**, Procedia Engineering 2, 3281 (2010).

6- **D. Tang**, G. Ma, and J. Guo, Inform. Technol. J. 12, 3315 (2013).

7- **P. J. Brancazio,** Amer. J. Phys. 49, 356 (1981).

8- **J. M. Gablonsky and A. S. I. D. Lang**, SIAM Rev. 47,775 (2005).

9- **J. J. Fontanella**, The physics of basketball (The John Hopkins University Press, Baltimore, 2006).

10- **M. Beuoy**, \Introducing ShArc: Shot arc analysis," www.inpredictable.com/2015/05/ introducing-sharc-shot-arcanalysis.html, online May 26, 2015.

11- **Three-point line**: Basketball. Britannica Online for Kids," kids.britannica.com/comptons/art-188763 (2014), accessed December 16, 2016.

12- **MATLAB R2016b**, The MathWorks, Inc., Natick, Mas- sachusetts, United States," (2016).

13- **B. N. Schwark**, S. J. Mackenzie, and E. J. Sprigings, J. Appl. Biomech. 20, 153 (2004).

14- **L. M. Silverberg**, C. M. Tran, and T. M. Adams, Optimal release conditions for the free throw in men's basketball CM Tran, LM Silverberg Journal of sports sciences 26 (11), 1147-1155

15- **Irina Barzykina**, The physics of an optimal basketball free throw Southbank International School, 63-65 Portland Place, London W1B 1QR, UK Dated: February 24, 2017

16- **Ceranic, B., Fryer, C., and Baines, R. W**. "An application of simulated annealing to the

optimum design of reinforced concrete retaining structures." Computers and Structures, 79(17), 1569–1581 (2001).

17- **Cunha, M**. "On solving aquifer management problems with simulated annealing algorithms." Water Resources Management, 13(3), 153–170 (1999).

18- **Cunha, M. and Sousa, J**. "Water distribution network design optimization: Simulated annealing approach." Journal of Water Resources Management, 125(4), 215–221(1999).

19- **Dolan, W. B., Cummings, P. T., and LeVan, M. N.** "Process optimization via simulated annealing: Application to network design." AIChE Journal, 35(5), 725–736(1989).

20- **Wolfgang** Introduction to artificial intelligence' Ertel British library 2nd Edition.2017

21- **Han-Chung Hung**," A study on artificial intelligence forecasting of resort demand" Journal of Theoretical and Applied Information Technology.289095552.