الفصل الخامس

الاستنتاجـــــات والتوصيـــــــات

من خلال نتائج الجانبين التجريبي والتطبيقي فضلا عن اعتماد الاسلوب المعدل للشبكات العصبية الاصطناعية كبديل عن طرائق السلاسل الزمنية التقليدية، توصلت الاطروحة إلى جملة من الاستنتاجات والتوصيات.

5-1 الاســـــــتنتـــاجـــات

أن أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها من خلال هذه الاطروحة، يمكـن إيجازها بما يلي:

أ-يتبين من تجارب اسلوب المحاكاة المقيدة فـي الفصـل الثـالث "الجـانب التجريبي" لنماذج السلاسل الزمنية الاكثر شيوعياً وتناولاً الاتي:

1. يكون أسلوب بوكس– جنكينز اكـثر كفـاءة وفاعليـة فـي الحـالات او نماذج الانحدار الذاتي المثالية أي عنـدما يتـوزع الخطـأ توزيعـاً طبيعيـاً بمتوسـط يسـاوي صـفر وتبـاين يسـاوي واحـد [N~(o,1)] وأيضـا فـي **نماذج الأوساط المتحركة** والنماذج المختلطة (ARIMA) والنمـاذج الموسمية، وعدم كفاءته في النماذج شبه الخطيـة "فـي حالـة تلـويث البيانات" وكذلك عندما تكون قيمة معلمة الانحـدار الـذاتي Φ تسـاوي 0.5 او اقـل. اذ تـم اعتمـاد معيـار المعـدل المطلـق النسـبي للخطـأ MAPE عندما يكون اقل او يساوي 10% وذلك لبيان كفاءة النموذج.

2. برهنت النتائج كفـاءة أسـلوب الشـبكات العصـبية الاصـطناعية فـي معظم النماذج وخصوصا في النماذج الموسمية التي تتضمن عدد اكـثر من عقدة في طبقة المدخلات للشبكة العصبية الاصطناعية.

3. تفـوق أسـلوب بـوكس–جنكينـز عـن أسـلوب الشـبكات العصـبية التقليديـة فـي **نمـاذج الأوسـاط المتحركـة**، وذلـك بسـبب فـرض منهجية بوكس–جنكينز علـى أسـلوب الشـبكات العصـبية الاصـطناعية مما يـؤثر علـى المـدخلات ومـن ثـم علـى نتـائج المخرجـات للشـبكة العصبية، وهذا ما يثبت صحة الفرضية(4).

4. النتائج كانت متقاربة بيـن الاسـلوبين "BJ&ANN" والفـروق ليسـت جوهريـة "معنويـة" فـي **نمـاذج الانحـدار الـذاتي AR والنمـاذج المختلطة ARMA**، مما يثبت ويؤكد صحة الفرضية (2).

5. استمرت عملية تدريب الشبكة في جميع تجارب المحاكـاة لأسـلوب الشـبكات العصـبية الاصـطناعية حـتى نهايـة التكـرار ((1500وذلـك بسبب فرض منهجية بوكس–جنكينز في تحديد او تشخيص عـدد العقـد في طبقة المدخلات للشبكة العصبية. مما يؤكد تحقق الفرضية (2).

6. برهنت النتائج **كفاءة اسلوب الشبكات العصبية الاصـطناعية** في معالجة النماذج **شبه الخطية** "التجربة رقـم 8" وفشـل "**عجـز" أسلوب بوكس- جنكينـز** فـي معالجـة تلـك الحـالات "السلاسـل"، بـالرغم مـن فـرض منهجيـة بـوكس-جنكينـز علـى اسـلوب الشـبكات العصبية التقليدية. مما يدل الى قدرة الشـبكات العصـبية الاصـطناعية

في معالجة النماذج "السلاسل" شبه الخطية وغير الخطية، مما يبرهن **صحة الفرضية (3).**

7. نستنتج مما سبق "من الحالات اعلاه" صحة **الفرضية (1)** اي عدم الدقة في تحديد او تشخيص عدد ونوع العقد لطبقة مدخلات الشبكة العصبية يؤثر على عملية تدريب الشبكة ومن ثم على مخرجات الشبكة العصبية الاصطناعية.

ب- يتبين من نتائج الجانب التطبيقي "الفصل الرابع" لسلسلة صادرات النفط الخام في المملكة العربية السعودية الاتي:

8. يتبين من نتائج الجانب التطبيقي ان تأثير المدخلات على نتائج المخرجات لشبكة اكبر "اكثر" من تأثير زيادة عدد العقد او الطبقات في الطبقة المخفية، مما يثبت تحقق **الفرضية (5)**.

9. يتبين من مراحل التدريب للشبكة العصبية ان الشبكات العصبية التقليدية استمرت في عملية التدريب حتى انتهاء التكرار 1500 في جميع المراحل بينما حقق الاسلوب المعدل لشبكة العصبية الاصطناعية شرط التوقف عند التكرار 179 وفي المرحلة الاولى (اي عند عدد عقد 10) وتحقيق شرط تقييم الخطأ "Performance" عند 7.64e-06 اما قيمة الانحدار فكانت تامة "تساوي 1"، مما يثبت تحقق **الفرضيتين (5و8)**.

10. تفوق اسلوب الشبكة العصبية الاصطناعية بشكل عام على أسلوب بوكس-جنكينز في مرحلة توفيق النموذج لسلسلة صادرات

النفط الخام بالرغم من محدودية البيانات (قصر عدد بيانات)، مما يؤكد تحقق **الفرضيتين (7و 9).**

11. تفوق نتائج الاسلوب المعدل لشبكات العصبية الاصطناعية عن الاسلوب التقليدي وبلغت نسبة **التحسن 94.6%**، مما يؤكد تحقق **الفرضية (5)** بالرغم من السلوك المنتظم والخطي للسلسلة الزمنية قيد البحث.

12. يتبين من نتائج الجانب التطبيقي ان الاسلوب المعدل للشبكات العصبية الاصطناعية هو الافضل وذلك من خلال قيم الخطأ ومنحى التوفيق الذي كان متطابق فضلا عن معامل التحديد اذ كانت قيمته تساوي واحد "1" مما يشير الى ان **العلاقة التامة**.

13. برهنت نتائج الجانب التطبيقي عدم تأثير زيادة عدد العقد عن العدد الانسب للعقد في الطبقة المخفية على نتائج المخرجات (الذي كان سائد لدى الباحثين)، وهذا ما يثبت تحقق ا**لفرضية(8)**.

14. ان نسبة تحسن الخطأ للأسلوب المعدل للشبكات العصبية تفوق وبشكل كبير عن الاسلوب التقليدي للشبكات العصبية الاصطناعية وكذلك اسلوب بوكس–جنكينز، مما يثبت تحقق **الفرضيتين (5 و 8).**

15. خلصت نتائج مرحلة ما بعد العينة الى **دقة وكفاءة ومتانة** (عدم حساسيتها[أ]) **قيم تنبؤات** الاسلوب المعدل للشبكات العصبية الاصطناعية.

أ يقصد بعبارة عدم حساسيتها هو عدم تأثرها بالقيم المتطرفة.

16. برهنت نتائج ما بعد العينة بـان نتـائج قيـم تنبـؤات الاسـلوب التقليـدي للشبكات العصبية الاصطناعية كانت متقاربـة وبشـكل كـبير مـع نتـائج قيم تنبؤات اسلوب بوكس-جنكينز وذلك بسبب اقحام (فرض) منهجية اسلوب بوكس-جنكينز علـى اسـلوب الشـبكات العصـبية الاصـطناعية التقليدية مما انعكس على قيم التنبؤات في حين كانت نتائج الاسـلوب المعدل اكثر دقة واقرب للقيم الحقيقية، **مما يؤكـد صـحة فرضـية البحث.**

17. يتبين من نتائج درجة مهارة التنبؤ ان قيمة الاسلوب المعدل للشبكات العصـبية الاصـطناعية كـانت تامـة "1" وهـي الدرجـة الاعلـى للمعيـار والاكبر ما بين الطرائق الثلاث المعتمدة، مما يدل على كفـاءة وجـودة هذا الاسلوب وتحقق **الفرضية (5)**، وتـبين النتـائج ايضـاً بـان جميـع الطرائق المعتمدة كفؤة ولكن متباينة بدرجة الكفاءة او المهارة.

18. نستنتج من نتائج الجـانين التجريـبي والتطـبيقي بـان كفـاءة الشـبكات العصبية الاصطناعية تزداد كلما زادت[ii] عدد عقد المدخلات وهذا يـؤدي الى تحسن نتائج المخرجات والحصول على مخرجات اكثر كفاءة.

ت- خلصـت النتـائج فـي الجـانين التجريـبي والتطـبيقي الـى تفـوق اسـلوب الشــبكات العصــبية الاصــطناعية فــي معالجــة السلاســل الزمنيــة غيــر المستقرة وشبه الخطية وغير الخطية والسلاسل التي لا يتبـع الخطـأ فيهـا التوزيع الطبيعي ولا تحتاج الى افتراضات للحل بل تعتمد اسلوب النمــوذج

ii يقصد بها الزيادة النوعية أي يجب استعمال متغيرات توضيحية فعالة.

الحر في المعالجة، بينما يبنى اسلوب بوكس-جنكينز على افتراضات اساسية هي الاستقرارية Stationary والخطية Linearity والطبيعية Normality .

ث-خلصت النتائج التي تم التوصل اليها في الجانبين التجريبي والتطبيقي، الى **تحقق جميع فرضيات** البحث الثمانية.

5-2 التوصيـــــــــــات:

يمكن أيجاز اهم التوصيات التي تم التوصل اليها في ضوء الاستنتاجات، بما يلي:

1- اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية المعدل والفرضية (5) في البحوث والدراسات ذات الصلة بالسلاسل الزمنية.

2- اعتماد النتائج المتحققة في الجانب التطبيقي والأسلوب المعدل للشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بصادرات النفط الخام في المملكة العربية السعودية وجميع دول المنطقة لان سلوك السلسلة متماثل "متشابه" لتلك الدول والقطاعات الأخرى مثل الكهرباء، الزراعة، الإنتاج والصناعة، الطاقة، الزلازل، الإحصاء الديموغرافي، وتطبيقات بحوث العمليات....الخ.

3- اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية المعدل بشكل خاص واسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية التقليدي بشكل عام كبديل عن طرائق السلاسل الزمنية الخطية وشبه خطية وغير الخطية

والنمـاذج غيـر المتجانسـة التبـاين ARCH,GARCH"" والطـرائق اللامعلمية ونماذج الانحدار الحصينة. ومن الجدير بالـذكر بـان نمـاذج بوكس- جنكينـز "الاسـاليب التقليديـة" غيـر قـادرة "عـاجزة" علـى معالجة النماذج شبه الخطية.

4- اعتماد فرضيات البحث بأكملها في مجال تحليـل والتنبـؤ بالسلاسـل الزمنية واتخاذ القرار.

5- استعمال أسلوب التحليل الموجي ""Wavelet فـي تحديـد مـدخلات الشبكة العصبية الاصطناعية المعدلة.

6- اعتماد الشبكات العصبية الاصطناعية في معالجـة نمـاذج السلاسـل الزمنية ذات الانماط المختلفة والمتنوعة والتي لا يتوزع فيهـا الخطـأ وفقاً للتوزيع الطبيعي اذ لا تشرط ذلك ويمكن ان يتوزع الخطأ فيها وفقـاً لأي توزيـع بينمـا تفـترض نمـاذج بـوكس-جنكينـز والطـرائق التقليدية ان يتوزع الخطأ فيها توزيعاً طبيعياً بمتوسط يسـاوي صـفر وتباين يساوي واحد، وهذا يفتح افاقاً واسـعة للبـاحثين فـي معالجـة تلك النماذج في حين كان يتغاضى عن هذا الشرط لتعقيـد وصـعوبة اسلوب معالجته باستخدام الاساليب التقليدية.

7- اعتماد الأسلوب المعدل لكافة أنواع الشبكات العصـبية الاصـطناعية منها شبكة البث العكسي للخطأ، الشبكة الوراثية "الجينة"، الشـبكة الاحتمالية وشبكة الانحدار العام والشبكات التكرارية كشبكة ايلمـان وغيرهـا. فضـلا عـن اعتمـاد برمجـة مـاتلاب فـي أنشـاء وتـدريب واستخراج مخرجات الشبكة العصبية الاصطناعية كونه يعطي مرونة

كبيرة في عملية البرمجة فضلا عن امكانية الاستعانة بمجموعة من الدوال الخاصة الموجودة في البرنامج في حين تتضمن البرمجيات الجاهزة مثل SPSS, Simulant , Excel , Statistica وغيرها على الكثير من المحددات والقيود.

8- اعتماد الشبكات العصبية الاصطناعية في معالجة السلاسل الزمنية متعددة المتغيرات "Multivariate" (تعدد مدخلات والمخرجات) ونماذج دالة التحويل الخطية وغير الخطية والنموذج القويم " Canonical form".

9- اعتماد الاسلوب المعدل للشبكات العصبية الاصطناعية في معالجة مشاكل تنقيب[iii] البيانات "Data Mining".

10- استمرار البحوث والدراسات في مجال الذكاء الاصطناعي بشكل عام والشبكات العصبية الاصطناعية بشكل خاص للتعرف أكثر على جودة تلك الأساليب والإفادة منها في مجالات "حقول" تخص الإحصاء وبحوث العلميات وتقانة المعلومات.

11- اعتماد اسلوب التنبؤات الهجينة " "Hybrid Forecastingمن خلال المزج بين اسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية وطرائق او الاساليب اخرى كأسلوب مقدر اللب "Kernel"" او ما يسمى بالمعدل الموضعي الموزون، للوصول الى النتائج المرجوة والحصول على تنبؤات اكثر حصانة فضلا عن البحث في التنبؤات الحصينة.

---

iii تنقيب البينات هي عملية بحث محوسب ويدوي عن معرفة من البيانات دون فرضيات مسبقة عما يمكن أن تكون هذه المعرفة. وتعرف كذلك على أنها عملية تحليل كمية بيانات (عادة ما تكون كمية كبيرة) لإيجاد علاقة منطقية تلخص البيانات بطريقة جديدة تكون مفهومة ومفيدة لصاحب البيانات