المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (20) 2011
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع كلية علوم الحاسوب والرياضيات
ص ص [80– 103]

بناء ودراسة بعض نماذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ لتحديد أسباب الإصابة بالصرع

د. افتخار عبد الحميد النقاش* م.م. أنس آيدن موسى**

المستخلص:

يهدف البحث الى بناء ودراسة نماذج فضاء الحالة لتحديد اسباب الاصابة بمرض الصرع استناداً الى تردد موجات الدماغ حيث تم بناء أنموذجين كان الاول منصباً على بناء أنموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع فيما كان الثاني لبناء أنموذج فضاء الحالة لتحديد سبب الاصابة بالمرض من خلال عرض طريقة احصائية يجري برمجتها على جهاز الحاسوب لتسهيل مهمة المختصين من الاطباء لمعرفة الاسباب الحقيقية لكل حالة ليتسنى لهم اعطاء المرضى المصابين بهذا المرض العلاج الملائم باقرب جلسة فحص ممكنة متجاوزين حالة التجريب على المرضى وتغيير العلاج لحين الوصول الى قناعات بتطبيق العلاج المستخدم مع التشخيص لحالة المريض وما قد ينجم عنه من أثار سلبية على المريض ناهيك عن كون بعض انواع العقاقير المستخدمة لمثل هذه الامراض قد يتسبب في تلف خلايا الدماغ والتي يتوجب على الاطباء المختصين تجنبها.

Building and Studying some models of State Space of Brain waves Frequency to identify the reasons of pilepsy

Abstract

The research objective adoption idea came to build and study the state space models to identify the reasons of epilepsy on basis of the brain waves frequency, where two models have been built, the first of which is concentrated on building state space models to estimate epilepsy seizure whereas the second is concentrated on building the state space models to identify the reason of the disease via displaying a statistical procedure programmed on the computer to facilitate the specialist doctors task to stand on the specific reasons of each state so as to enable them to give the patients the correct medicine.

* أستاذ مساعد/كلية الإدارة والاقتصاد/الجامعة المستنصرية.
** مدرس مساعد/ كلية الإدارة والاقتصاد/الجامعة المستنصرية.

تاريخ التسلم :2011/10/1 ـــــــــ تاريخ القبول : 21 /12 /2011

1- المقدمة Introduction

إن تطور مستوى الخدمات الطبية وتنوعها يعد أحد المؤشرات التي يجب ان تستند اليها إستراتيجية الدول لصلتها المباشرة بحياة الانسان خصوصاً اذا ما علمنا أن التنمية في النواحي الاقتصادية والاجتماعية تسعى الى الحد من انتشار الامراض والاوبئة والتي تنعكس اثارهما بشكل مباشر على تطوير اعداد ونوعية وطاقات الموارد البشرية .

اول من استخدم نماذج فضاءالحالة هو Kalman [9] (1961) حيث طور استخدامها في المجال الهندسي،اما في المجال الاحصائي فكان اول من استخدم هذه النماذج هو Akaike [3] في عام (1974) حيث طبق لأول مرة مفهوم نماذج فضاء الحالة لتحليل نموذج الانحدار الذاتي– الاوساط المتحركة، إن منهجية نماذج فضاء الحالة تحدد من خلال كونها نماذج متكونة من معادلتين الاولى معادلة الحالة والثانية معادلة القياس.

ان التطبيق المستخدم في هذا البحث يخص المجال الطبي، إذ تم من خلاله بناء ودراسة نماذج فضاء الحالة الخطية لتردد موجات الدماغ البشري التي تقاس عن طريق جهاز تخطيط الدماغ(E.E.G) لمعرفة الاسباب المؤدية الى الاصابة بمرض الصرع.

2- هدف البحث Objective of research

يهدف البحث الى بناء أنموذج فضاء الحالة لمعرفة السبب الذي يكمن وراء حدوث نوبات الصرع للاشخاص المصابين بهذا المرض بطريقة حسابية رقمية تجري برمجتها على جهاز الحاسوب ليتسنى للاطباء المختصين وصف العلاج المناسب للمرضى، حيث تمكنهم نتائج هذه الدراسة من توفير الكثير من الجهد مع تقليص المدة الزمنية لتشخيص سبب الاصابة بهذا المرض .

3- مفهوم الحالة ونماذج فضاء الحالة Concept of State and State Space Model

إن مفهوم نظام الحالة كما وصفه Rowell [12] نظام حركي يشير الى تقليل مجموعة المتغيرات المعرفة بـ (متغيرات الحالة) ويصور تماماً النظام ويستجيب لكل مجموعة من المدخلات.

وعرف Wei [14] حالة النظام بأنها عبارة عن أقل مجموعة معلومات عن الماضي والحاضر يمكن من خلالها وصف السلوك المستقبلي لنظام ما وصفاً كاملاً عند معرفة الحالة في الحاضر ومدخلات المستقبل حيث يتم دمج كل المعلومات الماضية في متغيرات الحالة الحالية وهذا يجعلها تخضع للخاصية الماركوفية أي أن التوزيع الاحتمالي الشرطي لمتغير الحالة عند

الزمن $(t+1)$ معطى لجميع الحالات الماضية يعتمد فقط على حالته عند الزمن (t) لذا نجد ان تمثيل فضاء الحالة سمي ايضاً بالتمثيل الماركوفي للنظام .

أما نموذج فضاء الحالة فقد عرفه Fahrmier [5] بأنه نموذج خطي يربط متجه المشاهدات (y_t) مع متجه الحالة غير المشاهد Unobserved State (α_t) وإن الأخير يتمثل بنموذج انتقالي ماركوفي.

4- صياغة نماذج فضاء الحالة Formulation of State Space Model

بناءاً على التعاريف الواردة في الفقرة (3) يمكن صياغة مجموعة معادلات نماذج فضاء الحالة في مجموعتي معادلات يعبر عنهما بنظام عام يتكون من معادلتين تسمى احدهما معادلة الحالة والآخرى معادلة القياس، يمكن كتابتهما بإستخدام المصفوفات كالآتي:

$$\left.\begin{aligned} \dot{\mathrm{X}} &= \mathrm{A}\,\mathrm{X} + Bu \\ Y &= C\,\dot{\mathrm{X}} + Du \end{aligned}\right\} \quad .....(1-4)$$

إذ أن :

$\dot{\mathrm{X}}$: متجه من الدرجة (p) يمثل مخرجات نظام معادلة الحالة ومدخلات نظام معادلة القياس.

A : مصفوفة من الدرجة $(p\times p)$، ثوابت معادلة الحالة.

X : متجه من الدرجة (p) ، لمتغيرات الحالة.

B : مصفوفة من الدرجة $(p\times r)$، أوزان مدخلات الحالة يتم تقديرها باستخدام أنموذج حساب القيم التقديرية لمدخلات الحالة.

u : متجه من الدرجة (r) يمثل مدخلات الحالة.

Y : متجه من الدرجة (p)، يمثل مخرجات معادلة القياس .

C : مصفوفة من الدرجة $(p\times p)$، ثوابت معادلة القياس.

D : مصفوفة من الدرجة $(p\times r)$، أوزان معادلة القياس تكون صفرية غالباً بأعتبارها نقطة بداية النظام.

4-1 معادلات الحالة The State Equations [1] ، [15]

تعرف على إنها صيغة رياضية تستخدم لوصف وتصوير النظام من الدرجة (p) (عدد متغيرات الحالة) بمجموعة من أزواج المعادلات التفاضلية من الدرجة الأولى عددها مساوٍ الى درجة النظام، كالآتي :

$$\begin{aligned}
\dot{X}_1 &= f_1(x,u,n)\\
\dot{X}_2 &= f_2(x,u,n)\\
&\cdots \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots\cdots (2-4)\\
\dot{X}_p &= f_p(x,u,n)
\end{aligned}$$

وعليه يمكن كتابة متجه المعادلات التفاضلية (2 – 4) كالآتي :

$$\dot{X} = f(x,u,n) \qquad \cdots\cdots\cdots(3-4)$$

إذ أن :

$\dot{X}_i$: متجه من الدرجة (p)، لمتغير الحالة (i) $(i=1,2,...,p)$

(p) :عدد متغيرات الحالة

(n) : عدد المشاهدات المدروسة

$f(x,u,n)$: متجه المعادلات التفاضلية ل$f_i(x,u,n)$ دوال من الدرجة (p) من المعادلات الآنية.

$\dot{X}_i = \frac{d X_i}{d n}$: لكل معادلة تفاضلية من الدرجة الاولى لدالة متغير الحالة (i)، (i=1,2,3,…p)

u : متجه من الدرجة (r) ، حيث (r) عدد المتغيرات التوضيحية ،وعليه فأن متجه المدخلات للمشاهدة (j) يكون كالآتي :

$$u(j) = [u_1(j), u_2(j), \ldots, u_r(j)]$$

وعند إعطاء قيم أولية عندما $(j=0)$ وإدخال قيم الـمتغيرات المدخلة عندما $(n \geq 0)$ فان معادلات الحالة سوف تحدد بوضوح قيم مشتقات جميع متغيرات الحالة .

2-4 معادلات القياس Measurement Equations [1] ، [15]

تعرف على انها صيغة رياضية قياسية لنظام المتغيرات المراد دراستـه، تقوم بوصف مجموعـة متغيـرات الحالة $\dot{X}_i (i=1,2,...,p)$، ومجموعة مدخـلات الحالة u_k $(k=1,2,...,r)$ بمعادلة القياس لكل مشاهدة من المشاهدات (j) $(j=1,2,...,n)$ ، كالآتي :

$$Y(1) = c_{11}\dot{X}_1 + c_{12}\dot{X}_2 + ... + c_{1P}\dot{X}_p + d_{11}u_1 + ... + d_{1r}u_r$$
$$Y(2) = c_{21}\dot{X}_1 + c_{22}\dot{X}_2 + ... + c_{2P}\dot{X}_p + d_{21}u_1 + ... + d_{2r}u_r$$
.
$$Y(j) = c_{j1}\dot{X}_1 + c_{j2}\dot{X}_2 + ... + c_{jp}\dot{X}_p + d_{j1}u_1 + ... + d_{jr}u_r \qquad .....(4-4)$$
.
.
$$Y(n) = c_{n1}\dot{X}_1 + c_{n2}\dot{X}_2 + ... + c_{np}\dot{X}_p + d_{n1}u_1 + ... + d_{nr}u_r$$

وباستخدام المصفوفات تكتب على النحو الآتي :

$$Y = C\dot{X} + Du \qquad .....(5-4)$$

أي إن نظام معادلات القياس سيكون كما مذكور في (4-1)

وفي كثير من أنظمة فضاء الحالة ونماذجها تكون المصفوفة D مصفوفة صفرية بأعتبارها نقطة بداية النظام وعليه تختزل معادلة القياس الى الصيغة الآتية :

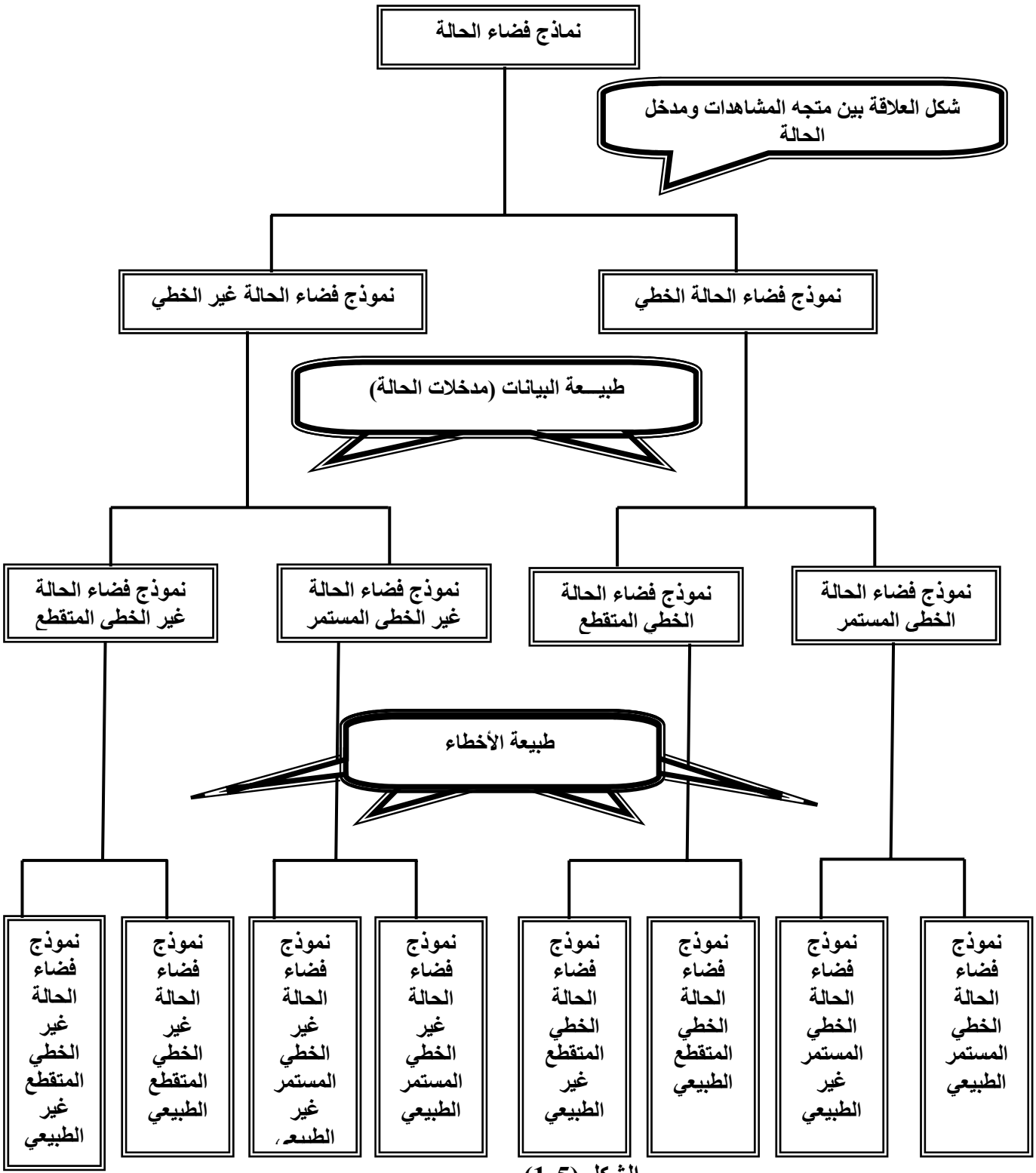
$$Y = C\dot{X} \qquad .....(6-4)$$

5- أصناف نماذج فضاء الحالة [2] Classes of State Spaces Models

يمكن تصنيف نماذج فضاء الحالة على وفق مجموعة من المعايير أهمها

1- شكل العلاقة بين مدخل متغيرات الحالة ومتجه المشاهدات(خطي، غير خطي).
2- طبيعة مدخل متغيرات الحالة (متقطع، مستمر).
3- توزيع الأخطاء (طبيعي، غير طبيعي).

والمخطط (5-1) يوضح الأصناف العامة لنماذج فضاء الحالة عند الأخذ بنظر الاعتبار جميع معاييرالتصنيف المذكورة اعلاه



الشكل (5-1)

مخطط يوضح أصناف نماذج فضاءالحالة

وسنتطرق الى الصيغة العامة لنموذج فضاء الحالة الخطي المتقطع الطبيعي لملاءمته لبيانات البحث وبأعتباره من اكثر اصناف نماذج فضاء الحالة انتشارا[16] ،حيث يمكن وصف الصيغة العامة لنموذج فضاء الحالة المتقطع كما موضح ادناه

$$\left.\begin{aligned} X(j+1) &= A\,X(j) + Bu(j) \\ Y(j) &= C\,X(j) + Du(j) \end{aligned}\right\} \quad \forall\, j,\ \ j = 1,2,.....n \qquad .....(1-5)$$

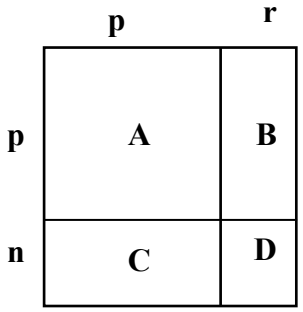
إذ أن :

$X(j+1)$, $X(j)$: يمثل متجهات الحالة للمشاهدة $(j+1), (j)$ على التوالي .

u : متجه من الدرجة (r) يمثل مدخلات الحالة .

Y : متجه من الدرجة (n)، يمثل مخرجات معادلة القياس .

تحدد درجات مصفوفات النموذج بالأعتماد على عدد الحالات المدروسة (n) وعدد المتغيرات المدخلة (r) الى النظام وكما موضحة في الرسم التخطيطي أدناه :



الشكل (5-2)

نظام فضاء حالة متقطع بمدخل واحد ومخرج واحد

A : مصفوفة مربعة من الدرجة $(p \times p)$، إذ أن (p) عدد متغيرات الحالة المدروسة .

B : مصفوفة من الدرجة $(p \times r)$، إذ أن (r) عدد المدخلات.

C : مصفوفة من الدرجة $(n \times p)$.

D : مصفوفة من الدرجة $(n \times r)$.

6- الجانب التطبيقي

سنتناول في هذه الفقرة بناء نموذج فضاء حالة لتردد موجـات الدماغ مـن خلال تصميـم نظـام فضـاء الحالـة الخـاص بمتغيـرات الحالة المؤثرة في شدة نوبة الصرع (تردد أكبر موجة من موجات الدماغ) للمرضى المصابين بمرض الصرع الموضحة ادناه

1. العامـل (المحفز) المؤدي الى حصـول النوبـة.
2. الحالة النفسية المرافقة لحدوث النوبة.
3. نوع نوبة الصرع.
4. المدة الزمنية لفقدان الوعي.

والتي على أساسها تم بناء مصفوفة نظام الحالة بالأعتماد على المعلمات المقدرة لنموذج الأنحدار الخطي البسيط لكل من

1. العامل (المحفز) المؤدي الى حصول نوبة الصرع على شدة نوبة الصرع.
2. القيمة التقديرية لشدة نوبة الصرع على سبب الاصابة بمرض الصرع.

6-1 العينة ووصف بيانات البحث

بلغ حجم العينة العشوائية البسيطة المختارة للدراسة (100) مريض مصابين بمرض الصرع يمثلون جميع المرضى المصابين بمرض الصرع الذين تم إجراء تخطيط الدماغ لهم في (مستشفى الجملة العصبية ، مستشفى الكندي ، مستشفى بغداد التعليمي).

إن بناء أنموذج فضاء حالة لتردد موجات الدماغ يتطلب توفيرالبيانات المدرجة ادناه عن كل وحدة من وحدات العينة المختارة

1. شدة نوبة الصرع (تقاس بالهرتز) وتمثل قيمة سعة أكبر موجة من موجات مخطط الدماغ، تم قياسها بتحديد قيمة أعلى نقطة في المخطط.
2. المحفز الذي أدى الى حصول نوبة الصرع وهناك تسعة أنواع من المحفزات تسلط على المصاب عند وضعه على جهاز التخطيط (E.E.G.) تم ترميزها كالآتي :

الجدول (6 – 1)

يبين نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع والرمز المقابل لكل محفز

نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع	الرمز
Eyes closed	1
Eyes opened	2
Begin HPN	3
End HPN	4
Flash Stimulation	5
Sleep	6
Begin DRF	7
End DRF	8
Normal	9

تم تحديد رمز المحفز المقابل لسعة أكبر موجة لكل مصاب مشمول بالدراسة.

3. سبب الاصابة بمرض الصرع وهناك ستة أسباب رئيسة للاصابة بمرض الصرع رموزها كما موضحة أدناه :

الجدول (6 – 2)

يبين سبب الاصابة بمرض الصرع والرمز المقابل لكل سبب

أسباب الاصابة بمرض الصرع	الرمز
وجود الاورام في الدماغ (الحميدة او الخبيثة)	**1**
الاسباب الوراثية	**2**
الاصابة بمرض السحايا	**3**
نقص كمية الاوكسجين في اثناء الولادة لدى الجنين	**4**
الاصابة بالجلطة الدماغية والنزف الدماغي	**5**
التشوهات الخُلقية في انسجة الدماغ	**6**

وقد تم الاستعانة بالاطباء المختصين بمتابعة المرضى المصابين بالصرع في تحديد سبب الاصابة لكل مصاب مشمول بالدراسة.

6-2 بناء نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ

6-2-1 صياغة النموذج

المرحلة الاولى في بناء نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ يستخدم في تشخيص سبب الاصابة بنوبة الصرع دون أنتظار مدة ليست بالقصيرة غالباً للحصول على مخطط الدماغ لتحديد سبب الاصابة بالنوبة هي صياغة النموذج أي التعرف على متغيرات الحالة المدروسة وتحديد مدخلات الحالة لتقدير مخرجات معادلة القياس ولهذا الغرض تم الالتقاء بعدد من الاطباء المختصين بمرض الصرع في العيادات الأستشارية في **(مستشفى الجملة العصبية، ومستشفى الكندي، ومستشفى بغداد التعليمي)** حيث تم التوصل الى ان تشخيص سبب الاصابة بنوبة الصرع باستخدام منهجية فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ يتم من خلال صياغة نموذجين لفضاء الحالة :

الاول : تقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة على اساس نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع.

الثاني : تخمين(تقدير) سبب الاصابة بنوبة الصرع على أساس شدة نوبة الصرع المقدرة من الأنموذج الاول.

وفيما يأتي وصف تفصيلي لكل نموذج

أولاً : صياغة نموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع

تتمثل متغيرات الحالة لهذا النموذج بالآتي :

$X1_1$: العامل المؤدي الى حصول نوبة الصرع

$X1_2$: الحالة النفسية المرافقة لحدوث نوبة الصرع

أما مدخل معادلة الحالة فهو :

$u1$: نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع وهي (9) أنواع من المحفزات كما تم ذكرها سابقاً.

$Y1$ **: مخرج معادلة القياس يمثل القيمة التقديرية لشدة نوبة الصرع .**

وعلى هذا الاساس فالنموذج المناسب هو نموذج فضاء حالة متقطع من الدرجة الثانية (عدد متغيرات الحالة أثنين) بمدخل واحد ($u1$) ومخرج واحد ($Y1$) يتم تقديره من خلال تقدير معلمات أنموذج الإنحدار البسيط لنوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع على شدة نوبة الصرع الحاصلة باستخدام طريقة المربعات الصغرى (OLS).

ثانياً : صياغة نموذج فضاء الحالة لتقدير سبب الاصابة بمرض الصرع

تتمثل متغيرات الحالة لهذا النموذج بالآتي :

$X2_1$: نوع نوبة الصرع

$X2_2$: المدة الزمنية لفقدان الوعي

أما مدخل معادلة الحالة فهو :

$u2$: شدة نوبة الصرع المقدرة يتم حسابها من النموذج الاول .

$Y2$: مخرج معادلة القياس قيمة تقديرية تمثل رمزسبب الاصابة بالصرع .

وعلى هذا الاساس فالنموذج المناسب للحالة المدروسة هو ايضا نموذج فضاء حالة متقطع من الدرجة الثانية (عدد متغيرات الحالة أثنين) بمدخل واحد($u2$) ومخرج واحد ($Y2$) يتم تقديره بالاعتماد على المعلمات المقدرة لنموذج الإنحدار البسيط للقيمة التقديرية لشدة نوبة الصرع على سبب الاصابة بالصرع باستخدام طريقة المربعات الصغرى (OLS).

6-2-2بناء مصفوفات ثوابت معادلات النموذج

المرحلة الثانية في بناء نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ هي تحديد عناصرمصفوفات النموذجين اللذين تمت صياغتهما في المرحلة الاولى

أولاً : بناء مصفوفات نموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة

الخطوة الاولى في بناء مصفوفات أنموذج فضاء الحالة هي معرفة شكل العلاقة بين متجه المشاهدات (شدة نوبة الصرع الحاصلة ($Y1$))، ومدخل معادلة الحالة (نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع ($u1$))، ولهذا الغرض تم رسم نقاط الانتشار لشدة نوبة الصرع لكل مصاب بالصرع مشمول بالدراسة (لكل مفردة من مفردات العينة المدروسة) حسب نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع، وكما موضح في الملحق الشكل (1) من خلال الرسم يتضح الأنتشار العشوائي للنقاط مما يدل على وجود علاقة خطية بين شدة نوبة الصرع الحاصلة ونوع المحفز المؤدي الى حصول النوبة.

وعلى هذا الأساس سيتم بناء مصفوفات نموذج فضاء الحالة الخطي المتقطع من الدرجة الثانية بمدخل واحد ومخرج واحد الموضح بالصيغة (5-1) كالآتي :

معادلة الحالة الاولى

إن العامل المؤدي الى حصول النوبة ($X1_1$) يتغير تبعاً للظروف المحيطة به في المدة الزمنية المصاحبة للنوبة .

$$X1_1(k+1) = a1_1\, X1_1(k) + u1(k) \qquad .....(1-6)$$

إذ ان :

$X1_1(k+1)$: العامل المؤدي الى حصول نوبة الصرع .

$X1_1(k)$: العامل المؤدي الى حصول نوبة الصرع السابقة .

$(a1_1)$: معامل ثابت يتم حسابه على أساس معادلة إنحدار مدخل الحالة (نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع)، يمثل تأثير الظروف المحيطة بالمريض (مثل عدم الانتظام بتناول الدواء الخاص بعلاج المرضى او أخذ عقاقير او مواد محفزة لحدوث نوبة صرع او وجود أمراض اخرى كالالتهابات وغيرها).

$u1(k)$: المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع .

معادلة الحالة الثانية

إن الحالة النفسية ($X1_2$) تتغير تبعاً للظروف المحيطة بالمريض ونوع المحفز في المدة الزمنية المصاحبة للنوبة .

$$X1_2(k+1) = a1_2\, X1_1(k) + u1(k) \qquad .....(2-6)$$

إذ ان :

$X1_2(k+1)$: الحالة النفسية المرافقة لحصول نوبة الصرع .

$X1_1(k)$: كما معرفة سابقاً في المعادلة (6 – 1).

$(a1_2)$: معامل ثابت يتم حسابه على أساس معادلة إنحدار مدخل الحالة (نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع)، تأثير الظروف المحيطة (الاشخاص المحيطين بالمريض وطريقة تعاملهم معه، الضوضاء، وما شابهها).

أما معادلة القياس $(Y1)$ فتكون

$$Y1 = X1_1 + X1_2 \qquad .....(3-6)$$

ومن المعادلات السابقة يمكن كتابة مصفوفات ثوابت النظام كالأتي :

$$A = \begin{bmatrix} a1_1 & 0 \\ a1_2 & 0 \end{bmatrix} \quad , \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = [1 \quad 1] \quad , \quad D = [0]$$

ولأستخراج قيم $a1_1$ و$a1_2$ نقوم بتحليل نظام فضاء الحالة للعينة المدروسة على النحو الآتي :

إن القيمة الابتدائية لمتغير العامل المؤدي الى نوبة الصرع مساوية الى (1) أي

$$X1_1(0) = 1$$

وعندما $(k = 1)$ تكون المعادلتان(6 – 1) و (6 – 2) كالآتي :

$$X1_1(1) = a1_1 X1_1(0) + u1 \qquad .....(4-6)$$

$$X1_2(1) = a1_2 X1_1(0) + u1 \qquad .....(5-6)$$

وبالتعويض عن $X1_1(0)$ بقيمتها المساوية الى الواحد نحصل على

$$X1_1(1) = a1_1 + u1 \qquad .....(6-6)$$

$$X1_2(1) = a1_2 + u1 \qquad .....(7-6)$$

وعندما $(k = 2)$ تكون المعادلتان (6 – 1) و (6 – 2) كالآتي :

$$X1_1(2) = a1_1 X1_1(1) + u1 \qquad .....(8-6)$$

$$X1_2(2) = a1_2 X1_1(1) + u1 \qquad .....(9-6)$$

وبتعويض المعادلة (6 – 6) في المعادلتين (6 – 8) و (6 – 9) نحصل على المعادلتين الآتيتين :

$$X1_1(2) = a^2 1_1 + a1_1\, u1 + u1 \qquad .....(10-6)$$

$$X1_2(2) = a1_2\, a1_1 + a1_2\, u1 + u1 \qquad .....(11-6)$$

وعلى أساس صيغة المعادلة (6 – 3) يكون

$$Y1(2) = X1_1(2) + X1_2(2) \qquad .....(12-6)$$

وبتعويض المعادلتين (6– 10) و (6 – 11) في المعادلة (6– 12) نحصل على المعادلة الآتية :

$$Y1(2) = a^2 1_1 + a1_1\, a1_2 + (a1_1 + a1_2 + 2)u1 \qquad .....(13-6)$$

وبمساواة المعادلة اعلاه (6 – 13) بالصيغة العامة لمعادلة الانحدار الخطي البسيط لنوع المحفز $(u1)$ على شدة نوبة الصرع $(Y1)$ الموضحة أدناه :

$$Y1(k) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1\, u1(k) \qquad .....(14-6)$$

نحصل على

$$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1\, u1 = a^2 1_1 + a1_1\, a1_2 + (a1_1 + a1_2 + 2)u1 \qquad .....(15-6)$$

$$\hat{\beta}_0 = a1_1\,(a1_1 + a1_2) \qquad .....(16-6)$$

$$\hat{\beta}_1 = a1_1 + a1_2 + 2 \qquad .....(17-6)$$

وبحل المعادلتين أعلاه آنياً نحصل على قيم عناصر مصفوفة ثوابت النظام (A) بدلالة المعلمات المقدرة لمعادلة الانحدار الخطي البسيط وكما موضح أدناه :

$$a1_2 = \hat{\beta}_1 - a1_1 - 2$$

$$\hat{\beta}_0 = a1_1\,(a1_1 + \hat{\beta}_1 - a1_1 - 2)$$

$$\therefore\ a1_1 = \frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1 - 2} \qquad .....(18-3)$$

$$a1_2 = \hat{\beta}_1 - \frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1 - 2} - 2 \qquad .....(19-3)$$

وعليه فان مصفوفة ثوابت النظام (A) ستكون

$$A = \begin{bmatrix} \dfrac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1 - 2} & 0 \\ \hat{\beta}_1 - \dfrac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1 - 2} - 2 & 0 \end{bmatrix} \qquad .....(20-6)$$

ثانياً : بناء مصفوفات نموذج فضاء الحالة لتقدير سبب الأصابة بمرض الصرع

كما أسلفنا سابقاً إن الخطوة الاولى في بناء مصفوفات نموذج فضاء الحالة هي معرفة شكل العلاقة بين متجه المشاهدات (سبب الأصابة بالصرع ($Y2$))، ومدخل معادلة الحالة (شدة نوبة الصرع المقدرة من تطبيق نموذج فضاء الحالة الاول ($u2$))، ولهذا الغرض تم رسم نقاط الانتشار الى القيمة التقديرية لشدة نوبة الصرع المحسوبة من النموذج الاول لكل مصاب بالصرع مشمول بالدراسة (لكل مفردة من مفردات العينة المدروسة) حسب سبب الأصابة بالصرع، وكما موضح في الملحق الشكل (2).

من خلال الرسم يتضح الأنتشار العشوائي للنقاط مما يدل على وجود علاقة خطية بين سبب الأصابة بالصرع وشدة نوبة الصرع المقدرة من النموذج الاول.

وعلى هذا الأساس سيتم بناء مصفوفات نموذج فضاء الحالة الخطي المتقطع من الدرجة الثانية بمدخل واحد ومخرج واحد الموضح بالصيغة (5-1) كالآتي :

معادلة الحالة الاولى

إن نوع نوبة الصرع ($X2_1$) تتغير تبعاً لقوة الأشارة الكهربائية الصادرة من الدماغ المؤدية الى فقدان الوعي وشدة نوبة الصرعة المقدرة، وعلى هذا الاساس يكون :

$$X2_1(k+1) = a2_1\, X2_1(k) + u2(k) \qquad .....(21-6)$$

إذ ان :

$X2_1(k+1)$: نوع نوبة الصرع الحاصلة للمريض.

$X2_1(k)$: نوع نوبة الصرع السابقة التي حصلت للمريض.

$(a2_1)$: معامل ثابت يتم حسابه على أساس معادلة إنحدار مدخل الحالة (شدة نوبة الصرع المقدرة من النموذج الاول)، تمثل قوة الاشارة الكهربائية الصادرة من الدماغ التي تؤدي الى فقدان الوعي.

$u2(k)$: شدة نوبة الصرع المقدرة من النموذج الاول.

معادلة الحالة الثانية

إن المدة الزمنية لفقدان الوعي ($X2_2$) تتغير تبعاً لمقدار أنتشار الأشارة الكهربائية المؤدية لفقدان الوعي المصاحبة لنوع نوبة الصرع وكذلك تعتمد على شدة نوبة الصرع المقدرة من النموذج الاول، وعلى هذا الاساس يكون :

$$X2_2(k+1) = a2_2\, X2_1(k) + u2(k) \qquad .....(22-6)$$

إذ ان :

$X2_2(k+1)$: الفترة الزمنية لفقدان الوعي .

$X2_1(k)$: كما معرفة سابقاً في المعادلة (6– 21).

$(a2_2)$: معامل ثابت يتم حسابه على أساس معادلة إنحدار مدخل الحالة (شدة نوبة الصرع المقدرة من النموذج الاول)، تمثل مقدار انتشار الاشارة الكهربائية لفقدان الوعي.

أما معادلة القياس $(Y2)$ فتكون

$$Y2 = X2_1 + X2_2 \qquad .....(23-6)$$

ومن المعادلات السابقة يمكن كتابة مصفوفات ثوابت النظام كالأتي :

$$A = \begin{bmatrix} a2_1 & 0 \\ a2_2 & 0 \end{bmatrix} \quad , \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad D = [0]$$

ولأستخراج قيم $a2_1$ و $a2_2$ نقوم بتحليل نظام فضاء الحالة للعينة المدروسة في هذا النموذج كما تم تحليل نظام فضاء الحالة لنموذج تقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة المذكور سابقاً بمساواة نظام الحالة بالصيغة العامة لمعادلة الانحدار الخطي البسيط لشدة نوبة الصرع المقدرة $(u2)$ على سبب الاصابة بمرض الصرع $(Y2)$ الموضحة أدناه :

$$Y2(k) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1\, u2(k) \qquad .....(24-6)$$

نحصل على مصفوفة ثوابت النظام (A) المذكورة انفا في (6-20).

6-2-3 حساب مصفوفات معادلات الحالة والقيم التقديرية للنموذج

المرحلة الثالثة في بناء نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ هي حساب قيم عناصر مصفوفات ثوابت معادلات الحالة والقيم التقديرية لشدة نوبة الصرع وسبب الاصابة بالصرع بالاعتماد على بيانات (نوع المحفز، شدة نوبة الصرع، سبب الاصابة) لكل مصاب مشمول بالدراسه.

اولاً : نموذج تقدير شدة نوبة الصرع

إن حساب مصفوفة معادلات الحالة لنموذج تقدير شدة نوبة الصرع الموضحة بالصيغة (6– 20) يتطلب أولاً تقدير قيم β_0 و β_1 معلمات معادلة الانحدار الخطي البسيط لمتغير نوع المحفز على متغير شدة نوبة الصرع وعليه تم :

1. إدخال متجه من الدرجة (100) يمثل شدة نوبة الصرع بالهرتز (Y) ومتجهات من الدرجة (100) لأنواع المحفزات المؤدية الى حصول نوبة الصرع المذكورة انفا في الجدول (6-2).

حيث تم وضع رقم المحفزالمؤدي الى حصول نوبة الصرع، أما سائر الانواع الاخرى المؤدية الى حصول النوبة فنضع تحتها (0) من اجل تشخيص نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع، وباستخدام البرنامج (1) في الملحق تم جمع أنواع المحفزات كلها تحت متجه واحد هو (X) وضعنا تحته تصنيف رقمياً يشير كل رقم فيه الى نوع المحفز المؤدي الى الاصابة بنوبة الصرع.

2. بناء Simullink(beta)

تم بناء هذه الأداة الموضحة في الملحق (2) لمعالجة البيانات واستخراج القيم المقدرة لمعلمات أنموذج الانحدار الخطي البسيط لكل من متغير نوع المحفز على متغير شدة نوبة الصرع ولمتغير شدة نوبة الصرع المقدرة على سبب الاصابة بمرض الصرع، بإستخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) .

3. بناء Simullink(stage1) (لنموذج تقدير شدة نوبة الصرع)

تقوم هذه الأداة بادخال قيم مدخل متغير الحالة $(u1)$ الذي يمثل نوع المحفز والموجود في الـ (workspace) الـى block يدعى (discrete state-space) الذي يقوم بمعالجة نموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة واستخراج قيم المخرجات$(Y1)$ وخزنها في الـ (workspace) وكما موضح في الملحق (3) .

4. بناء Simullink(stage2) (لنموذج تقدير سبب الاصابة بمرض الصرع)

تقوم هذه الأداة بادخال قيم مدخل متغير الحالة $(u2)$ الذي يمثل شدة نوبة الصرع المقدرة والموجود في الـ (workspace) الـى block الذي يدعى (discrete state-space) والذي يقوم بمعالجة نموذج فضاء الحالة لتقدير سبب الاصابة بمرض الصرع واستخراج قيم المخرجات $(Y2)$ وخزنها في الـ (workspace) وكما موضح في الملحق (4) .

6. البرنامج الرئيس

من خلال البرنامج في الملحق (5) تم حساب

a. القيم التقديرية لمعلمات نموذج الانحدار الخطي البسيط لمتغير نوع المحفز على متغير شدة نوبة الصرع باستخدام Simullink(beta) حيث كانت القيم التقديرية لمعلمات أنموذج تقدير شدة نوبة الصرع كالآتي $(\beta_0 = 9.250)$, $(\beta_1 = -0.332)$

b. مصفوفات فضاء الحالة الخاصة بنموذج تقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة باستخدام Simullink(stage1) لأستخراج متجه المخرجات $(Y1)$ والتي تمثل القيم التقديريـة لشدة نوبـة الصرع الحاصلة لكـل مصاب مشمول بالدراسـة والمخزونة في الـ workspace لاستخدامها في نموذج فضاء الحالة لتقدير سبب الاصابة بمرض الصرع

c. القيم التقديرية لمعلمات أنموذج الإنحدار الخطي البسيط لمتغير شدة نوبة الصرع المقدرة على متغير سبب الاصابة بمرض الصرع باستخدام Simullink(beta) حيث كانت القيم التقديرية لمعلمات نموذج تقدير سبب الاصابة بمرض الصرع كالآتي $\left(\hat{\beta}_0 = 0.270\right)$, $\left(\hat{\beta}_1 = -0.359\right)$.

d. مصفوفات فضاء الحالة الخاصة بنموذج تقدير سبب الاصابة بمرض الصرع باستخدام Simullink(stage2) لأستخراج متجه المخرجات $(Y2)$ والتي تمثل القيم التقديريـة لسبب الاصابة بمرض الصرع لكـل مصاب مشمول بالدراسـة والنتائج التي حصلنا عليها موضحة في الجـدول (3 – 8).

وللتحقق من ملائمة نموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة في تمثيل الظاهرةالمدروسة قمنا بحساب أخطاء النموذج لكل مفردة من المفردات التي تمثل الفرق بين قيمة شدة نوبة الصرع الفعلي والمقدرة، حيث بلغ متوسط الأخطاء (0.0865)، ومتوسط مربعات الخطأ (20.55)، والشكل (3) في الملحق يمثل توزيع الأخطاء حول المتوسط وحدود الثقة للأخطاء، أما

قيمة اختبارمربع كاي لحسن المطابقة فكانت $\chi^2 = 107.48$

$\chi^2 \prec \chi^2_{table}$ $\chi^2_{table} = 118.74$

أذن النموذج ملائم لتمثيل البيانات.

وللتحقق من ملاءمة نموذج فضاء الحالة لسبب الاصابة بالصرع في تمثيل الظاهرة المدروسة قمنا بحساب :

أخطاء النموذج لكل مفردة من المفردات التي تمثل الفرق بين قيمة سبب الاصابة بمرض الصرع الفعلية والمقدرة وكما موضحة في الجدول (3 – 8)، حيث بلغ متوسط الأخطاء (0.12126)، ومتوسط مربعات الخطأ (تباين الأخطاء) (6.775)، والشكل (4) في الملحق يمثل توزيع الأخطاء حول المتوسط وحدود الثقة للأخطاء.

ومن خلال قيمة المتوسط القريبة من الصفر وشكل الإنتشار العشوائي للأخطاء ضمن حدود الثقة يتضح ملاءمة نموذج فضاء الحالة الخطي من الدرجة الثانية لقياس سبب الاصابة بمرض الصرع.

من خلال اجراء اختبار حسن المطابقة، وكانت النتائج كالآتي:

$$\chi^2 = 111 \qquad , \chi^2_{table} = 118.74 \qquad , \chi^2 \prec \chi^2_{table}$$

إذن النموذج ملائم لتمثيل البيانات.

الجدول (3 – 8)

القيم الفعلية والمقدرة لسبب الاصابة بمرض الصرع مع قيمة الخطأ لكل مفردة من مفردات العينة

تسلسل المرضى	سبب الاصابة الفعلي	سبب الاصابة المقدر	الخطأ	التطابق	تسلسل المرضى	سبب الاصابة الفعلي	سبب الاصابة المقدر	الخطأ	التطابق
1	1	0.9959	0.004	مطابق	51	2	2.7573	-0.7573	غير مطابق
2	4	3.9959	0.004	مطابق	52	5	4.9959	0.004	مطابق
3	3	2.8766	0.1234	مطابق	53	2	1.8766	0.1234	مطابق
4	2	2.3538	-0.3538	مطابق	54	2	1.5187	0.4813	مطابق
5	2	1.7573	0.2427	مطابق	55	5	4.7573	0.2427	مطابق
6	4	3.1152	0.8848	غير مطابق	56	3	3.238	-0.238	مطابق
7	1	0.638	0.362	مطابق	57	2	0.0345	1.9655	غير مطابق
8	5	4.9959	0.004	مطابق	58	2	1.7573	0.2427	مطابق
9	2	1.5152	0.4848	مطابق	59	2	1.5345	0.4655	مطابق
10	3	2.7573	0.2427	مطابق	60	3	2.638	0.362	مطابق
11	2	4.1152	-2.1152	غير مطابق	61	3	3.1152	-0.1152	مطابق
12	1	0.9959	0.004	مطابق	62	4	4.2345	-0.2345	مطابق
13	3	2.8766	0.1234	مطابق	63	4	3.638	0.362	مطابق
14	2	2.2345	-0.2345	مطابق	64	1	2.238	-1.238	غير مطابق
15	2	2.0187	-0.0187	مطابق	65	1	1.0766	-0.0766	مطابق
16	1	0.5345	0.4655	مطابق	66	1	2.5187	-1.5187	غير مطابق
17	5	5.1152	-0.1152	مطابق	67	2	1.6538	0.3462	مطابق
18	3	2.5187	0.4813	مطابق	68	3	3.2345	-0.2345	مطابق
19	1	1.1152	-0.1152	مطابق	69	2	2.438	-0.438	مطابق
20	2	2.2345	-0.2345	مطابق	70	1	0.5187	0.4813	مطابق
21	4	3.9959	0.004	مطابق	71	3	3.2345	-0.2345	مطابق
22	3	2.638	0.362	مطابق	72	1	1.1152	-0.1152	مطابق
23	2	5.8766	-3.8766	غير مطابق	73	5	4.9959	0.004	مطابق
24	1	2.0766	-1.0766	غير مطابق	74	3	5.638	-2.638	غير مطابق
25	5	4.638	0.362	مطابق	75	6	5.8766	0.1234	مطابق
26	2	2.2345	-0.2345	مطابق	76	3	3.2345	-0.2345	مطابق
27	3	2.8766	0.1234	مطابق	77	2	2.2959	-0.2959	مطابق
28	3	2.5187	0.4813	مطابق	78	6	5.638	0.362	غير مطابق
29	5	5.3538	-0.3538	مطابق	79	1	0.7573	0.2427	مطابق
30	4	2.1152	1.8845	غير مطابق	80	2	4.5187	-2.5187	غير مطابق
31	4	4.2345	-0.2345	مطابق	81	2	2.0187	-0.0187	مطابق
32	5	5.2345	-0.2345	مطابق	82	3	2.9959	0.004	مطابق

33	2	2.2959	-0.2959	مطابق	83	1	0.9959	0.004	مطابق
34	5	4.5187	0.4813	مطابق	84	6	5.8766	0.1234	مطابق
35	1	1.3573	-0.3537	مطابق	85	3	1.638	1.362	غير مطابق
36	1	1.1152	-0.1152	مطابق	86	3	3.1152	-0.1152	مطابق
37	1	0.6573	0.3427	مطابق	87	2	2.2766	-0.2766	مطابق
38	6	5.7573	0.2427	مطابق	88	2	2.3573	-0.3573	مطابق
39	2	1.5187	0.4813	مطابق	89	6	5.9959	0.004	مطابق
40	6	5.5187	0.4813	مطابق	90	1	0.0573	0.9427	غير مطابق
41	2	1.8766	0.1234	مطابق	91	3	2.5187	0.4813	مطابق
42	3	3.2345	-0.2345	مطابق	92	2	3.1152	-1.1152	غير مطابق
43	3	2.9959	0.004	مطابق	93	2	2.1152	-0.1152	مطابق
44	1	2.2187	-1.2187	غير مطابق	94	4	4.2345	-0.2345	مطابق
45	3	3.3538	-0.3538	مطابق	95	5	6.1152	-1.1152	غير مطابق
46	6	5.7573	0.2427	مطابق	96	1	2.5187	-1.5187	غير مطابق
47	1	1.2959	-0.2959	مطابق	97	1	1.3538	-0.3538	مطابق
48	2	2.2345	-0.2345	مطابق	98	3	2.7573	0.2427	مطابق
49	4	5.7573	-1.7573	غير مطابق	99	3	3.3538	-0.3538	مطابق
50	5	4.8766	0.1234	مطابق	100	3	2.5187	0.4813	مطابق

7- الاستنتاجات

من خلال الدراسة النظرية لنموذج فضاء الحالة والنتائج التي توصلنا اليها من تطبيق النموذج على بيانات المرضى المصابين بمرض الصرع تم التوصل الى جملة من الاستنتاجات يمكن تلخيصها على النحو الآتي :

1. من خلال دراسة نماذج فضاء الحالة يتضح إن هيكلية هذه النماذج تعتمد على المعلومات السابقة والحالية للظاهرة المدروسة مما يعطيها مرونة أكثر في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظواهر التي يتم بناء نماذج فضاء حالة لها.
2. من ملاحظة الجدول (3-8) الخاص بنسب التطابق للأسباب الحقيقية مع الاسباب المقدرة باستخدام نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ للاصابة بمرض الصرع والبالغة (81%) نستنتج دقة الأنموذج الذي تم بناؤه في تحديد سبب الاصابة بالمرض.
3. من دراسة وتحليل أخطاء نموذجي فضاء الحالة لكل من :
   - نموذج تقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة .
   - نموذج تقدير سبب الاصابة بنوبة الصرع .

   نلاحظ إن متوسط الاخطاء للنموذجين قريبة من الصفر حيث بلغ متوسط أخطاء أنموذج تقدير شدة نوبة الصرع (0.087) ونموذج تقدير سبب الاصابة بنوبة الصرع (0.121). كما إن أغلبية قيم الاخطاء للنموذجين المذكورين وقعت ضمن حدود الثقة لمتوسط الاخطاء بمستوى معنوية 95% وهذا ماظهر لدينا من خلال استخدام اختبار حسن المطابقة لجميع هذه المؤشرات التي تشير الى ملاءمة النموذج للظاهرة المدروسة.

4. من خلال البيانات التي تم الحصول عليها عن اسباب الاصابة بالمرض وأعمار المصابين المشمولين بالدراسة نستنتج ما يأتي :

أ) إن أعلى نسبة لتعرض الاشخاص للاصابة بمرض الصرع يكون دون سن العاشرة وتقل نسبة الاصابة كلما تقدم عمر الشخص الى ان يصبح الشخص بعمر الخمسين فما فوق تبدأ هذه النسبة بالزيادة لارتفاع درجة أحتمال السقوط لدى كبار السن.

ب) دقة نموذج فضاء الحالة لتردد موجات الدماغ في تقدير سبب الاصابة بالمرض حيث بلغت نسبة تطابق الاسباب الحقيقية للإصابة مع الاسباب المقدرة نسبة (81%).

ج) إن نسبة المصابين بمرض الصرع الذين يتعرضون الى نوبة صرع دون تعرضهم الى محفز خارجي مساوية تقريباً الى نسبة المصابين الذين يتعرضون الى النوبة الصرعية عند تعرضهم الى اي نوع من أنواع المحفزات المستخدمة في تخطيط الدماغ باستثناء المحفزين closed eyes , open eyes .

5. من خلال مدة التواجد التي الباحثان مع الاطباء والاختصاصين بمرض الصرع توصلا الى ان تحديد نوع المحفز المؤدي الى حصول نوبة الصرع لدى المصاب يساعد الطبيب على تحديد سبب الاصابة بالمرض ومن ثم وصف العلاج المناسب، وسيتحقق ذلك في حالة اعتماد الطبيب على صيغ المعادلات الرياضية للنماذج المعتمدة بالدراسة.

6. من خلال رسم البيانات (شدة نوبة الصرع لكل نوع محفز) (شدة نوبة الصرع المقدرة لكل سبب من أسباب الاصابة بالصرع)، نستنتج وجود علاقة خطية بين نوع المحفز المؤدي الى الاصابة بنوبة الصرع وشدة نوبة الصرع الحاصلة، وكذلك وجود علاقة خطية بين شدة نوبة الصرع المقدرة وسبب الاصابة بمرض الصرع.

8- التوصيات

1. نوصي باستخدام النموذج أعلاه من قبل المختصين بهذا المرض في المستشفيات ليتسنى لهم تشخيص سبب الأصابة بالمرض لكي يمثل هذا العمل لديهم عاملاً مساعداً ومهماً في سرعة معرفة سبب الاصابة بالمرضى.
2. نوصي باستخدام نماذج فضاء الحالة بكل انواعها وأصنافها في تحليل الظواهر في جميع المجالات العلمية التي ليس لها نظام فضاء حالة لها لما تمتلكه من قابلية في التوصل الى نتائج دقيقة وسريعة في التنبؤ.

المصادر

1. الجادر. بثينة (1994) "طرق تقدير القيم المفقودة في السلاسل الزمنية في مجـال الأنـواء الجوية" أطروحة دكتوراه، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
2. الدوري، فيصل ناجي نامق (2002)، "تحويل البيانات لتقدير معالم النماذج الخطية دراسة تحليلية لهيكل الاخطاء المتشعبة"، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد.
3. Akaike, H. (1974) "Markovian representation of stochastic processes and its application to the analysis of autoregressive moving average processes" Ann. Inst. Math., 26, pp.363-387.
4. Durbin, J. and S. J. Koop man (1997), "Monte Carlo maximum likelihood estimation of non-Gaussian state space model", Biometrika, 84, pp. (669-684.
5. Durbin, J. and Koop man, S. J. (2001) "Time Series Analysis by state space methods" Oxford University Press.
6. Harvey, A. C. (2006), "Forecasting with unobserved components Time Series Models", Handbook of Economic Forecasting North Holland.
7. Harwin, W. S. (January 28, 2008), "State space equations, the important stuff", Cybernetics, University of Reading.
8. Jimenez, J. C. and Ozaki, T. (October 2000), "Linear estimation of continuous-discrete linear state space models with multiplicative noise", Submitted.
9. Kalman R. E. and Bucy, R. S. (1961), "New results in linear filtering and prediction theory", Transactions, ASME Journal of Basic Engineering, D83, 95-108.
10. Mazzoni, T. (October 2005), "A State-Space Model for Economic production".(www.iwhhalle.de/d/start/News/workshop011205/Papers/Mazzoni.pdf)
11. Menkveld, A. J. and Koopman, S. J. (2006) "Modeling Round-the-clock price discovery for cross-listed stock using state space methods".
12. Rowell, D. (October /2002), "State-Space Representation of LTI (Linear

and Time-invariant) Systems", Analysis and Design of Feedback Control Systems.

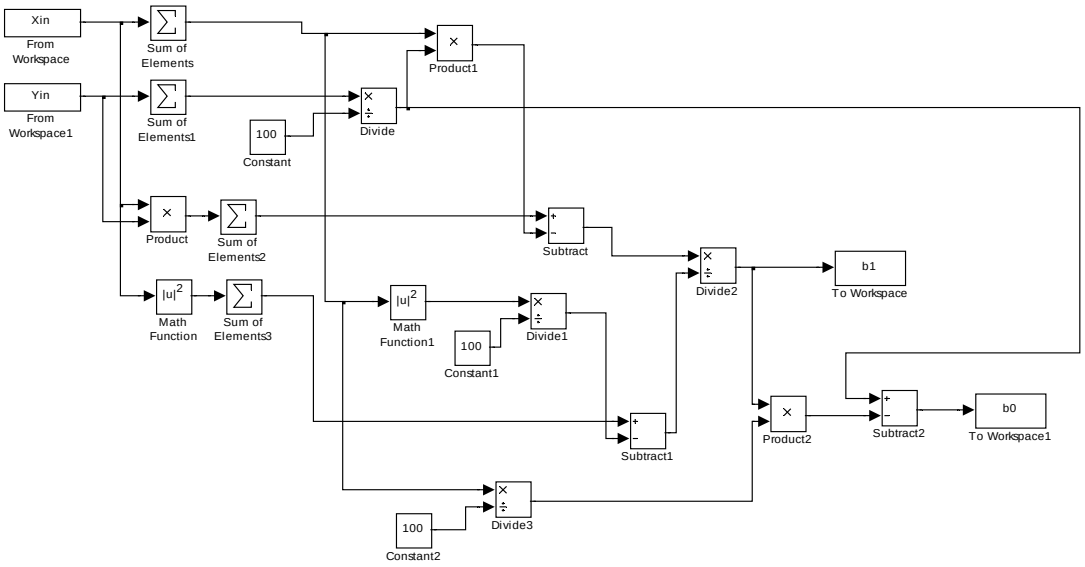
13. Verduit, V. (2002), "Nonlinear System Identification–A State Space Approach", Twente University Press.
14. Wei, W. W. S. (1990), "Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method", Addison-Wesley Publishing Company.
15. Wikipedia, the free encyclopedia (2009), "state Space (controls)". (http://en.wikipedia.org/wiki/State_space_(controls)).
16. **http://faculty.petra.ac.id/resmana/private/matlab-help/toolbox/simulink/discretestatespace.html**

الملاحـــق

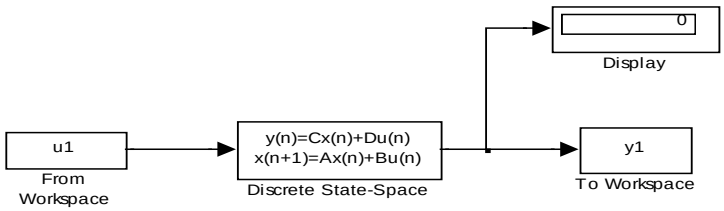
1. برنامج يوضح إدخال المتغير X :

```
for i=1:101
   if x1(i)==1
      x(i)=1;
   elseif x2(i)==1
      x(i)=2;
   elseif x3(i)==1
      x(i)=3;
   elseif x4(i)==1
      x(i)=4;
   elseif x5(i)==1
      x(i)=5;
   elseif x6(i)==1
      x(i)=6;
   end
End
```

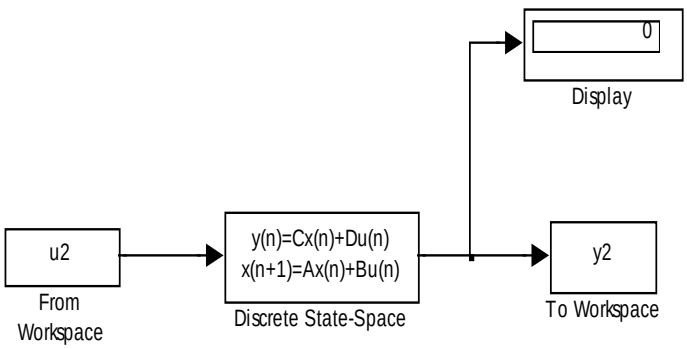
2. مخطط يوضح سير عمليات البرنامج لحساب البيتا



3. مخطط يوضح مخطط يوضح سير عمليات حساب أنموذج فضاء الحالة لتقدير شدة نوبة الصرع الحاصلة



4. مخطط يوضح سير عمليات حساب أنموذج فضاء الحالة لتقدير سبب الاصابة بمرض الصرع



5. البرنامج الرئيـ ـس

```
clc
for i=1:101
if x1(i)==1
x(i)=1;
elseif x2(i)==1
x(i)=2;
elseif x3(i)==1
x(i)=3;
elseif x4(i)==1
x(i)=4;
elseif x5(i)==1
x(i)=5;
elseif x6(i)==1
x(i)=6;
end
Xin=h;
Yin=y;
sim('beta')
a11=b0/(b1-2);
a21=b1-a11-2;
A1=[a11 0;a21 0];
B1=[1;1];
C1=[1 1];
D1=0;
for i=2:101
u1=[0 0;0 h(i)];
sim('stage1');
Yout1(i)=y1(3);
end
Xin=Yout1;
Yin=x;
sim('beta')
a12=b0/(b1-2);
a22=b1-a12-2;
A2=[a12 0;a22 0];
B2=[1;1];
C2=[1 1];
D2=0;
for i=2:101
u2=[0 0;0 Yout1(i)];
sim('stage2');
Yout2(i)=y2(3);
End
```