توظيف تقنيات المنطق المضبب والشبكات العصبية المضببة للتنبؤ بالتساقط المطري (الإقليم الجبلي نموذجا)

د. احمد عبد الغفور خطاب
جامعة تكريت كلية الآداب

د. أزهر حسين رزوقي
جامعة كركوك كلية الآداب

الخلاصة :

تناول البحث توظيف التقنيات المنطق المضبب (Fuzzy Logic) والشبكات العصبية المضببة (Fuzzy Neural Network) للتنبؤ باحتمالية التساقط المطري من خلال التصنيف الرقمي للغيوم باستخدم البيانات الرقمية للمرئيات الفضائية للقمر الاصطناعي ميتيوسات Meteosat وضمن المجالات الطيفية المرئي والحراري (Visible & Infrared) فضلا عن بيانات يومية لكميات الإمطار للسنوات ٢٠٠٦ - ٢٠٠٨ لمحطات الأقليم الجبلي من العراق . كما استخدمت بيانات القمر الاصطناعي الأمريكي جويس GOES و لنفس المجالات الطيفية أعلاه فضلا عن بيانات ساعاتية للأمطار للسنوات ٢٠١١ و ٢٠١٢ لمنطقة كولورادو في الولايات المتحدة الأمريكية . وتم معالجة هذه البيانات بمجموعة برامج لتحقيق هدف البحث مثل Erdas 9.3 ، Arc GIS V.9.3 ، Global Mapper ، Excel ، Mat lab .آذ تم مقارنة نتائج المحطات الإقليم مع المحطات الولايات المتحدة من خلال إجراء عمليات الفحص والتدريب للبيانات وتم الحصول على درجة دقة متباينة لتصنيف الغيوم ضمن المنطقتين وسيتم التعرف عليها ضمن محاور البحث.

مقدمه

يعد المناخ جوهر اهتمام الإنسان وبالأخص عنصر التساقط. والذي احتل دورًا فريدًا في حياة المجتمعات البشرية وتطورها عبر التاريخ . ومن المعروف إن المصدر الأساس للمياه العذبة على سطح الأرض هو التساقط و مصدره الغيوم. الا ن دراستها لازال يعتريها الكثير من الغموض وصعوبة التنبؤ بالهطول . وهذا ما زاد من اهتمام الباحثين في الدراسة التفصيلية فيها لاسيما بعد التطور الحاصل في تحليل وتفسير المرئيات الفضائية الذي وفر إمكانية استعمالها من اجل تغطية النقص الحاصل في جمع المعلومات عن كمية الأمطار، وإيجاد أفضل العلاقات والصيغ التي تربط بين متغيراتها ومحتواها المائي. لذا بات من الضروري التقصي والبحث عن طرق وأساليب حديثة في هذا المضمار ومنها تقنيات المنطق المضبب التابعة لبرنامج الاستشعار عن بعد ERDASوالشبكات العصبية المضببة .

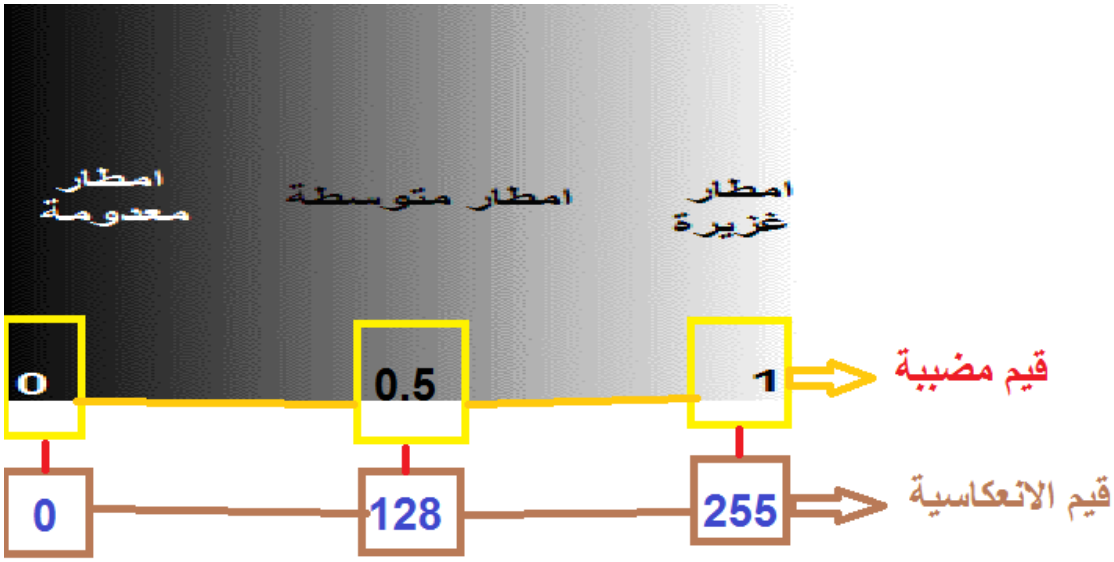
مفهوم المنطق المضبب

هو من النظريات الحديثة وهي تقنية تسمح بحالة الوصف الطبيعي والاصطلاحات اللغوية للمشاكل التي يجب ان تحل ،وذلك أكثر مما نلاحظه في علاقات الاصطلاحات الموجودة بين القيم العددية لها .

وبمعنى آخر يعد نموذج المنطق المضبب تقنية تتمتع بقدرة آلية في أيجاد الحلول للمشاكل المختلفة العلمية والتطبيقية. وهذه من أحدى الدوافع التي دفعت العلماء الى تطوير نظرية المنطق المضبب Fuzzy Theory وان نظرية المجموعات المضببة أساس المنطق المضبب التي تتعامل مع المسائل التي تتضمن لا تأكيديه نتيجة الغموض في بعض المصطلحات اللغوية . ففي ستينات القرن الماضي وبالتحديد في عام (1965) طور العالم الأمريكي الأذربيجاني الأصل" لطفي زادة " من جامعة كاليفورنيا أسلوبا لغويا للتعامل مع المعلومات اللغوية الغامضة المبنية على أساس المجموعات المضببة والمنطق المضبب. ومع تطور الحاسبات والبرمجيات نشأت الرغبة في اختراع أو برمجة أنظمة تمكننا من التعامل مع معلومات غير دقيقة على غرار الإنسان.

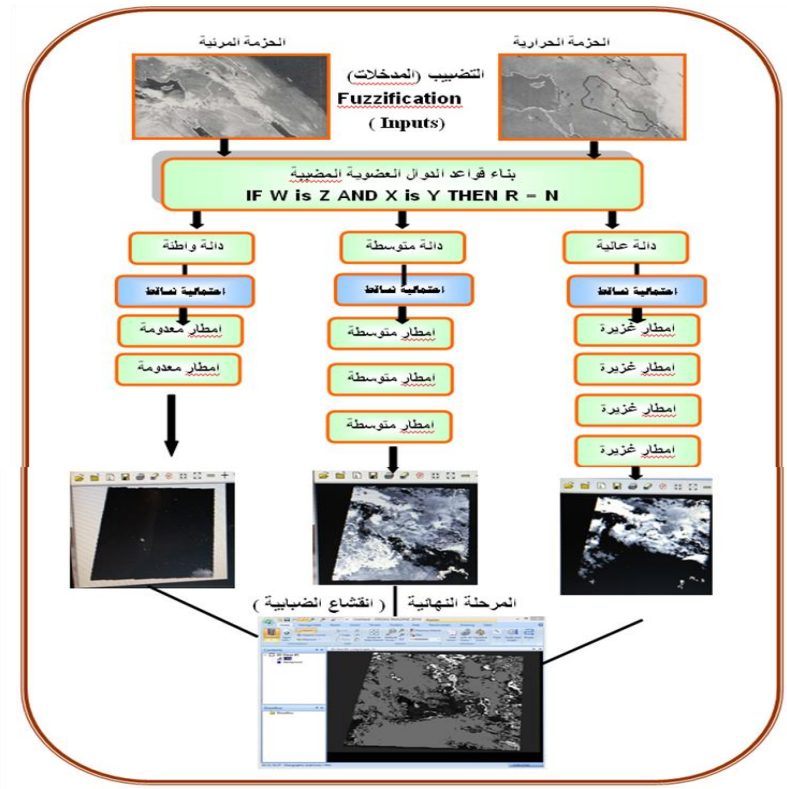
يهدف استخدام المنطق المضبب إلى توفير الدوال والأحكام الرياضية التي تسمح بحساب الحالات الوسطى بين الحقيقة المطلقة والنفي المطلق والتي تتراوح بين (٠ – ١) وبهذا يوفر المنطق المضبب طريقة بسيطة للحصول على استنتاجات محددة من معلومات غير دقيقة وغامضة ومبهمة فهو يحاكي حالات اتخاذ القرارات لدى الإنسان مقرونة بالمحاولات لإيجاد حلول دقيقة من بيانات غير دقيقة او تقريبية [١]وكما يوضح الشكل رقم (١).

شكل رقم (١) نموذج يوضح مفهوم المنطق المضبب لتنبؤ بالتساقط المطري.



تم تطبيق هذه التقنية على منطقة الاقليم الجبلي من العراق وتم تصميم مخطط توضيحي للخطوات الاساسية لهذه التقنية وكالآتي:

مخطط (١) استراتيجة عمل وبناء الدوال العضوية المضببة



- التضبيب (Fuzzification) :

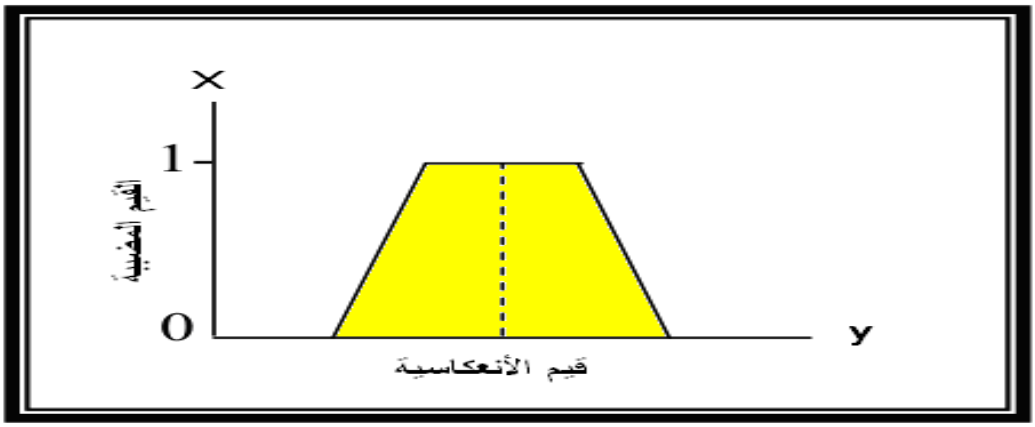
هي أول خطوة في بناء النموذج المضبب وتمثل مرحلة الإدخال (Input) والتي تعتمد على المرئيات الفضائية الخاصة بالطقس والمناخ لكل من الحزمة المرئية ضمن المدى الموجي ٠,٤ – ١,٤ مايكرون، والحزمة الحرارية ضمن المدى الموجي ١٠,٥– ١٢,٥ مايكرون وللقمر الاصطناعي متيوسات.

- تصميم القواعد Rules Design :

وهي الخطوة الثانية في إعداد وبناء النموذج المضبب. اذ يتم تحويل المدخلات المضببة إلى مخرجات، ويتم خلال هذه المرحلة الاعتماد على الخصائص الطيفية للغيوم ضمن الحزم الطيفية المستخدمة، إذ إن مستويات الرمادي في الحزمة المرئية تعتمد على انعكاسية السطح المشع وان وجود قطرات الماء في الغيوم تقوم بتشتيت الأشعة. فتكوّن الألوان الفاتحة وذات اللمعان الشديد دلالة على وجود قطرات مائية، والتي تؤخذ كمؤشر للتعرف على الغيوم المطرية. أما مستويات الرمادي في الصور تحت الحمراء الحرارية فتعتمد على درجة حرارة السطح المشع.

هناك أربعة أنواع من الدوال العضوية تستخدم في تصميم القواعد وهي (الدالة العضوية المثلثية، الدالة العضوية شبه المنحرفة، الدالة العضوية على شكل الجرس، الدالة العضوية الأسية) إلا أن الدالة التي سيتم توظيفها في مجال الدراسة هي الدالة العضوية شبه المنحرفه لأن شكلها يسمح للفئات أن تتداخل فيما بينها أثناء عملية بناء القواعد المضببه ضمن الحزمتين المرئي والحراري، لأن قيم الانعكاسية في الخلايا الصورية متداخلة فيما بينها. ويمكن إيضاح هذه الدالة بما يأتي:–

شكل رقم (٢) الدالة العضوية شبه



المنحرفه

C. C. Lee, Fuzzy Logic in control system , part I , Man Cybern , Vol 20, London, 1999 , P 32 .

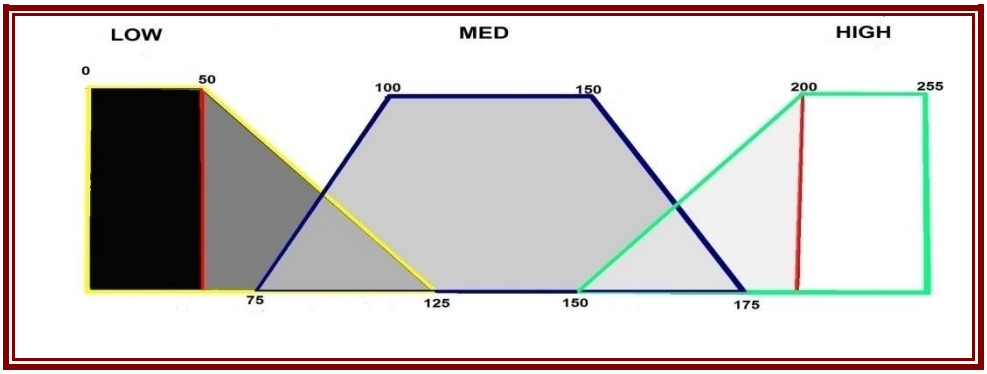
وإن هذه الدوال فيها نمطان من العمليات في المجموعة المضببة، نمط يمثل العمليات المنطقية القياسية، والنمط الآخر يمثل العمليات المنطقية المضببة، فالأول يتضمن عمليات الدوال ((AND,OR,NOT)) إما النمط الثاني فيتضمن نفس العمليات ولكن تختلف بأخذها القيم بين (1- 0) ، إذ إن هذه العمليات تؤدي دورا بارزا في العديد من التطبيقات وهذه العمليات هي ((تقاطع المجموعات ، اتحاد المجموعات ، مجموعات (X-OR) Exclusive - OR ، طرح المجموعات) (٢)

IF W is Z AND X is Y THEN R = N

IF تسمى الفرضية و Then تمثل الاستنتاج المتوقع للأمطار بمعنى تحديد حالة المحتوى المائي للغيمة حيث أن W , X هي قيم عددية من (0-1) والناتجة من عمليات تحويل القيم الانعكاسية من المرئيات الخام باستخدام المنطق المضبب كما تم ذكره سابقا في حين Z,Y تمثل متغيرات نوعية (واطئ، متوسط، عالي) والناتج عن الخصائص الطيفية للحزم الموجية المستخدمة، اما R فهي الأحتمالية المتوقعة للأمطار . – وتتم هذه المعالجات وفق الخطوات الآتيـــة :-

القواعد الشرطية	كميات الأمطار المحتملة
IF V is Low AND IR is Low Then R =	N
IF V is Low AND IR is Med Then R =	N
IF V is Low AND IR is High Then R =	M
IF V is Med AND IR is Low Then R =	M
IF V is Med AND IR is Med Then R =	M
IF V is Med AND IR is High Then R =	H
IF V is High AND IR is Low Then R =	H
IF V is High AND IR is Med Then R =	H
IF V is High AND IR is High Then R =	H

مخطط (٢) الأستراتيجية المعتمدة في بناء القواعد المضببة للحزمتين(VIS) و(IR)



واعتمادا على القواعد الشرطية فيتبين من النموذج ما يأتي :

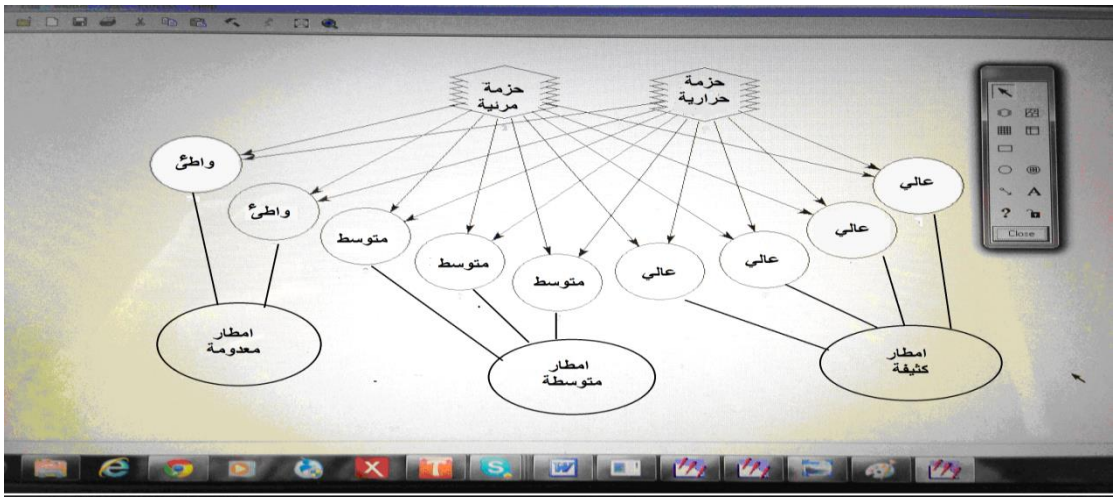
١- وجود احتمالين لعدم سقوط الأمطار والذي يرمز له (R=N) .

٢- وجود ثلاثة احتمالات لسقوط الأمطار المتوسطة والذي يرمز له (R=M).

٣- وجود أربعة احتمالات لسقوط الأمطار الكثيفة والذي يرمز له (R=H).

وبناء على عدد الاحتمالات فقد تم إعداد الهيكل العام للنموذج المضبب في برنامج(ERDAS) من خلال الإيعاز (Modeler) الذي يكون الأساس لعملية البرمجة المضببة على شكل خوارزمية في عملية التصنيف المضبب للغيوم وكالآتي :

شكل (٣) خوارزمية عملية التصنيف المضبب للغيوم



- انقشاع الضبابية (Defuzzification) :

وهي الخطوة النهائية التي يتم فيها تحويل المخرجات المضببة والمتمثلة بقيم الانعكاسية ضمن الحزمتين المرئية والحرارية إلى مخرجات (هشة) تأخذ قيما عددية من خلال مركز الثقل وإزالة الضبابية. كما موضح في الشكل الاتي:

شكل (٤) مرحلة انقشاع الضبابية للمرئيات الرقمية

0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.1	0.2	1	1	0.1
0.2	1	1	.2	0.1
0.2	1	1	1	0.2
0.2	1	1	1	0.1
0.2	02	1	1	0.1
0.2	0.2	0.2	0.1	0.1

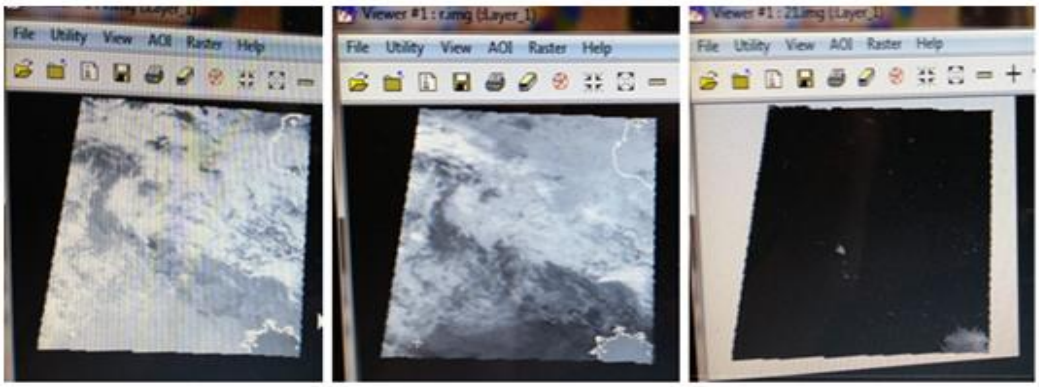
Defuzzification

0	0	0	0	0
0	255	255	255	0
0	255	255	0	0
0	255	255	255	0
0	255	255	255	0
0	0	255	255	0
0	0	0	0	0

Ying Bai and others , Advanced fuzzy logic technologies in Industrial Applications , Charlote University , London , 2006 , P 109

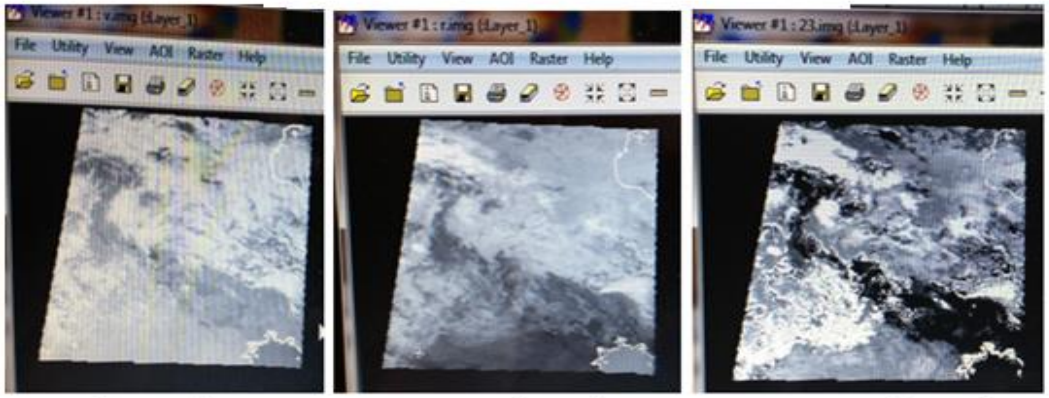
وفي المحصلة تم الحصول على صور مصنفة ضبابيا وكما يأتي:

صور مصنفة ذات احتمالات معدوم التساقط



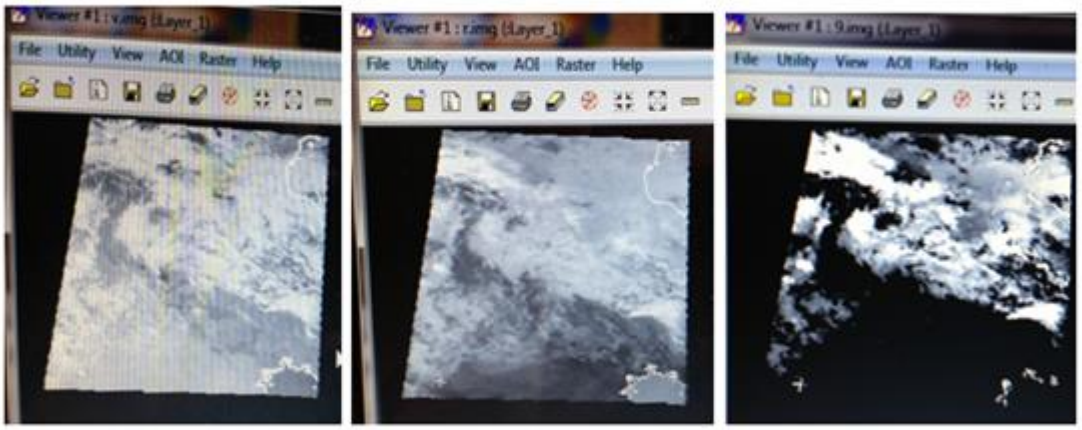
حزمة حرارية حزمة مرئية مرئية مصنفة

صور مصنفة ذات احتمالات تساقط متوسطة



حزمة حرارية حزمة مرئية مرئية مصنفة

صور مصنفة ذات احتمالات تساقط كثيف



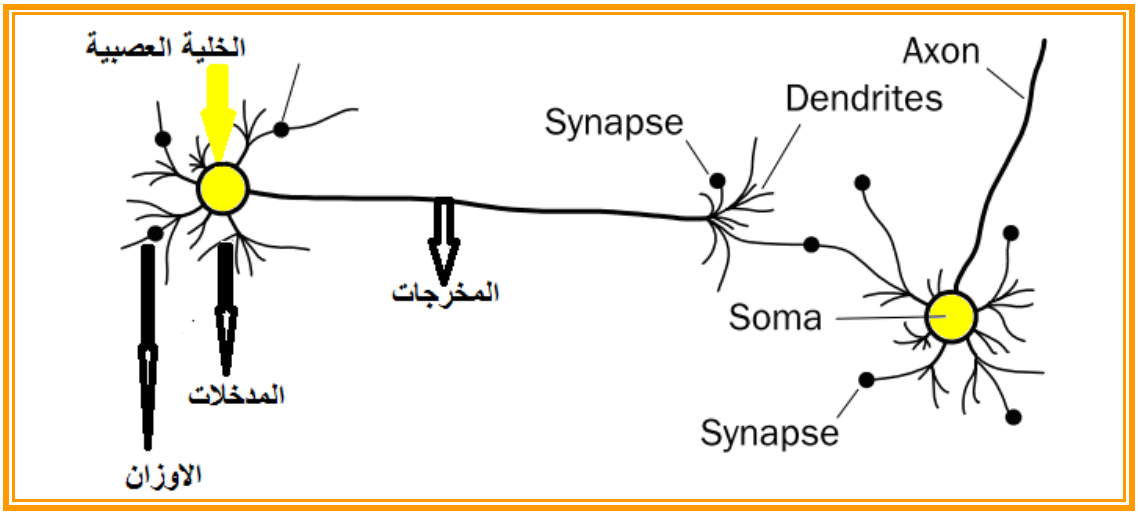
مرئية مصنفة حزمة مرئية حزمة حرارية

المحور الثاني : – تقنية الشبكات العصبية

مفهوم الشبكة العصبية

الشبكة العصبية يمكن تعريفها بأنها نمط من التفكير مبني فكرته على وظيفة دماغ الإنسان ، فالدماغ يتكون من مجموعة مترابطة من الخلايا المكتظة ، أو وحدات معالجة المعلومات الأساسية التي تسمى الخلايا العصبية. وتتكون من (١٠) بليون خلية عصبية و(٦٠) تريليون من الاتصالات أي نقاط الاشتباك بينهما من خلال خلايا عصبية متعددة ، فالدماغ البشري يؤدي هذه الوظائف بسرعة عالية مقارنة بسرعة الكمبيوتر في الوقت الحاضر(٥).

شكل رقم (٥)آلية عمل الشبكات العصبي



اما التشابه بين الشبكات العصبية البيولوجية والاصطناعية فموضحة في الجدول (١)

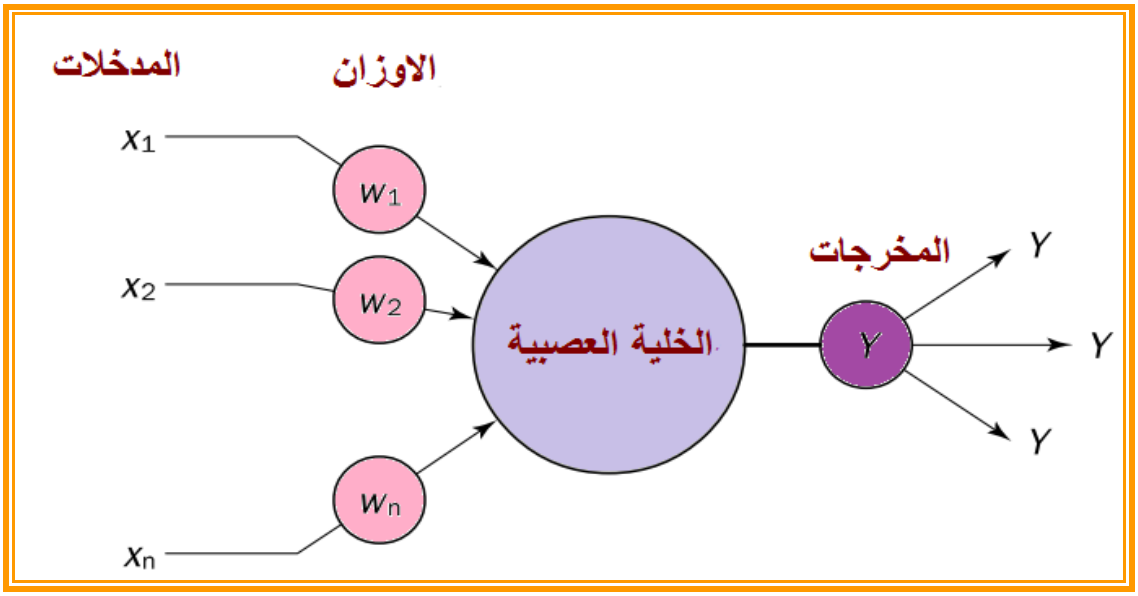
جدول (١) التشابه بين الشبكات العصبية البيولوجية والاصطناعية

الشبكات	الشبكات العصبية البيولوجية	الشبكات العصبية الاصطناعية
١	سوما (soma)	الخلايا العصبية
٢	االتشجرات (Dendrite)	المدخلات
٣	محور(Axon)	المخرجات
٤	الشبكة (Synapse)	الأوزان

وفي النهاية تتلقى الشبكة العصبية الإشارات من روابط المدخلات وترسلها إلى إشارات الإخراج من خلال روابط الإخراج. إذ أن إشارات الداخلة يمكن أن تكون البيانات الخام، واشارات الإخراج يمكن أن تكون الحل النهائي للمشكلة او مدخلا للخلايا العصبية الأخرى، والمخطط يوضح نموذج للخلايا العصبية .

- إستراتيجية عمل الخلايا العصبية

مخطط رقم (٣) إستراتيجية عمل الخلايا العصبية

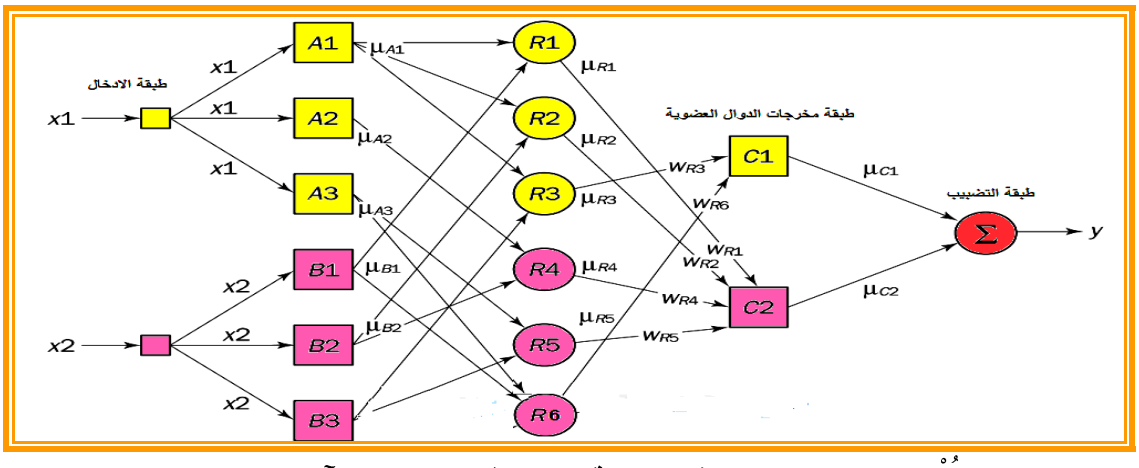


ان دمج الشبكات العصبية مع النظام المضبب في نظام متكامل واحد يؤدي إلى بناء الأنظمة الذكية . فالأول ينقصه القدرة على التعلم، إذ لا يمكنه التكيف مع البيئة الجديدة في حين الشبكات العصبية تستطيع التعلم ولكنها غامضة للمستخدم والجدول الآتي يوضح الفرو قات بين الأنظمة المضببه والشبكة العصبية وكما موضح في جدول (٣).

جدول (٣) الفرو قات بين الأنظمة المضببه والشبكة العصبية

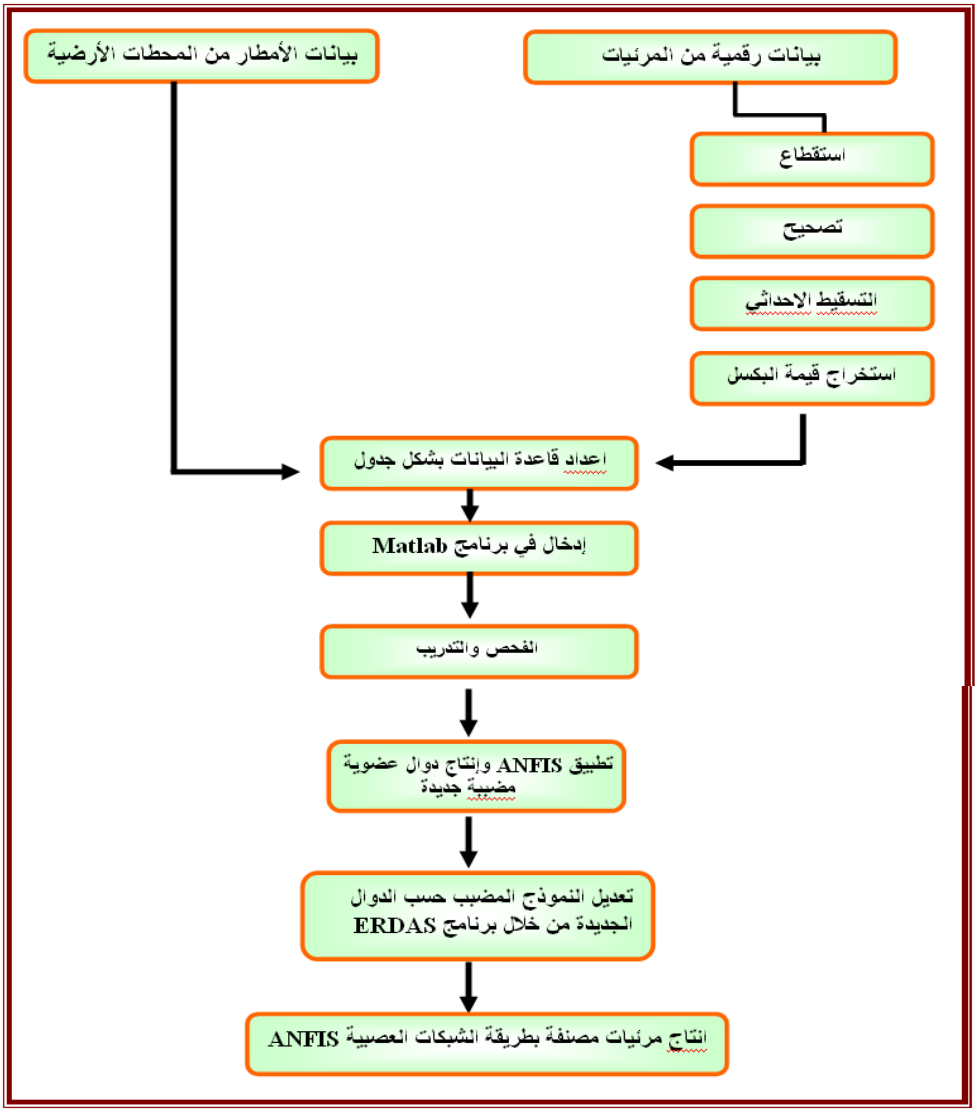
الأنظمة المضببة	الشبكة العصبية
ليس له قابلية للتعلم	له قابلية للتعلم
غير غامض للمستخدم	غامض للمستخدم
يعتمد على معطيات لغوية	يعتمد على معطيات وبيانات رقميه
لا يمكن أن يتكيف مع البيئة الجديدة	يمكن أن يتكيف مع البيئة الجديدة

مخطط رقم (٤) إلية عمل أنظمة طبقات الشبكات العصبية المضببة



هناك عدة مراحل تُتْبَع لغرض تطبيق هذه العملية وكما في المخطط الآتي

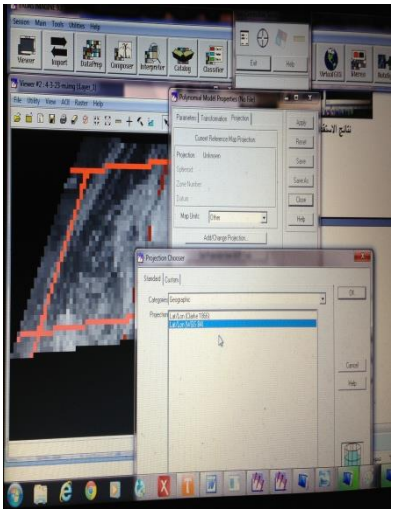
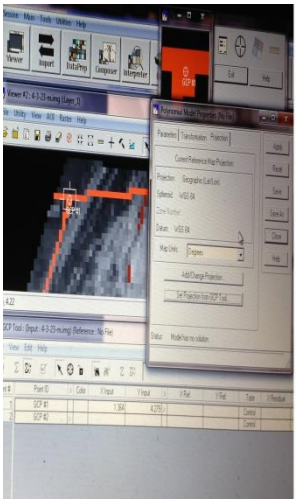
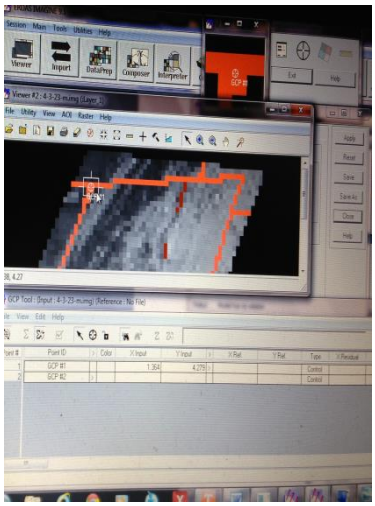
مخطط رقم (٥) الخطوات الأساسية لبناء الشبكات العصبية المضببة لنماذج الغيوم



– التصحيح الاحداثي:

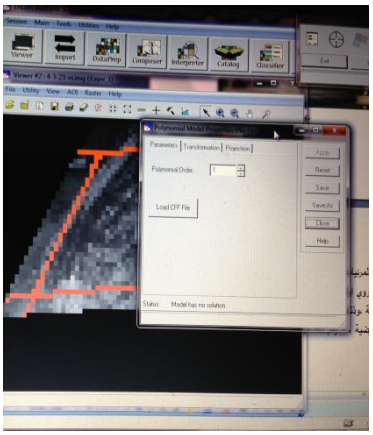
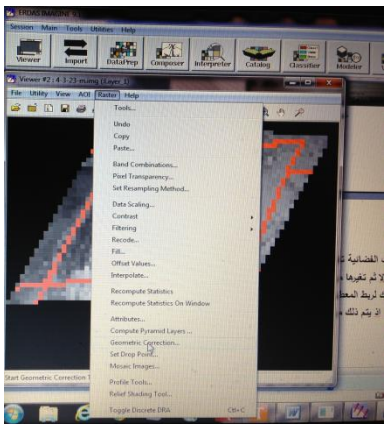
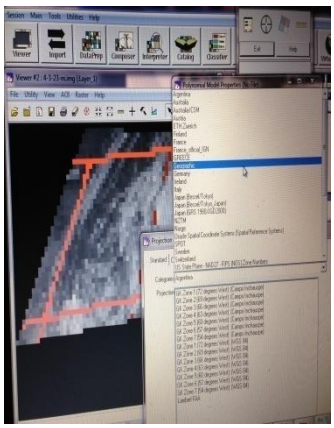
إن طبيعة المرئيات الفضائية ذات مساقط مستوية لذا تتم هذه العملية لتحويلها من مسقط مستوي الى كروي وكما في الصورة (٤) . ثم تحويل النظام من المتري إلى الجغرافي وحسب النظام الاحداثي الذي يخدم هدف الدراسة. وذلك لغرض ربط المعطيات الموجودة في المرئيات بالمعطيات الأرضية، اذ يتم ذلك من خلال برنامج ERDAS وكما موضح في الصور(٥).

صورة (٤) تحويل النظام من المتري الى الجغرافي

اختيار النقاط احداثي إتمام العمليات اختيار نظام الانطقة

صورة (٥) مرحلة اختيار المسقط الجغرافي

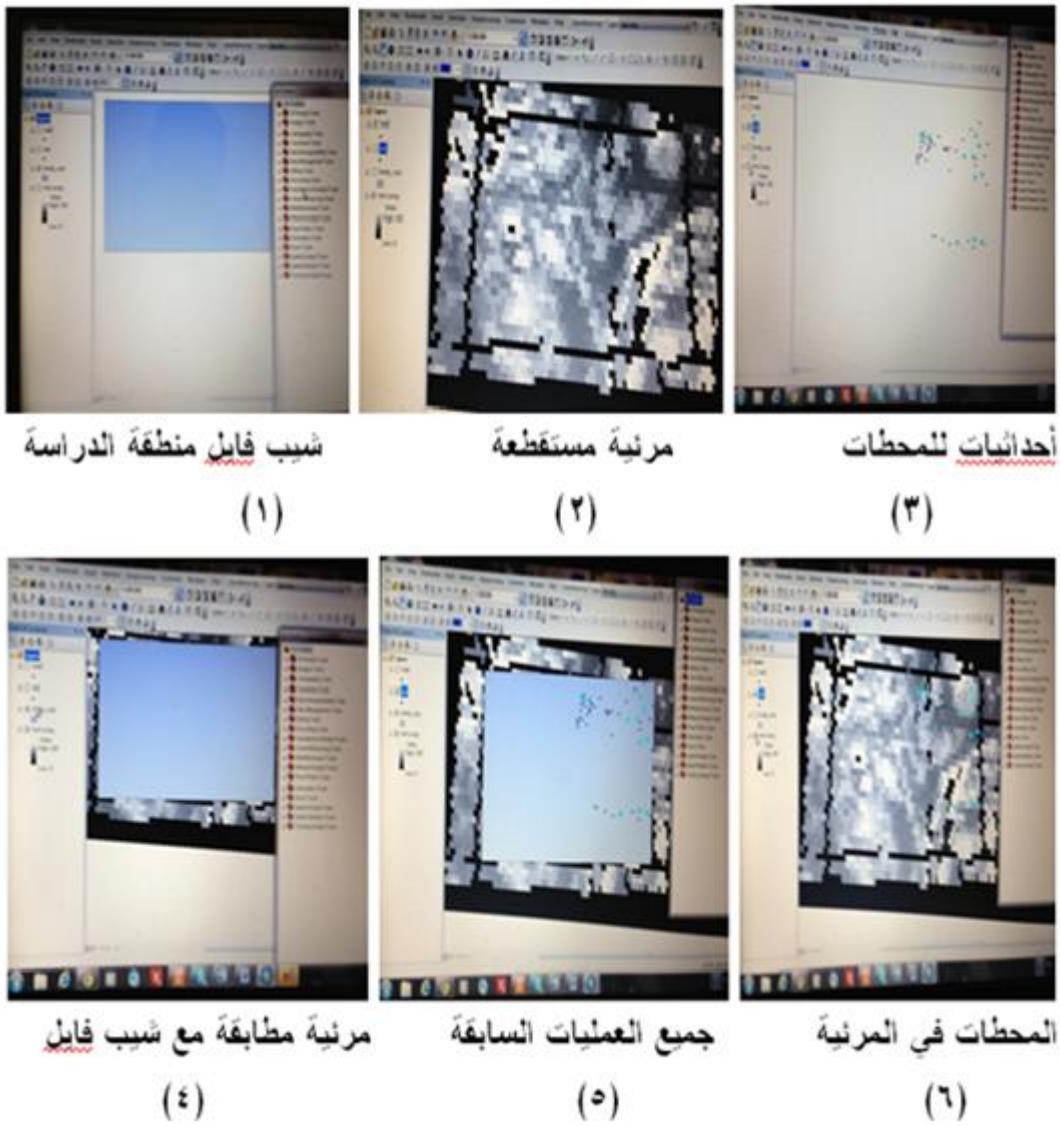




اختيار المسقط الجغرافي اختيار المسقط المسقط

- تسقيط احداثيات المحطات:

تم تسقيط احداثيات المحطات عن طريق برنامج (Arc GIS) بعد تهيئة Shape file لكل من العراق و ولاية كولورادو . وتم مطابقة الطبقات Layers مع مرئياتها الفضائية ومن ثم تثبيت الاحداثيات الخاصة بمحطات الرصد الأرضية للأمطار وكما في الصور رقم (٦) .

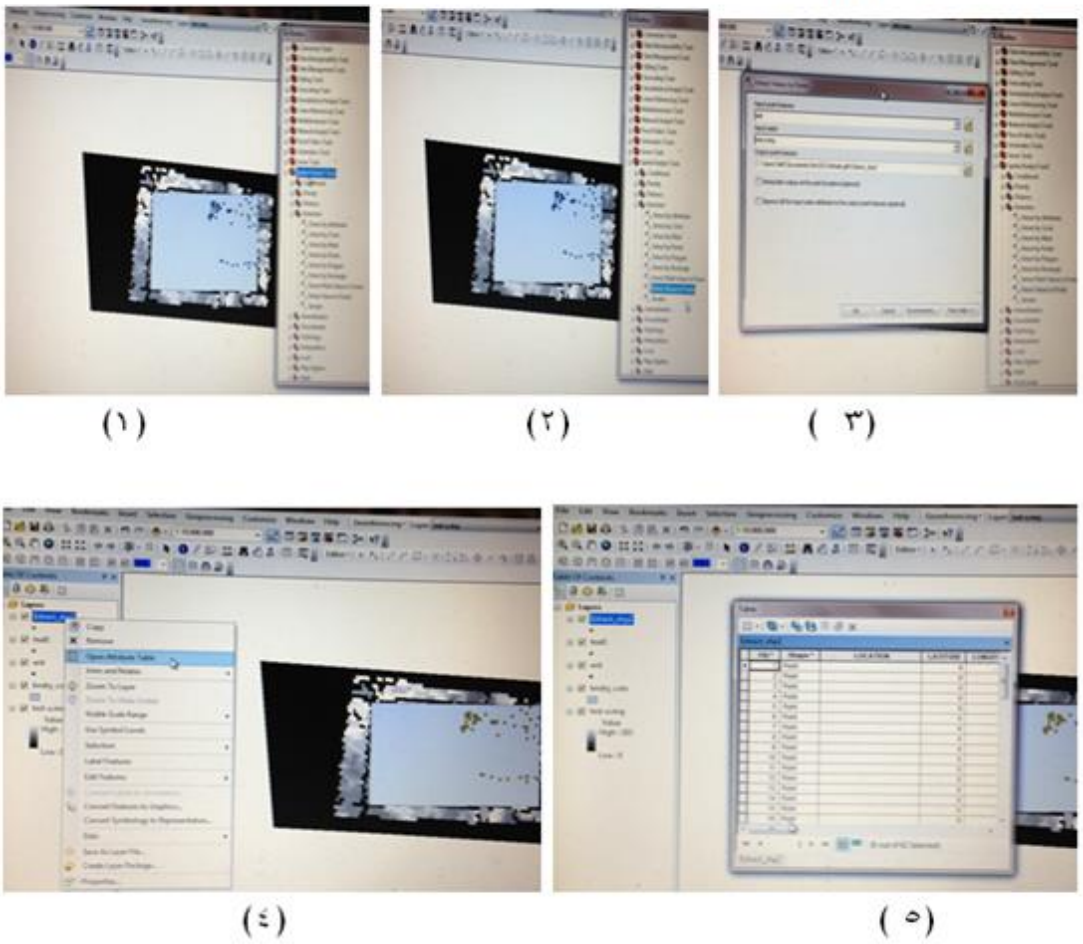
صورة رقم (٦) عمليات التسقيط الاحداثي للمحطات الأرضية



– استخراج القيم الرقمية من المرئيات

يتم استخراج القيم الرقمية في الحزم الطيفية في المرئيات المصنفة ضبابيا وفق الإحداثيات الجغرافية المسقطة عليها والتي تمثل المحطات المناخية، اذ أن تحديد قيم الانعكاسية في الخلايا الصورية ضمن كل محطة في المرئيات تعد من المعايير الأساسية لبيانات الإدخال(input) لنظام الشبكات العصبية، والذي يقوم بربطها بالبيانات الرقمية للمحطات الأرضية ويتم ذلك من خلال برنامج (Arc GIS) عن طريق الايعاز Extract وكما موضح في الصورة (٧).

صورة رقم (٧) عمليات استخراج القيم الرقمية من مرئيات محطات الدراسة



– بيانات الأمطار من المحطات الأرضية

وهي عملية تهيئة وطباعة سجلات الأمطار في جدول وعلى برنامج Excel. ويوضح الجدول(٤) معلومات للمحطات الأرضية لكلا المنطقتين .

جدول (٤) الموقع الاحداثي والارتفاعات بين المحطات في الإقليمين

المحطات العراقية	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع	المحطات الأمريكية	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع
عمادية	٤٣,٤٨	٣٧,٠٨٣	١٢٠٢	اكرون	-١٠٣	٤٠	١٣٨٣
سرسنك	٤٣,٣٥	٣٧,٠٥	١٠١٩	اولت	-١٠٤	٤٠	١٤٩٧
دهوك	٤٣,٠٥	٣٦,٨٣٣	٥٦٩	فورت كولنس	-١٠٥	٤٠	١٥٦١

شقلاوة	٤٤,٣١	٣٦,٤	٩٧٥	هكستون	-١٠٢	٤٠	١٢٣١
صلاح الدين	٤٤,٢	٣٦,٣٨٣	١٠٧٥	بااويل	-١٠٢	٤٠	١١٨١
اربيل	٤٤,٠٣	٣٦,٢	٤٧٠	كرك	-١٠٢	٣٩	١٢٨٥
جوارته	٤٥,٥٥	٣٥,٧١٦	١١٢٨	لادلايا	-١٠٢	٣٩	١٢١٢
بنجوين	٤٥,٩٣	٣٥,٦١٦	١٢٨٤	هولي٢	-١٠٢	٣٨	١٠٨٨
سليمانية	٤٥,٤٥	٣٥,٥٣٣	٨٤٣	لانجونتا	-١٠٣	٣٨	١٢٠٧
حلبجة	٤٥,٩٦	٣٥,١٨٣	٦٩٠	لامار	-١٠٢	٣٧	١١٥١

المصدر: بيانات الأنواء الجوية اقليم كردستان ، بيانات الانواء الجوية العامة في ولاية كولورادو .

هناك اختلاف في نوعية البيانات كما ونوعا بين الاقليم الجبلي من العراق وبين ولاية كولورادو الامريكية مما يؤثر سلبا في نتائج الدراسة. والجدول (٥) يوضح الاختلافات في البيانات المناخية بين المحطات في الإقليمين .

جدول (٥) الاختلافات في بيانات محطات العراق والولايات المتحدة الامريكية

ت	بيانات محطات العراق	بيانات محطات الولايات المتحدة
١.	تستخدم المرئيات من نوع ميتيوسات	تستخدم المرئيات من نوع جويس
٢.	نوع البيانات (يومي – شهري– سنوي)	البيانات (ساعتي –يومي –شهري – سنوي)
٣.	لاتوجد جميع المعلومات المناخية في المحطات	توجد جميع المعلومات المناخية في المحطات تقريبا
٤.	المعلومات المناخية غير دقيقة	المعلومات المناخية أكثر دقة
٥.	أجهزه الرصد اقل حداثة وتطور	أجهزه الرصد أكثر حداثة وتطور

المصدر: من عمل الباحث .

– إعداد قاعدة البيانات ضمن جداول :

يتم إدخال جميع البيانات ضمن جداول ذات صيغة رقمية ، لان نظام الشبكة العصبية المضببة لا يتعرف إلا على لغة الرقم ، ويتم ذلك من خلال برنامج Excel إذ يقوم بربط المعطيات من القيم الرقمية ضمن الخلايا الصورية في المرئيات بالمعلومات المناخية عن المحطات الأرضية ضمن جدول واحد يمكن أن يكون بداية لعملية الإدخال لنظام الشبكات العصبية ومن ثم المعالجة وعمليات الإخراج ضمن برنامج (MATLAB) ويوضح الجدول (٦) النتيجة النهائية لأعداد البيانات.

جدول رقم (٦) ربط المعطيات الأرضية بالمعطيات مرئيات الفضائية

Vis	IR	Rain	Year	Month	Day	Hour
255	175	48.8	2008	3	11	6
183	170	37.8	2008	3	11	6
228	192	34	2008	3	11	6
171	130	0	2008	3	11	6
222	244	19.8	2008	3	13	6
226	245	23.4	2008	3	13	6
233	246	37.3	2008	3	13	6
129	92	17.5	2008	3	13	6
123	99	0	2008	3	13	6
115	159	35	2008	3	13	6

٥ . ٥. ٤-استخدام برنامج(MATLAB)لتطبيق الشبكة العصبيةالمضببه لنمذجة الغيوم

استخدام برنامج(MATLAB)لتطبيق الشبكة العصبيةالمضببه لنمذجة الغيوم

لبرنامج Matlab **قابلية على دمج الرسوم التوضيحية مع حسابات عددية سهلة الاستخدام. وهو برنامج شامل يقوم بجمع أنواع العمليات الحسابية للبيانات العلمية المتطورة. وهو مرن جدا له القابلية على حل المشاكل في عديد من المجالات في لغة عالية من الدقة و الأداء في ثواني من الزمن . اذ يتم التعبير عن المشاكل والحلول وتكتب في توليفة رياضية[٦] .**

يتم إجراء العمليات الحسابية من خلال البرنامج وباستخدام عمليات المعالجة والتدريب والاختبار للبيانات المدخلة والتي تساعد في التعرف على درجة دقة النماذج المصممة من قبل المستخدم ومدى علاقة البيانات المدخلة ببعضها بعد إجراء عدة عمليات عليها.

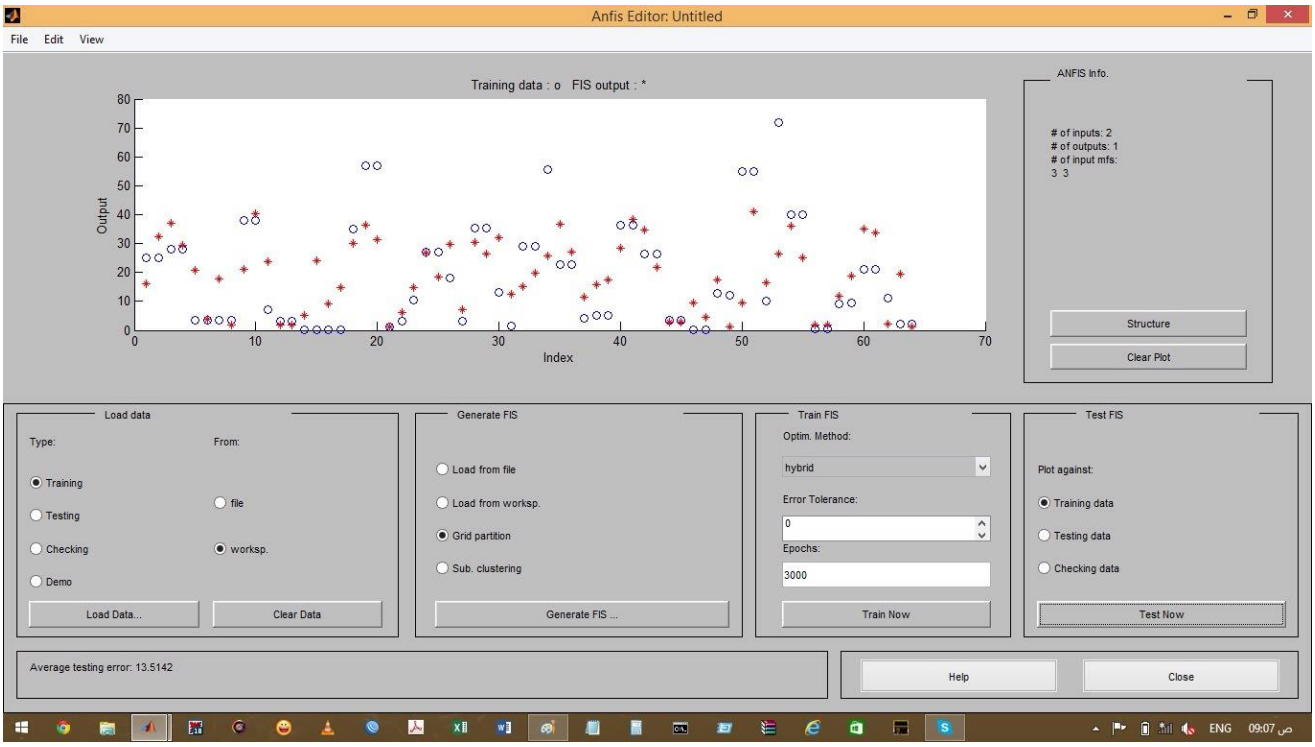
– مرحلة الفحص والتدريب :

تعتمد هذه المرحلة على بيانات قيم الانعكاسية في المرئيات التي تتراوح بين (صفر– ٢٥٥) وبيانات الأمطار اليومية لمحطات الإقليم الجبلي من العراق، وبيانات ساعاتية لمحطات ولاية كولورادو، اذ يتم انتقاء البيانات لشهر واحد او اكثر ويتم تقسيمها الى مجموعتين،

الأولى هي الفحص والثانية التدريب . إذ يتم اجراء عمليات الفحص والتدريب للتعرف على مدى علاقتها ببعضها ومدى تاثيرها على نماذج الغيوم المصنفة ضبابيا من قبل المستخدم.

ومن ملاحظة الشكل(٥) الذي يمثل هذه المرحلة يتضح بأن الدوائر تمثل نقاط الفحص بينما النقاط الحمراء تمثل نقاط التدريب للبيانات. وان تطابق الدوائر مع النقاط دلالة على قوة الأختبار ومدى مطابقته مع الواقع .

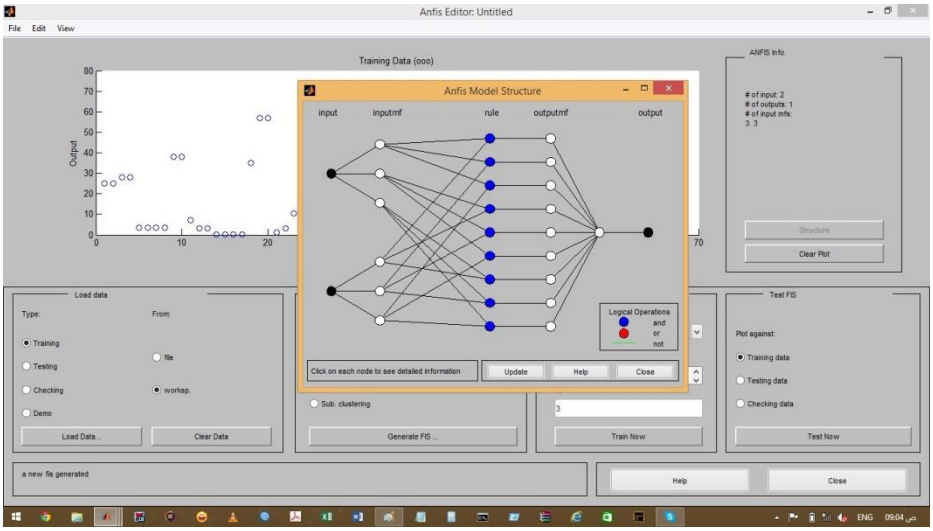
شكل رقم (٥) نتائج الفحص وتدريب باستخدام برنامج (MAT LAB)



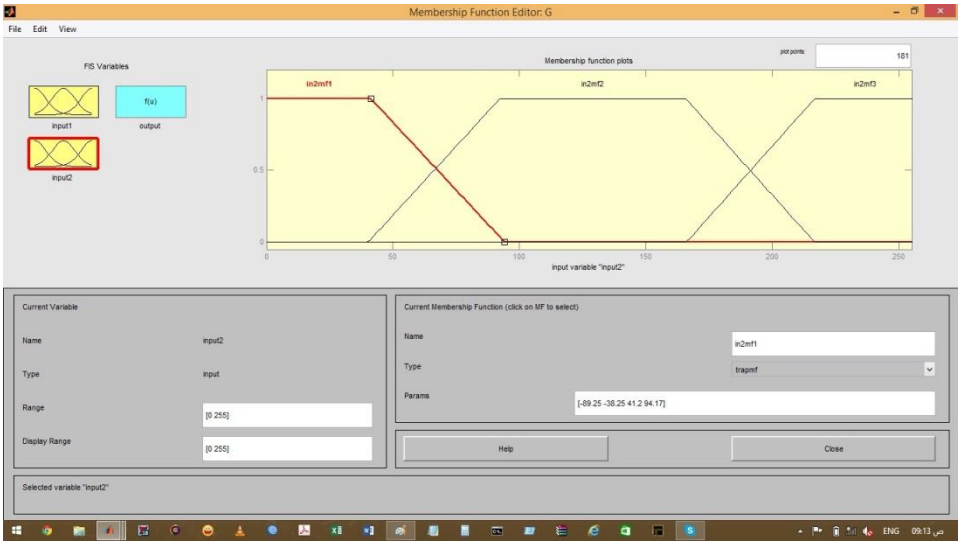
– مرحلة تطبيق ANFIS وإنتاج دوال عضوية مضببة جديدة

يتم في هذه المرحلة ادخال مخرجات الفحص والتدريب إذ يتم من خلالها إجراء معالجات رياضية وصولا إلى درجة عالية من الدقة للنماذج المضببة، إذ يتم إنتاج قيم للبيانات المدخلة ودوال عضويه جديدة . وقد قدمت هذه الخوارزمية تعديلاً على الدوال العضوية المصممة من قبل الباحث كما في الأشكال(٦،٧،٨،٩) .

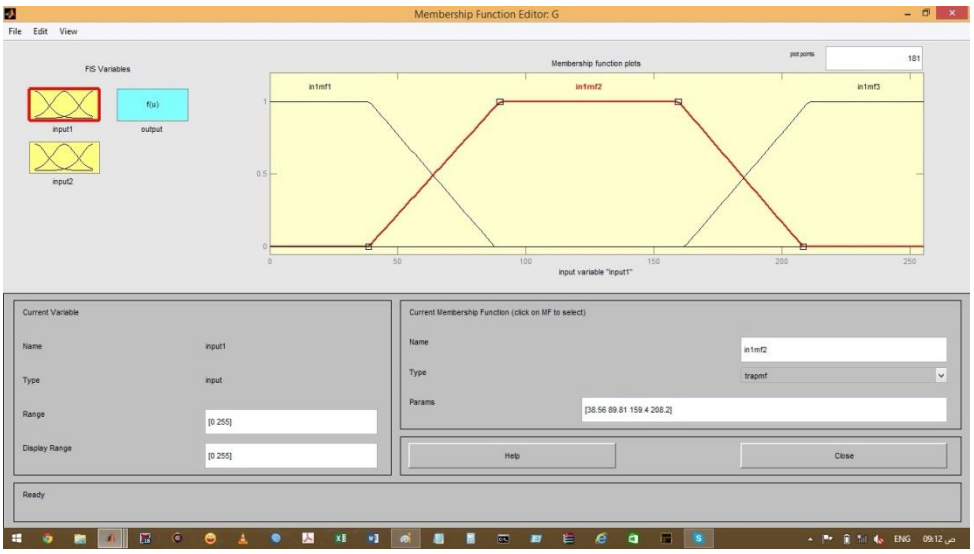
شكل(٦) إدخال بيانات الفحص والتدريب



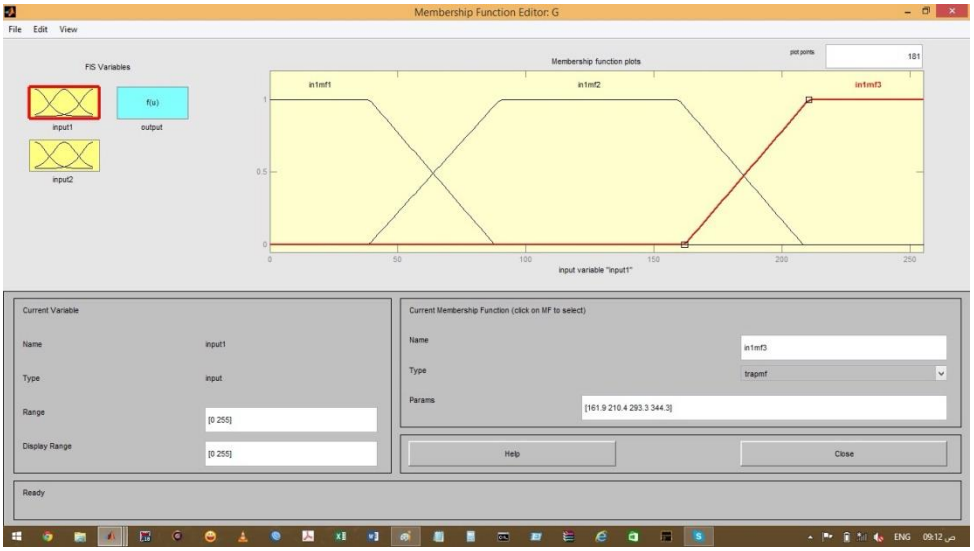
شكل(٧) الدالة العضوية الواطئة المحورة من قبل ANFIS



شكل(٨) الدالة العضوية المتوسطة المحورة من قبل ANFIS



شكل(٩) الدالة العضوية العالية المحورة من قبل ANFIS

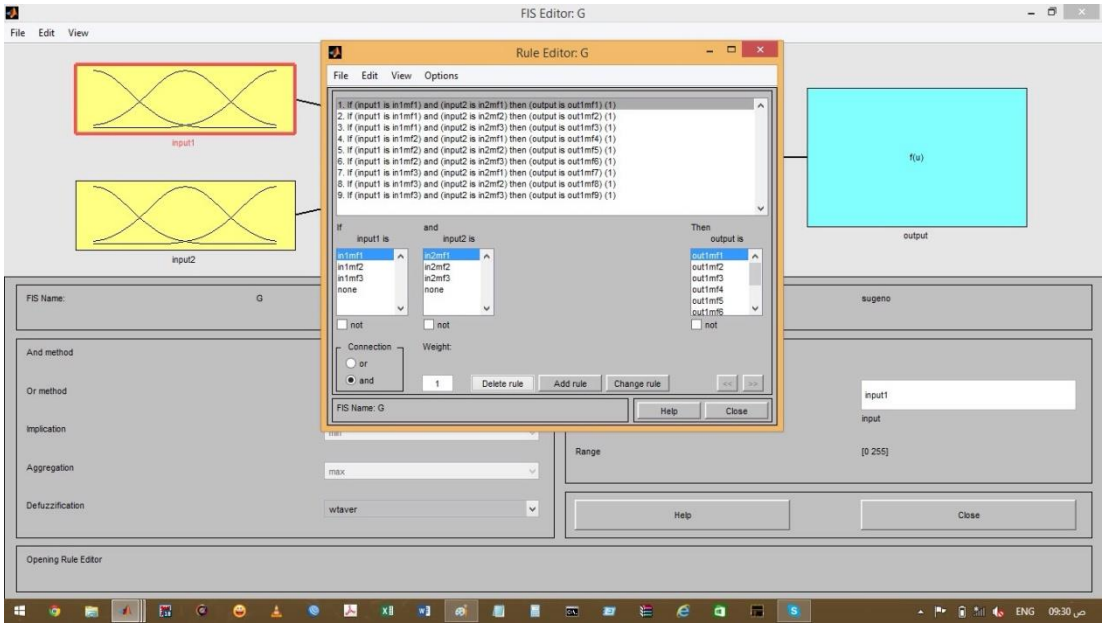


– مرحلة تعديل النموذج المضبب حسب الدوال الجديدة من خلال ERDAS

بعد تقديم نماذج معدلة للدوال العضوية المضببة كما اسلفنا في المرحلة السابقة فسيتم التعديل على ضوئها. وفيما يأتي الفروقات والتعديل لحدود الدوال العضوية المضببة .

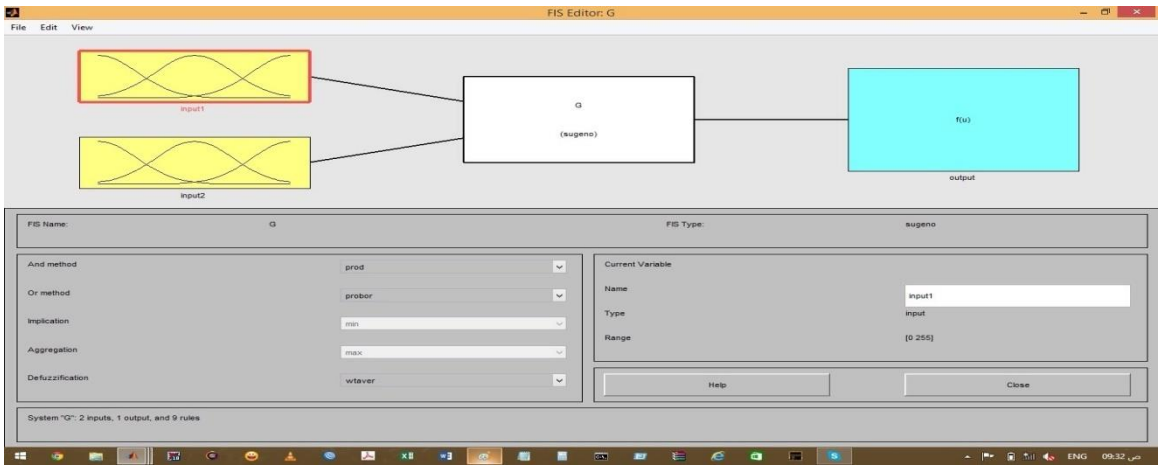
الدالة العضوية الواطئة: تراوحت قيم الأنعكاسية المصممة بين (٠ – ٥٠) ،في حين تراوحت الدالة العضوية المعدلة من قبل ANFIS بين (٠–٨٩) وكما موضح في الشكل(١٠).

الشكل رقم (١٠) بنية البرمجة الخاصة بالدالة العضوية الواطئة.



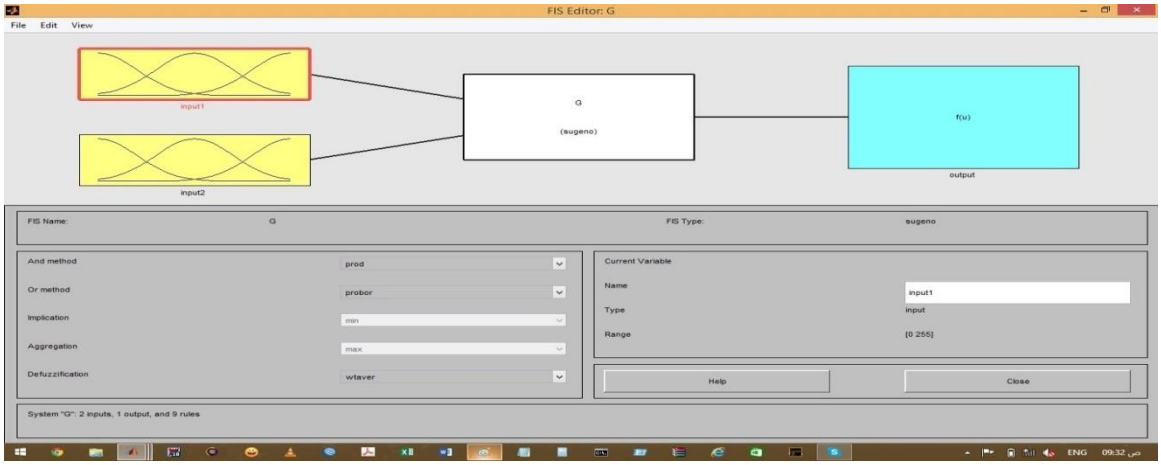
الدالة العضوية المتوسطة: تراوحت قيم الأنعكاسية المصممة بين (١٠٠-١٥٠) في حين تراوحت الدالة العضوية المعدلة من قبل ANFIS بين (٣٨-٢١٠) وكما موضح في الشكل(١١).

الشكل(١١) بنية البرمجة الخاصة بالدالة العضوية المتوسطة



الدالة العضوية العالية: تراوحت قيم الأنعكاسية المصممة بين (200-255) ،في حين تراوحت الدالة العضوية المعدلة من قبل ANFIS بين (161-255) وكما موضح في الشكل(١٢).

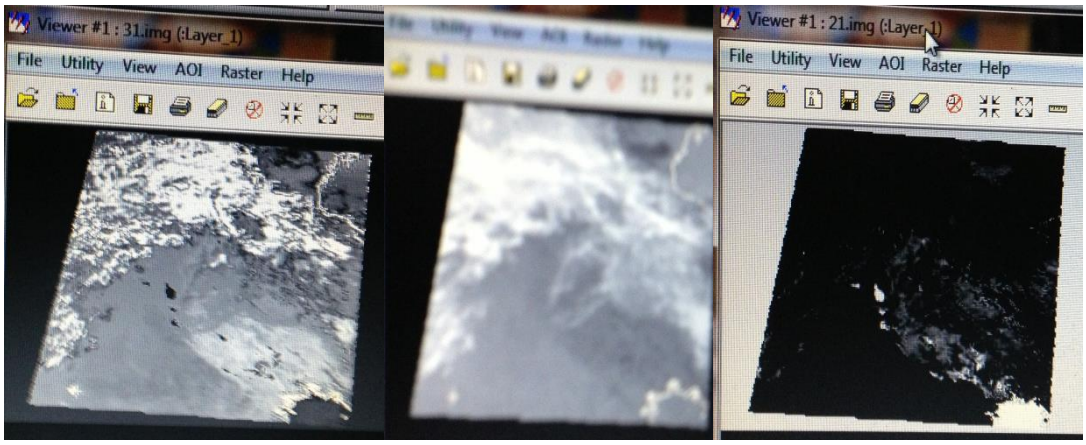
الشكل رقم(١٢) بنية البرمجة الخاصة بالدالة العضوية العالية.



– إنتاج مرئيات مصنفة بطريقة الشبكات العصبية ANFIS

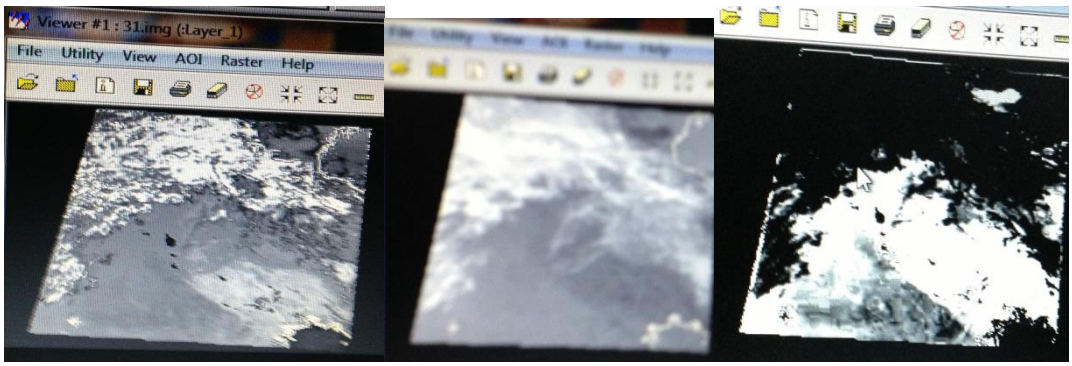
ويتم في هذه المرحلة إنتاج مرئيات مصنفة جديدة تختلف عن المرئيات المصنفة ضبابياً .وكما في الصور (٨) (٩) (١٠)

صورة(٨) نماذج صورية مصنفة للغيوم ذات الاحتمالات عديمة التساقط:



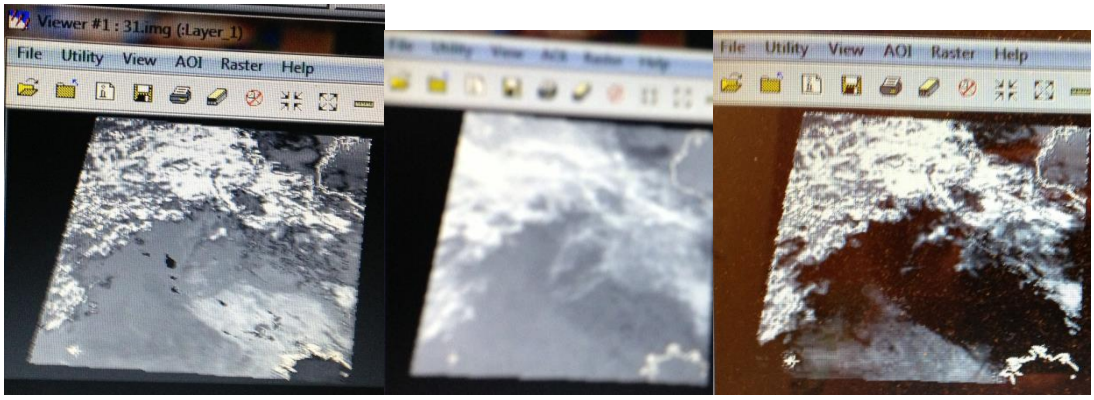
مرئية مصنفة حزمة حرارية حزمة مرئية

صورة(٩) نماذج صورية مصنفة للغيوم ذات الاحتمالات متوسطة التساقط:



مرئية مصنفة حزمة حرارية حزمة مرئية

صورة (١٠) نماذج صورية مصنفة للغيوم ذات الاحتمالات كثيفة التساقط

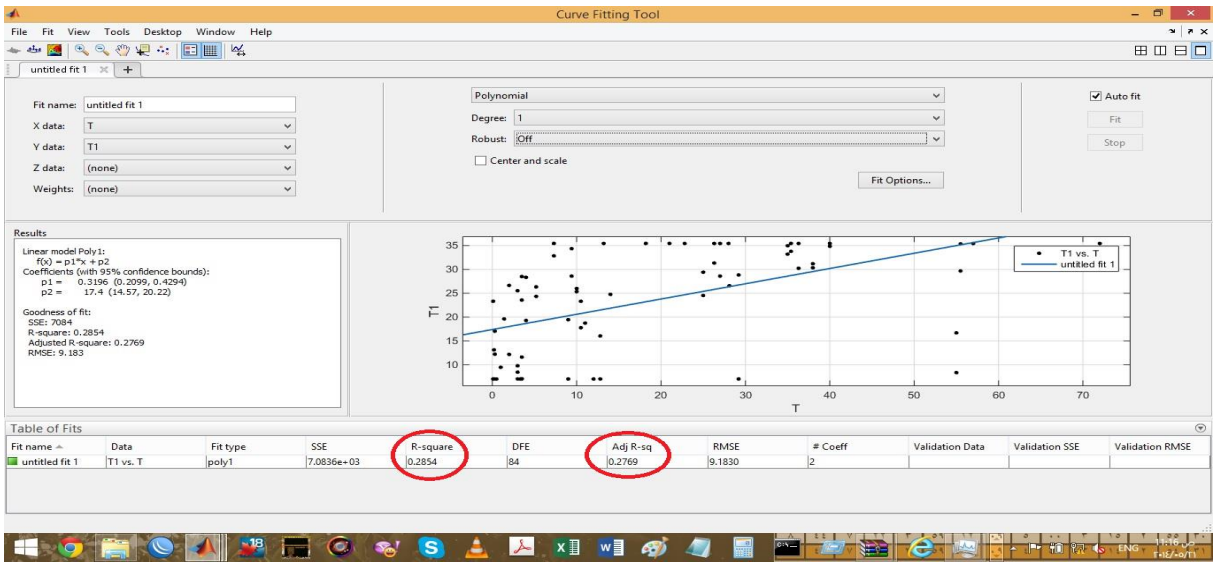


مرئية مصنفة حزمة حرارية حزمة مرئية

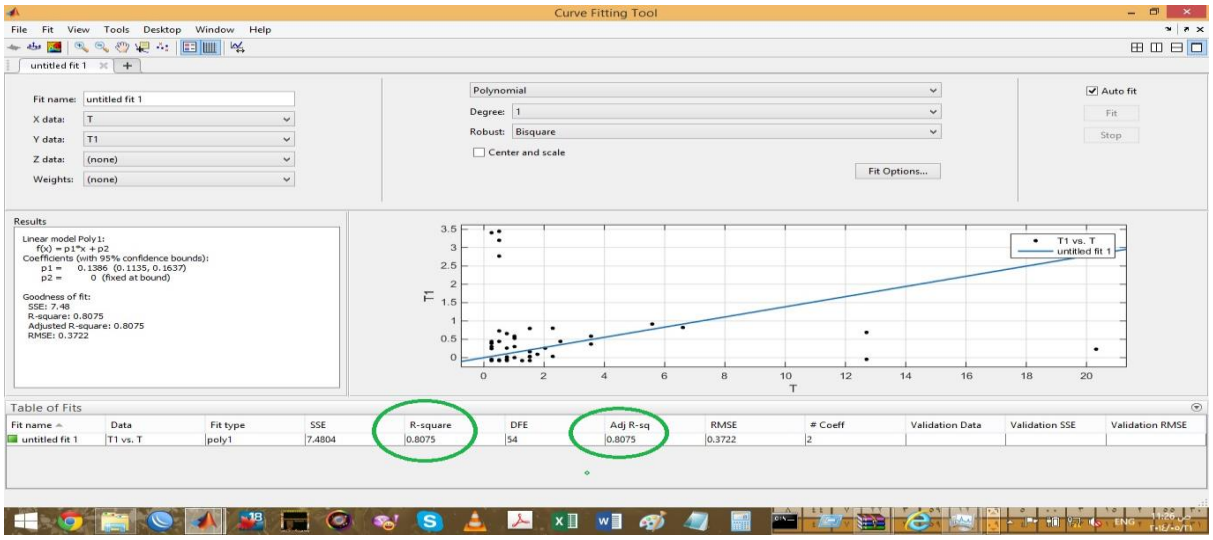
– تقييم دقة التصنيف للمرئيات المصنفة بطريقة الشبكات العصبية المضببة

كما أسلفنا سابقاً يتم تقييم التصنيف وفق طريقة المربع القياسي R-Square في برنامج Matlab . ويوضح الشكل (١٣) تبعثر البيانات وعدم وجود علاقة خطية لبيانات الاقليم الجبلي من العراق وكانت نتيجة دقة التصنيف لاحتمالات التساقط المطري ٠,٢٨ أي بما يعادل ٣٠% تقريبا. وهي نتيجة غير مقبولة احصائياً. في حين يلاحظ من الشكل (١٤) انتظام البيانات على خط الانحدار وعدم تبعثرها للنموذج المطبق على ولاية كولورادو وكانت نتيجة دقة التصنيف لاحتمالات التساقط المطري ٠,٨٧ أي بما يعادل ٨٠.% . ويعود السبب في ضعف العلاقة وعدم قبولها احصائيا للنموذج المطبق في العراق الى عدم كفاءة بيانات المحطات المطرية وعدم توفرها على مستوى الساعة ، اذ كانت بيانات الأمطار للأقليم الجبلي على المستوى اليومي في حين كانت المرئيات الفضائية المدروسة على المستوى الساعاتي . على عكس بيانات ولاية كولورادو والتي كانت بياناتها متطابقة ٢٤ مرئية فضائية في اليوم يقابلها ٢٤ قراءة لكميات الأمطار في المحطات قيد الدراسة .

شكل (١٣) اختبار دقة التصنيف للمرئيات وبيانات الأمطار في الأقليم الجبلي من العراق



شكل (١٤) اختبار دقة التصنيف للمرئيات وبيانات الأمطار لولاية كولورادو



المصدر : اعتمادا على برنامج Matlab

الاستنتاجات

- لقد اثبتت طريقة المنطق المضبب نجاحها في بناء قواعد لنماذج الغيوم من خلال الدوال العضوية المضببة واعتمادا على خصائصها الطيفية ضمن الحزم الموجية في متحسسات الأقمار الاصطناعية الخاص بالطقس والمناخ وباستخدام برنامج ERDAS.

٢- تم الحصول على نموذج مضبب يمكن من خلاله تصنيف الغيوم اعتمادا على الدوال العضوية المضببة فالدالة الواطئة تمثل أمطار معدومة والدالة المتوسطة تمثل أمطار متوسطة في حين الدالة العالية تمثل أمطار غزيرة .

٣ – يمكن من خلال النماذج الصورية للغيوم التعرف على المحتوى المائي فيها وحسب المستويات الرمادية، فالألوان الداكنة والسوداء دلالة على عدم وجود الأمطار والألوان الرمادية دلالة على أمطار متوسطة في حين الألوان الفاتحة والبيضاء دلالة على أمطار غزيرة .

٤ – تم استخدام طريقة المربع القياسي R-Square للتعرف على دقة التصنيف وفق طريقة المنطق المضبب لاحتمالات التساقط المطري وكانت النتيجة ٠,٢٨ أي بما يعادل ٣٠% تقريبا. وهي نتيجة غير مقبولة إحصائيا. وهذا هو سبب تطبيق طريقة اخرى وهي الشبكات العصبية المضببة في سبيل التحقق من المشكلة ان كانت في الطريقة ام في البيانات المستخدمة او اسباب اخرى .

٥ – طبقت طريقة الشبكات العصبية المضببة وكانت نتيجة دقة التصنيف ٠,٢٨ أي بما يعادل ٣٠% تقريبا. وهي نتيجة غير مقبولة احصائياً ايضا . ولغرض التحقق من الطريقة الثانية فقد تم تطبيق الطريقة على ولاية كولورادو وكانت نتيجة دقة التصنيف لاحتمالات التساقط المطري ٠,٨٧ أي بما يعادل ٨٠% . نستنتج من هذا ان سبب ضعف العلاقة يعود إلى عدم كفاءة بيانات الأمطار في العراق.

٦– لقد اثبت النموذج المصمم من قبل الباحث نجاحه في التنبؤ بالتساقط . كما أتاح برنامج MATLAB ومن خلال خوارزمية ANFIS تعديل النموذج المصمم وصولا إلى نموذج يطابق الواقع .

٧– لا يمكن إجراء دراسة وعلاقة بين قيم الأمطار اليومية مع قيم الانعكاسية ضمن الخلايا الصورية الساعاتية لان ذلك يؤثر سلبا على نتائج النموذج أي بمعنى يجب ربط الأمطار الساعاتية بالقيم الانعكاسية خلال ساعة التصوير.

المصادر

F. Martin McNeill, Fuzzy Logic: A Practical 1- Approach , Morgan Kaufmann Pub , London , 2006 . P 19 .

2-Klir ,G.J., and Yuan,B, Fuzzy Set and Fuzzy logic Theory and Applications ,Prentice Hall PTR. . 1995 , P 36 .

3- C. C. Lee, Fuzzy Logic in control system , part I , Man Cybern , Vol 20, London, 1999 , P 32 .

4-Ying Bai and others , Advanced fuzzy logic technologies in Industrial Applications , Charlote University , London , 2006 , P 109.

5- Michael Negnevitsky , Artificial Intelligence , Edision Wesely printing office, 2nd Edition ,England , 2005 P 166.

6-S.N Sivanandam & others , Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab , Library of Congress, , Tamil Nadu, India , 2007 . P 67 .