تمييز قزحية العين باستخدام شبكة ايلمان العصبية الاصطناعية

مودة محمد سليمان
ماجستير علوم حاسبات / كلية العلوم
جامعة الموصل

الاستلام	القبول
٢٠١٠ / ١٢ / ٢٩	٢٠١١ / ٠٤ / ١٢

Abstract

Iris recognition is regarded as the most reliable and accurate biometric identification system available. A biometric system provides automatic identification of an individual based on a unique feature or stable characteristic possessed by the individual.

This research involves intelligent iris recognition system. For determination of the recognition performance of the iris, CASIA database of digital grayscale eye image was used. This database was then used to process the illumination which is the most important problem in iris recognition. (42) images for different irises used for training, obtained from CASIA, by extension (bmp), and (30) other snapshots for the same irises for testing because CASIA database provided more than one snapshot for each iris, the feature extraction implemented depended on extract the statistical values of (variance, standard deviation, skweness, kurtosis) and seven invariant moments for each image, the results of simulations of Elman artificial neural network that possessed dynamic memory which used as a tool to take decision, illustrate the effectiveness recognition in training 100% and in testing recognition accuracy = (93.33%). The software to perform iris recognition uses Matlab® (2010) development environment.

الملخص

يعتبر نظام تمييز القزحية اكثر انظمة التحديدات القياسية الحيوية المتوفرة دقة وموثوقية، يعتمد اي نظام للتحديد القياسي الحيوي في تحديد هوية الفرد على ميزة وحيدة او خاصية ثابتة يمتلكها الفرد، هذا البحث تضمن بناء نظام حاسوبي ذكي لتمييز قزحية العين،

لتحديد كفاءة تمييز القزحية استخدمت قاعدة بيانات كاسيا التي تشتمل على صور رقمية للعيون ذات التدرج الرمادي التي عالجت اعظم المشاكل التي يواجهها نظام تمييز القزحية وهو شدة الاضاءة العالية وتم اخذ ٤٢ عينة لقزحيات عيون اشخاص مختلفين للتدريب و٣٠ عينة اخرى لنفس الاشخاص ولكن بلقطات مختلفة للاختباروذلك ان قاعدة بيانات كاسيا تضم اكثرمن لقطة لكل قزحية بالامتداد (.bmp). تم استخلاص خواص الصور بالاعتماد على المقاييس الاحصائية (التباين، الانحراف المعياري، الميل، معامل الالتواء، والمقاييس اللا اعتمادية السبعة للصورة). اثبتت نتائج محاكاة الشبكة العصبية الاصطناعية ايلمان التي تمتلك ذاكرة ديناميكية والمستخدمة لاتخاذ القرار فعاليتها في تمييز القزحية و كانت دقة التمييز ١٠٠% في مرحلة التدريب و٩٣,٣٣% في مرحلة الاختبار.

١- المقدمة:

استطاع الإنسان أن يحاكي مما يحدث في الكون من تطور و تغير دائم وحركة دائمة نحو السمو والكمال في كل شيء والخالق جل شأنه خلق كل شيء فأحسن خلقه، و بمحاكاة ذلك أمكن أيجاد وسائل رياضية تحاول ألوصول إلى حلول مسائل متعددة في الحياة العلمية[١]. فاستعمل شبكات عصبية اصطناعية داخل برامج الحاسوب تقوم بحل مسائل عديدة خاصة ما يحتاج منها الى تمرين وتعلم واستفادة من الماضي[٢] الكثير من هذه الميادين طرق بابها الحاسوب والبرمجة وعلى راسها التحكم الصناعي والتطور الطبي وكذلك قضايا ايجاد الحلول المثلى والتي تتطلب مجالات التعرف على البصمات والصور والأشكال التي تستخدم في الأبحاث الجنائية...، و ظهرت أنظمة المحافظة على سرية المعلومات و حمايتها و التحقق من هوية الأشخاص مثل كلمات المرور(passwords)، الرقم الذي يعرف الشخص (person identification pin number) وسبب إمكانية فقدان أو نسيان كلمات المرور والأرقام ظهرت انظمة اخرى والتي تعرف بأنظمة علم الإحصاء البيولوجي (biometrics) كالنظام الذي يعتمد على نموذج بصمة الإصبع والنظام الذي يعتمد على نموذج القزحية، حيث يوفر هذان النظامان امنية اكثر من الطرق السابقة [٣] ويتفوق نظام تمييز قزحية العين بانه ينتج اقل عدد من الاخطاء مقارنة مع التقنيات المطبقة لعلم الإحصاء البايولوجي فمن الضروري إيجاد اجزاء من جسم الانسان التي تكون ثابتة مدى العمر، وحيدة، سهلة القياس وسريعة المعالجة والتي تتمثل بقزحية العين [٤].

١-١ التمييز بالمجال الطبي:

استخدم الحاسوب والشبكات العصبية الاصطناعية Neural Networks بشكل خاص بالتمييز في المجال الطبي مثل تمييز بصمات الأصابع، تمييز قزحية العين [٥]، تمييز أورام الدماغ باستخدام تقنيات ذكائية مهجنة كالشبكات العصبية والخوارزميات الجينية[٦] .

١-٢ قزحية العين البشرية:

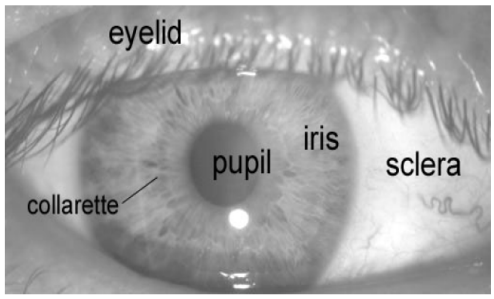
العين: هي شبكة كروية وقطر عين الإنسان البالغ يصل إلى ٢،٥ سم تقع العين في مقدمة الجمجمة محمية داخل المحجر العظمي.

والقزحية هي أكثر أجزاء العين البشرية وضوحا، وتتكون من عضلة دائرية وأخرى طولية للتحكم في كمية الضوء المار إلى شبكية العين من خلال عين الإنسان. القزحية مسؤولة عن لون العين، وبها البؤبؤ أو الحدقة التي يتغير حجمها بحسب كمية الضوء الداخل أما بالنسبة للقرنية فهي شفافة، ولا تحتوي على الأوعية الدموية، فتأخذ ما تحتاج إليه من غذاء وأوكسجين من الخلط المائي الذي يفرز من الجسم الهدبي [٧]. وتتكون القزحية من خطوط، نقاط، حلقات، تجويفات، حبيبات صبغية وغيرها من المكونات لمقدرة بـ٢٥٦ صفة قياسية مقارنة مع بصمة الاصبع التي تمتلك حوالي٤٠ صفة قياسية وبهذا لا يوجد جزء اخرمن الجسم يمتلك مثل هذا العدد الهائل من الصفات الوحيدة[٨]، اي انها تمثل عضوا داخليا محميا من قبل القرنية والسائل ومستحيل اجراء تغيير جراحي للقزحية بدون إحداث خطر على الرؤية و تمتاز بان رد الفعل العضوي للضوء (تقلص وانبساط البؤبؤ) هو اختبار طبيعي ضد التزوير[٩]، كما انها صفة وحيدة لكل شخص وثابتة مدى العمر[١٠].

١-٣ الدراسات السابقة

تم من قبل الغريري تطبيق طريقة جديدة لتقطيع صور القزحية عن طريق تصميم خوارزمية (Combined Profile and Mask) (CPM) والتي تعتمد على الـ Mask Profile لتحديد منطقة القزحية والبؤبؤ والتي تمثل منطقة التمييز وباستخدم جابر فلتر وويف فلتر لإيجاد الخصائص وتمييز الأشخاص[١١]، قام كل من Rahib H.Abiyev, Koray Altunkaya باستخدام خوارزمية سريعة لتحديد الموقع الداخلي والخارجي لمنطقة القزحية موقع القزحية استخلاص من صورة العين وبعد اسقاطه وتحسينه تم تمثيله بواسطة مجموعة بيانات وباستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية التي تقوم بتصنيف قوالب القزحية وبتطبيق ستراتيجية التكييف (adaptive) لتدريب الشبكة العصبية، نتائج المحاكاة ادرجت فعالية الشبكات العصبية الاصطناعية في تعريف الشخص وحصل على نسبة تمييز في مرحلة التدريب (99.25%). [١٢]، تم من قبل T.Santhanam M.Gopkrish and بناء طريقة جديدة لتمييز قزحية العين باستخدام طريقة كفؤة لتقطيع صور القزحية عن طريق تحديد المساحة المرتبطة ولغرض زيادة دقة المطابقة للشبكة العصبية مع ادماج تقنيات كشف الرموش والاجفان باستخدام مرشح جابورذي البعد الواحد والذي استخدم لاستخلاص الخواص المؤثرة وباستخدام عدة تقنيات (مسافة هامنك، شبكة الانتشار العكسي-تغذية خلفية، شبكة

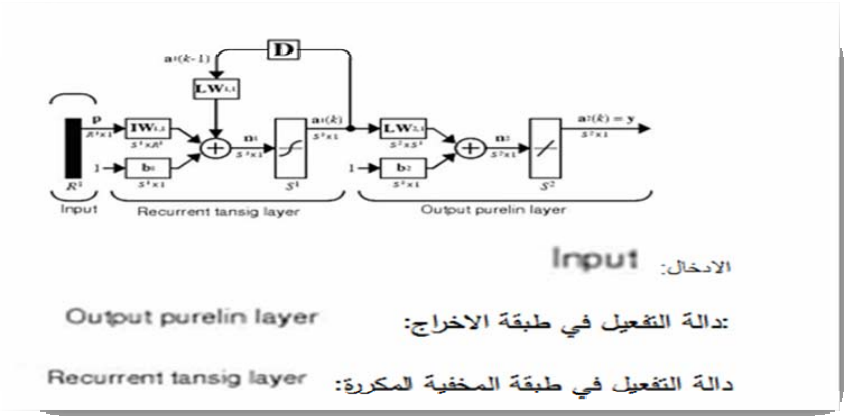
برسبتنك، شبكة ايلمان) لتصنيف قوالب القزحية.[١٣]، تم من قبل ليلى فلاح وحامد وفاربود تطبيق عملية تمييز للقزحية على أساس حساب التباين المشترك لتحوير المويجة باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية التنافسية، استخدمت مجموعة حافات القزحية لبناء مصفوفة التباين المشترك[١٤].



شكل (١): مكونات العين [١٥]

٢- معمارية الشبكة العصبية ايلمان Elman Neural Network :

هذه الشبكة تكون ذات طبقتين فالشبكة العصبية ايلمان تمتلك ذاكرة ديناميكية قوية تكون ذات طبقتين، لذا فقد استخدمت بشكل واسع في جميع المجالات التي تتضمن التصنيف والتنبؤ ونظام التعريف الديناميكي والسيطرة الكيفية... الخ [١٦] ونوع التغذية الانتشار خلفي من إخراج الطبقة الأولى إلى إدخال الطبقة الأولى حيث أن الشبكة تمتلك tansig neurons في الطبقة المخفية (المتكررة) وتمتلك purelin neurons في طبقة الإخراج إن الطبقة المخفية يجب أن يكون لديها خلايا عصبية بما فيه الكفاية وأن هذه الشبكة تختلف عن الشبكات التقليدية التي تمتلك طبقتان وهذا الاختلاف في الطبقة الاولى يكون لديها إتصال متكرر، يتم تعليم هذه الشبكة بوجود معلم. ومن تطبيقاتها تصنيف متجهات الإدخال إلى صفوف الهدف (الإخراج) والمختارة من قبل المستخدم. الشبكة ايلمان موضحة في الشكل (٢) تختلف عن شبكات ثنائية الصيغة التقليدية بان طبقتها الاولى تحتوي على ارتباط مكرر (recurrent).

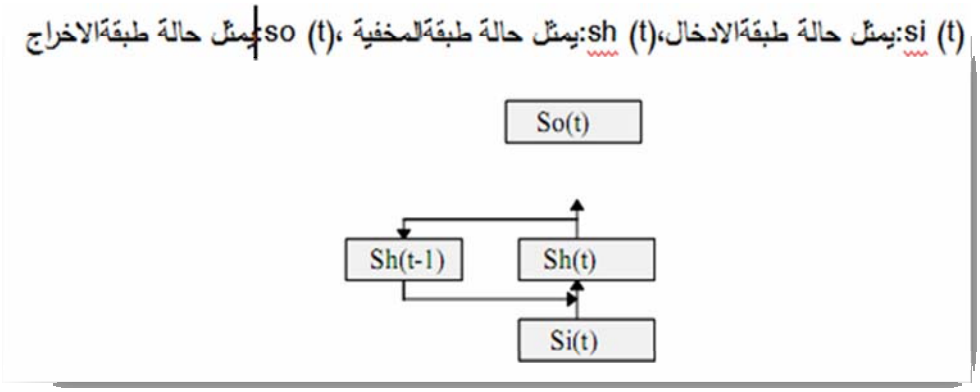


شكل (٢): معمارية شبكة Elman [١٧]

٢-١ تدريب الشبكة Elman:

شبكات Elman يمكن أن تدرب مع إحدى الدالتين train أو adapt،عندما يتم استعمال الدالة train لتدريب شبكة Elman [١٨] ستكون سلسلة الإدخال الكاملة تقدم إلى الشبكة، ونواتجها تحسب وتقارن بسلسلة الهدف لتوليد سلسلة خطأ، الخطأ هو back propagated وذلك لايجاد ميول الأخطاء لكل وزن وتحيز حيث هذه الميول في الحقيقة هي تقريبية، ثم يستعمل هذا الميل التقريبي لتجديد الأوزان بدالة التدريب back prop المختارة والدالة يفضل أن تكون Traingdx. عندما يتم استعمال الدالة adapt لتدريب شبكة Elman فسيحدث ماسبق عداالدالة يفضل أن تكون learngdm.

Train: يأخذ هذه الموجهات والأوزان الأولية وانحيازات الشبكة، ويعيد الأوزان والانحياز الجديد. مخرجات الطبقة المخفية لشبكة Elman تكون ذاهبة الى طبقة الأخراج سيؤخذ نسخة منها ويتم اعادة ادخالها مع المدخلات الجديدة في طبقة الأدخال والتي يكون اخراجها داخلاً إلى الطبقة المخفية مرة اخرى وهذا سيؤدي الى سرعة وصول الشبكة الى الاستقرارية [٦] كما موضح بالشكل الآتي:



الشكل (٤): معمارية شبكة Elman [١٩]

٢-٢ استخلاص الخواص (Feature extraction)

ان عملية استخلاص الخواص واحدة من اهم عناصر نظام تمييز الانماط اذ يعتمد اداء نظام التصنيف بشكل مباشر على عملية اختيار الخواص واستخلاصها، فالفائدة الرئيسة من استخلاص الخواص هي تقليص حجم البيانات المعروضة بالصورة وتمثل الصورة بمجموعة من الخواص بصيغة رقمية، وهذه الخواص تستخدم في نظام التمييز لتصنيف البيانات، وتجعل خوارزمية استخلاص الخواص الكفؤة عملية التمييز اكثر فاعلية واعلى كفاءة اذ ان نظام

التمييز يتعامل مع مفاهيم رياضية وتقنية من اجل تصنيف مختلف الاجسام (object) من خلال ملاحظة معلومات الصورة مثل المستويات الرمادية للنقط الصورية (pixel) في الصورة، وتتكون عملية استخلاص الخواص في هذا البحث من إحدى عشر قياس تم حسابهم مباشرة من مستوى الطبقة الرمادية (gray level)، السبب لاختيار هذه الصفات هو سهوله تطبيقها و كذلك لقوتها المتميزة الفارقة. تشتق مميزات للنقاط من توزيع الطبقة الرمادية (gray level) للصورة. المقاييس الإحدى عشر التي تم اختيارها هي: المتوسط (Mean)، الانحراف المعياري (Standard Deviation)، الميل(skewness)، معامل الالتواء (kurtosis) والعزوم السبعة الثابتة (Seven invariant moment) تستخدم على أنها بيانات الإدخال في نظام التمييز. إن ثوابت اللحظات اختيرت كون هذه الصفات ثابتة خلال التدوير (Rotation)، تكبير أو تصغير (Scaling) ونقل (Translation) ودرجة جيدة من تخفيض البيانات كان يتحقق بذلك. كما أن استخدامها يجعل عدد الخصائص المستخلص قليل وفعال في نفس الوقت.[٢٠]،[٢١] كذلك تعد عملية حساب الخطأ(Error) الناتج عن عملية تدريب الشبكة واختبارها من العمليات الهامة في تطوير نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية، ويتوقف عليها اختيار نموذج الشبكة المثلى التي توافق اقل خطأ من بين نماذج كثيرة يتم تجريبها خلال عملية التدريب، ويمكن اختيار مدى ملائمة الشبكة العصبية لحل مشكلة من خلال عدة مؤشرات او مقاييس، منها عامل الوقت (Time)، واقل معدل لمربع الخطأ (Mean Squre MSE Error). ويعرف حسب المعادلة التالية[٢٢]:

$$MSE = 1/n\sum_{i=1}(ti - outi)^2 \quad \ldots(٢-٠)$$

n: عدد العناصر، ti : يمثل الاخراج المطلوب، $outi$: يمثل الاخراج الحقيقي للشبكة.

٢-٣ قياس المتوسط (Mean).

المقياس الأكثر استخداما هو المتوسط (Mean) وممكن حسابه للمتغيرات الكمية فقـط مـن خلال المعادلة التالية [٢٠]، [٢٣]: حيث أن:

$$\bar{X} = \frac{X١ + X٢ + \cdots\ldots + Xn}{N} \quad \ldots(١-٢)$$

$\bar{X}$: الوسط الحسابي، N : عـدد نقـاط البيانـات، $X1 + X2 + \cdots\ldots + Xn$: الطبقـة الرمادية لبيانات الصورة.

٢-٤ قياس الانحراف المعياري (Standard Deviation).

تعطى بيانات الصورة مجموعة من المشاهدات الكمية للمتغيـر X، ويـتم تأشـيرها بواسطة $\bar{X}$ الذي يمثل المتوسط، التباين يعرف بمربع معدل الانحراف للمتوسط [٢٠]،[٢٤].

$$\sigma^2(X) = \frac{1}{N-1} \sum_{i-1}^{N} (Xi - \bar{X})^2 \quad (٢-٢)$$

…

ومن ثم حساب الانحراف المعياري، وهو الجذر ألتربيعي للتباين:

$$std(X) = \sqrt{\sigma^2}(X) \quad (٣-٢)$$

…

٢-٥ قياس الميل (Skewness).

الميل هو مقياس التناسب أو التناسق، الميل لتوزيع طبيعي هو 0، وأي بيانات متناسقة يجب أن يكون فيها ميل مقارب للـ 0، الميل يكون ذو قيمه سالبه للبيانات المائلـة لليـسار، وموجبه للبيانات المائلة لليمين، نعني بـ(مائل لليسار) أي أن الطرف الأيسر يكون أثقل مـن الطرف الأيمن.

للقيم $X1 + X2 + \cdots \ldots + Xn$ فان معادله الميل هي [٢٠]:-

$$skeness = \frac{1}{N} \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} (Xi - \bar{X})^3}{\sigma^3} \right) \quad \ldots (٤-٢)$$

٢-٦ قياس معامل الالتواء (Kurtosis).

هو قياس لمعرفه فيما إذا كانت البيانات في القمة أو في الأسـفل بالنـسبة للتوزيـع الطبيعي، والبيانات تكون لها معامل التواء واطئه فيما إذا كان لها قمـة واطئـة قريبـة مـن المتوسط بالإضافة إلى قمة حادة، لمجموعه من البيانات $X1 + X2 + \cdots \ldots + Xn$ قيمـة معامل الالتواء لتوزيع طبيعي نموذجي هو٣ لهذا السبب، فـان معامـل الالتـواء المتزايـد هو[٢٠]،[٢٤]:

$$\text{Kurtosis} = \frac{1}{N} \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} (Xi - \bar{X})^4}{\sigma^3} \right) - 3 \quad \ldots (٢-$$

٥)

حيث أن $\bar{X}$: هو المتوسط ، σ: هو الانحراف المعياري، N : عدد نقاط البيانات.

٢-٧ العزوم السبعة اللااعتمادية Seven Invariant Moments

استخدمت لأول مرة في سنة ١٩٦١ وتم استعمالها كميزة نموذجيه لعدد من التطبيقات لانجاز التمييز الثابت لصورة نموذجيه ذات بعدين، كما اعتمدت علـى طريقـة فـي الجبـر باستخدام معادلة غير خطية للقيم التي تمثل إلـ(geometric moments(GM، وهي خاصية مطلوبة للثبات عند ترجمه الصورة، وتعديل الحجم (التكبير والتصغير) و الدوران، هذا النوع

من القيم هو المقياس الأمثل للتعرف على الحرف العربـي والحـرف الانكليـزي والـصور الرقمية[٢٥].

في هذه الدراسة، تقنية إلـ(GM) مع مجموعتها من القيم الثابتة تم استعمالها بـسبب ميزتها بان تكون ثابتة (invariant) مقابل التحويل، التزحيف و التدوير وصفاتها لكل صيغه من المجموعة، وهي علاقة غير خطية للعزوم الثاني والثالث، هذه المجموعة مـن الثوابـت والتي ممكن أن تستخدم قيمه ثنائيه أو قيمه حقيقية، معتمده علـى نـوع ألمـشكله المطلـوب معالجتها.،في المشاكل الطبية هذه المجموعة يتم استخدامها مع قيم حقيقية.النوع الثـاني مـن العزوم هو العزوم المتعامد لتغطية الصورة من العزوم المعتمدة على نظريه المتعدد الحـدود المتعامد وقدمت العزوم zerinke التي تسمح بالعزوم الثابتة الغير معتمده ليتم تركيبه بسهولة إلى طلاب اعتباطي.

العزوم المركزية تعرف بـ [٢٥] [٢٦]:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}(x-\bar{x})^p\,(y-\bar{y})^q\,f(x,y)\,dxdy \qquad \dots(٧-٢)$$

حيث: $$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}\ ,\ \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}} \qquad \dots(٨-٢)$$

أما إذا كانت الصورة digital، فان المعادلة (٢-٧) تصبح

$$\mu_{pq} = \sum_x\sum_y(x-\bar{y})^{\,p}\,(x-\bar{y})^q\,f(x,y) \qquad \dots(٩-٢)$$

حيث: $\bar{x}$: مركز محور X في الصورة، $\bar{y}$: مركز محور Y في الصورة.

m_{00} هي قيمه الوسط الحسابي للصورة، X : هو قيمه نقاط المحور x ، Y هو قيمه نقـاط المحور y، $f(x,y)$ القيمة الرمادية للصورة. العزوم المركزية هي:

$$mij = \Sigma_x\Sigma_y(x-\bar{x})^i\,(y-\bar{y})^j\,f(x,y) \qquad \dots(٢-١٠)$$

هي كالاتي i,j حيث انه قيم mij وهكذا لبقية القيم وتختصر الى:

{(٣،٠)،(٠،٣)،(٢،١)،(١،٢)،(٢،٠)،(٠،٢)،(١،١)،(٠،١)،(٠،٠)}

$$\{\mu_{00} = m_{00}\ ,\ \mu_{00} = 0\ ,\ \mu_{01} = 0,\ \mu_{11} = m_{11} - \bar{y}m_{10},$$
$$\mu_{02} = m_{02} - \bar{y}m_{01}, \mu_{30} = m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{00}, \qquad \dots(٢-١١)$$
$$\mu_{03} = m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{00}, \mu_{12} = m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{10}\}$$

العزوم المركزية المعتدلة (normalized central moments) المعروفة بـ (n_{pq}) توضح في:

$$n_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu^{r}_{..}} \qquad \ldots (١٢ - ٢)$$

حيث أن قيمه r هي

$$r = \frac{p+q}{٢} + ١ \qquad \ldots (١٣ - ٢)$$

مجموعه العزوم السبعة يمكن أن تشتق من العزوم الثانية والثالثة:

$$\begin{cases} \varphi_1 = n_{20} + n_{02} \\ \varphi_2 = (n_{20} - n_{02})^2 + 4n_{11}^2 \\ \varphi_3 = (n_{30} - 3n_{12})^2 + (3n_{21} - n_{03})^2 \\ \varphi_4 = (n_{30} + n_{12})^2 + (n_{21} + n_{03})^2 \\ \varphi_5 = (n_{30} - 3n_{12})(n_{30} + n_{12})[(n_{30} + n_{12})^2 - 3(n_{21} + n_{03})^2] \\ \qquad + (3n_{21} - n_{03})(n_{21} + n_{03})[3(n_{30} + n_{12})^2 - (n_{21} + n_{03})^2] \\ \varphi_6 = (n_{20} - n_{02})[(n_{30} + n_{12})^2 - (n_{21} + n_{03})^2] + 4n_{11}(n_{30} + n_{12})(n_{21} + n_{03}) \\ \varphi_7 = (3n_{21} - n_{03})(n_{30} + n_{12})[(n_{30} + n_{12})^2 - 3(n_{21} + n_{03})^2] \\ \qquad + (3n_{12} - n_{30})(n_{21} + n_{03})[3(n_{30} + n_{12})^2 - (n_{21} + n_{03})^2] \end{cases} \qquad \ldots (١٤ - ٢)$$

مجموعه القيم للعزوم السبعة الثابتة قد تكون موجبه أو سالبه اعتمادا على نوعيـه الـصورة، قيمه هذه المجموعة اكبر من قيمه العمليات الحسابية التي تستخدم اللوغارتم للقيمـة المطلقـة لهذه المجموعة كما مبين في [٢٦]،[٢٧].

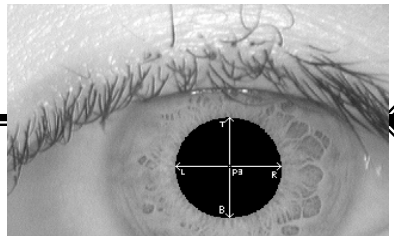
$$\omega(i) = \log|\varphi(i)| \qquad \ldots (١٥ - ٢)$$

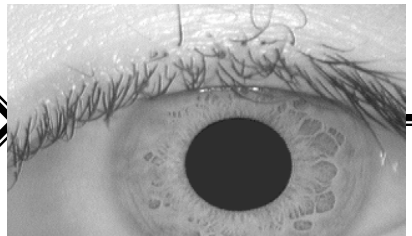
For i = (1, 2,……7)

٣- المعالجة الأولية لصورة العين:

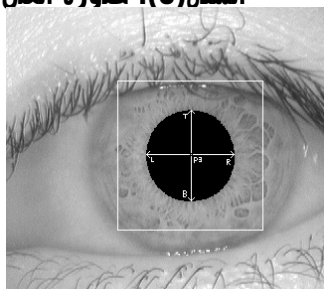
إن الصورة التي تم استخدامها في هذا البحث تكون ألوانها من التدرجات الرمادية فقط حيث تكون صور من صيغة (bmp.) تمت المعالجة الأولية للعين بقطع منطقة القزحية مـن صورة العين وذلك لكون قزحية العين تعتبر الإدخال لنظام التمييز وسوف تقسم عملية قطـع منطقة القزحية إلى مراحل متتالية. كما في الشكل(٥) يوضح صورة العين.

تبدأ المرحلة الأولى وبتطبيق (High Pass Filter) على الصورة وذلك لتحديد منطقة البؤبؤ في العين وجعل لون منطقة البؤبؤ باللون الأسود الداكن وتكون قيمتها تساوي الـصفر، وبعدها اختيرت نقطة داخل البؤبؤ ولتكن هذه النقطة p1 ثم الاتجاه يمينا حتى الوصول إلـى حدود البؤبؤ لتحديد الحافة اليمنى، ثم الاتجاه يسارا حتى الوصول إلى حدود البؤبـؤ لتحديـد الحافة اليسرى وبعد أن حددنا الحافة اليمنى واليسرى نوجد المنتصف بين الحافتين ولتكن هذه النقطة p2 والخطوة التالية هي تحديد نقطة المنتصف للبؤبؤ بالاستفادة من إحداثيات النقطةp2 ولتكن نقطة المنتصف للبؤبؤ p3 وكما في الشكل (٦)، ثم لايجاد منطقة قزحية العين يـضاف القيمة aria لكل من ال right وال bottom وإنقاص نفس القيمة من ال top وال left وكما هو بالشكل (٧). ثم اخذ منطقة القزحية فقط وكما موضح بالشكل (٨).

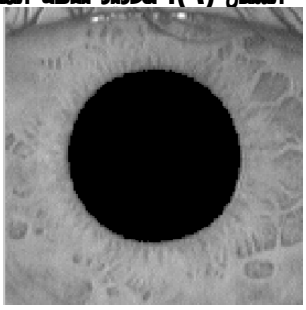




الشكل(٥): صورة العين

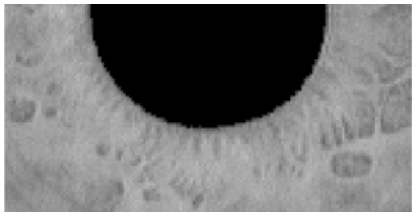


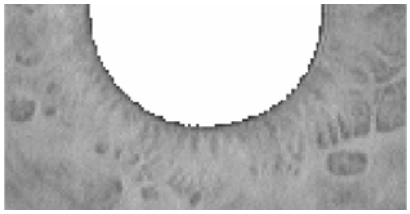
الشكل (٦): تحديد نقطة المنتصف



الشكل (٧): تحديد منطقة القزحية

الشكل (٨): منطقة قزحية العين والبؤبؤ





الشكل (٩): تنصيف قزحيـة العـين والبؤبـؤ المستخدمة

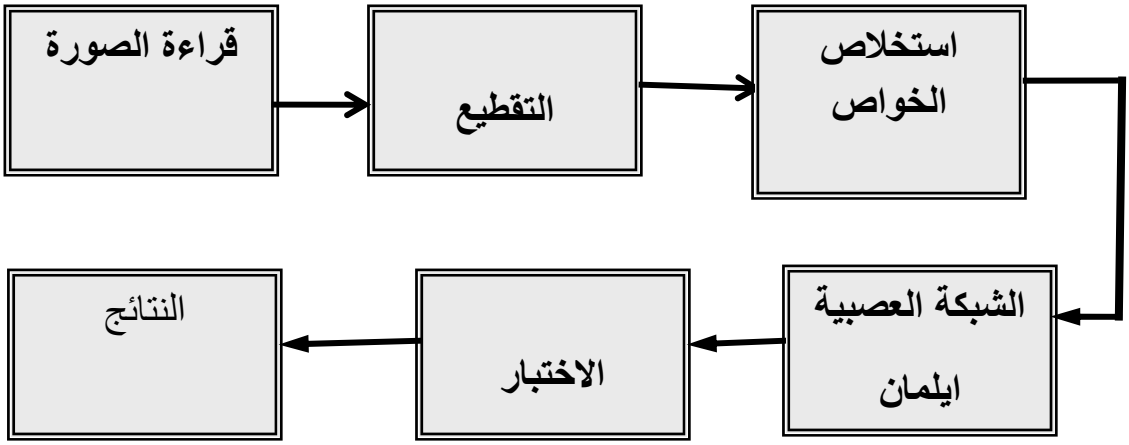
الـشكل (١٠): الـصورة النهائيـة في نظام التمييز

الصورة التي تم التوصل إليها بالخطوة السابقة فيها قليل من التشويش من قبل الرموش التي تكون ظاهرة في معظم الصور وللتخلص من هذه المشكلة يؤخذ النصف الأسفل للصورة وكما موضح بالشكل (٩). وفي النهاية تم تحويل لون البؤبؤ إلى اللون الأبيض أي إلى التدرج ٢٥٥ من التدريجات الرمادية للصورة وبذلك تم الحصول على الصورة في الشكل (١٠) والتي تم استخدامها في نظام تمييز.

٣-١ وصف العمل :

يعتمد نظام تمييز قزحية العين على مجموعة بيانات مزودة لطبقة الإدخال والتي تـم استخلاصها من صورة القزحية ومن ثم كيفية تدريب هذه البيانات وأخيرا كيف يـتم اختبـار الشبكة وكما هو موضح بالشكل (١١)، وعلى هذا الأساس فان هذا العمل يبدأ بتحضير بيانات الإدخال ومعالجتها، ثم اختيار الخوارزمية المستخدمة في التدريب (Training) وتقييم ادائهـا

من خلال الحصول على اقل معدل لمربع الخطأ لنماذج التدريب والاختبارTesting باقل عدد من الدورات(Epocs)، وبعد هذا تخزن قيم الأوزان. هنا يقسم العمل على ثـلاث مراحـل: الأولى هو عملية تهيئة خواص الصورة، والثانية تعتمد على الـصفات المستخلـصة حيـث تعريف بنية الشبكةالعصبية والثالثة هي عرض نتيجة التمييز وتحديد هوية الشخص من قاعدة البيانات أو رفضه.

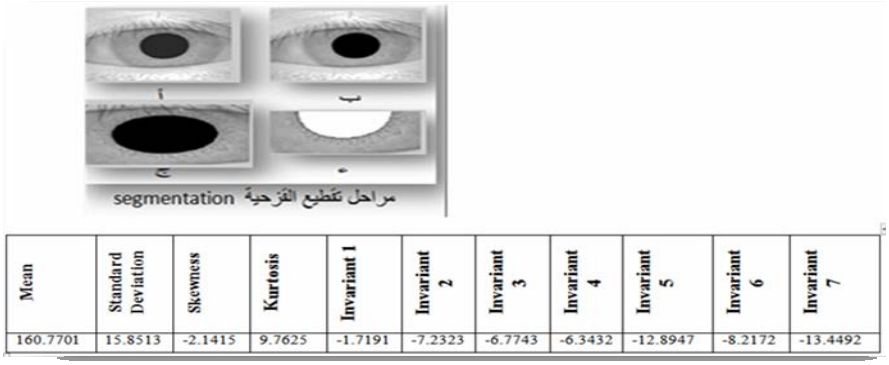


الشكل (١١): وصف عمل تمييز قزحية العين باستخدام شبكة ايلمان العصبية الاصطناعية

٣-٢ إعداد إدخال البيانات:

إن هيكلية الشبكة ايلمان يجب أن تتلائم مع هيئة المشكلة المراد حلها،وتحتاج الشبكة إلى (١١ عقدة) التي تمثل متجه الإدخال اي بعدد القيم التي تم استخلاصـها (Feature extraction) من كل صورة لقزحية العين، والتي تشتق من مميزات نقاط توزيع الطبقـة الرماديـة(gray level) للصورة،وهذه المقاييس الإحدى عشر التي تم اختيارهـا هـي: المتوسـط (Mean)، الانحراف المعيـاري (Standard Deviation)، الميـل(skewness)، معامـل الالتـواء (kurtosis) العزوم اللاعتمادية (Seven invariant moment) لـصورة منطقـة قزحيـة العين، تم الحصول عليها من خلال دراسة وتحليل الصورة بعد تقسيمها، حيث لكل عينة يـتم تكوين الصفات الثابتة وذلك لاستخدامها في تدريب الشبكة، إن الثوابت التي نحتاج لالتقاطهـا لتمييز الصورة ستوضح آلية النظام وكيفية عمله. حيث يتم تخصيص مجموعة من البيانـات من اجل تدريب الشبكة لحين وصولها الى حالة الاستقرار (عدم التغير فـي الاوزان) واقـل نسبة خطأ(MSE Mean Square Error). وقد تم استخدام (٦عقد) لتمثيل متجه الاخـراج، وذلك لكون عينات التدريب ٤٢ عينة اي ما يعادل في نظام الثنائي (01010 1) فـتم تمثيـل المخرج الأول (000001)، والثاني (000010)، والثالث (000011)، وهكذا وكانـت هـذه

القيم نفسها تمثل قيمة مصفوفة الـ(Target)، ونفس الشبكة تم استخدامها بعد حصولها علـى حالة الاستقرار في مرحلة الفحص (Test phase) لـ (٣٠) عينة أخرى. الشكل (١٣) مثال لتقطيع القزحية واستخلاص خواصها قبل دخولها للشبكة العصبية. يبين الشكل مراحل إجـراء تقطيع الصورة (segmentation) والتي تمثلت: أ) صورة العين من قاعدة بيانـات كاسـيا، ب) تحديد منطقة القزحية. ج) منطقة قزحية العين والبؤبؤ بعد تحديدهم وجعل البؤبـؤ بلـون الاسود الداكن، د) الصورة النهائية المستخدمة في نظام التمييز بعد تنـصيف قزحيـة العـين وتحويل لون البؤبؤ الى اللون الابيض)، والوصول الى الصورة النهائية التي تم استخدامها في مرحلة استخلاص خواص الصورة (feature extraction) وهذه المقاييس الإحدى عشر التي تم اختيارها هي: المتوسط (Mean)، الانحراف المعياري (Standard Deviation)، الميـل (skewness)، معامـل الالتـواء (kurtosis) العـزوم اللاعتماديـة (Seven invariant moment) لصورة منطقة قزحية العين، تم الحصول عليها من خلال دراسة وتحليل الصورة بعد تقسيمها، حيث لكل عينة يتم تكوين الصفات الثابتة وذلك لاستخدامها في تدريب الشبكة.



Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis	Invariant 1	Invariant 2	Invariant 3	Invariant 4	Invariant 5	Invariant 6	Invariant 7
160.7701	15.8513	-2.1415	9.7625	-1.7191	-7.2323	-6.7743	-6.3432	-12.8947	-8.2172	-13.4492

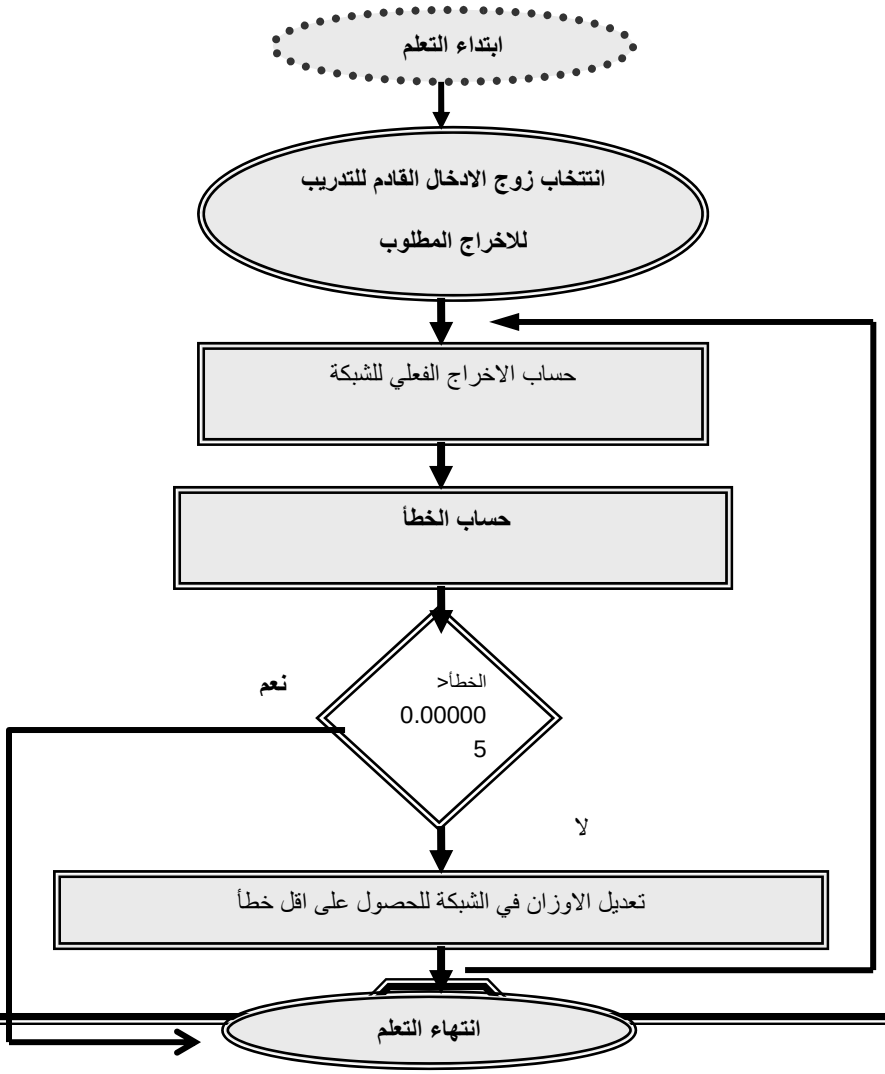
الشكل (١٢): يمثل قيم الخواص لصورة القزحية المرفقة

٣-٣ قاعدة البيانات المستخدمة:

تم استخدام قاعدة بيانات كاسيا (CASIA image database) (الاصـدار ١) التـي تستخدم كاميرا ت حرارية (infrared spectrum) تعمل بإضاءة خاصة لا تميزهـا العـين البشرية لالتقاط صور لقزحية العين، والتي تضم ٧٥٦ صورة لقزحيات ١٠٨ صـنف لكـل عين،الصورpixels (٢٨٠×٣٢٠) للتدرجات الرمادية اخـذت بوسـاطة (optical sensor) صـممت بواسـطة NLPR (– National Laboratory of pattern Recognitions Chinese Academy of Sciences)[٢٧].

٤- ٣ مجموعة البيانات Dataset: تم تدريب الشبكة (train phase) باستخدام (٤٢صورة ×١١ صفة) لقزحيات عيون أشخاص مختلفين تم أخذهم من قاعدة بيانـات كاسـيا (Cassia Database)، وتم فحص الشبكة (test phase) باستخدام (٣٠ صورة × ١١صفة) لقزحيـات عيون نفس الأشخاص ولكن بلقطات مختلفة، حيث ان قاعدة بيانات كاسيا تحوي اكثر من عينة صورية لنفس العين وكما موضح في الملحق الجداول (١،٢،٣) للأوزان لطبقـات الإدخـال والاخراج والطبقة المخفية و جدول (٤) عينات التدريب و جدول (٥) عينات الاختبار، وتـم تطبيق مفهوم التصديق والشرعية (validation) في اثناء التدريب من اجل التأكد من كفـاءة الشبكة العصبية الاصطناعية ولجعلها اكثر عمومية، ولتلافي مشكلات التدريب المفرط (over fitting) او التدريب الناقص (under fitting)، اذ تم تقسيم البيانات إلى مجموعتين من اجل تدريب الشبكة واختبارها ومن ثم التحقق من صحة نتائج الاختبار، وكما يلي:

١. مجموعة التدريب: يتم تخصيص مجموعة من البيانات من اجل تـدريب الـشبكة لحـين وصولها الى حالة الاستقرار (عدم التغير بالاوزان)، واقل نسبة خطأ.
٢. التصديق والشرعية: يتم اجراء فحص اولي للشبكة وذلك بادخال البيانات نفسها المستخدمة في التدريب، فيجب الوصول الى نسبة تمييز (١٠٠%) التي تعد مؤشرا اوليا للنجاح.



الشكل(١٣): خوارزمية التعلم القياسية

٣. صلاحية الشبكة وقوتها.مجموعة الاختبار: تستخدم لقياس مدى عمومية الشبكة وكفاءتها من خلال تصنيف بيانات ادخال جديدة لم تشترك في تدريب الشبكة.

٣-٥ التمييز باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية ايلمان:

بعد أن تم تدريب الشبكة وأصبحت جاهزة للعمل كأداة في نظام التمييز لقزحية العين يكون عملها مشابه لمرحلة التدريب ولكنه يدعى هنا بمرحلة الفحص، وكذلك هيكلية الشبكة المستخدمة في مرحلة التدريب لا يجرى عليها أي تغيير ولكن الفرق إن البيانات المستخدمة في مرحلة التدريب لا تستعمل في هذه المرحلة بدلا من ذلك تستعمل نفس الشبكة مع أوزانها المخزونة بعد استقرار الشبكة والحصول على الأوزان المثالية. الشبكة في هذه الحالة تستطيع تحليل الإدخال لكي تميز قزحية العين من خلال صفاتها المستخلصة وبنفس الخطوات التي سبقت مرحلة التدريب. وفي الملحق جدول ١ يبين نتائج تنفيذ (٤٢ عينة قزحية) تم تدريب الشبكة عليها، جدول ٢ يبين نتائج تنفيذ (٣٠ عينة لنفس العين بلقطات مختلفة) تم اختبار الشبكة عليها.

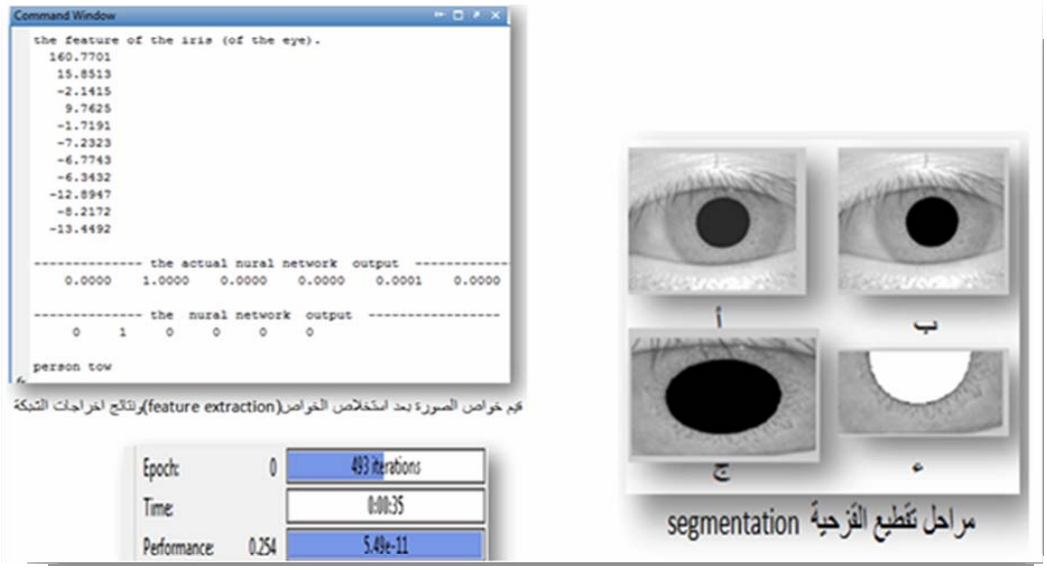
٤- تحليل النتائج والمناقشة

إن تنفيذ النظام كان أولا باستخلاص الصفات من صورة قزحية العين بعد اجراء عمليات المعالجة التي ورد ذكرها فيما سبق، حيث يتم تدريب الشبكة العصبية ELMAN باستخدام خوارزمية التعلم (levenberg marquardt training). والتي قادت الى دقة تمييز بنسبة (93.33%) حيث تم حساب الكفاءة بالمعادلة التالية:

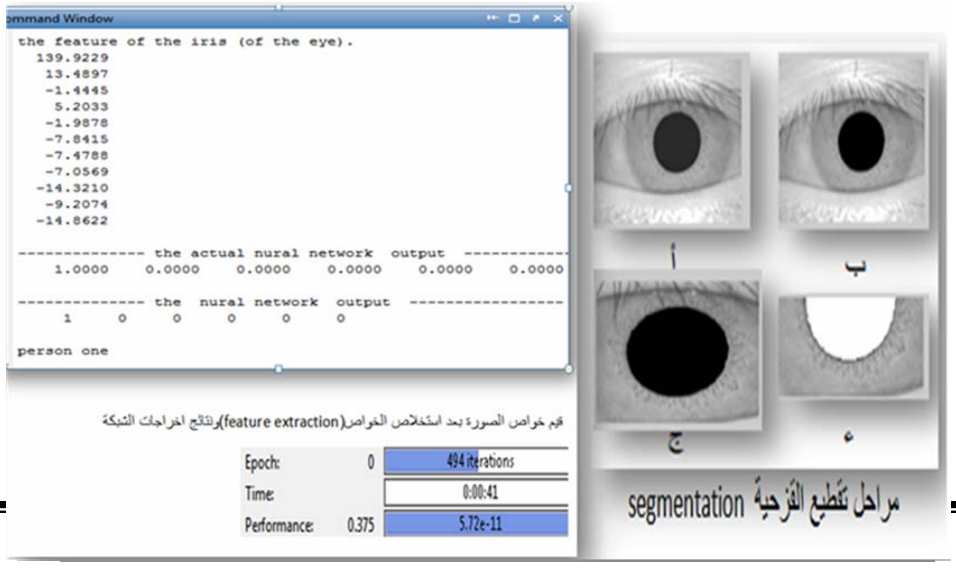
الكفاءة= (عدد القزحيات التي تم تمييزها بصورة صحيحة×١٠٠)÷العدد الكلي للقزحيات المستخدمة في النظام.

الشكل (١٤) يمثل مجمل خطوات المعالجة وعرض للنتائج التي يقوم بها البرنامج على صورة قزحية عين يراد تمييزها لنموذجين (١٤-أ و١٤-ب)، الجزء الايمن من الشكل يمثل مراحل اجراء تقطيع الصورة (segmentation) والتي تمثلت: أ) صورة العين من قاعدة بيانات كاسيا، ب) تحديد منطقة القزحية. ج) منطقة قزحية العين والبؤبؤ بعد تحديدهم وجعل البؤبؤ بالون الاسود الداكن، ء) الصورة النهائية المستخدمة في نظام التمييز بعد تنصيف قزحية العين وتحويل لون البؤبؤ الى اللون الابيض)، والوصول الى الصورة النهائية التي تم استخدامها في مرحلة استخلاص خواص الصورة (feature extraction) وفي الجزء الايسر لنفس الشكل يعرض القيم التي تم الحصول عليها بعد اختبار الشبكة، حيث يقوم

البرنامج بحساب و طباعة الخواص المستخلصة من صورة قزحيـة العـين (iris feature) وكالتالي من الاعلى الى الاسفل وكما موضح في الـشكل ١٤ -(أ) (المتوسـط، الانحـراف المعياري، الميل، معامل الالتواء، العزم١، ....، العزم٧)، وبعد اجراء المحاكاة للشبكة كانت اخراجات الشبكة العصبية الاصطناعية من اليسار الى اليمين العقدة الأولـى...إلـى العقـدة السادسة)، العقدة الثانية=1.000 ثم تم تقريب هذه القـيم إلـى 0,1 لتطـابق عينـة الهـدف (Target) ليكون الناتج 010000 ومن ثم التمييز النهائي وتحديد هوية الشخص الذي اخـذت منه صورة قزحية العين الذي ميزته الشبكة هو الشخص الثاني.، وتم حساب عـدد الـدورات (Epocs)=٤٩٣، والزمن المستغرق=٣٥ ثانية.، الكفـاءة=$5.49e^{-11}$، والـشكل(١٤-ب-) يمثل قزحية عين أخرى والنتائج التي تم الحصول عليها بعد اختبار الشبكة على تلك القزحيـة وكما موضح بالشكل ١٤-ب- حيث ميزته الشبكة انه الشخص الأول ليكون الإخراج للـشبكة 100000، وعدد الدورات=٤٩٤، والزمن المستغرق=٤١ ثانية، الكفاءة=$5.72e^{-11}$.



الشكل(١٤): نماذج لاختبار تمييز قزحية العين (أ- نموذج١)



الشكل(١٤): ب- نموذج٢

٥- الاستنتاجات والعمل المستقبلي:

في هذا البحث تم تطبيق نظام تمييز قزحية العين البشرية باستخدام شبكة ايلمان العصبية الاصطناعية، عملية التقطيع تمت بمراحل: أ) اخذ صورة العين من قاعدة بيانات كاسيا، ب) تحديد منطقة القزحية. ج) بعد تحديد منطقة قزحية العين والبؤبؤ جعل البؤبؤ بالون الاسود الداكن، ء) تنصيف قزحية العين وتحويل لون البؤبؤ الى اللون الابيض يتم الحصول على الصورة النهائية المستخدمة في مرحلة استخلاص خواص الصورة (feature extraction) وهذا المتجه يعتبر إدخال للشبكة التي تستخدم لتمييز انماط القزحية وتم الحصول على دقة تمييز بنسبة (٩٣,٣٣%.) في مرحلة الاختبار، وبمقارنتها مع الأعمال السابقة لـ Rahib وKoray [١٢] الذي كانت دقة التمييز للانماط المدربة (٩٩,٢٥ %) بينما في هذا البحث كانت نسبة التمييز للانماط المدربة (١٠٠%) اما الانماط الغير مدربة والتي تعود لنفس الشخص بعينات اخرى كانت بنسبة ٩٣,٣٣%.

العمل المستقبلي:

١. إعادة تطبيق النظام باستخدام طرق ذكائية أخرى مثل الخوارزميات الجينية والمنطق المضبب وخوارزمية النظام المناعي Immune System.
٢. يمكن التطرق إلى أنواع أخرى من طرائق استخلاص الخواص، ومحاولة استخدامها في هذا التطبيق.
٣. يمكن إجراء دراسة ومقارنة ما بين دور دوال التفعيل وتأثيرها في الشبكات العصبية.

المصادر **Reference**

١) محمد زكي محمد خضر، "الحرف العربي والحوسبة"، الموسم الثقافي لمجمع اللغة العربية، عمان، الأردن (٢٠٠١).

2) Genetic Algorithym and Direct Search Toolbox, Matlab User's Guide, (2009), copy right 20,04-2009 by The, Math Works Inc.www.mathworks.com,.

3) 2000, "About Biometrics", Biolink Technologies International Inc, file//A:\iris\About Biometrics.htm.

4) Burghardt Tilo, (2005), "Inside Iris Recognition". Report on Identity Verification, Assignment Information Security, COMS40213, Master Course in Global Computing and Multimedia, University of Bristol.

٥) تمييز قزحية العين باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية، بحث مقدم الى جامعة الموصل، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، ٢٠١٠، باشراف الدكتور جمال صلاح الدين النعيمي.

٦) جمال صلاح الدين، طارق حازم طه، اسامة ياسين محمد،(٢٠٠٩)، "تمييز الحروف العبرية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية"، بحث منشور في مجلة بحوث المستقبلية، مركز الدراسات المستقبلية، الموصل، العراق.

7) Kanski Jack J., "Clinical Ophthalmology Asystemic Approach, 5th Ed, 2003.

8) Wu Corrinna, April 1998, "Private Eyes", Science News online (4-4-98) Private Eyes *Biometric.*

9) Daugman, C. Downing, "Recognizing iris texture by phase demodulation". IEEE Colloquium on Image Processing for Biometric Measurement, vol.2, pp.1-8, 1994.

10) Wildes Rechard P., (1997), "*Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology*", Proceeding of the IEEE, Vol. 85, No.9, pp. 1348-1363.

١١) الغريري، مهى عبد الرحمن حسّو، اطروحة دكتوراه، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، ٢٠٠٦م، "التحديد القياسي الحيوي باستخدام تقنيات تمييز القزحية المطورة".

12) Rahib H. Abiyev, Koray Altunkaya "Personal Iris Recognition Using Neural Network", Near East University, Department of Computer Engineering, Lefkosa, North Cyprus International Journal of Security and its Applications Vol. 2, No. 2, April, 2008 {rahib,kaltunkaya}@neu.edu.tr

13) M. Gopikrishnan and. T. Santhanam, Prathyusha Institute of Technology and Management, Chennai-602 025, India, Department of Computer Science, Journal of Computer Science 6 (10): 1170-1173, 2010 ISSN 1549-3636 © 2010 Science Publications. Study.

14) Leila Fallah Araghi, Hamed Shahhosseini, Farbod Setoudeh, "IRIS Recognition Using Neural Network. © 2010 Science Publications. Study.

15) Zhu Yong, Tan Tieniu and Wang Yunhong (2000), "*Biometric Personal Identification Based on Iris Patterns*" 15th International conference on Pattern Recognition (ICPR)

16) Zhiqiang Zhang, Sangce Gao, Gang Yang, Fangjia Li and Zhen Tang, "an algorithm of supervised learing for Elman nural network", International Journal of Innovative Computing, Information and Control ICIC,ISSN 1349-4198 Volume 5, Number10(A), Octobor 2009, pp2997-3011.

17) Federico Cecconi and Marco Campenn, "RECURRENT AND CONCURRENT NEURAL NETWORKS FOR OBJECTS RECOGNITION", Laboratory of Artificial Life and Robotics Institute of Cognitive Sciences and Technologies CNR Via S. Martino ella Battaglia 44, ROME, Italy email: federico.cecconi@istc.cnr.it

18) Howard Demuth, Mark Beale, Martin Hagan, (2009), "Nural Network Toolbox 6User's Guide", *1992-2009 by Thenc, www.mathworks.com.*

19) F. Freitag, *E. Monte* "ACOUSTIC-PHONETIC DECODING" BASED ON ELMAN PREDICTIVE NEURAL NETWORKS, Universitat Politècnica de Catalunya Department of Signal Theory and omunications Barcelona Spain, E-mail: felix@gps.tsc.upc.es

20) Majeed. Jamal Salahadeen, 2006. "Tumors Image Diagnosis Using Hybrid Intelligence Techniques", Ph.D. computer Scince AndMathematic. University of Mosul. Iraq.

٢١) اسامة ياسين محمد، اطروحة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، "تمييز الصور الطبية للدماغ باستخدام تقنيات البايومعلوماتية" ٢٠١٠ م.

٢٢) عمر صابر قاسم،(٢٠٠٩)، "تطبيق التقنيات الذكائية في المعلومتية الحياتية"، أطروحة دكتوراه، قسم الرياضيات، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

23) Arati S. Kurani, Dong-Hui Xu, Jacob Furst, Daniela SranRaicu (2004), "Co-occurrence matricesfor volumetric data", intelligent multimedia processing laboratory, School of computer science, telecommunication and nformation systems, Depaul University, Chicago, Illinois, USA.

24) Giudici, Paolo, "Applied data minig", Faculty of Economies, University of Pavia, Italy, 2003.

25) Gonzalez, R.C and woods, R.E., 1987, "Digital image processing", Prentic Hall.

26) Al Ne'amy, J.S, 1996, "Pattren recognition approachfor Arabic Letter processing", M.Sc. Thesis.

27) Al Azzo, F.S., 2002, "Image recocnition using pattern vectors entropy and invariant moments", M.SC. Thesis, University of Mosul.

28) Chinese Academy of Sciences- Institute of Automation (2003), "*Database of 756 Grayscale Eye image*". Cited at: http://WWW.bath.ac.uk/elec-eng/pages/sipg/irisweblindex.htm.

الملحق

الجدول (١): الأوزان المثلى في طبقة الإدخال

-0.92893	-0.9171	0.793747	0.312851	1.947674	-2.3199	-0.42766	-0.27751	0.398908	-0.0059	0.057663
0.251986	-0.36837	-0.78374	1.781533	1.884547	1.963239	-5.72074	-1.17424	-7.40609	-0.2304	-0.03765
-1.01512	0.190863	-1.25953	-1.79226	-1.00311	-1.01066	-1.21346	0.353419	-0.67795	0.116271	0.076794
-1.37169	-0.97103	0.70739	1.97331	-1.55012	-0.77316	0.547238	-0.03838	0.83146	0.111963	-0.02312
0.288675	0.587013	0.501946	-0.43378	2.640435	-1.42287	2.53493	-0.24979	-0.19566	-0.18376	0.017265
0.852051	1.006835	-1.00228	1.29792	-0.88558	0.324214	-5.78634	0.029244	-1.08421	-0.17524	-0.062
0.208233	-1.97551	0.011675	0.169467	0.328987	-1.75749	3.9883	0.127297	-0.58881	0.01469	0.127011
0.965075	0.872764	1.01661	-0.78081	2.026666	-0.76878	-4.4693	0.035714	-2.68684	0.020207	-0.02508
-1.07288	0.731017	-0.37391	-0.45473	-2.62473	-1.25794	1.746419	-0.24763	-0.37757	-0.22346	0.028778
0.527675	-0.11205	-0.75416	1.68571	-1.72734	1.258147	2.302428	-0.43163	0.150498	0.093037	-0.10266
-0.76662	1.357491	-0.57181	1.806809	-0.30283	0.888826	3.267063	-0.23219	-0.56442	0.106988	-0.08733

الجدول (٢): الأوزان المثلى في الطبقة المخفية

-16.5517	-24.6046	5.500777	253.5643	-0.81837	-345.22	-3.20606	1.478199	0.215322	0.343148	-1.62503
0.982817	479.3639	-1.93822	788.3155	-2.4943	352.3932	-4.00417	2.401263	-2.11892	-3.3033	-6.76788
1.231657	3.50886	-3.11811	227.3043	0.28307	-1.65559	-2.12524	0.985497	-0.27911	-3.61857	3.035983
-73.4514	-170.803	5.165101	-411.793	-0.98265	1157.153	-7.99144	2.180159	-2.25105	-1.45414	2.646783
6.077037	-241.706	-0.10076	1438.576	-1.60881	-1050.29	-1.94232	1.61775	-1.17562	4.22972	2.405546
187.9433	606.2849	1.423009	-570.42	-3.27505	-182.265	-0.2165	-3.4049	1.58393	-1.32109	5.58689
0.208233	-1.97551	0.011675	0.169467	0.328987	-1.75749	3.9883	0.127297	-0.58881	0.01469	0.127011
0.965075	0.872764	1.01661	-0.78081	2.026666	-0.76878	-4.4693	0.035714	-2.68684	0.020207	-0.02508
-1.07288	0.731017	-0.37391	-0.45473	-2.62473	-1.25794	1.746419	-0.24763	-0.37757	-0.22346	0.028778
0.527675	-0.11205	-0.75416	1.68571	-1.72734	1.258147	2.302428	-0.43163	0.150498	0.093037	-0.10266
-0.76662	1.357491	-0.57181	1.806809	-0.30283	0.888826	3.267063	-0.23219	-0.56442	0.106988	-0.08733

الجدول (٣): قيم الأوزان المثلى في طبقة الإخراج

5.438853	-14.998	3.137358	-8.02414	-9.88781	-5.81351
-12.7177	0.450451	-151.907	-3.45402	1.990987	9.977844
1.842898	10.09305	1.247205	-12.8289	-16.6457	0.724903
2.364608	5.879175	-59.1057	-2.26967	4.772572	-132.37
-16.5921	-41.6357	3.184314	-0.1777	0.805068	-1.99596
-0.04148	-15.288	-4.78024	13.21652	-0.98929	-2.92268

الجدول (٤): عينات التدريب

Traini-ng numb-er	Mean	Standa rd-d deviati -on	Skewn e-ss	Kurtosi-s	Invaria-nt 1	Invaria-nt 2	Invaria-nt 3	Invaria-nt 4	Invaria-nt 5	Invaria-nt 6	Invaria-nt 7
001	138.9997	12.1890	-1.2824	5.2957	-1.7765	-7.4645	-6.8925	-6.4810	-13.1627	-8.4111	-13.7537
002	162.4268	15.6119	-2.5680	11.6470	-1.7561	-7.3095	-6.8717	-6.4457	-13.0973	-8.3563	-13.6621
003	155.8283	17.1768	-1.5279	5.0199	-1.8887	-7.5847	-7.2628	-6.8228	-13.8589	-8.8712	-14.3845
004	130.4685	14.9270	-0.6961	1.4024	-1.5578	-7.0768	-6.2558	-5.8666	-11.9234	-7.5703	-12.5922
005	137.6221	12.5389	-1.8682	7.8429	-1.8807	-7.7697	-7.1726	-6.7823	-13.7573	-8.8145	-14.3885
006	148.7188	19.8578	0.1055	2.4794	-1.7245	-7.2288	-6.7997	-6.3362	-12.8950	-8.2218	-13.3800
007	162.0841	17.4426	-1.9276	6.7359	-2.0900	-7.9414	-7.8155	-7.3662	-14.9509	-9.6231	-15.4449
008	152.3981	21.0227	-0.9079	1.6934	-2.0161	-7.9515	-7.5527	-7.1563	-14.5072	-9.3246	-15.1185
009	150.0895	10.6359	-2.4347	13.7448	-1.8470	-7.6337	-7.0904	-6.6825	-13.5639	-8.6833	-14.1725
010	153.9499	23.6591	-0.3860	0.2945	-1.9056	-7.5862	-7.2587	-6.8204	-13.8550	-8.8930	-14.3679
011	131.4657	13.6977	-1.2301	3.7171	-1.5740	-7.0263	-6.3013	-5.8987	-11.9926	-7.6239	-12.6140
012	134.4670	15.7357	-0.0958	1.9020	-1.5496	-6.8390	-6.3328	-5.8728	-11.9676	-7.5858	-12.4553
013	150.9188	16.9173	-0.7109	4.6357	-1.5681	-6.9108	-6.3639	-5.9135	-12.0431	-7.6378	-12.5690
014	143.4222	18.5072	-0.6894	1.5591	-1.6430	-7.4612	-6.4661	-6.1219	-12.4139	-7.8976	-13.2042
015	144.2804	15.2921	-0.4607	2.4613	-1.6910	-7.1119	-6.7132	-6.2651	-12.7467	-8.1180	-13.2609
016	155.0507	13.2242	-1.6305	6,5091	-2.0698	-7.9587	-7.7492	-7.3114	-14.8362	-9.5456	-15.3561
017	155.1537	15.1662	-1.6032	6.7780	-1.7845	-7.4626	-7.2343	-6.7779	-13.7764	-8.8168	-14.2495
018	143.0691	16.0563	-0.8874	3.2891	-1.8187	-7.4275	-7.0098	-6.5666	-13.3476	-8.5489	-13.8691
019	158.6477	20.7596	-0.7289	1.4792	-1.8261	-7.6039	-7.0391	-6.6390	-13.4730	-8.6138	-14.1049
020	145.0376	15.6850	-1.1969	2.9246	-1.7223	-7.5742	-6.6904	-6.3406	-12.8540	-8.2002	-13.6217
021	162.0221	13.1883	-2.1870	11.8142	-1.8572	-7.6387	-7.1323	-6.7286	-13.6539	-8.7363	-14.2737
022	149.1727	14.0131	-2.2111	9.4066	-1.7399	-7.3354	-6.8115	-6.3941	-12.9918	-8.2897	-13.5655
023	142.9907	12.3987	-1.1753	4.9219	-1.7005	-7.3886	-6.6785	-6.2941	-12.7770	-8.1412	-13.4412
024	169.2053	15.4464	-2.0679	9.5468	-1.8432	-7.4349	-7.1467	-6.7012	-13.6172	-8.7032	-14.1315
025	151.2093	15.2720	-1.5365	6.0100	-1.5979	-6.9295	-6.4500	-6.0033	-12.2212	-7.7588	-12.7532
026	151.2963	14.2046	-1.6195	5.9298	-1.6734	-7.0983	-6.6709	-6.2237	-12.6632	-8.0571	-13.1759
027	159.7137	17.7270	-1.4515	4.7960	-1.8759	-7.6520	-7.1888	-6.7847	-13.7673	-8.8139	-14.3711
028	154.4348	14.9922	-2.1216	9.2126	-2.0208	-7.9784	-7.5836	-7.1826	-14.5630	-9.3583	-15.1647
029	148.1098	14.1670	-2.3441	10.1077	-1.9003	-7.8141	-7.2314	-6.8521	-13.8922	-8.9022	-14.5538
030	128.6118	21.5414	-0.1412	0.6090	-1.5528	-7.6664	-6.1829	-5.9174	-11.9705	-7.5892	-12.9809
031	134.2391	12.5862	-1.8958	7.1740	-1.8123	-7.8331	-6.9472	-6.6069	13.3846	-8.5585	14.1510
032	139.4925	21.1505	-0.2100	1.2853	-1.8812	-7.7685	-7.0849	-6.6944	-13.5796	-8.7247	-14.2322
033	145.8878	19.1117	-0.2617	1.4632	-1.7891	-7.7648	-6.8617	-6.5257	13.2202	-8.4571	-14.0020
034	152.5083	16.4370	-1.1246	5.1542	-1.8781	-7.5748	-7.2298	-6.8043	-13.8171	-8.8435	-14.3591
035	132.2289	17.1162	0.5525	3.7607	-1.8116	-7.4576	-7.0112	-6.5559	-13.3315	-8.5293	-13.8282
036	152.9471	14.1670	-1.7187	6.7145	-1.6852	-7.2615	-6.6886	-6.2729	-12.7480	-8.1082	-13.3365
037	143.6704	14.4459	-1.6093	6.2262	-16069	-7.0180	-6.4375	-6.0030	-12.2151	-7.7647	-12.7764
038	148.8906	28.5377	0.2062	0.1354	-1.5032	-6.6359	-6.2339	-5.7367	-11.7094	-7.4063	-12.1435
039	158.9603	17.1662	-1.5417	4.9659	-1.8510	-7.8893	-7.6070	-6.7382	-13.6411	-8.7242	-14.4402
040	147.0641	16.6598	-0.4563	3.6796	-1.7632	-7.4260	-6.8556	-6.4305	-13.0664	-8.3468	-13.6489
041	155.5015	16.3032	-2.6953	11.0797	-1.9660	-7.8826	-7.4586	-7.0562	-14.3108	-9.1767	-14.9125
042	152.0708	22.9939	-0.6032	0.8029	-1.8941	-7.7597	-7.2123	-6.8078	-13.8137	-8.8542	-14.4110

Testi-ng Num-ber	Mean	Standar-d deviatio-n	Skewne-ss	Kurtosi-s	Invaria-nt 1	Invaria-nt 2	Invaria-nt 3	Invaria-nt 4	Invaria-nt 5	Invaria-nt 6	Invaria-nt 7
001	139.9229	13.4897	-1.4445	5.2033	-1.9878	-7.8415	-7.4788	-7.0596	-14.3210	-9.2074	-14.8622
002	160.7701	15.8513	-2.1415	9.7625	-1.7191	-7.2323	-6.7743	-6.3432	-12.8974	-8.2172	-13.4492
003	152.7172	16.0173	-1.5735	5.3984	-1.8492	-7.4258	-7.1532	-6.6943	-13.6098	-8.7091	-14.0944
004	132.8151	15.9694	-0.8374	1.4852	-1.6318	-7.2204	-6.4708	-6.0791	-12.3497	-7.8574	-13.0060
005	136.8153	13.5699	-1.8292	7.1211	-1.8723	-7.8337	-7.1637	-6.7926	-13.7706	-8.8111	-14.4420
006	145.0749	27.8850	0.5287	0.8610	-1.6470	-6.7927	-6.6939	-6.1341	-12.5318	-7.9618	-12.8254
007	146.8587	23.9454	-0.2871	0.7840	-1.7775	-7.1744	-6.9777	-6.4681	-13.1776	-8.4155	-13.5677
008	163.0361	18.7992	-1.6375	4.5869	-2.0854	-7.9579	-7.7688	-7.3271	-14.8676	-9.5764	-15.3876
009	155.7183	13.3705	-2.5504	11.4552	-1.9997	-7.7867	-7.5304	-7.0889	-14.3924	-9.2545	-14.9058
010	153.9499	23.6591	-0.3860	0.2945	-1.9056	-7.5862	-7.2587	-6.8204	-13.8552	-8.8930	-14.3679
011	139.6683	15.8433	0.0268	1.0906	-1.5834	-6.8852	-6.4562	-5.9925	-12.2083	-7.7383	-12.6847
012	131.3955	13.8043	-0.9932	3.0785	-1.5827	-7.0910	-6.3530	-5.9609	-12.1148	-7.6936	-12.7573
013	152.9191	21.0182	-0.4936	2.1104	-1.6097	-6.9870	-6.4728	-6.0218	-12.2603	-7.7892	-12.7787
014	143.4222	18.5072	-0.6894	1.5591	-1.6430	-7.4612	-6.4661	-6.1219	-12.4139	-7.8976	-13.2042
015	143.2034	20.7903	-0.1860	1.0277	-1.6874	-7.3189	-6.6838	-6.2718	-12.7454	-8.1116	-13.3371

جدول (٥): عينات الاختبار

016	150.7069	13.9875	-2.4251	9.4231	-1.9950	-7.8418	-7.5203	-7.0958	-14.3993	-9.2511	-14.9452
017	150.7069	13.9875	-2.4251	9.4231	-1.9950	-7.8418	-7.5203	-7.0958	-14.9452	-9.2511	-14.3993
018	152.5793	14.3074	-1.4060	5.3949	-.17444	-7.2109	-6.8746	-6.4178	-13.0556	-8.3258	-13.5513
019	154.4526	14.1867	-1.8696	9.2905	-1.8969	-7.6271	-7.2541	-6.8314	-13.8688	-8.8855	-14.4211
020	142.5426	18.0065	-1.1674	1.6280	-1.8950	-7.6780	-7.1581	-6.7471	-13.6945	-8.7987	-14.2846
021	164.0193	15.1378	-2.5756	12.3714	-1.9168	-7.7471	-7.3254	-6.9182	-14.0361	-8.9888	-14.6322
022	143.0528	13.4138	-1.3461	5.9580	-1.7314	-7.5596	-6.7299	-6.3739	-12.9252	-8.2468	-13.6489
023	148.5411	15.0496	-1.5951	5.9646	-1.8353	-7.7149	-7.0545	-6.6897	-13.5610	-8.6700	-14.2581
024	170.6713	15.9932	-1.8554	7.9519	-1.8573	-7.6216	-7.1787	-6.7692	-13.7379	-8.7768	-14.3353
025	151.4468	14.7571	-1.7180	6.8999	-1.5790	-6.9049	-6.3994	-5.9533	-12.1209	-7.6908	-12.6557
026	151.6863	13.7389	-1.5879	6.1023	-1.6506	-7.0594	-6.6073	-6.1624	-12.5397	-7.9725	-13.0576
027	162.5575	16.4177	-1.5521	6.1192	-1.9322	-7.7702	-7.3509	-6.9477	-14.0930	-9.0344	-14.7003
028	154.7003	12.5423	-1.8603	9.6262	-1.9928	-7.9565	-7.4892	-7.0896	-14.3748	-9.2340	-14.9950
029	150.4822	13.5628	-2.3227	10.0412	-1.7953	-7.5704	-6.9363	-6.5510	-13.2915	-8.4949	-13.9512
030	143.9762	20.9572	-0.4883	0.9900	-1.6192	-7.3490	-6.4683	-6.1023	-12.3857	-7.8614	-13.0872