# تمييز الحروف الانكليزية المطبوعة باستخدام البعد الكسري

**هناء فتحي محمود**

**قسم علوم الحاسبات**

**كلية التربية / جامعة الموصل**

| الاستلام | القبول |
|---|---|
| 02/06/2007 | 03/12/2007 |

**Abstract**

In this research we presented approach for recognize printed English script, in the proposed approach, the technique can be divided into three major steps. The first step is digitization then do some pre-processing like segmentation to obtain the character image and resize it. Second, feature extraction, using Fractal Dimension. Finally, the K-Nearest-Neighbors is used for classification. This method was tested using 20 patterns for each English character. The sample images were divided into 15 training and 5 test images. Images in the test set did not appear in the training sets. This method performs extremely well with recognition rates 85.3%. This is a very good performance. All of this demonstrates that the new method is able to handle printed English character task efficiently. It is a promising technique for recognition printed English character.

**الملخص**

في هذا البحث تم تمييز الحرف الانكليزي المطبوع باستخدم تقنية البعد الكسري، تضمنت الخوارزمية المستخدمة في هذا البحث ثلاث خطوات رئيسة. وهي عملية إدخال الصورة ثم تقسيم الوثيقة الصورية الى مقاطع صورية اصغر(صور الحروف)، ثم عملية اعادة تحجيم الصورة، والخطوة الثانية هي عملية استخلاص الصفات باستخدام البعد الكسري واخيرا عملية التمييز باستخدام تقنية اقرب جوار لـ K. تم اختبار الطريقة على 20 نموذجاً لكل حرف. حيث تم تقسيم عينة كل حرف الى 15 عينة تدريب و 5 نموذج اختبار، النماذج المستخدمة في التدريب لا تظهر في الاختبار. عموما يتراوح المعدل العام للتميز بنسبة 85.3 %. وهذا يعد أداءً جيداً جدا. كل ما سبق يظهر بوضوح قدرة هذه الطريقة على تمييز الحروف الانكليزية المطبوعة بكفأة.

## 1. مقدمة:

الكتابة هي سجل التاريخ الانساني ، وقد حفظت لنا وقائع ونصوص آلاف السنين منذ نشأة الكتابة إلى يومنا هذا. وستبقى الكتابة على الورق أو غيره كذلك في المستقبل. وعلى

الرغم من أن هناك من يتصور ان الكتابة الألكترونية على رقائق السليكون في ذاكرات الحواسيب قد تحل محل الورق ، إلا أن ذلك مشكوك فيه على الأقل الى هذا اليوم.

تعتمد عملية قراءة النص من قبل الحاسوب على المسح الضوئي للنصوص المطبوعة أو المكتوبة، وهي عملية سهلة ومتيسرة اليوم. لكن الصور التي تنتج نتيجة هذا المسح الضوئي قد تنتج بعض التشويش وما يسمى بالضوضاء التي قد تشوش عملية التمييز في المراحل اللاحقة

**1.1. خطوات عملية التمييز:**

تتكون عملية التمييز من خطوات أولى تلك الخطوات هي عملية المسح الضوئي وذلك بتحويل الصفحة إلى مجموعة من النقط السوداء والبيضاء. ويعتمد عدد هذه النقط على دقة الماسح الضوئي وتتراوح دقة الماسحات حوالي 300 نقطة لكل بوصة أو أكثر من ذلك.

تتضمن الخطوة التالية عمليات تهيئة تدعى بمرحلة ما قبل التمييز. وهذه المرحلة تتضمن معرفة المواصفات العامة للوثيقة. فهل تحتوي على رسوم وأشكال وهل تحتوي على عدد من الأعمدة أم على عمود واحد وهل أصلا كان تصويرها مائلا أم عموديا وهل تحوي على جداول. إلى غير ذلك من المواصفات. وخلال هذه العملية يجري تحديد الأسطر ووضع حدود فارقة بين سطر وآخر وتحديد إرتفاع الكتابة في السطر الواحد وهكذا.

أما الخطوة الأخرى فهي تتعلق بالتعرف على الكلمات والمقاطع والحروف بمختلف أشكالها ومواقعها في الكلمة. ثم استخلاص سمات كل جزء من المقطع وذلك تمهيدا للمرحلة اللاحقة التي تقوم بعملية مطابقة هذه السمات مع ما يعرف من مواصفات للحرف أو المقطع الواحد. وهذه أهم وأصعب خطوة في عملية التمييز . وقد أجريت أبحاث معمقة فيما يخص الكتابة المطبوعة . من السمات التي تميز حرفا عن غيره : عدد النقاط ومواقعها واستقامة الحرف وعرضه وارتفاعه وعلوه عن متوسط السطر والميل وعدد الحلقات المقفلة وشكلها والحجم الكلي ومركز ثقل الحرف ومواقع نقاط الإتصال مع ما قبله أو مع ما بعده وغير ذلك من السمات الأخرى[2].

أما الكتابة المكتوبة بخط اليد فلا تزال تعاني من انخفاض في الدقة وكثر أخطاء ولبس بين حرف وآخر نظرا لإن الذكاء الإصطناعي المدخل في هذه البرامج لم يبلغ درجة عالية من النضج والعمق. وتتبع في عملية التمييز وسائل متعددة رياضية ومنطقية وشكلية وقواعد بيانات وغير ذلك. إلا أن ما تجدر الإشارة إليه أنه كلما كانت البرامج أقرب إلى ما يفعله الإنسان في قراءة النصوص كانت الدقة أعلى . ولكن استنباط ما يقوم به الإنسان

ومحاكاته في الآلة ليست عملية سهلة على الإطلاق. وتجدر الإشارة إلى أن بعض مناهج تمييز الكتابة تعتمد تمييز المقطع أو الكلمة أصلا وليس الحرف[4].

**2.1. تمييز الحروف المطبوعة:**

تعتبر عملية تمييز الكتابة المطبوعة أسهل وأقل تعقيدا من عملية تمييز الكتابة المكتوبة بخط القلم. فالكتابة المطبوعة اليوم ما هي إلا صور متشابهة تماما للحرف نفسه حسب موقعه من الكلمة. وتتم عملية تمييز الحروف المطبوعة عادة بمطابقة شكل الحرف مع مخزون شكله في الحاسوب ومن ثم تستطيع الآلة التعرف على الحرف بمقارنة شكله مع الشكل المخزون فيها. ويمكن أن تقوم الآلة بخزن أنواع مختلفة من أشكال الحروف التي تدعى Fonts . وقد ظهرت أنواع مختلفة من أشكال الحروف الطباعية. وعلى هذا فإن برامج تمييز الحروف والتي تدعى أحيانا بالقارئ الآلي تتعرف على الكتابة المطبوعة بالطابعات الحاسوبية الحديثة وقلما تستطيع التعرف على الطباعة القديمة[5].

إن عملية تمييز الكتابة المكونة من حروف مقطعة كالإنكليزية مثلا أسهل من تمييز الكتابة المتصلة. لذلك فإن تمييز الكتابة العربية أصعب من تمييز الكتابة الإنكليزية نظرا لأن اللغة العربية لا تكتب إلا متصلة. وقد أجري العديد من الأبحاث العلمية على تمييز الكتابة في جامعات عربية وأجنبية ومراكز أبحاث عديدة. ولا تزال الدراسات جارية في هذا الصدد.[3]

هذا البحث يقدم طريقة لتمييزالحروف الانكليزية واهم مايميزها انها تكتب مقطعة وتكون بشكلين حروف كبيرة وحروف صغيرة.

**2. خطوات خوارزمية التمييز**

**1.2 اكتساب الصورة Digitization**

الخطوة الاولى في نظام تميز الحروف هي عملية اكتساب الصورة التي تحوي على الحروف الانكليزية والتي تكون مكتوبة بشكل مقطع هذه العملية تتم باستخدام الماسح الضوئي بدقة حوالي 300 نقطة بالبوصة. الصورة المدخلة تكون ذات تردد رمادي وملف من نوع ((PGM) format (portable gray map)). تم اختيار هذا النوع من الملفات وذلك لان الصورذات التردد الرمادي تغطي نقاطاً ضوئية اكثر من الصور الثنائية.[3]

**2.2 المعالجة الأولية Preprocessing**

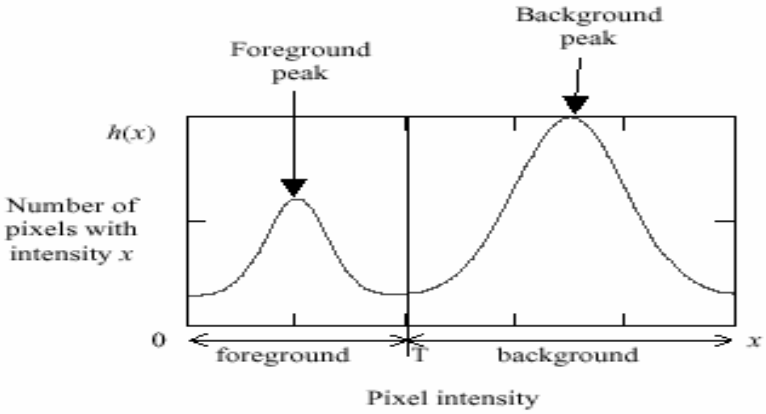
من المهم اجراء بعض العمليات على الوثيقة الصورية قبل عملية تمييز الحروف التي تحتويها . عمليات المعالجة الاولية في معظم انظمة التمييز الضوئي للحروف ( OCR system) تتكون من خطوتين رئيستين هما التقطيع (segmentation) والتعيير(normalization) .

### 1.2.2 العتبة Thresholding

الخطوة التالية هي عملية الحصول على الصورة الثنائية(0 ،1) للصورة الاصلية المدخلة بواسطة جهاز الماسح الضوئي . وهي عملية تصنيف النقاط الضوئية في الصورة الى نقاط امامية (الكتابة) ونقاط خلفية. الصور ذات التردد الرمادي، كالصور المستخدمة في هذا البحث النقاط الضوئية فيها تكون ذات قيم تتراوح بين 0–255، الفكرة الاساسية لعملية العتبة هي تحويل قيم النقاط الضوئية التي قيمها اعلى من مستوى معين الى نقاط امامية (كتابة) وتحويل قيم النقاط الضوئية التي قيمها اقل من قيم هذا المستوى الى نقاط خلفية.

ومن الطرق الشائعة لإيجاد العتبة هي استخدام المخطط النسيجي لقيم نقاط الصورة. في الحالات المثالية تكون هنالك قمة كبيرة تشير إلى القيم العامة لنقاط الخلفية وقمة صغيرة تشير إلى قيم نقاط المقدمة. يتم اختيار العتبة ما بين القمتين وهذا ما يعرف بـ(valley seeking) [12]، وهي طريقة ناجحة ومعتمدة و يوضح الشكل (1) المخطط النسيجي لصورة ذات تدرج رمادي ويبين وجود قمة واحدة كبيرة وأخرى صغيرة ويوضح أسلوب إيجاد العتبة لفصل المقدمة عن الخلفية من خلال المخطط النسيجي للصورة حيث أن x تمثل شدة الإضاءة و h(x) تمثل عدد النقاط عند تلك الشدة.

تعتمد تقنيات إيجاد العتبة على مبدأ بسيط حيث يتم تعيين تدرج رمادي وليكن T من الصورة الأصلية ويتم حسابه بإحدى طرق العتبة ومن ثم يتم تحويل النقاط فوق هذا المستوى والتي تعود إلى الأشياء في الصورة وإعطاؤها القيمة (1).




**الشكل (1) استخدام طريقة العتبة لفصل المقدمة عن الخلفية [1]**

ورفض جميع النقاط الأخرى والتي هي اقل من T والتي تعود إلى خلفية وإعطاؤها القيمة "0". تعرض الصورة بعد ذلك كصورة ثنائية أو صورة ذات مستويين تستخدم الأبيض والأسود للتمييز بين المناطق. ويمكن توضيح العملية بالأتي [8]:

```
if    a[m,n] >=T        a[m,n] = object =1
else                    a[m,n] = background = 0
```

هذا النمط يفترض الاهتمام بالأشياء المضيئة على خلفية مظلمة وللأشياء المظلمة على خلفية مضيئة يتم استخدام:

```
if   a[m,n] < T         a[m,n]=object=1
else                    a[m,n] =background=0
```

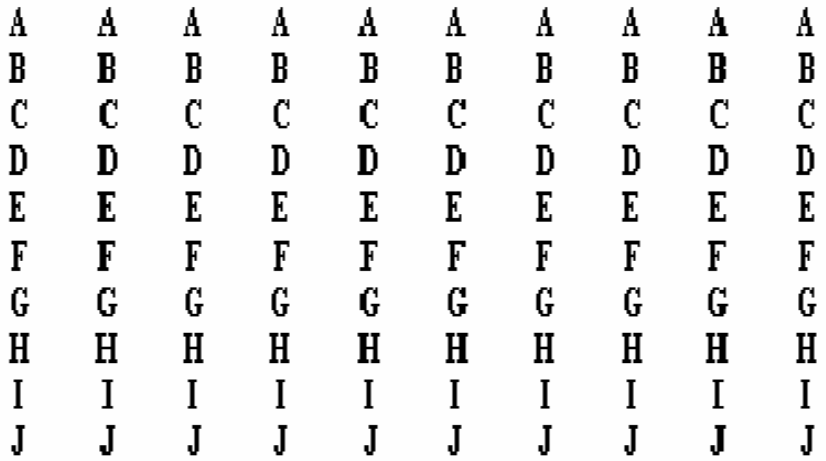
حيث أن a هي الصورة الأصلية وان T هي العتبة.

### 2.2.2 تقطيع الصورة Segmentation

الخطوة التالية في عملية التميز هي تقطيع الصورة الرئيسة شكل (2) الى صور الحروف. بعد عملية التقسيم سوف نحصل على صورة لكل حرف والتي تتمثل بمصفوفة ذات بعدين.

وأشهر الطرائق المستخدمة في هذه العملية هي طريقة الحدود الثابتة

تتميز هذه الطريقة ببساطتها إذ يتم تقطيع الصورة بمسافات متساوية على فرض أن المسافة بين حرف وآخر متساوية وان أبعاد الحروف ذاتها تكون متساوية، كذلك يجب ان تكون مواقع الحروف ضمن الصورة ثابتة[12]، أن هذه الطريقة تنجح مع الصور كالتي في الشكل (2) وذلك لأن الشروط أعلاه تتحقق حيث مكان الحروف ثابت. ثم يتم اعتماد المدرج التكراري الأفقي والعمودي لصورة الحرف لغرض تحديد بدايات ونهايات الصورة لأجل التخلص من المساحات غير المرغوب فيها.ان صورة الحرف بعد استقطاع كافة الفضاءات غير المستغلة من الحرف داخل الصورة الأولية التي تم اعتمادها يؤدي الى إعطاء عامل مساعد إضافي في دقة الوصول الى الحرف الذي تتم المعالجة عليه.




شكل(2) نموذج من الحروف الانكليزية المستخدمة في عملية التمييز

### 3.2.2 غلق الصورة Image Closing :

عملية غلق الصورة هي من العمليات الشكلية (morphological operations) المهمة والتي تفيد في معالجة التكسرات في الحروف والأرقام وربط القطع المنفصلة مع بعضها كما انها تعمل على تنعيم حدود الأجسام (objects) التي في الصورة من خلال مليء الفراغات التي في حوافي الجسم (object contour) وحذف الفجوات الصغيرة.

عملية غلق الصورة هي عملية توسع (dilation) يتبعها عملية تآكل (erosion) ويستخدم لهاتين العمليتين عنصر تركيب ملائم، إذ تؤدي عملية التوسع الى التحام الفجوات والتحام التكسرات مع تضخم وتغير في شكل الجسم، بينما تؤدي عملية التآكل الى إرجاع شكل الجسم المراد معالجته الى شكله الأصلي تقريباً مع الإبقاء على المعالجة التي تمت عليه.

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

المعادلة (1) توضح عملية الغلق إذ:

( $\bullet$ تعني غلق الصورة) ، ( $\oplus$ تعني توسع الصورة) ، ( $\ominus$ ترمز الى التآكل)

وهذا يعني أن غلق الصورة (A) بواسطة عنصر التركيب (B) هو عبارة عن توسع (A) بواسطة (B) يتبعه تآكل الناتج بواسطة (B) أيضاً.

ويبين الشكل (3) فائدة عملية الغلق على الحرف المكسور (broken character) والذي يظهر بعد المعالجة وقد أصبح قطعة واحدة.

قبل المعالجة　　بعد المعالجة

الشكل (3) : يبين عملية الغلق لحرف مكسور

إن عملية المعالجة هذه مهمة في كثير من التطبيقات لاسيما المنظومات الضوئية لقراءة الأحرف المطبوعة (Optical Character Recognition) و موضوع هذا البحث "تمييز الحروف الانكليزية" ، إذ تؤدي الكسور إلى جعل كل جزء من الحرف أو العدد المكسور يبدو على أنه حرف أو عدد قائم بمفرده والتعامل معه على هذا الأساس مما يؤدي إلى ظهور نتائج خاطئة في مرحلة التمييز[9].

### 3.2 استخلاص الصفات Features Extraction

يمكن تطبيق اية تقنية استخلاص صفات لاستخلاص الصفات من صور الحروف. وقد تم استخدام البعد الكسري لاستخلاص الصفات من صور الحروف والتي تعد من الطرائق

الحديثة في عملية استخلاص الصفات ، التي ظهرت في السبعينات وطورها عدد من العلمـــاء واستخدمت في الكثير من المجالات.

### 1.3.2 الهندسة الكسورية Fractal Geometry :

تعد الهندسة الكسورية من الطرائق الحديثة المستخدمة في مجال معالجة الصور وقد قدم هذا النوع من الهندسة لاول مرة العالم مندلبروت Benoit B.Mndelbrot في مطلع السبعينيات من القرن الماضي، وتعتمد الهندسة الكسورية على صفة التشابه الذاتي Self Similarity، والتي تعني انه لو قسم أي شكل إلى عدة أقسام أو أجزاء فان كل جزء من هذه الأجزاء يكون مشابهاً للشكل الأساسي، ويتم اعتماد مقياس معين لعملية تقطيع الشكل الرئيس والذي يسمى بالمقياس أو Scale وبالاعتماد على قيمة المقياس وعدد القطع التي تم الحصول عليها في عملية التقطيع يتم حساب البعد الكسري للشكل[11] .

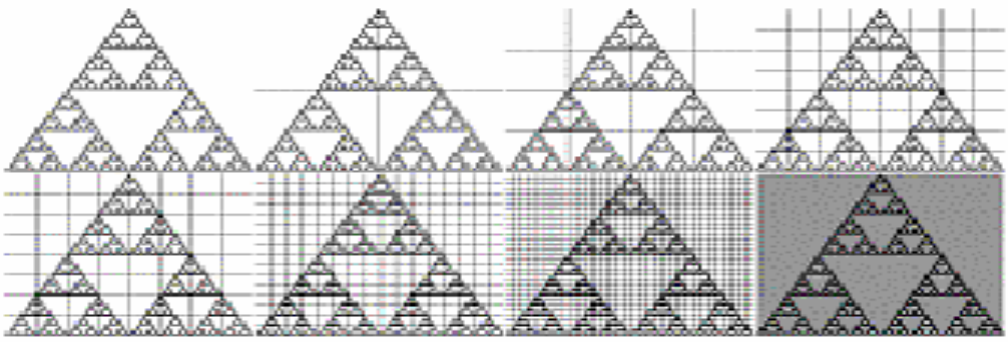
#### 1.1.3.2 طرائق حساب البعد الكسري :

هناك العديد من الطرائق المستخدمة لحساب البعد الكسري ومن هذه الطرائق [6]:

1- طريقة عد الصناديق Box Counting Method.

2- طريقة تغيير البعدين 2Dimension Variation Method.

تعد طريقة عد الصناديق من افضل الطرائق المستخدمة لتقطيع الصور الثنائية إذ لها القدرة على تمييز المناطق، وسهولة عزل الأنسجة المختلفة وتظهر الطريقة نتائج جيدة مع الصور الثنائية ويوضح الشكل (4) استخدام طريقة عد الصناديق لحساب البعد الكسري.



الشكل (4) استخدام طريقة عد الصناديق لحساب البعد ألكسري

و يتضح من الشكل كيفية تغيير المقياس المستخدم لعملية تقطيع الصورة الى مجموعة من المربعات وعدد المربعات التي يتم الحصول عليها من جراء تغيير المقياس.

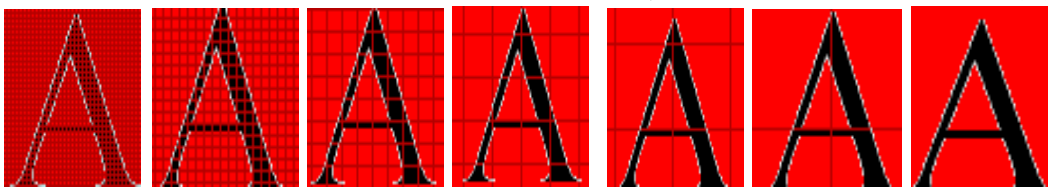
#### 2.1.3.2 طريقة عد الصناديق: Box Counting

تعد من ابسط واسهل الطرائق المستخدمة لحساب البعد الكسري للصور، وهي كفوءة جدا في حساب البعد الكسري للصور الثنائية [4]، وتعتمد هذه الخوارزمية على تقسيم الصورة

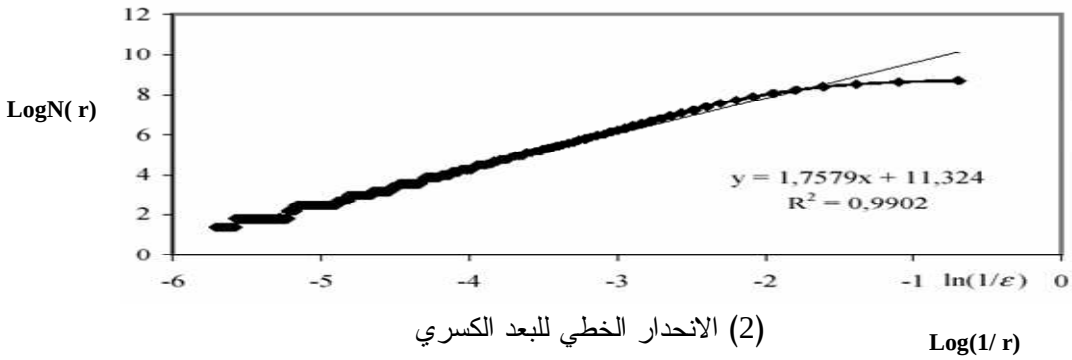
إلى عدد من المربعات المتساوية الحجم r (والتي تمثل عدد النقاط الصورية pixel ضمن كل مربع) وذلك بعد تغيير بعدي الصورة ليتلاءم وعملية التقسيم، ثم حساب عدد المربعات التي يحتاجها الشكل ليتم تغطيته بالكامل وبحساب لوغارتم عدد المربعات إلى لوغارتم طول ضلع المربع r، يتم حساب البعد الكسري كما يأتي:

$$D = -\frac{LogN}{Logr} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

ثم تكرر العملية مع تغيير مقياس التصغير وهو r ، ومن ثم حساب البعد مرة ثانية وهكذا إلى ان يتم الحصول على نفس القيمة وعندئذ يتم التوقف لعدم تغير القيم. ثم حساب الميل لمجموع قيم اللوغاريتم يتم حساب البعد الكسري للصورة بالكامل. ويوضح الشكل رقم (5) حساب البعد الكسري باستخدام طريقة عد الصناديق [7].



**(1) تغيير المقياس المستخدم لحساب البعد الكسري للصورة**



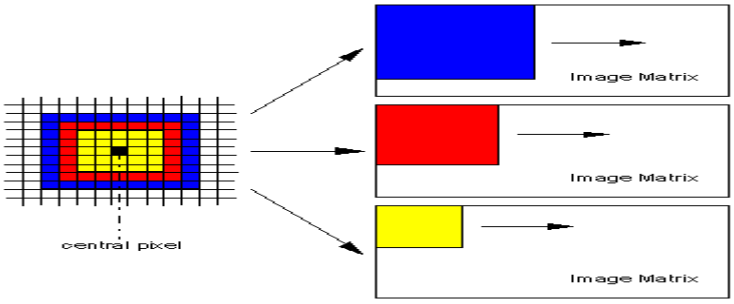

(2) الانحدار الخطي للبعد الكسري

شكل (5) حساب البعد ألكسري باستخدام طريقة عد الصناديق

أما بالنسبة للصور الرمادية فان طريقة عد الصناديق غير كفوءة مع هذا النوع من الصور ويفضل استخدام خوارزمية تغيير البعدين مع هذا النوع من الصور حيث أثبتت هذه الطريقة كفاءة عالية في تقطيع الصور الرمادية وحساب البعد الكسري بشكل افضل[4].وقد تم اعتماد هذه الطريقة في هذا البحث لحساب البعد الكسري للاحرف.

### 3.1.3.3 خوارزمية تغير البعد ين 2D Variation Algorithm

تصلح هذه الخوارزمية لحساب البعد ألكسري لبيئة النقاط الصورية [11] ,لمختلف القياسات (Scales) من r, حيث أن r هو عدد النقاط الجانبية للبعد المستخدم, كما في الشكل ( 6 ) حيث ( r=5,r=7and r=9 ):




الشكل (6) حساب البعد ألكسري باستخدام طريقة تغيير البعدين

ثم حساب الميل من قيم المستقيم Log N(r) و Log r ثم استخراج البعد الكسري من المعادلة :

$$D=3-(S/2) \qquad \ldots\ldots\ldots (3)$$

**4.2. التمييز باستخدام اقرب جوار لـــK K Nearest-Neighbors Classifier**

طريقة (الجوار الأقرب لـــ K )K Nearest-Neighbors سهلة جدا وبنفس الوقت قوية جدا . وهي تستخدم في تطبيقات كثيرة وبالذات في عمليات التصنيف. عند استخدام K Nearest-Neighbors في التصنيف، لكل صنف *V* class في مجموعة التدريب يتم حساب متجه الصفات ويطلق عليه *fv* . ثم يتم حساب صفات الحرف المجهول والممثـــل بالمعادلـــة بالحرف *U* ولتحديد صنف الحرف *R* class يتم حساب تماثله مع كل صنف عـــن طريـــق حساب المسافة بين *fv* و *U* بالاعتماد على المعادلة الاتية

$$dv = \left[ \sum_{j=1}^{N} \left( U_j - f_{vj} \right)^2 \right]^{1/2} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث *J*=1,2,…, N (N عدد *الصفات* المحسوبة)

ثم يتم تصنيف الحرف لأقرب صنف له باستخدام المعادلة التالية

$$d_R = \min \left( d_v \right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث (عدد الأصناف,….,*R*=1) [10]

**3. النتائج**

أجريت مجموعة من التجارب لتحديد فاعلية الخوارزميـــة المقترحـــة. اســـتخدم 20 نموذجاً لكل حرف. استخدم الحرف من نوع Times New Roman بالإحجـــام 14 ، 16. من اجل عملية التصنيف تم تقسيم العينات الى 15 عينة تدريب و5 عينة اختبار. حيث يـــتم حساب البعد الكسري للحروف في عينة التدريب وخزن النتائج في ملف. ولاجـــراء عمليـــة تمييز حرف معين يتم عرض صورة لمجموعة من الاحرف في عينة الاختبار، وباســـتخدام جهاز الفأرة يتم تحديد صورة الحرف الذي ستجري عليه عملية التمييز عملية التقطيع هنا تتم

باستخدم داله في برنامج الـــ Matlab هي دالة (imcrop) وتقوم الدالة المستخدمة بارجاع صورة الحرف المقطوع.ثم يتم اعتماد نفس خطوات المعالجة الاولية وحساب البعد الكسري للحرف باستخدام خوارزمية عد الصناديق وبعدها يجري تحديد الحرف باستخدام طريقة اقرب جوار. العينات في مجموعة التدريب لا تظهر في مجموعة الاختبار. الجـــدول (1) يوضـــح بعض الحروف الانكليزية والبعد الكسري لها ويوضح كذلك حجم الخط وحجم صورة الحرف بعد إجراء عملية التقطيع عليها.

**4. الاستنتاجات**

في هذا البحث تم استخدام تقنية جديدة لتمييز الحروف الانكليزية المطبوعة. اجريـــت عدد من الاختبارات حيث تم استخدام 20 عينة من كل حرف، واستخلصت الصفات باستخدام البعد الكســـــري (طريقة عـــــد الصناديق)، عملية التميـــــيز تمـــت باستخـــــدام تقنـــــية K Nearest-Neighbors (K-NN) اقرب جوار لـــ K وقـــد أعطـــى التطبيـــق العملـــي للخوارزمية المعتمدة في هذا البحث استقرارية عالية لقيم البعد الكسري ونسبة تمييز عالية.

**جدول (1) البعد ألكسري لبعض الحروف الانكليزية**

| الحرف | حجم الخط | نوع الخط | قيمة البعد ألكسري |
|---|---|---|---|
| **A** | **14** | Times New Roman | **1.8433** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8663** |
| **B** | **14** | Times New Roman | **1.8172** |
| | **16** | Times New Roman | **1.7701** |
| **C** | **14** | Times New Roman | **1.8406** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8318** |
| **D** | **14** | Times New Roman | **1.8000** |
| | **16** | Times New Roman | **1.7849** |
| **E** | **14** | Times New Roman | **1.7313** |
| | **16** | Times New Roman | **1.7602** |
| **F** | **14** | Times New Roman | **1.7013** |
| | **16** | Times New Roman | **1.7541** |
| **I** | **14** | Times New Roman | **1.4995** |
| | **16** | Times New Roman | **1.6144** |
| **J** | **14** | Times New Roman | **1.9842** |
| | **16** | Times New Roman | **1.6566** |
| **L** | **14** | Times New Roman | **1.9852** |
| | **16** | Times New Roman | **1.7912** |
| **M** | **14** | Times New Roman | **1.8424** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8626** |
| **N** | **14** | Times New Roman | **1.8176** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8333** |
| **P** | **14** | Times New Roman | **1.6544** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8065** |
| **Q** | **14** | Times New Roman | **1.7360** |
| | **16** | Times New Roman | **1.8417** |

## المصادر

**1.**الصفار، لمى اكرم عبد الله، 2002. "تمييز اللهب في الصور الرقمية الملونة"، (رسالة غير منشورة)، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، الموصل.

2- Adnan Amin, 1997. "Arabic Character Recognition, Handbook of Character Recognition and Document Image Analysis", pp 397-420, Word Scientific Publishing Co.

3- Amin, A. and Kavianifar, M., 1999, "Automatic Recognition of Printed Arabic Text Using Neural Network classifier", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence , Vol. 20,No. 1.

4- Kaplan, L.M. 1999, “Extended Fractal Analysis For Texture Classification and Segmentation”, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, no. 11, pp. 1572-1585.

5- Mohammed Zeki Khedher, " Use of Neutral Network in Arabic text Translitration4 " th Conference on Recent Trends in Computer Science Applications and Information Systems, Philadelphia Univesrsity, Amman, Jordan, July14,199−13

6- Neary D.,2002, “ Fractal Method in Image Analysis and Coding”, Ms. C for Dublincity University, Dublin, Irland.

7- Nezadal, M. O., Zameskal And Buchnicek, M. 2000, “The Box-Counting Critical Study”, Nostradamus, Prediction Conference 2000. Technical University of Brno, Institute of Physical and Applied Chemistry, 118, 61200.

8- Gonzales, Rafael C.; Woodes, R. E., (2002): “Digital Image Processing”, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2nd Edition, ISBN: 0-201-18075-8.

9- Gonzales, Rafael C.; and Paul Wintz, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company, 6th edition, 1983.

10- Said, H. E. S. Tan, T. N. and Baker, K. D., 1998, "Personal Identification Based on Handwriting", Pattern Recognition, vol.33, no.1, pp.149-160.

11- Voss, R. F. 1988, “Fractals in Nature: from characterization to simulation”, H. O. Peitgen and D. Saupe, editors, The science of fractal images, Springer Verlag, New York,1st edition, PP (21-70).

12- Wang, Y.; Adah, T.; Shih-Chung B.LO, (1999): “Automatic Threshold Selection Using Histogram Quantization”, Center for Imaging Science and Information Systems Georgetown, University Medical Center, Washington.