

# المصاحبة الوراقية ودورها فى دراسة بنية التخصصات العلمية وإرتباطاتها وتطورها

عبدالرحمن أحمد عبدالهادي فراج

مدرس مساعد بقسم المكتبات والوثائق  
جامعة القاهرة - كلية الآداب ببني سويف

أكثر هذه الأساليب إستخداماً لدى الباحثين؛ وذلك لدورها البارز والمفيد فى محاولة التعرف على بنية التخصصات العلمية وإرتباطاتها وتطورها.

إن بنية التخصصات العلمية هو موضوع مثير لإهتمام هؤلاء الذين يدرسون النشاط العلمى كنظام، وثمة أسئلة عديدة يمكن أن تُثار فى مثل هذا الموضوع، مثل (١):

- ماهى طبيعة الوحدات الأساسية التى يتشكل منها  
البيان المركب لتخصص علمى ما؟

- هل البنى الفكرية تتشابه مع البنى الإجتماعية  
فى هذا المجال؟

- هل تعتمد كلتاها على نفس الوحدات  
الأساسية؟

- إذا كانت الإجابة بالإيجاب، فما هى العلاقة  
بينهما؟

- هل هناك تفاوت بين أوضاع الوحدات  
التخصصية التى تشتمل عليها بنية المجال  
العلمى؟

١ - المصاحبة الوراقية؛ ماهى؟

١.١ - تمهيد

يمكن القول أن أساليب تحليل الإستشهاد المرجعى تنقسم، على العموم، إلى أسلوب العد المباشر للإستشهادات Direct Citation Count، ومقاييس التأثير المتبادل. وفيما ينحصر العد المباشر فى بيان مدى تشتت الإستشهادات فحسب (فى توزيع تكرارى أحادى البعد)، تقوم مقاييس التأثير (فى شكل إرتباطات ثنائية تبادلية أو مجموعات متميزة) بالكشف عن مدى قوة العلاقة بين هذه الإستشهادات وبين الوثائق المصدرية التى إشمئت عليها (عن طريق الإستشهاد المرجعى الذاتى ومدى التأثير وتبادل الإستشهاد المرجعى)، أو بين الوثائق المصدرية وبعضها البعض (بواسطة المزاوجة الوراقية)، أو بين الوثائق المستشهد بها وبعضها البعض؛ وهو مايسمى بالمصاحبة الوراقية.

وبالرغم من أن جميع أساليب التأثير المتبادل تحاول الكشف عن خصائص التخصصات العلمية وماينبئها من علاقات، إلا أن المصاحبة الوراقية تعد

للنشاط العلمي في المجال، ومن ثم يمكن الإعتماد عليه في التنبؤ بالتطورات المستقبلية المحتملة.

وهكذا يمكن استخدام شبكات الإستشهاد المرجعي Citation network لفهم أفضل لتاريخ وبنية النشاط العلمي، ومن ثم في تخطيط السياسات العلمية على المستوى الوطني.

### ٢.١ - التعريف

١-٣-١ - تُعرّف المصاحبة الوراقية co-citation بأنها إحصاء عدد المرات التي يستشهد فيها بوثيقتين (أو أكثر) معاً بواسطة وثائق لاحقة أكثر حداثة. ويفيدنا هذا التعريف، إبتداءً، في أن المصاحبة تنصب على العلاقة الناشئة بين الوثائق المستشهد بها cited documents. ويفيدنا، ثانياً، في التفرقة بين هذا الأسلوب وبين أسلوب آخر هو المزاوجة الوراقية، والذي يقوم على فحص العلاقة الناشئة بين الوثائق المصدرية التي وردت بها الإستشهادات citing documents\*.

إن تواتر المصاحبة الوراقية co-citation frequency يقوم على إحصاء عدد الوثائق المصدرية التي إستشهدت معاً بأوفر الوثائق نصيباً في الإستشهاد بها Highly cited documents، وذلك في فترة زمنية محددة (٤). وكلما إزداد عدد الوثائق المصدرية قويت العلاقة بين الوثائق المستشهد بها، وإرتفع مدى المصاحبة بينها.

٥ قام «هنري صمول» (مرجع رقم ٢) بتقديم تعريف أو تحديد أكثر منهجية للمصاحبة الوراقية، وذلك بإستخدام مجموعة من الرموز الرياضية. فإذا كانت (أ) هي مجموعة من الوثائق المصدرية التي تستشهد بـ (ج) من الوثائق المستشهد بها، و (ب) هي مجموعة من الوثائق المصدرية التي تستشهد بـ (د) من الوثائق المستشهد بها، فإن أ ب أ ب هي تلك المجموعة التي تستشهد بكل من ج و د. وإن عدد العناصر التي توجد في أ ب، والتي يشار إليها بـ ن (أ ب)، هي التي تعبر عن مدى المصاحبة الوراقية. من هنا يمكن حساب التواتر النسبي للمصاحبة الوراقية بهذه المعادلة ن (أ ب) ن (أ ب ب)

ملحوظة:

$$\begin{aligned} \text{أ أي تقاطع مثال أ} &= (١, ٢, ٣, ٤), \text{ ب} = (٢, ٤, ٦, ١) \therefore \text{أ ب} = (١, ٢, ٤) \\ \text{ب أي إتحاد مثال أ} &= (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٩), \text{ ب} = (٢, ٤, ٦, ٧, ٩) \therefore \text{أ ب} = (٢, ٤, ٦, ٧, ٩) \end{aligned}$$

- ماهي الديناميكية التي تعتور هذه الأوضاع؟  
- هل ثمة علاقة بين أوضاع هذه الوحدات وبين إنجاز كل منها العلمي؟

- هل يمكن لتحليل هذه الخصائص البنائية أن يساعدنا في إتخاذ قرارات أكثر فعالية فيما يتصل بالسياسات العلمية؟

والحق أن هذه الإستفسارات، وغيرها، هي التي تلقى الضوء على طبيعة مهام المصاحبة الوراقية. فالتجمع العنقودي المبني على المصاحبة الوراقية Co-citation clustering يفيد في الكشف عن الخريطة العلمية للمجال محل البحث. وتسهم هذه الخريطة، أو العرض البياني للمصاحبة الوراقية، في تحديد الأعمال الأساسية في هذا المجال، وتعد تمثيلاً مركزاً راسخاً لبنائه المعرفي، ولحدوده الموضوعية، وللحالة الراهنة للتخصص. ويمكن القول بأن مؤلفي هذه الوثائق، المستشهد بها بكثافة، يمثلون صفوة علماء هذا التخصص (٢).

كما أنها تعكس الإرتباطات المعرفية والإجتماعية بين هؤلاء المؤلفين المتصاحبين co-cited authors.

كذلك يمكن لتتبع ما يطرأ على أنماط المصاحبة الوراقية من تغير على مدى عدة سنوات، أن يؤدي إلى إلقاء الضوء على مسارات تطور التخصصات العلمية (٣). وبذلك يعد هذا الأسلوب طريقة مفيدة في الدراسة التاريخية والإجتماعية

وهكذا فإن دور المصاحبة الوراقية في رسم السياسات العلمية يقوم على فكرة غاية في البساطة، هي الكشف عن الوثائق الأساسية في المجال وهي أكثر الوثائق حظاً في الإستشهاد بها، ثم الكشف عن الصلات التي تكمن بينها.

ويمكن القول أنه إذا وضعت أكثر الوثائق نصيباً في الإستشهاد بها في موضع من مواضع التطابق مع العناصر المعرفية (مثل النظريات أو الإختبارات أو المناهج،... إلخ) فإن المصاحبة الوراقية يمكن أن تصح مقياساً للترابط المعرفي. وفي هذه الحالة، فإن التغيرات في أنماط الترابط هذه من عام لآخر يمكن أن تقدم لنا بعض المؤشرات عن تاريخ الأفكار (٤).

١-٢-٢- إن تصنيف الوثائق في مجالات مترابطة، أو تجمعات عنقودية، بواسطة تحليل المصاحبة الوراقية، لا ينبغي أن يلتبس عندنا بأسلوب آخر لتحديد العلاقات وهو المزاوجة الوراقية (٥). فالمزاوجة، على ماسبق، تعد إرتباطاً جوهرياً بين الوثائق المصدرية؛ إذ أن المؤلفين أنفسهم يستشهدون بواحد أو أكثر من نفس العمل المستشهد به. في المقابل، فإن المصاحبة إرتباط خارجي بين الوثائق، وتصبح لدينا مصاحبة وراقية صحيحة طالما إتفقت مجموعة من المؤلفين في الإشتراك في الإستشهاد بهذه الوثائق، وهكذا فإن المصاحبة الوراقية تعتمد على الإختيارات التجميعية collective لمجموعة من العلماء الذين ينشرون وثائقهم معاً في وقت واحد هو عام نشر الوثيقة المصدرية Source year.

وبالرغم من أن أنماط المصاحبة الوراقية تختلف إختلافاً تاماً عن أنماط المزاوجة، إلا أنها تتفق - على العموم - مع أنماط العد المباشر للإستشهادات (٢). ولعل ذلك يفسر إعتقاد المصاحبة على أوفر

الوثائق نصيباً في الإستشهاد بها. ولعل هذه الوثائق الأخيرة هي أكثر الوثائق مصحبةً لغيرها. ولعل الإختلاف الوحيد هنا، هو أنه في المصاحبة الوراقية تتبدل وحدة التحليل من الوثائق الفردية إلى مجموعة من الوثائق معاً، أو مانطلق عليه التجمعات العنقودية Clusters.

١-٢-٣- وتحليل التجمعات العنقودية يمكن أن ينصب على أي عنصر من عناصر البيانات التي تعبر في النهاية عن نظام الإتصال في المجتمع العلمي؛ سواء ظهر هذا العنصر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في كشاف الإستشهاد المرجعي. فهو يمكن أن يتم بالنسبة للمؤلفين، والدوريات، والمجالات الموضوعية، والتخصصات البحثية، والمدارس الفكرية، أو حتى بالنسبة للروابط الزمنية أو الجغرافية. وربما كان أشهر هذه العناصر وأكثرها إستخداماً لدى الباحثين، هو تحليل المصاحبة الوراقية للمؤلفين Author Co-citation Analysis (ACA)، وتحليل المصاحبة الوراقية للوثائق Docu-ment Co-citation. وهو شئ طبيعي، لأن المؤلفين عنصر واضح صريح في كشاف الإستشهادات، كما أنه ليس أسهل من إتخاذ الوثائق ذاتها موضوعاً للتحليل.

### ١-٣- ديناميكية المصاحبة

المصاحبة الوراقية علاقة نشأت بواسطة مؤلفي الوثائق المصدرية. ونتيجة لذلك فإن هذه العلاقات تتغير بمرور الزمن، تبعاً - بالطبع - لتغير أنماط الإهتمام في التخصص العلمي، والتحولات التي تلم بمركز النشاط العلمي في هذا المجال وعلاقته.

وإذا عدنا للمقارنة بالمزاوجة الوراقية، فإن المزاوجة علاقة ثابتة Fixed لأنها تعتمد على المراجع المتضمنة داخل الوثائق المتزاوجة. فطالما نشرت وثيقة

معينة فإن إشارات المرجعية لا تتغير ولن تتغير. ومن ثم، فإن الوثيقتين المصدريتين إما أن تتزوجا أو لا تتزوجان طوال فترة البحث.

أما علاقات المصاحبة الوراقية، التي تنبنى على تواتر الوثائق المستشهد بها، فإنها ديناميكية؛ تعكس تطور، أو إختفاء، أو بزوغ المجالات البحثية. فالوثيقتان المستشهد بهما وغير المتصاحبتين حالياً، يمكن أن ترتبطا معاً فيما بعد في مطبوعات لاحقة (٥).

وكما تتغير أنماط المصاحبة الوراقية إذا ما أتى مؤلف جديد وقام بعمل روابط جديدة بين المفاهيم، واستشهد بوثائق سبق الإشارة إليها مع - أو جنباً إلى جنب - صاحبات لها جديدة، كذلك تزيد قوة المصاحبة الوراقية إذا ما أتى مؤلف جديد ودعم العلاقات القائمة بين الوثائق المستشهد بها واستشهد بها معاً مرة أخرى (٦).

#### ١ - ٤ - الافتراضات التي تقوم عليها المصاحبة

كأى أسلوب أو أداة منهجية، تُستخدم في قياس المتغيرات ذات الصلة بظاهرة ما، تقوم المصاحبة الوراقية على عدة افتراضات:

- أن خريطة المصاحبة الوراقية تنبنى على «تحكيم مؤلف» من ماث من الباحثين الذين يستشهدون بأعمال الآخرين في إنتاجهم الفكري، وذلك أفضل بالطبع من التحكيم الذي يقوم به قلة قليلة من الخبراء.

- أن الإنتاج الفكري المنشور، أو المعرفة المسجلة - وهي ظاهرة إجتماعية - ذات أنماط سلوكية منتظمة، سواء في إنتاجها أو الإفادة منها. وهذه الأنماط يمكن ملاحظتها بسهولة بواسطة الأدوات المنهجية الملائمة (٧).

- أن النشاط العلمي، في أى مجال، يقوم على بناء تخصصات يمكن تحديدها موضوعياً.

- أن بناء التخصصات هذا يمكن الكشف عنه بواسطة مقياس ينصب على الإهتمامات الفكرية المشتركة بين وثيقتين.

- إن أوفر الوثائق نصيباً في الإستشهاد بها تعد أكثر إرتباطاً وإتتماءً إلى الموضوع من أقل الوثائق حظاً في الإستشهاد بها.

- أن هذه الوثائق التي يُستشهد بها بكثافة، تعد علامات أو رموزاً على المفاهيم والأفكار والخبرات الأساسية في المجال، وتمثل الإجماع الحالي بين المتخصصين في المجتمع العلمي لهذا المجال (٨).

- إن أوفر الوثائق نصيباً في الإستشهاد بها وتتصاحب وراقياً co-cited مرتين أو ثلاثاً أو أربع مرات... إلخ تعد أعمالاً مهمة ومترابطة موضوعياً (٩). وكلما كثر الإستشهاد بهذه الأعمال معاً كانت العلاقة التي تربط بينها قوية.

#### ١ - ٥ - أوجه إستثمار تحليل المصاحبة الوراقية

فضلاً عن أن الكشف عن الوثائق الأساسية في مجال ما والعلاقات التي تكمن بينها، بواسطة خريطة المصاحبة الوراقية، يعد كشفاً عن جهة البحث في هذا المجال، فإن دور المصاحبة في دراسة بنية وإرتباطات وتطور التخصصات العلمية جعل إسهامها الأعظم يصب في أدوات التحليل الموضوعي، وما يرتبط به من إنشاء المكانز وخطط التصنيف، بل يمتد ليشمل تنمية المقتنيات وخدمات المعلومات وإعداد مرصداً للبيانات:

- تنشأ شبكة المصاحبة متعددة الأبعاد وبالغة التعقيد، نتيجة لأن بعض الوثائق المتصاحبة لا تتبادل نفس الدرجة في القوة في علاقاتها مع الوثائق

المصاحبات الوراقية، كأساس لنظام خدمة البث الإنتقائي للمعلومات (٢).

- كذلك يمكن الإفادة من العلاقات الموضوعية بين المصاحبات الوراقية فى بناء وتنمية مقتنيات المكتبات متشابكة أو متعددة التخصصات - interdis-iplinary .

- يمكن لناشرى الخدمات الثانوية ومعدى الوراقيات الإفادة، أيضاً، من هذه العلاقات. ذلك أن الصعوبة الأساسية فى منهج إعداد الوراقيات، أو مرصد البيانات، هى أنه من الخال تقريباً أن نقع على أداة دقيقة تفيدنا بما ينبغى أن يدخل فى إطار تخصص موضوعى ما، وما لا ينبغى أن يدخل فيه (٨). والطريقة المستخدمة هنا، بواسطة التجمع العنقودى، لاستدعى أية قرارات شخصية فيما يتصل بإدماج أو إخراج موضوعات ما من الإنتاج الفكرى المتخصص فى مجال ما.

وليس ثمة شك أن الفئات الموضوعية المصاغة على أساس روابط الإستشهاد المرجعى Citation linkage، ذات ميزات تفوق تلك الفئات المصاغة وفقاً للتكشيف الموضوعى التقليدى (١٠)، فأكثر الملاحظات وضوحاً هنا أن الفئات الأولى تصاغ وهى مستقلة عن اللغة وتغير المصطلحات. فاسم مرضى ما - على سبيل المثال - يمكن أن يتغير عبر فترة من الزمن، لكن ذلك لا يكون عائقاً أمام البحث عن هذا المرض فى كشف الإستشهاد المرجعى؛ خاصةً إذا كان المقال العلمى الأول الذى تناول هذا المرض معلوماً لدى الباحثين، ولازال يتواتر الإستشهاد به. بل أكثر من ذلك، بالطبع، أن الفئات الموضوعية المصاغة إعتماًداً على المصاحبة الوراقية تتغير بمرور الزمن، مكونةً علاقات جديدة تم إكتشافها بواسطة مؤلفين محدثين.

الأخرى. ومن هذا التجمع العنقودى، أو الوثائق المترابطة بعضها ببعض، يمكننا إنشاء خطة للتصنيف. وميزة خطة التصنيف من هذا النوع أنها تعتمد إلى حد كبير على المسوغ الأدبى (١٠).

ويمكن القول بأن تحليل المصاحبة الوراقية ماهو إلا نظام تصنيف آلى، يقلل من الإعتماذ على الأحكام البشرية. ومن المعلوم فى نظم التصنيف التقليدية أن المكشفين لا يحللون نفس الوثيقة باختلاف فحسب، وإنما الأكثر من ذلك أن نظم التصنيف الهرمية التى يتبعونها لاتقوى على متابعة الحالة الراهنة للنشاط العلمى. أما فى هذا النظام الذى ندعوه بالمصاحبة، فإن دور العمل البشرى يقتصر على إدخال البيانات الوراقية لكل وثيقة على الحاسب الألكترونى، ثم تقوم برامج الحاسب بإستخدام الوثائق المستشهد بها من قبل مؤلفى الوثائق المصدرية لتمييز ووضع كل وثيقة فى فئتها الموضوعية المناسبة.

- وينسحب ذلك أيضاً على إنشاء المكانز. إذ يمكن عن طريق المصاحبة الوراقية إنشاء القسم المصنف المنهجى لمكتز فى مجال علمى ما، وذلك بواسطة تحديد الفئات التصنيفية للوثائق. كما يمكن عن طريق هذا الأسلوب تطوير هذا القسم المصنف فى المكانز القائمة بالفعل. ومن المعلوم أن هذا القسم من أقسام المكانز يفيد فى تقديم صورة شاملة للتخصصات الموضوعية فى مجال ما.

- يكشف تحليل المصاحبة الوراقية، والخريطة العلمية التى تبنى عليه، عن مجموعات المؤلفين المتقاربة مع بعضها البعض فى إطار مايسمى بالجامعات الإعتبارية invisible colleges .

- يمكن الإفادة من العلاقات الموضوعية بين

## ١ - ٦ - مشكلات إجراء المصاحبة الوراقية

إن أكثر الجوانب سلبية في تطبيق أسلوب المصاحبة الوراقية يكمن في إعماده، كليةً، على وجود كشاف شامل للإستشهادات المرجعية، والحاجة إلى كم هائل من البيانات المشتقة من الوثائق المصدرية غزيرة الإستشهادات. ولعل ذلك يوافق القول (١١) بأن أسلوب المصاحبة هو أسلوب غير إقتصادى إذا ما كانت الإستشهادات مشتتة عبر عدد كبير من الوثائق المصدرية غير المنتجة.

من ناحية أخرى، فإن جانباً كبيراً من الأخطاء التي تشتمل عليها الإشارات المرجعية، يمكن ردها إلى أن بعض المؤلفين لم يظلموا بالفعل على تلك الوثائق التي أشاروا إليها، وإنما صادفوها (بالطبيعة) على هيئة معلومات أو مقتطفات) في وثائق أخرى لاحقة كانت أقرب إلى متناولهم، في الوقت الذي لم يتم الإعراف بهذه الوثائق اللاحقة (١٢). بالتالى، والتحقق من هذا الزعم ليس جد عسير، فإن بعض الوثائق المستشهد بها بالفعل لاتأخذ حقها في التسجيل، ومن ثم تسقط من العد والإحصاء. وإفتقادنا لهذه الوثائق يؤثر لا محالة على تحليل المصاحبة الوراقية، التي تنبنى على العلاقة بين الوثائق وفقاً لمدى الإستشهاد بها معاً في وثائق لاحقة.

## ٢ - الإجراءات العملية لتشكيل التجمعات العنقودية

لقد أطلق «هنرى صمول» تعبير «التدوير» Cy-cling على هذه الإجراءات (٢). وهذا التعبير، كما سنرى، مشابه تماماً لمصطلح «الحلقة الدائرية الكاملة Looping المستخدم في برامج الحاسب الالىكترونى.

## ٢ - ١ - حدود المصاحبة Frequency threshold

يطلق على هذه الحدود، الإجراء الكامل للتجمع

العنقودى، وذلك لما تمثله من أهمية بالغة في هذا الأسلوب من تحليل الإستشهاد المرجعى (٨). وتشير هذه الحدود إلى عدد الإستشهادات التي ينبغى أن تتلقاها الوثيقة المستشهد بها في عام معين (أو أكثر) حتى يمكن تضمينها في التجمع العنقودى (١٣).

إن وضع حدود معينة لتواتر الإستشهادات من الكشاف الشامل، هو الخطوة الأولى في إجراءات المصاحبة الوراقية. وهذه الحدود، بالطبيعة، هي الحدود الدنيا للكشاف الثانوى الذى يعتمد عليه التحليل. وعلى ذلك يمكن القول أن الكشاف موضوع التحليل هو كشاف لأكثر الأعمال كثافة فى الإستشهاد بها؛ أى كشاف «للأعمال الأساسية» فى هذا المجال.

إننا نضع حدود التواتر هذه، فى الحقيقة، لتقليل عدد الوثائق المستشهد بها إلى المدى الذى تكون فيه أكثر فعالية فى عملية التحليل. فليس شك أنه من التكلفة وإهدار الوقت بمكان إذا تم فحص جميع الوثائق المستشهد بها (١٣). وفى حالة مجموعات البيانات الهائلة التي تصل إلى الملايين، كما هو الحال فى مرصد معهد المعلومات العلمية ISI، تكون هناك إجراءات وتجارب أكثر إنتقائية بحيث تكون التحليلات أكثر إفادة وفعالية.

وعلى سبيل المثال، فقد قام «صمول» فى عمله الرائد (٢)، وفى عمل تال (١٤)، بإنتقاء الوثائق التي تم الإستشهاد بها عشر مرات فأكثر. وفى عمل آخر (٨) قام نفس الباحث بوضع هذا الحد عند ١٥ إستشهاداً فأكثر من مرصد البيانات الكلى. وفى بحث لجارفيلد (١٣)، قام فى البداية بإختيار الوثائق المستشهد بها ٢٠ مرة فأكثر، ثم عاد وقام بتخفيض هذا المدى إلى ١٧ إستشهاداً، لكى يظهر مزيداً من الوثائق المستشهد بها ومزيداً من

المتصاحبة وفقاً لعدد واقعات الإستشهاد المرجعى بكل مجموعة منها معاً، أو وفقاً لنسبة هذه الواقعات إلى المجموع الكلى لواقعات الإستشهاد المرجعى بوثائق كل مجموعة.

وهذا الحد لمدى قوة المتصاحبة هو من الإجراءات المهمة؛ لأنه يحدد بجلاء الصورة التى سوف يكون عليها تمرکز التجمع العنقودى، وهذه هى أكثر الخطوات طولاً فى إجراءات المتصاحبة. ويكفيها هنا، لأخذ فكرة عن أزواج الوثائق المحتمل تكوينها، تطبيق المعادلة  $(22/1) (ن - 1)$ ، حيث ن هى عدد الوثائق المستشهد بها بكثافة. فإذا إفترضنا أن هذه الوثائق تبلغ 23500 وثيقة، فإنه يمكن أن يتولد لدينا حوالى 280 مليوناً من أزواج الوثائق المحتملة (5).

ولحسن الحظ، فإن كل من الوثائق المستشهد بها بكثافة لايتصاحب بالضرورة بالآخر. وعلى ذلك، فإن العدد الحقيقى لأزواج الوثائق المتصاحبة سوف يقل كثيراً عن حساب الأزواج المحتملة. وفى الواقع، فإن مايزيد على 99,5% من التجمعات المحتملة سوف تكون أزواجاً صفيرية الرابطة -Zero linked pairs.

والحقيقة أنه ليست هناك طريقة تخبرنا سلفاً بما ينبغى أن يكون عليه المدى المناسب لقوة المتصاحبة (13)، وليس ثمة إجراء يمكن أن يشرح لنا أو يحدد مسبقاً «حداً» يقدم تحليلاً سليماً. إن مدى قوة المتصاحبة يمكن أن يتفاوت بين صفر و 100%. وعلى سبيل المثال (5)، إذا تم وضع حد قوة المتصاحبة عند صفر 7، فسوف ينشأ لدينا تقريباً تجمع عنقودى واحد كبير للغاية يشتمل على جميع الوثائق المتصاحبة فى مرصد البيانات. أما إذا صعدنا بالحد إلى 100%، فسوف تتولد لدينا تجمعات عنقودية عديدة منفصلة، وذلك - بالطبع -

العلاقات بينها. أما الحد الملتزم به عادةً فى تحليلات التجمعات العنقودية للملفات السنوية لكشاف الإستشهاد المرجعى فى العلوم SCI، فهو 15 واقعة إستشهاد مرجعى. ومن الملاحظ، فى هذه الحدود جميعاً، أن عدد الوثائق المستشهد بها كان يدور حول 71 من مجموع إستشهادات المرصد الكلى.

ونخرج مما سبق، فيما يتصل بحدود المتصاحبة، بملاحظتين مهمتين:

- أن أى حد يتخذ لإنتقاء الوثائق المستشهد بها يمكن أن يهتدى به «كنقطة بداية»، تتلوها بعد ذلك تجارب أخرى عند حدود مختلفة.

- أنه عند إختيار أى مدى لتواتر الإستشهادات، فإن أى وثيقة يقل معدل الإستشهاد بها عن هذا المدى تعد خارج التحليل.

من ناحية أخرى، فإن عدد الوثائق الذى يعبر عن هذا الحد الإعتباطى للإستشهادات arbitrary threshold، سوف يعتمد على متوسط عدد الإستشهادات المرجعية فى كل وثيقة، والذى يتغير بالطبيعة من مجال لآخر. ومعنى ذلك أن الكيمياء - مثلاً - سوف تتطلب حدوداً مختلفة عن تلك التى لعلم الاجتماع، كما أن علوم الدين الإسلامى سوف تتطلب حدوداً مختلفة عن كلا المجالين. بل إن متوسط عدد الإستشهادات المرجعية يمكن أن يختلف من تخصص لآخر داخل المجال العلمى الواحد. ولذا ينصح جارفيلد (13) بأنه ربما كان من المهم تقسيم ملف إستشهادات مجال ما وفقاً لموضوعاته المختلفة، للتأكد من أن التخصصات الصغيرة لم يتم إهمالها.

## ٢ - ٢ - قوة المتصاحبة Strength threshold

٢ - ٢ - ١ - يشير مدى قوة المتصاحبة، أو حدودها، إلى درجة الإرتباط بين مجموعات الوثائق

المثالي لهذا التخصص هو الذى يعلو هذه النقطة مباشرة (٨).

أى أنه إذا كان التجمع العنقودى لايزال صغيراً نسبياً عند نشأته فى البداية، فإنه يجب وضع قوة المصاحبة عند حد أدنى يكون كافياً لظهور التجمع العنقودى وتمركزه.

ومعنى ذلك، أننا يمكننا تقديم ببيان مكبر للتخصصات العلمية، يظهر - مثلاً - كيفية إرتباط كل من الكيمياء والفيزياء والأحياء والطب ببعضها البعض، وذلك بوضع مدى قوة المصاحبة عند الحدود الدنيا. كما أنه يمكننا حل أو تفتيت البنيان المصغر microscopic لموضوع التخدير أو بناء الغشاء الحيوانى أو أى تخصص آخر بوضع حدود قصوى لمدى قوة المصاحبة (١٣).

ونخلص مما استعرضناه فى هذه الدراسة حتى الآن أن الروابط التى بين الوثائق المتصاحبة وراقياً تتغير وفقاً لإختلاف كل من مدى تواتر واقعات الإستشهاد المرجعى ومدى قوة المصاحبة.

٢-٢-٣ - أما عن كيفية حساب النسبة المئوية لمدى قوة المصاحبة بين وثيقتين، فإنه إذا كانت الوثيقة أ استشهد بها ٢٠ مرة فى عام واحد، والوثيقة ب استشهد بها ٥٠ مرة فى نفس العام، كما أنهما تصاحبا معاً وراقياً ١٠ مرات، فإن مدى قوة الإرتباط بين هاتين الوثيقتين يمكن حسابه كالتالى (٥):

بإستثناء تلك الوثائق المتصاحبة معاً فى رسوخ. وإذا كنا لم نألف بعد إجراءات العنقدة، فإن وضع حدود لقوة المصاحبة فى «أى مكان» بين صفر و ١٠٠٪ سوف يبدو إعتباطياً.

ويبدو، بالفعل، أنه ليس هناك بديل عن ذلك. وينبغى علينا أن نقنع بأن أى حد لقوة المصاحبة يمكن أن يستخدم للإجراءات العملية (٨). بيد أن علينا أن نقوم بوضع حدود مختلفة ومتعددة لمدى القوة هذا، حتى يتم التأكد من تغطية كل علاقات المصاحبة المهمة.

٢-٢-٢ - وثمة معضلة أخرى هنا، وهى أن الحد الملائم لتخصص ما ربما لا يكون مناسباً لتخصص آخر. إن السؤال حول الحد الملائم لتخصص ما يمثل صعوبة فى حد ذاته، طالما لم تتطور بعد إختبارات التجمعات العنقودية بصورة كافية. ومع ذلك، فلانزال تتوافر لدينا إشارات دالة فى هذا الصدد. والوضع المثالى هو أن يتنوع مستوى العنقدة ويتفاوت بالزيادة، فى الوقت الذى تتم فيه ملاحظة التجمعات المفردة. فإذا كان مستوى المصاحبة لازال منخفضاً والتجمع لازال غير واضح، أضيفت الوثائق المستشهد بها تدريجياً. وعند نقطة ما، سوف نلاحظ زيادة واضحة قاطعة فى حجم التجمع العنقودى، بحيث تكشف لنا عن المستوى الذى يرتبط فيه التخصص موضوع التحليل بالتخصصات الأخرى القريبة، مكونين معاً تجمعاً عنقودياً مكبراً macro cluster. إن المستوى

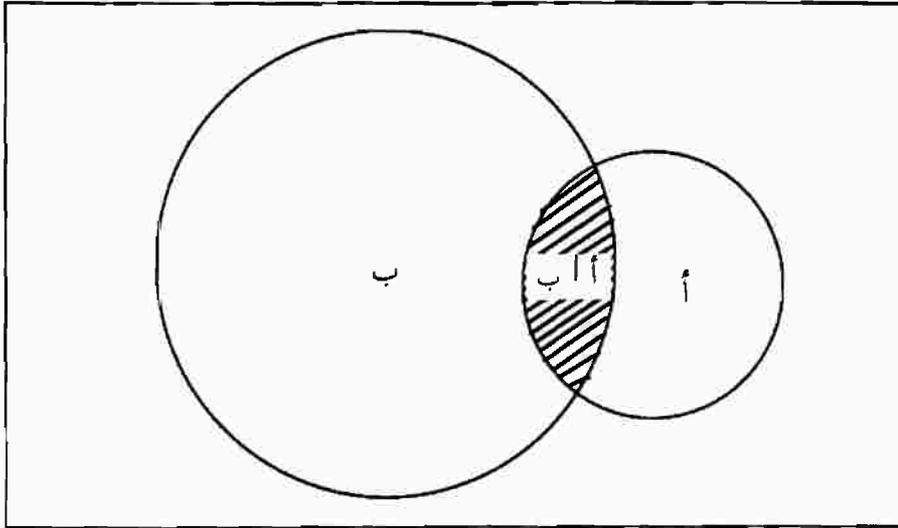
واقعات المصاحبة الوراقية لكل من أ و ب

(المجموع الكلى لواقعات الإستشهاد بالوثيقتين أ + ب) - (واقعات المصاحبة لكل من أ + ب)

$$\text{وبالتعويض} \quad 0,166 = \frac{10}{60} = \frac{10}{10 - 70}$$

المشتركة بينهما عبارة عن ١٧٪ من المساحة الكلية لكليتهما.

وهكذا، تبلغ قوة الارتباط بين الوثيقتين أ و ب ١٦٦،٠ أو ١٧٪. ويمكن تصور ذلك كدائرتين متداخلتين (شكل ١)، والمساحة



شكل (١): مدى الارتباط بين وثيقتين متصاحبتين، أ و ب، والمعروضتين كدائرتين متداخلتين، والمنطقة المظللة عند تقاطعهما تعبر عن مدى تواتر المصاحبة الوراقية بينهما.

(عن Garfield, Eugene, 1981, part ١)

لا توجد أية وثيقة أخرى يمكن أن تترايط مع الوثائق المتصاحبة بالفعل ١١ مرة (على الأقل) داخل التجمع. والمعنى العام هنا هو أن الوثيقة المستشهد بها ينبغي أن تفي بشروط كل من مدى تواتر واقعات الإستهاد ومدى قوة المصاحبة، قبل أن تتمكن من الظهور في التجمع العنقودي.

### ٢ - ٣ . رسم خريطة المصاحبة

#### Co-citation Mapping

تتمثل إجراءات الحاسب الالكتروني المستخدمة في رسم خريطة المصاحبة الوراقية، في إجرائين أساسيين هما التجمع العنقودي أحادي الرابطة، والتدرج متعدد الأبعاد.

### ٢ - ٣ - ١ - التجمع العنقودي أحادي الرابطة

يمكن القول أن التجمع العنقودي يبنى على عاملين رئيسيين هما:

أما عن تفاوت حدود قوة المصاحبة بين المجالات العلمية، فقد قام جارفيلد (١٣) في بحثه على مجال «بنیان غشاء الخلايا الحمراء» بوضع مدى قوة المصاحبة عند حد ٢٤٪ فأكثر من الارتباط بين وثيقتين. ومعنى ذلك أن أى زوج من الوثائق تقل نسبة المصاحبة الوراقية فيه عن ٢٤٪ من المجموع الكلي لواقعات الإستهاد المرجعى به، يعد خارج التحليل. إلا أن جارفيلد عاد وعدّل في هذه الحدود، وقام بتخفيضها إلى نسبة ٢٢٪ فأكثر من الارتباط، حتى يظهر مزيداً من التجمعات العنقودية ومزيداً من العلاقات بينها.

وفي بحث لهنرى صمول (٨)، لم يعتمد نسبةً مئوية معينة، وإنما وضع حداً رقمياً هو أن تتصاحب وثائق التجمع العنقودي ١١ مرة فأكثر. وعلى ذلك، يعد التجمع العنقودي مكتملاً حينما

- أزواج الوثائق المتصاحبة co-cited document pairs .  
- الرابطة الوثيقة بين هذه الأزواج (بناءً على مدى قوة المصاحبة الوراقية).

وإذا كنا قد إنتهينا في المرحلة السابقة إلى الصورة النهائية لأزواج الوثائق المتصاحبة، فإن المجموع الكلى لهذه الأزواج يمثل المدخلات فى برنامج التجمع العنقودى أحادى الرابطة a single - link clustering programme، وتستخرج بذلك كل التجمعات العنقودية عند المستوى الذى تم إختياره لقوة المصاحبة الوراقية.

وفى هذا الأسلوب يقوم الحاسب الالىكترونى بإختيار وثيقة ما مستشهد بها والبحث عن الوثائق الأخرى التى ترتبط معها بقوة مدى من المصاحبة تعادل أو تفوق حداً معيناً (٥). ويتكون التجمع العنقودى، ببساطة، عندما تكون الأزواج المتصاحبة بقوة قريبة من بعضها البعض، فيما يتم إقصاء الأزواج منخفضة المصاحبة. وبذلك، ترتبط أزواج الوثائق المتصاحبة معاً فى صورة تسلسلية متخذة شكل العنقود (١٥). وبالطبع، فإن الذى يحدد شكل وحجم هذا التجمع العنقودى هو الوثائق المصدرية التى تشير (كذا من المرات فأكثر) إلى أزواج أو مجموعات الوثائق المستشهد بها. ولكى تظهر وثيقة ما فى «قلب» التجمع العنقودى، فإنها ينبغى أن تكون أكثر الوثائق نصيباً فى الإستشهاد بها داخل هذا التجمع.

وكما سبق القول، فإننا فى هذه الطريقة يمكننا معالجة مجموعة الوثائق المتصاحبة عند حدود مختلفة لمدى قوة المصاحبة.

ومن المعلوم أن إجراءات تشكيل التجمعات العنقودية فى ملفات الـ ISI تختلف فى أوجه عديدة عن الأساليب التقليدية المتبعة فى هذه

الإجراءات، وعلى سبيل المثال، يرى «صمول» (٢) أن تؤخذ «أكثر الوثائق نصيباً فى الإستشهاد بها» كنقطة بداية فى دورة المصاحبة الوراقية. فيما يرى جارفيلد (١٣)، مدير الـ ISI، أن تحليل التجمع العنقودى يتم بإختيار أى وثيقة «عشوائياً». فليس من المهم هنا بأى وثيقة نبدأ، مادام البنيان الناتج سوف يكون فى النهاية واحداً.

### ٢-٣-٢- التدرج متعدد الأبعاد

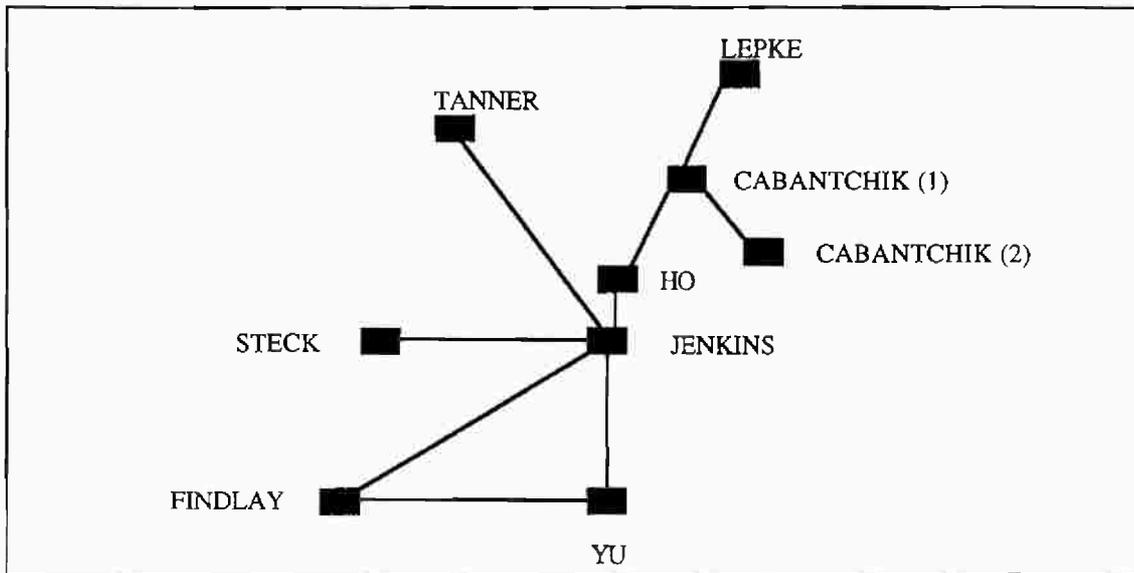
بعد إستكشاف أو تكوين التجمعات العنقودية بواسطة الحاسب الالىكترونى، يقوم الحاسب بإنشاء خرائط ذات بعدين "two dimensional maps" توضح «العلاقات المكانية» للمصاحبة الوراقية بين الوثائق المستشهد بها فى كل تجمع عنقودى. إن الخريطة الناتجة عن المصاحبة الوراقية تتشكل بواسطة برنامج أو أسلوب الكترونى خاص يدعى التدرج متعدد الأبعاد Multidimensional scaling (MDS). ويعد هذا الأسلوب أكثر أساليب التخطيط أو التصوير أو العرض البيانى Mapping المستخدمة فى تحليل الاستشهادات المرجعية شيوعاً.

إن أية عناصر لها علاقة محددة ببعضها البعض يمكن صفها وترتيبها فى تشكيل مكاني Spatial configuration بواسطة أسلوب التدرج متعدد الأبعاد هذا (١٣). وعلى سبيل المثال، إذا كانت هذه العناصر عبارة عن مدن، والعلاقات التى تربط بعضها ببعض هى تلك المسافات التى بينها، فإن هذا الأسلوب يقدم لنا خريطة طرق Road map ذات بعدين تُظهر لنا تشكيل المدن فى إطار حيزها المكاني. أما فى تحليل التجمع العنقودى، فإن العناصر هنا هى الوثائق المستشهد بها، والعلاقات التى تربط بعضها ببعض هى مدى قوة المصاحبة فيما بينها. وعلى ذلك، يقدم لنا هذا الأسلوب «خريطة طرق» علمية أو أطلس علمى. وبإختصار،

أى وثيقة بالتجمع العنقودي وكيفية ارتباطها بأى وثيقة أخرى. ويمكن أن نقوم بمزيد من التنقل بين الوثائق اعتماداً على واقعات المصاحبة الوراقية، والتي تتحول إلى مسافات أو أبعاد. والصورة العامة لهذا الإجراء إذا تم رسمها فسوف تبدو كخط متعرج (شكل ٢).

فإن أسلوب التدرج يستخدم الروابط الكمية بين الوثائق لتحديد مواقعها النسبية بالنسبة لبعضها البعض؛ والمسافات التي بين الوثائق تعكس بالضرورة قوة الرابطة بينها.

وهكذا تنشأ لدينا مصفوفة من الوثائق المتصاحبة وراقياً Co-citation matrix، بنيت بطريقة تظهر لنا



شكل (٢): المصاحبة الوراقية للمؤلفين في مجال «بنیان غشاء الخلايا الحمراء»  
(عن: Garfield, Eugene, 1981, part ٣)

### ٢-٣-٣- قراءة الخريطة

تطورها الزمني، وعلاقتها، وأهميتها النسبية (١٠). وهذه الوثائق الأساسية عادة ما تعرف بالمرتكزات nodes، فيما يطلق على العلاقات التي بينها الرابطة links. وربما كان هذا مشابهاً للقول بأن شبكة المصاحبة الوراقية co-citation network تتكون من سلاسل استدلالية Deductive chains.

أما التطور، فإنه يمكن لتحليل التجمع العنقودي أن يظهر مدى تطور النشاط العلمي في مجال ما وذلك بتشكيل خرائط تغطي سلسلة متتابعة من السنوات. ومن ثم، فإن نمو أو ركود التخصصات العلمية، اندماجها أو انشطارها، وحدة أو تناظر الباحثين الرواد، إسهامات المؤسسات الفردية، كل

إنه عند مستوى معين من مدى تواتر واقعات الإستشهاد المرجعي، ومدى قوة المصاحبة الوراقية، تتشكل لدينا مئات أو حتى آلاف من التجمعات العنقودية التي يمكن فحص كل منها بمفرده (١٥). ويمكن تحديد العلاقات الموضوعية بين الوثائق بفحص كل وثيقة في التجمع العنقودي على حدة، أو بفحص مجموعة من الوثائق المتصاحبة، أو بفحص كليهما.

وهكذا، يمكن تعريف شبكة الاستشهادات المرجعية citation network بأنها عرض بياني لبيانات الاستشهادات يظهر الوثائق الأساسية فيها، ومدى

ذلك يمكن إصله لغير المتخصصين في شكل رسم بياني أو خريطة سهلة القراءة.

وفي أي مرحلة معينة، فإن التجمع العقودي للوثائق المتصاحبة سوف يكون محلاً للدراسة المفيدة، كما سيكون ذا خصائص عديدة قابلة للقياس؛ مثل حجم التجمع العقودي، سنوات نشر الوثائق المكونة لهذا التجمع، النسبة المئوية للكتب مقابل المقالات، توزيع المقالات بين الدوريات، نسبة المواد المنشورة في السنوات الخمس الأخيرة (أو ما يسمى بمؤشر برايس Price's Index)، كم الوثائق المصدرية،... إلخ. ومثل هذه الخصائص يمكن أن تضع أيدينا على أنماط النمو المعرفي في التخصص العلمي موضوع التحليل.

### ٢-٣-٤ - ربط التجمعات العقودية

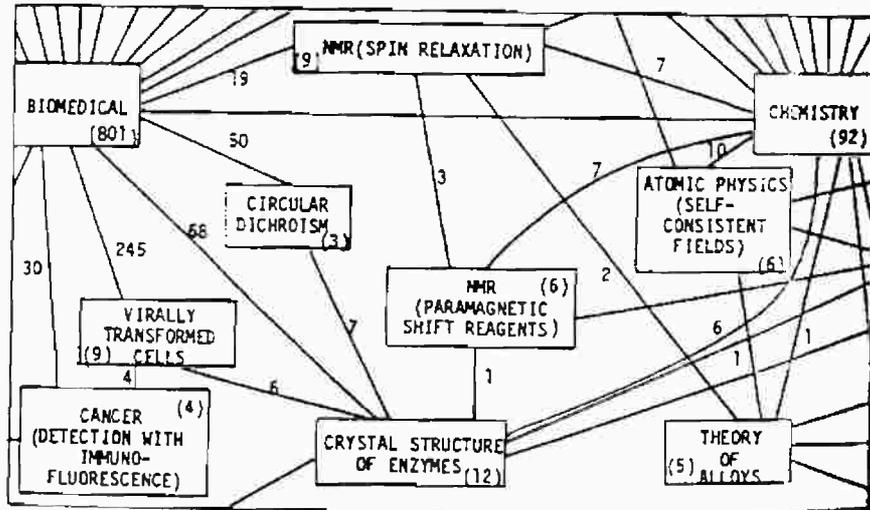
#### Clustering clusters

تمثل التجمعات العقودية التي تم استكشافها حتى الآن مجموعة غير مترابطة فيما بينها. ولذا

فإننا ينبغي أن نلاحظ أن الوثائق المستشهد بها في إطار أي تجمع عقودي يمكن أن تتصاحب أيضاً في ظل تجمع آخر أو أكثر؛ وهو ما يطلق عليه المصاحبة الوراقية بين التجمعات العقودية Cluster co-citation، أو عنقدة العناقيد.

ولأن التجمعات العقودية للوثائق المتصاحبة تقابل، على العموم، التخصصات الموضوعية الدقيقة، والتي تنشأ من خلال كل تجمع عقودي متميز - كوحدات تلقائية في بنية النشاط العلمي، فإن إحصاء هذه المصاحبات يمكن أن يكشف عن مدى قوة الروابط بين التخصصات المختلفة. وعلى ذلك، فإن هذا الإجراء يمكن أن يقدم إشارات مهمة للغاية على بنية النشاط العلمي ككل (شكل ٣).

والإجراءات المتبعة في الربط بين الوثائق الفردية في كل تجمع، بواسطة الأسلوب الإلكتروني التدرج متعدد الأبعاد، تنسحب أيضاً على الربط ما بين التجمعات العقودية المتميزة.



شكل (٣): جزء من خريطة للتخصصات العلمية تبنى على عينة من ملفات SCI لعام ١٩٧٢ (تشير الأرقام التي داخل المستطيلات إلى عدد الوثائق التي يشتمل عليها كل تجمع، فيما تشير الأرقام التي على الخطوط إلى مدى قوة العلاقة بين التجمعات).

(عن: Cawkell, A. E., 1977)

وإن تمثيل نتائج هذا الإجراء فى شكل خريطة، فى ظل عدم توافر برنامج الكترونى، هو مشكلة فى حد ذاته (١٦). بيد أنه يمكننا تحقيق ذلك بطريقة يمانية، وذلك برسم خريطة التجمعات العقودية وارتباطاتها، على ماسبق بين الوثائق فى كل تجمع عقودى متميز. وهنا يمكن التعبير عن التجمعات الفردية بواسطة الدوائر أو المستطيلات، فيما يُعبّر عن العلاقات التى ما بين التجمعات بواسطة خطوط تصل ما بين هذه المستطيلات. وفى ظل عدم وجود برنامج الكترونى، فإن الوضع الدقيق للتجمعات العقودية على الخريطة، والمسافات التى بينها، لا يمثل لنا أهمية ما.

ومن المعلوم أن هذه الخرائط العلمية قد تتباين من عام لآخر فى بعض المجالات. فنتيجة لظهور مطبوعات جديدة عاماً إثر عام، فإنه يمكن أن تتشكل روابط جديدة بين الوثائق المستشهد بها باستمرار، ومن ثم يمكن للتجمعات العقودية أن تتغير. وهنا يمكن لوثائق ما أن تضاف إلى التجمعات، أو تسقط، أو تستمر، أو تنشئ رابطة جديدة بالتجمعات العقودية الأخرى.

ومن هنا فإنه يمكن اتخاذ هذه الإجراءات لتفسير التحولات بين خرائط السنوات المتتابعة، ومن ثم كمؤشر على التغيرات والاندماجات المحتملة بين التخصصات العلمية. كما يمكن بذلك الكشف عن تخصصات جديدة أو جبهات بحث محتملة فى أى مرحلة مبكرة من نشوء هذه التخصصات أو الجبهات.

### ٣ - الخلاصة

ثبتت لنا المصاحبة الوراقية، بصورة منهجية دقيقة، كيف أن تحليل الاستشهاد المرجعى يمكن أن يلعب دوراً بارزاً ومفيداً فى محاولة التعرف على

بنية التخصصات العلمية، وارتباطاتها بالتخصصات المجاورة، وتطورها على مدى فترات زمنية مختلفة. ويعتمد هذا الدور على الكشف عن الوثائق الأساسية فى المجال العلمى (وهى أكثر الوثائق حظاً فى الاستشهاد بها)، ثم الكشف عن الصلات أو العلاقات الناشئة بينها (وفقاً لعدد الوثائق المصدرية التى اشتركت فى الإستشهاد بها)، وتشير قوة هذه العلاقات إلى مدى قوة المصاحبة الوراقية فى المجال.

وتعتمد هذه العلاقات الأخيرة، فى أولى خطوات تشكيل التجمعات العقودية، على وضع كل من حدود المصاحبة (تواتر واقعات الاستشهاد المرجعى بكل وثيقة)، وقوة المصاحبة (درجة الارتباط بين مجموعات الوثائق المتصاحبة). ويتم فى النهاية رسم خريطة المصاحبة اعتماداً على أسلوبى التجمع العقودى أحادى الرابطة والتدرج متعدد الأبعاد؛ حيث تنضح العلاقات بين أزواج أو مجموعات الوثائق المتصاحبة وتظهر مترابطة معاً فى صورة تسلسلية متخذة شكل العقود، كما تتكشف المواقع النسبية لكل منها داخل هذا العقود أو التجمع العقودى.

وتنسحب هذه الإجراءات الأخيرة أيضاً على الربط ما بين التجمعات العقودية المتميزة التى قد تتصاحب الوثائق الموجودة فى أى منها مع وثائق تجمعات أخرى؛ مما يكشف عن مدى قوة العلاقة بين التخصصات المختلفة، ومن ثم عن بنية النشاط العلمى جميعه.

إن إمكانية استثمار المصاحبة الوراقية فى إنشاء وتطوير المكائز وخطط التصنيف، وإعداد مرصد البيانات وترشيد تنمية المقتنيات وتحسين خدمات المعلومات، لم يكن إلا لأنها أكثر السبل موضوعية لإعداد نماذج للبنى الفكرية للتخصصات العلمية. فهى طريقة مفيدة للغاية فى الدراسة التاريخية

- Key papers in information science. Washington, D. C.: ASIS. pp. 211 - 238.
- 9 - Small, Henry & B. C. Griffith (1974) The structure of scientific literature. 1. Identifying and graphic specialities. Science Studies. pp. 4 - 17 - As cited by: Cawkell, a. E. (ref. no. 15).
- 10 - Nicholas, David & Maurcen Ritchie (1978) Literatunc and Bibliomearics. London: Clive Bingley.
- 11 - Lancaster, f. W. (1991) Indexing and abstracting in theory and practice. London: LA.
- 12 - Sweetland, James H. (1989) Errors in bibliographic citations: A continuing problem. Library Quarterly. vol. 59, no. 4 - pp. 291 - 304.
- 13 - Garfield, Eugene (1981) ABCs of cluster mapping. Part 2. Most active fields in the physical sciences in 1978. In is book: Essays of an Information Scientist. vol. 4. Philadelphia: ISI Press. pp. 642 - 649.
- ١٤ - صمول، هنرى (١٩٨٤) علاقة علم المعلومات بالعلوم الإجتماعية: تحليل للمصاحبة الوراقية. ترجمة حشمت قاسم فى كتابه: دراسات فى علم المعلومات. القاهرة: مكتبة غريب. ص ٥٣ - ٨١.
- 15 - Cawkell, A. E. (1977) Understanding science by analysing its literature. In: Eugene Garfield. Essays of an Information Scientist. vol. 2. Philadelphia: ISI Press. pp. 543 - 549.
- 16 - Braam, R. R. & F. H. Moed & A. F. J. Van Raam (1991) Mapping of science by comined co-citation and word analysis. I. Structural aspects. J. ASIS. vol. 42, no. 4. pp. 233 - 251.
- والاجتماعية للنشاط العلمى، وهى - من ثم - أكثر أساليب البيبليومتريقا ملائمة فى تخطيط السياسات العلمية على المستوى الوطنى.
- ### المراجع
- 1 - Garfield, Eugene (1983) Mapping the strucaure of science. In his book: Citation Indexing: its theory and applications in science, technology, and humanities. Philadelphia, PA: ISI Press - pp. 98 - 147.
- 2 - Small, Henry (1973) Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. J. ASIS. vol. 24, no. 4. pp. 265 - 269.
- ٣ - حشمت قاسم (١٩٨٤) تحليل الاستشهادات المرجعية وتطور القياسات الوراقية. فى كتابه: دراسات فى علم المعلومات. القاهرة: مكتبة غريب - ص ١٣٣ - ١٧٣.
- 4 - Garfield, Eugene & Morton V. Malin & Henry Small (1984) Citation data as science indicators. In Eugene Garfield: Essays of an Information Scientist. vol. 6. Philsdelphia: ISI Press. pp. 580 - 608.
- 5 - Garfield, Eugene (1981) ABCs of cluster mapping. Part 1. Most active fields in the life sciences in 1978. In his book: Essays of an Information Scientist. vol. 4. Philadelphia: ISI Press. pp. 634 - 641.
- 6 - Martyn, John (1975) Citation analysis. J. Doc. vol. 13, no. 4. pp. 290 - 297.
- ٧ - عبدالرحمن فراج (١٩٩٢) قانون برادفورد للتشتت؛ مفاهيم أساسية. عالم الكتب. مع ١٣، ع ١. ص ١٠ - ١٦.
- 8 - Small, Henry (1980) A co-citations model of a scientific specialty: A longitudinal study of collagen research. In: B. C. Griffith (ed.)