المصاحبة الوراقية ودورها فى دراسة بنية التخصصات العلمية وإرتباطاتها وتطورها

عبدالرحمن أحمد عبدالهادي فراج

مدرس مساعد بقسم المكتبات والوثائق

جامعة القاهرة ـ كلية الآداب ببني سويف

١ ـ المصاحبة الوراقية؛ ماهى؟

١ ـ ١ ـ 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 أُحادى البعد)، تقوم مقاييس التأثير (فى شكل إرتباطات ثنائية تبادلية أو مجموعات متميزة) بالكشف عن مدى قوة العلاقة بين هذه الإستشهادات وبين الوثائق المصدرية التى إشتملت عليها (عن طريق الإستشهاد المرجعى الذاتى ومدى التأثر 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 ومابينها من علاقات، إلا أن المصاحبة الوراقية تعد 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 يتشكّل منها البنيان المركب لتخصصٍ علمى ما؟
- هل البنى الفكرية تتشابه مع البنى الإجتماعية فى هذا المجال؟
- هل تعتمد كلتاهما 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؟

- ماهى الديناميكية التى تعتور هذه الأوضاع؟
- هل ثمة علاقة بين أوضاع هذه الوحدات وبين إنجاز كل منها العلمى؟
- هل يمكن لتحليل هذه الخصائص البنيانية أن يساعدنا فى إتخاذ قرارات أكثر فعالية فيما يتصل بالسياسات العلمية؟

والحق أن هذه الإستفسارات، وغيرها، هى التى تلقى الضوء على طبيعة مهام المصاحبة الوراقية. فالتجمع العنقودى المبنى على المصاحبة الوراقية Co-citation clustering يفيد فى الكشف عن الخريطة العلمية للمجال محل البحث. وتسهم هذه الخريطة، أو العرض البيانى للمصاحبة الوراقية، فى تحديد الأعمال الأساسية فى هذا المجال، وتعد تمثيلاً مركزاً راسخاً لبنيانه المعرفى، ولحدوده الموضوعية، وللحالة الراهنة للتخصص. ويمكن القول بأن مؤلفى 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 مايطرأ على أنماط المصاحبة الوراقية من تغير على مدى عدة سنوات، أن يؤدى إلى إلقاء الضوء على مسارات تطور التخصصات العلمية (٣). وبذلك يعد هذا الأسلوب طريقة مفيدة فى الدراسة التاريخية والإجتماعية للنشاط العلمى فى المجال، ومن ثم يمكن الإعتماد عليه فى التنبؤ بالتطورات المستقبلية المحتملة.

وهكذا يمكن استخدام شبكات الإستشهاد المرجعى Citation network لفهم أفضل لتاريخ وبنية النشاط العلمى، ومن ثم فى تخطيط السياسات العلمية على المستوى الوطنى.

١ - ٢ - التعريف

ا - ٢ - ا - تُعرَّف المصاحبة الوراقية co-citation بأنها إحصاء عدد المرات التى يستشهد فيها بوثيقتين (أو أكثر) معاً بواسطة وثائق لاحقة أكثر حداثة. ويفيدنا هذا التعريف، إبتداء، فى أن المصاحبة تنصب على العلاقة الناشئة بين الوثائق المستشهد بها cited documents. ويفيدنا، ثانيا، فى التفرقة بين هذا الأسلوب وبين أسلوب آخر هو المزاوجة الوراقية، والذى يقوم على فحص العلاقة الناشئة بين الوثائق المصدرية التى وردت بها الإستشهادات citing documents*.

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

* قام «هنرى صمول» (مرجع رقم ٢) بتقديم تعريف أو تحديد أكثر منهجية للمصاحبة الوراقية، وذلك بإستخدام مجموعة من الرموز الرياضية. فإذا كانت (أ) هى مجموعة من الوثائق المصدرية التى تستشهد بـ (جـ) من الوثائق المستشهد بها، و (ب) هى مجموعة من الوثائق المصدرية التى تستشهد بـ (د) من الوثائق المستشهد بها، فإن أ ا ب هى تلك المجموعة التى تستشهد بكل من جـ و د. وإن عدد العناصر التى توجد فى أ ا ب، والتى يشار إليها بـ ن (أ ا ب)، هى التى تعبر عن مدى المصاحبة الوراقية. من هنا يمكن حساب التواتر النسبى للمصاحبة الوراقية بهذه المعادلة ن (أ ا ب) ∩ ن (أ ب ب)

ملحوظة:

ا أى تقاطع مثال أ = (١، ٢، ٣، ٤)، ب = (٢، ٤، ١، ٦) ∴ أ ا ب = (١، ٢، ٤)

ب أى إتحاد مثال أ = (٩، ٧، ٦، ٥)، ب = (٧، ٣، ٤، ٢) ∴ أ ب ب = (٩، ٧، ٦، ٥، ٣، ٤، ٢)

وهكذا فإن دور المصاحبة الوراقية فى رسم السياسات العلمية يقوم على فكرة غاية فى البساطة، هى الكشف عن الوثائق الأساسية فى المجال وهى أكثر الوثائق حظاً فى الإستشهاد بها، ثم الكشف عن الصلات التى تكمن بينها.

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

١ ـ ٢ ـ ٢ ـ إن تصنيف الوثائق فى مجالات مترابطة، أو تجمعات عنقودية، بواسطة تحليل المصاحبة الوراقية، لاينبغى 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 بواحدٍ أو أكثر من نفس العمل المستشهد به. فى المقابل، فإن المصاحبة إرتباط خارجى بين الوثائق، وتصبح لدينا مصاحبة وراقية صحيحة طالما إتفقت مجموعة من المؤلفين فى الإشتراك فى الإستشهاد بهذه الوثائق، وهكذا فإن المصاحبة الوراقية تعتمد على الإختيارات التجميعية collective لمجموعة من العلماء الذين ينشرون وثائقهم معاً فى وقتٍ واحد هو عام نشر الوثيقة المصدرية Source year.

وبالرغم من أن أنماط المصاحبة الوراقية تختلف إختلافاً تاماً عن أنماط المزاوجة، إلا أنها تتفق ـ على العموم ـ مع أنماط العد المباشر للإستشهادات (٢). ولعل ذلك يفسر إعتماد المصاحبة على أوفر الوثائق نصيباً فى الإستشهاد بها. ولعل هذه الوثائق الأخيرة هى أكثر الوثائق مصاحبةً لغيرها. ولعل الإختلاف الوحيد هنا، هو أنه فى المصاحبة الوراقية تتبدل وحدة التحليل من الوثائق الفردية إلى مجموعة من الوثائق معاً، أو مانطلق عليه التجمعات العنقودية Clusters.

١ ـ ٢ ـ ٣ ـ وتحليل التجمعات العنقودية يمكن أن ينصب على أى عنصر من عناصر البيانات التى تعبر فى النهاية عن نظام الإتصال فى المجتمع العلمى؛ سواء ظهر هذا العنصر بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى كشاف الإستشهاد المرجعى. 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 طبيعى، لأن المؤلفين عنصر واضح صريح فى كشاف الإستشهادات، كما أنه ليس أسهل من إتخاذ الوثائق ذاتها موضوعاً للتحليل.

١ ـ ٣ ـ ديناميكية المصاحبة

المصاحبة الوراقية علاقة نشأت بواسطة مؤلفى الوثائق المصدرية. ونتيجة لذلك فإن هذه العلاقات تتغير بمرور الزمن، تبعاً ـ بالطبع ـ لتغير أنماط الإهتمام فى التخصص العلمى، والتحولات التى تلم بمركز النشاط العلمى فى هذا المجال وعلاقاته.

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

معينة فإن إشاراتها المرجعية لاتتغير ولن تتغير. ومن ثم، فإن الوثيقتين المصدريتين إما أن تتزاوجا أو لا تتزاوجان طوال فترة البحث.

أما علاقات المصاحبة الوراقية، التى 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 فى 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 ـ أو جنباً إلى جنب ـ صاحبات لها جديدة، كذلك تزيد قوة المصاحبة الوراقية إذا ما أتى مؤلف جديد ودعّم العلاقات القائمة بين الوثائق المستشهد بها وإستشهد بها معاً مرة أخرى (٦).

١ ـ ٤ ـ الإفتراضات التى تقوم عليها المصاحبة

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

ـ أن خريطة المصاحبة الوراقية تنبنى على «تحكيم مؤلَّف» من مئات من الباحثين الذين يستشهدون بأعمال الآخرين فى إنتاجهم الفكرى، وذلك أفضل بالطبع من التحكيم الذى يقوم به قلة قليلة من الخبراء.

ـ أن الإنتاج الفكرى المنشور، أو المعرفة المسجلة ـ وهى ظاهرة إجتماعية ـ ذات أنماط سلوكية منتظمة، سواء فى إنتاجها أو الإفادة منها. وهذه الأنماط يمكن ملاحظتها بسهولة بواسطة الأدوات المنهجية الملائمة (٧).

ـ أن النشاط العلمى، فى أى مجال، يقوم على بناء تخصصات يمكن تحديدها موضوعياً.

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

ـ إن أوفر الوثائق نصيباً فى الإستشهاد بها تعد أكثر إرتباطاً وإنتماءً إلى الموضوع من أقل الوثائق حظاً فى الإستشهاد بها.

ـ أن هذه الوثائق التى يُستشهد بها بكثافة، تعد علامات أو رموزاً على المفاهيم والأفكار والخبرات الأساسية فى المجال، وتمثل الإجماع الحالى بين المتخصصين فى المجتمع العلمى لهذا المجال (٨).

ـ إن أوفر الوثائق نصيباً فى 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 التى تربط بينها قوية.

١ ـ ٥ ـ أوجه إستثمار تحليل المصاحبة الوراقية

فضلاً عن أن الكشف عن الوثائق الأساسية فى مجالٍ ما والعلاقات التى تكمن بينها، بواسطة خريطة المصاحبة الوراقية، يُعد كشفاً عن جبهة البحث فى هذا المجال، فإن دور المصاحبة فى دراسة بنية وإرتباطات وتطور التخصصات العلمية جعل إسهامها الأعظم يصب فى أدوات التحليل الموضوعى، ومايرتبط به من إنشاء المكانز وخطط التصنيف، بل يمتد ليشمل تنمية المقتنيات وخدمات المعلومات وإعداد مراصد البيانات:

ـ تنشأ شبكة المصاحبة متعددة الأبعاد وبالغة التعقيد، نتيجة لأن بعض الوثائق المتصاحبة لاتتبادل نفس الدرجة فى القوة فى علاقاتها مع الوثائق

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

ويمكن القول بأن تحليل المصاحبة الوراقية ماهو إلا نظام تصنيف آلى، يقلل من الإعتماد على الأحكام البشرية. ومن المعلوم فى نظم التصنيف التقليدية أن المكشّفين لايحللون نفس الوثيقة بإختلاف 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 لمكنز فى مجالٍ 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 مجالٍ ما.
- يكشف تحليل المصاحبة الوراقية، والخريطة العلمية التى تنبنى عليه، عن مجموعات المؤلفين المتقاربة مع بعضها بالبعض فى إطار مايسمى بالجامعات الإعتبارية invisible colleges.
- يمكن الإفادة من العلاقات الموضوعية بين المصاحبات الوراقية، كأساس لنظام خدمة البث الإنتقائى للمعلومات (٢).
- كذلك يمكن الإفادة من العلاقات الموضوعية بين المصاحبات الوراقية فى بناء وتنمية مقتنيات المكتبات متشابكة أو متعددة التخصصات interdisciplinary.
- يمكن لناشرى الخدمات الثانوية ومعدّى الوراقيات الإفادة، أيضاً، من هذه العلاقات. ذلك أن الصعوبة الأساسية فى منهج إعداد الوراقيات، أو مراصد البيانات، هى أنه من المحال تقريباً أن نقع على أداة دقيقة تفيدنا بما ينبغى أن يدخل فى إطار تخصصٍ موضوعى ما، ومالاينبغى أن يدخل فيه (٨). والطريقة المستخدمة هنا. بواسطة التجمع العنقودى، لاتستدعى أية قرارات شخصية فيما يتصل بإدماج أو إخراج موضوعات ما من الإنتاج الفكرى المتخصص فى مجالٍ ما.

وليس ثمة شك أن الفئات الموضوعية المُصاغة على أساس روابط الإستشهاد المرجعى Citation linkage، ذات ميزاتٍ تفوق تلك الفئات المصاغة وفقاً للتكشيف الموضوعى التقليدى (١٠)، فأكثر الملاحظات وضوحاً هنا أن الفئات الأولى تُصاغ وهى مستقلة عن اللغة وتغيُّر المصطلحات. فاسم مرضٍ ما - على سبيل المثال - يمكن أن يتغير عبر فترةٍ من الزمن، لكن ذلك لايكون عائقا أمام البحث عن هذا المرض فى كشاف 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 إعتماداً على المصاحبة الوراقية تتغير بمرور الزمن، مكونةً علاقات جديدة تم إكتشافها بواسطة مؤلفين محدثين.

١ ـ ٦ ـ مشكلات إجراء المصاحبة الوراقية

إن أكثر الجوانب سلبية فى تطبيق أسلوب المصاحبة الوراقية يكمن فى إعتماده، كلياً، 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 التى تشتمل عليها الإشارات المرجعية، يمكن ردها إلى أن بعض المؤلفين لم يطّلعوا بالفعل على تلك الوثائق التى أشاروا إليها، وإنما صادفوها (بالطبيعة على هيئة معلومات أو مقتطفات) فى وثائق أخرى لاحقة كانت أقرب إلى متناولهم، فى الوقت الذى لم يتم الإعتراف بهذه الوثائق اللاحقة (١٢). بالتالى، والتحقق من هذا الزعم ليس جد عسير، فإن بعض الوثائق المستشهد بها بالفعل لاتأخذ حقها فى التسجيل، ومن ثم تسقط من العدّ والإحصاء. وإفتقادنا لهذه الوثائق يؤثر لا محالة على تحليل المصاحبة الوراقية، التى تنبنى على العلاقة بين الوثائق وفقاً لمدى الإستشهاد بها معاً فى وثائق لاحقة.

٢ ـ 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 فى برامج الحاسب الالكترونى.

٢ ـ ١ ـ حدود المصاحبة Frequency threshold

يطلق على هذه الحدود، الإجراء الكامل للتجمع العنقودى، وذلك لما تمثله من أهمية بالغة فى هذا الأسلوب من تحليل الإستشهاد المرجعى (٨). وتشير هذه الحدود إلى عدد الإستشهادات التى ينبغى أن تتلقاها الوثيقة المستشهد بها فى عامٍ معين (أو أكثر) حتى يمكن تضمينها فى التجمع العنقودى (١٣).

إن وضع حدود معينة لتواتر الإستشهادات من الكشاف الشامل، هو الخطوة الأولى فى إجراءات المصاحبة الوراقية. وهذه الحدود، بالطبيعة، هى 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 التى تصل إلى الملايين، كما هو الحال فى مراصد 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 عملٍ تال (١٤)، بإنتقاء الوثائق التى تم الإستشهاد بها عشر مرات فأكثر. وفى عملٍ آخر (٨) قام نفس الباحث بوضع هذا الحد عند ١٥ إستشهادا فأكثر من مرصد البيانات الكلى. وفى بحثٍ 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

العلاقات بينها. أما الحد الملتزم به عادةً فى تحليلات التجمعات العنقودية للملفات السنوية لكشاف الإستشهاد المرجعى فى العلوم SCI، فهو ١٥ واقعة إستشهاد مرجعى. ومن الملاحظ، فى هذه الحدود جميعاً، أن عدد الوثائق المستشهد بها كان يدور حول ١٪ من مجموع إستشهادات المرصد الكلى.

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

- أن أى حد يُتخذ لإنتقاء الوثائق المستشهد بها يمكن أن يُهتدى 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 يُعبر عن هذا الحد الإعتباطى للإستشهادات arbitrary threshold، سوف يعتمد على متوسط عدد الإستشهادات المرجعية فى كل وثيقة، والذى يتغير بالطبيعة من مجالٍ لآخر. ومعنى ذلك أن الكيمياء ـ مثلاً ـ سوف تتطلب حدوداً مختلفة عن تلك التى لعلم الإجتماع، كما أن علوم الدين الإسلامى سوف تتطلب حدوداً مختلفة عن كلا المجالين. بل إن متوسط عدد الإستشهادات المرجعية يمكن أن يختلف من تخصصٍ لآخر داخل المجال العلمى الواحد. ولذا ينصح جارفيلد (١٣) بأنه ربما كان من المهم تقسيم ملف إستشهادات مجالٍ ما وفقاً لموضوعاته المختلفة، للتأكد من أن التخصصات الصغيرة لم يتم إهمالها.

٢ ـ ٢ ـ قوة المصاحبة Strength threshold

٢ ـ ٢ ـ ١ ـ يشير مدى قوة المصاحبة، أو حدودها، إلى درجة الإرتباط بين مجموعات الوثائق 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 المصاحبة هو من الإجراءات المهمة؛ لأنه يحدد بجلاء الصورة التى سوف يكون عليها تمركز التجمع العنقودى، وهذه هى أكثر الخطوات طولاً فى إجراءات المصاحبة. ويكفينا هنا، لأخذ فكرة عن أزواج الوثائق المحتمل تكوينها، تطبيق المعادلة ١/٢ن (ن ـ ١)، حيث ن هى عدد الوثائق المستشهد بها بكثافة. فإذا إفترضنا أن هذه الوثائق تبلغ ٢٣٥٠٠ وثيقة، فإنه يمكن أن يتولد لدينا حوالى ٢٨٠ مليوناً من أزواج الوثائق المحتملة (٥).

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 ٩٩,٥٪ من التجمعات المحتملة سوف تكون أزواجاً صفرية الرابطة Zero-linked pairs.

والحقيقة أنه ليست هناك طريقة تخبرنا سلفاً بما ينبغى أن يكون عليه المدى المناسب لقوة المصاحبة (١٣)، وليس ثمة إجراء يمكن أن يرشح لنا أو يحدد مسبقاً «حداً» يقدم تحليلاً سليماً. إن مدى قوة المصاحبة يمكن أن يتفاوت بين صفر و ١٠٠٪. وعلى سبيل المثال (٥)، إذا تم وضع حد قوة المصاحبة عند صفر ٪، فسوف ينشأ لدينا تقريباً تجمع عنقودى واحد كبير للغاية يشتمل على جميع الوثائق المتصاحبة فى مرصد البيانات. أما إذا صعدنا بالحد إلى ١٠٠٪، فسوف تتولد لدينا تجمعات عنقودية عديدة منفصلة، وذلك ـ بالطبع ـ

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 ـ ٢ ـ ٢ ـ وثمة معضلة أخرى هنا، وهى أن الحد الملائم لتخصصٍ ما ربما لايكون مناسباً لتخصصٍ آخر. إن السؤال حول الحد الملائم لتخصصٍ ما يمثل صعوبة فى حد ذاته، طالما لم تتطور بعد إختبارات التجمعات العنقودية بصورة كافية. ومع ذلك، فلاتزال 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 تدريجيا. وعند نقطةٍ 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 عنقوديا مكبراً macro cluster. إن المستوى المثالى لهذا التخصص هو الذى يعلو هذه النقطة مباشرةً (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 بنيان مكبر للتخصصات العلمية، يظهر ـ مثلا ـ 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).

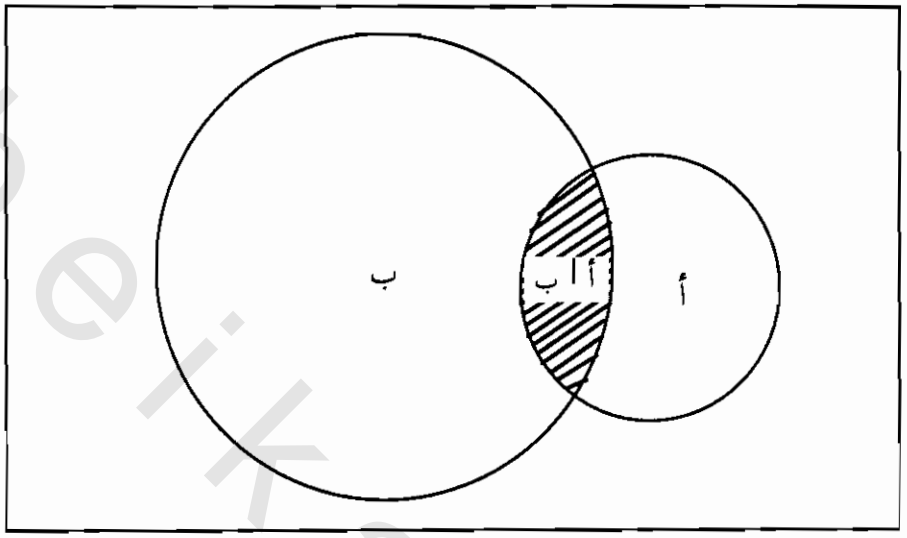
ونخلص مما استعرضناه فى هذه الدراسة حتى الآن أن الروابط التى بين الوثائق المتصاحبة وراقياً تتغير وفقاً لإختلاف كل من مدى تواتر واقعات الإستشهاد المرجعى ومدى قوة المصاحبة.

٢ ـ ٢ ـ ٣ ـ أما عن كيفية حساب النسبة المئوية لمدى قوة المصاحبة بين وثيقتين، فإنه إذا كانت الوثيقة أ استشهد بها ٢٠ مرة فى عامٍ 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):

$$\frac{\text{واقعات المصاحبة الوراقية لكل من أ و ب}}{\text{(المجموع الكلى لواقعات الإستشهاد بالوثيقتين أ + ب)} - \text{(واقعات المصاحبة لكل من أ + ب)}}$$

وبالتعويض $\frac{١٠}{٧٠ - ١٠} = \frac{١٠}{٦٠} = ٠,١٦٦$

وهكذا، تبلغ قوة الإرتباط بين الوثيقتين أ و ب ٠,١٦٦ أو ١٧٪. ويمكن تصور ذلك كدائرتين متداخلتين (شكل ١)، والمساحة المشتركة بينهما عبارة عن ١٧٪ من المساحة الكلية لكلتيهما.



شكل (١) : مدى الإرتباط 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 1)

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

وفى بحث لهنرى صمول (٨)، لم يعتمد نسبةً مئوية معينة، وإنما وضع حداً رقمياً هو أن تتصاحب وثائق التجمع العنقودى ١١ مرة فأكثر. وعلى ذلك، يعد التجمع العنقودى مكتملاً حينما لاتوجد أية وثيقة أخرى يمكن أن تترابط مع الوثائق المتصاحبة بالفعل ١١ مرة (على الأقل) داخل التجمع.

والمعنى العام هنا هو أن الوثيقة المستشهد بها ينبغى أن تفى بشروط كل من مدى تواتر واقعات الإستشهاد ومدى قوة المصاحبة، قبل أن تتمكن من الظهور فى التجمع العنقودى.

٢ ـ ٣ ـ رسم خريطة المصاحبة

Co-citation Mapping

تتمثل إجراءات الحاسب الالكترونى المستخدمة فى رسم خريطة المصاحبة الوراقية، فى إجرائين أساسيين هما التجمع العنقودى أحادى الرابطة، والتدرج متعدد الأبعاد.

٢ ـ ٣ ـ ١ ـ التجمع العنقودي أحادي الرابطة

يمكن القول أن التجمع العنقودى ينبنى على عاملين رئيسيين هما:

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

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

وفى هذا الأسلوب يقوم الحاسب الالكترونى 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، تترابط 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.

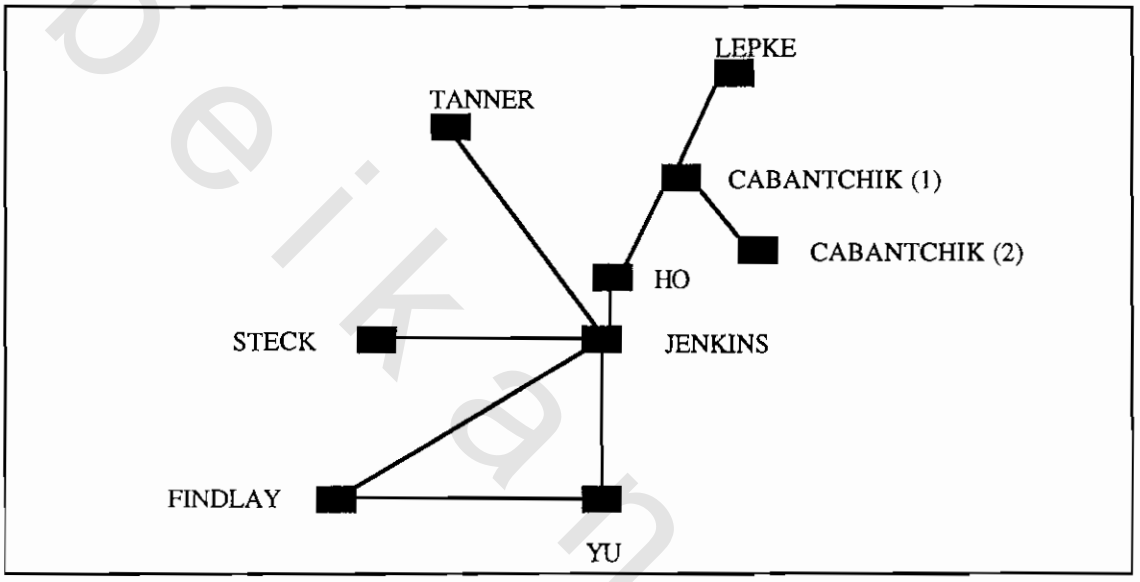
٢ـ٣ـ٢ـ التدرج متعدد الأبعاد

بعد إستكشاف أو تكوين التجمعات العنقودية بواسطة الحاسب الالكترونى، يقوم الحاسب بإنشاء خرائط ذات بعدين "two dimentional "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 Multidimentional 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 صفّها وترتيبها فى تشكيل مكانى 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 تظهر لنا تشكيل المدن فى إطار حيزها المكانى. 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،

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

وهكذا تنشأ لدينا مصفوفة من الوثائق المتصاحبة وراقياً Co-citation matrix، بُنيت بطريقة تُظهر لنا أى وثيقة بالتجمع العنقودى وكيفية ارتباطها بأى وثيقة أخرى. ويمكن أن نقوم بمزيد من التنقل بين الوثائق اعتماداً على واقعات المصاحبة الوراقية، والتى تتحول إلى مسافات أو أبعاد. والصورة العامة لهذا الإجراء إذا تم رسمها فسوف تبدو كخطٍ متعرج (شكل ٢).



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

٢ـ٣ـ٣ـ قراءة الخريطة

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

وهكذا، يمكن تعريف شبكة الاستشهادات المرجعية citation network بأنها عرض بيانى لبيانات الاستشهادات يُظهر الوثائق الأساسية فيها، ومدى تطورها الزمنى، وعلاقاتها، وأهميتها النسبية (١٠). وهذه الوثائق الأساسية عادةً ما تعرف بالمرتكزات nodes، فيما يُطلق على العلاقات التى بينها الرابطات 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 العنقودى أن يُظهر مدى تطور النشاط العلمى فى مجال ما وذلك بتشكيل خرائط تغطى سلسلة متتابعة من السنوات. ومن ثم، فإن نمو أو ركود التخصصات العلمية، اندماجها أو انشطارها، وحدة أو تناظر الباحثين الرواد، إسهامات المؤسسات الفردية، كل

ذلك يمكن إيصاله لغير المتخصصين فى شكل رسم بيانى أو خريطة سهلة القراءة.

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

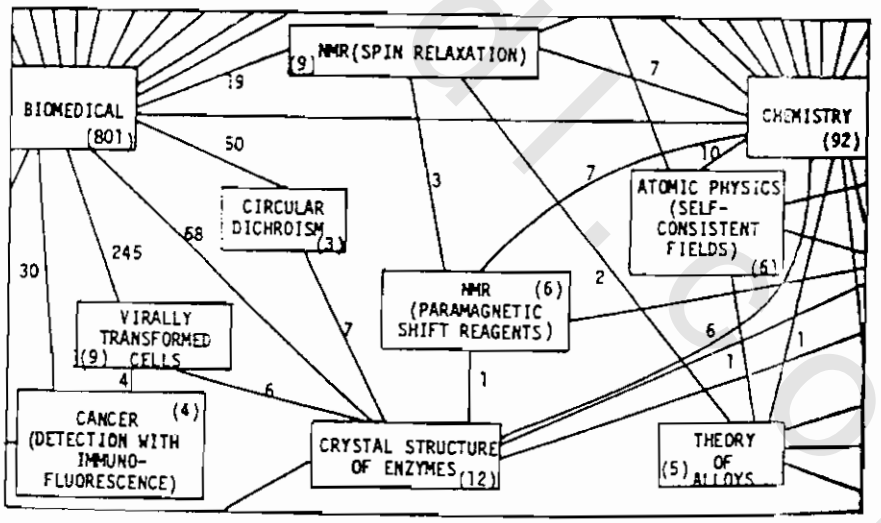
٢ـ٣ـ٤ـ ربط التجمعات العنقودية

Clustering clusters

تمثل التجمعات العنقودية التى تم استكشافها حتى الآن مجموعة غير مترابطة فيما بينها. ولذا فإننا ينبغى أن نلاحظ أن الوثائق المستشهد بها فى إطار أى تجمع عنقودى يمكن أن تتصاحب أيضاً فى ظل تجمع آخر أو أكثر؛ وهو مايطلق عليه المصاحبة الوراقية بين التجمعات العنقودية Cluster co-citation، أو عنقدة العناقيد.

ولأن التجمعات العنقودية للوثائق المتصاحبة تقابل، على العموم، التخصصات الموضوعية الدقيقة، والتى تنشأ من خلال كل تجمع عنقودى متميز ـ كوحدات تلقائية فى بنيان النشاط العلمى، 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 العلمى ككل (شكل ٣).

والإجراءات المتبعة فى الربط بين الوثائق الفردية فى كل تجمع، بواسطة الأسلوب الالكترونى التدرج متعدد الأبعاد، تنسحب أيضا على الربط ما بين التجمعات العنقودية المتميزة.



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

(عن: Cawkell, A. E., ١٩٧٧)

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 بيانية، وذلك برسم خريطة التجمعات العنقودية وارتباطاتها، على ماسبق بين الوثائق فى كل تجمع عنقودى متميز. وهنا يمكن التعبير عن التجمعات الفردية بواسطة الدوائر أو المستطيلات، فيما يُعبَّر عن العلاقات التى مابين التجمعات بواسطة خطوط تصل مابين هذه المستطيلات. وفى ظل عدم وجود برنامج الكترونى، فإن الوضع الدقيق للتجمعات العنقودية على الخريطة، والمسافات التى بينها، لايمثل لنا أهميةً ما.

ومن المعلوم أن هذه الخرائط العلمية قد تتباين من عامٍ لآخر فى بعض المجالات. فنتيجةً لظهور مطبوعات جديدة عاماً إثر عام، فإنه يمكن أن تتشكل روابط جديدة بين الوثائق المستشهد بها باستمرار، ومن ثم يمكن للتجمعات العنقودية أن تتغير. وهنا يمكن لوثائقٍ ما أن تضاف إلى التجمعات، أو تسقط، أو تستمر، أو تُنشىء رابطة جديدة بالتجمعات العنقودية 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 ـ الخلاصة

تثبت 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 العنقودية، 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 العنقودى أحادى الرابطة والتدرج متعدد الأبعاد؛ حيث تتضح العلاقات بين أزواج أو مجموعات الوثائق المتصاحبة وتظهر مترابطةً معاً فى صورة تسلسلية متخذةً شكل العنقود، كما تتكشف المواقع النسبية لكل منها داخل هذا العنقود أو التجمع العنقودى.

وتنسحب هذه الإجراءات الأخيرة أيضاً على الربط مابين التجمعات العنقودية 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 بنيان النشاط العلمى جميعه.

إن إمكانية استثمار المصاحبة الوراقية فى إنشاء وتطوير المكانز وخطط التصنيف، وإعداد مراصد 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

والاجتماعية للنشاط العلمى، وهى ـ من ثم ـ أكثر أساليب الببليومتريقا ملاءمةً فى تخطيط السياسات العلمية على المستوى الوطنى.

المراجع

1 - Garfeld, 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 ـ حشمت قاسم (١٩٨٤) تحليل الاستشهادات المرجعية وتطور القياسات الوراقية. فى كتابه: دراسات فى علم المعلومات. القاهرة: مكتبة غريب ـ ص ص ١٣٣ ـ 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 ـ عبدالرحمن فراج (١٩٩٢) قانون برادفورد للتشتت؛ مفاهيم أساسية. عالم الكتب. مج ١٣، ع ١. ص ص ١٠ ـ ١٦.

8 - Small, Henry (1980) A co-citations model of a scientific specialty: A longitudinal study of collagen research. **In**: B. C. Griffith (ed.) 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 & Maureen 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 ـ صمول، هنرى (١٩٨٤) علاقة علم المعلومات بالعلوم الإجتماعية: تحليل للمصاحبة الوراقية. ترجمة حشمت قاسم فى كتابه: دراسات فى علم المعلومات. القاهرة: مكتبة غريب. ص ص ٥٣ ـ ٨١.

15 - Cawkell, A. E. (1977) Understanding science by analysing its literatune. 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.