تحليل معمارية وبيان خصائص شبكة التواصل العلمي لرواة الحديث النبوي

حسن مظفر الرزّو

المعهد العالمي لحوسبة القرآن الكريم والعلوم الإسلامية

halrizzo@gmail.com

الخلاصة: تناولت الدراسة بيانات قاعدة بيانات رواة الحديث النبوي الذين بلغ عددهم أكثر من 49000 راو، وعولجت بياناتهم بواسطة خوارزميات انتقاء وتنظيف النصوص وإعادة هيكلتها لكي تتلاءم مع معمارية نماذج شبكات التواصل الاجتماعي. وقد مورست مختلف تحليلات شبكات التواصل العلمي بين رواة الحديث، والمتدرجة من معالجات محوسبة بنيوية مبسطة وصولًا الى التحليلات الشبكاتية المعقّدة بواسطة خوارزميات ذكية في بيئة لغة Python. أثبتت الدراسة حضور معمارية بالغة التعقيد، وبمستويات متباينة من الهرمية الشبكاتية لدى رواة الحديث النبوي، مع تماسك في بنية الشبكة وتفرعاتها الذي أثبت مستوى التماسك والإحكام في عملية نقل رواية الحديث النبوي عبر العصور.

الكلمات الجوهرية. شبكة رواة الحديث النبوي، التحليل الشبكاتي، رواة الحديث النبوي.

1. المقدمة:

احتشدت كتب طبقات الرجال والتراجم، وكتب الجرح والتعديل بتراجم رواة الحديث النبوي كاشفة عن أسماء الشيوخ الذين تلقّوا الوراية عنهم، وأسماء الرواة الذين نقلوا الرواية عنهم، مع تفاصيل تبيّن تاريخ ولادتهم ووفاتهم، والبلدان الذين أقاموا فيها، وتلك التي رحلوا إليها في طلب الحديث، أو البلدان كانت مستقرًا وموطنًا لهم (العسقلاني،2014). وحرص مصنفو هذه الأسفار الجليلة على نقل ما قبل عنهم من أقوال أئمة الجرح والتعديل توثيقًا، وجرحًا، مع سعي البعض الى الموازنة بين هذه الأقوال وإيراد بعض من أحاديثهم التي نقلت عنهم (الذهبي،1963).

وقد وجدنا أن هذه البيانات الخصبة يمكن أن تستثمر لكي تكون مادة ثرية لسلسلة من المعالجات بواسطة الخوارزميات الذكية، لالتقاط التفاصيل التي تلقي الضوء على هوية الراوي، وحضوره في فضاء علوم الحديث دراية ورواية، مع وجود فرصة سانحة لتشكيل خارطة حضور رواة الحديث النبوي (Ahmad, 2013)، وتحديد سمات المجال العلمي الذي شكّل نسيج مسارات رواية الحديث النبوي التي انتقلت في مجالسهم، ورافقتهم في رحلتهم بطلب بالحديث، فلم نجد أفضل من أنموذج شبكات التواصل الاجتماعي Social Network Analyses Model للتعبير عن سمات المناخ العلمي . الحديثي الذي تشكّل نتيجة لتواصلهم العلمي الحثيث في نقل أحاديث رسول الله صلى الله عليه وسلم (Scott, 1991; Newman, 2018)، والذي حاولنا تسخير

معالجاته الرياضية، وخوارزمياته البرمجية لتشكيل معمارية شبكة التواصل العلمي لرواة الحديث، ومحاولة تحليل خصائص حضور نسيج هذه الشبكة، وتموضعه على الخارطة الجغرافية للعالم الإسلامي عبر عصور مختلفة.

2. شبكات رواة الحديث النبوي: محاولة لتأسيس المفهوم:

إن مقاربة هيكلة شبكات رواة الحديث النبوي مع معمارية شبكات التواصل الاجتماعي المعاصرة (Borgatti et al., 2018)، تطرح لنا مفهوم شبكة التواصل الحديثي Hadeeth Networks الذي يمنحنا فرصة تعريفها بأنها نظام متشابك من العلاقات والروابط التي تربط بين رواة الحديث النبوي، شيوخًا وتلاميذ، وفق صيغ وعبارات كاشفة عن أنماط تحمّل الرواية، بين الشيوخ والتلاميذ، لإرساء ثوابت ومعايير نقدية تمنح لأئمة علوم الحديث فرصة ممارسة النهج النقدي على طريق إسناد الرواية (Azad et al., 2021)، للتأكد من اتصال طريق الرواية وتشخيص مواطن الانقطاع والخلل التي قد تحول دون اعتمادها كرواية موثوقة للحديث النبوي.

ولا تختلف البنية الأولية لهذه الشبكات عن شبكات التواصل الاجتماعي المعاصرة في أن نسيجها يتألف من عقد Nodes تمثل رواة الحديث، وعلاقات Edges تفصح عن مراتب السماع وطرائقه في انتقال الرواية من الشيوخ الى التلاميذ. بيد أن ما يميزها عن شبكات التواصل الاجتماعي هو المعمارية الهرمية التي تتسم بها عملية نقل الحديث النبوي من الصحابة أو التابعين عن رسول الله صلى الله عليه وسلم، منفتحة على التابعين، وتابعي التابعين، وبقية طبقات رواية الحديث النبوي، والتي يتزايد تشابك تفرعاتها مع تقدم الزمن، والابتعاد عن الموارد الأصلية للرواية (Newman, 2003). كما يلعب التوزيع الجغرافي الذي امتدت على رقعته الواسعة في البلدان والأمصار الإسلامية بتوطين هذه العقد، وتحديد مسارات حافاتها. كذلك تتميز بنية هذه الشبكات ومعماريتها في كونها شبكة انتقائية توجّه العلاقة بين الراوي وشيوخه الذين يحرص على انتقائهم وفق المعايير النقدية الصارمة لأئمة الجرح والتعديل لضمان سلامة روايته، وترسيخ فرصة قبولها في المجتمع العلمي لرواية الحديث النبوي.

ارتكز التحليل الشبكاتي لشبكة رواة الحديث النبوي الى مبدأ تمثيل متغيرات قاعدة البيانات على شكل موجه موزون بالصيغة (Carrington & Scott, 2005):

$$G = (V, E, \mathrm{X}, A) \ldots. (1)$$

حيث تمثل V مجموعة الرواة، وتمثل E الروابط الإسنادية فيما بينهم، وتمثل X مصفوفة السمات التعريفية لهوية كل راوٍ، بينما تعبّر Aعن مصفوفة المجاورة.

ويُعرَّف كل راو من رواة الحديث النبوي بمصفوفة من البيانات التي تصف حضور الراوي بدائرة رواة الحديث من خلال الصيغة:

$$r_i = (id_i, name_i, nasab_i, birth_i, occupation_i, country_i, rank_i, layer_i, teachers_i, students_i, lat_i, lon_i, trust_i, meta_i)$$

وتُحوَّل هذه الخصائص إلى متجه عددي عبر دالة إسقاط:

$$\phi: V \to \mathbb{R}^d, \mathrm{x}_i = \phi(r_i) \in \mathbb{R}^d \ldots. (2)$$

أما مصفوفة المجاورة فهي تعكس أوزان الروابط بين الرواة:

$$A \in \mathbb{R}^{n\times n}, A_{ij} = w_{ij} = \sum_{s\in S_{ij}} \quad \omega_s \ \dots (3)$$

وبناءً عليها يمكن حساب مؤشرات الشبكة الأساسية. فأول هذه المؤشرات عدد العقد $|\ V\ |$وعدد الروابط $|\ E\ |$، يليهما الكثافة الموزونة التي احتسبت بواسطة المعادلة:

$$\text{density}_w = \frac{\sum_{i,j} \quad A_{ij}}{n(n-1)} \ \dots\dots (4)$$

وتتحدد قوة الراوي عبر مجموع الأوزان الخارجة والداخلة، والتي تعبر عن سماعه للرواية من الشيوخ، ونقلها الى التلاميذ، والتي احتسبت بالمعادلة:

$$s_i^{\text{out}} = \sum_j \quad A_{ij}, s_i^{\text{in}} = \sum_j \quad A_{ji} \ \dots (5)$$

وعلى أساسها تُحسب مركزية الدرجة الموزونة:

$$DC_w(i) = \frac{s_i}{n-1} \ \dots (6)$$

بينما تُقاس أهمية الدور الذي يمارسه كل راوي في حدود الشبكة بواسطة مركزية الوساطة:

$$BC_w(v) = \sum_{s\neq v\neq t} \quad \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \ \dots (7)$$

ويُضاف إلى ذلك البعد الطبقي الهرمي من خلال مقارنة الطبقات $layer_i$، والبعد الجغرافي الذي يقاس بالتوزيع المكاني (lat_i, lon_i)، إضافةً إلى تحليل التشابه السماتي عبر معامل جيب التمام(Cosine Similarity)

$$S_{ij} = \frac{\mathrm{x}_i \cdot \mathrm{x}_j}{\|\mathrm{x}_i\| \, \|\mathrm{x}_j\|} \dots (8)$$

وبتطبيق هذه المعادلات بواسطة الخوارزميات المستخدمة يمكننا توصيف شبكة رواة الحديث توصيفاً كمياً، يربط بين البنية البنيوية (Structure) والانتشار الطبقي (Layered Diffusion) والبعد الجغرافي (Spatial Analysis) والخصائص المعرفية والسمات الاجتماعية للرواة (Aggrawal & Anand, 2022).

3. مورد بيانات أنموذج شبكة التواصل الحديثي:

ارتكزت المعالجات التي مارستها الخوارزميات الذكية التي أعدّت للمعالجة الأولية للبيانات، وتنظيفها Data Cleaning، وإعادة هيكلتها Data Structuring، وجميع المعالجات اللاحقة التي فرضها أنموذج شبكات التواصل العلمي لرواة الحديث على قاعدة البيانات المتوفرة في المكتبة الرقمية للمعهد العالمي لحوسبة القرآن الكريم والعلوم الإسلامية، والتي تألفت مادتها من مجموعة كبيرة من قواعد البيانات الحديثية المهيكلة. حيث قد أنشئت قاعدة البيانات من عدد كبير من المصنفات في علوم الحديث دراية ورواية، وشروح الحديث. وقد ركزنا اهتمامنا على بيانات كتاب تهذيب التهذيب (العسقلاني،2014) الذي أسهب في تحليل مصادر روايات المحدثين، مع بيان مرتبتهم، وتحديد أسماء شيوخهم وتلاميذهم مع إيراد تفاصيل عن هويتهم وحضورهم في عصرهم، وأهم مروياتهم.

وقد استخلصت بيانات رواة الحديث (التي اعتمدت في إنشاء شبكات التواصل الحديثي بين الرواة، وتحليل سماتها لمجموعة الرواة) المنتخبين، والذين ناهز عددهم 49,000 راو، بواسطة مجموعة من الخوارزميات البرمجية التي تلتحق ببرمجيات معالجة اللغة الطبيعية NLP، حيث نجحت في استخلاص لباب المعلومات التي تخص شبكة رواة الحديث النبوي من بضعة ألوف من كتب علوم الحديث النبوي، دراية، ورواية. وقد تمت عملية هيكلة البيانات بحيث تضمنت: الرقم التسلسلي للراوي، واسمه، وكنيته، ونسبه، وتاريخ ولادته ووفاته، والبلد الذي ولد في ربوعه، والبلد الذي حضرته المنية فيه، والبلدان والمدن التي شدّ رحال رحلة طلب الحديث إليها، ومهنته التي اشتهر بها، وأسماء شيوخه، وتلاميذه، ومرتبته لدى أئمة الجرح والتعديل، والطبقة الزمنية التي انتمى إليها. وقد روعي في هيكلة محتوى البيانات وتوافقها وتلبيتها لمتطلبات الخوارزميات التي تستخدم في التحليل الشبكاتي، بعد أن مورست عليها سلسلة من عمليات التنظيف، وإعادة الهيكلة بواسطة خوارزميات مكتبة CAMeL Tools (Romanov, 2017; Miller et al., 2018).

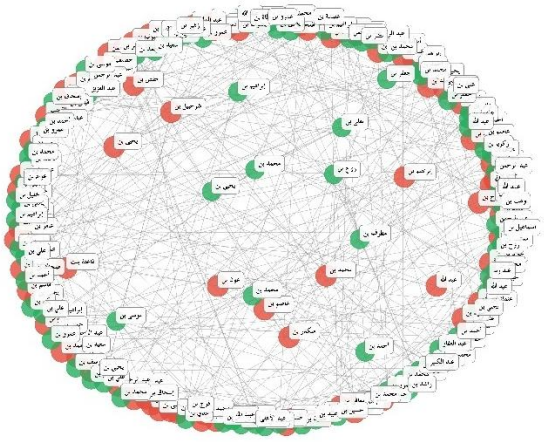
4. الإطار العام للخوارزميات والمكتبات البرمجية التي استخدمت في تحليل شبكات رواية الحديث النبوي:

اعتمدنا في التحليل الطوبولوجي لشبكة رواة الحديث على بيئة Python ومجموعة من المكتبات المتخصصة التي تُمثل تطبيقات مباشرة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في معالجة الشبكات المعقدة (Hagberg et al., 2008). فقد استخدمنا مكتبة NetworkX لبناء الشبكة وحساب المقاييس الطوبولوجية الأساسية، كما طبقنا خوارزمية Louvain عبر مكتبة Python-Louvain للكشف عن المجتمعات الحديثية ذات الطابع الجغرافي (Blondel et al., 2008)، بينما أجرينا حسابات المركزية الشبكية بخوارزمية Brandes مع تحسينات موجهة لمعالجة الأوزان المتغيرة بما يوضح دور الرواة كوسطاء معرفيين (Freeman, 1977, 1979). وللتعامل مع البنية الهرمية سخرنا خوارزميات Spectral Clustering في Scikit-Learn وتحليل القيم الذاتية لمصفوفة Laplace، في حين تولت مكتبتا SciPy و NumPy الحسابات الرياضية الأساسية (Harris et al., 2020; Virtanen et al., 2020). أما تحليل المسارات فتم باستخدام خوارزميات Dijkstra و Random Walk لنمذجة أنماط انتشار الأحاديث. ومن خلال هذا التكامل بين الخوارزميات والمكتبات البرمجية أمكن تفعيل مقاربات الذكاء الاصطناعي للكشف عن البنى الخفية والأنماط المعرفية في التراث الحديثي الإسلامي (Lange et al., 2019) .

5. تحليل شبكات رواة الحديث النبوي:

5. 1. تحليل **البنية الأساسية لنسيج شبكة رواة الحديث النبوي:**

تشكل البنية الأساسية لشبكة رواة الحديث الإطار الجوهري الذي يلقي الضوء على طرائق ومسارات نقل روايات الحديث النبوي وتداولها بين رواة الحديث، شيوخًا وتلاميذ. وتعد هذه الشبكة، بناء على المعالجات الرياضية والبنيوية للشبكات (Barabási & Albert, 1999)، أنموذجاً معقداً للشبكات الموجهة وغير المتماثلة، حيث تتدفق المعلومات في أسانيد روايات الحديث النبوي، باتجاه واحد من الأجيال الأقدم (الشيوخ) إلى الأحدث (التلاميذ) . أنظر شكل (1).



شكل :1 وصف رسومي مبسط لشبكة العلاقة بين شيوخ الحديث وتلاميذهم.

وقد سخّرنا خوارزميات تحليل شبكات التواصل لتحليل المكونات الأساسية لشبكات رواة الحديث النبوي، فأنتجت لنا البيانات المودعة في الجدول (1).

الجدول 1: الخصائص البنيوية . الأساسية لشبكة رواة الحديث النبوي.

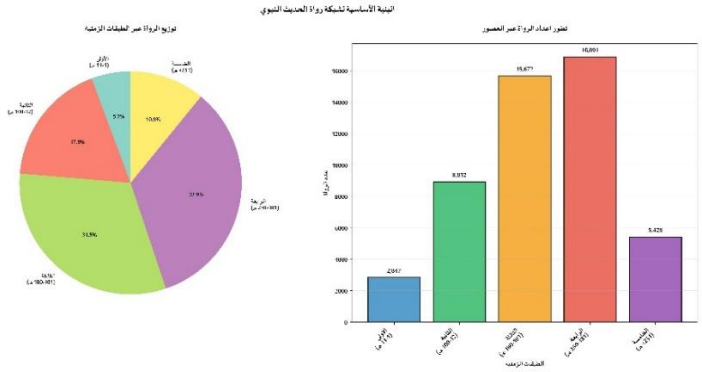
المؤشر الشبكي	القيمة المحسوبة	المعيار المرجعي	التفسير الحديثي	التفسير الشبكي
العقد الإجمالية(N)	49,771	شبكات كبيرة 10^4 <	تنوع واسع في طبقات الرواة	شبكة كبيرة الحجم
الروابط الإجمالية(E)	189,775	نسبة3.81 = E/N	كثافة علاقات التلمذة	كثافة اتصالية متوسطة
الكثافة(δ)	7.66×10^{-5}	شبكات متناثرة 10^{-3} <	تخصص في مسارات التعلم	شبكة متناثرة عالية
نسبة الاتصالية	99.14%	ممتازة 95% <	استمرارية الأسانيد	مقاومة عالية للانقطاع
العقد المعزولة	427 (0.86%)	منخفضة 2% <	رواة منقطعون نادرون	استثناءات هيكلية محدودة
العقد ثنائية الاتجاه	65.37%	مرتفعة 60% <	الأدوار المزدوجة شائعة	تدفق معرفي متبادل

يبيّن الجدول أن شبكة رواة الحديث تضم **49,771عقدة** وهو حجم كبير يعكس اتساع طبقات الرواة وتنوعهم (Watts & Strogatz, 1998)، مع **189,775رابطة** بين رواة الحديث، شيوخً وتلاميذ، وبمعدل علاقات يقارب 3.8 لكل راوٍ، أي أن الكثافة الاتصالية متوسطة وتدل على وجود صلات تلمذة كافية دون أن تكون الشبكة مشبعة.

بصورة عامة فإن كثافة الشبكة منخفضة جداً (7.66×10^{-5})مما يعني أن الشبكة متناثرة بطبيعتها وأن مسارات التعلم فيها متخصصة، إذ لا يرتبط كل راوٍ إلا بعدد محدود من الشيوخ والتلاميذ (Albert & Barabási, 2002). بالمقابل ترتفع نسبة الاتصالية الى (99.14%) والتي تؤشر على أن معظم الرواة جزء من شبكة تواصل حديثي واسعة، تضمن استمرارية الأسانيد وتمنح الشبكة مقاومة عالية ضد الانقطاع. بلغ عدد العقد المعزولة محدود (427 راوياً، أي 0.86%)، وهو مؤشر على أن حالات الانقطاع نادرة واستثنائية في البنية الكلية. وأخيراً، فإن كون 65.37% **من العقد ثنائية الاتجاه** يعني أن الغالبية العظمى من الرواة قد مارسوا دور التلميذ مع شيوخهم، والشيوخ مع تلامذتهم، بما يعكس تبادل المعرفة وتدفقها المتواصل بين الأجيال، أو أنّ نسبة كبيرة من الروابط متبادلة في الاتجاهين بما يرمز إلى تداخل الأدوار في النقل.

5. 2. السمة الهرمية في معمارية شبكة رواية الحديث النبوي:

يشكل التحليل الطبقي الهرمي أحد أهم السمات الرئيسة لشبكة رواة الحديث (Ravasz & Barabási, 2003)، حيث يلاحظ انقسام الشبكة إلى طبقات زمنية متدرجة تعكس المراحل التي مرّت بها عملية تداول الحديث النبوي ونقله عبر القرون . أنظر شكل (2).



شكل:2 أعداد رواة الحديث بحسب الطبقات الزمنية التي ينتمون إليها.

ويُظهر التوزيع نمطاً مثيراً للاهتمام حيث تزداد أعداد الرواة تدريجياً من الطبقة الأولى حتى الرابعة، ثم تنخفض في الطبقة الخامسة. والذي يعكس التطور التاريخي الطبيعي لعلم الحديث. قلة عدد الصحابة مقارنة بمن جاء بعدهم، بينما يشير النمو في الطبقات التالية إلى حرص الرواة على نشر الحديث النبوي، أما الانخفاض في الطبقة الخامسة فقد يعكس اكتمال عمليات الجمع وتدوين موارد السنة النبوي . أنظر الجدول (2).

الجدول 2: مؤشرات الاتصال بين طبقات رواة الحديث النبوي.

الاتصال	عدد الروابط	الكثافة الشبكاتية	متوسط القوة	التفسير
الأولى ← الثانية	3,247	0.128	0.95	رواية مباشرة قوية
الثانية ← الثالثة	12,493	0.085	0.88	انتشار واسع
الثالثة ← الرابعة	18,672	0.071	0.82	عصر التوسع
الرابعة ← الخامسة	7,832	0.086	0.79	تراجع تدريجي

5. 3. التحليل الجغرافي والمكاني لشبكة رواة الحديث النبوي:

يكشف التحليل الجغرافي لشبكة رواة الحديث عن أنماط حضور رواة الحديث النبوي على الرقعة الجغرافية للبلدان والأمصار الإسلامية المختلفة (Bulliet, 2009). وتمثل هذه الأماكن عقدًا فرعية (Sub-Networks) مترابطة تسهم في تشكيل الشبكة الكلية التي تصف الحضور الجغرافي لرواة الحديث النبوي . أنظر الجدول (3).

الجدول 3: التوزيع الجغرافي لرواة الحديث في المدن والأمصار الإسلامية.

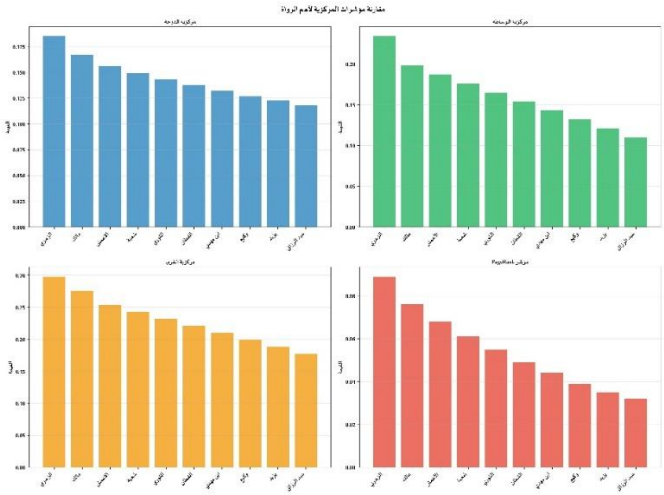
المنطقة	عدد الرواة	النسبة	متوسط المركزية	أهم المدن
العراق	12,356	24.8%	0.167	الكوفة، البصرة، بغداد
الحجاز	8,947	18.0%	0.185	مكة، المدينة، الطائف
الشام	7,623	15.3%	0.143	دمشق، حلب، حمص
خراسان	6,734	13.5%	0.134	نيسابور، مرو، هراة
مصر	4,892	9.8%	0.128	القاهرة، الفسطاط
الأندلس	2,847	5.7%	0.098	قرطبة، إشبيلية
أخرى	6,372	12.8%	0.089	مناطق متنوعة

تُظهر البيانات أن العراق قد احتلّ المرتبة الأولى من حيث عدد الرواة، يليه الحجاز، مما يشير إلى ازدهار المراكز العلمية فيه، خاصة الكوفة والبصرة اللتين كانتا من أهم مراكز رواية الحديث في العصرين الأموي والعباسي. أما ارتفاع متوسط المركزية في الحجاز (رغم كونه ثاني أكبر المناطق) فيعكس الأهمية الخاصة لهذه المنطقة بوصفها المورد الأساسي للحديث النبوي.

5. 4. تحليل مؤشرات مركزية وأهمية الرواة في شبكة الحديث النبوي:

تسهم مؤشرات المركزية في فهم الأدوار المختلفة التي يلعبها كل راوي في شبكة رواية الحديث النبوي(Borgatti, 2005). فعلى صعيد المعمارية الشبكاتية، تفصح هذه المؤشرات عن هوية العقد المحورية التي تتحكم في نقل الحديث النبوي، كما تكشف عن هوية العقد التي مارست دور الجسر الناقل لروايات الحديث النبوي في المجتمعات الثانوية التي تشكّلت دون حدود الشبكة الكبرى لرواية الحديث النبوي (Freeman, 1977).

ويظهر في الشكل (3) مستوى مركزية وأهمية رواة الحديث في شبكة رواة الحديث والذين يعدّون أئمة الحديث وحاملين راية الحفاظ على السنة النبوية.



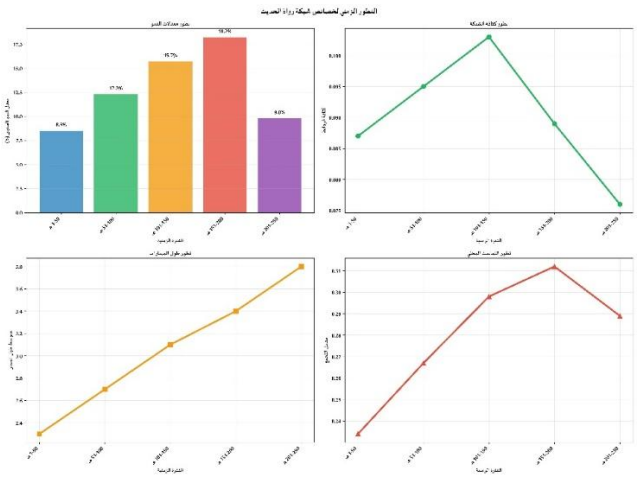
الشكل 3: تراتبية مركزية وأهمية الرواة في شبكة رواة الحديث النبوي.

ويُظهر الشكل (3) هيمنة واضحة للزهري على جميع مؤشرات المركزية، مما يؤكد دوره كعقدة محورية استثنائية في الشبكة (Bonacich, 1987). بالمقابل فإن التنوع في ترتيب الرواة حسب المؤشرات المختلفة يعكس تنوع الأدوار: فبعضهم يمكن أن نعدّهم محاور للاتصال(Degree Centrality) ، وآخرون يعدّون جسورًا تربط بين رواة الحديث Betweenness) (Centrality، وغيرهم ممن يمكن أن نعدّهم مراكز انتشار رواية الحديث النبوي Closeness) (Freeman, 1979) .Centrality)

كذلك يرسّخ الشكل حقيقة هيمنة رواة الطبقتين الثالثة والرابعة على قائمة المركزية والأهمية، مما يعكس الدور المحوري لتلك الحقب الزمنية في تطوير علوم الحديث وادواته النقدية. وهو متوافق مع ما نقل عن أهمية الدور الذي مارسه هؤلاء في تاريخ علم الحديث النبوي وروايته، فالزهري، مثلاً، معروف بأنه من أوائل من دوّن الحديث وأحد أهم رواة التابعين، والإمام مالك هو إمام دار الهجرة وصاحب أول مصنف في الحديث.

5. 5. تحليل أنماط انتشار رواية الحديث النبوي

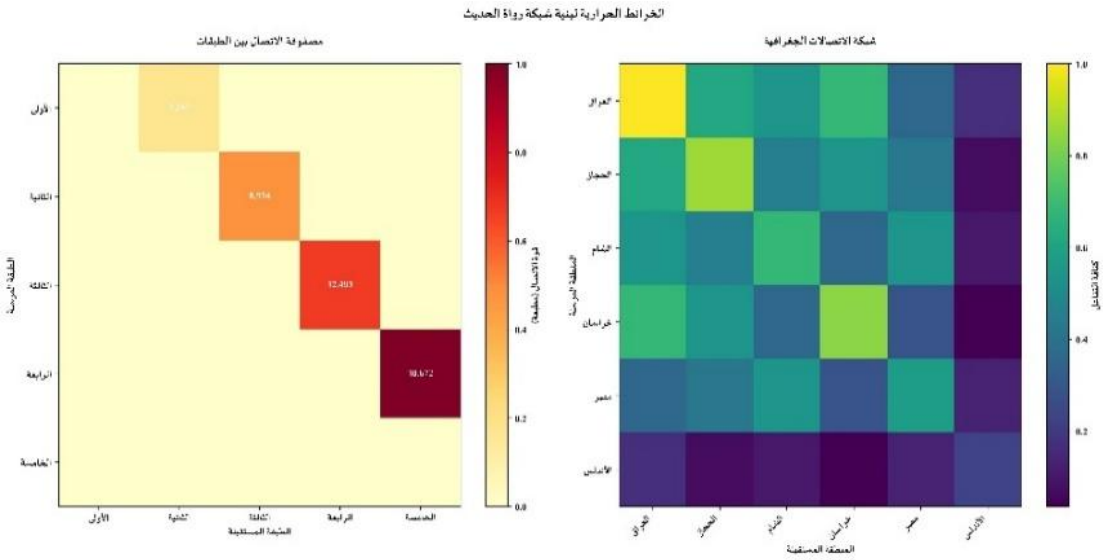
حاولنا دراسة أنماط انتشار رواية الحديث، عبر العصور المختلفة (Granovetter, 1973)، مع تتبع معدلات النمو والتغيير في بنية الشبكة عبر العصور المختلفة. وقد أثمرت عمليات التحري عن البيانات التي أودعناها في الشكل (4).



الشكل 4: التطور الزمني في معمارية شبكة رواية الحديث النبوي

ويظهر من الشكل، أن شبكة رواية الحديث النبوي شهدت عبر العصور المبكرة تدرجاً واضحاً في النمو والانتشار مع تحولات في بنيتها الداخلية. ففي الفترة **1–50هـ** كان معدل النمو السنوي 8.5% مع كثافة روابط 0.087 ومسار متوسط قصير (2.3)، مما يعكس شبكة صغيرة نسبياً لكنها مترابطة بسرعة (Watts & Strogatz, 1998)، أي أن المعرفة انتقلت عبر قنوات محدودة وشخصيات مركزية. ومع اتساع الطبقة الثانية **(51–100)هـ** (ارتفع معدل النمو إلى 12.3% وازدادت كثافة الروابط (0.095) ومعامل التجمع (0.267)، ما يشير إلى ظهور مجموعات فرعية أو مدارس محلية أكثر تماسكا مع بقاء المسافات قصيرة. وفي الفترة **101–150هـ** وصل النمو إلى ذروته (15.7%) مع ارتفاع إضافي في الكثافة (0.103) والتجمع (0.298)، بينما طال متوسط المسار (3.1)، وهو ما يكشف عن انفجار شبكي واسع وازدياد التشابك بين المدارس بما أوجد مسالك متعددة للرواية. ثم جاءت المرحلة **151–200هـ** حيث ارتفع النمو أكثر (18.2%) لكن الكثافة تراجعت قليلاً (0.089) مع ارتفاع متوسط المسار (3.4) وزيادة في التجمع (0.312)، مما يدل على أن الشبكة توسعت سريعاً لكنها أصبحت أكثر تباعداً، أي أن كثرة الرواة قللت من احتمال الاتصال المباشر رغم قوة التجمع المحلي. وأخيراً في الفترة **201–250هـ** انخفض النمو إلى 9.8% والكثافة إلى 0.076 بينما ارتفع متوسط المسار إلى 3.8 وتراجع التجمع نسبياً (0.289)، في إشارة إلى مرحلة نضج واستقرار حيث أصبحت الشبكة واسعة ومنتشرة لكن أقل كثافة وأكثر طولاً في سلاسلها، مع تراجع في وتيرة الازدهار الأولى. وبذلك فإن المؤشرات تكشف عن انتقال الشبكة من طور البدايات المركّزة إلى ذروة توسعها، ثم إلى طور النضج الذي اتسم باتساع رقعة الرواة وتعدد المسالك مع انخفاض الكثافة الكلية.

كذلك يظهر الشكل (5) نمط انتقال الحديث بين طبقات رواة الحديث، وانعكاسات جغرافية مواقع اللقيا والرواية على هذه الأنماط.

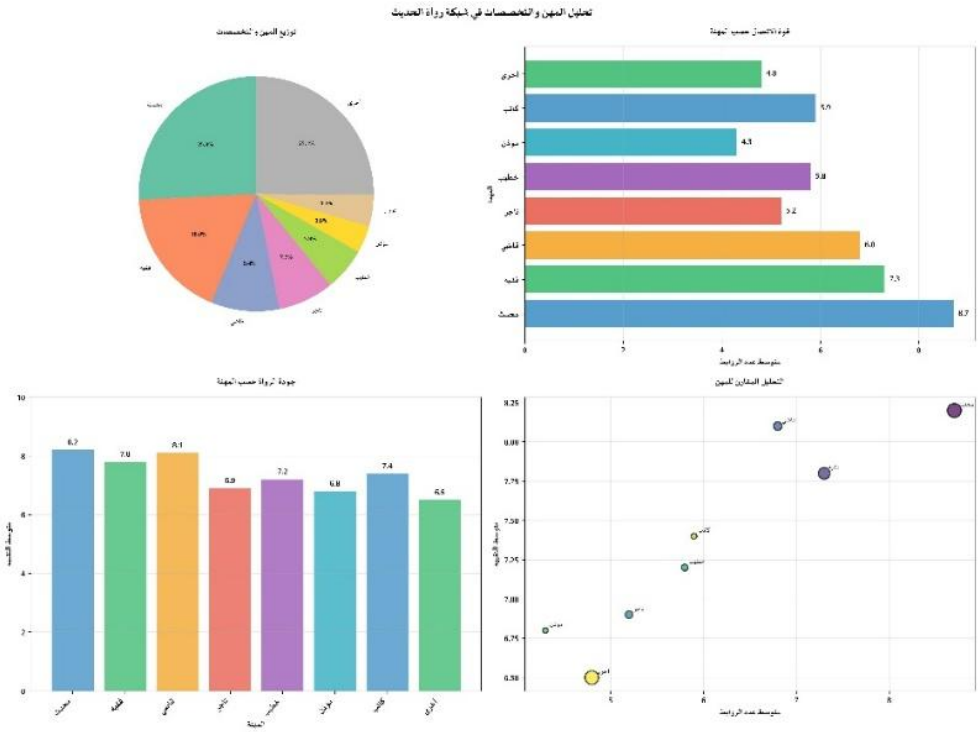


الشكل 5: أنماط انتقال الرواية بين الطبقات وطبيعة تأثير البعد الجغرافي على هذه الأنماط.

5. 6. تحليل مهن رواة الحديث النبوي:

بصورة عامة، يكشف تحليل المهن والتخصصات عن التنوع المجتمعي في شبكة رواة الحديث وتأثير الخلفيات المهنية على أنماط الرواية (Chamberlain, 1994). بالمقابل تمثل المهن المختلفة مجتمعات فرعية تستوطن (Communities) داخل الشبكة الكبرى، فتتميز كل منها بخصائصها وأنماط اتصالها المميزة(Girvan & Newman, 2002) .

وتؤكد البيانات في الشكل (6) أن المحدثين المتخصصين يشكلون العقد الأكثر اتصالاً في الشبكة، مما يؤكد دورهم المحوري في نقل المعرفة. الفقهاء يأتون في المرتبة الثانية، مما يعكس الترابط الوثيق بين علم الحديث والفقه. أما حضور بقية المهن فيظهر أن رواية الحديث كانت تقع ضمن اهتمام دائرة واسعة من المجتمع الإسلامي.



الشكل 6: . مهن رواة الحديث النبوي.

6. خلاصة ختامية:

كشفت خوارزميات الذكاء الاصطناعي المطبقة على شبكة رواة الحديث النبوي عن معمارية طوبولوجية استثنائية تضم 49,771 عقدة و189,775 رابطة موجهة. أثبتت النماذج الحاسوبية وجود بنية هرمية متدرجة في شبكة رواية الحديث النبوي (Ravasz & Barabási, 2003)، تحكمها خوارزميات الارتباط التفضيلي المعدل (Barabási & Albert, 1999)، حيث تطورت الشبكة من كثافة اتصالية مرتفعة (0.095) في الطبقات المبكرة من تدوين علوم الحديث النبوي إلى بنية متناثرة معقدة (7.66×10^{-5}) في المراحل اللاحقة.

برهنت خوارزميات Louvain و Spectral Clusteringعلى تشكل مجتمعات حديثية (Blondel et al., 2008) Louvain . جغرافية متماسكة، حيث هيمن العراق شبكياً بـ24.8% من إجمالي الرواة، تلاه الحجاز بمركزية عالية (0.185). وكشفت مقاييس المركزية المتعددة (Freeman, 1977, 1979; Brandes, 2001) عن دور محوري لمجموعة من أئمة الحديث مثل: الزهري، وشعبة بن الحجاج، ومالك بن أنس، وغيرهم من أئمة الحديث لممارستهم دور عقد استثنائية في شبكة رواية الحديث مارست دور الجسور الحديثية في نشر روايات الحديث النبوي، بالمقابل أظهرت خوارزميات Random Walk أنماط انتشار متطورة للمعرفة الحديثية(Lovász, 1993) .

أسست هذه المعالجات الحاسوبية لنموذج علمي جديد في دراسة قسم مهم من أقسام الحديث النبوي، حيث تتقاطع تقنيات الذكاء الاصطناعي مع مضمار رواية الحديث النبوي، مما يفتح آفاقاً واعدة لتطوير أنظمة معرفية ذكية تستثمر الخصائص الطوبولوجية لشبكات الحديث النبوي، دراية ورواية في بناء نماذج حاسوبية متقدمة لتحليل وإدارة الموارد الحديثية الخصبة.

7. المصادر:

1. الذهبي، شمس الدين أبو عبد الله محمد بن أحمد، (1963)، ميزان الاعتدال في نقد الرجال، دار المعرفة للطباعة والنشر.
2. العسقلاني، أبو الفضل أحمد بن علي ، (2014)، تهذيب التهذيب، مؤسسة الرسالة.
3. Aggrawal, N., & Anand, A. (2022). *Social networks: Modelling and analysis*. CRC Press.
4. Ahmad, M. A. (2013). *Towards the analysis of narrative networks*. (Technical Report 13-017). Department of Computer Science, University of Minnesota.
5. Albert, R., & Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, *74*(1), 47–97. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.74.47
6. Azad, A. K., Hussain, T., & Mustafa, G. (2021). Social network analysis of hadith narrators. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, *33*(2), 170–177. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.02.001
7. Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, *286*(5439), 509–512. https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509
8. Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, *2008*(10), P10008. https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008
9. Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, *92*(5), 1170–1182. https://doi.org/10.1086/228631
10. Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, *27*(1), 55–71. https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008
11. Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks* (2nd ed.). SAGE Publications.
12. Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality. *Journal of Mathematical Sociology*, *25*(2), 163–177. https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249
13. Bulliet, R. W. (2009). *Cotton, climate, and camels in early Islamic Iran: A moment in world history*. Columbia University Press.

14. Carrington, P., & Scott, J. (Eds.). (2005). *Models and methods in social network analysis*. Cambridge University Press.
15. Chamberlain, M. (1994). *Knowledge and social practice in medieval Damascus, 1190–1350*. Cambridge University Press.
16. Freeman, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, *40*(1), 35–41. https://doi.org/10.2307/3033543
17. Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, *1*(3), 215–239. https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7
18. Girvan, M., & Newman, M. E. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*(12), 7821–7826. https://doi.org/10.1073/pnas.122653799
19. Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, *78*(6), 1360–1380. https://doi.org/10.1086/225469
20. Hagberg, A. A., Schult, D. A., & Swart, P. J. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. In G. Varoquaux, T. Vaught, & J. Millman (Eds.), *Proceedings of the 7th Python in Science Conference* (pp. 11–15). Pasadena, CA.
21. Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., … & Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, *585*(7825), 357–362. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2
22. Lange, C., Lyklema, M., & Ryad, U. (2019). Bridging the gap: Digital humanities and the Arabic-Islamic corpus. In M. Romanov & S. B. Savant (Eds.), *Computational approaches to the Arabic-Islamic corpus*. Brill.
23. Lovász, L. (1993). Random walks on graphs: A survey. In D. Miklós, V. T. Sós, & T. Szőnyi (Eds.), *Combinatorics, Paul Erdős is eighty* (Vol. 2, pp. 353–397). János Bolyai Mathematical Society.
24. Miller, M. T., Romanov, M., & Savant, S. B. (2018). Digitizing the textual heritage of the Islamicate world: Achievements and challenges. In E. Muhanna (Ed.), *The digital humanities and Islamic & Middle East studies* (pp. 25–43). De Gruyter.
25. Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, *45*(2), 167–256. https://doi.org/10.1137/S003614450342480
26. Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An introduction*. Oxford University Press.
27. Newman, M. E. J. (2018). *Networks* (2nd ed.). Oxford University Press.

28. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, *12*, 2825-2830.
29. Ravasz, E., & Barabási, A. L. (2003). Hierarchical organization in complex networks. *Physical Review E*, *67*(2), 026112. https://doi.org/10.1103/PhysRevE.67.026112
30. Romanov, M. (2017). Toward abstract models for Islamic history. In E. Muhanna (Ed.), *The digital humanities and Islamic & Middle East studies* (pp. 117-149). De Gruyter.
31. Scott, J. (1991). *Social network analysis: A handbook*. SAGE Publications.
32. Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., ... & SciPy 1.0 Contributors. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods*, *17*(3), 261-272. https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2
33. Von Luxburg, U. (2007). A tutorial on spectral clustering. *Statistics and Computing*, *17*(4), 395-416. https://doi.org/10.1007/s11222-007-9033-z
34. Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press.
35. Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, *393*(6684), 440-442. https://doi.org/10.1038/30918