Rafidain Journal of Science
https://rsci.mosuljournals.com

Vol. 33, No. 3, pp. 25-42 , 2024

Review Article

نظرة تأريخية على تطور التصنيف المظهري و الجزيئي لذباب الرمل Phlebotominae Sand Flies (Diptera: Psychodidae)

يونس إبراهيم محمد علي الجواري **منيف عبد مصطفى الحمداني**

قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391
e -ISSN: 2664-2786

Article information

Received: 1/1/2024
Revised :4/3/2024
Accepted: 14/3/2024

DOI: 10.33899/rjs.2024.184543

corresponding author:
يونس إبراهيم محمد علي الجواري
yonsbio127@uomosul.edu.iq.

منيف عبد مصطفى الحمداني
munsbio6@uomosul.edu.iq

الملخص

تضم عائلة ذبابة العث أو ذباب الرمل Psychodidae مجاميع عالمية تقدر اعدادها بحوالي 3400 نوعًا موصوفًا، من بين هذه المجاميع تحت عائلة الفواصد Phlebotominae التي ينضوي تحتها أنواعاً لها أهمية طبية وبيطرية باعتبارها ناقلًا لمسببات الأمراض، مثل اللشمانيا والفيروسات والبكتيريا.

بدأ تصنيف الفواصد في عام 1786م بالاعتماد على الخصائص المظهرية، وشهدت اهتماماً كبيراً في بداية القرن العشرين، عندما بدأ تصنيف بعض أنواعها باعتبارها ناقلات لمسببات داء اللشمانيا.

وبالرغم من انتشار التصنيف المظهري للحشرة إلا أن تقارب الصفات المظهرية لبعض الأنواع يعيق أحياناً تمييزها بهذه الخصائص خاصة ما تسمى بالأنواع الغامضة، مما دعت الحاجة إلى استخدام الطرق الجزيئية لهذا الغرض. حيث أن البحوث التصنيفية بالاعتماد على الطرق الجزيئية تحظى بتقدير أكبر في المجلات ذات عامل التأثير الأعلى، وتميل إلى الحصول على قبول أكبر من المجتمع العلمي.

في الوقت الحالي، تتكون مجموعة الفواصد من 1064 نوعاً موصوفًا لكلا نصفي الكرة الأرضية الشرقي والغربي. أما في العراق فقد حظيت عائلة الفواصد باهتمام الباحثين منذ عام 1920م ولغاية الان، واهتم تصنيفها بشكل كبير على الخصائص المظهرية للحشرة مع قلة عدد الأنواع الموصوفة بالاعتماد على الطرق الجزيئية .

الكلمات الدالة: ذبابة الرمل الفاصدة، داء اللشمانيا، التصنيف المظهري، التصنيف الجزيئي.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

تعد ذبابة الرمل Sand fly من الحشرات ذات التحول الكامل Complete metamorphosis، أي أن الحشرة تمر بأربعة أطوار خلال دورة حياتها هي (البيضة egg ، اليرقة Larvae، العذراء Pupa، البالغة Adult)، و على عكس البعوض وغيرها من الحشرات ثنائيات الأجنحة اللاسعة، فإن ذبابة الرمل ذات معيشة أرضية في جميع مراحل تطورها وتكون دورة حياتها طويلة نسبيًا، حيث تتراوح مدة الجيل من شهر إلى ثلاثة أشهر اعتمادًا على الظروف البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة والتغذية، و تعد درجة حرارة 24–28 مئوية ورطوبة نسبية 70–80% هي الظروف المثلى لنموها و تطورها (Volf and Volfova, 2011; Lawyer *et al.*, 2017).

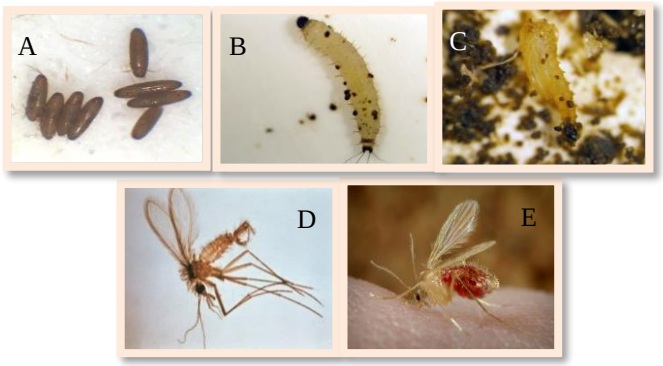
تعد إناث الحشرة هي الناقل الطبيعي الوحيد لأنواع اللشمانيا الأولية، وهي العوامل المسببة لمرض اللشمانيات المداري المهمل Neglected leishmaniasis (WHO, 2010). وقد ارتبط عدد أقل منها بفيروسات الفواصد *Phlebovirus* والفيروسات المفصلية Arboviruses ذات الأهمية الطبية الحيوية (Depaquit *et al.*, 2010)، ونوع واحد فقط هو *Lutzomyia verrucarum* ناقل بكتيريا *Bartonella bacilliformis*، التي تسبب مرض كاريون Carrion's disease في مناطق محددة في غرب أمريكا الجنوبية (Cohnstaedt *et al.*, 2011).

وصف الحشرة

يتميز بيض ذبابة الرمل بصغر الحجم (طوله 0.3–0.5 ملم وعرضه 0.1–0.15 ملم)، بيضوي الشكل، أبيض اللون في بداية الوضع ثم يتحول تدريجياً إلى اللون البني أو الأسود (Ferro *et al.*, 1998). أما يرقاتها فتتنوع في الحجم و اللون ولكنها تتميز بأنها صغيرة ذات كبسولة رأس متطورة بشكل جيد وتشبه يرقة الفراشة Caterpillar. يختلف لون اليرقة حسب الأنواع ولكنه يتراوح عمومًا من الأبيض إلى الرمادي، لذبابة الرمل أربعة أعمار يرقية، يزيد حجم اليرقة مع كل طور (Killick-Kendrick *et al.*, 1992). يبلغ طول العذراء 3–4 ملم. تظهر العذارى في مرحلة التطور المبكرة باللون الأبيض ثم تتحول إلى اللون البرتقالي أو البني المحمر إلى الأسود مع اقتراب عملية خروج الحشرات الكاملة (Lawyer *et al.*, 2017).

أما البالغات فتتميز بحجمها الصغير (طولها 2–5 ملم) ومظهرها الشعري وعيونها السوداء الكبيرة وأرجلها الطويلة نسبياً. لذبابة الرمل الفاصدة رأس وصدر وأجنحة و بطن مغطاة على نحو كثيف بشعر طويل، قرون الاستشعار طويلة مكونة من عقل صغيرة مسبحية الشكل، أجزاء الفم قصيرة مكونة من الشفه العليا وزوج الفكوك القاضمة والفكوك المساعدة وتحت البلعوم إضافة الى الشفة السفلى اللحمية، كما يوجد عند قاعدة أجزاء الفم زوج من الملامس الفكية خماسية العقل ومتدلية إلى الأسفل.

الأجنحة رمحية الشكل مثبتة بزاوية 45 درجة فوق الجسم عندما تكون في حالة راحة، البطن متوسطة الطول وهي في الانثى مستديرة تقريباً عند نهايتها وتبدو منتفخة ذات لون أحمر بعد وجبة الدم الأولى وبنية إلى سوداء اللون بعد عملية الهضم وسميكة بظل أصفر بعد اكتمال تطور البيض، أما في الذكر فتنتهي بزوج من الكلاليب Clasper التي تعطي نهاية البطن مظهراً مرتفعاً إلى الأعلى وتساعده في عملية التزاوج الشكل (1) (Perfil'ev, 1968; Service, 1980; Casanova *et al.*, 2005).

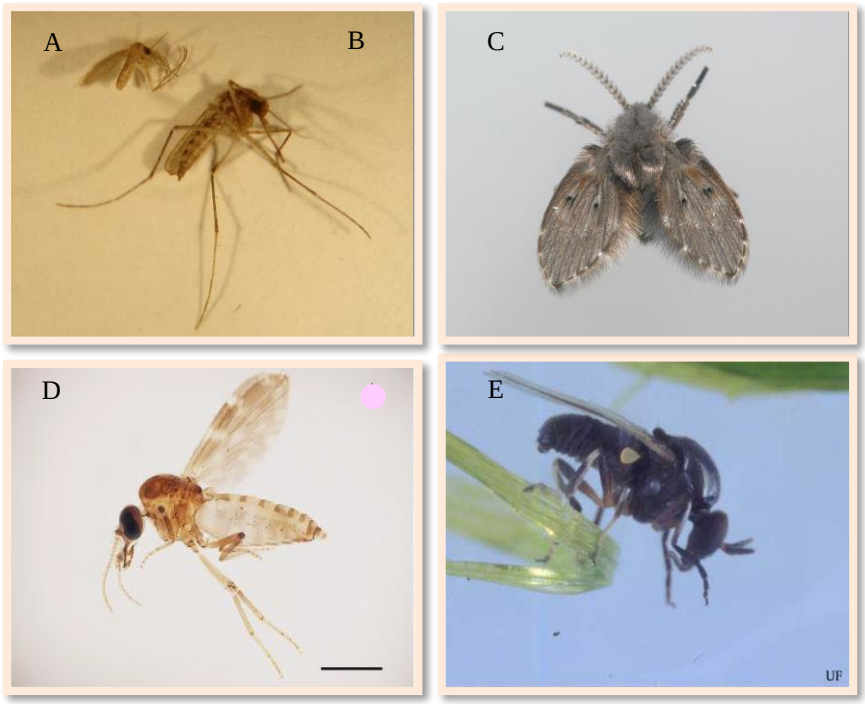


الشكل 1: أطوار حشرة ذبابة الرمل (A) البيض، (B) طور اليرقة (العمر الرابع)، (C) طور العذراء، (D) الذكر (E) الانثى (Lawyer *et al.*, 2015)

تصنيف الحشرة

ينتمي ذباب الرمل إلى رتبة ثنائية الاجنحة Diptera، ورتيبة الذباب طويل قرون الاستشعار Nematocera، وعائلة Psychodidae، تحت عائلة ذباب الرمل الفاصد Phlebotominae. تشكل ثنائيات الاجنحة التابعة لعائلة Psychodidae، المعروفة باسم ذبابة العث أو ذباب الرمل مجموعة عالمية تضم حوالي 3400 نوعًا موصوفًا (Cordeiro and Wagner 2018; Galati 2018; Curler *et al*., 2019; Andrade *et al*., 2022)، تنضوي تحت هذه العائلة بالنسبة لمعظم علماء التصنيف ستة فصائل فرعية هي: Psychodinae (2050 نوع)، Phlebotominae (1064 نوع)، Sycoracinae (46 نوع)، Bruchomyiinae (74 نوع)، Trichomyiinae (215 نوع)، Horaiellinae (6 أنواع)، وجميعها تحتوي على أنواع موجودة حالياً وأحفورية (Andrade *et al*., 2022).

سميت الحشرة بذبابة الرمل الفاصدة Phlebotomine نسبة إلى الجذريين الاغريقيين (Phlebo) وتعني وريد و(tom) تعني بضع أي (بضع الوريد أو الفصد) كي لا تسبب التباساً مع الهاموش الواخز الصغير من فصيلة Ceratopogonidae والذباب الأسود من فصيلة Simulidae، كما تعود تسمية النوع *Phlebotomus papatasi* إلى العبارة الإيطالية (باباتانشي) وتعني القارضة الصامتة التي لا يسمع طنينها عند طيرانها بخلاف البعوض (Palatnik-de-Sousa and Day, 2011; Service, 1980)، وذكر Abul-Hab (1979) أن تسمية الحشرة بذباب الرمل يعود إلى لونها وفي اللغة العربية من المستحسن أن نسميها الحرمس الشكل (2).

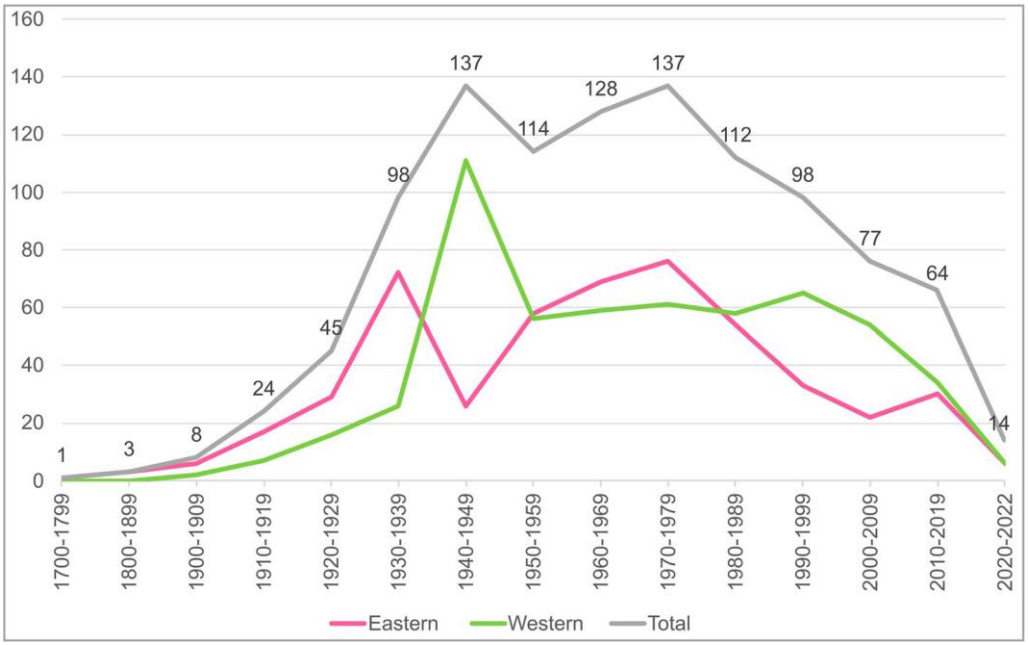


الشكل 2: (A) ذباب الرمل، (B) البعوض (Bowles *et al*., 2015)، (C) ذبابة العث (Kvifte and Wagner, 2017)، (D) الهاموش الواخز الصغير (Pramual *et al*., 2021)، (E) الذباب الأسود (Butler and Hogsette, 2010).

تاريخياً، اعتمد تصنيف ذبابة الرمل في العالم القديم Old World أو نصف الكرة الشرقي Eastern Hemispheres (أسيا، افريقيا، أوربا، استراليا) والعالم الجديد New World أو نصف الكرة الغربي Western Hemispheres (أمريكا الجنوبية و أمريكا الشمالية) بشكل أساسي على الجوانب المظهرية للعينات الميتة لتحديد علاقات التشابه الشاملة بين الأجناس والأجناس الفرعية، بدلًا من التصنيف التطوري، وقد أدى ذلك إلى انتشار الوحدات التصنيفية، لا سيما على مستوى الاجناس الفرعية

Sub generic level، وإلى تبسيط ودمج فئات تصنيفية أعلى في الأنواع (Akhoundi *et al*., 2016). وبسبب التقدم والتطور في الأساليب التصنيفية، مثل تحليل الكروموسومات، والتربية المعملية، وتقنية نظائر الانزيمات، والتحليل الجزيئي والتطوري (تقنية الترميز الشريطي لـ DNA)، ومؤخراً تقنية مطيـــــــاف الكتلة (تقنية تحديد البروتين و تحليله MALDI-TOF) أدى ذلك إلى تحسين تحديد وتصنيف عينات ذبابة الرمل، بالإضافة إلى توضيح الاختلافات بين الاجناس والأنواع المختلفة للحشرة (Lewis, 1982; Young and Duncan, 1994; Galati, 2003).

يعود أول وصف لذبابة الرمل للعالم (Filippo Bonanni, 1691) الذي عدها نوعاً من أنواع البعوض و أطلق عليها اسم *Culex minumus aculeatus*. وبعد اقتراح نظام التسمية الثنائية من قبل (Linnaeus, 1758)، كانت أنثى ذبابة الرمل من إيطاليا هي أول ذبابة رمل تم وصفها من قبل (Scopoli, 1786) وسميت بـ *Bibio papatasi*، أدرجت لاحقاً ضـــمن جنس *Flebotomus* عائلة Flebotominae من قبل (Rondani, 1840)، وعدل تسمية جنس *Flebotomus* فيما بعد إلى جنس *Phlebotomus* بواسطة (Agassiz, 1846). و بحلول نهاية القرن التاسع عشر، تم وصف أربعة أنواع فقط من ذباب الرمل هي: *Phlebotomus pugens* Loew (حفرية أفريقية) وثلاثة من الأنواع الموجودة حاليا: *Ph. papatasi* و *Ph. minutus* Rondani (الاوربية)، و *Ph. grimmi* Portchinsky (الآسيوية) الشكل (3).



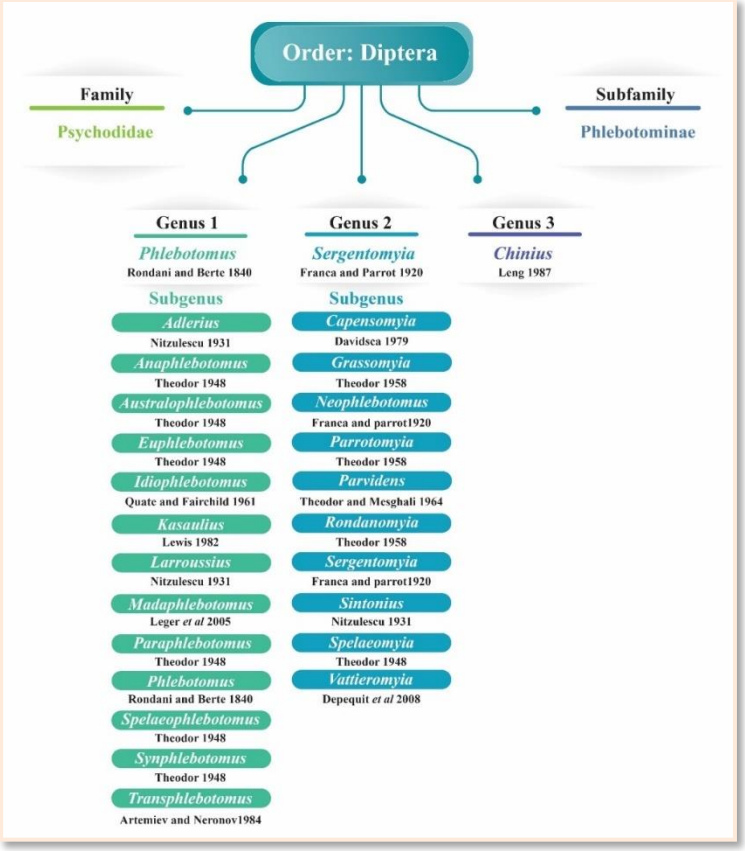
الشكل 3: تاريخ الأنواع وتحت الانواع الموصوفة لنصفي الكرة الشرقي والغربي على التوالي في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وللعقود في القرنين العشرين والحادي والعشرين (Galati and Rodrigues, 2023).

منذ بداية القرن العشرين، زاد عدد أنواع ذبابة الرمل الموصوفة في جميع أنحاء العالم. بالنظر إلى نصفي الكرة الأرضية، فإن الفترة التي شهدت أكبر عدد من الأنواع الموصوفة استمرت من الثلاثينيات إلى التسعينيات، مع فترتين بارزتين بشكل خاص، واحدة في الأربعينيات والأخرى في السبعينيات. خلال الفترة الاولى كان عدد الأنواع الموصوفة في نصف الكرة الغربي أكثر منها في نصف الكرة الشرقي. في حين حدثت الفترة الثانية في سبعينيات القرن العشرين، حيث أظهر كلا نصفي الكرة الأرضية عددًا كبيرًا من الأنواع الموصوفة، على الرغم من أنها كانت أكبر في نصف الكرة الشرقي.

نبذة مختصرة عن تأريخ التصنيف المظهري للحشرة

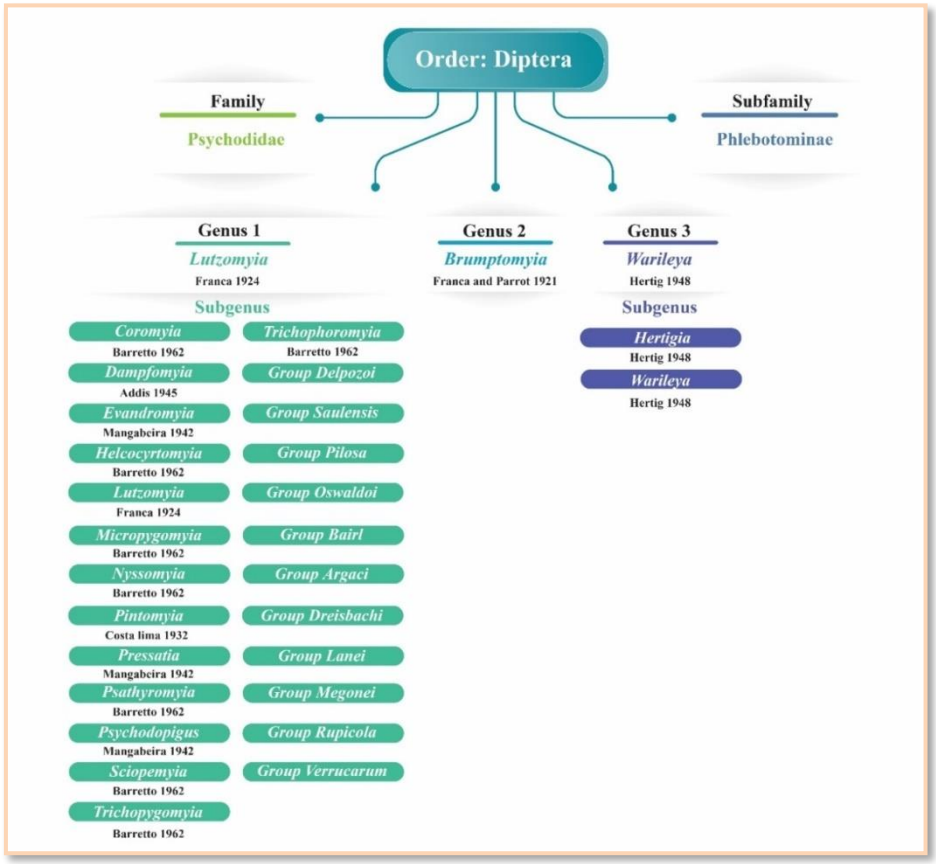
تم اقتراح العديد من أنظمة التصنيف على مر السنين، و يمكن تقسيم تاريخ تصنيف ذبابة الرمل التي اعتمدتها تلك الانظمة إلى فترتين متميزتين. خلال الفترة الأولى، ميزت الوحدات التصنيفية بالاعتماد على الصفات المظهرية الخارجية مثل شكل الأعضاء التناسلية الذكرية Male genitalia، ومؤشرات تعرق الجناح Wing venation، أما في الفترة الثانية، فاستخدمت الصفات الداخلية في التصنيف مثل خازنة الحيامن Spermathecae، البلعوم Pharynx و شكل مقدمة أجزاء الفم Cibarium (Perfil'ev, 1968).

بالنسبة لذباب رمل العالم القديم، فقد صنفها Theodor في الدراستين التي أجراهما عام 1948 و1958 ضمن جنسان: هما *Phlebotomus* (Rondani) و *Sergentomyia* (França)، و تم تضمين جنس *Chinius* الذي يحتوي على بعض أنواع ذباب الرمل الصينية ذات السمات البدائية من قبل (Leng, 1987; Seccombe *et al.*, 1993)، كما شهدت مرحلة التصنيف خلال تلك الفترة تضمين العديد من الاجناس الفرعية والأنواع إلى الاجناس الثلاثة من قبل علماء التصنيف، فضمن لجنس *Phlebotomus* ثلاثة عشر جنساً فرعياً ولجنس *Sergentomyia* عشرة أجناس فرعية (المخطط 1) (Galati and Rodrigues, 2023).



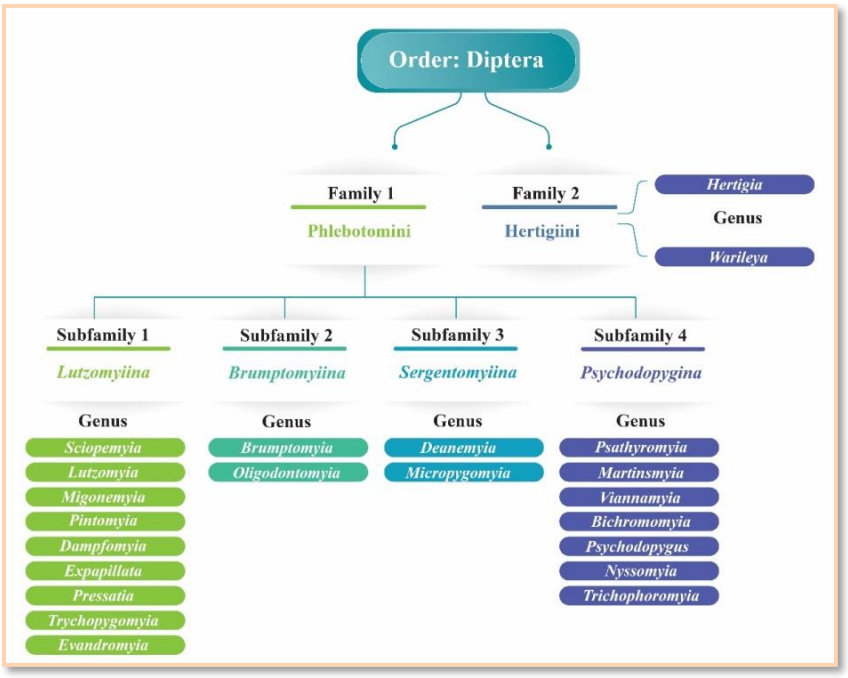
المخطط 1: التصنيف المحدث والمتبع لدى علماء تصنيف ذباب رمل العالم القديم.

أما فيما يتعلق بتصنيف ذباب رمل العالم الجديد فقد تم اقتراح تصنيفين، الأول ما اقترحه (Lewis *et al.*, 1977) وراجعه لاحقا (Young and Duncan, 1994) بتصنيفها ضمن ثلاثة أجناس هي *Lutzomyia*، و*Brumptomyia*، و *Warileya* (المخطط 2)، أما الثاني فقد اقترح من قبل (Galati, 1995) صنفت خلاله ذباب رمل العالم الجديد إلى فصيلتين، الأولى Hertigiini وتضم جنسين، الثانية Phlebotomini وتضم 4 فصائل فرعية و20 جنساً (المخطط 3).

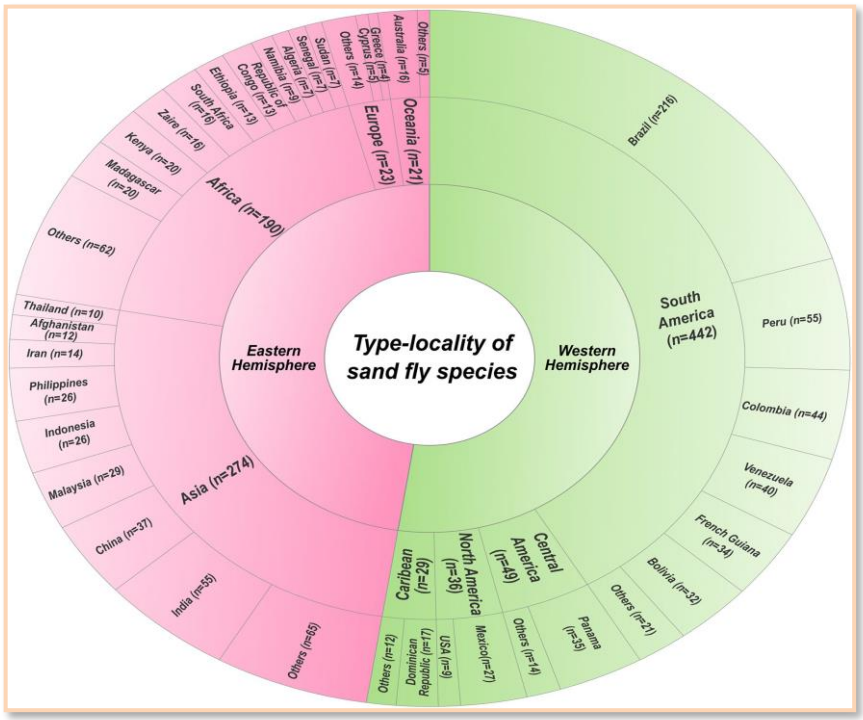


المخطط 2: التصنيف المحدث والمتبع لدى علماء تصنيف ذباب رمل العالم الجديد بحسب ما ذكره (Akhoundi *et al.*, 2016).

و يقدر حالياً عدد الأنواع الموصوفة لذباب رمل العالم القديم والجديد بحسب ما ذكره (Galati and Rodrigues, 2023) بـ 1064 نوعاً الشكل (4) .



المخطط 3: تصنيف ذباب رمل العالم الجديد لغاية عام 2023 بحسب (Galati and Rodrigues, 2023).



الشكل 4: عدد الأنواع الموصوفة لذباب رمل العالم القديم و الجديد.

نبذة مختصرة عن تاريخ التصنيف الجزيئي للحشرة

إن التعقيد في تصنيف وتنظيم ذبابة الرمل يسلط الضوء على الحاجة إلى أدوات تكاملية اخرى، وبالرغم من انتشار التصنيف المظهري للحشرة إلا أن تقارب الصفات المظهرية لبعض الأنواع يعيق أحياناً تمييزها بهذه الخصائص (Galati, 2018)، خاصة ما يسمى بـ "الأنواع الغامضة Cryptic species" (Struck *et al.*, 2018)، والتي نادرًا ما يتم التعرف عليها و وصفها بشكل مؤكد، على الرغم من الاهتمام الكبير بها من الناحية الوبائية (Sousa-Paula *et al.*, 2021). أما فيما يتعلق بالأنواع التي لا يمكن تمييزها من الناحية الشكلية، فليس غريبا أن يتم تحديدها بشكل خاطئ في العديد من الدراسات البيئية، و قد يحدث ذلك بسبب استحالة رؤية تراكيب جسم الحشرة أثناء تخزين الحشرات أو أثناء عملية تنظيف العينات وتركيبها على الشرائح، يعد الخطأ في التعرف على ذباب الرمل أمرًا شائعًا أيضًا في الأماكن التي لا يوجد بها خبراء التصنيف (Agnarsson and Kuntner, 2007). علاوة على ذلك، تشير إحدى الدراسات إلى أن 80% من أصناف الحشرات لم يتم وصفها بعد (Stork, 2018)، وهذا يشمل بالتأكيد أنواع ذبابة الرمل، خاصة من المناطق التي لم تحظَ بالدراسة الكافية، مما يزيد من أهمية الجهود المستمرة لوصف هذه المجموعة وتسميتها بطريقة تكون بمثابة الأساس للدراسات البيئية والوبائية (Galati *et al.*, 2017). لذلك، يبدو أن حاضر ومستقبل تصنيف الحيوانات ونظمها يتجه نحو الاساليب التكاملية، حيث أن البحوث التصنيفية مع التحقق من صحتها باستخدام الطرق الجزيئية تحظى بتقدير أكبر في المجلات ذات عامل التأثير الأعلى، وتميل إلى الحصول على قبول أكبر من المجتمع العلمي.

تاريخياً، تم بالفعل استخدام تقنية الإنزيمات المتماثلة Isoenzymes في دراسة ذبابة الرمل، ساعدت هذه التقنية في تحديد الأنواع من جنس *Psychodopygus* في العالم الجديد (Caillard *et al.*, 1986)، وبعض أنواع *Phlebotomus* في أوروبا (Perrotti *et al.*, 1991) وآسيا (Zhang and Leng, 1991). في الآونة الأخيرة، استخدمت تقنية "قياس الطيف الكتلي (MALDI TOF MS) المعتمدة على البروتين كنهج جديد للتعرف الجزيئي على ذباب الرمل (Dvorak *et al.*, 2014) ويعود

ذلك إلى كونها طريقة سريعة وفعالة وقليلة التكاليف، ويمكن استخدامها في الرصد الحشري المستقبلي للمواقع المستوطنة للذباب الرملي وداء اللشمانيا Leishmaniases (Chavy *et al*., 2019)، كما تمكنت تقنية MALDI-TOF من التمييز بين ذباب الرمل المختلف شكلياً، بما في ذلك الأنواع ذات الصلة الوثيقة مثل *Ph. longicuspis*, *Ph. Perniciosus* (Lafri *et al*., 2016; Mhaidi *et al*., 2021)، إلا أنها لم تتمكن من تحديد بعض الأنواع من أجناس *Trichopygomyia* و*Nyssomyia* (Chavy *et al*., 2019)، مما دعا الحاجة إلى تقييم قابليتها للتشخيص بالرغم من تقييمها بشكل إيجابي بتشخيص بعض أنواع العالم القديم وتقديمها الدعم في وصف الأنواع الجديدة كخط تكميلي للأدلة على الشكل المظهري وتسلسل الحامض النووي (Dvorak *et al*., 2020; Sulesco *et al*., 2021).

يمكن استخدام تضخيم علامات جزيئية محددة متبوعة باختبار تباين أطوال قطع التقييد والمعروفة بتقنية (PCR-RFLP) للتمييز بين أنواع ذبابة الرمل في العالم الجديد (Barroso *et al*., 2007)، والعالم القديم (Dokianakis *et al*., 2016)، تعتبر هذه الطريقة فعالة و غير مكلفة، ويمكن استخدامها للتمييز بين أنواع ذباب الرمل ذات الصلة الوثيقة مثل تلك التابعة للجنس الفرعي (*Larroussius*) *Phlebotomus*، حيث يصعب التمييز بين بعض الإناث، ولكن لديها أنماط تقييد مختلفة باستخدام إنزيم محدد على جين *coi* (Dokianakis *et al*., 2016). كما تم الاعتماد على تقنية المايكروستاليت Microsatellite-markers التي تتميز بقابليتها على تضخيم أجزاء الـ DNA للأنواع والأنواع المقربة لها في تشخيص بعض أنواع ذباب الرمل مثل *Ph. papatasi* (Hamarsheh *et al*., 2018) و *Ph. Chinensis* (Zhang *et al*., 2013) و *Lu. longipalpis* (Santos *et al*., 2013) و *Se. schwetzi* (Prudhomme *et al*., 2022).

تعد الطرق الجزيئية الخاصة بتضخيم وتسلسل وتحليل علامات جزيئية محددة هي الأكثر استخدامًا في دراسة تصنيف ذباب الرمل، فبالنسبة لذباب رمل العالم القديم يعد الجنسين *Phlebotomus* و*Sergentomyia* هما الأكثر ثراءاً من بين الأجناس التي تم تحديد التسلسلات الجينية لأنواعها بنسبة 61٪ و 24٪ على التوالي، وهي نسب غير مرضية بالمقارنة مع الأهمية الوبائية لهذه الأجناس باعتبار أنواع جنس *Phlebotomus* spp. هي النواقل الحيوية الرئيسية لأنواع اللشمانيا في المناطق الموبوءة (Ready, 2013; Bates *et al*., 2015)، في حين أن أنواع جنس *Sergentomyia* spp. التي ترتبط بالفقاريات ذوات الدم البارد والمعروفة بعدم نقلها مسببات الأمراض إلى البشر إلا أن بعض الأدلة الجديدة أشارت إلى أهميتها كنواقل لأنواع اللشمانيا إلى الثدييات (Maia and Depaquit, 2016). أما فيما يتعلق بأنواع ذباب رمل العالم الجديد فإن الجنس الأكثر تنوعاً و أهمية على الصحة العامة كناقل للشمانيا والمسببات المرضية الأخرى *Lutzomyia* spp. لم يتم تحديد التسلسلات الجينية سوى لـ 34% من أنواعه مما يمثل فجوة كبيرة في جهود التصنيف الجزيئي لذباب الرمل في العالم الجديد (Yang and Wu, 2019) (الجدول 1).

استخدمت العديد من العلامات الجزيئية Molecular markers في التصنيف الجزيئي لأنواع ذباب الرمل (الجدول 3)، منها ما يحتويه الحامض النووي في المايتوكوندريا mtDNA كالسايتوكروم أوكسيديز *cytochrome oxidase c subunit 1 (coi)*، السايتوكروم *cytochrome b* (*cytb*) و *NADH dehydrogenase* بوحداتها الفرعية (nd1, nd4 and nd5) إضافة إلى الوحدات الفرعية الصغيرة و الكبيرة للحامض النووي الرايبوسومي rRNA (12S rRNA , 16S rRNA) ويعود تفضيل استخدام هذه الوحدات في التصنيف إلى معدل الطفرة المرتفع نسبيًا، وسهولة التعامل معها في المختبر، والعدد الكبير من النسخ، والصبغية الفردية Haploidy، وغياب الإنترونات Introns وإعادة التركيب الجيني Genetic re-combinations (Kaur and Singh, 2020; Dong *et al*., 2021). من ناحية أخرى، قد يكون استخدام العلامات الجزيئية للحامض النووي في النواة (nDNA) شاقًا وقليل التكرار، ولكن يمكن استخدامها كأدوات تكميلية لتصنيف ذباب الرمل، خاصة عندما يثبت عدم فعالية الحامض النووي المايتوكوندري (Rodrigues and Galati, 2023). على الرغم من التنوع الكبير في العلامات الجزيئية، إلا أن

جين *coi* هي العلامة الأكثر استخداماً لأغراض التنوع البايولوجي، واستخدمت كذلك على نطاق واسع لتشخيص أنواع فصيلة Phlebotominae (Hebert *et al*., 2003) (الجدول 2).

الجدول 1: عدد الأنواع الاسمية الموصوفة من ذباب الرمل الفاصد لكل جنس، والأنواع التي تم تسلسلها لأي علامة جزيئية مودعة ومتوفرة في قاعدة بيانات GenBank، وعدد الأنواع التي تم تشفير الحمض النووي باستخدام جين *coi*. لم يتم أخذ الأنواع الأحفورية بعين الاعتبار(Rodrigues and Galati, 2023).

الجنس	عدد الأنواع الموصوفة مظهرياً	عدد الأنواع التي تم إجراء التسلسلات الجنينة لها (%)	الأنواع مع *coi* barcodes (%)
العالم القديم Old World	**488**	**(35) 172**	**(25) 124**
Australophlebotomus	11	(9) 1	(0) 0
Chinius	4	(50) 2	(25) 1
Grassomyia	7	(100) 7	(85) 6
Idiophlebotomus	14	(36) 5	(21) 3
Parvidens	4	(25) 1	(25) 1
Phlebotomus	121	(61) 74	(49) 59
Sergentomyia	321	(24) 77	(17) 54
Spelaeomyia	4	(100) 4	(0) 0
Spelaeophlebotomus	2	(50) 1	(0) 0
العالم الجديد New World	**538**	**(38) 204**	**(27) 146**
Bichromomyia	6	(50) 3	(50) 3
Brumptomyia	28	(46) 13	(35) 10
Dampfomyia	21	(24) 5	(24) 5
Deanemyia	5	(0) 0	(0) 0
Edentomyia	1	(0) 0	(0) 0
Evandromyia	47	(40) 19	(31) 15
Expapillata	2	(50) 1	(50) 1
Hertigia	1	(0) 0	(0) 0
Lutzomyia	82	(34) 28	(29) 24
Martinsmyia	11	(18) 2	(0) 0
Micropygomyia	56	(28) 16	(27) 15
Migonemyia	7	(29) 2	(29) 2
Nyssomyia	21	(66) 14	(43) 9
Oligodontomyia	3	(33) 1	(0) 0
Pintomyia	69	(37) 26	(32) 22
Pressatia	8	(37) 3	(37) 3
Psathyromyia	46	(56) 26	(28) 13
Psychodopygus	40	(60) 24	(32) 13
Sciopemyia	12	(33) 4	(25) 3
Trichophoromyia	44	(20) 9	(7) 3
Trichopygomyia	16	(18) 3	(12) 2
Viannamyia	4	(50) 2	(25) 1
Warileya	8	(37) 3	(25) 2
المجموع Total	**1026**	**(37) 376**	**(26) 270**

الجدول 2: العلامات الجزيئية الأكثر شيوعاً في دراسة وتصنيف ذبابة الرمل (Rodrigues and Galati, 2023).

العلامات الجزيئية	عدد الأنواع التي تم إجراء التسلسلات الجنينة لها في العالم القديم	عدد الأنواع التي تم إجراء التسلسلات الجنينة لها في العالم الجديد
mtDNA		
coi	124	146
cytb	127	95
nd1	85	28
nd4	23	17
nd5	33	14
S12	6	43
S16	5	47
nDNA		
ITS1	1	15
ITS2	43	17
S18	70	52
S28	73	83
cac	2	8
per	1	9
EF-alpha	24	0

ذباب الرمل في العراق

لقد حظيت ذبابة الرمل في العراق بالفعل ببعض الاهتمام من خبراء التصنيف. وصف Newstead (1920) العينات التي تم جمعها في جنوب العراق خلال الحرب العالمية الأولى. كما أجرى Adler (1929) و Theodor مسحًا وبائياً مكثفًا لذباب الرمل و القرحة الشرقية Oriental sore أو داء اللشمانيا Leishmaniasis في كل من فلسطين وسوريا والعراق، واقتصرت دراستهم في العراق على المناطق الحضرية في بغداد والبصرة والموصل، حيث شخص العالمان ستة أنواع من جنس *Phlebotomus* هي *Ph. Minutus*، *Ph. sergenti* var. *alexandri*، *Ph. Sergenti*، *Ph. Papatasii* (في المحافظات الثلاث)، *Ph. palestinensis* (في بغداد)، *Ph. baghdadis* (في بغداد والبصرة)، *Phlebotomus iraqi* (في بغداد)، استنتج العالمان أن النوعان *Ph. papatasii*، *Ph. sergenti* هما الأكثر انتشاراً والمسؤولان عن نقل القرحة الشرقية، وأن النوع *Ph. sergenti* هو الناقل الرئيسي لها في محافظة بغداد. أما Pringle (1953) فقد تمكن من تسجيل 12 نوعاً من ذباب الرمل خلال دراسته التي شملت معظم محافظات العراق في خريف عام 1949 وطوال العام 1950، تتبع أربعة منها إلى جنس *Phlebotomus* وثمانية إلى جنس *Sergentomyi*. شهدت المدة الممتدة بين عامي 1972 و 1984 عدة دراسات مستفيضة اهتمت بتصنيف ووبائية ونشاط ذبابة الرمل في بغداد وبقية المحافظات من قبل أبو الحب وجماعته، وتمكن بين عامي 1979 و 1984 من حصر 16 عشر نوعاً في جميع محافظات العراق، تنتمي ستة منها إلى جنس *Phlebotomus* وعشرة إلى جنس *Sergentomyia* (Abul-Hab an Ahmed , 1984) (الجدول 3).

الجدول 3: أنواع ذباب الرمل التي سجلها كل من Pringle و Abul-Hab an Ahmed في محافظات العراق، مع الإشارة إلى الأنواع التي سجلت في محافظة نينوى.

الأنواع التي سجلها Abul-Hab an Ahmed		الأنواع التي سجلها Pringle	
جنس *Sergentomyi*	جنس *Phlebotomus*	جنس *Sergentomyi*	جنس *Phlebotomus*
S. dentata (Sinton)	*Ph. papatasi* (Scopoli)	*S. hodgsoni* (Sinton)	*Ph. papatasi* (Scopoli)
S. sintoni (Pringle)	*Ph. Sergenti* (Parrot)	*S. theodori babylonica*	*Ph. Sergenti* (Parrot)
S. theodori (Parrot)	*Ph. alexandri* (Sinton)	*S. sintoni*	*Ph. alexandri* (Sinton)
S. fallax cypriotica (Adler)	*Ph. wenyoni (Adler , Theodor and Lourie)*	*S. dentata mediensis*	*Ph. wenyoni* (Adler & Theodor)
S. palestinensis palestinensis (Adler & Theodor)	*Ph. perinicious tobbi* (Adler , Theodor and Lourie)	*S. mervynae* (Pringle)	
S. baghdadis (Adler & Theodor)	*Ph. perfiliewi transcaucassicus* (Perfiliew)	*S. baghdadis* (Adler & Theodor)	
S. squamipleuris (Newstead)		*S. palestinensis* (Adler & Theodor)	
S. pawlowskeyi pawlowskeyi (Perfiliew)		*S. squamipleuris* (Newstead)	
S. mervynae (Pringle)			
S. clydi (Sinton)			
الأنواع التي سجلها في محافظة نينوى		**الأنواع التي سجلها في محافظة نينوى**	
S. squamipleuris (Newstead)	*Ph. papatasi* (Scopoli)	–	*Ph. papatasi* (Scopoli)
S. clydi (Sinton)	*Ph. Sergenti* (Parrot)	–	*Ph. Sergenti* (Parrot)
–	*Ph. alexandri* (Sinton)	–	–

منذ الدراسات التي قام بها أبو الحب و جماعته لم يتم تسجيل أي نوع جديد للحشرة (فيما عدا دراسة الاعرجي (2006) الذي استطاع تسجيل ثلاثة أنواع جديدة هي *Ph. bergeroti* ،*S.antenata* ، *S.chirstophersi*)، بينما حظي المسبب المرضي (اللشمانيا) بدراسات أشمل (Al-Hayali *et al*., 2018 ; Al-Hayali and Al-Kattan, 2021). جدير بالذكر أنه منذ تلك الفترة لم يتم دراسة الحشرة في محافظة نينوى، وركزت جميع الدراسات المتعلقة بالحشرة التي جرت في محافظات العراق سواء المظهرية أو الجزيئية منها على وبائية أو حياتية الحشرة وأنواعها إضافة إلى علاقتها مع طفيلي اللشمانيا أو فعالية بعض المبيدات والمستخلصات النباتية عليها واتسمت بكثرتها في مناطق الوسط والجنوب وقلتها في المنطقة الشمالية والغربية للبلد (الجدول 4).

الجدول 4: بعض الدراسات المظهرية والجزيئية التي اهتمت بدراسة ذبابة الرمل في العراق بعد دراسات أبو الحب و جماعته.

المصدر	موضوع الدراسة	عدد الأنواع التي سجلت	الموقع
(Atia *et al*., 1993)	دراسة علاقة الحشرة مع اللشمانيا	6	عدة مناطق موبوءة في العراق
(Al-Tufaili, 2003)	دراسة علاقة الحشرة مع اللشمانيا	3	النجف
(Al-Mayali , 2004)	استخدام الفحوصات المناعية في دراسة لطفيل اللشمانيا	5	الديوانية
(Al-Mashhadani , 2006)	دراسة علاقة الحشرة مع اللشمانيا	7	بغداد
(Al-Araji , 2006)	دراسة تصنيفية و بيئية و جرثومية للحشرة	9	البصرة
(Coleman *et al*., 2006)	تأثير ذبابة الرمل على الامريكان في قاعدة طليل الجوية	–	قرب الناصرية
(Ellis *et al*., 2008)	تفشي حمى ذبابة الرمل في وسط البلاد	–	وسط العراق
(Kashkul, 2009)	دراسة علاقة الحشرة مع اللشمانيا	–	الديوانية
(Habib *and* Hassan, 2011)	دراسة جرثومية للحشرة	2	بعض مناطق محافظة البصرة
(Al-Yasiri , 2012)	دراسة علاقة الحشرة مع اللشمانيا	3	ميسان
(Yassin *and* Muhammad, 2013)	فعالية بعض المستخلصات النباتية في ذبابة الرمل	–	ميسان
(Stoops *et al*., 2013)	مراقبة ذبابة الرمل ومكافحتها في معسكر الرمادي، العراق	–	الرمادي
(Al-Faraji, 2014)	دراسة بيئية و حياتية للحشرة مع علاقتها بطفيلي اللشمانيا	3	صلاح الدين
(Al-Hassani , 2016)	دراسة وبائية و تشخيصية و جزيئية للحشرة و طفيلي اللشمانيا	3	القادسية
(Kazem *et al*., 2016)	فعالية بعض المبيدات في ذباب الرمل	–	ميسان
(Al-Rahmany , 2017)	دراسة مسحية للذباب ومنها ذباب الرمل	–	سامراء
(Oleiwi *et al*., 2019)	دراسة جزيئية ومظهرية لنوعين من الحشرة	2	ذي قار
(Abdel-Aali , 2019)	دراسة جزيئية و مظهرية لنوعين من الحشرة	2	المثنى
(Abd *et al*., 2020)	دراسة انتشار النوع *Ph. papatasi* بطرق هندسية	–	ديالى و بابل
(Al-Bajalan *et al*., 2020)	تشخيص جزيئي لـ *Ph. papatasi* و طفيلي *L.major*	–	السليمانية
(Al-Sad *and* Kawan, 2021)	تأثير العوامل المناخية على توزيع ذباب الرمل	–	ميسان
(Abdullah, 2022)	دراسة جزيئية لنوعين من الحشرة	2	صلاح الدين
(Saady, 2022)	مكافحة حيوية للنوع *Ph. papatasi*	–	تكريت

التوصيات

بالنظر للأهمية البالغة للحشرة ودورها المعروف في نقل مسببات الأمراض كاللشمانيا والبكتيريا والفيروسات التي توثر بدورها على الصحة العامة للمجتمع، توصي دراستنا الحالية باجراء دراسات مسحية أكثر لمحافظات العراق، فقد يتم العثور على أنواع جديدة بالإضافة إلى ما تم ذكرها. كما توصي دراستنا باعتماد كل من الطرق المظهرية والجزيئية في تصنيف الحشرة وأن لا يتم الاكتفاء بإحدى الطرق، فقد يؤدي ذلك إلى عدم الدقة في تحديد الأنواع خاصة تلك التي تحظى بأهمية طبية.

المصادر

Abd, S.A.; Okail, R.; Kathiar, S.A.; Mzahem, N. (2020). Diversity and geographical distribution of sand flies *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Phlebotominae) by using geometric morphometric technique from two Iraqi provinces. *Baghdad Sci. J.*,**17**(3), 0754-0759. DOI: https://doi.org/10.21123/bsj.2020.17.3.0754

Abdel-Aali, A. J. (2019). A morphological, epidemiological and molecular study of the sand fly and the cutaneous leishmaniasis in Muthanna Governorate. Master's thesis, College of Science, Al-Muthanna University, Iraq.

Abdullah, A.K. (2022). A molecular study of the sand fly *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychoididae) and its relationship to leishmaniasis in Saladin Governorate, Master’s thesis, College of Education, Samarra University, Iraq.

Abu Al-Hab, J.K. (1979)."Medical and Veterinary Insects in Iraq". Theoretical Department, Baghdad University Press, Iraq. 451 P.

Abul-Hab, J.K.; Ahmed S.A. (1984). Revision of the family Phlebotomidae (Diptera) in Iraq. *J. Bio. Sci. Res.*, **7**, 1–64.

Adler, S.; Theodor, O. (1929). The distribution of sandflies and Leishmaniasis in Palestine, Syria and Mesopotamia. *Ann. Trop. Med. Par*., **23**, 269-306. DOI: https://doi.org/10.1080/00034983.1929.11684602

Agassiz, L. (1846). "Nomenclatoris Zoologici Index Universalis". Soloduri, 285 p.

Agnarsson, I.; Kuntner, M. (2007). Taxonomy in a changing world: Seeking solutions for a science in crisis. *Sys. Bio*., **56**(3), 531–539. DOI: 10.1080/10635150701424546

Akhoundi, M.; Kuhls, K.; Cannet, A.; Votypka, J.; Marty, P.; Delaunay, P.; Sereno, D. (2016). A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of *Leishmania* parasites and sandflies. *PLOS*, **10**(3), p.e0004349. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349

Al-Araji, M.L.H. (2006). A taxonomic, ecological and bacteriological study on sand flies (Diptera, psychodidae, phlebotominae) in Basra/southern Iraq. Ph.D thesis, University of Basra, Iraq.

Al-Bajalan, M.M.M.; Niranji, S.S.; Al-Jaf, S.M.; Kato, H. (2021). First molecular identification of *Leishmania major* in *Phlebotomus papatasi* in an outbreak cutaneous leishmaniasis area in Iraq. *Acta Trop*., **215**, 105807. DOI: 10.1016/j.actatropica.2020.105807

Al-Faraji, S.M.L. (2014). An environmental, epidemiological and biological study of the sand fly (Diptera: Psychodidae) and its role in transmitting leishmaniasis in Salah al-Din Governorate, with reference to some methods of control. Ph.D thesis, College of Education for Pure Sciences, Tikrit University, Iraq.

Al-Hassani, M.K. (2016). Epidemiological, molecular and morphological identification of cutaneous Leishmaniasis and, it's insect vectors in Eastern al-Hamzah district,Al-Qadisiya province. Master's thesis, University of AL-Qadisiya, Iraq.

Al-Hayali, H.L.; Al-Hamadany, A.j.; Al-Kattan, M.M. (2018). Effect of synthesized oxiranes and pyrrolidines on kmp ii and lpg 3 genes in *leishmania infantum* promastigotes. *Raf. J. Sci.*, **27**(3), 35-46. DOI: 10.33899/RJS.2018.145389

Al-Hayali, H.L.; Al-Kattan, M.M. (2021). Overview on epidemiology of leishmaniasis in Iraq. *Raf. J. Sci.*, **30**(1), 28-37. DOI: 10.33899/RJS.2021.167680

Al-Mashhadani, W.J.H. (2006). Growth and development of the *Leishmania* parasite in the sandfly. *Umm Salamah J. Sci.*, **4**(3), 556-564.

Al-Mayali, H.M.H.(2004). Evaluation and use of some immunological tests in a study on the epidemiological of leishmaniasis in Al-Qadisiyah Governorate. Ph.D thesis, College of Education, Al-Qadisiyah University, Iraq.

Al-Rahmany, A.H. (2017). Survey of flies distributed in Samarra city by using the adhesive colloid traps during 2014. *KUJSS* **12**(1), 351-371. DOI: 10.32894/kujss.2017.129727

Al-Sad, R.K.A.; Kawan, M.H. (2021). The effects of some climate factors upon frequency distribution of local sandflies breed in Misan province, Iraq. *Iraqi J. Vet. Med*., **45**(1), 63-68. DOI: https://doi.org/10.30539/ijvm.v45i1.1044

Al-Tufaili, R.A. (2003). Epidemiology of leishmaniasis and its relationship with the vector Insect, phlebotominae (Diptera: Psychodidae) in Najaf Governorate. Master's thesis, College of Science, University of Kufa, Iraq

Al-Yasiri, S.M. (2012). Study of the relationship of sand fly species with leishmaniasis in Maysan Governorate. *M.R.J*., **8**(16).

Atia, M.M.; Rassam, M.B.; Kasal, S.M.; Al-Diwany, L.J.; Al-boshir, N. M. (1993). *Phlebotomus papatasi* the major sand fly in natural foci of leishmaniases in iraq. Electrophoretic

isoenzyme studies, Laboratory infection with *Leishmania major* and disease transmission. *Iraqi J. Micro*.**, 13**(2),108-120.

Barroso, P.A.; Marco, J.D.; Kato, H.; Tarama, R.; Rueda, P.; Cajal, S.P.; Basombrío, M.A.; Korenaga, M.; Taranto, N.J.; Hashiguchi, Y. (2007). The identification of sandfly species, from an area of Argentina with endemic leishmaniasis, by the PCR-based analysis of the gene coding for 18S ribosomal RNA. *Ann. Trop. Med. Par.*, **101**(3), 247–253. DOI: 10.1179/136485907X156988

Bates, P.A.; Depaquit, J.; Galati, E.A.; Kamhawi, S.; Maroli, M.; McDowell, M.A.; Picado, A.; Ready, P.D.; Salom´on, O.D.; Shaw, J.J.; Traub-Csek¨o, Y.M. (2015). Recent advances in phlebotomine sand fly research related to leishmaniasis control. *Parsit. Vectro*., **8**(1), 1–8. DOI: https://doi.org/10.1186/s13071-015-0712-x

Bonanni, P. (1691). "Observationes Circa Viventia: Quae in Rebus Non Viventibus Reperiuntur. Cum Micrographia Curiosa Sive Rerum Minutissimarum Observationibus, Quae Ope Microscopij Recognitae Ad Vivum Exprimuntur. His Accesserunt Aliquot Animalium Testaceorum Icones Non Antea in Lucem Editae. Omnia Curiosorum Naturae Exploratorum Utilitati & Iucunditati Expressa & Oblata". Romae, Typis Dominici Antonii Herculis, 448 p.

Bowles, C.D.; Britch, S.C.; Linthicum, K.J.; Johnson, R.N.; Linton, Y.M.; White, G.B. (2015). "Sand Flies— Significance, Surveillance, and Control in Contingency Operations, Diptera: Psychodidae: Phlebotominae". Technical Guide No. 49. Armed Forces Pest Management Board , US Army Garrison.

Butler, J.F.; Hogsette J.A., (2010). Entomology and nematology department, cooperative extension service. *Insti. Food Agr. Sci*., University of Florida, Gainesville, 32611.

Caillard, T.; Tibayrenc, M.; Le Pont, F.; Dujardin, J.P.; Desjeux, P.; Ayala, F.J. (1986). Diagnosis by isozyme methods of two cryptic species, *Psychodopygus carrerai* and *P. yucumensis* (Diptera: Psychodidae). *J. Med. Ent*., **23**(5), 489–492. DOI: https://doi.org/10.1093/jmedent/23.5.489

Casanova, C.; Costa, A.; Natal, D. (2005). Dispersal pattern of the sand fly *Lutzomyia neivai* (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis endemic rural area in Southeastern Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*., **100**(7), 719- 724. DOI: 10.1590/s00740276200500070006

Chavy, A.; Nabet, C.; Normand, A.C.; Kocher, A.; Ginouves, M.; Pr´evot, G.; Vasconcelos dos Santos, T.; Demar, M.; Piarroux, R.; de Thoisy, B. (2019). Identification of French Guiana sand flies using MALDI-TOF mass spectrometry with a new mass spectra library. *PLOS*, **13**(2), e0007031. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007031

Cohnstaedt, L.W.; Beati, L.; Caceres, A.G.; Ferro, C.; Munstermann, L.E. (2011). Phylogenetics of the phlebotomine sand fly group *Verrucarum* (Diptera: Psychodidae: *Lutzomyia*). *Am. J. Trop. Med. Hyg*., **84**, 913–922. DOI: 10.4269/ajtmh.2011.11-0040

Coleman, R.E.; Burkett, D.A.; Putnam, J.L.; Sherwood, V.; Caci, J.B.; Jennings, B.T.; Hochberg, L.P.; Spradling, S.L.; Rowton, E.D.; Blount, K.; Ploch, J.; Hopkins, G.; Raymond, J.L.; O'Guinn, M.L.; Lee, J.S.; Weina, P.J. (2006) . Impact of phlebotomine sand flies on U.S. Military operations at Tallil Air Base, Iraq: 1. background, military situation, and development of a "Leishmaniasis Control Program". *J. Med. Ent.*, **43**(4),647-62. DOI: 10.1603/0022-2585(2006)43[647:iopsfo]2.0.co;2

Depaquit, J.; Grandadam, M.; Fouque, F.; Andry, P.E.; Peyrefitte, C. (2010). Arthropod-borne viruses transmitted by Phlebotomine sandflies in Europe: A review. *Eur. Sur*., **15**, 19507. DOI: 10.2807/ese.15.10.19507-en

Dokianakis, E.; Tsirigotakis, N.; Christodoulou, V.; Poulakakis, N.; Antoniou, M. (2016). DNA sequencing confirms PCR-RFLP identification of wild caught *Larroussius* sand

flies from Crete and Cyprus. *Act. Trop*., **164**, 314–320. DOI: https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.09.003.

Dong, Z.; Wang, Y.; Li,C.; Li, L.; Men, X. (2021). Mitochondrial DNA as a molecular marker in insect ecology: Current status and future prospects. *Ann. Ent. Soc. Am.*, **114**(4), 470–476. DOI : https://doi.org/10.1093/aesa/saab020

Dvorak, V.; Halada, P.; Hlavackova, K.; Dokianakis, E.; Antoniou, M.; Volf, P. (2014). Identification of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) by matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry. *Parsit. Vectro.*, **7**(1), 1–7. DOI: 10.1186/1756-3305-7-21

Dvorak, V.; Tsirigotakis, N.; Pavlou, C.; Dokianakis, E.; Akhoundi, M.; Halada, P.; Volf, P.; Depaquit, J.; Antoniou, M. (2020). Sand fly fauna of Crete and the description of *Phlebotomus* (*Adlerius*) *creticus* n. sp. (Diptera: Psychodidae). *Parsit. Vectro*.**,** **13**(1), 1–7. DOI: https://doi.org/10.1186/s13071-020-04358-x

Ellis, S.B.; Appenzeller, G.; Lee, H.; Mullen, K.; Swenness, R.; Pimentel, G.; Mohareb, E.; Warner C. (2008). Outbreak of sandfly fever in central Iraq, September 2007. *Mil. Med*., **173**(10), 949-53. DOI: 10.7205/milmed.173.10.949

Ferro, C.; Cardenas, E.; Corredor, D.; Morales, A.; Munstermann, LE. (1998). Life cycle and fecundity analysis of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **93**, 195-199. DOI: 10.1590/s0074-02761998000200011

Galati, E.A.B. (1995). Phylogenetic systematic of the Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) with emphasis on American groups. (II Intern. Symp. Phlebotomine Sandflies). *Bol. Dire. Mal. Y San. Amb*., **35**(1), 133–142.

Galati, E.A.B.(2003). Classificacao de phlebotominae. in: rangel er, lainson r, editors. flebotomineos do brasil. editora fiocruz. *Rio de Janeiro*, Brazil. **23**(52), 367.

Galati, E.A.B.; Galvis-Ovallos, F.; Lawyer, P.; L´eger, N.; Depaquit, J. (2017). An illustrated guide for characters and terminology used in descriptions of Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). *Parasit.*, 24. DOI: 10.1051/parasite/2017027

Galati, E.A.B. (2018). "Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): Classification, morphology and terminology of adults and identification of American taxa. Brazilian Sand Flies". Springer, Cham, pp. 9–212. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_2

Galati, E.A.B.; Rodrigues, B.L. (2023). A review of historical phlebotominae taxonomy (Diptera:psychodidae). *Neo. Ent*., **52**, 539–559. DOI: 10.1007/s13744-023-01030-8

Habib, M.A.; Hassan, K.S. (2011). A Microbial study of sandflies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Basra/southern Iraq. *J. Basrah Res. (Sci.),* **37**, Part Four - B: 1-12.

Hamarsheh, O.; Karakus¸, M.; Azmi, K.; Jaouadi, K.; Yaghoobi-Ershadi, M.R.; Krüger, A.; Amro, A.; Kenawy, M.A.; Dokhan, M.R. ; Abdeen, Z.; McDowell, M.A. (2018). Development of polymorphic EST microsatellite markers for the sand fly, Phlebotomus papatasi (Diptera: Psychodidae). *Parasit.Vectro*, **11**(1), 1–5. DOI: https://doi.org/10.1186/s13071-018-2770-3

Hebert, P.D.; Cywinska, A.; Ball, S.L.; DeWaard, J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Pro. Roy. Soc. B*, **Series B 270**(1512), 313–321. DOI: 10.1098/rspb.2002.2218

Kashkul, A.H. (2009). Study of some environmental and biological aspects of the lizard and the epidemiology of leishmaniasis in Al-Diwaniyah Governorate. Master's thesis, Al-Qadisiyah University, Iraq.

Kaur, R.; Singh, D. (2020). Molecular Markers a valuable tool for species identification of insects: A review. *Ann. Ent.*, **38**(01–02), 1–20. DOI: https://connectjournals.com/01462.2020.38.1

Kazem, S.M.; Yassin, S.M.; Alak, J.H. (2016). Estimating the effectiveness of the pesticide Icon and Cyfluthrin on the sand fly, Phlebtominae sandflies. *DJPS*, **12**(3), 94-105.

Killick-Kendrick, R.; Sirdar, MK.; Killick-Kendrick, M. (1992). Lack of outer caudal setae as a constant feature of *Phlebotomus tobbi* larvae. *Med. Vet. Ent*., **6**, 171-172. DOI: 10.1111/j.1365-2915.1992.tb00598.x.

Kvifte, G.M.; Wagner, R. (2017). "24 Psychodidae (Sand Flies, Moth Flies or Owl Flies). In: Kirk-Spriggs, A.H. & Sinclair. *B.J. (Eds.).* Manual of Afrotropical Diptera". Vol. 2. Nematocerous Diptera and lower Brachycera. Suricata 5. South African National Biodiversity Institute, Pretoria, pp. 607–632. https://www.researchgate.net/publication/321915777

Lafri, I.; Almeras, L.; Bitam, I.; Caputo, A.; Yssouf, A.; Forestier, C.L.; Izri, A.; Raoult, D.; Parola, P. (2016). Identification of Algerian field-caught phlebotomine sand fly vectors by MALDI-TOF MS. *PLOS*, **10**(1), e0004351. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004351

Lawyer, P.; Killick-Kendrick, M.; Rowland, T.; Rowton, E.; Volf, P. (2017). Laboratory colonization and mass rearing of phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae). *Parsite.*, **24**, 42, PMID: 29139377; PMCID: PMC5687099. DOI: 10.1051/parasite/2017041

Lawyer, P.; Rowland, T.; Meneses, C.; Rowton, E. (2015). Care and maintenance of phlebotomine sand flies. Workshop, National Institutes of Health and Walter Reed Army Institute of Research and BEI Resources, USA.

Leng, Y.J. (1987). A preliminary survey of phlebotomine sandflies in limestone caves of Sichuan and Guizhou province, south-west China, and description and discussion of a primitive new genus *Chinius*. *Ann. Tropl. Med. Par.*, **81**, 311–317. DOI: 10.1080/00034983.1987.11812125

Lewis, D.J. (1982). A taxonomic review of the genus Phlebotomus (Diptera: Psychodidae). *Bull. British Mus. (Natural History) Ent.*, **45**, 121–209. DOI:10.1111/j. 1365-3113.1976.tb00030.x.

Lewis, D.J.; Young, D.G.; Fairchild, G.B.; Minter, D.M. (1977). Proposal for a stable classification of the phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Syst. Ent.*, **2**, 319–332. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1977.tb00381.x.

Linnaeus, C. (1758). Systema naturae per regna tria natura, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. **Vol. 1**. L. Salvii, Holmiae [Stockholm], 824 p. DOI: https://doi.org/10.5962/bhl.title.559

Maia, C.; Depaquit, J. (2016). Can *Sergentomyia* (Diptera, Psychodidae) play a role in the transmission of mammal-infecting *Leishmania*? *Parasit.*, **23**. DOI: 10.1051/parasite/2016062.

Mhaidi, I.; Ait Kbaich, M.; El Kacem, S.; Daoui, O.; Akarid, K.; Spitzova, T.; Halada, P.; Dvorak, V.; Lemrani, M. (2021). Entomological study in an anthroponotic cutaneous leishmaniasis focus in Morocco: Fauna survey, *Leishmania* infection screening, molecular characterization and MALDI-TOF MS protein profiling of relevant *Phlebotomus* species. *Tra. Emerg. Dis*., **69**, 1073–1083. DOI: https://doi.org/10.1111/tbed.14064.

Newstead, R. (1920). On the genus *Phlebotomus*. Part IV. *Bull. Entomo. Res*., **11**, 305-311. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007485300044710

Oleiwi, A.H.; Munshid, F.A.; Salman, A.N. (2019). Morphological and molecular identification of sand fly species (diptera: psychodidae) in Thi-Qar Province, Iraq. *J. Res. Lep.*, **50**(4), 160-170. DOI: 10.36872/LEPI/V50I4/201079.

Perfil'ev, PP. (1968). Phlebotomidae. Translation of perfil'ev, 1966 diptera: family phlebotomidae. *Fauna SSSR*. **93**, 1–382.

Perrotti, E.A.; La Rosa, G.; Maroli, M.; Pozio, E. (1991). Electrophoretic studies on two Phlebotomus species (Diptera: Psychodidae) from Italy. *Parasite*., **33**, 463–469.

Pramual, P.; Jomkumsing, P.; Piraonapicha, K., and Jumpato, W. (2021). Integrative taxonomy uncovers a new Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) biting midge species from Thailand. *Acta Trop*., **220**, 105941. DOI: 10.1016/j.actatropica.2021.105941

Pringle, G.(1953). The sandflies (phlebotominae) of Iraq. *Bull Ent. Res*., 43, 707-734

Prudhomme, J.; Mazza, T.; Hagen, S.; Cassan, C.; Toty, C.; Senghor, M.W.; Niang, A.A.; Faye, B.; Ba˜nuls, A.L. (2022). New microsatellite markers for genetic studies on *Sergentomyia schwetzi* (Diptera: Psychodidae): A suspected vector of *Leishmania infantum* (Trypanosomatida: trypanosomatidae) in the canine leishmaniasis focus of Mont-Rolland, Senegal. *J. Med. Entomo*., **59**(6), 2170–2175. DOI: 10.1093/jme/tjac109

Ready, P.D. (2013). Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. *Ann. Rev. Ent.*, **58**, 227–250. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153557

Rodrigues, B. L.;Galati, E.A. (2023). Molecular taxonomy of phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae) with emphasis on DNA barcoding: A review. *Acta Tropic*., **238**, 106778, DOI: 10.1016/j.actatropica.2022.106778

Rondani, C. (1840). Sopra una specie di insetto dittero. Memoria prima per servire alla Ditterologia italiana. Parma 1.

Saady, R.H. (2022). Evaluation of the efficiency of some methods in biological control of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychoididae). *Kirkuk Uni. J. Sci. S.,* **17**(4), 26-32. DOI: 10.32894/kujss.2022.136011.1075

Santos, M.F.; Ribolla, P.E.; Alonso, D.P.; Andrade-Filho, J.D.; Casaril, A.E.; Ferreira, A.M.; Fernandes, C.E.; Brazil, R.P.; Oliveira, A.G. (2013). Genetic structure of *Lutzomyia longipalpis* populations in Mato Grosso do Sul, Brazil, based on microsatellite markers. *PLOS* , **8**(9), 74268. DOI: 10.1371/journal.pone.0074268

Scopoli, J.A. (1786). "Deliciae Florae et Faune Insubricae". Pavia, 85p.

Seccombe, A.K.; Ready, P.D.; Huddleston, L.M. (1993). A catalogue of Old World Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Occ. Papers Sys. Entomo*., **8**, 1–57. DOI: https://doi.org/10.1016/0035-9203(94)90254-2

Service, M.W. (1980). "A Guide to Medical Entomology". The Macmillan Press Ltd, London and Basingstoke.

Sousa-Paula, L.D.; Pessoa, F.A.; Otranto, D.; Dantas-Torres, F. (2021) . Beyond taxonomy: Species complexes in New World phlebotomine sand flies. *Med. Vet. Ent.*, **35**(3), 267–283. DOI: 10.1111/mve.12510

Stoops, C.A.; Heintshcel, B.; El-Hossary,; S. Kaldas, R.M.; Obenauer, P.J.; Farooq, M.; Villinski, J.T.(2013). Sand fly surveillance and control on Camp Ramadi, Iraq, as part of a leishmaniasis control program. *J. Vector Eco*., **38**(2), 411-4. DOI: 10.1111/j.1948-7134.2013.12059.x.

Stork, N.E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Ann, Rev, Ent*., **63**, 31–45. DOI: 10.1146/annurev-ento-020117-043348.

Struck, T.H.; Feder, J.L.; Bendiksby, M.; Birkeland, S.; Cerca, J.; Gusarov, V.I.; Kistenich, S.; Larsson, K.H.; Liow, L.H.; Nowak, M.D.; Stedje, B. (2018). Finding evolutionary processes hidden in cryptic species. *Tren. Eco. Evo*., **33**(3), 153–163. DOI: 10.1016/j.tree.2017.11.007

Șulești, T.; Erisoz Kasap, O.; Halada, P.; O˘guz, G.; Rusnac, D.; Gresova, M.; Alten, B.; Volf, P.; Dvorak, V. (2021). Phlebotomine sand fly survey in the Republic of Moldova: species composition, distribution and host preferences. *Par. Vec.***,** **14**(1), 1–7. https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-04858-4

Volf, P.; Volfova, P. (2011). Establishment and maintenance of sand fly colonies. *J. Vec. Eco*., **36**, S1-S9. DOI: 10.1111/j.1948-7134.2011.00106.x.

WHO.(2010). Control of the Leishmaniases. World Health Organ Tech Rep Ser xiixiii, **1–186** (World Health Organization (WHO).

Yang, Z.; Wu, Y (2019). Improved annotation of *Lutzomyia longipalpis* genome using bioinformatics analysis. *Peer J*., **7**, 7862. DOI: 10.7717/peerj.7862

Yassin, S. M.; Muhammad, S.S. (2013). The use of plant extracts as pesticides on Phlebtominae sandflies (Diptera: Phlebotomidae). *MJAS*, **12**(22).

Young, D.G.; Duncan, M.A. (1994). Guide to the identification and geographic distribution of *lutzomyia* sandflies in mexico, the west indies, central and south america (diptera: Psychodidae). *Memo. Am., Ent. Inst.*, **54**, Associate Publishers, Gainesville, 881 . DOI: https://doi.org/10.1016/0035-9203(95)90687-8

Zhang, L.; Ma, Y.; Xu, J. (2013). Genetic differentiation between sandfly populations of *Phlebotomus chinensis* and *Phlebotomus sichuanensis* (Diptera: Psychodidae) in China inferred by microsatellites. *Parsit. vector*, **6**(1), 1–10. DOI: https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-115

Zhang, L.M.; Leng, Y.J. (1991). A preliminary isoenzyme study on five species of phlebotomine sandflies in China. *Parasite*., **33**, 541–550, 1841256

A Historical Review of Development of the Phenotypic and Molecular Taxonomy of Phlebotominae Sand Flies (Diptera: Psychodidae)

Younis I. M. A. Al-Joary **Munif A. M. Al-Hamdani**

Department of Biology/ College of Science/ University of Mosul

ABSTRACT

The Psychodidae, known as the moth fly or sand fly family, includes global groups estimated at approximately 3,400 described species. Among them Phlebotominae, which includes species have medical and veterinary importance as vectors of pathogens, such as *Leishmania*, viruses, and bacteria. The classification of phlebotomists began in 1786 using phenotypic taxonomy, and witnessed great interest at the beginning of the twentieth century, when some of their species began to be classified as vectors of leishmaniasis. Despite the widespread phenotypic taxonomy of insects, the similarity of the phenotypic characteristics of some species sometimes hinders their distinction by these characteristics, especially the so-called cryptic species, which necessitated the use of molecular methods for this purpose. Therefore, it appears that the present and future of insect taxonomy moving towards integrative approaches, as taxonomic research validated using molecular methods is more valued in journals with a higher impact factor, and tends to have greater acceptance from the scientific community. Currently, the group consists of 1,064 species described for both hemispheres. In Iraq, Phlebotominae has received the attention of researchers since 1920 until now, and its classification has focused largely on the phenotypic characteristics, with few species described by molecular methods.

Keywords: Sand fly, leishmaniasis, phenotypic taxonomy, molecular taxonomy.