Alq J Sci. 2026;2(4):501-506
https://doi.org/10.69667/ajs.26502
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

# دراسة مورفولوجية لحوريات الرعاش من فصيلة Aeshnidae وLibellulidae رتبةOdonata في عين برغو الجبل الأخضر– ليبيا

**مناجي فوزي المصراتي أحميده**
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء–ليبيا
***Email***: *mana-ji.fawzi@omu.edu.ly*

**المستخلص**
أجريت هذه الدراسة في منطقة عنبسة (عين برغو، الجبل الأخضر) على مدار 14 شهرا (يونيو 2023 -يوليو 2024) بهدف حصر وتوصيف مورفولوجي لحوريات الرعاشات رتبةOdonata ، رتيبةAnisoptera . أسفرت نتائج الدراسة على التعرف والتوصيف المورفولوجي لثلاثة أنواع من الحوريات *Anax parthenope* (Selys,1839) فصيلةAeshnidae و*Orthetrum coerulescens* (Fabricius,1798)، *Trithemis arteriosa* (Burmeister,1839) فصيلةLibellulidae .
**الكلمات المفتاحية**: الرعاشات، Libellulidae Aeschnidae، الجبل الأخضر، ليبيا.

***Abstract***
*This study was conducted in the Anbasa area (Ain Barghou, Al Jabal Al Akhdar), over a period of 14 months (June 2023 - July 2024) to survey and morphologically characterize dragonfly nymphs (order: Dragonflies, subclass: True Dragonflies). The study resulted in the identification and morphological description of three types of species: Anax parthenope (Selys, 1839), family Aeshnidae; Orthetrum coerulescens (Fabricius, 1798), and Trithemis arteriosa (Burmeister, 1839), family Libellulidae.*
***Keywords***: *Odonata, Aeshnidae, Libellulidae, Al Jabal Al Akhdar, Libya.*

## المقدمة

تعتبر رتبة الرعاشات Odonata من أقدم المجموعات الحشرية اذ انها تعود تاريخيا لأكثر من 200 مليون سنة، وتضم اكثر من 6000 نوعا منتشرة في العالم(Hovmoller,2006)، تعد Libellulidae من اكبر واكثر فصائل الرعاشات انتشارا من حيث عدد الأنواع، حيث تضم اكثر من 1000 نوع، بينما تضم فصيلة Aeshnidae 450 نوعاً معروفاً في العالم (Paulsonوآخرون ،2024)، تنتشر حوريات الرعاشات في بيئات المياه العذبة ، وتفضل بعض الأنواع المياه الراكدة، بينما تفضل أنواع اخري المياه الجارية ،حيث تقضى دورة حياتها في وسطين مختلفين، الطور البالغ ذات معيشة هوائية اما الطور الحوري يكون في الماء، وتعتبر الحوريات من العوامل الحيوية الهامة في النظم المائية اذ تتغذى على مجموعات متنوعة من الكائنات المائية، كيرقات البعوض ويرقات وحوريات الحشرات الأخرى وبراغيث الماء والاسماك الصغيرة ، لذا فهي تحافظ على التوازن البيئي، وتساهم في خفض تعداد المجتمعات الحشرية الضارة بالإنسان ولاسيما الأنواع التابعة لرتبة ثنائية الاجنحة (Manda وآخرون،2008). تعد حوريات الرعاشات مؤشرات حيوية هامه لجودة المياه، فهي حساسة لتلوث الماء، اذ ان وجود تنوع كبير منها دلاله علي بيئة مائية صحية، مما يجعلها أداة مهمة في مراقبة سلامة النظم البيئة العذبة (Babuji وShukla،2025 )، وفي السياق الليبي، ركّزت الدراسات السابقة بشكل حصري تقريبًا على الطور البالغ، حيث أشارت عدة دراسات محلية حول تصنيف وانتشار الطور البالغ للرعاشات، اذ ذكر Klaptocz (1909) في دراسته في الغرب و الشرق الليبي ثلاثة عشر نوعا، وسجل Ris (1911) ثلاثة عشر نوعا في برقة وطرابلس، واظهرت دراسة Navas (1929) و (1932) Séguyفي منطقة الواحات شرق ليبيا تسجيل ستة أنواع، سجل Zavattari (1934) ستة عشر نوعا، وفى مدينة مصراته سجلت ثلاثة أنواع تنتمي الى ثلاثة فصائل (Mohamed وShaurb،2010 ).كما سجل زايد وطيب (2021) و (2022) أربعة أنواع من فصيلة Libellulidaeوثلاثة أنواع من فصيلةAeshnidae ، في حين اظهرت دراسة زايد واخرون (2023) تأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية على

***Copyright*** *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
***Received***: *12-03-2026* - ***Accepted***: *09-05-2026* - ***Published***: *17-05-2026*

Alq J Sci. 2026;2(4):501-506
https://doi.org/10.69667/ajs.26502
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

وفرة أنواع من الرعاشات وجود ثمانية أنواع تدرجت في فصلاتان في منطقة المرج، وعلى الرغم من الأهمية البيئية الكبيرة لهذه المجموعة، الا ان لا توجد دراسات مورفولوجية على الأطوار الغير البالغة (الحوريات) مقارنة بالدراسات التي تتناول الحشرات البالغة ولذلك كان الهدف من الدراسة حصر ووصف مورفولوجي لحوريات الرعاش المنتشرة في عين برغو في منطقة عنبسة بالجبل الأخضر .

**المواد وطرق البحث**

جمعت عينات حوريات الرعاشات من عين برغو منطقة عنبسه الجبل الأخضر ليبيا الواقعة بين خطي عرض 35.32° و48.32°شمالا وبين خطي طول53.90° و51.22°شرقا، خلال المدة من يونيو 2023 الى يوليو2024، بواقع زيارتان أسبوعيا وقد تم اختيار عدة مواقع في عين برغو لجمع العينات بشكل عشوائي ومن جميع الاتجاهات، استخدمت الشباك المائية في جمع العينات ثم وضعت في أكياس بلاستيكية ونقلت الي المختبر، فصلت الحوريات عن الشوائب بواسطة المناخل، سجل عدد الافراد لكل نوع وتاريخ الجمع، حفظت الحوريات المعزولة في كحول أيثيلي 75% للحفاظ على بنيتها المورفولوجيه، وفحصت بدقة باستخدام المجهر الضوئي بحيث صورت العينات بواسطة كاميرا جهاز S Ultra 24 واخذت القياسات المورفومترية بالملم و صنفت الأنواع بحسب للمصادر العلمية
( Ahmedو Kareem، 2024؛ Carchini وآخرون، 1992؛ Hacet وآخرون، 2010؛ Degabriele ، 2013). كما تم التحقق من الهوية التصنيفية بالاستعانة بخبراء من متحف علم الحشرات، الجامعة الأردنية.

**النتائج:**

أسفر المسح الميداني والفحص المورفولوجي الدقيق عن التعرف على ثلاثة أنواع من الحوريات التابعة لرتيبةAnisoptera ، وقد تم تحديدها مورفولوجيًا وتصنيفها وفقا للخصائص التشريحية والمقاييس المورفومترية، على النحو التالي:

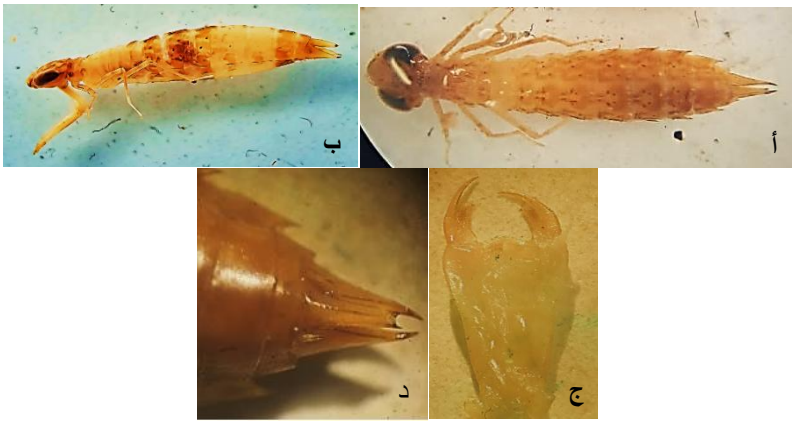
1-فصيلةAeshnidae

1-*Anax parthenope* (Selys,1839)

**الوصف** :الجسم متطاول طولة40 ملم ،بني فاتح الى بني محمر(شكل 1 أ، ب)، طول الراس 4ملم، عرض 5 ملم، قرن الاستشعار 1 ملم ، مكون من سبعة عقل رفيع الشكل تشبه الشعيرة مقدمة الشفه السفلى مسطحة، الذقن يحتوي على شق طولي قصير مغطى بشعيرات قصيرة، الملمس الشفوي مستطيل الشكل يحمل طرفه الداخلي تركيب يشبه السن الصغيرة، ومزود بخطاف طرفي قوي ومنحني، الفكوك لونها بني مصفر الي بني محمر، الفك العلوى 1 ملم، مزود بتسعة أسنان صغيرة وقوية ، الفك السفلي1.4 ملم، يحمل عشرة اسنان ذات نهاية حادة ، الملمس الفكي مغطى بشعيرات كثيفة ، الصدر اضيق من الراس، يحمل براعم الاجنحة غير متفرعة وقصيرة تصل الى الحلقة البطنية الاولي، الارجل الخلفية طويلة ورفيعة 9ملم، يتألف الرسغ من ثلاثة عقل وينتهي بزوج من المخالب، البطن مغزليه الشكل، الحلقات البطنية ذات نقاط بنية غامقة على الخط الوسطي من الناحية الظهري للحلقات، كما توجد اشواك على الحافتين الجانبيتين من الحلقة البطنية السابعة الى الحلقة البطنية التاسعة، تحمل الحلقة البطنية التاسعة الزائدة التناسلية الانثوية ، تنتهي الحلقة البطنية الأخيرة بالزوائد الشرجية ، القرون الشرجية قصيرة جدا، الزائدة الفوق شرجية قصيرة نهايتها مقعرة، الزوائد الجنب شرجية طويلة ذات نهاية مسننة .

**Copyright** Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
**Received**: 12-03-2026 - **Accepted**: 09-05-2026 - **Published**: 17-05-2026

Alq J Sci. 2026;2(4):501-506
https://doi.org/10.69667/ajs.26502
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR




**شكل 1.** (أ. ب). منظر ظهري وجانبي لحورية النوع ***Anax parthenope***
(ج). الشفا السفلى(د).نهاية البطن.

2 -فصيلةLibellulidae

1- *Orthetrum coerulescens* (Fabricius,1798)

**الوصف**: الجسم بيضاوي الشكل، طوله 18ملم، لونه بني فاتح الى بني مصفر، مزود بشعيرات كثيفة وناعمة ذات لون بني مصفر (شكل 2 أ، ب)، طول الراس 4ملم، عرض 6 ملم، ،قرن الاستشعار 2 ملم رفيع ومكون من سبعة عقل، تغطيه شعيرات ناعمة، مقدمة الشفا السفلى 9 ملم ملعقية الشكل وتحيط بقاع الراس ، حافة الذقن بها سن صغيرة مع وجود انخفاض في المنتصف، الفصان الجانبيان مزودان بمجموعة من البروزات، الملامس الشفوية على حافتها الطرفية ثلاثة شعيرات وتنتهي بخطاف حاد وقوي ، الفص الوسطي مزودة بشعرتان طويلتان على كل جانب ، وعشرة شعيرات قصيرة داخلية ،الفكوك لونها بني فاتح الي بني غامق محمر، الفك العلوى1.1 ملم مزود بأربعة أسنان صغيرة وقوية ، الفك السفلي2 ملم ويحمل أربعة اسنان طويلة و حادة وثلاثة اسنان قصيره وسبعة شعيرات طويلة على الحافة الخارجية للفك ، الملمس الفكي مزود بشعيرات طويلة، الصدر يحمل من الجهة الظهرية براعم اجنحة طويلة تصل الى الحلقة البطنية الخامسة، الارجل الخلفية طويلة ورفيعة 13 ملم تغطيها شعيرات كثيفة، يتألف الرسغ من ثلاثة عقل وينتهي بزوج من المخالب، البطن بيضاوية الشكل، توجد على الناحية الظهرية للحلقات البطنية الرابعة حتى السابعة اشواك قصيرة ، واشواك على الحافتين الجانبيتين للحلقة الثامنة والتاسعة، تنتهي البطن بالزوائد الشرجية، القرون الشرجية قصيرة ، الزائدة الفوق شرجية نهايتها حادة، الزوائد الجنب شرجية طويلة ذات نهاية مسننة وعلى حافتها شعيرات كثيفة.

**شكل 2.** (أ. ب). منظر ظهري وبطني لحورية النوع ***Orthetrum coerulescens***

**Copyright** Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
**Received**: 12-03-2026 - **Accepted**: 09-05-2026 - **Published**: 17-05-2026

Alq J Sci. 2026;2(4):501-506
https://doi.org/10.69667/ajs.26502
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

(ج). الشفا السفلى(د).منظر يبين اشواك الحلقات البطنية.

2- *Trithemis arteriosa* (Burmeister,1839)

**الوصف**: الجسم بيضاوي الشكل طوله 16ملم، لونه بني غامق (شكل3 أ، ب)، طول الراس 4ملم، عرض 5 ملم، قرن الاستشعار رفيع 2 ملم ، سبعة عقل ، مقدمة الشفا السفلى 8 ملم ملعقية الشكل وتحيط بقاع الراس ، الفصان الجانبيان مزودان بمجموعة من البروزات تخرج منها تسعة شعيرات قصيرة، الملامس الشفوية على حافتها الطرفية سبعة شعيرات وتنتهي بخطاف طويل وحاد ،الذقن ثلاثي الشكل على حافته شعيرات قصيرة وقوية، الفص الوسطي مزودة بثمانية شعيرات طويلة على كل جانب ، الفكوك لونها بني فاتح الي بني غامق محمر، الفك العلوى1 ملم مزود بثلاثة أسنان صغيرة وقوية ، الفك السفلي2 ملم ، يحمل أربعة اسنان طويلة و حادة وثلاثة اسنان قصيره وسبعة شعيرات قصيرة على الحافة الخارجية للفك، الملمس الفكي مزود بشعيرات كثيفة وطويلة، الصدر يحمل من الجهة الظهرية براعم الاجنحة تصل الى الحلقة البطنية السادسة، الارجل الخلفية طويلة ورفيعة 15ملم عليها شعيرات طويلة، يتألف الرسغ من ثلاثة عقل ينتهي بزوج من المخالب، البطن بيضاوية الشكل، توجد على الناحية الظهرية للحلقات البطنية اشواك قصيرة وحادة من الحلقة البطنية الثالثة حتي التاسعة، شوكة الحلقة البطنية السادسة اطول من باقي الحلقات، توجد اشواك على الحافتين الجانبيتين للحلقة البطنية الثامنة والتاسعة، تنتهي البطن بالزوائد الشرجية، القرون الشرجية قصيرة، الزائدة الفوق شرجية ، والزوائد الجنب شرجية طويلة ذات نهاية مسننة وعلى حافتها شعيرات كثيفة.

**شكل 3.** (أ. ب). منظر ظهري وبطني لحورية النوع ***Trithemis arteriosa***
(ج). الشفا السفلى(د).منظر يبين اشواك الحلقات البطنية.

**المناقشة**

اوضحت النتائج التعرف علي ثلاثة أنواع من حوريات الرعاش *Anax parthenope* *Orthetrum coerulescens* *Trithemis arteriosa* وبالرغم من الدراسات المحلية العديدة التي أجريت عن الرعاش الا انها لم تتطرق الى دراسة الطور الحوري وان الدراسات التي تمت على هذه الرتبة اعتمدت على الطور البالغ فقط حيث اتفق تسجيل أنواع الحوريات المسجلة في هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التي أجريت في الجبل الاخضر (زايد و طيب و2021و2022) والتي تناول فيها تصنيف الرعاشات معتمدا على الطور البالغ واسفرت الدراسة عن فصيلتين و ثمانية أنواع تنتمي الى ستة اجناس ثلاثة أنواع منها ذكرت في هذه الدراسة. فعلى الرغم من أن الطور الكامل يُسهّل التعرف على الأنواع فإن الطور الحوري هو المؤشر الحيوي لسلامة وصحة النظام البيئية المائية (Tshering،2020 وTandin). حيث ان لم تُسجّل الدراسة سوى ثلاثة أنواع رغم ثراء الجبل الأخضر مما قد يشير الي تأثير عوامل بيئية مثل درجة الحرارة، التبخر أو التغيرات الموسمية. ومن المهم الإشارة إلى أن التوصيف المورفولوجي الدقيق وخاصة للشفة السفلى (prementum) الفكوك والزوائد البطنية يُعدّ الأساس الموثوق للتمييز بين الأنواع خصوصًا في غياب أدوات التحليل الجزيئي. اوضحت نتائج الفحص المورفولوجي عن تباين تركيبي دقيق بين الأنواع المسجلة في عين برغو تميزت حورية النوع *Anax*

**Copyright** Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
**Received**: 12-03-2026 - **Accepted**: 09-05-2026 - **Published**: 17-05-2026

Alq J Sci. 2026;2(4):501-506
https://doi.org/10.69667/ajs.26502
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

فصيلة *parthenope* Aeshnidae بحجمها الكبير (40ملم) وبنية قناع (Labium) "مسطحة مزودة بملامس شفوية ذات خطاف طرفي قوي وفكوك حادة هذا التركيب المورفولوجي يعد تكيفاً نموذجياً للصيد النشط الذي يعتمد على الرؤية والانقضاض السريع بين النباتات المائية وهو ما يتوافق مع ما ذكره (Degabriele،2013) حول انتشار هذا النوع في حوض البحر المتوسط وما أكده (Hacet وآخرون،2010؛ Ahmed وKareem ، 2024) من أن استطالة الجسم وتسطح الشفة السفلى هما صفتان تشخيصيتان لهذه الفصيلة تمنحاها ميزة ميكانيكية للصيد في الأوساط المائية المفتوحة. في المقابل أظهرت الأنواع التابعة لفصيلة Libellulidae وهما *Orthetrum coerulescens* و *Trithemis arteriosa* بامتلاكها شفة سفلى ملعقية الشكل تحيط بقاع الرأس وهو تكيف وظيفي مثالي للصيد في القاع والتمويه داخل الرواسب وهو ما يتفق مع الأوصاف المورفولوجية الدقيقة التي ذكرها (Carchini وآخرون،1992) لأنواع جنس *Trithemis*. أما على المستوى التصنيفي الدقيق فقد أتاحت المقاييس المورفومترية الفصل بين نوعي فصيلة Libellulidae حيث تميزت حورية *T. arteriosa* بوجود أشواك ظهرية من الحلقة البطنية الثالثة وحتى التاسعة مع بروز الشوكة السادسة بشكل أطول بينما اقتصرت في نوع *O. coerulescens* على الحلقات من الرابعة وحتى السابعة. هذه التفاصيل التشريحية الدقيقة في ترتيب الأشواك والزوائد الشرجية تتطابق تماماً مع المفاتيح التصنيفية المعتمدة في دراسات (Hacet وآخرون،2010؛ Ahmed وKareem، 2024؛ Carchini وآخرون،1992).

## الاستنتاج والتوصيات

تنفرد الدراسة بتوثيق، وللمرة الأولى توصيفاً مورفولوجياً للطور الحوري في منطقة الجبل الأخضر لثلاثة أنواع من الرعاش (*Anax parthenope, Orthetrum coerulescens, Trithemis arteriosa*) وتسهم هذه الدراسة لتغطي ثغرة معرفية كانت تقتصر سابقاً على دراسة الاطوار البالغة فقط في المنطقة. ونظرا لان الدراسة تمت في منطقة واحدة، لذا يجب توسيع المسح ليشمل عدة مناطق بالجبل الاخضر لحصر شامل لجميع أنواع الرعاش في بيئات مائية متنوعة عيون وبرك ووديان لخلق قاعدة بيانات وطنية شاملة لحوريات الرعاشات والاطوار البالغة والخصائص البيئية للمياه والسمات البيئة المحيطة بها واجراء دراسة لمعرفة تأثير التغيرات المناخية والبيئية على دورات حياة الحوريات ووفرتها.

## المراجع

زايد، يوسف موسى والطيب، نوح الطيب.2021. دراسة تصنيفية لبعض الأنواع من فصيلة Libellulidae رتبة الرعاشاتOdonata-تحت رتبة Anisoptera) بمنطقة المرج-ليبيا. المجلة المختار للعلوم،36(4):352-361 https://doi.org/10.54172/mjsc.v36i4.577

زايد، يوسف موسى والطيب، نوح الطيب.2022. دراسة تصنيفية لثلاثة أنواع تابعة للجنسAnax من فصيلةAeschnidae: Odonata في منطقة المرج-ليبيا. المجلة السورية للبحوث الزراعية،9(1):369-381.

زايد، يوسف موسى والطيب، نوح الطيب. 2023. نشاط ووفرة بعض الأنواع التابعة لفصيلة Aeshnidae رتبة الرعاشات Odonata في منطقة المرج-ليبيا. المجلة الليبية لعلوم وقاية النبات، (13):1-10.

Ahmed HK, Kareem DK. Morphological identification of dragonfly naiads (Odonata: Anisoptera) from temporary ponds in Basrah Province, South of Iraq. Iraqi J Aquacult. 2024;21(1):89-109. doi:10.58629/ijaq.v21i1.513

Babuji DK, Shukla S. Assessment of odonate diversity as an indicator of water quality around Golapbag and Tarabag campuses, University of Burdwan, West Bengal. J Entomol Zool Stud. 2025;13(3):94-102. doi:10.22271/j.ento.2025.v13.i3b.9504

Carchini G, Samways MJ, Caldwell PM. Description of ultimate instar larvae of five higher altitude Trithemis species in Southern Africa (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica. 1992;21(1):25-38.

Degabriele G. An overview of the dragonflies and damselflies of the Maltese Islands (Central Mediterranean) (Odonata). Bull Entomol Soc Malta. 2013;(6):5-127.

Ghigi A. Vertebrati di Cirenaica. Mem R Accad Sci Ist Bologna, Classe Sci Fis Sez Sci Nat Ser. 1920;7(7):197-212.

**Copyright** Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
**Received**: 12-03-2026 - **Accepted**: 09-05-2026 - **Published**: 17-05-2026

Hacet N, Camur-Elipek A, Kirgiz T. A study on the Odonata larvae of Turkish Thrace: with larval identification keys to the considered taxa. J Entomol Res Soc. 2010;12(2):57-74.

Hovmoller R. Molecular phylogenetics and taxonomic issues in dragonfly systematics (Insecta: Odonata) [dissertation]. Uppsala: Zoologiska Institutionen; 2006.

Klaptocz B. Beitrag zur Kenntnis der Säuger von Tripolis und Barka. Zool Jahrb Syst Jena. 1908;27:237-272.

Manda SK, Ghosh A, Bhattacharjee I, Chandra G. Biocontrol efficiency of Odonata nymphs against larvae of the mosquito Culex quinquefasciatus Say, 1823. Acta Trop. 2008;106(2):109-114. doi:10.1016/j.actatropica.2008.02.002

Mohamed WF, Shaurub EH. A checklist of some recorded insects in Misurata, Libya. J King Saud Univ Sci. 2010;22:61-65. doi:10.1016/j.jksus.2010.02.001

Navas L. Risultati zoologici della missione inviata dalla R. Società Geografica Italiana per l'esplorazione dell'Oasi di Giarabub (1926-1927). Ann Mus Civ Stor Nat Giacomo Doria. 1929;53:247-263. Available from: https://biostor.org/reference/100647

Séguy E. Spedizione scientifica all'oasi di Cufra (Marzo-Luglio 1931). Insectes Diptères. Ann Mus Civ Stor Nat Giacomo Doria. 1932;55:409-511. Available from: https://biostor.org/reference/113370

Tandin D, Tshering N. Study of nymphs of Odonata (Anisoptera & Zygoptera) as bio-indicators for aquatic ecosystems: a case study in Trashigang District. Sherub Doenme. 2020;13:1-16.

Paulson D, Schorr M, Deliry C. World Odonata List [Internet]. Tacoma (WA): Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound; 2024 [cited 2024 Jun 3]. Available from: https://www.pugetsound.edu/puget-sound-museumnatural-history/biodiversityresources/insects/dragonflies/world-odonata-list

Ris F. Libellen von Tripolis und Barka. Gesammelt von Dr. Bruno Klaptocz. Zool Jahrb Abt Syst Geogr Biol Tiere. 1911;30(6):643-650. Available from: https://www.biodiversitylibrary.org/page/32018870

Zavattari E. Prodromo della fauna della Libia. Rome: Tipografia Già Cooperativa; 1934.

**Copyright** *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
***Received**: 12-03-2026 - **Accepted**: 09-05-2026 - **Published**: 17-05-2026*