The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

عصافير الزيبرا تتعامل مع النداءات كفئات ذات معنى — لكن هذا لا يساوي اللغة

اختبرت دراسة في *Science* ما إذا كانت عصافير الزيبرا تسمع نداءات مختلفة فحسب، أم أنها تنظم مخزونها الصوتي إلى فئات تحمل معنى سلوكيًا. في مهام تمييز مخبرية تعلمت الطيور أنواع النداءات الـ11، وعممت الفئات على مُصدِرين جدد، وارتكبت أخطاء منتظمة بين نداءات تُستخدم في سياقات متشابهة أكثر مما يتنبأ به التشابه الصوتي وحده. وهذا دليل قوي على الإدراك الفئوي وعلى نوع تشغيلي من المعنى. لكنه ليس دليلًا على أن للعصافير لغة بشرية أو نحوًا أو كلمات مفتوحة النهاية أو قناة للمحادثة مع الناس.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, Science ,389 1215-1210 (2025) · DOI: science.ads8482/1126.10

كلمة «المعنى» تؤدي هنا عملًا دقيقًا

لا تحتاج عصافير الزيبرا إلى إذننا كي تكون لها حياة اجتماعية. فهي تطلق نداءات عندما تجوع، أو تنفصل عن شريك، أو تتودد، أو تشعر بالخطر، أو تبقى على اتصال بشريك، أو تدخل في صراع. يستطيع علماء سلوك الحيوان تصنيف هذه الأصوات إلى **أنواع نداءات** (call-types): فئات عملية مثل نداءات الإنذار أو الاتصال أو الاستجداء، تُعرَّف من شكل الصوت ومن سلوك الطائر عندما يستخدمه. أما السؤال الأصعب فهو: هل تصنف الطيور نفسها هذه النداءات بالطريقة ذاتها؟

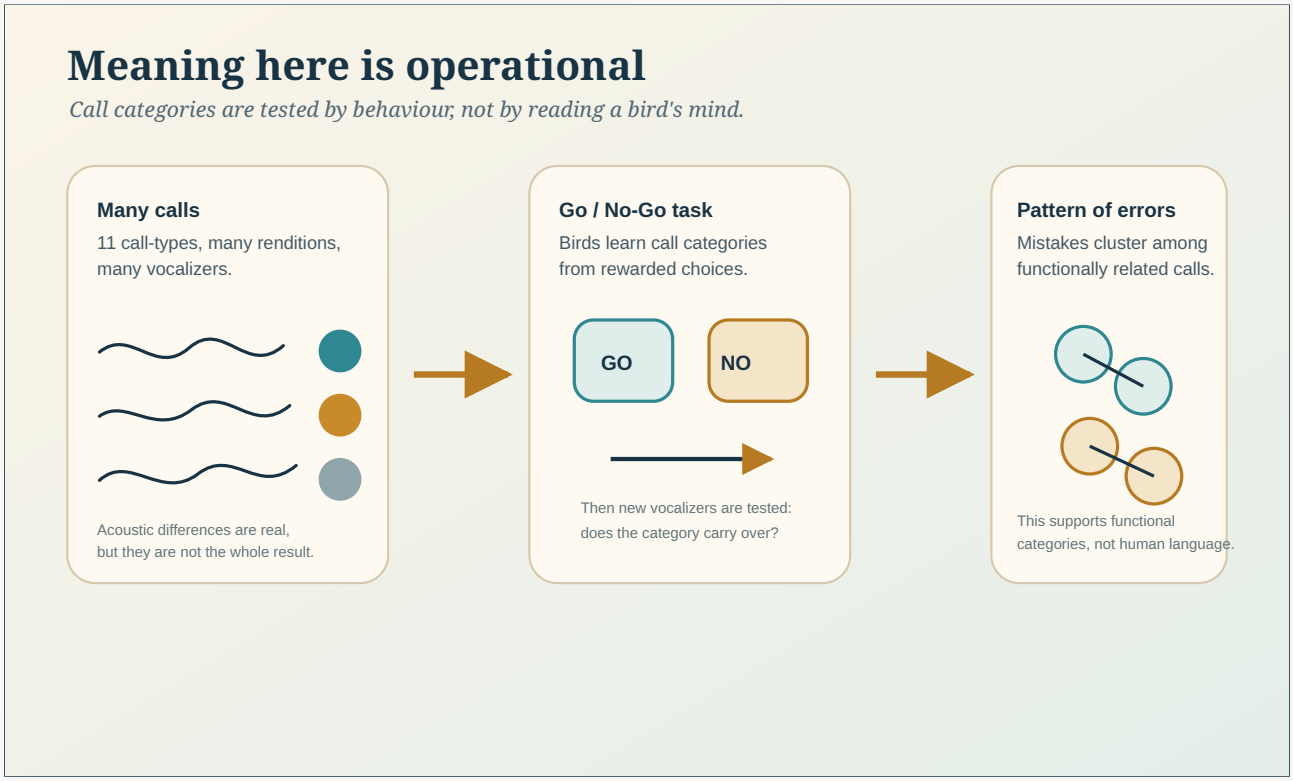
تقدم ورقة في *Science* ادعاءً ضيقًا لكنه مهم: تستطيع عصافير الزيبرا البالغة تصنيف أنواع النداءات في مخزونها الصوتي، وتشير أخطاؤها إلى أن النداءات المرتبطة سلوكيًا أقرب إلى بعضها في «الفضاء الإدراكي» للطيور مما تتنبأ به الخصائص الصوتية وحدها.

هنا تدخل كلمة **دلالي** (semantic) إلى الورقة. لا تعني أن للطيور كلمات بالمعنى البشري. ولا تعني وجود نحو أو محادثة أو قاموس مخفي داخل دماغ العصفور. «المعنى» هنا تشغيلي: إذا استُخدم نداءان في سياقات اجتماعية متشابهة، وكانت الطيور تخلط بينهما أكثر مما تفسره مشابهتهما الصوتية وحدها، فيبدو أن الفئة السلوكية تشكل الإدراك.

الأدق ليس أن نقول «الطيور لديها لغة»، بل: يبدو أن عصافير الزيبرا تتعامل مع نداءاتها بوصفها فئات وظيفية، وأن بعض هذه الفئات تتصرف كما لو أنها تحمل معنى بالمعنى المحدود والقابل للاختبار في التجربة.

عصافير الزيبرا (*Taeniopygia guttata*) طيور مغردة اجتماعية جدًا ولها مخزون غني من النداءات، ما يجعلها نموذجًا مفيدًا لدراسة كيفية تصنيف الحيوانات للإشارات الصوتية.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 0.4



مسودة لمخطط سلسلة الأدلة للمراجعة: تدخل تسجيلات كثيرة للأنواع الـ11 من النداءات في مهمة تمييز سمعية Go/No-Go، والنتيجة الأساسية هي أن الطيور تعمم الفئات على مُصدِرين جدد للنداء، وأن أخطاءها تتجمع بحسب وظيفة النداء لا بحسب التشابه الصوتي وحده.

The Clean Paper CC BY 0.4

ماذا اختبر الباحثون؟

بدأ الباحثون من خريطة إيثولوجية موجودة مسبقًا لمخزون أصوات عصفور الزيبرا. لدى النوع نحو **11 نوعًا من النداءات مبنيًا على الإيثوغرام:** نداءات مرتبطة بالاتصال، والارتباط بين الزوجين وسلوك العش، والإنذار، والعدوان أو السلوك غير الودي، والاستجداء، وغناء الذكر.

هذا التصنيف وضعه البشر. وهو يجمع بين السمات الصوتية، والسياق الذي يصدر فيه الصوت، وما يفعله الصوت عادة في الحياة الاجتماعية. لكن إيثوغرام البشر ليس تلقائيًا خريطة ذهنية للطائر. تسأل الدراسة ثلاثة أسئلة مترابطة.

أولًا: هل تستطيع عصافير الزيبرا التمييز بين كل أنواع النداءات هذه؟

ثانيًا: هل تعمم فئة النداء على طيور مُصدِرة لم تسمعها من قبل، بدلًا من مجرد حفظ أمثلة فردية؟

ثالثًا: عندما تخطئ، هل تتبع الأخطاء التشابه الصوتي وحده، أم تتبع أيضًا المعنى السلوكي للنداءات؟

النقطة الأساسية أن التجربة لا تطلب من الطائر أن يشرح معنى نداء. بل تسأل هل يحمل سلوك الطائر في مهمة مضبوطة البصمة الإحصائية للفئات وللمعنى.

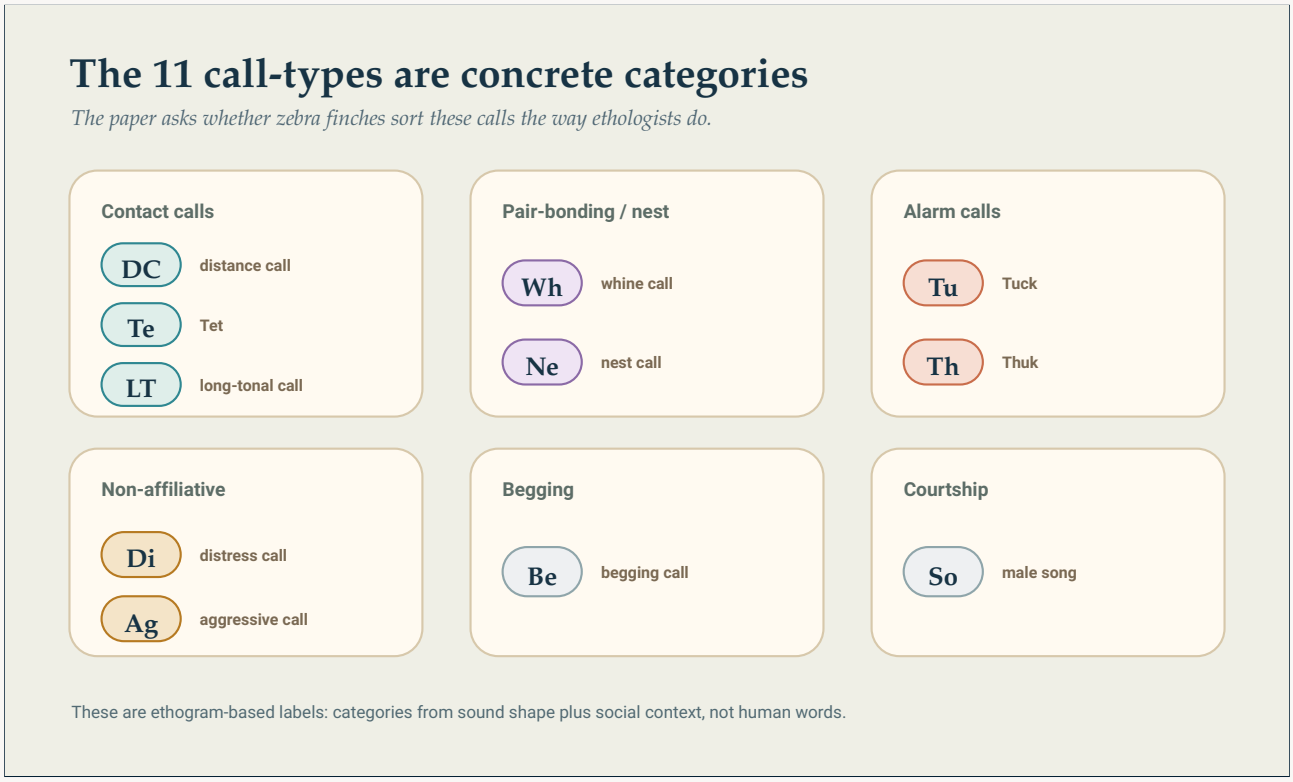
كيف تعمل التجربة؟

ثلاثة مصطلحات تحمل عبئًا كبيرًا في هذه الورقة.

نوع النداء هو فئة من أصوات عصفور الزيبرا. تستخدم الورقة أنواع نداءات **مبنية على الإيثوغرام**، أي فئات موروثة من كتالوج سلوكي: كيف يبدو الصوت من الناحية الصوتية، ومتى تصدره الطيور، وإلى أي موقف اجتماعي ينتمي. أما **المُصدِر** (vocalizer) فهو ببساطة الطائر الفرد الذي أصدر النداء المسجل. **والشكل الصوتي** هو نمط الصوت القابل للقياس؛ أما **الوظيفة السلوكية** فهي الاستخدام المعتاد للنداء.

أنواع النداءات الـ11 المختبرة ليست تسميات مجردة، بل هي المخزون الذي طُلب من الطيور التمييز بينه:

- **نداءات الاتصال:** call distance (DC)، وTet (Te)، وcall long-tonal (LT).
- **الارتباط بين الزوجين وسلوك العش:** call whine (Wh)، وcall nest (Ne).
- **نداءات الإنذار:** Tuck (Tu)، وThuk (Th).
- **نداءات غير ودية:** call distress (Di)، وcall aggressive (Ag).
- **الاستجداء:** call begging (Be).
- **التودد:** غناء الذكر (So).



أنواع النداءات الـ11 المختبرة في الورقة، مجمعة بحسب الوظيفة الاجتماعية الواسعة. التسميات فئات مبنية على الإيثوغرام من الورقة الأصلية؛ ليست «كلمات»، لكنها تمنح القارئ المخزون الفعلي الذي كان على الطيور التمييز بينه.

The Clean Paper CC BY 0.4

كانت المهمة الرئيسية **تمييزًا سمعيًا من نوع Go/No-Go**. ينقر الطائر مفتاحًا مضاءً لبدء تشغيل تسجيل مدته ست ثوانٍ. عند سماع نداء له مكافأة، يكون التصرف الصحيح هو الانتظار: بعد انتهاء الصوت يرتفع وعاء الطعام ويحصل الطائر على بذور. أما عند نداء بلا مكافأة، فلا يفيد الانتظار، ويكون التصرف الأكثر كفاءة أن ينقر مرة أخرى أثناء تشغيل الصوت، فيوقفه ويبدأ تجربة جديدة. وهكذا تكشف المقاطعات

التي يقوم بها الطائر عن الأصوات التي يعاملها بوصفها «ليست الفئة ذات المكافأة».

في كل اختبار كان نوع واحد من النداءات يحمل مكافأة، والأنواع العشرة الأخرى لا. ثم غيّر الباحثون نوع النداء ذي المكافأة، متنقلين عبر المخزون كله. كما استخدموا تسجيلات عديدة من طيور مُصدِرة كثيرة، مع تكرارات مطابقة قليلة. وهذا مهم: لم يكن بوسع الطائر حفظ تسجيل واحد ببساطة. ولكي ينجح، كان عليه تعلم ما الذي يجعل النداء ينتمي إلى النوع نفسه عبر أصوات طيور مختلفة وأمثلة مختلفة.

أما «الفضاء الإدراكي» الذي يظهر لاحقًا فليس مسحًا للدماغ ولا خريطة حرفية داخل الحيوان. إنه خريطة تُستنتج من الأخطاء. إذا خلط الطائر كثيرًا بين نوعين من النداءات، يوضعان أقرب إلى بعضهما في هذه الخريطة السلوكية. ويقارن الباحثون ذلك بخريطة صوتية مبنية على خصائص الصوت وحدها. ولا يصبح الادعاء مثيرًا إلا إذا انجذبت خريطة أخطاء الطيور نحو وظيفة النداءات، لا نحو تشابه الصوت فقط.

ماذا وجدوا؟

استطاعت الطيور التمييز بين كامل المخزون. اختُبر اثنا عشر عصفور زيبرا بالغًا، ستة ذكور وست إناث، عبر أنواع النداءات الـ11. نجحت كل الاختبارات تقريبًا: كانت **127 من أصل 131** من اختبارات تمييز نوع النداء ذات دلالة إحصائية. شملت الإخفاقات القليلة طيورًا وأنواع نداءات محددة؛ أما النمط العام فكان أن كل نوع من النداءات أمكن تمييزه فوق مستوى الصدفة.

وهذا مهم لأن المخزون ليس مجموعة مرتبة من صفارات منفصلة. بعض أنواع النداءات متقارب صوتيًا، وبعضها يتدرج إلى الآخر. ومع ذلك تعلمت الطيور الفئات.

عممت الطيور الفئات على مُصدِرين جدد. في تجربة ثانية تعلمت الطيور التمييز بين نوعين من النداءات من مجموعة صغيرة من الطيور المُصدِرة. في اليوم التالي أُضيفت طيور جديدة مع قاعدة المكافأة نفسها. صنفت الطيور النداءات الجديدة بصورة صحيحة في وقت مبكر من الاختبار، قبل أن يتاح لها تعلم كل مثال جديد من التغذية الراجعة للمكافأة. وهذا يدعم الإدراك الفئوي لنوع النداء، لا مجرد حفظ الأصوات الفردية.

استطاعت الفئة أن تتغلب مؤقتًا على قاعدة مكافأة جديدة. جاءت أقوى الحيل السلوكية عندما جعل الباحثون المهمة غير متطابقة مع ما تعلمته الطيور. فقد أُعطيت نداءات المُصدِرين الجدد قاعدة مكافأة معاكسة لتلك التي تعلمتها الطيور لذلك النوع من النداء. لو كانت الطيور تتبع الأمثلة الصوتية الجديدة فحسب، لكان ينبغي أن تتكيف فورًا. لكن الاستجابات المبكرة اتبعت فئة نوع النداء المتعلمة سابقًا، ما أدى بصورة منتظمة إلى قرارات مكافأة خاطئة. وخلال اليوم تعلمت الطيور ببطء القاعدة الاعتباطية الجديدة. وهذا بالضبط ما نتوقعه إذا كانت فئة نوع النداء الطبيعية حقيقية بما يكفي لكي تعيق قاعدة جديدة.

لم تكن الأخطاء صوتية فقط. قارن الباحثون فضاءً صوتيًا مبنيًا على أخطاء مصنف بين أصوات النداءات بفضاء إدراكي مبني على أخطاء الطيور السلوكية. كان الفضاءان مرتبطين: ما زال الصوت مهمًا. لكن أنواع النداءات التي تنتمي إلى الفئة السلوكية أو الدلالية العليا نفسها كانت أقرب إلى بعضها في الفضاء الإدراكي للطيور مما كانت عليه في الفضاء الصوتي. وتسمي الورقة ذلك **تأثير المغناطيس الدلالي** (semantic magnet effect).

بالأرقام، كان التجمع بحسب الفئة الدلالية العليا أقوى بنحو **43.2 مرة** في الخريطة الإدراكية منه في الخريطة الصوتية. وبعبارة بسيطة: انجذبت أخطاء الطيور نحو المعنى الوظيفي، لا نحو التشابه الصوتي وحده.

ماذا تعني كلمة «دلالي» هنا؟

هذا هو الجزء الذي يحتاج إلى أكبر قدر من الحذر. في اللغة اليومية تتحول كلمة «دلالي» بسرعة إلى «كلمات». لكن هذا ليس ما تثبته الورقة.

تستخدم الدراسة «دلالي» بمعنى سلوكي ومن منظور الإدراك المقارن. ويكون لنوع النداء معنى مفترض لأنه مرتبط بوظيفة اجتماعية: إنذار، أو اتصال، أو استجداء، أو عدوان، أو ارتباط بين الزوجين، أو تودد. فإذا خلطت الطيور بين نوعين من النداءات من الفئة الاجتماعية الواسعة نفسها أكثر مما تتوقعه الخصائص الصوتية، فهذا يعني أن الفئة الوظيفية تشكل فضاءها الإدراكي.

هذه نتيجة جادة. فهي تشير إلى أن الطائر لا يسمع مجرد مخطط طيفي؛ بل يعامل النداءات الخاصة بنوعه بوصفها فئات منظمة سلوكيًا.

لكنها تظل غير مباشرة. لا يستطيع الباحثون قراءة عقل الحيوان، وهم يقولون ذلك. بل يستنتجون التمثيل الداخلي من السلوك: التمييز، والتعميم، والأخطاء المنتظمة.

والتشبيه المفيد ليس «كلمات العصافير». بل أقرب إلى هذا: يبدو أن النظام السمعي للطائر يعيد تشكيل المسافات بين النداءات بحسب الغرض الذي تُستخدم من أجله.

ما الذي لا تثبته الدراسة؟

- لا تُظهر **لغة شبيهة بلغة البشر**. لا يوجد في هذه النتيجة نحو أو قواعد أو معنى تركيبي أو مفردات مفتوحة النهاية.
- لا تُظهر أن لعصافير الزيبرا «**كلمات**». أنواع النداءات فئات صوتية خاصة بالنوع ومرتبطة بسياقات سلوكية، لا رموزًا يمكن إعادة تركيبها بحرية.
- لا تُظهر محادثة مع البشر، ولا قناة مفككة الشفرة تسمح لنا بالحديث مع الطيور.
- لا تصل مباشرة إلى الحالات الذهنية. يُستنتج المعنى من سلوك المهمة وبنية الأخطاء، ولا يُشاهد داخل عقل الطائر.
- لا تُظهر أن الطيور فهمت **معاني جديدة**. التعميم على مُصدِرين جدد هو تعميم لفئة نوع النداء عبر أصوات أفراد مختلفين.
- ولا تحسم كيف تتطور هذه الفئات. اختبرت الدراسة طيورًا بالغة؛ ويبقى تأثير الخبرة والنمو في «المغناطيس الدلالي» سؤالًا للمستقبل.

ما مدى قوة الأدلة؟

بالنسبة إلى الإدراك الفئوي لأنواع النداءات، الأدلة قوية. يطلب التصميم من الطيور التمييز بين المخزون كاملًا، ويستخدم تسجيلات عديدة من مُصدِرين كثيرين، ويتضمن اختبار تعميم تُصنَّف فيه أصوات طيور لم تُسمع من قبل بحسب نوع النداء. وحالة المكافأة غير المتطابقة مفيدة خصوصًا لأنها تُظهر أن الفئة يمكن أن تعيق تعلم قاعدة اعتباطية جديدة.

أما بالنسبة إلى نوع تشغيلي من الإدراك الدلالي، فالأدلة جيدة لكنها أكثر استنتاجًا. «تأثير المغناطيس الدلالي» ليس مجرد استعارة: يقارن الباحثون خرائط للمسافة الصوتية والسلوكية ويجدون أن أنواع النداءات المرتبطة سلوكيًا تتجمع بقوة أكبر في الإدراك منها في الصوتيات. وهذا يدعم فكرة أن وظيفة النداء تشكل الإدراك.

وبالنسبة إلى المعنى الشبيه بالبشر، لا توجد أدلة — ولا حاجة إلى وجودها. تصبح الورقة أكثر إثارة إذا تركناها محددة. لا يصبح تواصل الحيوانات ذا قيمة فقط عندما يشبه الكلام البشري.

لماذا يهم الأمر؟

الإغراء الإعلامي واضح. إذا كان الطائر يسمع نداءً بوصفه ذا معنى، فالعنوان التالي يريد أن يقول إننا نفك شفرة لغة الحيوانات. هذه القفزة تتجاوز أصعب جزء من العلم.

أما النتيجة الدقيقة فأفضل. فهي توضح كيف يستطيع الباحثون اختبار «المعنى» من دون الادعاء أنهم يترجمون عقل الحيوان. يمكنهم أن يسألوا هل تتفق الحيوانات مع الفئات التي وضعها علماء السلوك البشر. ويمكنهم اختبار ما إذا كانت الأمثلة الجديدة تُصنف بحسب الفئة. ويمكنهم السؤال هل تتبع الأخطاء التشابه الصوتي أم الوظيفة الاجتماعية. وهذه طريقة لجعل سؤال قديم — هل تعني نداءات الحيوانات شيئًا للحيوانات نفسها؟ — أكثر حدة تجريبية.

كما تنقل النقاش بعيدًا عن سلّم زائف يضع البشر في خانة «اللغة» وكل ما عداهم في خانة «الضوضاء». لدى عصافير الزيبرا مخزون صوتي صغير خاص بنوعها. وداخل هذا المخزون تشير الدراسة إلى أن الطيور تدرك فئات منظمة مرتبطة بالاستخدام الاجتماعي. هذه ليست لغتنا. إنها منظومة تواصلها هي، وقد اختُبرت وفق شروطها الخاصة.

الخلاصة

اختبرت دراسة في *Science* عصافير زيبرا بالغة على أنواع النداءات الـ11 في مخزونها الصوتي. في مهام Go/No-Go السمعية، ميزت الطيور جميع أنواع النداءات، وعممت الفئات المتعلمة على نداءات من مُصدِرين جدد، وفي حالة غير متطابقة اتبعت في البداية فئات نوع النداء حتى عندما أدى ذلك إلى قرارات مكافأة خاطئة. ثم قارن الباحثون التشابه الصوتي بالأخطاء السلوكية ووجدوا أن أنواع النداءات المستخدمة في سياقات اجتماعية متشابهة تتجمع بقوة أكبر في الفضاء الإدراكي للطيور منها في الفضاء الصوتي. وهذا يدعم الإدراك الفئوي وشكلًا تشغيليًا من الإدراك الدلالي: يبدو أن الطيور تنظم نداءاتها بحسب فئات وظيفية، لا بحسب الصوت وحده. ولا يُظهر ذلك لغة شبيهة بالبشر، أو نحوًا، أو كلمات، أو وصولًا مباشرًا إلى الحالات الذهنية، أو محادثة مع الطيور.

مراجعة بلا تهويل

ما الذي تُظهره الورقة: تستطيع عصافير الزيبرا البالغة التمييز بين أنواع النداءات الـ11 المبنية على الإيثوغرام في مخزونها؛ وتعمم فئات نوع النداء على مُصدِرين جدد؛ كما تتشكل أخطاؤها المنتظمة بفئات سلوكية أو دلالية تتجاوز التشابه الصوتي وحده.

ما هو معقول لكنه غير مثبت: أن لعصافير الزيبرا تمثيلات داخلية لمعنى النداءات، وأن خرائط عصبية مشابهة تقف خلف «تأثير المغناطيس الدلالي» السلوكي؛ وأن النمو والخبرة يشكلان هذه الفئات بطرق تشبه فئات إدراكية متعلمة أخرى.

ما الذي لا تُظهره: لغة شبيهة بالبشر، أو قواعد نحوية، أو كلمات مفتوحة النهاية، أو إحالة رمزية بالمعنى البشري، أو دليلًا مباشرًا على حالات ذهنية ذاتية، أو وسيلة للبشر للحديث مع عصافير الزيبرا.

القيود الرئيسية: يستخدم العمل مهامًا إجرائية مخبرية مع **12 طائرًا بالغًا**، لا تفاعلات طبيعية في الحقل؛ ويُستنتج «المعنى» من السلوك وبنية الأخطاء، ولا يزال التطور النمائي مفتوحًا؛ والنتيجة تخص مخزونًا ثابتًا خاصًا بالنوع، لا لغة تركيبية مرنة.

ما مقدار الثقة المناسبة للقارئ العام؟ ثقة عالية بأن عصافير الزيبرا تستطيع تصنيف أنواع نداءاتها والتمييز بينها في هذه المهمة. وثقة جيدة بأن

أخطاءها تعكس فئات وظيفية، لا التشابه الصوتي وحده. وثقة منخفضة بأن هذا دليل على «لغة طيور» بالمعنى البشري. الموقف المناسب: نتيجة قوية في إدراك الحيوان حول فئات صوتية ذات معنى وظيفي، لا لحظة «دكتور دوليتل».

المصادر

(2025) 1215-1210 ,389 Science
https://doi.org/10.1126/science.ads8482

PMC12721838 PMCID — PMC in manuscript Author
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/

Zenodo — code analysis and data Behavioral
https://zenodo.org/records/13623969

Figshare — database acoustical finch Zebra
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1