جينوم الباندا

محمد صالح سنبل

ينتمي الباندا (*Ailuropoda melanoleuca*) إلى عائلة الدببة (*Ursidae*)، وهو حيوان نادر يستوطن المرتفعات الجبلية حيث يوجد في غابات أشجار البامبو في مرتفعات وسط الصين، وفي مناطق متفرقة في شمال وجنوب الصين. يمكن تمييز هذا الحيوان بسهولة من خلال جسمه الذي يشبه أجسام الدببة الأخرى إلا أنه يختلف عنها في لون فرائه الأبيض والأسود، كما توجد هالات سوداء اللون حول العين وعلى الأذنين ومقدمة الجسم، ويطلق عليه أيضاً اسم الباندا العملاق نظراً لحجم جسمه الكبير.

يعود وجود الباندا العملاق (Giant panda) إلى العصر الجيولوجي البليوسين (Pliocene) والبليستوسين (Pleistocene)، أي منذ ما يقارب نحو ٢-٣ مليون سنة، وقد وجدت أحافير له في بورما وفيتنام وفي مناطق مختلفة من شرق الصين وحتى العاصمة بكين شمالاً، يعد العالم الاستكشافي الفرنسي **بيير أرماند (Pere Armand)** أول عالم أوروبي وصف حيوان الباندا، وذلك في عام ١٨٦٩م.

تعد دببة الباندا من الحيوانات المحببة منذ القدم لدى العائلة الإمبراطورية في الصين؛ ففي عهد حكم سلالة الإمبراطور هان (٢٠٦ ق.م – ٢٤م) تم الاحتفاظ بدببة الباندا داخل الحدائق الملكية، حيث كانت تلاقي الاهتمام البالغ، وكانت تعد كنزاً لا يقدر بثمن.

يعد الباندا حالياً من الحيوانات النادرة والمحببة لدى الأطفال في حدائق الحيوان في جميع أنحاء العالم، كما أنها تمثل الرمز الشعبي للصين، حيث سبق وأن استخدم شعاره في الألعاب الأولمبية.

كان الباندا في الماضي منتشراً بكثرة في الصين، خاصة في مقاطعة سيشوان وجانسو، وقد وجد كذلك في بورما وفيتنام، إلا أن هناك العديد من العوامل التي ساهمت في تناقص أعداده، مثل ازدياد الكثافة السكانية في الغابات، إضافة إلى النشاطات البشرية، مثل: الصيد الجائر، وقطع أشجار البامبو في مناطق تواجده؛ مما ساهم بشكل كبير في تناقص أعداده وبات من الحيوانات المهددة بالانقراض، كما أن انخفاض معدلات الولادة لهذا الحيوان من الأمور التي ساهمت في نقص تعدادها .

تم عمل العديد من الإحصاءات المسحية لحصر أعداد هذا الحيوان؛ ففي أول إحصاء خلال الفترة ١٩٧٤-١٩٧٧م ؛ كشف عن وجود نحو ١٠٠٠- ١١٠٠ حيوان في البراري، وفي عام ١٩٨٤م بلغ عددها نحو ١٠٠٠ حيوان، وقد ساعدت القوانين عام ١٩٩٠م - شملت إزالة البشر المقيمين في الغابات والسيطرة على السلاح – من فرص الإبقاء على حياة الباندا؛ وبالتالي ازدادت أعدادها، إلا أنها لا تزال تصنف من ضمن الحيوانات النادرة، وفي عام ٢٠٠٧م بلغ عدد الحيوانات التي في الأسر ٢٣٩ حيوان داخل الصين، و٢٧ حيوان خارج البلاد. ويقدر عدد حيوانات الباندا العملاق حالياً بنحو ١٥٩٠ حيوان، منتشرة في أقاليم سيشوان، وجانسو، وشانتي، بينما يعيش نحو ٢١٧ حيوان في الأسر، وقدرت أعدادها في حدائق الحيوان بالصين عام ٢٠٠٩م بنحو ١٣٠-١٥٠ حيوان.

يتغذى الباندا بشكل رئيس على أوراق وسيقان نبات البامبو، حيث يشكل ٩٩٪ من وجبته، بينما تشمل النسبة المتبقية (١٪) العسل والبيض والسمك والموز والبرتقال وأوراق الشجيرات. يلزم للباندا أن يتناول ما مقداره ١٢-٣٨ كيلوجراماً من الغذاء يومياً، حيث يستغرق ١٠-١٦ ساعة يومياً في التغذية.

يقضي الباندا وقته بالتجوال داخل الغابة و التسلق والاحتماء في جذوع الأشجار أو شقوق

الصخور، إلا أن أفراد الجماعة الواحدة لا تتعايش مع بعضها سوياً، بل تفضل الوحدة والعزلة، ولكل فرد منطقة خاصة يعيش ويتجول ويتغذى فيها، بحيث لا يتعدى منطقته إلى منطقة فرد آخر. وتتواصل الأفراد فيما بينها للتزاوج بواسطة خمش سيقان الأشجار أو التبول عليها.

يمكن للباندا أن يعيش لفترة تتراوح بين ١٤ – ٢٠ عاماً – وقد تصل في بعض الأحيان إلى ٣٠ عاماً – ويبلغ وزن صغير الباندا حديث الولادة ٩٠–١٣٠ جرام، ويكون لونه ورديا وغير قادر على الإبصار، ولا يستطيع الحركة إلا عندما يصبح عمره ٣ أشهر. كما أنه يكون عديم الأسنان؛ لذا فهو يعتمد على حليب الأم خلال الأشهر الأولى حتى يبلغ ١٨ شهراً، حيث يصبح بعدها قادراً على الاعتماد على نفسه في الغذاء.

يتحول لون فراء الصغير من الوردي إلى الرمادي بعد أسبوعين من الولادة، ويبدأ الصغير في المشي عندما يبلغ عمره ٧٥–٨٠ يوماً. وبعد ستة أشهر يمكن للصغير أن يتناول وجبات قليلة من نبات البامبو إلى جانب حليب الأم. يصبح وزن الصغير ٤٥ كيلوجراماً عندما يكمل عاماً واحداً، ويعيش بجوار أمه حتى يبلغ ١٨ شهراً إلى عامين.

يعد الباندا من الحيوانات التي تتميز بالخمول الجنسي، وتصل الذكور والإناث لمرحلة البلوغ عند سن ٥،٥ – ٦،٥ سنوات، كما أن فترة التزاوج تكون في فصل الربيع بين شهر مارس ومايو.

تبلغ فترة الحمل ٩٥ – ١٦٠ يوماً، وتضع

الأنثى صغيراً واحداً كل عامين عند كل ولادة، وتحدث الولادة في فصل الخريف، أما ولادات التوائم فهي نادرة وتحدث للحيوانات التي في الأسر.

يتراوح وزن الباندا العملاق عند سن البلوغ مابين ١٠٠–١٥٠ كيلوجرام، أما طولها من الأنف حتى الذيل فيبلغ نحو ١٥٠ سنتيمتراً، بينما يبلغ ارتفاعها ٦٠–٩٠سم، ويزيد الذكور على الإناث ٢٠٪ في الوزن و ١٠٪ في الحجم.

استنساخ الباندا

يعد التوصل لوسيلة لإنقاذ الباندا من الانقراض واحداً من أكبر التحديات التي تواجه علماء الحيوان بالصين؛ حيث أن هذا الحيوان النادر يعد رمزاً وطنياً يجب الحفاظ عليه وزيادة أعداده.

لجأ العلماء إلى فكرة إنتاج جنين الباندا عن طريق تقنية الاستنساخ، والتي تعد إنجازاً غير مسبوق لإنقاذ هذا الحيوان من الانقراض؛ حيث نجح العلماء الصينيون في صيف عام ١٩٩٩م في إنتاج جنين لدب الباندا باستخدام بويضة أرنب، إلا أن الفكرة لم تكتمل، وذلك لاختلاف الحجم وفترة الحمل بين الباندا والأرنب، ورغم أن العلماء لم يتمكنوا من تحقيق فكرة استنساخ حيوانات داخل أنواع أخرى، إلا أن المحاولات مازالت مستمرة، ومن المتوقع أن ينجح العلماء في استنساخ أول باندا بعد ٣ سنوات من الآن.

قام العلماء بمحاولات لإكثار توالد الباندا وتربيتها في الأسر (Captive breeding) منذ التسعينيات من القرن الماضي كوسيلة ناجحة لحمايتها من الانقراض، حيث تم استيلاد أول باندا في حديقة حيوانات بكين في ٩ سبتمبر عام ١٩٦٣م، وقد سميت مينغ ـ مينغ (Ming-Ming) ، وبعدها بعام واحد في سبتمبر ١٩٦٤م، تم استيلاد ٣ دببة باندا اثنين من الإناث ودب ذكر واحد.

الجدير بالذكر أن الحكومة الصينية قامت بإنشاء مراكز بحثية متخصصة لتطوير ولادات الباندا في الأسر، مثل مركز وولونغ البحثي (Wolong Research Center)، ووحدة توليد الباندا قرب مدينة شينغدو عاصمة محافظة

■ صغير الباندا بعد الولادة مباشرة.

سيشوان، حيث تم في عام ١٩٩١م استيلاد ٩ دببة باندا من حمل ٧ أمهات، وبقي من تلك الدببة خمسة فقط على قد الحياة.

يبلغ عدد صبغيات الباندا العملاق ٤٢ صبغياً، أما باقي أفراد الدببة تمتلك ٧٤ صبغياً، فيما تبلغ صبغيات الباندا الحمراء ٤٤ صبغياً.

مشروع جينوم الباندا

بدأت محاولات الكشف عن جينوم الباندا عام ٢٠٠٧م، حيث نجح العلماء في مركز إكثار الباندا (شيندونغ/ الصين) في إكمال قراءة تسلسل جينوم الميتوكوندريا للباندا العملاق باستخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل الطويلة والدقيقة (long and accurate polymerase chain reaction, LA-PCR)، في وجود بادئات متحركة وتتابعات محفوظة، وقد اكتشف العلماء أن حجم المادة الوراثية لميتوكوندريا الباندا بلغ ١٦,٨٠٥ نيوكليوتيدة في الطول، وتحتوي على مورثين خاصين بالرنا الريبوسومي (r-RNA)، إضافة إلى ١٣ بروتين مشفر للمورثات، و٢٢ مورث ناقل خاص بالرنا الناقل (t-RNA)، كما اكتشف العلماء أن الطول الإجمالي للبروتينات المشفرة للمورثات ـ عددها ١٣ ـ هو أطول منها في حالة الدب الأمريكي الأسود، وقد استخدمت نتائج هذا البحث في دراسة العلاقات التطورية التي أكدت وجود علاقة بين الباندا والدببة.

بدأ المشروع الدولي لدراسة جينوم الباندا العملاق في مارس ٢٠٠٨م، وقد ضم علماء من

الصين، وبريطانيا، والدنمارك، وكندا، والولايات المتحدة، وقد تم دراسة تسلسل جينوم الباندا في معهد بكين لبحوث الجينوم (شينزين/ الصين)، وقد اكتشفوا أن جينوم الباندا العملاق يحتوي على ٢,٢٥ بليون قاعدة (Gb) تغطي حوالي ٩٤٪ من كامل الجينوم، فيما بلغت المسافات بين القواعد (٠,٠٥ بليون قاعدة Gb).

تم الكشف عن أكثر من ٢,٧ مليون نيوكليوتيدة فردية مختلفة متعددة الأشكال في الجينوم المضاعف (diploid Genome)، وقد تم الاستفادة من هذه البيانات في تأسيس مركز أبحاث وراثي متخصص للثدييات في شينزين بالصين، إضافة إلى إمكانية تقييم إنشاء تقنيات متقدمة دقيقة ومنخفضة التكلفة لقراءة تسلسل الجينوم للكائنات الحية كبيرة الحجم.

نجح الفريق البحثي في قراءة تسلسل ٨٠٪ من جينوم الباندا العملاق؛ وهو الذي يغطي ٩٥٪ من مناطق المورثات (Genes region)، وبدمج تقنية قراءة السلاسل الطويلة (Long paired reads) مع البيانات عالية الجودة (high data quality) نجح العلماء في إكمال تسلسل ((de novo للباندا العملاق الذي يعد أحد الكائنات الحية المعقدة التركيب الكبيرة الحجم. كما تمت المقارنة بين جينوم الباندا، والكلاب، والإنسان في هذا المشروع البحثي من حيث تسلسل القواعد المتشابهة والمشتركة فيها بينها للاستفادة منها في معرفة الأسس الوراثية للوظائف البيولوجية في تلك الكائنات الحية.

يشير الباحث ريوكيانج (Ruiqiang) أحد أعضاء الفريق البحثي بمعهد بكين لبحوث الجينوم إلى أن استخدام تقنية إليومينا في الكشف عن جينوم الباندا العملاق كان أقل في التكلفة والزمن من التقنيات السابقة في اكتشاف تسلسل قواعد الجينوم للكائنات الحية سابقاً، كما أن تجميع الجينوم (Genome assembling) كان سهلاً باستخدام تقنية محاذاة النيوكليوتيدات القصيرة المبلمرة (Short Oligonucliotide Alignment Programm – SOAP).

الجدير بالذكر أن جينوم الباندا العملاق يحتوي على ٢٠ زوجاً من الصبغيات الجسدية (autosomes) إضافة إلى زوج واحد من الصبغيات الجنسية (2n=42)، وقد تم اختيار أنثى باندا عملاقة عمرها ٣ سنوات اسمها (جينغ-جانغ Jing-jang) من مركز شيندونغ لإكثار الباندا، وذلك لدراسة تسلسل الجينوم فيها. باستخدام تقنية تحليل تسلسل الجينوم (إليومينا) (illumine) والتي تعد تقنية الجيل القادم، إضافة إلى تقنية البندقية للجينوم الكامل (whole-genome shotgun sequencing strategy)، كما تم استخلاص المادة الوراثية DNA من الدم الوريدي المحيطي (peripheral venous blood).

اكتشف الباحثون أن نسبة التطابق بين جينوم الباندا وجينوم الإنسان وجينوم الكلب (٩٤٪ ، و٩٩٪ على التوالي)، كما اكتشفوا وجود خصائص مميزة للمورثات في جينوم الباندا وهي كالتالي:

١- وجود عدد من المورثات المسؤولة عن تشفير الإنزيمات الهضمية (بروتييز، ليبيز، سليوليز، لاكتيز، إنفرتيز، مالتيز)؛ وبالتالي استنتج العلماء ان الجهاز الهضمي للباندا يحتوي على الإنزيمات الضرورية لتناول اللحوم.

٢ـ لم يتم العثور على أية مورثات متماثلة هاضمة للسليوليز (homologous digestive cellulose genes) مثل: إندوجلوكانيز (endoglucanase)، وإكسوجلوكانيز (exoglucanase)، مما يشير إلى أن تناول الباندا العملاق لوجبة نبات البامبو ليس نابع من تركيبها الوراثي إنما بسبب البيئة الميكروبية الملائمة في قناتها الهضمية.

وجود عدد من المورثات المسؤولة عن أنواع التذوق: المرارة (bitterness)، والحلاوة (sweetness)، والملوحة (saltiness)، والحموضة (sourness). وكان عدد تلك المورثات ١٦ مورث من نوع T2R .

وجود مجموعة المورثات المسؤولة عن الإحساس برائحة الطعام (umami food sense genes) في الباندا، وهي مجموعة المورثات (T1R) مثل: المورث T1R1 و T1R3 .

فوائد جينوم الباندا

تعد معرفة جينوم الباندا ذات أهمية بالغة، وذلك حفاظاً على هذا النوع من الانقراض باعتبار أنه الحيوان الأول الذي ينتمي لعائلة الدببة (Ursidae)، ولذا تمت دراسة جينومه وقراءة تسلسل قواعده النيتروجينية. إضافة إلى الكشف عن دور المورثات في التأثير على الطبيعة الغذائية لهذا الحيوان، ولازالت العديد من الدراسات العلمية قائمة على هذا الحيوان لمعرفة أسراره وعجائبه الفريدة، والتي لم تكن معروفة سابقاً.