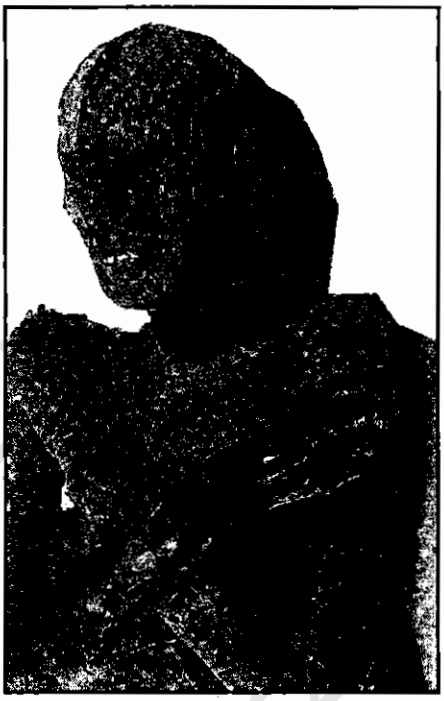
الفصل الثامن

الحمض النووى من البقايا الحيوانية والبشرية القديمة

س: هل يمكن الحصول على الحمض النووى DNA من كائنات منقرضة بحيث يعطينا ذلك فكرة عن صفاتها وبالتالى تتاح لنا منظومة من المعلومات عن كائنات عاشت على الأرض فى الأزمان السحيقة؟

جـ: نعم، وكانت أولى هذه المحاولات ما قام به فريق العالم (آلان ويلسون) Alan Wilson من جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٨٤ على حيوان يشبه الحمار المخطط يعرف باسم (كواكا) Quagga كان يعيش فى جنوب أفريقيا ولكنه اختفى حوالى عام ١٨٠٠ بسبب أنشطة الصيد التى قام بها المستوطنون الأوربيون. وكان هناك ٢٣ عينة من هذا الحيوان محنطة فى المتاحف الأوروبية. وكان آخر حيوان مات فى حدائق الحيوان فى أمستردام فى عام ١٨٨٣. وقد حصل هذا الفريق من العلماء على الحمض النووى من جلد حيوان كواكا توفى منذ ١٤٠ عاما، وتم كلونته (مضاعفته) ثم كشف تتابع النيوكليوتيدات لعدد ٢٢٩ من القواعد وهر ما يقل عن واحد على مليون من جينوم هذا الحيوان. ومما يذكر أن عملية الكلونة اعتمدت على استخدام البكتيريا حيث لم تكن تقنية PCR قد استخدمت بعد، مما جعل العمل الذى قام به (آلان ويلسون) وفريقه مجهدًا.

وفى عام ١٩٨٥ قام الباحث (بابو) Svante Pääbo – الذى كان يعمل وقتئذ فى جامعة أوبسالا فى السويد – باستخلاص الحمض النووى DNA من مومياء مصرية عمرها ٢٤٠٠ عاما (شكل ٢٢)، وأجرى عليه كلونة (مضاعفة)، ثم كشف عن تتابع ٣٤٠٠ من القواعد النيتروجينية فى الحمض النووى للمومياء.



(شكل ٢٢): مومياء فرعونية قام العالم (بابو) باستخراج الحمض النووى من خلاياها لدراسته.

وفى عام ١٩٨٩ استطاع فريق من علماء جامعة اكسفورد بقيادة بريان سيكس Bryan Sykes وروبرت هيدجس Robert Hedges استخلاص الحمض النووى DNA من عظام آدمية عمرها ٥٥٠٠ عاما، واستفادوا من تقنية PCR فى كلونة هذا الحمض.

وفى عام ١٩٩١ قام العالم إدوارد جولنبرج Edward Golenberg من جامعة واين ستيت Wayne State University باستخلاص الحمض النووى DNA من أوراق نبات الماجنولا magnolia leaves المدفونة فى صخور الصلصال لبحيرة قديمة فى ولاية إيداهو Idaho الأمريكية. ويبلغ عمر هذه الأوراق النباتية ١٨ مليون سنة.

وفى عام ١٩٩٢ قام علماء كاليفورنيا باستخلاص الحمض النووى DNA من حفريات للنحل وحفريات النمل الأبيض محفوظة فى المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى فى نيويورك.

وفى العام نفسه تم استخلاص الحمض النووى DNA من عظام (القط سيفى الأسنان) Saber-toothed cat المحفوظة فى صخور فى منطقة قرب لوس أنجليس فى أمريكا، وكان هذا الحيوان قد انقرض منذ ١٤,٠٠٠ سنة. وقد قام العلماء بكلونة (مضاعفة) الحمض النووى ودراسة تتابعات القواعد النيتروجينية فيه، واتضح للعلماء من هذه الدراسة أن هذا الحيوان أقرب إلى النمور منه إلى القطط.

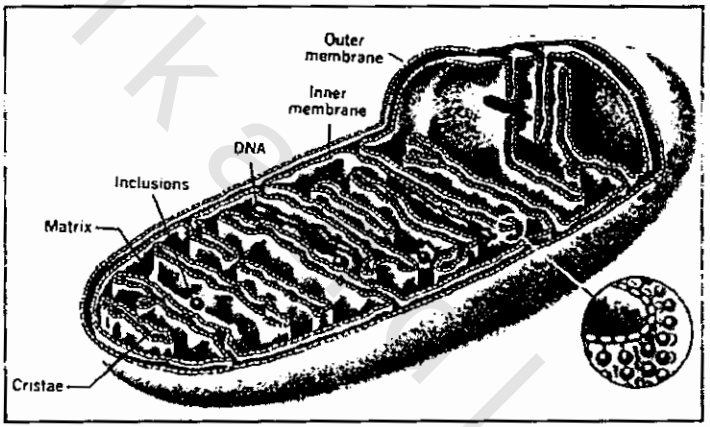
وفى نيوزلندة قام العالم (بابو) Svante Pääbo بدراسة أربعة أنواع من جنس منقرض من الطيور كبير الحجم ولا يطير ويعرف باسم (موا) Moa ، وثبت من هذه الدراسة أن منشأ هذا الجنس من الطيور يختلف عن منشأ طائر الكيوى Kiwi الذى يشبهه.

وفى عام ١٩٩٣ قال عالم الحفريات جاك هورنر Jack Horner أنه مع فريقه البحثى استطاع استخلاص الحمض النووى DNA من حفرية عمرها ٦٥ مليون سنة لديناصور اسمه العلمى *Tyrannosaurux rex*. وكان مصدر الحمض النووى هو أنوية خلايا الدم فى عظام الحيوان. وفى عام ١٩٩٤ قام العالم سكوت وودورد Scott Woodward من جامعة برجام يانج Brigham Young University باستخلاص الحمض النووى DNA من عظام ديناصور محفوظة فى منجم للفحم.

وفى اتجاه يحمل بعض الغرابة قام العالمان هندرك بيونار Hendrick Poinar و(بابو) Svante Pääbo بدراسة البراز المتحجر fossilized dung لحيوان (الكسلان العملاق) giant sloth المنقرض. وقد احتاج استخلاص الحمض النووى من البراز إلى تقنيات جديدة. ومن المفترض أن الحمض النووى فى هذه الحالة يخص خلايا من بطانة أمعاء الحيوان.

س: في ظل هذه الدراسات والمعلومات هل يمكن توظيف الحمض النووى DNA في الدراسات التطورية؟

جـ: لقد حاول العلماء ذلك، ولكن كان اعتمادهم بصفة أساسية على الحمض النووى DNA الموجود فى الميتوكوندريا. والميتوكوندريا هذه عبارة عن أجسام صغيرة الحجم توجد بأعداد كبيرة فى سيتوبلازم الخلايا، ولكل كيس جدار يتكون من غشائين، الداخلى منهما يكون ثنيات تمتد إلى داخل تجويف الكيس (شكل ٢٣).

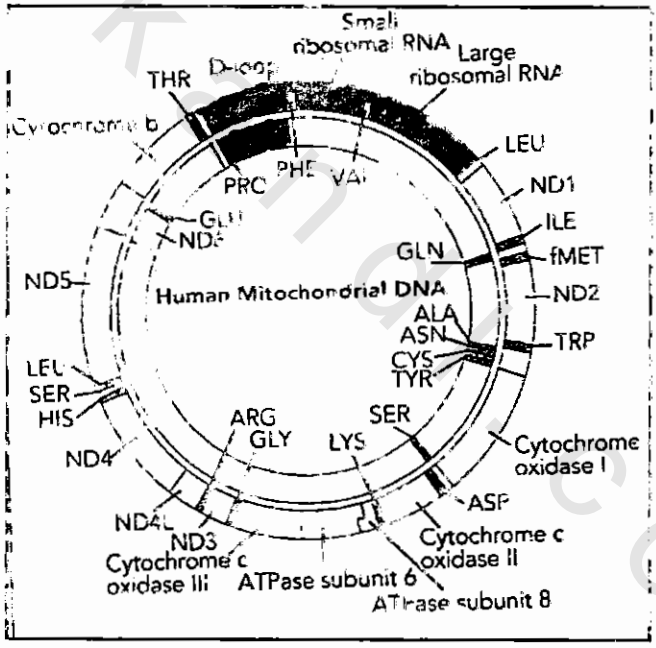


(شكل ٢٣): ميتوكوندريون – كما ترى بالمجهر الإلكترونى – لها جدار يتكون من غشاءين الداخلى منهما يكون ثنيات عديدة.

وتلعب الميتوكوندريا دورًا هاما فى آليات إنتاج وتخزين الطاقة الحيوية اللازمة للجسم. وفى عام ١٩٦٦ حصل العلماء على أول دليل على أن الميتوكوندريا تحتوى على الحمض النووى DNA، وثبت بعد ذلك أن الميتوكوندريا تحمل عددًا من الجينات (شكل ٢٤).

والمهم هنا أن العلماء لجأوا إلى الحمض النووى الخاص بالميتوكوندريا فى الدراسات الخاصة بالتطور لسبب أساسى هو أن الحمض النووى الخاص

بالميتوكوندريا ثابت التكوين جيلا بعد جيل، وبذا تكون له مرجعية في هذه الدراسات، وذلك على عكس الحمض النووى فى الكروموسومات والمعرض للاختلاط فى كل دورة تزاوجية وذلك بين المجموعة الكروموسومية القادمة من الأم وتلك القادمة من الأب. أضف إلى ذلك أن الزيجوت الذى ينشأ من اتحاد الحيوان المنوى مع البويضة يحتوى على ميتوكوندريا مصدرها البويضة فقط، ذلك أن رأس الحيوان المنوى التى تندمج مع البويضة عند الإخصاب لا تحتوى على ميتوكوندريا. وعلى ذلك فإن الميتوكوندريا الموجودة فى خلايانا مصدرها واحد وهو الأم. وتتبع ذلك إلى الوراء جيلا قبل جيل يوصلنا إلى (حواء) Eva!



(شكل ٢٤): رسم للحمض النووى DNA حلقى الشكل مستخرج من ميتوكوندريون مأخوذ من خلية بشرية وموضح عليها بعض الجينات.

س: ولكن أيهما أسهل فى الدراسات المعملية: الحمض النووى بالكروموسومات أو الحمض النووى فى الميتوكوندريا؟

جـ: تناول الحمض النووى بالميتوكوندريا أسهل لعدة اعتبارات منها ما يلى:

١ – أن حجم DNA فى الميتوكوندريا أصغر بكثير مما هو فى الكروموسومات، حيث يتراوح فى الميتوكوندريا بين ١٥ – ١٨ ألف من أزواج القواعد النيتروجينية، وبالتالى فهناك سهولة نسبية فى عزله معمليا لدراسته.

٢ – أن هناك أعدادًا كبيرة من الميتوكوندريا فى الخلية الواحدة يتراوح بين بضعة مئات إلى بضعة آلاف، وبالتالى فهناك نسخ عديدة من جزىء DNA الخاص بالميتوكوندريا فى الخلية الواحدة فى مقابل النسختين الموجودتين فى نواة الخلية.

س: وما هو الأساس العلمى الذى اعتمد عليه استخدام الحمض النووى فى الميتوكوندريا فى الدراسات التطورية؟ وإلى ماذا توصلت بالنسبة للإنسان؟

جـ: فى دراسة أجريت على الحمض النووى فى ميتوكوندريا خلايا الإنسان أجراها العالم (آلان ويلسون) Allan Wilson فى التمانينات من القرن الماضى وجد أن معدل طفور الحمض النووى للميتوكوندريا هو من ٢٠٪ إلى ٤٠٪ وذلك كل مليون سنة.

وفى منتصف الثمانينات من القرن الماضى قام العالمان كان وستونكنج Cann and Stoneking (وهما من فريق العالم ويلسون) بدراسة الحمض النووى DNA فى ميتوكوندريا معزولة من ١٤٧ إمرأة تعيش فى خمس مناطق جغرافية مختلفة على سطح الأرض وهى أوروبا وآسيا وأفريقيا وغينيا الجديدة وأستراليا.

ومن هاتين الدراستين اتضح التقارب فى بناء الحمض النووى لسكان أوروبا وآسيا وغينيا الجديدة وأستراليا وذلك عند زمن ليس بالسحيق. أما الحمض النووى لسكان أفريقيا فاتضح أنه امتد لفترة زمنية أبعد. وهذا يعنى أن الإنسان

الإفريقى عاش مدة أبعد من الزمن اعتمادًا على العدد الأكبر من الطفرات الحادثة فى الحمض النووى المستخلص من خلايا النساء الأفريقيات. ومعنى هذا أيضا أن (حواء) نشأت فى قارة أفريقيا. وقد قدر العلماء أن ظهور حواء على أرض أفريقيا- إذا ما كان حدوث الطفرات فى الحمض النووى يسير بمعدل ثابت - كان منذ فترة تتراوح بين ١٤٠-٢٨٠ ألف سنة. وتعرف هذه النظرية باسم (نظرية المنشأ من أفريقيا) out-of-Africa theory. إلاّ أن هناك أدلة - منها أدلة من الدراسات الحفرية البشرية - تدل على أن ظهور الإنسان كان منذ فترة أبعد من ذلك. وهناك بعض العلماء الذين يعتقدون بأن هناك أكثر من (حواء) على سطح الأرض، وأن التطور حدث متزامنا فى كل منطقة على حدة، وهى نظرية تعرف باسم (نظرية التطور متعدد المناطق) Multiregional evolution theory.

س: وألا توجد دراسات أخرى تعتمد على (الرجل) لتصل بنا إلى (آدم)؟

جـ: بلى، توجد الدراسات. فقد أجريت فى عام ١٩٩٧ دراستان لفريقين من جامعتين أمريكيتين اعتمدت على المادة الوراثية بالكروموسوم Y، وهو كروموسوم مفرد فى الرجال ولا يوجد نظيره فى النساء. وبالتالى يرثه الرجال عن طريق الأب فقط. وقد تناولت هاتان الدراستان آلاف الرجال من مناطق مختلفة من العالم، وانتهت الدراستان إلى أن منشأ (آدم) كان على أرض أفريقيا منذ فترة مضت تتراوح بين ١٠٠ ألف - ٢٠٠ ألف عام مضت. وتدعم هذه النتائج الدراسة التى اعتمدت على ميتوكوندريا النساء.