الدماغ عند الهوموإركتوس

الدكتور: عبد الله السليمان
قسم التاريخ – كلية الآداب – جامعة دمشق

الملخص باللغة العربية:

يندرج هذا البحث في اختصاص علم الأعصاب القديمة، ورغم أنه اليوم لا يوجد دماغ هوموإركتوس حي، إلا أن علماء ما قبل التاريخ جهدوا في دراسة جماجم الهوموإركتوس على قلتها، وما تركه الدماغ من انطباعات على جدرانها الداخلية، ومقارنة تلك التلافيف بتلافيف دماغ الإنسان العاقل والقردة العليا؛ في سبيل فهم بنية دماغ الهوموإركتوس والكثير من أنماط السلوك لديهم، ومستويات نمو الدماغ "نسبة حجم الدماغ إلى كتلة الجسم"، وموارد طاقة الدماغ، ويبدو أن دماغ الهوموإركتوس ذو سعة صغيرة مقارنة بأفراد الإنسان العاقل؛ إذ يتراوح متوسط حجم دماغهم ما بين 800 و1000 سم^3، إلا أن هذه الدماغ الذي زاد ثلاثة أضعاف عن حجم أدمغة الأسترالوبيك، كان صاحبه قادرا على النطق واستخدام اليد اليمنى والهجرة بين قارات العالم وصناعة أدوات صوانية بكفاءة وتقنية عالية، ورغم معرفتنا الجيدة اليوم بالكثير عن دماغ الهوموإركتوس من القوالب العصبية القحفية لأفراد الهوموإركتوس؛ إلا أنها لم تزودنا بعد بأبسط المعلومات حول درجات "الذكاء" التي نرغب في الحصول عليها.

The brain of Homo erectus

Abstract

This research falls within the field of paleontology. Although we do not have a living Homo erectus brain today, prehistoric scientists have made an effort to study the few Homo erectus skulls and the endocasts left on their internal walls, comparing these convolutions with the convolutions of the brains of Homo sapiens and great apes. This is in order to understand the Homo erectus brain structure and many of their behavioral patterns, brain growth levels (the ratio of brain size to body mass), and brain energy resources. The Homo erectus brain appears to have had a small capacity compared to Homo sapiens, as their average brain volume ranges between 800 and 1000 cm3. However, this brain, which was three times the size of Australopithecus brains, enabled its owner to speak, use his right hand, migrate between the continents of the world, and make flint tools with high efficiency and technique. Although we know a lot about the Homo erectus brain today from the cranial neurotemplates of Homo erectus individuals, However, it has not yet provided us with the simplest information about the levels of "intelligence" we desire to obtain.

مقدمة:

تعد دراسات علم الأعصاب القديمة من أعقد أنواع الدراسات في عصور ما قبل التاريخ، إذ يتوجب على الباحث أن يكون ملماً بمفردات هذا العلم وشروحاتها المتنوعة وفهم آليات عملها، وغالباً ما تتنوع هذه المفردات ما بين علم الطب وعلم الآثار وعلم البيولوجيا. ولما كان طلابنا يكثرون من الاستفسارات عن حقيقة التفكير والإدراك والنطق والتخيل والابداع عند أقوام ما قبل التاريخ، ولما كانت الإجابات على استفساراتهم السابقة تكمن في الدماغ، كان لابد من بحث معمق في بنية الدماغ عند كل جنس بشري مشى منتصباً وسبقنا بالعيش على سطح الكوكب، لقد كُرس هذا البحث في سلسلة أبحاث تخصصية في علم الأعصاب القديمة لتناول دماغ الهوموإركتوس، كيف تغير الدماغ؟ متى حدث ذلك؟ ولماذا حدث؟ اعتماداً إلى أحدث نتائج الدراسات المخبرية لكبار أساتذة الاختصاص، على أمل أن نكون قد قدمنا للمكتبة العربية دراسة أصيلة يتعرف من خلالها القارئ العربي على بنية الدماغ عند الهوموإركتوس؛ ذلك الشبيه بنا والذي استطاع أن يسيطر زمناً طويلاً من كوكب الأرض، ولا زالت مكتشفات مواقعه تؤكد لنا أنه نوع فريد استطاع أن يتحدى شروط الطبيعة وقسوتها ومناخها المتقلب ووحوشها المفترسة وينجح في تحدياته ويتنقل في قارات العالم القديم الثلاث، وهو ما عجز عنه من سبقه. رغم أنه اليوم لا يوجد دماغ هوموإركتوس حي، إلا أن علماء ما قبل التاريخ جهدوا في دراسة جماجم الهوموإركتوس على قلتها وما تركه الدماغ من انطباعات على جدرانها الداخلية، ومقارنه تلافيف أدمغتهم بتلافيف أدمغة القرود والإنسان العاقل والمناطق المؤثرة في الدماغ كمنطقة بروكا ومنطقة فيرنيك، واستخلاص النتائج الأقرب للمنطق بعد مقاطعتها مع أنماط السلوك؛ من خلال ما يقدمه لنا السجل الأثري من دلائل، ما أتاح لأساتذة الاختصاص معرفة الكثير عن دماغ الهوموإركتوس وآلية عمله بما يحتويه من بلايين النورونات neurons (عصبونات)، ومستويات نمو الدماغ؛ نسبة حجم الدماغ إلى كتلة الجسم، والسعة الدماغية، ومصادر الطاقة المفضلة للدماغ، وسبل الحصول عليها، وأثر الأحماض الدهنية الأساسية الضرورية على التطور السريع لنمو الدماغ، ومعدلات نمو دماغ أطفال الهوموإركتوس بعد الولادة في عمر الطفولة المبكرة، ومستويات استجابة الدماغ للمؤثرات الخارجية في الإدراك والنطق واستخدام اليد، مع إدراكنا الأكيد لوجود خاصيات تشفير جنينية أصيلة أسهمت في كثير من أنماط السلوك، وأن الدماغ ذاته عند الهوموإركتوس وعند كل جنس بشري مشى منتصباً كان

يعمل وفقاً لها، لكنها كانت مختلفة بنسب مختلفة عما هو موجود عند الهوموإركتوس عما هو موجود عند غيره سواء من الذين سبقوه أم من الذين أتوا بعده.

تمهيد:

لقد كان لتراجع الغابات قبل نحو 2,5 مليون سنة وتوسع موائل الساڤانا أثر مباشر على تحفيز السلوك الإنساني على صنع الأدوات، وربما أن عدم استقرار الموائل أجبر أشباه البشر الأوائل على التفكير والابتكار؛ مما حفز الحلول الثقافية للمصاعب البيئية، فمع تقلص الغابات لابد أن استراتيجية التغذية النباتية (تناول الفواكه وأوراق الشجر) أصبحت أقل موثوقية، مما أجبر أشباه البشر على دمج اللحوم في نظامهم الغذائي، ولما كان من شأن اللقاءات المتكررة مع الحيوانات المقتولة في المناظر الطبيعية؛ أن تجبر أشباه البشر على ابتكار وسيلة تمكنهم من فصل اللحوم عن الذبيحة، وهكذا كان لا بد من اختراع الأداة الحجرية، ويُعتقد أن اختراع الأدوات الحجرية سَهَّل نقل اللحوم إلى مكان آمن حيث يمكن تقاسمها بين أفراد المجموعة، لقد أسهم ظهور التكنولوجيا منذ نحو 2.5 مليون سنة في تسريع وتيرة التطور البشري، وفق ثلاثية متكاملة تتمثل بنية الدماغ وجودة الطعام وظهور التكنولوجيا. وتجدر الإشارة إلى أن مسألة أي مجموعة من أشباه البشر هي التي صنعت الأدوات الحجرية الأولى لا تزال دون حل[1].

لقد كان الهوموإركتوس أول قريب منقرض لنا، يشترك مع الإنسان العاقل في العديد من التكيفات البشرية الحديثة، مثل الأدمغة الكبيرة، وزيادة حجم الجسم، والقدرة على التحمل، والتعبير الرمزي، والانتشار عبر القارات، والسمات التشريحية المتعلقة بالوقفة المنتصبة وبالسير على قدمين اثنتين وبالجري، وعلى حد وصف الطبيب الألماني ومؤسس عالم الأجنة كارل إرنست فون باير Karl Ernst von Baer: «إن انتصاب القامة ما هو إلا نتيجة لتطور أكثر تقدماً للدماغ»، لذلك من المثير للاهتمام معرفة فيما إذا كانت أي من هذه السمات تعكس أوجه التشابه مع الإنسان العاقل في التطور

(1) Beyin, A., *Human origins, dispersal and associated environments: An African perspective*., In Ethnology, Ethnography and Cultural Anthropology, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France 2015, p.12.

العصبي[2]. لقد سجلت گابورا Gabora أستاذة علوم المعرفة بجامعة بريتِش كولومبيا؛ ملاحظات مهمة حول الدماغ الأكبر؛ الذي أدى إلى تعاظم القدرة على الترابط الحر، إذ يمكن لدماغ يحوي بلايين النورونات neurons (عصبونات) أن يشترك في تكويد حادثة معينة؛ مما يؤدي إلى تشكيل ذكرى لتلك الحادثة أغنى بالتفاصيل، وكذلك إلى عدد أكبر من المسالك التي يمكن بموجبها ربط محفز بآخر، لنتخيل كما تقول گابورا أن أحد أفراد الهوموإركتوس احتك جلده بنبات به أشواك حادة جرحته، ستكون له استجابة وردة فعل مختلفة إذا حصل الأمر ذاته مع فرد من أفراد الأسترالوبيك Australopiths؛ مع هذا الأخير فإن دماغه سيكود الحادثة بصورة بسيطة تتضمن الشعور بالألم وعلاقته بخصائص الأشواك التي تسنى له تعريفها، ولكن مع الهوموإركتوس وما يملكه من مجموعة أكبر من النورونات، سيتمكن من تكويد عدد أكبر من الجوانب المتصلة بهذه الحادثة، مع ما يتضمن ذكرى نهايات الأشواك الحادة واللحم الذي مزقته؛ وهكذا فعندما يشرع الهوموإركتوس في الصيد فإن رغبته في قتل الطريدة قد تنشط جميع المواقع المتصلة باللحم الممزق وتجلب إلى ذهنه احتكاكه بالأشواك الحادة، وربما أوحت له هذه الذكريات عندئذ بفكرة جديدة عن سلاح يمكن أن يستخدمه لقتل الطرائد؛ رمح مزود بنهاية مدببة حادة[3].

لقد أظهر الهوموإركتوس العديد من المؤشرات على القدرة المعززة على التكيف مع البيئة المحيطة لتلبية متطلبات البقاء، بما في ذلك ابتكار الفؤوس اليدوية الحجرية المتطورة والمحددة المهام، والقواعد المنزلية الموسمية المستقرة المعقدة، واستراتيجيات الصيد لمسافات طويلة؛ والتي تضمنت طرائد كبيرة. ففي وقت مبكر قبل نحو 1,8 مليون سنة خلت كان الهوموإركتوس قد انتشر من إفريقيا حتى وصل إلى جنوب شرق آسيا، مما يشير إلى قدرته على تعديل أسلوب حياته ليناسب المناخات والموائل المختلفة، وهذا النشاط (الهجرة) الناجح؛ لا يقوم به من لا يمتلك استراتيجيات التفكير الدماغية المتطورة، ويؤكد لنا السجل الأثري أن الهوموإركتوس أول من قام بهذه الخطوة بنجاح في تاريخ كوكب الأرض[4]. في الواقع لقد كانت زيادة الانتشار والتحرك والتنقل في موائل الساڤانا؛ أمراً بالغ الأهمية في التكيف مع

(2) Cofran, Z., *Brain Growth in Homo erectus*., eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester., June 2017, p.2.

(3) Pringle, H., *The Origins Creativity*, *New evidence of ancient ingenuity forces scientists to reconsider when our ancestors started thinking outside the box*., Scientific American, Vol 308, No 3, March 2013. pp.36-43

(4) Gabora, L., & Russon, A.., *The evolution of human intelligence*., In R. Sternberg & S. Kaufman (Eds.), The Cambridge handbook of intelligence, 2011, p.332.

التحول البيئي والتبدلات المناخية؛ فنجاح الهوموإركتوس في السيطرة على وسطه المحيط كان مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بزيادة مطلقة في حجم دماغه وجسده مقارنةً بمن هم أقدم، ومن النتائج اللافتة للنظر لهذا التحول البيئي أنه استلزم في نهاية المطاف تحسينات معرفية وسلوكية واجتماعية عميقة لدى الهوموإركتوس انعكست على حياته وأنماط سلوكه ومبتكراته؛ وبالتالي يمثل ظهور "الفؤوس اليدوية" الحجرية الآشولية تقدماً مفاهيمياً كبيراً مقارنةً بالصناعات القائمة على النوى والرقائق التي كانت بدائية نسبياً، رغم أنها فعالة بشكل ملحوظ[5].

إن أقدم ظهور للهوموإركتوس قدر بنحو 2 مليون سنة في شرق إفريقيا، حيث قدم الموقع الأثري موقع جاربا الرابع Eat Garba IV في منطقة ملكا كونتوري Melka Kunture على مرتفعات إثيوبيا، جنوب أديس أبابا بنحو 50كم؛ في السوية E فك سفلي لفرد من أفراد الهوموإركتوس (مؤرخ بنحو 2 مليون سنة)، مرتبط بشكل مباشر بأدوات أولدوان Oldowan (المصنوعات اليدوية في العصر البليستوسيني Pleistocene المبكر)، لقد تم اكتشاف هذا الفك في سنة 1981م، وهذا الفك أول ارتباط مباشر برواسب مختومة بأدوات أولدوان الحجرية في إفريقيا. فالمستوى E هو مستوى مغلق ضمن تسلسل طبقي راسخ؛ تم إنتاج المصنوعات اليدوية فيه غالباً من حصى من حجر السبج، وقد تم اختيار هذه الحصى بشكل تفضيلي من بين الصخور المتوفرة في الرواسب الغرينية المحلية. والعديد منها عبارة عن رقائق صغيرة، يبلغ طول معظمها ما بين 20–50 ملم، مع تنميق بنسبة تصل إلى 30٪ تقريباً، والعمل على تحويلها إلى أدوات صغيرة مدببة. إن هذه الأدوات الصغيرة العديدة المدببة والاستخدام المنهجي للسبج يجعلها مختلفة بشكل واضح عن أدوات أولدوان الموجودة في مكان آخر، ولا سيما تلك الموجودة في المواقع التي تم فيها اكتشاف بقايا الإنسان الماهر. كما تم العثور على الصناعة نفسها أيضاً في المستوى الأساسي F، مما يشير إلى سلوك متأصل بالكامل ننسبه إلى نشاط الهوموإركتوس. أما في السوية التي تعلوا السوية التي عثر فيها على الفك؛ أي السوية D والتي تم التنقيب فيه منذ سنة 1973م حتى نحو 75 متراً مربعاً، وتم إعادة تأريخها بنحو 1.95 مليون سنة، عثر فيه على 7 آلاف أداة حجرية تختلف عن تلك الموجودة في مجموعة أولدوان الأساسية بسبب إنتاج رقائق كبيرة (تقدر بـ 100 ملم سواء في الطول أم في العرض الأقصى). كما إن هناك فؤوس حقيقية وسواطير وأنواع أخرى من أدوات القطع الكبيرة، مثل الكاشطات الضخمة أو السكاكين المشكلة على رقائق كبيرة. إن تحليل

(5) Gallagher, A., *Stature, body mass, and brain size: A two-million-year odyssey*., Economics and Human Biology 11, 2013, p.554.

1% من التجميع الذي تم اكتشافه (الرقائق الكبيرة) بين أنها ذات صلة بفهم التحول التكنولوجي من نمط الأولدوان إلى نمط الآشولي المبكر أي إنتاج الرقائق الكبيرة والرقائق العادية، وهكذا يوثق موقع جاريا الرابع التغير السريع بين إنتاج الأدوات القديمة والآشولية على مدى فترة تتراوح بين 50 –100 ألف سنة في هذه البيئة القديمة الفريدة من نوعها على ارتفاعات عالية من مستوى سطح البحر[6].

أولا: الدماغ والسعة الدماغية:

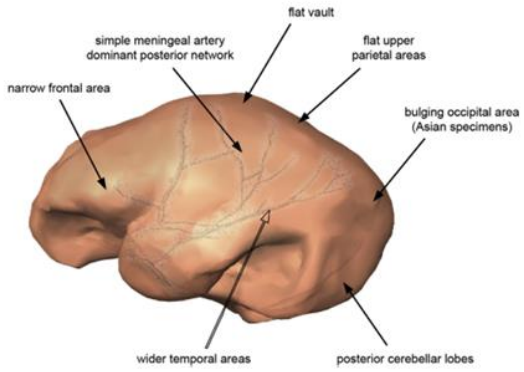
إن دراسة تطور وحجم الدماغ عند أشباه البشر الأوائل يندرج ضمن تخصص علم الأعصاب القديم paleoneurologist؛ ويستند إلى الفحص المباشر للسجل الأثري لجماجم البشر الأحفورية وأقرب أقاربهم من أشباه البشر، ومن المؤسف أن السجل الأثري لم يحفظ لنا دماغاً واحداً، وبالتالي كان الدليل المباشرة على وجود أدمغة أشباه البشر متاحاً فقط من خلال القوالب الداخلية للجمجمة التي تعطينا شكل الدماغ؛ والقوالب الداخلية هي الانطباع المأخوذ من داخل الجمجمة مع الاحتفاظ بالسمات السطحية للدماغ[7]. ولطالما احتلت أحجام الجمجمة الداخلية لدى أشباه البشر، وخاصةً بعد تعديلها لتناسب حجم الجسم؛ مكانةً بارزةً في أدبيات التطور البشري العلمية[8]. ورغم أن مورفولوجيا الجمجمة الخارجية درست بشكل جيد عند الهوموإركتوس، إلا أن السمات التشريحية داخل الجمجمة ونسب الدماغ العامة لم تخضع لدراسة كافية. إن شكل دماغ الهوموإركتوس يظهر من خلال المورفولوجيا الداخلية للجمجمة، ويبدو أنه ذو سعة صغيرة؛ إذ يتراوح متوسط حجمه ما بين 800 و1000 سم^3، ويتكون من مناطق أمامية مسطحة وضيقة، وانخفاض شبه سهمي في المناطق الجدارية العلوية المرتبطة بانحناء خط الوسط، وإن أقصى عرض داخل الجمجمة يكون عند الفصين الصدغيين الخلفيين، أما مناطق مؤخرة الدماغ فهي بارزة للخلف، وتظهر الفصوص المخيخية في وضع خلفي، كما تظهر آثار شبكية

(6) Mussi, M., & Matthew M. Skinner., & Rita T. Melis., & Joaquîn Panera., & Susana Rubio-Jara., & Thomas W. Davies., & Denis Geraads., & Hervé Bocherens., & Giuseppe Briatico., & Adeline Le Cabec., & Jean- Jacques Hublin., & Agness Gidna., & Raymonde Bonnefille., & Luca Di Bianco., & Eduardo Méndez -Quintas., *Early Homo erectus lived at high altitudes and produced both Oldowan and Acheulean tools*, Science 382, 713-718, 2023, p.3.

7) Xiujie, W., *Brain Morphology of the Zhoukoudian H. erectus Half a Million Years Ago*., BCAS: Vol 24, No 2, 2010, p.120.

8) Tattersall, I., *Endocranial volumes and human evolution*., F1000Research 2023, p.3.

نادرة للأوعية السحائية الوسطى، وبالمقارنة مع أشباه البشر الأوائل؛ يظهر الهوموإركتوس اتساعاً نسبياً في المنطقتين الصدغية والجدارية السفلية، أما بالمقارنة مع البشر ذوي الأدمغة الكبيرة (أي الإنسان العاقل والنياندرتال) يظهر الهوموإركتوس بفصوص جدارية مسطحة ذات شعيرات، وقحف داخلي ضيق، والأهم من ذلك كله مناطق أمامية ضيقة نسبياً [9].

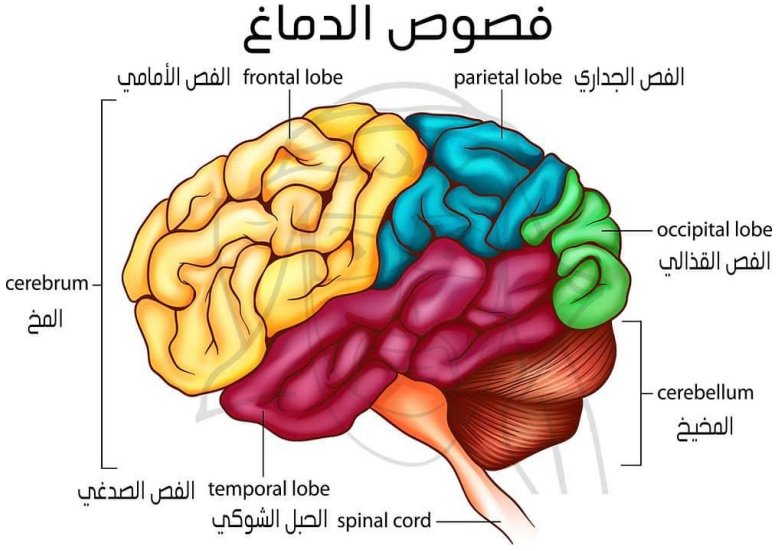


شكل دماغ الهوموإركتوس

إن توثيق التشابه الشكلي الكبير لستة نماذج أدمغة من تشوكوديان Zhoukoudian في شمال الصين، المعروفة بتمثيلها لفترة زمنية طويلة تمتد بنحو 300 ألف سنة، له أهمية بالغة في فهمنا لتطور دماغ الهوموإركتوس، ويُبرز أهمية التحليلات التفصيلية الخاصة بالموقع، إذ تشترك نماذج أدمغة تشوكوديان في العديد من السمات «مثل تسطح الفصوص الأمامية والجدارية، وانخفاض مناطق سيلفيوس Sylvian Fissure (شق كبير في الدماغ يعرف أيضا باسم الثلم الوحشي، وهو أعمق أخاديد الدماغ؛ يمتد من قاعدة مقدمة الدماغ حتى السطح الجانبي للدماغ، مهمته الأساسية تقسيم القشرة الدماغية، حيث يفصل بين الفص الجبهي والفص الجداري الأعلى والفص الصدغي الأسفل)، وظهور الفصوص القذالية بارزةً للخلف بشكل ظاهر؛ أي أن الفصوص القذالية تُظهر انتفاخاً خلفياً ملحوظاً، ووجود الفصوص المخيخية الأمامية مقارنةً بالفصوص القذالية، والبساطة النسبية للأوعية السحائية التي تميز هذه الأدمغة عن أدمغة البشر المعاصرين». كما تشير السمات المورفولوجية المشتركة بين

[9]) Bruner, E., & Grimaud-Herve, D., & Xiujie, W., & Manuel de la Cuetara, J., & Holloway, R., *A paleoneurological survey of Homo erectus endocranial metrics*., Quaternary International 2015, p.81.

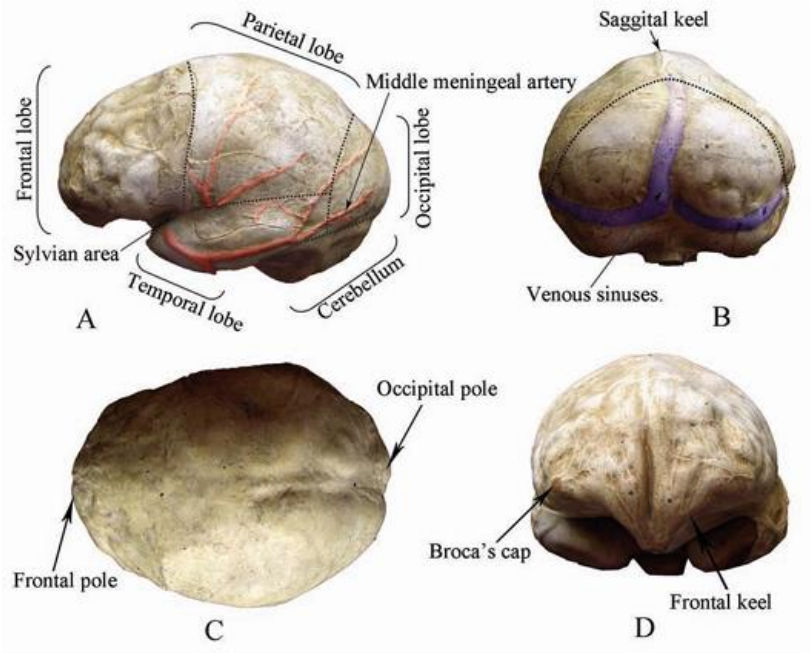
تشوكوديان وأنواع أخرى من الهوموإركتوس المقارنة مثل ارتفاع الجمجمة المنخفض، الموضع المنخفض لأقصى عرض، وفصوص أمامية مسطحة، وفص مخيخي منخفض وأمامي، وعارضة أمامية، وأوعية سحائية بسيطة، وسعة دماغية صغيرة؛ إلى أن هذا الجانب –أكثر من أي سمة أخرى– يمكن عدها السمة المميزة لأفراد ما قبل العاقل من جنس الإنسان. وبالمقارنة مع الأنواع الأخرى من تشوكوديان، فإن تشوكوديان خمسة (ZKD V) يتميز ببعض السمات المتقدمة؛ بما في ذلك الفصوص الجدارية المدببة، والفصوص الأمامية العريضة، والدماغ الكبير والطويل إلى حد ما. ويزداد حجم أدمغة عينات تشوكوديان قليلاً بمرور الوقت. وتتأثر الاختلافات المورفولوجية القحفية للهوموإركتوس في جميع أنحاء العالم القديم والقوالب داخل الجمجمة بالبيئة بشكل أقل من الجمجمة الخارجية. إذ إن النتائج التي تم الحصول عليها من القوالب الداخلية لا تدعم فكرة أن عينات تشوكوديان لها سمات مورفولوجية ومورفومترية فريدة تختلف عن الهوموإركتوس الإندونيسي والإفريقي .[10]



من سمات دماغ الهوموإركتوس البارزة؛ الوضع الخلفي للفصوص المخيخية لاسيما في العينات الآسيوية، إن دارسة هذه الظاهرة بتعمق تبين أن الفصوص المخيخية عند البشر المعاصرين تقع أسفل المناطق الصدغية؛ نتيجة الشكل الكروي للدماغ، أما عند النياندرتال الذي يفتقر إلى هذه الكروية، فإن

[10]) Xiujie, W., Op. Cit., 2010, p.122.

الفصوص المخيخية تقع في وضع خلفي؛ عند قاعدة المناطق الصدغية. بينما عند الهوموإركتوس تقع الفصوص المخيخية أسفل الفصوص القذالية تقريباً، لذا يمكن افتراض أن التكامل بين المنطقتين الجدارية والقذالية، وكذلك التكامل بين المنطقتين القذالية والمخيخية المنتفخة، يمكن أن يُؤدي إلى مورفولوجيا داخل القحف تتميز بجداريات مسطحة، وفصوص قذالية بارزة، وفصوص مخيخية خلفية[11]، مع ذلك لا تزال البيانات المتعلقة بالشكل المخيخي أو القشري الحديث للهوموإركتوس نادرة للغاية، وبناءً على ذلك تستند التحليلات التي أُجريت هنا إلى قياسات حجم الدماغ الكلي .[12]



منظر جانبي (**A**)، منظر خلفي (**B**)، منظر علوي (**C**)، ومنظر أمامي (**D**) لقالب داخلي لـ **ZKD**، يشير إلى المعالم التشريحية.

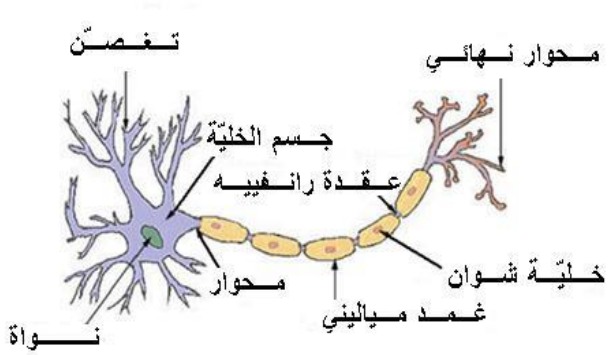
[11]) Bruner, E., et la., Op. Cit., 2015, p.86.

[12]) Rightmire, G. Ph., *Homo erectus and Middle Pleistocene hominins: Brain size, skull form, and species recognition*., Journal of Human Evolution Vol 65, Issue 3, September 2013, p.227.

عادةً ما يكون حجم الدماغ هو أول ما يتبادر إلى ذهن الناس عندما يفكرون فيما يجعل البشر فريدين؛ فأدمغة الإنسان أكبر بنحو ثلاثة أضعاف مما هو متوقع لدى الرئيسيات من حجم أجسامنا نفسه[13]، ويعود ذلك جزئياً إلى أن كبر حجم الدماغ لدى الإنسان العاقل الذي يحوي نحو 95 مليار من الخلايا العصبونية؛ ليس فقط أحد أبرز السمات المورفولوجية لنوعنا، بل هو أيضاً سمة مرتبطة بطريقة ما بأهم سماتنا السلوكية، ألا وهي الطريقة الفريدة التي نفكر بها، ويعود ذلك جزئياً إلى أن حجم الجمجمة –وهو مقياسه الوثيق– سهل القياس ومتوفر بسهولة نسبية من الحفريات التي تمثل جميع الفترات الزمنية لنمو الدماغ البشري تقريباً[14]. إن العوامل المهمة التي تؤثر على شكل الجمجمة هي مسارات النمو المختلفة للقحف العصبي، وقاعدة الجمجمة، والوجه. وتجدر الإشارة إلى أن القحف العصبي وقاعدة الجمجمة يسيران على مسار نمو عصبي سريع، إذ يتحقق معظم النمو في هذه المناطق بحلول عمر الـ 6 أو 7 سنوات، بينما يستمر نمو الوجه طوال مرحلة تطور الطفل كجزء من مسار نمو الهيكل العظمي، ولا يكتمل حتى عمر 16–18 سنة تقريبا[15]، ويعد علماء ما قبل التاريخ أن الزيادة في حجم الدماغ سمة من الدرجة الأولى، في حين أن جميع خصائص الجمجمة الأخر والوجه الناتجة عن تضخم الدماغ، والتي تعد أهم المؤشرات الأساسية للتقدم التطوري، هي سمات من الدرجة الثانية فقط، وتشمل هذه الأخيرة فقدان الحلقة فوق الحاجبية، وزيادة كروية القحف، وتقلص هيكل الوجه .[16]

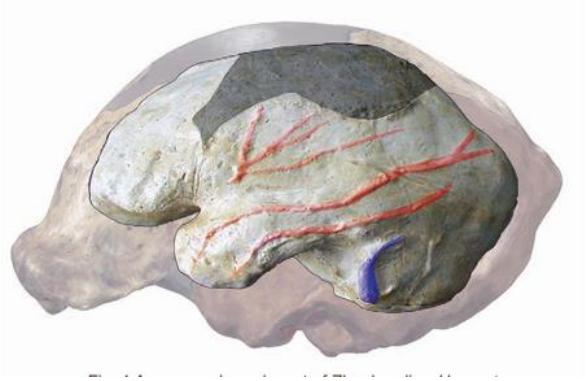
13) Cofran, Z., Op. Cit., 2017, p.1.
14) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.3.
15) Clark, G., & Henneberg, M., Cognitive and behavioral modernity in Homo erectus: skull globularity and hominin brain evolution., Anthropological Review; Vol. 84 (4)., 2021, p.470.
16) Rightmire, G. Ph., Op. Cit., 2013, p.227.

بنية خلية عصبية مثالية



ولمعرفة أحجام الجمجمة العصبية يستخدم أساتذة الاختصاص القوالب الداخلية؛ وهي الانطباعات المأخوذ من على الجدار الداخلي للجمجمة مع الاحتفاظ بالسمات السطحية للدماغ، وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن لعلماء ما قبل التاريخ أن يصلوا إلى أحجام الجمجمة العصبية بثلاث طرق؛ فقد يتم إنتاجها بشكل طبيعي من خلال الرواسب التي ملأت الجمجمة الفارغة؛ كما يمكن تقديرها صناعياً عن طريق تغطية الجزء الداخلي من قلنسوة الجمجمة بالجص أو السيليكون. أما الشكل الثالث فهو شكل افتراضي يُعاد بناؤه من البيانات التي تم جمعها أثناء فحوصات التصوير المقطعي المحوسب (CT). إن القوالب الداخلية ليست قوالب للأدمغة، ولكنها تعكس السمات الخارجية لتشريح الدماغ بالتفصيل: مثل حجم الدماغ، والشكل العام، والأحجام النسبية لفصوص القشرة المخية، وأنماط التلافيف والأثلام، وعدم التماثل والانحياز الجانبي، وإمدادات الدم للسحايا والجيوب الوريدية. يسمح تحليل القوالب الداخلية الأحفورية لأشباه البشر باستنتاجات حول تطور الدماغ وشكله وقدراته وأنماط السلوك. وتُعد القوالب الداخلية لعينات تشوكوديان عينات جيدة لمعرفة أدمغة الهوموإركتوس ودراستها، ويشير باحثون آخرون إلى أن السمات الجمجمة التي كانت تعد مقتصرة على الهوموإركتوس الآسيوي موجودة أيضاً في بعض العينات الأفريقية، وهكذا توفر بيانات القالب الداخلي بعض الأدلة الجديدة لمعالجة هذه المسألة.[17]

[17]) Xiujie, W., Op. Cit., 2010, p.120.



إعادة إنتاج دماغ الهوموإركتوس

لقد قدر الأستاذ كيث Keith الحد الأدنى لحجم الدماغ بـ 750سم^3، لعد صاحبه من أشباه البشر، ورأى أنه من الأفضل عدها صاحب سعة الجمجمة الأصغر من ذلك؛ مخلوقاً غير بشريٍ تماماً. لقد توصل إلى هذا الرقم من خلال تحديد نقطة الوسط بين أكبر دماغ موجود بين القردة العليا الحية (نحو 650سم^3 للغوريلا) وأصغر دماغ (855سم^3) موجود في الجنس البدائي للبشرية؛ وهم السكان الأصليون في أستراليا. بالنظر إلى السجل الأثري؛ قدم هذا الرقم فرزاً واضحاً بين جنس الإنسان، وحفريات الأسترالوبيك ذات الأدمغة الأصغر التي قُدِّرت بأنها لا تزيد عن 650سم^3[18]، في الواقع لقد ظهر الجنس البشري منذ أكثر من مليوني سنة مصحوباً بزيادات كبيرة في الحجم النسبي داخل الجمجمة مقارنة بالرئيسيات، وفي المقابل كانت أدمغة الهوموإركتوس التي قدرت سعتها بمعدل وسطي يتراوح ما بين 850سم^3 و950سم^3 أصغر من أدمغة الإنسان العاقل.[19]

بشكل أكثر تفصيلي يتراوح حجم جماجم الهوموإركتوس ما بين 750سم^3 لأصغر جمجمة، و1250سم^3 لأكبر جمجمة[20]، حيث يقدم لنا السجل الأثري نماذج مختلفة؛ أهمها قلنسوة جمجمة الهوموإركتوس عثر عليها في حوض نهر سولو Solo في مقاطعة ترينيل Trinil في وسط جاوا

---

18) Allen, J, S., *The Lives of the Brain*; *Human Evolution and the Organ of Mind*., London., 2009, p.47.

19) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., *The Evolution of Human Brain Development*., Springer Science 39, Evol Biol 2012, p.568.

20) Stefoff, R., *First humans; (Humans: an evolutionary history)*., Marshall Cavendish Benchmark, New York 2010, p.83.

(إندونيسيا) التي بلغت سعتها 900سم^3، والتي تتميز بمورفولوجيا مميزة للغاية؛ ويُرجَّح الآن أن تاريخها يعود إلى نحو 800 ألف سنة، باستخدام هذه العينة يمكننا ربط أحافير سانجيران Sangiran الأقدم قليلاً أو المتزامنة معها تقريباً؛ والتي تتراوح أعمارها ما بين (1.3–1 مليون سنة)، وتقدر سعتها بنحو 917 ملم[21]. كما تم الحصول على مدار أكثر من 70 سنة من الاكتشافات على مجموعة من ست عينات للهوموإركتوس في قرية تشوكوديان كثيرة الكهوف في شمال الصين[22]. تُمثل عينات تشوكوديان العينة الصينية بشكل كبير، يُقدر متوسط سعة الجمجمة بـ ١٠٥٨سم^3؛ إذ تتراوح ما بين ٩١٥سم^3 لتشوكوديان 3 (ZKDIII) و١٢٢٥سم^3 تشوكوديان 12 (ZKDXII)، وتأريخ بواسطة التألق الحراري ما بين 400 و800 ألف سنة[23]. أما عينات سامبونغماكان Sambungmacan التي قدر عمرها بنصف مليون سنة أو أقل قليلا؛ وتراوحت أحجامها ما بين 917–1035 ملم بمعدل متوسط قدره 986 ملم، وعينات نغاندونغ Ngandong الأحدث عمراً والأكبر حجماً والتي قدر عمرها بنحو 110 ألف سنة، وسعتها بـ 1148 ملم (ربما من نوع مختلف ولكنه وثيق الصلة)، تمثل هذه العينات اتجاه نمو واضح في الدماغ؛ إذ يبدو أن هناك اتجاهاً يتماشى مع الزمن ما بين عينات جاوا (سانجيران وترينيل) الأقدم عمراً والأصغر حجماً، وعينات سامبونغماكان ذات الفترة الزمنية المتوسطة والقيمة الحجمية المتوسطة؛ وعينات نغاندونغ الأحدث عمراً والأكبر حجماً، رغم أن هذا الخط لا يختصر كامل القصة إذ تجدر بنا الإشارة إلى وجود تداخل في النطاقات الممتدة على طول سلسلة جاوا، وأن عينات تشوكوديان تبدو في معدلاتها الوسطى أكبر حجماً من تلك العينات ذات العمر المماثل لها من جاوا؛ ومع ذلك فإن هذا الاتجاه الزمني نحو التضخم داخل الفرع ككل لافت للنظر [24] .

أما بالنسبة للعينات الإفريقية فإن أول جمجمتين تم الكشف عنهما للهوموإركتوس في شرق لإفريقيا (شرق توركانا)؛ هما الجمجمة التي حصلت على الرمز العلمي (KNM–ER 3733)، والجمجمة التي حصلت على الرمز العلمي (KNM–ER 3883)، وكلاهما يبلغ عمره نحو 1.6 مليون سنة، وسعتهما قدرت بـ 848 و804 سم^3 على التوالي، وكان كلاهما يعاني من ضعف في حفظ سطح العظام الداخلي. بينما كانت سعة جمجمة فتى توركانا نحو 880سم^3؛ وهو أقرب هوموإركتوس لهم من جهة العمر (1.6–1.5 مليون سنة)، كانت جمجمته التي تم وصفها بعد عقد من تاريخ اكتشافها، قابلة

21) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.8.
22) Xiujie, W., Op. Cit., 2010, p.120.
23) Bruner, E., et. la., Op. Cit., 2015, p.82.
24) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.8

للمقارنة معهم على نطاق واسع؛ فالجماجم الثلاثة متقاربة فيما بينها من حيث العمر والحجم ومنطقة الاكتشاف، وكذلك مورفولوجيا داخل القحف المتماثلة فيما بينها. لا شك أن هناك فروقات مورفولوجية خارجية واضحة، والأمر الملفت للانتباه هو أن هذه الملاحظة الأخيرة نفسها تنطبق بدرجة أو بأخرى على جماجم شرق إفريقيا الأخرى؛ المصنفة ضمن هذه المجموعة. إذ تتضمن هذه الحفريات غير المتجانسة جمجمة (42700KNM–ER) من إيليرت Ileret (كينيا) في شرق توركانا، والتي قُدّر عمرها بنحو 1.55 مليون سنة، وسعة تتراوح ما بين 721– 744سم^3؛ قد يكون حجمها الضئيل نسبياً مرتبطاً بسن ما قبل البلوغ[25]. بينما جمجمة أولدوفاي (تنزانيا) التي حصلت على الرمز العلمي (OH 9) رغم أنها أجزاء كبيرة مفقودة منها، إلا أنها أظهرت سمات تُقارب الأنماط المورفولوجية الآسيوية للهوموإركتوس، وقُدّر عمرها ما بين 1,4 – 1,2 مليون سنة، وسعة جيدة بلغت نحو 1067سم^3. وتُعد جمجمة داكا Daka (إثيوبيا) الأكثر اكتمالاً والأفضل حفظاً من عينات هذه المجموعة[26]، والتي قُدّر عمرها بمليون سنة، وسعة بلغت نحو 995 سم^3. وكذلك جمجمة بويا Buia من إريتريا التي حصلت على الرمز العلمي (31UA) والتي أرخت بنحو مليون سنة وسعة قدرت بنحو 995سم^3. وعظام الجمجمة المجزئة من جنوب كينيا والتي حصلت على الرمز العلمي (45500 KNM OG) قدر عمرها بنحو 900 ألف سنة، وسعة تراوحت ما بين 700–800 سم^3. في هذه التشكيلة المتنوعة –إلى حد ما– في سعة الجمجمة، من الصعب اكتشاف أي خط تصاعدي في الحجم بمرور الوقت، بل العكس فرغم الفروق الواضحة في شكل الجمجمة، إلا أنه من الواضح أن الهوموإركتوس في شرق إفريقيا؛ كان نوعاً أظهر ثباتاً في أحجام الدماغ، بدلاً من أي ميل نحو التوسع على مدى فترة زمنية طويلة قدت بنحو 800 ألف سنة[27]. والأهم رغم أن العينات الأفريقية والآسيوية تُظهر بعض الاختلافات المترية وغير المترية في مورفولوجيا جماجمها، إلا أنه يُمكن تفسير هذا الاختلاف بسهولة على أنه نتيجة لنوع واحد متعدد الأنماط ولكنه واسع الانتشار، تشكَّلَ من مجموعات إقليمية خضعت للعزلة في الزمان والمكان، كما لا يوجد أي دليل من علم الأعصاب القديمة يدعم أن هناك اختلافات مورفولوجية في الدماغ بين المجموعات الجغرافية الرئيسية سواء الإفريقية أم الآسيوية[28].

---

[25]) Ibid, p.9.
[26]) Bruner, E., et la., 2015, pp.81, 82.
[27]) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.9.
[28]) Bruner, E., et la., Op. Cit., 2015, p.80 + p.86.

رغم معرفتنا الجيدة اليوم بالحجم الكلي للدماغ لكثير من العينات من القوالب العصبية القحفية لأفراد الهوموإركتوس؛ إلا أنها لم تزودنا بعد بأبسط المعلومات حول وظيفة الدماغ و"الذكاء" التي نرغب في الحصول عليها عند معالجة تطور الإدراك البشري، ومع ذلك عندما نبحث عن أصول الأسلوب المعرفي الحديث وأنماط السلوك الفريد، فإن السجل البيولوجي لا يمنحنا مكاناً آخر نلجأ إليه غير حجم الدماغ؛ وقليلون هم أساتذة الاختصاص الذين يناقشون في أن حجم الدماغ يجب أن يعني شيئاً ما، خاصةً عندما يمكن ربطه بطريقة ما بحجم الجسم، إنه عنصر لا يمكن نسيانه أبداً، حتى عندما تكون آثاره المعرفية الدقيقة مستحيلة المعرفة. إن عدم اليقين الناتج يجعل من حسن الحظ أن لدينا أيضا السجل الأثري المادي من مصنوعات ومبتكرات؛ فهو خير شاهد على السلوكيات البشرية القديمة، التي تلت اختراع صناعة الأدوات الحجرية، لأنه على الرغم من انتقائيته وعدم اكتماله بشكل محبط، إلا أنه يمكّننا من إلقاء نظرة خاطفة على بعض الأساليب المعرفية البشرية القديمة أثناء العمل[29].

ثانيا: مستويات نمو الدماغ:

يقصد بمستويات نمو الدماغ "نسبة حجم الدماغ إلى كتلة الجسم"، في الواقع إن الثديّات الأكبر حجماً تحتاج إلى عقول أكبر؛ ويبدو أن أشباه البشر لم يشذوا عن هذه القاعدة من حيث المبدأ، إذ أظهر الهوموإركتوس (أصحاب الدماغ الأكبر) قبل نحو 1.9 مليون سنة زيادة بنسبة 40% في طول عظم الفخذ وقطر مفصل الورك القريب، مقارنةً بالأسترالوبيك (أصحاب الدماغ الأصغر) الذين عاشوا في عصر البليوسين Pliocene ما بين 3.6– 2.6 مليون سنة، لقد ترافقت الزيادة في حجم الجسد مع زيادة واضحة في حجم الدماغ، ويبدو أن الزيادة في حجم الجسم إشارة صريحة بتحول جذري من نظام غذائي نباتي في المقام الأول (الفواكه والمكسرات والنباتات)، إلى نظام يركز على زيادة الاعتماد على البروتينات والدهون الحيوانية[30]، وتؤكد سوزان أنطون Susan Antón (عالمة الحفريات من جامعة روتگرز Rutgers) أن للبيئة عامل مؤثر في البنية المورفولوجية من خلال ما تقدمه من موارد ونوعية أطعمة؛ فالقيمة الغذائية لهذه الأطعمة تنعكس على حجم الجسم وشكله، سواء سلبا أم إيجابا[31].

---

29) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.5.

30) Gallagher, A., Op. Cit., 2013, p.553.

31) Anton, S. C., & Taboada, H. G. & Middleton, E. R., & Rainwater, Ch. W. & Taylor, A. B. & Turner, T. R. & Turnquist, J. E. & Weinstein, K. J. & Williams, S. A., Morphological variation in Homo erectus and the origins of developmental plasticity., The Author(s) Published by the Royal Society, 13 June 2016, p.2.

ولا شك أن زيادة حجم الجسم واستطالة الطرف السفلي بشكل كبير، قد منحتا الهوموإركتوس فوائد فيزيولوجية وطاقة كبيرة مقارنةً بالأسترالوبيك، بما في ذلك انخفاض تكلفة الحركة، وزيادة كفاءة التحمل، وربما القدرة على الجري لمسافات تزيد عن 12 كم دون توقف [32].

يعود تاريخ الأبحاث المتعلقة بالعلاقة المتماثلة بين حجم الدماغ وحجم الجسم إلى نهاية القرن التاسع عشر، إذ كان الطبيب الهولندي يوجين دوبوا Eugène Dubois، من أوائل من تنبه إلى هذه الحقيقة، وفي هذه العلاقة هناك استنتاج واحد –على الأقل– لا لبس فيه: هو أن التباينات في حجم الدماغ بين أنواع الثديّات يتم تفسيرها بحجم الجسم. ويقدر هاري جيرسون Harry Jerison الذي يوفر عمله على مدى عدة عقود معياراً لجميع النقاشات في هذا المجال، أن نحو 90 بالمائة من التباين في حجم الدماغ بين الثديّات؛ يمكن أن يعزى إلى الاختلاف في حجم الجسم، وعلاقة حجم الدماغ مع حجم الجسم قائم على أنه من المفترض أن الجسم الأكبر يتطلب دماغاً أكبر للحفاظ على وظائفه المختلفة، ويشير فرانسيسكو أبويتز Francisco Aboitiz إلى هذا المكون بعده المحدد "الجسدي" للعلاقة بين حجم الدماغ والجسم. ويمكن أن تعزى نسبة الـ 10% من التباين؛ التي لا يمكن تفسيرها بحجم الجسم إلى "الدماغ". من وجهة نظر جيرسون يرتبط الدماغ بشكل مباشر بالذكاء، أو القدرة على بناء "عالم إدراكي"؛ فالحيوانات التي لديها عدد أكبر من الخلايا العصبية الإضافية بما يتجاوز تلك اللازمة للصيانة الجسدية يجب أن تكون أكثر ذكاءً من تلك التي ليس لديها مثل هذا الفائض. عموماً إن تعريف الذكاء مسألة مثيرة للجدل، ولكن الفكرة الأساسية هي أن الخلايا العصبية الإضافية في الحيوانات التي تمتلكها؛ يجب أن تتطور بالتزامن مع تطور القدرات المعززة في بعض المجالات المعرفية[33]. لقد كان الأستاذ فرانز فايدنرايشFranz Weidenreich (أستاذ التشريح الألماني والمتخصص بأنثروبولوجيا الإنسان القديم) من أوائل دعاة التكامل المورفولوجي في جسم الإنسان، فقد أشار إلى أنه «يجب عد شكل الرأس أو الجسم وحدةً كليةً تتناغم فيها جميع أجزائه منذ البداية» و«يجب عد كل تغيير جوهري نتيجةً لتغيير في البنية الكلية»، ويُطبّق هذا المنطق نفسه في التعريفات الحديثة للتكامل على أنه «ارتباط العناصر من خلال مجموعة من الآليات السببية بحيث ينعكس التغيير في أحد العناصر على تغيير في عنصر آخر» [34].

32) Gallagher, A., Op. Cit., 2013, p.553.
33) Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.67.
34) Rightmire, G. Ph., Op. Cit., 2013, p.227.

رغم صحة كل ما تقدم ومنطقيته من حيث المبدأ، إلا أن هناك حقائق علمية يجب التوقف عندها؛ فتحويل أحجام الدماغ أحياناً إلى مُعاملات تضخم الدماغ (EQs) عن طريق حساب نسبة حجم الدماغ المُقاس إلى حجم الجسم المتوقع؛ تُسبِّب مجموعة متنوعة من التعقيدات، ليس أقلها اختيار الانحدار المناسب لاستخلاص القيمة المتوقعة. ثانياً في حال قياس حجم الدماغ في الجماجم المعزولة، غالباً ما يكون حجم الجسم غير معروف، ثالثاً: لا يُمكن تحديد الأحجام النسبية لمناطق الدماغ المختلفة بدقة، ناهيك عن السمات الفيزيولوجية مثل كثافة الخلايا العصبية. وعلى الرغم من وجود العديد من التلافيف والشقوق التي يُحتمل أن تكون مفيدة على سطح الدماغ، إلا أن علماء علم الأعصاب القديمة لا يزالون في نقاش فيما بينهم، فاختصاص علم الإنسان القديم paleoanthropology هو من أعقد التخصصات[35]. وحتى لا يبقى الحديث في الإطار النظري فقط، وبما أنه من المفترض أن الزيادة في سعة الدماغ داخل الجمجمة ترتبط بزيادة في حجم الجسم حكماً، إلا أن ذلك لم يظهر جلياً في فتى توركانا؛ فرغم الشبه الكبير بين الهيكل العظمي للإنسان العاقل والهيكل العظمي لفتى تركانا إلا أن حجم دماغه لم يزد عن 53,7 بوصلة مكعبة (أي ما يعادل 880سم^3)، وهذا الحجم لا يعادل سوا ما نسبته 69% من حجم دماغ الإنسان العاقل فقط؛ الذي يبلغ نحو 82 بوصلة مكعبة؛ أي 1350سم^3. ورغم أن حجم دماغ الهوموإركتوس لم يبلغ حجم دماغ الإنسان العاقل المعقد والكبير لكنه فاق حجم دماغ الرئيسات غير البشرية الحية الحالية، فالقرود مثلاً لا يزيد حجم دماغها عن 27,5 بوصلة مكعبة؛ أي ما يعادل 450سم^3، كما فاق حجم دماغ أفراد الهوموإركتوس حجم دماغ الإنسان الماهر بضعف واحد على أقدر تقدير.

ثالثا: الدماغ وموارد طاقته:

على مدار العشرين سنة الماضية حظي تطور الاحتياجات الغذائية البشرية باهتمام متزايد بين علماء الأنثروبولوجيا وعلماء التغذية، وبفضل جهودهم أصبحنا ندرك بشكل متزايد أن العديد من السمات الرئيسية التي تميز البشر عن الرئيسيات الأخرى (مثل السير على قدمين، وحجم الأدمغة الكبيرة) لها آثار مهمة على احتياجاتنا الغذائية المميزة، وأهمها ارتفاع مستويات نمو الدماغ (نسبة حجم الدماغ إلى كتلة الجسم)[36] . وهكذا يظهر جلياً أن هناك علاقة وثيقة بين حجم الدماغ ومستوى موارد الغذاء، فالتحديات البيئية المتعلقة بالعثور على الغذاء أو تخزينه أو معالجته، هي السبب الرئيسي لتطور أنماط

35) Tattersall, I., *Endocranial volumes*, Op. Cit., 2023, p.8.

36) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., *Effects of Brain Evolution on Human Nutrition and Metabolism*., Annu. Rev. Nutr. 2007, p.312.

السلوك عند البشر، وهذه العلاقة الجدلية استمرت مع الزمن؛ فمع ازدياد متوسط حجم الدماغ بمرور الوقت، ارتفع متوسط مستوى إنتاجية الصيد والجمع أيضا، مما ولَّد حلقة تغذية راجعة إيجابية. في الواقع إن تطور حجم الدماغ كان الدافع الرئيسي للتقدم الفريد للبشرية؛ والذي بدوره شكّل العمليات السلوكية المتطورة المستقبلية، مما مكّن البشر من التكيف بنجاح أكبر مع بيئاتهم المتغيرة، ومواصلة تطوير تقنيات جديدة وتقديم ابتكارات والاستفادة منها [37].

عموما توفر الأدمغة الكبيرة الأساس البيولوجي لمكانتنا الثقافية، وتتطلب كميات كبيرة من السعرات الحرارية (الكالوريات Calories) لدعمها[38]، ويعتقد العديد من علماء الإنسان القديم أنه إلى جانب التحرك بشكل أسرع، وامتلاك أدمغة أكبر، وصغر حجم الأمعاء، وتقلص حجم الأسنان، بدأ أشباه البشر في تناول المزيد من اللحوم[39]؛ فقد تطلب تقليل المواد النباتية في النظام الغذائي واعتماد استهلاك اللحوم؛ جهداً أقل في الجهاز الهضمي البشري وبالتالي صغر حجم الأمعاء، بالإضافة إلى تراجع حجم الأسنان، إن هذه التبدلات ترافقت مع تغير فيزيولوجي آخر مهم في بنية جماجمهم؛ تمثل في تبدل حجمها الذي زاد حتى تراوح متوسطه ما بين 850–950سم^3؛ أي أن جماجم الهوموإركتوس ظهرت أكبر حجماً بنسبة 50% تقريباً عما هو موجود عند أشباه البشر الأوائل، وترجع أهمية زيادة حجم الدماغ إلى الإجراءات الحاسمة المذكورة أعلاه؛ والتي حفزت النمو والتأثيرات المستمرة التي أحدثتها على أنماط حياتهم [40].

إن الزيادة في حجم الدماغ عند أفراد الهوموإركتوس مقارنة بأشباه البشر الأوائل؛ وحدها تتطلب المزيد من الطاقة للحفاظ عليها؛ وبالتالي المزيد من الأطعمة عالية الجودة بشكل أو بآخر، وهكذا تناولوا نظاماً غذائياً متنوعاً وواسعاً[41]، ويفترض معظم المختصين أن الدرنات والدهون الحيوانية والبروتينات

37) Chu, Angus C., *Human Brain Evolution in a Malthusian Economy*., Munich Personal RePEc Archive, April 2023, p.3-7.

38) Cofran, Z., Op. Cit., 2017, p.1.

39) Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.94.

40) Dzhinenko, E., The Cognitive Evolution of Homo erectus The Cognitive Evolution of Homo erectus., The Undergraduate Research Journal at the University of Northern ColoradoLMVolume 11, Number 1, July 2022, p.1.

41) Saha, D., & Pooja Rai & Abhimanyu Kumar Jha., *Homo erectus*., Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior, Springer Nature Switzerland AG 2019, p.2.

كانت عناصر أساسية[42]، فاحتياجات الدماغ والأنسجة العصبية الأخرى من الطاقة (السعرات الحرارية) احتياجات مرتفعة للغاية؛ تصل إلى نحو 16 ضعف من احتياجات العضلات الهيكلية في الجسم، ونتيجة لذلك جاء تطور حجم الدماغ الكبير في السلالة البشرية بتكلفة استقلاب عالية للغاية[43]. لا شك أن الدماغ الأكبر أكثر تكلفة للطاقة، وكذلك هو حال حجم الجسم الأكبر أيضاً، وقد تكون التطورات السلوكية هي انعكاس لهذا الدماغ الأكبر، فنتج عنها تغيير نمط الحياة في العصر الحجري القديم، عندما إدخال الهوموإركتوس اللحوم إلى نظامه الغذائي لضرورة حياتية ماسة، وهي زيادة السعرات الحرارية في طعامه[44]، وهكذا وفّر تناول اللحوم والمنتجات الحيوانية البحرية لدماغ الهوموإركتوس ما يحتاج إليه من سعرات حرارية؛ إذ أن دماغه يستهلك ما يقارب 17% من الطاقة الاجمالية التي يحصل عليها في اليوم الواحد؛ أي نحو 260 ألف سعرة حرارية صغيرة من أصل 1500 ألف سعرة حرارية صغيرة [45].

نعم إن احتياجات جسم الإنسان الطبيعية من الطاقة أثناء الراحة لا تزيد عن احتياجات أي حيوان من الثديّات من الحجم ذاته، لكن تكمن المفارقة في أن البشر يخصصون حصة أكبر بكثير من ميزانيتهم اليومية من الطاقة لتغذية أدمغتهم، في الواقع يمثل استقلاب الدماغ ما بين 20% إلى 25% من معدلات الاستقلاب أثناء الراحة (RMR) في جسم الإنسان البالغ، وهذا أعلى بكثير من نسبة 8% إلى 10% التي سجلت في أنواع أخرى من الرئيسيات، وأكثر من نسبة 3% إلى 5% المخصصة للدماغ من قِبل الثديّات الأخرى (من غير الرئيسيات)، إن التخصيص الكبير وغير المتناسب لميزانيتنا من الطاقة لاستقلاب الدماغ له آثار مهمة على احتياجاتنا الغذائية[46]. وإذا ما هيمنت الميزة المعرفية لدماغ أكبر على تكاليفه الاستقلابية الأعلى، فإن متوسط حجم الدماغ يزداد بمرور الوقت، وهو ما

42) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., *The Rise of Homo sapiens*; *The Evolution of Modern Thinking*., United Kingdom, 2009, p.116.

43) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., Op. Cit., 2007, p.312.

44) Bribiescas, Richard G., *Men: evolutionary and life history*., First Harvard University Press paperback edition, 2008, p.57.

45) Leonard, W. R., *Food for thought*, *Dietary change was a driving force in human evolution*., Scientific American, Vol 287, number 6, December 2002, p.110.

46) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., Op. Cit., 2007, p.312.

يتوافق مع الاتجاه المتزايد في حجم الدماغ لدى الأنواع البشرية القديمة [47]، ومع هكذا دماغ أكبر جاءت درجة أعلى من التفكير والتأمل، ومع الحاجة إلى اصطياد اللحم أتت درجة أكبر من القدرة على التحرك، ولأول مرة في تاريخ البشرية أخذ هؤلاء في الانتشار من مكان نشأتهم، وهذه القدرة على الحركة هي وراء احتلالهم لكوكب الأرض في أقل من مليوني سنة[48]. وهكذا يبدو أن الهوموإركتوس يُمثل تحولاً تكيفياً رئيسياً في السلالة البشرية، فمع ظهورهم في شرق أفريقيا قبل نحو 2 مليون سنة، لاحظ المختصون: أولا زيادات ملحوظة في حجم الدماغ والجسم، ثانياً: انخفاضاً في حجم الأسنان الخلفية ومتانة الجمجمة والوجه، ثالثاً: تطوراً في نسب الأطراف الشبيهة بأطرافنا، رابعاً: تغييرات مهمة في سلوك البحث عن الطعام/البقاء. حدثت هذه التغيرات في سياق تحولات مناخية واسعة النطاق، إذ أصبحت البيئة أكثر جفافاً، مما أدى إلى تدهور في المناطق الحراجية وتوسع في أراضي الغابات المفتوحة والمراعي. كان من شأن هذا التحول في المشهد الأفريقي أن يؤثر بشدة على توزيع الموارد الغذائية لهم، ما جعل الأغذية الحيوانية أكثر وفرة، وبالتالي مورداً غذائياً جذاباً بشكل متزايد. وباستخدام النظم البيئية الاستوائية الحديثة كمرجع مرشد، تبين أنه على الرغم من أن الساڤانا/الأراضي العشبية لديها إنتاجية أولية صافية للطاقية (السعرات الحرارية) أقل بكثير من الأراضي الحرجية (4050 مقابل 7200 سعرة حرارية/م^2/سنة)، فإن مستوى إنتاجية الحيوانات العاشبة في الساڤانا يبلغ ثلاثة أضعاف تقريباً مستوى إنتاجية الغابات (10.2 مقابل 3.6 سعرة حرارية/م^2/سنة). وبالتالي يبدو أن التغييرات الأساسية في بنية النظام البيئي منذ 2 إلى 1.8 مليون سنة مضت، قد أدت إلى زيادة صافية في وفرة الطاقة (السعرات الحرارية) القادمة من الثديّات الرعوية (مثل ذوات الحوافر) في المشهد الطبيعي لشرق أفريقيا، لقد كان من شأن هذه الزيادة أن تتيح فرصةً للهوموإركتوس ذو القدرات السلوكية والتكنولوجية الكافية لاستغلال تلك الموارد[49].

---

47) Chu, Angus C., Op. Cit., 2023, p.3-7.

48) Coppens, Y., & Denis Geraads., *East side Story; The Origin of Humankind, the rife valley in Africa holds the secret to the divergence of hominids from the great and to the emergence human beings*., Scientific American, May 1994, p.69.

49) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., Op. Cit., 2007, pp.317, 318.

لكن يبقى السؤال الأهم هل يدعم السجل الأثري ما تقدم من نتائج؟ في الواقع يبدو السجل الأثري متسقاً مع ما تقدم من طروحات، فمواقع مثل كونسو جاردولا Konso Gardula (إثيوبيا) وبينينج Peninj (تنزانيا)، تشير إلى تناول اللحوم من خلال تركيز أكبر على جثث الحيوانات؛ مما كان عليه الحال بالنسبة لأشباه البشر الأوائل، حيث عثر على عظام عليها آثار تقصيب على عظام جثث الحيوانات بشكل أكبر[50]. أما في آسيا فقد تم تصنيف موقع تشوكوديان كقاعدة منزلية لأفراد الهوموإركتوس؛ وتشهد بقايا الطعام المتنوعة التي اكتشفت فيه؛ كاللحوم والفواكه والخضروات البرية والدرنات والبيض[51]، إلى تنوع النظام الغذائي عند الهوموإركتوس، وأن اللحم كان حاضراً في قائمة المواد المستهلكة، إذ يضم الموقع مئات الآلاف من عظام الحيوانات، أهمها عظام الغزلان، بالإضافة إلى عظام الفيلة ووحيد القرن والقنادس والبيسون والخنازير والخيول، وإن ما يؤكد تنوع النظام الغذائي هو العثور على كميات كبيرة من بذور التوت المتفحمة في تشوكوديان كعنصر غذاء أساسي، هذا ناهيك أن تحليل حبوب اللقاح أشار إلى أن المكسرات من الجوز والبندق والصنوبر كانت متوفرة، تذكرنا مثل هذه الاكتشافات بأنه لا يوجد سوى صورة منوعة للنظام الغذائي عند الهوموإركتوس [52].

لقد قدمت السجلات الأثرية في مواقع مختلفة أدلةً على حدوث ذلك حقاً مع أفراد الهوموإركتوس، إذ ارتبط هذا النوع بالأدوات الحجرية، وتطوير أول اقتصاد بدائي قائم على الصيد وجمع الثمار، ويبدو أن اللحوم كانت أكثر شيوعاً في النظام الغذائي عند أفراد الهوموإركتوس مقارنةً بالأسترالوبيك، ومن المرجح أن أفراد الهوموإركتوس قد حصلوا على جثث الثديّات من خلال السماح للحيوانات المفترسة بصيد الفريسة ثم طردهم عنها، وهناك ما يشير إلى أن الحيوانات المذبوحة كانت تُنقل إلى موقع مركزي (موطنها) حيث تُشارك الموارد داخل الجماعة، لم تكن هذه التغييرات في النظام الغذائي وسلوك البحث عن الطعام لتحوّلهم إلى آكلي لحوم؛ ومع ذلك فإن إضافة كميات متواضعة من اللحوم إلى النظام الغذائي (10% إلى 20% من الطاقة الغذائية) إلى جانب مشاركة الموارد الأخرى،

---

[50]) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.116.

[51]) Choudhary, V., *Homo erectus from Africa, Asia, Europa.,* Unit 7; Block 3; *Homo Erectus to Modern Homo Sapiens*., from Book; *Introduction to Biological Anthropology*., School of Social Sciences Indira Gandhi National Open University, November 2019, p.95.

[52]) Wenke, R, F., & Deborah J. Olszewski., *Patterns in Prehistory: Humankind's First Three Million Years*., 5 Ed., New York- Oxford, Oxford University Press 2007, p.143.

وهو أمر شائع بين مجموعات الصيادين والجامعين؛ من شأنه أن يزيد بشكل كبير من جودة واستقرار النظام الغذائي[53]. وهكذا يبدو أن الطاقة التي يحتاجها الدماغ الأكبر قد تم توفيرها –جزئيًا على الأقل– عن طريق تحول الغذائي النظام المقترن بالتقدم التكنولوجي المتمثل في استخدام أدوات أولدوان، والأدوات الآشولية الأكثر تقدماً (المرتبطة بالهوموإركتوس)، ما مكّن من دمج المزيد من الأطعمة الحيوانية في النظام الغذائي؛ من أجل تلبية متطلبات الطاقة في الدماغ[54].

إن أقدم الأدلة الأثرية على استهلاك الوجبة الحيوانية يأتينا من موقع تكوين كوبي فورا Koobi Fora في شمال كينيا، حيث تُقدم مزيجاً فريداً من البقايا الحيوانية، بعضها يحمل أدلة مباشرة على الذبح، وأدوات أولدوانية يعود تاريخها إلى نحو 1.95 مليون سنة. كان سكان هذا الموقع يحصلون على جثث الحيوانات البرية والمائية التي ذبحوها في بيئة غنية بالمياه، كما يُقدم أقدم دليل قاطع على تضمين أنواع مختلفة من الحيوانات المائية إلى النظام الغذائي، بما في ذلك السلاحف والتماسيح والأسماك، وهي مصادر غنية بعناصر غذائية مُحددة وضرورية لنمو الدماغ البشري، وتشير الأدلة هنا إلى أن هذه المركبات المهمة لنمو الدماغ كانت جزءاً من النظام الغذائي، وربما لعبت دوراً مهماً في تطور الأدمغة الأكبر حجماً في التاريخ المبكر لسلالتنا البشرية[55]. لقد كان من الممكن أن تكون الأهمية المتزايدة للحوم في النظام الغذائي قد عززت –أو على الأقل– تطورت جنباً إلى جنب مع الزيادة في حجم الدماغ والقدرة على الجري. ورغم أنه تم العثور على أدوات من طراز أولدوان فقط في تشوكوديان ودمانيسي Dmanisi، إلا أن الأدوات الآشولية الأكثر تعقيداً وتنوعاً والمرتبطة ببقايا الهوموإركتوس ظهرت في مواقع أخرى للهوموإركتوس، في الواقع إن كلا النوعين من هذه الأدوات من شأنه أن يمنح أصحابها قدرة موسعة في الحصول على الغذاء من جثث الحيوانات وعظامها، والحفر بحثاً عن الدرنات والجذور، وطحن الأطعمة النباتية القاسية لتسهيل تناولها [56].

---

53) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., Op. Cit., 2007, pp.317, 318.

54) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.575.

55) David R. Brauna,1, John W. K. Harrisb, Naomi E. Levinc, Jack T. McCoyb, Andy I. R. Herriesd, Marion K. Bamforde, Laura C. Bishopf, Brian G. Richmondg,h, and Mzalendo Kibunjiai., *Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya*., PNAS Early Edition 2010, p.1.

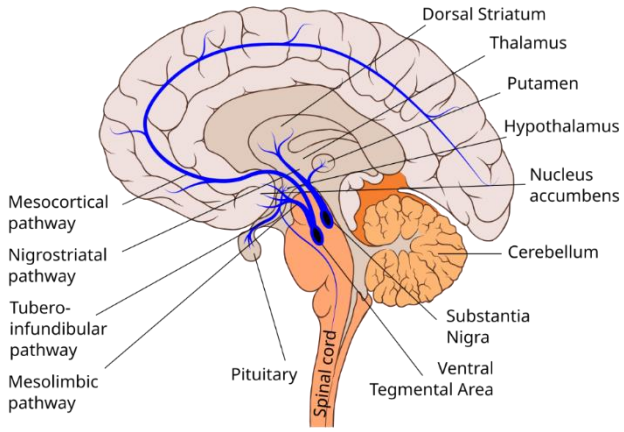
56) Stefoff, R., Op. Cit., 2010, p.94.

إن لنوعية الطعام أثر مباشر على الدماغ؛ فالاعتماد على الأطعمة الحيوانية يوفر للجسم كميات أعلى من حمض الدوكوساهيكسانويك Docosahexaenoic (DHA) وحمض الأراكيدونيك Arachidonic (AA)، وهما من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة ذات السلسلة الطويلة؛ والتي تعتبر مهمة جداً لنمو الدماغ[57]، وقد لاحظ كورداين Cordain وزملاؤه أنه بالإضافة إلى الفوائد الحيوية، فإن زيادة استهلاك الأغذية الحيوانية من شأنها أن توفر مستويات متزايدة من الأحماض الدهنية الأساسية الضرورية لدعم التطور السريع للدماغ، إذ يعتمد نمو دماغ الثديّات على كميات كافية من حمضين دهنيين؛ هما حمض الدوكوساهيكسانويك (DHA) وحمض الأراكيدونيك (AA). ولأن تركيب جميع أنسجة دماغ الثديّات متشابه فيما يتعلق بهذين الحمضين الدهنيين، فإن الأنواع التي تستخدم دماغها بمستويات أعلى؛ تتطلب كميات أكبر من هذين الحمضين. ويبدو أيضاً أن الثديّات لديها قدرة محدودة على صناعة هذه الأحماض الدهنية من السلائف الغذائية. وبالتالي من المرجح أن المصادر الغذائية لهذين الحمضين الدهنيين كانت ذات حجم دماغ أكبر في العديد من سلالات الثديّات. لقد أثبت كوردان وزملاؤه أن الأغذية النباتية البرية المتوفرة في الساڤانا الأفريقية (مثل الدرنات والمكسرات) تحتوي على كمياتٍ ضئيلةٍ جداً من هذين الحمضين الدهنيين، بينما تُوفّر أنسجة العضلات ولحوم الحيوانات من المجترات الأفريقية البرية مستوياتٍ تتراوح بين المتوسطة والعالية من هذه الأحماض الدهنية الأساسية. إن أنسجة المخ مصدرٌ غنيٌّ بحمضي AA و DHA، بينما تُعدّ أنسجة الكبد والعضلات مصادر جيدة لحمض AA ومصادر معتدلة لحمض DHA. ومن المصادر الجيدة الأخرى لحمضي AA و DHA أسماك المياه العذبة والمحار. وقد اقترح كونان Cunnane وزملاؤه أن الزيادات الكبيرة في حالات تكوّن الرأس لدى البشر ارتبطت بالاستخدام المنهجي للموارد المائية البحرية، أو النهرية، أو البحيراتية[58].

إن أحد الأمثلة على ذلك هو زيادة الأدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine triphosphate، وهو جزيء يحمل الطاقة ويوجد في خلايا جميع الكائنات الحية المعروفة، ومع ذلك لا تزال الأبحاث جارية لفهم الآليات العصبية الواضحة لكيفية مساهمة اللحوم في هذا التغيير التطوري لتضخم الدماغ. هناك احتمال آخر لكيفية مساعدة اللحوم في نمو الدماغ من خلال إنتاج الناقل العصبي (الدوبامين dopaminergic الذي يتولد عادة في منطقة المادة السوداء داخل الدماغ). لقد ثبت أن

[57]) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, pp.575, 576.
[58]) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., Op. Cit., 2007, p.318.

مستويات الدوبامين ترتفع مع عند الحصول على غذاء يحتوي على نسبة عالية من البروتينات والدهون، والتي توجد بكثرة في اللحوم، وبالتالي حجم دماغ أكبر. إن دور اللحوم في إطلاق الدوبامين هو من خلال صناعة التيروزين Tyrosine المغذي الخاص بها بواسطة سلائف الدوبامين ليفودوبا Levodopa، يوضح هذا أن تناول كميات كبيرة من الأغذية الغنية بالبروتين والغنية بالتيروزين يرتبط ارتباطاً مباشراً بمشاركة المزيد من الدوبامين ورفع مستويات الدوبامين حتماً في الجهاز العصبي المركزي (CNS). علاوة على تحويل التيروزين إلى الدوبامين، فإن الليفودوبا مسؤول عن زيادة عامل التغذية العصبية المشتق من خط الخلايا الدبقية (GDNF) الذي يحمي الخلايا العصبية الدوبامينية ويساعد في تنشيطها. يمكن أن يساهم في تنظيم مستقبلات الدوبامين في ليفودوبا أيضاً. يبدأ نمو الدماغ بوجود فائض في المعروض من الخلايا العصبية اللازمة لحديثي الولادة، وبالتالي يتعرض لعملية تشذيب المشابك العصبية واستئصال الخلايا العصبية عن طريق الانتقاء الطبيعي Natural selection، ومع ذلك فإن الانتقاء الطبيعي يمكنه توجيه النظام بسهولة للاحتفاظ بالعناصر المفيدة للبقاء على قيد الحياة، وتوليد مسارات مكونه من ألياف عصبية وخلايا عصبية إضافية من خلال تكوين الخلايا العصبية، وبالتالي فإن الوجود السائد للتيروزين لن يؤدي إلى زيادة الدوبامين فحسب، بل يدعم العمليات الأساسية للتنظيم الذاتي للدوبامين[59]. ولابد أن تؤدي التغييرات في تكوين النظام الغذائي، والتغيرات الاجتماعية والسلوكية؛ كزيادة تقاسم الطعام، لتحسين جودة النظام الغذائي واستقراره لتغذية الأدمغة الأكبر حجماً.[60]



مسارات الدوبامين الرئيسية في الدماغ البشري

[59]) Dzhinenko, E., Op. Cit., 2022, pp.3, 4.
[60]) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.576.

لاشك أن الدماغ الكبير انعكس على أنماط السلوك عند أفراد الهوموإركتوس، لاسيما فيما يخص البحث عن موارد اللحوم وتقاسمه، ونحن لا نعلم كثيراً عن أنماط السلوك هذه، وربما إن فهم أنماط السلوك داخل القارة الإفريقية اليوم يمكن أن يساعدنا على فهم النظام الغذائي عند أفراد الهوموإركتوس، أو ربما يقرب الفكرة، فاستناداً لما يمكن ملاحظته في مجتمعات الصيد وجمع الثمار المعاصرة، التي تعتمد بشكل أساسي على التعاون بين الذكور والإناث في سبيل تأمين قوت الجماعة، لاسيما عند صيد الحيوانات الكبيرة، ومن ثم تقاسم موارد اللحوم ذات القيمة العالية، يمكن الاستنتاج أن البحث عن الطعام بصيد الثديّات الكبيرة (كالفيلة) يعد استراتيجية عالية الخطورة في أدغال إفريقيا؛ وقد لا يكون الأمر ممكناً دون تظافر جهود الجماعة، وغالباً ما تشترك الإناث في هذه المهمة الصعبة، للحصول على الأطعمة التي يمكن تناولها بعد الانتهاء من الإمساك بالطريدة، إن ما تقدم يدخل في إطار دائرة التخمين عن أنماط سلوك أفراد الهوموإركتوس، اعتمادا على سلوك جماعات الصيد في إفريقيا [61].

إن ما نمتلكه من معلومات قد يعزز هذا الطرح؛ إذ امتلك الهوموإركتوس معرفة مكانية أكثر تطوراً من القرود أو أشباه البشر الأوائل، وهناك أدلة جيدة على أن مناطق الانتشار الحيوي عند أفراد الهوموإركتوس كانت أكبر بما يصل إلى عشر أضعاف من مناطق الانتشار الحيوي عند القرود، وقد ثبت أن الرئيسيات التي تأكل الفاكهة لديها أدمغة أكبر من الرئيسيات التي تأكل أوراق الشجر، ربما بسبب التحدي المعرفي المتمثل في تذكر ومراقبة مواقع انتشار أشجار الفاكهة في الغابة، إن الهوموإركتوس الذي يتجول في مساحة أكبر بكثير، ومصدر غذائه الذي لا يمكن له التنبؤ به؛ والذي يستند على جثث الحيوانات بشكل أساسي، سيواجه تحدياً أكبر في تصور العلاقات المكانية[62].

في الواقع يسعى أساتذة الأنثروبولوجيا إلى سد النقص الحاصل بمعرفتنا بمجتمعات ما قبل التاريخ بالاعتماد على دراسة مجتمعات بدائية معاصرة في إفريقيا، أو حتى مجتمعات غير بشرية تشترك

61) Hatala, K. G., & Neil t. Roach & Kelly R. ostrofsky & Roshna e. Wunderlich & Heather L. Dingwall & Brian A. Villmoare & David J. Green & John W. K. Harris & David R. Braun & Brian G. Richmond., *Footprints reveal direct evidence of group behavior and locomotion in Homo erectus*., Scientific Reports, June 2016, p.6.

62) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.122.

معنا بسمات بارزة كالعيش المنظم أو العمل المشترك، ويبدو لهم أن مقارنة نشاط أفراد الهوموإركتوس بنشاط الذئاب في الصيد مهم وذو دلالة، إذ تتقاطع الذئاب والبشر في الكثير من القواسم المشتركة، فهي حيوانات مفترسة شديدة الحركة ومتعاونة، تمكنت من صيد الثديّات ذات الحوافر مثل الظباء وغيرها، عندما يكون ذلك ممكناً، ولكنها يجب الانتباه إلى أن قطعان الذئاب صيادون انتهازيون أيضا للفرائس الأصغر حجماً، بل قتلوا الحيوانات المفترسة الأخرى عندما تطلب الأمر ذلك. لقد عاش كل من الذئاب والبشر في عائلات منظمة ومتماسكة، إذ يقوم كل من الإناث والذكور برعاية الصغار وتوفير الطعام لهم، إن الأسرة المنظمة هي نوع نادر جدًا من البنية الاجتماعية في الثديّات، وربما أنها كانت ضرورية لنجاح كل من الذئاب والبشر [63].

سواء كانت مقاربات وتخمينات الأنثروبولوجيين منطقية أم غير ذلك، يبقى الدليل الأثري أكثر مصداقية ويحسم الجدل، إذ تشير اتجاهات مسارات الهوموإركتوس على أطراف بحيرة توركانا، مقارنة بتلك الخاصة بالحيوانات الأخرى؛ إلى أن الحيوانات الأخرى انتقلت من وإلى شاطئ الماء، بينما تحرك أفراد الهوموإركتوس على طول شاطئها، إذ يشير هذا السيناريو إلى احتمال أن الهوموإركتوس ربما كانوا يبحثون عن الطعام، وهذا تصرف منطقي لرجل يحمل دماغ حجمه يصنف بأنه كبير نسبياً. لكن الملفت للانتباه هو غياب طبعات أقادم الإناث على طول شاطئ البحيرة، (إلا إذا كان حجم أقادمهن يساوي حجم أقدام أزواجهن)، فمن المعروف أن التقسيم الجنسي لسلوك البحث عن الطعام يميز مجموعات الصيد وجمع الثمار البشرية الحديثة عن القردة العليا وجميع الحيوانات آكلة اللحوم الاجتماعية الأخرى في الثديّات. عموما لقد تميز الهوموإركتوس بمستويات عالية نسبياً من الغموض الجنسي، وحتى لا نستمر في الإطار النظري؛ كانت مجموعة الهوموإركتوس الذين ربما ساروا معاً على طرف بحيرة توركانا؛ عبر طبعات أقادمهم في المسار FwJj14E تتألف من جميعها من الذكور البالغين أو ربما معظمهم، أي أن العدد الفعلي للذكور أكبر من تقدير الباحثين؛ الذين طبقوا الطريقة المتوسطة على عينة غير متوازنة جنسيا من آثار أقدامهم [64].

رابعا: نمو الدماغ:

63) Allman, J. M., *Evolving Brains*., by Scientific American Library, New York 1999, p.204.

64) Hatala, K. G., et la., Op. Cit., 2016, p.6.

إن الأكثر غموضاً هو آلية نمو الدماغ، في الوقع يشمل تكوين الجنين الآليات القريبة التي يتم من خلالها الوصول إلى أحجام دماغنا الكبيرة الفريدة، وهو في حد ذاته متغير مهم في تاريخ الحياة، وبالتالي فإن دراسة تطور نمو الدماغ توفر طريقة للتعرف على تطور الذكاء البشري وتاريخ الحياة. إن تطور نمو الدماغ البشري فريد من نوعه في كثير من النواحي، إذ يتراوح حجم دماغ حديثي الولادة عادةً بين 300 و500سم^3، بينما هذا هو حجم كبير تماماً، وأكبر من المتوقع بالنسبة للرئيسيات من نفس حجم أجسامنا، يبلغ متوسط حجم دماغ الأطفال حديثي الولادة نحو 30% من حجم البالغين، وهو أقل حجم نسبي لجميع الرئيسيات. إحدى الطرق للوصول إلى حجم دماغ بالغ ضخم من هذا الحجم الصغير نسبياً لحديثي الولادة هو الحفاظ على معدلات نمو عالية تشبه نمو الجنين في السنة الأولى من الحياة بعد الولادة، ثم يستمر النمو بمعدلات أقل لبضع سنوات أخرى؛ حتى يتم الوصول إلى حجم البالغ، إذ تشير الدراسات التي أجريت على كل من كتلة الدماغ وقدرة الجمجمة لدى البشر بشكل مختلف؛ إلى أن نمو حجم الدماغ يتوقف ما بين 3–4 سنوات، أو في عمر أكبر قد يصل إلى 7 سنوات [65].

إن نمو الدماغ خارج الرحم يُطلق عليه "الحياة الثانوية" أو "الكفاءة الثانوية"؛ والتي تشير إلى حقيقة أن أطفال الإنسان العاقل حديثي الولادة لديهم أدمغة تتطور بسرعة في السنة الأولى من حياتهم، بينما يصبح معدل نمو دماغ جميع حديثي الولادة من أبناء الرئيسيات الأخرى أبطأ بكثير عند الولادة[66]، إذ يتوجب على البشر أن يحلوا التحدي الأبرز المتمثل في تطوير دماغ كبير في ظل قيود فيزيولوجية وتوليدية وحركية كبيرة، وهكذا كانت النتيجة تم التوصل إلى حل تكيفي يتمثل من خلال ولادة بأدمغة صغيرة نسبياً مقارنة بحجم دماغ البالغين، ومعدل نمو سريع لاسيما في السنة الأولى بعد الولادة. إن مقارنة سريعة بين أطفال الإنسان العاقل وحديثي الولادة من أطفال قرود المكاكا Macaca تظهر أن لهم حجم دماغ داخل الجمجمة عند الولادة يعادل 70٪ من حجم البالغين، بينما لا يمثل حجم الدماغ البشري العاقل عند الولادة أكثر من 25٪ من حجمه عند البالغين، إلا أنه يستمر في النمو بمعدل سريع خلال السنة الأولى من حياة الطفل، حتى أنه يصل خلالها إلى 50% من حجم دماغ الشخص البالغ،

[65]) Cofran, Z., Op. Cit., 2017, p.1.
[66]) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.109.

بينما يبلغ في عمر 10 سنوات نحو 95% من حجم دماغ الشخص البالغ، وبهذا يحتفظ الدماغ بطواعيته الفتية مدة طويلة تتيح للإنسان فرصة التعلم أكبر مما لو كان الأمر بخلاف ذلك[67].

لقد تم الافتراض بأن الهوموإركتوس اشترك معنا بميزة النمو السريع للدماغ بعد الولادة؛ وأن النمو بعد الولادة كان متقدماً عند أفراد الهوموإركتوس بشكل ملحوظ عند الأطفال حديثي الولادة، وقد استند هذا الاستنتاج إلى إعادة بناء أبعاد الحوض –الصغير نسبياً– عند الهوموإركتوس، والذي يسمح بمرور جنين حجم دماغه أصغر من 375سم^3، ومقارنتها بحجم دماغ فتى توركانا الذي بلغ حجمه نحو 880سم^3، والذي توفي تقريباً ما بين 10 –11 سنة من عمره، إن هذا يعني أن دماغ الهوموإركتوس يجب أن يكون قد شهد نمواً سريعاً ما بعد الولادة في وقت مبكر من عمر هذا الفتى؛ للوصول إلى قيم أحجام البالغين[68]. لقد رجحت الدراسات الحديثة أن بلوغ مرحلة البلوغ عند أفراد الهوموإركتوس قد تم في عمر 8.5 سنوات لدى الإناث، وما بين 10.5–12.5 سنة لدى الذكور، أي أن فتى توركانا يُقدر عمره 8.5 سنوات عند الوفاة بدلاً من 10–11 سنة كما هو متوقع من خلال اندماج المشاش خلف الجمجمة[69]، وهذا يدفعنا للاستنتاج أن نمط النمو السريع المبكر للدماغ كان موجوداً بالفعل عند أفراد الهوموإركتوس، وهو ما يعني أيضاً وجود بعض أوجه التشابه في تاريخ الحياة المبكر بينهم وبين الإنسان العاقل[70].

إن شكل جمجمة حديثي الولادة من أبناء الهوموإركتوس لا يختلف كثيراً عن شكل جمجمة حديثي الولادة من أبناء الإنسان العاقل، على سبيل المثال تكون المنطقة الأمامية مستديرة من الأمام والمنطقة الجدارية أكثر تطوراً بصورة نسبية في شكلها المورفولوجي عند أطفال الهوموإركتوس منها عند البالغين منهم[71]، وإن معاينة جمجمة موجوكرتو Mojokerto المؤرخة بـ 1.7 مليون سنة (وهي الجمجمة الوحيدة المحفوظة جيداً لرضيع الهوموإركتوس)؛ تؤكد فرضية أن نمو الدماغ السريع عند أفراد الهوموإركتوس؛ بمعدلات قد تكون قريبة جداً لما هو موجود عند أفراد الإنسان العاقل، لاسيما في السنة

67) Coqueugniot, H. & Hublin, J.-J., & Veillon, F., & Houet, F., & Jacob., T., *Early brain growth in Homo erectus and implications for cognitive ability*., Nature, Vol 431, 16 September 2004, p.299.
68) Cofran, Z., Op. Cit., 2017, p.2.
69) Gallagher, A., Op. Cit., 2013, p.552.
70) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.576.
71) Clark, G., & Henneberg, M., Op. Cit., 2021, p.470.

الأولى التي تعقب الولادة، فقد توفي هذا الطفل بعمر السنة والنصف، وقد تبين أن سعة جمجمته بلغت نحو 663سم[72]3، ولما كان الأستاذ ستيفن لي Steven Leigh قدر أن حجم دماغ الأطفال حديثي الولادة عند الهوموإركتوس يبلغ نحو 300سم3 [73] ، وبناءً على دارسة حوض أنثى جونا (أثيوبيا) الذي حصل على الرمز العلمي «27P»، والذي تبين من خلاله أن الحجم الأقصى المقدر للدماغ أطفال الهوموإركتوس عند الولادة يقدر بنحو 315سم3؛ كان معنى ذلك أن معدل نمو الدماغ عند الهوموإركتوس قد قارب الـ 50% من حجمه في السنة الأولى التي أعقبت الولادة. إن معدل النمو السريع هذا لا يترك مجالا للشك أن أفراد الهوموإركتوس يشتركون مع الإنسان العاقل في معدلات نمو الدماغ سريعة بعد الولادة، لو بصورة نسبية. إذ يجب الانتباه إلى أن للهوموإركتوس البالغ سعة جمجمة أصغر بكثير من الإنسان العاقل تقدر ما بين 300– 500سم3؛ إذ يبلغ متوسط حجم دماغ الإنسان العاقل نحو 1300سم3، لذا من المفترض أن فترة معدلات نمو الطفل المرتفعة يجب أن تكون أقصر عند الهوموإركتوس منها عند الإنسان العاقل[74]. لقد أكدت دراسة جمجمة موجوكرتو أن للهوموإركتوس معدل نمو دماغي قبل الولادة مماثل لمعدل نمو دماغ أبناء الإنسان العاقل، لكن معدل نمو دماغه بعد الولادة هو متوسط بين معدل نمو دماغ الشمبانزي ومعدل دماغ أبناء الإنسان العاقل[75]. إن اختلاف نمط النمو خلال السنوات الأولى بعد الولادة بين الهوموإركتوس والإنسان العاقل؛ كان من الممكن أن يكون لها آثار مهمة على التطور المعرفي؛ إذ إن هذه فترة حاسمة من نمو الدماغ والنمو المعرفي [76].

وهكذا يبدو أن الدماغ النامي هو جانب فريد آخر من تاريخ حياة الإنسان، فنمو دماغ الإنسان في السنوات الأولى من عمره سينعكس سلباً على حجم جسده؛ إذ إن بطء نمو حجم الجسم مرده إلى أن الطفل يقوم بمقايضة في تخصيص الطاقة للدماغ مقابل بقية الجسم، ومن المفترض أيضاً أن هذه الفترة الطويلة من نمو الطفولة توفر وقتاً إضافياً لتعلم المهارات الثقافية المهمة اللازمة للنجاح الاجتماعي. ونظراً لأن أطفال الهوموإركتوس لا يستطيعون إنتاج نفس القدر من الطاقة التي يستهلكونها،

---

72) Gallagher, A., Op. Cit., 2013, p.552.

73) Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.76.

74) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.577.

75) Simpson, S. W., & Jay Quade, & Naomi E. Levin, & Robert Butler, & Guillaume Dupont-Nivet, & Melanie Everett, & Sileshi Semaw., A Female Homo erectus Pelvis from Gona, Ethiopia., Science Vol 322, 14 November 2008, p.1090.

76) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., Op. Cit., 2012, p.577.

فقد تم اقتراح أن مثل هذا النسل ذو الأدمغة الكبيرة والمتطلب للطاقة؛ كان أساساً للتكاثر التعاوني في السلالات البشرية، وبالتالي فإن نمو الدماغ نفسه يرتبط بالعديد من الجوانب الأخرى لما يعنيه أن تكون إنساناً [77].

خامسا: الدماغ والتكنولوجيا الحجرية:

إن الأداة المصنعة المصممة مسبقاً وفقاً لتصور ذهني مُسبق؛ تعني ظهور الفكر المفاهيمي، فأي أداة مصنعة هي جزء من سلسلة عمليات مركبة، يتكون هذا المفهوم من إعادة بناء سلسلة الخيارات وتسلسل الإجراءات؛ من اختيار المواد الخام عالية الجودة، واستخدام طرق متسقة لإزالة القشور من العقيدات الأصلية، حتى التخلي عن القطعة، ناهيك عن الذاكرة الاجتماعية التي يمكن أن تسهل الاحتفاظ بالمهارات التقنية ونقلها لأفراد الجماعة الأصغر سناً. لقد قدم الإنسان من خلال الأداة المصنعة؛ البُعد الثقافي في تاريخ الكون والحياة، لقد تزامن اقتناء الأدوات مع ظهور نظام غذائي قائم على اللحوم بين البشر. فرغبتهم في تناول اللحوم دفعتهم إلى صنع الأدوات، ولأنهم كانوا قادرين على صنعها، كانوا يأكلون اللحوم. بعد مليون عام من تصنيع الأدوات الأولى، ظهرت أولى الأدوات ثنائية الوجه في شرق إفريقيا، وهي أدوات أظهرت تناسقاً ثنائي الوجه، وغالباً ما تم تعديلها بعناية، واختيرت لها صخور مميزة لألوانها الجميلة. ليس جمال الأداة هو ما يجعلها عملية؛ بل هو ظهور الشعور بالانسجام بين الهوموإركتوس. أدى تقديم الأداة ثنائية الوجه لتوحيد المعايير (نسبة الطول إلى العرض المفضلة) وجماليات ملحوظة في الشكل والتناسق الثنائي والثنائي الوجه، إلى أن يقول البرفسور لو تينسورر Le Tensorer، استناداً إلى 12 ألف قطعة من موقع الندوية (سوريا)، إن الأداة ثنائية الوجه تحمل رمزية قوية[78]، لا بل إن بعض أساتذة الاختصاص من أمثال بارهام Barham وإيفرت Everett قد ذهب إلى أن الهوموإركتوس قد تعامل مع الأدوات الحجرية كرموز، ويستنتجان من هذا الادعاء أن النوع كان لديه لغة[79]. نحن نعلم الدور الأساسي الذي تلعبه اللغة في التطور الثقافي، مثلا في نقل الخبرة التي يكتسبها الفرد من أعضاء المجموعة التي ينتمي إليها، وفي تعليم الأطفال، وربما أن اللغة

---

77) Cofran, Z., Op. Cit., 2017, p.1.

78) Midant-Reynes, B., & Henry de Lumley., Avant-propos Climats– Cultures– Sociétés aux temps préhistoriques. De l'apparition des Hominidés jusqu'au Néolithique: un regard d'ensemble, C. R. Palevol 5, 2006, p.4.

79) Botha, R., *Did Homo erectus Have Language? The Seafaring Inference*., Cambridge Archaeological Journal 35:1, 13 Jan 2024, p.32.

هي الشرارة التي أطلقت التقدم المفاجئ والثقافة[80]. وما يعزز طرحهم هو أن منطقة البروكا Broca الموجودة في الأجزاء الأمامية من الفص الأيسر من الدماغ؛ مسؤولة عن النطق وحركات اليد الدقيقة، والأفعال الإرادية، وتفضيل استخدام اليد اليمنى أيضا، تظهر بأنها (أي منطقة البروكا) كنت ناضجة بما فيه الكفاية عند أفراد الهوموإركتوس، ولولاها لما تمكنوا من تصنيع مختلف الأدوات؛ بما فيها الفؤوس الآشولية بهذا الشكل الدقيق والتقنية العالية، واستخدموها بمهارة عالية [81].

لا شك أن أفراد الهوموإركتوس قد اهتموا عند صناعة أدواتهم الحجرية بما هو أكثر من مجرد طبيعة حافة الأداة؛ التي كان يتم تشذيبها بتقنية عالية؛ كانوا مهتمين بالشكل العام للقطعة الأثرية، وإن كان هناك بعض النقاشات بين علماء الآثار حول مدى "تعمد" ذلك، فقد اقترح البعض منهم كأمثال نوبل Noble وديفيدسون Davidson أنه حتى التماثل الثنائي كان نتيجة غير مقصودة لاستخدام رقائق كبيرة كنوى. ويبدو أن الكثير من هذا التردد مدفوع بعدم الرغبة في منح الهوموإركتوس "قوالباً عقلية"، إن مفهوم القالب العقلي هو مفهوم قديم في علم الآثار؛ يستند إلى افتراض منطقي مفاده أنه من أجل صنع أي نوع من الأشكال المنتظمة، يجب أن يكون لدى المرء صورة ذهنية دقيقة ومختزنة مسبقاً في دماغه، في الواقع لا يظهر القالب العقلي في أي مكان في أدبيات علم النفس سواء المتعلقة بالإدراك أو المعرفة الإجرائية؛ إنها فكرة منطقية ذات قوة تفسيرية قليلة نسبياً. عموما ليس هناك حاجة إلى صورة ذهنية دقيقة ومسبقة للشكل النهائي لتصنيع الأداة، إن كل ما كان مطلوباً هو أن يهتم الصانع بالشكل أثناء قيامه بتقطيع الأداة، وبالتالي يمكن أن يظهر شكل منتظم من هذا الإجراء. إن الآثار المعرفية والخبرة الإدراكية في هذا العمل واضحة إلى حدٍ معقول، إذ تعتبر عملية تقطيع الحجارة في المقام الأول مهمة حركية تسترشد بالتفكير. وكما كشفت دراسة ستاوت Stout في سنة 2000م، أن هذه العمل يتطلب في المقام الأول مهمة القشرة الحركية؛ التي تسترشد بالشبكات المكانية للفص الجداري (المسار الظهري للمعالجة البصرية). ويشكل التعرف على الأشكال، والتماثل على وجه الخصوص؛

---

[80]) Salcedo, Luis G. Lumbreras., *The Equatorial and Tropical Andes; from the beginnings of food production up to 5,000 years ago*., Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994, p.1494.

[81]) Allen, N, J., & Hilary Callan & Robin Dunbar & Wendy James., *Early human kinship; From Sex to Social Reproduction*., Blackwell Publishing Ltd, Hong Kong 2008, p.51.

مجموعة منفصلة من الروابط المعرفية الموجودة بشكل أساسي في الفص الصدغي (المسار البطني للمعالجة البصرية). لذا لكي يصنع المرء فأساً آشوليةً بوجه ثنائي، كان عليه أن ينسق بين هذين المسارين، ما ليس هو واضح على الإطلاق هو كيف وأين –بالمعنى العصبي– حدث هذا التنسيق [82] .

إن الحل الذي سيستخدمه الإنسان العاقل في البداية هو التنسيق في الانتباه النشط للذاكرة العاملة، وفي وقت لاحق بعد أن أصبحت المهمة روتينية، أصبح التنسيق إلى حد كبير قبل الانتباه (ذاكرة إجرائية). هناك أسباب للاعتقاد بأن حل مشكلة الهوموإركتوس ربما كان حلاً استباقياً تماماً، إذ ظلت مهمة صناعة الأدوات الحجرية وشكلها على حاله دون تغيير لأكثر من مليون سنة، إذ لم يظهر أي أثر للابتكار والإبداع، وهذه النمطية الجامدة هي من وظائف الذاكرة العاملة الحديثة. لقد أكد المختصون أن تنسيق المعلومات البصرية والمكانية عند الهوموإركتوس كان جزءاً من الذكريات الإجرائية، وتم الوصول إليها كلما اقتضت الحاجة، وأن صناعة الأدوات الحجرية لا يتطلب معرفة صريحة أو ذكريات تصريحية، كان من الممكن لفتيان الهوموإركتوس أن يتعلموا صناعة الأدوات الحجرية من خلال الملاحظة والممارسة، ودمج تسلسل الإجراءات بأكمله في الذاكرة الإجرائية، كان لا بد من تطور بعض الاتصالات العصبية لتمكين تنسيق معلومات الشكل مع إجراء القَطْع [83].

سابعا: الدماغ واللغة عند الهوموإركتوس:

اللغة هي نسق من الإشارات والرموز الصوتية التي تم الاتفاق عليها بين مجموعة من البشر، بهدف التواصل فيما بينهم، لتلبية رغبة الأنُس والتعاون لقضاء حاجات الجماعة والفرد؛ فمن دون اللغة يتعذر أي نشاط جماعي. ورغم أن اللغة ترتبط بالتفكير ارتباطاً وثيقاً؛ إذ أن أفكارنا تصاغ دوماً في قالب لغوي، لا إن العلاقة بين حجم الدماغ واللغة غير معروف، وإن كانت تبدو مؤشراً إيجابياً، وإلا ما فائدة أدمغتنا الكبيرة إن لم نستثمرها في التواصل الخارجي، وبناء على هذا ربما أن حجم الدماغ واللغة قد تناسبا طرداً. لقد بدأ علماء الاختصاص يبحثون فيما إذا كان الهوموإركتوس قد عرفوا اللغة من عدمه، إذ تشير الأدلة التشريحية إلى وجود منطقة البروكا في دماغ الهوموإركتوس، التي يبدو أنها

[82]) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.121.
[83]) Ibid, p.122.

معنية بقدرات اللغة[84]، مع ضرورة التنويه إلى أن منطقة بروكا ليست وحدة دماغية واحدة، بل هي مجموعة من المناطق المترابطة، يحدد فيها أربعة أقسام فرعية، تتعامل إحدى المناطق مع العضلات التي تتحكم بالكلام، لاسيما عضلات الفم، وأمام هذه المنطقة منطقة تتعامل مع العلاقات الشريطية، وأمامها منطقة تتعامل مع التلازم بين الكلمات، وتجدر الإشارة إلى أن أي منطقة في الدماغ لا تستغني عن أن تساندها إمدادات من الأجزاء الأخرى؛ حتى الأجزاء العميقة منه، عن طريق إرسالات عصبية.

أكد الأستاذ باير «إن كل الاختلافات بين البشر والحيوانات الأخرى تعتمد على تركيب الدماغ»، وأشار الأستاذ وين Wynn إلى أن دماغ الهوموإركتوس كان مشابهاً في بنيته لدماغ البشر، "وعلى عكس دماغ القردة". ويذهب إلى أبعد من ذلك بالقول: "إن أدلة الأدمغة الأحفورية تشير إلى أن الهوموإركتوس ربما كان لديه لغة منطوقة"، حيث ينظر الأستاذ وين إلى منطقتين محددتين من الدماغ بحثاً عن أدلة عصبية على اللغة المنطوقة، وهما الفص الجبهي الأيسر السفلي والفص الجداري الأيسر، ويشير إلى أن القوالب الداخلية للدماغ لدى الهوموإركتوس تشير إلى أن تكوين منطقة بروكا Broca (أجزاء الإنتاج الأمامية) ومنطقة فيرنيك Wernicke (أجزاء الاستقبال الخلفية– الإدراك) يشبه ما هو موجود عندنا [85].

في الواقع إن المعالجة اللغوية عملية معقدة تشترك فيها عدة مناطق ومراكز في الدماغ فهي ليست مرتبطة بمنطقة معينة، فإذا أصيب المرء بسكته دماغية في النصف الأيسر من دماغه؛ فإنه يصاب بالشلل بالنصف الأيمن من جسده، ويتعثر كلامه وتضطرب لغته التعبيرية Expressive aphasia؛ فيكون الشخص قادراً على فهم الكلام المسموع والمقروء، ولكنه غير قادر على إنتاج الكلام؛ كون منطقة البروكا موجودة في الفص الأيسر منه، ولما كانت منطقة البروكا مسؤولة عن النطق وتفضيل استخدام اليد اليمنى وحركاتها، ولما كان اللسان يحتاج إلى حركات دقيقة مثل اليد لنطق الكلمات، فمن المتوقع أن منطقة البروكا نجحت في إدارته وإدارة عضلات الوجه والفك والحنجرة والانفعال، وتجدر الإشارة إلى أن القامة المنتصبة تحرر اليدين من عملية تحريك الجسم لغرض استعمالهما في التعامل مع الأشياء، وهكذا يظهر أن القضية مترابطة فيما بينها؛ دماغ يدير العملية،

[84]) Gabora, L., & Russon, A., Op. Cit., 2011, pp.332, 333.

[85]) Luke-Killam, A., *Language Capabilities of Homo erectus & Homo neanderthalensis*., LIGN 272. 5 December 2001, p.3.

وبنية تشريحية مستعدة لتلقي الأوامر، مما يوحي بأن القدرة على اللغة كانت موجودة عند الهوموإركتوس[86].

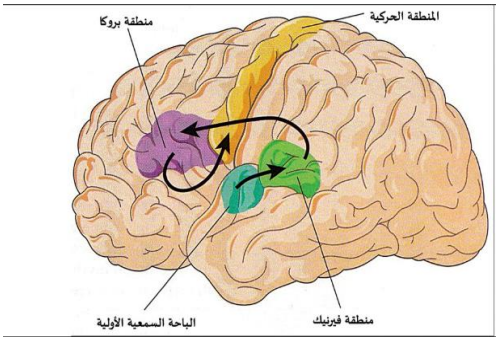
ومن القرائن الأخرى التي يعتمد عليها علماء ما قبل التاريخ لدراسة قدرات الهوموإركتوس الدماغية في النطق، هي قوة السمع؛ فالسمع الصحيح يقود إلى لغة سليمة، على القبول أن الأبكم محروم من سمع سليم. وقد ثبت علمياً أنه عندما نسمع كلمة ما، فإنه نبضات عصبية متولدة في الأذن الداخلية تصل إلى المنطقة السمعية في الدماغ؛ عن طريق العصب السمعي، وبعد ذلك يتم إرسال هذه النبضات عن طريق خلايا عصبية مختصة إلى منطقة فيرنيك حيث يتم تفسير وفهم الكلام المسموع، وبالتالي فإن الإصابة هذه المنطقة يؤدي إلى اضطراب في قدرة الفرد على الاستيعاب اللغوي وينتج عنها أفيزيا استقباليه Receptive aphasia، وبالتالي عندما يرد المرء أن يبدأ بالحديث، فإن الكلام يُرسل من منطقة فيرنيك –عن طريق حزمة الألياف المقوسة– إلى منطقة بروكا، والتي تقوم بدورها بتحديد الشكل الحركي لهذا الكلام، وبعد ذلك تُرسل الرسائل من منطقة بروكا إلى المنطقة الحركية ليتم التنسيق والتحكم بشكل أعضاء النطق والجهاز الصوتي لإنتاج هذا الكلام، الذي تم تجهيزه في منطقة فيرنيك. وهكذا فإن خلل الاستقبال يتوقف على عطب في منطقة فيرنيك وخلل الإرسال اللغوي يتوقف على عطب في منطقة بروكا، والسمع هو جزء أساسي من عملية النطق واللغة.

في الواقع يختلف السمع عند الإنسان العاقل عن سمع الشمبانزي، في الحفاظ على حساسية عالية نسبياً من 2 كيلو هرتز إلى 4 كيلو هرتز، وهي منطقة تحتوي على معلومات صوتية ذات صلة باللغة المنطوقة. إن معرفة القدرات السمعية لدى أشباه البشر يمكن أن يوضح لنا بشكل كبير متى ظهر هذا النمط من القدرة. لقد استخدم أساتذة الاختصاص نموذجاً فيزيائياً شاملاً لتحليل تأثير الهياكل الهيكلية على الترشيح الصوتي للأذنين الخارجية والوسطى في خمس عينات لأفراد من الهوموإركتوس عاشوا في أحد مواقع العصر البليستوسيني الأوسط في سيما دي لوس هويسوس في سييرا دي أتابويركا في شمال إسبانيا، تظهر النتائج التي توصلوا إليها أن تشريح الهيكل العظمي لدى هؤلاء الأفراد يتوافق مع نمط يشبه ما هو موجود لدى الإنسان العاقل في نقل الطاقة الصوتية عبر الأذن الخارجية والوسطى

[86]) Allen, N, J., & Hilary Callan & Robin Dunbar & Wendy James., Op. Cit., 2008, p.51.

بترددات تصل إلى 5 كيلو هرتز، مما يشير إلى أن لديهم بالفعل قدرات سمعية مماثلة لقدرات البشر الأحياء في نطاق التردد هذا.[87]

إن دراسة جمجمة فتى توركانا بينت أن دماغه مكتمل النمو تقريباً، لكن حجمه كان أصغر من حجم دماغنا؛ إذ قدر بنحو 880 سم^3، ولو تابع فتى توركانا نموه الطبيعي، كان من المقدر أن يصل حجم هذا الدماغ إلى نحو 910 سم^3، أي أكبر بمقدار 250سم^3 من الحد الأقصى لدى الإنسان الماهر؛ الذي يقدر حجم دماغه بنحو 630سم^3. كما إن دراسة جمجمة فتى توركانا أظهرت من خلال القالب الداخلي لها نمطاً غير متماثل من الفصوص الأمامية والجدارية اليمنى الموسعة، والفصوص القذالية اليسرى الأكبر، وبالمقارنة فإن الفص الجبهي السفلي الأيسر المخصص لمنطقة البروكا في الإنسان العاقل، هو أكبر من المنطقة المقابلة له في الجانب الأيمن. لقد كان هذا الدماغ نمطاً عاماً حديثاً بشكل أساسي، دفع عددا من الباحثين وعلى رأسهم هولواي Holloway للتصريح في سنة 1995م أن التغيرات التنظيمية الهامة في الدماغ البشري قد حدثت جميعها بحلول زمن فتى توركانا، وأن التغييرات اللاحقة كانت مسألة زيادة الحجم الإجمالي فقط، واقترح أيضاً بأن فتى توركانا ربما امتلك بعض القدرات اللغوية[88].



ولعل ما يغري الباحثين بالتصريح بقدرات الهوموإركتوس اللغوية أنهم نجحوا في غزوا العالم، واستطاعوا تصنيع أدوات حجرية متناظرة، ناهيك عن حجم دماغهم الكبير مقارنة مع من سبقهم من

87) Martinez, I., & Rosa, M., & Arsuaga, J.-L., & Jarabo, P., & Quam, R., & Lorenzo, C., & Gracia, A., & Carretero, J.-M., & Bermudez de Castro, J.-M., & Carbonell. E., *Auditory capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain*., PNAS, Vol 101, No 27, 6 July, 2004, p.9976.

88) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.108.

أشباه البشر، ومن هذه القرائن استنتج لتالرمان Tallerman وجيبسون Gibson، أن الهوموإركتوس امتلك "لغة بدائية ما قبل نحوية". كما أن سلوك جمع جثث الحيوانات الميتة والإقتيات عليها –المنسوب للهوموإركتوس– يمكن أن يصب في ذات السياق، فوفقاً لرأي بيكرتون Bickerton وسزاثماري Szathmáry إن تعاون أفراد الهوموإركتوس فيما بينهم لجمع هذه الجثث، ربما احتاج إلى لغة تواصل وخطاب بين أفراد الجماعة الواحدة؛ بهدف تشارك معلومات تقع خارج نطاق إدراكهم الحسي، ولعل هذه الحاجة بدورها تطلبت منهم اتخاذ "الخطوة الأولى نحو الرمزية، وهي القدرة التي شكلت أساس الإدراك البشري بأكمله، بما في ذلك اللغة". قد تكشف لنا الاستدلالات المستخلصة من هذه الظواهر المفترضة شيئاً جوهرياً حول ما إذا كان لدى الهوموإركتوس من لغة[89] . لا شك بأن الهوموإركتوس كان لديه قدرات تواصلية تشبه قدرات الإنسان العاقل أكثر من قدرات الرئيسيات الأخرى، وقد ذكر الأستاذ وين: "إن الهوموإركتوس كان يتمتع بوضع تطوري متوسط؛ ففي بعض النواحي كان يشبه البشر المعاصرين ويختلف عن القردة الحديثة (الاعتماد على الأدوات، والتوزيع الجغرافي)، بينما كان يختلف عن البشر المعاصرين في نواحٍ أخرى (غياب الزخرفة أو الفن)". وفي مناقشة استخدام الهوموإركتوس للأدوات يطرح وين فرضية مفادها أن الهوموإركتوس استخدم الأدوات إلى جانب الأصوات، أو حتى الإيماءات، من أجل "إصدار توجيهات «أنت تفعل هذا» وتعهدات «أنا أفعل هذا» بشأن الأفعال الحالية والمستقبلية". كان هذا النوع من التواصل يتطلب من الهوموإركتوس دمج "العديد من المجالات المعرفية، وهي قدرة لا يمتلكها الشمبانزي على ما يبدو" [90].

إنما عزز هذه الآراء هو اكتشاف جمجمة لفرد من أفراد الهوموإركتوس من إثيوبيا مؤرخة بـ 600 ألف سنة، كان صاحبها بالفعل كان يمتلك السبيل الصوتيVocal tract القادر على إحداث كلام واضح[91]، واكتشاف عظم لامي Hyoid لفرد من أفراد الهوموإركتوس، من الموقع الآشولي كاستيل دي جودو Castel di Guido (في إيطاليا شمال روما) والمؤرخ بـ 400 آلف سنة، والذي كشف من قبل أنطونيو ماريو رادميي Antonio Mario Radmilli وفريق عمله خلال سنوات 1980– 1990م، حيث كُشف عن هيكل عظمي مجزئ لذكر بالغ من الهوموإركتوس، حصل على الرمز العلمي (CdG–

89) Botha, R., *Did Homo erectus Have Language? The Seafaring Inference*., Cambridge Archaeological Journal 35:1, 13 Jan 2024, pp.32, 33.
90) Luke-Killam, A., Op. Cit., 2001, p.3.
91) Tattersall, I., *How we came to be*., Scientific American, December 2001, p.63.

1)، ويعد مثال أنموذجي للصفات المورفولوجية للهوموإركتوس. وقد اكتشف طالب الدراسات العليا إيرنستو لونگو Ernesto Longo قطعة عظم صغيرة تشبه العظم اللامي، ومن المعلوم أن هذا العظم مسؤول عن النطق بصورة كبيرة من خلال موقعه، حيث يجمع كل عضلات الرقبة الأمامية فيه ومن كل اتجاه، وإن كان يختلف في شكله المورفولوجي عن شكل العظم اللامي عند النياندرتال والإنسان العاقل، وهو أقرب إلى شكل العظم اللامي عند الشمبانزي chimpanzee والأوسترالوبيتك الغفاري Australopithecus Afarensis [92].

يناقش باحثون مختصون ما تقدم من أدلة، وأكدوا بالقول إنه ليس بوسعنا التصريح بامتلاك الهوموإركتوس للغة من خلال وجود العظم اللامي فقط، وإن كان دليلاً جيداً، إلا أنه يبقى ثانوياً، لذلك تحفظوا على فكرة وجود لغة عند الهوموإركتوس، وأكدوا أنه يفتقر إلى الثقافة والسلوك الأكثر حداثة[93]، وكان كل من بيغن Begun ووكر Walker أكثر حذراً، لذلك اقترحا أن عدم تناسق القالب الداخلي في فصوص الدماغ يكشف عن تفضيل استخدام اليد اليمنى فقط، دون أن يكون له أثر على اللغة، وأشاروا إلى أنه على الرغم من أن سطح جمجمة الهوموإركتوس الداخلي يظهر مناطق مرتبطة بالنطق واللغة (البروكا)؛ كما هو الحال عند الإنسان العاقل، إلا أن هذه المناطق كانت تعمل على برمجة الحركة بدلاً من ارتباطها باللغة، بعدها انعكاساً للتسلسلات الحركية الأكثر تعقيداً والمطلوبة لقطع الأدوات الحجرية وتشذيبها[94]. ويذهب وين إلى أبعد من ذلك عندما يؤكد أن الوظائف اللغوية الدقيقة لمنطقة البروكا ومنطقة الفيرنيك في الدماغ لا تزال غير معروفة، وبناء عليه "يمكننا الاستنتاج بثقة أن هذه المناطق العامة من دماغ الهوموإركتوس حديثة الشكل، ولكن يجب توخي الحذر الشديد عند تحديد وجود مناطق إنتاج الكلام والفهم[95]، وبالتالي يعتقد أساتذة الاختصاص أن التواصل اللفظي كان يقتصر –في أحسن الأحوال– على لغة أولية ما قبل النحوية (غير نحوية) قصيرة الألفاظ لكلمة واحدة أو كلمتين[96]، ومن رواد هذا الرأي الأستاذ إين تاترسال Ian Tattersall أمين المتحف الأمريكي للتاريخ

92) Capasso, L., & D'Anastasio. R., *A Homo Erectus Hyoid Bone: Possible Implications for the Origin of the Human Capability for Speech*., Coll. Antropol 32, 2008, p.1007.

93) Allen, N, J., & Hilary Callan & Robin Dunbar & Wendy James., Op. Cit., 2008, p.51.

94) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., Op. Cit., 2009, p.108.

95) Luke-Killam, A., Op. Cit., 2001, p.3.

96) Gabora, L., & Russon, A., Op. Cit., 2011, pp.332, 333.

الطبيعي في نيويورك، الذي يرى أنه على الرغم من عيوب الاعوجاج الطفيف في القحف، الذي ينم عن زيادة في منطقة البروكا المسؤولة عن النطق في الدماغ، فإن هذا الاعوجاج ظهر وظل مدة طويلة جداً قبل أن يُستفاد من مزاياه اللغوية، ولعله أضفى بالفعل خلال تلك المدة الطويلة مزايا معينة في إنتاج أشكال عتيقة من الكلام، أو ربما قدّم بعض المكاسب فيما يختص بالتنفس، وهو موضوع مازال غير مفهوم عند أقوام ما قبل التاريخ المنقرضين [97].

يُعد البحث في التغيرات في الخصائص المعرفية والجسدية التي كانت ضرورية قبل أن يتمكن الهوموإركتوس من النطق، أمراً ذا صلة بمناقشة قدرات إنتاج الكلام لدى الأنواع البشرية المبكرة، ومن المهم أن التنويه أن ماكلارنون MacLarnon وهيويت Hewitt يشيران إلى أنه "من الواضح أن تعقيدات الكلام البشري تفرض متطلبات على التحكم العصبي في العضلات، وهي متطلبات تختلف اختلافاً كبيراً عن متطلبات التنفس الهادئ". ولتحقيق هذه الغاية، بحث ماكلارنون وهيويت في دور زيادة التحكم في التنفس؛ في تطور القدرات الصوتية البشرية، وأشارا إلى أن الدراسات السابقة أشارت إلى أن الهوموإركتوس لم يكن يتمتع بتحكم دقيق في التنفس. وقد استندت استنتاجات الدراسات السابقة إلى دراسات أجريت على القناة الفقرية الصدرية[98].

في الواقع لقد درس ماكلارنون القناة الفقرية الصدرية الصغيرة جداً في فتى توركانا؛ وفسرها على أنها إشارة إلى أن الهوموإركتوس لم يكن لديه مستوى التحكم في التنفس الضروري لإنتاج خطاب بشري حديث بالكامل؛ واقترح أن الهوموإركتوس كان بلا شك يمتلك بعض التكيفات التشريحية للكلام، وربما كان يمتلك شكلاً محدوداً من التواصل اللفظي، لكنه لم يكن قادراً على إنتاج لغة طويلة، وتسلسلات متعددة من الكلمات[99]. ومع ذلك لا يوجد إجماع عام حول ما إذا كان الهوموإركتوس يتمتع بسيطرة دقيقة على التنفس أو القدرة على التعبير الصوتي. على سبيل المثال يُشير ديكون Deacon إلى أن الهوموإركتوس كان يتمتع ببعض السيطرة على الآليات اللازمة للتحكم في التنفس، وبشكل أكثر تحديداً ذكر ديكون أن عينةً من ذكرٍ شاب من الهوموإركتوس، "بحجم دماغٍ متوسطٍ نسبياً بين حجم دماغ القردة الحديثة والبشر الحديثين؛ "يُحتمل أن يكون لصاحبها" مستوى متوسط من التحكم القشري في التنفس، مدعوماً بشكل جزئي بزيادة في النتوءات القشرية إلى الخلايا العصبية الحركية الصدرية، بالإضافة إلى

97) Tattersall, I., *How we came to be*., Op. Cit., 2001, p.63.
98) Luke-Killam, A., Op. Cit., 2001, p.4.
99) Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.10.

مراكز تنفسية عليا أخرى. ومع ذلك لم تكن آراء ديكون أو ماكلارنون مقبولة دائماً؛ إذ لا يعتقد وين بوجود دليل على أن الهوموإركتوس كان يتحكم بالتنفس وفي آليات التنفس، ويستشهد بأدلة تُشير إلى أن تعصيب الفقرات الصدرية لدى الهوموإركتوس يُشبه تعصيب الرئيسيات غير البشرية[100].

كما تم نقاش رأي ماكلارنون لقدرة الهوموإركتوس على الكلام والرد عليه بفكرتين، أولاً: أكد كل من بروس لاتيمر Bruce Latimer وجيمس أومان James Ohman أنه لا يمكن البناء على دراسة مورفولوجيا الهيكل العظمي لفتى توركانا وحده؛ بعد وصف مجموعة من التشوهات المهمة فيه، والتي تتضمن هياكل عظمية متعددة، ومن وجهة نظرهم إن تضيق القناة الفقرية الصدرية هو مجرد مظهر واحد من مظاهر هذا النمط العام، وبالتالي لا ينبغي عده ممثلًا لهذا النوع سواء بالمعنى التشريحي أو السلوكي. ثانياً ربما هو الأكثر أهمية وهو قام مارك ماير Marc Meyer وزملاؤه في سنة 2005م بفحص العمود الفقري الجزئي الوحيد المعروف للهوموإركتوس، الذي تم اكتشافه مؤخراً في موقع دمانيسي في جورجيا، إن هذه العينة أقدم من فتى توركانا، إذ تؤرخ بنحو 1.77 مليون سنة، وقد جد ماير أن فقرات دمانيسي تظهر عليها قناة فقرية حديثة بالكامل من حيث الشكل والحجم، ما يعقد القضية أكثر. عموما إن تقييم جيمس أومان لفتى توركانا على أنه عانى من المرض، وبالتالي اعتبره غير مفيد حول الوضع اللغوي للهوموإركتوس. ورغم أن هذه النتائج يبدو منها أنها تقوض سيناريو ماكلارنون الخاص لتطور اللغة استناداً إلى الهيكل العظمي لفتى توركانا، إلا أن فرضيته القائلة بأن سماكة الحبل الشوكي الصدري لدى البشر هي تكيف للتحكم في التنفس في إنتاج الكلام؛ تظل معقولة ومنطقية ومقبولة[101].

الخاتمة:

بعد هذه الدراسة المطولة لدماغ الهوموإركتوس نخلص إلى ما يلي: أولا اعتمد أفراد الهوموإركتوس على دمج المنتجات البحرية والحيوانية في نظامه الغذائي، ما وفر قدراً أكبر من السعرات الحرارية التي يتطلبها دماغ أكبر وحجم جسم أكبر، وقد أسهمت الأحماض الدهنية إيجاباً في عمل الدماغ في خلال انتاج الناقل العصبي، وأسهمت الأحماض الدهنية أيضا في معدلات نمو الدماغ السريعة لاسيما في فترة الطفولة المبكرة، وهذا يقودنا إلى نتيجة أعمق تتمثل في "الحياة الثانوية" أو "الكفاءة الثانوية"؛ وهي رعاية الوالدين للطفل بعد الولادة ما يعبر عن حياة اجتماعية أصيلة. ثانياً كان

100) Luke-Killam, A., Op. Cit., 2001, p.6.
101) Allen, J, S., Op. Cit., 2009, p.11.

هناك تناسب واضح بين حجم دماغ الهوموإركتوس الكبير وحجم جسده (الذي قارب حجم أجسادنا)، مقارنة مع من سلفه. ثالثا: أمتلك الهوموإركتوس سعة دماغية متوسطة ما بين أشباه البشر الأوائل والإنسان العاقل، ألهته للقيام بالكثير من النشاطات الذهنية والعمليات الإدراكية التي تظهر جلية في السجل الأثري، ومع ذلك فإن نمط نمو دماغ الهوموإركتوس اختلف كلياً عن نمط نمو أدمغة أشباه البشر الأوائل، كما لم يكن لهذا النوع تطور دماغي شبيه بنمط تطور الإنسان العاقل، كون حجم دماغ الإنسان العاقل أكبر من حجم دماغ الهوموإركتوس، لذلك فمن غير المرجح أن يكون لدى الهوموإركتوس مثل القدرات المعرفية المتقدمة التي يمتلكها الإنسان العاقل. رابعا: رغم الفروقات المترية وغير المترية في جماجم الهوموإركتوس ما بين العينات الأفريقية والآسيوية، إلا أنه يُمكن تفسير هذا الاختلاف بسهولة على أنه نتيجة لنوع واحد متعدد الأنماط ولكنه واسع الانتشار، تشكَّلَ من مجموعات إقليمية خضعت للعزلة في الزمان والمكان، وما دعم هذه النتيجة أنه لا يوجد أي دليل من علم الأعصاب القديمة يدعم أن هناك اختلافات مورفولوجية في الدماغ بين المجموعات الجغرافية الرئيسية سواء الإفريقية أم الآسيوية. خامسا: امتلك الهوموإركتوس لغة منطوقة ما قبل النحوية، وما يدعم هذا الطرح هو منطقة البروكا ومنطقة فيرنيك والسبيل الصوتي والعظم اللامي، إلا أنها لغة لا ترقى إلى مستويات لغتنا، وإن كانت لغة جيدة مكنتهم من التواصل فيما بينهم للقيام بالكثير من الأعمال الجماعية المشتركة بنجاح، تجلت في أنماط الصيد وتقاسم الطعام والعيش المشترك. سادساً: تجلى الحس الجمالي والإدراك العميق بالفؤوس الآشولية ذات التناظر الجميل والحواف المشذبة ونوعية حجارة الصوان التي اختيرت لها دون غيرها، لاسيما أنها جلبت من أماكن بعيدة، مل يوحي بقوالب عقلية حقيقية كانت موجودة في دماغ صانعيها من أفراد الهوموإركتوس.

قائمة المصادر والمراجع المعتمدة:

1) Allen, J, S., *The Lives of the Brain*; *Human Evolution and the Organ of Mind*., London 2009.
2) Allen, N, J., & Hilary Callan & Robin Dunbar & Wendy James., *Early human kinship; From Sex to Social Reproduction*., Blackwell Publishing Ltd, Hong Kong 2008.
3) Allman, J. M., *Evolving Brains*., by Scientific American Library, New York 1999.
4) Anton, S. C., & Taboada, H. G. & Middleton, E. R., & Rainwater, Ch. W. & Taylor, A. B. & Turner, T. R. & Turnquist, J. E. & Weinstein, K. J. & Williams, S. A., Morphological variation in Homo erectus and the origins of developmental plasticity., The Author(s) Published by the Royal Society, 13 June 2016.
5) Beyin, A., *Human origins, dispersal and associated environments: An African perspective*., In Ethnology, Ethnography and Cultural Anthropology, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France 2015.
6) Botha, R., *Did Homo erectus Have Language? The Seafaring Inference*., Cambridge Archaeological Journal 35:1, 13 Jan 2024.
7) Bruner, E., & Grimaud-Herve, D., & Xiujie, W., & Manuel de la Cuetara, J., & Holloway, R., *A paleoneurological survey of Homo erectus endocranial metrics*., Quaternary International 2015.
8) Bribiescas, Richard G., *Men: evolutionary and life history*., First Harvard University Press paperback edition, 2008.
9) Capasso, L., & D'Anastasio. R., *A Homo Erectus Hyoid Bone: Possible Implications for the Origin of the Human Capability for Speech*., Coll. Antropol 32, 2008.
10) Choudhary, V., *Homo erectus from Africa, Asia, Europa.,* Unit 7; Block 3; *Homo Erectus to Modern Homo Sapiens*., from Book; *Introduction to Biological Anthropology*., School of Social Sciences Indira Gandhi National Open University, November 2019.
11) Chu, Angus C., *Human Brain Evolution in a Malthusian Economy*., Munich Personal RePEc Archive, April 2023.

12) Clark, G., & Henneberg, M., Cognitive and behavioral modernity in Homo erectus: skull globularity and hominin brain evolution., Anthropological Review; Vol. 84 (4)., 2021.
13) Cofran, Z., *Brain Growth in Homo erectus*., eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester., June 2017.
14) Coolidge, F. L., & Thomas Wynn., *The Rise of Homo sapiens*; *The Evolution of Modern Thinking*., United Kingdom, 2009.
15) Coppens, Y., & Denis Geraads., *East side Story; The Origin of Humankind, the rife valley in Africa holds the secret to the divergence of hominids from the great and to the emergence human beings*., Scientific American, May 1994.
16) Coqueugniot, H. & Hublin, J.-J., & Veillon, F., & Houet, F., & Jacob., T., *Early brain growth in Homo erectus and implications for cognitive ability*., Nature, Vol 431, 16 September 2004.
17) Dzhinenko, E., The Cognitive Evolution of Homo erectus The Cognitive Evolution of Homo erectus., The Undergraduate Research Journal at the University of Northern ColoradoLMVolume 11, Number 1, July 2022.
18) David R. Brauna,1, John W. K. Harrisb, Naomi E. Levinc, Jack T. McCoyb, Andy I. R. Herriesd, Marion K. Bamforde, Laura C. Bishopf, Brian G. Richmondg,h, and Mzalendo Kibunjiai., *Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya*., PNAS Early Edition 2010.
19) Gabora, L., & Russon, A.., *The evolution of human intelligence*., In R. Sternberg & S. Kaufman (Eds.), The Cambridge handbook of intelligence, 2011.
20) Gallagher, A., *Stature, body mass, and brain size: A two-million-year odyssey*., Economics and Human Biology 11, 2013.
21) Hatala, K. G., & Neil t. Roach & Kelly R. ostrofsky & Roshna e. Wunderlich & Heather L. Dingwall & Brian A. Villmoare & David J. Green & John W. K. Harris & David R. Braun & Brian G. Richmond., *Footprints reveal direct evidence of group behavior and locomotion in Homo erectus*., Scientific Reports, June 2016.
22) Leonard, W. R., & Snodgrass, J.J., & Robertson, M., *Effects of Brain Evolution on Human Nutrition and Metabolism*., Annu. Rev. Nutr. 2007.

23) Leonard, W. R., *Food for thought*, *Dietary change was a driving force in human evolution*., Scientific American, Vol 287, number 6, December 2002.
24) Luke-Killam, A., *Language Capabilities of Homo erectus & Homo neanderthalensis*., LIGN 272. 5 December 2001.
25) Midant-Reynes, B., & Henry de Lumley., Avant-propos Climats– Cultures– Sociétés aux temps préhistoriques. De l'apparition des Hominidés jusqu'au Néolithique: un regard d'ensemble, C. R. Palevol 5, 2006.
26) Mussi, M., & Matthew M. Skinner., & Rita T. Melis., & Joaquîn Panera., & Susana Rubio-Jara., & Thomas W. Davies., & Denis Geraads., & Hervé Bocherens., & Giuseppe Briatico., & Adeline Le Cabec., & Jean-Jacques Hublin., & Agness Gidna., & Raymonde Bonnefille., & Luca Di Bianco., & Eduardo Méndez -Quintas., *Early Homo erectus lived at high altitudes and produced both Oldowan and Acheulean tools*, Science 382, 713-718, 2023.
27) Neubauer, S., & Jean-Jacques Hublin., *The Evolution of Human Brain Development*., Springer Science 39, Evol Biol 2012.
28) Pringle, H., *The Origins Creativity*, *New evidence of ancient ingenuity forces scientists to reconsider when our ancestors started thinking outside the box*., Scientific American, Vol 308, No 3, March 2013.
29) Rightmire, G. Ph., *Homo erectus and Middle Pleistocene hominins: Brain size, skull form, and species recognition*., Journal of Human Evolution Vol 65, Issue 3, September 2013.
30) Saha, D., & Pooja Rai & Abhimanyu Kumar Jha., *Homo erectus*., Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior, Springer Nature Switzerland AG 2019.
31) Salcedo, Luis G. Lumbreras., *The Equatorial and Tropical Andes; from the beginnings of food production up to 5,000 years ago*., Vol I; Prehistory and the Beginnings of Civilization, Edited by: S. J. de Laet Co-edited by A. H. Dani, J. l. Lorenzo and R. B. Nunoo., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1994.
32) Simpson, S. W., & Jay Quade, & Naomi E. Levin, & Robert Butler, & Guillaume Dupont-Nivet, & Melanie Everett, & Sileshi Semaw., A Female Homo erectus Pelvis from Gona, Ethiopia., Science Vol 322, 14 November 2008.

33) Stefoff, R., *First humans; (Humans: an evolutionary history)*., Marshall Cavendish Benchmark, New York 2010.
34) Tattersall, I., *Endocranial volumes and human evolution*., F1000Research 2023.
35) Tattersall, I., *How we came to be*., Scientific American, December 2001.
36) Wenke, R, F., & Deborah J. Olszewski., *Patterns in Prehistory: Humankind's First Three Million Years*., 5 Ed., New York- Oxford, Oxford University Press 2007.
37) Xiujie, W., *Brain Morphology of the Zhoukoudian H. erectus Half a Million Years Ago*., BCAS: Vol 24, No 2, 2010.