البحث
٧

السيبرنية بين النظم الآلية والحيوية

اعداد

د / عبد الفتاح مصطفى غنيمة

استاذ مساعد فلسفة العلوم وتاريخها

كلية الآداب – جامعة المنوفية

السيبرنية بين النظم الآلية والحيوية

يتميز العصر الذى نعيشه بانتشار الآلة الأوتوماتية و التى عبدت الطـــرق إلى عصر المعلومات وبرمجياتها . كى نلحق بحضارة الموجة الثالثة ، ما بعـد الحداثة ، وما بعد عصر الميكنة . ولذا من أهم إنجازات العلم المعاصر ، وضع أساسيات وتطبيقات السيبرنية ، وكلمة سيبرنية لفظ معرب من معظـم اللغـات الأوروبية فهى فى الإنجليزية (Cybernetics) والأصل من الكلمـــة اليونانيـة (Kubernetike) وتعنى ماسك الدفة أو الربان ، بمعنى فن إدارة سفينة أو بلـد أو من يدير آلة أو يوجهها Steersman ، ولقد استخدم أفلاطون هذا اللفظ للدلالة على المعنى السابق ، كما استخدمه الفيزيائى الشهير اندريا امبير فـــى عـــام ١٨٣٤ للدلالة على التحكم فى المجتمع البشرى وذلك فى كتابه " مقال فى فلسفة العلوم " وذلك فى معرض حديثة عن الحكومة ، حيث أطلـــق هـــذا اللفـظ بالفرنســية Cybernetique ، (١)

وأما فى الوقت الحاضر فقد أخذت هذه الكلمة مدلولا جديدا . أن السـيبرنية كميدان علمى ينفذ بجذوره إلى أعماق التاريخ ، وهو محصلة جهود علماء مـن مختلف العصور والبلدان ، فلقد تبين أنه حتى اليونانيين والمصرييـن القدمـاء وعلماء العصور الوسطى تنبهوا إلى ضرورة وجود آلات تحل محل الإنسان فى تنفيذ الكثير من الأعمال الصعبة والمعقدة ، كما أن مؤلفى الروايـات الخياليـة طالما صوروا لنا مجتمعاتهم المثالية على أنها كاملة الآلية ، وان دور الإنسـان يقتصر فيها على ضغط مجموعة من الأزرار تتحكم بكل مـا حولـه . و قـد تمخضت السيبرنية عن مجموعة مترابطة من الدراسات يقوم بها علماء الهندسة الإلكترونية وعلماء الفسيولوجيا والمناطقة . وقد بدأت فى الأربعينات من هـذا القرن ، وليس اختراع الآلة الحاسبة Computer والإنسان الآلـى Robot إلا الثمرات التطبيقية لها . ولاشك أن هذه المخترعـات تمثـل قمـة التكنولوجيـا المعاصرة (٢) .

أن القفزة الرئيسية فى تكوين السيبرنية تمت فى النصف الأول مـن هـذا القرن ، وذلك نتيجة دراسة اتجاهين هامين فى مسار البحث ، أولـهما تشـابك وتداخل فروع المعرفة المختلفة ، وتزايد عمليات التأثير والتأثر بينها . فبعـد أن

---

(١) د . **محمد مصطفى الفولى** : السيبرنية فى الإنسان والمجتمع – الهيئة المصرية العامـة للكتاب . القاهرة ١٩٧١ تمهيد ص ٢٢ – ٢٣ .

(٢) **The Encyclopedia Americana** . International Edition Copyright c 1980 By Americana Corporation . vol 8 . p 164

كان العلماء يبالغون فى تجزئة مادة البحث بهدف إلقاء النظرة الفاحصة الكاشفة على الظاهرة تحت الدراسة لفهمها فهما دقيقا ، مستهدفين معرفة خصائصها الذاتية مع استبعاد كل ما هو غير دال ، أدرك العلماء أنه إلى جانب التخصص الدقيق لابد من النظرة الشاملة لإحراز التقدم العلمى ، و أما ثانى الاتجاهين فهو دراسة عميقة وكاملة للتشابه الأخاذ بين عمليات التحكم فى الأنظمة التكنيكية والبيولوجية ، وللتقدم الكبير فى العلوم والرياضيات والإلكترونيات والفسيولوجيا. وازدياد التداخل بين العلوم الطبيعية والإنسانية ، وأدت مشاركة علماء الإنسانيات مع باحثى العلوم الطبيعية فى أبحاث مشتركة مما كان له تأثير متبادل على مناهج الفريقين . والسيبرنية هى أحد البحوث الجديدة التى نشأت فى ظل هذين الاتجاهين نتيجة تداخل المنطق والفلسفة وعلم النفس مع الرياضيات والحاسب الآلى (٣)

ويعتبر الرياضى الأمريكى الشهير نوربيرت فينر Norbert Wiener (١٨٩٣ – ١٩٦٤) المعروف بأبحاثه العديدة فى مجالات التحليل الرياضى ونظرية الاحتمالات ، أبا لهذا العلم الجديد ، وهو أول من استخدم كلمة سيبرنية وجعلها اسما لبحث مستقل ، شرح موضوعاته ، فقد وضع فى سنة ١٩٤٨ كتابا أسماه " السيبيرنتيك " أو التوجيه والتوصيل فى الحيوان والآلة Cybernetic or Control and Communication in The Animal and The Machine . ، وهذا الكتاب يعد مرجعا أساسيا فى هذا الميدان . إذ جمع فينر فى كتابه هذا شتات العديد من أفكار سابقيه ولخص أبحاث موضوعه من كتابات ألمع علماء عصره ، وأرسى بذلك قواعد هذا العلم الوليد . وبدأ الإنسان المعاصر فى تصميم الآلات التى تعمل تبعا للنظم السيبرنية و إن كان الأمر يتطلب ضرورة العروج إلى أفكار عالم ألمانى مشهور ولد فى المجر هو " جون فون نيومان " John Von Neumann ، فقد كانت أفكاره ومقترحاته من العوامل المؤثرة فى تطور الحواسب الكترونية ، فقد قام عام ١٩٤٦ باستعراض الحواسب تاريخيا والتى كانت تعتمد على أجزاء ميكانيكية فى التشغيل ، ورأى نظريا ضرورة أن تكون الحواسب الإلكترونية ، و أن تستخدم النظام الرقمى الثنائى Binary Number System لسهولة وسرعة التشغيل ، وضرورة تواجد ذاكرة للحاسب ، و أن يكون فى مقدوره أى حاسب تقبل مخزون يحتوى على تعليمات إجرائية بدلا من تدخل الإنسان فى كل مرة . وأن يكون الحاسب عام الاستخدام بحيث تكون له القدرة للتعامل مع مشاكل متنوعة . والغرابة فى الأمر أن نيومان لم يعتمد فى ذلك الوقت على نظريات ومبادئ يمكن تطبيقها عمليا ... إلا أن الواقع بعد سنوات أظهر صحة هذه المبادئ والمقترحات . لدرجة أن كثير من المتخصصين فى هذه الأمور دائما ما

(٣) **Donald Michi** ; On Machine Intelligence. Edinburgh London 1974 pp . 150-161

يشيرون إلى هذه الأفكار المثمرة لحجر الأساس فى تطوير الحواسب ، ولذا سميت الحواسب فى جيلها الأول بآلة نيومان . وهكذا و أصبحت الفكرة المحورية التى تدور حولها السيبرنية هى فكرة التغذية الاسترجاعية Feedback Process . كانت العصور العلمية السابقة هى عصور الميكنة والتفسير الآلى والتفكير العلمى السائد فى اتجاه واحد من العلة إلى المعلول ، ومن القوة إلى الدفع ، ومن الطاقة إلى الحركة ، ومن الأثر إلى النتيجة ،... إلخ ، أما السيبرنية فقد افتتحت عهداً جديداً للتفكير العلمى ، واتخذت نموذجا علميا يسير فى أكثر من اتجاه ، بحيث يكون الحوار المستمر بين المركز والأطراف . مما يتيح التحكم الكامل فى النموذج المطروح . إن السيبرنية افتتحت عصراً جديداً هو عصر ما عبد الميكنة وما بعد الآلية وما بعد الآلية وهى تتجاوز وتعلوا على تلك النظريات لكى توضح أنظمة التحكم المشترك بين الإنسان و الآلة دون أن تطابق بينهما

وبدأ الإنسان المعاصر فى تصميم الآلات التى تعمل تبعا للنظم السيبرنية مثل الحواسب الآلية وآلات التحكم الذاتى وآلات التوجيه من بعد ، وسمعنا عن الطائرات التى تطير بدون كائن ، وتوجه من الأرض . والقطارات التى تسير بدون سائق ، وسمعنا عن الآلات التى تعمل ذاتيا ، وغيرها من المنجزات التكنولوجية للسيبرنية ، وهكذا أصبحت السيبرنية جزء لا يتجزأ من الإنسان المعاصر ، تعيش معه فى الأجهزة والأدوات التى يستخدمها فى حياته (٤) .

ولقد وصلت السيبرنية إلى نتيجة أساسية هى وجود تشابه بين هذه المخترعات والجهاز العصبى المركزى فى الكائن الحى فى الوظائف والعمليات التى يؤديها كل منهما ، ومن ثم أمكن النظر إلى تلك المخترعات على أنها تحاكى الكائنات العضوية فى سلوكها الذكى ، وتحقيقها أغراضا وأهدافا معينة وتكيفها مع البيئة ، ولكن بطريقة آلية بحتة ، وبذلك استطاعت السيبرنية أن تلعب دورا هاما ورئيسيا فى الربط بين النظم الحية والنظم التكنولوجية ، أو بين الحياة والمادة . إذ تعمل أساسياته على زيادة تفهم سير النظم الحية . أما التطبيقات المتعددة لهذه الأساسيات فتساعد على تطوير العلوم التطبيقية التكنولوجية ، وتعمل على ازدياد رفاهية الإنسان . ولقد وصل اتباع فينر إلى موقف عكسى خلاصته أن الكائنات العضوية تحاكى هذه الآلات المصنوعة فى تركيبها ووظائفها ، ومن ثم أمكن النظر إلى تلك الكائنات العضوية نظرة آلية بحتة. ولذا فإن السيبرنية لها تعريفات عديدة منها : هى الجانب المعرفى الذى

---

(٤) **Charniak , E & MC Dermott** , Introduction to Artificial Intelligence , Addison Wesley , Reading MA NewYork 1985 p . 38 .

و أيضا, **Neumann , John Von** : The Computer and The Brain , New Haven 1958 . pp11-13

يشرح فيه الفسيولوجيين للمهندسين كيف يبنون الآلات ، ويشرح فيه المهندسون للفسيولوجيين كيف تسير الحياة . و يطلق على السيبرنية أيضا أنها النظريات العامة للتحكم فى النظم المختلفة ، سواء كانت بيولوجية أو تكنولوجية، وتعرف أيضا بأنها المفسرة لنقل الإشارات أو التحكم الذاتى ، واتفق كثير من العلماء على تفسير السيبرنية بأنها : الأساس الذى يفسر عمل النظم المختلفة ، التى تعتمد فى عملها على إشارات تصل إليها ، بغض النظر عن كون هذه النظم فيزيائية أو فسيولوجية أو سيكولوجية ، ومن ثم انتهى رأى العلماء إلى تعريف السيبرانية بأنها أسس التوجيه وعمليات التوصيل فى الآلات والحيوانات ، أو " دراسة الآلات سواء كانت إليكترونية أو ميكانيكية أو عصبية " . مما يستلزم ضرورة توضيح كلمتى التوجيه والتوصيل (٥) .

نظرية التوصيل فى الآلة ، نظرية أمكن بفضلها تصميم آلة وتركيبها لتؤدى وظيفة أو وظائف معينة طبقا لقوانين الحركة فى الفيزياء ، وحين تطورت النظرية أمكن تصميم أجهزة آلية طبقا لقوانين علوم الميكانيكا والكهرومغناطيسية Electromagnetism وهذه نسمى بالأجهزة الإلكترونية . والتوصيل هنا توصيل معلومات أو نقل معلومات من جزء من الآلة إلى جزء آخر منها ، والمقصود بنقل معلومات هنا هو نقل إشارات ، وأبسط مثال على توصيل معلومات بهذا المعنى ما يحدث فى إرسال البرقيات : نقل إشارات صوتية أو مكتوبة لها دلالات معينة . ومثل أجهزة فتح و إغلاق الإشارات لقطارات السكك الحديدية و أجهزة تنظيم درجات الحرارة " الثرموستات " كما يحدث فى تنظيم التدفئة المركزية فى المنازل أو فى الأجهزة الحرارية المختلفة مثل الثلاجات و الأفران ، التى تتحكم درجة الحرارة فيها فى تشغيل أو تعطيل الجهاز . وربما كان الجسم الحى هو أعقد نظم التغذية المرتدة Feedback فى أكثر المنظمات والوحدات الخاضعة للتحكم فيه !! وما أكثر المهام التى يواجهها الجسم الحى ، من توزيع أحمال العضلات للمحافظة على الوضع المعين للجسم ، إلى الاستجابة لأتفه التغيرات فى الضغط داخل الأوعية الدموية . إلى الاستجابة للحر والبرد ومتابعة المحافظة على معدلات الأحماض و القلويات و الأنزيمات والهرمونات و الأحماض الأمينية و غيرها من المواد الكثيرة ... إلى مراقبة عمل القلب والكلى والكبد و الرئتين ...الخ. وكلما ازداد تعقد الجسم بيولوجيا ، ازداد تعقد وتنوع منظمات الأوتوماتيكية ، حيث لا غنى عنها لمواصلة الحياة ، ولذا فإن التوصيل فى الكائنات الحية يتوقف على عملية التنبيه والاستجابة فى الكائن الحى سواء فى صورة فعل منعكس أم إدراك حسى أم تذكر الخ – و عملية توصيل المعلومات، والتنبيه أو الإشارة التى يتأثر بها عضو حسى أو

---

(٥) OP . cit p . 162
و أيضا The Encyclopedia Americana ; op cit p . 364

عضلة هو بداية عملية التوصيل ، والاستجابة هى نهايتها . خذ الإدراك الحسى مثالا . تتأثر الحواس بمؤثر خارجى كضوء أو صوت ، ثم تنتقل هذه التنبيهات عبر الحواس إلى الأعصاب فالمخ ، وحين يستجيب المخ تنتقل استجابته إلى العضلة المناسبة أو العضو المناسب . ويكون التوصيل فى هذه الحالة توصيلا عصبيا . (٦)

ننتقل الآن إلى معنى " التوجيه " فى السيبرنية ، معناه التنظيم الآلى أو التنظيم الكهربى . حين نصمم آلة تتركب من أجزاء ، نصممها على نحو يجعلها تتحرك بطريقة معينة لتحقق أغراضا معينة . وحين تطورت التكنولوجيا أصبح فى إمكان العلماء تصميم آلة تحوى جهازا خاصا يتحكم فى حركاتها ويوجهها توجيها آليا ، والسيبرنية بذلك تعتبر نظرية علمية لدراسة الآلات والأجسام الحية معا ، والتعرف على خواصها المشتركة من حيث مقدرتها على استيعاب معلومات معينة وحفظها فى الذاكرة وإرسالها بأساليب الاتصال وتحويلها إلى إشارات للتحكم والقيادة والتوجيه ، وهو يهدف إلى اختراع وانتشار تكنولوجيا منطورة ومتخصصة بتدقيق وحفظ وإرسال المعلومات من اجل المراقبة والتوجيه والإرشاد والتحكم التام . والسيبرنية بمفهومها السابق تقوم على ثلاث ركائز رئيسية هى :

أولا – نظرية المعلومات Information وكلمة معلومات لاتينية الأصل ومعناها نقل معلومة ما... ولذا فالنظرية تدرس مسائل إرسال المعلومات بقنوات الوصل المختلفة ومن ضمنها الخلايا العصبية للكائنات الحية وكذلك تدقيق المعلومات الملتقطة فى الضوابط .

ثانيا – نظرية التحكم الآلى والضبط الأتوماتيكى Automatic Control ونظرية الاتصال العكسى للآلات والأجسام الحية معا .

ثالثا – نظرية الضوابط من حيث مقدرتها على تنفيذ وظائف منطقية معينة، وتعتبر الحاسبات الإلكترونية أبرز مثال على الضوابط التى يمكن مقارنة وظائفها مع مقارنة الجملة العصبية فى الأجسام الحية. ما هى هذه الحواسب الإلكترونية وكيف ظهرت وتطورت ؟

---

(٦) **Wiener , N; & Schade , j** ; Cybernetics of The Nervous System . MC . Grow- Hill . NewYork 1965 p . 26

و أيضا **Anderson,s.; Minds and Machines** . Cambride Univ . Press . London . 1964 . p .

أعظم منجزات العصر :

فى عام ١٩٥٣ تم فى موسكو صنع أسرع حاسبة إلكترونية فى أوروبا فى ذلك الوقت ، وقد صممت هذه الآلة لحل المسائل الحسابية فى مختلف المجالات العلمية والتكنيكية . والخاصة المميزة لها هى عموميتها الكبيرة ، فقد أمكن بواسطتها الترجمة لكلمات محدودة (٢٥٠ كلمة) من لغة إلى أخرى . وبعد تطورها أمكن الحصول على ترجمات عديدة فى مستوى مقبول ولكنه غير جيد، ولا تتبع القواعد اللغوية للغة المترجم إليها بدقة شديدة ، ولا زالت السيبرنية بعيدة عن إيجاد الآلة التى تقوم بعمل المترجم البشرى ، ومن الصعاب التى تجابه الوصول إلى مثل هذا الهدف أن الآلة تختار كلمات من لغة معينة بدلا من كلمات من لغات أخرى ، دون ان يكون لها الإحساس بالمعانى الموجودة فى الجمل والكلمات التى تتكون منها . وطبعا لا يستطيع الإنسان أن يطلب من الآلة مراعاة الأصل والروح ، وأن تعرف كيان وحياة وثقافة وعادات الشعب الذى يقوم بالترجمة من لغته (٧) .

ومنذ ذلك التاريخ دخلت ميدان السباق الإلكترونى دول أوروبية عديدة إضافة إلى اليابان التى أخذت شركاتها تنافس أعرق الشركات الأمريكية فى هذا الميدان ، فقد أقرت اليابان خطة قومية قدرها عشر سنوات (١٩٩٠ – ٢٠٠٠) عرفت باسم الجيل الخامس للحواسب الأمر الذى قد يجعل اليابان القوة الصناعية المسيطرة فى العالم ، ودوافعهم إلى ذلك استخدام الحاسب الآلى لمعالجة المعرفة بدلا من معالجة البيانات . ويعرفون هذا العصر الجديد بأنه عصر صناعة المعرفة Knowledge Industry . وهو عصر تمثل فيه المعرفة الثروة القومية للأمم ، فالمعرفة قوة والحاسب يعظم و يضاعف هذه القوة ... ويخطط اليابانيون للجيل الجديد من الحواسب بحيث يشمل تغيرات كمية فى سرعة الحسابات والقوة والاستنتاج المنطقى Reasoning . وأن تكون قادرة على مناظرة الإنسان بلغاته القومية وفهم الكلام والصور ، وكذلك القدرة على التعلم والتفكير المنطقى المؤدى إلى استنتاجات العقل البشرى ، أو ما يسمى بذكاء الحاسب الاصطناعى (٨) .

والذكاء الاصطناعى هو أحد العلوم الجديدة التى نشأت لتجسد التداخل والتلاحم بين العلوم البيولوجية والحاسب الآلى . ويختلف العلماء فى تعريفهم لهذا العلم فينظر وينستون Winston إليه كأحد العلوم التطبيقية التى تسعى لجعل الحاسبات الآلية أكثر ذكاء ونفعا للإنسان وبهدف إلى فهم الذكاء الإنسانى .بينما

---

(٧) **Rich , E;** Artificial Intelligence . MCGrow – Hill Inc . NewYork. 1983 p . 64
وأيضا د . محمد مصطفى الفولى : السيبرنية مرجع سابق ص ٧٩

(٨) **Rich , E;** op . cit p . 66 .

يرى شارنياك Charniak و درموت Dermott أن الذكاء الاصطناعى هو العلم الذى يسعى لدراسة القدرات العقلية الإنسانية من خلال برامج للحاسب الآلى تحاكى هذه القدرات . ويعترضان على كلمة ذكاء فى تسمية هذا العلم لان بعض قدرات العقل تتطلب الأبصار والكلام و تمييز المرئيات والحركة .... وهى القدرات التى يصعب تماما على الحاسب محاكاتها ، إن فهم اللغة وتوليدها يحتاج إلى ملكات ذهنية ونفسية يصعب محاكاتها . وهى أمور تحتاج إلى خلفية معرفية تفوق بكثير تلك التى تضمنها كتب القواعد والمعاجم ودوائر المعارف ...إن الإنسان يدرك العالم بموجوداته و أحداثه ومفاهيمه وعلاقاته وقيمة من خلال الحس العام Commonsense وبالسليقة أحيانا وهى نوع من المعرفة يصعب تعريفه ومحاصرته ... وهى تمثل التحدى الحقيقى لعلماء الذكاء الاصطناعى (٩)

وعليه يهدف الذكاء الاصطناعى إلى فهم طبيعة الذكاء الإنسانى عن طريق عمل برامج للحاسب الآلى قادرة على محاكاة بعض السلوك الإنسانى المتسم بالذكاء ، وتعنى قدرة برنامج الحاسب على حل مسألة ما ، أو اتخاذ قرار فى موقف ما بناء على وصف لهذا الموقف — أن البرنامج نفسه يجد الطريقة التى يجب أن تتبع لحل المسألة أو للتوصل إلى القرار بالرجوع إلى العديد من العمليات الاستدلالية المتنوعة التى غذى بها البرنامج (١٠) .

ورغم أن العلماء لا يستطيعون تعريف الذكاء الإنسانى بشكل عام ، فإنه يمكن إلقاء الضوء على عدد من المعايير التى يمكن الحكم عليه من خلالها ، ومن تلك المعايير بعض التعاريف ، فيرى تيرمان Terman الأمريكى أن الذكاء هو القدرة على التفكير المجرد ، أى على التفكير بالرموز من ألفاظ وأرقام مجردة عن مدلولاتها الحسية ، ويرى شترن Stern الألمانى أن الذكاء هو القدرة على التكيف العقلى للمشاكل والمواقف الجديدة ، أى قدرة الفرد على تغيير سلوكه حين تقتضى الظروف الخارجية لذلك . وربما كان أشمل تعريف وأجمعه ما ذهب إليه كلفن Colvin الأمريكى وهو القدرة على التعلم واستخدام الفرد ما تعلمه فى التكيف لمواقف جديدة أى حل مشكلات جديدة . ويتفق علماء النفس على تحديد مظهر الذكاء الإنسانى فى النقاط التالية (١١) :

١ — يتصدى الإنسان للمشاكل ويحلها بالرجوع إلى المعلومات المتوافرة لديه والتى قد تكون ناقصة .

---

(٩) **Charniak , E & Dermott , Mc** ; Introduction to Artificial Intelligence . Addison Wesley ; NewYork p . 27 – 28 .

(١٠) OP cit . p . 29 .

(١١) د . عزت راجح : علم النفس العام .المكبت المصرى الحديث ط ٩ ١٩٧٣ ص ٣١٦ .

٢ – قدرة الإنسان على اتخاذ القرار بناء على إدراك المواقف والاحتمالات والعواقب والمرغوب .
٣– قدرة الإنسان على التعميم والتجريد والاستنباط والتمييز والتوصل إلى العموميات .
٤– التعرف على أوجه التشابه والتباين والتعامل مع المستجدات ونقل الخبرة .
٥ – اكتشاف الأخطاء وتصحيحها بهدف تطوير الأداء .
٦ – اكتساب المعرفة والتعلم من خلال الممارسة .

يمكن القول أن جميع أنشطة الحاسب تتطلب قدرات من الذكاء ، فجميع العمليات الحسابية من ضرب وقسمة واستخراج متوسط عدة أرقام تطلب من الإنسان قدراً من الذكاء ولكن الفرق بينها وبين الأنشطة التى يعالجها الذكاء الاصطناعى أن لها خطوات واضحة ومعروفة يتبعها الحاسب بشكل آلى دون أن يستطيع شرح أو تبرير ما يتوصل إليه .ويهتم العلماء بالأنشطة ومجالات البحث المختلفة لمعالجة اللغات الطبيعية كإحدى فرع الذكاء الاصطناعى أولها الأنشطة النفعية Utilitarian Activity لتفاعل الإنسان مع الآلة Man Machine Interaction لكون هذا النشاط يختص بمشاكل الاتصال بين الإنسان والحاسب ، والحاسب فحسب . و أن ما يحتاجه علماء الحواسب هو إقامة جسر بين اللغة الطبيعية ولغة الحاسب الآلى ، لأن كل لغات الحاسب المستخدمة فى البرمجة هى لغا اصطناعية والإشكالية التى يواجهونها فلسفيا هى كيف يتحاور الإنسان مع الحاسب بوسيلة طبيعية وبدون أن يضطر إلى تعلم إحدى لغات البرمجة حيث يتوقع العلماء أنه إذا أمكنهم استخدام هذا الجسر فستكون له نتائج باهرة لأن هذا الجسر يمكن الإنسان والآلة من الدخول فى حوار طبيعى يوحى بوجود قدر كبير من الفهم المتبادل بينهما إذا تحقق (١٢)

ثانى الأنشطة التى يعنى بها الفلاسفة ، تندرج تحت فهم اللغات الطبيعية ، و تساؤلاتهم حول النشاط اللغوى أو المنطق ، وهى تدور حول ما إذا كانت هناك عبارة ما صحيحة لغويا ويمكن قولها فعلا فى الحياة اليومية ... وهل يمكن للحاسب أن ينظر لهذه العبارة أو غيرها دون اعتبار لوظائفها المعرفية أو التواصلية ، أم انه سينظر إلى اللغة باعتبارها كيانا مستقلا دون اعتبار لوظائفها. من أبرز المؤيدين لوجهة النظر هذه تشومسكى (١٣) Chomsky الذى أكد على التمايز بين القدرة اللغوية والأداء اللغوى Competence & Performance

---

(١٢) Gravin , P .; Natural Language and The Computer Mc Geow – Hill NewYork وايضا فيكتور بيكيليس : الموسوعة الصغيرة فى علم النفس السيبرنتيكيا دار مير للطباعة ١٩٧٤ حتى ٦٠ وما بعدها .

(١٣) Chomsky , Language and Mind . Narper and Row NewYork 1968 pp 61 – 64 .

لان علماء المدرسة البنيوية كانوا يهتمون بالنص اللغوى ويحددون هدف البحث اللغوى بوضع القواعد التى تحكم الاستخدام اللغوى الواقع فعلا من خلال النص سواء كان مكتوبا أو منطوقا . وقد أوضح تشومسكى أن النظرة المتفحصة فى الكلام توضح أن به العديد من الأخطاء . ويتأثر بالحالة النفسية والمزاجية ودرجة التركيز لدى المتكلم ، ولهذا فهو لا يعبر تعبيرا دقيقا عن المعرفة اللغوية لدى المتكلم . وحدد هدف البحث اللغوى بتحديد القدرة اللغوية لدى المتكلم Competence والتى تتضح من الأحكام التى يصدرها المتكلم عن صحة أو خطأ عبارة ما . ويطرح بونيت Ponnet التساؤل الآتى : ما هو الهدف من الاشتغال بالذكاء الاصطناعى ؟ هل هو لفهم الذكاء الإنسانى . أم للاستفادة من الحاسب فى معالجة المعلومات ؟ وهل يجب أن تحاكى برامج الذكاء الاصطناعى بالطريقة التى يتوصل بها مخ الإنسان لحل المشاكل ؟ أم أن الطريقة لا تهم طالما توصلت البرامج فى النهاية إلى حل بشكل أو بآخر ؟ (١٤) .

ولا شك أن التقدير العلمى الرفيع لدور الحاسب الإلكترونى فى حياتنا المعاصرة يعود بشكل رئيسى لمساهمته العلمية والعملية فى حل كثير من مشاكل العصر المعقدة والشائكة بصورة متميزة وسريعة . وذلك نابع من خواص الحاسب نفسه ، والتى من أهمها (١٥) :

١ – السرعة الفائقة فى الأداء والتى قد تصل إلى أكثر من مليون عملية حسابية فى الثانية الواحدة . وإذا ما قورن ذلك مع إمكانية الحاسبات العادية والآلات المشابهة للآلة الكاتبة التقليدية لظهر لنا بوضوح أهمية الحواسب الإلكترونية ومدى القفزة النوعية التى حققتها فى ميدان آلية الحساب إضافة إلى تنوع وتعقيد المسائل التى يجرى حلها بواسطة الحاسب الإلكترونى .

لقد استطاعت الآلة السوفيتية رازدان حل مجموعة من المعادلات الجبرية تحوى (٨٠٠) من المجاهيل خلال اقل من (٤٨) ساعة ، ولو أعطيت هذه المعادلات لرياضى بمفرده لتطلب حلها منه بالطرق العادية حوالى (٣٠٠) سنة عمل متواصلة .

٢ – الدقة المتناهية فى استخراج النتائج وهذه ميزة تنفرد بها الحاسبات العددية.

٣ – إمكانية حل مشاكل متعددة فى ميادين علمية متنوعة بواسطة حاسبة واحدة. وهذه الميزة على جانب كبير من الأهمية لأنه لو تطلب الأمر وجود

---

(١٤) **Bonnet , A , A rtificial Intelligence** : Promise and Performance , Prentice Hall Inernational W-K . 1985 P . 37

(١٥) **Deryfus . H** . ; What Computers Can't do : A Critique of Artificial Reason . sec . ed. 1983 p. 11 .

آلات حاسبة بنفس عدد المسائل المطروحة للحل لما لاقت الحواسب الإلكترونية مثل هذا الانتشار الواسع .

٤ – ذاكرة ذات مقدرة هائلة على التخزين إضافة لقابليتها للتوسع دائما .

٥ – إمكانية تشغيل ومعالجة بيانات لعملاء تفصلهم عن وجود الحاسب مسافات بعيدة .

أما ميادين ومجالات استخدام هذا النوع من الآلات الإلكترونية فأكثر من أن تعد ، إذ يندر أن تجد حقلا من حقول العلم والمعرفة لم تمد له هذه الآلات الإلكترونية مساهمة معينة في تطوير نظريته أو تطبيقاته العلمية . وهل يمكن لعاقل أن يتصور إمكانية تحقيق الانتصارات الفضائية المتلاحقة وتحكم العلماء بإنزال مركباتها الكونية على سطح الكواكب البعيدة وإعادتها إلى الأرض ثانية لولا الخدمات الجليلة والمتنوعة التي قدمتها الحواسب الإلكترونية في هذا المجال. لا بل أن هذه الحواسب قد استعملت في مجالات لم يكن يخطر ببال أحد قبل عدة سنوات فقط أن تكون مثل هذه المجالات ميدانا لاستخدام الحاسبات الإلكترونية فيها مثل : انتقاء المحلفين في المحاكم الأمريكية ، وممارسة لعبة الشطرنج ، وتشخيص الأمراض ، وتدوين المعلومات الحيوية المتصلة بحالة المرضى قبل إجراء العمليات الجراحية وبعدها . ويقوم بتأدية قياسات الحرارة والضغط ومعدل التنفس وتتبع علاج المرضى والإشراف على كاميرات تليفزيون تراقب حالات المرضى . ومن المجالات الأخرى التي أصبحت فيها الحاسبات لا يمكن الاستغناء عنها ، حرث الأرض وترجمة كلمات مسموعة من لغة إلى أخرى ، وان يؤلف موسيقى وان يكتب شعرا . و التكهن بتقلبات الطقس، وحجز المقاعد على متن الطائرات بسرعة واقتصاد [١٦]....الخ .

وقد قام الإنسان بتطوير الحاسب الإلكتروني لاستخدامه في كافة الأعمال والأنشطة الإنسانية المتصلة بالإدارة والصناعة والأعمال التجارية و الإجراءات الدفاعية والحربية ، وقد تم مؤخرا تطوير شرائح إلكترونية تعمل بسرعة الضوء تدخل في صناعة أجهزة لديها القدرة على تلقي الإشارات المكتوبة الصادرة عن هذه الشرائح بالسرعة نفسها ، وهي سرعة خيالية أعطت الحاسب قدرة على إنجاز الأعمال بدقة بالغة وسرعة فائقة ، و لعل آخر المجالات التي دخل فيها الحاسب الإلكتروني هو مجال القضاء (المحاكم والتقاضي) إذ أن كل المحاكم تعاني من تضخم ملفات القضايا الروتينية البسيطة ... لذلك تقوم الحاسبات مقام كاتب المحكمة الذي يتولى حفظ الملفات وتفاصيل القضايا والحيثيات التي تستند عليها الأحكام ، ثم تقوم خلال ثوان بتحليل القضية المطروحة وإعطاء الجزاء أو

---

(١٦) **Deryfus . H** .; Opcit p . 12

لان علماء المدرسة البنيوية كانوا يهتمون بالنص اللغوى ويحددون هدف البحث اللغوى بوضع القواعد التى تحكم الاستخدام اللغوى الواقع فعلا من خلال النص سواء كان مكتوبا أو منطوقا . وقد أوضح تشومسكى أن النظرة المتفحصة فى الكلام توضح أن به العديد من الأخطاء . ويتأثر بالحالة النفسية والمزاجية ودرجة التركيز لدى المتكلم ، ولهذا فهو لا يعبر تعبيرا دقيقا عن المعرفة اللغوية لدى المتكلم . وحدد هدف البحث اللغوى بتحديد القدرة اللغوية لدى المتكلم Competence والتى تتضح من الأحكام التى يصدرها المتكلم عن صحة أو خطأ عبارة ما . ويطرح بونيت Ponnet التساؤل الآتى : ما هو الهدف من الاشتغال بالذكاء الاصطناعى ؟ هل هو لفهم الذكاء الإنسانى . أم للاستفادة من الحاسب فى معالجة المعلومات ؟ وهل يجب أن تحاكى برامج الذكاء الاصطناعى بالطريقة التى يتوصل بها مخ الإنسان لحل المشاكل ؟ أم أن الطريقة لا تهم طالما توصلت البرامج فى النهاية إلى حل بشكل أو بآخر ؟ (١٤) .

ولا شك أن التقدير العلمى الرفيع لدور الحاسب الإلكترونى فى حياتنا المعاصرة يعود بشكل رئيسى لمساهمته العلمية والعملية فى حل كثير من مشاكل العصر المعقدة والشائكة بصورة متميزة وسريعة . وذلك نابع من خواص الحاسب نفسه ، والتى من أهمها (١٥) :

١ – السرعة الفائقة فى الأداء والتى قد تصل إلى أكثر من مليون عملية حسابية فى الثانية الواحدة . وإذا ما قورن ذلك مع إمكانية الحاسبات العادية والآلات المشابهة للآلة الكاتبة التقليدية لظهر لنا بوضوح أهمية الحواسب الإلكترونية ومدى القفزة النوعية التى حققتها فى ميدان آلية الحساب إضافة إلى تنوع وتعقيد المسائل التى يجرى حلها بواسطة الحاسب الإلكترونى .

لقد استطاعت الآلة السوفيتية رازدان حل مجموعة من المعادلات الجبرية تحوى (٨٠٠) من المجاهيل خلال اقل من (٤٨) ساعة ، ولو أعطيت هذه المعادلات لرياضى بمفرده لتطلب حلها منه بالطرق العادية حوالى (٣٠٠) سنة عمل متواصلة .

٢ – الدقة المتناهية فى استخراج النتائج وهذه ميزة تنفرد بها الحاسبات العددية.

٣ – إمكانية حل مشاكل متعددة فى ميادين علمية متنوعة بواسطة حاسبة واحدة. وهذه الميزة على جانب كبير من الأهمية لأنه لو تطلب الأمر وجود

---

(١٤) **Bonnet , A , A rtificial Intelligence** : Promise and Performance , Prentice Hall Inernational W-K . 1985 P . 37

(١٥) **Deryfus . H** . ; What Computers Can't do : A Critique of Artificial Reason . sec . ed. 1983 p. 11 .

آلات حاسبة بنفس عدد المسائل المطروحة للحل لما لاقت الحواسب الإلكترونية مثل هذا الانتشار الواسع .

٤ – ذاكرة ذات مقدرة هائلة على التخزين إضافة لقابليتها للتوسع دائما .

٥ – إمكانية تشغيل ومعالجة بيانات لعملاء تفصلهم عن وجود الحاسب مسافات بعيدة .

أما ميادين ومجالات استخدام هذا النوع من الآلات الإلكترونية فأكثر من أن تعد ، إذ يندر أن تجد حقلا من حقول العلم والمعرفة لم تمد له هذه الآلات الإلكترونية مساهمة معينة فى تطوير نظريته أو تطبيقاته العلمية . وهل يمكن لعاقل أن يتصور إمكانية تحقيق الانتصارات الفضائية المتلاحقة وتحكم العلماء بإنزال مركباتها الكونية على سطح الكواكب البعيدة وإعادتها إلى الأرض ثانية لولا الخدمات الجليلة والمتنوعة التى قدمتها الحواسب الإلكترونية فى هذا المجال. لا بل أن هذه الحواسب قد استعملت فى مجالات لم يكن يخطر ببال أحد قبل عدة سنوات فقط أن تكون مثل هذه المجالات ميدانا لاستخدام الحاسبات الإلكترونية فيها مثل : انتقاء المحلفين فى المحاكم الأمريكية ، وممارسة لعبة الشطرنج ، وتشخيص الأمراض ، وتدوين المعلومات الحيوية المتصلة بحالة المرضى قبل إجراء العمليات الجراحية وبعدها . ويقوم بتأدية قياسات الحرارة والضغط ومعدل التنفس وتتبع علاج المرضى والإشراف على كاميرات تليفزيون تراقب حالات المرضى . ومن المجالات الأخرى التى أصبحت فيها الحاسبات لا يمكن الاستغناء عنها ، حرث الأرض وترجمة كلمات مسموعة من لغة إلى أخرى ، وان يؤلف موسيقى وان يكتب شعرا . و التكهن بتقلبات الطقس، وحجز المقاعد على متن الطائرات بسرعة واقتصاد [١٦] ....الخ .

وقد قام الإنسان بتطوير الحاسب الإلكترونى لاستخدامه فى كافة الأعمال والأنشطة الإنسانية المتصلة بالإدارة والصناعة والأعمال التجارية و الإجراءات الدفاعية والحربية ، وقد تم مؤخرا تطوير شرائح إلكترونية تعمل بسرعة الضوء تدخل فى صناعة أجهزة لديها القدرة على تلقى الإشارات المكتوبة الصادرة عن هذه الشرائح بالسرعة نفسها ، وهى سرعة خيالية أعطت الحاسب قدرة على إنجاز الأعمال بدقة بالغة وسرعة فائقة ، و لعل آخر المجالات التى دخل فيها الحاسب الإلكترونى هو مجال القضاء (المحاكم والتقاضى) إذ أن كل المحاكم تعانى من تضخم ملفات القضايا الروتينية البسيطة ... لذلك تقوم الحاسبات مقام كاتب المحكمة الذى يتولى حفظ الملفات وتفاصيل القضايا والحيثيات التى تستند عليها الأحكام ، ثم تقوم خلال ثوان بتحليل القضية المطروحة وإعطاء الجزاء أو

---

(١٦) **Deryfus . H** .; Opcit p . 12

الحكم المناسب ، ولا يبقى أمام القاضى سوى التصديق وإشهار الحكم . وتتولى الحاسبات الإلكترونية الآن السيطرة على الأقمار الصناعية والنظم العسكرية النووية سيان كانت دفاعية أو هجومية (١٧) .

ولعل أهم تطور شهده العالم فى مجال تطور الحاسبات الإلكترونية هو ما يتعلق بالإنسان الآلى ROBOT المتحرك القادر على التنقل إلى جانب قدر محدود مما يعتقد أنه تفكير ، وقد دخل استخدام ال ROBOT فى صناعة السيارات وسوف يغزو مجال التعدين فى أعماق الأرض والمحيطات ، وقد قطعت تكنولوجيا الإنسان الآلى مراحل متقدمة فى المجالات العسكرية ، لا سيما قيادة طائرات الاستطلاع والتجسس و الطائرات التى تحلق بدون طيار وهناك مقاتل الذى يتمكن من العمل تحت الرقابة البشرية أو بدونها فى عمليات الحراسة والدفاع والهجوم والخدمات الإدارية ، ويتوقع أن يصبح الروبوت المقاتل أحد اخطر الأسلحة فى المستقبل التى ستؤدى إلى إحداث تغيرات جوهرية فى أساليب الحرب والقتال (١٨) .

السيبرنية والتفسير الآلى للعقل الإنسانى

يتضح مما سبق قوله أن السيبرنية كبُنية معرفية متنامية تثير تساؤلات فلسفية من النوع الآتى :

هلى تنطوى الآلة على سلوك هادف غائى ؟ هل يمكن للآلة أن تفكر ؟ هل للإنسان الآلى " الروبوت " وعى ، وشعور ، و هل الإنسان ليس سوى آلة بالغة التعقيد ؟ يمكن حصر موقف علماء السيبرنية من هذه الأسئلة فى القضايا الآتية:

(١) ليس الجهاز العصبى فى الإنسان بعامة والمخ بخاصة إلا نموذجا معينا من الحاسب الإلكترونى ، على أساس أن الوظائف المختلفة التى يؤديها المخ الإنسانى والعمليات الكهربائية والعصبية التى يقوم بها شبيهة بالوظائف والعمليات التى يقوم بها الحاسب الإلكترونى بطريقة آلية بحتة (١٩) .

(٢) تعتمد القضية السابقة على صحة فرض معين ، وهو أن كل قوانين علوم الأحياء والفسيولوجيا وعلم النفس يمكن تفسيرها تفسيرا كاملا بقوانين علوم الطبيعة والكيمياء والميكانيكا ، كما يدافع عن هذا الفرض فلاسفة

---

(١٧) OP . Cit P . 13 .

(١٨) **Boden & Simons** ; Minds Over Machines Mac. millan NewYork 1986 p . 28 .

(١٩) OP . CIT P . 29 .

معاصرون ممن يحملون لواء نظرية الرد الفيزيائى . ومؤداها أن كل علوم الأحياء والنفس يمكن ردها إلى قوانين الفيزياء والكيمياء .

(٣) يدل تصميم الحاسب الآلى و الروبوت والوظائف التى يؤديانها على احتمال إمكان تصميم آلات تحقق التكيف مع البيئة والسلوك الغائى ، وهما أهم خصائص الكائن الحى . يقوم الحاسب بسلوك عاقل كالإنسان لأنه يتذكر ويستجيب لما يقال له ويحل نظريات رياضية معقدة ويطلق صواريخ موجهة ، ومن ثم فهو يشبه الإنسان ، ولم يعد هنالك مكانة خاصة لما نسميه النشاط العقلى أو السلوك العاقل الذى يحتاج إلى قوانين غريبة على علوم الطبيعة والميكانيكا .

(٤) تنتمى القضية الرابعة – وهى أهم قضايا السيبرنية إلى السؤال : هل يمكن للآلة أن تفكر ؟ وأول من القى السؤال بطريق جاد فى هذا القرن هو تورينج Turing المنطقى والرياضى الإنجليزى ، ورأى أننا لم نصل بعد إلى تصميم تلك الآلة المفكرة على نموذج إنسانى تام ، لكن تصميمها فى المستقبل أمر ممكن . ووضح رأيه بقوله أنه إذا استخدمنا كلمة " آلة "بمعنى ما يصنعه الإنسان إذن فلا معنى للسؤال : هل يمكن للآلة أن تفكر ؟ التفكير مقصور فى استخدامنا اللغوى على الإنسان ، ولا يسمح هذا الاستخدام بإسناده إلى الأشياء المصنوعة ، لكن إذا أمكن صناعة آلة قادرة على أداء أعمال بالغة التعقيد تشبه سلوك الإنسان العاقل فيجب الاعتراف بأنه يمكن للآلة أن تفكر [٢٠] .

رأى العلماء لنتائج السيبرنية

١ – قبل أن نتأمل عمل المخ الذى يعد تركيبا معقدا ومتشابكا ، فالمخ هو العضو الوحيد الذى لا يتمكن الإنسان ممن فصله أبداً فى جراحات الرأس ، ولذلك يعتبر اغلب العلماء أن العلاقة بين المخ والعقل ما زالت بغير حل ، بل لا أساس لها من البداية وما زلنا حتى اليوم بعيدين عن تفهم نوازع العقل ، و أن هناك ظواهر كثيرة يصعب تفسير غموضها عن شرح وظائف العقل مثل الظواهر السيكولوجية والباراسيكولوجية والإدراك بغير حواس والجلاء السمعى وتوارد الخواطر والمكاشفة وغير ذلك ، و من المهم أن نتأمل الحاسب الآلى والذى يبدو أنه معقد ، إلا أنه أبسط من المخ البشرى بدرجة لا نهائية ، وبالرغم من وجود بعض اوجه الشبه بينهما ، فالحواسب الآلية الحديثة ذات أغراض عامة يمكن تهيئتها لتؤدى أعمال هائلة ، وبإمكانها أن تقوم بما يأمرها بأدائه

---

(٢٠) **Simons . G . L** ; Are Computers Alive ? Harvetster Press NewYork 1983 pp 32 – 33.

الإنسان ، ويعنى ذلك أن الحاسب عندما يبدأ فى حل مشكلة ... أى عندما يبدأ فى التفكير فيها – يمكن فقط أن يؤدى ذلك فى حدود القواعد والظروف التى بُنى عليها ، وفى قول آخر يمكن للحاسب أن يعمل فى حدود تعليمه فقط ، فمثلا إذا كان مصمما على أن يلعب دوراً للشطرنج فإنه يلعب هذا الدور فقط ولا شىء غير ذلك . فى الجانب الآخر ... الإنسان بالرغم من أنه لا يستطيع أن يلعب أحسن من الحاسب إلا أنه قد يفكر فى بعض الطرق أو الحيل التى قد يكسب بها الدور . والحاسب مصنوع على أن يعمل طبقا لقواعد سبق تحديدها ، فلديه مخزن يمكن حفظ المعلومات فيه لحين الحاجة إليه ، وهذا المخزن منظم ، وبه وحدة تحكم تسلسل أداء العمليات ، أما التنظيم المعقد لخلايا المخ وصعوبة الوصول إليها ، فهى محمية بالجمجمة ، وفروة الرأس . قد هزم حتى الآن الذين يحاولون معرفة كيف يعمل التفكير بالضبط ، ومع ذلك فان من الواضح تماما أن أحد الفروق بين المخ البشرى والحاسب الآلى مهما كان كبيرا، هو التعقيد المتناهى للمخ . فعدد خلاياه يختلف تماما فى المقدار عن عدد المكونات التى يمكن ان توضع فى الحاسب الآلى مهما كانت دقيقة الصنع وطالما أن المخ البشرى عضو بالغ التعقيد يستحيل على الإنسان محاكاته ، فكيف يحاكى الإنسان عجينة المخ ذات مئات البلايين من الخلايا العصبية بما يربط بينها من عناصر الترابط الفسيولوجى والترابط المنطقى (٢١) .

٢ – يعترض بعض علماء فسيولوجيا الأعصاب على تشبيه علماء السيبرنية اللحاء المخى بالحاسب الإلكترونى إذ يقولون أن كثيراً من الوظائف التى يؤديها المخ – واللحاء بوجه خاص – أكثر تعقيدا مما يؤديه الحاسب المتطور ، ولا تصدر خبرات شاعرة عن كل الوظائف التى يؤديها المخ ، ولكنها تصدر عن بعض تلك الوظائف ، ولا نزال نجهل الظروف التى تتوفر حين توجد التغيرات العصبية فى اللحاء ، وما تؤدى إلى الخبرة الشاعرة ، وبرغم كل الاكتشافات التى وصل إليها كل علماء الفسيولوجيا للأعصاب فان دور لحاء أعصاب المخ أثرها فى التفكير والسلوك ما يزال أمراً غير معروف ، وثمة عشرات الأنشطة الأخرى ما تزال غامضة أمام العلماء لأنها اختراعات تبحث عن التحقيق ، والخلية العصبية بحكم المهام الملقاة على عاتقها ، ما هى إلا نظام معين تتحكم فيه ميكانيكية حيوية خاصة لتجعل فيها بطارية حية دقيقة ، فتأخذ من الخامات التى تدور فى الدم ما تشاء ، وبهذه الخامات تستطيع أن تحافظ على حياتها كأية خلية من خلايا الجسم ، لكن الخلية العصبية ذاتها تتميز بامتلاكها عمليات أخرى ، فتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية وبها تشحن نفسها ، فإذا أثيرت

---

(٢١) **Herbert & Stuart, D** - : Why Computers May nerver Think Like People . in Technology Review . January 1986 pp . 41 - 59 .

أفرغت شحنتها وانطلقت منها نبضة كهربائية ضعيفة لتوصيلها إلى جاراتها أو لترد بها على رسالة قادمة من مكان - ما - فى الجسم الحى . ثم تعاود شحن نفسها وتفرغ أو تختزن الشحنة لوقت الحاجة . وهكذا تسير الأمور فى كل الخلايا العصبية . لا فرق هنا بين خلية عصبية لأى إنسان ولأى إنسان آخر(٢٢).

٣ - الحاسب قادر حقا على تذكر حوادث ماضيه طبقا لبرنامج موضوع له ، لأنه قادر على خزن معلومات واستخدامها عند الحاجة ، لكن ذكريات الحاسب منفصلة ومنعزلة ووحدات التذكر محصورة فى مكان محدد من جهازه ، أما التذكر فى الإنسان فليس لدينا دليل على وجود عضو معين فى المخ يختص بوظائف الذاكرة ، يدل ذلك على أن التذكر فى الإنسان عملية جشطالتية دينامية معقدة لا شبه لها بتذكر الحاسب الإلكترونى فأحينا يكون المخ بطيئا الى حد ما ، وذاكرته ليست على ما يرام . فهو قد ينسى أشياء هامة . ويستسلم للتعب و الإرهاق وسوء التغذية . وقد تحدث به تغيرات باثولوجية " مرضية " بسبب الأمراض وكبر السن أو لأسباب أخرى والمخ كيان لا يتجزأ يعمل كجهاز متكامل وقد يقوم جزء معين فيه بوظائف متعددة واستجابات المخ غاية مقصودة أبرزها تحقيق تكيف الكائن الحى(٢٣).

٤ - يعترض بعض علماء التشريح على علماء السيبرنية فى موقفهم من إمكان تفسير كل أعمال الكائن الحى تفسيرا آليا ، أو إمكان رد قوانين علم الأحياء . ردا كاملا إلى قوانين علم الطبيعة والميكانيكا . يقول علماء التشريح أولا: أنه لا يمكننا التنبؤ بيقين بحوادث المخ ، فقد يؤدى تركيب تشريحى معين فى المخ وظيفة غير الوظيفة التى نتوقعها منه ، وليس الحال كذلك فيما يقوم به الحاسب الإلكترونى الذى يؤدى وظائفه طبقا لبرنامج موضوع . يقولون ثانيا : أن الحاسب يقوم حقا بوظائفه بطريقة دينامية وليست بطريقة آلية بحتة ، لكن هذه الطريقة الدينامية تختلف اختلافا أساسيا عن الطريقة الدينامية التى يعمل بها المخ الإنسانى ، لأن المخ يلعب فى أداء وظائفه عدد من العناصر الغريبة ليست من تصميم الحاسب ، يقصدون العناصر الوراثية ودور التطور والتكيف الذاتى ، الذى ينطوى مثلا على إصلاح ذاتى لعضو تالف ، لكن الحاسب الإلكترونى لا ينافس الكائن الحى فى هذا النموذج من السلوك (٢٤) .

---

(٢٢) **Simon . G.L** .; Op cit p . 35 .

(٢٣) **Hurbert & Stuart** ; OP cit p . 62 .

(٢٤) **Downes** : ; The Chemistry of Living Cell . Longmans . London - 1975 p . 180 .

رأى الفلاسفة

الفلاسفة الذين نتحدث عنهم هنا ليسوا متحمسين للثنائية الديكارتية في تمامها ، وإنما فلاسفة ماديون نقديون يرون الإنسان كائنا حيا ماديا ، لكنهم لا يرون إمكان تفسير الإنسان تفسيرا ماديا آليا بحتا ، ولذلك نواجه علماء السيبرنية بفلاسفة من نفس اتجاههم المادى والعلمى ، يضعون أيديهم على ما فى مواقف السيبرنية من قصور ، نوجز رأى هؤلاء الناقدين فيما يلى :

١ – لا سلوك فى الإنسان بدون دافع . فهو وثيق الصلة بعمليات الانتباه والإدراك والتذكر والتخيل والتفكير والابتكار والتعلم . كما أن السلوك فى الإنسان يمس بموضوعات الإرادة والضمير وتكوين الشخصية ، ودوافع الإنسان لا عد لها ولا حصر . الجوع والعطش والخوف والغضب والحب والكره والحاجة إلى الأمن ، والحاجة إلى التقدير الاجتماعى ، والرغبة فى الظهور ، أو فى التعبير عن الذات ، والشعور بالنقص أو الذنب أو القلق وما يحمله الفرد من عقد نفسية مختلفة . ومن الدوافع ما هو فطرى ينتقل فى الإنسان بالوراثة ، أو مكتسب نتيجة للخبرة والتفاعل مع البيئة . ولا يزال السلوك الهادف الغائى متميزا عن التفكير بالمعنى الواسع الذى يضم الحالات النفسية والظواهر العقلية ، على أساس أن التفكير بهذا المعنى يصاحبه وعى أو شعور دائما . ولذلك فالآلة التى تسلك سلوكا هادفا غائيا ناجحا لا يعنى أنها تفكر وتعى ما تفكر فيه ، والدليل على أن السلوك الهادف مستقل عن التفكير الواعى هو أنه من الممكن أن يصدر عن إنسان ما سلوك عاقل ، ويكون رغم ذلك فاقداً للوعى ، مثلما أمشى أو أتكلم تحت أجهزة كهربائية معينة لكن مخى معطل ، ومن ثم لا وعى ، ومن جهة أخرى قد لا يصدر عنى أى سلوك ، ورغم ذلك فلدى حالات عقلية ووعى بالذات ، مثل بعض حالات الشلل . يصدر عن الحاسب الآلى سلوك ناجح ينافس به الإنسان ، بل قد يسجل حالة انتفاض أو فزع ، أو يسجل ما يعبر به عن ارتياح ، ولكن هل نحن على ثقة من أن الآلة تشكو من حالة ألم أو تحس بالألم أو تحب أو تكره ؟ قد يقول الحاسب أنى أحب أو أكره أو أتألم ، لكنه لا يحب فعلا ولا يكره . ولا يمكننا أن نحكم على الحاسب ولا على المخ الإنسانى أن لديه وعيا وحالات نفسية وإنما نصدر هذا الحكم على الشخص الإنسانى الذى له هذا المخ .

٢ – الوعى Retention والتفكير Thinking مرتبطان بالحياة . ويقصد بالوعى احتفاظ المرء بما مر به من خبرات وما حصله من معلومات وكسبه من عادات و مهارات . ولولا قدرة الوعى ما استطاع الإنسان أن يسترجع درسا أو يتعرف على شخص رآه ، وما استطاع أن يتصور شيئا أو أن

يفكر فيه . والقدرة على الوعى استعداد فطرى . والتفكير بمعناه التام هو كل نشاط عقلى أدواته الرموز و الإنسان له القدرة على التفكير وقادر من خلال ملكة اللغة على ممارسة التحصيل المنطقى والرياضى واكتساب المعرفة وتوظيفها لتوليد معارف جديدة . أى يستعيض الإنسان عن الأشياء والأشخاص و المواقف والأحداث برموزها بدلا من معالجتها معالجة فعلية واقعية ، ويقصد بالرمز كل ما ينوب عن الشيء أو يشير إليه أو يعبر عنه أو يحل محله فى غيابه ، و الرموز التى يستخدمها التفكير فى الصور الذهنية والمعانى والألفاظ والأرقام ومنها الذكريات والإشارات والتعبيرات والإيماءات وكذلك الخرائط والعلامات الموسيقية والصيغ الرياضية . أما التفكير بمعناه الخاص فيقتصر على حل المشكلات حلا ذهنيا ، أى عن طريق الرموز وهو حل للمشكلات بالذهن لا بالفعل ، وهذا هو ما يعرف بالتفكير الاستدلالى . وكثيرا ما يندمج التفكير والملاحظة والعمل فى نشاط واحد متكامل لحل مشكلة علمية أو تشخيص ، مرضى هنا يكون التفكير مندمجا فى النشاط الحركى . نعم يؤدى الحاسب الإلكترونى والإنسان الآلى إنجازات عظمى لكن ينقصهما الحياة ، ونحن نربط الوعى والتفكير بالمعنى الدقيق بالحياة . نطبق هنا منهجا معينا : نصف شيئا ما بصفة إذا كان من الممكن أن نصفه بسبب تلك الصفة – للقضية (الإنسان حى) على معنى إذا كان من الممكن أن نصف الإنسان بالموت ، لكن لا معنى بالقول أن آلة ما حية أو ميتة .لا معنى لوصف الحجر بأنه حى ، لأنه لا معنى لوصفه بالموت أو النوم . من السخف أن نسند الحياة إلى المسطرة الحاسبة لمجرد أنها تؤدى عملا رياضيا فائق الدقة أو إلى الساعة لمجرد أنها محكمة الصنع بالغة الدقة . قد نقول أن بالإمكان صنع آلة نصفها بالحياة إذا أمكننا صناعتها من مواد بروتينية ، وحينئذ قد يكون لتلك الآلة وعى وشعور ، لكن الحاسب الأكثر تطورا ، فهو مؤلف من أنابيب مفرغة وتوصيلات كهربائية ولا نتوقع من هذا التركيب وعيا أو حياة . حتى لو أمكن صناعة آلة حية فإننا حينئذ لن نسميها آلة ودائما ، سوف نسميها كائنا من صنع إنسان . وهذا ما لم يتم للإنسان إيجاده أو تخليقه بعد على كل حال .

٣ – يرتبط التفكير الذى يصاحبه وعى فى استخدامنا اللغوى بالإنسان لا بالآلة وان فى ربط التفكير بالآلة مسخا لهذا الاستخدام . من الخطأ أن نقول عنه أيضا انه إنسان ، ومن ثم فمن الخطأ بالتعريف أن نتحدث عن آلة مفكرة ، ومن الخطأ أيضا أن نقول أن الإنسان آلة . نعم نستطيع أن نرى آلة تفسر لنا كثيرا من اوجه نشاط الإنسان تفسيرا يتفق وقوانين الطبيعة ، لكننا لا نستطيع جعل هذا التفسير شاملا . نقول عن الإنسان أن له إرادة ووجدانات وأمال ونيات نبيلة أو خبيثة ، له اعتقادات لبعضها ما يبرره ، ولا أساس

لبعضها الآخر ، نقول عن الإنسان أيضا انه مسؤول عن أفعاله ، أى أنه مذنب ونحو ذلك ، لكن لا معنى لإسناد هذه الحالات والظواهر إلى آلة ، ونقع فى خلط منطقى إذا قمنا بهذا الإسناد . انه سوء استخدام للغة أن نتحدث عن عقل للآلة أو أن لها انفعالا ووجداناً (٢٥) .

٤ – ليس للآلة سمة الفردية الإنسانية . نقصد أنه يمكنك أن تستخرج أجزاء الآلة – مهما كان تعقيدها – جزءا جزءا ، ثم تعيد تأليفها من جديد وتصبح كما كانت بكل دقة ، ويمكنك أن تستبدل أجزاء جديدة بأجزاء قديمة فى الآلة ، أو أن تغير برامجها أو أن تأخذ منها ذكرياتها ، بأن تستخرج مخزن معلوماتها ، بل يمكنك الحصول على آلتين هما نفس الشىء ، تماما كما يمكنك الحصول على نسختين من كتاب واحد ، أو من جريدة يومية واحدة . ولذلك فليس للآلة شخصية منفردة فريدة ، أما الإنسان – أو أى حيوان آخر – فالأمر فيه مختلف ، حيث تختلف الأفراد بعضهم عن بعض من حيث القدرات والسمات ، وتختلف قدرة الفرد الواحد من حيث القوة والضعف فقد يكون الفرد رفيع الذكاء لكنه ضعيف الإرادة أو سيئ الخلق أو مصابا بمرض نفسى ، وقد يكون متفوقا فى الموسيقى ودون المتوسط فى اللغة . . ماهرا فى الرسم وغير ماهر فى الخطابة . شديد الميل إلى العلوم البحتة بادى النفور من الإنسانيات .... ولذلك فلا يجب إطلاقا أن نغفل هذه الفوارق الفردية ... ولا يستطيع أى إنسان أن يدرك مدى الفوارق الضخمة فى الذكاء والقدرات الشخصية ... وقد دلت القياسات السيكولوجية أن اختلاف الفردية فى القدرات والسمات اختلاف كمى أى اختلاف فى الدرجة لا فى النوع ، وان قدرات الفرد الواحد وسماته تختلف عن بعض من حيث القدرة والضعف مع اختلافها مع مراحل العمر من عام إلى عام ومن شهر إلى شهر ومن يوم إلى ساعة . إلى دقيقة ... ويصعب التكهن بها ... نعم يشترك الناس جميعا فى صفات خارجية عامة كشكل الرأس والعضلات والأعضاء : والأطراف ، كما يتفقون فى أن لديهم جميعا نماذج معينة من الغرائز والانفعالات والعواطف والذكريات . لكن لكل إنسان طريقته المتفردة فى إشباع الغريزة والتسامى بها إذا أراد ، أو فى التعبير عن انفعالاته وعواطفه ، ولكل منا ذكرياته الخاصة به ، ولا يشترك فيها معه سواه ، بل لكل منا طريقته الخاصة فى استجابته للبيئة وأسلوب تفكيره. زد على ذلك انه لا يمكنك أن تستخرج أجزاء بدن الإنسان واحدا بعد الآخر ثم يظل بعد ذلك إنسانا حيا ، وبالتالى لا يمكنك إعادة أجزائه من جديد ثم يصبح بعد ذلك كما كان . لا يمكنك أن تأخذ ذكريات شخص ما أو

---

(٢٥) **Boden , M** .; Artificial Intelligence and Natural man ; Basic Books Harvester . New York 1977 pp. 41 – 53 .

أفكاره بطريقة مماثلة لما قد نفعله مع الآلة . نعم يمكن لشخص مريض أن يفقد ذكرياته . لكن تعود إليه ذكرياته بطريقة تلقائية إذا ذهب عنه مرضه . ذلك هو ما نقصده حين نتحدث عن خاصة التفرد التى ينفرد بها الكائن و لا تملكها الآلة . ليست الآلة مهما تعقد تركيبها ووظائفها – سوى جهاز تسجيل لأغان مثلا ، لا يعى ولا يفهم ما يقول [٢٦] .

٦ – الحاسب الآلى يساعد العقل البشرى بفيض من المعلومات وبسهولة كبيرة تعينه على الوصول إلى الأفكار الخلاقة ، ليس فى المجالات العلمية فقط بل فى معظم النواحى التى تمس الإنسان – وإنسان هذا العصر – عصر المعلومات – تعرض عليه تساؤلات : بدايتها ما المعلومات ؟ وما أهمية تزويد الإنسان بفيض من المعلومات ؟ هل هى مجرد مجموعة من الرموز والأعداد والكلمات والصور ؟ وعندما يتعامل الإنسان معها كيف يستخلص منها ما يريد ؟ وما مقدار كفاءة هذه الآلات التى نعتمد عليها للحصول على المعلومات ؟ والى أى مدى قد تصل دقتها وكفاءتها ؟ والأهم من ذلك : ما أثر كل ذلك على الدور الذى يقوم به الإنسان فى الحياة الحديثة ؟ هل ستصبح الحياة بكل تفرعاتها أسهل أو أكثر تعقيدا عندما نستعمل الحاسب الآلى ؟ وكيف يمكن أن تصبح العلاقة بين العقل البشرى والحاسب الآلى ؟ هل هى علاقة مشاركة أو علاقة منافسة وسيطرة ؟ هل العلاقة بين العقل البشرى والحاسب علاقة مقابلة ومواجهة و نزاع ؟؟ لنرى أيهما يكسب ويتفوق !!! هل الحاسب الآلى عدو للإنسان ينافسه على عرشه ؟؟ وعلى الإنسان الجهاد والاستبسال للوقوف فى وجهه . إن الحاسب الآلى بمثابة مراسم التتويج الحقيقة للإنسان على عرشه ، والعلاقة بينهما ليست علاقة تنافس بل تتام وتكامل و تسخير للحاسب . والإنسان يتميز بالمعرفة الحدسية والبديهية و الأولية و المتكاملة و إدراك الفوارق النوعية والقدرة على التعامل مع المواقف الطارئة والمستجدة ، ويتميز الحاسب الآلى بالقدرة على التعامل مع كم هائل من المعلومات و أداء كم هائل من العمل دون تضجر أو شكوى هناك تكامل بينهما يوحى بنوع من تقسيم العمل ويحرر الإنسان من المهام الروتينية ليكون الوقت كله للإبداع . وبالتالى فإن الحواسب أعظم آلات ظهرت حتى الآن لتدعيم وتعزيز الذكاء البشرى، وليست استلابا لعرشه إنها تمكن الإنسان من محاصرة التعقيد وسرعة التنسيق والاستنتاج واختزان ما لا تستطيع الذاكرة اختزانه ....

---

[٢٦] د . عزت راجح : أصول علم النفس . مرجع سابق ص ص ٣٠٧ – ٣١٥

إن ذاكرة الإنسان مهما كانت قوتها محدود النطاق ، وقدرتها على الاستيعاب و الاختزان تقف عند حدود لا تتعداها . ومن هنا فان الحواسب تسدى إلى العلم والإنسان خدمة كبرى إذ تقدم إليهم ذاكرة صناعية تستوعب من المعلومات الوف العقول البشرية مجتمعة وتقدمها الى الباحث كلما احتاج اليها فى ثوان معدودة مع ترتيبها وتصنيفها وما يتعلق بالموضوع المراد بحثه . والسبب الذى جعل من الضرورة الاستعانة بمثل هذه الحواسب هو النضج الهائل فى كمية المعلومات ، فنحن فى عصر الانفجار المعرفى أو انفجار المعلومات Information Explosion وكمية المعلومات تتراكم وتتضاعف بدرجة يعجز عن استيعابها اى عقل بشرى حتى لو انتصر على ميدان ضيق من ميادين التخصص . وإذن فالحواسب الآلية لا تكرر ألا العمليات التي يقوم بها العقل البشرى بل تكملها ، وذلك عن طريق توسيع نطاق القدرات الموجودة بالفعل فى عقولنا ومن الخطأ الاعتقاد بأن هذه الحواسب ستسعى للسيطرة على الإنسان ... فالحقيقة ان الإنسان هو الذى يقوم بعملية إسقاط لشروره الحالية على الآلة التى يخترعها ... ولا شك ان هذا الإسقاط نتيجة لضمير مثقل بالشعور بالذنب(٢٧).

٧ – سيظل الإنسان قادرا على الاستفادة من الحواسب التي يصنعها فى مزيد من التقدم والتطور ، فالإنسان هو صانع الأدوات والآلات كما يقول بنيامين فرانكلين Benyamin Franklin . والقدرة على صنع الآلات والحواسب خاصية رئيسية ينفرد بها الإنسان عن بقية الكائنات ، ولن تستطيع الآلات أن تخلق هذا الإنسان . وسوف يظل الإنسان من وراء كل عملية من العمليات التى تقوم بها الحواسب ... حتى وان تضائل دوره فى هذه العمليات .

خاتمة

لقد دفع اختراع الحاسب الإلكترونى و " الروبوت " والإنجازات الضخمة التى يؤديانها انتباه علماء السيبرنية وبعض علماء الفسيولوجيا وعلماء النفس وبعض الفلاسفة المعاصرين إلى التساؤل الآتى : ما دمنا اكتشفنا تشابها واضحا بين تركيب هذه الاختراعات وتركيب المخ فى الإنسان ، وما دامت هذه الاختراعات قد حققت كثيرا مما يقوم به الإنسان من تكيف ناجح مع البيئة

---

(٢٧) **Artand , S;** An Introduction to Computers in information Science . sec ed . Metachen 1972 p . 14.
و أيضا **Harmon , G** , On The Envolution of Information , Science . Jasrs . London 1978 pp . 17 – 19 .

وسلوك هادف غائى ، ما نسميها سلوكا عاقلا ، أفلا يدعونا كل ذلك إلى الاعتقاد بان العقل فى الإنسان من طبيعة مادية وانه يمكن تفسير كل ظواهرنا النفسية وحوادثنا العقلية بنفس القوانين التى نفسر بها إنجازات تلك المخترعات ؟ لذلك تكون هذه المخترعات قد أثبتت أن مشكلة ثنائية النفس والجسم فى الإنسان مشكلة زائفة ، وأن الإنسان ليس إلا جسما وأن كل حالاته النفسية وحوادثه العقلية تفسر تفسيرا ماديا آليا بحتا . بل قد نجد مبررا للقول أن الحاسب الإلكترونى يفكر ، ولذلك لا خلاف بين الإنسان والآلة المعقدة وان كليهما من طبيعة مادية وتفسره قوانين طبيعية .

ولكننا وجدنا العمالقة من علماء فسيولوجيا الأعصاب والتشريح يرفضون هذا الموقف لأنهم رفضوا تشبيه المخ الإنسانى بالحاسب الإلكترونى ، لان الثانى لا ينطوى على وعى أو إدراك وشعور ، وهى خاصية مصاحبة للتفكير الإنسانى . بل ما زلنا نجهل الظروف التى تبدو فيها التغيرات العصبية فى المخ تلك التى نتخذها أساسا لوجود الوعى أو الشعور. أضف إلى ذلك أن هناك اختلافات أساسية بين المخ فى الإنسان والحاسب الإلكترونى ، فمثلا للتذكر فى الحاسب مكان محدد بينما لا يوجد مكان محدد فى المخ للتذكر ، كما أن هنالك عوامل وراثية ، تطورية بيولوجية تلعب دورها فى فهم أداء المخ لوظائفه ، ولا مثيل لهذه العوامل فى الحاسب . يعلن هؤلاء العمالقة باختصار أن معرفتنا الفسيولوجية للمخ الإنسانى – رغم تقدمها – ما زالت قاصرة ، وأننا نجهل كيف يؤدى المخ وظائفه ، خاصة الوظائف التى تنطوى على وعى وإرادة وتفكير ، ولذلك لا أساس للحديث الدقيق عن أوجه الشبه بين المخ والحاسب .

وإذ انتقلنا من العلماء إلى الفلاسفة – حتى من لهم اتجاهات مادية – فانهم لم يتركوا دعاة النظرة المادية البحتة إلى الإنسان دون نقد أو هجوم . فقد ميز بعض هؤلاء الفلاسفة بين السلوك الناجح الذكى والعقل ، على أساس أن الظواهر العقلية فى الإنسان يصاحبها وعى أو شعور بالفرح أو الحزن ، لكن الحاسب – مهما أبدى سلوكا هادفا – لا يحس ألما ولا لذة ، ولا يحب ولا يكره ولا يعتقد ولا يشك ، لا نصفه بأنه مسئول عن أفعاله أو مذنب أو برىء ونحو ذلك ، و لا يمكن أن نصف جهاز بأنه كفء أو ذكى ... فإننا فى الواقع نصف كفاءة الإنسان المسئول عن برمجة هذا الجهاز ... ولذلك يتفادى بعض العلماء إطلاق اسم العقل الإلكترونى على الحاسب الآلى لأن كلمة العقل أو المخ تشير ضمنا إلى القدرة على التفكير الذاتى ، على أى حال ، فليس من شك فى أن الحواسب الحديثة فيها عنصر عقلانى Rational واضح يهدف إلى إدخال الآلة والحساب الدقيق إلى كل ما هو تلقائى – أو غير عقلانى – فى الحياة . وتتمثل هذه العقلانية أو الرشاد بوجه خاص فى الرقابة و التنظيم والدقة ومدى الكفاءة وتقسيم العمل وتحديد مستويات ومعايير معينة للإنتاج وما إلى ذلك ، إلا أنها قد

تؤدى فى آخر الأمر – كما يعتقد الكثيرون – إلى القضاء على التلقائية والابداع والقدرة على الابتكار الشخصى ، وقد ربط هؤلاء الفلاسفة أيضا بين الوعى والتفكير من جهة والحياة من جهة أخرى . ومن المقبول أن نتحدث عن الإنسان الحى لكن لا معنى لحديث عن آلة حية أو ميته أو نائمة . نسمح بالحديث عن آلة حية إذا توصلنا إلى صناعتها من مواد بروتينية – وهى أساس الخلية الحية – لكن لم يتم خلق مثل هذه الآلة بعد . ويذهب بعض النقاد إلى أننا حتى لو توصلنا إلى صناعة هذه الآلة ، فإننا لن نسميها آلة وإنما نسميها حيوانا صنعه إنسان .

الملخص العربى

استخدمت فى هذه الدراسة عينتين كبيرتين ، إحداهما ٢٠٥ مفحوصاً : ١٠٦ طفلاً ، ٩٩ طفلة من إحدى قرى محافظة الجيزة . والعينة الثانية ٢٠٠ مفحوصاً : ١٠٩ طفلاً ، ٩١ طفلة من مناطق مختلفة بمحافظة الوادى الجديد . وكانت متوسط أعمار الأطفال جميعاً ١٠٫٧١ سنة بانحراف معيارى ١٫٤٦٣ .

وقد تم فى هذا البحث : أولاً تقدير هيموجلوبين الدم لأفراد العينة ، ثانياً تقدير كميات فيتامين جـ ، والحديد التى تحتويها الأطعمة التى تناولها هؤلاء الأطفال باستخدام طريقة التذكر للأربع وعشرين ساعة الماضية ، ثالثاً تطبيق اختبارين يقيسان الانتباه «الشطب ، الحساب » بالاضافة إلى الحصول على درجات التحصيل الدراسى لهؤلاء الأطفال من ملفاتهم بالمدرسة .

وقد بينت النتائج وجود معاملات ارتباط مرتفعة بين قياسات الهيموجلوبين والأداء على اختبارى الانتباه والتحصيل المدرسى ، كذلك ظهرت ارتباطات دالة إحصائياً بين المتناول من أطعمة تحتوى على الحديد والمتناول من فيتامين جـ . ووجدت ارتباطات دالة بين المتناول من فيتامين جـ والتحصيل الدراسى ، وكذلك بين المتناول من الحديد واختبار الشطب .

هذه النتائج فى مجموعها تؤكد على العلاقة بين التغذية الجيدة والأداءات العقلية .

17. Youdim, M.B. H., Relationship of Train Iron to Dopaminergic Neurotransmission and to the Genesis of Parkinson Disease, 3 rd. Annual Nutrition Workshop, Oct., 1989.