المقتطف

الجزء الثاني من المجلد الحادي والتسعين

١ يوليو سنة ١٩٣٧ — ٢٢ ربيع الثاني سنة ١٣٥٦

عقل الانسان

بين الكيمياء والكهرباء

— ١ —

لا بدّ للجسم الحيّ من انفاق الطاقة ، في حالتي نومه ويقظته ، وراحته وعمله ، لا يغنيه عنها مَنّ . فهو بهذا الوصف آلة لا بد لها من الوقود

ثم ان حدود هذا الانفاق متباينة . فالمرء اذا استيقظ في الصباح ، بعد نوم دام سبع ساعات او ثماني ساعات ، وظل مستلقياً على سريره جسمهُ وعضلاتهُ في حالة راحة تامة ، وعقلهُ غير مضطرب ولا قلق ، ومعدتهُ خالية لم يدخلها الطعام بعد عشاء الليلة السابقة ، كان اقل ما يكون حاجة الى الطاقة وأقل ما يكون انفاقاً لها ، ولكن لا بد لهُ من يسير منها على كل حال . ومقدار الطاقة التي يحتاج اليها في هذا الوضع يعدل في المتوسط وحدة حرارية واحدة (Calorie) في الدقيقة وستين وحدة حرارية في الساعة ، وهذه الطاقة تعدل الطاقة المستخرجة من احتراق قطعتين صغيرتين من السكر في ساعة

هذا المقدار من الطاقة ، هو اقل ما نحتاج اليهِ منها . فهو يكفي لبقاء اعضاء الجسم قائمة بوظائفها ، اذا لم نحملها عبئاً خاصاً بالنهوض والمشي والتمرن الرياضي وغير ذلك من مختلف ضروب الحركة . فمجرد الجلوس في السرير يقتضي زيادة هذا المقدار من الطاقة المستعملة ، خمسة في المائة ، والوقوف عشرة في المائة ، والمشي الحثيث مائتين في المائة

هذا الموضوع اي موضوع ما يحتاج اليه الجسم من الطاقة ، في حالي الراحة والحركة ، كان مداراً لبحوث مستفيضة ، في معمل التغذية التابع لمعهد كارنيجي الاميركي ، وقد عمد الدكتور بنديكت واعوانهُ ، الى قياس ما يحتاج اليهِ الانسان وبعض الحيوانات كذلك ، من الطاقة وهم في احوال واوضاع مختلفة ، وغرضهم ان يتبينوا العلاقة بين مظاهر النشاط التي يمكن ان تقاس — كمقدار ما يستهلك من الاوكسجين او يرمز من ثاني اكسيد الكربون — ونشاط الجسم نفسهِ. وصنعوا لذلك حجراً محكمة الاقفال لا يدخلها شيء ولا يخرج منها شيء . ولكنها تصلح مع ذلك لمعيشة بضعة افراد اياماً متوالية ، يأكلون وينامون ويعملون ويلعبون فيها ، والآلات تقيس ما يستنشقونهُ وما يزفرونهُ والحرارة التي تشع من ابدانهم . فوجد الدكتور بنديكت ان ما يستهلكه الجسم من الاوكسجين ، دليل تامٌّ على سائر العوامل ، فنصر بحثهُ عليهِ ، واستنبط لذلك خوذة محكمة ، وأجهزة اخرى يسهل تنقيلها ، لقياس ما يستهلكهُ الشيوخ من الاوكسجين في دورهم ، والعمال في معاملهم ، والنساء امام لوح الكيّ او موقد الطهي

وقد خرج الدكتور بنديكت من هذه المباحث ، بأن الرجل العنيّ بعمل كتابي يحتاج الى ٢٥٠٠ وحدة حرارية في النهار، لتجهزه بالطاقة اللازمة لاعمال جسمهِ الاساسية بحيث يستطيع ان يمضي في عملهِ ، اما حاجة البان البدويين فاكبر . فالفلاح يحتاج الى ٣٥٠٠ وحدة حرارية على المتوسط ، والحطاب الى ٧٠٠٠ ومحترف السباق بالدجلة (الدرّاجة) الى ١٠٠٠٠ في يوم سباق

واذا كانت اعمال الجسم تحتاج الى الطاقة هذا الاحتياج الظاهر ، فاذا يقال في اعمال العقل ؟ ان العالم الذي يشتغل بحل معضلة رياضية معقدة ، او الطالب الذي يقضي ثلاث ساعات في الاجابة عن اسئلة امتحان صعب ، او السياسي الذي يقضي ساعات في مؤتمر يعالج مشكلات دقيقة تقتضي العناية بالبدأ ويلازم الحكم فيها تبعة كبيرة — من من هؤلاء لا يخرج من عملهِ وهو يحسّ انهُ منهوك القوى ، خابي النشاط ؟ ليس ثمة ريب في ان اعمال العقل ، تورث صاحبه تعباً كأعمال العضلات

فاذا صحّ ذلك ، فما مقادير الطاقة المختلفة التي يحتاج اليها المرء ، في اعمالهِ العقلية المختلفة ؟ واذا كان الموظف في مكتب هذه الجملة يحتاج الى ٢٥٠٠ وحدة حرارية ، ليتمكن من القيام بالاعمال العادية المطلوبة منهُ فما المقدار الاضافي من الطاقة الذي يحتاج اليهِ ، اذا عهد اليهِ في معالجة مشكلة معقدة مع احد الوكلاء ؟ هذه هي المسألة التي عرض لها الاستاذ بنديكت في التجربة التالية

اختار الباحث — وكانت زوجهُ تساعدهُ — سيدة وستة رجال لتجربة التجارب فيهم . كانت السيدة قد احترفت مراجعة الحسابات . وكان خمسة من الرجال من خريجي الجامعات وكان اثنان منهم من اصحاب المناصب العالية في معاهد التعليم . فالمفروض فيهم انهم جميعاً مدربون على الاشغال العقلية . وكانوا جميعاً متمتعين بالصحة الكاملة

جرى البحث خلال ايام متوالية في الصباح . ففي الساعة ٣٠ : ٨ كانوا يغدون على مقر التجربة من دون ان يتناولوا طعام الفطور ذلك لانهُ عندما يدخل الطعام المعدة ينشأ التفاعل الكيمياوي في الجسم من تلقاء نفسه ، لان عملية الهضم تحتاج الى طاقة . فاجتنابا لذلك تلوا جميعاً ان يصوموا كلّ يوم حتى الظهر اي حتى تنتهي تجربة ذلك اليوم

عند وصولهم كان كلٌّ منهم يلبس تلك الخوذة الخاصة بقياس النشاط الجسماني ، عن طريق الاوكسجين الذي يستهلك وثاني اكسيد الكربون الذي يزفر والحرارة التي تشعّ . وتبقى الخوذة على رأس كلٍّ منهم من ثلاث ساعات الى اربع ساعات متوالية ، ولكن الفترات التي يطلب اليهم فيها بذل نشاط عقلي كانت لا تزيد على ربع ساعة كل مرة بينها فترات للراحة

اما التجربة فكانت كما يلي : يجلس الرجل — او السيدة — في وضع يقتضي من جسمه اقل جهد عضليّ ، ويحتفظ بهذا الوضع في اثناء التجربة . والغرض من ذلك اجتناب كل ما يتطلب من الجسم انفاق طاقة خاصة لغرض جسماني . واذ يكون الرجل في هذا الوضع المريح ، ولا شيء يشغل عقلهُ ، يقاس ما يستهلكه من الطاقة . ثم يطلب اليه ان يحلّ مسألة رياضية . وفي اثناء اشتغاله بحلّها يقاس كذلك ما يستهلكهُ من الطاقة . والمسألة الحسابية الغالبة كانت ضرب عدد مؤلف من رقمين في آخر مؤلف من رقمين ، كضرب ٣٧ في ٢٩

ولم يسمح لاحد باستعمال ورقٍ وقلمٍ ، لان استعمالها يقتضي استعمال عضلات الاصابع والذراع ، فيختلط النشاط العضلي الناشيء عن الكتابة بالنشاط العقلي الناشيء عن التفكير في حل المسألة ، وتضطرب النتيجة . فاذا حلّت المسألة وأراد صاحبها ان يعلنها كلاماً ، اضطرّ الى تحريك الشفتين وعضلات الفكين ، وهذا يقتضي انفاق الطاقة العضلية كذلك ، ولذلك اتفق المجرّبان مع السيدة والرجال الستة على انهُ اذا انتهى احدهم من حلّ المسألة لمس زرًّا كهربائيًّا دقيق الاحساس في متناول سبابته بحيث يكون اللمس نتيجة لاقل حركة ممكنة من حركات السبابة ، فيعلم المجرّب ان المسألة قد حلّت ولا حاجة الى اعلان النتيجة فيكتفي باشارة كلٍّ منهم انهُ حلّها وكلهم ممن يعتمد عليهِ ويوثق بهِ

فاذا انقضت تجربة الصباح ، شعر كلٌّ من هؤلاء أنهُ متعب جدًّا ، معتقداً ان التحطيب او كبس الشوارع أهون على الجسم من بضع ساعات من النشاط العقلي

ولكن مع ذلك ، لم تدل الاجهزة على ان أجسام هؤلاء القوم أنفقت من الطاقة في حالة النشاط العقلي أكثر مما كانت تنفقهُ في حالة الراحة العقلية الاّ يسيراً جدًّا . اذ لم تبلغ الزيادة في استهلاك الاوكسجين الاّ ثلاثة أو أربعة في المائة . يقابل هذا انهُ في أثناء الاشتغال بالمسألة الحسابية ، زاد نشاط القلب والرئتين ، والاستاذ بنديكت يعتقد ان هذه الزيادة تفسر الزيادة في

المستهلك من الاوكسجين . فانهُ يقول ، ان تجربتهُ لم تدل على ان النشاط العقلي يقتضي انفاق طاقة جسمانية ، كما تقتضيهِ كل حركة من حركات الجسم ، حتى اختلاج الجفن

حق اذا سلمنا بان هذه الزيادة في ما استهلك من الاوكسجين نشأت عن النشاط العقلي ، كانت زيادة لا تذكر لانها تمثل أربع وحدات حرارية في الساعة ، وهو مقدار من الطاقة يستخرجهُ الجسم من اكل قطعة جبنة من القول السوداني

ولكن اذا حسبنا حساباً لعدد الخلايا التي يشملها النشاط العقلي الخاص بحل هذه المسألة الحسابية بالقياس الى خلايا الجسم ، كانت الطاقة المستخرجة من قطعة جبنة من القول السوداني شيئاً كبيراً . فقد كتب الفسيولوجي النمسوي الدكتور ارنولد دوريج Durig الى الاستاذ بندبكت ، ان عدد الخلايا الدماغية التي شملها النشاط العقلي في حل هذه المسألة الحسابية لا يزيد وزنها على سبعة جرامات وهو جزء من عشرة آلاف جزء من وزن جسم الانسان اذ حسبنا ان وزنهُ يبلغ سبعين كيلوغراماً . فاذا كان هذا الجزء الصغير من جسم الانسان يسبب زيادة قدرها ٣ — ٤ في المائة في نشاطهِ الحيوي ، فيجب ان يكون نشاط خلايا الدماغ أشدَّ وأعظم من نشاط سائر خلايا الجسم

بل يصحُّ ان نقول ونحن واثقين ان النشاط العقلي يقتضي تمثيلاً جسمانيًّا لان كلّ ما يمنع وصول مقادير كافية من الدم الى الدماغ وما يحمله من أوكسجين وسكر وغيرهما ، يظهر اثرهُ في اضطراب العقل . وقد جرب السر جوزف باركروفت الانكليزي تجربة بنفسهِ تدور حول هذا الموضوع فأقام في حجرة محكمة الاقفال عشرين دقيقة بعد ان جعل مقدار ثاني أكسيد الكربون في هوائها اكثر من ٧ في المائة قليلاً اي انهُ كان في خلال التجربة يستنشق هواء فيهِ من هذا الغاز اكثر من المقدار السويّ ، فما لبث حتى ظهرت عليهِ أعراض الاعياء العقلي اذ أصبح عاجزاً عن حصر فكره او الاصغاء الى حديث ما بغير جهد . واذا تناول صحيفة لمطالعتها عجز عن قراءة أكثر من أربعة أسطر او خمسة ، من خبر ثانه ، ثم ينتقل الى غيره من دون ان يتم مطالعة خبر ما . وقد لازمهُ هذا العجز يومين بعد التجربة . وهو على حدّ قوله ، ضعف يصيب قوى الدماغ العليا . وجرب تجربة أخرى جعل فيها مقدار ثاني أكسيد الكربون في الهواء اكثر من عشرة في المائة ، ولم يلبث في الحجرة أكثر من خمس دقائق وخرج وهو يكاد لا يعي . والنتيجة التي خلص اليها باركروفت ان الافكار القدرة على حلّ المعادلات الرياضية العالية او تقدير الموسيقى الممتازة جميعها مرتبطة بنموذج طبيعي كيماوي يتشوش اذا كان في محيط تتابهُ اضطرابات عنيفة

هذا النموذج الطبيعي الكيماوي يتصف بخواص كهربائية . ففي الدماغ مناطق معرضة تعرضاً مستمرًّا لتغير مستواها الكهربائي . فاذا اختلف المستوى الكهربائي بين مناطق مختلفة من الدماغ

افضى ذلك الى تيارات كهربائية . وقد تمكن العلماء من عهد قريب ان يقيدوا طبيعة هذه التيارات فأسفر ما تبينوه عن ان طاقة الدماغ دائمة التغير

اكتشفت ظاهرة النشاط الكهربائي في أدمغة الحيوانات سنة ١٨٧٥ ولكن دراستها دراسة منتظمة ترتدُّ الى سنة ١٩٢٩ . ففي تلك السنة اخذ العالم الالماني هانس برجر — وهو من المتوفرين على دراسة الاعصاب في جامعة يينا — سلكين ووصلهما على صدغي رجل ووصلهما بأنبوب مفرغ يقوي التيارات الكهربائية الضعيفة ويضخمها ، فوجد ان التيارات المتولدة من الجمجمة بعد تضخيمها يمكن ان تدوّن بريشة على لوحة مناسبة ، فتبدو لها حركة موجية منتظمة معقدة ، فيها أمواج متشابهة ارتفاعاً وسمة تتوالى عشراً في كل ثانية تدعاها برجر « أمواج ألفا » وثمة أمواج أسرع تواليا وأقل اتساقاً دعاها « امواج بيتا » ووجد غيره نبضات أخرى ، غير منتظمة الطول والاتساق

الموضوع لا يزال جديداً ، واذا كان هناك نموذج منتظم لحركة الدماغ الكهربائية ، فهذا النموذج معقد جدًّا . ولكن اكتشاف جهاز يمكن الباحثين من قياس الاستجابة لحركة الدماغ في تعالي الراحة والنشاط شجع على البحث ، ولذلك قلما تفتح مجلة علمية الا ونرى فيها بأ خطوة جديدة او تحقيق جديد في هذا الموضوع من أدريان في جامعة كمبردج او من فيشر وكورنوملر في جامعة برلين ، او من جامعات يرون وهارفرد في اميركا . وهذا على سبيل التمثيل فقط

والراجح عند الباحثين أن هذه التيارات التي تضخم وتدون صورة أمواجها ، تنشأ في قشرة الدماغ ، وهي المادة السنجابية ، التي تتركز فيها اعمال التفكير المبدع . هذه المادة السنجابية قوامها اجسام الخلايا العصبية ، وقد استغرق نشؤها من الاجهزة العصبية البسيطة في الحيوانات الدنيا عشرين مليوناً من السنين على رأي جدسن هريك الاستاذ بجامعة شيكاغو . ان مراتب تطورها معروفة بوجهٍ عام . ولكن كيف تمّ فيها عجائب التفكير المبدع ، في العلوم والفلسفة وغيرها ، لا يزال محجباً بستار الجهل . الا ان الأجهزة الجديدة — ولا سيما جهاز برجر — قد تفضي الى تقدم خطير في فسيولوجية الجهاز العصبي ، على نحو ما تمّ من التقدم في دراسة التشريح بعد إكتشاف المجهر (الميكرسكوب)

على ان جهاز (واسمه العلمي «الكترو انسيفالوجراف» اي مصورة الدماغ الكهربائية) يختلف اختلافاً اساسيا عن المجهر . فالمجهر لا يمكن الباحث الا من دراسة مجموعة صغيرة من الخلايا منتزعة من النسيج ومصبوغة بصبغ قد يطفيء شرارة الحياة فيها ، ولكن مصورة الدماغ الكهربائية تمكن الباحث من تناول العضو او الكائن الحيّ جملة واحدة من دون ان تعرقل عمله المألوف واساليب حياته السوية . بل لا يلزمُ في استعمالها ثقب الجلد . وقد اصبحت الاجهزة

الحديثة دقيقة الاحساس ، بحيث اذا وضعت قطبيها الكهربائيين على منطقتين مختلفتين من فروة الرأس استطعت ان تبين تياراً كهربائيًا جارياً في الدماغ من منطقة مستواها الكهربائي عالٍ الى اخرى مستواها الكهربائي منخفض . والتجربة تتم من دون ازعاج مَن تجرب فيه . بل انهُ اذا ازعج ظهرت آثار ازعاجه في صورة التيار الكهربائي الذي يتبينهُ هذا الجهاز ويصوره

وقد صنعت حجرة خاصة في احد معامل جامعة هارفرد لذلك . وضع فيها مقعد وثير ، يستلقي عليه المرء ، ولا تجرب التجربة فيه الاّ بعد ان يستلقي مرة او مرتين على هذا المقعد ويتعرف ما حواليه حتى اذا جربت التجربة كان مستريح الجسم والبال من كل ناحية . وهذا ضروري : لان صورة التيار الكهربائي الصادر من دماغه والملتقط من فروته ، تختلف في النوم عنهُ في اليقظة ، وفي الاضطراب او انشغال البال عنهُ في الراحة . فاذا استلقى المرء على هذا المقعد وضع القطبان الكهربائيان ملاصقين لفروته ، ويمتدّ منهما سلكان الى سلسلة من مضخمات التيار ، ثم يحرك التيار المضخم ابرةً في جهاز خاص ترسم على شريط مناسب ، امواجاً

في بدء التجربة يؤمر بأن يستلقي ويغمض عينيه وان لا يشغل عقله بشيء معين فترسم الريشة على الشريط ، امواجاً من انتظام معين ، ثم يؤمر بان يضرب رقم ١٨ في ١٢ مثلاً فلا يكاد يشرع في ذلك حتى يتغير انتظام الامواج ، هنا الامواج اقصر واسرع توالياً ، فكأن عقل الدماغ لقدرته الواعية عند التفكير في مسئلة معروضة عليه أثرت في التيار الصادر منهُ وقد دامت هذه الحالة بضع ثوان ، ثم اخذت صورة الامواج تعود الى ما كانت عليه في حالة الراحة . وبعد قليل اضطربت الابرة ثانية فقصرت الامواج واسرع توالبها كأن الدماغ عاد الى نشاطه . والواقع انهُ عاد الى نشاطه . ذلك ان الرجل الذي اجريت عليه هذه التجربة سئل في ذلك فقال انهُ بعد ان ضرب العددين ، استراح الى اتمام العمل ، ثم عاد فاضطرب اذ خطر لهُ ان الجواب قد يكون خاطئاً فأعاد الكرّة على عملية الضرب

وقد استعمل هذا الاسلوب للبحث في حالات مختلفة من حالات الوعي ، والنتائج العامة التي خلص اليها الباحثون ، ان انتظام « امواج الفا » ينقطع عندما يشتغل الدماغ بحل مسألة معينة وعندما يؤمر المرء بان يتنبه وعند ما يفتح عينيه او تكون الحجرة مضاءة

وقد جربت تجارب اخرى ظهر منها ان « امواج الفا » تكون اشد وضوحاً عند ما يكون احد القطبين على القذال امام المركز الخاص من الدماغ الذي يتأثر برسائل عصب البصر ، فكأن « امواج الفا » هذه متصلة اتصالاً بما يفهم بعد بالبصر

[البحث تتمة للبحث الذي تناول فيه ما يتعلق بظاهرات الدماغ الكهربائية خلال النوم وتأثير التعود الصم ومفرزاتها]