جامعة حلوان
كلية الآداب

المنطق الهورستيكي بوصفه تقنية لانتزاع الحل
نشأة الابتكار من الفكرة إلى التطبيق

د. أحمد عزب

جامعة حلوان

كلية الآداب

أستاذ المنطق وفلسفة العلوم المساعد

حتى لا نتمزق نحن أمة العرب؛ ونصير شذَرَ مذَرَ؛ فحاشانا حاشانا أن نستكين ونستسلم. وحتى لا نصبح أثرًا بعد عين، فلا محيص لنا البتة عن التصدي لهذا الإعصار المدمر، فلقد علمتنا تجارب الأيام وعاديات الزمان، أنه لا توجد هزيمة سرمدية- يَخال أعداؤنا ما نحن فيه الآن قدرًا مقدورا لا نستطيع الفكاك منه، لإتقانهم الخطة والتدبير؛ وبالتالي اضطرونا للوقوف في الموضع الخطأ؛ وهذا هو ذروة الفشل الإستراتيجي بالنسبة لنا؛ وعبقرية لا تدانيها عبقرية بالنسبة لهم –؛ طالما توافرت وتعاظمت إرادة البشر، فثمة عبارة بليغة تقرر: الاعتقاد والتسليم بأن قوة الخصم أكبر من عزيمتنا وتصميمنا لهو الفناء بعينه. فلا مندوحة ولا مفر عن الجهاد؛ الذي أظنه ساحة الوغي الحقيقية، والحلبة التي تصطرع فيها إرادات وعزائم كل أجناس البشر قاطبة، فأي جهاد هذا يا تُرى الذي نبتغيه ونعول عليه؟.

يستشهد رئيس مجمع تقدم العلوم البريطاني – السير نورمان لوكلير – الملتئم في ١٩٠٣م، بمقولة للفيلسوف الإنجليزي هيكسلي (١٨٢٥-١٨٩٥م) يقول فيها «أصبحنا مضطرين إلى الجهاد لأجل حفظ كياننا؛ الجهاد الذي لا ينجو منه إلا من كان أصلح من غيره للبقاء، وهذا الجهاد يكون بين الأمم بعضها مع بعض، يقوم فيه العلم والعقل مقام السيف والقوة الوحشية ... وميدان هذا الجهاد في المدارس والجامعات والمعامل البحثية»[١]. ويردف «لقد أثرت النتائج العلمية، أكثر من كل الأسباب السياسية، وغيرت أحوال الناس، وستغير مستقبلهم أكثر من كل الفتوحات العسكرية»[٢]. وهنا تصدق مقولة ليبنتز (١٦٦٤-١٧١٦م) «إنه لخطأ جسيم ترك الأمة بعيدة عن المعرفة»[٣]

ومن الثابت أن البحث العلمي في جوهره، يهدف إلى محاولة كشْف أسرار المجهول وفك

١ السير نورمن لوكلير (رئيس مجمع تقدم العلوم البريطاني) – تأثير العقل في التاريخ – ثوثبورت/إنجلترا ١٩٠٣م ضمن مطبوعة العلم والعمران – هدية مجلة المقتطف ١٩٢٨م، وهي عبارة عن مجموعة فصول بُسطت فيها قواعد العلوم الطبيعية الحديثة وارتباطها بالمبادئ الفلسفية. انظر خُطب رؤساء مجمع تقدم العلوم البريطاني من (١٨٩٥ : ١٩٢٧م) – مطبعة دورية المقتطف والمقطم – القاهرة ١٩٢٨م – ص٨٢.

٢ المصدر السابق – ص٨٢، ٨٣.

٣ نقلاً عن كارل بوبر – منطق البحث العلمي – ترجمة وتقديم د. محمد البغدادي – مركز دراسات الوحدة العربية – المنظمة العربية للترجمة – بيروت، ٢٠٠٦م – ص٣٠ مقدمة الترجمة.

د. أحمد عزب

طلاسمه، ولما كان ذلك المجهول يمثل لغزًا[٤] من الألغاز، وطلسم من الطلاسم، ونستهدف في نهاية المطاف؛ وبعد جهد مضني دؤوب، تحويل ذاك المجهول إلى معلوم. فإن السؤال المطروح هو : هل من خطة وإستراتيجية تساعدنا لإيجاد ما يشبه المجال المغناطيسي، بحيث تكون هذه الخطة بمثابة قوة جاذبة بين المعلوم الذي نبدأ منه، والمجهول الذي نبحث عنه؛ ومن ثم تفضي إلى الانتهاء باقتناص الحل الأصوب للمشكلة قيد البحث.

ويمكن إعادة طرح السؤال بطريقة أخرى تقول : كيف نمتلك خطة مبتكرة ومحسوبة لاقتحام حصن ذلك المتخندق والمتخفي عنا؟ ونعني به المجهول، ومن الثابت أن اقتحام الحصون يحتاج إلى قدرات خاصة حتى على المستوى النفسي؛ وما يستلزمه من عبقرية[٥] ومثابرة؛ وبالتالي فإن حل الإشكاليات، وخاصة العويصة منها، أشبه ما يكون بالخطة الحربية

٤ اللغز في الأصل اللغوي يعني جحر (بيت) اليربوع، وهو عبارة عن عدة مخابئ أو أنفاق، يحفرها اليربوع بين المدخل ويسمى (القاصعاء)، والمخرج ويسمى (النافقاء)، لتضليل متتبعيه. ومعنى التضليل هو الذي راعاه العرب في لفظة (لغز)، واللغز كلمة عامة تشمل عدة أنواع، حيث قال النويري ما مفاده «وللغز أسماء فمنها المعاياه – نظرًا للإعياء بعد بذل جهد جهيد للحصول على حل اللغز، والعويص، والرمز، والمرموز، والتأويل، والتعريض، والإشارة والتوجيه، والمعَّمي – التعمية، وعلم تركيب وفك الشفرة – وغيرها. انظر النويري – نهاية الأرب في فنون الأدب – دار الكتب المصرية – هيئة تحقيق التراث – القاهرة ١٩٢٤م – ص١٦١ إلى ص١٧٣.

٥ (*) لفظة عبقرية في اللغة اليونانية تعني : هبة من الآلهة. وفي العربية تعني الإتيان بشئ على غير مثال سابق، كقولنا : حرير عبقري، أي أنه ليس له نظير في كل أنواع الحرير السابقة، فيقال : أنه من صنعة الجن، وذلك كناية عن أن هذا الحرير ليس له نظير في جودة وروعة الصنعة، وكأنما صنعه الجن وليس البشر، مما يوحي بتفرد وخصوصية ذلك النوع من الحرير، فيقال (حرير عبقري) أي صُنع على غير مثال سابق، وبالتالي ليس له نظير أو شبيه؛ فالعبقرية إذن عبارة عن امتلاك قدرات (ملكات) خاصة، تساعد على الإتيان باختراع أو عمل غير مسبوق. ومن ثم فالدلالة هنا تعني التفرد، فمن الثابت أن العباقرة هم قلة من البشر، فأغلبية الناس والخلق هم متوسطي الذكاء، بينما الأغبياء والعباقرة يمثلون الحالة الشاذة، فالأغبياء في أسفل السلم العقلي وأدناه، والعباقرة على رأس القائمة ... فهكذا يتم النظر للأمر في علم النفس المعرفي. انظر أندريه روبنسون – العبقرية – ترجمة رحاب صلاح الدين – مراجعة د. هبة عبد العزيز غانم – دار كلمات – القاهرة ٢٠١٢م– ص١٠، ١١. وانظر كذلك أبي هلال العسكري – التلخيص في معرفة أسماء الأشياء – عُنى بتحقيقه د. عزة حسن – دار نشر طلاس – سوريا ١٩٩٦م – ص٨٤، ص١٤٠، ومن ص ١٥٩ : ١٦٠.

التي نعمد فيها إلى استخدام كل الإمكانيات المتاحة لاجتلاء الحقيقة وكشفها؛ بعد الاقتحام والولوج إلى سراديب وغياهب ذلك القاتم والمتخفي عنا، فقناعتنا كانت ولازالت تنطلق من قاعدة مفادها : إنما يُنتزع الحق (الحقيقة) نزعًا.

ومن ثم فإنها بلا أدنى شك معركة الأسلحة المشتركة – كل أنواع المعطيات والمعلومات المتاحة، وكذا كافة الإمكانيات كتصور شامل لجوهر التخطيط – وهذا يقابل في علم المناهج ما يعرف بقاعدة «وحدة المعرفة وشموليتها». ولكن يظل لكل نوعية من الأحاجي والألغاز (المجهولات) خصوصية في التعامل معها، – فمحاولة اقتفاء أثر بعض الألغاز العويصة أشبه بالبحث عن العنقاء، وطائر الرُخ – ولذلك ثمة خصوصية لنوعية من المعطيات والمعارف دون غيرها تتوائم وتتماهى مع هذه المجهولات؛ بحيث أنها أكثر من غيرها تمثل ما نستطيع أن نقول عنه : سلاح إستراتيجي لانتزاع الحل.

ومن ضمن إضافات المنطق الهورستيكي، مساعدته وقدرته على الربط بين مجال معرفي إبستمولوجي ومجال آخر غير مألوف؛ أو هو القدرة على إعادة توظيف المعلومات والمعطيات بطريقة متفردة، ومن ثم فإن جوهر التفكير الهورستيكي يكمن في قدرته على اقتراح أفكار غير مسبوقة – حلول ابتكارية – والقدرة على الانتقال بهذه الأفكار من مجال التنظير والعلم Science؛ وصولاً إلى التطبيقات والتقنيات (التقانات) Technology. فالأمر أشبه ما يكون بالنقلة من مرحلة غرس ورعاية وتهجين الأشجار (الأفكار)، وصولاً إلى النهاية السعيدة بقطف وجني الثمار (التطبيقات العملية والحياتية).

ومن الأمثلة الشهيرة على ذلك : القدرة على توظيف أحد الأشكال الهندسية بعد الاهتداء إليه واكتشافه ونعني به الدائرة – أكمل وأتم وأجمل الأشكال الهندسية على حد وصف فلاسفة وعلماء الرياضات من اليونان – في مجال نقل الحركة وتصميم العجلة (إطار السيارة) على شكل دائرة.

الخلاصة إذن : أن العجلة أساس نظرية نقل السرعة والحركة واختصار الزمن، ارتبطت باكتشاف الدائرة كشكل هندسي[٦]، ومن غرائب الأقدار أننا لا نعرف لمن يُعزى هذا الاكتشاف،

٦ الدائرة : هي عبارة عن خط منحنى مغلق، يدور حول مركز (نقطة) ثابت، بحيث

فالعبقرية في المثال السابق في البساطة – أو كما أسماها بعض العلماء : البساطة العميقة. وكذا القدرة على الربط بين شيئين لا يبدو للإنسان العادي أن بينهما ثمة رابط وعلاقة ما.

ويُقال إنه حينما زارت الملكة فيكتوريا – في منتصف القرن التاسع عشر – معمل الفيزيائي مايكل فاراداي (١٧٩١–١٨٦١م)، سألته الملكة عن فوائد تلك الاكتشافات، فأجابها قائلاً : «وما فائدة طفل رضيع يا سيدتي». ومعروف أن ماكسويل (١٨٣١–١٨٧٩م) قد تلقف اكتشافات فاراداي، وتوصل إلى القوانين الأساسية للكهرومغناطيسية التي تُعد أساس ثورة الاتصالات السلكية واللاسلكية في تاريخ البشرية. وهنا كان جواب فاراداي للملكة فيكتوريا : الأفكار تولد بسيطة وتحتاج إلى الرعاية كالأطفال، ثم حينما تأخذ حظها من الاهتمام والرعاية تتحول إلى قوة هائلة، ويا لها من قوة تلك التي اكتشفها فاراداي وبني عليها ماكسويل![٧].

ومنطق التفكير الهورستيكي ذو طبيعة عقلانية رياضية في الأساس، ولذا فإنه يرتكز على قاعدة : الحقيقة تقع خلف البصر (الأثر)، وللتدليل على ذلك ثمة ظاهرتا السراب وانكسار الضوء، فبالرغم من سلامة العين؛ وهي آلة الإبصار، إلا أنها ترى شيئًا غير صحيح على عكس الحقيقة. وتم إدراك هذا الخطأ عن طريق أحكام العقل دون سواه، وعلى هذا الأساس يمكننا القول : العقل يتعقل المحسوسات، بينما الحس لا يتحسس المعقولات. أي أن العقل يحكم على الحس، والعكس لا يمكن أن يكون صحيحًا. فالعقل أعم وأشمل من الحس، والحس يندرج تحت العقل. والخلاصة : العقل هو الذي يقود ويوجه الحس.

وعن بساطة الحل والقدرة على إيجاد حلول بسيطة جدًا لمشكلات في غاية التعقيد، سيتضح أن منطق التفكير الهورستيكي مولع بالبحث في هذه الموضوعات، فلو أردنا مثلاً تفسيرًا صحيحًا لمشكلة في غاية الصعوبة تنصب في كيفية إنزال الفراعين الأوائل لتابوت حجري يفوق وزنه أحيانًا الستين طنًا، في حفرة – مقبرة فرعونية – يبلغ عمقها أكثر من ثلاثين مترًا أحيانًا، فالسؤال كيف يمكن حدوث ذلك؟، وللإمعان في الدهشة والفضول يزداد الأمر غرابة بحيث

تتساوى كل الخطوط الخارجة من هذا المركز، وهي أنصاف الأقطار.

٧ انظر كارل ساجان – رومانسية العلم – ترجمة د.أيمن توفيق – سلسلة مكتبة الأسرة – القاهرة ٢٠١٠م – ص٢٤.

يمكن إنزال هذا الوزن الهائل إلى هذا العمق الغائر من تلقاء نفسه!! فلقد استطاع الفرعون المصري، التحكم التام في هذا الوزن وإنزاله في المكان المحدد له سلفًا؟!

وللإجابة على السؤال السابق، فإننا يجب أن نتفق بادئ ذي بدء على أننا بإزاء أُحجية عويصة ولغز عجيب، وتتملكنا الدهشة حينما نتعرف على الحل وندرك بساطته؛ بحيث يمكننا القول بثقة : إنه حل عبقري، لدرجة تجعلنا بدون أدنى مبالغة فاغري الأفواه من فرط دهشتنا!!.

ويكمن الحل الإعجازي المبهر؛ من خلال «استطاعة المصري القديم منذ ٤٥٠٠ عامًا أن يضع هذا التابوت الضخم داخل هذه البئر العميقة فوق الرمال التي تم ملء المقبرة بها، ويتم حفر بئر عمودية فرعية أخرى بجانب المقبرة الأصلية وأعمق منها، ويصل بينهما ممر صغير، ثم يقوم العمال بسحب الرمال من المقبرة – البئر الأصلية – من الطبقة السفلية عبر الممر الصغير الذي يربط بين الحفرتين، وبذلك ينزل التابوت ويستقر في أسفل المقبرة بهبوط الرمال [٨] دون أن يلمسه أي من البشر»[٩].

والسؤال : ألا يعد الحل السابق حلاً عبقريًا؟ والخلاصة أن العبقرية ربما تساوي بالضبط : البساطة العميقة.

وثمة فكرة عبقرية أخرى طرحها قدماء المصريين، ترتكز على ابتكارهم تقنية عجيبة لقطع الأحجار، عن طريق وضع أسافين الخشب المبللة بالماء داخل فجوات صخرية يتم حفرها، وبتمدد الخشب بفعل الماء تنفلق وتتشقق الأحجار.

وتجدر الإشارة إلى ما يمكن اعتباره أحد أهم ركائز التفكير الهورستيكي في «قانون الفعل الأقل Law of Least Action»[١٠] للرياضي الفرنسي موبرتوي (١٦٩٨ – ١٧٥٩م) ويرتكز هذا

٨ للمصريين مع الرمال أعجايب كثيرة. فيقال أنهم قد شيدوا الطريق الصاعد من الرمال لرفع الكتل الحجرية الضخمة لبناء الهرم، ثم بعد قرابة قرون عديدة أزالوا الساتر الترابي الداخلي، كأحد أهم دعائم خط بارليف بوسيلة بسيطة هي التجريف الهيدروليكي (مدفع المياة)، كأحد أهم الأفكار العبقرية في تاريخ الحروب وإزالة السواتر والحصون.

٩ انظر د. زاهي حواس – معجزة الهرم الأكبر – الهيئة العامة للكتاب – القاهرة ٢٠٠٤م – ص٨٠.

١٠ يعزى مبدأ الاقتصاد في التفكير أساسًا إلى وليام الأوكامي (١٢٨٨-١٣٤٧)، فيما يسمى بنصل أوكام Occam›s Razor في القرن الرابع عشر الميلادي، وهو أحد أهم المبادئ المنطقية لاختيار الفرض أو النظرية الأبسط من بين الفروض أو النظريات، التي نقوم بترجيح إحداها طبقاً لبساطتها واقتصادها في عدد الفروض.

القانون على قاعدة : تقضي بأن الطبيعة تتصرف دومًا وأبدًا بأكبر قدر من الاقتصاد. فعلى سبيل المثال، يسلك الضوء في وسط متجانس أقصر الطرق الممكنة. واستنتج فكرة عبقرية مؤداها أنه إذا حدث تغير ما في الطبيعة، فإن كمية الفعل اللازمة لإنجاز هذا التغير يجب أن تكون أصغر ما يمكن. فما هو يا تُرى هذا الفعل الذي يبدو أن الطبيعة تقوم به باقتصاد شديد؟ فلو نظرنا مثلاً لساعي البريد محاولين وصف فعله –لمثال توضيحي–، فإذا كان يقطع كيلو مترين في ساعة واحدة، فإنك تقول أنه ينجز ضعف الفعل الذي يمكن إنجازه فيما لو قطع كيلو مترين في ساعتين، وبالتالي **يمكن تعريف الفعل بأنه ناتج حاصل ضرب المسافة × السرعة × الكتلة**. وسبب دخول الكتلة في هذا التعريف يعود إلى الحقيبة التي يحملها ساعي البريد[١١].

تأصيل المصطلح :

الكلمة والمصطلح هورستيكي Heuristic؛ أو هيورستيك Hyooristic. تعني : موجّه أو مساعد على الكشف، وتعني كذلك : مشجع ومعين للباحث على اكتشاف الأشياء بنفسه[١٢]. وتعني بالفرنسية «Heuristique كشفي؛ وهي صفة بمعنى ما يفيد في الكشف والاكتشاف» [١٣].

وهذا اللون من التفكير يُقال بنحو خاص :

أولاً : على فرضية، بغض النظر عن معرفة ما إذا كانت صحيحة أو خاطئة؛ بل يجب اعتمادها بصفة مؤقتة فقط كفكرة توجه البحث – مرشد أو هادي ودليل – للبحث عن الوقائع والظواهر، وهي تعني أحيانًا فرضية عمل Working Hypothesis. فإذا أثبتت هذه الفكرة الابتكارية جدارتها صارت مفتاحًا للحل؛ وإلا بحثنا عن غيرها.

١١ ستيفان هيلدبرانت، أنتوني ترومبا – الرياضيات والشكل الأمثل – ترجمة د. خضر الأحمد، د. عدنان الحموي – مؤسسة الكويت للتقدم العلمي – سلسلة الكتب المترجمة – الكويت ٢٠٠٠م – ص١٥، ١٦.

١٢ منير البعلبكي – قاموس المورد (إنجليزي/ عربي) – دار العلم للملايين – ط٧ – بيروت ١٩٩٢م – ص٤٢٥. وانظر أندريه لالاند – الموسوعة الفلسفية – المجلد الثاني – تعريب خليل أحمد خليل، أحمد عويدات – بيروت ١٩٩٦م – ص٥٦٦، ٥٦٧.

١٣ لالاند– المرجع السابق – المجلد الثاني – ص٥٦٦.

ثانيًا : وتقال هذه الصفة (هورستيكي) على المنهج التعليمي والتدريبي – التربوي – الذي يقوم على اكتشاف الحل بواسطة المتعلم والمتدرب نفسه، وهذا يشي بأن القائم بالحل (المتدرب) يبذل محاولات عديدة وفي شتى الاتجاهات، وبتصميم بالغ وعزيمة لا تلين.

ثالثًا : Euristique or Heuristique وتعني الكشف – الاهتداء لحل إشكالية من الإشكاليات – وهي جزء العلم الذي موضوعه اكتشاف الوقائع بنحو خاص كما هي الحال في البحث التاريخي (البحث ودراسة الوثائق)[١٤].

منطق الحل Heuristic Logic :

يرجع هذا المصطلح في الأساس إلى خصوصية ذلك اللون المنطقي الفريد في بابه؛ إذ أنه عبارة عن محاولة عقلية هادفة عبر إجراءات محددة للاهتداء إلى الحل الصائب لمشكلة من المشكلات، وهذا الحل غالبًا ما يكون من خلال استخدام حيلة – منهجية– وهذه الحيلة تمثل تقنية – سلمًا– مبتكرة لانتزاع واقتناص الحل.

ولذلك فإننا نلحظ ارتباطًا وتلازمًا وثيقين بين لفظتي (حل)، (حيلة)[١٥]، فهي أي الحيلة

١٤ المرجع السابق – المجلد الثاني – ص٥٦٧.

١٥ حيلة ومنها اشتقت كلمة محتال على وزن (مفعال) وهي أحد صيغ المبالغة، وللكلمة وقع سئ على كثير من ناطقي لغة الضاد، فاللفظ محتال؛ أي بارع الذكاء وشديد الحيلة، فهناك مبحث في علم أصول الفقه يسمى: الحيل الشرعية؛ ولقد نص القرآن الكريم صراحة عليها حينما أقسم سيدنا أيوب ليضربن زوجته مائة ضربة، فامره الله أن يجمع مائة عود ويربطها في حزمة واحدة، ويضرب زوجته بهذه الحزمة «خذ بيدك ضغثا ولا تحنث» (سورة ص الآية ٤٤)، ومعروف حيلة سيدنا يوسف مع إخوته حينما وضع مكيال الحبوب في رحل أخيه، وأخيرًا وليس بآخر ذاعت المقولة : لا يفتى ومالك في المدينة، حينما استفتى بشأن زوج أقسم على زوجته وهي على السلم الخشبي قائلا : إن صعدت فأنت طالق، وإن نزلت فأنت طالق. وعجز الجميع عن الفتوى، بينما أفتى الإمام مالك مقررًا بأن على جماعة من المسلمين بأن يحملوا السلم والمرأة عليه ويضعوه على الأرض، فهكذا لا تكون الزوجة نزلت أو صعدت، ولذلك ارتبطت به المقولة السابقة، أما بخصوص من يستعمل ذكاءه في استدراج الناس إلى الفخاخ وما شاكل، كالدجالين مثلاً : فالأمر لا يعدو أن يرجع إلى ما نسميه كيفية استخدام المهارة والملكات العقلية، نسبية المعرفة وبالتالي نسبية الحكم، فالمسكين يستخدم في إعداد الطعام، وفي إزهاق الروح. والخلاصة فكلمة محتال لا تعني المفهوم السئ فقط، ولكنها تعني المفهوم المغاير والمعاكس وهو المفهوم الإيجابي. انظر د. سيد عواد على – الحيل بين الممنوع والمشروع – حولية الجامعة الإسلامية العالمية – العدد الثاني – إسلام آباد – باكستان ١٩٩٤م – ص٧٣ : ص١٠٢.

كما عرفها المعجم الوجيز «الحذق وجودة النظر والقدرة على دقة التصرف في الأمور»[١٦]. وفي قاموس المصباح المنير «الحذق في تدبير الأمور، وهو تقليب الفكر حتى يهتدي إلى المقصود»[١٧]. فلا غرو إذن من إطلاق علماء العرب والمسلمون على الميكانيكا مصطلح «علم الحيل»؛ ويخصص كتاب مفاتيح العلوم للخوارزمي (الكاتب) مبحثًا كاملاً حول : الألفاظ (المصطلحات) التي يستعملها أهل الحيل في جر – نقل، وسحب، ورفع – الأثقال بالقوة اليسيرة[١٨]، ومن هنا جاء القول العربي الأثير : «يا عاقد أذكر حَلاًّ»[١٩]«فحل العقدة، أي فكها»[٢٠].

وإذا ما علمنا أن حل أية مشكلة يعتمد بالأساس على حتمية فهمها، ووضع اليد على السبب المؤدي إلى إثارتها، ثم مواجهتها عن طريق رسم خطة في الذهن، وذلك بعد فهمنا لكل المعطيات، ثم الشروع في تنفيذ الخطة الموضوعة سلفًا، ومن ثم فإن الأساليب التي يطرحها المنطق الهورستيكي توفر لكل باحث في موضوع معرفي، قواعد منطقية وعقلية يستخدمها عند الحاجة كأساس متين لاكتشاف طرق جديدة للحل.

وتأسيسًا على ما سبق، فإن البحث عن طرق أو عمليات غير مكتشفة يُعد جوهر المنطق الهورستيكي، فإذا تصورنا بعقولنا المشكلة والمعضلة أو المسألة في طرف، والحل في طرف آخر، فإنه من خلال عدد من الأفعال والممارسات المنطقية، والنفسية، بالإضافة إلى الرصيد المتراكم من الخبرات حيال الموضوع، فمن خلال الحشد السابق تحدث النقلة النوعية من أول المشكلة – المسألة – إلى نهايتها، أي بلوغ الحل وإزالة الغموض، وباختصار كيفية الانتقال من المقدمات (المعطيات) إلى النتائج (الحلول الصائبة).

١٦ ابن منظور – لسان العرب – تحقيق د. عبد الله على الكبير، ومحمد أحمد حسب الله – وهاشم الشاذلي – دار المعارف – القاهرة ١٩٨١م – ص ١٠٥٥.
١٧ معجم المصباح المنير – الجزء الأول – المكتبة العلمية – بيروت – بدون تاريخ – ص١٥٧.
١٨ الخوارزمي (الكاتب) – مفاتيح العلوم – تحقيق فان فلوتين – تقديم د. محمد حسن عبد العزيز – سلسلة الذخائر رقم ١١٨ – الهيئة العامة لقصور الثقافة – القاهرة ٢٠٠٤م – ص٢٤٧.
١٩ الرازي – معجم مختار الصحاح – عُنى بترتبه محمود خاطر (بك) – دار الفكر للطباعة والنشر – بيروت ١٩٨١م – ص١٥٠.
٢٠ المصدر السابق – ص١٥٠.

وهذا ما جعل عالم كبير بوزن جيمس جينز (١٨٤٧-١٩٤٦م) يقول «إن العلم يصطاد في بحر الواقع بنوع معين من الشباك يسمى بالمنهج العلمي»[٢١]. ومنطق التفكير الهورستيكي هو أحد أنواع الشباك والتقنيات التطبيقية لإصطياد الحل. وهذا الأمر يشبه تقنية اصطياد السمك من الماء، وتتملكنا الدهشة حينما يتحدث علماء الرياضيات العرب – جُلهم كانت لهم أبحاث منطقية – عن منهجية «اصطياد الحل»[٢٢].

ويتمحور منطق التفكير الهورستيكي حول ثلاث ركائز، هي :

١-تطوير التصورات المؤدية إلى الاكتشاف : وهذا يعني أن استمرارية المحاولات للحصول على الحل، تؤدي بالتبعية إلى تطوير في المخطط البحثي برمته بهدف تجنب التغيرات والسقطات التي وقعنا فيها أثناء المحاولات العديدة السابقة، ومن ثم فإن كل محاولة تأتي أفضل من سابقتها حتمًا.

٢-استخدام التصورات كإرشادات للبحث : وهذا يدل دلالة قاطعة؛ على أن كل تصور يمثل بوصلة تقودنا نحو الهدف.

٣-استمرارية التطورات الجديدة : بمعنى أن كل بحث ينبثق عنه مجموعة من الأسئلة؛ تقودنا إلى أسئلة جديدة، وبالتالي تتابع الأجوبة والتفسيرات، وهذا يعني أن البحث العلمي عبارة عن سلسلة متصلة الحلقات لا يمكن تخيل انفصال أولها عن آخرها[٢٣].

وثمة ملاحظة جديرة بالاعتبار تقرر «أن المعرفة العلمية لا نهائية؛ وبالتالي تخضع للتساؤل، ولذا فلا نهاية البتة للتساؤل والبحث عن الحلول؛ والتفكير الهورستيكي يقدم إجراءات عملية محددة ومنتقاة بسبب التجدد هذا، فهو دائمًا يعدل ويطور ويصوب خطواته باستمرار»[٢٤].

21 G. Ploya – How to Solve It – Princeton University Press Published – New York, U.S.A., 1957– PP,22, 23.
22 Ibid, P,24.
23 The New Encyclopedia Britannica – Volume, V. – William Benton, Publisher, – London, 1983 – P,22, Article : Heuristics.
24 Ibid – P,22.

عبقرية الإرادة (إرادة الحل) :

يقول جان جاك روسو (١٧١٢-١٧٧٨م) «لكل فعل حر سببان يجتمعان لإنتاجه : أحدهما معنوي، وهو الإرادة التي تحدد الفعل، والآخر مادي، وهو القدرة على التنفيذ. فعندما أسير نحو هدف ما، يجب أولاً الذهاب إليه، وثانيًا أن تأخذني قدماي إليه. إن مشلولاً قد يريد أن يجري، وقد لا يريد رجل نشط ذلك، وفي الحالتين يظلان في مكانيهما» [٢٥]. ويذهب جون ستيوارت مل (١٨٠٦-١٨٧٣م) إلى تقرير أن القوى العقلية مثل القوى العضلية لا تنمو إلا بالتمرين» [٢٦]. ويردف قائلاً «الذي يختار طريقه بنفسه – يعتمد على قدراته الإبداعية – فإنه يستعمل كل ما أوتي من مواهب ويستخدم كل ما رُكب في فطرته من صفات – ملكات – والواقع أن هذا الاختيار يتطلب من صاحبه أمورًا عدة : أولها التأمل وهو يقتضي إعمال ملكة الملاحظة. ثم التبصر – التعقل – وهو يستلزم إجالة الروية، وإنعام النظر. ثم جمع المقدمات للحكم وهو يستلزم إثارة الهمة وبذل النشاط، ثم إصدار الحكم وهذا يتطلب إعمال ملكة التمييز – النقد والاختيار بين المعطيات المتاحة – ثم التمسك بالحكم بعد إصداره، ولهذا ينبغي إعمال قوة الثبات والحزم» [٢٧]. فكلما عظمت مقدار التصرفات التي يجري بشأنها الإنسان على حكم اختياره وعلى مقتضى شعوره، عظمت حاجته إلى تلك المواهب والملكات، وعلى قدر ذلك يكون استعماله إياها وانتفاعه بها.

ويضيف مل أن الابتكار والعبقرية ركن ركين في الشئون البشرية، وأن الناس محتاجون إلى استكناه مكنون الحقائق، وما جميع الأشياء النافعة للبشرية إلا هي ثمرات الابتكار ونواتج العبقرية. وليتذكر الجميع – على حد قول مل – أن الابتكار لم ينتهي بعد من تأدية مهمته [٢٨].

---

٢٥ جان جاك روسو – العقد الاجتماعي – مع مقدمة بقلم سير أرنست باركر – ترجمة عبد الكريم أحمد، مراجعة توفيق إسكندر – سلسلة الألف كتاب الأول – رقم ٤١٩ – المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب – القاهرة – بدون تاريخ – ص١٤١.
٢٦ ستيورات مل – الحرية – تعريب الأستاذ طه السباعي – مطبعة الشعب – القاهرة ١٩٢٢م – ص١٤٨.
٢٧ المصدر السابق – ص١٤٩.
٢٨ المصدر السابق – ص١٥٢.

وفي واقع الأمر أن مثَل الباحث عن الحل لأية مسألة أو مشكلة، كمثل رجل يسير في قاعة مظلمة، فهو يتلمس سبيله بحثًا عن معالم – ثوابت – يعرفها تحدد له موضعه ومكانه من القاعة، عله بعدئذ يعثر على طريق يقوده إلى المخرج والمنفذ الذي يطلبه؛ والذي يسير في هذه القاعة المظلمة قد يدور، وهو لا يدري، في حلقة مفرغة – يدور حول نفسه – أو هو يصطدم بحائط أو هو يتعثر، أو قد يفقد الأمل، فيكف عن المحاولة؛ إن هو لم يحسن تلمس سبيله، ولم يتذرع بالصبر والجلد والعزيمة الصادقة في الخروج من مأزقه، وبالتالي فقبل الشروع في عملية الحل؛ لابد من امتلاك إرادة الحل[٢٩].

وثمة عبارة موحية للفيزيائي دافي (١٧٧٨–١٨٢٩م) يقول فيها : «لقد أوحي إليَّ الفشل بأهم كشوفي». ويضيف وايتهد (١٨٥٩–١٩٥٢م) «إن الخوف من الخطأ مقبرة للتقدم»[٣٠].

29 G. Polya – How to Solve it – P.57.

٣٠ بفردج – فن البحث العلمي – ترجمة زكريا فهمي – مراجعة د. أحمد مصطفى أحمد – دار النهضة المصرية – القاهرة ١٩٦٣م – ص١٠٣.

ويقرر جون ديوي (١٨٥٩ –١٩٥٢م) أن التفكير الواعي ينحل إلى المراحل الآتية :

أ-يستهل التفكير بإدراك صعوبة أو مشكلة وتكون بمثابة الحافز.

ب-يتبع ذلك انبثاق حل مقترح في الذهن الواعي والمتيقظ، وهنا يظهر العقل على مسرح الأحداث لفحص الفكرة.

ج-يحدث أن ينبذ العقل الفكرة أو يقبلها.

د-فإذا تم نبذ الفكرة يعود الذهن قهقريًا إلى المرحلة السابقة؛ وتتكرر العملية حتى يهتدي الذهن إلى حل ما من الحلول[٣١].

والثابت أنه لكي تحدث الترابطات – محاولة إيجاد علاقات – المبتكرة بين الأفكار، فلابد من وجود خلفية وركيزة معلوماتية كبيرة خاصة بالموضوع قيد البحث «يزداد احتمال ظهور الارتباطات الجديدة والأفكار المبتكرة إذا توافرت ذخيرة متنوعة من الذكريات والخبرات»[٣٢]، ولا تزال تنفك الخطة في الذهن التي يحاول المرء أن يبني عليها النظام تنهار وتنهار؛ وعندئذ يتحتم عليه تجربة خطة غيرها. ومثل هذا التصور والإيمان بالنجاح آخر الأمر، هو شئ لا غنى عنه كما رأى ماكس بلانك (١٨٥٨–١٩٤٧م)[٣٣].

وربما كانت رواية فون هلموهولتز (١٨٢١–١٨٩٤م) خير معبر عن صدق العزيمة والإصرار على بلوغ الحل فيقول «في عام ١٨٩١م تمكنت من حل عدد قليل من المشكلات الرياضية والطبيعية، منها بعض المشكلات التي يئس عظماء الرياضيين من حلها، ولكن أي شعور بالفخر كان يمكن أن ينتابني لِما توصلت إليه من النتائج؛ قد جاءني على الدوام تقريبًا في صورة تعميم تدريجي لأمثلة ملائمة، عن طريق سلسلة من التخمينات الموفقة، بعد عديد من الأخطاء. وإنه ليحلو لي أن أقارن نفسي بشخص جوال للجبال، يدفعه جهله بالطريقة

٣١ المرجع السابق – ص٩٥.
٣٢ المرجع السابق – ص٩٧.
٣٣ المرجع السابق – ص٩٨.

إلى التسلق ببطء ومشقة، وكثيرًا ما يفطن إلى التقهقر لأنه لا يستطيع المضي أكثر من ذلك – ثم يكشف، إما بإعمال فكرة أو بالحظ، عن طريق جديد يقوده إلى أعلى قليلاً، وبعد لأي وجهد – حين يصل إلى القمة أخيرًا – يكتشف والخجل يملؤه أن هناك طريقًا ملكيًا كان يمكنه أن يرتقيه، لو كانت لديه الفطنة للاهتداء إلى الطريقة الصحيحة لارتقائه»[٣٤]. وعلى هذا يصدق قول كارليل (١٧٩٥–١٨٥١م) «العبقرية قدرة متناهية على بذل الجهد»[٣٥]، وهذا ما يفسر لنا لماذا استخدم جيرمي بنتام (١٧٤٨–١٨٣٢م) مصطلح ابستمولوجي جديد؟ أسماه : منطق الإرادة.

ويتضح بجلاء أن النظرية هي أفضل فكرة لدينا عن الطريقة والكيفية التي تترابط بها مجموعة من الوقائع المستقلة فيما بينها، على أن مثل هذه المفاهيم لا تنبثق آليًا من الملاحظات والتجارب، مثلما أن الأحجار لا تتجمع بذاتها لتكون بيتًا، بل إن النظريات، كالبيوت، ينبغي أن تشير إلى واقع جديد، ويتوقف أسلوب العمارة على الشخص القائم بالبناء، وعلى المجال الذي يعمل فيه. فالنظرية – بوصفها حلاً لمشكلة – مفهوم يوحد مجالاً من مجالات البحث العلمي. وهي تقدم خطة موحدة لتفسير مجموعة كاملة من الوقائع تبدو وكأنها لا رابط بينها[٣٦].

المنطق الهورستيكي بوصفه خطة :

يتحدد تعريف ذلك اللون المنهجي على أنه «علم القواعد المؤدية إلى الحلول، وتتبع العمليات العقلية والمنطقية التي يطرحها الباحث عند مواجهة مسألة (مشكلة) ما، لفهم هذه المشكلة والعثور على خطة وتكتيك للعمل، وتنفيذ هذه الخطة؛ من أجل إيجاد وتحديد المجهول»[٣٧]. فإذا افترضنا أن المشكلة (س) التي نجتهد في البحث عن حل لها، و(ص) هو ذلك الحل الغير معروف الذي نجتهد في البحث عنه، وبالتالي فإن (ص) هي محور البحث. فالسؤال : ما هو التكتيك وما هي الخطة التي تقودنا في نهاية المطاف إلى بلوغ الحل (ص)؟ والخلاصة : كيف

34 Konigsterger (Leo) – von Helmholtz Transwelty – Oxford, 1966 – P. 65, P.79.
35 Ibid, P.88
٣٦ انظر د. كلفورد – رواد المعرفة عبر القرون من أرشميدس حتى هوكينج – الجزء الأول – ترجمة د. إيمان نوري الجنابي – وزارة الثقافة والإعلام – الرياض ٢٠٠٨م – ص١٠٤ حتى ص١٢٤.
37(G) Polya – Induction and Analogy in Mathematics – New York, 1960 – P.66.

نربط من خلال علاقة صحيحة ووطيدة بين المجهول (س)، والحل (ص)؟ وثمة توضيح وهو : كيف نحول المجهول إلى معلوم من خلال خطة منهجية عقلانية دقيقة كل الدقة؟[٣٨].

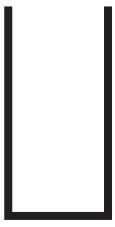
ولتوضيح الإطار العام للخطة وصياغتها حتى نتدرج في السير المتقدم والحثيث نحو الحل، والانتهاء بانتزاعه، فهناك توضيح لعناصر الخطة من خلال مثال من الأمثلة.

بافتراض أننا نجلس على شاطئ أحد الأنهار. فثمة مسألة تنص على : كيف نأخذ من النهر ستة لترات من الماء، مع العلم أننا لا نمتلك سوى وعائين غير مدرجين – بمعنى عدم وجود أية إشارات رقمية –، الوعاء الأول يسع أربعة لترات، والوعاء الثاني يسع تسعة لترات. فهذه هي (معطيات المسألة / شروط المسألة). أما المطلوب (المجهول) الذي نبحث عن إجابة وحلٍ له هو : كيف نحصل من ماء النهر، عن طريق الوعائين على ستة لترات؟ وللتقدم نحو الحل يجب علينا إتباع الآتي :

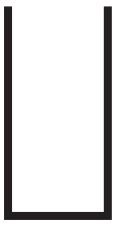
أولاً : يجب فهم المسألة :

وذلك من خلال تحديد المجهول وهو الحصول على ستة لترات، وكذا تحديد المعطيات، كما تم ذكرها : وعائين اثنين فقط غير مدرجين. الأول أربعة لترات والثاني تسعة لترات. وكذلك تحديد الشرط؟ عدم امتلاك أية معطيات (إمكانيات) أخرى؟ مثل إناء ثالث مثلاً، أو أية علامة على الإنائين – ٤ لترات، ٩ لترات –. تساعدنا في تحديد الكمية، وبعد ذلك ثمة سؤال : هل هذا الشرط في المسألة كافٍ لتحديد المجهول وانتزاع الحل؟ أم فيه نقص؟ أم فيه تناقض؟[٣٩]، ثم بعد ذلك يجب رسم الأشكال التوضيحية ووضع الرموز المناسبة.

(أ) ٤ لتر.



(ب) ٩ لتر.



38 Ibid, – P. 6667–.
39 Ibid – P. 68 : 70.

ثم يجب فصل أجزاء الشرط بعضها عن بعض، فهل يمكننا أن نقوم بهذا الفصل لشروط المسألة السابقة؟ والمقصود هو تحويل المعلومات المتاحة إلى إمكانيات مساعدة للحصول على الحل، وفهم خصوصية كل معلومة (مُعطي) على حدة، ومحاولة استنتاج خصائص جديدة، لا تتعارض مع (المعطيات) والمعلومات المتاحة[٤٠]، وأجزاء – مكونات – المسألة تبدو على النحو التالي :

١-لدينا وعاء غير مدرج يسع ٤ لتر هو (أ).

٢-لدينا وعاء غير مدرج يسع ٩ لتر هو (ب)[٤١].

المطلوب : تحديد المجهول وهو الحصول على ٦ لتر في أحد الوعائين.

ثانيًا : ابتكار الخطة :

وذلك من خلال التعامل مع هذه الحقائق :

١-هل رأيت المسألة من قبل؟ الإجابة لا.

٢-هل رأيت مسألة قريبة منها؟ نعم.

٣-إفحص المجهول، ومحاولة ربطه بمسألة أخرى يكون المجهول فيها مشابهًا لمجهول المسألة. وذلك يعود بنا قهقريا إلى الوراء لمراجعة المعلومات المختزنة في الذهن (التراكم المعرفي)، فيتم استحضار مسألة تقول : كم مرة يتكرر الرقم (٤) في العدد (٩)؟. الإجابة مرتين فقط (٤) + (٤) + ١ = ٩. وهنا في حالة تعذر إيجاد رابطة مباشرة نضطر للتفكير في مسألة مساعدة[٤٢].

فإذا لم نستطع حل المسألة، فيجب البحث عن مسألة أخرى قريبة، يتم اتخاذها تكئة للمسألة الأصلية، وكذا أثناء تقدمنا نحو الحل نسأل أنفسنا باستمرار : هل استفدنا من كل المعطيات المتاحة في المسألة، وكذا الخبرات المتراكمة في الذهن[٤٣].

40 Ibid – P. 67.
41 G. Polya – How to Solve it – P.17.
42 Ibid – P. 69, 70.
43 Ibid – P. 70, 71

ثالثًا : تنفيذ الخطة :

أثناء تنفيذ خطة الحل، يجب الاستفادة من كل المعطيات والمعلومات (الإمكانيات) المتاحة، وتظل معلومات محددة هي الفاصلة والفارقة في الاهتداء والمعرفة؛ مع مراعاة أن الانتقال من خطوة إلى خطوة يكون بمنتهى الإحكام والصرامة والدقة (تسمى الصرامة المنطقية بقاعدة : اللزوم الصوري. فمثلاً إذا كانت أ < ب، ب < ج. فحتما وبقوة اللزوم لابد أن تكون أ < ج ولا يمكن تصور عكس ذلك مطلقًا).

ففي المثال السابق بوصفه مسألة رياضية طريفة حيث انتهينا إلى الآتي :

١-أن العدد ٩ يساوي ٤ + ٤ + ١.

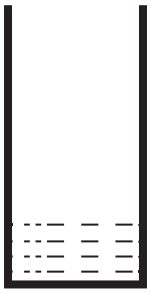
٢-بدهيًا لكي نحصل على ٦ لتر، فلابد أن يكون المطلوب تحقيقه والوصول إليه في الوعاء (ب)؛ لأنه ٩ لتر.

٣-يستحيل الحصول على ٦ لتر في الوعاء (أ)، لأنه ٤ لتر فقط.

٤-الوعاء (ب) ٩ لتر؛ فهل يمكن أن ننقص منه ٣ لتر بالضبط (مع العلم أنه غير مدرج).

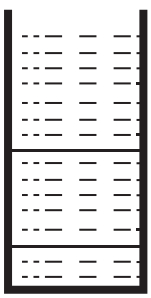
٥-تلمع في الذهن فكرة وهي : هل يمكن أن يوجد في الإناء الأول (أ) لتر واحد، ثم حينما يتم ملء الإناء الثاني (ب) ٩ لتر، نقوم بالتخلص من ثلاثة لترات، بإفراغهم في الإناء (أ)، وبالتالي يتبقى في الإناء (ب) ٦ لتر فقط وهو المطلوب.

(أ) ٤ لتر



كيف يمكن حصول على ١ لتر

(ب) ٩ لتر



كيف يمكن إنقاص ٨ لتر

تنتقل المسألة إلى منعطف جديد بعد هذه الفكرة النيرة (وقدة الذهن)؛ وهي كيف أحصل في الإناء (أ) على لتر واحد فقط؟.

٦-ولنتذكر المسألة التي تقول أن العدد (٩) عبارة عن (٤) + (٤) + (١).

٧-نقوم بملء الإناء (ب) واستخدامه في ملء الإناء (أ) بالكامل.

٨-إذن تم إنقاص (٤) من (٩) ٩ – ٤ = ٥.

٩-حينما نقوم بملء الإناء (أ) مما تبقى في الإناء (ب) ٤ – ٥ = ١.

١٠-إذن بعد ملء الإناء (أ) مرتين من الإناء (ب) فقد تبقى في الإناء (ب) لتر واحد فقط.

١١-نقوم بإفراغ الإناء (أ) من الماء في المرتين ويصبح فارغًا وبالتالي يظل الإناء (أ) فارغًا، ويصبح الإناء (ب) محتويًا على لتر واحد فقط.

١٢-تم نقل اللتر الموجود في الإناء (ب) ونقله إلى الإناء (أ).

١٣-نقوم بملء الإناء (ب) وهو ٩ لتر، وإفراغ ٣ لتر في الإناء (أ) الموجود به لتر.

١٤-يصبح الإناء (أ) مملوء بعدد ٤ لتر، ويتبقى في الإناء (ب) الأكبر ٦ لتر، لأننا أنقصنا منه ٣ لتر[٤٤].

١٥-وبالحصول على ٦ لتر في الإناء (ب)، نكون قد حصلنا بلغة الرياضيات على المطلوب إثباته (هـ.ط.ث).

44 Ibid, – P. 72 : P. 80.

رابعًا : مراجعة الحــل :

١-تم الحصـــول على ٦ لتر.

٢-تم الالتزام بشروط المسألة.

٣-أسباب الحصول على الحل انحصرت في خطوتين حاسميتين هما :

أ-ربط مجهول (مطلوب) المسألة بمسألة أخرى سابقة.

ب-الفكرة العبقرية (وقدة الذهن) وهي : كيف أحصل على لتر واحد في الإناء الصغير[٤٥].

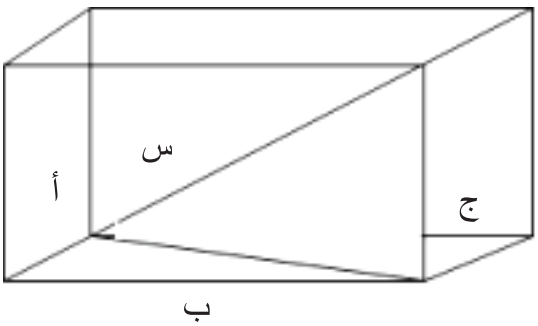
وثمة مثال آخر يوضح بجلاء تآزر الخطوات السابقة من أجل بلوغ الحل، من خلال مسألة رياضية تقرر : أوجد قطر متوازي المستطيلات، إذا عرفت طوله وعرضه وارتفاعه؟[٤٦].

ويمكن تقسيم المسألة إلى هذه الخطوات :

١-ما هو المجهول : طول قطر متوازي المستطيلات

٢-ما هي المعطيات في المسألة : طول وعرض وارتفاع متوازي المستطيلات.

٣- يتم وضع الرموز المناسبة كالآتي :



أ-نسمي المجهول (س).

ب-نسمي الطول (أ).

ج-نسمي العرض (ب).

د-نسمي الارتفاع (ج)[٤٧].

45 Ibid. – P. 73
46 G. Polya – How to Solve it – P.50.
47 Ibid, – P.50 : 52.

٤-يجب أن نحدد الشرط الذي يربط بين أ، ب، ج، من جهة بوصفها المعطيات، وبين (س) من جهة أخرى بوصفها المجهول.

٥-هل السؤال معقول : بالطبع لأن (س) القطر وهو ذلك المجهول في المسألة بوصفه شرطًا كافيًا لتحديد وتعيين المجهول؛ وذلك لأنه من خلال معرفة (أ)، (ب)، (ج) نعرف متوازي المستطيلات، وإذا عرفناه يتحدد قطره[٤٨].

٦-وبعد ذلك نحاول تصميم خطة للحل، وذلك عن طريق الربط بين المجهول في المسألة قيد البحث ومسألة أخرى تم حلها، وهذا ما نسميه بالفكرة النيرة – فكرة الحل –. فمثلاً يكون السؤال المطروح : ما هو المطلوب؟ إنه طول قطر متوازي المستطيلات. أي تحديد طول خط من الخطوط؛ ثم بعد ذلك تتوالى الأسئلة، فيتم طرح السؤال الآتي: أليس من الممكن أن يكون هذا المستقيم أحد أضلاع في مثلث أو مربع مثلاً؟ وتكون الإجابة أنه وتر في مثلث قائم الزاوية[٤٩].

٧-إذن تكون الفكرة النيرة التي سترتكز عليها خطة الحل، وهي محاولة الربط بين المسألة قيد الحل ونظرية فيثاغورث[٥٠].

٨-وبعد ذلك يتم تنفيذ الخطة، وهذا يحتاج إلى الصبر وعدم التسرع؛ وبذلك فإن المثلث القائم الذي بُعداه هو (س) – الوتر – ذلك المجهول الذي نبحث عنه، وكذلك البعد (الضلع الثاني) وهو (ج)، وبعد ذلك فيتم إضافة (ص) لقطر الوجه الذي بعداه (أ)، (ب). وعلى هذا تزداد فكرة الحل وضوحًا، ألا وهي الاستناد على مسألة مساعدة. يكون المجهول فيها (ص) ثم يتناول القائم بالحل المثلثين القائمين واحدًا بعد الآخر فيحصل على معادلتين :

$$س^2 = ص^2 + ج^2$$

$$ص^2 = أ^2 + ب^2$$

48 G. Polya – Mathematics and plausible reasoning – London, 1971 – P.124.
49 Ibid, – P. 54, and G. Polya – Plausible Reasoning – P. 125.
٥٠ تنص نظرية فيثاغورث على أن المنشأ مساحة سطح المربع على وتر المثلث قائم الزاوية تساوي مجموع مساحتي سطحي المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين.

وبحذف المجهول المساعد (ص) يحصل القائم بالحل على :

$$س^{2} = أ^{2} + ب^{2} + ج^{2}$$

$$س = \sqrt{أ^{2} + ب^{2} + ج^{2}}$$

٩-وتأتي مرحلة مراجعة الحل للتأكد من صحته.

١٠-ثم بعد ذلك نتحول إلى تفحص الطريقة المتبعة في الحل، ومعرفة هل استخدامنا لهذه الطريقة يعتبر الأفضل؛ أم أن هناك طرقًا أخرى أيسر من ذلك.

١١-ثم نختتم هذه الخطوات بمعرفة الإمكانية في استخدام هذه النتيجة التي حصلنا عليها لحل مسائل أخرى من عدمه [٥١].

مستويات حل المسائل :

الأول : على القائم بالحل أن يدرك قبل كل شئ عدم استحالة المسألة.

الثاني : القائم بالحل يدرك القواعد المؤدية إلى الحل.

الثالث : يتدرب القائم بالحل على الاستجابات الصحيحة خلال إنجاز المهمة.

الرابع : على القائم بالحل تقييم الخطوات التي يخطوها لإنجاز الحل.

الخامس : في حالة المسائل العويصة على القائم بالحل أن نبحث عن طرق غير مألوفة (أفكار مبتكرة) غير مسبوقة[٥٢].

وثمة أيضًا مثال يدعونا للتأمل، وهو خاص بخدعة حصان طروادة بوصفها حيلة هورستيكية ومحاولة لإيجاد حل بسيط لمشكلة مزمنة ومعقدة، فتذكر كتب التاريخ القديم وخاصة ملحمة الإلياذة لهوميروس (القرن العاشر ق.م) أن جيش أثينا ظل عاجزًا عن اقتحام حصون طروادة

51 Ibid, – P. 126.

٥٢ انظر : جورج جاموف – واحد، اثنان، ثلاثة، ... لا نهاية – ترجمة إسماعيل حقي – مراجعة د. محمد مرسي أحمد – مكتبة النهضة المصرية ١٩٥٨م – من ص١١ : إلى ص ٥٩.

لمدة كبيرة من الزمن، وصلت إلى عشر سنوات، فتفتق ذهن أحدهم عن فكرة عبقرية غير مألوفة وهي : تظاهر الجيش الأثيني بالانسحاب واختباء ذلك الجيش حتى حلول اللحظة المناسبة، وأثناء التظاهر بالانسحاب تركوا حصانًا خشبيًا ضخمًا أمام أسوار طروادة المنيعة، وبداخل هذا الحصان مجموعة من الجنود الأشداء، ومن ثم ينشأ لدى أهل طروادة اعتقاد بأن جيش أثينا لم يرغب في حمل هذا الحصان الخشبي الكبير لضخامته، أو لأي سبب آخر؛ وسوف يدفعهم الفضول – أهل طروادة – إلى إدخال هذا الحصان إلى داخل أسوار المدينة، وفي اللحظة المناسبة يقوم الجنود المختبئون بالخروج من جوف الحصان الخشبي بعد فتح المزلاج الداخلي المصمم بداخل الحصان؛ ومغافلة أهل طروادة، وفتح الأبواب الموصدة داخل أسوار القلاع الحصينة وفقًا لإشارة متفق عليها[٥٣].

وبما أن الحفريات الحديثة قد أثبتت ضخامة أسوار طروادة ومناعتها، وكذلك وُجِدت أنفاقًا تمتد خارج المدينة لمسافات طويلة لكي يتمكن المحاصرون من الحصول على المؤن اللازمة لممارسة الحياة في ظل الحصار، وهذا يعني أن الحصار لو امتد لسنوات أخرى قادمة، فلا يمكن إطلاقًا تغيير الموقف الحربي والعسكري، هذا فضلاً عن تدني الروح المعنوية للجيش المهاجم، فثمة عبقرية ولو على مستوى الخيال – بافتراض أن قصة حصان طروادة من الأساطير القديمة – فهذا التفكير العبقري غير التقليدي قد جعل الأعداء أنفسهم يقومون بدون وعي بمساعدة الجيش المهاجم، عن طريق إدخال بعض جنوده إلى داخل الأسوار عبر الحصان الخشبي، لتصدق عليهم المقولة العربية : بيدي لا بيد عمرو. وبذلك فإن حصان طروادة هو الحل العبقري (ص) لمشكلة العجز عن اقتحام حصون طروادة المنيعة (س). وبلغة المنطق الهورستيكي فإننا قد اهتدينا إلى حل بسيط جدًا لمشكلة في غاية الصعوبة والتعقيد من خلال أسلوب ونمط غير مألوفين[٥٤]، وبذلك تصدق مقولة نابليون بونابرت (١٧٤٩–١٨٣٢م): الفكر يحكم العالم[٥٥].

٥٣ انظر : مقدمة ترجمة وتحقيق (دراسة) د. أحمد عتمان – الأليـاذة لهوميروس – المركز القومي للترجمة – وزارة الثقافة المصرية – القاهرة ٢٠٠٨م – ص٣٥، ص٣٩، وانظر جان نورمان – حصان طروادة – ترجمة عادل الغضبان – ط٤ – دار المعارف – القاهرة ٢٠٠٥م–ص١٢٧.

٥٤ المرجع السابق – ص٤٠، ٤١.

٥٥ إبراهيم رمزي – كلمات نابليون (مجموعة كلمات ومواقف مقتبسة) – القاهرة ١٩١٢م – ص٦٤، ٨٦.

د. أحمد عزب

يوريكا ... يوريكا بنكهة رياضية :

لقد كان أرشميدس (٢٨٧-٢١٢ ق.م) ذلك العبقري اليوناني منغمسًا في التفكير بشأن معضلة عويصة ارتبطت ببقائه على قيد الحياة من عدمه، فلقد أعطى الملك (هيرو الثاني) حاكم سيراكوزا أحد الحرفيين قالبًا من الذهب الخالص ليصنع منه تاجًا ملكيًا، وعندما انتهى الصانع من عمل التاج كان وزنه هو نفس وزن القالب الذي تسلمه من الملك، غير أن الملك كما تذكر الرواية التاريخية، قد تشكك في استبدال الصانع لبعض الذهب بمعدن آخر أرخص منه، فطلب الملك من أرشميدس أن يعرف ماهية المعدن المصنوع منه التاج بدون إذابته أو المساس به، وهدده إن لم يفعل ذلك سيتم عقابه بالقتل، وكان أرشميدس يفكر مليًا في هذه المعضلة العويصة، وعندما نزل إلى مغطس المياه – البانيو – الممتلئ بالماء، كان لم يزل مستغرقًا في هذه الأحجية، وفجأة قفز أرشميدس من الماء وهو يعدو في شوارع سيراكوزا عاريًا – هكذا تذكر معظم الروايات التاريخية – قاصدًا القصر الملكي مرددًا مقولته التي خلدها التاريخ بلكنته اليونانية (يوريكا ... يوريكا) أي (وجدتها ... وجدتها). والسؤال المطروح : كيف اهتدى أرشميدس لحل هذا اللغز؟[٥٦].

وللإجابة عن السؤال السابق : فثمة ملاحظة استرعت انتباه أرشميدس وهي أنه عندما نزل إلى مغطس حمامه الممتلئ بالماء، فلقد فاض – سقط من حافة البانيو لأنه زائد عن السعة – بعض الماء؛ وعندما كرر أرشميدس الأمر فلقد لاحظ أن كمية وحجم الماء المزاح يساوي نفس الحيز الذي يشغله جسمه، ولقد استخدم نفس الفكرة في اختبار الجوهر والمعدن المصنوع منه التاج الملكي. فقاده حدسه إلى أنه لو كان التاج مصنوعًا من الذهب الخالص، فسوف يشغل نفس الحيز الذي يشغله قالب من الذهب مساوٍ لوزن التاج، ولكن أي معدن آخر بخلاف الذهب سيزيح كمية من الماء أقل أو أكثر من كمية الماء الذي أزاحها معدن الذهب؛ وبالتالي فإن اختلاف المعادن يؤدي إلى اختلاف كمية الماء المزاح[٥٧].

٥٦ وايتهد – مقدمة للرياضيات – ترجمة محي الدين يوسف – ضمن دورية المجمع العلمي العراقي – الجزء الأول من المجلد الأول – مطبعة التفيض – بغداد ١٩٥٠م – ص٣٢١.
٥٧ المرجع السابق – ص٣٢١، ص٣٢٢.

وعلى هذا الأساس وبافتراض أن التاج قد استُخدم في صناعته معدن آخر غير الذهب – حتى وإن كان مخلوطاً بالذهب –، سيزيح كمية من المياة غير مساوية لكمية الماء الذي يزيحها قالب من الذهب في نفس وزن التاج، ولإجراء الاختبار قام أرشميدس بوضع القالب المصنوع في وعاء مملوء بالماء حتى حافته، واحتفظ بكمية الماء المزاحة، ثم كرر نفس الأمر ولكنه استبدل التاج بقالب من الذهب الخالص له نفس وزن التاج، واحتفظ بكمية الماء المزاح في الحالة الثانية؛ وعقد مقارنة بين الكميتين المزاحتين في حالة التاج الملكي، والقالب الذهبي، وتبين له عدم تساوي كميتي الماء في الحالتين، ومن ثم أعلن بكل يقين أن التاج الذي قُدم إلى الملك ليس من الذهب الخالص[٥٨]. بل هو عبارة عن ذهب مخلوط بمعدن آخر، فكان هذا هو الحل العبقري – اكتشاف قانون الكثافة النسبية/ قانون الطفو والكثافة النوعية واختلافها من عنصر لآخر – الذي حفظ على أرشميدس حياته، بعدما استطاع أن يثبت للملك بأن الصانع غير أمين.

ويمكن تقريب الحل السابق إلى الأذهان من خلال خطوات عقلانية استدلالية متسلسلة على هذا النحو :

١-الجسم حين يتم غمره في الماء، يدفعه الماء المحيط به إلى أعلى، بقوة تساوي محصلتها وزن الماء الذي تم إزاحته.

٢-وبالتالي فإن وزن تاج الملك وهو خارج الماء هو (و) من الجرامات، ووزن الماء المزاح هو (م) من الجرامات.

٣-القوة الإضافية إلى تدفع الجسم (التاج) إلى أعلى، لموازنة التاج ليبقى معلقًا في الماء، تكون (و–م) من الجرامات.

٤-يمكن استخراج مقدار هذه القوة بوزن الجسم وهو معلق داخل الماء.

٥-إذا كان مقدار الموازين في الكفة من الجرامات، يكون الوزن الظاهري للتاج وهو مغمور في الماء (ق)، ويصبح لدينا (ق) = و – م

٥٨ المرجع السابق – ص٣٢٤.

٦- وبالتالي تصبح م = و – ق

٧- و = = ... (المعادلة الأولى) التي يمكن فيها إيجاد كل من (ق)، (م).

٨- والحل يكون إذن بدقة من خلال طريقة الوزن السهلة، وهكذا يتم معرفة المقدار من (المعادلة الأولى). ولكن هذه هي نسبة وزن التاج، إلى وزن ما يساوي حجمه من الماء، وهي نسبة تظل ثابتة لكل كتلة من المعدنيات إذا كانت من نفس العنصر والمادة، ويطلق عليها الآن الوزن النوعي (الكثافة)، ويتوقف الوزن النوعي على طبيعة المادة وعنصرها لا على شكلها وهيئتها ومقدارها[٥٩].

والخلاصة أنه ما كان على أرشميدس ليقوم بتمحيص ذهب تاج الملك، إلا بإحضار سبيكة من الذهب الخالص الذي لاشك في نقائه، وتحديد كثافتها النوعية، بشرط أن تكون السبيكة الذهبية مساوية لوزن التاج الملكي بالضبط. ثم نقوم بتحديد الكثافة النوعية للتاج الملكي، مع الكثافة النوعية للسبيكة الذهبية وإن حدث اتفاق كل من الوزنين، كان التاج من الذهب الخالص وإن اختلفت كثافتهما النوعية ثبت الغش وظهر بوضوح[٦٠].

وثمة ملاحظة ترتبط في كون حياة أرشميدس، قد أصبحت على المحك مقابل فهم هذه الأحجية، قد جعل اللغز يسيطر تمامًا على ذهنه، ومن هنا كانت إرادته وتصميمه على الحل ومن ثم تصدق المقولة التي تقرر : الحاجة أم الاختراع. والتخمين الحدسي بالنسبة للرياضي الموهوب، وكأنه لا يلتزم بخطوات البرهان الرصين فقط، بل هو الذي وُهب قوة الخيال وسعة البداهة – الفهم بنظرة خاطفة – بحيث يكون في إمكانه ابتكار البرهان، وإذا كان لدينا في نهاية المطاف حكمًا نقرره يصبح هذا الحكم هو : فلنحتفظ للرصانة والدقة بمكانتهما في أعلى المراحل؛ ولنجعل قبل ذلك ترويض ملكتي البداهة والخيال( )[٦١].

٥٩ المصدر السابق – ص٣٢١، ٣٢٢.
٦٠ المصدر السابق – ص٣٢٢.
٦١ Deborah Mayo – Error and the Growth of Experimental Knowledge – London, ١٩٩٦ – PP. ٦٠, ٦١

ويجب أن نضع في الحسبان أن الحل – أي حل – لا يجب أن يُملي على الذهن لدي المتدربين، بل يجب أن يتم استدراج – نظام الترتيب المنطقي وإتباع خطوة منهجية بخطوة أخرى مبنية على ما قبلها Step by Step، فالأولى تعقبها الثانية وهكذا دواليك – المتعلم للحصول على الحل بطريقة متدرجة، وسواء كانت المسألة رياضية أو غير رياضية فلابد من الدمـــج والمزج بين الأسلوب الاستنتاجي الرصين، والقدرة على الحدس والتخمين «فنحن إنما نحاول أن نبتكر الحل ونخرجه إلى حيز الوجود»[٦٢].

والتفكير الهورستيكي على علاقة وارتباطات بعلوم عديدة، فعلماء الرياضيات والمناطقة، وعلماء النفس – خاصة علم النفس الإبداعي وسيكولوجية الابتكار – والفلاسفة فكل واحد من السابقين يدعي أن هذا الأسلوب يقع في دائرة اختصاصه. وخلاصة القول : أن خصوصية الأسلوب الهورستيكي في التفكير أشبه ما يكون بالقدرة الفائقة على مزج الألوان لخلق لوحة فنية إبداعية جديدة كل الجدة، أما محاولة فصل هذه الألوان بعد مزجها يُعد عبثًا فكريًا لا يمكن تخيله، حينئذ ومن ثم يمكننا القول «كما أنه تشوه صورة الحسناء ذات اللحم والدم والروح والنفس وجمال الخَلق والخُلق، فكذلك يتشوه الأسلوب الهورستيكي إذا تم النظر إليه على أنه مجرد مجموعة عمليات منطقية وعقلية فقط»[٦٣].

ولقد ثبت أن هذا اللون المنهجي أكثر ارتباطًا بالرياضيات، وكذا بالعلوم الإنسانية وخاصة العقلانية منها– المنطق تحديدًا –، وليس أدل على ذلك من استخدام هذا التفكير في صياغة علوم الإستراتيجيات والتخطيط فهي تعبر من حيث الأساس المنهجي عن القواعد العديدة للحل عند مواجهة المشكلات[٦٤].

62 Ibid, – P. 62

٦٣ انظـــر : د. جميـــل صليبـــا – المنطـــق – منشـــورات عويـــدات – ط٢ – بيـــروت ١٩٦٧م – ص١٦٢ إلـــى ص١٧٠.

64 Edward N. Luttwak – Strategy The Logic of War and Peace – Second Printing, Harvard University – United States of America 2003.

فهم وتحليل الألغاز :

وثمة أحجية من الأحاجي وشفرة من الشفرات، استحوذت على اهتمام علماء إنجلترا بعد الاهتداء إلى الفهم والحل لذلك المجهول، ساهم ذلك في الحفاظ على الشرف البريطاني من التدنيس في أشد لحظات إنجلترا صعوبة، فلقد كانت قاب قوسين أو أدنى من السقوط في قبضة الرايخ الثالث، وبعد هزائم مدوية أمام هتلر (انتحر في ١٩٤٥م)، ولاسيما عقب انسحاب دنكرك، وبعد مقدرة علماء الإنجليز وإدراك حل هذا اللغز، انتصروا في أول معركة لهم ضد الطوفان النازي. فما هو هذا اللغز؟، وكيف تم توظيفه في الحرب العالمية الثانية؟ (١٩٣٩/١٩٤٥م)، إنه لغز سلوك الخفاش.

فعلى الرغم من ضعف نظر الخفاش الشديد، ومع ذلك فهو لا يطير إلا ليلاً عندما يحل الظلام! بل إن الأمر لأعجب من ذلك من حيث قدرته على اصطياد الفرائس – الحشرات الطائرة – أثناء تحليقها. وهنا يكمن السؤال الملغز (المشكلة) : إذا كان الخفاش يطير ليلاً ولا يأكل إلا الحشرات الطائرة، فكيف يتمكن من الإمساك بها إذا لم يكن يراها؟ بل وماذا يحول بينه وبين الاصطدام بالأشياء التي توجد في طريقة؟، وتشكل عوائق أمامه كالأبنية والأشجار وما شابه ذلك[٦٥].

ومن ثم فإننا نصوغ خطة – تكتيك – لكشف هذا الغموض، وليكن عن طريق تجهيز غرفة بها بعض العقبات الموضوعة بكل دقة وإتقان، ولتكن هذه العقبات عبارة عن الأسلاك؛ وكل سلك منها متصل بأداة للتسجيل وهذه الأدوات التسجيلية تبلغ درجة شديدة من الحساسية جدًا، بحيث نكون قادرين على معرفة وتمييز نوعية اصطدام الخفاش بالأسلاك المعدنية– بلغت مائة سلك في الحجرة وتم تثبيتها بزوايا محددة – وهل هو اصطدام قوي عنيف؟، أم هو مس ولمس للسلك برفق؟![٦٦].

ووفقًا لذلك هذا فإن هذه الخطوة تمثل صياغة الخطة ومحاولة توفير عناصر الدقة لها. ثم بعد ذلك نأتي

٦٥ ستانلي بيك – بساطة العلم – ترجمة زكريا فهمي – مراجعة – د. عبد الفتاح إسماعيل – سلسلة الألف كتاب الأولى – مؤسسة سجل العرب – القاهرة ١٩٦٧م – ص٣٤، ٣٥.
٦٦ المرجع السابق – ص٣٥.

إلى المرحلة التالية وهي إطلاق بعض الخفافيش في الحجرة بعد إظلامها؛ ونراقب بكل دقة أدوات التسجيل التي تم وضعها؛ وتحدث المفاجأة ويتضح أن أحد الخفافيش يمس أحد الأسلاك برفق من بعيد في أوقات متباعدة؛ ولا يحدث الاصطدام بالأسلاك بخشونة وعنف إلا في حالات محدودة ونادرة جدًا[٦٧].

وعلى هذا فلقد تم التأكيد على نتيجة كانت معروفة سلفًا، وهي أن الخفافيش لا تصطدم بعقبات الأسلاك في البيئة الصناعية – الحجرة – التي تم إعدادها؛ مثل البيئة الطبيعية التي تعيش فيها الخفافيش. وبالرغم من ذلك، يظل سر عدم الاصطدام بالأشياء، بالرغم من الضعف الشديد في حاسة البصر أثناء التحليق والطيران سرًا مجهولا[٦٨].

وعن طريق استخدام كل المعطيات المتاحة، يتم ملاحظة أن أذني الخفاش كبيرتان ومتطورتان إلى حد هائل، وبناء على ما يكشف عنه التشريح لأذني الخفاش بأنه يمتلك إمكانية هائلة وحساسة بدرجة عالية تجاه الأصوات، وعلى الرغم من كون هذا الأمر بعيد الاحتمال – وذلك لعدم وجود علاقة بين القدرة على السمع والطيران بدون امتلاك الرؤية، وذلك في بادئ الأمر قبل إجراء التجربة – وبالرغم من هذا يتم اختبار الفرض الخاص بأن الأذنيين تتدخلان على نحو ما، في إكساب الخفاش مهارته في الطيران[٦٩]، وهنا يتضح مناقشة كل المعطيات سواء أكانت تتفق مع بدهيات العقل أم لا؟

ثم يحدث وأن نأتي بخفاش سليم ونتركه يطير في الغرفة المجهزة بالعقبات والأسلاك ويتضح أنه لا يصطدم بهذه العقبات، ثم نقوم بسد أذني الخفاش بكل إحكام بقطع من الشمع اللين؛ ثم نعود به إلى حجرة التجربة ونطلقه، وعندئذ سيحدث على الفور شئ يدعو إلى الدهشة: إذ أن أدوات التسجيل المتصلة بالأسلاك تسجل صدمة بعد صدمة؛ فلم يعد بمقدور الخفاش تحديد مواقع العقبات وبالتالي تفاديها وتجنبها، وبطبيعة الحال يتم تكرار التجربة على خفافيش أخرى مسدودة الأذن، ونصل إلى نفس النتائج، فبدون أذنين تؤديان عملهما على الوجه الأكمل، يعجز الخفاش

٦٧ المرجع السابق – ص٣٦.
٦٨ المرجع السابق – ص٣٧.
٦٩ المرجع السابق – ص٣٨، ٣٩.

عن تجنب الصدمات، وهذا يجعلنا نثق بأن للأذن دورًا في إكساب الخفاش قدرته العجيبة على الطيران[٧٠]. وذلك التفسير لهو إجابة على نصف اللغز، ويتبقى النصف الآخر.

ويبقى سؤال آخر وهو : كيف يستطيع الخفاش أن يسمع صوتًا أصم، وأي ارتباط هذا الموجود بين السمع وبين تجنب الاصطدام بشئ صامت ساكن كالسلك المعدني؟، إن الخفاش عادة يقتنص الحشرات الطائرة ويمسك بها، وإن الخفاش يستطيع تتبعها وهي تصدر صوتًا كصوت التحليق – وهو الطنين – وينقض على هذا الطائر المحلق فيقتنصه[٧١].

وهناك ملاحظة جديرة بالانتباه بخصوص الخفاش عندما نمسك به فإنه يصدر صوتًا رفيعًا أشبه بالصرير، فهل هناك علاقة بين صرخة وصوت الخفاش، وبين قدرته البارعة على الطيران؟ وهكذا نختبر الخفاش مرة أخرى بغلق فمه بشريط لاصق ونطلقه في غرفة التجربة، عندئذ نكتشف أن الخفافيش التي أُخرست تصطدم بالأسلاك ويكون تحليقها وطيرانها متخبطًا مثلما كان وقت انسداد آذانها[٧٢]، وبالتالي نكون قد اهتدينا إلى الحل الكامل، وعلى هذا يتضح أن آذان وفم الخفاش أشبه ما يكون بجهاز إرسال واستقبال لاسلكي.

وهناك سؤال يطرح نفسه وهو : هل يمكننا على أساس المعلومات التي تم جمعها أن نصوغ إجابة منطقية ومتسقة عن السؤال القائل «كيف يتجنب الخفاش الاصطدام بالأشياء أثناء طيرانه، رغم ضعف بصره الشديد»؟!، وللإجابة على هذا السؤال يتم وضع هذه الحقائق التي تمثل أساسًا للاستدلال والحل وهي :

١-الخفافيش السليمة تستطيع تجنب الاصطدام أثناء طيرانها.

٢-الخفافيش السليمة تصدر صرخات رفيعة متكررة أثناء طيرانها.
٣-الخفافيش المعصوبة الأعين تستطيع تجنب الاصطدام أثناء طيرانها.

٧٠ استتلي بيك – بساطة العلم – ص٣٩. وانظر كذلك حول تطور صناعة الرادار – جون كلارك وآخرون – المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا – المجلد الثامن – ترجمة د. مصطفى معرفي – مؤسسة الكويت للتقدم العلمي– الكويت ٢٠١٥م – ص٣٢، ٣٣.
٧١ المرجع السابق – ص٤٠.
٧٢ المرجع السابق – ص٤٠. وانظر جيمس كلارك – المسار الزمني لتقدم العلوم – ص٣٢، ٣٣.

٤-الخفافيش المسدودة الآذان لا تستطيع تجنب الاصطدام.
٥-الخفافيش المكممة الأفواه لا تستطيع تجنب الاصطدام[٧٣].

ولاشك أن اعتماد الخفاش على الصوت والأذنين معًا في التحليق بمهارة، يوحي بأن الخفاش ذاته هو الذي يحدث الأصوات التي ترشده، وهذا بالضبط ما حاول الإنسان تقليده صناعيًا بصناعات متعددة لأجهزة تقوم على نفس الفكرة – الإرسال والاستقبال – فلقد استُخدمت أجهزة الصدى الراجع في السفن طوال عدة سنوات، من أجل قياس عمق الماء تحت السفينة، ومن الواضح أن الفكرة بنيت على أساس أن طول الوقت اللازم لاستعادة صدى هذا الصوت من قاع المحيط أو البحر يتوقف على طول المسافة التي يتعين على الصوت أن يقطعها. إذن فطول الوقت اللازم لقيام الإشارة الصوتية برحلة الذهاب والإياب من السفينة إلى القاع وبالعكس، يتناسب مع عمق الماء. كذلك فإن أجهزة الكشف عن الغواصات التي يطلق عليها اسم السونار Sonar، تعمل على تحديد مواقع الأشياء الموجودة تحت الماء عن طريق التقاط موجات صوتية منها، فمن خلال قياس الزمن الذي يستغرقه استرجاع الصدى وقياس الزاوية التي يأتي منها الصوت، يمكن تحديد موقع الغواصة بكل دقة[٧٤]. هذا عدا أجهزة الرادار، ومعروف كم ساعدت هذه الأبحاث إنجلترا للتصدى للطائرات الألمانية المغيرة على إنجلترا في الحرب [٧٥] العالمية الثانية، من خلال شبكة هائلة من الدفاع الجوي قوامها الرادار، ذلك الحل العبقري في حينه، وما يهم من وجهة نظر التفكير الهورستيكي هنا هو استخدام التحليل للغز طيران الخفاش في إزالة غموض إشكاليات أخرى غيرها، مثل : كيفية تحديد مواقع الغواصات، قياس عمق الماء، تحديد أماكن وجود الطائرات المعادية في السماء وقت الحرب.

٧٣ المرجع السابق – ص٤١.
٧٤ جيمس كلارك – المسار الزمني لتقدم العلوم – المجلد الثامن – ترجمة د. مصطفى معرفي – ص٣٣.
٧٥ معروف تاريخيًا أن معركة بريطانيا – وهي الصدام الرهيب بآلاف الطائرات الألمانية المغيرة؛ وبين الطائرات الإنجليزية المدافعة عن الجذر البريطانية – كانت أول معركة حاسمة ربحتها إنجلترا، وخسرتها ألمانيا في الحرب العالمية الثانية، بفضل اكتشاف الرادار، الذي هو في الأصل تطبيق وفهم عملي لسلوك الخفاش. ومن ثم يمكننا أن نقول أن هناك ملاحظتين، الأولى ساهمت في نشوء الإمبراطورية الإنجليزية التي لا تغيب عنها الشمس وقتئذ وبفعل ملاحظة جيمس وات (١٧٣٦-١٨١٩م) لطاقة البخار، والقدرة على رفع غطاء غلاية إعداد الشاي، ومن ثم الاهتداء إلى فكرة المحرك البخاري بوصفه أول قدرة آلية في التاريخ، وتم توظيف هذا الاكتشاف، واستخدامه في

د. أحمد عزب

المنطق الهورستيكي والحياة اليومية :

كان أحد عناوين مؤلفات كارل بوبر (١٩٠٢م – ١٩٩٤م) هو كتاب : الحياة كلها حلول لمشاكل. فحياة بني البشر أشبه ما يكون بصراع ضد المجهول – فالإنسان عدو ما يجهل –، وعلى هذا فهو يعمل جاهدًا على إماطة اللثام عن هذا المجهول الذي يشكل بالنسبة له مشكلة وعلى الإنسان أن يبحث دائمًا وأبدًا عن الحل. وغالبًا فإننا نجد أن أصحاب الملكات والقدرات الخاصة بالموهوبين من البشر، ما يمكنهم دون سواهم من كشف الحلول، بوصفها محاولات لتجاوز الأزمات، وبتحليل هذه الحلول سيتضح أهمية الحدس المباشر، والقدرة على الربط بين فكرة وأخرى، وتحويل المشكلة إلى ما يشبه الاستدلال المنطقي، وكل ذلك يتم بطريقة آلية ديناميكية.

والتفكير في كثير من مواقف الحياة بطريقة واضحة صحيحة يكون حدًا فاصلاً بين النجاح والفشل، بل يكون حدًا فاصلاً بين الحياة والموت. فثمة مثال على هذا المعنى يوضح كيفية التغلب على المشكلات المعقدة باقتراح فكرة مبتكرة.

فلقد سقط عصفور صغير في تجويف عميق – عمقه أربعون بوصة –، وهذا التجويف موجود في جدار من الخرسانة المسلحة، وفتحته لا تزيد على أربع بوصات فقط، فلقد أعيت العُمال الحيل لإخراج هذا العصفور دون جدوى[٧٦].

وحدث أن قام أحد الفتيان في الثالثة عشرة من عمره، باحضار دلو مملوء بالرمال وأخذ يسكبه ببطء في التجويف، وكلما زاد امتلاء التجويف بالرمال إرتفع الطائر إلى أعلى، وبعد ساعة من العمل استطاع هذا الصبي أن يلتقط الطائر من التجويف بيده، وهكذا تم له الحل بإنقاذ الطائر[٧٧].

سفن الأسطول الإنجليزي، فأصبح يسير بقوة البخار – المحرك البخاري – بدلاً من سيره بقوة الرياح والأشرعة كما كان مألوفاً، وهذا قد ساعد إنجلترا من السيطرة على كل الطرق الملاحية لأكثر من قرنين. والملاحظة الثانية حافظت على الشرف البريطاني بوصفها الدولة الوحيدة في كل التاريخ البشري التي لم تخضع لاحتلال أجنبي، وذلك بفضل اكتشاف الرادار – كملاحظة وفهم لسلوك الخفاش – والنجاح في صد الطائرات الألمانية. حيث قال الداهية والعبقري تشرشل – كثير من الباحثين لا يعرف أن تشرشل حاصل على جائزة نوبل في الآداب عام ١٩٥٠م، «إنها ليست النهاية لألمانيا، ولكنها بداية النهاية». ما زلت أكرر إنه العقل (العلم)، ولاشئ سواه.

76 Hy Ruchlis – clear Thinking – New York 1962 – P.3.

77 Ibid, – PP.3, 4.

وبمحاولة تحليل الأفكار التي دارت في ذهن هذا الصبي العبقري خلال تفكيره في حل للمشكلة، فلعله فكر – في خياله طبعًا – بطريقة إذا حدث كذا وكذا، عندئذ سوف يترتب على ذلك حدوث كذا وكذا. أي بلغة المنطق القياسي إذا كانت المقدمة هي كذا، فلابد أن تكون النتيجة المترتبة عليها منطقيًا هي كذا وكذا – فلعله فكر في كافة الوسائل التي يمكن من خلالها رفع الأشياء، مثل ربط الطائر بخيط من الدوبارة، ولكن كيف يمكن حدوث ذلك؟ وبالطبع عدل عن هذه الفكرة لأنه لم يتوصل إلى طريقة لربط الخيط حول الطائر. أو أنه فكر في مادة لزجة؛ أو أنه قد فكر في ملء التجويف بالماء، ولكن من الأرجح أنه سوف يغرق الطائر؛ وعلى هذا فلقد استبعد هذا الصبي تلك الأفكار التي ربما تكون قد طرأت على عقله[٧٨].

ومن الضروري ملاحظة كيف يبحث العقل عن الحقائق المتعددة والمتصلة بالمشكلة، وكلما استدعيت حقيقة ما، يتم تمحيصها واختبارها باستخدام أسلوب القياس الشرطي «إذا حدث كذا ... كان كذا» على مستوى التفكير العقلي الافتراضي بالطبع[٧٩].

وأخذ هذا الصبي يتصور الرمل يدخل في الجحر ويملأه بداية من القاع، وأخذ يتصور بعقله أن أرجل الطائر ستتغطى بالرمل، ولذلك أخذ يسكب الرمل بالتدريج وببطء حتى يتمكن الطائر من تخليص قدميه من الرمال، وهكذا يرفع نفسه شيئًا فشيئًا، وبالطبع أخذ يتصور أنه إذا قام بصب كمية من الرمال أكبر مما يجب سكبه، فقد تطمر الطائر وتدفنه حيًا، ولهذا فلقد كان حريصاً على سكب كمية الرمل ببطء شديد[٨٠].

إن هذا الطراز من التفكير والبحث العقلي، هو من أسرار نجاح الناس ذوي القدرة على خلق الحلول واختراعها كالعلماء والرياضيين والكتاب، ورجال السياسة؛ ومن الخير لنا أن ننمي في عقولنا هذا الطراز العبقري من البحث المنظم، كطريقة لتنمية قدراتنا على حل المشكلات، ويا حبذا لو كان مثل هذه الأمثلة مما يؤخذ في الاعتبار في مقررات التربية العلمية بالمدارس والجامعات.

78 Ibid, – P.5.
79 Ibid, – PP. 6, 7.
80 Ibid, – P.7.

وخلاصة القول إن طريقة تفكير هذا الفتى لانتزاع الحل تتمثل في نقطتين اثنتين هما:

أ-أن المشكلة (المسألة) كانت محتاجة إلى معطي جديد من المعطيات وهو «العمل» بلغة تمارين الهندسة –إضافة معطي جديد من جنس المعلومات والمعطيات، بحيث لا يناقض بقية المعطيات –؛ وكان العمل هو إضافة الرمل وسكبه في الفجوة.

ب-بل إن الأمر تعدى إضافة معطي جديد إلى المشكلة، ولكنه كان معطي مشروط، بمعنى إضافة المعطي بشرط محدد، فليس يكفي إضافة الرمل فقط؛ ولكنه يضاف ببطء شديد.

ج-وبذلك تم تحويل المشكلة قيد البحث إلى استدلال وقياس شرطي كالآتي : إذا أضيفت كمية معقولة من الرمل ببطء إلى :

١-الفجوة شريطة البطء في عملية الإضافة.

٢-سيحدث ارتفاع الطائر إلى أعلى واقترابه من فوهة الفجوة.

٣-سنتمكن من التقاط الطائر من خلال الفوهة[٨١]. وهذا الحل هو ما نبحث عنه.

وثمة مثال طريف آخر يؤكد على عبقرية هذا النوع من التفكير، بشأن القدرة على الحل شريطة الالتزام بقواعد الاستدلال الصحيح، الذي هو مجموعة إجراءات دقيقة للعقل، من خلال استخدام قدرات التفكير الإبداعي.

فلقد حدث لرجلاً كفيفًا كان ذاهبًا مع زوجته في عصر أحد الأيام، إلى إحدى الجهات التي اعتادا الذهاب إليها مع أسرته بالسيارة التي تقودها الزوجة، وبعد استدارة الزوجة حول أحد منحنيات الطريق قاصدة جهة بعينها ... فإذ بالمفاجأة، وهي أن الزوج يخبر زوجته بثقة بأنها تسير في الاتجاه الخاطئ، وبعد أن قطعت الزوجة مسافة تسعة أميال اعترفت فعلاً بأنها أخطأت الطريق.

والسؤال المذهل : كيف عرف هذا الشخص الكفيف الطريق الصحيح، برغم عدم مشاهدته للطريق من الأساس؟[٨٢].

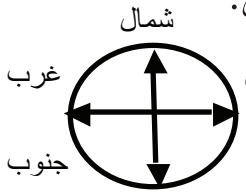
٨١ Ibid, – P.33.

82 G. Polya – How to Solve it – P.40.

والإجابة لخصها الزوج في رد بسيط : لو كان اليوم غائمًا – يقصد لو أن الشمس غير ساطعة – لضللنا الطريق. فلقد كانت الشمس تسطع على ذراعه اليمنى وهو جالس في الجانب الأيمن من السيارة وما كان ينبغي أن يحدث ذلك.

ومن خلال طريقة التفكير الهورستيكي لهذا الزوج يمكننا صياغة هذه الحقائق :

الحقيقة الأولى : أن الشمس تدفئ الأجسام المكشوفة من جسم الإنسان.



الحقيقة الثانية : تكون الشمس في الجانب الغربي بعد الظهر.

الحقيقة الثالثة : أن الحقيقة بين الجهات الأربع هي كما في الشكل.

الحقيقة الرابعة : كان الزوج جالسًا في الجانب الأيمن من السيارة.

الحقيقة الخامسة : كانت زراعه اليمنى قد أخذت تدفأ بتأثير الشمس.

الحقيقة السادسة : كان لابد للسير صوب الشمال للوصول إلى الجهة المحددة[٨٣].

والواضح أن الزوج فكر بالطريقة الآتية :

١-لو كانا سائرين شمالاً، لكانت الشمس الغاربة إلى الجانب الأيسر من السيارة، وما استشعر الحرارة.

٢-ولكنه يشعر بأن ذراعه الأيمن قد أخذ يدفأ، ولاشك في أن ذلك راجع إلى الشمس.

٣-إن القول الأول يتعارض مع الثاني، فلابد أن أحدهما خطأ، وبما أنه قد عرف من خبرته السابقة أن القول الثاني صحيح، فلابد أن يكون القول الأول خطأ.

٤-إن القول الثاني يكون صحيحًا إذا كانا سائرين في اتجاه الجنوب، ولكن وجهتهما هي في اتجاه الشمال، إذن فهما الآن سائران في اتجاه خاطئ[٨٤].

83I bid, – P.41.
84 Ibid, – P.42.

وهكذا أمكن الوصول عن طريق التفكير الهورستيكي إلى معلومات جديدة (نتيجة)، لم تكن جزءًا من المعلومات الأصلية، ولقد حصل (الزوج) على هذه المعلومات بأن وضع الحقائق المعروفة له جنبًا إلى جنب في عقله، فعندما نحلل الخطوات السابقة سيتضح أنها لازمة للوصول إلى استنتاج صحيح. فإذا استبعدت واحدة منها تعذر الوصول إلى الاستنتاج المنطقي الذي وصل إليه (الزوج)، وإذا حاولت بنفسك ستجد أن كل حقيقة في قائمة الحقائق الستة المشار إليها يجب أن تكون موجودة للوصول إلى النتيجة النهائية[٨٥].

وبذلك فإن الزوج قد توصل إلى هذه النتيجة بطريقة هورستيكية في الأساس، والمنطق كما هو معروف هو علم دراسة القواعد التي يمكن بها أن نضع القضايا المتصلة بموضوع ما، بعضها إلى جوار بعض بطريقة صحيحة، بحيث يمكن الوصول إلى قضايا جديدة؛ والقضايا الجديدة المستقاة من قضايا أخرى بطريقة منطقية – أي باستخدام قواعد المنطق – تسمى استدلالاً واستنباطًا، ويمكن بعد ذلك أن تستخدم هذه الاستنباطات كأساس للوصول إلى استنباطات أخرى، وهكذا يمكن أن توجد سلسلة من التفكير المنطقي المتصل، للوصول إلى معلومات – حلول – جديدة هامة، وثمة ملاحظة بخصوص تسلسل أفكار الزوج، أنها تتكون من عدد من الاستنباطات المترجمة، بحيث ساهمت كل فكرة بدور في الوصول إلى النتيجة النهائية.

ووفقاً لما سبق، تصدق المقولة التي تقرر «إن أكثر ما يحتاج له رجل العلم هو تاريخ الاكتشاف ومنطقه (منهجه)» [٨٦]. بمعنى محاولة الإجابة عن السؤال الذي يقول : كيف انتقل العلم (النظرية العلمية) من مرحلة إلى مرحلة، وكيف صوبت نظرية تالية، نظرية أخرى سابقة ومتقدمة عليها، عبر فهمنا للإجراءات المنهجية بوصفها إستراتيجية منضبطة وهادفة.

والخلاصة : إن السؤال التاريخي الذي يقول : كيف حدث ذلك؟ يعتبر تكئة ومقدمة لا بديل عنها للسؤال الاستشرافي الذي يقول : كيف يمكن إحداث وإيجاد ذلك في الواقع؟، فهكذا يكون منطق البحث عن الحل، محاولة عبقرية للربط بين تاريخ الاكتشاف ومستقبل الابتكار.

85 Ibid, – P.43.

٨٦ كارل بوبر – منطق البحث العلمي – ترجمة وتقديم د. محمد البغدادي – ص30.