الفصل الثالث

توجهات علم عصر المعلومات

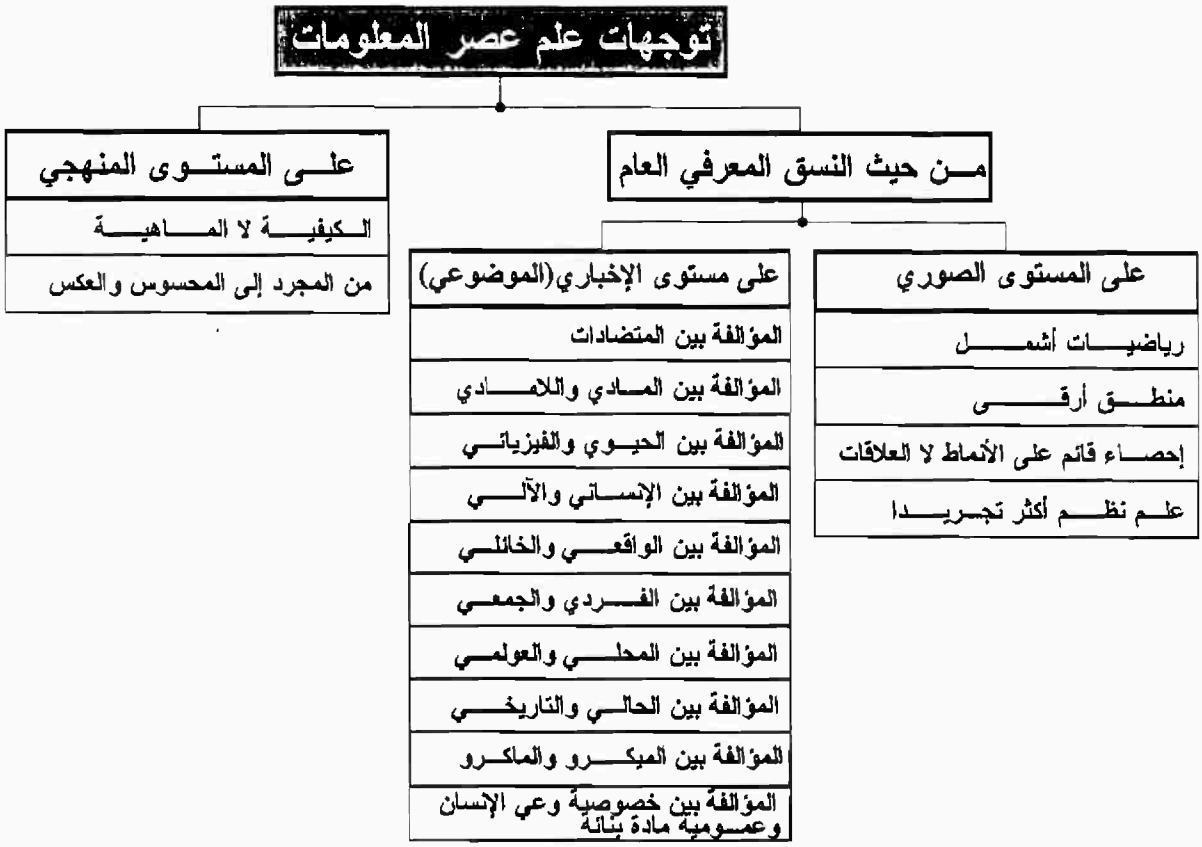
٣:١ عن تصنيف التوجهات

في الفصل السابق، حاولنا أن نرسم صورة عامة لملامح علم عصر المعلومات، وفي هذا الفصل سنطرح رؤيتنا عن توجهاته الرئيسية بصورة أكثر تحديدا وتفصيلا.

يلخص شكل (٣ : ١) هذه التوجهات وقد أدرجت تحت العناوين الرئيسية الثلاثة التي التزمنا بها على مدى الدراسة:

- توجهات على المستوى الإخباري (الموضوعي)
- توجهات على المستوى الصوري
- توجهات على المستوى المنهجي

وتجدر الإشارة هنا إلى ما سبق أن أشرنا إليه في مواضع مختلفة من هذه الدراسة من تميع الفواصل بفعل النقلة المعلوماتية بين الإخباري والصوري من جانب، والإخباري والمنهجي من جانب آخر، وهو ما يبدو كنتيجة منطقية لارتقاء العلم نحو مزيد من التجريد، التجريد الذي هو ــ بلا ريب ــ أمضى أسلحة التجنيس الإبستيمولوجي.



شكل (٣ : ١): توجهات علم عصر المعلومات : إخباريا وصوريا ومنهجيا

٢:٣ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى الإخباري

١:٢:٣ المؤالفة بين المتضادات

بصورة عامة، يمكن القول إن توجهات علم عصر المعلومات على المستوى الإخباري (الموضوعي) تتمحور حول مبدأ رئيسي، هو ما يمكن أن نطلق عليه مبدأ "المؤالفة بين المتضادات"، فقد أظهرت تكنولوجيا المعلومات قدرة فائقة على لم الشمل المعرفي من خلال كسرها لكثير من الثنائيات التي يرجع كثير منها إلى الإرث الديكارتي القديم وهي:

- المؤالفة بين المادي واللامادي
- المؤالفة بين الحيوي والفيزيائي
- المؤالفة بين الإنساني والآلي

- المؤالفة بين الواقعي والخائلي
- المؤالفة بين الفردي والجمعي
- المؤالفة بين المحلي والعولمي
- المؤالفة بين الحالي والتاريخي
- المؤالفة بين الميكرو والماكرو
- المؤالفة بين خصوصية وعي الإنسان وعمومية مادة بنائه

لقد انحاز علم ما قبل عصر المعلومات في مجمله إلى طرف واحد من هذه الثنائيات متجاهلا الآخر، إما عجزا عن المؤالفة وإما إسرافا في أحادية التوجه، ويمكن النظر إلى مسار تطور العلم ــ في كثير من جوانبه ــ كمتغير تابع لتأرجحه ما بين الطرفين المتضادين لهذه الثنائيات.

تعزى قدرة تكنولوجيا المعلومات على هذه المؤالفة إلى ثنائية "الصفر والواحد"، تلك الثنائية الكامنة في كل ما هو ميكروي، سواء في الميكرو الفيزيائي متمثلة في ثنائية الفعل ورد الفعل، وثنائية الشحنة السالبة والشحنة الموجبة، وثنائية المادة والمادة المضادة، أو في الميكرو البيولوجي متمثلة في أبجدية الكود الوراثي الرباعية والتي هي ــ في أساسها ــ زوج من ثنائيات الحروف البيولوجية، وكما تكمن ثنائية الصفر والواحد في ميكرو العناصر المادية تكمن كذلك في ميكرو العناصر اللامادية المجردة، في ميكرو الرياضيات متمثلة في ثنائية القيم السالبة والموجبة، وثنائية طرفي المعادلات والمتكافئات، وكذلك في ميكرو المنطق متمثلة في ثنائية المقدمات والنتائج، وثنائية الصواب والخطأ أساس الحكم في المنطق الأرسطي، يقول آخر إن ثنائية الصفر والواحد هي " أبجدية الأبجديات" أو "أبجدية الأساس" التي يصاغ منها كل ما نعرفه من كائنات: محسوسة كانت أو مجردة.

٣:٢:٢ المؤالفة بين المادى واللامادى

ما نقصده بالمادي هنا هو كل ما هو محسوس، سواءا كان عضويا أم غير عضوي، أما اللامادي فيشمل كل ما هو مجرد غير محسوس من أفكار ومفاهيم ونظريات وعلاقات، وهلم جرا. من هذا المنظور، تمثل آلة الكمبيوتر نقلة نوعية مثيرة وحاسمة في مجال الابتكار التكنولوجي، يمكن لنا إدراكها

من خلال تعريفنا لمفهوم "الآلة" والتي هي ــ ببساطة ــ وسيلة مادية لتجسيد فكرة معينة من أجل تنفيذ وظيفة معينة. ومن خلال التصميم، يتم تحويل هذه الفكرة إلى آليات من التروس والروافع والدوافع والدوائر الكهربية والإلكترونية وما شابه. وهكذا، تتجسد الفكرة بصورة نهائية لا تقبل التغيير، ولا تنفصم عن الشق المادي المنفذ لها، ولا سبيل أمام مستخدم الآلة، الموسومة بفكر مصممها، إلا أن يلتزم بما قرره هذا المصمم بشأن أطوار أدائها وأسلوب استخدامها.

ويأتي الكمبيوتر ــ ولأول مرة ــ ليعلن "فك الاشتباك" بين فكرة تصميم الآلة وبين العناصر المادية التي تجسد هذه الفكرة، وذلك من خلال ثنائية الشق المادي المتمثل في العتاد، والشق اللامادي المتمثل في البرمجيات؛ أي الفكر الذي يهب الحياة لهذه الآلة الصماء. وعليه، فالكمبيوتر هو "آلة إنجاز خام" يتم توجيهها من خلال البرامج لتنفيذ وظائف محددة.

وإن كان الكمبيوتر قد فصل ــ كما أوضحنا ــ بين العتاد والبرمجيات، إلا أنه ــ في الوقت ذاته ــ قد استحدث وسائل عملية للتحويل بين المادي واللامادي والدمج بينهما، حيث تقوم البرمجيات حاليا بكثير من الوظائف التي كانت تنفذ فيما مضى من خلال عناصر مادية من تروس وروافع ودوافع ومقاومات وملفات ومكثفات وخلافه. على الجانب الآخر، يمكن تحويل البرمجيات نفسها إلى مقابل مادي، وذلك من خلال ما يعرف بأسلوب "معدنة البرمجيات "metalization" حيث يتم صهر البرامج ــ أو حرقها وفقا للمصطلح الفني ــ في صلب بلورات شرائح السيكلون الإلكترونية لتتحول بذلك تعليمات البرمجة، ذات الطابع الرمزي، إلى مقابل مادي من الدوائر الإلكترونية الدقيقة.

كان لتحطيم ثنائية المادي واللامادي صداه في العديد من المجالات نذكر منه على سبيل المثال:

- **المجال السياسي:** الجمع بين القوى الصلدة المتمثلة في القوى العسكرية، والقوى اللينة المتمثلة في مؤسسات الإعلام وأجهزة الاستخبارات وتشريعات وقرارات المنظمات الدولية.

- **المجال الاقتصادي**: الجمع بين رأس المال المادي ورأس المال الذهني، والجمع بين ثنائية القيم المادية (قيمة التبادل وقيمة المنفعة) والقيم اللامادية (قيمة المعلومات والقيمة الرمزية).
- **المجال الهندسي**: الجمع بين الهندسة الصلدة (كهندسة الميكانيكا وهندسة الإنشاءات وهندسة التعدين) والهندسة اللينة (كهندسة المعرفة والهندسة الاجتماعية وهندسة الخيال)

ولا شك أن هذه مجرد بدايات متواضعة للجمع بين المادي واللامادي تنتظر التأصيل العلمي، وسيكون للبيولوجيا دورها الحاسم في هذا الصدد، وذلك بصفتها همزة الوصل ــ من خلال لغة الجينات ــ بين اللامادي الرمزي وبين المادي العضوي (الحيوي)، وهو الوصل الذي يمتد ليشمل المادي غير العضوي (الفيزيائي) من خلال العلاقة الفيزيوكيميائية التي تربط بين الحيوي والفيزيائي.

٣:٢:٣ المؤالفة بين الحيوى والفيزيائى

يقصد بالحيوي هنا العضوي ذو القدرة على الحركة الذاتية أو التغير الذاتي، الذي يشمل كل الكائنات الحية، وكل مكوناتها من أعضاء وخلايا ونظم فسيولوجية، أما الفيزيائي، أو غير العضوي، فيشمل كل الموجودات المادية غير الحية، التي لا تقدر على الحركة أو التغير إلا بفعل مؤثر يأتيها من خارجها.

وقد شرعت تكنولوجيا المعلومات في المؤالفة بين الحيوي والفيزيائي في نطاقها أولا، وذلك بدمجها بين العناصر الحيوة والفيزيائية في تكنولوجيا "البيوسيلكون" (انظر الفقرة ١: ٣: ٣)، هذا من جانب، ومن جانب آخر فإن تكنولوجيا المعلومات في طريقها من خلال المعلوماتية الجزيئية molecular informatics وليدة النانوتكنولوجي إلى تحقيق مستويات من التصغير المتناهي تفوق الخيال، وهو ما سيمكن من صنع كائنات اصطناعية بالغة الصغر ذات قدرة هائلة على حفظ المعلومات ومعالجتها بما يمكن أن نطلق عليه "النانو ــ روبوت" أو "الفيروس الاصطناعي الحميد" الذي يمكن أن نبعث به داخل

الجسد ليحط على خلايا بعينها يحاورها بلغة الجينات، اللغة المشتركة التي تتحدث بها خلايا جميع الكائنات الحية.

إن تحطيم ثنائية الحيوي والفيزيائي تتجلى في أقصى صورها في المواجهة الحاسمة بين الإنساني والآلي.

٤:٢:٣ المؤالفة بين الإنسانى والآلى

على العكس مما ينذر به البعض من أن يؤدي التطور في تكنولوجيا المعلومات إلى نشوب صراع بين الإنسان وآلته التي هي من صنع يده، يرى آخرون أنها ستؤدي إلى التكامل بين الإنساني والآلي، وذلك لسبب بسيط مؤداه أن ما يقدر عليه الإنسان عادة ما تعجز عنه الآلة والعكس صحيح أيضا، فعلى سبيل المثال وبينما يتسم مخ الإنسان ــ الجشتالتي بطبيعته ــ بقدرة فائقة على الإلمام بالصورة الشاملة وتمييز الأنماط من أجسام وأشكال وأصوات وهي القدرة التي لا يمكن للآلة أن تدانيها، تتسم الآلة ــ في المقابل ــ بقدرة هائلة على القيام بالعمليات الحسابية وتخزين المعلومات واسترجاعها، والمؤالفة بين الإنساني والآلي ستتدرج من أدنى مستوياتها في توفير سبل الحوار بين الإنسان والآلة، تبدو فيه الآلة أقرب ما تكون إلى النديم البشري، إلى مستوى الاندماج المادي عندما يصبح في الإمكان تعزيز الإنسان بعناصر إلكترونية، وسينشغل العلم حتما بدراسة الأبعاد النفسية والاجتماعية والاقتصادية لهذا المزيج الإنساني-الآلي، أو "الإنسالي" إن جاز لنا سك المصطلح.

٥:٢:٣ المؤالفة بين الواقعى والخائلي

يمثل الواقع الخائلي ذروة ما وصلت إليه تكنولوجيا المحاكاة الرقمية digital simulation، والتفاعل بين الإنسان والآلة، إنه ــ أي الواقع الخائلي ــ ثمرة ما يمكن أن نطلق عليه "هندسة الخيال imagineering" التي تجمع في كل واحد متسق بين العلم والفن والتكنولوجيا، من أجل إقامة عوالم وهمية من صنع الرموز. لتوضيح مدى انتشار مفهوم الخائلية virtually نورد أدناه عينة من قائمة الكائنات الخائلية التي يضاف إليها كل يوم كائن خائلي جديد:

- جماعات خائلية
- جراحة خائلية
- مدن خائلية
- فصول خائلية

- معامل خائلية
- سياحة خائلية
- مكتبة خائلية
- جنس خائلي ..!

إن سقوط الحاجز بين الواقعي والخيالي سيؤدي إلى إعادة النظر في ثنائيات عاشت آمادا طويلة من قبيل: ثنائية الحرفي والمجازي، والوعي واللاوعي (الحرفي والوعي يناظران الواقعي في حين يمثل المجاز واللاوعي الشق الخيالي)، ولن يتوقف الأمر عند هذه الثنائيات "المستأنسة" بل سيتوسع ليشمل الثنائيات المارقة من قبيل: العقلاني واللاعقلاني، والفكر واللافكر، والمعنى واللامعنى والمصرح به والمسكوت عنه، بكل ما ينطوي عليه ذلك من انعكاسات في جميع أرجاء منظومة المعرفة الإنسانية.

٦:٢:٣ المؤالفة بين الفردى والجمعي

يقصد بالجمعي هنا كل ما هو مجتمعي وجماهيري وجملي (كما في إنتاج الجملة) وكل ما يتعامل مع كتل من العناصر المتعددة، أما الفردي فهو الشخصي الذاتي وكل ما يتعامل مع العناصر المنفردة.

لقد تعامل علم الماضي مع الفردي والجماعي كل على حدة، وحقق على المستوى الفردي نجاحا يفوق ما حققه على المستوى الجمعي، ومن المتوقع لعلم عصر المعلومات بما توفر له المعلوماتية من وسائل أن يؤالف بين الفردي والجمعي ونكتفي هنا ببعض الأمثلة في عدة مجالات معرفية:

- **علم النفس**: المؤالفة بين الذكاء الفردي والذكاء الجمعي
- **التربية**: المؤالفة بين التعليم الجمعي، تعليم إنتاج الجملة، والتعلم الذاتي ذي الطابع الفردي
- **الإعلام**: الجمع بين الإعلام الجمعي (الجماهيري)، والإعلام الفردي، وتمثل الإنترنت نموذجا لهذا النوع من الإعلام المزدوج حيث يمكن أن تبث الرسالة المعلوماتية على اتساع شبكة الإنترنت بأكملها، أو يتم تصويبها لفرد معين أو جماعة صغيرة بعينها.

٧:٢:٣ المؤالفة بين المحلي والعولمي

تبرز أهمية المؤالفة بين المحلي والعولمي في ميادين عديدة: سياسية واقتصادية وثقافية وأخيرا معلوماتية، فقد عانى العالم أجمع من انفراد العولمة

بالساحة الكونية: سياسة عولمية تضغط بثقلها على الجميع واقتصاد عولمي يعمل لصالح الكبار ويغري الصغار بوهم اللحاق، وعولمة ثقافية تكاد تقضي على التنوع الثقافي، وأخيرا وليس آخرا، عولمة معلوماتية وإعلامية تزيد الفجوة الرقمية اتساعا يوما بعد يوم.

ولا سبيل إلى تقليم أظافر العولمة إلا من خلال تضامن المحلي، وإن كان الشعار الذي شاع في الماضي هو: فكر عولميا وافعل محليا، فإن المطلوب بالفعل أن نفكر ونفعل عولميا ومحليا أو "عولمحليا glocally"، ولا بد لعلم عصر المعلومات أن يعين الفكر الإنساني في كيفية المؤالفة بين العولمي والمحلي، وما هي حدود المواجهة بينهما، وكيف يتقاسمان العمل، ويتحملان المسؤولية في تسيير أمور كوكبنا، إننا بلا شك في حاجة إلى نظريات جديدة في السياسة والاقتصاد والاجتماع والإعلام والتربية والثقافة، مما يؤكد الأهمية الكبرى لعلوم الإنسانيات بفعل النقلة المعلوماتية.

٨:٢:٣ المؤالفة بين الحالي والتاريخي

لن نبالغ بقولنا إن علم ما قبل النقلة المعلوماتية قد أهمل التاريخ أو تجنبه، ففصل بين الحالي والتاريخي، فانفصل التاريخ عن الجغرافيا، والتي انفصلت بدورها عن الجيولوجيا، وفصلت البيولوجيا الحديثة بين البيولوجيا الجزيئية المنشغل بالراهن كما أسس له واطسون وكريك، والتطور البيولوجي ذي الطابع التاريخي كما أسس له داروين ومندل (٣: ٢١٧)، وفصل علم اللغة، على يد مؤسسه دي-سوسير، بين التزامني، أو السينكرونيك synchronic الذي يدرس واقع اللغة الراهن، وبين اللاتزامني أو الدياكروتيك diachronic الذي يدرس تطورها، أما الفلسفة لدى ميشيل فوكو فهي نشاط تشخيص الحاضر، والحاضر هو الجدير بالاهتمام الفلسفي، بل سار على ذات المنوال علم العلم أيضا حينما فصل بين فلسفة العلم وتاريخه، وعسى التآلف الذي تم بينهما في العقود الماضية أن يكون فاتحة خير لنمو النزعة التاريخية في فروع العلم المختلفة بعد أن كادت تضمر تماما، ولم يعد العالم يفتقد الأداة العملية لتحقيق ذلك بعد أن وفرت تكنولوجيا المعلومات وسائل عديدة للأرشفة الإلكترونية وإعادة بناء التاريخ خائليا. إن المؤالفة بين الحالي والتاريخي

بإضافتها لعنصر الزمن ستجعل العلم أكثر دينامية وحيوية، وأكثر قدرة على التنقيب في إرث ماضيه بحثا عن مناهل جديدة يواجه بها مشكلات حاضره وتحديات مستقبله، وما أكثرها.

٩:٢:٣ المؤالفة بين الميكرو والماكرو

ذكرنا في الفقرة (٢: ٣: ٣) أن البارادايم المعلوماتي يجمع بين السيطرة من أعلى والبناء من أسفل، وذلك تلبية لمطالب إشكاليات عديدة تحتاج إلى هذا المسار الانعكاسي المزدوج، من أجل الجمع بين الهبوط من الماكرو إلى مستوى الميكرو والصعود من الميكرو إلى مستوى الماكرو.

لقد حار العقل الإنساني منذ القدم بين انشغاله بالأسئلة الكبرى ووقوعه في فخ تفاصيل الميكرو المثيرة، وكان التركيز في القرن العشرين على تفتيت النظم إلى المكونات وبعدها محاولة تحليل هذه المكونات بأكبر قدر من التفصيل، فانشغل علم الفيزياء بالذرة، والبيولوجي بجزيء الدنا، وعلم اللغة بعناصرها الأولية من قبيل: الفونيم والمورفيم والسينتيم، وحتى على المستوى الثقافي كان حديث الميكرومثقف الذي عليه أن يتخلى عن القضايا الكبرى ليركز على الميكروسياسي والميكرواجتماعي.

ولا أحد ينكر فضل هذا التوجه الميكروي على تقدم العلم، إلا إننا لا يمكن أن نغفل كيف تاهت الصورة الكبرى ليظل السؤال معلقا: كيف يتم التآلف بين الميكرو والماكرو؟ كيف يقوم العضو الحيوي بوظائفه باحتشاد خلاياه؟ وكيف تبني الحشرات الاجتماعية ممالكها من تضامن قوافلها؟ وكيف يبني النص روايته الكبرى من تضافر ألفاظه؟وكيف يمكن للعنصر الذري أن يؤثر في سلوك الكلي؟ بعد أن ثبت ــ بالفعل ــ أن فيزياء الذرة يمكن أن تسهم في توليد الأعاصير.

وربما يبرر ذلك؛ الأهمية الإبستيمولوجية لمسعى ستيفن هوكنج للتوحيد بين الماكرو الفيزيائي المتمثل في الفضاء الزمكاني الشاسع والذي تكفلت به نسبية أينشتين، والميكرو الفيزيائي الذي تكفلت به فيزياء الكوانتم، فما أعظم شأن مسعاه، فلو كلل بالنجاح لسقطت واحدة من أخطر الثنائيات التي حيرت العقل الإنساني على مدى الدهر: ثنائية الماكرو والميكرو، وبسقوطها ينفتح الطريق

لحل كثير من المعضلات التي ورثها علم عصر المعلومات، ودعنا نستمع هنا إلى ما قاله نيلز بوهر، العالم الدنماركي الفذ مؤسس نظرية بناء الـــذرة: "إن الأرصاد الفلكية والنظريات الكونية لها أهميتها، إلا أن الفهم الحقيقي لأصـــل الكون وبنيته يكون مستحيلا إن لم نفهم أولا كيف تعمل قوانين ميكانيكا الكـــم مفعولها في الجسيمات الأساسية، ولا أمل لتقدم حقيقي في علم الكون إلا بعـــد أن نتمكن من أن نضم معا علم الكون وفيزياء الجسيمات فـــي ذات الســـياق" (١٢: ٩٥)، وهل لنا بعد ذلك أن نضيف أن المسافة الفاصلة بين التلســـكوب والميكروسكوب آخذة في الانكماش، فعندما نعجز عن رؤية الصغـــير نلـــوذ بالكبير، وعندما يستعصي علينا فهم الكبير نلوذ بالصغير.

لقد كان التنقل بين الصورة الكبرى والصورة الصغـــرى وراء كثـــير مـــن الإنجازات التي حققها العلم مؤخرا بعد أن أيقن أن الميكرو ليس خاضعا يعمل تحت إمرة الماكرو، وليس سلوك الماكرو ناتجا ميكانيكيـــا لحـــاصل الجمـــع الميكروي، وهكذا فإن أحد تحديات علم عصر المعلومات هو فـــي محاولـــة الإجابة على السؤال الذي رددناه كثيرا دون إجابة مقنعة وهو: كيـــف يكـــون الكل أكبر من مجموع عناصره؟ فلم يعد كافيا هذا الحصاد الضئيل الذي خلفه لنا علم النفس الجشتالتي.

١٠:٢:٣ المؤالفة بيـــن خصوصيـــة وعـــي الإنسان وعموميـــة مادة بنائه

ينكر فلاسفة العقل الطبيعيون أو الاختزاليون، كما يطلق عليـــهم أحيانـــا، أن يكون الإنسان كائنا مميزا، في الوقت نفسه يعيب البعض على علـــم النفـــس إغفاله لموضوعه الرئيسي ألا وهو الوعي، ويرون أنه لا سبيل لفـــهم عمـــل المخ البشري معزولا عن وعي صاحبه (مرجع).

وكما أوضحنا في الفقرة (١: ٣: ٣) تعمل تكنولوجيا المعلومات كهمزة وصل بين العصبي والمعرفي، وذلك بفضل قدرتها على الفصل والدمج بين المـــادي واللامادي، لذا فمن المتوقع أن يقيم علم عصـــر المعلومـــات مؤالفـــة بيـــن خصوصية وعي الإنسان وعمومية مادة بنائه البيولوجية، مؤالفة تطهر الفكـــر من رواسب غـــائرة ومترســـخة مـــن نزعـــة خلفـــها التمركـــز الإنســـاني

anthrocenterism، في ذات الوقت الذي تتناول فيه إشكالية الوعي بصورة أكثر جدية، وستتحقق هذه المؤالفة عبر عدة سبل من أهمها:

- كسر تكنولوجيا المعلومات احتكار الإنسان لخاصية الذكاء حيث باتت تشاركه فيه ـ كما تكرر ذكره فيما مضى من حديث ـ الآلات والروبوتات والنظم، وذكاء هذه الكائنات غير البشرية ليس صورة مصغرة، أو ممسوخة، من ذكاء الإنسان حيث لها طرقها في التعلم ذاتيا مباشرة من خلال البيئة واستخلاص المعرفة من مصادر البيانات الخام، وكذلك من خلال تفاعلها مع الكائنات الذكية الأخرى بما فيها الإنسان.
- ستوفر تكنولوجيا المعلومات الوسائل العملية لإجراء الدراسات المقارنة لجينومات الكائنات الحية ليثبت للإنسان أن الجينوم البشري ما هو إلا حالة واحدة في طيف الجينومات، وأن هناك وحدة مادية تربط بينه وبين سلسلة الكائنات الحية وأن عدد جينات حبة الأرز أكبر من عدد جينات الجينوم البشرى وأنه يرتبط من خلالها ـ كما قيل ـ بصلات قرابة بعيدة مع أشجار الزيتون وفصائل الأميبا.
- لا يمكن الحديث عن الوعي إلا إذا استطعنا تفسير لماذا يختلف كل فرد اختلافا بالغا عن الآخر؟ (مرجع)، وذلك من خلال رد الاعتبار لمفهوم الذاتية، والذي كاد أن يصبح نوعا من المحظورات السيكولوجية. وفي هذا الصدد ستوفر تكنولوجيا المعلومات الأساس العلمي لتناول ظاهرة الوعي، من خلال قدرتها على التعامل على مستوى وحدة الفرد، وجدير بالذكر هنا أن كثيرا من أمور عصر المعلومات باتت تتمحور حول الفرد، فالتعليم يتمحور حول المتعلم، والإعلام حول المتلقي وفهم النصوص حول القارئ.

٣:٣ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى الصوري

١:٣:٣ نحو صورية أشمل

يمكن القول بصفة عامة إن الشق الصوري إبستيمولوجيا ما قبل النقلة المعلوماتية قد اقتصر على المنطق والرياضيات، ونادرا ما يتناول الإحصاء، وتشير دلائل عدة أن علم عصر المعلومات سيحتاج إلى دعم صوري أعلى رتبة وقدرة، وتحديدا:

- رياضيات أشمل
- منطق أرقي
- إحصاء قائم على الأنماط لا العلاقات

سنضيف إلى هذه الثلاثية فرعا صوريا جديدا وهو النظرية الموحدة للنظم.

إن علم عصر المعلومات سيحرر الصوري من قمقمه ويجعل علاقته مع الإخباري أكثر حيوية وتفاعلية، وسنتناول فيما يلي كلا من هذه الفروع الصورية بإيجاز.

٢:٣:٣ رياضيات أشمل

لقد صبغت الفيزياء الرياضيات ــ التي وهبت نفسها لخدمتها ــ بطابعها وذلك من حيث تعامل الفيزياء، مع عدد محدود من العناصر انظر الفقرة ٢: ٣: ٣ وهكذا انساقت الرياضيات صوب التعامل مع الفردي ومحدود العناصر، وأقصى ما وصلت إليه على صعيد التعدد هو رياضيات الفئات sets وأغفلت بالتالي التكتل والاحتشاد، مثلها في ذلك مثل المنطق كما سنوضح في الفقرة التالية.

ركزت الرياضيات كما يقول ويليام وولفرام على أنواع محدودة من أنساق التجريد وأنماط العلاقات وغالبا ما استندت إلى الحساب والجبر والهندسة (مرجع) (A 5/2) هذا من حيث نطاقها، أما من حيث منطلقاتها الأساسية فقد قامت ــ أصلا ــ على التطابق لا الاختلاف، بالإضافة إلى ما أوردناه في الفقرة ٣:٣:٣ من تزايد الطلب على الابتكار الرياضي بفعل المتغير

المعلوماتي، يمكن القول بصفة عامة إن علم عصر المعلومات سيوسع نطاق علم الرياضيات في مسارين أساسيين:

- المسار الخوارزمي
- مسار رياضيات الأشكال

(أ) **المسار الخوارزمي:** الذي يقوم على أسلوب حل المشكلات عبر سلسلة من الخطوات المتتالية على أساس أن تبدأ كل خطوة من حيث انتهت سابقتها، وبصورة تسمح بكسر التسلسل الخطي سواء بارتداد أية خطوة إلى خطوة سابقة أو بانتقال أية خطوة ــ قفزا ــ إلى خطوة لاحقة، وهو ما يزيد من قوتها الحاسوبية وقدرتها على التكيف مع الحالات المتنوعة التي يمكن أن تكون عليها المشكلة رهن الحل، ولمزيد من التفاصيل عن مفهوم الخوارزمية نحيل القارئ إلى الفقرة ١: ٣: ٢ البند (ب).

(ب) **مسار رياضيات الأشكال:** تعامت الرياضيات حتى وقت قريب مع الأشكال الهندسية المنتظمة من الدوائر ومتعددات الأضلاع كالمثلثات والمستطيلات ومتوازي الأضلاع، وثلاثيات الأبعاد من الكرات والمكعبات والمخروطات والمنشورات، والمنحنيات المستمرة الناعمة من أشكال الموجات وما تولده دوال المعادلات وحساب المثلثات، ولكن الأشكال في الطبيعة لا تأتي بهذا الانتظام وتلك السلاسة؛ فأين هذا من تعرج سطح البحر، وعشوائية أشكال الأمواج والسحب والصخور والجبال، وتنوع الأشكال اللامحدود الذي تتبدى فيه الجسيمات البيولوجية من خلال التكبير المجهري، وعلى هذا الأساس يمكننا القول بأن الهندسة التقليدية تعاملت مع أشكال من صنع الإنسان لا من صنع الطبيعة، وشتان الفرق، ولا بد لكي تخضع الأشكال الطبيعية للتناول الرياضي أن نعرف كيف تتولد الأشكال أصلا؟ كيف يتولد ــ على سبيل المثال ــ هذا الشكل البديع لأوراق الزهرة المتراكمة المتداخلة في نسق تشكيلي مركب ما أن تنزع بعض أوراقه حتى تكتشف تكرارا حلقيا مثيرا، زهرة بداخل زهرة وهكذا، لقد سعى آلان تورنج الذي وضح أساس تصميم الكمبيوتر الذي عرف بـ "بآلة تورنج" أن يؤسس لرياضيات الأشكال في مقالة

وحيدة شهيرة تحت عنوان : نشأة الشكل morphogenesis، ليوضح لنا كيف يمكن توليد الأشكال المعقدة من بدايات شكلية بسيطة، ويمكن حاليا من خلال الهندسة الفراكتية fractal geometry توليد أشكال أقرب ما تكون للأشكال الطبيعية، وذلك باستخدام معادلات رياضية بسيطة.

لقد زرع الخالق بذرة الرموز والأشكال في قلب خلايانا، فكودنا الوراثي قوامه أبجدية من أربعة رموز يتم من خلالها صياغة التعليمات التي يتم على أساسها تصنيع البروتين، وهنا يبرز شق الشكل حيث تتحدد نوعية البروتين ووظيفته وسلوكه بالشكل الذي تتخذه السلسلة البروتينية الملتوية المكونة من الأحماض الأمينية. بناء على هذا الطرح يمكن اعتبار النقلة من مشروع الجينوم إلى مشروع البروتينوم بالمفهوم الصوري هي بمثابة نقلة من رياضيات الرموز إلى رياضيات الأشكال، من بساطة التسلسل الخطي، إلى التعقد الشكلي الثلاثي الأبعاد ذي الالتواءات والالتفافات الحلقية المركبة، ومرحبا بالصوري في دنيا التعقد، فكفاه استرخاء في عالم الانتظام والبساطة والخطية فقد حان له أن يرى المعقد في صورته الصورية الأصلية.

٣:٣:٣ منطق أرقى

يحتاج علم عصر المعلومات إلى استحداث طرائق عديدة للاستدلال وإقامة البرهان، لقد ارتقى المنطق عما تركه عليه أرسطو إلى رتب أعلى لتضييق الهوة الفاصلة بين صوريته وطبيعة الإشكاليات التي يسهم في معالجتها، وذلك من خلال مراعاة أنماط العلاقات المختلفة التي يمكن أن تربط بين عناصر المقدمات التي اقتصرت ــ كما هو معروف في منطق الرتبة الأولى لأرسطو ــ على علاقة واحدة هي علاقة التطابق (من قبيل "سقراط إنسان" وفقا للمثال الشهير) وقد ظهرت الحاجة لذلك عند استخدام التحليل المنطقي في مجال اللغة مما تتطلب إقامة نوع من الوفاق بين المنطق الصوري منقطع الصلة بالعالم الخارجي، واللغة وثيقة الصلة بهذا العالم، والتي تنطوي ظواهرها على كم هائل من أنماط العلاقات تشمل على سبيل المثال لا الحصر:

- العلاقات الزمنية التي تربط بين حدث وآخر من ماض ومستقبل وشروع وانتهاء، وأحداث ثابتة وأخرى عارضة، فكان المنطق الزمني tense logic

ليتجاوز في ذلك الصيغة الزمنية الوحيدة التي يفترضها المنطق الأرسطي، ألا وهي صيغة الفعل المضارع (Socrat is a man).

- علاقات عدم القطع التي تزخر بها اللغة والتي تعبر من خلالها عن المحتمل والمتوقع، والواجب والجائز، والممكن والمفترض وهلم جرا، فكان المنطق الطوري modal logic ليخلص منطق أرسطو من قطعيته الصارمة التي لا تعرف سوى اليقين واللزوم.
- العلاقات الناجمة عن اختلاف القصد عندما نهجو ونحن في مقام المديح، ونسخر ونحن في مقام الجد، وعندما نستخدم الصفات ذاتها لنعبر بها عن مقاصد مختلفة باختلاف دلالاتها وفقا لما تقترن به من موصوفات، كاختلاف القصد في دلالة صفة "الصغر" ــ على سبيل المثال ــ ما بين "فأر صغير"، و"فيل صغير"، فكان المنطق القصدي intentional logic متجاوزا منطق أرسطو الذي لا يتعامل مع النوايا.

إن كان هذا ما أحدثته إشكالية اللغة في دنيا المنطق فما بال البيولوجي بقضه وقضيضه، وما يسير على خطاه مما يشملهم البارادايم البيولوجي انظر الفقرة ٢: ٥: ٦، فكيف للمنطق أن يتعامل مع هذا الحشد الهائل من العناصر الميكروية وشبكة العلاقات الكثيفة بتنوعات أنماطها العديدة التي تربط بين عناصرها. إن البارادايم البيولوجي في حاجة إلى منطق جديد، منطق الحشد swarm logic الذي يمكن بواسطته التعبير عن سلوك الماكرو الكلي في صورة طفرات تكون في مقام "النتيجة" لكم هائل من "مقدمات" منطق الحشد المتمثلة في سلوك العناصر الميكروية، وإن كان المنطق كما عهدناه فيما مضى هو منطق الفردي، فمنطق البارادايم البيولوجي ذو الطابع الجشتالتي، هو منطق التكتل الجمعي mass logic، الذي لا يقوم على ثنائية المقدمات والنتائج أو على تنوع العلاقات بين عناصر هذه المقدمات وتلك النتائج، بل يعتمد على حشد أفعال عدد هائل من العناصر أو الوكلاء agents كما تسمى أحيانا، ينبثق عن هذا الاحتشاد نتائجه على شكل طفرات تمثل حصاد الأداء الكلي نتيجة لاحتشاد العناصر الميكروية.

خلاصة، إن علم عصر المعلومات يحتاج إلى منطق جديد يستطيع التعامل مع رباعية كانط: الكم ــ الكيف ــ العلاقة ــ الطور، الكم في فرديته وتكتله، وتوزعه واحتشاده، وعموميته وخصوصيته، والكيف في ثبوته ونفيه، وحدوديته ولانهائيته، والعلاقة من حيث كونها قائمة أو مفترضة، مستمرة متسقة أو متقطعة متناقضة، وأخيرا الطور من حيث الإمكان والاحتمال، والضرورة واللاضرورة.

٤:٣:٣ إحصاء الأنماط لا العلاقات

يمكن القول أن الإحصاء كان في بدايته إحصاء "تواتريا" حيث ركز على معدلات تكرار ظهور الأحداث وتواجد الأشياء، ليصبح بعد ذلك "علاقيا" حيث انشغل بعلاقات الارتباط correlations بين احتمال تزامن وقوع حدث وآخر، أو احتمال تواجد شيء إن وجد أو غاب آخر، ومن أشهر تطبيقاته الإحصاء اللغوي القائم على حساب احتمالية ورود لفظ، أو معنى معين، مع ألفاظ أو معان أخرى سابقة عليه أو لاحقة به في السياق اللغوي، وقد لعبت النماذج الإحصائية العلاقية دورا كبيرا في معالجة اللغة آليا بواسطة الكمبيوتر ومن أبرزها النظم الآلية للفهرسة والاستخلاص والتلخيص والإعراب والترجمة وقراءة النصوص وتمييز الكلام المنطوق.

ولكن العشوائية وشواشية الانتظام الذاتي تحتاج إلى إحصاء مختلف قائم على الأنماط لا مجرد العلاقات، يستطع أن يبرز على أساس إحصائي النمط المغلف بالشواش والضوضاء، كإبراز هيكلية النصوص من شواشية ألفاظها ومعانيها، وإبراز نمط استخدام فرد ما للإنترنت من شواشية النقرات clicks التي يقوم بها باستخدام المشيرة (الفأرة mouse)، وإبراز نمط تطور الكائنات الميكروية من شواش بيانات جينوماتها، وهكذا. هذا من حيث أنماط شواشية الانتظام الذاتي، أما من حيث شواشية اللاانتظام فربما يمثل إحصاء الأنماط وسيلة يتحسس بها سلوك هذه النظم المعقدة، في مناطق شبه الانتظام، مناطق الجوانب الغريبة كما أسلفنا في الفقرة ٢: ٧: ٩.

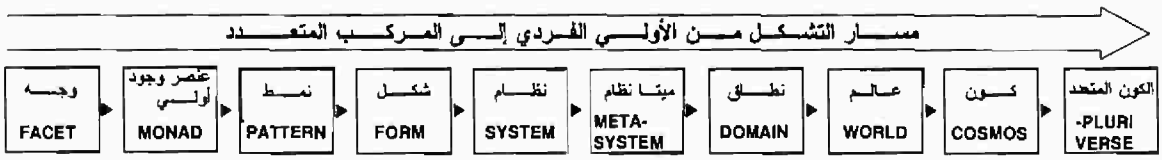
إن تمييز الأنماط خاصية جوهرية ليس فقط لتمييز الأصوات والأشكال بل لحاجة ذهنية أساسية فالعقل الإنساني يواجه في حياته اليومية العديد من المواقف التي تحتاج إلى قرارات فورية (١٣: ١٢٧) فلا تسعفه خلاياه العصبية البطيئة نسبيا، لذا يعتمد المخ البشري على تخزين تحليلاته ونتائج خبراته ليرجع إليها مستقبلا، وعندما يواجه موقفا معينا يستخدم قدرته على تمييز الأنماط ليسترجع من ذاكرته أقوى المواقف السابقة تشابها مع الموقف الراهن ليتخذ بشأنه ما اتخذه سابقا.

٥:٣:٣ علم نظم أكثر تجريدا(*)

نشأت هندسة النظم دون علم نظري يساندها فبدت كنوع من "الطفيليات الإبستيمولوجية"، نقطة تجمع تلتقي فيها نظم عديدة صناعية وإدارية واجتماعية، فراحت تتطفل تارة على السيرناطيقيا وتارة على البيولوجيا وتارة على نظرية الأشكال، وقد ساد منهجها الطابع الإمبريقي القائم على رصد سلوك النظم الكبيرة والوصول إلى الأفضل من خلال أسلوب التجربة والخطأ، وأخيرا اهتدى علم النظم إلى محوره الإبستيمولوجي في صلب علاقة الماكرو والميكرو، وفي علم الطفور تحديدا science of emergence، العلم الميتامعرفي السابق الإشارة إليه في الفقرة ٢: ٤: ٧، حيث يسعى حاليا إلى تأصيل الأساس الذي تقوم عليه النظم الكبيرة، من حيث علاقة أدائها الكلي الشامل بأداء عناصرها المكونة لها، وكيف يتحول الكم إلى الكيف بمفهوم الجدل الهيجلي، إن أداء النظم يتدرج في مستويات كل مستوى فيه يتجاوز ما قبله من خلال قفزة "كمية ــ نوعية" تظل تتراكم ليتشكل الكلي رويدا رويدا مولدا هذا الفارق الإجمالي بينه وبين حاصل عناصر تكوينه، ولكي ينطلق علم النظم الجديد راح يبحث عن نظرية ذات مستوى أعلى منطقيا ليحد غايته في الثلاثية التي طرحها "برتراند راسل ووليام وهينهيد في برنسيبيا ماثيمانيكا principia mathematica"، ثلاثية الرياضيات mathesis والمنطق logic ومخططات التشكل schema.

* يدين الكاتب في هذه الفقرة إلى ما أورده كنت بالمر في مسودته الثالثة لعرضه الرائع الذي تناول فيه الأسس الجديدة لنظرية النظم (١٤)، ويقتصر دور الكاتب في معظمه على تخفيف المصطلحات وتقديم المفاهيم بأقل قدر من التفصيل وربط الفقرة بما سبقها من حديث.

تغطي مخططا التشكل جميع مظاهر التشكيل البنيوي ابتداء من عناصره الأولية المفردة وصولا إلى أقصى صور التشكل فيما يعرف بالكون المتعدد pluriverse شكل (٣ : ٢).



شكل (٣ : ٢) سلسلة مخططات التشكل المنظومي

توفير الدعم النظري لكيفية فهم النظم الطبيعية وتصميم النظم الهندسية الكبيرة وتحديد كيفية دراسة تفاعل النظم مع سياقها الأشمل وكيف يمكن التحكم في أدائها الشامل، إن النظرية الموحدة للنظم تمثل مستوى من الميتامعرفية يتسم بدرجة عالية من التجريد نموذجا لذلك نورد فيما يلي عينة من مصطلحات تصنيفها لمعنى الوجود:

- الوجود الخالص pure being
- الوجود المفرط hyper being
- الوجود العنيف wild being
- الوجود الفائق ultra being

إن النظرية الموحدة للنظم لا بد وأن تتعامل مع التجليات للظواهر والأحداث ومع النقلة الأنطولوجية من الموجود إلى الوجود ومع ثنائية الوجود والعدم، إنه الصوري العلمي يصبو نحو الفلسفي الأنطولوجي، وليس هناك من طريق يسلكه إلا الإبداع والابتكار.

٤:٣ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى المنهجي

علاوة على ما ضمناه في الفقرة ٢: ٥: ٧ فيما يخص النقلة النوعية فيما يخص المنهج نضيف هنا بندين آخرين هما :

- الماهية–الكيفية
- من المحسوس إلى المجرد والعكس

٣:٤:١ الكيفية ــ الماهية

في فلسفة المعرفة تراوحت الرؤى بين الماهية والكيفية وأبرز أمثلتها كيفية مثالية كانط وماهية ظاهرتية هسرل، ووفقا لرؤيتنا له، سيؤالف علم ما بعد النقلة المعلوماتية ما بين النهجين ونكتفي هنا ببعض الأمثلة:

نظرية التربية: المؤالفة بين مضمون المعرفة وكيفية اكتسابها، لإكساب المتعلم القدرة على التعلم ذاتيا مدى الحياة وعبرها.

نظرية الإعلام: المؤالفة بين مضمون الرسالة الإعلامية وكيفية استقبال المتلقي لها، وذلك تجاوبا مع عولمية الإعلام التي تتعامل مع فئات عديدة من المتلقين من مختلفي الثقافات والخلفيات.

علم النص: التركيز على كيف يعني النص وعدم الاكتفاء بمضمونه حتى يتيح للقارئ القدرة على تفكيكه وإعادة تأليف مؤلفه، والكشف عما سكت عنه واقتفاء مسارات التناص intertextuallty التي تربطه بخارجه.

البيولوجيا: الجمع ما بين ماهية العناصر البيولوجية الميكروية وكيف نشأت الحياة وتعددت وتطورت أشكالها.

٣:٤:٢ من المحسوس إلى المجرد والعكس

لقد أبدع العقل البشري وهو يحول المحسوس إلى المجرد، وحان الوقت لهذا العقل أن يمارس الإبداع المعكوس، ونقصد به تحويل المجرد إلى المحسوس (٢ : ٢٩٣)، أي كيف تتحول الأرقام والرموز إلى شواهد قائمة والعلاقات إلى جسور ومعابر واصلة، والبنى المعرفية إلى بنى حقيقية نتجول في سراديبها، ونصعد ونهبط على سلميات تراتبياتها. لقد حولت مطبعة جوتنبرج

الأفكار إلى نقوش غائرة في مادة الورق، وجاءت تكنولوجيا المعلومات لتسلب من الورق ماديته بعد أن حولته إلى وثائق إلكترونية، وتساؤلنا هنا: هل يمكن لتكنولوجيا الواقع الخائلي أن ترجع بنا من اللامادي إلى المادي مرة أخرى؟ وهل يمكن أن يكون ما نسمعه عن تكنولوجيا "الطباعة ثلاثية الأبعاد"، التي تحول الصور والأشكال إلى مقابلها المجسم، هي بداية رحلة العودة إلى عالم الماديات والمحسوسات؟ إن هذا الترحال المستمر بين المحسوس والمجرد سيكون بمثابة "تدليك ذهني"، يحفظ للعقول حيويتها، ويحميها ضد داء التصلب والجمود، ويمكنها من استيعاب التعقد من خلال تجسيده تارة حتى لا نغرق في متاهة التجريد والرموز والمعادلات والإحصاءات ونجرده تارة حتى تبرز محاوره ونستشف نمطه ونكشف عن محركاته الأولوية.

ختام: منطلقات مقترحة

فى ضوء ما طرحته الدراسة الحالية يقترح الكاتب المنطلقات التاليـــة لدفـع جهود البحث والتطوير فى عالمنا العربى:

(أ) تنمية الطلب على العلم بصورة مبتكرة تراعى الاختلاف بيـــن الـــدول المتقدمة والدول النامية، فبينما ينشأ الطلب على إنتاج العلـــم مـــن قبـــل القطاع الخاص في الدول المتقدمة، وهو ما لا يتوفر في الدول العربيـــة، يمكن للمؤسسات الأكاديمية : الجامعات والمعاهد ومراكز البحـــوث أن تكون بمثابة حلقة الوصل بين اقتصاد المعرفة والقطـــاع الخـــاص، أي التحرك في اتجاه معاكس لذلك في الدول المتقدمة من حيث قيامه علـــى مبدأ العرض، من قبل المؤسسات العلمية إلى القطاع الخاص الذي عـــادة لا يدرك الفرص العديدة للاستثمار في مجال اقتصاد المعرفـــة. يتطلـــب تحقيق ذلك التوسع في إقامة الحضانات incubators في داخل المؤسسات العلمية لرعاية المبادرات والأفكار وتحويلها إلى مشاريع بحثية إيضاحية pilot projects أو نماذج أولية prototypes لإثبات جدواها فنيا واقتصاديا وذلك تهيئة لعرضها على القطاع الخاص.

(ب) زرع نواة العلوم البينية والميتامعرفية فـــي مراكـــز البحـــوث وأقســـام الدراســـات العليا بالجامعات، ويمكن الاهتداء في ذلك بمـــا قـــامت بـــه جامعة ستانفورد في هذا الخصوص، وتجدر الإشارة هنا أن هذا التوجـــه العلمي مازال حديثا ويمكن اللحاق به في مهده.

(ج) إحياء الاهتمام بالعلوم الأساسية في الجامعات العربيـــة بعـــد أن كـــادت تنقرض لضعف الإقبال عليها من قبل الطلاب، مما يســـتوجب اجتـــذاب النابهين منهم وضمان توظيفهم بعد تخرجهم في مراكز البحـــوث التـــي يجب أن تنشأ أقساما متخصصة في العلوم الأساسية، إنه استثمار يفـــوق عائده بكثير؛ كلفة القيام به.

(د) القيام بحملة توعية مكثفة للقيادات العلمية والتكنولوجية بالتطورات المرتقبة في مسيرة تطور العلم تتجه للنقلة المعلوماتية ومراجعة خطط التنمية العملية والتكنولوجية على ضوئها.

(هـ) التوسع في المكتبات الرقمية وانضمام المكتبات العربية الرئيسية للمكتبات الرقمية العالمية، على أن تزود المكتبات العربية بطاقم من المحررين العلميين في مجالات التخصص المختلفة يقومون بالمسح الدوري لمصادر المعلومات وتقديم مستخلصات وعروض إلى فئات العلماء والمفكرين والتكنولوجيين بما يستجد في مجال تخصصهم.

(و) تنمية مهارات العلماء والمفكرين والتكنولوجيين العرب في استخلاص المعرفة من شظايا مصادر المعلومات المتناثرة عبر الشبكة وكيفية الإفادة من نظم المكتبة الرقمية الشخصية لتنظيم "رفوفهم الإلكترونية" وأرشفة وثائقهم ومساعدتهم في نشر نتاجهم الفكري إلكترونيا.

(ز) أقصى اهتمام باللغة العربية وأمور معالجتها آليا واللحاق بركب المعلوماتية الحيوية bio-informatics، وبالموجة الثانية لمعالجة اللغات الطبيعية نتيجة النقلة النوعية في جيل الإنترنت الثاني المعروف باسم "الوب الدلالي semantic web"، وتجدر الإشارة هنا إلى مبادرة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP لتنفيذ التوصية التي وردت بتقرير التنمية الإنسانية العربية ٢٠٠٣ في هذا الخصوص.

(ح) الارتقاء بالإعلام العلمي من أجل نوعية العامة علميا وتكنولوجيا، وكذلك تثقيف المتعلمين خاصة فيما يخص تاريخ تطور العلم وفلسفته.

قائمة المراجع

(١) **صادق, سمير حنا:** "إلتقاء الإنسانيات و العلوم الطبيعية" ــ عرض لكتاب "The Hedgehog, The Fox and The Magister Pox" ــ سلسلة كراسات المكتبة الأكاديمية ــ سنة ٢٠٠٤.

(٢) **على, نبيل :** "الثقافة العربية و عصر المعلومات" ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٢٦٥ ــ يناير ٢٠٠١

(٣) **أنتون, تيد:** " العلم الجسور: "سبعة علماء يغيرون عالمنا" ــ ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمى ــ المشروع القومى للترجمة ــ القاهرة ــ الطبعة الأولى ــ العدد ٥١٣ ــ سنة ٢٠٠٣.

(٤) **الخولى, يمنى :** "فلسفة العلم فى القرن العشرين" ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٢٦٤ ــ ديسمبر ٢٠٠٠

(٥) **العروى, عبد الله:** "مفهوم العقل" ــ المركز الثقافى العربى ــ الطبعة الثانية ــ سنة ١٩٩٧

(٦) **ليونز, وليام:** "فلسفة العقل فى "مستقبل الفلسفة فى القرن الواحد والعشرين" ــ تحرير أوليفر ليمان ترجمة: مصطفى محمود محمد ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٣٠١ ــ مارس ٢٠٠٤ (ص: ٢٤٥ ــ ٢٦٨)

(٧) **الجابرى, محمد عابد:** "مدخل الى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمى" ــ مركز دراسات الوحدة العربية ــ الطبعة الثالثة ــ سنة يناير ١٩٩٤.

(٨) **فرجانى, نادر:** (محرر رئيسى) ــ تقرير التنمية الإنسانية العربية للعام ٢٠٠٣ ــ برنامج الأمم المتحدة الإنمائى ــ الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي ــ المملكة الأردنية الهاشمية.

(٩) **الباز, فاروق:** "العرب وأزمة البث العلمى" ــ مجلة العربي ــ الكويت ــ العدد ٥٤٧ ــ يونيو ٢٠٠٤.

(١٠) **زويل, أحمد:** "العلم للفقراء أيضا طبعة (مترجة عن الإنجليزية) ــ وجهات نظر ــ عدد ٤٥ ــ أكتوبر ٢٠٠٢.

(١١) **كيبس, ويليام:** "الجينوم اللامرئى: "ما بعد الدنا" ــ مجلة العلوم ــ الكويت ــ العددان ١٩٠/١٩١ ــ فبراير/مارس ٢٠٠٤.

(١٢) **مارشال, ستيفاني بيس:** وآخرون (محررا) ــ "تعلم العلم في القرن الحادي والعشرين" ــ ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي ــ دار العين للنشر ــ الطبعة الأولى ــ ٢٠٠٤

(13) **Ernest Zebrowski, Jr.:** "Perils of a Restless Planet - Scientific Perspective on Natural Disasters", Cambridge University Press, 1997- reprinted 1998.

(14) **Palmer, Kent D.:** "The Foundations of General Schemas Theory", as an Extension to Systems Theory to Form a Mathematical and Philosophical Basis for Systems Engineering, a power point presentation (draft) 3 040306, in http://archonic.net.

(15) **Johnson, Steven:** "Emergence - The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software" - Penguin Books - 2003.

(16) **Wolfram, Stephen:** "A New Kind of Science" - Wolfram Media, Inc. - 2001.