السبيرنطيقا: أصولها وتطبيقاتها الحديثة

د. قشي إلهام
د. جوادي يوسف
جامعة محمد خيضر بسكرة (الجزائر)

ملخص:

يهدف هذا المقال العلمي إلى تبيان أهمية علم التحكم الذاتي (cybernétique) باعتباره علم الأنظمة، فالنظام السبيرنطيقي هو نظام يتكون من مجموعة من العناصر متفاعلة من أجل تحقيق هدف مشترك، ويستدل على تفاعلية النظام من خلال الأثر التداؤبي الناتج عن العلاقة التبادلية بين عناصر النظام، حيث تظهر خصائص جديدة في النظام غير موجودة في عناصره (الكل أكبر من مجموع أجزائه)، وتطبيقات السبيرنطيقة متنوعة من المقاربة المادية الى المقاربة البيولوجية والاجتماعية، بفضل الأعمال الرائدة لنوربت فينر.

Résumé

Cet article scientifique vise à démontrer l'importance de la cybernétique en tant que science système, le système cybernétique est un système constitué d'un ensemble d'éléments interagissant pour atteindre un objectif commun,l'effet synergique de la relation réciproque entre les éléments du système. De nouvelles propriétés apparaissent dans le système qui ne sont pas présentes dans ses éléments (le tout est plus grand que la somme de ses parties). La pensée cybernétique est passée de l'approche physique à l'approche biologique et sociale grâce au travail pionnier de Norbert Weiner.

مقدمة:

بدأت الثورة السبيرنتيقية في كامبردج، بولاية ماساشوستس في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، نتيجة الجهود المعرفية التي احتضنتها محاضرات ماسي Conférences de Macy وهي سلسلة من اللقاءات جرت بين جماعة من العلماء المشتغلين بتخصصات متعددة (بينتخصصية)، وكانت هذه الجماعة تجتمع مرة في الشهر تحت رعاية الطبيب المكسيكي Arturo Rosenblueth Stearns، **(أرتوروروزنبلوثستيرنس (1900/10/2م- 1970/09/20م)** وذلك بين سنوات 1946 و 1953، ومن بين العلماء اللامعين المشاركين في هذه المحاضرات نجد كلا من: عالمي الرياضيات Norbert Wiener(1894 – 1964) و John von Neumann، الفيزيائي BigLon Bush، عالم الفيزيولوجيا العصبية Warren McCulloch، عالم المنطق Walter Pitts، المحلل النفسي Lawrence Kubie ، وعالما الانثروبولوجيا Gregory Bateson وزوجته Margaret MEAD. وتمحورت أهداف المحاضرات السالفة الذكر، في مناقشة الطريقة العلمية، كأسلوب للإقتراب من العالم المادي بكيفية منطقية موضوعية نظامية لتعرف ماهيته ونمطه الوظيفي.

1/ تعريف السبيرنطيقا: مصطلح (السيبرنيات) مشتق من المصطلح اليوناني الكيبرنتيز(Kybernetes) الذي يعني (عامل الدفة في السفينة)، و التي تعني باللغة الإنجليزية Steersman، وكلمة (جوفرنر) بالانجليزية معناها الحاكم (Governor) وهي مشتقة من صيغة لا تينية لهذه الكلمة اليونانية. و باللغة الفرنسية Diriger، أما في اللغة العربية فتعني التوجيه " المادي " لشيء ما نحو وجهة معينة، أو هدف، أو شيء معين. بمعنى آخر، أنها علم المراقبة بواسطة أجهزة إعلامية سواء كانت أجهزة طبيعية أو إصطناعية. وأخذ بهذا الإسم لسببين رئيسيين هما:

1- أن البحث العلمي الأول الذي أسهم بطريقة مباشرة في الأراء الكامنة خلف هذا المجال- والذي نشره عام 1868 الفيزيقي جيمس كلارك ماكسويل (1831-1879)- كان عنوانه (نظرية الحاكم التلقائي)، وكان يتناول الدواليب أو الآليات التي تتعدل تلقائيا أو ذات التحكم الذاتي أو فيدباك. وان جيمس وات (1736-1819) المخترع الاسكتلندي للمحرك البخاري قد أطلق على هذه الدواليب اسم (الحفظة)، أي الحفاظ على معدل المحركات البخارية ليبقى ثابتا، مع تفاوت الأحمال، والذي يعتبر أول أداة للتغذية الراجعة تم وصفها رياضيا.

2- السبب الثاني لاختيار المصطلح(السبيرنيات) هو أن دولاب الدفة بالسفن من أفضل الأمثلة لدولاب ذي تحكم ذاتي. ومن الممكن تفهم ماهية التحكم الذاتي بالنظر الى مثال شائع لمثل هذه الدواليب، وهو المنظم الحراري (الترموستات) المنزلي العادي.

ويعني المصطلح: الدراسة النظرية لعمليات الاتصال والتحكم في الأنظمة الحيوية البايولوجية، والميكانيكية، والإلكترونية، وخصوصا الموازنة بين هذه العمليات في الأنظمة الحيوية والاصطناعية. **ويعتبر تعريف البروفسور الروسي Liciponov**من أشهر التعاريف التي تناولت هذا المصطلح، والذي يتحدد في: " إنه العلم الذي يبحث في ميكانيزمات الاتصال و الارتباط و التنسيق و التوجيه و الرقابة بالنسبة لجميع الظواهر الطبيعية سواء تعلق الأمر بالجهاز العصبي للإنسان أو نمو و تطور الكائنات الحية، كذلك تهتم بصفة عامة بسيرورة اقتصاد المجتمعات الذي يتم توجيهه وفق مجموعة قوانين محددة.و عليه، يمكننا القول أن السبرنثيقا هي مجموع النظريات و الإختصاصات التي تهدف إلى دراسة و فهم إنتظام الظواهر سواء في الكائنات الحية أو الآلات المصنعة. و هي تحاول، أيضا، إقتراح القواعد و الميكانيزمات التي تتحكم في توجيهها.

2/ السبيرنطيقا علم الأنظمة وعلم العلوم: في أوائل القرن الحادي والعشرين الحالي، أصبح علم السبيرنطيقا غالبا ما يعرف بعلم الأنظمة وعلم العلوم، الذي يضم تشكيل واسعة من الاهتمامات والتخصصات البحثية Interdisciplinary، والعلوم التطبيقية التي امتدت إلى أبعد من المدى الأصيل الذي وصل إليه وينر-حيث درس خلال الحرب العالمية سلوك طلقات المدافع واكتشف ما يسمى التغذية الراجعة feed-back وبعد نتائج هذه الأبحاث إتجه إلى دراسة ومراقبة الاتصال عند الحيوان وداخل الآلة- في بحوثه المختلفة، لتشمل بحوث متنوعة ضمن مختلف العوالم والحقول كما في الشبكات العصبية، ونظرية اللاتكون (النظرية الهيولية)، والذكاء الاصطناعي، والنظم الديناميكية، وغيرها من الدراسات الأخرى التي تتعلق بالأنظمة التكيفية المعقدة.

ووجد فينر و روزنبلوث أنهما يشتركان في الكثير من الاهتمامات. فكلاهما تثير اهتمامه المناطق الطرفية التي لم تستكشف بين المجالات العلمية المتخصصة. فهنا حيث تتقارب العلوم المختلفة بل وتتراكب، تكمن إمكانية توحيدها ثانية. وقد تحدث وينر عن ذلك قائلا " ...إن أخصب ميادين تقدم العلوم هي التي أُهملت باعتبارها أرضاً لا صاحب لها وتقع على حافة النظم العلمية القائمة...ومناطق الحدود هذه هي التي تقدم أنسب الفرص العلمية للباحث العلمي...".**(محمد سمير أحمد، ص 174)**

أي أن السبيرنطيقا تجسد العقلانية الجديدة، وهي العقلانية التي تنظر إلى الأمور في كلياتها (holism) فلا تلقي بالًا للحدود المصطنعة بين النظم العلمية المختلفة، ولا تأبه بالفصل بين ثقافة الطبيعيات (الفيزياء، الكيمياء، البيولوجيا...) وثقافة الإنسانيات(الفلسفة، علم النفس، اللغويات، علم الاجتماع..)...".**(محمد سمير أحمد، ص 174)**. فقد كان الذكاء الاصطناعيArtificial Intelligence تلاقي علم النفس والفلسفة والمنطق والرياضيات واللغويات وتقنيات الحاسب الآلي.

وشعر روزنبلوث وآخرون أنه يلزم لاستكشاف آفاق العلم استكشافا فعالا وجود زمرة من العلماء يكونون خبراء في مجالهم التخصصي، ولكنهم في نفس الوقت على إلمام بلغة ومفاهيم زملائهم. وأبرزت الحرب العالمية الثانية لأول مرة الحاجة الحقيقية لهذه الزمر، كما أنها أتاحت الفرصة لتنظيمها. وعندما إشتغلت هذه الزمرة من العلماء المجندين من مجالات مختلفة على المشكلات المقدمة اليهم، وجدوا-مثلا- أن الطريقة التي تعدِل بها بعض الآلات نفسها تلقائيا تشبه بعض مناشط معينة للجهاز العصبي الحيواني. ووجد العلماء الذين كانوا يدرسون المخ البشري أن في إستطاعتهم تعلم الكثير من نظرية الاتصالات التي إبتكرها المهندسون والرياضيون.

ويتصور نوربرت فينر، في كتابه الصادر سنة 1948 (علم التحكم الآلي في الانسان والحيوان)، الكائنات الحية والآلات على أنها أنظمة، تتصل فيها العناصر الفردية بعضها مع البعض، ويسيطر ويؤثر بعضها في البعض، فجوهر اهتمامه تقنيات الاتصال في عملية استرجاع المعلومات أو مرحلة التغذية الراجعة التي تتم بين أجزاء النظام أو النسق بواسطة تبادل المعلومات التي على أساسها تتم عملية التنظيم الذاتي أو الآلي للكائن الحي أو الآلة أو النسق ككل الذي هو(التنظيم الذاتي) من المفاهيم الأساسية التي يعتمد عليها علم السبيرنطيقا. فقد قامت السبيرنطيقا على أنقاذ السببية الخطية وإرساء علاقات جديدة تحكم السلوكيات والأهداف تعتمد السببية الدورية القائمة على أساس الإرتداد السلبي (التغذية الراجعة السلبية). **(عمر زرفاوي، 2013، ص 59).**

3/ السبيرنطيقا ونظرية المنظومات العامة: لقد تأسست جمعية البحث في المنظومات العامة سنة 1954 م من طرف المجمع الأمريكي لتطور العلوم وتحت إشراف أربعة من العلماء: الاقتصاد، البيولوجيا، الرياضيات الطبية(الحيوية)، وعلم التشريح، نتيجة لحركة علمية لترسيخ النظرية في العلوم، وكان لها أربعة أهداف هي:

1) البحث في التشاكل أو التماثل في الشكل (isomorphie) في مضمار المفاهيم والقوانين والنماذج من حقول بحث مختلفة، والمساعدة على نقلها المفيد من حقل إلى آخر.

2) تشجيع تطوير نماذج نظرية مناسبة في حقول العلوم حيث لا وجود لها.

3) العمل على التخفيف من إزدواجية الجهد النظري المبذول في حقول مختلفة .

وأخيرا ترقية وحدة العلم من خلال تحسين الاتصال بين الإختصاصين.**(خير الله عصار، ص ص 40-41)**

وتبحث نظرية النظم عن المنظومات العامة المشتركة في العلوم كلها حيث يعرفها قاموس اللغة والإعلام الفرنسي (Larousse) بأنها " نظرية عامة لمجموعة من التخصصات العلمية تدرس الأنساق باعتبارها مجموعات عناصر مادية أو غير مادية في علاقتها ببعضها البعض لتكوين الكل " (محمد بن حمودة، ص 104).

النظرية السبيرنطيقية يمكن تمييزها عن النظرية العامة للأنساق حيث الهدف الأساسي يتمثل في وصف واحتواء في إطار رياضي مجموع الأنساق التي نجدها في الطبيعة، وقد إندمجت كلتا النظريتين شيئا فشيئا لتكونا في الأخير ما يمكن تسميته حاليا النسقية " systemique ".(دبلة عبد العالي، ص ص 238- 239). وتستند النسقية إلى

نموذج الكائنات الحية وليس الآلة، أما نموذج النظم يستند إلى فكرة الآلة بمفهوم الميكانيكا التقليدية حيث تبنى الآلة فى ضوء هدف محدد مسبق وخطة معينة مسبقة.

وقد كان هناك علماء آخرون يقومون بالبحث في ميدان التحكم بعدد من العمليات من بينهم شانون و ويفر اللذان كانا يعملان في مختبرات بيل للتلفون، وإليهميرجع الخطاب التنظير والتحليلي للتواصل من خلال نموذجهم ذا الخانات الست (مصدر المعلومة، الجهاز المرسل، الرسالة، مصدر التشوش، الجهاز المستقبل، هدف المعلومة أو المرسل إليه) ويرتكز هذا النموذج على قياس رياضي جبري للمعلومة كوحدة يمكن تقليصها إلى حدها الأدنى، كي تنخفض تكلفة نقلها عبر التلغراف. وقد عمم هذا النموذج نفسه على أشكال التواصل كافة البعيدة كل البعد عن الأصل التلغرافي التقني الصرف (محمد عابد وآخرون، ص11).

ويعتبر الاتصال من العلوم القليلة التي تتكثف وتتقاطع فيها مجموعة من العلوم، إذ يعتبر علماً / ملتقى الكثير من التخصصات العلمية (Interdisciplinarity). فقد أثارت سيرورات الاتصال اهتمام الكثير من العلوم المتنوعة، ابتداءًا بالفلسفة، والتاريخ والإثنولوجيا، والاقتصاد، مرورًا بالعلوم السياسية وعلم الأحياء، وصولاً إلى السبيرنيطيقا (التحكم الآلي) والعلوم الإدراكية.

وقد شكل هذا الحضور للتخصصات الأخرى، داخل الاتصال، وهو يؤسس لحقله المعرفي الخاص داخل فضاء العلوم الاجتماعية، أحد المداخل الأساسية للتساؤل على شرعيته العملية، كعلم قائم بذاته، وهو ما جعله يبحث عن نماذج تضفي عليه الطابع العلمي، حيث تبنى رؤى علوم الطبيعة، وقام بتكييفها مع خصوصيته الأكاديمية(أرمان وميشال ماتلار، ص19).

و أيضا نجد مارفين مينسكيMarvin Minsky الذي قام بصنع ما أسماءM. Spculatrix و هو أول رجل آلي يستطيع أن يجد طريقه بخفة في غرفة مظلمة، و أن يحرك أجساما محددة نحو النور، و عليه يعتبر منيسكي الرائد الأول لما أطلق عليه الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (A.I) فيما بعد. ويعرف منيسكي الذكاء الاصطناعي بانه العلم الذي يسمح بإنجاز آلات باستطاعتها أن تقوم بعمليات تتطلب ذكاء لكي ينجزها الإنسان.والذكاء الاصطناعي علم يهدف بالأساس إلى بناء أنظمة آلية تماثل الأنظمة التي تعتمد اللغة الطبيعية أداة لها، أو تحاكي ما هو موجود على مستوى الذهن البشري(**محمد البخيالي، بنعيس زغبوش، ص 181**).

وترجع النشأة الحقيقية للذكاء الاصطناعي يتحدد أساسا في بداية سنوات الخمسنيات من القرن الماضي، أين تم صناعة أول جهاز حاسوب في مدينة برينسيثون Princeton في نيوجرسي بـــ و.م.أ من قبل Von Neumann. وقد كللت جهود الباحثين لتطوير هذا العلم بإنعقاد أول ملتقى حول الذكاء الاصطناعي سنة 1956 بكلية دارتموث Dartmouth College وفيه أذخل ماك كارنيJ. Mc.Carty تعبير الذكاء الاصطناعي.

و عموما، فإنه من خلال دراسة جميع هذه العمليات يحاول السبرنتقي وباكتشاف و تحديد ميكانيزمات هذه الظواهر ثم استعراضها في شكل معادلات رياضية تكشف خصائصها وصفاتها الموحدة (موضوع الإحساس مثلا).

4/ المقاربة الاقترانية والسبيرنطيقا:

قام ستانفورد بير سنة 1971 بتحليل النظم السبرنثيقية حيث وجد أن هناك تشابه كبير بين سلوك الآلة الكهربائية و بين السلوك الإنساني فيما يتعلق بعملية استرجاع المعلومات. و مثال على ذلك، عمل كل من جهاز ضبط الحرارة الملحق بالثلاجة أو المدفأة الكهربائية، و أيضا، الاتزان البدني الخاص بدرجة حرارة الجسم.

ومن الجدير بالذكر أن اختراع الحاسوب كان نتيجة الثورة البيولوجية، فعمل السبيرنطيقي كان دوما محاكاة للجهاز العصبي للإنسان بحيث يتم تطبيق المبادئ البيولوجية على الآلات، و ما تجدر الإشارة إليه هنا، أن ظهور الحاسوب قد سبق ظهور الذكاء الاصطناعي، و الذي كما يقول غلابGallabs و فاريـــنيFarreney حول الحاسوب من حاسوب عددي بسيط إلى أداة إستقصاء علمية قوية.

ومن أطرف التقارير التي كتبت في هذا الشأن، ومن أكثرها إثارة للاهتمام، تلك التي تتناول كائنات من نوع معين، منها فأر يتعلم الجري في متاهة والتخلص من مأزق، وسلحفتان إسمهما إلمروإلزي. والشيء العجيب حقا هو أن هذه ليست حيوانات، بل هي تقليد كهربي لبعض أوجه معينة من السلوك الحيواني.

وتقع هذه الأجهزة، وأخرى عديدة، في مجال علم جديد يسمى (البيونيات) والمصطلح مشتق من الكلمة الإغريقية (بيون) التي تعني وحدة الحياة والبيونيات نوع من السبيرنيات يختص بدراسة التشابهات والعلاقات بين الآلة وبين المخ، وكذلك بطرائق تقليد الحياة –أي صنع آلات مبنية على أساس المعارف الإحيائية (البيولوجية) . وأطلق على هذ العلم الجديد في مؤتمر عقده سلاح الطيران الإمريكي في عام 1960 لمناقشة إمكانياته.

5/ من المقاربة المادية إلى مقاربة الأنساق الحية: لوحظ سابقا، أن السبيرنطيقا تعتمد على فكرة المنظومة، وتهدف في جوهرها إلى صنع أدوات مأتمتة أو أوتوماتيكية، يمكن التحكم بها حسب رغبة صاحبها. وانطلقت السبيرنطيقا من الآلة تدريجيا:**(خير الله عصار، ص ص49-55)** الآلة اليدوية...⇠الآلة بمحرك...⇠ الآلة المأتمتة...⇠الحيوان...⇠ الإنسان (البيولوجيا)...⇠ الإنسان (أجتماعيا)، وكما يشير إلى ذلك تاريخ السبرنثيقا فإن الفضل في الانتقال في الدراسات السبرنثيقية من المقاربة الهندسية إلى المقاربة البيولوجية و أيضا الاجتماعية يعود إلى المحاولتين اللتان قاما بهما كل من الفيلسوف اليوناني أرسطو، و أيضا العالم الفرنسي أندره ماري أمبير (1775 – 1865).

فأرسطو ركز على نقل التحكم إلى المجتمع بهدف توجيهه إلى أن يكون مجتمعا مضبوطا حسب مقاييس محددة. أما الثاني فكان يهدف من وراء محاولته إلى التحكم بالحكومة و النظام السياسي المطبق على المجتمع.

وبطبيعة الحال فإن هذا التحول نحو الكائنات الحية، تكتنفه مشاكل وصعوبات تعود أساسا إلى الفروق الموجودة بين الأنظمة الميكانيكية والآلية ونظيرتها الأنظمة الحية والتي حددها " **أومبلبيUMPLEBY**" فيما يلي:

1- إن المنظومات الحية، مهما كانت بدائية، تملك طبيعة خاصة بها. وهي تتميز بما اسماه " ماتورانا وفاريلا MATERANA AND VARELAبـــ" التولد الذاتي" AUTOPOIESIS بعبارة أدق، فالكائنات الحية، لا تتوالد فحسب بل أنها تنتج قطع غيار التي تحتاجها لديمومتها واستمرارها (التمام الجرح، الدورة الدموية، الأندية الرياضية، المنظمات الإنتاجية، فيما يتعلق بتجديد مواردها البشرية...).

2- بناء على ما تقدم فإن التحكم في المنظومات الحية أصعب مقارنة مع نظيرتها في المنظومات الآلية، إضافة إلى صعوبة إذا لم نقل استحالة التنبؤ الا لفترات محدودة جدا لتفاعلات المنظومات الحية مع محيطها الخارجي.

3- إن رواد السبيرنطيقا الجيل الثاني أكثر اهتماما بالتغذية الراجعة الايجابية من الاهتمام بالتغذية الراجعة السلبية.

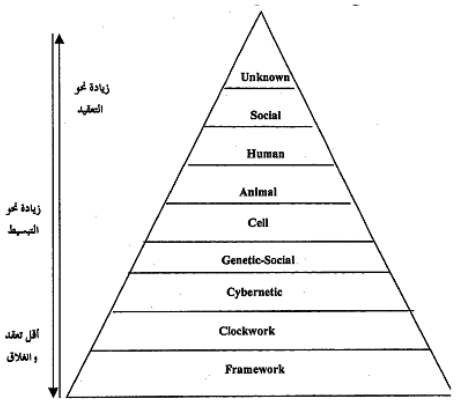
4- إن تطوير الجيل الثاني للسبيرنطيقا تم من خلال دراسات وأبحاث مجموعة باحثين في البيولوجيا وفيزيولوجيا الأعصاب، و ميدان الإبستومولوجيا (نظرية المعرفة). **(خير الله عصار ، ص ص 74-75)**

6/ خصائص جهاز التحكم عند الإنسان: إن ما يميز جهاز التوجيه والتحكم لدى الإنسان كنظام، ما يلي:

- القدرة على الاستثارة الذاتية، والاستجابة لهذه الاستثارة، وضبطها، وتوجيهها.
- القدرة على إجراء مقارنة بين الأهداف المقررة والمرغوب فيها، والأداءات الفعلية.
- القدرة على تعديل هذه الأداءات، وإعادة تنظيمها، وتوجيهها إلى أن يتم التوصل إلى الأهداف المحددة.

- إن عمليات توجيه السلوك، وإعادة توجيهه، وضبطه، والتحكم به، تتم استنادا الى مبدأ التغذية الراجعة.
- إن عمليات التكامل بين مكونات الإستجابة أو الأداء متعددة الأبعاد، وتوحيدها يتحقق بواسطة التغذية الراجعة.
- تتحدد أنماط التوجيه والضبط والتحكم الذاتي للسلوك في ضوء طبيعة المعلومات وخصائصها التي تحملها التغذية الراجعة.
- إن كفاية الأداء، ومستوى المعالجة التي يصل إليها هذا الجهاز أو يمكن أن يصل إليها تتوقف إلى حد كبير على التغذية الراجعة المتاحة. **(علي منصور(2009)، ص55).**
- أما من حيث المعالجة فقد تناولنا سابقا تماثل النظام الإنساني مع جهاز الاعلام الآلي من حيث المعالجة المعلوماتية، غير أنه لا ينفي أن نظام المعالجة الآلي والإنساني يختلفان في بعض المظاهر، حيث يؤكد (Hicks) على سبيل المثال بعض الخصائص التي يتميز بها النظام الإنساني للمعلومات عن النظام الآلي:
- -القدرة العالية لدى الإنسان على تجميع حجم متنوع من المعلومات وعقد العلاقات بينها بصورة سريعة بينما الحاسبة تعجز عن القيام بذلك في غياب الايعازات التي يتم إعطاؤها من قبل الإنسان.
- - إن نظام المعالجة البشري لديه القدرة على التوصل إلى العديد من العلاقات أو البدائل أو الاحتمالات أحيانا والتي تكون أحيانا أكثر أو أعمق من البدائل أو الاحتمالات التي تضعها برامج الحاسبة، أي أن عقل الإنسان يمكن أن يضع الافتراضات والنتائج بسرعة ولمختلف الظروف بينما نجد أن أنظمة المعالجة الآلية المعقدة من المحتمل أن تبرمج لعدد محدود في الظروف الأكثر احتمالا.
- - إن نظام المعالجة الإنساني يتميز بكونه انتقائيا في اختيار المعلومات اعتمادا على العمليات الفكرية الواسعة التي يملكها والتي تمكنه من انتقاء المعلومات التي يعتقد أنها ذات علاقة بالقرار.
- - قدرة الإنسان على التحليل والاستنتاج وتركيب الأفكار الجديدة بما يوضح نتائج الخالق عز وجل لنا. **(سلوى أمين السمرائي، ص ص 14-15)**

وتأسيسا على ما تقدم، فإن العالم كله عبارة عن تشكيلة هائلة ومتنوعة من النظم البسيطة والمعقدة، الحية وغير الحية، المتراكبة والمتباعدة والتي تشكل منظومة فرعية صغيرة من نظام الكون العظيم، وقد حاول Boulding أن يصيغ نظرية تعمل كإطار ونموذج لتصوير علاقات النظم ومستويات تشكلها وظهورها في الواقع. وكان أن قدم نموذجا يمثل هرم يستند على قاعدة طبيعية تمثل أبسط أنواع النظم وأقلها تقليدا وترتقي النظم في مستويات أعلى تعقيدا وأدق تركيبا حتى تنتهي بمستوى النظم غير المعروفة إلى حد الآن Unknown ويمثل الشكل التالي نموذج Boulding لمستويات هرم النظم **. (سعد غالب ياسين، 2000 ، ص 112).**



7/الانترنت: التطبيقات الحديثة للسبيرنطيقا: يعيش عالمنا اليوم ثورة حقيقية في مجال الاتصالات والمعلومات، وقد عرفت هذه الثورة مجالات متعددة للتطبيق أهمها الاتصالات عبر الأقمار الصناعية ا لتي جعلت الكرة الأرضية عبارة عن قرية صغيرة، وبمزج هذه التقنية مع الحاسوب أثمر شكل جديد من الاتصالات هو الإنترنت Internet، وفي هذا الشأن يرى رئيس قسم الاتصال والمعلومات بجامعة هارفارد أنه على الرغم من إختلاف وسائل الاتصال الجماهيري الجديدة عن الوسائل التقليدية إلا أنهما يتنافسان ويتداخلان معًا لدرجةيتوقع معها التوحد بينهما في نظام واحد يطلق عليه إسم« Compunications » في إشارة إلى الدمج بين الاتصال الجماهيري والحاسوب.**(حمادة بسيوني إبراهيم، سبتمبر 2002، ص 311).**

وقد تكونت شبكة الاتصالات هذه على إثر قيام الجيش الأمريكي بوضع شبكة للمعلومات تدعى "الآربنت" « A.R.P.A.NET » [AdvencedRecherch Projet Agency Network]، وتعني حرفيًا (شبكة وكالة الأبحاث حول المشاريع المتقدمة) بوزارة الدفاع الأمريكية ومهمتها التحذير من هجوم محتمل، وتتكون من عدد من الخطوط بحيث إذا دمر أحدها أو أصابه عطب تتولى الخطوط الأخرى تأدية المهمة،**(فضيل دليو، 2003، ص 120)** وقد تحولت هذه الشبكة إلى ما يعرف بـــ Internet سنة 1984 عندما قام الجيش الإمريكي سنة 1973 بتكوين منظومة أخرى يرمز لها [TCP/IP] أو ما يسمى "بروتوكلات الاتصال" وقد أصبحت متاحة للجمهور وما تتميز به هذه الأخيرة هو قيامها بتنظيم تحويل المعطيات وذلك عن طريق تجزئتها إلى حزم مستقلة الواحدة عن الأخرى متخذة خطوط الاتصالات المختلفة حسب الحالة التي تكون عليها الشبكة (إزدحام مثلًا) لتصل إلى عنوان المراسل، حينئذ يقوم كومبيوتر المراسل بتجميعها.ولتسهيل إستعمال هذه التقنية فقد تم إنشاء مواقع كبيرة مثل WEB والذي يعتبر وسيلة تسمح بالمرور من آلة إلى أخرى بإستعمال روابط نصية (TEXTUELS) تسمح بالاطلاع على المعطيات المتوفرة في الشبكة، وتقوم الحواسيب المتصلة بالانترنت بالاتصال فيما بينها حسب المخطط التالي :

الزبون / المركز الرئيسي serveur وهذا يعني أن الحاسوب الذي يمثل الزبون يطلب ويتحصل على معلومات من طرف حاسوب آخر يدعى المركز الرئيسي بمساعدة برنامج معد مسبقًا logiciel مثل:Internet Explorer أو Navigateur netscape والمركز الرئيسي هو مكان مخصص لتخزين ومعاينة المعطيات وتتضمن شبكة الإنترنت العديد من التطبيقات التي تعود بالفائدة على النشاط التجاري والتربوي والإعلامي...الخ والمؤسسات التي لها العديد من الوسائل من اجل الدخول والاتصال والاحتكاك لتنمية أعمالها.

وبالنسبة لكيفية تنفيذ مفهوم السبيرنطيقا، فقد بدأ بالفعل في عام 1991م عندما قرر العديد من العلماء من جميع أنحاء العالم دراسة مشروع يُمكِن من حفظ وتمثيل وتطوير الإنتاج الفكري من خلال إتباع أسلوب غير تقليدي. وهو أسلوب الشبكة المفهومية Conceptual Network . ويتيح إتباع هذا الأسلوب مرونة فائقة في تمثيل وحفظ الإنتاج الفكري تمكن المشاركين في المشروع من تطوير هذا الإنتاج بشكل مستمر من خلال زيادة عقد الشبكة، أو من خلال تطوير محتوياتها، أو بإضافة وصلات تعبر عن علاقات دلالية جديدة. وقد تم تنفيذ هذه الشبكة المفهومية من خلال بنية حاسوبية تستخدم أحدث ما تقدمه تكنولوجيا المعلومات مثل: Hypermedia والبريد الإلكتروني Electronic Mail والنشر الإلكتروني ElectronicPublishing وإقامة المؤتمرات عن بعد Teleconferencing وحدد القائمون على المشروع أهدافه في نقاط هي:

1- إتاحة الفرصة للمفكرين والعلماء من شتى التخصصات ومن مختلف أنحاء العالم للتعاون سويا في تطوير منظومة فلسفية تهتم بإقامة وحدة مفهومية Conceptual Unification بين المجلات المختلفة للفكر الإنساني.

2- العمل على أن تتمتع هذه المنظومة بالدينامية، وبالقدرة على التطور، والتنامي المستمر.

3- توحيد وتركيب الاصطلاحات والأفكار العامة المستخدمة في النظم العلمية المختلفة والكشف عما بينها من علاقات.

4-دعم الحوار بين العلماء من مختلف التخصصات بهدف التوصل إلى إجماع حول معاني الكلمات التي يستخدمونها وما بين هذه المعاني من علاقات.

5-تطوير ودعم التمثيل الرياضي للأفكار والمفاهيم.

6-إتاحة الفرصة أمام العلماء لتطوير واستخدام هذه المنظومة الفلسفية طبقا لمستوى تعمقهم.

العمل على بث ونشر المحتوى المعرفي لتلك الفلسفة، وخلق تيارات وعي بها. **(محمد سمير أحمد، ص 175).**

وقد تطورت شبكة الإنترنت في السنوات الماضية تطورا هائلا في خصائصها ووظائفها عامة، وفي تطبيقات الويب (Web) خاصة وقد استفادت من نتائج علم السبيرنطيقا وعملت على إعادة التوازن بالتفاعل الذي تقترن به فكرة التغذية الراجعة(feedback)، فبعد أن كانت تطبيقات الويب الجيل الأول (Web 1.0) تعتمد في بادئ الأمر على العلاقات الفردية بين الفرد والشبكة في نقل وتبادل المعلومات؛ وكانت أغلب ملامحه صفحات HTML الثابتة ونادرة التحديث، وتحرر هذه الصفحات من خلال تطبيقات برمجية مثل: Dreamweaver و Frontpage، فإن الجيل الثاني (Web 2.0) حسب ما يذكر أوريلي (O'Reilly,2005)أدى إلى حدوث تطور نوعي في علاقة الإنترنت بالمستخدمين، حيث وفر لمستخدميه مستوى مرتفع من التفاعلية والتشارك والتنظيم للمحتوى وفقا لرغبة المستخدمين، وتغيير دورهم من " زبائن " إلى " شركاء" في بناء المحتوى.

وتتركز فاعليات الاتصال في ما يلي:

1- العامل التقني ويتلخص في نوعية القناة الموصلة للرسالة.

2- العامل النفسي الاجتماعي ويتلخص في تقريب الفوارق الذاتية والتفاعلية.

3- العامل التنظيمي ويتخذ هذا العامل أهمية عندما نعتقد عملية الاتصال لتجاوز مستوى الحوار الثنائي إلى إتصال يشترك فيه أكثر من شخصين(دويد عبد الفتاح (1999)، ص 16).

8/ المفاهيم الأساسية في علم التحكم الآلي: ن المفاهيم التي درسها علماء السبيرنطيقا-التي لها علاقة بالظاهرة النفسية والتربوية-تتضمن على سبيل الذكر لا الحصر، التعلم، الإدراك، التكيف، والسيطرة الاجتماعية، والانبثاق، والاتصال، والكفاءة، والفعالية، والترابط. مع العلم أن هذه المفاهيم قد تناولتها فروع أخرى مثل الهندسة، وعلم الأحياء، وغيرها.**(عادل عبد الرحمان صديق الصالحي(2011) ، ص ص65-67).** لكن في علم التحكم الآلي فإن هذه المفاهيم قد أزيلت من سياق الكائن الحي الفردي أو الأداة.

1/8/ التغذية الراجعة: من المفاهيم والمبادئ الأساسية والمحورية في علم التحكم الذاتي نجد مفهوم "التغذية الراجعة"، الذي إقتبسه علم النفس واستخدمه على نطاق واسع، ولاسيما عند دراسته لعمليات التعلم والتعليم، وطرائق معالجة المعلومات، وعمليات الاتصال، والتنشئة الاجتماعية...إلخ**(علي منصور(2009)، ص54).وتعني التغذية الراجعة مجمل الخطوات التي مقتضاها يتم استعادة البيانات بعد عملية التصحيح والإضافة واتخاذ قرار جديد أو تعديل القرار القائم.**

ويميز في السبيرنطيقا بين نوعين من التغذية الراجعة هما :

أ) التغذية الراجعة السلبية: و تعني الرد بشكل خطي ثابت دون تغيير كما هو الحال في الترموستات الموجودة داخل الثلاجة و السيارة و المدفأة و غيرها من الأجهزة. و مثال على ذلك أنه عندما ترتفع درجة الحرارة داخل الثلاجة أو في محرك السيارة إلى حد معين محسوب مسبقا يقوم الترموستات بفتح الدارة الكهربائية في الثلاجة أو في السيارة و يعمل المحرك و يحدث العكس عندما تنخفض درجة الحرارة و نفس الشيء يمكن قوله فيما يتعلق بدرجة حرارة جسم الإنسان.

فجسم الإنسان كما هو معروف يتكون من عدة أجزاء مسئولة عن تأدية الكثير من الوظائف الحيوية، كما يوجد به أيضا أدوات كثيرة لمراقبة أنشطة وظائف الجسم المختلفة حتى تستمر في وضعها الطبيعي و تسمى هذه الأدوات بأجهزة التوازن البدني، و تؤدي هذه الأجهزة وظائف الرقابة و الضبط على المتغيرات المؤثر على وظائف الجسم المتعددة حتى تظل في حدودها الطبيعية، و المثال البيولوجي التقليدي على ذلك هو الاتزان البدني الخاص بدرجة حرارة الجسم.

فكما هو معروف فإن درجة حرارة الجسم تتغير تغير طفيفا بالزيادة أو النقصان و ذلك رغم أن جسم الإنسان يمكن أم يوجد في أماكن بالغة الإرتفاع في الحرارة أو في أماكن أخرى تصل فيها درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر، و رغم ذلك تظل درجة حرارة الجسم في حدودها الطبيعية المحددة بحوالي.5 % ، و ذلك بطبيعة الحال من خلال عملية الرقابة و التكيف التي تؤديها الأجهزة المسئولة على ذلك في الجسم، و التي تتم (عمليات الرقابة و التكيف) من خلال عملية التوليد الحراري أثناء تواجد الإنسان في الأماكن الباردة جدا، أو من خلال عملية الاستهلاك الحراري أثناء تواجد الإنسان في الأماكن شديدة الحرارة.

وبعبارة أخرى، أنه في التغذية الراجعة السلبية يوجد مسار محدد للعملية و لا يرغب في أن يحدث تغيير في الاتجاه المتبع، أو أي انحراف عن المسار المحدد. ففي صميم الجهاز المستخدم توجد آلية لتصحيح أي انحراف. و يصطلح على جميع الأجهزة و الأدوات التي صممت وفق هذا النمط من التغذية الراجعة بالجيل الأول للسبرنثيقا.

ب) التغذية الراجعة الايجابية: و هي من النوع غير الخطي. و يقصد بذلك أنه يمكن أن يكون الرد متنوعا، أي يخرج عن الخط أو المسار المحدد. فهو رد ذكي نوعا ما، يتبع منحنى التبدل حسب إمكانيات و بدائل متعددة.

و يصطلح على جميع الأجهزة و الأدوات التي صممت وفق هذا النمط من التغذية الراجعة بالجيل الثاني للسبرنثيقا، و الذي أستعمل حوالي 30 سنة بعد ظهور الجيل الأول، و كان ذلك في السبعينيات من القرن الماضي و الذي وضعه هانس فون فورسترHeinz Von Foerster في بحث قدمه للاجتماع الذي عقدته الجمعية الأمريكية للسبرنثيقا و كان عنوان بحثه **سبرنثيقاالسبرنثيقا**. وقد عرف سبرنثيقا الجيل الأول بأنها سبرنثيقا المنظومات الملاحَظة، بينما عرف سبرنثيقا الجيل الثاني بأنها سبرنثيقا المنظومات الملاحِظة (بكسر الحاء)، أي التي تقوم بمهام الملاحظة بدلا من أن تكون منظومة تجرى عليها الملاحظة و هي حالة الجيل الأول.

و يتحدد الفرق الرئيسي الموجود بين الإثنين (سبرنثيقا الجيل الأول، و سبرنثيقا الجيل الثاني) في أنه في هذا الأخير يجرى دمج الملاحظ / الملاحظين بصورة واضحة في المنظومة موضوع الدراسة، إضافة إلى أنه يتخطى التعامل مع أدوات تكنولوجية ليست حية إلى التعامل مع المنظومات الحية كما هو الشأن في الحيوان أو الإنسان أو المجتمعات، و عليه يلاحظ حاليا بوضوح أن المنحنى المتبع في الدراسات السبرنثيقية يتجه نحو كائنات أكثر تعقيدا. فالآلة دوما أبسط من الإنسان في تركيبها و عملياتها، فالمنظومات الحية التي تتعامل معها سبرنثيقا الجيل الثاني تبدأ من الخلايا الحية البسيطة صعودا عبر المسار التطوري نحو الكائنات الحية الأكثر تعقيدا. **(خير الله عصار، ص ص 73-74)**

و عليه فإن المقاربة في الجيل الثاني هي مقاربة بيولوجية أو اجتماعية بينما المقاربة في الجيل الأول هي مقاربة هندسية (بالآلات ونحو الآلات).

8-2/ **التوازن الحيوي:** ولقد درس الفيسيولوجي الأمريكي والتر كانون ناحية مثيرة للاهتمام من التنظيم الذاتي في الحيوان الناتج عن التغذية الراجعة. ونشر في عام (1932م)أول دراسة مستفيضة عن هذا السلوك الذي أطلق عليه اسم التوازن التعادلي أو " الهوميوستاسيس" (Homeostasis) المأخوذ من الكلمتين الإغرقيتين. (هوميوس) التي تعني (مثل)

أو (شبيه)، و(ستاسيس) ومعناها (سكون). ويعمل دولاب الاتزان السكوني على الاحتفاظ بتوازن البيئة الداخلية للجسم، والتوازن الكيماوي الملائم، ودرجة الحرارة، ونسبة الماء، وهكذا. ولقد كان الفيسيولوجي الفرنسي العظيم كلود برنار(1813-1878) أول رجل يصف هذه الخاصية. وعليه فالتوازن التعادلي هو ميل الكائن الحي إلى إحداث رد فعل ضد التغيرات البدنية الاضطرابية، وذلك بإن تاج تغير مساو ومضاد لها للاحتفاظ بالجسم في حالة توازن. وكما أنا المنظم الحراري(الترموستات) ينظم درجة حرارة الغرفة باستمرار، ويقوم السرير التحتاني للمخ بتنظيم درجة حرارة الجسم، كذلك فإن جميع دواليب التوازن البدني للحيوان تعمل على الإحتفاظ به في حالته المثلى.**(كورين جاكر، ترجمة: أنور محمود عبد الواحد، ، 1968 ص 52)**، وكان عمل برنارد ردا على النزعة الميكانيكية السائدة في ذلك العصر والتي أدت إلى اعتبار جسم الكائن الحي مجرد آلة تقوم بوظائفها تبعا لمسببات مادية خارجة عن سيطرته في العالم الخارجي.

وكانت أعمال باستير تلميذ برنار مكملة لأعمال أستاذه؛ فقد بين أن الكائنات المجهرية الصغيرة تقوم بتحليل المواد العضوية لتعمل حلقة وصل بين المواد العضوية واللاعضوية، مما يؤدي في النهاية إلى تدوير العناصر والجزيئات من داخل جسم الكائن الحي (العالم العضوي) إلى العالم الخارجي (اللاعضوي) لتبقى نسبة هذه العناصر ثابتة في الكون. كما لفت باستير الأنظار إلى تكامل وظائف الكائنات المجهرية مع الكائنات الحية الأخرى ليتم تدوير المادة العضوية إلى العالم اللاعضوي، وبهذا فإن أعمال برنارد التي بينت الاتساق داخل وظائف جسم الكائن الحي (البعد الآني المنظم) وأعمال باستير التي بينت الاتساق في وظائف الكائنات الحية المختلفة (البعد التاريخي الوراثي المنظم) كان مبعثها الإيمان بإله مسيطر ومنظم لهذه الوظائف جميعا وأن الأمور لا تحدث بطريقة عشوائية محضة. (صفا زيد الكيلاني، 2007 ، ص 28)

8-3/ الانتظام الذاتي الحرج: (أسعد الخفاجي،2006 / 12 / 22 - 11:58)

إن التنظيم الذاتي الحرج هو عملية عندما تحصل في المنظومات المعقدة، تنقلها من حالتها الإبتدائية، إلى حالة أخرى منظمة، دون أن يكون هناك حضور لأي عوامل خارجية.، وقد ورد أول مرة عام 1947 من طرف روس أشبي، واستخدمه من بعده كل من الباحثين هاينتس فون فورستر وجوردان باسك وستافورد بير ونوربرت وينر. وكان أول من تبنى بقوة ظاهرة التنظيم الذاتي الحرج هو بيرل باك، عالم الفيزياء، وعمل في مختبر بروكهيفن في نيويورك ، متخصصاً في أبحاث "التحول الحاصل في الطور" ، كالتحول الفجائي الذي يحول العازل إلى مادة موصلة، أو تجمد الماء وغير ذلك. وسرعان ما انتقل بير باك إلى مناقشة السؤال الفلسفي الشهير: "هل يمكن للحالة المنظمة أن تنبثق عن حالة اللانظام؟ أي هل يولد النظام من رحم الفوضى؟ وكيف؟".

8-4/المنظومات:

المنظومة هي كينونة مكونة من مجموعة من العناصر متفاعلة وذات تأثير متبادل، وذلك من أجل تحقيق هدف مشترك، وتتميز المنظومة عن بيئتها، بوجود حدود التي تفصلها عن الخارج. وهناك ثلاثة أنواع من المنظومات تصنف حسب التأثير المتبادل مع بيئتها:

1- منظومة مفتوحة: يمكنها تبادل كل من المادة والطاقة مع محيطها.

2- منظومة مغلقة:تتبادل الطاقة مع محيطها لكنها لا تتبادل المادة معه.

4- منظومة معزولة: لا تتبادل أياً من الطاقة أو المادة مع محيطها الخارجي.

خاتمة:

من خلال التحليل السابق، تظهر لنا حاجة ملحة لعقلنة الطريقة العلمية المتبعة في معالجة الظواهر، طريقة تعكس العقلانية الجديدة التي جاءت بها السبيرنطيقا في جيلها الثاني، حيث بحثت عن حلول لمشكلاتها في فلسفة علم التعقد الذي أفرز مفاهيم جديدة مثل: البنى مبددة، الانتظام الذاتي والانبثاق، التولد الذاتي؛ الجاذبات، نظرية الفوضة، المعرفة الذاتية، وهذا لا يعني التخلي عن مبادئ وقوانين علم التبسيط، ولكن يجب أن يكون هناك حوار منطقي بينهما يجسد الخاصية التكاملية للعلم . ونترك تطبيقات السبيرنطيقا تعلن عليها في كل مرة التطورات العلمية المستمرة والمتلاحقة.

المراجع:

1- أرتور وروزنبلوشتيرنس (1900/10/2م- 1970/09/20م) Arturo Rosenblueth Stearns : باحث، وطبيب، وعالم فيسيولوجيا، الذي أدت ورقته الأصيلة عام 1943م تحت عنوان: السلوك، والغرض، والغائية، طبقا لنوبرت وينر ، إلى وضع الأساس لعلم السبيرنطيقا الجديد.

2- محمد سمير أحمد، الإدارة الإستراتيجية وتنمية الموارد البشرية، ط1، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ص 174.

3- محمد سمير أحمد، الإدارة الإستراتيجية وتنمية الموارد البشرية، ط1، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ص 174.

4- عمر زرفاوي، الكتابة الزرقاء: مدخل إلى الأدب التفاعلي، الرافد، عدد 56، دار الثقافة والاعلام، حكومة الشارقة، 2013، ص 59.

[1] خير الله عصار. مدخل للسبيرنطيقا الاجتماعية (محاولة للتحكم في السلوك الإنساني)، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، ص ص 40-41 .

5- خير الله عصار. مدخل للسبيرنطيقا الاجتماعية (محاولة للتحكم في السلوك الإنساني)، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، ص ص49-55.

6- خير الله عصار. مدخل للسبيرنطيقا الاجتماعية (محاولة للتحكم في السلوك الإنساني)، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، ص ص 74-75 .

7- علي منصور(2009): "التعلم ونظرياته"، منشورات جامعة دمشق، سوريا، ص55.

8- سلوى أمين السمرائي، تحليل العلاقة بين النظام الإنساني و الآلي في معالجة المعلومات، بحث مستل من رسالة دكتوراه (المواءمة بين الأنماط الشخصية لمتخذي القرار وخصائص نظام المعلومات الإدارية)، من إعدادها، وإشراف: عصام الدباغ بدون سنة، ص ص 14-15 .

9- سعد غالب ياسين، تحليل وتصميم نظم المعلومات، عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع، 2000 ، ص 112 .

10-)حمادة بسيوني إبراهيم، "الإتجاهات العالمية الحديثة في بحوث التأثيرات الاجتماعية لوسائل الاتصال الجماهيري"، القاهرة: المجلة المصرية لبحوث الرأي العام، المجلد الثالث، العدد الثالث، جامعة القاهرة، سبتمبر 2002، ص 311.

11- ضيلدليو، "مدخل إلى الاتصال الجماهيري"، جامعة منتوري قسنطينة: مخبر علم اجتماع الاتصال، قسنطينة، 2003، ص 120.

12- محمد سمير أحمد، الإدارة الإستراتيجية وتنمية الموارد البشرية، ط1، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، ص 175..

13- عادل عبد الرحمان صديق الصالحي(2011):"البيوفيدباك: إستعمال قوة العقل في تحسين صحة الجسم، عمان، دار دجلة، ص ص65-67.

14- علي منصور(2009): "التعلم ونظرياته"، منشورات جامعة دمشق، سوريا،، ص54 .

15- خير الله عصار. مدخل للسبيرنطيقا الاجتماعية (محاولة للتحكم في السلوك الإنساني)، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، ص ص 73-74.
16- كورين جاكر، الإنسان والذاكرة والآلات: مقدمة في علم السبرانيات أو علم التحكم الذاتي، ترجمة: أنور محمود عبد الواحد، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، 1968 ص 52.
17- صفازيدالكيلاني، " **الأنماطالتفكيريةالتييستخدمهاالطلبةالمعلمونفيمجالالاتزانالحيوي**" ، دراسات:العلومالتربوية،المجّلد 34 ،العدد 2007 ، ص 28.
18- أسعد الخفاجي،جوهر التنظيم الذاتي في المنظومات المضطربة، الحوار المتمدن-العدد: 1772 - 2006 / 12 / 22 - 11:58 ، المحور: الفلسفة ,علم النفس , وعلم الاجتماع.
19 - محمد بن حمودة. "علم الإدارة المدرسية: نظرياته وتطبيقاته في النظام التربوي الجزائري". عنابة: دار العلوم للنشر والتوزيع. الجزائر. 104.
20- دبلة عبد العالي. مدخل إلى التحليل السوسيولوجي. الجزائر: دار الخلدونية للنشر والتوزيع، 2011 ، ص ص 238-239
21-محمد البخيالي، بنعيسزغبوش التواصل إنسان- آلة: مقاربة لسانية معرفية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، كلية الأدآب والعلوم الإنسانية، ظهر المهراز، فاس، المغرب، ص 181
22- عبد الفتاح محمد دويدار، "سيكولوجية الاتصال والاعلام" ، الاسكندرية، دار المعارف الجامعية، 1999، ص16
23- مجموعة من المؤلفين؛ بإشراف محمد عابد الجابري، "التواصل نظريات وتطبيقات"، الكتاب الثالث، ، ط1، الشبكة العربية للأبحاث والنشر، بيروت، لبنان، ص 11
24 - أرمان وميشال ماتلار، " تاريخ نظريات الاتصال"، ترجمة نصر الدين لعياضي، الصادق رابح، ط3، المنظمة العربية للترجمة، د.ت، ص 19
25- مجموعة من المؤلفين؛ بإشراف محمد عابد الجابري، "التواصل نظريات وتطبيقات"، الكتاب الثالث، ، ط1، الشبكة العربية للأبحاث والنشر، بيروت، لبنان، ص 11