منهج المحاكاة التكاملي

(دراسة في فلسفة العلوم)

INTEGRATIVE SIMULATION METHOD

(STUDY IN PHILOSOPHY OF SCIENCE)

إعداد

الدكتورة /رضاء عبد الحليم جاب الله

أستاذ مساعد جامعة طبرق – كلية الآداب – قسم الفلسفة

Reda.mohamed@tu.edu.ly

العدد الثالث عشر – يوليو – 2023 م

الملخص

إن الطبيعة وماتحتوية من نظام كوني وكائنات تتميز بالمواجهة والتكيف للتعايش في تلك النظام، كانت المعلم الأول الذي درب الإنسان على أساليب التطور في عالمه المصنوع ، وذلك من خلال محاكاة تلك الطبيعة وكشف أسرار سيرورتها وتطبيقها بكيفية علمية تكنولوجية ، عرف من خلالها أن المحاكاة منهج علمي يهدف للوصول إلى الحقيقة المعرفية في كافة المجالات شأنه شأن باقي المناهج العلمية ، فهو يبدأ بالملاحظة والتخيل لينتهي بتنفيذ ذلك التخيل بصورة تجريبية علمية متطورة، ليكون ذلك المنهج الذي لا يقتصر على منهجاً أحادي التطبيق ، ولكنه منهج تكاملي بيني ، يقوم بدراسة الظاهرة ومحاكاتها متظافراً مع باقي المناهج من اجل الوصول إلى الحقيقة اليقينية ، لذا يُعد منهج المحاكاة التكاملي منهجاً علمياً فلسفياً هدفه الوصول إلى الحقيقة وتطور العلوم في كافة مجالاتها.

Abstract

Nature and what it contains of a cosmic system and beings characterized by confrontation and adaptation to coexist in that system, was the first teacher who trained man on the methods of development in his artificial world, by simulating that nature and revealing the secrets of its process and applying it in a scientific and technological manner, through which he knew that simulation is a scientific approach that aims In order to reach the truth of knowledge in all fields, like the rest of the scientific approaches, it begins with observation and imagination to end with the implementation of that imagination in an advanced scientific empirical way, to be that approach that is not limited to a single-application approach, but rather an integrated approach that studies the phenomenon and simulates it in concert with the rest of the approaches. In order to reach the certainty of truth, so the integrative simulation approach is a scientific and philosophical approach aimed at reaching the truth and the development of science in all its fields.

المقدمة:

المواجهة والتكيف؛ خاصيتان أساسيتان تتميز بهما الكائنات الحية في تحدي مصاعب صيرورة النظام الكوني والتعايش فيه، تلك الخاصيتان كانتا الدافع الأول للبحث عند الإنسان عن منهجية علمية فلسفية تكشف طبيعتهما ومحاكاتها من اجل تطوير آليات التعامل مع ظواهر الطبيعة المختلفة والتغلب على الصعاب التي تواجهه، فحاكي الإنسان تلك التفاعل العلائقي بين الطبيعة ومكوناتها في ثلاث مراحل ؛ ميتافيزيقية وسلوكية وحيوية للحفاظ على بقائه وفق منهجية علمية لا تقل أهميتها عن باقي المناهج العلمية متسائلاً:

– ما المقصود بالمحاكاة؟ هل المحاكاة تعني التقليد ؟ أم التقليد والتطوير؟
– هل تُعد المحاكاة منهجاً مستقلاً بذاته عن المناهج الأخرى؟
– هل هناك صلة بين منهج المحاكاة والمناهج الأخرى مثل : الاستقراء والاستنباط والفهم والتجريب؟
– إذا كانت هناك صلة، فما طبيعة تلك الصلة؟
– ما المجالات التي يمكن تطبيق منهج المحاكاة في دراستها؟

ومن مجمل تلك التساؤلات تكونت موضوعات البحث الذي تكمن أهميته في إيضاح التفسير العلمي لعملية التكيف البيئي للكائنات وتبيان كيفية محاكاتها بمنهجية علمية ذات أسس وفرضيات تجريبية، ناتجة من قدرتين وهما: القدرة على التخيل ، والقدرة على وضع التخيل موضع التنفيذ.

ولتوضيح طبيعة تلك الموضوعات استخدمنا المنهج التحليلي والوصفي والتاريخي، ولقد قسمت الدراسة إلى مقدمة وأربعة عناصر وخاتمة؛ يستعرض العنصر الأول: مفهوم المنهج ودلالاته، والعنصر الثاني: يتناول منهج المحاكاة وتاريخ تطوره ، أما العنصر الثالث يتضمن نظريات المحاكاة وهي تنقسم لنوعين: نظريات تحويلية ونظريات ترابطية، كما خصصنا العنصر الرابع لتطبيقات المحاكاة في العلوم الإنسانية والتطبيقية. ومن مجمل تلك العناصر نستخلص نقاط ختامية لأهم ما توصلنا إليه.

أولاً: مفهوم المنهج ودلالته .

يُعد المنهج العلمي في طليعة المفاهيم القيمية للخطاب الثقافي والعلمي معاً، لكونه آلية إيجابية فعالة لمواجهة الواقع، فهو الطريقة التي تجسد التفكير السليم والفعل السديد المثمر الذي يُسخر ليتعامل مع الواقع المتعين، من خلال التآزر والتحاور بين قدرات الذهن ومعطيات الحواس، وهذه الآلية كامنة في كل عقل بشري، ولكنها تبلغ أقصاها في البحث العلمي .

ويُعرف المفهوم الاستراتيجي لمصطلح المنهج بشكل عام بـ "أنه آلة الدقة الفاصلة والمفهوم المحوري الجدي والانضباطي الذي نصل من خلاله لما يُعرف بالمنهج العلمي" [(1)]، فلا يمكن تأسيس علم بدون منهجية تبين خطوات الوصول لحقائق موضوعاته.

والدلالة اللغوية والاشتقاقية للفظة "منهج " ؛ تعني نهجَ نهجاً، أي "اتخذ منهاجاً أو طريقاً للوصول إلى غاية" [(2)] فدلالة الوصول السريع للغاية تعني وضوح الطريق والطريقة، فكلما اتضح الطريق وانتظمت خطواته بنسق محدد سهل الوصول للغاية المرجوة. لذا استُخدم لفظ منهج في الفكر بمعنى الطريق، استمراراً لمعناه في الحضارة اليونانية القديمة، فقد استعمله أفلاطون وأرسطو بمعنى (البحث والنظر)، فكان يعني التفتيش والتقصي بطريقة منظمة ومنطقية تؤدي الغرض المطلوب بتخطي المصاعب والعقبات والوقوف على حلها [(3)]. وبذلك يكون المنهج هو الطريق الملتزم بنقلات منطقية تجسد الأسلوب السديد المنظم لحل المشكلة وإيضاحها من خلال التنقل من المقدمات التي تربطها علاقات منطقية بنتيجة وليدة الإجراءات المنظمة هدفها غايات

ومقاصد، وتدل هذه المقاصد على العمل العقلي وأركانه وأداته كمعيار للبرهان الصحيح ،وهو الجوهر المحدد والمحوري والمركزي للدراسات المقننة الذي نصل من خلاله للغايات المقصودة، وهذه الدلالة أيضاً تشير إليها المعاجم العربية في تعريفاتها بأن المنهج هو " الطريق الواضح المستقيم، الذي يفضي بصحيح السير فيه إلى غاية مقصودة" [4] .

وقبل الشروع في إيضاح العملية التطورية لتلك الآلية وسمات اختلافها، سيكون سبيلنا الأول إيضاح دلالة هذا المفهوم والوقوف على تعريفاً جامعاً مانعاً من خلال المقاربات التحليلية والتتبع التاريخي لتطور العقل العلمي منذ النشأ الفلسفي حتى العصر الرقمي ، متسائلين هل للعلم منهجاً واحداً لكل العلوم ؟ أم يختلف المنهج باختلاف موضوعات العلوم ؟ أم هناك عدة مناهج مشتركة لإثبات صحة علماً واحداً؟ وهل يُعد المنهج المعيار الأوحد لعلمية النظريات ؟ وما طبيعة هذا المعيار، والسمات الذي يتصف بها ليكون علمياً؟ . ومن البدهي أنه باختلاف الموضوعات والعلوم تتعدد أنواع المنهج المستخدم ، ليكون لكل نوع من هذه التعريفات له دلالته ومنهجية بحثه.

وفي هذا الصدد يكون باختلاف المنهج المتبع للوصول إلى الحل، يؤدي إلى حتمية اختلاف النتائج و الحلول، فهناك علوم حديثه لم يكن مبرر وجودها ظهور موضوعات جديدة مكتشفة ولا نظريات ولا قوانين جديدة بل طريقة جديدة لمنهج جديد امتلك القدرة التفسيرية الأكثر انسجاماً في التعامل مع طبيعة الموضوعات، وفي هذا يقول بيرسون:" تستند وحدة كل علم إلى المنهج لا إلى الموضوع ، فليست الوقائع في ذاتها هي التي تخلق وتصنع العلم، ولكنه المنهج الذي بواسطته تُعالج تلك الوقائع [5]

وبالتتبع التاريخي لاختلاف تعريفات مفهوم المنهج وفقاً لاختلاف الموضوعات البحثية، نجد أن أصل مفهوم المنهج(Curriculum) يعود إلى الكلمة اللاتينيةCurrier " وتعني يجري في مهرجانات أو دورات السباق التي تقام من وقت لآخر، ليكون هو المعنى التطبيقي للطريقة الصحيحة للفوز في السباقات الماراثونية، فاصبح للمفهوم علاقة بالواقع وما يحدث فيه من ظواهر مختلفة، وتطور الفكر اليوناني انتقل المفهوم من المعنى التطبيقي لمعنى تجريدي، وذلك بعدما أهتم أرسطو باللغة وعلاقتها بالفكر، فجعل منهجية الفكر العلمي عنده تقتصر على دراسة العلاقة بين الفكر وذاته من خلال اللغة باستخدام المنهج الاستدلالي في صوره قياس معرفاً منهجيته قائلاً: " أنه قول متى وضُعت فيه أشياء بعينها لزم عنها شيء آخر بالضرورة " [6]، لتكون العلاقة الزامية بين المقدمات من حيث الموضوع والمحمول من ناحية ، ومن ناحية أخرى بين المقدمات الكبرى والصغرى، وصولاً للنتيجة الصادقة، ليصبح صدق القياس مرهون بضرورة العلاقات، وليس نتيجة ارتباطها بالواقع، ليضحي المنطق الصوري بذلك منطق شكلي وعام ومطلق، مما جعل أرسطو يؤكد على أهمية البرهنة أكثر من القياس قائلاً: " فكل برهنة قياس ، وليس كل قياس برهنة" [7]

إن الهدف الكامن من وراء تلك الصورة المنطقية عند أرسطو، هو تفسير وتتبع العلاقات التي جلبت الصدق للنتيجة من خلال لغة قادرة على وصف الأنواع الأساسية من المواضيع المتطلبة لفهم كامل للواقع ، ولتحقيق

هدف تطوير النظرية المنطقية لابد من التوأمة بين تصور ما يوجد في العالم وكيفية فهمه، ومن هنا ألزم الاتجاه للواقع كعامل قياسي على صدق البرهان المنطقي بصورة مجردة على هيئة لغة وعلاقة معناها بالواقع.

وعلى الرغم من الاعتقاد السائد أن المنهج الأرسطي هو آلة التفكير الأولى للبشرية ، نجد سابقيه استخدموا آليات منها الاستنباطي الجدلي لتطهير العقل من الجهل عبر النقاش التحليلي مثل سقراط ومنهج الجدل الديالكتيك (التوليد) ، وكذلك الحضارات الشرقية القديمة نجد للمنهج أثر تطبيقي أكثر من كونه أسلوبي، فقد جادل الفكر القديم الطبيعة لتغلب على المصاعب التي تواجه بمنهج تطبيقي يخاطب المشاكل ووضع الحلول الأكثر ملائمة للتعامل مع الطبيعة. فكانت البداية الجدلية بين الفكر والمصاعب في العالم المعاش.

وبالنظر في المسار التطوري للمنهج للعصور الوسطى، والتحفظ على العامل الديني من ضمن أساسيات البحث العلمي، أضحى المنهج النقلي الاستنباطي نقل يوائم النص المقدس مع بعض التحفظ على المنهج الاستقرائي، ومع بداية القرن السادس عشر ظهرت دلالات المنهج المستقاة من الفلسفة اليونانية، فعرفت المناهج الفرضية والاستنباطية ، والاستقرائية، والتجريبية، التي كانت مطموسة بسبب الفكر الديني في العصور الوسطى.

وبنفس المسار التطوري عبر القرن السابع عشر والبحث عن منهج موضوعي ، وخاص ، ونسبي، يكون هدفاً ومطلباً لكل البحاث والعلماء الذين يسعون للبحث عن الحقيقة العلمية، كان منهج " فرنسيس بيكون " ذو المبادئ التجريبية الجديدة ، ليمثل الإرهاصات الأولى في عدم اقتصار الفكر على البحث النظري والمقدمات المنطقية ، وضرورة الاعتماد على التجريب والملاحظة للوقائع الخارجية الموضوعية وتنظيم المعطيات لتحديد ما هو جوهري منها وما هو عرضي، ومن ثم مقارنتها مع الفروض لمعرفة ما يؤيدها ومالا يؤيدها ثم وضع القوانين والتحقق من صحتها في ظروف تجريبية جديدة، ليصبح المنهج العلمي التجريبي هو ذلك المنهج الذي يبدأ بالملاحظة وينتهي بالتجريب والتحقق من صدق الفرضيات، وبذلك يخالف المنهج الاستنباطي؛ الذي يبدأ برهانه بقضايا مسلم بها، ويسير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة دون الالتجاء إلى الملاحظة ثم الفرض وتحقيقه بواسطة التجربة، وصولاً للقوانين التي تكشف عن العلاقات بين الظواهر [8]هذا التطور الفكري دعا ديكارت لتعريف المنهج بأنه " قواعد وثيقة سهلة تمنع مراعاتها الدقيقة من أن يؤخذ الباطل على أنه حق "

وعلى الرغم من تلك النقلات التطورية للمنهج ، ظلت إشكالية تبرير صدق نتائجه في العلوم الإنسانية والتطبيقية قائمة حتى بداية القرن التاسع عشر، الذي كان لانقسام المناهج تبعاً للموضوعات البحثية هي السمة السائدة لذلك العصر، برؤية معيارية تجد إن للتجربة أهمية قصوي في معيارية صدق الموضوعات ، لتكون الموضوعات التطبيقية هي الأقرب للصدق بحكم النتائج التجريبية التي أضفت عليها سمة اليقين ، فأدى هذا الانقسام بطبيعة الحال لانقسام المناهج المستخدمة إلى قسمين: مناهج خاصة للعلوم التطبيقية ، ومناهج للعلوم الإنسانية، مع الأخذ في الاعتبار باحتمالية اشتراكهما في المناهج ذاتها بما يتناسب مع طبيعة الموضوع

المدروس، لذا لم تقتصر التجربة على العلوم التطبيقية فحسب، بل استخدمت المناهج التجريبية في بعض العلوم الإنسانية ليُعرف هذا العصر بعصر التأسيس العلمي للدراسات الاجتماعية لاهتمامه باستخدام المنهج العلمي التجريبي للبحث في العلوم الإنسانية بمنهجية وأساليب مستخدمة في العلوم الطبيعية مع مراعاة اختلاف الظواهر بين العلمين ، كان هذا الاتجاه على يد أوجست كونت(Auguste comte1857 – 1798) فأصبحت الظواهر الإنسانية تدرس بطريقه وصفيه تحليليه منظمة لاستخلاص القوانين التي تخضع لها هذه الظواهر، فتطور منهج العلوم الإنسانية أكثر فأكثر خاصة على يد أميل دور كايم ، وذلك بعدما وضع قواعد منهجية في 1901 للعلوم الاجتماعية [9]، إيماناً منه إن ظواهر العلوم الإنسانية لا تقل أهمية في استخدام المنهج التجريبي عن العلوم التطبيقية وذلك نتيجة لاختلاف وتعدد ظواهرها.

وبتعدد الظواهر الإنسانية تعددت المناهج فكان لكارل بوبر في هذا الصدد قول يوضح فيه ضرورة تعدد المناهج بتعدد العلوم وبتعدد الظواهر في العلم الواحد، إلا إنه يرى بالرغم من التعدد في تلك المناهج ولكنها تنتمي جميعاً لمنهج واحد علمي ، حيث ترجع جميعها إلى التفسير العلمي الاستنباطي والتنبؤ والاختبار [10]

والجدير بالذكر، إن توفر مجموعة من المبادئ والقواعد الخاصة لعلم ما أو ظاهرة معينة لا تعني بالضرورة أن ذاك العلم ملزم بالأخذ بمنهج واحد، فهذه المجموعة من المبادئ والقواعد للظاهرة يوجد لها عدة مناهج بالنسبة للعلم الواحد والظاهرة الواحدة فقد يلجأ البحاث لأكثر من منهج في دراستهم للظواهر، لكون المنهج ما هو إلا أداة لتحقيق الموضوعية، وبالأخذ بعملية البحث عن المناهج الأكثر مناسبة لطبيعة العلم ظهرت فكرة العلم البينيInterstitial science: العلم الذي يتضمن مجموعة من العلوم مثل ؛ علم الكيمياء وعلم الفيزياء، وعلم البيولوجيا، وعلم البيئة .... في دراسة الظاهرة ، لأثبات العلمية و الموضوعية الكاملة لدراسة الظواهر [11] وهي تعني بذلك تظافر المناهج في دراسة الظاهرة الواحدة، أي بمعنى تكامل وتفاعل المناهج المختلفة لدراسة ظاهرة من جميع جوانبها وفي كافة المجالات .

فالظاهرة التي تتعامل مع مناهج متعددة شريطة أن تلتزم تلك المناهج بأصول المنهج العلمي المستخدم ، تدخل في ركب الظواهر المدروسة علمياً على الرغم من تعدد مناهجها، لأن المنهج الذي يفسر الظواهر كافة طبيعية كانت أو تطبيقية هدفه التوصل إلى حقيقة الأسباب ووضع الحلول المناسبة لمواجهتها ، لكون المنهج العلمي ومنهجية البحث تقوم على دراسة الظواهر وكل ما يحيط بها من مسببات، أي لا تقتصر على جانب واحد فقط ، لذلك يحاول الباحثون دراسة الظاهرة بصورة تكاملية، من خلال اتخاذ المناهج المناسبة لكل جوانبها، من أجل إيضاح صورتها المنطقية ويتم ذلك بتبيان العلاقات التي تربط بين مكونات تلك المادة العلمية، في مفاهيمها، وفي قضاياها، والإشكاليات التي تثيرها ، في ظل هذا التكامل المنهجي وتظافره ظهرت منهجية علم محاكاة الطبيعة ، أو ما يعرف **بمنهج المحاكاة التكاملي** الذي يهدف من ورائه تحقيق الاستدامة في مجالات كثيرة منها: الهندسية بجميع تطبيقاتها ومجالاتها، والطبية وتقنيات معداتها، وعلم سلوك الإنسان الفلسفية والاجتماعية، والعالم الرقمي اللغة المعاصرة لكافة تلك المجالات .

مما سبق يتبين لنا أن المنهج العلمي الذي يقوم على استقراء الوقائع الملاحظة، والتجربة، والمقارنة والتأمل ،والاستنتاج، لا يعني أنه مجرد تقنية مادية نقوم باستخدامها لإيجاد حلول لإشكاليات الظواهر وتفسيرها، فالتعامل مع الظاهرة من خلال مظاهرها المادية فقط يجردها من أبعادها الفلسفية ومن مضامينها غير المنظورة، وعليه أصبح أهمية المنهج العلمي تكمن في دوره التطوري، الذي أدى إلى تطور العلوم، هذا الدور التطوري أصبح كامناً في العودة للطبيعة وفهم مكنوناتها للاستفادة منها في حياتنا التطبيقية ، وذلك من خلال ربط العلاقة بين تفسير الظاهرة وكيفية تطبيق منهجيتها ، فكانت بذلك الطبيعة هي المعلم الأول لتعليم القوانين ومبادئها ومن ثم تقليدها لحل المشاكل المعقدة عن طريق عدة مناهج تبنى على تلك المحاكاة، أي محاكاة الظواهر الطبيعية واستنباط منهجيتها، وتطبيق تلك المنهجية تقنياً، لربط علاقة الجانب التقني الطبيعي بالجانب التقني المادي، من خلال التفكير العلمي التأملي والتطبيقي التجريبي.

وفي هذا الصدد أصبحت الطبيعية هي المرشد الأول للمنهجية العلمية، فهي كائن حي منظم ذاتي التنظيم تتفوق في قدراتها المنهجية العديد من المجالات على قدرات الإنسان البشرية لذا فهي المصمم المتكامل الذي نستخلص منه حلولا للمشاكل التي تواجهنا لاكتشاف اتجاهات جديدة نتعايش بها في بيئاتنا في وحدة متكاملة كما تتعايش تلك الطبيعة مع كل ظواهرها في تكامل تام، من هنا كانت مشكلة البحث عن منهجيه تمكننا من الاستفادة من تلك التعايش هي الهدف الأسمى للباحثين، فظهر في العلم محاكاة تلك الطبيعة كأداة استراتيجية لتحقيق التعامل مع الواقع من خلال دراسة تطبيقاتها في مجالات متعددة كالتصميم والعمارة والبيولوجي للتوصل إلى فكر يضاهي ذلك التصميم ويحقق التوازن مع البيئة والدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا.

ثانياً: منهج المحاكاة وتاريخ تطوره.

عندما نظر الإنسان للطبيعة وكل ما تشتمل عليه من جوانب فيزيائية وبيولوجية واجتماعية ، كعنصر أساسي للاستلهام، شيد الطبيعة الصناعية لعالمه، وذلك لما تمتاز به – الطبيعة – من ترابط عناصرها وتكاملها مع بعضها البعض، وهذا ما جعلها المجال المؤثر بفاعلية مستديمة والنموذج المنهجي للمحاكاة منذ القدم . فلم تكن تلك المنهجية وليدة الحاضر، بل حاكى الإنسان الطبيعة بكل مكوناتها منذ الأف السنين، واستلهم منها كيفية التغلب على كل مصاعب الحياة، ولنا في كيفية الدفن والغراب مثال، وباستمرار الصعاب تزايد الاكتشاف من خلال التأمل والتقليد، فعرف الإنسان الملابس من جلود الحيوانات وفروها، وأخذ منهجية مراقبته للطبيعة ومنظوماتها والحيوان وسلوكه والنبات ومكوناته أساساً لتكييف تعايشه مع الطبيعة ، لكونه عنصراً من ضمن عناصرها، ومع تزايد مواجهته المصاعب في التعامل مع ما يجهل من مكوناتها ، كانت الفرضيات هي الأسلوب الأمثل للتكيف فيها، ولنا في الأساطير وقصص التاريخ دليل على بدايات "علم محاكاة الطبيعة الافتراضي" ، فهو علم قديم في جذوره حديث في تطبيقاته، فقدم هذا العلم يلازم قدم الفلسفة وكذلك تطوره، فقد حاكت الحضارات الشرقية القديمة الطبيعة في كل مجالاتها الطبية والمعمارية والفنية ، فاستخدمت المواد التحنيطية للملوك الفرعونية من نباتات وتركيبات عشبية ، وجدو فيها ما يدل على محاربة

تلك النباتات للفيروس والبكتيريا، فقاموا باستخدامها للمحافظة على موتاهم، وكذلك الأشكال الهندسية والمعمارية للمعلقات والأهرامات وأبو الهول ماهي إلا انعكاسات تطبيقية لما في الطبيعة وتقليده، أما الفن والموسيقي ومحاكات الأصوات باختلاف أنواعها كانت الطبيعة بكل مخرجاتها هي المجال الأول المتناغم لتلك الفنون.

وبتتبع تلك المنهجية عبر العصور، نجدها في الفن عند الفلاسفة اليونانيين، فقد فسر أفلاطون الفن بأنه محاكاة، وتنقسم تلك المحاكاة إلى قسمين: قسم يعتمد على المعرفة ويصاحبها الصدق، وقسم لا تصحبه معرفة وثيقة بحقيقة الأصل الذي يحاكيه، وإنما هي نقل آلي يعتمد على التمويه ، لذلك لا تُعبر عن الجمال الفني الحق لأن أصحابها شغفوا بنقل الواقع كما يبدو لحواسهم، وابتعدوا عن العمق والمعقولية وإلتزام الأهداف الأخلاقية، فكانت محاكاة تبدوا للناظر أنها تشبه الحقيقة ولكنها خيال لا يشبه الحقيقة، مقابل المحاكاة الأولى المشابهة للحقيقة [12]، هذا ما أكده سقراط في محاورة جورجياس بقوله: " بأن المحاكاة التي لا تتعمق في معرفة طبيعة الشيء لا يمكن أن يكون لها قيمة" [13]، وهنا تلتقي المحاكاة الحقيقية بالفلسفة لخلق الفن الجيد الصحيح الذي يحاكي الأصل بقدر الإمكان وصولاً للمثالية، لا لصور شبيه بالحقيقة.

ونلاحظ أنه منذ نشأة مفهوم المحاكاة في الفن وهو يختص بالنظر للطبيعة والتعلم من انسجامها وتناسقها لتكوين الصور الفنية التي تعكس المنظور العقلي لتلك المحسوسات، فهذا الإدراك للعالم الحسي ومحاكاته نظر إليه أرسطو بأنه غريزة فطرية منذ الطفولة، لذلك رأي أن الفنان المبدع عندما يحاكي الطبيعة ، لا يحاكي مجموع الكائنات المكونة للعالم الطبيعي بل القوة الباطنة المحركة للكائنات حركة تلقائية تنشد بها كمال صورها ليكمل بها الطبيعة ، وذلك من خلال تجاوزه لها بحثاً عن المثل الأعلى. [14]

وبذلك تكون المحاكاة عند أفلاطون وأرسطو تصوراً خاصاً، ففي كتاب الجمهورية كان أفلاطون قد انتقد الفن فاعتبره مجرد محاكاة لمحاكاة، فمثلا قد يصنع الصانع سريرا، مقلداً لفكرة مجردة أبدية، أما الرسام فلا يهتم إلا بما هو ظاهر خارجي، ولا يحاكي إلا ما صنعه الصانع. فالمقصود بالمحاكاة عند أفلاطون هو النسخ، أما أرسطو في كتابه فن الشعر، فلخص نظريته حول المحاكاة "في أن مبدأ كل الفنون يقوم على محاكاة الطبيعة لا بوصفها شكلاً أو مثالاً وإنما لما فيها من مظاهر عامة دائمة تصلح لكل زمان ومكان، وذلك ما يميز الفنان أو الشاعر في رأيه عن المؤرخ الذي لا يهتم إلا بدقائق الأمور وحوادثها التفصيلية" [15] وقد أدى المفهوم الأرسطي دوراً مهما في تطور مدارس الأدب بأوروبا منذ عصر النهضة إلى أواخر القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر.

بهذه التحليلات لمفهوم المحاكاة في الفلسفة اليونانية يتبين لنا من حيث المبدأ ، أن المحاكاة بمفهومها اليوناني لا يختلف عن علم محاكاة الطبيعة المعاصر، فتكرار أو محاكاة العديد من العمليات والظواهر الحيوية الموجودة في الطبيعة لا يتأتى إلا من خلال معرفة القوة المحركة لتلك الكائنات الحية وظواهرها كما أشار أرسطو في المحاكاة الفنية ،أي العودة للطبيعة وفهم مكوناتها للاستفادة منها في جميع مجالات حياتنا، لذلك

كانت للأجهزة والأنظمة التقنية التي ظهرت منذ مئات السنين دوراً هاماً في تطور منهجية المحاكاة، وأول محاولة تقنية كانت دراسة الطيور للأخوين رأيت : ORVILLE AND WILBUR WRIGHT'S, اللذان اخترعا أول أثقل طائرة تحاكي طريقة طيران الحمام الزاجل، وفي عام 1960 م طور "جاك ستيل" مصطلح " البيولوجيا الإلكترونية" [16]ويعني به محاكاة أنظمة الطبيعة التطبيقية، لذلك تُعد المحاكاة قديمة في جذورها حديثة من حيث التطبيق العملي التقني.

ولهذا يُعرف مفهوم المحاكاة لغوياً في القاموس العربي بأنه الْمُمَاثَلَةُ، الْمُشَابَهَةُ، التَّقْلِيدُ، فهو مصطلحٌ ذات طابع ميتافيزيقيٌّ، يونانيُّ الأصل قديم قدم الفلسفة ، مشتق من مجموع كلمتين الأولى (bios) والتي تعني الحياة في اللغة الإغريقية و كلمة (mimesis) والتي تعني المحاكاة [17]، وهي تعني تكرار أو تقليد العديد من العمليات والظواهر الحيوية الموجودة في الطبيعة ضمن إطارٍ فلسفي علمي يعكس الشكل والطريقة والمنظومة التي في الطبيعة وتحاكيها بتطبيق المباشر في كثير من حقول العلوم التطبيقية والصناعية بهدف إنتاج منتجات صناعية و بآليات صنعية (من صنع الإنسان) مشابهة وتحاكي مثيلاتها الطبيعية .

وفي المقابل نجد البروفسور توماس شبيك يؤكد على أن المحاكاة ليس نقلاً كربونياً عن الطبيعة، ولكنه ابتكار جديد مستوحى من أمثلة طبيعية، فهو يمر بعدة مراحل قبل أن يصل إلى المنتج النهائي" [18] وهنا يؤكد أن الطبيعة وما تتميز به من خاصية التطور المتعدد من المواد الأولية هي ما يجب أن يحاكيه الإنسان ، لكون عملية التطور الدائم أساسها التأقلم مع كل الظروف والتغلب عليها واكتشاف ما هو جديد مما يمتلك وهذا ما يحتاجه للاستمرارية، فمثلاً بياض البيض مكون من عدد قليل من الجزيئات، 20 حمض أميني على وجه التقريب، ولكن يَنتج عدداً ضخماً من المواد، فقد استلهم الإنسان هذه الخاصية في صناعة النسيج: فالخيوط تصنع من الألياف، ومن الخيوط تنتج الأقمشة. وبمشاهدة الطبيعة يجد الإنسان أن الأمر لا يتوقف على سيقان النبات المكونة من الألياف، إذ أن العظام أيضا مكونة من الألياف، وتحليل هذه التركيبات الطبيعية للمواد المختلفة، ثم نقلها وتحويلها لتقنية جديدة يفتح مجالاً كبيراً من التطبيقات، وبذلك يكون الهدف من عملية المحاكاة ، ليس إعادة إنشاء موقف معين أو مجموعة من المواقف بكافة تفاصيلها ،لتقديم نموذج مقلد للطبيعة، ولكن خلق الطاقات الجديدة المقلدة ليصل بها العلم إلى تكنولوجيا مستقبلية متناغمة ومتسق لخدمة الإنسان.

كما أن قدرات الطبيعة تتفوق في العديد من المناحي والمجالات على قدرات الإنسان البشرية في التكيف والتغلب على مصاعب البيئة، فقد استلهم العلماء هذه الخاصة فمن محاكاة نباتات "البوص" التي تنمو في منطقة البحر المتوسط ، وقدرتها على الاحتباس البخاري، وكذلك قدرة نبات ذنب الخيل بالقنوات الوظيفية التي تفتح في جدار العود، تم محاكاة تلك القدرة في مد توصيلات الوقود و المياه والكهرباء عبر القنوات، ولن تتوقف قدرات الطبيعة في التغلب على مصاعب البيئة عند هذا الحد، فخاصية الالتئام الذاتي، أي إصلاح الذات من أهم القدرات لدى المكونات الطبيعية، فعندما بجرح الإنسان أو ينكسر عود النبات يقوم بإصلاح ذاته، فأمكن تقليد هذه الخاصية في المعمل، وإصلاح ثقوب في أنسجة تصل إلى 5 ملليمترات باستخدام

الوسيلة نفسها التي تستخدمها الطبيعة، كما حاكى العلماء طريقة نبات اللبان المتسلق الذي ينقل المياه حتى مسافة 1 كيلومتر في إمكانية نقل السوائل إلى اعلى بدون مضخات، ولقد ساعد تطبيق هذه التقنية في الزراعة على الاقتصاد في المياه المطلوبة ومنع تبديد كميات المياه.

ونتيجة لما سبق، تُعد الطبيعة مجالاً خصباً يساعد على الابتكار الإبداعي لكونها مصدر الإلهام ، هذا المجال يندرج تحت Bio – mimicry ويعرف بأنه الإلهام الطبيعي لابتكارات مجالات مختلفة، من خلال محاكاة وظائف الطبيعة ، مقابل مجالات أخرى للطبيعة ومحاكاتها مثل: Bio–morphism الذي يحاكي الشكل الجمالي لمظاهر الطبيعة حتى وأن كان ليس طبيعياً، ليلهمنا بشكلها الجمالي وتقليده في حياتنا من حيث الألوان وتناسقها ، وأحجامها ، وانسجامها وتناغمها بشكل مادي ليس بالطبيعي، كما أن هناك نوع آخر من المحاكاة، هو استخدام الطبيعة بذاتها Bio – utilization وهو استخدام المحاكاة لخدمة البشرية في صورة تكنولوجيا، هذه المجالات في مجملها تنظر للطبيعة بأنها مصدر إلهام، وجميعها بينها تناغم ، ولكننا نركز في بحثنا على Bio – mimicry ، أي كيف نتعلم من الطبيعة ونطبقها في حياتنا شريطة إلا نكون مثلها ، ولكن مقلدين لها ؟ وما الأشياء المقصودة في الطبيعة كمصدر للإلهام والمحاكاة؟ وما دور الطبيعة في عملية المحاكاة؟.

إن ما نعنيه أن الطبيعة مصدر إلهام، أن بها أشياء تمثل هذا الإلهام لذلك تُعد الطبيعة نموذجmodel ؛ أي أنها النموذج الأمثل الذي نستنبط منه الأشكال والأنماط التي تستخدم والاستراتيجيات التي نتعلم منها والعمليات التي تقوم بها الطبيعة فتلهمنا بأفكار إبداعيه جديدة ومستدامه، الطبيعة مرشد mentor ؛ أي مصدر المعرفة فنسعى باحتراف للاستفادة من عبقريتها في أعمالنا التطورية، لتطوير المجتمع والتصاميم الطبيعة مقياسmeasure؛ أي أنها نقطة مرجعيه نرجع إليها لنُقيم انفسنا ومعايير النجاح مقارنة بنظامها الإبداعي، وبذلك تكون الطبيعة كنموذج ومرشد ومقياس لعملية المحاكاة، ولو تساءلنا عن الأشياء التي نتعلم منها في عملية المحاكاة ، لوجدنا اقتصارها على (الشكل والطريقة والنظام) المتخذ في الطبيعة لكائناتها: فمن شكل Form منقار الطير ذو القوة والإتقان لمجابهة البيئة وتلبية حاجاته منها، استلهم شكل مقدمة القطارات ووسائل المواصلات ، ومن الطريقة Process في تأسيس المواد الأساسية التي تحميها من مجابهة مصاعب الطبيعة، وتجعلها مزدهرة ولها القدرة على العيش في بيئتها ومستمرة، من خلال إفراز مواد كيميائية على أجسامها تحميها من إشاعة الشمس الضارة، وطريقة التي تقوم بها كي تقوم بتصنيع تلك المواد، ومن طريقتها الهندسية في بناء منازلها وخلاياها، وكيفيتها التنظيمية في عملية البناء والانسجام والتناغم في العمل ، من مجمل هذه الطرق نتعلم وتتم عملية المحاكاة، وكذلك نحاكي في الطبيعة المنظومة System التي تقوم بها في البيئة لعملية التفاعل والتعاون مع بعضها البعض بالرغم من اختلافها لتعيش في توازن وانسجام.

ثالثاً: نظريات المحاكاة .

هناك نوعان من نظريات التقليد (المحاكاة)،التقليد عند الإنسان والتقليد عند الحيوان.

أولاً التقليد عند الإنسان .

أ – النظرية التحويلية:

تشير النظريات التحويلية إلى أن عملية المحاكاة (تكرار السلوك) يتم إنشاءها داخليا من خلال العملية الإدراكية لمراقبة السلوك، وهذه المراقبة تجعل عامل التكرار ممكناً ، أي تتولد لدي الإنسان القدرة على التكرار نتيجة الإدراك الناشئ من التركيبة الدماغية ، وتُعد النظرية الإدراكية الاجتماعية **في التعلم بالملاحظة والتقليد لألبرت باندورا Albert BANDURA** أحد الأمثلة على النظرية التحويلية: فقد بين باندورا بنظرية التعلم الاجتماعي، أن عملية التعلم تتم من خلال تقليد نموذج معين، وهذا النموذج لا ينحصر في شخص ما، وذلك عندما يدرك الإنسان مدى قدرته على محاكاة تلك السلوك المُدرك، أي عملية المحاكاة تتكون من جزأين هما: وجود قدوة وملاحظتها وتقليد سلوكها ، ونظام نفسي للفرد يمثل إحساس الفرد بقدرته على تقليد السلوك (مفهوم الفرد عن قدراته) [19].

وبذلك يبين أن عمليات المحاكاة تبدأ داخلياً ومن ثم يتحول هذا الشعور لمراقبة النموذج وتقليده، لذا تنطلق هذه النظرية من افتراض رأي مفاده أن الإنسان كائن اجتماعي يعيش ضمن مجموعات من الأفراد يتفاعل معها ويؤثر ويتأثر فيها، فهو يلاحظ سلوكيات وعادات واتجاهات الأفراد الآخرين ويعمل على تعلمها من خلال الملاحظة والتقليد. حيث يعتبر هؤلاء الآخرين بمثابة نماذج (Models) يتم الاقتداء بسلوكياتهم، وتتم عملية التقليد وفق ما يتوسط الملاحظة من عمليات معرفية تُمكن المُلاحظ من التنفيذ وهو ما يعرف بـ "التعليم الكامن" [20]، وبجانب هذا الجانب المعرفي يوجد الجانب الانتقائي ، الذي يقوم بانتقاء السلوك المُقلد من النموذج بناءً على المستوى الدافع والعمليات المعرفية لدى الفرد المُلاحظ.

ومن هنا أشار باندورا أن التعلم بالملاحظة يتضمن ثلاث آليات رئيسية هي: أولاً العمليات الإبدالية" **Reciprocal processes** وهي تأثير سلوك النموذج على نحو بديلي في سلوك المُلاحظ ، ثانياً: العمليات المعرفية " **Cognitive Processes** " ، وهي عملية قائمة على انتقاء السلوك المراد تقليده بعد ملاحظته بناءً على معرفته ، ثالثاً: عمليات التنظيم الذاتي " Self – Regularity Processes [21] وتأتي هذه العملية كمرحلة تنظيمية للأنماط السلوكية المستطاع القيام بها والمتوقعة نتائجها.

ب – النظرية الترابطية: ترى أن عملية محاكاة السلوك لا تأتي من داخل أنفسنا ولكن فقط من محيطنا أو الخبرات المكتسبة، وبذلك تنفي أن يكون للإحساس الداخلي دور في عملية المحاكاة، لكونها تقوم على فرضية أن المعرفة موجودة في العالم وليس في رأس الفرد بشكل مجرد، لقد أطلق عليها اسم نظرية التعلم في العصر الرقمي [22]، الترابطية: نتيجة تأثير التكنولوجيا على معيشة الناس، و كيفية تواصلهم وطريقة تعلمهم ، فقد وصفها ستيفن داونز " بأنها المعرفة الموزعة عبر شبكة من الاتصالات والتي تظهر من خلالها قدرة المتعلم

على بناء واجتياز تلك الشبكات [23]." لذا تُعد النظرية الترابطية هي انعكاس لطبيعة التطور المتسارع للعالم، لكننا نلاحظ أن هذه النظريات تختص بالإنسان لكونه هو الوحيد الذي يتميز بعمليتي التحويل والترابط في عملية المحاكاة.

ثانياً: نظريات التقليد عند الحيوان.

أما فيما يخص نظريات التقليد عند الحيوانات، فقد عرفت بنظريات باتسيان نسبة إلى العالم هنري والتر باتسيان (1825–1892) الذي قام عام 1861 م بتقديم نتائج الأبحاث على الفراشات بناء على نظرية تشارلز داروين عن التطور، موضحاً أن المحاكاة عند الحيوانات هي حالة من حالات المحاكاة الوقائية أو الدفاعية، حيث يكون المحاكي أفضل من خلال تجنب المواجهات مع مستقبل الإشارة، وذلك بعدما قام بدراسة مجموعة من سلوكيات الفراشات وباستخدام نظرية الانتقاء الطبيعي لداروين استنتج باتسيان أن التطور له دور في مجتمعات المحاكاة في الحشرات .

كما كان للتقليد عند مولريان نظرية تري أن التقليد هو شكل من أشكال المحاكاة حيث يظهر حيوانان خطران لا علاقة لهما بمظهر مماثل كجهاز واقي مشترك، أي تتشبه مجتمعات كاملة من الأنواع ببعضها البعض بيولوجياً لتجنب الحيوانات المفترسة والوقاية من الخطر وتسمي بالتبادل المنفعي للحماية، **مثل محاكاة** فراشة ساعي البريد الحمراء وفراشة ساعي البريد الشائعة التي تظهر موضعًا مماثلًا تقريبًا للنقاط على الأجنحة مثل ما يوجد على أجنحة فراشة ساعي البريد الحمراء للحماية. كما تعتمد الحيوانات على محاكاة البيئة للتخفي، مثل بعض اليرقات التي تستقطب اللون الأخضر من الأشجار التي تعيش عليها[24] .

وحيث أن الإنسان من بين تلك الكائنات الموجودة في الطبيعة ويسعى دائماً للعيش فيها براحة وسعادة، عليه أن يلتمس ذلك لمواجهة صعابها من محاكاته لتلك الكائنات واستخدام منهجيتها في التغلب والتكيف مع كل الصعاب التي تواجهه ، فقام بتطبيق تلك المنهجية لتحسين حياته ومن النماذج التطبيقية في المجالين الإنساني والتطبيقي نقف لنعطي بعض الأمثلة كنماذج وتبيان أهمية تلك المنهجية في أساسيات حياة الكائن الحي .

رابعاً: تطبيقات المحاكاة .

إن علم محاكاة الطبيعة هو العلم الذي يهتم بالمحاكاة البينية لكل العلوم التطبيقية والإنسانية، مستخدماً لذلك أحدث المقاييس التطورية، ابتداءً من المقاييس الماكروية وانتهاءً بالمقاييس النانويةً التي تُعد العامل الأساسي لتطور العلوم وتقدمها خاصة العلوم التطبيقية والهندسية والصناعية والحيوية ، وفي إطار فلسفي سنقف عند أهم تلك التطورات المنهجية ، لتبيان التطبيقات المباشرة لمحاكاة الطبيعة في كافة المجالات

العلمية، مقتصرين على بعض النماذج كأمثلة في العلوم الإنسانية الاجتماعية ؛ مثل المحاكاة في علم النفس الاجتماعي، وعلم النفس العام . أما العلوم التطبيقية ، سنفرد لها بحثاً مستقلاُ نتناول فيه منهج المحاكاة في المجالين المعماري والتكنولوجي.

أ – العلوم الإنسانية :

تستعمل كلمة محاكاة في سياقات عديدة لكافة الكائنات بأشكال متفاوتة ، فهي سلوك متقدم يأتي بعد المراقبة والتكرار أي التقليد، لذا تُعد شكل من أشكال التعلم الاجتماعي الذي يسمح بنقل السلوكيات والعادات وغيرها بين الأفراد وانتقالها إلى الأجيال، وسبق وأن تناولنا مصطلح التقليد بمعنيين : الأول ؛ المحاكاة بمعنى مطابقة الفعل الأصلي وتُعد بذلك تقليداً، والثاني ؛المحاكاة بمعنى تقليد الفعل مع تطويره بما يتناسب مع الظاهرة وتُعد تطويراً.

أما ثورندايك فقد عرف المحاكاة على أنها " تعلم عمل فعل من رؤيته يُعمل" فربط بين المثيرات والاستجابات لتكون من أهم دعائم التعلم عند الإنسان والحيوان على حد سواء، موضحاً أن التعلم بالمحاولة والخطأ أفضل نموذج للمحاكاة، واضعاً لذلك عدة قوانين : قانون الأثر الطيب، قانون التدريب أي تكرار العمل ولهذا القانون شقين هما :الاستعمال المتكرر وعدم الإهمال، وقانون الاستعداد النفسي، وبجانب تلك القوانين وضع مجموعة من القوانين الثانوية، وبصدد ذلك تكون المحاكاة هي طريقة تعليمية قائمة على الملاحظة والتكرار والاستفادة من المحاولات الخطأ وصولاً إلى العمل المُقلد الأصلي. ولم يقتصر المعنى على ذلك فقط، بل هناك بعض النظريات التي ترى أن كل الكائنات تحاكي أفكاراً من حضارات أو بعض الكائنات الأصلية، على سبيل المثال ، نظرية الانتشار التطوري، ترى أن الحضارات تؤثر على بعضها، لكن هناك أفكاراً متشابهة يمكنها أن تظهر بمعزل عن بعضها، لتشكل تفاعل قائم على محاكاة السلوك الفردي لمجموعة الكيانات الاجتماعية وتكرارها.

فقد انطوت مقدمة ابن خلدون على الكثير من الأفكار الخاصة بتأثير التقليد أو المحاكاة في الحياة الاجتماعية, مما جعله يطلق على هذه العملية مصطلحات كثيرة مثل المحاكاة, والتشبه, والاقتدار والتقليد, فقد بدأ قوله بأن التقليد ظاهرة قديمة قدم الإنسان ذاته فهو صفة عريقة في الآدميين, وبعبارة أخرى أن المحاكاة للإنسان طبيعة معروفة، كما أرجع أبن خلدون التقليد إلى أسباب نفسية أو ذاتية موضحاً الدافع إلى التقليد هو نزعة داخلية تدعو الأفراد إلى تقليد بعضهم البعض. [25] وبذلك حظيت فكرة المحاكاة أو التقليد أو النقل التاريخي باهتمام كبير عند مفكري علم الاجتماع بداية من ابن خلدون حتى القرن التاسع عشر, وخاصة عند إيميل دور كايم ، فقد دار حوار بينه وبين جابريل تارد تناولا فيه أثر المحاكاة في الحياة الاجتماعية، وقد طرحا من خلال هذا الحوار قضية العلاقة بين علم الاجتماع وعلم النفس، موضحين مدى التأثير المتبادل بين المتغيرات الاجتماعية والنفسية على الوظائف التي تُؤدى في المجتمع.

وفي هذا الصدد، انتقل مفهوم المحاكاة من مجال الفنون والأدب كمفهوم فردي إلى السلوك الاجتماعي ،أي الدراسات السيسيولوجية ، خاصة بعد صدور كتاب قوانين التقليد عام 1890 م لجابريل تارد Gabriel Tarde(1843–1904) الذي فسر فيه الأنماط السلوكية وعلاقتها بالمحاكاة عند الأفراد، فالمحاكاة حسب تارد لها علاقة بكل أنواع السلوك الاجتماعي سواء أكانت سلوكيات مرتبطة بعادات اجتماعية نافعة ومقبولة أو عادات اجتماعية سلبية شاذة مثل الجريمة، فالمحاكاة تتناول الأفكار والعقائد والقيم والمهارات واللغة، مشيراً في كتابه لأهمية اللغة في الأعراف الماضية، ونقل أثر الخبرات على اختلاف مستويات تنظيمها عبر الأجيال وعبر عقول الأفراد رغم أنها ليست الوسيلة الوحيدة [26].

أما دوركايم فقد أشار في كتابه "تقسيم العمل الاجتماعي" لنوعين من المجتمعات: النوع الأول مجتمع آلي ؛ وفيه الأفراد المجتمعين غير قادرين على تغيير أوضاعهم، والنوع الثاني مجتمع عضوي ؛ وهو المجتمع الحديث ذو الوظائف المتباينة بين الأفراد فيكونوا شبه تابعين بعضهم البعض [27]، وبالتالي ينشأ من تقسيم العمل أشكال جديدة ومختلفة من التضامن تتأسس حول التبعيات المتبادلة بين أفراد المجتمع.

من هذا المنطلق هناك نوعان للمحاكاة: الأول يحاكي فيه الفرد الأشياء القديمة كما في المجتمعات القبلية ، والثاني في المجتمع الحديث الذي يؤسس على التتابع المتباين المتطور، وفي كلا المجتمعين يكون الفرد هو جزء مكمل للجماعة، وتكون المحاكاة عبارة عن سلوك فردي يقوم على التقليد والمتابعة أو المشابهة. إذ ينتقل هذا السلوك من فرد إلى فرد، ثم من الفرد إلى الجماعة، ثم من الجماعة إلى المجتمع، فهي فردية قبل أن تكون اجتماعية، فلا تكون المحاكاة إلا في الجماعة كما وصفها تارد وخاضعة لعدة قوانين تراتبية كنظام تصاعدي يكون فيه التقليد من أعلى إلى الأسفل وليس العكس فالموظف يقلد مديره والفقير يقلد الغني، قوتها تتعلق بمتانة العلاقة الاجتماعية الجدلية بين الفرد والمجتمع (تأثير والتأثر) [28] ، الأنماط السلوكية متداخلة وتتغير بفعل الزمن، ليكون بذلك منهج المحاكاة اجتماعي أكثر من كونه منهج فردي.

ولمنهج المحاكاة الاجتماعي دوراً هاماً في تطور المجتمع، فهو بديلاً عن منهجي الاستقراء والاستنباط التقليديين ؛ لأنه قائم على فكرة التحليل والملاحظة والتتبع التي تنتج كميات كبيرة من البيانات يمكن تحليلها ، وهذه البيانات دقيقة ومخصصة، فبالمحاكاة يكون تحليل الهياكل والعمليات الاجتماعية بعد فهم المحلل بنية وعمليات النظام ، ويصفه بالصلاحية البنيوية ويجعله أحد العناصر الثلاثة في تقييم صحة النموذج، وبذلك تستطيع المحاكاة الاجتماعية تقديم التحليل العلمي للظواهر وتوفر تفسير للسلوكيات الجديدة المتطورة في المجتمع و بناء مجتمعات مصطنعة .

وقد تتناول الدراسات الإنسانية و الاجتماعية في محاكاة العلوم الطبيعية مناهج تجريبية اصطنعتها لنفسها تناسب دراسة أحوال الإنسان وظواهره ، لذلك استخدمت أدوات وأجهزة للبحث خاصة للارتقاء بالعلوم الإنسانية ليصبح لها من النفع في المجال العلمي وخدمة البشرية ما للعلوم الطبيعية والرياضية من سيادة وتفوق في فهم الظواهر الطبيعية التي اكتشفت ، وذلك انطلاقاً من الاعتقاد بأهمية المنهج التجريبي. فعرفت العلوم الإنسانية

المحاكاة الحاسوبية للظواهر الاجتماعية كنظام تجريبي معاصر في دراسة الظواهر وذلك في عام 1994 م [29]، عندما تم نقل السلوكيات والآليات والعمليات من الواقع الاجتماعي لأجهزة الكمبيوتر كنشاط منطقي لتنفيذ هذه الآليات، وبذلك دعم نظام الحوسبة منهجية المحاكاة من خلال توضيح المناهج النظرية والمساهمة في تقييم النظريات البديلة وإلقاء الضوء على الظواهر الاجتماعية الرئيسية في العلوم الاجتماعية وتبيان كيفية انبثاقها من الفعل الفردي، وبهذا التقدم اشتملت عملية المحاكاة على شقين: دراسة الظواهر الاجتماعية بمنهج تجريبي، واستخدام نظام الحوسبة في دراسة الظواهر الاجتماعية، ليكون بذلك منهج المحاكاة في العلوم الإنسانية يضاهي التطور المنهجي في العلوم الطبيعية، وقد لعب الكمبيوتر دورًا مهمًا في تحليل تلك الظواهر الاجتماعية، و قدم بعض علماء الاجتماع دراسات محاكاة متطورة لحل بعض الظواهر الاجتماعية (مثال محاكاة هجرة الجراد وحل ظاهرة الازدحام المروري)

اتخذ منهج المحاكاة الاجتماعي من هجرة الجراد حلاً لمشاكل المرور، فقد أثبتت الأبحاث العلمية أن الجراد يقدم للمجتمعات الحل الأمثل لتفادي الحوادث ، فعلى الرغم من سفر الجراد أظهروا أنهم لا يصطدمون أبدًا مع بعضهم البعض ، نتيجة قدرة الجراد على ارسل إشارة إلكترونية إلى أي جسم يقترب منهم فيقوم بتحديد موقع ذلك الجسم و تغيير اتجاه سيره ، ووفقا لذلك تجرى الأبحاث فى تطوير حساسات السيارات لمحاكاة تلك الطريقة التي يستخدمها الجراد من أجل تفادي حوادث السير [30]

كما تُعد المحاكاة في علم النفس هي إعادة للفعل تحت تَأْثِيرِ عَوَامِلَ **نَفْسِيَّةٍ** لِحَرَكَاتٍ وَأَعْمَالٍ المُدرك، لذا تُعرف بإنها العلم الذي يبحث فِي طَبَائِعِ ذَاتِ الْإِنْسَانِ رَغَبَاتُهَا وَإِحْسَاسُهَا وَانْفِعَالاَتُهَا لمعرفة أسباب المحاكاة[31] ، فقد أثبتت الدراسات العلمية إن الإنسان لدية القدرة على المحاكاة لما يمتلكه من أنظمه دماغية تمكنه من محاكاة السلوك ، وهذا ما أقره .Hugo Karl Liepmann عام 1908 من خلال نموذجه الهرمي الذي أكد من خلاله : أن الأفعال المُخططة والمهيمنة تُحَضَّر في الفص الجداري من نصف الدماغ والفص الأمامي أيضاً، هذه النتيجة كانت الخلاصة التي توصل إليها بعدما أقام تجربته على المصابين بآفات في الدماغ ، فتوصل بإنها ليس لديهم القدرة على محاكاة سلوك الآخرين، أي تعذر الأداء [32]

وعند تحليل السلوك وجده نتيجة لانفعال داخلي أساسه الإحساس والرغبة، والإدراك ومن ثم المحاكاة أو التقليد ، وهو ما يعرف بالسلوك الخارجي، وبذلك يكون هناك انفعال فكري وانفعال حركي للمحاكاة، في هذا الإطار المعرفي للخلايا العصبية اكتشف.Liepmann الخلايا العصبية المرآتية: وهي عبارة عن شبكة عصبية في القشرة الجبهية السفلية والقشرة الجدارية السفلية لها خاصية معينة وهي تفعيل مهام التقليد، وقد سميت بالمرآة لتشابه وظيفتها في المحاكاة بنقل الصور في المرآة [33]

وقد كان هذا الاكتشاف سبق وأن قام باكتشافه عالم الأعصاب .راماشاندران أثناء تجاربه على قرود المكاك وتقليدها لسلوك البشر[34] ، لذا يُعد اكتشاف الخلايا العصبية المرآتية أهم تقدم في علم الأعصاب الإنساني ، لكونه أداة هامة للإنسان تمكنه من اكتساب المهارات المعقدة مثل اللغة،

وبذلك تكون الوظيفة الأساسية للخلايا العصبية المرآتية ، هي وظيفة إدراكية للتعلم والتقليد، وهذا الإدراك هو التواصل الخارجي مع مجتمعه وشرائحه المختلفة، فيكون الإدراك هو المحصلة للانفعال والرغبة في التقليد ، وبصدد ذلك يكون علم النفس الاجتماعي علم موضوعه الإنسان من حيث هو كائن حيّ يرغب ويُحسّ ويدرك وينفعل فيبحث في انفعالات النَّفس ووقائعها ،ومدى تأثرها بالمجتمع الذي يعيش فيه ويستعين به ، ولكنه قادر على أن يتخذه مادة لتفكيره وأن يؤثر فيه [35] وبذلك يكون للأحداث السيكولوجية ناحيتين : داخلية ذاتية وناحية خارجية موضوعية ، فالظاهرة السيكولوجية ماهي إلا سلوك الإنسان من حيث هو وحدة لا تتجزأ أي متكاملة (جسد ونفس) ، لذلك لها علاقة وثيقة بعلمين؛ علم الحياة وعلم الاجتماع ولا يفسر السلوك الإنساني إلا بتلاقي مجمل هذه العلوم : البيولوجية والاجتماعية والسيكولوجية لكونه وحده متكاملة لا تتجزأ ، وتُعد الخلية العصبية – التي تقوم بتنسيق وظائف الإنسان– حلقة الاتصال بين علم الحياة وعلم النفس ، بينما تُعد اللغة في علم الاجتماع هي حلقة الوصل الثانية مع علم النفس [36]، وبذلك تلتقي تلك العلوم في عمل بيني لتفسير السلوك الإنساني، وتدرس الظاهرة الإنسانية خارجياُ بالمنهج الموضوعي البيولوجي والاجتماعي، بينما داخلياُ أو ما يعرف بالاستبطان وهو إحساس الإحساس وتأمل ما يجول في الذهن وانعكاسه، فيكون عن طريق علم النفس، وبصدد ذلك يُعرف علم النفس الاجتماعي بانه:": فرع من فروع علم النفس يبحث في سلوك المجموعات وتأثير العوامل الاجتماعيّة على الفرد" وعندما نتطرق لسؤال سبق طرحه فيما يتعلق بالمحاكاة وهل هي خاصية إنسانية استثنائية أم هي خاصية تشمل الحيوانات أيضاً ؟ نجد عالم النفس كينيث كاي kenneth kayeيقول: أن للأطفال الرُضع قدرة على مجاراة الأصوات أو الإيماءات لشخص بالغ ، وذلك نتيجة العملية التفاعلية من أخذ الدور في حالة تتابعها ، حيث يلعب السلوك الغريزي للشخص البالغ دورا بأهمية دور السلوك الغريزي للرضيع.بينما في عام 1952 قام هايز وهايز بوصف وتوضيح أداء الشمبانزي الذي تربى في المنزل عمره 3 سنوات في مجموعة متنوعة من مواقف اختبار التقليد .أظهرت المقارنات أن الشمبانزي متساوي في هذا الصدد مع عدد من الأطفال بعمر 3 سنوات [37]،

وسبق وأن اشرنا إن قرود المكاك القديمة هي السبيل لاكتشاف الخلايا العصبية المرآتية للإنسان ، نتيجة ما تتملكه من قدرة على التقليد ، كما جُمِعت أدلة على أن دلافين تستخدم المحاكاة لتتعلم الصيد وغيرها من المهارات من الدلافين الأخرى.وقد شوهدت القرود اليابانية تبدء بغسل البطاطا تلقائيا بعد رؤية بشر يقومون بغسله[1] [38].

لذا يُعد الجزم بالقول أن المحاكاة خاصية يتميز بها الإنسان دون غيره من الكائنات ، أو يفوق القدرة في التقليد عن غيره ، لقول يحتاج للأثبات العلمي، فكثيراً ما تثبت الدراسات البحثية أن الكائنات التي غيرت بيئتها استطاعت أن تحاكي الواقع الجديد، لتجعل من الملائمة هي الصفة السائدة للتغلب على كل الصعاب ، لذاك لا نستطيع الجزم بإن القدرات الإنسانية المتمثلة في العقل هي الأداة الوحيدة القادرة علي المحاكاة ومن ثم كان الإنسان الأقدر على ذلك ، لكن علينا النظر لهذه القدرات بإنها متفاوتة وهذا الاعتقاد هو الأقرب إلى الصواب ، فهناك من الحيوانات من استطاعت أن تنسج من وبر الصوف بيوتاً تناسب أعشاش الشجر المعتادة

على السكن فيها فجمعت تلك الأجزاء وصنعت منها بيوتاً تحاكي بيوتها في الطبيعة ، لذا تتفاوت القدرات بين الإنسان والحيوانات ، كما تتفاوت قدرات المحاكاة بين إنسان وآخر، وهذا ما أكدته دراسة جديدة أن القرود من فصيلة "مار موست" تتكيف بسرعة مع اللهجات عندما تنتقل من بيئتها إلى بيئة جديدة وتحاكي هذه اللهجات في غضون أسابيع قليلة.

وفي هذا الصدد صرحت الدكتورة جوديث بوركارت لصحيفة" الاندبندنت:"."إنهم مثل البشر، عندما تنتقل إلى مكان جديد وبيئة جديدة فإننا نقوم باستيعاب لهجات جديدة، إنه لأمر مدهش لأننا لطالما اعتقدنا أن التواصل الاجتماعي مهم ولكن ليس بهذه الصورة." وأضافت: "غيرت القردة التي انتقلت إلى بيئة جديدة لهجتها كما أنه من المحتمل أن المجموعة الأصلية ساعدتها أيضا وفعلت نفس الشيء."وكان العلماء يدركون من قبل أن النداءات بين "المار موست " تختلف من منطقة لأخرى لكنهم لا يعرفون السبب وراء ذلك. واعتقدوا أنه يمكن أن يكون السبب وراثيا أو نتيجة عوامل بيئية أو اكتسبوها من خلال التعليم الاجتماعي. وقد أكد الدكتور إيفون زورشر بعد أبحاثه لعدة مستعمرات للقرود في بيئات مختلفة بقوله : "يمكننا أن نقول بأن اللهجات هي مكتسبة ويتم تعلمها اجتماعيا، لأنه إذا كانت وراثية فالانتقال لن يؤثر عليهم ولا يمكن أيضا تفسير التغييرات بالاختلافات البيئية" (39).

" كما نشرت الصفحة الرسمية لـ China News" خبراً يبين كيف لقرد الشمبانزي في حديقة حيوانات في منطقة تشونغ كينغ في الصين.يحاكي سلوك البشر في غسل الملابس بالماء والصابون بعدما شاهد ذلك العمل.

وهذا ما أكدته الدراسات البحثية التي تم نشرها في مجلةScience Advances" لجامعة كاليفورنيا وهارفارد، كارنجي بأنه بالرغم من أن البشر والقرود لا يتحدثون نفس اللغة بيد أن طرق تفكيرهم متشابهة ، وخاصة في عملية التقليد إذا تكرر العمل أمامهم مع ملاحظة عدم تكرار الخطأ عند المكافئة

وهذا لا يعني أن عملية المحاكاة لا تقتصر على الإنسان كما إنها غير شبيها بالمحاكاة عند الحيوان ، ولكن سمة التفاوت في القدرات هي السائدة لتلك العملية المنهجية ، فإننا بتتبع منهجية المحاكاة لدي الإنسان نلاحظ

أن الكثير من فهم الأطفال مستمد من التقليد الحركي قبل المحاكاة اللفظية، فتقليد للطفل هو بمثابة النشاط العقلي الذي يساعده على صياغة مفاهيم العالم، ويبدأ هذا النشاط الذهني بتقليد الحركي منذ الولادة ، فقد أشارت العالمة أندرو ميلتزوف من خلال دراستها لحديثي الولادة : " أن تقليد حركات الجسم يبدأ في عمر مبكر جداً وهو عمر الولادة". فالرضع قادرون على محاكاة التعابير الوجهية في الأيام الأولى من حياتهم، مثل مُحاكاة ابتسامة، تقطيبه ، استياء، كما كثيراً ما يقلد الأطفال أطفالاً صغاراً وهو ما يعرف بالتقليد المتبادل ، وبداية من عمر العامين يبدأ مع الطفل ما يعرف بالتقليد اللفظي ، وتختلف المقدرة على المحاكاة بين الأطفال فقد أثبت الدراسات البحثية: إن الأطفال ذوي العامين أظهروا تقليداً لأفعال حركية أكثر من الأطفال ذوي ثلاثة

الأعوام، في حين أظهر الأطفال ذوو ثلاثة الأعوام تقليداً لفظياً واقعياً أكثر من الأطفال ذوي العامين. كما أظهر الذكور تقليداً حركياً أكثر من الإناث.

وتوالت محاكاة ظواهر الحيوانات إلى الاستفادة من آلية دفاع ثعبان البحر الكهربائي Electrophorus electric's وقدرته بتغطية ثلثي جسمه الذي يبلغ طوله مترين في 5000 إلى 6000 لوحات منتجة للكهرباء تنتج 550 فولت / 2 أمبير من الكهرباء يكفي لصعق الأسماك حتى مترين .[40] فقام العلماء باستخدام تلك الآلية الدفاعية . هذا فيما يخص المحاكاة البشرية للطبيعة، ولكننا عندما نتساءل عن الكيفية المعاكسة لعملية المحاكاة ،أي هل المحاكاة عند البشر لها نظير عند الحيوانات؟

وعند التطرق لتعريف المحاكاة القائل : " أعمل كما أعمل " لوجدنا أن المحاكاة بمعناها التقليد قد مارسه الكثير من الحيوانات ، فقد حاكت قرود الشمبانزي المدربة سلوكيات النماذج الناتجة من التكرار، ودعم ذلك هايز وزملاؤه عندما قدموا دليلاً على المحاكاة عند الجرذان التي دفعت رافعة في الاتجاه نفسه كما فعلت النماذج، وبطريقة أكثر منهجية قام كوستانس وزملاؤه بتقديم نموذج اختياري "الفاكهة الاصطناعية" حيث يوجد شيء صغير يمكنه أن يُفتح بطرق مختلفة للحصول على الطعام الموضوع بالداخل–لا يختلف عن فاكهة ذو قشرة صلبة .باستخدام هذا النموذج، استطاعت قرود "ape" عديمة الذيل تقليد سلوك النموذج وصولاً للهدف والحصول على الطعام ،. وبذلك أثبتت الدراسات البحثية أن ما يتعلمه الحيوانات عن طريق المحاكاة لا يكون بالضرورة الأنماط السلوكية التي تلاحظ، فقد تتعلم الحيوانات بعض التأثيرات البيئية مثل : كيف تتحرك الأداة، أو كيف يعمل الجهاز وهو ما يعرف بـ "التعلم بالمراقبة " وهذا ما أشار إليه كارل زيمر عندما أراد معرفة مدي تفاوت منهجية المحاكاة بين الإنسان والحيوان، فقام بإجراء نفس الدراسة على ست عشرة طفلاً وأتبعوا نفس الخطوات السابقة وحالما رأى الأطفال كيف عُملت، قاموا بإتباع الخطوات نفسها، وبذلك أثبت منهجية المحاكاة عند الإنسان والحيوان، وهنا سؤال يطرح ذاته ما مدى القدرة الاستيعابية لمنهجية المحاكاة لكليهما؟ أي هل نستطيع القول بتساوي مفهومية وادراك المحاكاة لديهما؟ وللإجابة لزم التطرق للجانب النفسي لعملية الإدراك والمحاكاة ومعرفة آليتها.

ب– العلوم التطبيقية

لقد اتخذ من سونار الخفاش نظاماً لتحديد الطريق في الظلام الدامس ، ففي الآونة الأخيرة ، اكتشف الباحثون كيف يستطيع الخفاش البني الحشري ، Eptesicus fuscus، معالجة مليوني صدى متداخل في الثانية . علاوة على ذلك ، يمكنه إدراك هذه الأصداء بدقة 0.3 ملم فقط (80/1 من البوصة) ، ووفقاً لهذه الأرقام ، فإن سونار الخفافيش أكثر حساسية بثلاث مرات من نظيره من صنع الإنسان، فعملت وزارة الدفاع الأمريكية على تخصص ميزانية لمحاكاة تلك الطريقة لخدمة المجتمع ، فأدت هذه المحاكاة تطوير مهارات الملاحة للطائرات في الظلام ،كما قدمت الأبحاث التي أجريت باستخدام كاميرات التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء وأجهزة الكشف بالموجات فوق الصوتية معلومات مهمة حول كيفية طيران الخفافيش بحثًا عن الفريسة

في الليل .يمكن للخفافيش أن تصطاد حشرة من الجو حيث ترتفع الحشرة عن العشب .حتى أن بعض الخفافيش تغرق في الأدغال لالتقاط فرائسها .ليس من السهل الاستيلاء على حشرة تطن في الهواء باستخدام الموجات الصوتية المنعكسة فقط .لكن إذا اعتبرت أن الحشرة من بين الشجيرات ، وأن الموجات الصوتية ترتد من جميع الأوراق المحيطة بها ، فسوف تدرك ما لها من مهمة مثيرة للإعجاب يقوم بها الخفافيش في الواقع. في وضع مثل هذا ، تقلل الخفافيش من صريرها السونار ، لمنع ارتباكها بسبب أصداء من النباتات المحيطة . ومع ذلك ، فإن هذا التكتيك في حد ذاته لا يكفي لتمكين الخفافيش من إدراك الأشياء بشكل فردي ، لأنها تحتاج أيضًا إلى التمييز بين وقت وصول واتجاه الأصداء المتداخلة [41]. تستخدم الخفافيش أيضًا السونار عند الطيران فوق الماء للشرب ، وفي بعض الحالات ، لالتقاط الفريسة من الأرض .يمكن رؤية قدرتها الخبيرة على المناورة عندما يطارد خفاش آخر .إن فهم كيفية القيام بذلك سيسمح لنا بإنتاج مجموعة واسعة من المنتجات التكنولوجية ، وخاصة معدات الملاحة والكشف بالسونار .علاوة على ذلك ، فإن نظام السونار عريض النطاق للخفافيش يتم تقليده اليوم أيضًا في تكنولوجيا كنس الألغام[42]

وكذلك عندما قام العلماء بإلقاء نظرة فاحصة على الدلفين ، وعلى كيفية تحديد الموقع بالصدى، فدلفين يستطيع أن يحدد الموجات الصوتية تحت سطح البحر وسرعتها التي تعادل 1500 متر في الثانية ؛بدون إجراءات حسابية فقط عن طريق الإلهام ، فعمل العلماء على محاكاة تلك القدرة في الغواصات والرادارات البحرية كطريقة أمنة للجنود[43]

لاتزال المحاكاة الحيوية تتطلب المزيد من الاستكشاف والابتكار والإبداع ، ولكن من خلال العمل على استخدام المنهج البيني في التفكير و النظر إلى الطبيعة للحصول على الإلهام و المحاكاة 58 وبالفعل هذا ما قامت به العديد من الشركات، إذ جعلت ضرورة عمل المهندسين الإلكترونيين والميكانيكيين جنبًا إلى جنب مع علماء الأحياء للمساعدة باكتشاف مدي قدرة الخفاش في الرؤى الليلية و محاكات تلك المقدرة لمساعدة ضعاف البصر، وبالفعل قام المهندسون المتأثرون بسونار الخفافيش بتركيب وحدة سونار صغيرة على زوج من النظارات بعد فترة من التعرف على النظارات ، أصبح بإمكان المعاقين بصريًا الآن تجنب العقبات وحتى ركوب الدراجات، وهذا لا يعني أن هذا النظام يحل محل عين الرؤية البشرية كما أنه لن يكون وظيفيًا مثل تلك الموجودة في الخفاش[44] ولكنه يساعد على إمكانية التغلب على بعض الصعاب أفضل من السابق.

ولم تتوقف أبحاث محاكاة الخفاش عند هذا الحد، بل عمل الباحثون في جامعة إد نبرة روبوتاً يستخدم أذنيه الذكية ليجد طريقه عن طريق تحديد الموقع ، تمامًا مثل الخفاش ، وقد أطلق خوسيه كارمينا على هذا الاختراع اسم ."RoBat" تم تجهيز RoBat بمصدر صوت لا مركزي يقوم بنفس وظيفة فم الخفاش ، وجهازي استقبال ثابت على مسافة يمكن مقارنتها بآذان الخفافيش .أخذين في الاعتبار عند تصميم .RoBat تحرك الخفافيش آذانها لاكتشاف أنماط التداخل في الصدى، وبالتالي ، يمكنها بسهولة تجنب العقبات أمامها ، والتنقل ومطاردة الفرائس، تم تجهيز الربات بأجهزة استشعار صوتية ذكية تحاكي قوة الاستشعار في أذان الخفافيش ، وبفضل هذه المستشعرات الصوتية المستوحاة من الطبيعة ، استخدمت شركات تصنيع السيارات

مثل مرسيدس وبي إم دبليو أجهزة استشعار فوق صوتية لمساعدة السائقين على الرجوع للخلف.يتم من خلالها تنبيه السائق إلى مدى قربه من السيارة أو أي عائق آخر خلفه [45].

الخـاتـمة :

ومما سبق يمكن استخلاص النتائج الآتية:

أولاً: إن كانت الدلالة المباشرة للفظة المحاكاة تعني التقليد، فإن ذلك لا يكون في المستوى المطلق للدلالة، حيث أنها تدل من المنظور البحثي على منهج علمي يهدف إلى الوصول لنتائج استكشافية معرفية في مجالات العلوم المختلفة.

ثانياً: يبدأ منهج المحاكاة بملاحظة الكائنات الحية وكذلك الطبيعة بهدف استنباط المعارف والمعلومات المختصة بقدرات هذه الكائنات لتوظيفها في ابتكارات تكنولوجية، وأيضاً معرفة جوهر آليات النظام الكوني في الطبيعة لتوجيه المسار التقاربي بينه وبين النظام المصنوع من قبل الإنسان، والأمر نفسه لفهم العمليات السلوكية النفسية بين الأنماط المشتركة للكائنات الحية بأنواعها المختلفة لتحسين السلوك الإنساني.

ثالثاً: لا يعد منهج المحاكاة منهجاً مستقلاً بذاته عن المناهج الأخرى، بل يستخدم من خلال المنهج البيني التكاملي مع المنهج الاستقرائي والاستنباطي والتجريبي وأيضاً منهج الفهم الخاص بالعلوم الإنسانية.

رابعاً: يستخدم منهج المحاكاة التكاملي في جميع مجالات العلوم المختلفة سواء في مجال العلوم الطبيعية أم العلوم الإنسانية مع الاحتفاظ بالمناهج الخاصة بطبيعة كل علم على حدة، متضمنة مبدأ تكامل وتضافر المناهج العلمية البحثية

الهوامش [i] :

1. **يمنى طريف الخولي.** مفهوم المنهج العلمي. القاهرة : مؤسسة هنداوي، 2020. ص 20
2. **مجمع اللغة العربية.** المعجم الفلسفي. القاهرة : المطابع الأميرية، 1979. الصفحات 195, . المجلد الأولى.
3. **عبد الرحمن بدوي.** مناهج البحث العلمي. مكان غير معروف : وكالة المطبوعات، 1977,. صفحة ص 10. المجلد الثالثة.
4. **جميل صليبا.** المعجم الفلسفي. الأول. بيروت : دار الكتاب اللبناني ، 1973. صفحة 21. المجلد الأولى.
5. **إبراهيم خليل أبراش:.** المنهج العلمي وتطبيقاته في العلوم الاجتماعية. عمان ، : دار الشروق،، 2008 م. صفحة 65. المجلد الأولى.
6. **تد هندرتش.** دليل أكسفورد في الفلسفة. [المترجمون] نجيب الحصادي. الجزء الأول (أ - غ). المنامة : هيئة البحرين للثقافة والآثار، 2021. صفحة 106. المجلد الأولى.
7. **المرجع السابق ، ص 107.**
8. **إبراهيم خليل أبراش: المنهج العلمي وتطبيقاته في العلوم الاجتماعية، مرجع سبق ذكره، ص 69.**
9. **المرجع السابق ، 73.**
10. **المرجع السابق ، ص 74.**
11. **محمد محجوب.** العلم البيني. بنغازي : الشركة الليبية الدولية للدعاية والإعلان، 2021. صفحة 3. المجلد الأولى.
12. **أميرة حلمي مطر.** فلسفة الجمال. القاهرة : دار الثقافة للنشر والتوزيع. صفحة 40. المجلد الثانية.
13. **المرجع السابق ، ص 41.**
14. **المرجع السابق ، ص 62.**
15. **مجدي وهبة - كامل المهندس.** معجم المصطلحات العربية في اللغة والأدب،. مكان غير معروف : مكتبة لبنان،، 1984. صفحة ص ، 339. المجلد الثانية، .
16. **Department of Pure and Applied Chemistry.** (IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC). (Sep. – Oct, 2013.

17. **Ibid .P (70)**
18. **Articles.** biomimicry in architecture. 30 July, , 2021.
19. **ع عبد المجيد سيد أحمد منصور و آخرون :.** علم النفس التربوي. القاهرة : , دار الأمين للطباعة و النشر ,، 1997م. صفحة .ص (236). المجلد الأولى.
20. **ناصف مصطفي.** نظريات التعليم، دراسة مقارنة،. [المترجمون] على حسين حجاجص. ج.2. مكان غير معروف : عالم المعرفة،، ، 1986م. الصفحات ص .133,.
21. **صالح محمد علي أبو جادو.** علم النفس التربوي. عمان، : دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، 1998م. صفحة ص 180 . المجلد الأولى.
22. نظرية التعلم للعصر الرقمي،. لمجلة الدولية لتكنولوجيا التعليم والتعلم عن بعد،. المجلد. 2 رقم 1، 1 يناير, 2005.
23. **هاتشينز،.** كيف تتذكر قمرة القيادة سرعتها. العلوم المعرفية. 19 يناير, (1995)،. الصفحات 265-288, .
24. **Batesian،.** " Encyclopædia Britannica. 13 Oct, 2011.
25. **Harper ،G. R ؛Pfennigof .** " ، "Mimicry on the edge: Why do mimics vary in resemblance to their model in different parts of their geographical range?". 274 ،2007. 162.
26. **جمعة سيد يوسف،.** سيكولوجية اللغة والمرض العقلي،. يناير, 1990،، لعدد 145، صفحة 14.
27. **الدكتور معن خليل،.** علم المشكلات الاجتماعية. عمان، الأردن : دار الشروق للنشر والتوزيع،، 1998. صفحة 30. المجلد الأولى.
28. **عصام توفيق قمر،.** المشكلات الاجتماعية المعاصرة، مداخل نظرية، أساليب المواجهة. مصر : دار النهضة، 2000. صفحة 43. المجلد الأولى.
29. **عدلي السمري ومحمد الجوهري، طالب عبد.** العلم الاجتماع والمشكلات الاجتماعية،. القاهرة : ، دار المعرفة الجامعية، 1998. صفحة 87. المجلد الأولى.
30. **Harun yahya.** BIOMIMETICS:Technology Imitates Nature. Istanbul/Turkey : GLOBAL PUBLISHING، 2006. صفحة 115. المجلد 1.
31. **Stanford Encyclopedia of philosophy.**
32. **Mazziotta ؛JC ،Rizzolatti . G** ؛ "Cortical Mechanisms of Human Imitation". Science. 286، (1999)، 5449.
33. **Rizzolatti ،Giacomo ؛Craighero :.** ("The Mirror-Neuron System". Annual Review of Neuroscience). (2004). الصفحات 169–92.
34. " Mirror Neurons and imitation learning as the driving force behind 'the great leap forward' in human evolution"". **Ramachandran ،V.S.** 8 march, 2019.
35. مبادئ علم النفس. صفحة 10.
36. **المرجع السابق ، ص 12.**
37. **Hayes ،Keith J ؛Hayes ،Catherine" .** Imitation in a home-raised chimpanzee .Journal of Comparative and Physiological Psychology.9–450 الصفحات .، 45 ،5 المجلد ،1952 .
38. Learning and Instinct in Animals .**William Homan .**London : Thorpe.1963 ,8 21 ،،
39. **عزيزة محمد فؤاد الشرابي، د مني محمد الدوسري.** .أساسيات عامه في سلوك الحيوان،. مكان غير معروف : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2008. صفحة ص65. المجلد الأولى.
40. Bilim ve Teknik**") .Iste Doga** ،.1 **."**، march, 1985.
41. **Harun yahya. BIOMIMETICS:Technology Imitates Nature .**Ibid,P,51 .
42. **P(69) Ibid .**
43. **Ibid .**P,70.
44. — .P , 71 .
45. **I Ibid .**P, 74 .

جدول المحتويات:

العنوان	الصفحة
الملخص	2
المقدمة	3

أولاً: مفهوم المنهج ودلالاته	4
ثانياً : منهج المحاكاة وتاريخ تطوره.	8 – 11
ثالثاً: نظريات المحاكاة. **أ – النظرية التحويلية** **ب – النظرية الترابطية**	12 - 18
رابعاً : تطبيقات المحاكاة. **أ – العلوم الإنسانية** **ب – العلوم التطبيقية**	13 – 19
الخاتمة	20
الهوامش	21