Buḥūth Online
مجلة محكمة تصدر إلكترونيا

وحدة النشر العلمي

بحوث

مجلة علمية محكمة

العلوم الإنسانية والإجتماعية

المجلد 2 العدد الخامس- مايو 2022

ISSN 2735-4822 (Online) \ ISSN 2735-4814 (print)

رئيس التحرير
أ.د/ أميرة أحمد يوسف
أستاذ النحو والصرف-قسم اللغة العربية
عميد كلية البنات للآداب والعلوم والتربية
جامعة عين شمس

نائب رئيس التحرير
أ.د/ حنان محمد الشاعر
أستاذ تكنولوجيا التعليم-قسم تكنولوجيا التعليم والمعلومات
وكيل كلية البنات للدراسات العليا والبحوث
جامعة عين شمس

مدير التحرير
د. أسماء كمال عبدالوهاب عابدين
مدرس علم النفس
كلية البنات جامعة عين شمس

مسئول الرفع الإلكتروني:
م.م/ نجوى عزام أحمد فهمي
مدرس مساعد تكنولوجيا التعليم

سكرتارية التحرير:
م.م/ علياء حجازي
مدرس مساعد علم الإجتماع

مسئول التنسيق:
م/ دعاء فرج غريب عبد الباقي
معيدة تكنولوجيا التعليم

مجلة "بحوث" دورية علمية محكمة، تصدر عن كلية البنات للآداب والعلوم والتربية بجامعة عين شمس حيث تعنى بنشر الإنتاج العلمي المتميز للباحثين.

مجالات النشر: اللغات وآدابها (اللغة العربية – اللغة الإنجليزية – اللغة الفرنسية-اللغة الألمانية-اللغات الشرقية) العلوم الاجتماعية والإنسانية (علم الاجتماع – علم النفس – الفلسفة – التاريخ – الجغرافيا).
العلوم التربوية (أصول التربية – المناهج وطرق التدريس-علم النفس التعليمي – تكنولوجيا التعليم –تربية الطفل)

التواصل عبر الإيميل الرسمي للمجلة:
buhuth.journals@women.asu.edu.eg

يتم استقبال الأبحاث الجديدة عبر الموقع الإلكتروني للمجلة:
https://buhuth.journals.ekb.eg/

- حصول المجلة على 7 درجات (أعلى درجة في تقييم المجلس الأعلى للجامعات قطاع الدراسات التربوية.
- حصول المجلة على 7 درجات (أعلى درجة في تقييم المجلس الأعلى للجامعات قطاع الدراسات الأدبية.

تم فهرسة المجلة وتصنيفها في:
دار المنظومة– شمعة

الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي

هبة السيد محمد أحمد الجنايني
باحثة دكتوراه ـ قسم الفلسفة
كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس، مصر
hebaelganainy50@gmail.com

أ.د سهام محمود النويهي
أستاذ المنطق وفلسفة العلوم
كلية البنات للآداب والعلوم والتربية
جامعة عين شمس، مصر
s_alnoaihi2@yahoo.com

د. مايسة عبده على السيد
أستاذ المنطق المساعد
كلية البنات للآداب والعلوم والتربية
جامعة عين شمس، مصر
maysa.ali@women.asu.edu.eg

المستخلص:
تهدف هذه الدراسة إلى تناول تطبيقات الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي، حيث تُبرز تلك التطبيقات العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير البشري وكذلك علاقته بالحجاج غير الصوري والتفكير الناقد بوجه عام، وذلك في إطار استخدام تقنية الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي، ومدى تأثيرها على الطلاب في دراستهم العلمية والمهنية بعد تخرجهم في سياق بناء كفاءات مهنية موجهة للمجتمع بوجه خاص. استناداً على الدور المنهجي الذي يقوم به الاستنباط الطبيعي؛ إذ أن آلياته تُعد بمثابة الإجراء الأقرب الذي يستخدمه البشر أثناء التفكير؛ حيث يمكننا إيجاده في العديد من الحجج التي نمارسها في كافة الأنشطة. علاوة على أن آلياته لديها جانباً من المنهجية غير الصورية والتفكير الناقد، والتي تُستخدم في تحديد بنية الحجج وتحليلها وتبريرها. ومن ثم، تعتمد هذه الدراسة على عدة محاور أساسية: يكمن المحور الأول في تحديد مفهوم الاستنباط الطبيعي وخصائصه، بينما يتمثل المحور الثاني في إبراز الاستنباط الطبيعي بوصفه نسقاً عملياً يدعم البرهان الفعلي، في حين أن المحور الثالث يتجسد في إيضاح العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير البشري. أما المحور الرابع يقدم تطبيق تقنية الاستنباط الطبيعي على الطلاب في التعليم الجامعي، والذي يتجلى من خلاله إطار العلاقة بينه وبين الحجاج غير الصوري والتفكير الناقد. ثم تُزَيّل الدراسة بخاتمة تشتمل على أهم نتائجها، وملحقة بقائمة من المصادر والمراجع.

الكلمات الدالة: الاستنباط الطبيعي، الإدخال والإستبعاد، البرهان الشجري، التركيب والتحليل، الحجاج.

مقدمة:

على الرغم من أنه يمكن قول الكثير عن عصور ما قبل التاريخ للاستنباط الطبيعي Natural Deduction، إلا أن عام 1934 يعد بمثابة العام الأول في التاريخ الصوري والمقبول بشكل أساسي لنظريات الاستنباط الطبيعي. حيث قام رواده؛ أعني جيرارد جنزن Gerhard Gentzen (1909-1945) وستنالي جاسكوفسكي Stanialaw Jaśkowski (1906-1965)- بشكل مستقل- بنشر نتائجهما المتعلقة بالاستنباط الطبيعي في هذا العام.

بالنسبة لنتائج جنزن، فقد حدد لنفسه مهمة اتساق الحساب والتحليل، ولكي يحقق ذلك؛ أنشأ ثلاثة أنساق: يسمى النسق الأول الاستنباط الطبيعي، بينما يُطلق على النسق الثاني حساب المتتابعة Sequent Calculus، أما النسق الثالث يكمن في الحساب الهجيني Hybrid Calculus، وهو عبارة عن أسلوب الاستنباط الطبيعي في حساب المتتابعة. ونظراً لتأثر جنزن بعمل بول هرتز Hertz, P. (1881-1940) عام 1929، جاء تدوين جميع أنساقه على شكل البنية الشجرية.

يعتبر جنزن أول من قدم النظرية الشجرية Tree Theory؛ لتمثيل الاشتقاقات في الاستنباط الطبيعي؛ حيث أراد أن يقترب من طريقة الرياضيين أكثر من الاقتراب من الأنساق الصورية القائمة بالفعل؛ بل يقترب أيضاً من طريقة البرهان التي يستخدمها المرء في المجالات العلمية والفلسفية والقانونية. ومن ثم، قدم تلك النظرية التي تشتمل على قاعدتين أساسيتين: تكمن القاعدة الأولى في الافتراضات التعسفية Arbitrary Suppositions، بينما تتجسد القاعدة الثانية في منهجية الإدخال والإستبعاد Introduction and Elimination لجميع الروابط المنطقية.

أما بالنسبة لنتائج جاسكوفسكي، فقد تأثر بما دعى إليه أستاذه لوكاشفتيش، حينما قدم مشكلة تتمحور حول كيفية وصف الطرق التي يطبقها علماء الرياضيات بطريقة صورية مناسبة. ومن ثم، اخترع جاسكوفسكي الاستنباط الطبيعى بطرائق مختلفة، حيث نالت تلك الطرائق قدراً كبيراً من التطوير. لذلك، يعتبر جاسكوفسكي أول من قدم النظرية الخطية Linear Theory للاستنباط الطبيعي.

منذ أعمال كلاً من جنزن وجاسكوفسكي، الذين وضعا أسس الاستنباط الطبيعي، ولكن بطريقة مختلفة، تم تطوير العديد من النظريات، والتي تحمل خصائص مختلفة بوضوح تام عما قدمته النظريات الأولية التي أدلوا بها. ورغم أن هناك اختلافات بين النظريات الأولية نفسها- أعني النظرية الشجرية والخطية- في نواحي عديدة، إلا أنهما متوافقتان في المعايير والخصائص الأساسية للاستنباط الطبيعي.

اتفق أغلب المناطقة والباحثين في إطار دراستهم- في مجال الاستنباط الطبيعي- على أنه يجب اعتبار أن الخصائص الأولية والأساسية التي قدمها كلاً من جنزن وجاسكوفسكي في مناقشتهما الأولى للاستنباط الطبيعي بنظرياته الشجرية والخطية تعد ضرورية في المنهجية العامة له. وعلى هذا النحو، قدم جنزن وجاسكوفسكي الاستنباط الطبيعي بمنهجيةٍ منطقيةٍ تدعم البرهان الفعلي. ومنذ ذلك الحين، حظى الاستنباط الطبيعي بتطبيقات عديدة، حيث تتناول هذه الدراسة أحد تطبيقاته، والمتمثلة في التعليم الجامعي، ومعرفة مدى أثره على التفكير لدى الطلاب في جميع المراحل الجامعية.

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في أنه إذا كان المنطق بوجه عام له دوراً محورياً في العلوم والحياة العملية، حيث يبث فاعليته في ضبط عمليات التفكير والاستنتاج في جميع الحجج الواقعية، أو في مختلف مجالات الحياة العملية. وإذا كان هناك أيضاً صعوبة اشتقاقية للبراهين في نظريات المنطق البديهي من الناحية التطبيقية، فإن ذلك تطلَّب أسلوباً جديداً يمكنه التعامل مع البراهين الواقعية، حيث يتمثل هذا الأسلوب في الاستنباط الطبيعي. والذي أراد بمنهجيته أن يتفادى الصعوبات المنطقية في عملية الاستنباط الفعلي من تلك الناحية التطبيقية، فضلاً عن كونه يُعد أكثر النظريات المنطقية تعبيراً عن نوع التفكير الطبيعي.

علاوة على أنه إذا كان أيضاً المنطق غير الصوري منطقاً عملياً، تُستخدم آلياتهُ في تحليل الحجج وتقييمها في جميع مداولات الحياة العملية، ومن ثم إدراجه في منظومة التعليم الجامعي، فإن أيضاً تقنيات الاستنباط الطبيعي التقت مع المنطق غير الصوري والتفكير الناقد؛ لتدعم الحجج بتقديم بنية منطقية سليمة؛ يتم من خلالها القراءة الصحيحة للنصوص الحجاجية بمختلف أنماطها؛ وتحليلها في إطار تقديم تبرير جيد البرهان لها. وبالتالي اندرج الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي؛ لما يقوم به من دوراً محورياً في تشكيل عقلية الطلاب، وتزويدهم بمنهجية منطقية؛ يتم من خلالها التعامل مع كافة النصوص الحجاجية؛ والتي يتم تداولها يومياً في مختلف المجالات.

تساؤلات الدراسة:

تَطرح مشكلةُ الدراسة بعض التساؤلات المحورية، والتي تحاول مناقشتها في إطارها المنهجي، وتتجسد أبرز تلك التساؤلات فيما يلي:

1. ما مفهوم الاستنباط الطبيعي؟ وفيما تكمن خصائصه؟
2. هل خُلقنا بنوع من الأداة المنطقية التي تسمح لنا بالاستنتاج الصحيح؟ وهل تلك الأداة المنطقية تشبه نسق الاستنباط الطبيعي بطبيعته الحدسية؟
3. ما مدى العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير البشري؟
4. هل للاستنباط الطبيعي دوراً في التعليم الجامعي؟ وما مدى أثر استخدام تقنياته على الطلاب؟
5. ما محور العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والحجاج غير الصوري؟
6. هل هناك ارتباط بين الاستنباط الطبيعي والتفكير الناقد؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى إلقاء الضوء بصفة أساسية على ما يلي:

1. إبراز أهمية الاستنباط الطبيعي في إطار تدعيمه للبرهان الفعلي.
2. إيضاح العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير البشري.
3. تطبيق النظرية الشجرية للاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي.
4. إثبات قدرة الاستنباط الطبيعي في تحليل وتركيب النصوص الحجاجية أو المقالات الصحفية أو الأخبار السياسية.
5. الإبانة عن دور الاستنباط الطبيعي في تقديم قراءة صحيحة للنصوص الحجاجية، ومن ثم تقديم التبرير الجيد.
6. التأكد من صدق أو كذب المقدمات التي يفترضها مؤلف النص الحجاجي.

أهمية الدراسة:

تتبلور أهم الدراسة فيما يلي:

1. توجيه الاهتمام نحو مدى أهمية الاستنباط الطبيعي بوجه عام.
2. الكشف عن دور الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي بوجه خاص.
3. توضيح مدى أهمية الاستنباط الطبيعي في تدعيم الطلاب ببنية منطقية سليمة.
4. الإبانة عن العلاقة بين النسق الصوري للاستنباط الطبيعي والحجاج غير الصوري.
5. إيضاح محور العلاقة بين تقنية الاستنباط الطبيعي ومهارات التفكير الناقد.

منهج الدراسة:

تعتمد الباحثة في هذه الدراسة على عدة مناهج أبرزها: المنهج التاريخي، الذي يعود بنا إلى جذور الاستنباط الطبيعي في السياق التاريخي. بالإضافة إلى استخدام المنهج الوصفي من خلال أولاً الأسلوب التحليلي؛ نظراً لما تتطلبه الدراسة من عرض مفاهيم الاستنباط الطبيعي من جهة وتحليل آلياته في ضوء النصوص الحجاجية من جهة أخرى. وثانياً من خلال نمط الأسلوب المقارن كلما تطلَّب الأمر ذلك، علاوة على استخدام المنهج النقدي كلما دعت الضرورة إلى ذلك.

أولاً- مفهوم الاستنباط الطبيعي:

يُنظر إلى العقد الثالث من القرن العشرين وتحديداً عام 1934؛ باعتباره العام الأول في تاريخ الأنساق الاستنباطية غير البديهية Non Axiomatic Deductive Systems بشكل عام، وأنساق الاستنباط الطبيعي Natural Deduction Systems بشكل خاص (Citkin & Skardowska, 2020, PP. 3-4) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 2010, P. 29).

ففي هذا العام، وقع حدث فريد، حيث نُشرت ورقتان حول موضوع لم يتم كتابته- على ما يبدو- من قبل. ولم يكن المؤلفون على اتصال مع بعضهم البعض، ولم يكن لديهم خلفية فكرية مشتركة، من شأنها أن تفسر اهتمامهم المتبادل في هذا الموضوع. وتُجسد الورقة الأولى عنوان "تحقيقات في الاستنباط المنطقي" لجنزن، بينما جاءت الورقة الثانية بعنوان "قواعد الافتراضات في المنطق الصوري" لجاسكوفسكي (Pelletier, 1999, P. 1).

في سياق أهمية هاتين الورقتين؛ فإنهما تُعدان بمثابة المنشورات والمصادر الأساسية للاستنباط الطبيعي. حيث تم بناء نظريات الاستنباط الطبيعي بشكل مستقل من قبل كلاً من جنزن وجاسكوفسكي؛ بوصفها تحقيقات صورية؛ لإثبات النظريات في الرياضيات والفلسفة والعلوم والخطاب العادي Ordinary Discourse (Nidbitch, 1969, P. 49) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 2014, P. 5).

منذ ذلك الحين؛ طرأ العديد من التغيرات على الاستنباط الطبيعي، وعُرض في مئات من الكتب المنطقية؛ مما يدل على أن أنساق الاستنباط الطبيعي مقبولة عموماً؛ باعتبارها الطريقة الأكثر كفاءة لتعليم المنطق بصورة مُبسطة. (Pelletier, 1999, P.1) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 2010, P. 29). ويشمل أولاً مفهوم الاستنباط الطبيعي على تفسيرين مختلفين: يكمن التفسير الأول في التفسير القديم، بينما يتجسد التفسير الثاني في التفسير الحديث.

وفقاً للتفسير القديم- والذي يعود إلى أرسطو[1]- يُنظر إلى الاستنباط الطبيعي باعتباره القياس في علم مصطلحات المنطق القديم، فهو برهنة على صدق القضية النهائية (النتيجة)، والتي تتبع من صدق القضايا الأولية (المقدمات) وهى القول بالفروض، هذا من ناحية. (Piecha & Schroeder-Heister, 2016, P. 3).

من ناحية أخرى، ووفقاً للتفسير الحديث، يُنظر إلى الاستنباط الطبيعي على أنه موضوع منطقي مركب Complex Logical Object؛ أي موضوعاً للبرهان الذي يعتمد على البراهين التعسفية Arbitrary Proofs للافتراضات، والتي نسميها بالمتغيرات، وهى في حد ذاتها برهان على القضية النهائية للاستنباط. وهناك مفاهيم أخرى تتعلق بالتفسير الحديث، وذلك بكونه أداة مختصرة Abbreviate Device خاصة للحد من البراهين. ومن ثم، تَمّ النظر في الاستنباط الطبيعي؛ باعتباره أسلوباً أو منهجاً مختصراً لموضوعات البرهان. (Martin-Lôf, N.D., PP. 2-3).

في سياق هذين التفسيرين، اتفق معظم المناطقة على أن الاستنباط الطبيعي هو الاسم الشائع لفئة أنساق البرهان التي تتكون من قواعد الاستدلال البسيطة والواضحة بذاتها، والقائمة على أساس مناهج البرهان والطرق التقليدية في التفكير والاستنتاج، والتي تم تطبيقها منذ العصور القديمة في الممارسة الاستنباطية (Indrzejczak, 2010, PP. 29-30).

علاوة على ذلك، تم تقديم مفاهيم عديدة للاستنباط الطبيعي، وذلك عقب مراحل تطوره. ففي مرحلة الخمسينيات أشار باتريك سوبيس Suppes, P. C. (1922-2014) إلى أن الاستنباط الطبيعي هو: "النسق الاستدلالي الذي تم تصميمه؛ ليتوافق قدر الإمكان مع تصور مؤلفه لمعظم التقنيات الطبيعية للبرهان غير الصوري" (Suppes, 1957, P. Viii). أما في مرحلة الستينيات، ذهب كلٌّ من دونالد كاليش Kalish, D. (1919-2000) وريتشارد مانتوجيو Montague, R. M. (1930-1971) في عملهما المشترك "المنطق: تقنيات الاستنتاج الصوري" عام 1964إلى القول بأن الاستنباط الطبيعي: "هو النسق الذي يستخدم الاستنتاج الطبيعي، والذي يُشار إليه باعتباره الأسلوب المعد لعكس الأشكال الحدسية للتفكير"(Kalish & Montague, 1964, P. 38).

بينما في مرحلة السبعينيات، حدد ريتشموند توماسون Thomason, R. (1939) مفهوم الاستنباط الطبيعي عام 1970 في كتابه "المنطق الرمزي" بأنه: "النسق الذي يقترب بنا كثيراً من العمليات الاستدلالية التي نقوم بها في حياتنا العملية" (Thomason, 1970, PP. 15-16). وأيضاً في مرحلة الثمانينيات، صرح دانيال بونيفاك Bonevac, D. (1955) عام 1987بالقول بأنه: "سوف نقوم بتطوير نسق معمم لمحاكاة كيفية بناء الناس للحجج... إنه طبيعي بمعنى أنه يقترب... من الطريقة التي يفكر بها البشر" (Bonevac, 1987, P. 89).

في حين أنه في مرحلة التسعينيات، يرى براين شيلاس Chellas, B. F. أن: "قواعد الاستدلال تشبه- إلى حد كبير- أنماط التفكير الموجودة في خطاب اللغة الطبيعية، لذلك فإن النسق الاستنباطي يجب أن يكون هو النوع الذي يسمي بـ الاستنباط الطبيعي" (Chellas, 1997, P. 134). وأخيراً في مرحلة الألفينيات، أكد وراين جولدفارب Goldfarb, W. D. (1949) على أن: "ما يجب أن نقدمه هو نسق

الاستنباطات، والذي يسمى بنسق الاستنباط الطبيعي؛ لأنه يحاكي- إلى حد ما- الطرق الطبيعية المؤكدة؛ التي يفكر بها المرء بشكلٍ غير صوري" (Goldfarb, 2003, P. 181).

من الملاحظ من هذه التعريفات أن هؤلاء المنطقيين جميعهم يرددون صدى كلٍّ من جنزن وجاسكوفسكي؛ وذلك حينما قال جنزن في المرحلة الأولى لنشأة الاستنباط الطبيعي: "نود أن ننشئ شكلاً يعكس بدقة أكبر قدر ممكن من الاستنباط الفعلي، الذي تنطوى عليه البراهين الرياضية" (Gentzen, 1964, P. 288). وكذلك حينما أراد جاسكوفسكي أن يجد معالجة طبيعية للمنطق؛ بتقديم أسلوباً جديداً يستخدم في الممارسة العملية من قبل الرياضيين (Jaśkowski, 1934, P. 4).

في إطار نشأة الاستنباط الطبيعي وتطوره، لاشك أن مصطلحات الاستنباط الطبيعي أيضاً تنوعت. فمنذ البدء صاغ جنزن مصطلح "الاستنباط الطبيعي"، وأشتهر بنسق الاستنباط الطبيعي. بينما وصف جاسكوفسكي منهجه بأنه "منهج الافتراضات"، فضلاً عن اشتهاره بمصطلح "النسق المركب" Composite System تارة، و"النسق الخطي" Linear System تارة أخرى (Pelletier & Hazen, 2014, PP. 2-6) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 2010, P. 29).

ثانياً- خصائص الاستنباط الطبيعي:

1- استخدام الافتراضات التعسفية:

إن الخاصية الأكثر بروزاً في الاستنباط الطبيعي بشكل عام، بل والأكثر شيوعاً في سلسلة الأساليب المختلفة لصياغته تتبلور حول استخدام الافتراضات التعسفية، والتي يتم استخدامها باعتبارها آلية ضرورية مع آليات القواعد الاشتقاقية. إذ يتم وصفها بأنها القاعدة الأولى والأساسية للاشتقاق في النسق الاستنباطي الطبيعي شجرياً كان أو خطياً، وتنص تلك القاعدة على افتراض أيّة قضية أو صيغة سواء بسيطة أو تركيبية في أيّة خطوة من خطوات البرهان؛ دون أي قيد أو شرط (Lemmon, 1965, PP. 8-9, 39).

في هذا السياق، أشار إدوارد ليمون Lemmon, E. J. (1930-1966) إلى حالتين أساسيتين يتم فيهما تطبيق تلك القاعدة: تكمن الحالة الأولى في افتراض مقدمات القضية أو المتتابعة المطلوب اثبات صحتها، بحيث يتم افتراض كل مقدمة في سطرٍ جديدٍ ومستقلٍ، إذ يوضع على يمين هذا السطر ما يشير إلى أنه افتراضاً، بينما يُوضع على يساره ترقيمُ مستقلُ له. في حين أن يكون آخر سطر في البرهان عبارة عن صيغة أو متتابعة مقدماتها هى الافتراضات؛ أي الوصول إلى النتيجة المطلوبة. بينما تتجسد الحالة الثانية في تقديم افتراض إضافي Extra Supposition[2]؛ يتم طرحه من أجل اشتقاق النتيجة النهائية للحجة، وهو افتراض غير موجود في الحجة الأصلية. حيث يتم استخدامه بشكل خاص، طبقاً للقواعد الاشتقاقية، ولكن يتم اختفائه في أي خطوة من خطوات البرهان قبل الوصول إلى النتيجة النهائية (Ibid, PP. 8-9, 14-15).

لذلك، رأى ليمون عندما يقوم المرء باستنباط أو اشتقاق النتيجة من المقدمات المعطاة، فإنه يقوم منطقياً بصياغة القواعد، والتي تسمى بقواعد الاشتقاق، والتي تعد بمثابة الآلية التي تحكم استنباط النتيجة من المقدمات، والتأكد من مدى صحتها (Ibid, P. 8). وبالتالي، يهدف الاستنباط الطبيعي إلى تبني

النموذج الاستنتاجي، فالاستنتاج هو التأكيد الموجه نحو البدء من الافتراضات، والتي يتم اختيارها بشكل تعسفي، ثم الانتقال إلى التقريرات التي تحددها قواعد الاستدلال المقدمة (Schroeder-Heister, 2003, P. 28).

2- آلية الإدخال والإستبعاد:

يتميز الاستنباط الطبيعي بوجود منهجية عامة لقواعد الاشتقاق، والتي تتمثل في وجود سلسلة من قواعد الاستدلال- بعكس ما آلت إليه النظريات البديهية- أي وجود العديد من قواعد الإدخال والإستبعاد لكل رابط، ولا وجود لأية قواعدٍ أخرى، ولا وجود للبديهيات (Smith, 2010, P. 2). حيث تسمح قواعد الإدخال بتوليد صيغة مع الرابط الرئيسي من صيغتين فرعيتين، في حين أن قواعد الإستبعاد تسمح بتوليد صيغتين فرعيتين من صيغة رئيسية تحتوي على الرابط الرئيسي (المالكي، 2019، ص133).

3- المرونة في بناء البراهين باستراتيجية متعددة:

تتميز نظرية الاستنباط الطبيعي بالسماح بالمرونة والحرية في بناء البراهين المختلفة، وإمكانية تطبيق العديد من استراتيجيات البرهان. أي أن النسق الاستنباطي الطبيعي يجب أن يكون مفتوحاً في بناء البراهين المختلفة، سواء كان البرهان المباشر، أو غير المباشر، أو الشرطي أو برهان الخلف، أو البرهان بواسطة الحالات. كما يجوز له أن يبني صيغاً أكثر تركيباً ويحللها، في إطار ما تسمح به منهجية قواعد الإدخال والإستبعاد، حيث أن قواعد الإدخال اعتبرها جنزن بمثابة تعريفات للروابط وتركيبها، بينما قواعد الإستبعاد ليست أكثر من مجرد تحليل للتركيب (Megill, 2019, P. 99) وانظر أيضاً: (D' Agostino, 2005, P. 430) & (Indrzejczak, 2010, P. 32).

على هذا النحو، تبدأ البراهين المنطقية في الاستنباط الطبيعي بالافتراضات ثم العمل في استخدام قواعد الاستدلال مراراً وتكراراً حتى الوصول إلى النتيجة المراد إثباتها، إذ أن كل خطوة مبررة بقاعدة الاستدلال التي يتم الاحتكام إليها (Ikenaga, 2019, P. 1). لذلك تُظهر المرونة أيضاً أن النتيجة في سطور البرهان أو فروع الشجرة هى خطوة واحدة تُستخدم كمقدمات في خطوة جديدة؛ أي أن المقدمات عبارة عن مرحلة مؤكدة، فإما أن تكون افتراض الحجة ككل أو افتراض نتيجة خطوات الحجة. ومن ثم، يجب أن تعتمد النتيجة- التي تم الحصول عليها من الافتراض المؤكد أو تركيب الافتراض- على هذا الافتراض، وذلك بدلاً من استخدام البديهيات (Lemmon, 1965, P. 8).

ثالثاً- الاستنباط الطبيعي بوصفه نسقاً عملياً:

يُنظر إلى الاستنباط الطبيعي- بصفة عامة- على أنه نسق جيد Good System، حيث يعتقد البعض أن النسق الجيد يكمن في ممارسته العملية، والتي ربما يمكن تطبيقها بسهولة، ليس فقط من قبل المتخصصين في مجال المنطق، ولكن أيضاً- على سبيل المثال- من قبل الفلاسفة الذين هم في حاجة إلى أدوات استنباطية مفيدة؛ لترافق تحليلاتهم من جهة، ومن قبل الرياضيين؛ لترافق استنتاجهم من جهة

أخرى. لذا وعلى وجه الخصوص، يتم الاهتمام بتقديم الأنساق المنطقية التي يمكن تطبيقها على نطاق واسع (Avron, 1996, PP. 2-3) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 2010, P. Xi).

لذلك، يحتوي النسق العملي للاستنباط الطبيعي أولاً على قاعدة الافتراضات؛ باعتبارها مقدمات الحجة، وثانياً على قواعد الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية؛ باعتبارها قواعد اشتقاقية قابلة للتطبيق بشكل مباشر على تلك الافتراضات؛ لاستنتاج النتيجة المطلوبة؛ والتي تُبرر بواسطة تطبيق تلك القواعد. على هذا النحو، يعتبر الاستنباط الطبيعي بمثابة نسق جيد البرهان Well-Proof System (Nederpelt,1977, P. 116) وانظر أيضاً: (Binhadba, 2021, PP. 20-21).

فإذا كان الهدف من هذه الدراسة يكمن في معرفة الاستنباط الطبيعي من الناحية التطبيقية؛ فإن هذا الهدف ربما يتجلى في إطار كونه نسقاً جيد البرهان. ولكن نجد سؤالاً يطرح نفسه، وهو ماذا نعني بكلمة جيد فيما يتعلق بالنسق الاستنباطي؟

يعتبر هذا السؤال في جوهره العام غامضاً أحياناً بالنسبة للبعض؛ لأن كلمة جيد تشتمل على أشياء كثيرة ومختلفة، ولا مجال لنقاشها الآن. ولكن المعنى الحقيقي لها- كما ورد في العديد من الدراسات- هو اعتبار أن النسق الجيد هو النسق القابل للاستخدام العملي بصورة كبيرة. ويبدو أن النسق الاستنباطي يوصف بأنه نسق جيد، إذا اشتمل على أحد الخصائص[3] الآتية: كلي Universal، وعام General، وممتد Extensive، وبسيط Simple، وفعَّال Efficient. (Indrzejczak, 2010, P. Xii) وانظر أيضاً: (Indrzejczak, 1997, P. 16).

أولاً، يوصف النسق الاستنباطي الجيد بأنه نسقاً كلياً؛ إذا كان نسق البرهان له تطبيق كلي، حيث يمكن استخدامه لأداء مهام استنباطية مختلفة؛ أي أنه نسقٌ لا يسمح ببناء البراهين فحسب، ولكن يوضح أيضاً أن الصيغة غير صحيحة؛ عن طريق استخراج نموذج الكذب (Indrzejczak, 2010, P. Xii).

أما تعميم النسق، فيعني القدرة على تطبيق استراتيجية البحث البرهاني Proof Search، ومحاكاته بطريقة مباشرة لأنواع أخرى من الأنساق. فضلاً عن أنه يعني إمكانية تطبيق تقنيات الاستنتاج في الأنساق العامة خاصة المنطق الحدسي والكلاسيكي ومنطق الجهة والأنساق الفرعية من منطق المحمول الحدسي والكلاسيكي. ونتيجة لذلك، يمكن استخدامها كأداة قوية للمقارنة بين استراتيجيات البحث البرهاني وكفاءتها. وكانت الأنساق البديهية تحقق ذلك الغرض، ولكن جاءت التطورات الأخيرة- حديثة كانت أو معاصرة- من حساب المتتابعة، وخاصة ذات الطابع غير المعياري Non Standard تقدم بعض الأمل في هذا الصدد (Stouppa, 2007, P. 212) وانظر أيضاً: (Wansing, 1998, P. 13) & (Indrzejczak, 1997, P. 17).

في حين أن النسق الاستنباطي يكون طبيعياً؛ إذا تم وضع قواعد على غرار الأساليب التقليدية للاستدلال، والمعروفة منذ العصور القديمة، والتي يستخدمها البشر في تفكيرهم المشترك في البراهين الرياضية غير الصورية. ويبدو أن أنساق الاستنباط الطبيعي تلبي هذا الشرط بصورة أفضل من الأنساق الأخرى؛ أي الأنساق البديهية؛ والتي غالباً ما تقتصر على استخدام أنواع خاصة من القواعد فقط؛ كما

أنها تنظم الاحتياجات النظرية بدلاً من الاحتياجات العملية، وهذا على عكس ما آل إليه الاستنباط الطبيعي (Indrzejczak, 1997, P. 17) وانظر أيضاً: (Nederpelt, 1977, P. 119) & (Wallis, 2020, P. 2).

بالتالي، يحظى نسق الاستنباط الطبيعي بنطاق واسع من التطبيقات؛ لكون أنه ذو مستوى عالٍ من الشكل الصوري؛ علاوة على أنه يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالطريقة المعتادة للاستدلال والبرهنة في الرياضيات (Nederpelt, 1977, P. 118).

على هذا النحو، ليس من المستغرب أن جنزن وجاسكوفسكي قد وَضَعَا هذا الهدف في الاعتبار؛ عندما قاما ببناء الأنساق الأولى من الاستنباط الطبيعي؛ أعني النسق الشجري والخطي. علاوة على أن معظم المتغيرات والتعديلات التي أُدخلت فيما بعد كانت مرتبطة عموماً بهذه الفكرة. ويبدو أن تلك الخاصية ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع بساطة النسق، حيث تعني البساطة ما يلي: (Wansing, 1998, P. 13) وانظر أيضاً: (Avron,1996, PP. 3-4) & (Indrzejczak, 2010, P. Xiii) & (Kinyon, 2019, PP. 2-3):

1. بساطة القواعد الاستدلالية المتجسدة في قواعد الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية.
2. بساطة بنية البرهان، مع وجود عدد محدود من عناصر النسق؛ أي من السهل وصفه وإجرائه وتحقيقه.
3. سهولة قراءة البراهين المتتالية.
4. القدرة على بناء براهين قصيرة ومباشرة أحياناً.
5. تطبيق استراتيجيات البحث البرهاني البسيط.
6. عدم الاعتماد على استخدام البديهيات.

من السهل ملاحظة أن هذه المميزات تعتبر مستقلة إلى حد ما، وعلاوة على ذلك، تميل أحياناً إلى التعارض أو الاختلاف. فعلى سبيل المثال، تعتبر إمكانية بناء البراهين القصيرة والمباشرة تكون عادة نتيجة لبنية مبرهنات النسق المطلوب اشتقاقها، هذا من ناحية.

من ناحية أخرى، يكون النسق البسيط بالمعنى (1) و(2) غالباً عاجزاً عن إنتاج براهين قصيرة وسهلة. فعلى سبيل المثال، النسق البديهي هو بالتأكيد نسق بسيط في الخاصية (1) و(2)، والذي يمثل مصدراً ناجحاً في تطبيق ما بعد المنطق. كما أن البراهين البديهية لديها أيضاً معنىً من المعاني في البنية البسيطة، ولكن هذا لا يعني أنها قابلة للقراءة، أو قصيرة، أو من السهل معرفتها، أو لا تعتمد على بديهيات. أما النسق الاستنباطي الطبيعي عادة ما يكون بسيطاً، بالمعنى المُشار إليه في (1) و(3) و(4) و(5)، و(6)، ونتيجة لذلك أصبحت له بنيةُ مركبةُ من الحساب، ويمكن تطبيقه على أنواع أخرى من أنساق البراهين (Kinyon, 2019, P. 2).

بينما عادة ما يتم تطبيق فكرة الكفاءة أو الفعالية في علوم الكمبيوتر، خاصة برهنة النظرية الآلية Automated Theory وقياس حدودها من السرعة ومدى استقبال البرنامج أو الذاكرة المطلوبة للحساب. ولكن البراهين التي تُنشأها كبرامج فعَّالة قد تكون طويلة جداً، في حين أنه يمكن العثور على

البراهين القصيرة والمباشر (Ibid.). وفي الواقع، لا يمكن استخدام جميع الخصائص التي تم تقديمها كمعايير جادة للتقييم... ولكن بوجه عام يمكن القول أن أنساق الاستنباط الطبيعي:

> **"تبدو أنها أكثر الأنساق الواعدة، لكن لم يتم التعرف على قدراتها بالكامل حتى الآن، ولكن يتم تمديدها... وما يدعم هذا- في المقام الأول- هو ثراء الأدوات الاستنباطية Deductive Apparatus للاستنباط الطبيعي. علاوة على أن معايير الاستنباط الطبيعي تجعله نوعاً عاماً من الأنساق؛ لأن بعض تطوراته أدت إلى زيادة عموميتها بشكل كبير"** (Indrzejczak, 2010, P. XV).

كما أن امتداد النسق الاستنباطي يرتبط بنطاق قابلية تطبيقه، ويعني هذا أن النسق يوفر إطاراً استنتاجياً متماثلاً وموحداً؛ لإضفاء الصورية على العديد من نظريات المنطق غير الكلاسيكي. وبشأن الاستنباط الطبيعي فقد أصبح نسقاً ممتداً؛ لأنه تم تطبيقه في بعض الأنساق غير الكلاسيكية كمنطق الجهة، والذي تم تحقيقه من قبل دوج بروفيتز Prawitz, D. (1936)، خاصة تطبيق البرهان النظري والنظرية المعدلة معيارياً Normalization Theory (Martins & Martins, 2006, P. 129). بالإضافة إلى ذلك، تم امتداده في المنطق ثلاثي القيم، حيث تم إنشاء نسق الاستنباط الطبيعي لمنطق كلين Kleene, S. C. (1909-1994)، والذي يقر بوجود ثلاثة قيم صدق للقضايا، مع تطبيق المنهجية الشجرية لقواعد الإدخال والإستبعاد (Petrukhin, 2017, P. 197).

علاوة على ذلك، تم امتداد النسق الشجري للاستنباط الطبيعي في المنطق الغائم الحدسي Intuitionistic Fuzzy Logic؛ بواسطة كلاً من جاسي تاكيوتي Gaisi Takeuti وساتوكو تاتني Satoko Titani، إذ يتطابق هذا المنطق مع منطق الدرجة الأولى لجودل، بناءً على الفاصل الموحد [0,1] كمجموعة من قيم الصدق، حيث تم اثبات سلامة النسق واكتماله، فضلاً عن اثبات مبرهنة الشكل المعدل معيارياً في المنطق الغائم الحدسي (Takeuti & Titani, PP. 851-866) وانظر أيضاً: (Di Nola & Gerla, 2001, PP. 1-2) & (Baaz &et al, 2001, P. 1).

رابعاً- الاستنباط الطبيعي بوصفه نسقاً يدعم البرهان الفعلي:

بوجه عام، تتمثل أهمية الاستنباط الطبيعي في أنه يمثل أفضل وسيلة تحاكي التفكير البشري الجيد؛ وذلك لأنه يقترب من العمليات الاستدلالية الطبيعية التي نمارسها في حياتنا العملية.

من هذا المنظور الأقرب إلى الصواب، والذي يشير إلى أن منهجية نظريات الاستنباط الطبيعي- شجرية كانت أو خطية- تهدف إلى أن تعكس الطرق الطبيعية للتفكير؛ عن طريق نوع من الاتجاه الاستدلالي نتخذه عادة. حيث تزودنا تلك المنهجية بنسق منطقي؛ لتحديد كافة الحجج التي تستخدم هذا الاتجاه (Smith, 2010, P. 2). وكما أشرنا أن هناك طرائق متنوعة لتمثيل براهين الاستنباط الطبيعي، إذ أن مثل هذه الطرائق تشترك جميعاً في خصائص أساسية.

لعل من أبرزها: استخدام الافتراضات التعسفية، وعدم وجود بديهيات، ووجود الكثير من قواعد الاستدلال، بدلاً من قاعدة واحدة أو أثنتين، كما هو الحال في الأنساق البديهية. فضلاً عن صياغة القواعد

الاستدلالية بطرائق مختلفة وعديدة، والسماح بالبراهين الافتراضية، حيث يتم تقديم الافتراضات المؤقتة بوصفها مقدمات؛ من أجل استنباط النتائج المراد اشتقاقها، ثم يتم تفريغ Discharge هذه الافتراضات لاحقاً. علاوة على السماح بالمرونة في بناء البراهين؛ وفقاً لما تتطلبه مقدمات الاشتقاق ونتائجه (Jaśkowski, 1947, P. Xvi).

في صدد تلك الخصائص الأساسية، يُمكننا الاستنباط الطبيعي من القيام بإنشاء براهين فعلية لعدد كبير من الاستدلالات. وهذا بعكس ما آلت إليه الأنساق البديهية التي تم تطويرها آنذاك؛ لأنها تحتوي على صعوبة في عملية الاشتقاق سواء كان في بنيتها أو في طول خطوات برهانها. فإذا أردنا البرهنة على صحة نتيجة معينة في أبسط الاستدلالات، فيجب أن يكون لدينا أولاً القدرة على تحديد البديهية التي نبدأ منها. ومن ثم، يعد هذا بمثابة صعوبة في حد ذاتها من الناحية العملية، ومن هنا يأتي دور الاستنباط الطبيعي في أنه يعد نسق لبناء البراهين الفعلية وإثباتها (Jaśkowski, 1947, P. Xvi) وانظر أيضاً: (أبو النور، 1993، ص ص212-213).

من هذا المنظور، كان أحد أهداف جنزن يتمثل في فهم بنية البراهين الرياضية، وتوفير آلية تكون أقرب إلى ممارسة الاستنتاجات الفعلية المستخدمة في المقام الأول من قبل الرياضيين (Indrzejczak & Nowak, 2016, P. 9). وبالفعل، حقق جنزن نجاحاً كاملاً فيما يتعلق بالمنطق البحت والحساب؛ وذلك عن طريق طرح المنهجية الشجرية للاستنباط الطبيعي وحساب المتتابعة، وخاصة تلك التي تسمح بتحليل البراهين الرياضية مع النتائج العميقة وما بعد النظرية. لذلك، كان الهدف الأساسي لنظرية البرهان يكمن في تقديم برهان على اتساق التحليل (Piecha & Schroeder-Heister, 2019, P. 1) وانظر أيضاً: (Prawitz, 1972, P. 123).

في لب هذا الهدف، سُميت نظرية البرهان بنظرية البرهان الأساسية، إذا تقوم بدراسة البراهين في اتجاهها الصحيح؛ وهى دراسة بنية البراهين وطبيعتها وخصائصها؛ أي دراسة البراهين في حد ذاتها. وعلى هذا النحو، فإن الموضوع الرئيسي للاستنباط الطبيعي يتجسد في "نظرية البرهان الأساسية"، أو ما يُطلق عليها أحياناً "نظرية البرهان العامة" تارة من قبل بروفيتز في أواخر الستينيات (Piecha & Schroeder-Heister, 2019, P. 1) أو "نظرية البرهان الفعلي" تارة أخرى. وبالتالي، يمكننا أن نشير إلى أهمية الاستنباط الطبيعي باعتباره نسقاً صورياً يدعم البرهان الفعلي، حيث تتمثل تلك الأهمية في عدة نقاط أبرزها ما يلي: (Ibid.) وانظر أيضاً: (Szabo, 1969, PP. 33, 110) & (Laboreo, 2004, PP. 10-14) & (Akigoshi & Aranna, 2019, P. 2) & (Mosley & Baltazar, 2019, P. 361):

- التعامل مع الافتراضات التعسفية بمنهجية سليمة، واحتكامها بمبدأ التفريغ.
- تقديم منهجية الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية، والتي تحتكم إلى مبدأ التركيب والتحليل.
- يُعد نسق لبناء البراهين الفعلية.
- يتعامل مع النظرية المعدلة معيارياً للبراهين.
- التعامل مع الاختزال.

- يبحث في ما بعد النظرية، واثبات اتساق النسق النظري واكتماله.
- يقوم بحل بعض المشكلات مع جداول الصدق؛ لأن جداول الصدق من الممكن أن تكون غير فعَّالة، والسبب هو أنه إذا كان لدينا حجة تحتوي على صيغة ذرية، فيصعب وصف ذلك مع جداول الصدق. علاوة على أن جداول الصدق لا تعمل من أجل المنطق ككل، حيث أنها ميزة خاصة لمنطق دوال الصدق. فضلاً عن أنه عند يتم التعامل مع حجة تحتوي على العديد من القضايا، فقد لا تمكنا جداول الصدق من عدد الحاسبات المطلوبة، ومن ثم ليست الطريقة الأنسب التي تمكنا عادة من تقييم صحة الحجة.
- الاهتمام بدراسة دلالات البرهان النظري.
- التعامل مع جميع النتائج في حساب المتتابعة، والتي تعتبر ذات أهمية فلسفية.
- يُستخدم في التحقق من صحة المتتابعة؛ أي محاولة اثبات أن بعض النتائج صحيحة.
- نجاح آلياته في تحقيق الاستنتاج الرياضي والنظريات الرياضية، الذي جاء من أجلها، مع اثبات اتساق الحساب والتحليل.
- امتداده في الأنساق غير الكلاسيكية.
- تطبيقاته المتعددة في علوم الكمبيوتر.
- استخدامه في إنشاء البرامج الفعلية ونظريات الذكاء الإصطناعي.
- دوره في تحليل الحجاج؛ من خلال آلية التركيب والتحليل؛ المتجسدة في قواعد الإدخال والإستبعاد.
- يجعل التفكير البشرى تفكيراً جيداً في إطار ضبط عملية الاستدلال التي نمارسها يومياً.

خامساً- العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير الطبيعي:

1- طبيعة التفكير البشري:

إذا نظرنا إلى عمل المنطق في جانبه التطبيقي، فنجد أن ينحصر في مهمتين بالدرجة الأولى: تتمثل المهمة الأولى في أنه يقوم بدراسة العمليات الاستدلالية الفعلية Actual Inference Process التي نقوم بها في حياتنا اليومية العادية، أو العملية، أو الأكاديمية، وفي الكتابات الصحفية والفكرية وربما الأدبية أيضاً؛ وذلك بغرض الكشف عن صورة Form، أو بنية Structure يُجرى الاستدلال وفقاً لها، وتُعرف بالصورة المنطقية Logical Form (أبو النور، 1993، ص75).

بينما المهمة الثانية للمنطق، تتجسد في التحقق من مدى سلامة العملية الاستدلالية، مستخدماً في ذلك الأدوات والأساليب التي يوفرها النسق المنطقي، ومحكوماً بالقواعد الصارمة التي يعرضها نسق هذا المنطق. حيث يتوقف القرار الذي يتخذه المنطقي- في هذا الصدد- على نجاحه في استخراج الصورة المنطقية الخاصة بالاستنباط الفعلي، وفي تطبيق قواعد النسق عليها (المرجع السابق، الصفحة نفسها).

الهدف من ذلك، هو استخراج الصورة المنطقية، فهى العامل المشترك بين قضايا الاستدلال وغيرها من القضايا، التي تختلف في محتواها أو مضمونها. ولهذا، فإن صحة الاستدلال تعتمد على تعريفات الروابط المنطقية المستخدمة في القضايا، والتي يمكن استبدال أي قضية بالمتغيرات... لذلك إذا كانت الصورة المنطقية التي تتعامل معها صحيحة، امتد الحكم بسهولة إلى جميع نماذج هذه الصورة من

استدلالات فعلية. وفي هذه الحالة، يستحيل على أي من هذه الاستدلالات أن تكون كل مقدماتها صادقة ونتيجتها كاذبة، وهذا هو معنى الصحة المنطقية Logical Validity (Mosley & Baltazar, 2019, P. 361) وانظر أيضاً: (أبو النور، 1993، ص ص75-76).

إذا نظرنا إلى الحياة الواقعية، سنجد أن المرء يفكر بشكلاً افتراضياً، ويقوم أحياناً بربط بعض المقدمات بافتراض عكسها، ليكَّون صيغ أكثر تركيباً ويصل لنتيجة. ويسمى هذا استنباطاً؛ لأنه تم صياغة المقدمات؛ والنتائج التي تلزم عن تلك المقدمات (Hintikka, 1999, P. 12).

في هذا الصدد، جاءت تسمية الاستنباط الطبيعي بهذا المسمى؛ نظراً لأن الإجراءات والأساليب الواجب تطبيقها في نسق الاستنباط الطبيعي، هى التي يستخدمها الأشخاص نفسها، عندما يفكرون في حياتهم الواقعية في كافة الأنشطة (Laboreo, 2004, P. 34). وفي أحد جوانب تلك الأنشطة، قدم ريبس[4] Rips, L. J. (1947) في كتابه "البرهان في علم النفس: الاستنتاج الاستنباطي في التفكير البشري" نظرية موجهة لنسق الاستنباط الطبيعي؛ باعتباره نموذجاً فكرياً منطقياً؛ قادراً على لعب دوراً محورياً في الحياة الذهنية أو العقلية. وقد ناقش ريبس مبادئ الاستدلال المؤكدة، حيث أنه في صدد تلك المبادئ، أكد على أن العلماء يجب أن يأخذوا بعين الاهتمام الاستنتاج الاستنباطي كأساس للتفكير (Rips, 1994, P. 3).

في سياق هذا التأكيد، طور ريبس نظرية قدرات الاستنباط الطبيعي، حيث وضح كيف أن التفكير في الحياة الواقعية هو استنباطاً طبيعياً، ووضح أيضاً كيفية التنبأ بالنجاحات الفعلية تارة، أو الفشل في مجموعة من المهام المعرفية تارة أخرى؛ وذلك بناءاً على امتلاك منهجية الاستنباط الطبيعي أو عدم امتلاكها. وأسس ريبس رؤى من علم النفس المعرفي Cognitive Psychology والمنطق والذكاء الإصطناعي Artificial Intelligence في بناء نسق نظري موحد، حيث دافع عن فكرة أن الاستنباط الطبيعي لديه القدرة على بناء البراهين الفعلية من جهة، ووحدات الذاكرة العقلية التي تربط المعلومات بالنتائج التي تبرزها من جهة أخرى (Ibid, PP. x-ix, 83).

انطلاقاً من هذه الفكرة، طور ريبس نموذج حسابي للاستنباط الطبيعي، يعتمد أساساً على اثنتين من المهارات المعرفية: يكمن أولها في القدرة على تقديم الافتراضات، ويتجسد ثانيها في القدرة على وضع أهداف فرعية للنتائج. وهناك مجموعة واسعة من التجارب التي تدعم هذا النموذج، بما في ذلك دراسات لتقسيم الموضوعات البشرية، فضلاً عن البراهين المنطقية. وخلافاً للنظريات السابقة للبرهان الفعلي، فإن هذا النموذج يعالج الأسماء والمتغيرات بطريقة عامة. وهذه القدرة تمكن الاستنباط الطبيعي من أن يلعب دوراً حاسماً في عمليات التفكير الأخرى، مثل تصنيف المشكلات وحلها. إذن، الاستنباط الطبيعي كأسلوب يحاكي أشكال الحجج التي نعرفها ونمارسها يومياً (Ibid, PP. 83-84).

2- البراهين الصورية والتفكير الطبيعي:

مازالت البراهين الصورية محض اهتمام، خاصة في جوانب كثيرة للمناهج في المنطق. والجدير بالذكر، أن بعض خصائص البرهان لا تأتي- على وجه الخصوص- قريبة من الممارسة الطبيعية

للاستنتاج الرياضي أو الاستنتاج في الحياة الواقعية، لكنها قريبة من الاستنباط الطبيعي؛ وذلك لأن الإجراءات التي يتم تطبيقها مشابهة جداً لتلك الإجراءات التي يستخدمها البشر أثناء التفكير (Sandoval, 2015, P. 21).

لذلك، يمكننا أن نرى أن معظم التدريبات والتمارين والأمثلة التي تم حلها؛ بواسطة نظرية البرهان في الكتب الخاصة بالاستنباط الطبيعي ودراسته، والتعبير عن النتائج بواسطة متتالية من الكلمات؛ أي التعبير عن الصيغ والمتتابعات بالكلمات، تجعلنا نرى أن أي شخص قادر على فهم- إلى حد ما- كيفية استخدام قواعد الاشتقاق، حتى من دون معرفة اسمها أو وجودها. إذ أنه يتغاضى عن معرفة قواعد الإدخال والإستبعاد، ويلجأ إلى التفكير بشكل طبيعي. والدليل على ذلك، إذا أخبرت شخصاً ما بقواعد الاستنباط الطبيعي وطرائقه، سيقول بالطبع هكذا الأمر في حياتنا الطبيعية (Laboreo, 2004, P. 34).

لهذا السبب، فإن الاستنباط الطبيعي بقواعده الصورية يحاكي إلى حد ما- وعلى وجه الدقة- مجموعة واسعة من عمليات التفكير البشري. وهناك دراسات قامت بمراجعة التفكير عبر الثقافات، ودراسات تجريبية تتعلق بفكرة العالمية Universality في الاستنتاج المنطقي[5].

في لُب هذا التصور، هناك العديد من الحجج والأمثلة، التي من خلالها، يمكننا رؤية المنطق فيها بشكل عام، خاصة في أعمالنا وأنشطتنا اليومية، ورؤية الاستنباط الطبيعي فيها بشكل خاص. إذ يمثل العديد من أشكال الحجج المألوفة، كما أنه ينظمها في نسق من الحجج الصحيحة، الذي يمكن من خلاله تمثيل أي حجة صحيحة على الإطلاق، سواء كانت حجج بسيطة أو تركيبية، حيث يتم تغيير الكلمات إلى إجراءات بسيطة (Van Benthem & et al, 2016, PP. 23-27) انظر أيضاً: (Mosley & Baltazar, 2019, P. 15) & (Laboreo, 2004, P. 34).

إذ يمكن لهذا الاستنباط الطبيعي أن يساعد في التفكير في مفاهيم وتصورات... مثل: "أنها تمطر"، "لا تمطر"، "إنها مشمسة"، "لا يوجد بلل"... باعتبارها كلمات قصيرة. وعلاوة على ذلك، كل شخص لديه القدرة على فهم واضح لما يحدث عندما تمطر، وأحياناً يقوم بربطها بسرعة أن الأرض لن تُبتلَّ، إذا كانت الشمس ساطعة، فإنها لا تمطر... وهنا يحاول أن يتعامل مع الصيغ الأكثر تركيباً (Ibid).

بالإضافة إلى أن الأشخاص عندما يقومون باثبات حجج أكثر تركيباً، فغالباً ما يتم تقديم متتالية من الحجج التي تبدأ من بعض المقدمات (الافتراضات)، ثم يتم استخدام القواعد بشكل متكرر في سلسلة من الخطوات الاشتقاقية، حيث نقوم بتطبيق القاعدة على المقدمات؛ للحصول على النتيجة مباشرة والتي تكون مبررة. وبعد ذلك يتم استخدام النتيجة التي تم الحصول عليها مع بعض المقدمات الأصلية في البرهان؛ لاستخلاص المزيد من النتائج (Mosley & Baltazar, 2019, P. 361). وهذا ما فعله جاسكوفسكي في النظرية الخطية للاستنباط الطبيعي، خاصة في النسق التخطيطي Graphical System، الذي ورد في صورة البراهين الصندوقية Box Proofs.

لذلك، تقدم نظرية الاستنباط الطبيعي بدائل ممكنة للأشخاص يستخدمونها أثناء التفكير مع ضبطه؛ وذلك عن طريق تقديم تفسيرات محتملة للقواعد الاستنباطية، التي تقوم بتبرير جميع النتائج (Mosley

(Baltazar, 2019, P. 361 &. ومن ثم، تم تصميم الاستنباط الطبيعي ليكون طبيعياً في الاستنتاج العادي. فنحن البشر نفكر بشكل افتراضي يومياً، ونحاول أن نستدل ماذا حدث؟ وماذا سيحدث؟ ونحلل الحجج؟ ونقارن بين النتائج؟ لذلك يحظى الاستنباط الطبيعي بتبريرات فلسفية. وعلى هذا النحو، تتوافق الحجج الواقعية مع قواعد الاستنباط الطبيعي لجميع الروابط المنطقية (Thomason, 1970, PP. 15-16, 39).

في هذا السياق، تُعرف قواعد الاستدلال التي تقدم الرابط المنطقي في النتيجة بقواعد الإدخال، إذ تقوم بالجمع بين المقدمات، حيث توضح نوع الاستدلالات الصحيحة مع الرابط المنطقي في ضوء المقدمات المعطاه؛ أي الافتراضات التعسفية، ومن ثم تُنتج صيغة تركيبية. بينما تخبرنا قواعد الإستبعاد للرابط المنطقي ما هى الصيغ الفرعية التي يمكننا استنتاجها من صيغة تركيبية، أي تقوم بتحليلها.

من هذا المنظور، يمكننا القول بأن هذه القواعد توفر رؤى صحيحة ومحددة للتفسير الصحيح للروابط المنطقية، والتي يُنظر إليها أيضاً على أنها روابط التفكير البشري؛ أي روابط منطق الحياة الواقعية (Sandoval, 2015, PP. 16, 26) وانظر أيضاً: (Mosley & Baltazar, 2019, PP. 366-375). وبالتالي، ما يفعله برهان الاستنباط الطبيعي- شجرياً كان أو خطياً- هو التحقق من مدى صحة نتيجة أو حجة ما، فهو أشبه وأقرب إلى الحجج التي نمارسها في حياتنا الواقعية. فعندما نتحدث بشكل غير صوري، فإننا نستخدم أنواعاً عديدة من الحجج، حيث يجعل الاستنباط الطبيعي تلك الأشكال المألوفة للحجج دقيقة، علاوة على أنه ينظمها في نسق من الحجج الصحيحة، الذي يمكن من خلاله تمثيل أي حجج (Teller, 1989, P. 59). وعلى هذا النحو، سنحاول أن نقدم بعض الأشكال البسيطة والمألوفة للحجج في حياتنا الواقعية، فعلى سبيل المثال:

الحجة الأولى:

لأنني أعلم شخصية آدم أنه يحب حواء، واكتشفت من أقرب صديق لآدم أنه يحب حواء بالفعل. وبالاستنتاج الطبيعي اتضح لي أن عرض الزواج وشيك الحدوث (Ibid, P. 36). صاغ الاستنباط الطبيعي تلك الحجة بقاعدة إستبعاد اللزوم ($\supset E$)، والتي ترد ببرهانها الشجري على النحو الآتي (Mosley & Baltazar, 2019, P. 16):

$$\frac{p \supset q \quad p}{q} \supset E$$

على الرغم من أن المرء ربما لم يتوقف عن صياغة تلك الحجة، باستخدام جميع قواعد الاستنباط الطبيعي سواء كان بالبرهان الشجري أو الخطي، إلا أننا نستخدمها في حياتنا الواقعية دون العلم بها (Teller, 1989, P. 59).

الحجة الثانية:

في الانتخابات الرئاسية الأمريكية، لدينا المرشح الأول ترامب، والمرشح الثاني بايدن، وترامب جمهوري، وبايدن ديمقراطي، والنتيجة هى إما أن يتم اختيار الجمهوري أو الديمقراطي لمنصب الرئيس القادم، ويمكن صياغة الاشتقاق الصوري لهذا المثال كالآتي:

- ترامب هو الرئيس المختار: p
- بايدن هو الرئيس المختار: q
- يتم اختيار الجمهوري لمنصب الرئيس: l
- يتم اختيار الديمقراطي لمنصب الرئيس: f

بشكل مبدئي، نحن نتفق على أن الصيغة الفصلية (pVq) هى صيغة صحيحة؛ بسبب التسوية الانتخابية، والصيغة $(p \supset l)$ هى صيغة صحيحة؛ لأنها صيغة شرطية، لذلك نريد أن نظهر اشتقاق ما يلي: $(pVq), (p \supset l), (q \supset f) \vdash (lVf)$، ومن ثم يكون الاشتقاق الصوري على النحو الآتي (Von Plato, 2015, P. 40):

$$-(pVq), (p \supset l), (q \supset f) \vdash (lVf)$$

$$\dfrac{\dfrac{3}{[pVq]} \quad \dfrac{\dfrac{\dfrac{1}{p \supset l} \quad [p]}{l} \supset E}{lVf} VI_1 \qquad \dfrac{\dfrac{\dfrac{2}{q \supset f} \quad [q]}{f} \supset E}{lVf} VI_2}{lVf} VE, 1,2$$

البرهان: من أجل اشتقاق الصيغة الفصلية (lVf)، يتم منذ البداية تحديد الرابط الرئيسي الذي سيتم العمل عليه لاستنتاج جذر الشجرة، والذي يتجسد في رابط الفصل (V). وعلى هذا النحو، يحتكم مسار الاشتقاق الرئيسي إلى البدء من عملية الاستنتاج الأمامي؛ أي العمل على جميع الصيغ السابقة للاشتقاق الرئيسي $(\vdash)$، وهما: $(pVq), (p \supset l), (q \supset f)$، لكن مع السماح بتبادلية ترتيب هذه الصيغ؛ لأن الاشتقاق عامة يعتمد على شكل المقدمات والنتيجة المراد اشتقاقها.

بناءاً على تبادلية ترتيب تلك الصيغ، سنبدأ أولاً مع الصيغة اللزومية الثانية وهى الصيغة $(p \supset l)$، والتي سوف تمثل الفرع الأول الأيمن في شجرة الاشتقاق، ونظراً لأن الرابط الرئيسي فيها هو رابط اللزوم، فسوف يتم افتراض مقدم اللزوم وهو الصيغة (p) وترقيمه بـ (1)، مع تطبيق قاعدة إستبعاد اللزوم $(\supset E)$ وكتابتها على يسار خط استدلال ذلك الفرع الأول الأيمن. ووفقاً لها، يتم اشتقاق تالي الصيغة اللزومية، والذي يكمن في الصيغة (l). وثانياً، نبدأ بالعمل على الصيغة اللزومية الثالثة $(q \supset f)$، فينشأ لدينا الفرع الثاني الأيسر، حيث نقوم بافتراض مقدم اللزوم وهو الصيغة (q)، إذ يتم ترقيمه أيضاً بـ (2). وبما أن الرابط الرئيسي هو اللزوم، فيجب إذن تطبيق قاعدة إستبعاد اللزوم $(\supset E)$

وكتابتها على يسار خط استدلالها. ووفقاً لها، يتم اشتقاق تالي الصيغة اللزومية، والذي يكمن في الصيغة (f).

ثالثاً، نقوم بأخذ نتائج الفرع الأول الأيمن والفرع الثاني الأيسر، وهما الصيغتين: $[(l), (f)]$؛ باعتبارهما مقدمات وليست نتائج ويتم تجميعهما معاً؛ بواسطة قاعدة إدخال الفصل (VI)، والتي ترد في جزأين (VI_2, VI_1). ومن ثم ينشأ لدينا فرعين جديدين وهما: الفرع الثالث الأيمن، حيث يتم فيه تطبيق الإدخال اليميني للفصل (VI_1). والفرع الرابع الأيسر، حيث يتم فيه تطبيق قاعدة الإدخال اليساري للفصل (VI_2)، مع كتابة تلك القواعد على يسار خطوط استدلالها. وطبقاً لنموذجي إدخال الفصل، يتم اشتقاق الصيغة الفصلية (lVf) نفسها في كلا الفرعين.

رابعاً، يتم أخذ نتائج الفرعين السابقين الأعلى الأقرب؛ أعني الفرع الثالث الأيمن والفرع الرابع الأيسر، والمتمثلتين في الصيغة (lVf) بوصفها مقدمات، مع افتراض المقدمة الثالثة والأخيرة في الصيغ السابقة لعلامة الاشتقاق، وهى الصيغة الفصلية (pVq) بوصفها مقدمة كبرى وترقيمها بـ 3. ومن ثم ينشأ لدينا الفرع الخامس والأخير، والذي يحتوي على ثلاثة مقدمات، وهما: $[(lVf), (lVf), (pVq)]$. وبما أن الرابط الرئيسي عبارة عن الفصل، فيجب حينئذ تطبيق قاعدة إستبعاد الفصل $(VE, 1,2)$ وكتابتها على يسار خط استدلال ذلك الفرع الأخير مع تفريغ الافتراضين (p, q)، فيكون لدينا الصيغة النهائية المشتقة، وهى الصيغة (lVf) الموجودة في جذر الشجرة.

سادساً- تطبيق الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي:

1- دور الاستنباط الطبيعي في تحليل الحجاج لدى الطلاب:

يُنظر إلى الحجاج Argumentation والمنطق على أنهما مرتبطان ارتباطاً وثيقاً، لكنهما مختلفان صورياً. ومنذ عمل أرسطو الذي فصل "الحجة الجدلية" Dialectic Argument عن "القياس المنطقي" تم تمييز الاستنتاج الحجاجي Argumentative Reasoning عن الاستنتاج البرهاني Demonstrative Reasoning في المنطق. لذلك، قامت بعض الدراسات المنطقية باثبات أن هناك علاقة بين البرهان النظري للاستنباط الطبيعي ومنطق الحجاج (Kakas & et al, 2018, P. 238).

تؤسس تلك العلاقة على فكرة أنه إذا كان المنطق هو دراسة الاستدلال والبراهين وصحة استنتاجها، فإن العديد من الأنساق المنطقية تشارك في دراسة الحجاج. ومن ثم، تعد بمثابة الدراسة النسقية Systematic Study له؛ لأن كل حجة تتكون من قضايا أو صيغ، بحيث تكون كل قضية إما صادقة أو كاذبة فعلياً (Corcoran, 1989, PP. 17, 42).

على هذا النحو، تناولت العديد من الدراسات مدى الأهمية التطبيقية للاستنباط الطبيعي وعلاقته بالحجاج في التعليم الجامعي، خاصة من الناحية التعليمية والتربوية. وذلك من خلال أن الدراسات التي أجريت في علوم الكمبيوتر والنظرية الأوتوماتكية Automata Theory والرياضيات الدقيقة Discrete Mathematics قد لفت الانتباه إلى إدراك أن تقديم المفاهيم الأساسية للمنطق خاصة نهج الاستنباط

الطبيعي، الذي قدمه كلٌّ من جنزن وجاسكوفسكي جلبت فائدة تطبيقية حول قدرة الطلاب في تحسين وإستعادة بنية الحجاج والكاريكاتور Cartoons والمقالات الصحفية Newspaper Articles. حيث أكدت تلك الدراسات على أن تعلم الاستنباط الطبيعي يساعد الطلاب على تبرير حججهم بشكل أفضل، إذ يكونوا أكثر اتساقاً في تقديمهم للحجج ومناقشتها (Dávila & et al, P. 1).

فمن المعروف منطقياً أن أحد أهم القدرات التي تدعو للاهتمام عند قراءة ورقة أو تحليل وثيقة تتمثل في القدرة على استعادة بنية الحجج المقدمة، لذلك تعتبر دراسة تقنية النظرية الشجرية للاستنباط الطبيعي بمثابة الأداة التي تمكن الطالب من القدرة على قراءة ورقة أو خبر أو مقالة في مجلة. حيث تقدم له آلية إستعادة تلك الحقائق التي تدعم النتائج والحجج والأقوال الأساسية والقضايا المحورية والتمييز بينها؛ أي التمييز بين تلك التي يُفترض المؤلف أنها صادقة، وتلك المفترضة والمبررة بنفسها (Dávila & et al, P. 1).

تكمن الفكرة الرئيسية لهذه الدراسات في أن تقنية الاستنباط الطبيعي لديها فوائد تعليمية قوية مستقلة عن اعتبارات ما بعد النظرية، فمن بين تلك الفوائد: تقديم أولاً تفسيراً أفضل لمعاني الروابط والأسوار المنطقية. وثانياً إيضاح أن فحص البرهان يأتي دقيقاً باستخدام منهجية الاستنباط الطبيعي؛ لأنه من الضروري وجود إطار صوري لكتابة البرهان في الحجج غير الصورية؛ ومعرفة الأخطاء الواردة في الاستنتاج؛ بسبب الغموض في البراهين المكتوبة بلغة طبيعية (Dávila & et al, PP. 1-2).

من بين تلك الدراسات، أنه تم تقديم تقرير لدراسة عن تجربة مدتها أربع سنوات في تدريس الاستنتاج لطلاب التعليم الجامعي في مختلف الكليات- بحيث شملت تلك التجربة جميع مستويات الطلاب الضعفاء والأقوياء فكرياً- باستخدام تقنية الاستنباط الطبيعي، في سياق منهجية النظرية الشجرية لكلٍّ من جنزن وبروفيتز. إذ تم إعداد هذه التجربة، بناءاً على أن الاستنباط الطبيعي يعد بمثابة النهج التعليمي Pedagogical Approach وباعتباره بديل جيد؛ لاستخدام الجبر المنطقي في تدريس الاستنتاج؛ خاصة لعلماء الكمبيوتر من جهة وممارسي المناهج الصورية عامة من جهة أخرى (Monin & et al, P. 1).

في صدد هذا الاعتبار، أظهرت الخبرة المكتسبة من الدراسة- التي أجريت على طلاب الهندسة- أن تدريس مفاهيم الاستنباط الطبيعي في دورات علمية منتظمة مثل: دورات نظرية الحوسبة Theory of Computation والذكاء الإصطناعي في جامعات ومعاهد مختلفة قد ساعدت الطلاب على رؤية بنية الحجاج التي يقدمها المؤلف في النص. حيث تجلب رؤى حول كيفية كتابة النص الحجاجي Argumentative Text من ناحية، ودعم الأحكام والدفاع عن موقف ما أو وجهة نظر معينة بتبريرها منطقياً من ناحية أخرى، ويعد هذا بمثابة قدرات هامة بالنسبة للطلاب في التعليم الجامعي (Dávila & et al, PP. 1-3).

لذلك، تكون دراسة الاستنباط الطبيعي للطلاب الجامعيين في عامهم الأول ذات تأثير هاماً في دراستهم المهنية Professional Studies؛ مما يحسن قدراتهم التحليلية والتركيبية؛ وكذلك السماح بالاستنتاج المجرد Abstract Reasoning (Garcia & Mazzotti, 2016, P. 1).

في سياق هذا، عندما تم إجراء بحث استقرائي آخر على طلاب الهندسة؛ بواسطة باتريك سكوت Patrick Scott عام 2000، باستخدام مجموعتين من الطلاب، كان لكل من المشاركين هدف يتمثل في اكتساب قدرتين: أولها التحليل وثانيها التركيب. وكان محور البحث يكمن في طرح كيفية إمكانية قياس التحسين في التحليل والتركيب بطريقة موحدة في سياق قراءة كل طالب للنصوص الحجاجية؟ (Dávila & et al, P. 2) وتكونت تلك الاستراتيجية من الجمع بين تعلم المفاهيم المنطقية وقراءة الأخبار الورقية والكاريكاتير السياسي Political Cartoon والمقالات Articles من مختلف الأنواع، حيث واجه الطلاب الأسئلة التالية: (Dávila & et al, P. 2) وانظر أيضاً: (Vaidya & Erickson, 2011, P. 123):

- ما أثر المقالة أو الخبر أو الكاريكاتير؟
- ما القضايا المفترض أنها صادقة، أي تحديد مقدمات النص الحجاجي؟
- ما القضايا التي تمثل نتائج النص الحجاجي؟
- كيف ينتقل المؤلف من المقدمات المنطقية إلى النتائج؟
- أي نوع من الحجج مباشرة أو غير مباشرة أو ضمنية في النص الحجاجي؟
- هل النتائج التي تم استنباطها جيدة الدعم؟
- هل النتائج صحيحة وسليمة منطقياً؟

بالتالي، فإن قراءة اشتقاق النصوص الحجاجية بتطبيق منهجية الاستنباط الطبيعي تقدم تفسيراً حجاجياً Argumentative Interpretation للنتائج من جهة، وتسمح أيضاً باستخراج التفسير الجدلي Dialectical Explanation للاشتقاق من جهة أخرى، وذلك في سياق قواعد الإدخال والإستبعاد (Kakas & et al, 2018, P. 238).

علاوة على ذلك، تم تطبيق دورة معرفة النظرية الشجرية للاستنباط الطبيعي على 150 إلى 200 طالباً في العام الأول من التعليم الجامعي. حيث كان الهدف يكمن في تحسين قدرة الطلاب على الاستنتاج خارج إطار العمل الصوري من الاستنباط الطبيعي؛ أي اكتشاف الاستنتاج الصحيح والخاطئ، والبرهان الصوري المقنع في اللغة الطبيعية. وعلى هذا النحو، تم تحول استنتاج الطلاب من الاستنتاج التقريبي Approximate Reasoning في اللغة الطبيعية إلى استنتاج البراهين الصورية، فتم تقديم محاور أساسية تتمثل في الآتي (Monin & et al, PP. 16-17) وانظر أيضاً: (Vaidya & Erickson, 2011, P. 123):

- كيفية تحليل الحجة إلى برهان ثم إلى أهداف فرعية.
- كيفية إيجاد الافتراضات التعسفية وتفريغها، وما يجب برهنته من تلك الافتراضات.
- كيفية اعتبار البرهان الشجري بوصفه خطاباً حجاجياً Argumentative Discourse.
- كيفية الحصول على الاستنتاج الأكثر تنظيماً والأدق صحة.

بالإضافة إلى ذلك، أجريت دراسة أخرى على الطلاب في المدارس الثانوية، حيث تجسد محور هذه الدراسة في طرح سؤالاً يكمن في عما إذا كان الطلاب في المدارس الثانوية يمكنهم تحسين قدراتهم المنطقية والبرهانية؛ من خلال أخذ دورة تمهيدية في الاستنباط الطبيعي؟

تحقيقاً لهذه الغاية، تم تقديم مفهوم خاص للبرهان وعلاقته بالحجاج، حيث يشكل هذا المفهوم الموقف التعليمي المتشابك بأكمله في التعليم الثانوي. وتم تحليل بعض النتائج الأولية التي توضح أن الدورة تنجح بشكل أساسي في تعزيز قدرات الاستدلال لدى الطلاب، وتزويدهم بأساليب حل المشكلات؛ لاستخدامها في الدورات الأخرى أيضاً. لذلك، تمثلت أهداف تلك الدراسة في الآتي (Morou & Kalospyros, 2003, P. 886):

- التعامل مع الاستنباط الطبيعي بوصفه نسقاً مجرداً ومستقلاً، وبوصفه أداة مفيدة للتطبيق في المجالات المعرفية الأخرى.
- تنمية الاستنتاج المنطقي لدى الطلاب، والقدرة على بناء خطوط الاستنتاج لأنفسهم، سواء كان بالبرهان الشجري الذي قدمه جنزن، أو البرهان الخطي الذي قدمه جاسكوفسكي.
- مساعدة الطلاب في صياغة وجهات نظرهم بوضوح ودقة، مع تقديم بنية سليمة للحجج وتدعيمها بالتبرير المنطقي.

بناءاً على ذلك، يمكننا استنتاج أن تلك الدراسات تناولت أهمية الاستنتاج المنطقي، واستخدامه في التدريس والتعليم وتحليل البرهان. علاوة على أهميته في فهم عمليات مسار تفكير الطلاب واستنتاجهم؛ من خلال تطبيق آليات الاستنباط الطبيعي المتمثلة في آلية تقديم الافتراضات ومبدأ تفريغها وآلية الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية، والتي تعني بمضمونها آلية التركيب والتحليل، التي ينص عليها أيضاً الخطاب الحجاجي. وهذا ما أكد عليه جنزن وجاسكوفسكي- كما ذكرنا آنفاً- أن الاستنباط الطبيعي يعد بمثابة النسق الصوري الذي يقوم بإثبات النظريات في الرياضيات والعلوم والخطاب العادي.

2- الاستنباط الطبيعي بوصفه خطاباً حجاجياً:

من المعروف بوجه عام أن المنطق غير الصوري يعد بمثابة استخدام المنطق في تعرف الحجج، وتحليلها وتقييمها، كما ترد في سياقات الحديث العادي ومداولات الحياة اليومية في: المحادثات الشخصية، والإعلانات، والجدل السياسي والقضائي، وفي شتى ألوان التعليقات التي نصادفها في الصحف والإذاعة المرئية والمسموعة وشبكة الإنترنت وغير ذلك من وسائل الإعلام (مصطفى، 2007، ص12).

لذلك، يعتبر الحجاج بمثابة الجزء التواصلي من التفكير، فضلاً عن كونه مهارة أساسية في العلوم، ليس فقط للعلماء وطلاب العلوم، ولكن أيضاً للمواطنين عامة؛ لأنه يمكنهم من اتخاذ قرارات مستنيرة واستنتاجات صحيحة بشأن القضايا الاجتماعية والعلمية في الحياة الواقعية، تلك القضايا التي لا تخلو من المنطق، خاصة منطق الاستنباط الطبيعي وتقنياته البسيطة (Beniermann & et al, 2012, PP. 17-18).

على هذا النحو، تم تطبيق النظرية الشجرية للاستنباط الطبيعي، خاصة تطبيقها في تحليل وإستعادة بنية النصوص الحجاجية التي سوف تقدم. لذلك، يعد المنطق بمثابة الأساس لكيفية تواصل البشر وتفاعلهم مع بعضهم البعض، مع وضع المعايير التي يستخدمها المرء لتقرير ما إذا كان هناك نتيجة تتبع من مقدمات معينة. حيث تكون الحجة صحيحة إذا تم الانتقال من مقدمات صادقة إلى نتيجة صادقة. بينما تكون الحجج غير صحيحة إذا تم الانتقال من مقدمات صادقة إلى اشتقاق نتيجة كاذبة. وبالتالي، فإن تطوير إجراءات لتقرير متى تكون الحجة صحيحة أو غير صحيحة هو الدور المنوط به النسق الاستنباطي المنطقي (Mosley & Baltazar, 2019, PP. 13, 24, 29). وانظر أيضاً: (Dávila & et al, P. 2).

من هذا المنظور، يعد الاستنباط الطبيعي بمثابة النسق المنطقي الذي يعكس أنماط الحجج التي يستخدمها البشر عند التفكير أو الاستنتاج وتبرير صحته، حيث يتم تحديد معنى كل رابط في هذا النسق، وفقاً للطريقة التي يوجد بها في خطاب اللغة الطبيعية Natural Language Discourse.

لهذا، يقدم المنطق تحليل للطريقة التي يستخدم بها البشر اللغة، أي الطريقة التي يتم بها ربط القضايا باستخدام عوامل لغوية، والتي تسمى بالروابط المنطقية المتمثلة في: رابط الفصل "إما... أو"، ورابط اللزوم "إذا كان... فإن..."، ورابط العطف "و"، ورابط النفي "لا"... إلخ. لذلك، ارتبط كل رابط منطقي في الاستنباط الطبيعي بوجود قاعدتين له: تكمن القاعدة الأولى في إدخال الرابط، بينما تكمن القاعدة الثانية في إستبعاد الرابط. حيث تقرر القاعدة الأولى ربط مقدمتين مفترضتين باستخدام رابط معين، بينما تقرر الثانية متى من الممكن إستبعاد هذا الرابط مع تحليل الحجة. وبالتالي، يمكننا أن نتناول بعض النصوص الحجاجية؛ لنرى كيف يمكن اعتبار الاستنباط الطبيعي خطاباً حجاجياً في إطار بنية الحجة وآلية تحليلها وتركيبها وبرهنتها صورياً.

الحجة الأولى:

إذا كان لدينا النص الحجاجي: في تلك الآونة، لاشك أن حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي، ورغم ذلك مصر مستمرة دائمة في التنمية في مختلف القطاعات والمجالات، رغم تأثرها بتلك الأضرار في جميع مناحي الحياة. حيث تقوم بوضع آليات لاحتواء ما تعكسه تلك الأزمة السياسية في إطار اتخاذ إجراءات جديدة؛ للتقليل من حدة الآثار السلبية الناجمة عن حرب روسيا وأوكرانيا.

يحتوي هذا النص الحجاجي على صيغ منطقية، يربط بينها رابط العطف (&). لذلك يمكننا تحديد بنية النص الحجاجي أولاً، وتقديمها من خلال تطبيق قاعدة إدخال العطف ($\&I$)، حيث يتم تركيب هذا النص الحجاجي بالبرهان الشجري كما يلي:

جدول (1):

تركيب النص الحجاجي	البرهان الشجري

حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي مصر مستمرة في التنمية / حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي ومصر مستمرة في التنمية	$\frac{p \quad q}{p\&q}\&I$

يوضح هذا النص الحجاجي أنه إذا تم افتراض صدق القضية الأولى (p) المتمثلة في (حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي)، وافتراض صدق القضية الثانية (q) المتجسدة في (مصر مستمرة في التنمية)، فإننا نستنتج أن تركيب وتسلسل استخدام حرف العطف صادقاً أيضاً؛ أي صدق القضية العطفية $(p\&q)$؛ أعني (حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي ومصر مستمرة في التنمية). بينما إذا حاولنا تقديم بنية النص الحجاجي؛ باستخدام قاعدة إستبعاد العطف $(\&E)$ فسيكون على النحو الآتي:

جدول (2):

تحليل النص الحجاجي	البرهان الشجري
حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي ومصر مستمرة في التنمية / حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي	$\frac{p\&q}{p}\&E_1$
حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي ومصر مستمرة في التنمية / مصر مستمرة في التنمية	$\frac{p\&q}{q}\&E_2$

يقرر تحليل النص الحجاجي؛ أي إستبعاد العطف أنه: إذا كان تسلسل الصيغتين مع رابط العطف صادقاً، فإن أي صيغة من الصيغ ستكون صادقة بحد ذاتها؛ أي تقرير صدق الطرف الأول من العطف والمتمثل في الصيغة (حرب روسيا وأوكرانيا أضرت الاقتصاد العالمي) مع تقرير صدق الطرف الثاني من العطف المتجسد في الصيغة (مصر مستمرة في التنمية).

الحجة الثانية:

إذا كان لدينا نصاً حجاجياً يخبرنا بالآتي: لقد دافع بوش عن حقوق الإنسان وهاجم الإرهابيون، أثناء توليه منصب رئيس أمريكا لعدة سنوات حيث قام بغزو البلدان ومنها العراق عام 2003؛ تحت إدعاء نزع أسلحة الدمار الشامل العراقي، مستشهداً بتقارير من مصادر استخباراتية، فقام بالقبض على الإرهابيين كما وصفهم وأصاب الكثير من الأبرياء... إلخ (Dávila & et al, P. 7).

دعونا نحاول تقديم تقييم هذا النص الحجاجي بالبرهان الشجري في الاستنباط الطبيعي في إطار من التركيب والتحليل وتحديد بنية الحجج، واستنتاج النتائج من المقدمات التي يتم افتراضها في هذا النص الحجاجي. فضلاً عن التأكد من صحة ما إذ كان بوش مدافعاً عن حقوق الإنسان أم لا؟ وسوف نقوم أولاً بتحديد المقدمات المنطقية في هذا النص باعتبارها افتراضات تعسفية، إذ تتمثل في الآتي:

جدول (3):

الافتراضات	التمثيل اللغوي	التمثيل الرمزي
الافتراض الأول	بوش مدافع عن حقوق الإنسان	p
الافتراض الثاني	يغزو بوش البلدان ويهاجم الإرهابيون	$q\&r$
الافتراض الثالث	إذا هاجم الإرهابيون، فإنه يصيب الكثير من الأبرياء	$r \supset s$
الافتراض الرابع	إذا أصاب بوش الأبرياء، فإنه يكون إرهابي	$s \supset l$
النتيجة الفرعية	إذن، بوش إرهابي	l
النتيجة النهائية	إذن، بوش إرهابي وبوش مدافع عن حقوق الإنسان، أي نتيجة متناقضة. ومن ثم، نستنتج أنه من الخطأ القول بأن بوش مدافع عن حقوق الإنسان.	$\neg p$

تنفي النتيجة النهائية افتراض مؤلف النص الحجاجي، بأن بوش مدافع عن حقوق الإنسان. وفي هذا الصدد، يمكننا تمثيل النص الحجاجي بالبرهان الشجري بشكل غير الصوري، والذي يرد على النحو الآتي:

يغزو بوش البلدان ويهاجم الإرهابيون — يغزو بوش البلدان ويهاجم الإرهابيون
يغزو بوش البلدان — يهاجم الإرهابيون
إذا هاجم الإرهابيون، فإنه يصيب الكثير من الأبرياء
إذا اصاب بوش الأبرياء، فإنه إرهابي
إذن، بوش إرهابي — بوش مدافع عن حقوق الإنسان
إذن، بوش إرهابي وبوش مدافع عن حقوق الإنسان
نتيجة متناقضة
من الخطأ القول بأن بوش مدافع عن حقوق الإنسان

بينما يرد التمثيل الصوري لهذا النص الحجاجي بالبرهان الشجري؛ من خلال البدء بالافتراض الثاني؛ لأنه كما أشرنا أن مسار البدء بعملية الاشتقاق يعتمد على ما تتطلبه مقدمات الاشتقاق ونتائجه، وهنا تتجلى خاصية المرونة والحرية في بناء البراهين. ومن ثم، يكون البرهان الصوري على النحو الآتي:

$$(p)\ ,(q\&r),(r \supset s),(s \supset l) \vdash \neg p$$

$$\dfrac{\dfrac{3\ [p] \qquad \dfrac{\dfrac{2\ [s \supset l] \qquad \dfrac{\dfrac{1\ [q\&r]}{r}\&E_2 \qquad \dfrac{1\ [q\&r]}{q}\&E_1}{r \supset s} \supset E}{s} \supset E}{l}}{p\&l}\&I}{\dfrac{\bot}{\neg p}\bot E}\bot E$$

في هذا الصدد، يتم التعامل في نظرية الحجاج مع الصيغ المفترضة على أنها حجج، إذ تم تعريف الاستنتاج من خلال فكرة قبول الحجج بشكل غير صوري. بحيث تكون استنتاجات الحجاج عبارة عن قضايا مدعومة بتبريرات منطقية مقبولة. إذن، يتم قبول القضايا من حيث مفاهيم الاستنتاج والصحة والتبرير؛ وذلك من خلال الاشتقاق المباشر الناتج عن تطبيق قواعد الإدخال والإستبعاد على الصيغ المفترضة (Kakas & et al, 2018, P. 238).

لذلك، يأتي التكافؤ بين نظرية الحجاج ومنطق القضايا في الاستنباط الطبيعي من التطابق في عدم قبول حجج القضايا في نظرية الحجاج دون برهنة مع اثبات اكتمال البرهان في الاستنباط الطبيعي؛ بواسطة استخدام الافتراضات التعسفية التي تؤدي إلى الاستنتاج الصحيح؛ من خلال تطبيق القواعد المنصوص عليها. بالإضافة إلى أن استخدام قواعد منطق القضايا في الحجاج تساعد في التحكم بمنهيجة في قضاياه؛ وذلك عندما يتم إيجاد التناقضات التي ترد في بعض قضاياه، خاصة في سياق تطبيق قاعدة إستبعاد الكذب ($\bot E$)، أو قاعدة برهان الخلف؛ أي إدخال النفي ($\neg I$) (Kakas & et al, 2018, P. 238) وانظر أيضاً: (Morou & Kalospyros, 2003, P. 891).

الحجة الثالثة:

تخبرنا حجة فأس غانتو Ganto's Axe أنه: ذات يوم قال توكوسان لتلميذه غانتو: كان هذين الراهبين معي لسنوات عديدة، وأرغب في اختبارهم، فعليك أن تضعهم في امتحان. فأخذ غانتو الفأس ودخل الغرفة الذي يتواجد فيها هذين الراهبين، فرفع غانتو الفأس فوق رؤوسهم وهم مقيدون، وقال لهم: إذا قلتم كلمة، فسوف أقطع رؤوسكم. وإذا لم تقولوا كلمة واحدة، فسوف أقطع رؤوسكم... (Hofstadter, 1999, PP. 197-198).

يستنتج أي شخص عندما يقرأ هذا النص الحجاجي أن غانتو سوف يقطع رؤوس هؤلاء الرهبان، ولكن كيف نصل إلى تلك النتيجة، وهل الحجة صحيحة منطقياً؟ (Ibid, P. 198).

نلاحظ أن هذا النص الحجاجي يحتوي على ثلاث مقدمات بوصفها افتراضات تعسفية، ويمكننا توضيحها بما يلي:

جدول (4):

الافتراضات	التمثيل اللغوي	التمثيل الرمزي	البرهان الشجري
الافتراض الأول	إما أن يقولوا الراهبان كلمة، أو لا يقولون كلمة	$pV\neg p$	$\dfrac{\begin{matrix}p & \neg p\\ \vdots & \vdots\\ pV\neg p & q \quad q\end{matrix}}{q}\,VE$
الافتراض الثاني	إذا قال الراهبان كلمة، فسيقطع غانتو رؤوسهم	$p \supset q$	$\dfrac{p \supset q \qquad p}{q}\supset E$
الافتراض الثالث	إذا لم يتفوه الراهبان بكلمة واحدة، فسيقطع غانتو رؤوسهم.	$\neg p \supset q$	$\dfrac{\neg p \supset q \qquad \neg p}{q}\supset E$

إذن، تم استنباط النتيجة (q) والتي تعني أن غانتو سيقطع رؤوس الراهبان من الافتراضات الثلاثة؛ وذلك بواسطة الاحتكام إلى قواعد الإستبعاد لرابطي الفصل (V) واللزوم $(\supset)$. ومن ثم، تم تحليل بنية الحجة وتنظيمها صورياً، والتأكد من صدق نتيجتها باستخدام تقنية نسق النظرية الشجرية في الاستنباط الطبيعي.

3- تقنية الاستنباط الطبيعي باعتبارها أداة للخبرة:

تعزز تقنية الاستنباط الطبيعي- كما أشرنا- قدرة الطالب على فهم وحل المشكلات وتحليل النصوص الحجاجية وتركيبها، وإصدار الأحكام والتأكد من صحة تبرير الحجج، ومدى صدق كتابة الوثائق والنصوص... إلخ. فلاشك أن جميع هذه القدرات أساسية بالنسبة لأي طالب جامعي.

بالتالي، يلتقي الاستنباط الطبيعي مع دائرة التحليل النقدي للنصوص الحجاجية. ومن ثم، يمكن للطالب اكتشاف المغالطات بنفسه وتبرير أخطاء الآخرين، بناءاً على كشف أخطاء استنتاجهم. ولهذا، يعزز الاستنباط الطبيعي القدرة على الاستنتاج الصحيح في الحجاج. إذن، يكتسب الطالب الجامعي خبرة أثناء مراحل التعليم من خلال تقنية الاستنباط الطبيعي، حيث يساعده على ما يلي (Vaidya & Erickson, 2011, PP. 123-126) وانظر أيضاً: (Dávila & et al, PP. 13-14):

- معرفة المنهجية الصورية لقواعد الاستدلال التي نمارسها في الحجج الواقعية، والمتمثلة في قواعد الإدخال والإستبعاد.
- يقدم فهماً دقيقاً للافتراضات التعسفية المفرغة والمتاحة للاستخدام (غير المفرغة)، ويعد هذا أمراً ضرورياً لمعالجة الأسوار والاستقراءات، خاصة في المجال القانوني.
- يقوم بتحسين القدرة على تحليل النصوص وتركيبها.
- التعرف على بنية الحجاج التي يقدمها المؤلف.
- القراءة الصحيحة للنصوص الحجاجية أو المقالات الصحفية أو الأخبار السياسية.
- تزويد الطالب ببنية منطقية تسهل عملية الاستنتاج المجرد في الحجج.
- تقديم البرهان على صدق القضايا من كذبها.
- إبراز كيفية التبرير المنطقي للصيغ والقضايا في النصوص الحجاجية.
- تقديم تبرير لتقرير الصيغ التركيبية؛ بواسطة تقرير إحداها؛ أي التعرف على الصيغ الفرعية المباشرة.
- استخدام النتائج التي يتم تبريرها، كمقدمات لاستنتاج نتائج أخرى.
- البرهان على وجود حل للمشكلة.
- إيضاح أن براهين الاستنباط الطبيعي تعكس الاستنتاج المعتاد أكثر من جداول الصدق.
- يساعد على تقوية القدرة على إيصال الحجج ببنية منطقية مقنعة.
- السماح بتوضيح الأخطاء بدقة، فغالباً ما يأتي بعض الطلاب بأفكار تقريبية وغامضة، ولا يزالون يعتقدون أن حججهم جيدة البرهان والتبرير. فمن الصعب أن نوضح لهم أين تقع أخطاؤهم في الكتابات غير الصورية أكثر مما تظهره البراهين الشجرية فعلياً. فإذا تم تطبيق قاعدة ما بشكل خاطئ، فيمكننا أولاً أن نقول لهم لا يتوافق هذا مع مبدأ القاعدة المقررة. بينما إذا كان تطبيق القاعدة صحيحاً، فسوف يساعد في الحصول على النتيجة المرغوب فيها مباشرة.

فيما يلي بعض الأخطاء التي يمكن الإشارة إليها في إطار البرهان الشجري، حيث تتوافق هذه الأخطاء مع نوع الاستنتاج الخاطئ المكتوب بشكل غير الصوري وهي (Dávila & et al, P. 14):

- الاستخدام غير الصحيح لقواعد الاستنباط الطبيعي، خاصة قاعدة إستبعاد الفصل (VE).
- عدم تحديد مدى مجال الافتراض، حيث يتم استخدام الافتراض المتاح في فرع الشجرة من تحليل حالة ما في الفرع الآخر.
- مخالفة الشروط التي قررها جنزن في قاعدة إدخال السور الكلي $(\forall I)$ وإستبعاد السور الوجودي $(\exists E)$؛ وذلك بواسطة استخدام المتغير الصحيح Proper Variable للسور الكلي والوجودي بدلاً من استخدام المتغير المتجدد Novel Variable
- استخدام القواعد دون تحديد المقدمات التي يتم الاحتكام إليها.

4- الجانب الارتباطي بين الاستنباط الطبيعي والتفكير الناقد:

يعد تطوير نماذج صورية للحجاج والاستنتاج حول المعلومات المتناقضة أو المتضاربة Conflicting Information الموجودة في العديد من التخصصات الأكاديمية أمراً ضرورياً؛ من أجل تطوير الأدوات التي تدعم العلماء في تفسيرهم للبيانات وتقييم النظريات. وكان أحد المنهجيات الواعدة للتعامل مع هذه المشكلة تكمن في نظرية الحجاج والاستنتاج الحجاجي المؤسس على اللغة المنطقية والتقييم؛ وفقاً للمبادئ التي يتم تطويرها في نظرية الحجاج المجردة Abstract Argumentation Theory (Dauphin & Cramer, 2018, P. 51).

فغالباً ما تتضمن الحجج العلمية بوجه عام الاستنتاج الافتراضي، والذي يعني الاستنتاج المؤسس على الافتراضات، والتي يُفترض موضعياً أنها صادقة. ومن ثم، تم إيجاد الاستنتاج جيد البرهان في نظريات الاستنباط الطبيعي، هذا من ناحية (Ibid).

من ناحية أخرى، يجد الطلاب صعوبة في فهم المنطق، خاصة ذات الخلفية البسيطة من الرياضيات، لذلك يجب تعليمهم مهارات عديدة؛ عن طريق تعليم الطلاب مهارة الحجاج الدقيق؛ باستحدام صورية منطق القضايا ومنطق المحمول في الاستنباط الطبيعي؛ بهدف الانتقال من الحجج غير الصورية إلى حجج صورية. ومن المسلم به عموماً أن الأنساق البديهية على الرغم من دقتها النظرية، إلا أنها غير مناسبة- إلى حد ما- لتعلم الاستنتاج. فبدلاً من ذلك، تشتمل معظم برامج المنطق- لطلاب الفلسفة والهندسة والطب والقانون وغيرها من العلوم- على بعض أنساق الاستنباط الطبيعي، حيث يتم استبدال البديهيات بقواعد تعكس أنماط التفكير المستخدمة في حجاج اللغة الطبيعية (Morou & Kalospyros, 2003, P. 891) وانظر أيضاً: (Seligman & Thompson, 2015, PP. 199-200).

على هذا النحو، يجب تعليم استراتيجيات الإبداع بشكل واضح من جهة، ومساعدة الطلاب على تعلم الاستنتاج الصوري من جهة أخرى. تلك الاستراتيجيات التي ستعد الطالب للمهمة الأصعب المتمثلة في إنشاء حجج- غير الصورية- دقيقة من النوع المطلوب بعد تخرجهم، ومعرفة القواعد المنطقية التي تهدف إلى عكس أنماط الاستنتاج غير الصوري Informal Reasoning. فضلاً عن تعليمهم إيجاد العلاقة بين بنية الحجة ومجموعة القواعد البسيطة والمنظمة، بطريقة تتوافق مع أنماط استخدام الاستنباطات. وهذا بالضبط ما يوفره النسق الشجري الذي قدمه جنزن في الاستنباط الطبيعي، والذي يستخدم فكرة الإدخال والإستبعاد؛ للكشف عن بنية الحجة وتماثل البرهان (Ibid, PP. 200-201).

في هذا الاتجاه أشارت بعض الدراسات في مجال الهندسة إلى أن:

> **"العديد من الدورات الهندسية تركز بشكل غير مناسب على معرفة الاستنتاج الدقيق المتأصل في الرياضيات، بينما تتطلب الممارسة المهنية مهارات وكفاءات إضافية. تتمثل في تحسين فعالية عمليات التدريس ومن ثم تغييراً في النهج التعليمي للهندسة، إذا يجب إضافة ممارسة الحجاج بالأساليب الصورية في النهج التعليمي. وتشير الدراسات حول تطبيق الحجاج في تعليم الرياضيات والعلوم والتخصصات ذات الصلة إلى أن التعبير عن الأسباب والنظريات؛ من خلال الحجاج يحفز تطوير الاستنتاج المنطقي؛ للتمكن من التبرير والتفسير والقضاء على التناقضات؛**

وذلك بواسطة ربط هذه النتائج بالتعليم الهندسي. لذا من المحتمل أن يوفر الحجاج الفرصة للطلاب؛ لبناء الكفاءات المهنية التي تشتد الحاجة إليها؛ لأنها تمكن من التفكير الناقد من جانب، وصنع القرار بين الحلول المتعددة والممكنة من جانب آخر، فضلاً عن تقديم مبررات منطقية للحلول المختارة وتدعيمها بالبراهين الصورية، وبالأخص براهين الاستنباط الطبيعي" (Garcia & Mazzotti, 2016, P. 1).

إذن، يساعد الحجاج بالأساليب الصورية على تطوير التفكير الناقد، علاوة على أنه يمكن أن يساعد المعلمين في تنظيم فصولهم الدراسية؛ لتحقيق أهداف العلم المرجوة. حيث يبدأ الحجاج في سياق الاستنباط الطبيعي من تحديد الافتراضات التي تؤثر على مشكلة ما، وبعد ذلك يتم بناء استراتيجية الحل على أساس الاستنتاج التحليلي أو التركيبي في الاستنباط الطبيعي (Ibid, P. 6).

من هنا يلتقي الاستنباط الطبيعي مع المنهج الجدلي والتفكير الناقد في مساراً واحداً، حيث يهدف إلى تقديم نهج متجدد لمفهوم المعنى في المنطق، ويؤسس رابطاً أساسياً بين اللغة والحجاج والصحة المنطقية مع تبرير النتائج باستخدام القواعد الصورية. علاوة على دقة التحليل والتركيب في إطار تحديد بنية الحجج وقرائتها الصحيحة واثبات التناقضات، ويعد هذا أيضاً من مهارات التفكير الناقد (Rahman & et al, 2014, P. 1) & (Dávila & et al, PP. 14-15) & (Vaidya & Erickson, 2011, P. 123).

خاتمة الدراسة:

لقد تناولت الباحثة في هذه الدراسة، أحد تطبيقات النظرية الشجرية للاستنباط الطبيعي، والمتمثلة في التعليم الجامعي. وتم تقديم مفهوم الاستنباط الطبيعي وخصائصه في سياق اعتباره نسقاً عملياً يدعم البرهان الفعلي، مع إيضاح العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير الطبيعي؛ كمدخلاً أساسياً للتطبيقه في التعليم الجامعي. وبناءاً على ذلك، أسفرت هذه الدراسة عن بعض النتائج، أهمها ما يلي:

1. يُعد الاستنباط الطبيعي بمثابة نسقاً صورياً يدعم البرهان الفعلي، حيث يبدأ بتقديم الافتراضات التعسفية بوصفها مقدمات واحتكامها بمبدأ التفريغ؛ ليصل إلى النتائج المراد اشتقاقها؛ بواسطة تطبيق آليات الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية. علاوة على أنه يُعد بمثابة التفكير الذي يشبه التفكير الطبيعي في الحياة العملية.
2. تعتبر الحياة الواقعية أحد المجالات التي تحظى بتطبيقات الاستنباط الطبيعي، حيث يرتبط الاستنباط الطبيعي ارتباطاً وثيقاً بالحياة الواقعية أكثر من ارتباط المنطق البديهي بها؛ لكونه يحاكي التفكير البشري والعمليات الاستدلالية التي يمارسها المرء من جهة. علاوة على أن الإجراءات التي تنص عليها نظريات الاستنباط الطبيعي هى التي يستخدمها المرء نفسها؛ عندما يقوم بالتفكير أو الاستنتاج في أي نشاط من الأنشطة اليومية دون العلم بذلك من جهة أخرى. إذن، يحاكي الاستنباط الطبيعي أشكال الحجج التي يتم ممارستها يومياً، ولديه القدرة على بناء البراهين الفعلية لها.

3. خُلق المرء بأداة منطقية تتجسد في إعمال العقل الذي يفكر ويفترض ويستنتج ويبرر ويحلل ويركب القضايا، ويتأكد من صحة النتائج المشتقة من المقدمات. وتتشابه تلك الأداة المنطقية بآليات الاستنباط الطبيعي الواردة في النظريات الشجرية والخطية.
4. تكمن العلاقة بين الاستنباط الطبيعي والتفكير البشري في توافق الحجج الواقعية مع آليات الاستنباط الطبيعي في البرهان، والتي تتجسد في استخدام الافتراضات التعسفية واحتكامها بمبدأ التفريغ، وقواعد الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية. حيث يتم استنتاج صدق النتيجة، إذا كانت الافتراضات صادقة مع تقديم التبرير المنطقي لاستنتاج تلك النتيجة، ومن ثم يعد الاستنباط الطبيعي نسق جيد البرهان.
5. إذا أدرك المرء معرفة آليات هذا النسق جيد البرهان، فإنه سيقوم بضبط عملية الاستنتاج. وبالتالي، يمكن تعلم تقنية الاستنباط الطبيعي؛ لأن المرء بالفعل يمارسها دون العلم بها، فإذا أدركها وأتقنها، فسوف يقوم بإنشاء الحجج وتنظيمها في مسارها الصحيح، مع ضمان إنتاج الاستدلالات الفعلية الصحيحة، وبرهنة صدق النتائج بتقديم تبريراتها، وتمثيل أي حجج بصورة منطقية صحيحة وسليمة مع تجنب عمل الاستدلالات الخاطئة.
6. بما أن الاستنباط الطبيعي يمثل نموذجاً مثالياً لأنماط الاستنتاج والحجاج التي نستخدمها في حياتنا العملية، فإن تعميم الاستنباط الطبيعي على المنطق غير الصوري يساهم في تقييم الحجج وتبريرها. لذلك، يجتمع الاستنباط الطبيعي مع الحجاج غير الصوري؛ في عدة نقاط أبرزها: أن المجريات العامة لاثبات المبرهنات والحجج في الاستنباط الطبيعي تبدأ إما بالاستنتاج الأمامي أو الخلفي، وأن لكل افتراض مجال؛ أي يكون الافتراض متاحاً للاستخدام في بعض مراحل الحجة.
7. تكمن العلاقة أيضاً بين الاستنباط الطبيعي ومنطق الحجاج، في أن الاستنباط الطبيعي يرتبط به أولاً من ناحية اعتباره نسقاً منطقياً يدعم البرهان الفعلي، وثانياً أن نظرية البرهان الأساسية التي تعتبر بمثابة قلب الاستنباط الطبيعي تقوم بدراسة بنية براهين الحجج المنطقية وطبيعتها وخصائصها، بناءاً على آلية الإدخال والإستبعاد للروابط المنطقية. حيث يتم اعتبار الإدخال بمثابة آلية التركيب، بينما يتم اعتبار الإستبعاد بمثابة آلية التحليل. بجانب تقديم تبريراً لجميع الخطوات الاشتقاقية، التي يتم تمثيلها سواء كان بالبرهان الشجري أو البرهان الخطي، والتأكد من صحة النتائج المستنبطة.
8. يحتوي الاستنباط الطبيعي على مهارة تحليل الحجج وتركيبها وتبريرها الصحيح للنتائج، استناداً على منهجية القواعد المنطقية المتجسدة في الإدخال والإستبعاد. وبالتالي، هناك علاقة بين الاستنباط الطبيعي والحجاج من جهة، والتفكير الناقد من جهة أخرى؛ لأن التفكير الناقد لديه مهارة تحليل الحجج وتركيبها والتقييم المنطقي لصدق نتائجها.
9. إذا تم تطبيق الاستنباط الطبيعي في التعليم الجامعي منذ العام الأول، فسوف يُمكَّن الطلاب من امتلاك بعض القدرات المرتبطة أيضاً بالتفكير الناقد، وأهمها قراءة النصوص الحجاجية، سواء كان ورقة أو وثيقة أو كاريكاتور، أو خبر في جريدة أو في وسائل الإعلام أو على مواقع التواصل الإجتماعي؛ من خلال تحديد بنية الحجج الواردة في تلك النصوص الحجاجية، وتمثيلها في إطاراً صورياً وكتابتها منطقياً، علاوة على تقسيمها إلى براهين أو أهداف فرعية. فضلاً عن

التمييز بين المقدمات التي يفترض مؤلف النص الحجاجي صدقها، والقضايا المفترضة والمبررة بنفسها، مع التأكد من صحة القضايا المفترضة.

10. ضمان استنتاج النتائج وتبريرها منطقياً، لهذا سوف يمتلك الطلاب القدرة التحليلية والتركيبية مع تدعيم النتائج منطقياً، فضلاً عن امتلاك القدرة على تقديم بنية منطقية سليمة للحجج. وفي هذا الاتجاه، سيكون لدى الطلاب خبرة في قراءة النصوص الحجاجية، وتحسين القدرة على تحليلها وتركيبها، مع استخدام النتائج التي يتم تبريرها لاشتقاق نتائج أخرى. ومن ثم، سوف يؤثر هذا بشكلٍ إيجابي على المجال المهني للطلاب بعد تخرجهم بجانب التفكير الناقد، مما يؤثر حتماً على مسار التنمية المستدامة.

11. يمتلك الاستنباط الطبيعي تفسيراً حجاجياً. ومن ثم، يمكن اعتبار أن الاستنباط الطبيعي بمثابة خطاباً حجاجياً، استناداً على أنه النسق المنطقي الذي يعكس أنماط الحجج في حياتنا العملية، حيث يتحدد معنى تحليل الحجج وتركيبها وتبريرها؛ وفقاً للطريقة التي يوجد بها الرابط المنطقي في خطاب اللغة الطبيعية من جهة. واستناداً على آلياته المنطقية، التي تقرر ما إذا كانت النتيجة تتبع من المقدمات، بحيث تكون النتيجة صحيحة، إذا كانت مقدمات الحجج صحيحة من جهة أخرى.

هوامش الدراسة:

(1) يعتقد بعض المنطقيين والباحثين، أنه ينبغي اعتبار القياس الأرسطي نسق استنباطي طبيعي؛ وذلك على أساس عدم وجود البديهيات أولاً، ووجود العديد من القواعد ثانياً. على الرغم من أن هذا يكون توصيفاً معقولاً لمفهوم الاستنباط الطبيعي، إلا أن الباحثة ترغب في أن تفكر فقط في أنساق الاستنباط الطبيعي، التي تم تطويرها استجابة مباشرة؛ لما أخفقت فيه الأنساق البديهية في أواخر القرن التاسع عشر والقرن العشرين.

(2) يُترجم هذا المصطلح أحياناً بـ Additional Supposition ويعني الافتراضات الإضافية.

(3) هناك خصائص أخرى عُرضت في حوالي أربعة كتب منطقية، لكن هذه الخصائص كانت أكثر توجهاً من الناحية النظرية، كما أنها وُضعت بشكل رئيسي لأشكال عديدة من حساب المتتابعة، الذي اعتبره البعض استنباطاً طبيعياً. ولكن الخصائص المذكورة في إطار النسق الجيد لها طابع عام، يكمن في أنها أكثر صلة بالممارسة العملية. وتبدو هذه المصطلحات غامضة أحياناً، وما يُعرض الآن من تفسيرات لها هى عبارة عن معاني تم نسبها إلى هذه المصطلحات- على الأقل في نطاق دراسة الاستنباط الطبيعي- من قبل بعض المنطقيين.

(4) **ريبس:** هو لانس جيفري ريبس Lance Jeffery Rips، عالم نفس أمريكي، حصل على الدكتوراه في علم النفس المعرفي عام 1974، وهو أستاذ في قسم علم النفس بجامعة نورثوسترن، عمل بالتدريس في جامعة شيكاغو لمدة تسعة عشر عاماً. والآن هو عضو في الجمعية الأمريكية لعلم النفس، وجمعية العلوم النفسية، وجمعية علماء النفس التجريبيين... وتنصب اهتماماته الرئيسية على الذاكرة البشرية والاستنتاج الاستنباطي، لذلك وصف لانس نظرية موحدة للاستدلال الاستنباطي الطبيعي، وكذلك حول مفاهيم الموضوع والأحداث الفردية والأشياء عند تغيرها بمرور الوقت، والاستنتاج خاصة الاستنتاج في النظريات الرياضية الجديدة، والمنطق غير الصوري. لذلك قام بتوسيع نطاق دراسته للمفاهيم والتفكير؛ ليشمل التفكير الرياضي؛ بهدف إيجاد أفضل طريقة لتقديم المفاهيم الرياضية للطلاب، كما أنه قام بتطوير نظريات عديدة في الحجاج غير الصوري. ونشر العديد من الكتب والمقالات، ومن أبرزها: "خطوط الفكر: المفاهيم المركزية في علم النفس المعرفي"، و"الاستنتاج: دراسات في الاستدلال الإنساني وأسسه"، و"التشابه والرموز في الفكر الإنساني"، و"البرهان في علم النفس: الاستنتاج الاستنباطي في التفكير البشري"... إلخ. انظر:

- Department of Psychology, Weinberg College of Arts & Sciences, Northwestern University, At Available:
-https://psychology.northwestern.edu/people/faculty/core/profiles/lancerips.html, 24/8/2021, 2:08 PM.
- https://www.gf.org/fellows/all-fellows/lance-rips, 24/8/2021, 1:45 PM.

(5) هناك دراسة اشترك فيها العديد من الباحثين؛ لربط الاستنتاج المنطقي بعلاقته بين الثقافة والخبرة. وتوصلت هذه الدراسة إلى أن الخبرة والثقافة يصنعان إنسان جيد؛ من خلال السعى إلى دراسة الاستنباط المنطقي، خاصة النمط الطبيعي، حيث أن امتلاك آليات الاستنباط تؤثر على الخبرة والمعرفة بشكل عام. كما أظهرت أن الخبراء عبر الثقافات يختلفون في المعرفة، كما أنها وضحت الفرق بين المبتدئ والخبير في أي معرفة، ومدى نتائج امتلاك الآليات الاستنباطية لديهم، وتأثيرها على التفكير الجيد والصحيح بل والسليم. وتوصلوا إلى نظرية الإطار، وكانوا يعنوا بها مجموعة مرتبطة بشكل أو آخر من الاستدلال، خاصة عن طرائق عمل الافتراضات ونتائجها، التي تساعد في تقديم نظرة شاملة لتفسير الخبرة عن طريق الثقافة الثقافة. انظر: (Medin & et al, 2002, PP. 58-60).

قائمة المراجع:

أولاً- المراجع العربية:

1. أبو النور، أحمد أنور، (1993)، *المنطق الطبيعي، دراسة في نظرية الاستنباط الأساسية*، ط١، القاهرة، دار الثقافة.
2. المالكي، طارق، (2019)، *الاستدلال في المنطق وتطبيقاته في اللسانيات*، ط١، عمان، دار كنوز.
3. مصطفى، عادل، (2007)، *المغالطات المنطقية، طبيعتنا الثانية وخبزنا اليومي، فصول في المنطق غير الصوري*، القاهرة، المجلس الأعلى للثقافة.

ثانياً- المراجع الأجنبية:

(A)- Books:

1. Avigad, J. & et al., (2016), *Logic and Proof*, N.P.
2. Blackburn, P. & et al., (2011), *Tools for Teaching Logic*, Spain, Salamanca.
3. Di Nola, A. & Gerla, G., (2001), *Lectures on Soft Computing and Fuzzy Logic, Advances in Soft Computing*, Springer Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
4. Hintikka, J., (1999), *Inquiry as Inquiry, A logic of Scientific Discovery*, Dordrecht, Springer Science Business Media.
5. Hodges, W., (1996), *Logic, From Foundations to Application*, Oxford, Oxford Science Publication.
6. Hofstadter, D. R., (1999), *Godel, Escher, Bach, An Eternal Golden Braid*, Basic Books, N.P.
7. Indrzejczak, A., (2010), *Natural Deduction, Hybrid Systems and Modal Logics*, New York, London, Springer Dordrecht Heidelberg.
8. ---------- & Nowak, M., (2016), *Metody Logiki Dedutcja*, Łódź, Uniwersytet Łódzki.
9. Jaśkowski, S., (1947), *Elementy Logiki Matematycznej i Metodologii Nauk Ścisłych*, P. Indrzejczak, A., Ed.: Indrzejczak, A., & Skoneczna, M., (2018), Łódź, Lindleya, Uniwersytet Łódzki.
10. Kahle, R. & Rathjen, M., (2015), *Gentzen's Centenary, the Quest for Consistency*, Switzerland, Springer International Publishing.
11. Laboreo, D. C., (2004), *Introduction to Natural Deduction*, N.P.

12. Mercier, H., & Sperber, D., (2017), *The Enigma of Reason*, Cambridge, Harvard University Press.
13. Mosley, A. & Baltazar, E., (2019), *An Introduction to Logic, From Everyday Life to Formal Systems*, Massachusetts, Northampton.
14. Olson, R. E. & Paul, A. M., (1972), *Contemporary Philosophy in Scandinavia*, London, Baltimore, Johns Hopkins Press.
15. Pollock, J. L., (1989), *How to Build a Person, A Prolegomenon*, MIT Press.
16. Rips, L. J., (1994), *The Psychology of Proof, Deductive Reasoning in Human Thinking*, London, MIT.
17. Szabo, M. E., (1969), *The Collected Papers of Gerhard Gentzen, Studies in Logic*, Amsterdam, North-Holland.
18. Teller, P., (1970), *A Modern Formal Logic Primer*, Prentice Hall.
19. Thomason, R., (1970), *Symbolic Logic, An Introduction*, New York, Macmillan.
20. Vaidya, A. & Erickson, A., (2011), *Logic & Critical Reasoning, Conceptual Foundations and Techniques of Evaluation*, Kendall, IA, Hunt Dubuque.
21. Van Benthem, J. &et al., (2015), *Logic in Action*, New York.
22. Von Plato, J., (2015), Elements of Logical Reasoning, Cambridge, Cambridge University Press.
23. Wansing, H., (1998), *Displaying Modal Logics*, B.V, Springer Science Business Media.

(B)- Scientific Theses:

1. Binhadba, G., (2021), *Natural Logic and Natural Deduction for Reasoning about Natural Language*, PhD Thesis, Department of Computer Science, Faculty of Science and Engineering, University of Manchester, England.
2. Sandoval, A. L. V., (2015), *Learning Deductive Reasoning*, MSC Thesis, University Van Amsterdam, Amsterdam.

(C)- Journals:

1. Akigoshi, R. & Aranna, A., (2019), *Takeuti's Proof Theory in the Context of the Kyoto School*, Jahrbuch fur Philosophie das Tetsugaku-Ronso, Vol. 46, PP. 1-17.
2. Avigad, J., (2018), *Learning Logic and Proof with an Interactive Theorem Prover*, Research Gate, PP. 1-13.
3. Baaz, M. & et al., (2001), *A Natural Deduction System for Intuitionistic Fuzzy Logic*, Springer, PP. 1-18.
4. Beniermann, A. & et al., (2012), *Reasoning on Controversial Science Issues in Science Education and Science Communication*, Education Secience, Vol. 11, No. 552, PP. 1-18.

5. Bradley, R., (N.D.), *Jerry A. Fodor*, Internet Encyclopedia of Philosophy.
6. Corcoran, J., (1989), *Argumentations and Logic*, Kluwer Academic Publishers, PP. 17-43.
7. Dauphin, J. & Cramer, M., (2018), *Structured Argumentation with Explanations and Natural Deduction*, Springer International Publishing AG, PP. 51-66.
8. Dávila, R. & et al., (2007), *Teaching Natural Deduction to Improve Text Argumentation Analysis in Engineering Students*, Research Gate, PP. 1-14.
9. Fum, D. & et al., (1982), *Forward and Backward Reasoning in Automatic Abstracting, Proceedings of the 9th Conference on Computational Linguistics*, North-Holland Publishing Company.
10. Gallagher, S., (2001), *The Practice of Mind, Theory, Simulation, or Primary Interaction?* Journal of Consciousness Studies, No. 8, PP. 83-108.
11. Garcia, A. J. & Mazzotti, T. B., (2016), *Argumentation in Engineering Education*, Canadian Engineering Education Association, Conference, No. 16, PP. 1-8.
12. Indrzejczak, A., (1997) *Generalised Sequent Calculus for Propositional Modal Logic*, Logica Trianguli, Vol. 1, PP. 15-31.
13. Kakas, A. C. & et al., (2018), *On Argumentation Logic and Propositional Logic*, Studia Logica, Issue 106, PP. 237-279.
14. Kinyon, M., (2019), *Proof Simplification and Automated Theorem Proving*, Philos Trans A Math Phys Eng Sci., The Royal Society, No. 337, PP. 1-9.
15. Laird, P. N. J. & Byrne, R. M. J. (1993), *Précis of Deduction*, Behavioral and Brain Sciences, No. 16, PP. 323-380.
16. Martins, A. T. & Martins, L. R., (2006), *Natural Deduction for Full S5 Modal Logic with Weak Normalization*, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, No. 143, PP. 129-140.
17. Medin, D. & et al., (2002), *Categorization and Reasoning, In Relation Culture and Expertise*, Psychology of Learning and Motivation, Vol. 41, PP. 1-41.
18. Monin, J. F. & et al., (2009), *Gentzen-Prawitz Natural Deduction as A Teaching Tool*, Research Gate, PP. 1-18.
19. Morou, A. P. & Kalospyros, N. A. E., (2003), *The Role of Logic in Teaching, Learning and Analyzing Proof*, The American Mathematical Monthly, Vol. 110, No. 10, PP. 1-9.

20. Nederpelt, R. P., (1977), *Presentation of Natural Deduction, Symposium, Set Theory, Foundation of Mathematics*, Beograd, Vol. 29, No. 8, PP. 115-126.
21. Pais, J. & Tasistro, A., (2014), *Novel Didactic Proof Assistant for First-Order Logic Natural Deduction*, In Book: Zaphiris, P. & Ioannou, A., Learning and Collaboration Technologies Designing and Developing Novel Learning Experiences, Switzerland, Springer International Publishing, PP. 441-451.
22. Paulson, L. C., (1986), *Natural Deduction as Higher-Order Resolution*, The Journal of Logic Programming, Vol. 3, PP. 237-258.
23. Pelletier, F. J. & Hazen, A., (2014), *Gentzen and Jaśkowski Natural Deduction, Fundamentally Similar but Importantly Different*, Studia Logica, No. 102, No. 6, PP. 1103-1142.
24. Petrukhin, Y., (2017), *Natural Deduction for Three-Valued Regular Logics*, Logic and Logical Philosophy, Vol. 26, PP. 197-206.
25. Piecha, T. & Schroeder-Heister, P., (2019), *General Proof Theory*, Studia Logica, No. 107, PP. 1-5.
26. Rahman, S. & et al., (2014), On Dialogues and Natural Deduction, Research Gate, PP. 1-33.
27. Seligman, J. & Thompson, D., (2015), *Teaching Natural Deduction in the Right Order with Natural Deduction Planner*, Research Gate.
28. Smith, P., (2010), *Types of Proof System*, New York.
29. Stouppa, P., (2007), *A Deep Inference System for the Modal Logic S5*, Studia Logica, No. 85, PP. 199-206.
30. Takeuti, G. & Titani, S., (1984), *Intuitionistic Fuzzy Logic and Intuitionistic Fuzzy Set Theory*, Journal of Symbolic Logic, No. 49, PP. 851-866.
31. Wallis, C., (2020), *Inferences and Human Inference Abilities*, N.P, At Available: https://home.csulb.edu/~cwallis/170/text/Inferences.pdf.

Natural Deduction in Higher Education

Heba Al Sayed Mohammed Ahmed Al Ganainy
PhD Researcher - Department of Philosophy
Faculty of Women for Arts, Science & Edu-Ain Shams University, Egypt
hebaelganainy50@gmail.com

P. Seham Mahmoud Al Nowaihi
Professor of Logic and Philosophy of Science, Department of Philosophy, Faculty of Women for Arts, Science & Edu, Ain Shams University - Egypt
s_alnoaihi2@yahoo.com

D. Maysa Abdou Ali Al Sayed
Assistant Professor of Logic, Department of Philosophy, Faculty of Women for Arts, Science & Edu
Ain Shams University - Egypt
maysa.ali@women.asu.edu.eg

Abstract:

This study aims to address the applications of natural deduction in higher education, as these applications highlight the relationship between natural deduction and human thinking, as well as its relationship to non-formal argumentation and critical thinking in general, within the framework of the use of natural deduction technique in higher education, and its impact on students in their scientific and professional studies, after graduation in the context of building professional competencies that is particularly society-oriented. Based on the systematic role played by natural deduction; where its rules are the closest procedure humans use while thinking; we can find it in many of the arguments we make in all of our activities. Moreover, its rules have an aspect of non-formal methodology and critical thinking, which are used to define, analyze and justify the structure of arguments. Hence, this study is based on several main elements: the first element is defining the concept of natural deduction and its characteristics, while the second is highlighting natural deduction as a practical system that supports actual proof, while the third is clarifying the relationship between natural deduction and human thinking. The fourth element applies the technique of natural deduction to students in higher education, through which the framework of the relationship between it and the non-formal argumentation and critical thinking is highlighted. Then the study is concluded by the most important findings, with an attached list of sources and references.

Keywords: Natural Deduction, Introduction and Elimination, Tree Proof, Composition and Analysis, Argumentation.