جامعة الملك سعود
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية
مجلة الآداب
ردمد (ورقي):٣٦١٢-١٠١٨
ردمد (النشر الإلكتروني): ٨٣٣٩-١٦٥٨

King Saud University
College of Humanities and Social Sciences
Journal of Arts
ISSN (Paper):1018-3612
ISSN (Electronic):1658-8339

مجلة الآداب، مج (٣٧)، ع (٣)، ص ص ١٣٥-١٥٤، جامعة الملك سعود، الرياض (٢٠٢٥م/ ١٤٤٦هـ)
Journal of Arts, Vol. 37 (3), pp 135-154, © King Saud University, Riyadh (2025 /1446H.)

لغة العلوم في ضوء النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة لهاليداي

ليلى بنت محمد إبراهيم قحل
أستاذ اللغويات التطبيقيَّة العربيَّة المساعد، قسم اللغة العربيَّة، كليَّة الفنون والعلوم الإنسانيّة، جامعة جازان، السعودية.

إلهام بنت البرعي فرج
أستاذ النحو والصرف والعروض المساعد، قسم اللغة العربيَّة، كليَّة الفنون والعلوم الإنسانيّة، جامعة جازان، السعودية.

(قدم للنشر في ٨/ ٧/ ١٤٤٦هـ، وقبل للنشر في ١٣/ ٨/ ١٤٤٦هـ)
https:/doi.org/10.33948/ARTS-KSU-37-3-7

الكلمات المفتاحية: النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة، النصوص العلميَّة، الكلمات الاصطلاحيَّة، التجريد.

ملخص البحث: لكل علمٍ لغةٌ خاصة تتميز بخصائص تُميزها عن غيرها، وهذه الخصائصُ تنشأ من ثقافة المجتمع؛ مما يؤدي إلى اختلاف الأنظمة اللغويَّة بين اللغات وإنتاج أنماط إدراكية مختلفة. وهنا تبرز نظريَّةُ النسبيَّةُ اللغويَّةُ، التي تُركز على اختلاف الأنظمةِ الذهنيّةِ، وليس فقط على البنى اللغويَّة. إنَّ المعنى في اللغة مرتبطٌ بالسياق؛ إذ تتحدد وظيفته من خلال الاستعمال اللغوي ضمن بنى لغويَّةٍ وقواعدَ محددة. وفي هذا السياق، تركز النظريَّةُ اللغويَّةُ الوظيفيَّةُ لهاليداي على العلاقة بين اللغة والسياق؛ إذ تأخذ في الاعتبار الموقفَ، والمتلقيَ، والحدثَ بوصفها عناصر أساسيّة في عملية التواصل وفهم المعنى. وتهدف هذه الدراسةُ إلى تحليلِ السماتِ اللغويَّةِ المتكررةِ للغة العلوم في العربيّةِ، مع التركيز على مفرداتها الاصطلاحيَّةِ والتقنيةِ، وذلك بالاعتماد على المنهج الوصفي. وقد خلصت الدراسةُ إلى أن لغةَ العلوم تتميزُ بالتجريد والتعقيد، فضلاً عن استخدامها المكثف للمفردات الاصطلاحيَّةِ والتقنية، واتسام نصوصها بالتماسك وكثافة الاستعمال المعجمي.

The language of Science in the Light Halliday's Systematic Linguistics

Laila Muhammad Ibrahim Qahl
Assistant Professor in Grammar, Morphology and Rhyming, Department of Arabic Language, College of Arts and Humanities, Jazan university, Saudi Arabia.

Elham Al-Borai Faraj
Assistant Professor in Arabic Applied Language, Department of Arabic Language, College of Arts and Humanities, Jazan university, Saudi Arabia.

(Received: 8/ 7/1446 H, Accepted for publication 13/ 8/1446 H)
https:/doi.org/10.33948/ARTS-KSU-37-3-7

Keywords: Systemic Functional Linguistics (SFL) Theory, Scientific Texts, Technical Words, Abstract.

Abstract. Each science has a unique language with distinct characteristics formed by the community's culture, hence the different language systems and cognitive patterns, and here, the linguistic relativity theory, which focuses on different mindset as well as language structures, emerges. In language, the meaning is related to context, as its function is determined by language use within specific structures and rules. In the same context, Halliday's Systemic Functional Linguistic Theory focuses on the relation between language and context, taking the situation, recipient and event into account as key elements in the communication process and understanding of meaning. The current study aims at analyzing recurring linguistic features of science language in Arabic, while focusing on terminological and technical vocabulary using the descriptive methodology. The study concluded that science language is abstract and complex and relies extensively on terminological and technical vocabulary, and that its texts are coherent and lexical.

مُقَدِّمَةٌ:

أهمية الموضوع وأسباب اختياره:

تمثلُ لغةُ العلومِ أحدَ أكثر أنماط الخطاب تخصصًا وتعقيدًا؛ إذ تتميز بخصائصَ لغويَّة فريدة تجعل قراءتها وكتابتها تحديًا، لا سيما للطلاب في مختلف المراحل التعليمية. ويُعزى ذلك إلى طبيعتها الاصطلاحيَّة والتجريديَّة؛ مما يؤثر في فهم النصوص العلميَّة واستيعاب المعرفة الموجودة فيها. وتنبثق أهمية هذا البحثِ من الحاجة إلى تحليل لغة العلوم من منظور النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة؛ إذ تُعَدُّ القراءة النقديَّة إحدى الوسائل الفاعلة في دعم تعلّم العلوم. فمن خلال هذه الممارسة، يكتسب الطلاب المعرفة بالمحتوى، ويطورون قدرتهم على صياغة الأسئلة، وتجميع المعلومات، وتحليل الأفكار ونقدها، إضافة إلى بناء التفسيرات العلميَّة، وإدراك الأسس المعرفيّة للعلوم. كما تُسهم القراءة النقديَّة في تنمية المعرفة العلميَّة عبر تعزيز الفهم المتعلق بالمفاهيم الأساسيَّة، والأفكار الكبرى، والموضوعات الموحدة في مجال العلوم[1].

أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسةُ إلى:

١.الكشف عن السمات اللغويَّة المتكررة في لغة العلوم باللغة العربيّة.

٢.تصميم طريقة تدريسيَّة تساعد في التغلب على التحديات التي تواجه الطلاب في قراءة النصوص العلميَّة وكتابتها وفهمها.

٣.تدريب معلمي العلوم على تطبيق هذه الطريقة في التدريس.

مشكلة البحث وأسئلته:

تتمثل مشكلة البحث في الصعوبة التي يواجهها الطلابُ في إتقان مهارتي القراءة والكتابة، وهي صعوبة تزداد تعقيدًا عند التعامل مع النصوص العلميَّة؛ نظرًا لطبيعتها اللغويَّة الخاصَّة. ومن ثم، تبرز الحاجة إلى فهم كيفيَّة تنظيم لغة هذه النصوص؛ إذ تتميز الكتابة العلميَّة بسمات محددة تؤثر في طريقة بناء المعاني وانتقالها، مما قد يشكل تحديات تعوق الفهم لدى المتعلمين، لا سيما عند دراسة موضوعات غير مألوفة أو بعيدة عن تجاربهم الحياتيَّة اليوميَّة.

كما أن النصوص العلميَّة تتميز بدرجة عالية من التعقيد؛ مما يجعل قراءتها تحديًا كبيرًا للطلاب، وهو ما يؤدي إلى عزوفهم عن قراءتها، في حين أن المعلمين نادرًا ما يطالبونهم بذلك. ونتيجة لذلك، يلجأ العديد من معلمي العلوم إلى تبسيط محتوى الكتاب المدرسي عبر تحويله إلى ملاحظات تُستخدم في المحاضرات، كما يقتصر تقييم الطلاب -غالبًا- على الجوانب العملية للنشاط، دون التركيز على تنمية مهارات القراءة والفهم العلمي لديهم[2].

على أن هذه المهارة لا يمكن إتقانها إذا اعتمد معلم العلوم في تدريسه على الأنشطة التجريبيّة لعملية بناء المفاهيم العلميَّة، فلا بد أن يقدم لطلابه الطريقة المثلى للقراءة والكتابة في النصوص العلميَّة، حتى ينميَ مهاراتِهم القرائيَّةَ النقديَّةَ وكذلك مهارات الكتابة؛ لتعميق التعلم التجريبي في هذا الحقل[3].

وعليه، يرتكز البحث على السؤال الرئيس الآتي: ما

(1) Norris, Stephen P., and Linda M. Phillips, How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education* 87.2 (2003): 224-240.

(2) Zhihui Fang, Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science education* 89.2 (2005): 335-347.

(3) Zhihui Fang, Disciplinary literacy in science: Developing science literacy through trade books, *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *57*.4 (2013): 274-278; Cynthia Shanahan, Learning with text in science. In T. L. Jetton & C. Shanahan (Eds.), Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies (New York: The Guilford Press, 2012) 154–171.

السمات اللغويَّة المتكررة للغة العلوم في اللغة العربيَّة؟

ويتفرع عنه عدد من الأسئلة، هي:

١.ما طبيعة مفردات لغة العلوم؟

٢.ما طبيعة الجمل المستعملة في لغة العلوم؟

٣.إلى أي مدى تبدو هذه الجمل والنصوص متماسكة؟

٤.كيف يمكن للمعلمين التعامل مع لغة العلوم فيما يخصُّ العمليَّةَ التعليميَّةَ؟

منهج البحث:

لتحقيق أهداف البحث؛ اعتمدنا المنهجَ الوصفيَّ، وذلك بالتركيز على أداتَي الاستقراء والتحليل ضمن هذا المنهج، في دراسة النصوص العلميَّة. وقد تم استخلاص الخصائص اللغويَّة المتكررة من خلال هذا التحليل، ثم توظيف النتائج في تطوير تطبيقات تعليمية تُسهم في تسهيل عملية تدريس النصوص العلميَّة وتعزيز فهمها لدى المتعلمين.

وفيما يتعلق بالدراسات السابقة، هناك دراسات عربيّة متفرقة اهتمت بدراسة النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة لهاليداي، غير أنها لم تتطرق للغة العلوم في ظل النظريَّة محل الدراسة، ومن هذه الدراسات:

١-علم اللغة النظامي مدخل إلى النظريَّة اللغويَّة عند هاليداي، للدكتور محمود أحمد نحلة، جامعة الإسكندرية، الذي تناول في الدراسة المصادر العلميَّة والأسس المنهجية موضحًا وظائف اللغة والعلاقة الوثقى بين اللغة والسياق، وكذلك تطرق لأنماط المعنى السياقي عند هاليداي، ومقياس الرتبة والنحو النظامي الوظيفي.

٢- اللسانيات الوظيفيَّة النظاميَّة الوافد الغربي والنحو العربي، للدكتور عبد التواب حمزة الذي تطرق إلى تنظير هاليداي صيغة الجملة رابطًا ذلك بما جاء عند العلماء العرب القدماء.

ومن الدراسات الأجنبيّة:

تعتبر دراسة Fang & Schleppergrel من أولى الدراسات التي حلَّلت وحاولت تحديد السمات اللغويَّة للنصوص العلميَّة في المراحل الثانويّة بالاستفادة من مضامين نظريَّة النوع، وعلى وجه الخصوص النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة، ووضعت إطار الخصائص اللغويَّة التي تتميز بها، كما قدمت طريقةً تفصيليَّةً لتدريس هذه الخصائص[٤]، وهذه الدراسة هي التي انبثقت منها الدراسة الحالية وحاولت الاستفادة ومن منهجياتها وإجراءاتها.

واتبعت دراسة Zhang نهجَ الدراسات السابقة في تحليل السمات اللغويَّة للنصوص العلميَّة على مستوى المرحلة المتوسطة، فقد اختُتمت بتقديم منهج عملي لتدريس هذه النصوص وتدريب المعلمين على تطبيقه[٥]. وفي هذا السياق، توسعت الأبحاثُ المستندةُ إلى هذه النظريَّة، مستفيدةً منها في تحليل النصوص العلميَّة ذات الوسائط المتعددة. ومن بين هذه الدراسات، تبرز دراسة Wanselin et al، التي دمجت الأدواتِ التحليليَّةَ المستمدة من السيميائية الاجتماعية، بما في ذلك اللغويات الوظيفيَّة النظاميَّة؛ بهدف تزويد الباحثين والمعلمين برؤى معمقة حول كيفية توصيل المحتوى في النصوص متعددة الوسائط من خلال أنظمة سيميائيَّة مختلفة[٦].

وفي دراسة أجراها Fang et al، طبق الباحثون نهجًا تعليميًّا مستندًا إلى نتائج النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة، بهدف تعزيز المعرفة النقديَّة في العلوم. يُعرف هذا النهج بـــ

(4) Zhihui Fang & Mary Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy (Michigan: University of Michigan Press ELT, 2008).

(5) Wei Zhang A functional approach to twenty-first century science literacy, *Science teacher preparation in content-based second language acquisition* (2017): 271-284.

(6) Hanna Wanselin, Danielsson Kristina and Wikman Susanne Analysing multimodal texts in science—A social semiotic perspective" *Research in science education* 52.3 (2022): 891-907.

E5s [٧] ويعكس خمسَ عملياتٍ أساسيَّة: الاستفسار، والمشاركة، والفحص، والتمرين، والتوسيع. وقد نُفِّذت الدراسة على طلاب المرحلة المتوسطة في مادة العلوم على مدى أربعة أسابيع. وأظهرت النتائج أن استخدام الاستدلال أسهم في تطوير فهم الطلاب للطرق المتنوعة التي يوظفها المؤلفون عبر اللغة لنقل المعلومات، وتنظيم النص، وإصدار الأحكام والتقييمات، والتفاعل مع القارئ، والتعبير عن الالتزام المعرفي بادعاءات المعرفة [٨].

ووصفت دراسة Rosa & Hodgson-Drysdale كيفية تطبيق معلمة العلوم مبادئ النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة لتدريس الكتابة العلميَّة على مدار خمس سنوات. وهي الدراسة التي أفدنا منها إفادة مباشرة، وركزنا فيها على ثلاثة محاور رئيسة، هي: (١) تغيير مفاهيم الكتابة العلميَّة؛ (٢) تنفيذ دورة التعلم التدريسي لتدريس اللغة والمحتوى؛ (٣) بناء الوعي اللغوي للمعلم. وأظهرت النتائج أن تطبيق نظريَّة النوع ساعدت على تدريس الكتابة في فصول تعليم اللغة الإنجليزيّة لغةً ثانيةً، وناقشت كيفيةَ حدوث التطبيق العملي عندما يتعلم المعلمون النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة ويطبقونها على تطوير طرائق التدريس القائمة على النوع في مادة العلوم[٩].

وتسير الدراسات الاجنبيَّةُ في مجال تدريس النصوصِ العلميَّة في مسارين: يتمحور المسار الأول حول تحليل النصوص العلميَّة لرصد السمات اللغويَّة الشائعة، ويمكن الاستفادة من هذا النوع من هذه الدراسات في المساعدة على التغلب على صعوبات القراءة والكتابة في هذا المجال، والمسار الثاني عبارة عن تطبيق طريقة عمليَّة صُممت بناءً على رصد هذه السمات والاستفادة من تحديدها، على عينة من الطلاب لإثبات فعاليتها. وهذه الطريقة تتمثل أولًا في تحليل النصوص العلميَّة وتحديد الخصائص اللغويَّة المتكررة، ثم تصميم تطبيقات عملية في مجال تدريس هذه العلوم؛ على نحوٍ تُسهم فيه في تطوير مهارات التفكير النقدي وتساعد الطالب على التصدي للتحديات التي تعوق فهمه لهذه النصوص بسبب صعوبة اللغة[١٠].

خطة البحث:

يتكون هذا البحث من مقدمة وتمهيد وثلاثة مباحث وخاتمة. في المقدمة، استعرضت الباحثتان أسباب اختيار الموضوع، وأهمية البحث، وأهداف الدراسة، والمنهج المتّبع، إضافةً إلى خطة البحث والدراسات السابقة العربيّة والأجنبية.

أما في التمهيد، فعرَّفت الباحثتان بنظريَّة هاليداي (النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة)، وأوضحتا مصطلحات الدراسة وحدودها. وشرحتا في المبحث الأول بنية مصطلحات العلوم ووظائفها، في حين ركّزتا في المبحث الثاني على تركيب مصطلحات العلوم، من ناحية العلاقة والتأثير. أما في المبحث الثالث، فتناولتا الإستراتيجيات التدريسية المستندة إلى نتائج التحليل القائم على مبادئ النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة.

واختُتم البحث بعرض النتائج والتوصيات، تلا ذلك ثَبَتٌ بقائمة المصادر والمراجع. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة

(٧) E5s : هو اختصار لخمس عمليات متسلسلة يقوم بها الطالب أثناء تطوير مهارات التفكير الناقد وهي: الاستفسار، والمشاركة، والفحص، والتمرين، والتوسيع.

(8) Zhihui Fang, Brittany Adams, Valerie T, Gresser, Cuiying Li, Developing critical literacy in science through an SFL-informed pedagogical heuristic', *English Teaching: Practice & Critique*, 18.1 (2019): 4-17.

(9) Holly Rosa, Tracy Hodgson-Drysdale, Learning to teach science genres and language of science writing: Key change processes in a teacher's critical SFL praxis', *Language and education* 35.5 (2021): 429-445.

(10) Halliday, M. A. K. & J. R. Martin. Writing science: Literacy and discursive power. (London: The Falmer Press, 1993).

إلى أن الباحثة الأولى تناولت العوامل الاجتماعية الصريحة في سياق النصوص العلميَّة المختارة، في حين ركّزت الباحثة الثانية على المعلومات البنيوية المتعلقة بالقواعد النحوية، ودورها في الربط بين الشكل والمعنى.

تمهيد:

التعريف بنظريَّة هاليداي: (النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة)

حاول علماء التربية إيجاد طرائق فعالة لتدريس مهارات الكتابة والقراءة وتحسينها، وفي هذا الإطار ظهر ما سُمِّيَ بنظريَّة النوع Gener، وهي نظريَّة مهمةٌ تطورت وتحسَّنت خلال تاريخ محاولات التطوير لمهارات الطلاب في القراءة والكتابة. وتشير كلمة النوع Gener في هذا السياق والمشتقة من اللاتينيّة في الأصل، إلى نوع الأشياء. وفي وقت لاحق، استخدمت على نطاق واسع في البحث عن الأساليب الأدبيَّة المختلفة. كما يعتقد أن كلمة النوع استخلصت من الدراسات اليونانية القديمة في الغرب عندما ناقش أفلاطون وأرسطو الشعر والدراما. ويُعَدُّ بهاتيا Bhatia V. K أولَ من وسَّعَ من استعمال نظريَّة النوع ونقلها من الأدب إلى دراسات اللغة في اللغويات الحديثة. فهذه النظريَّة أثرت في المدارس اللغويَّة، مثل مدرسة البلاغة الجديدة، ومدرسة اللغة الإنجليزية لأغراض محددة، ومدرسة سيدني. ويعتقدُ أصحابُ مدرسة البلاغة الجديدة أنَّ الخطاب يعكس الحوارَ بين الأصوات المختلفة، وهو الطريقة التي تحقق فيها هوية الصوت وقوته. كما يعتبر مؤسسو اللغة الإنجليزية لأغراض محددة أنَّ النوع هو حدثٌ تواصليٌّ يتشكل من خلال هيكلة مجتمع الخطاب والذي يماثل غيره من الخطابات؛ لأنّ جمهورهم مشتركٌ، وأغراض الاتصال لا تختلف؛ ولذلك فإنَّ لغة هذه الخطابات تحملُ نفسَ الأنماط اللغويَّة ومحتوياتها وأساليبها. أما مدرسة سيدني، فتركز على العلاقة بين اللغة والسياق والوظيفة، وتقسم السياق إلى نوع Genre وتسجيل Register[11].

ويمكنُ تلخيصُ هذه الأفكارِ حول النوع من خلال هذا التعريف الذي يرى أنَّ النوع يعكس الطرائق المعترف بها اجتماعيًّا لاستعمال اللغة. فهو مصطلح يستخدمه الجميعُ ليعكسَ تجميعَ النصوصِ معًا، وتمثيل كيفية استعمال الكتابة عادةً للغة للردِّ على النصوص وبناء المواقف المتكررة[12]. ومن هذه التعريفات، يمكنُ استخلاصُ المعنى المعبر عنه بالنوع، فهو يركز بشكل أكبر على السياق الاجتماعي الذي يتم إنتاج الكتابة فيه. ولذلك فإنه يجب أن تقدم تفسيرات واضحة ومنهجية للطرائق التي تعمل بها اللغة في السياقات الاجتماعية في أثناء تدريس القراءة والكتابة النوعية للطلاب، وخاصة أنّ السياق الاجتماعي يؤثر في قدرة الطالب على القراءة والكتابة[13].

ووفقًا لـ Fang and Schleppergrel في كتابهما "اللغة والقراءة في مجالات المحتوى الثانوية"[14]، قدمت مدرسةُ سيدني نظريَّة لغويَّة وظيفيَّة نظاميَّة، يقابلها بالإنجليزية Systematic Functional Linguistics (SFL) بواسطة هاليداي Holiday ومارتنMarten ، وهي إطارٌ نظريٌّ في علم اللغة أسَّسَه اللغويُّ البريطانيُّ (مايكل هاليداي) في ستينيات القرن العشرين. تركز هذه النظريَّةُ على دراسة اللغة بوصفها نظامًا اجتماعيًّا يتألف من مجموعة من الخيارات التي يستخدمها الأفرادُ للتواصل في سياقات مختلفة. وتهتم SFL

(11) Yilong Yang, Teaching Chinese College ESL Writing: A Genre-Based Approach. *English language teaching* 9.9, (2016): 36-44.

(12) Zahra Abbaszadeh, Genre-based approach and second language syllabus design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 84 (2013): 1879-1884.

(13) Shahrina Nordin, Norhisham Mohammad, The Best of Two Approaches: Process/Genre-Based Approach to Teaching Writing. *The English Teacher*, 35, (2009): 75-85.

(14) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

بكيفية استخدام اللغة لتحقيق وظائف متعددة، مثل التعبير عن الأفكار، والتفاعل الاجتماعي، وتنظيم النصوص. وتؤدي اللغة ثلاث وظائف رئيسة تتكامل معًا:

(Ideational Function): تتعلق الوظيفة الأيديولوجية بتمثيل الخبرات والمعرفة، أي كيفية استخدام اللغة للتعبير عن العالمين: الداخلي والخارجي.

(Interpersonal Function):تتعلق الوظيفة التفاعلية بإقامة العلاقات الاجتماعية، أي: كيفية استخدام اللغة لتنظيم التفاعلات بين الأفراد والتعبير عن المواقف والآراء.

(Textual Function): أمّا الوظيفة النصيّة، فهي التي تُعنى بتنظيم النصوص؛ أي: كيفية استعمال اللغة لإنشاء نصوص متماسكة ومترابطة تتناسب مع السياق.

وتُعَدُّ SFL مفيدةً في تحليل النصوص والخطابات في سياقات متنوعة، مثل التعليم والإعلام والسياسة، فهي تركز على كيفية استخدام اللغة للتأثير على الجمهور أو لتحقيق أهداف معينة. كما تتيح هذه النظريَّةُ فهمًا أعمقَ للتنوع اللغوي والثقافي، من خلال دراسة كيفية اختلاف استخدامات اللغة بين الثقافات والمجتمعات المختلفة [١٥].

كما تستوعبُ هذه النظريَّةُ اللغاتِ المختلفةَ للمجتمعات لإيجاد طريقة مفيدة للتدريس؛ ولذلك فإنّها تساعد الطلاب والمعلمين في فهم الخطابات المختلفة بسهولة، وكذلك إنشاء إستراتيجيات جيّدة لتعليمها. فهي تقدم هيكلًا لشرح كيفية بناء المعنى في اختيارات لغة محددة؛ لأنّها مبنيةٌ على علم اللغة الوظيفي المنهجي. فالنصوص العلميَّة هي أحد الأمثلة على صعوبة اللغة التي يجد الطلاب والمعلمون صعوبة في فهمها وتعلِّمها. ومن هنا، توفر نظريَّة SFL طريقةً للحديث عن هذه النصوص بطريقة تمكن المعلمين والطلاب من التعرف إليها. فعلى سبيل المثال، ووفقًا لهذه النظريَّة؛ فإنّ النصوصَ العلميَّة لها خصائصُ محددةٌ، وإذا حددت وتعلمها المعلمون والطلاب؛ فإنها تسهل عليهم القراءةَ والكتابةَ، وتزيد من فهمهم وكذلك مشاركتهم؛ وهذا ما يجعل عمليتي التعلم والتدريس أكثرَ فعالية.

مصطلحات البحث:

نظريَّة النوع Genre theory: وهي النظريَّةُ التي انبثقت منها الدراسة الحالية، وهي نظريَّةٌ اجتماعيةٌ ترى أنّ اللغة لا بد أن تُدرس وتُحلل وظيفيًّا في سياقها الاجتماعي.

النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة Systemic Functional Linguistics (SFL) theory: وهي نظريَّةٌ متأثرةٌ بنظريَّة النوع، وطُبقت في مجال علوم اللغة، وتهتم بتحليل خصائص اللغة وفقًا للوظائف التي تقدمها في مجال محدد.

النصوص العلميَّة Scientific texts: وهي النصوص التي تُصاغ في حقل العلوم، مثل: الكيمياء، والفيزياء، والأحياء.

الكلمات التقنية/ الاصطلاح Technical words: هي سمةٌ من سمات النصوصِ العلميَّة وتعكس نوعين من الكلمات، كلماتٍ فريدة لا تُستخدم إلَّا في مجال العلوم، وكلماتٍ لها استعمالٌ شائعٌ، ولكنها تختلفُ في النصوص العلميَّة.

التجريد Abstract: وهو سمةٌ من سمات النصوص العلميَّة ويكون ذلك عن طريق عملية تُسمى التسمية، وهي تحويل الأفعال والصفات إلى أسماء أي: تُجَرَّدُ من معاني الحدث وتنتقل إلى معاني الاسميَّة المحضة.

الكثافة المعجمية Dense: ويقصد بها كميةُ المعلوماتِ التي تحتوي عليها كلُّ فكرة، وكلُّ جملة تتكون من فكرة أو أكثر من فكرة، وكلُّ فكرة تتكون من عملية يُعبر عنها بواسطة (أفعال): فعل واحد أو عدة أفعال، كما تحتوي على مشاركين

(15) Halliday, M.A.K., and Christian M.I.M. Matthiessen. An Introduction to Functional Grammar. 3rd ed. London: Arnold, 2004. P. 29-31.

يُعبر عنهم (بالأسماء): اسم واحد أو عدة أسماء، وعادة تصاغ في شبه الجمل أو جمل الحال.

التماسك Tightly Knit : يعكس تسلسل الأفكار وترتيبها وترابطها في النص، وله نمطان في النصوص العلميَّة، هما: النمط الثابت :وهو إعادة التحدث بالفكرة نفسها وبمعلومات أوسع، والمتعرج :وهو شرح الفكرة التي انتهت بها كل جملة بشكل متكرر.

حدود البحث:

الحدُّ الموضوعي: اختارت الباحثتان ثلاثة دروس اختيارًا عشوائيًّا من ثلاثة علوم لنظام المسارات في المرحلة الثانوية. وتتفرع هذه العلوم إلى: الاحياء والفيزياء والكيمياء.

الحدُّ المكاني: كُتبت هذه الدروس لتدعم وتحقق رؤية ٢٠٣٠ في المملكة العربيّة السعودية.

الحدُّ الزمني: آخر تنقيح لهذه النسخ من الكتب كان ما بين ٢٠٢٣ و٢٠٢٤، وفي الجدول أدناه توضيح لمعلوماتِ النصوصِ العلميَّةِ المحلَّلةِ وفقًا للنظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة بذكر اسم الكتاب ومؤلفة وعدد صفحاته وتاريخ نشره، بالإضافة لموضوع الدرس الذي حلل ورقمت صفحته:

جدول (١)يوضح معلومات النصوص العلميَّة المحللة

اسم الكتاب	المؤلف	عدد الفصول	سنة النشر الطبعة	عدد الصفحات	موضع الدرس	رقم الصفحة
أحياء (١)	وزارة التربيّة والتعليم	٨	٢٠٢٤	٢٦٦	البكتيريا	٦٢-٧٢
كيمياء (٢)	وزارة التربيّة والتعليم	٤	٢٠٢٣	١٦٥	مركبات الكربونيل	٤٧٨-٤٨٣
فيزياء (٣)	وزارة التربيّة والتعليم	٦	٢٠٢٤	٢٠٨	الموائع الساكنة والموائع المتحركة	٢٤-٣٣

المبحث الأول: بنى مصطلحات العلوم ووظائفها

تتسمُ النصوصُ العلميَّةُ بتراكيبَ لغويَّةٍ معقدةٍ تعكسُ طبيعةَ الموضوعاتِ المتخصصةِ التي يُعالجها الباحثون بالدراسة والتحليل. وقد قدَّمَ Fang &Schleppegrell[١٦] في فصلهما "التقنية والتفكير في العلم: ما وراء المفردات" تحليلًا تفصيليًّا لأربع سمات رئيسة تُسهم في بناء المعنى داخل النصوص العلميَّة، وهي: التقنية أو الاصطلاحية (Technical)، والتجريد (Abstract)، والكثافة، والتعقيد (Dense)، والترابط المحكم (Tightly Knit).

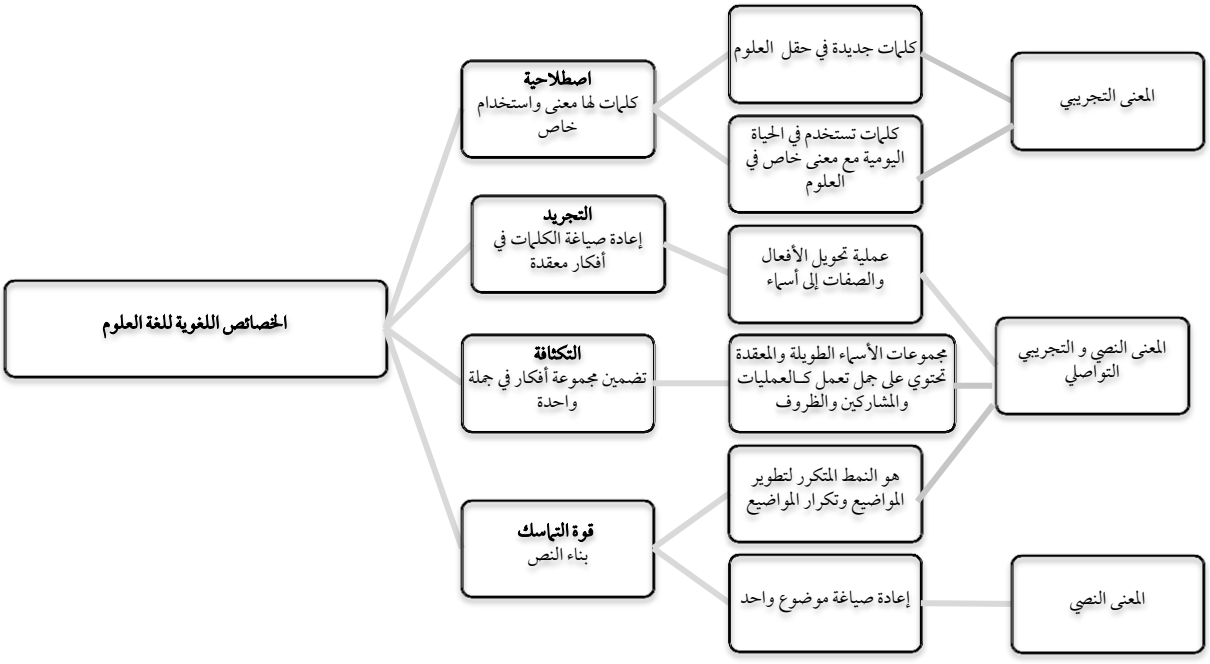
وتشمل المفرداتُ الاصطلاحيَّةُ الكلماتِ ذات المعاني المتخصصة والاستخدامات الخاصة، وتنقسم نوعين: مصطلحات فريدة في المجال العلمي، وكلمات شائعة تُوظَّف في سياقات علمية بمعانٍ متخصصة. وتُسهم هذه المفردات في بناء المعنى التجريبي (Empirical Meaning)، إذ توضحُ المفاهيمَ الأساسيَّةَ التي يُعالجها النصُّ. أما التجريدُ، فيتمثل في إعادة صياغة الأفكار المعقَّدة من خلال عملية التسميّة، إذ يُحوِّلُ الكاتبُ الأفعالَ والصفاتِ إلى أسماء؛ مما يسمح ببناء مفاهيمَ أكثرَ تجريدًا ودقة.

وتُصبح اللغةُ كثيفةً حينما تُدمَج أفكارٌ متعددةٌ في جملة واحدة، وهو ما يؤدي إلى تراكيب لغويَّة تتضمن مجموعات أسماء طويلة ومعقدة، إذ تعمل هذه التراكيبُ كعناصر فاعلة داخل الجملة من ناحية العمليات والمشاركين والظروف؛ مما يعزز من البنية التجريديَّة والكثافة النصيَّة. وتُفضي هذه العمليات إلى بناء المعنى النصي (Textual Meaning) الذي يُسهم في تحقيق التماسك البنيوي داخل النص.

)16(Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

وبالإضافة إلى ذلك، تعكس هذه البنى اللغويَّةُ المعنى التفاعلي (Interpersonal Meaning) الذي يُجسدُ العلاقةَ بين الكاتب والقارئ، إلى جانب المعنى التجريبي. أما التماسك المحكم، فيشير إلى البنيّة النصيّة، ويتخذ نمطين أساسيين: النمط الثابت، الذي يتمثل في إعادة تناول الموضوع نفسه بطرق مختلفة، والنمط المتعرج، الذي يعتمد على التوسع في المواضيع عبر تطويرها وتكرارها بشكل منهجي. ويُعَدُّ هذا البناءُ المتماسكُ أحدَ العناصر الجوهريَّة في تحقيق المعنى النصّي داخل الخطابات العلميَّة.

وفيما يلي، نُقَدِّم مُخطَّطًا يوضح الخصائص اللغوية المميزة للنصوص العلميَّة وفقًا لـ Fang & Schleppegrell[١٧].



شكل (١) لملخص الخصائص اللغويَّة للغة العلوم[١٨]

(17) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

(18) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

المبحث الثاني: تركيب مصطلحات العلوم: العلاقة والأثر

كلمات لغة العلوم اصطلاحية:

يوجد نوعان منها في هذه النصوص وهي: (١) كلمات خاصة بالعلم، و (٢) كلمات شائعة ذات معاني علميّة، وفي الجدول أدناه أمثلة من نصوصٍ علميّةٍ من مادة الأحياء والكيمياء والفيزياء توضح هذه السمة اللغويَّة في لغة العلوم في اللغة العربيَّة:

جدول(٢) يوضح أمثلة الكلمات التقنية/ الاصطلاحية

المواد / أنواع الكلمات	أحياء	كيمياء	فيزياء
كلمات خاصة بالعلم	بدائية النوى- البدائيات- بيتيدوجلايكان -عضيات- البروتينات الرايبوسية- الهديبات	كربونيل- الالدهيدات- الكيتونات- الكربوكسيلية- الاسترات- الاميدات.	مبدأ باسكال- مبدأ أرخميدي- مبدأ برنولي
كلمات شائعة ذات معانٍ علمية	المحفظة- صبغة جرام- الأسواط- الهوائية الاختيارية- مترممة- الأبواغ	تفاعلات التكثف- الأحماض- جزئيات-عضوي	الموائع الساكنة- الموائع المتحركة – قوة الطفو- ضغط الماء- خطوط الانسياب

يُلاحظ على الكلمات الاصطلاحية السابقة أنّها ذات علاقة بين الأشياء والرموز، وتظهر اللغة في تجسيد لنظام تصوُّري وما تبع ذلك من اهتمام بالتمييز بين الصريح أو الظاهر والضمني أو الباطن[١٩]، فالأول: ما له ظهورٌ على السطح، مثل: الهدبيات. والثاني: ما ليس له ظهور على السطح كالتفاعلات وهي تدلُّ على الجمع، وكذلك مبدأ باسكال. وهنا تظهر مستويات اللغة في مستوى التعبير ومستوى المحتوى؛ إذ يشمل مستوى التعبير مادة التعبير(الأصوات) وشكل التعبير (الفونولوجيا)، كما يشمل محتوى التعبير مادة المحتوى (الدلالة) وشكل المحتوى (النحو)[٢٠]، وترى الباحثتان أن ثمةَ تعقيدًا في نطق الكلمات مما يعقد اللغة لدى الطالب مع طول الكلمة بمكوناتها مثل: بتيدوجلايكان التي تتكون من شبكة من السكريات والأحماض الأمينية، مع فهم الوظائف التي تؤديها أجزاؤها المختلفة، وكيف تُحدد وظيفةُ جزءٍ معين وظيفةَ الأخرى؟[٢١].

وكذلك فإنَّ كلمة أسواط (اسم وجمع تكسير) مفرده السوط الذي يُضرب به، ويعني كذلك خلط الشيء بعضه ببعض[٢٢] وهو أداة للسيطرة والعقاب، وفي علم الأحياء هو بنية سطحية لخلايا حقيقيات النوى أو بدائيات النوى تساعدها على الحركة[٢٣]، وهنا يظهر دوره في الربط والسيطرة في كلا الكلمتين.

لغة العلوم مجردة:

ويتمثل ذلك في استعمال الكثير من الأسماء المجردة في النصوص العلميَّة وهذا يُعزى إلى الاستعمال المتكرر أكثر من المعتاد للتسمية (Nominalization)، وهي عملية تحويل المجموعات الفعليَّة أو الوصفيَّة إلى مجموعة اسمية. يتم استعمال التسمية بشكل متكرر؛ لتكثيف المعنى أو تصنيف

(١٩) محمود نحلة، *علم اللغة النظامي، النظرية اللغوية، هاليداي*، ملتقى الفكر الإسكندرية، ٢٠٠١، ٣٩.

(٢٠) نحلة، *علم اللغة النظامي، النظرية اللغوية*، ٣٩.

(٢١) جيفري سامبسون، *مدارس اللسانيّات التسابق والتطور*، تر. محمد زياد كبة، (الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٧هـ).

(22) https://2cm.es/RluE ery

(23) https://ar.wikipedia.org/wiki /

العمليات العلميَّة. وهذه الكلمات هي مليئة بالمعاني المتعددة والمختصرة التي تتطلب أكثر من تعريف لفهم دقيق وشامل.

جدول(٣) يوضح أمثلة تعكس سمة التجريد في النصوص العلميَّة

المواد / المثال والتوضيح	أحياء	كيمياء	فيزياء
المثال	كما أنهما مختلفتان عن الخلايا الحقيقية النوى. ومن هذه الاختلافات ما يأتي:	تتضمن العديد من التحضيرات التي تُجرى في المختبرات والعمليات الصناعية، تفاعل مادتين من المواد المتفاعلة العضوية لتكوين مركب عضوي ضخم.	إذا أردت أن تعرف إذا كان الجسم سيطفو أم يغوص؛ فإنه يجب أن تأخذ بعين الاعتبار كلَّ القوى المؤثرة في الجسم، فقوة الطفو تدفع الجسم إلى أعلى.
التوضيح	تحويل الصفة إلى اسم	تحويل الاسم إلى الصفة	تحويل الفعل إلى اسم

يظهر هنا تأثير العامل النحوي في الجملة؛ إذ يرى عمايرة أن الجمل في العربيّة تنقسم إلى جمل توليدية، وجمل محولة، والتوليدية قد تكون اسمية أو فعلية، حتى وإن طرأ عليها تغيير بدخول عوامل التحويل، وهنا يظهر المعنى السطحي، إذ يُقصد بالسطحي الفكرة الإخبارية في أبسط صورها. أما الجملة المحولة فهي تمثل البنية العميقة المشتقة بوساطة عدد من القواعد التحويلية[٢٤]. ويظهر للباحثتين في تلك الأمثلة السابقة أعلى مستويات التعقيد التي تتمثل في القواعد النحوية الخالية من السياق لاشتقاق الكلمات، إذ يتم تطبيقها دون النظر في السياق؛ لأنّ جميع هذه الحقائق ما هي إلّا مظاهر متعددة لحقيقة واحدة معزولة[٢٥]، وهي : (الاختلاف، والتفاعل، والطفو) في الجدول أعلاه. ومن الأمثلة البارزة على القيمة مسألة الوظيفة النحوية فتتميز الصيغ حسب الزمن[٢٦] ويرى أحمد مختار[٢٧] أن تنوع الرمز مع المتكلم يتيح الوظيفة التعبيريَّة، ومع السامع ينتج وظيفة المناشدة، ومع الأشياء ينتج الوظيفة الاتصاليَّة، ثم الوظيفة الجماليَّة، إذ يظهر إدراك العقل حول طبيعة العلاقات بين العبارات في أنّها تشترك في عنصر واحد وهو الأصل، وهنا يتشكل الارتباط الإيحائي للقياس للكلمة الموجودة في المدلول[٢٨].

إنَّ الأسماء الطويلة والمعقدة تمكن الكاتب من تضمين مجموعة كبيرة من المعاني الدلالية في بناء الفكرة، مما ينتج عنه كثافة معلوماتية للنصوص. وهذه الأسماء عادة تتكون من معدلات قبلية Pre-modifier وتتمثل في استعمال الضمائر والأعداد والصفات قبل الرأس Head وهو الاسم، ويأتي بعدها معدلات بعديَّة Post-modifier تتمثل في شبه الجملة والجملة المضمنة كجملة الصلة والجملة الحالية وجملة الصفة. وفي الجدول أدناه بعض الأمثلة التي توضح هذه السمة من النصوص العلميَّة المحلَّلة:

(٢٤) خليل عمايرة، *في نحو اللغة وتراكيبها، منهج وتطبيق* (جدة: عالم المعرفة، ١٩٨٤م).

(٢٥) فردينان دو سوسير، *علم اللغة العام*، ترجمة. بوئيل يوسف عزيز مراجعة. يوسف مالك المطلبي (بغداد: دار آفاق عربية ،١٩٨٩).

(٢٦) دو سوسير، *علم اللغة العام*، ١٣٧.

(٢٧) أحمد مختار، "مدرسة براغ اللغوية"، مجلة *كلية الآداب والتربية، جامعة الكويت*(١٩٧٧م).

(٢٨) دو سوسير، *علم اللغة العام*، ١٤٤.

جدول (٤) يوضح أمثلة للأسماء الطويلة والمعقدة في النصوص العلميَّة

المواد / المثال والتوضيح	أحياء	كيمياء	فيزياء
معدلات قبليّة Pre-modifier	هناك مجموعة من البدائيات تسمى	هناك خمسة أنواع مهمة من المركبات العضوية تحتوي على	هناك بعض التطبيقات العلميَّة الشائعة على
رأس Head	المجموعة المولدة لغاز الميثان	مركبات الكربونيل	مبدأ برنولي
ومعدلات بعدية Post-modifier	وهي مخلوقات لاهوائية، لا تستطيع العيش في وجود الأكسجين	وهي: الألدهيدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات	ومنها(بخاخ)الطلاء، ومرذاذ العطر

حيث يظهر الحمل الجوهري لقواعد التمدد اللغوي Extended predication بالإحالات القبلية والبعديّة كأسماء الشرط، أو الضمائر، أو أي روابط تساعد في تمدد الجملة إلى جملتين أو أكثر؛ لنحصل على عبارة تامة، فالسياق في كلمة (لا هوائية) قد تكون (لا) لنفي الجنس ولا بد من وجود خبر لها، كما يلاحظ أن كلمة هوائية منسوبة إلى هواء، وينقل الطالب إلى معرفة هل الهمزة أصلية أم منقلبة عن أصل؟ وهذا فيه نوع من التعقيد اللغوي للطالب في فهم النص، وجملة (لا تستطيع) مفسّرة لكلمة (لاهوائية) فكان ينبغي أن يجعل التركيب الجملة على هذا النحو: وهي مخلوقات لا تستطيع العيش في وجود الهواء (الأكسجين) وتعرف بمصطلح (لاهوائية) بنفي الفعل لا الاسم.

فالعلاقةُ الاتساقيَّةُ بين (هي مخلوقات لاهوائية) وبين (لا تستطيع) يحيلان إلى الشيء نفسه، وهو المخلوقات التي لا تستطيع العيش في وجود الهواء (الأكسجين) فهما مشتركان في الإحالة. وتظهر عملية الاتساق في هذه الحالة محققة للنسيج؛ إذ تمثل قابلية الاشتراك في الإحالة بين (هي) وبين (لا تستطيع) التي يعبر بها من خلال الضمير العائد احتمالًا في الجملة الثانية والعنصر المحتمل في الجملة الأولى(لاهوائية) إذ يظهر التسلسل بين الكلمة والمعنى على شكل: الكلمة المنطوقة وصورتها الذهنية؛ للوصول إلى معناها الذي يتكون من مجموع سماتها[٢٩].

فلا بدَّ أن تكون المصطلحات واضحة ليس فيها رموزٌ وتعقيدٌ في التركيب الجُمْلي حتى لا يُشق على الطالب فهم المعنى.

ومن هنا تظهر بعض الأسئلة من مثل: كيف استطاع العلماءُ توظيفَ المصطلحات في العربيّة من خلال الترجمة؟ كيف عالج النحاةُ القدماءُ مصطلحات الترجمة والتوليد والتعريب والسياق وجعلها في العصر الحديث ذات دلالات مفاهيمية علميّة عالية؟

لغة العلوم كثيفة معجميًّا:

إنَّ لغة العلوم ذات كثافة معجمية عالية، وتنعكس هذه الصفة عند تحليل كمية المعلومات التي تحتوي عليها كلُّ فكرة، وكل جملة تتكون من فكرة أو أكثر من فكرة، وكل فكرة تتكون من عملية يعبر عنها بواسطة (أفعال)، ومشارك واحد أو عدة مشاركين يُعبر عنها (بالأسماء)، وظرف واحد أو عدة ظروف عادة تُصاغ في شبه الجمل أو جمل الحال، وفي الجدول الآتي أمثلة من النصوص العلميَّة المحللة:

(٢٩) سمير إستيتية، *اللسانيات المجال والوظيفة والمنهج* (عمان: عالم الكتب الحديث ٢٠٠٥م) ٢٦٠.

جدول (٥) يوضح مكونات الجملة التي تعكس الكثافة المعجمية

المواد / المثال والتوضيح	أحياء	كيمياء	فيزياء
(المشاركون، المجموعة الاسمية)	بعض البكتيريا الذاتية التغذية	الأحماض الكربوكسيلية مركبات عضوية	قوة الطفو في الجسم
(العملية، الأفعال)	لا تحتاج	تحتوي	تساوي وزن المائع المزاح
(حروف الجر).	إلى الطاقة مصدرًا للطاقة	على مجموعة الكربوكسيل	عن طريق الجسم

إنَّ ثمة ملاحظة في استناد الارتباط الإيحائي بين المجرورات إلى فكرة النسبة، سواء كان المجرور بحرف أو بالإضافة[٣٠]، كما في الأمثلة السابقة (إلى الطاقة، على مجموعة الكربوكسيل). وهنا تحدد فكرة أقسام الكلام (أسماء، وأفعال، وحروف) ويظهر تعبير اللغة عن فكرة معينة عبر نظام تسلسل الألفاظ في المجموعة[٣١]. وهنا يظهر اختلاف التلازم والتوارد في الجملة؛ فالتوارد يكون في العلاقة التبادلية بين الفصائل النحوية كالاسم، والفعل، والأداة، والظرف...، وتواردها جزء من النص اللغوي[٣٢].

ويمكن أيضًا قياس الكثافة المعجمية في النصوص العملية من عدد الأفكار المتضمنة في الجملة الواحدة، والنموذج الآتي يوضح هذه التعقيدات:

جدول (٦) يعرض أمثلة للجمل المتضمنة أكثر من فكرة

المواد / المثال	أحياء	كيمياء	فيزياء
المثال	تتكاثر أنواع أخرى من البدائيات النوى بشكل آخر من أشكال التكاثر يُسمى الاقتران؛ إذ تلتصق خليتان معًا وتتبادلان المواد الوراثية.	تفاعلات التكشف تتضمن العديدَ من التحضيرات التي تتم في المختبرات والعمليات الصناعية، تتفاعل من المواد المتفاعلة العضوين لتكوين مركب عضوي ضخم، مثل الإسبرين.	تشير خطوط الانسياب التي تفصلها مسافات قليلة إلى سرعة انسياب كبيرة؛ لذا يكون الضغط منخفضًا.

في هذه الجملة فعلان، هما (تتكاثر وتلتصق)، ولكن هذه الجملة لها موضوع رئيس والفعلان يدوران حولها، الموضوع هو البدائيات النوى، أما الفكرة المضمنة فتتمثل في "حيث تلتصق خليتان معًا وتتبادلان المواد". وفي هذه الجملة ثلاثة أفعال وهي: (تتضمن، وتتم، وتتفاعل)، ولكن هذه الجملة لها موضوع أو فكرة رئيسة تدور حولها وهي تفاعلات التكيف، أما الفكرة المضمنة، فتتمثل في " التي تتم في المختبرات والعمليات الصناعية تفاعل من المواد المتفاعلة العضوين، ومثل الإسبرين.." في هذه الجملة ثلاثة أفعال وهي (تشير، وتفصلها، ويكون)، ولكن هذه الجمل لها فكرة رئيسة تدور حولها وهي خطوط الانسياب، أما الفكرتان المضمنتان، فتتمثلان في " التي تفصلها مسافات قليلة." و

(٣٠) دو سوسير، *علم اللغة العام*، ١٥٧.

(٣١) دو سوسير، *علم اللغة العام*، ١٥٨.

(32) Christopher Butler, "Systemic linguistics: Theory and applications, London, (1985) 8.

"لذا يكون الضغط منخفضًا." فتعدد الفعل في الجملة له دلالة حدث خارجي، ودلالة حدث داخلي تتحقق عبر مراحل متعددة في شكل سلسلة من أحداث متتالية فيحصل مثلًا: التكاثر ثم الالتصاق والتبادل في المواد الوراثية؛ لتصل من الأحداث الفرعية إلى الأحداث الأكبر منها، وتقوم هذه الأفعال بتكرار أو تقسيم أو تجميع أو تفكيك من الحدث الفرعي، فهي تشكل الحدث بأكمله.. ويرى دي سوسير أنّ اللغات التي يكون فيها جانب التحفيز أقل أكثرها معجميّة ـواللغات التي بها أكبر قدر من التحفيز تكون نحويّة(٣٣).

لغة العلوم متماسكة:

إنَّ لغة العلوم متماسكة بإحكام، تستخدم النصوص العلميَّة بنية متماسكة بإحكام لوصف العمليات خطوة بخطوة وتقديم المنطق الدقيق. فتقسيم الجمل في (Themeفكرة رئيسة للجملة) العنصر الذي يعمل كنقطة انطلاق للفكرة وهو الذي يحدد ويوجه الجملة في سياقها. وRhemes (بقية الجملة) وتتبع العلاقات فيما بينها يكشف عن تنظيم الأفكار في النصوص العلميَّة. ويوجد نموذجان فريدان لتتبع العلاقات بشكل شائع في العلوم وهي تكرار ثابت reiterating of Themesللموضوع نفسه، تكرار المتعرج ويسمى zig-zag patterning (٣٤). وعند استعمال التحليل اللغوي الوظيفي لفك بنية النص في النصوص العلميَّة المحلَّلة؛ عثرت الباحثتان على هذا النمط من اللغة المتماسكة. فهناك حاجة إلى اتباع أنماط محددة في العلوم لشرح تفاصيل العمليات المعقدة. وفي الجدول أدناه تحليل للنمط الثابت من خلال بعض الأمثلة المأخوذة من النصوص العلميَّة المستخدمة في هذه الدراسة:

جدول (٧) أمثلة النمط الثابت المستخدم لتماسك النص في النصوص العلميَّة

المواد / المثال	أحياء	كيمياء	فيزياء
المثال	١- توجد تراكيب تسمى الهديبات على السطح الخارجي لبعض البكتيريا. ٢-والهديبات تراكيب دقيقة جدًا تشبه الشعيرات في شكلها. ٣-وهي تتكون من البروتين. ٤- وتساعد الهديبات البكتيريا على الالتصاق بالسطوح، وتعمل بمثابة جسر يربط بين الخلايا.	١-تُعَدُّ الألدهيدات مركبات عضوية تقع فيها مجموعة الكربونيل في آخر السلسة، ٢-وتكون مرتبطة مع ذرة كربون متصلة بذرة هيدروجين من الطرف الآخر. ٣-والصيغة العامة للألدهيدات RCHO؛ حيث R مجموعة الألكيل أو ذرة الهيدروجين.	١-إنَّ العلاقة بين السرعة والضغط المؤثرة عن طريق الموائع المتحركة يسمى مبدأ برنولي نسبة إلى العالم السويسري دانييل برنولي. ٢-ينصُّ مبدأ برنولي على أنه عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه. ٣-وهذا المبدأ حفظ الشغل والطاقة عند تطبيقه على الموائع.
	نمط ثابت	نمط ثابت	نمط ثابت

في الأمثلة السابقة أصبح وصف الجملة أو العبارة تحديدًا للاختيارات التي قام بها المتكلم من مجموعة الاختيارات المتاحة له مع تحديد العلاقة بين ما وقع عليه الاختيار بما لم يقع عليه الاختيار، فاختيار جملة (توجد تراكيب تسمى الهديبات على السطح الخارجي لبعض البكتيريا) لها علاقة بجمل أخرى وثيقة الصلة بهذه الجملة ولكن لم يقع الاختيار

(٣٣) دو سوسير، *علم اللغة العام*، ١٥٢.

(34) Zhang, "A functional approach to twenty-first century science literacy, 271-284.

عليها[٣٥] مثل: (الهدبيات تراكيب توجد على السطح الخارجي لبعض البكتيريا)، (على السطح الخارجي لبعض البكتيريا توجد تراكيب تسمى الهدبيات) وغيرها من التراكيب) فكل جملة تختلف عن الأخرى بالنظر إلى الاختيارات المحددة، ففي المثال الأول تظهر الصيغة الخبرية، وفي المثال الثاني يتقدم الجار والمجرور على عامله المبني للمفعول "توجد"، وهكذا وكل عنصر من عناصر هذه الجملة يمثل اختيارَ المتكلم في جعل الجملة تارة فعلية فعلها متعدٍ، وتارة اسمية (خبرها جملة مرة وشبه جملة مقدّم مرة أخرى) كما تظهر بعض الوظائف النحوية قد أدمج في (الهدبيات) وظيفتا الفعل والمسند إليه، لكن هذا ليس أمرًا لازمًا وإنما يختاره المتكلم، فله أن يدمج وظيفتين لعنصر لغوي واحد أو لا يدمجهما. وهنا يظهر تماسك النص في تفريعاته من خلال تنوع الفكرة وشرحها، فالنمط الثابت في العمود الأول هو الحديث عن الهدبيات مسماها، ومكوناتها وعملها، وفي العمود الثاني النمط الثابت هو الألدهيدات تعريفها وارتباطها وصيغتها العامة، وفي العمود الثالث النمط الثابت مبدأ برنولي، ماهيته، وعلى ماذا ينص. فالسياق عند هاليداي هو الذي يصف العلاقة بين الصيغ اللغوية والوقائع غير اللغويَّة)[٣٦]، بمعنى أنه يربط المعاني الوظيفيَّة للصيغ اللغويَّة بالمعاني المقامية التي تلابس الحدث اللغوي[٣٧]. وكذلك يظهر أن them في (وهي) تعود على الجملة الأولى(الهدبيات)، كما أنَّ الوظيفة العائدية تحقق اتساق الجملتين، وبذلك تؤول الجمل كمكون واحد للنص أو جزء من النص نفسه يتبع بأجزاء أخرى، فالنسيج في الجمل ناتج عن العلاقة الاتساقية بين الهدبيات ومكوناتها وقيم مساعدة.

أما نمط التكرار المتعرج، فيوجد له الكثير من الأمثلة التي توضح هذ النمط في النصوص العلميَّة المحلّلة، وهذا الجدول يوضح بعضًا منها:

جدول (٨) أمثلة النمط المتعرج المستخدم لتماسك النص في النصوص العلميَّة

المواد / المثال	أحياء	كيمياء	فيزياء
المثال	١-يمكن تعرف المخلوقات البدائية النوى باستعمال التقنيات الجزيئية ٢-فعند مقارنة DNAفيما بينها يمكن إيجاد علاقات سلالية. ٣- وقد كان العلماء يعرفون البكتيريا تاريخيًّا باستعمال صفات منها الشكل والحركة واستجابة الجدار الخلوي لصبغة جرام والحجم.	١-الاحماض الكربوكسيلية مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل. ٢-وتتكون مجموعة الكربوكسيل من مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل. ولذلك تكون الصيغة العامة للأحماض الكربوكسلية كما في الجدول9-2 .	١-هناك تطبيقات شائعة على مبدأ برنولي، ومنها مرش(بخاخ) الطلاء، ومرذاذ العطر. ٢-ويعمل المرذاذ البسيط في زجاجة العطر بنقل الهواء عبر الجزء العلوي من الأنبوب المغمور بالعطر في العطر. ٣-فينخفض الضغط عند قمة الأنبوب، بحيث يصبح أقل من الضغط داخل الزجاجة، ونتيجة لذلك، يندفع العطر عبر تيار الهواء.
	نمط متعرج	نمط متعرج	نمط متعرج

تعتبر الجملة وحدة هامة لتحقيق الاتساق والدلالة لبنية النص؛ لأنها أعلى وحدة للبنية النحوية على وجه الخصوص؛ إذ تقوم بتحقيق طريقة التعبير عن تماسك النص واتساقه، فبنية الجملة هي التي يمكن الإحالة إليها بوساطة العناصر

(٣٥) نحلة، *علم اللغة النظامي، النظرية اللغوية*.

(٣٦) ردة الله الطلحي، *دلالة السياق* (رسالة دكتوراه في علم اللغة)، جامعة أم القرى، كلية اللغة العربية، ١٤١٨هـ.

(٣٧) نحلة، *علم اللغة النظامي، النظرية اللغوية*، ٥٩.

الإحالية كالضمير، فمثلًا: مجموعة الكربوكسيلية وتتكون مجموعة الكربوكسيل من مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل، إذ يظهر الفرق بين النمط الذي يحدد على أساس التماثل الشكلي وبين الصنف الذي يحدد على أساس الدور الذي يقوم به التركيب، وهنا يظهر الفرق بين الصنف، وعمله. واستعمل فيرث مصطلح التركيب استعمالًا متماسكًا واعتبره علاقة تبادلية بين العناصر اللغويَّة سواء كان في النص أو جزء من النص[٣٨]، إذ يظهر المستويان المعجمي والنحوي في ظاهرتين هما: التلازم والتوارد، إذ يعتمد التلازم على العلاقات الدلالية للكلمات، ويقوم التوارد على العلاقات النحوية بين العناصر اللغويَّة[٣٩].

المبحث الثالث: إستراتيجيات تدريس مصطلحات العلوم في ضوء مبادئ النظريَّة

كما هو مبين في التحليل السابق، فإن هذه الاكتشافات مهمة عند تدريس النصوص العلميَّة ومناقشتها. فالنظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة المنهجيّة توفر للمدرسين طريقة فريدة لتقديم الخصائص اللغويَّة للنصوص العلميَّة لمجموعة متنوعة من الطلاب؛ لأن العديد من المعلمين والطلاب يجدون صعوبة في فكِّ رموز النصوص العلميَّة، وقد أفادت العديد من الدراسات أن النصوص العلميَّة لا تقرأ في المدرسة لهذا السبب[٤٠]. لذلك تُعَدُّ النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة وسيلةً ناجعة يمكن للمعلمين استعمالها لتعليم أنماط اللغة المعقدة التي توجد في النصوص العلميَّة، والتغلب على مشكلة صعوبة قراءة النصوص العلميَّة وكتابتها لدى الطلاب.

(38) Frank Palmer, selected papers of J.R.Firth, longman, (1998), 103.
(39) John Firth, Papers in Linguistics 1934-1951(London: Oxford University press, 1957), 196.
(40) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

وفي التحليل السابق، أصبح من الواضح أن لغة العلوم لها سمات لغويَّة محددة، هي: الاصطلاحية، والتجريد، والتعقيد، والترابط بين الأفكار. ومن خلال هذه النتائج التي أبرزتها النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة يمكن القول: إن أفضل طريقة للتخلص من التحديات والصعوبات التي يواجهها الطلاب في قراءة النصوص العلميَّة وكتابتها هو توجيه المعلمين طلابهم للقيام بتحليل لغاتها وظيفيًّا، والتعرف إلى سماتها، والتدريب عليها من خلال الكتابة [٤١] لذلك يمكن للمعلم اتباع المنهجيات التدريسية الآتية في تدريس هذه السمات:

الكلمات الاصطلاحية:

يجب على المعلمين مساعدة الطلاب في تعلم كيفية التعامل مع المفردات الاصطلاحية، باستعمال مجموعة متنوعة من إستراتيجيات التدريس المختلفة. قبل كل درس يمكن للمعلم أن يعرض مجموعة الكلمات الفريدة في النصوص العلميَّة، ويساعد الطلاب على معرفة معناها، وإظهار الطرق المختلفة لاستعمالها في النصوص العلميَّة في أثناء القراءة. يمكن تعزيز إستراتيجية اكتشاف المفردات هذه مع الأسئلة في جميع أنحاء دروس النصوص العلميَّة. وعادة، في كتب العلوم في المرحلة الثانوية، يكون الابتداء بكلمات علميّة سيدور حولها موضوع الدرس؛ وهذه إستراتيجية فعالة؛ للفت انتباه الطلاب للتعرف إلى هذه الكلمات ومعناها في الحقل العلمي، ولكن تحتاج أيضًا من المعلم إلى التأكيد عليها في أثناء قراءة النصوص العلميَّة وشرحها.

أما بالنسبة للكلمات اليومية ذات المعنى الخاص في العلوم، فسيطلب المعلم إلى الطلاب أن يتوقفوا عند مواجهة الكلمة الموجودة في النص، ويستخدموا قواميس علميّة

(41) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.

خاصة لاكتشاف المعنى في لغة العلوم. إنَّ هذه الطريقة سوف تعلم الطلاب أيضًا أنه عند قراءة النصوص العلميَّة الأكاديمية، فإنهم يحتاجون إلى التوقف كثيرًا لتحليل اللغة المستخدمة فيها[٤٢].

التجريد:

عندما يبدأ المعلمون بمناقشة الأسماء المعقدة في النصوص العلميَّة، فإنهم بحاجة إلى شرح وظيفتها أولًا. وبعد قراءة النص مرة واحدة، يحدد الطلاب هذه الكلمات بوضع خط تحتها، ويقومون بتحليلها، ثم مشاركة هذه الكلمات التي وجدوها مع المعلم، لتسليط الضوء عليها وعلى الطرق التي تستخدم بها في النصوص العلميَّة. إن القيام بهذه العمليّة لهذه السمة المعقدة للنصوص العلميَّة ضروري بالنسبة للطلاب، فلا بد أن يتدربوا عليها ويطبقوها. ويقوم المعلمون بإرشادهم في أثناء القيام بهذه العمليّة. وفي أثناء التطبيق، يمكن للمدرس أن يطلب من الطلاب استعمال الأسماء التي وجدوها وممارستها باستعمال نفس العمليّة اللغويَّة الخاصة بهم في نصوص علميّة. ويكون ذلك كتابيًّا أو في العروض التقديمية الشفهية. ويمكن أيضًا أن يضع المعلم نموذجًا لتفكيك الأسماء المعقدة للطلاب عند قراءة الكتاب.

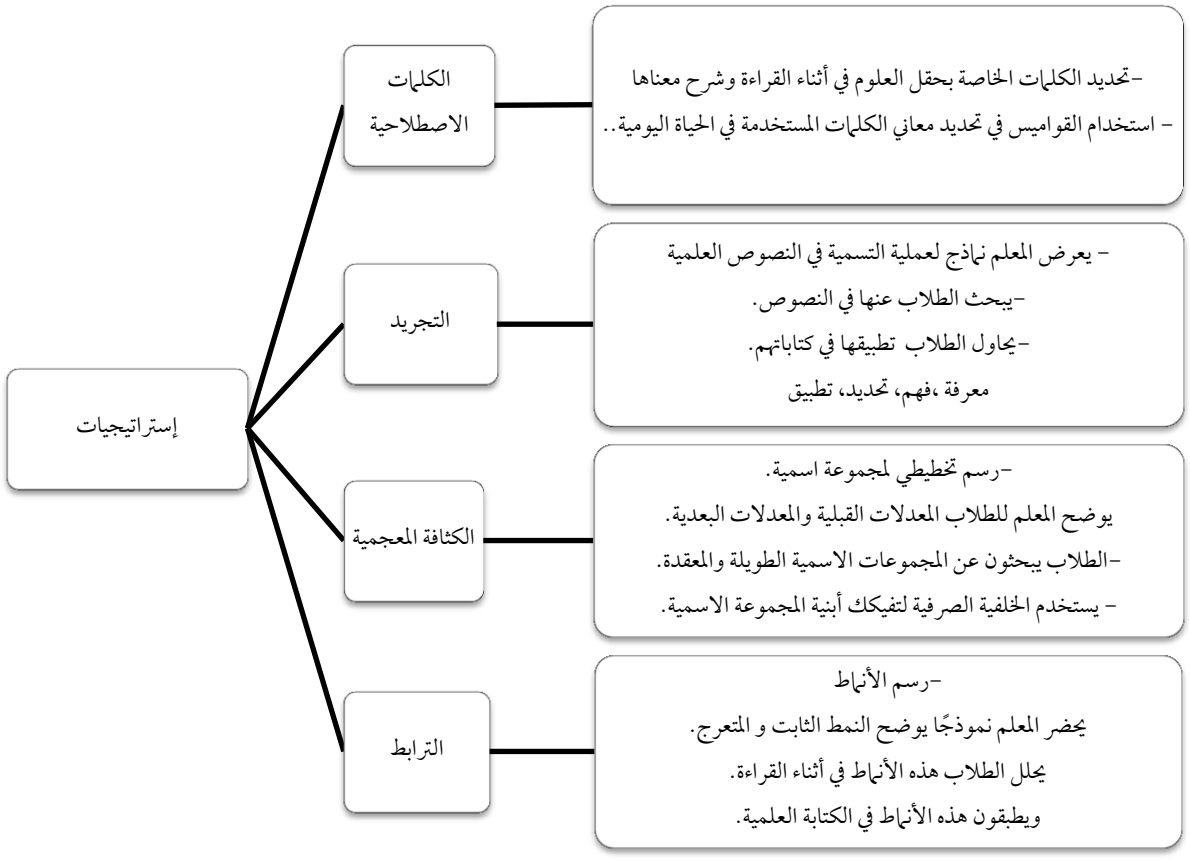
الكثافة المعجمية:

إنَّ هذه السمة اللغويَّة تجعل تفكيك المعنى صعبًا، وإستراتيجية التدريس التي تم تطويرها تتضمن رسمًا تخطيطيًّا لهذه المجموعات الاسمية الصعبة. فستحلل المجموعة الاسمية وترسم بشكل تخطيطي حتى يتمكن الطلاب من تعلم كيفية التعرف على الرأس في مجموعات اسمية. وهذا يساعد الطلاب على فهم المعنى والموضوعات والبحث عنها في النصوص العلميَّة المعقدة. ويمكن للمدرسين أيضًا أن يطلبوا من الطلاب مقارنة مجموعات الأسماء المختلفة التي يجدونها في النص ومقارنتها. كما يمكن للطلاب حساب الكثافة المعجميّة للمادة العلميَّة. إن فعلًا كهذا يتيح للطلاب فهم المعنى الحقيقي للنصِّ الذي عليهم قراءته وكتابته. ويساعد هذا التحليل للنصوص الكثيفة الطلاب في تعلم كيفية فهمها وتنمية القراءة النقديَّة للنصوص العلميَّة.

التماسك:

يحاول مؤلفو النصوص العلميَّة في أثناء بناء العلوم الكثيفة تحويل النصوص إلى أنماط، على أمل تبسيط الترتيب المنطقي للعمليات. ويهدف كلٌّ من التعرج والتكرار إلى تسهيل العرض وإنشاء تفكير منطقي في الكتابة العلميَّة. ولأن من الصعب رؤية هذا الأنماط، سيحتاج المعلمون إلى توجيه الطلاب بشكل صريح من خلال وضع نموذج لتوضيح تسلسل الأفكار في النص. وسيقوم الطلاب بعد ذلك برسم هذا النمط للنص سواء أكان نمطًا ثابتًا لتكرار شرح الفكرة نفسها، أم نمطًا متعرجًا يشرح فكرة رئيسة تنتهي في الجملة نفسها بفكرة غامضة يبدأ بشرحها في بداية الجملة التي تليها. إنَّ نمذجة هذا الأنماط وتطبيقها سيسمح للطلاب بفهم العلوم بسهولة أكبر، كما ستساعدهم في فهم كيفية تطبيق هذه الميزة في كتاباتهم. كلُّ هذه الإستراتيجيات التعليمية المختلفة ستساعد الطلاب في تعلم كيفية تحليل النصوص العلميَّة. وفي الشكل أدناه تلخيص لهذه الإستراتيجيات:

(42) Fang & Schleppegrell, Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy.



شكل (٢) يلخص الإستراتيجيات التدريسية للسمات اللغويَّة للنصوص العلميَّة

اَلْخَاتِمَةُ:

مما سبق، نخلص إلى أن لغة العلوم تتميز بدرجة عالية من التجريد والتعقيد، إلى جانب استخدامها المكثّفِ للمفرداتِ الاصطلاحيَّةِ والتقنيةِ، فضلاً عن اتسام نصوصها بالتماسك وكثافة الاستعمال المعجمي. ومن خلال تحليل النصوص العلميَّة في كتب العلوم للمرحلة الثانوية باستخدام النظريَّة اللغويَّة الوظيفيَّة النظاميَّة التي طورها Fang & Schleppergrel؛ أمكن التحقق من أربع سمات لغويَّة رئيسة تعكس طبيعة لغة العلوم في سياق اللغة العربيّة. وقد أظهرت الدراسة أن هذه السمات تتيح فهمًا أعمقَ لبنية الخطاب العلمي؛ مما يسهم في تعزيز قدرة المعلمين والطلاب على استخلاص المعاني من النصوص العلميَّة المعقدة، كما توفر إطارًا يساعدهم في تحسين مهاراتهم في الكتابة الأكاديمية والتواصل العلمي.

وقد كشفت الدراسة عن نمط ثابت في تركيب الجملة العربيّة في النصوص العلميَّة، إذ تُظهر الاختيارات اللغويَّة التي يعتمدها المتكلم أو الكاتب مدى اتساق النص وترابطه الداخلي. فعلى سبيل المثال، جملة مثل "توجد تراكيب تسمية الهدبيات على السطح الخارجي لبعض البكتيريا" تعكس بنية تركيبية محددة، في حين أن هناك خيارات أخرى ممكنة لم تُستخدم؛ مما يؤكد الطبيعة المقيدة لاختيارات الكاتب في الخطاب العلمي. وإضافة إلى ذلك، فإن الجملَ العلميَّةَ تتضمن -غالبًا-أكثر من فكرة، إذ يعكس تعدد الأفعال داخل الجملة دلالاتٍ على أحداثٍ خارجيَّةٍ وداخليَّةٍ متسلسلةٍ؛ مما يخلق بنيةً نصيَّةً معقدةً تنظم المعلوماتِ

بطريقةٍ منهجيَّةٍ تتيح للمتلقي متابعةَ الظواهرِ العلميَّةِ بوضوح.

يُعد التماسك النصي في لغة العلوم عاملاً جوهريًا في بناء الخطاب العلمي، حيث يعتمد على آليات لغويَّة متعددة، من بينها الإحالة النصيّة التي تتمثل في الضمائر والمعدلات القبليَّة والبعديَّة، وهو ما يُسهم في تحقيق الاتساق الدلالي والتمدد اللغوي داخل النصوص العلميَّة. كما أن العلاقات بين العناصر المعجميَّة والنحويَّة تظهر في شكل التلازم والتوارد، إذ يعتمد التلازم على التكرار المنتظم لعناصر لغويَّة محددة، في حين يعمل التوارد على ربط هذه العناصر ضمن أنماط تركيبيَّة متماسكة، لا سيما في النمطين الثابت والمتعرج، مما يعزز ترابط النصوص العلميَّة ودقتها التعبيريَّة.

وتؤكد هذه النتائجُ أهميةَ النظريَّةِ اللغويَّةِ الوظيفيَّةِ النظاميَّةِ في تحليل لغة العلوم؛ إذ توفر إطارًا فعالًا لفهم طبيعة الخطاب العلمي وتيسير تعليمه. كما تُسهم في مساعدة المعلمين في توجيه الطلاب نحو إستراتيجيات لغويَّة تمكّنهم من التعامل مع النصوص العلميَّة المعقدة وفهم بنيتها بعمق. وبذلك، يمكن القول: إن دمج هذه النظريَّةِ في تدريس العلوم من شأنه أن يطور مهاراتِ التحليلِ اللغوي والقراءة النقديَّة لدى الطلاب، ويجعل عمليةَ الكتابةِ العلميَّةِ أكثرَ وضوحًا ودقة؛ مما يُسهم في تحسين جودة التواصل الأكاديمي والعلمي على حد سواء.

التوصيات:

١. الدراسات العربيّة في هذه المجال لا تزال غير كافية، ولا بد من استخدام هذه النظريَّة للتعرف إلى السمات والخصائص اللغويَّة لكل حقل من الحقول العلميَّةِ وتكثيف الدراسات وفق هذه النظريَّة.

٢. يمكن الاستفادة من النظريَّةِ اللغويَّةِ الوظيفيَّةِ النظاميَّةِ، واتخاذها أداة للتعرف إلى السمات اللغويَّة في علوم مختلفة غير العلوم مثل: الرياضيات، والأدب، والعلوم، الاجتماعية، واستخدام نتائجها في تفكيكك نصوصها وتدريب طلابها على قراءتها وكتابتها بشكل محترف.

٣. يمكن الاستفادة من المدونات للقيام بمثل هذه الدراسات؛ لأنها تسهلُ استخلاصَ هذه السماتِ اللغويَّةِ لكل لغة مكتوبة في حقل معين، وتقيس مدى تكرارها أو شيوعها.

٤. بعد استخلاصِ السماتِ اللغويَّةِ لكلِّ حقلٍ علميٍّ، فإنَّ هناك حاجة إلى وضع إستراتيجيات تدريسية مناسبة لها، ومن ثم تطبيقها وقياس أثرها للتأكد من مدى فعاليتها.

اَلْمَصَادِرُ وَاَلْمَرَاجِعُ:

المراجع العربيّة:

إستيتية، سمير. *اللسانيات المجال والوظيفة والمنهج*. عمان: عالم الكتب الحديث، ٢٠٠٥ وط٢٠٠٨م.

دو سوسير، فردينان. *علم اللغة العام*. ترجمة. بوئيل يوسف عزيز مراجعة. يوسف مالك المطلبي. بغداد: دار آفاق عربية،١٩٨٩.

سامبسون، جيفري. *مدارس اللسانيّات التسابق والتطور*. ترجمة. محمد زياد كبة. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٧ه.

الطلحي، ردة الله. *دلالة السياق* (رسالة دكتوراه في علم اللغة). جامعة أم القرى، كلية اللغة العربية. ١٤١٨هـ.

عمايرة، خليل. *في نحو اللغة وتراكيبها منهج وتطبيق*. جدة: عالم المعرفة، ١٩٨٤م.

عمر، أحمد. *مدرسة براغ اللغوية*. مجلة كلية الآداب والتربية جامعة الكويت، ١٩٧٧م.

نحلة، محمود. *علم اللغة النظامي، النظرية اللغوية، هاليداي*. الإسكندرية: ملتقى الفكر، ٢٠٠١.

وزارة التربية والتعليم. *البكتيريا، أحياء*، المستوى الأول.

وزارة التربية والتعليم. الموائع الساكنة والموائع المتحركة،

فيزياء، المستوى الثالث.

وزارة التربية والتعليم. *مركبات الكربونيل*، *كيمياء*، المستوى الثاني.

المراجع الأجنبية

Abbaszadeh, Zahra. Genre-based approach and second language syllabus design. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 84 (2013): 1879-1884.

Butler, Christopher. Systemic linguistics: Theory and applications London, (1985).

Fang Zhihui & Schleppegrell Mary. Reading in Secondary Content Areas: A Language-Based Pedagogy. Michigan: University of Michigan Press ELT, 2008.

Fang Zhihui, Adams Brittany , Gresser Valerie, Li Cuiying. Developing critical literacy in science through an SFL-informed pedagogical heuristic', English Teaching: Practice & Critique, 18.1 (2019): 4-17.

Fang, Zhihui. Disciplinary literacy in science: Developing science literacy through trade books. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 57. 4 (2013): 274–278. doi:10.1002/JAAL.250.

Fang, Zhihui. Preparing content area teachers for disciplinary literacy instruction. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 57. 6 (2014): 444–448. doi:10.1002/JAAL.269.

Fang, Zhihui. Disciplinary literacy in science: Developing science literacy through trade books. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 57.4 (2013): 274-278. oi:10.1002/JAAL.250.

Fang, Zhihui. Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science education* 89.2 (2005): 335-347.

Firth, John. Papers in Linguistics 1934-1951. London: Oxford University press, 1957.

Halliday, M. A. K., & Martin, J. R. (2003). Writing science: Literacy and discursive power. Routledge.

Jetton, Tamara L., and Cynthia Shanahan, eds. Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies. Guilford Press, 2012.

Nordin Shahrina, Mohammad Norhisham. The Best of Two Approaches: Process/Genre-Based Approach to Teaching Writing.' The English Teacher, 35,(2009): 75-85. Retrieved from http://journals.melta.org.my/index.php/tet/article/view/315.

Palmer, Frank. selected papers of J.R.Firth, longman, (1998).

Rosa, Holly, and Tracy Hodgson-Drysdale. Learning to teach science genres and language of science writing: Key change processes in a teacher's critical SFL praxis. Language and education, 35.5 (2021): 429-445.

Shanahan, Cynthia. Learning with text in science. In T. L. Jetton & C. Shanahan (Eds.), Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies, (pp. 154–171). New York: The Guilford Press. 2012.

Wanselin, Hanna, Kristina Danielsson, and Susanne Wikman. "Analysing multimodal texts in science—A social semiotic perspective." Research in science education, 52.3 (2022): 891-907.

Yang, Yilong. Teaching Chinese College ESL Writing: A Genre-Based Approach. English language teaching 9.9, (2016): 36-44. Retrieved from http://www.ccsenet.org/journal/index.php/elt/article/view/61464

Zhang, Wei. A functional approach to twenty-first century science literacy. Science teacher preparation in content-based second language acquisition (2017): 271-284.