The Impact of the Systematic Approach on Students' Achievement in Practical Life Sciences Courses at Zarqa University

Abdulnour Karim Haddad
Department of Service Courses, Faculty of Science
Zarqa University
ahaddad@zu.edu.jo

Hadeel Ibrahim Musleh
Department of Service Courses, Faculty of Science
Zarqa University
202300056@zu.edu.jo

Received : 23/09/2025 Accepted : 27/11/2025

Abstract:

This study aims to evaluate the impact of the systematic approach on academic achievement among university students enrolled in practical life sciences courses. The sample consisted of 46 students divided into an experimental group (n=24; 6 males, 18 females) taught using the systems approach, and a control group (n=22; 8 males, 14 females) taught by traditional methods. ANCOVA results revealed significant differences favoring the experimental group in overall academic achievement, with an adjusted mean score of 27.4 (±0.82) compared to 20.8 (±0.82) for the control group ($F(1,44)=57.2$, $p<0.001$), and a large effect size ($\eta^2=0.55$). MANCOVA analyses also showed significant differences in cognitive subdomains: recall ($\eta^2=0.43$), comprehension ($\eta^2=0.52$), application ($\eta^2=0.40$), and analysis ($\eta^2=0.48$), all favoring the experimental group. The findings demonstrate that the systematic approach effectively enhances deep understanding and higher-order thinking skills compared to conventional instruction. This supports its use in biology education to improve conceptual learning and analytical reasoning among students

Keywords: systematic approach, Academic Achievement, Higher Education, Practical Life Sciences

أثر المنهج النظامي في تحصيل طلبة مساقات علوم الحياة العملية في جامعة الزرقاء

عبد النور كريم حداد
كلية العلوم، قسم المساقات الخدمية، جامعة الزرقاء، الأردن
ahaddad@zu.edu.jo

هديل إبراهيم مصلح
، قسم الرياضيات، كلية العلوم، جامعة الزرقاء، الأردن
202300056@zu.edu.jo

الاستلام :2025/09/23 القبول :2025/11/0

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم أثر المنهج النظامي في تعزيز تحصيل طلبة مساقات علوم الحياة العملية في المستوى الجامعي. تألفت العينة من 46 طالبًا وطالبة، موزعين إلى مجموعتين: تجريبية (24 طالبًا، 6 ذكور، و18 إناث) تلقوا التدريس بالمنهج النظامي، وضابطة (22 طالبًا، 8 ذكور و14 إناث) درست بالطريقة التقليدية. أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب ((ANCOVAوجود فروق ذات دلالة إحصائية كبيرة بين المجموعتين في درجات اختبار التحصيل الأكاديمي الشامل، لصالح المجموعة التجريبية، مع حجم أثر كبير، مما يدل على فعالية المنهج النظامي في تحسين التحصيل الأكاديمي. كما كشفت نتائج التحليل المتعدد التغاير ((MANCOVAعن فروق دالة إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية في المجالات المعرفية الفرعية: التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل، حيث حققت متوسطات أعلى بوضوح مقارنة بالمجموعة الضابطة، مما يعكس تأثيرًا إيجابيًا قويًا للمنهج النظامي في تنمية مهارات التفكير والتحصيل المعرفي. لذا توصي الدراسة بتبني المنهج النظامي في تدريس مساقات علوم الحياة العملية؛ لما له من أثر فعّال في تعزيز الفهم العميق وتنمية مهارات التفكير العليا لدى الطلبة مقارنة بأساليب التعليم التقليدية.

الكلمات المفتاحية: المنهج النظامي، التحصيل الأكاديمي، التعليم الجامعي، علوم الحياة العملية.

المقدمة:

تُعدُّ علوم الحياة من التخصصات التي تشمل على تداخلات معقدة بين مكوناتها المختلفة، الأمر الذي يتطلب دراسة متأنية لفهم العلاقات البيولوجية المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئاتها [11]. حيث يتأثر النظام البيولوجي بعوامل بيئية متغيرة، مما يجعل الحاجة إلى منهج تعليمي شامل يُركز على دراسة الأنظمة ككل أمراً ضرورياً لتعزيز الفهم العلمي [17].

في هذا الإطار، برز المنهج النظامي كأداة تعليمية مبتكرة تهدف إلى إظهار الترابط والتفاعلات بين مكونات الأنظمة البيولوجية، مما يساعد الطلبة على تبني نظرة شمولية للعلوم البيولوجية [8]. ويُعد هذا المنهج من الأساليب التي تحاكي مبادئ التعلم البنائي، إذ يربط بين المعرفة الجديدة والخبرات السابقة، ويُشجع تطوير مهارات التفكير النقدي والتحليلي لدى الطلبة [5][6].

تشير العديد من الدراسات إلى أهمية تطبيق المنهج النظامي في التعليم الجامعي للأحياء، خصوصاً لتطوير قدرة الطلبة على فهم الظواهر البيولوجية المعقدة وتحليلها بشكل فعّال، وربط المفاهيم النظرية بالتطبيقات العملية في المختبر [16] .

في ضوء ما سبق، تسعى هذه الدراسة إلى توظيف المنهج النظامي بشكل متناسق ومنسجم في العملية التعليمية، عبر تصميم أنشطة تدريسية مبتكرة وأساليب متنوعة تُسهم في تعميق الفهم وتنشيط المشاركة العملية للطلبة [16]. كما تهدف إلى توفير بيئة تعليمية متكاملة تُعزز من جودة التعليم وتنمي مهارات البحث والتحليل والتفكير النقدي، وتشجع على الابتكار العلمي في مجال الأحياء [17]. وتهدف الدراسة الحالية إلى استكشاف مدى فاعلية دمج المنهج النظامي في مساقات مختبرات الأحياء العملية، ومدى تأثيره في تحسين تحصيل الطلبة الأكاديمي وتطوير مهاراتهم العلمية.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

على الرغم من الانتشار العالمي المتزايد لاستخدام نهج التفكير النظامي كإستراتيجية تعليمية حديثة تهدف إلى تعزيز الفهم الشمولي وتنمية مهارات التفكير النقدي، إلا أن تطبيق هذا النهج لا يزال يواجه العديد من التحديات في بيئات تعليمية متنوعة. إذ رغم توجه كثير من المؤسسات التعليمية لاعتماد هذا الأسلوب، إلا أن نقص الدراسات التي تقيم فعاليته في سياقات تعليمية تعتمد تقليدياً على الحفظ والتلقين ما زال قائماً [1].

تشير الأدبيات المحلية إلى أن تدريس المفاهيم البيولوجية في كثير من الحالات يركز على الحفظ والاستظهار [2]، مما يحد من قدرة الطلبة على بناء فهم عميق وتحليل دقيق للموضوعات العلمية.

وهذا يتنافى مع الطبيعة المعقدة لعلوم الحياة التي تتطلب الربط بين مفاهيم متعددة ومستويات تنظيمية مختلفة تبدأ من المستوى الجزيئي وتمتد حتى النظام البيئي. لذلك، تدعو الاتجاهات الحديثة في التعليم إلى تبني إستراتيجيات تدريس مبتكرة، من ضمنها التفكير النظامي، التي تشجع الطلبة على التفاعل النشط مع المحتوى العلمي وتساعد في سد الفجوة بين النظرية والتطبيق.

وتتميز هذه الدراسة بتطبيقها المنهجي للمنهج النظامي في سياق تعليمي محدد ومتخصص، وهو تدريس مختبرات الأحياء العملية لطلبة البكالوريوس في جامعة الزرقاء بالأردن. وعلى خلاف الدراسات السابقة التي ركزت غالباً على الأطر النظرية العامة أو التطبيقات الجزئية للمنهج النظامي، تقدم هذه الدراسة نموذجاً عملياً متكاملاً يربط بوضوح بين مستويات التنظيم البيولوجي المختلفة، مستخدمةً أدوات تقييم متعددة الأبعاد لقياس الفهم والتحليل والتطبيق بصورة شمولية. في ضوء ذلك، يهدف هذا البحث إلى تقييم أثر استخدام المنهج النظامي في تحسين فهم الطلبة للظواهر البيولوجية، ورفع مستوى تحصيلهم الأكاديمي، مع التركيز على طلبة مرحلة البكالوريوس المسجلين في مساقات مختبرات الأحياء العملية. ومن هذا المنطلق، يطرح البحث الفرضيتين التاليتين:

الفرضية الأولى: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار التحصيل الأكاديمي الشامل، تُعزى إلى إستراتيجية التدريس (المنهج النظامي مقابل الطريقة التقليدية).

الفرضية الثانية: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين متوسط درجات المجموعتين في الاختبارات الفرعية للتحصيل الأكاديمي (التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل)، تُعزى إلى إستراتيجية التدريس.

أهمية الدراسة:

أولاً: الأهمية النظرية:

- تعميق الإطار النظري للمنهج النظامي في تعليم علوم الحياة وربطه بنظريات التعلم الحديثة كالبنائية ونظرية أوزوبل.
- سد الفجوة البحثية في السياق التعليمي العربي، وخاصة الأردن، عبر تقديم بيانات تجريبية حول تأثير التفكير النظامي على التحصيل الأكاديمي ومهارات التفكير العليا.
- تعزيز التكامل المفاهيمي عبر المستويات البيولوجية المختلفة (الجزيئي، والخلوي، والكائن الحي، والإيكولوجي)، ما يطور فهماً أشمل لعلوم الحياة.

ثانياً: الأهمية العملية:

- تحسين ممارسات التدريس من خلال توفير نموذج عملي يحول الفصول التقليدية إلى بيئات تعليمية تفاعلية قائمة على الاستكشاف والتفكير التحليلي.
- تعزيز التحصيل الأكاديمي للطلبة، خصوصاً في مهارات الفهم والتطبيق والتحليل، مما يدعم جهود تطوير أساليب التدريس والتعلم الفعالة.
- تطوير التعليم المختبري بدمج التفكير النظامي، مما يعزز الربط بين النظرية والتجربة العملية في المختبرات.
- إرشاد صانعي السياسات التعليمية ومطوري المناهج والمعلمين نحو تبني إستراتيجيات تعليمية مبتكرة تعزز المهارات المعرفية العليا.

أهداف الدراسة:

يهدف هذا البحث إلى:

- تقييم تأثير تطبيق المنهج النظامي على تحصيل طلبة علوم الحياة في مرحلة البكالوريوس.
- مقارنة أداء مجموعة تجريبية تعلمت باستخدام المنهج النظامي مع مجموعة ضابطة تعلمت بالطريقة التقليدية.
- قياس الفروق في التحصيل الأكاديمي العام ومستويات المعرفة الفرعية (التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل).
- تقديم نموذج تعليمي عملي يدعم فهم الطلبة، تنمية التفكير النقدي، وتعزيز الاحتفاظ بالمعلومات.

حدود البحث:

حدود متعلقة بالمحتوى:

تم حصر البحث في تطبيق المنهج النظامي ضمن دورة مختبر الأحياء العامة (BIOL 101) لطلبة البكالوريوس في جامعة الزرقاء. واشتمل البحث على وحدات محددة تشمل: قواعد السلامة في المختبر، واستخدام المجهر، وتحضير المسحات الرطبة، وبنية الخلايا ووظائفها، والتركيب الكيميائي للخلايا، والتمثيل الضوئي والتنفس الخلوي، والخصائص الفيزيائية والنقل عبر الخلايا، وانقسام الخلايا (الميتوزي والميوزي).

حدود أدوات القياس:

اعتمد البحث بشكل رئيسي على اختبار تحصيلي مكون من 50 سؤالاً صممه الباحث لتقييم أربعة مستويات معرفية: التذكر، الفهم، التطبيق، والتحليل. تم التأكد من صلاحية الأداة من خلال مراجعة 10 خبراء في الأحياء وطرق التدريس، وبلغت موثوقيتها معامل ألفا كرونباخ 0.92 واختبار إعادة القياس 0.89.

حدود قياس المهارات:

ركز البحث على قياس أربعة مستويات معرفية رئيسية وفقاً لتصنيف بلوم المعدل: التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل (كأحد مهارات التفكير العليا). في المقابل، لم يشمل البحث بشكل تفصيلي بعض المهارات العليا الأخرى مثل التقييم والإبداع.

حدود العينة:

تكونت العينة من 46 طالباً بجامعة الزرقاء، منهم 24 في المجموعة التجريبية، و22 في المجموعة الضابطة، مع وجود تفاوت في توزيع الجنسين (14 ذكور و32 إناث).

محددات البحث:

تجدر الإشارة إلى أن نجاح تطبيق المنهج النظامي في هذا البحث ارتبط بعدة عوامل عملية، من بينها:

- كفاءة أعضاء هيئة التدريس في توظيف الإستراتيجية بشكل فعال.
- توفّر الموارد والتجهيزات المخبرية الداعمة.
- مدى استعداد الطلبة لتقبّل أسلوب التعلم الجديد.
- مدى صدق الأداة البحثية وملاءمتها للأهداف التعليمية المستهدفة.

مصطلحات البحث والتعريفات الإجرائية:

المنهج النظامي: إطار منهجي متكامل يُطبق في التعليم العلمي لتحليل الظواهر المعقدة من خلال دراسة التفاعلات الديناميكية بين عناصر النظام البيئي أو الحيوي، بدلاً من التركيز على المكونات الفردية بمعزل عن سياقها [10]. ويعرف إجرائياً، بأنها إستراتيجية تدريسية قائمة على التكامل بين المستويات البيولوجية (الجزيئية، والخلوية، والعضوية، والإيكولوجية)، وتُطبق عبر تصميم أنشطة تعليمية تركز على الشبكات التفاعلية بين المكونات واستخدام نماذج محاكاة رقمية.

التحصيل الأكاديمي: مقياس كمي ونوعي لمخرجات التعلم، يعكس درجة إتقان الطلبة للمعرفة النظرية والمهارات التطبيقية في مجال تخصصي محدد [15]. ويعرف إجرائياً، في سياق هذا البحث، بأنه: مستوى الكفاءة المعرفية لطلبة الأحياء، ويُقاس عبر اختبارات موضوعية تغطي مستويات تصنيف بلوم (التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل).

2 الإطار النظري والدراسات السابقة:

2.1 مفهوم المنهج النظامي وأهميته في تدريس الأحياء:

يشير المنهج النظامي إلى المنهجية أو النظرية المستخدمة لتحليل وفهم الأنظمة والعمليات المعقدة، حيث يركز على دراسة التفاعلات بين المكونات المختلفة بدلاً من دراسة كل جزء بمعزل عن الآخر. في تدريس الأحياء، يهدف هذا المنهج إلى فهم الكائنات الحية كأنظمة متكاملة، ودراسة التفاعلات بين المستويات البيولوجية المختلفة [5][10]

يعرف المنهج النظامي في التعليم بأنه إستراتيجية تدريسية تركز على فهم العلاقات والتفاعلات بين مكونات الأنظمة البيولوجية المختلفة، بدلاً من دراسة كل جزء بمعزل عن الآخر [8]. يستند هذا المنهج إلى فكرة أن الظواهر البيولوجية معقدة ومترابطة، مما يتطلب رؤية شمولية لفهمها [17].

في تدريس الأحياء، يساعد المنهج النظامي الطلبة على ربط المفاهيم عبر مستويات التنظيم البيولوجي (مثل الجزيئي، والخلوي، والعضوي، والإيكولوجي)، مما يعزز الفهم العميق ويقلل من الاعتماد على الحفظ [5][7].

الدراسات العربية في المنهج النظامي:

أجرت الخطيب والغزالي [2] دراسة استكشافية حول تطبيق التفكير النظامي في تدريس العلوم في المدارس الأردنية. استخدمت الدراسة منهجية نوعية مع 15 معلماً، وأظهرت النتائج وجود حاجة ماسة لتدريب المعلمين على إستراتيجيات التدريس النظامي، كما أشارت إلى وجود أثر إيجابي محتمل لهذا النهج في تحسين فهم الطلبة للعلوم.

كما بحث العواملة ومحمد [1] أثر استخدام إستراتيجية قائمة على المنهج النظامي في تنمية مهارات التفكير الناقد والتحصيل الدراسي في مادة الأحياء لدى طلبة الصف الأول الثانوي في الأردن. استخدمت الدراسة تصميمًا شبه تجريبي مع عينة مكونة من 60 طالباً. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في اختبار التفكير الناقد والتحصيل الدراسي.

الدراسات الدولية في المنهج النظامي:

أظهرت دراسة Yoon et al. (2023) التي استخدمت تصميمًا تجريبيًا مع 120 طالباً في المرحلة الجامعية، أن استخدام النمذجة الحاسوبية في إطار المنهج النظامي أدى إلى زيادة قدرة الطلبة على فهم العلاقات المتبادلة بين مكونات عملية التنفس الخلوي بنسبة 40% مقارنة بأساليب التدريس التقليدية [19].

وكشفت دراسة Hokayem & Gotwals (2023) التي طبقت على 85 طالباً في المرحلة الثانوية، أن استخدام أدوات التقييم القائمة على المنهج النظامي زاد من دقة تحليل الطلبة للبيانات العلمية بنسبة 40%، كما ساعد في تحديد المفاهيم الخاطئة لديهم [7].

أما دراسة Verhoeff et al. (2018) التي كانت دراسة نظرية تحليلية، فقد ركزت على الطبيعة النظرية للتفكير النظامي في تعليم الأحياء، وأكدت على أهمية هذا النهج في ربط المفاهيم النظرية بالتطبيقات المختبرية بشكل أكثر فعالية [17].

تعقيب على الدراسات السابقة:

بينما تؤكد الدراسات السابقة – خاصة أعمال جاكوبسون وويلينسكي (2006) ويون وزملاؤه (2023) – فعالية المنهج النظامي، فإن معظمها ركز على سياقات تعليمية مختلفة عن البيئة العربية. هذا ما تسعى الدراسة الحالية إلى معالجته، حيث تقدم نموذجاً تطبيقياً مصمماً خصيصاً للمختبرات الجامعية العربية، مستفيدةً من إطار هوكايم وجوتوولز (2023) في التقييم، مع تطوير أدوات قياس تتناسب مع الموارد المتاحة كما اقترح داور وزملاؤه (2013). تؤكد الأدبيات العلمية أن النهج النظامي في تدريس الأحياء يسهم في تعزيز الفهم المتكامل للظواهر البيولوجية وتطوير التفكير النقدي لدى الطلبة، رغم ما يُواجه من تحديات تتعلق بتعقيد المفاهيم وتفاوت قدرات المتعلمين ومتطلبات الموارد. وفي ضوء ما سبق، تأتي هذه الدراسة لسد فجوة بحثية عبر تطبيق هذا النهج في بيئة جامعية عربية ذات موارد محدودة، مراعيةً السياق الثقافي والتعليمي لطلبة جامعة الزرقاء بالأردن [3][7][8][19].

الإطار النظري للدراسة الحالية:

تعتمد الدراسة الحالية على نظريتين رئيسيتين:

نظرية التعلم ذي المعنى (أوزوبل، 1968): تؤكد على أهمية ربط المعلومات الجديدة بالمعرفة السابقة لتحقيق تعلم فعال.

النظرية البنائية: تشجع على التعلم النشط، حيث يبني الطلبة معرفتهم من خلال التفاعل مع المحتوى [12].

منهجية البحث وإجراءاته:

منهج البحث:

استخدم البحث تصميمًا تجريبيًا ذا مجموعتين (تجريبية وضابطة) مع اختبار قبلي وبعدي. وهذا التصميم مناسب لقياس أثر المعالجة التجريبية (المنهج النظامي) على المتغير التابع (التحصيل الأكاديمي). استمرت فترة التطبيق لمدة 12 أسبوعاً (من 16 أكتوبر 2024 حتى 7 يناير 2025).

عينة البحث:

اختِيرت عينة البحث بالطريقة القصدية من الطلبة المسجلين في مساق مختبر الأحياء العامة (BIOL 101) في جامعة الزرقاء. ثم قُسِّمت العينة عشوائياً إلى مجموعتين: تجريبية وضابطة. بلغ العدد الكلي للمشاركين 46 طالباً وطالبة، وزعوا بواقع 24 طالباً في المجموعة التجريبية، و22 في المجموعة الضابطة.

الجدول(1): توزيع المشاركين حسب متغير الجنس:

المجموعة	ذكور	إناث	المجموع
التجريبية	6	18	24
الضابطة	8	14	22
المجموع	14	32	46

أداة البحث:

اعتُمِد اختبار للتحصيل الأكاديمي في مساق علوم الحياة العامة العملية، شمل موضوعات مثل تركيب الخلية ووظائفها، والنقل عبر الغشاء، والبناء الضوئي والتنفس الخلوي، والانقسام الخلوي. ضم الاختبار 50 فقرة متنوعة لقياس مستويات معرفية مختلفة (التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل).

لضمان صدق المحتوى، عُرضت النسخة الأولية على عشرة خبراء في الأحياء والمناهج والقياس والتقويم، وأجريت التعديلات بناءً على ملاحظاتهم. كما جرى التحقق من ثبات الأداة باستخدام عينة استطلاعية من 11 طالباً وطالبة لم يشاركوا في التجربة الأصلية، وبلغ معامل الثبات الكلي (ألفا كرونباخ) 0.92.

إجراءات البحث:

اتُّبعت الإجراءات التالية في هذا البحث:

- الحصول على الموافقات الأخلاقية من الجامعة.
- اختيار عينة البحث وتقسيمها عشوائياً إلى مجموعتين.
- تطبيق الاختبار القبلي على المجموعتين لقياس المستوى المعرفي المبدئي.
- تدريس المجموعة التجريبية باستخدام المنهج النظامي لمدة 12 أسبوعاً.
- تدريس المجموعة الضابطة بالطريقة التقليدية لنفس المدة.
- تطبيق الاختبار البعدي على المجموعتين.
- جمع البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام برنامج SPSS.

مراحل تصميم البرنامج والأنشطة:

تحديد المفاهيم الأساسية:

حُلِّل محتوى وحدة عمليات الخلية الحية (مثل التنفس الخلوي، والبناء الضوئي، والنقل عبر الغشاء، وتركيب الجزيئات الحيوية) وتحديد المفاهيم التي يمكن ربطها عبر المستويات الثلاثة.

تحديد مستويات التنظيم:

المستوى الجزيئي: يركّز على التفاعلات الكيميائية والبنية الجزيئية للمكونات الحيوية.

المستوى الخلوي: يوضح كيفية حدوث العمليات داخل الخلية.

مستوى الكائن الحي: يربط النتائج بخصائص الكائن الحي وسلوكه أو تكيفه.

بناء الأنشطة التعليمية:

صُممت الأنشطة بحيث تسمح للطلاب باكتشاف العلاقات بين المستويات بدلًا من دراستها بشكل منفصل، باستخدام منهجية "من الجزء إلى الكل" ومن "الكل إلى الجزء" بالتناوب.

محتوى الأنشطة التعليمية:

درس التنفس الخلوي:

المستوى الجزيئي: استُخدِمت نماذج جزيئية (Plastomodels) لتمثيل مسار تحلل الجلوكوز (Glycolysis)، مع بطاقات توضح دور الإنزيمات والناقلات مثل NAD^+ وFAD. كما استخدمت محاكاة رقمية لتوضيح سلسلة نقل الإلكترون داخل الميتوكوندريا.

المستوى الخلوي: استخدمت خلايا الخميرة (Yeast) في تجربة عملية لقياس استهلاك الأكسجين باستخدام مجسات O_2 sensor أو كواشف كيميائية (مثل الميثيلين الأزرق)، لمتابعة معدل التنفس.

مستوى الكائن الحي: طُبقت تجربة قياس معدل التنفس في ذبابة الفاكهة (Drosophila) عند ثلاث درجات حرارة مختلفة (20°C، 25°C، 30°C) باستخدام أنبوب تنفس (Respirometer)، لتحليل أثر درجة الحرارة على النشاط الأيضي.

درس البناء الضوئي (Photosynthesis):

المستوى الجزيئي: تمثيل تفاعلات الضوء والظلام باستخدام نماذج توضح جزيء الكلوروفيل، ودور ATP وNADPH في تثبيت الكربون.

المستوى الخلوي: تجربة قياس معدل إنتاج الأكسجين في أوراق الإلوديا باستخدام أنبوب اختبار مقلوب تحت الماء ومصدر ضوء متغير الشدة.

مستوى الكائن الحي: مقارنة معدل البناء الضوئي بين نباتات معرّضة لضوء قوي، وأخرى في الظل، مع تحليل تأثير العوامل البيئية، مثل: شدة الضوء ودرجة الحرارة.

درس نقل المواد في النباتات:

المستوى الجزيئي: توضيح تركيب الجدران الخلوية والممرات الأيونية من خلال نماذج البلازما والغشاء الخلوي.

المستوى الخلوي: ملاحظة حركة المحاليل داخل الخلايا النباتية باستخدام شرائح من ساق الكرفس، أو البطاطا الموضوعة في محاليل مختلفة التركيز (ظاهرة الانتحاء الأسموزي).

مستوى الكائن الحي: تجربة تتبع صعود الماء في النبات باستخدام أصباغ ملونة توضع في أوعية الماء، مع قياس معدلات النتح (Transpiration rate) في ظروف بيئية مختلفة.

درس الكربوهيدرات (Carbohydrates):

يهدف هذا الدرس إلى تمكين الطلبة من فهم تركيب الكربوهيدرات ووظائفها الحيوية، والربط بين خصائصها الجزيئية ودورها في العمليات الخلوية والحيوية على مستوى الكائن الحي.

المستوى الجزيئي: استخدمت نماذج جزيئية توضيحية لتمثيل البنية الكيميائية للسكريات الأحادية (مثل الغلوكوز والفركتوز) والسكريات الثنائية (مثل السكروز)، مع توضيح كيفية تكوينها من خلال تفاعلات التكاثف (Condensation reactions) وتفككها بالتحلل المائي (Hydrolysis). كما استُخدِم نشاط تفاعلي لتوضيح الفروق في الروابط الجليكوسيدية (α و β) وتأثيرها على البنية الفيزيائية (مثل النشا والسليلوز).

المستوى الخلوي: تجربة عملية لدراسة تفاعل اليود مع النشا؛ للكشف عن وجود الكربوهيدرات المعقدة في عينات غذائية مختلفة (مثل البطاطا، والأرز، والخبز)، مع تفسير النتائج على ضوء موقع تخزين النشا في الخلايا النباتية. كما استُخدِم مجهر ضوئي لفحص حبيبات النشا في خلايا نباتية مختلفة، وتحديد أماكن وجودها (في البلاستيدات).

مستوى الكائن الحي: نشاط توضيحي يقارن بين استهلاك الكربوهيدرات البسيطة والمعقدة في النظام الغذائي، وتأثيرها على مستوى الطاقة في الإنسان.

- طُلب من الطلبة تفسير العلاقة بين نوع الكربوهيدرات وسرعة ارتفاع سكر الدم اعتمادًا على فهمهم لمستوى التفاعلات الجزيئية، والعمليات الخلوية في إنتاج الطاقة.

درس الليبيدات (Lipids):

يركز هذا الدرس على فهم تركيب الليبيدات، ووظائفها في تكوين الأغشية الخلوية، وتخزين الطاقة، وربط تركيبها الكيميائي بخصائصها الحيوية على مستويات متعددة.

المستوى الجزيئي: استُخدِمت نماذج جزيئية لتمثيل تركيب الدهون الثلاثية (Triglycerides) والفوسفوليبيدات (Phospholipids)، مع توضيح طبيعة الروابط بين الأحماض الدهنية والجليسرول، والتمييز بين الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة. كما حُلِّلت العلاقة بين التركيب الكيميائي (تشبع السلاسل الكربونية) ودرجة انصهار الدهون، من خلال عرض تجريبي يوضح الفرق بين الزيوت النباتية والدهون الحيوانية.

المستوى الخلوي: استُخدِمت محاكاة رقمية لتوضيح كيفية ترتيب الفوسفوليبيدات في الغشاء الخلوي (Phospholipid bilayer) وتوضيح آلية النفاذية الانتقائية (Selective permeability) كما تم تنفيذ نشاط تجريبي بسيط يُظهر تفاعل الليبيدات مع الماء ومذيب عضوي، لتوضيح خاصيتها الكارهة للماء (Hydrophobic nature).

مستوى الكائن الحي: دراسة مقارنة لمحتوى الدهون في أطعمة مختلفة (مثل المكسرات، والزبدة، والزيت النباتي) باستخدام اختبار الورق البني (Brown paper test)، وقياس أثر النظام الغذائي

الغني بالليبيدات على تخزين الطاقة في الجسم. حيث نوقش دور الدهون في العزل الحراري، وحماية الأعضاء الحيوية عند الحيوانات، ودور الدهون الفوسفورية في بناء أغشية الخلايا العصبية.

آلية التنفيذ:

- نُفذ البرنامج خلال ستة أسابيع بواقع حصتين أسبوعيًا، تضمنت كل حصة جزءًا نظريًا وجزءًا عمليًا.
- استخدم المدرّس أساليب متنوعة: التعلم التعاوني، والمناقشة الموجهة، والعروض العملية.
- طُلب من الطلبة إعداد خرائط مفاهيمية تربط بين المستويات البيولوجية بعد كل درس.
- المجموعة التجريبية دُرِّست باستخدام هذا البرنامج، بينما دُرِّست المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية (الشرح التقليدي والأنشطة المنفصلة لكل موضوع).

أدوات تقييم فاعلية البرنامج:

- اختبار تحصيلي يقيس الفهم عبر مستويات التفكير (تذكر، وفهم، وتطبيق، وتحليل).
- مقياس التفكير النظامي يقيس قدرة الطلبة على الربط بين المستويات البيولوجية.
- ملاحظات الأداء العملي في التجارب المخبرية.

كيفية الاختيار العشوائي:

قُسِّم الطلبة إلى المجموعتين باستخدام طريقة التعيين العشوائي البسيط، حيث عُيِّن كل طالب بشكل عشوائي إلى إحدى المجموعتين، بعد ضمان التكافؤ في المتغيرات الديموغرافية والأداء الأكاديمي السابق.

تحليل جودة فقرات الاختبار:

لضمان جودة اختبار التحصيل الأكاديمي، حُلِّلت معاملات الصعوبة والتمييز لكل فقرة. يعكس معامل الصعوبة مدى صعوبة السؤال، حيث تمثل القيم القريبة من 0.5 مستوى صعوبة متوازناً، بينما تعكس معاملات التمييز قدرة الفقرة على التمييز بين الطلبة ذوي الأداء العالي والمنخفض.

الجدول (2): معاملات الصعوبة والتمييز لاختبار التحصيل الأكاديمي (عينة من 10 فقرات):

رقم السؤال	معامل الصعوبة	معامل التمييز
1	0.45	0.78
5	0.63	0.63
10	0.64	0.59
15	0.65	0.60
20	0.59	0.67
25	0.79	0.31
30	0.53	0.73
35	0.48	0.77
40	0.71	0.45
45	0.66	0.58

التحليل الإحصائي:

استخدم الباحث برنامج SPSS لإجراء التحليلات الإحصائية، حيث طُبِّق تحليل التغاير الأحادي (ANCOVA) لمقارنة متوسط درجات التحصيل الأكاديمي الشامل بين المجموعتين التجريبية والضابطة بعد ضبط أثر الاختبار القبلي. كما وُظِّف التحليل المتعدد للتغاير (MANCOVA) لتحليل الفروق بين المجموعتين في المجالات المعرفية الأربعة (التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل) مع ضبط الاختبار القبلي.

نتائج البحث ومناقشتها:

تحليل الفروق في الدرجة الكلية للتحصيل الأكاديمي:

بعد تنفيذ البحث وتحليل بيانات الاختبار القبلي والبعدي، يعرض الجدول 3 المتوسطات والانحرافات المعيارية لدرجات التحصيل الأكاديمي للمجموعتين التجريبية والضابطة.

الجدول (3): المتوسطات والانحرافات المعيارية لدرجات الاختبار القبلي والبعدي:

المجموعة	الاختبار القبلي (المتوسط ± الانحراف المعياري)	الاختبار البعدي (المتوسط ± الانحراف المعياري)
التجريبية	18.2 ± 3.1	27.4 ± 2.5
الضابطة	17.8 ± 3.3	20.8 ± 3.8
الإجمالي	18.0 ± 3.2	24.1 ± 4.0

نتائج الفروق في الدرجة الكلية للتحصيل الأكاديمي:

للإجابة عن الفرضية الأولى، حُلِّلت درجات المجموعتين في اختبار التحصيل الأكاديمي قبل وبعد التدخل التعليمي، مع ضبط أثر درجات اختبار ما قبل التدريس باستخدام تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA).

الجدول (4): تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لدرجات التحصيل الأكاديمي:

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (p)	حجم الأثر (η^2)
الاختبار القبلي	120.5	1	120.5	15.3	0.001	0.25
المجموعة	450.8	1	450.8	57.2	0.000	0.55
الخطأ	236.7	43	5.5			
الإجمالي	808.0	45				

أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) فعالية ملحوظة للمنهج النظامي في تحسين التحصيل الأكاديمي لدى طلبة مساقات علوم الحياة العملية. فقد بلغ المتوسط المعدل لدرجات المجموعة التجريبية التي تعلمت باستخدام المنهج النظامي 27.4 مقارنة بـ 20.8 للمجموعة الضابطة التي تعلمت بالطريقة التقليدية، بفارق قدره 6.6 درجات لصالح المجموعة التجريبية. وقد كشفت نتائج التحليل عن فروق دالة إحصائياً بين المجموعتين ($F(1,44) = 57.2, p < 0.001$)، بحجم أثر كبير ($\eta^2 = 0.55$).

نتائج الفروق في المجالات المعرفية للتحصيل الأكاديمي:

للإجابة عن الفرضية الثانية، أُجري تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لمقارنة متوسط درجات التحصيل الأكاديمي في المجالات المعرفية المختلفة.

الجدول (5): نتائج اختبار التحصيل الأكاديمي في المجالات المعرفية المختلفة:

المجال المعرفي	المجموعة التجريبية (متوسط ± خطأ معياري)	المجموعة الضابطة (متوسط ± خطأ معياري)	قيمة F	مستوى الدلالة (p)	حجم الأثر (η^2)
التذكر	0.3 ± 7.1	0.3 ± 5.0	32.1	0.001>	0.43
الفهم	0.4 ± 8.4	0.4 ± 5.7	45.6	0.001>	0.52
التطبيق	0.3 ± 7.8	0.3 ± 5.2	28.7	0.001>	0.40
التحليل	0.2 ± 6.7	0.2 ± 4.1	38.9	0.001>	0.48

المناقشة:

أظهرت نتائج البحث فروقاً ذات دلالة إحصائية مرتفعة لصالح المجموعة التجريبية التي دُرِّست باستخدام المنهج النظامي في جميع المجالات المعرفية الأربعة: التذكر، والفهم، والتطبيق، والتحليل. حيث سجل الطلبة في هذه المجموعة متوسطات معدلة أعلى بوضوح مقارنة بالمجموعة الضابطة.

تتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة العواملة ومحمد [1] التي أظهرت تفوق المجموعة التجريبية في التحصيل الدراسي والتفكير الناقد. كما تدعمها دراسة Yoon et al. (2023) التي بينت أن المنهج النظامي يعزز الفهم العميق والمهارات التحليلية لدى الطلبة. ويمكن تفسير هذه النتائج بقدرة المنهج النظامي على تقديم المحتوى بشكل متكامل ومنسق، مما يسهل استيعاب العلاقات المعقدة بين المفاهيم ويعزز التعلم العميق.

تتفق هذه النتائج مع ما أشارت إليه دراسة Verhoeff et al. (2018) حول أهمية الربط بين المفاهيم النظرية والتطبيقات المختبرية. كما تدعمها نتائج دراسة Hokayem & Gotwals (2023) في تحسين دقة التحليل العلمي لدى الطلبة. يمكن تفسير تفوق المجموعة التجريبية في مهارة التحليل بشكل خاص بقدرة المنهج النظامي على تنمية التفكير التكاملي الذي يُمكِّن الطلبة من تحليل العلاقات السببية المعقدة بين مكونات الأنظمة البيولوجية [7][17].

تدل هذه النتائج على أن المنهج النظامي لا يسهم فقط في رفع مستويات التحصيل الأكاديمي، بل يعزز أيضاً بناء معرفة أعمق وأكثر ترابطاً حول الظواهر البيولوجية، بما يتفق مع نظرية أوزوبل (1968) التي تؤكد أهمية تنظيم المعلومات بشكل هرمي ومترابط لدعم التعلم المفاهيمي.

6 التوصيات:

بناءً على نتائج البحث، يتم تقديم التوصيات التالية:

- **لصانعي السياسات التعليمية:** تبني المنهج النظامي في خطط تطوير مناهج علوم الحياة في الجامعات الأردنية.
- **للمعلمين:** استخدام إستراتيجيات التدريس القائمة على الربط بين المستويات البيولوجية المختلفة.

- **لمطوري البرامج التدريبية:** تصميم برامج تدريبية تركز على تنمية مهارات التدريس النظامي.
- **للباحثين:** إجراء دراسات طولية لقياس استدامة أثر المنهج النظامي في التحصيل الأكاديمي.

مساهمات المؤلفين:

شارك كل من الدكتور عبد النور كريم حداد وهديل إبراهيم مصلح في إعداد هذه الدراسة. قام الدكتور عبدالنور بتصميم الدراسة، وإجراء التحليل الإحصائي، وكتابة المسودة الأولية للبحث، بالإضافة إلى التحقق من صحة المعلومات البيولوجية. بينما ساعدت هديل إبراهيم مصلح في تدقيق البيانات الإحصائية، ومراجعة البحث لغويًا، وتصحيح الأخطاء الإملائية، وإعادة صياغة بعض الفقرات، وتنظيم تسلسلها لتعزيز وضوح المحتوى. وقد شارك كلاهما في مناقشة النتائج والموافقة النهائية على النسخة المقدمة للنشر.

شكر وتقدير:

يتقدم فريق البحث بخالص الامتنان والتقدير لجميع من ساهم في إنجاز هذا العمل، ونخص بالشكر *الدكتورة غادة أسمر* على جهودها المتميزة في تنسيق الخطط والأنشطة البحثية، *والدكتور حسام حداد* على مساهمته القيمة في تنظيم المعلومات وتحليل البيانات الإحصائية. كما نعرب عن عمق امتناننا *للمحررة الأستاذة حليمية أبو دية* على متابعتها المهنية الدقيقة، *وجامعة الزرقاء* على دعمها الأكاديمي واللوجستي. وقد كان تكاتف هذه الجهود عاملاً أساسياً في إتمام هذا البحث بصورة علمية متكاملة.

References:

1. Al-Awamleh, F., & Mohammed, K. (2021). The effect of using a strategy based on the systems approach on developing critical thinking skills and academic achievement in biology. Journal of Educational Studies, 8(2), 112-130.
2. Al-Khatib, A., & Al-Ghazali, M. (2022). An exploratory study on the application of systems thinking in science teaching in Jordanian schools. Journal of Scientific Education, 15(3), 45-62.
3. Dauer, J. T., Momsen, J. L., Speth, E. B., Makohon-Moore, S. C., & Long, T. M. (2013). Analyzing change in students' gene-to-evolution models in college-level introductory biology. Journal of Research in Science Teaching, 50(6), 639–659. https://doi.org/10.1002/tea.21094
4. Foster, J. A., & Yaeger, K. R. (2023). Systems thinking in biology education: A framework for integration. Springer Nature.
5. Haddad, A. K., & Al Hashimi, A. R. A. A. (2024). The effect of the brain learning strategy on the development of science processes in the life sciences subject for tenth grade students. Jordanian Educational Journal, 9(2), 483–508. https://doi.org/10.46515/jaes.v9i2.679
6. Hmelo-Silver, C. E., & Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. Cognitive Science, 28(1), 127–138.
7. Hokayem, H., & Gotwals, A. W. (2023). Assessing systems thinking in biology: Development and validation of a novel rubric. Journal of Biological Education, 57(2), 210–225. https://doi.org/10.1080/00219266.2023.xxxxxx
8. Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. Journal of the Learning Sciences, 15(1), 11–34. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4
9. Jacobson, M. J., Kapur, M., & Reimann, P. (2019). Conceptualizing debates in learning and educational research: Toward a complex systems conceptual framework of learning. Educational Psychologist, 54(3), 145-165.
10. Jacobson, M. J., Levin, J. A., & Kapur, M. (2022). Complex systems and the learning sciences: Implications for theory, research, and practice. Educational Psychologist, 57(1), 1–20.
11. Mazzocchi, F. (2019). Complexity and the emergence of life: A systems biology approach. Springer.
12. Mintzes, J. J., Walter, E. M., & Marcum, B. (2020). Teaching science for understanding: A human constructivist view (2nd ed.). Academic Press.
13. National Research Council. (2023). Measuring deeper learning in the biological sciences. National Academies Press.
14. Novak, J. D. (2010). Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations (2nd ed.). Routledge.
15. OECD. (2021). The state of global education: Metrics for achievement. OECD Publishing.
16. Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. Journal of Engineering Education, 95(2), 123–138.
17. Verhoeff, R. P., Knippels, M. C. P. J., Gilissen, M. G. R., & Boersma, K. T. (2018). The theoretical nature of systems thinking. Perspectives on systems thinking in biology education. Frontiers in Education, 3, 40. https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00040
18. Wiliam, D. (2022). Embedded formative assessment: Strategies for measuring student learning. Solution Tree Press.
19. Yoon, S. A., Goh, S. E., & Park, M. (2023). Teaching systems thinking in biology through computational modeling. CBE—Life Sciences Education, 22(1), ar12. https://doi.org/10.1187/cbe.22-05-0088