تأثير استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية للحد من المخاطر المالية: دراسة تطبيقية على قطاع الأسمدة في جمهورية مصر العربية

د. محمد جمال محمد عبد الهادي
مدرس بقسم إدارة الأعمال
معهد المدينة العالي للإدارة والتكنولوجيا
جمهورية مصر العربية

د. وليد زكريا عبد النبي أبو بكر
مدرس بقسم إدارة الأعمال
الأكاديمية الحديثة لعلوم الكمبيوتر وتكنولوجيا الإدارة
جمهورية مصر العربية

الملخص

هدف الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية، مع التركيز على دوره في الحد من المخاطر المالية في مصانع الأسمدة بجمهورية مصر العربية. تستكشف الدراسة الكيفية التي يمكن أن يسهم بها الهيدروجين الأخضر في خفض التكاليف التشغيلية، وتعزيز الامتثال للتشريعات البيئية، والحد من تقلبات أسعار الطاقة، مما يدعم الاستدامة الاقتصادية والبيئية للشركات.

منهجية الدراسة: تم تصميم استمارة استقصاء صالحة للتحليل الإحصائي لاستهداف الهيكل الإداري في مصانع الأسمدة المصرية. بلغت العينة 384 من العاملين في هذه الشركات، وأسفرت عن 380 استجابة صالحة للتحليل، بعد استبعاد 4 استمارات غير مكتملة. ركزت قائمة الاستقصاء على قياس أبعاد تأثير الهيدروجين الأخضر من حيث التكاليف، التوافق البيئي، وكفاءة العمليات.

نتائج الدراسة: كشفت النتائج أن تبني الهيدروجين الأخضر يسهم بشكل كبير في تقليل التكاليف التشغيلية وتحسين الامتثال للتشريعات البيئية، كما يحد من التعرض للمخاطر الناتجة عن تقلبات أسعار الطاقة. وأكدت الدراسة أهمية الاستثمار في تطوير البنية التحتية اللازمة وتوفير الدعم الإداري لضمان نجاح التحول إلى الهيدروجين الأخضر في القطاع الصناعي.

الكلمات المفتاحية: *الوقود الأحفوري، الهيدروجين الأزرق، الهيدروجين الأخضر، الخطر المالي، المخاطر المالية.*

المقدمة

شهد العالم اليوم تحولًا كبيرًا نحو استخدام الطاقات النظيفة والمستدامة بهدف الحد من الانبعاثات الكربونية والآثار البيئية السلبية الناتجة عن الاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري، وفي ظل التحديات المتزايدة التي تواجه القطاعات الصناعية حول العالم، تسعى المصانع إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري التقليدي نتيجة للتقلبات الحادة في أسعاره وتأثيره السلبي على البيئة ويُعد الهيدروجين الأخضر أحد أبرز الحلول المتاحة لتحقيق هذا الهدف. يتميز الهيدروجين الأخضر بإنتاجه من مصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح، ما يجعله خيارًا صديقًا للبيئة وخاليًا من الانبعاثات الضارة.

يعد الهيدروجين الأخضر أمرًا بالغ الأهمية في تحقيق انتقال مستدام ومتجدد للطاقة. نظرًا لأن الهيدروجين الأخضر يتم إنتاجه باستخدام مصادر الطاقة المتجددة (Brauner et al., 2023)، وفي ظل التوجه العالمي نحو تعزيز الاستدامة وتقليل المخاطر البيئية والمالية، بدأ قطاع الصناعة في استكشاف كيفية استخدام الهيدروجين الأخضر لتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف على المدى الطويل.

في هذا السياق، تتجه مصر إلى استعمال مصادر الطاقة المتجددة بدلًا من الوقود الأحفوري بالمشروعات الصناعية، في إطار مساعي خفض الانبعاثات الكربونية والتحول إلى الاقتصاد الأخضر (AFRE, 2024)، ويُعد قطاع صناعة الأسمدة

* تم استلام البحث في نوفمبر 2024، وقبل للنشر في ديسمبر 2024، وسيتم نشره في ديسمبر 2025.
(معرف الوثائق الرقمي): DOI: 10.21608/aja.2024.337043.1750

من القطاعات التي تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري في العمليات الإنتاجية، مما يعرضه لتقلبات أسعار الطاقة والمخاطر المالية المرتبطة بها. لذلك، يُطرح استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل استراتيجي في هذه الصناعة فرصة لتخفيف هذه المخاطر، وزيادة الاستدامة المالية والبيئية للمصانع، حيث يبرز الهيدروجين الأخضر بسرعة كمصدر للطاقة المستدامة ذات الأهمية العالمية (Al-Jahwari et al., 2023).

يهدف هذا الدراسة إلى استكشاف تأثير استخدام الهيدروجين الأخضر في مصانع الأسمدة بجمهورية مصر العربية، وكيف يمكن لهذا الاستخدام أن يسهم في خفض المخاطر المالية المتعلقة بتقلبات أسعار الطاقة والضرائب المرتبطة بالانبعاثات الكربونية. ستتم دراسة هذا التأثير من خلال تحليل العلاقة بين التحول إلى استخدام الهيدروجين الأخضر وتقليل التكاليف التشغيلية للمصانع على المدى البعيد، مما يساهم في تحسين الاستدامة المالية لهذه المصانع.

الدراسة الاستطلاعية

قام الباحثين بإجراء دراسة استطلاعية استهدفت زيادة الإلمام بموضوع الدراسة، كما إنها تستهدف التعرف على مدى الاهتمام العاملين في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية على استخدامات الهيدروجين الأخضر. وقد اعتمد الباحثين في هذه الدراسة على إجراء مقابلات شخصية مع عينة ميسرة تبلغ 30 مفردة، لمجموعة من العاملين في شركات الأسمدة. وقد تم تصميم قائمة بالأسئلة الخاصة بالدراسة الاستطلاعية وتحليل النتائج باستخدام الوسط الحسابي لمعرفة متوسط الآراء ومدى الموافقة على عبارات قائمة الدراسة الاستطلاعية. ويبين جدول رقم (1) النتائج:

جدول رقم (1)
نتائج الدراسة الاستطلاعية

م	العبارات	موافق	محايد	غير موافق	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
	الهيدروجين الأخضر (المتغير المستقل)					
1	لدي معرفه بمفهوم الهيدروجين الأخضر واستخداماته المحتملة في صناعة الأسمدة	10	9	11	1.9667	.85029
2	أعتقد أن الهيدروجين الأخضر يمكن أن يكون بديلاً عمليًا للوقود التقليدي في العمليات الصناعية	8	5	17	1.7000	.87691
3	يساهم استخدام الهيدروجين الأخضر في تحسين سمعة الشركة بيئيًا على الصعيد المحلي والدولي	9	11	10	1.9667	.80872
4	لدى اهتمام شخصي بتعلم المزيد عن كيفية استخدام الهيدروجين الأخضر في الإنتاج الصناعي	10	7	13	1.9000	.88474
5	أرى أن شركتي جاهزة من حيث البنية التحتية لاستخدام الهيدروجين الأخضر.	6	10	14	1.7333	.78492
6	أتوقع أن يُساهم استخدام الهيدروجين الأخضر في تعزيز فرص الشركة في المنافسة بالسوق	15	1	14	1.6667	.75810
7	هناك فوائد بيئية متوقعة من استخدام الهيدروجين الأخضر بالمقارنة مع الوقود التقليدي	5	10	15	1.9667	.85029
	الإجمالي	63	53	94	1.8222	.78776
	الحد من المخاطر المالية (المتغير التابع)					
1	أعتقد أن التحول إلى الهيدروجين الأخضر سيقلل من تكاليف الإنتاج على المدى البعيد	14	8	8	2.2000	.84690
2	هناك احتمالية لتقليل مخاطر تقلبات أسعار الطاقة من خلال اعتماد الهيدروجين الأخضر	5	12	13	1.7333	.73968
3	استخدام الهيدروجين الأخضر يمكن أن يساعد في تلبية المتطلبات التنظيمية والتشريعية المتعلقة بالاستدامة البيئية	5	9	16	1.6333	.76489
4	لدي استعداد جيد للتكيف مع التغييرات التكنولوجية التي قد تتطلبها عمليات التحول إلى الهيدروجين الأخضر	7	5	18	1.6333	.85029
5	أن التحول إلى الهيدروجين الأخضر قد يُساهم في تقليل المخاطر المالية الناجمة عن الاعتماد على الوقود التقليدي	12	8	10	2.0667	.86834
6	استخدام الهيدروجين الأخضر سيساهم في استقرار التكاليف التشغيلية للشركة	9	11	10	1.9667	.80872
7	هناك دعم من الإدارة للتحول نحو الهيدروجين الأخضر.	5	6	19	1.5333	.77608
	الإجمالي	57	59	94	1.8238	.75003

في إطار الدراسة الاستطلاعية، يتبين من نتائج الجدول رقم (1) ما يلي:

هناك توافق بمستوى متوسط لاستخدام الهيدروجين الأخضر في شركات الأسمدة بشكل عام، وفقًا لاستجابات العينة المشاركة. وتراوحت الآراء بين الموافقة وعدم الموافقة، بينما كانت الاستجابة الكلية محايدة بشكل عام تجاه عبارات الدراسة، حيث بلغ المتوسط الكلي لتوافر الهيدروجين الأخضر (1.8222). كما أظهرت النتائج وجود قصور في بعض

الجوانب المرتبطة باستخدامات الهيدروجين الأخضر، أبرزها ضعف اهتمام الإدارة في شركات الأسمدة بمشاركة العاملين في التعرف على فوائد واستخدامات الهيدروجين الأخضر وتحفيزهم على تبني هذه التقنيات.

كما أظهرت النتائج أن القدرة على خفض المخاطر المالية باستخدام الهيدروجين الأخضر في شركات الأسمدة تتوافر بنسبة متوسطة، حسب استجابات العينة، حيث تراوحت الآراء بين الموافقة والمحايدة، وكانت الاستجابة العامة محايدة، بمتوسط كلي بلغ (1.8238). وأشارت النتائج إلى وجود قصور في بعض الجوانب المتعلقة بتطبيق الهيدروجين الأخضر، من أبرزها التكلفة المرتفعة لاستخدام الهيدروجين الأخضر، وضعف التوجهات المؤسسية الحقيقية نحو اعتماد هذا الاستخدام، وقلة اهتمام شركات الأسمدة بإجراء دراسات حول الفرص والتحديات المرتبطة بالتحول إلى الهيدروجين الأخضر.

الإطار النظري ومراجعة الدراسات السابقة

نظرًا لحداثة موضوع الهيدروجين الأخضر وأثره على المستويات الاقتصادية والبيئية، نجد أن الدراسات والكتابات العلمية المتعلقة به بدأت بالظهور بشكل مكثف فقط في السنوات الأخيرة، خاصة في الفترة من 2020 إلى 2024. ورغم قلة الدراسات المتاحة، إلا أن هناك أبحاثًا مهمة تتناول موضوع الهيدروجين الأخضر من جوانب متعددة. في الوقت نفسه، تتناول العديد من الدراسات المخاطر المالية وكيفية قياسها، وهو جانب مهم جدًا لأي تحول صناعي يعتمد على مصادر طاقة جديدة.

بناءً على ذلك، **j**ز تقسيم الدراسات السابقة إلى قسمين رئيسيين:

القسم الأول - دراسات متعلقة بالهيدروجين الأخضر واستخدامه في الصناعة:

دراسة (Abad & Dodds, 2020)، وهدفت إلى إيضاح التحديات المرتبطة بتعريف وتصنيف الهيدروجين الأخضر، وهو موضوع حيوي في سياق الانتقال العالمي للطاقة، كما قامت بتحليل المبادرات الحالية لتعريف وتصنيف الهيدروجين الأخضر وتحدياته.

دراسة **(Al-Jahwari et al., 2023)**، وتناولت إبراز أهمية الهيدروجين الأخضر كأحد مصادر الطاقة المستدامة والتي تؤثر بشكل إيجابي على تكاليف التشغيل والبيئة المحيطة وأيضًا جودة الاستخدام من حيث تعزيز أمن الطاقة في مختلف القطاعات الصناعية.

دراسة **(جغبالة ومحلاوي 2023)**، والتي تسلط الضوء على واقع الاستثمار في طاقة الهيدروجين الأخضر على المستوى العربي والدولي. وتوصلت الدراسة إلى ضرورة تشجيع الدولة للاستثمار في طاقة الهيدروجين الأخضر من خلال التحفيز الضريبي من طرف الدولة؛ وتقديم الإعانات المادية والبشرية لتطوير الاستثمار في هذا المجال.

دراسة **(Brauner et al., 2023)**، والتي حاولت إيضاح التباين المحتمل في الرؤى بين ألمانيا وأفريقيا بشأن إنتاج وتصدير الهيدروجين الأخضر، وهو موضوع مهم في سياق الانتقال العالمي للطاقة. استخدمت الدراسة استمارة استقصاء كأداة لجمع رؤى الشركاء الأفريقيين، مما يوفر بيانات مباشرة من المصدر.

دراسة **(Webb, longden et al., 2023)**، والتي قامت بمقارنة التنافسية المتزايدة بين الهيدروجين الأخضر والأزرق، وهو موضوع حيوي في سياق الانتقال العالمي للطاقة، تستخدم الدراسة بيانات حديثة حول الانبعاثات الهاربة وسعر الكربون في الاتحاد الأوروبي لتقييم الجدوى الاقتصادية للهيدروجين الأخضر والأزرق، تقدم الدراسة توصيات عملية حول توجيه التمويل الأخضر نحو دعم إنتاج الهيدروجين الأخضر في مراحله المبكرة.

دراسة **(الجليل، 2023)**، وتحدثت عن دور الهيدروجين الأخضر في تعزيز أمن الطاقة منخفضة الانبعاثات خاصة في قطاع النقل، وتوصلت الدراسة إلى أن أمن الطاقة هو أحد المتطلبات الأساسية لتحقيق النمو الاقتصادي في القطاعات الاقتصادية المختلفة. وأن الهيدروجين الأخضر هو مصدر الطاقة الأنظف والأفضل الذي يتمتع بالقدرة على ذلك.

دراسة **(Squadrito et al., 2023)**، والتي ألقت الضوء على التحديات المرتبطة بتطبيق الهيدروجين الأخضر على نطاق واسع من خلال تحليل التقنيات المختلفة لإنتاج الهيدروجين الأخضر وتحدياتها، تناولت الدراسة الجوانب الجيوسياسية والاقتصادية المرتبطة بالانتقال إلى اقتصاد الهيدروجين الأخضر.

دراسة **(Tunn et al., 2024)**، والتي أظهرت نتائجها أن المخاطر التي تصاحب استخدام الهيدروجين الأخضر تتحقق من خلال استبعاد واستغلال المجتمعات المتضررة والمجتمع المدني. كما نوضح أن المخاطر الاجتماعية والبيئية تزداد بسبب

الظروف الخاصة بالبلدان مثل ندرة المياه، والتسلسل التاريخي مثل أنظمة الملكية العقارية ما بعد الاستعمار، وكذلك تداعيات النظام السياسي والاقتصادي العالمي غير العادل بشكل دائم. لذا لابد من وجود إطارًا للعدالة البيئية في الانتقال العالمي إلى الهيدروجين الأخضر.

دراسة (Rezaei, Akimov & Gray, 2024)، والتي ركزت على الجوانب الاقتصادية والتقنية لاستخدام الهيدروجين الأخضر والعوامل التي تؤثر على تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر باستخدام الطاقة الشمسية تشمل هذه العوامل عوامل مالية مثل التمويل وتكلفة المعدات، وعوامل تقنية مثل كفاءة المعدات وعمرها الافتراضي

دراسة (Munther et al., 2024)، والتي أشارت بشكل أساسي إلى إمكانية إنتاج الهيدروجين الأخضر في العراق باستخدام مصادر الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. كما قامت الدراسة بحساب تكلفة إنتاج كيلوغرام واحد من الهيدروجين، مما يعطي مؤشراً على الجدوى الاقتصادية لإنتاج الهيدروجين الأخضر في العراق.

دراسة (**Patonia, 2024**)، والتي سلطت الضوء على جانب مهم، ولكن غالبًا ما يتم تجاهله في النقاش حول الهيدروجين الأخضر، وهو قضايا العدالة الاجتماعية والاقتصادية. تستخدم الدراسة نموذج PEST المعدل لتقييم التحديات الاجتماعية والسياسية والتقنية والاقتصادية المرتبطة بتنمية الهيدروجين الأخضر.

دراسة (**إحسان و دحو، 2024**)، والتي سعت إلى تحديد المراحل الاستراتيجية للهيدروجين الأخضر من أجل تحقيق الاستدامة البيئية، ومن أهم النتائج التي توصلت لها الدراسة إلى أن إنتاج الهيدروجين الأخضر يعزز التحول نحو نظام بيئي مستدام وأيضًا الابتكار والنمو الاقتصادي المستدام.

القسم الثاني- دراسات متعلقة بالحد من المخاطر المالية:

قام الباحثين بالتركيز على الدراسات المتعلقة بالمخاطر المالية وأساليب قياسها، والتي تعد ذات صلة مباشرة بموضوع الدراسة:

دراسة (**Andersen, Bollerslev et al., 2013**) ، والتي سعت إلى تعزيز التعاون بين الأكاديميين والممارسين لتطوير تقنيات قياس المخاطر السوقية، كما سلطت الضوء على الحاجة إلى تحسين طرق قياس المخاطر السوقية، حيث قدمت الدراسة طرقًا جديدة ومرنة لقياس المخاطر السوقية، مستفيدة من التطورات الحديثة في الإحصاء المالي.

دراسة (**أحمد، 2014**)، والتي ركزت على ثلاثة مواضيع هي مفهوم المخاطرة وأنواع المخاطر ثم الأدوات المستخدمة في إدارة هذه المخاطر وقد استنتج أن إدارة المخاطرة بشكل جيد يؤدي إلى تحسين الكفاءة الاستثمارية وتقليل المخاطر المالية المصاحبة للاستثمار.

دراسة (**ساره، 2017**)، والتي هدفت إلى إبراز دور إدارة المخاطر المالية في حماية المؤسسات الاقتصادية من الفشل المالي من خلال دراسة حالة عينة من المؤسسات الصناعية الجزائرية، ومن النتائج الهامة للدراسة وجود دور لإدارة المخاطر المالية في الحماية من الفشل المالي.

دراسة (**Bruneau, Flageollet & Peng 2019**)، والتي قدمت مساهمة قيمة في مجال قياس المخاطر المالية كما ساعدت في فهم التحديات المرتبطة بها من خلال الحاجة إلى أدوات مرنة لتقييم حساسية المخاطر المالية للأصول المالية

دراسة (**توفيق 2019**)، والتي استعرضت أدبيات دراسة المخاطر المالية وتبويبها، وذلك من خلال الكشف عن المفهوم الأكاديمي للخطر المالي، وجهود الباحث في ترسيخ نظريات التمويل والاستثمار. كما استعرضت أنواع المخاطر المالية، من حيث مصدر الخطر، ومن حيث ارتباط الخطر بمنظمة الأعمال، ومن حيث الميزة التنافسية في اقتناء المعلومات.

دراسة (**Syed, Bawazir & David McMillan, 2021**)، والتي أشارت إلى الحاجة لفهم شامل لتقاطعات الجوانب المالية والمخاطرة في مجال الأعمال، تستخدم الدراسة تقنية الببليومترية لتحليل 10 سنوات من المنشورات في قاعدة بيانات Web of Science، مما يوفر تحليلاً منهجيًا وشاملاً. كما أظهرت الدراسة أن مخاطر الائتمان هي الموضوع الأكثر اتجاهًا في السنوات العشر الماضية.

دراسة (**AHed & Shakoor, 2021**)، والتي أكدت على أهمية دور إدارة المخاطر المالية في التنبؤ بالأداء المالي للبنوك التجارية في باكستان، وأظهرت الدراسة أن إدارة المخاطر المالية تؤثر بشكل كبير على الأداء المالي للبنوك التجارية في باكستان، إلا أنه يعيب الدراسة قصورها فقط على مخاطر الائتمان ومخاطر أسعار الفائدة ومخاطر السيولة.

دراسة **(Yiadoma, Mensah & Bokpin, 2022)**، والتي سلطت الضوء على العلاقة بين التنمية المالية والاستثمار الأجنبي المباشر والمخاطر البيئية، وهو موضوع حيوي في مجال التنمية المستدامة أظهرت الدراسة أن التنمية المالية يمكن أن تساعد في تقليل المخاطر البيئية المرتبطة بالاستثمار الأجنبي المباشر. قدمت الدراسة توصيات عملية بشأن تطوير القطاع المالي في البلدان النامية.

دراسة**(Murugan & Kala, 2023)**، والتي استخدمت تقنيات متطورة مثل البيانات الضخمة والتعلم الآلي والشبكات العصبية لتحليل المخاطر المالية لتقديم نموذج مقترح متكامل يجمع بين تقنيات البيانات الضخمة والتعلم الآلي والشبكات العصبية لتحليل كميات هائلة من البيانات المالية والتنبؤ بالمخاطر المحتملة في مجال إدارة المخاطر المالية باستخدام تقنيات البيانات الضخمة والتعلم الآلي>

دراسة **(Wolf & Karszes, 2023)**، والتي بحثت في قياس المخاطر المالية باستخدام مؤشرات مثل السيولة والقدرة على سداد الديون والكفاءة المالية، واستخدمت الدراسة بيانات مالية من 105 مزرعة ألبان في نيويورك خلال الفترة من 2010 إلى 2019، وأظهرت نتائج الدراسة أن قدرة المزارع على سداد الديون والدفعات المالية المستحقة مستقرة نسبيًا نظرًا لقيمة الأصول والخصوم طويلة الأجل.

ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة (الفجوة البحثية)

بالرغم من تزايد الدراسات حول التحول إلى الطاقات المتجددة وأهمية الهيدروجين الأخضر كأحد الحلول المستدامة في الصناعات الثقيلة، إلا أن هناك فجوة بحثية في الأبحاث التي تدرس تأثير استخدام الهيدروجين الأخضر في تقليل المخاطر المالية على المدى الطويل وخاصة في قطاع صناعة الأسمدة، وتشمل ما يلي:

- قلة الدراسات حول الأثر المالي لاستخدام الهيدروجين الأخضر في الصناعة، حيث تركز معظم الأبحاث الحالية على الفوائد البيئية للهيدروجين الأخضر، دون دراسة كافية لكيفية تأثير استخدامه كبديل للوقود الأحفوري على تخفيض المخاطر المالية في العمليات الصناعية.
- الحاجة إلى دراسات تطبيقية في صناعة الأسمدة بمصر، رغم أهمية قطاع صناعة الأسمدة في مصر واعتماده الكبير على الوقود الأحفوري، لا تتوافر دراسات محلية حول مدى مساهمة الهيدروجين الأخضر في تقليل التكاليف المالية والمخاطر المتعلقة بالاعتماد على الوقود الأحفوري.
- الحاجة إلى حلول مستدامة تقلل من تكاليف الامتثال البيئي، تزايد تكاليف الالتزام بالتشريعات البيئية يجعل من الهيدروجين الأخضر خياراً مغرياً لتقليل هذه النفقات، إلا أن الفوائد المالية من استخدامه لم تُبحث بشكل كافٍ.
- افتقار الأبحاث المحلية لدراسات حالة، لا تتوافر أبحاث محلية تُقيم دور الهيدروجين الأخضر في تقليل المخاطر المالية، مما يخلق فجوة تتطلب إجراء دراسة تطبيقية تركز على هذا القطاع في مصر.

مدخل مفاهيمي لمتغيرات الدراسة

الوقود الأحفوري (التقليدي)

هو مصدر للطاقة يتكون من بقايا الكائنات الحية التي تراكمت ودفنت تحت طبقات الأرض على مدى ملايين السنين، حيث تحولت بفعل الضغط والحرارة إلى مواد طاقية غنية مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي. يتميز الوقود الأحفوري بارتفاع كثافة الطاقة فيه، مما يجعله مصدرًا رئيسيًا للطاقة عالميًا، سواء في الصناعة أو النقل أو توليد الكهرباء.

ومع ذلك، فإن احتراق الوقود الأحفوري يُعد من أبرز المساهمين في انبعاثات غازات الدفيئة، مما يؤدي إلى تفاقم تغير المناخ وتدهور جودة الهواء (EPA بلا تاريخ)، (Kopp, 2024).

الهيدروجين الرمادي (Grey Hydrogen) :

هو نوع من الهيدروجين يُنتج من الغاز الطبيعي باستخدام عملية تُعرف بالبخار المتحول، حيث يتم تسخين الغاز الطبيعي بالبخار لإنتاج الهيدروجين وغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) كمنتج ثانوي. لا يتم احتجاز ثاني أكسيد الكربون الناتج، بل يُطلق في الغلاف الجوي، مما يجعل عملية الإنتاج كثيفة الكربون وتساهم في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة.

يعد الهيدروجين الرمادي حاليًا أحد أرخص وأشهر أنواع الهيدروجين، لكنه غير صديق للبيئة مقارنة بأنواع أخرى مثل الهيدروجين الأخضر أو الأزرق (نصار، 2022) (COUNCIL, n.d.).

الهيدروجين الأزرق (Blue Hydrogen) :

هو نوع من الهيدروجين يُنتج من الغاز الطبيعي، لكن على عكس الهيدروجين الرمادي، يتم خلال إنتاجه احتجاز وتخزين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بدلاً من إطلاقها في الغلاف الجوي. تُستخدم تقنية احتجاز الكربون وتخزينه (CCS) للتقليل من الأثر البيئي الناتج عن عملية الإنتاج، مما يجعل الهيدروجين الأزرق خيارًا أكثر استدامة مقارنة بالهيدروجين الرمادي. ومع ذلك، لا يزال الهيدروجين الأزرق يعتمد على الوقود الأحفوري كمواد أولية، مما يجعله أقل استدامة من الهيدروجين الأخضر، الذي يُنتج باستخدام الكهرباء المتجددة (Pettersen, Steeneveldt et al., 2022).

الهيدروجين الأخضر:(Green Hydrogen)

الهيدروجين الأخضر هو وقود نظيف يتم إنتاجه عن طريق التحليل الكهربائي للماء باستخدام طاقة كهربائية متجددة، مثل الطاقة الشمسية أو الرياح أو الطاقة الكهرومائية. حيث يتم فصل جزيئات الماء (H_2O) إلى عنصري الهيدروجين (H_2) والأكسجين (O_2) باستخدام تيار كهربائي نظيف. الهيدروجين الناتج عن هذه العملية يُعرف بالهيدروجين الأخضر لأنه لا ينتج عنه أي انبعاثات كربونية (Howarth & Jacobson 2021).

الخطر المالي (Financial Hazard -Financial Risk):

احتمال تكبّد خسائر مالية نتيجة لعوامل قد تؤثر على إيرادات، أو أصول، أو استقرار الشركة، أو الفرد. يشمل هذا النوع من المخاطر مجموعة واسعة من العوامل مثل التغيرات في أسعار الفائدة، تقلبات أسعار الصرف، مخاطر السوق، والتعثر في السداد. (توفيق 2019)

المخاطر المالية (Financial Risks):

بشكل عام ، هي أي من أنواع المخاطر المختلفة المرتبطة بالتمويل، بما في ذلك المعاملات المالية التي تتضمن قروض الشركات في خطر التخلف عن السداد. (Hayes, 2024)، أو هي إمكانية حدوث خسائر مالية نتيجة لعوامل غير متوقعة قد تؤثر على التدفقات النقدية أو أصول أو استقرار المنشآت المالية، وتشمل عدة أنواع رئيسية مثل مخاطر السوق (التقلبات في أسعار الأصول)، مخاطر الائتمان (التعثر في السداد)، مخاطر السيولة (عدم القدرة على تحويل الأصول إلى نقد بسهولة)، ومخاطر التشغيل (الناشئة عن أخطاء أو إخفاقات في العمليات الداخلية) (Bruneau, Flageollet & Peng, 2019)، (aicpa, 2022).

وفي سياق الدراسة يمكن أن نصيغ مفهوم «المخاطر المالية» بالشكل التالي:

هي التحديات المالية التي تواجه مصانع الأسمدة نتيجة الاعتماد على الوقود الأحفوري. ومن أبرز هذه المخاطر تقلبات أسعار الوقود الأحفوري، التكاليف المرتبطة بالانبعاثات الكربونية، والضغوط التنظيمية المتزايدة التي تستلزم تكاليف إضافية للامتثال للمعايير البيئية. يهدف الدراسة إلى استكشاف كيف يمكن للهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري أن يسهم في تقليل هذه المخاطر، عبر تعزيز استقرار التكاليف وتقليل التبعية للوقود الأحفوري، مما يخفف من الآثار المالية السلبية على المدى الطويل.

أنواع المخاطر المالية:

هناك عدة أنواع من المخاطر المالية، نذكر منها ما هو متعلق بموضوع الدراسة:

1- مخاطر التكاليف المرتبطة بأسعار الوقود الأحفوري: تشير إلى التقلبات في أسعار الوقود الأحفوري، مما قد يؤثر بشكل كبير على التكاليف التشغيلية لمصانع الأسمدة. يؤدي الاعتماد على الهيدروجين الأخضر إلى تخفيف هذه المخاطر من خلال تقليل التبعية لمصادر الطاقة التقليدية المتقلبة (محمد، 2020).

2- المخاطر التنظيمية والبيئية: تتعلق بتكاليف الامتثال للتشريعات البيئية التي تُفرض للحد من الانبعاثات

الكربونية. يعتبر التحول إلى الهيدروجين الأخضر وسيلة لتقليل هذه التكاليف، حيث يخفف من الآثار البيئية ويزيد من التوافق مع التشريعات المستدامة Sustainable Energy Journal.

3- **مخاطر الامتثال والتغيرات التشريعية:** تنتج من التغيرات المتكررة في القوانين البيئية التي قد تفرض غرامات أو قيودًا جديدة على استخدام الوقود الأحفوري. يُمكن للهيدروجين الأخضر أن يُقلل هذه المخاطر عن طريق تحسين الامتثال للقوانين البيئية (المتحدة، 2023).

4- **مخاطر التشغيل المرتبطة بالتحول التكنولوجي:** ترتبط بتكاليف التحول من نظام الطاقة الحالي إلى نظام يعتمد على الهيدروجين الأخضر. على الرغم من أن هناك مخاطر متعلقة بالتحول، إلا أن الفوائد المحتملة على المدى البعيد قد تتضمن تقليل التكاليف التشغيلية.

مشكلة الدراسة

أظهرت الدراسات السابقة والدراسة الاستطلاعية التي أجراها الباحثين أن شركات الأسمدة تعتمد بشكل كبير على الطاقة التقليدية في عملياتها الإنتاجية، مما يجعلها عرضة لمخاطر مالية كبيرة بسبب تقلبات أسعار الوقود التقليدي وارتفاع تكاليف الامتثال للتشريعات البيئية والضرائب المرتبطة بانبعاثات الكربون.

في المقابل، يمثل الهيدروجين الأخضر بديلاً واعدًا كأحد مصادر الطاقة المستدامة والنظيفة، حيث يتم إنتاجه باستخدام مصادر طاقة متجددة، مثل الطاقة الشمسية والرياح. وقد يساعد هذا التحول إلى الهيدروجين الأخضر في تقليل تكاليف الطاقة على المدى الطويل، وخفض المخاطر المالية المرتبطة بالاعتماد على أسواق الوقود الأحفوري العالمية، وتحقيق الامتثال للتشريعات البيئية الجديدة.

ورغم الاهتمام المتزايد بالتحول نحو الطاقة النظيفة، لا تزال هناك تساؤلات حول مدى قدرة مصانع الأسمدة في جمهورية مصر العربية على تبني الهيدروجين الأخضر كبديل فعّال، وما إذا كان هذا التحول يمكن أن يُسهم فعلاً في تحسين الأداء المالي وتقليل المخاطر المالية المرتبطة بالتقلبات الاقتصادية والتشريعية. لذا، تتمثل مشكلة الدراسة في تقييم تأثير تبني تقنية الهيدروجين الأخضر في المصانع على إدارة المخاطر المالية وتكاليف التشغيل، وتحليل مدى تأثير هذا التحول على استدامة المصانع ماليًا وإداريًا، مع التركيز على مصانع الأسمدة في مصر كمثال تطبيقي.

وفي ضوء الأدبيات المتاحة ونتائج الدراسة الاستطلاعية، يسعى الباحثين إلى الإجابة عن التساؤل الرئيسي التالي:

إلى أي مدى يمكن أن يسهم استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية في تقليل المخاطر المالية لمصانع الأسمدة في مصر؟

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر تبني تقنية الهيدروجين الأخضر في العمليات الصناعية على تحسين استدامة المصانع وتقليل المخاطر المالية في مصانع الأسمدة المصرية، وذلك من خلال:

1- دراسة تأثير استخدام الهيدروجين الأخضر على التكلفة التشغيلية والربحية المالية للمصانع.
2- تحليل دور الإدارة العليا في اتخاذ القرارات المتعلقة بتبني تقنيات الطاقة النظيفة.
3- تقييم الاستدامة المالية لمشاريع التحول إلى الهيدروجين الأخضر في مواجهة التحديات التمويلية.
4- دراسة تأثير تبني الهيدروجين الأخضر على إدارة المخاطر والامتثال البيئي من منظور الأعمال.
5- تحليل المخاطر الاستراتيجية المرتبطة بتأخير أو عدم تبني تقنيات الهيدروجين الأخضر في بيئة تنافسية.

أهمية الدراسة

الأهمية العلمية

- إثراء الدراسة العلمي في إدارة المخاطر المالية المرتبطة بالتكنولوجيا النظيفة. حيث توفر الدراسة مساهمة قيمة للباحثين في مجال إدارة الأعمال حول كيفية تأثير استخدام تقنيات الطاقة النظيفة على الإدارة المالية للمصانع.
- تسهم الدراسة في تقديم تحليل مالي وإداري حول كيفية تأثير الهيدروجين الأخضر على التكاليف التشغيلية والامتثال البيئي، مما يساعد في تعزيز فهم أكبر حول العلاقة بين الاستدامة المالية والبيئية.

الأهمية العملية التطبيقية

تأتي الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة في كونها تقدم معلومات مهمة لإدارة الأعمال التجارية في المؤسسات الصناعية وفي بناء الوضع التنافسي، من خلال عدة نقاط:

- دعم المؤسسات الصناعية في مصر لاتخاذ قرارات استراتيجية. توفر الدراسة إرشادات مهمة لمتخذي القرار في مجال الصناعة حول كيفية تبني تقنيات الهيدروجين الأخضر بطريقة تضمن تقليل المخاطر المالية وتحقيق الاستدامة.
- تعزيز قدرة المصانع على التعامل مع التحديات التمويلية: تساعد الدراسة المصانع في تحديد طرق التمويل التي يمكن استخدامها لدعم مشاريع التحول إلى الهيدروجين الأخضر، بما يضمن الحفاظ على الكفاءة المالية.
- تحسين تنافسية المصانع المصرية في السوق الدولي. من خلال تبني الهيدروجين الأخضر، يمكن للمصانع تحقيق تنافسية أكبر على المستوى الدولي، وذلك عبر تحسين صورتها في الامتثال البيئي وتقليل التكاليف.

فرضيات الدراسة

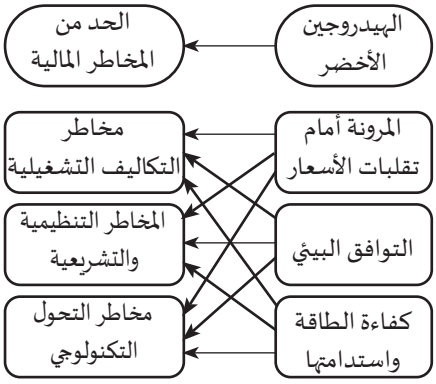
في ضوء متغيرات الدراسة يمكن صياغة الرئيسي التالي:

من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية استخدامات الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.

وينبثق من هذا الفرض الفروض التالية:

- الفرض الفرعي الأول: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للمرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- الفرض الفرعي الثاني: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- الفرض الفرعي الثالث: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية في مصانع الأسمدة.

قام الباحثين من خلال ما سبق بتوضيح متغيرات وأبعاد فروض الدراسة من خلال نموذج متغيرات الدراسة باستخدام برنامج AMOS كما هو موضح في الشكل رقم (1) التالي:



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

الشكل رقم (1) نموذج متغيرات الدراسة

أبعاد ونموذج متغيرات الدراسة

استنادًا إلى ما تم عرضه من دراسات سابقة وأبحاث ومقالات منشورة ومعتمدة، بالإضافة إلى آراء الباحثين المتخصصين في موضوع الدراسة، يمكن تحديد أبعاد الدراسة بشكل واضح كما يوضح ذلك الجدول رقم (2):

جدول رقم (2)
أبعاد متغيرات الدراسة

م	أبعاد الهيدروجين الأخضر	أبعاد المخاطر المالية	الترابط بين الأبعاد في حدود أهداف الدراسة
1	المرونة أمام تقلبات الأسعار	مخاطر التكاليف التشغيلية	يوجد ترابط
2	التوافق البيئي	المخاطر التنظيمية والتشريعية	يوجد ترابط
3	كفاءة الطاقة واستدامتها	مخاطر التحول التكنولوجي	يوجد ترابط

المصدر: إعداد الباحثين في ضوء الأبعاد السابق ذكرها.

تصميم الدراسة

الإجراءات المنهجية للدراسة: تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يعتمد على جمع البيانات المتعلقة بمتغيرات الدراسة وتحليلها وعرضها في صورة رقمية، مما يسهل تحديد الاتجاهات الخاصة بهذه المتغيرات وعلاقاتها المتبادلة.

كما توفر هذه الدراسة للباحث فائدة عملية في مجال العمل.

وتستعين الدراسة بالأساليب التالية:

- المراجع والدوريات لإعداد الإطار النظري والفكري للمتغيرات المدروسة.
- دراسة ميدانية لتحليل آراء عينة الدراسة واختبار الفروض.

تتمثل أداة الدراسة في قائمة استقصاء تتضمن المتغيرات والأبعاد الخاصة بالدراسة، كما هو موضح في الجدول رقم (3):

جدول رقم (3)
أقسام استمارة الاستقصاء والعبارات الواردة ومصادرها

القسم	المتغيرات	الأبعاد	المصدر
الأول	البيانات الشخصية والوصفية	الشركة - العمر- النوع – الخبرة- المؤهل العلمي	إعداد الباحثين
الثاني	الهيدروجين الأخضر	المرونة أمام تقلبات الأسعار التوافق البيئي كفاءة الطاقة واستدامتها	الدراسات السابقة وآراء الباحثين
الثالث	خفض المخاطر المالية	مخاطر التكاليف التشغيلية المخاطر التنظيمية والتشريعية مخاطر التحول التكنولوجي	الدراسات السابقة وآراء الباحثين

المصدر: من إعداد الباحثين

مجتمع وعينة الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في العاملين بقطاع صناعة الأسمدة في مصر وهم يمثلون 16 شركة على مستوى الجمهورية وقام الباحثين بتوضيح عدد العاملين في كل شركة كما هو مبين في الجدول رقم (4):

جدول رقم (4)
أعداد العاملين في شركات الأسمدة

م	الشركة	بيان		م	الشركة	بيان	
		العدد	%			العدد	%
1	شركة أبو قير للأسمدة الإسكندرية	2600	2,20%	9	بني سويف الأسمدة	420	3%
2	شركة حلوان للأسمدة	500	3%	10	الدولية للأسمدة	640	5%
3	شركة موبكو - دمياط	2000	16%	11	أوركيدا للأسمدة	422	3%
4	شركة النصر – السويس.	950	7%	12	الاتحاد العربي للأسمدة	340	2%
5	شركة المصرية للأسمدة-العين السخنة.	1500	11%	13	الأخوة العرب للأسمدة	290	2%
6	شركة كيما – أسوان.	1700	13%	14	العبور للأسمدة	230	2%
7	شركة إسكندرية –	500	3%	15	ايفرجرو للأسمدة	220	2%
8	أغصان للأسمدة	350	2%	16	الدلتا للأسمدة	150	1%
	المجموع				12812		100%

المصدر: إدارة الموارد البشرية، شركات الأسمدة، مصر.

عينة الدراسة

حجم العينة

تم تحديد حجم العينة باستخدام المعادلة التالية: [2]

$$n = \frac{NP(1-P)x^2}{(N-1)d^2+P(1-P)x^2}$$

حيث إن:

n: حجم العينة المطلوبة، N: حجم مجتمع الدراسة، P: نسبة المجتمع أن تساوى 0.50.، :D نسبة الخطأ الذي يمكن التجاوز عنه واكبر قيمة له 0.05.، x^2: قيمة مربع كاي بدرجة حرية واحدة = 3.841 عند مستوى ثقة 95% أو مستوى دلالة 5%.

بتطبيق المعادلة السابقة تم التوصل إلى حجم عينة الدراسة والتي بلغت (**384**) مفردة.

اعتمد الباحثين في تحديد حجم العينة وتوزيعها على مفردات مجتمع الدراسة على أسلوب المعاينة العنقودية متعددة المراحل، وذلك نظرًا لكبر حجم المجتمع واحتوائه على عدد كبير من المفردات (الشركات). كما أن مفردات مجتمع الدراسة تشترك في العديد من الخصائص المشتركة من حيث طبيعة المرحلة التعليمية. فضلاً عن رغبة الباحثين في الحصول على البيانات المطلوبة بأعلى درجة من الدقة وأقل التكاليف من حيث الوقت والجهد. وبناءً على ذلك، قام الباحثين باختيار مفردات العينة وفقًا للخطوات التالية:

اختيار عينة عشوائية مكونة من أربع شركات.

جدول رقم (5)
توزيع حجم العينة على الشركات وأعداد ونسب الاستجابات

م	الشركة	عدد	النسبة	حجم العينة (384)	الاستجابات	
					عدد	%
1	**شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية**	2600	36%	138	89	%23.4
2	**شركة موبكو- دمياط**	2000	28%	108	100	26.3%
3	**شركة النصر – السويس.**	950	13%	50	115	30.3%
4	**شركة كيما – أسوان.**	1700	23%	88	76	20%
	الإجمالي	7250	100%	384	380	90%

المصدر: إعداد الباحثين

2 عزت حسن عبد الحميد. (2011). «الإحصاء النفسي والتربوي: تطبيقات على برنامج SPSS18»، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر.

وحدات المعاينة: تتمثل مفردات العينة في العاملين بالمستويات الوظيفية العليا في شركات الأسمدة، نظرًا لطبيعة المهام والمسؤوليات الاستراتيجية التي يتحملونها في الشركات محل الدراسة.

توصيف عينة الدراسة

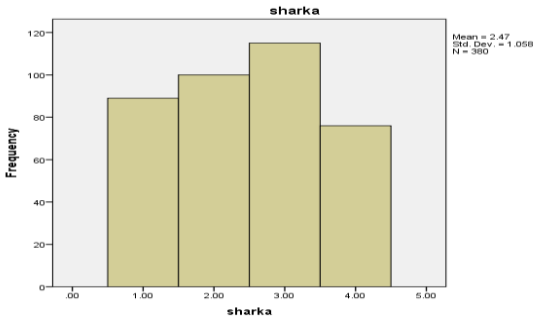
جدول رقم (6)
الخصائص الشخصية والوظيفية لمفردات عينة الدراسة

م	الخصائص	الفئة	العدد	إجمالي	النسبة	إجمالي
1	الشركة	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	89	380	%23.4	%100
		شركة موبكو - دمياط	100		26.3%	
		شركة النصر – السويس.	115		30.3%	
		شركة كيما – أسوان.	76		20%	
2	العمر	أقل من 30 سنة	25	380	6.6%	%100
		30- أقل من 40 سنة	153		40.2%	
		40- أقل من 50 سنة	139		36.6%	
		50 سنة فأكثر	63		16.6%	
3	النوع	ذكر	264	380	69.5%	%100
		أنثي	116		30.5%	
4	المؤهل العلمي	دراسات عليا	76	380	20%	%100
		مؤهل جامعي	204		53.7%	
		ثانوية عامة أو ما يعادلها	100		26.3%	
5	المستويات الإدارية والوظيفية	الإدارة العليا (مدير عام فما فوق)	16	380	4.2%	%100
		الإدارة الوسطي (مدير إدارة)	18		4.7%	
		الإدارة الإشرافية (رئيس قسم)	50		13.2%	
		الوظائف النمطية	296		77.9%	

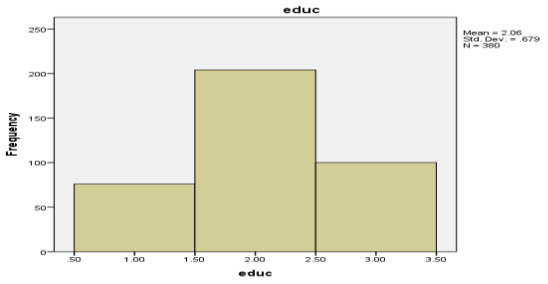
يمكن التعرف على عينة الدراسة من خلال مجموعة من الخصائص الشخصية والوظيفية تتضمن الشركة - فئات العمر – النوع – المستوى التعليمي – المستويات الإدارية والوظيفية، ويبين الجدول رقم (6) بتلك الخصائص.

يُظهر الجدول رقم (6) البيانات التالية:

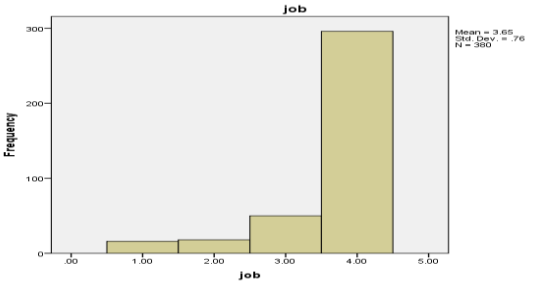
- تختلف نسب توزيع مفردات العينة بين الشركات بشكل ملحوظ، حيث تمثل شركة النصر - السويس أكبر نسبة تصل إلى 30.3% من إجمالي حجم العينة، تليها شركة موبكو - دمياط بنسبة 26.3%.
- تتوزع أغلب مفردات العينة في الفئة العمرية المتوسطة (من 30 إلى أقل من 40 سنة) بنسبة 40.2%، تليها الفئة العمرية (من 40 إلى أقل من 50 سنة) بنسبة 36.6%.
- أما الفئات العمرية الأكبر من 50 سنة فتأتي في المرتبة التالية.
- تُظهر العينة سيطرة فئة الذكور حيث تمثل 69.5% من إجمالي العينة، في حين تمثل فئة الإناث 30.5%.
- أما توزيع مفردات العينة وفقًا للمستوى التعليمي، فيظهر ارتفاع ملحوظ في نسب الأفراد ذوي التعليم العالي (الدراسات العليا والجامعية)، حيث يصل مجموع نسبهم إلى 73.7% من إجمالي العينة، في مقابل 26.3% للمتدنيين تعليميًا.



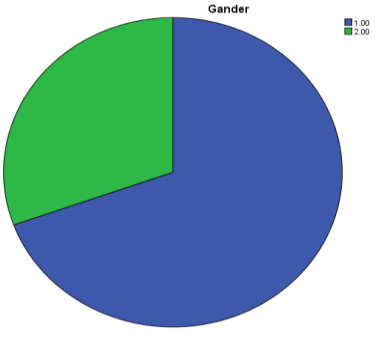
توزيع بياني للعاملين في كل شركة



توزيع بياني للمؤهل العلمي في كل شركة



توزيع بياني للمستويات الوظيفية في الشركات



توزيع بياني للذكوروالإناث

- وتعكس هذه النسب اهتمام الشركات بتوظيف الأفراد ذوي التعليم العالي، كما تشير إلى استعداد الموارد البشرية للاستجابة لأي تطوير تنظيمي أو تقني قد تطمح الشركات لتحقيقه في المستقبل.
- يتوافق توزيع مفردات العينة وفقًا للمستويات الإدارية والوظيفية مع الهيكل التنظيمي الهرمي، حيث تزيد نسبة الأفراد في الإدارة العليا مقارنة بالإدارة الوسطى.

الدراسة التطبيقية

مناقشة نتائج الدراسة التطبيقية واختبارات الفروض:

1- قياس درجة الصدق والثبات:

قام الباحثين لقياس درجة الصدق والثبات لاستجابات مفردات عينة الدراسة باستخدام كل من معامل الاتساق الداخلي (Internal Consistency)، وذلك بالاعتماد على معامل الارتباط البسيط بين بنود قائمة الاستقصاء. كما تم حساب درجة الاعتماد على النتائج المحققة (Reliability Coefficient) في كل قسم من أقسام الاستقصاء باستخدام معامل الثبات (Cronbach's Alpha) ويوضح الجدولين (7) و(8) نتائج القياس.

جدول رقم (7)

نتائج قياس درجة الصدق والثبات لمتغير الهيدروجين الأخضر (ن = 380)

م	الأبعاد / العبارات	معامل الاتساق الداخلي	معامل الثبات (كرونباخ ألفا)
	المرونة أمام تقلبات الأسعار		
1	استخدام الهيدروجين الأخضر يساعد في خفض تكاليف الطاقة في المصنع	.832**	.910
2	الهيدروجين الأخضر يساعد في تقليل التأثير الناتج عن تقلبات أسعار الوقود الأحفوري	.870**	
3	استخدام الهيدروجين الأخضر يقلل من نفقات المصنع التشغيلية على المدى الطويل	.843**	
4	يوفر استقرارًا أكبر في تكاليف الطاقة عند الاعتماد على الهيدروجين الأخضر	.864**	
	التوافق البيئي		
5	يساعد المصنع على الالتزام بالمعايير البيئية عند استخدام الهيدروجين الأخضر.	.825**	.794
6	يساعد استخدامنا للهيدروجين الأخضر في تقليل المخاطر البيئية لعملياتنا.	.825**	
7	يساهم استخدام الهيدروجين الأخضر في التزام المصنع بأهداف الاستدامة البيئية	.613**	
8	يقلل الهيدروجين الأخضر من المخاطر البيئية المتعلقة بالغرامات أو الجزاءات البيئية	.798**	
9	يقلل الهيدروجين الأخضر الانبعاثات الضارة على البيئة.	.887**	
	كفاءة الطاقة واستدامتها		
10	يساهم استخدام الهيدروجين الأخضر في زيادة كفاءة استهلاك الطاقة في شركات الأسمدة.	.866**	.931
11	استخدام الهيدروجين الأخضر يقلل من الاعتماد على الطاقة غير المتجددة	.883**	
12	يساعد الهيدروجين الأخضر في تقليل التكاليف التشغيلية من خلال تحسين كفاءة الطاقة.	.892**	
13	يساعد الهيدروجين الأخضر في تحقيق استدامة لعملياتنا على المدى الطويل.	.909**	
	الهيدروجين الأخضر		.973

(**) تُشير إلى معنوية معامل الارتباط عند مستوى المعنوية .01

توضح بيانات الجدول رقم (7) ما يلي:

- صلاحية جميع البنود على مستوى الأبعاد الثلاثة التي يشملها متغير الهيدروجين الأخضر، حيث كانت معاملات الاتساق الداخلي معنوية عند مستوى 0.01، وتراوحت قيم تلك المعاملات بين 61.3% و92.5%، مما يعكس مصداقية تمثيل البنود لمتغير الهيدروجين الأخضر.
- إمكانية الاعتماد على الأبعاد السابقة في قياس متغير الهيدروجين الأخضر، حيث تراوحت قيم معامل الثبات (كرونباخ ألفا) بين 79.4% و93.5%. كما بلغ معامل الثبات للمتغير المستقل 97.3%.

استنادًا إلى ما سبق، يمكن الاعتماد على المقاييس المستخدمة في قائمة الاستقصاء

تعكس بيانات جدول رقم (8) النتائج التالية:

- صلاحية جميع بنود متغير المخاطر المالية، حيث كانت معاملات الاتساق الداخلي معنوية عند مستوى 0.01، وتراوحت قيم تلك المعاملات بين 76.5% و92.6%، مما يعكس مصداقية تمثيل البنود لمتغير المخاطر المالية.
- إمكانية الاعتماد على الأبعاد السابقة في قياس متغير المخاطر المالية، حيث تراوحت قيم معامل الثبات (كرونباخ

ألفا) بين 84.2% و95.5%. كما بلغ معامل الثبات للمتغير التابع 96.8%.

كما قام الباحثين أيضًا بتوضيح نتائج السابقة باستخدام التحليل العاملي التوكيدي من خلال برنامج AMOS لكل من الهيدروجين الأخضر، الحد من المخاطر المالية، وذلك على النحو التالي:

1- التحليل العاملي التوكيدي للهيدروجين الأخضر:

تم إجراء التحليل العاملي التوكيدي لجميع عبارات أو فقرات مقاييس أبعاد الهيدروجين الأخضر وعددها 13 عبارة موزعة كالتالي:

(المرونة أمام التقلبات 4 عبارات رمز M، التوافق البيئي 5 عبارات رمز T، كفاءة الطاقة واستدامتها 4 عبارات رمزK).

2- التحليل العاملي التوكيدي للحد من المخاطر المالية:

تم إجراء التحليل العاملي التوكيدي لجميع عبارات أو فقرات مقاييس أبعاد الحد من المخاطر المالية وعددها 9 عبارات موزعة كالتالي:

(مخاطر التكاليف التشغيلية 3 عبارات رمز S، المخاطر التنظيمية والتشريعية 3 عبارات رمز N، مخاطر التحول التكنولوجي 3 عبارات رمزL).

استنادًا إلى ما سبق، يمكن الاعتماد على المقاييس المستخدمة في قائمة الاستقصاء لمتغيري الدراسة الهيدروجين الأخضر، الحد من المخاطر المالية.

يناقش الباحثين فيما يلي نتائج الدراسة التطبيقية لمتغيري الدراسة، وهما الهيدروجين الأخضر (المتغير المستقل) والمخاطر المالية (المتغير التابع)، وذلك على النحو التالي:

- **الهيدروجين الأخضر:**

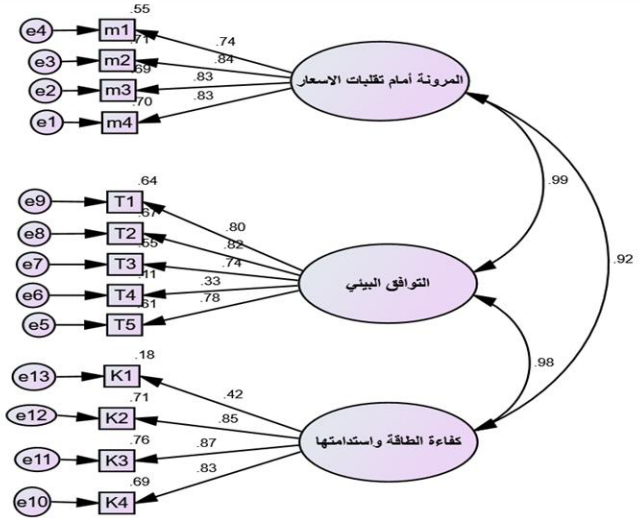
الهيدروجين الأخضر: يعرض هذا الجزء مناقشة نتائج الدراسة الميدانية المتعلقة بأبعاد الهيدروجين الأخضر التي تشمل (المرونة أمام تقلبات الأسعار – التوافق البيئي – كفاءة الطاقة واستدامتها) على مستوى الشركات والمستويات الإدارية الوظيفية، وذلك كما يلي:

جدول رقم (8)

نتائج قياس درجة الصدق والثبات لمتغير الحد من المخاطر المالية (ن = 380)

م	الأبعاد / العبارات	معامل الاتساق الداخلي	معامل الثبات (كرونباخ ألفا)
	مخاطر التكاليف التشغيلية		
1	تعتقد أن استخدام الهيدروجين الأخضر سيؤدي إلى زيادة التكاليف التشغيلية للمصنع في المدى القصير.	.913**	955.
2	ترى أن التحول إلى الهيدروجين الأخضر سيساهم في خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.	.925**	
3	تعتقد أن هناك مخاطر محتملة لزيادة التكاليف المرتبطة باستخدام الهيدروجين الأخضر مقارنة بالمصادر التقليدية للطاقة.	.915**	
	المخاطر التنظيمية والتشريعية		
4	يوجد مخاطر تنظيمية أو تشريعية قد تعيق استخدام الهيدروجين الأخضر في المستقبل.	.862**	933.
5	السياسات الحكومية في مصر تدعم التحول إلى الطاقة النظيفة بشكل كافٍ	.890**	
6	تفرض القوانين الحالية غرامات أو عقوبات إذا لم يتبن للشركة تقنيات الطاقة النظيفة مثل الهيدروجين الأخضر	.916**	
	مخاطر التحول التكنولوجي		
7	تعتقد أن التحول إلى الهيدروجين الأخضر يتطلب استثمارًا كبيرًا في التكنولوجيا قد يشكل مخاطر مالية على الشركة.	.907**	916.
8	ترى أن هناك تحديات تكنولوجية قد تعيق تنفيذ الهيدروجين الأخضر بكفاءة في المصنع.	.849**	
9	يتطلب الهيدروجين الأخضر تغييرات في البنية التحتية للشركة.	.918**	
	الحد من المخاطر المالية		968.

(**) تشير إلى معنوية معامل الارتباط عند مستوى المعنوية .01



المصدر: من مخرجات برنامج AMOS

شكل رقم (2) نموذج التحليل العاملي التوكيدي لعبارات مقاييس أبعاد الهيدروجين الأخضر

أ- إجراء الإحصاءات الوصفية لأبعاد الهيدروجين الأخضر (المرونة أمام تقلبات الأسعار – التوافق البيئي – كفاءة الطاقة واستدامتها) تبعًا للشركات باستخدام الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية.

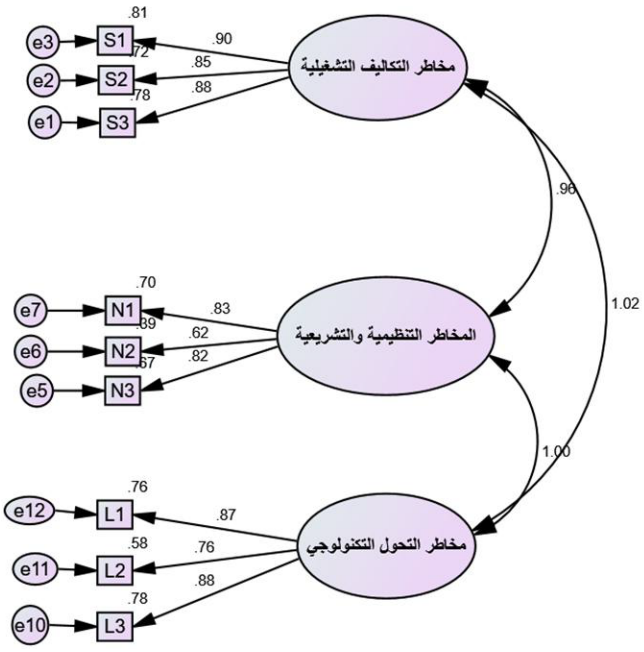
ب- إجراء الإحصاءات الاستدلالية لبيان مدى معنوية الفروق بين قيم الأوساط الحسابية للشركات باستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه، بالإضافة إلى إجراء اختبار توكي في حال معنوية التباين بين الشركات.

أ- **الإحصاءات الوصفية.**

يوضح الجدول رقم (9) نتائج قياس إدراك مفردات عينة الدراسة لأبعاد الهيدروجين الأخضر من واقع استجابات مفردات عينة الشركات .

حيث يظهر من الجدول رقم (9) النتائج التالية:

تختلف الشركات فيما بينها من حيث إدراك مفردات عينة كل شركة لأبعاد الهيدروجين الأخضر.



المصدر: من مخرجات برنامج AMOS

شكل رقم (3) نموذج التحليل العاملي التوكيدي لعبارات مقاييس أبعاد الحد من المخاطر المالية

- تتصدر شركة كيما – أسوان الشركات الأخرى في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر، تليها في الترتيب شركة النصر – السويس، ثم شركة موبكو – دمياط، ثم شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية، وذلك وفقًا لقيم الأوساط الحسابية.
- تعكس قيم الانحراف المعياري في شركة كيما أسوان فيما يخص أبعاد الهيدروجين الأخضر أكبر القيم، مما يُشير إلى تشتت استجابات مفردات عينة الدراسة حول الوسط الحسابي مقارنة بالشركات الأخرى. في حين تقل قيمة الانحراف المعياري في كافة أبعاد الهيدروجين الأخضر، مما يعكس تجانس الاستجابات حول الوسط الحسابي في الشركات الأخرى.
- يتضح عند مقارنة قيم الأوساط الحسابية لأبعاد الهيدروجين الأخضر أن أكثر الأبعاد إدراكًا من جانب مفردات عينة الدراسة هي، بالترتيب:
  - المرونة أمام تقلبات الأسعار 3.8695
  - كفاءة الطاقة واستدامتها3.8063
  - التوافق البيئي 3.7979

جدول رقم (9)

استجابات مفردات عينة الدراسة لأبعاد الهيدروجين الأخضر على الشركات

	الأبعاد	العدد	%	الوسط لحسابي	الانحراف لمعياري	F	P	الدلالة
المرونة أمام تقلبات الأسعار	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	89	%23.4	3.4629	.66099	32.699	.000	معنوية
	شركة موبكو - دمياط	100	26.3%	3.7560	.65725			
	شركة النصر – السويس.	115	30.3%	3.9252	.42588			
	شركة كيما – أسوان.	76	20%	4.4105	.78377			
	الإجمالي	380	100%	3.8695	.70161			
التوافق البيئي	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	89	%23.4	3.4607	.57240	35.155	.000	معنوية
	شركة موبكو - دمياط	100	26.3%	3.7140	.42853			
	شركة النصر – السويس.	115	30.3%	3.8435	.33486			
	شركة كيما – أسوان.	76	20%	4.2342	.64530			
	الإجمالي	380	100%	3.7979	.55456			
كفاءة الطاقة واستدامتها	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	89	%23.4	3.3303	.70266	41.602	.000	معنوية
	شركة موبكو - دمياط	100	26.3%	3.7300	.62563			
	شركة النصر – السويس.	115	30.3%	3.8348	.44427			
	شركة كيما – أسوان.	76	20%	4.4211	.77120			
	الإجمالي	380	100%	3.8063	.72437			

ب- **الإحصاءات الاستدلالية:**

اختبار معنوية الفروق بين قيم الأوساط الحسابية وتحديد مصدر هذه الفروق، اعتمد الباحثين على أسلوبي **تحليل التباين آحادي الاتجاه واختبار توكي للمقارنات المتعددة**، كانت نتائج تحليل التباين معنوية، كما يظهر في العرض التالي:

- **تحليل التباين آحادي الاتجاه:**

من خلال دراسة مكونات نموذج تحليل التباين آحادي الاتجاه لتحديد معنوية النتائج، تبين من نتائج اختبار **(F)** في الجدول رقم (9) أنه توجد **فروق ذات دلالة إحصائية** عند مستوى معنوية 0.01 بين الشركات وبعضها البعض فيما يخص جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر.

- **اختبار توكي للمقارنات المتعددة:**

بغرض تحديد مصدر التميز بين الشركات في أبعاد الهيدروجين الأخضر، ولتحديد ما إذا كان هذا التميز يرجع إلى بعض الشركات عن شركات أخرى أو تميز شركة بعينها عن الشركات الأخرى، قام الباحثين بإجراء **اختبار توكي للمقارنات المتعددة**. يعرض الجدول رقم (10) نتائج اختبار توكي للمقارنات المتعددة بين الشركات لأبعاد الهيدروجين الأخضر التي ثبت معنويتها من خلال تحليل التباين آحادي الاتجاه.

جدول رقم (10)
نتائج اختبار توكى للمقارنات المتعددة بين الشركات لأبعاد الهيدروجين الأخضر

بيان	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	شركة موبكو- دمياط	شركة النصر – السويس	شركة كيما – أسوان
المرونة أمام تقلبات الأسعار				
شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	3.4629 (1)	*29308.(2)	*46230.(2)	*94760.(2)
شركة موبكو - دمياط		3.7560 (1)	16922.	*65453.(2)
شركة النصر – السويس.			**3.9252** (1)	*48531,(2)
شركة كيما – أسوان.				4.4105 (1)
التو افق البيئي				
شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	3.4607 (1)	*25333.(2)	*28280.(2)	*77354.(2)
شركة موبكو - دمياط		3.7140 (1)	12948.	*52021.(2)
شركة النصر – السويس.			**3.8435** (1)	*39073,(2)
شركة كيما – أسوان.				4.2342 (1)
كفاءة الطاقة واستدامتها				
شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	3.3303 (1)	*39966.(2)	*50442.(2)	*1,09072(2)
شركة موبكو - دمياط		3.7300 (1)	10478.	*69105.(2)
شركة النصر – السويس.			**3.8348** (1)	*58627,(2)
شركة كيما – أسوان.				4.4211 (1)

(*) تشير إلى معنوية الفروق بين المستويات الوظيفية.
(1) تشير إلى قيم الأوساط الحسابية لاستجابات مفردات العينة.
(2) تشير إلى قيمة الفروق بين الأوساط الحسابية.

يتبين للباحث من خلال المقارنات المتعددة بين الشركات أن **شركة كيما – أسوان** تتميز عن باقي الشركات في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر.

الحد من المخاطر المالية:

يعرض هذا الجزء من الدراسة مناقشة نتائج الدراسة التطبيقية المتعلقة بمتغير «الحد من المخاطر المالية»، وذلك على النحو التالي:

أ- **إجراء الإحصاءات الوصفية** لاستجابات مفردات عينة الدراسة فيما يتعلق بالمخاطر المالية، تبعًا للشركات، باستخدام الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية.

ب- **إجراء الإحصاءات الاستدلالية** لبيان مدى معنوية الفروق بين قيم الأوساط الحسابية للنيابات باستخدام تحليل التباين آحادي الاتجاه، بجانب إجراء اختبار توكى في حال معنوية التباين بين النيابات.

ج- **قياس درجة تفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر** في تأثيره على المخاطر المالية.

يناقش الباحثين هذه النقاط على النحو التالي:

أ- **الإحصاءات الوصفية:**

يوضح الجدول رقم (11) نتائج قياس إدراك مفردات عينة الدراسة للحد من المخاطر المالية من خلال استجابات مفردات العينة باستخدام الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية.

بدراسة بيانات الجدول رقم (11)، تتبين النتائج التالية:

- تتصدر شركة كيما - أسوان قيم الأوساط الحسابية، حيث بلغ متوسطها 4.4357، تليها في الترتيب شركة النصر - السويس، ثم شركة موبكو - دمياط، وأخيرًا شركة أبو قير للأسمدة - الإسكندرية، بقيم بلغت 3.9000، 3.7417، 3.1754 على التوالي.
- تعكس قيمة الانحراف المعياري لاستجابات مفردات شركة كيما - أسوان أقل القيم، حيث بلغت 0.28615، مقارنةً بالقيم الأعلى التي تم تسجيلها في استجابات مفردات عينة الشركات الأخرى، مما يشير إلى تجانس الاستجابات حول الوسط الحسابي.

جدول رقم (11)

الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغير الحد من المخاطر المالية في الشركات

المتغير	الشركات	العدد	%	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	F	P	الدلالة
الحد من المخاطر المالية	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	89	%23.4	3.1754	.70705	73.728	.000	معنوية
	شركة موبكو - دمياط	100	26.3%	3.7417	.49624			
	شركة النصر – السويس	115	30.3%	3.9000	.28615			
	شركة كيما – أسوان	76	20%	4.4357	.69324			
	الإجمالي	380	100%	3.7958	.69042			

ب- **الإحصاءات الاستدلالية:**

لاختبار معنوية الفروق بين قيم الأوساط الحسابية وتحديد مصدر هذه الفروق، اعتمد الباحثين على أسلوبي تحليل التباين آحادي الاتجاه واختبار توكى للمقارنات المتعددة (في حالة معنوية نتائج تحليل التباين). حيث تبين من نتائج اختبار (F) في الجدول رقم (12) أنه توجد فروق معنوية بين قيم الأوساط الحسابية لاستجابات مفردات عينة الشركات لمتغير «الحد من المخاطر المالية".

بغرض تحديد مصدر الفروق بين الشركات في المخاطر المالية، وتحديد ما إذا كانت هذه الفروق ترجع إلى بعض الشركات دون غيرها، أو لشركة بعينها عن الشركات الأخرى أو عن جميع الشركات، قام الباحثين بإجراء اختبار توكى للمقارنات المتعددة.

جدول رقم (12)

نتائج اختبار توكي للمقارنات المتعددة لمتغير الحد من المخاطر المالية بين الشركات

بيان	شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	شركة موبكو- دمياط	شركة النصر – السويس	شركة كيما – أسوان
شركة أبو قير للأسمدة – الإسكندرية	3.1754 (1)	*56626.(2)	*72459.(2)	*1,2607 (2)
شركة موبكو - دمياط		3.7417 (1)	15833.	*69401.(2)
شركة النصر – السويس			**3.9000 (1)**	*53567, (2)
شركة كيما – أسوان				4.4357 (1)

(*) تشير إلى معنوية الفروق بين المستويات الوظيفية.
(1) تشير إلى قيم الأوساط الحسابية لاستجابات مفردات العينة.
(2) تشير إلى قيمة الفروق بين الأوساط الحسابية.

اختبار توكى للمقارنات المتعددة:

يعرض الجداول رقم (12) نتائج اختبار توكى للمقارنات المتعددة بين الشركات فيما يخص الحد من المخاطر المالية التي تتسم بها الشركة .

تشير نتائج الجدول رقم (12) إلى وجود فروق معنوية في تحليل التباين بناءً على القيم الوسطية للمخاطر المالية، حيث تبرز هذه الفروق بين جميع الشركات محل الدراسة من جهة، وشركة كيما - أسوان من جهة أخرى، وكانت هذه الفروق لصالح شركة كيما - أسوان.

تتفق هذه النتيجة مع ما ورد في الجدول رقم (10) الخاص بالمقارنات المتعددة بين الشركات، والذي أوضح تفوق شركة كيما - أسوان على باقي الشركات في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر والمخاطر المالية.

يُعزى تميز شركة كيما - أسوان في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر بالمقارنة مع الشركات الأخرى إلى عدة عوامل، منها:

- وجود نقابة عمالية قوية داخل الشركة تعمل على دعم العاملين، فهم تصوراتهم لمستقبل الشركة، ومشاركتهم في تحمل المسؤوليات واتخاذ القرارات.

- تقديم دورات تدريبية دورية لجميع العاملين، مع التركيز على استقصاء احتياجاتهم التدريبية بشكل دقيق، مما يتيح توجيههم نحو برامج تدريبية تعزز من أدائهم الوظيفي.
- اهتمام الشركة بتشجيع اعتماد الطاقة النظيفة وتعزيز استخدامها في عملياتها.
- توفير الدعم وتشجيع العاملين الشباب على تدريب زملائهم في كيفية التعامل مع تقنيات الهيدروجين الأخضر.
- تقديم برامج تدريبية تهدف إلى رفع وعي العاملين حول كيفية تجنب المخاطر المالية وإدارتها بفعالية.

هذا النهج المتكامل ساهم في تميز شركة كيما - أسوان مقارنةً بباقي الشركات في الدراسة.

ج- **قياس تأثير تفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر في الحد من المخاطر المالية:**

تناولت هذه الدراسة قياس تأثير تفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر في الحد من المخاطر المالية. ويركز التحليل على الإجابة عن التساؤلات التالية:

- هل تسهم جهود تقليل المخاطر المالية في معالجة المخاطر الناتجة عن طبيعة العمل داخل الشركات؟ أم أن التحسين يرتبط بتوجهات المديرين والرؤساء نحو استخدام تقنيات الهيدروجين الأخضر؟ أم أن التأثير الفعلي ناتج عن التفاعل المتكامل بين العاملين؟
- ما هو التأثير المشترك الذي يحدثه تفاعل الشركات مع تقنيات الهيدروجين الأخضر في تقليل المخاطر المالية بشكل عام؟

للإجابة على هذه الأسئلة، تم استخدام أسلوب تحليل التباين ثنائي الاتجاه لقياس التفاعل بين الشركات والهيدروجين الأخضر وأثره على تقليل المخاطر المالية. الجدول رقم (13) يقدم النتائج التفصيلية لهذا التحليل، حيث يوضح مدى أهمية التفاعل بين هذه العوامل لتحقيق التحسين المطلوب في إدارة المخاطر المالية.

يوضح الجدول رقم (13) النتائج التالية:

- يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للشركات على الحد من المخاطر المالية، حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة 22.584، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01.
- يظهر تأثير معنوي للهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية، إذ بلغت قيمة (F) المحسوبة 34.892 عند مستوى معنوية 0.01.
- هناك تأثير جوهري لتفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية، حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة 1.525، وهي دالة معنويًا عند مستوى 0.01.

جدول رقم (13)
تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية

بيان	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	F المحسوبة	P	الدلالة
الشركات	3	2.741	.914	22.584	.000	معنوية
الهيدروجين الأخضر	66	93.161	1.412	34.892	.000	معنوية
تفاعل الشركات والهيدروجين الأخضر (1×2)	81	4.999	.062	37.525	.008	معنوية
التباين المشروح	229	9.264	.040			
التباين الكلي	380	5655.627				

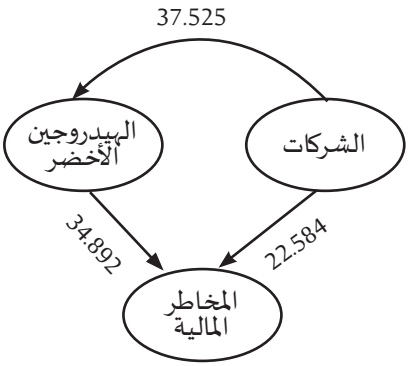
استنادًا إلى هذه النتائج، يستنتج الباحثين أن التأثير المعنوي على الحد من المخاطر المالية نابع من السياسات والإجراءات المطبقة داخل الشركات، بالإضافة إلى اتباع المديرين والرؤساء لإرشادات الأمن والسلامة الصحية.

وفي ضوء هذا التحليل، يطرح الباحثين تساؤلًا مهمًا: أي من المتغيرين (الشركات أم الهيدروجين الأخضر) يُعد أكثر تأثيرًا في تقليل المخاطر المالية؟

تشير قيم (F) إلى إجابة واضحة على التساؤل المطروح، حيث بلغت قيمة (F) للهيدروجين الأخضر 34.892، مقارنةً بقيمة (F) للشركات التي بلغت 22.584، مما يوضح أن تأثير الهيدروجين الأخضر يؤثر على الحد من المخاطر المالية أكبر من تأثير الشركات.

قام الباحثين بتعميق فهم هذا التفاعل باستخدام برنامج (AMOS)، الذي يُعد من الأدوات الإحصائية المتقدمة لتحليل العلاقات الهيكلية بين المتغيرات. من خلال هذا التحليل، تم تقييم التفاعل بين الشركات والهيدروجين الأخضر بدقة، مما أتاح تقديم رؤية شاملة حول تأثير كل عامل منهما على تقليل المخاطر المالية بشكل منفرد، وكذلك مدى تأثير التفاعل بينهما في تحقيق هذا الهدف.

تُظهر هذه النتيجة، من وجهة نظر الباحثين، أن الهيدروجين يؤثر بشكل أكبر من خلال أساليب استخدامه التي يقوم بها المديرون والرؤساء المباشرون في التعامل مع الحد من المخاطر المالية، مقارنةً بتأثير سياسات وإجراءات العمل التي تتبعها الشركات أو تفاعلها مع الهيدروجين الأخضر. بناءً على ذلك، إذا كانت الشركات ترغب في تعزيز قدرتها على الحد من المخاطر المالية، ينبغي عليها التركيز على تعزيز استخدامات الهيدروجين الأخضر، خاصة في مواجهة التحديات البيئية. كما يجب أن تركز على تعزيز قدرتها في استغلال مواردها بشكل أكثر فعالية، واستثمار الفرص المتاحة على النحو الأمثل.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

شكل رقم (4) تفاعل الشركات والهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية

اختبار فروض الدراسة

عرض اختبار الفرض الرئيسي والفروض الفرعية:

يعرض الباحثين في هذا الجزء اختبار الفرض الرئيس للدراسة الذي ينص على ما يلي:

«من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لاستخدامات الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية."

وينبثق من هذا الفرض الفروض الفرعية التالية:

- الفرض الفرعي الأول: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للمرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة."
- الفرض الفرعي الثاني: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة."
- الفرض الفرعي الثالث: من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لكفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة."

لاختبار الفرض الرئيس والفروض الفرعية، قام الباحثين بالخطوات التالية:

أ- إعداد مصفوفة الارتباط بين متغيري الدراسة

ب- اختبار الفروض الفرعية باستخدام تحليل الانحدار البسيط.

ج- اختبار الفرض الرئيس باستخدام تحليل الانحدار المتعدد المتدرج.

فيما يلي عرض لهذه الخطوات.

أ- **إعداد مصفوفة الارتباط بين متغيري الدراسة**

يعرض الباحثين في الجدول رقم (14) مصفوفة الارتباط بين متغيري الدراسة (الهيدروجين الأخضر – الحد من المخاطر المالية) والأبعاد التي يشملها كل متغير، اعتمادًا على معامل الارتباط البسيط، مع بيان معنوية العلاقات الارتباطية (P).

جدول رقم (14)

مصفوفة الارتباط بين متغيري و أبعاد الدراسة

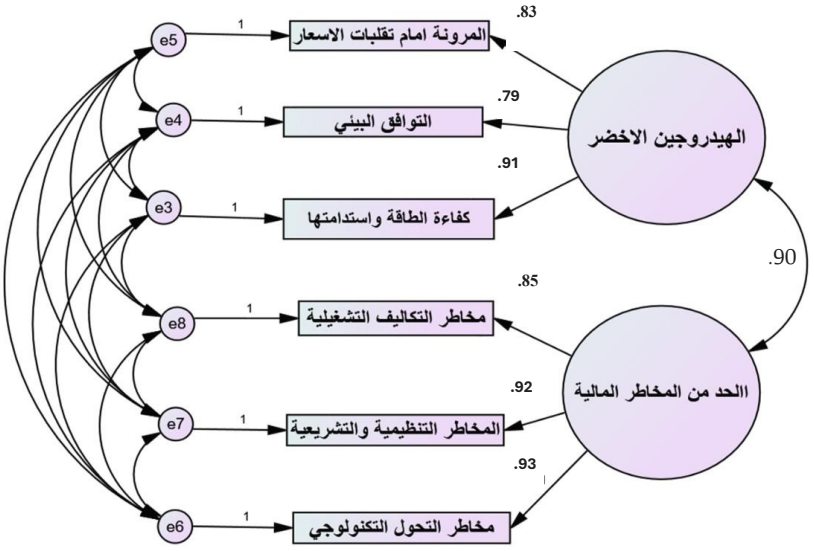
بيان	المرونة أمام تقلبات الأسعار	التوافق البيئي	كفاءة الطاقة واستدامتها	الهيدروجين الأخضر	مخاطر التكاليف التشغيلية	المخاطر التنظيمية والتشريعية	مخاطر التحول التكنولوجي	الحد من المخاطر المالية
المرونة أمام تقلبات الأسعار P		.757** .000	.836** .000	.835** .000	.757** .000	.907* .018	**.777** .000	.818** .000
التوافق البيئي P			.800** .000	.797** .000	.784** .000	.585** .014	**.744** .000	**.775** .000
كفاءة الطاقة واستدامتها P				.914** .000	.843** .000	.953** .000	**.854** .000	**.887** .000
الهيدروجين الأخضر P					.864** .000	.956** .000	**.867** .000	**.909** .000

بيان	المرونة أمام تقلبات الأسعار	التوافق البيئي	كفاءة الطاقة واستدامتها	الهيدروجين الأخضر	مخاطر التكاليف التشغيلية	المخاطر التنظيمية والتشريعية	مخاطر التحول التكنولوجي	الحد من المخاطر المالية
مخاطر التكاليف التشغيلية P						.921** .000	.824** .000	.856** .000
المخاطر التنظيمية والتشريعية P							.881** .000	.920** .000
مخاطر التحول التكنولوجي P								.934** .000
الحد من المخاطر المالية P								

(**) مستوى المعنوية .01

تُظهر بيانات الجدول رقم (14) النتائج التالية:

- جميع معاملات الارتباط بين متغيري الدراسة وأبعاد هذين المتغيرين كانت معنوية عند مستوى دلالة إحصائية 0.01.
- بلغ معامل الارتباط بين متغيرات الفرض (الهيدروجين الأخضر كمتغير مستقل) والحد من المخاطر المالية (كمتغير تابع) 90.9%، مما يدل على قوة العلاقة الارتباطية بين المتغيرين، ويعكس أيضًا معنوية هذه العلاقة عند مستوى دلالة 0.01



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

شكل رقم (5) الارتباط بين متغيرات الدراسة

في ضوء ما تم عرضه، يرى الباحثين أن هذه النتيجة تؤكد صحة الفرض الرئيسي، وبالتالي صحة الفروض الفرعية المنبثقة عنه، فيما يتعلق بوجود علاقة ارتباطية معنوية بين أبعاد الهيدروجين الأخضر والحد من المخاطر المالية. ومع ذلك، يتطلب الأمر قياس مدى التأثير المعنوي لكل بُعد من أبعاد الهيدروجين الأخضر (مثل المرونة أمام تقلبات الأسعار، التوافق البيئي، وكفاءة الطاقة واستدامتها) على الحد من المخاطر المالية، وذلك باستخدام تحليل المسار من خلال برنامج (AMOS V.24). بالإضافة إلى ذلك، ينبغي قياس درجات تأثير هذه الأبعاد مجتمعة، وتحديد أولويات ومعنوية تأثير كل بُعد على الحد من المخاطر المالية باستخدام تحليل الانحدار المتعدد المتدرج، وفقًا لما تنص عليه الفروض الفرعية للفرض الرئيسي.

اختبار الفرض الفرعي الأول:

من المتوقع وجود تأثير معنوي للمرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.

لإجراء اختبار هذا الفرض، قام الباحثين باستخدام تحليل المسار لقياس تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية، وذلك باستخدام برنامج (Amos v.24). تم حساب تأثير هذا البُعد على أبعاد المخاطر المالية، والتي تشمل: مخاطر التكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، ومخاطر التحول التكنولوجي. وتوضح النتائج التالية في الجدول رقم (15).

تحليل الفرض الفرعي الأول:

تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية

نتائج تحليل المسار (الجدول رقم 15):

- **التأثير على مخاطر التكاليف التشغيلية:** بلغ تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على مخاطر التكاليف التشغيلية 0.86، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. وهذا يشير إلى أن المرونة أمام تقلبات الأسعار لها تأثير كبير في تقليل مخاطر التكاليف التشغيلية.

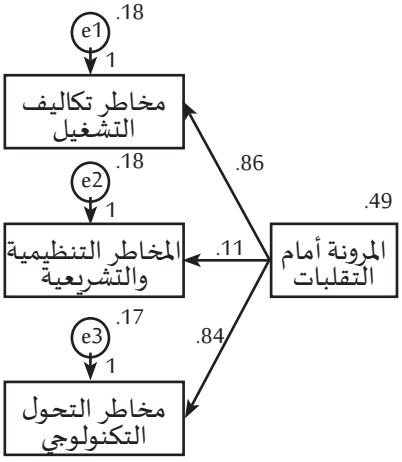
جدول رقم (15)
نتائج تحليل المسار لتأثير بُعد المرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية

المستقل المسارات الأبعاد التابعة			قيمة التقدير (β)	الخطأ المعياري	معامل CR	المعنوية	الدلالة الإحصائية
المرونة أمام تقلبات الأسعار	←	مخاطر التكاليف التشغيلية	0.865	0.032	26.787	0.01	معنوية
المرونة أمام تقلبات الأسعار	←	المخاطر التنظيمية والتشريعية	0.845	0.03	27.984	0.01	معنوية
المرونة أمام تقلبات الأسعار	←	مخاطر التحول التكنولوجي	0.766	0.031	24.889	0.01	معنوية

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

- **التأثير على المخاطر التنظيمية والتشريعية:** بلغ تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على المخاطر التنظيمية والتشريعية 0.84، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. هذا يدل على أن المرونة في التعامل مع تقلبات الأسعار تؤثر بشكل ملموس على تقليل المخاطر التنظيمية والتشريعية.
- **التأثير على مخاطر التحول التكنولوجي:** بلغ تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على مخاطر التحول التكنولوجي 0.76، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. يشير ذلك إلى أن المرونة أمام تقلبات الأسعار تسهم في الحد من المخاطر المرتبطة بالتحول التكنولوجي.
- الاستنتاج: بناءً على نتائج تحليل المسار، يتم قبول الفرض الفرعي الأول الذي يشير إلى وجود تأثير معنوي لبُعد المرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- **التوصيات العملية:** يفترض على الشركات اتخاذ الإجراءات اللازمة تعزيز قدرتها على التكيف مع تقلبات الأسعار كأحد الأساليب الفعالة للحد من المخاطر المالية المرتبطة بالتكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، والتحول التكنولوجي.

بناءً على هذه النتيجة يمكن قبول الفرض الفرعي الأول ورفض فرض العدم.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

شكل رقم (6) تأثير بُعد المرونة أمام تقلبات الأسعار على أبعاد الحد من المخاطر المالية

اختبار الفرض الفرعي الثاني:

من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.

لاختبار هذا الفرض، قام الباحثين بإجراء تحليل المسار للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية باستخدام برنامج (Amos v.24) لحساب تأثير التوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية، والتي تشمل مخاطر التكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، ومخاطر التحول التكنولوجي، كما هو موضح في الجدول رقم (16) التالي.

جدول رقم (16)
نتائج تحليل المسار لتأثير بُعد التو افق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية

المستقل المسارات الأبعاد التابعة			قيمة التقدير (β)	الخطأ المعياري	معامل CR	المعنوية	الدلالة الإحصائية
التوافق البيئي	←	مخاطر التكاليف التشغيلية	0.993	0.036	27.519	0.01	معنوية
التوافق البيئي	←	المخاطر التنظيمية والتشريعية	0.986	0.032	30.378	0.01	معنوية
التوافق البيئي	←	مخاطر التحول التكنولوجي	0.887	0.034	26.113	0.01	معنوية

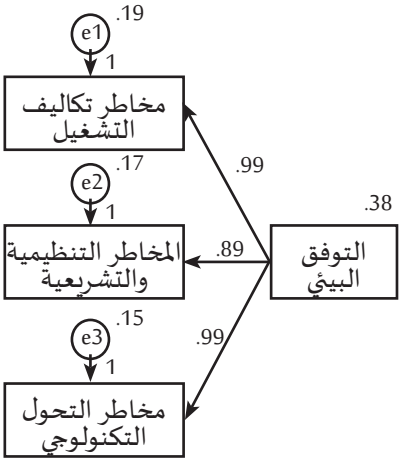
المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

تحليل الفرض الفرعي الثاني:

تأثير التوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية

نتائج تحليل المسار (الجدول رقم 16):

- **التأثير على مخاطر التكاليف التشغيلية:** بلغ تأثير التوافق البيئي على مخاطر التكاليف التشغيلية 0.99، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. وهذا يشير إلى أن التوافق البيئي له تأثير كبير في تقليل مخاطر التكاليف التشغيلية.
- **التأثير على المخاطر التنظيمية والتشريعية:** بلغ تأثير التوافق البيئي على المخاطر التنظيمية والتشريعية 0.98، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. هذا يدل على أن التوافق البيئي يساعد في تقليل المخاطر التنظيمية والتشريعية بشكل ملحوظ.
- **التأثير على مخاطر التحول التكنولوجي:** بلغ تأثير التوافق البيئي على مخاطر التحول التكنولوجي 0.88، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. يشير ذلك إلى أن التوافق البيئي يسهم في الحد من المخاطر المرتبطة بالتحول التكنولوجي.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

شكل رقم (7) تأثير بُعد التو افق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية

- **الاستنتاج:** بناءً على نتائج تحليل المسار، يتم قبول الفرض الفرعي الثاني الذي يشير إلى وجود تأثير معنوي لبُعد التوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- **التوصيات العملية:** يجب على الشركات اتخاذ الإجراءات اللازمة لتعزيز استراتيجيات التوافق البيئي كأداة فعالة للحد من المخاطر المالية، خاصة فيما يتعلق بمخاطر التكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، وتحول التكنولوجيا.

بناءً على هذه النتيجة يمكن قبول الفرض الفرعي الثاني ورفض فرض العدم

اختبار الفرض الفرعي الثالث:

من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية في مصانع الأسمدة.

لاختبار هذا الفرض، قام الباحثين بإجراء تحليل المسار لقياس تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية باستخدام برنامج (Amos v.24). تم حساب تأثير بُعد كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية، التي تشمل مخاطر التكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، ومخاطر التحول التكنولوجي، كما هو موضح في الجدول رقم (17).

جدول رقم (17)

نتائج تحليل المسار لتأثير بعد التو افق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية

المستقل المسارات الأبعاد التابعة		قيمة التقدير(β)	الخطأ المعياري	معامل CR	المعنوية	الدلالة الإحصائية
كفاءة الطاقة واستدامتها	← مخاطر التكاليف التشغيلية	0.88	35.986	0.03	0.01	معنوية
كفاءة الطاقة واستدامتها	← المخاطر التنظيمية والتشريعية	0.874	34.96	0.029	0.01	معنوية
كفاءة الطاقة واستدامتها	← مخاطر التحول التكنولوجي	0.819	27.774	0.033	0.01	معنوية

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

تحليل الفرض الفرعي الثالث:

تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية

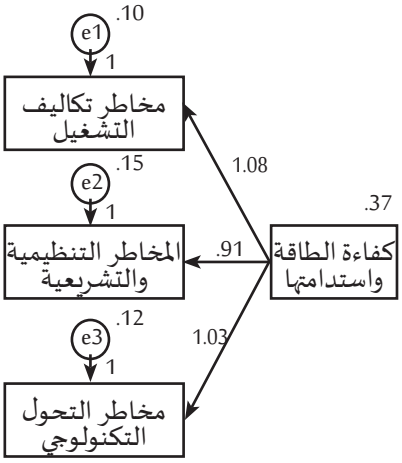
نتائج تحليل المسار (الجدول رقم 17):

- **التأثير على مخاطر التكاليف التشغيلية:** بلغ تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على مخاطر التكاليف التشغيلية 0.88، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. وهذا يشير إلى أن كفاءة الطاقة واستدامتها تسهم بشكل كبير في تقليل مخاطر التكاليف التشغيلية.
- **التأثير على المخاطر التنظيمية والتشريعية:** بلغ تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على المخاطر التنظيمية والتشريعية 0.87، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. هذا يدل على أن كفاءة الطاقة واستدامتها تساهم

في تقليل المخاطر التنظيمية والتشريعية بشكل ملحوظ.

- **التأثير على مخاطر التحول التكنولوجي:** بلغ تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على مخاطر التحول التكنولوجي 0.81، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. يشير ذلك إلى أن كفاءة الطاقة واستدامتها تساعد في الحد من المخاطر المرتبطة بالتحول التكنولوجي.
- **الاستنتاج:** بناءً على نتائج تحليل المسار، يتم قبول الفرض الفرعي الثالث الذي يشير إلى وجود تأثير معنوي لبُعد كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- **التوصيات العملية:** ينبغي على الشركات اتخاذ الإجراءات اللازمة لتعزيز استراتيجيات كفاءة الطاقة واستدامتها كأداة فعالة للحد من المخاطر المالية، خاصة فيما يتعلق بمخاطر التكاليف التشغيلية، المخاطر التنظيمية والتشريعية، وتحولات التكنولوجيا.

بناءً على هذه النتيجة يمكن قبول الفرض الفرعي الثالث ورفض فرض العدم.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج (AMOS V.24)

شكل رقم (8) تأثير بعد كفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية

اختبار الفرض الرئيسي:

من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية استخدامات الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.

لاختبار هذا الفرض، قام الباحثين بإجراء تحليل الانحدار المتعدد المتدرج بهدف تحديد درجات وأولويات تأثير كل بُعد من أبعاد الهيدروجين الأخضر على أبعاد الحد من المخاطر المالية، مع قياس معنوية التأثيرات. يتم عرض نتائج هذا التحليل في الجدول رقم (18).

جدول رقم (18)

نتائج الانحدار المتعدد المتدرج لأبعاد استخدامات الهيدروجين الأخضر على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية

المعالم	القيمة المقدرة B	الخطأ المعياري لـ B	معامل الخطأ المعياري Beta	T المحسوبة	P	الدلالة الإحصائية
الجزء الثابت	.099	.094		1.057	.291	غير معنوية
المرونة أمام تقلبات الأسعار	.112	.037	.114	3.004	.003	معنوية
التوافق البيئي	.437	.056	.426	7.769	.000	معنوية
كفاءة الطاقة واستدامتها	.206	.040	.213	5.208	.000	معنوية
معامل الارتباط (R)= 0,928معامل التحديد () = 0.861 الخطأ المعياري للنموذج 0,25895						
قيمة اختبار (F) = 464.064درجة الحرية = (5، 374) مستوى الدلالة = ,000دالة عند 0,01						

المصدر: إعداد الباحثين.

تحليل الفرض الرئيس:

تأثير أبعاد الهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية

نتائج تحليل الانحدار المتعدد المتدرج (الجدول رقم 18):

- التأثير على أبعاد الحد من المخاطر المالية:

- **التو افق البيئي:** بلغ تأثير التوافق البيئي على الحد من المخاطر المالية 7.769، وهو دال إحصائيًا عند مستوى دلالة 0.01. وهذا يشير إلى أن التوافق البيئي له تأثير كبير في تقليل المخاطر المالية.
- **كفاءة الطاقة واستدامتها:** بلغ تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها على الحد من المخاطر المالية 5.208، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. هذا يدل على أن كفاءة الطاقة تساهم بشكل كبير في الحد من المخاطر المالية.
- **المرونة أمام تقلبات الأسعار:** بلغ تأثير المرونة أمام تقلبات الأسعار على الحد من المخاطر المالية 3.004، وهي دالة معنويًا عند مستوى دلالة 0.01. يشير ذلك إلى أن المرونة أمام تقلبات الأسعار تلعب دورًا في تقليل المخاطر المالية.

- **التفسير بواسطة معامل التحديد (R^2):** تفسر أبعاد الهيدروجين الأخضر 86.1% من التغير الكلي في المتغير التابع المتمثل في الحد من المخاطر المالية، بينما ترجع باقي النسبة 13.9% إلى الخطأ العشوائي في المعادلة أو ربما لعدم تضمين متغيرات أخرى ذات صلة.
- **قيمة (F) المحسوبة:** بلغت قيمة (F) المحسوبة 464.064، وهي دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة 0.01، مما يشير إلى جودة وصحة النموذج، مما يؤكد أنه يمكن الاعتماد على هذا النموذج في التنبؤ بكيفية الحد من المخاطر المالية من خلال استخدام الهيدروجين الأخضر.
- الاستنتاج: بناءً على نتائج تحليل الانحدار، يتم قبول الفرض الرئيس الذي يشير إلى وجود تأثير معنوي لأبعاد الهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
- التوصيات: التوصيات العملية:
  - **يجب على الشركات تعزيز القدرة على تحقيق الشراكات مع أصحاب المصالح في استخدام الهيدروجين الأخضر.**
  - **تحفيز العاملين وتمكينهم من المسؤولية في وظائفهم.**
  - **إنشاء منظومة متكاملة لكافة عناصر العمل والموارد للحد من المخاطر المالية.**
  - **التفكير في القضايا المتعلقة بمخاطر التغيير المناخي وتوقع المتغيرات البيئية.**

نتائج الدراسة

قام الباحثين بتصنيف نتائج الدراسة التطبيقية وفقًا لمتغيرات الدراسة، وهما المتغير المستقل (استخدامات الهيدروجين الأخضر) والمتغير التابع (الحد من المخاطر المالية)، بهدف وضوح الفائدة وتحديد التوصيات المناسبة لكل متغير، وذلك كما يلي:

النتائج المتعلقة بالهيدروجين الأخضر:

أظهرت الإحصاءات الوصفية النتائج التالية:

تصدرت شركة كيما - أسوان الشركات الأخرى في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر، تليها شركة النصر - السويس، ثم شركة موبكو - دمياط، ثم شركة أبو قير للأسمدة - الإسكندرية، وفقًا للقيم المحسوبة للأوساط الحسابية.

1- تعكس قيم الانحراف المعياري في شركة كيما – أسوان أكبر القيم في أبعاد الهيدروجين الأخضر، مما يشير إلى تشتت استجابات عينة الدراسة حول المتوسط الحسابي مقارنةً بالشركات الأخرى. كما تقل قيمة الانحراف المعياري في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر في الشركات الأخرى، مما يعكس تجانس الاستجابات حول المتوسط الحسابي.

2- عند مقارنة قيم الأوساط الحسابية لأبعاد الهيدروجين الأخضر، تبين أن الأبعاد الأكثر إدراكًا من قبل عينة الدراسة هي كما يلي:

- المرونة أمام تقلبات الأسعار - كفاءة الطاقة واستدامتها - التوافق البيئي

من الإحصاءات الاستدلالية، تبين النتائج التالية:

- تميزت شركة كيما – أسوان عن باقي الشركات في جميع أبعاد الهيدروجين الأخضر.

النتائج المتعلقة بالحد من المخاطر المالية:

أظهرت الإحصاءات الوصفية النتائج التالية:

- تصدرت شركة كيما - أسوان قيم الأوساط الحسابية، تليها شركة النصر - السويس، ثم شركة موبكو - دمياط، ثم شركة أبو قير للأسمدة - الإسكندرية، وفقًا للقيم المحسوبة للأوساط الحسابية.

من الإحصاءات الاستدلالية، تبين النتائج التالية:

- تفوقت شركة كيما - أسوان على جميع الشركات، كما تم توضيح ذلك من خلال اختبار توكي المتعدد للمقارنات.

من تحليل الثنائي الاتجاه، تبين أن الشركات الأكثر تأثرًا بالمخاطر المالية هي تلك التي يتبعها المديرون والرؤساء المباشرون في سياسات وإجراءات العمل التي تتبعها الشركات أو من خلال تفاعل الشركات مع الهيدروجين الأخضر.

إذا أرادت الشركات تحقيق تعزيز وتقليل المخاطر المالية، فإنه يجب عليها تنمية استخدامات الهيدروجين الأخضر في التعامل مع التعقيدات البيئية، فضلاً عن تعزيز قدرة الشركات على استغلال مواردها واقتناص الفرص المتاحة إلى أقصى حد ممكن.

النتائج المتعلقة باختبار فروض الدراسة:

يعرض الجدول رقم (19) ملخصًا لنتائج اختبار الفرض الرئيس والفروض الفرعية المنبثقة عنه.

جدول رقم (19)
ملخص نتائج الفروض

الفرض الرئيس	الفروض الفرعية	النتائج
من المتوقع وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لاستخدامات الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية.	الفرض الفرعي الأول	تم قبول الفرض الفرعي الأول حيث تبين وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
	الفرض الفرعي الثاني	تم قبول الفرض الفرعي الثاني حيث تبين وجود تأثير ذو دلالة إحصائية للتوافق البيئي على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
	الفرض الفرعي الثالث	تم قبول الفرض الفرعي الثالث حيث تبين وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لكفاءة الطاقة واستدامتها على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة.
	الفرض الرئيس	تم قبول الفرض الرئيس حيث تبين وجود تأثير ذو دلالة إحصائية لاستخدامات الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في العمليات الصناعية على أبعاد الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية.

المصدر: إعداد الباحثين.

توصيات الدراسة

يقدم الباحثين في هذا القسم قائمة تتضمن توصيات مقترحة بناءً على أهم نتائج الدراسة التي تم التوصل إليها. تهدف هذه التوصيات إلى تحسين الأداء وتوجيه القرارات المستقبلية في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها، بما يعزز الفائدة العملية للبحث ويضمن تحقيق الأهداف المرجوة.

توصيات لصناع القرار والإدارة العليا:

1- **تعزيز استخدام الهيدروجين الأخضر في العمليات الصناعية:**

- بناءً على نتائج الدراسة التي أظهرت تأثيرًا إيجابيًا للهيدروجين الأخضر في الحد من المخاطر المالية، يوصي بتعزيز استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري في عمليات الإنتاج بالمصانع. يجب العمل على تكثيف الشراكات مع الشركات والمؤسسات المعنية بتكنولوجيا الهيدروجين الأخضر وتوفير بيئة مناسبة لدعمه.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 12 إلى 24 شهرًا.

2- **الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة:**

- بناءً على تأثير كفاءة الطاقة واستدامتها في الحد من المخاطر المالية، يجب على الشركات الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة التي تتماشى مع استخدام الهيدروجين الأخضر، ما يعزز من استدامة العمليات الصناعية وتقليل التكاليف التشغيلية.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 6 إلى 12 شهرًا.

3- **تحفيز الابتكار في تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر:**

- ينبغي على الشركات الاستثمار في الدراسة والتطوير لتحفيز الابتكار في تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر. يشمل ذلك تطوير تقنيات جديدة لتحسين كفاءة استخدام الهيدروجين الأخضر وتقليل تكاليف إنتاجه.

- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 12 إلى 18 شهرًا.

توصيات للموظفين والعاملين:

1- **التدريب على تقنيات الهيدروجين الأخضر:**

- بناءً على أهمية تحسين كفاءة الطاقة واستدامتها، يجب تشجيع الموظفين على المشاركة في برامج تدريبية مخصصة لتكنولوجيا الهيدروجين الأخضر. كما يُوصى بتوفير ورش عمل وندوات لتوضيح فوائد هذا التحول من حيث تقليل المخاطر المالية.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 6 إلى 12 شهرًا.

2- **تعزيز المشاركة في عملية التحول إلى الهيدروجين الأخضر:**

- يجب على الشركات تشجيع الموظفين على المشاركة في عملية التحول نحو استخدام الهيدروجين الأخضر من خلال إشراكهم في لجان خاصة أو فرق عمل تهدف إلى تنفيذ هذا التحول، ما يساهم في رفع مستوى التفاعل والإبداع.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 3 إلى 6 أشهر.

3- **تعزيز الثقافة البيئية المستدامة:**

- على الشركات العمل على تعزيز الوعي البيئي بين موظفيها، بما في ذلك أهمية استخدام الهيدروجين الأخضر في مواجهة التحديات البيئية والاقتصادية، مما يساهم في تحقيق الاستدامة على المدى الطويل.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 6 إلى 12 شهرًا.

توصيات لإدارات الموارد البشرية والتطوير المهني:

1- **توفير برامج تطوير مهني متخصصة:**

- يوصى بتوفير برامج تدريب مستمرة للموظفين تركز على المهارات المتعلقة بتكنولوجيا الهيدروجين الأخضر وإدماجها في العمليات الصناعية. يجب أن تتضمن هذه البرامج معلومات حول كيفية تقليل المخاطر المالية من خلال تبني التقنيات الحديثة.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 6 إلى 12 شهرًا.

2- **تشجيع ثقافة الابتكار في استخدام الهيدروجين الأخضر:**

- ينبغي إطلاق برامج تحفيزية تشجع الموظفين على تطوير أفكار جديدة لزيادة استخدام الهيدروجين الأخضر في العمليات الصناعية. كما يمكن تحفيز الموظفين للمشاركة في الأنشطة المتعلقة بتطبيق هذه التقنيات.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 3 إلى 6 أشهر.

3- **تحديث استراتيجيات الموارد البشرية لملاءمة التحول إلى الهيدروجين الأخضر:**

- يجب إعادة تقييم استراتيجيات إدارة الموارد البشرية لضمان توافقها مع أهداف التحول إلى استخدام الهيدروجين الأخضر. يتضمن ذلك تعديل سياسات التوظيف والتدريب والتطوير بما يتماشى مع احتياجات القطاع الصناعي الجديد.
- **المدة الزمنية للتنفيذ:** من 12 إلى 18 شهرًا.

مقترحات لدراسات المستقبلية:

1- **دراسة تأثير التحول إلى الهيدروجين الأخضر على الجدوى المالية على المدى الطويل:**

يوصى بإجراء دراسات مستقبلية لفحص تأثير التحول الكامل إلى الهيدروجين الأخضر على الجدوى المالية للمصانع على المدى الطويل، بما في ذلك تأثير تقليل التكاليف التشغيلية وزيادة القدرة التنافسية.

2- **استكشاف التحديات البيئية والاقتصادية في استخدام الهيدروجين الأخضر:**

ينبغي دراسة التحديات التي قد تواجه الشركات في استخدام الهيدروجين الأخضر كبديل للوقود الأحفوري، مع التركيز على التحديات البيئية والتقنية وكيفية التغلب عليها.

3- **تحليل أثر تطبيق تقنيات الهيدروجين الأخضر في صناعات أخرى:**

يمكن توسيع نطاق الدراسة ليشمل تطبيقات الهيدروجين الأخضر في صناعات أخرى خارج قطاع الأسمدة، مما يساعد على فهم أوسع لأثر هذه التقنيات على مختلف القطاعات.

4- **دراسة تأثير الهيدروجين الأخضر على الاستدامة البيئية في الصناعات الثقيلة:**

يوصى بإجراء دراسة لتحديد مدى تأثير الهيدروجين الأخضر على تقليل الانبعاثات الكربونية وتحقيق الاستدامة البيئية في صناعات ثقيلة أخرى مثل صناعة الصلب أو الأسمنت.

5- **تقييم العوامل الاقتصادية والاجتماعية في تبني تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر:**

يمكن للدراسات المستقبلية أن تركز على تقييم العوامل الاقتصادية والاجتماعية التي تؤثر في قرار الشركات تبني تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر، ومدى تأثيرها على الأداء العام للشركات في الأسواق المحلية والدولية.

حدود الدراسة

تتمثل حدود الدراسة في النقاط التالية:

1- **الحدود الموضوعية:** حدد الباحثين موضوع الدراسة في «أثر استخدام الهيدروجين الأخضر على الحد من المخاطر المالية في شركات الأسمدة بجمهورية مصر العربية".

2- **الحدود المكانية:** تقتصر الدراسة على شركات الأسمدة في جمهورية مصر العربية التي استطاع الباحثين الوصول إليها، من خلال قائمة الاستقصاء الموزعة على عينة الدراسة.

3- **الحدود البشرية:** تم تطبيق الدراسة باستخدام العينة المتاحة أو الميسرة من العاملين في الشركات محل الدراسة.

المراجع

أولاً - مراجع باللغة العربية:

- أحمد، يوسف سعيد. (2014). تقليل مخاطر الاستثمارات المالية، ***مجلة العلوم الإدارية والاقتصادية***، ع 13، 14 ، جامعة عدن، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية. Doi:10.36056/0442-000-013.014-003.
- إحسان، تابتي، ورشيدة بن أحمد دحو. (2024). استراتيجية الهيدروجين الأخضر لتعزيز مكانة الاقتصاد البيئي: دراسة حالة بعض الدول الأوربية، ***مجلة البشائر الاقتصادية***، مج 10، ع 2، جامعة طاهري محمد، بشار، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية.
- الأمم المتحدة. (2023). زيادة إنتاج الوقود الأحفوري يقوض تحول الطاقة، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، ***سكاي نيوز عربية***، https://www.snabusiness.com//article/1668643
- المنتدى العربي للطاقات المتجددة. (2024). مصر توجه إلى استخدام الهيدروجين الأخضر في مصانع الأسمدة https://afre.ae/ar/%D9.
- توفيق، محب خلة. (2019). أدبيات دراسة المخاطر المالية وتبويبها، ***مجلة الاقتصاد والمحاسبة***، ع 673، نادي التجارة.
- جغبالة، عبد الغني؛ وسكينة محلاوي. (2023). الهيدروجين الأخضر كبديل استراتيجي لموارد الطاقة غير المتجددة، ***مجلة التنمية الاقتصادية***، مج 8 ، ع 1، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي.
- ساره، طبيب. (2017). دور إدارة المخاطر المالية في حماية المؤسسة الاقتصادية من الفشل المالي: دراسة حالة عينة من المؤسسات الصناعية في الجزائر، ***رسالة دكتوراه***، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر 269. https://dspace.univ-alger3.dz/jspui/handle/123456789/855.
- عبد الجليل، هدايا؛ وعبد الستار عبد المنعم. (2023). اقتصاديات الهيدروجين الأخضر ودورها في تعزيز أمن الطاقة وتحقيق النقل المستدام، ***المجلة العلمية للبحوث التجارية***، مج 10، ع 4، كلية التجارة، جامعة المنوفية.
- محمد، جيهان. (2020). أثر التقلبات في أسعار النفط على قطاع التصنيع في مصر، ***مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية***، مج 21، ع 11، Doi:10.21608/JPSA.2020.86330.
- نضال نصار. (2022). ذا سولاريست، منصة تعليمية وإخبارية متخصصة في مجال الطاقة الشمسية https:// thesolarest.com/about-us/. 4 https://thesolarest.com/%D8%A3%D9%84%D9%88%D8%A7%D9%86

ثانيًا - مراجع باللغة الأجنبية:

- Abad, Anthony Velazquez & Paul E. Dodds. (2020). Green hydrogen characterisation initiatives: Definitions, standards, guarantees of origin, and challenges, ***Energy Policy***, Vol. 138, March, 111300. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111300.
- Ahmed, Zeeshan & Zain Shakoor. (2021). The role of financial risk management in predicting financial performance: A case study of commercial banks in Pakistan, ***The Journal of Asian Finance***, Economics and Business, Vol. 8, Issue 5, pp. 639-648, 2288-4637(pISSN), 2288-4645 (eISSN).
- AICPA & CIMA. (2022). ***Financial risk management: Market risk tools & techniques***, https:// www.aicpa-cima.com/resources/download/financial-risk-management-market-risk-tools-and-techniques.
- Al-Jahwari, Noor Al Huda; Hamoud Al-Hadrami & Farouk S. Mjalli. (2023). Investigating the Chemical and Physical Effects of Green Hydrogen on Wellbore Cement, ***Mastre Thises***, Department of Petroleum and Chemical Engineering, College of Engineering, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Omam.
- Andersen, Torben G.; Tim Bollerslev & others. (2013). Financial risk measurement for financial risk management, ***Handbook of the Economics of Finance***, Vol. 2, Part B, pp. 1127-1220. https:// www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444594068000172.
- Brauner, S. & others. (2023). Towards green hydrogen?: A comparison of German and African visions and expectations in the context of the H2 Atlas-Africa project, ***Energy Strategy Reviews*** (Elsevier Ltd.) 1.

- Bruneau, Catherine, Alexis Flageollet & Zhun Peng. (2019). Economic and financial risk factors, copula dependence and risk sensitivity of large multi-asset class portfolios, ***Annals of Operations Research*** (2020), 284: pp. 165–197 (Springer Nature). https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-018-3112-8.
- EPA. (n.d.). ***United States Environmental Protection Agency***. https://search.epa.gov/epasearch/?querytext=Fossil+fuels&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeofsearch=epa&result_template=#/.
- Hayes, Adam. (2024). ***Understanding financial risk plus tools to control it***, investopedia.com. 1-15. https://www.investopedia.com/terms/f/financialrisk.asp#axzz1b9QLCKIO.
- Howarth, Robert W. & Mark Z. Jacobson. (2021). How green is blue hydrogen?, ***Energy Science & Engineering***, Vol. 9, Issue10. https://doi.org/10.1002/ese3.956.
- Kopp, O. C. (2024). Fossil fuel: Meaning, types and uses. ***Encyclopedia Britannica***, 10 20. https://www.britannica.com/science/climate-change.
- Munther, Hassan, Qusay Hassan & others. (2024). ***Evaluating the techno-economic potential of large-scale green hydrogen production via solar, wind and hybrid energy systems utilizing PEM and alkaline electrolyzers, Unconventional Resources,*** 5 (2025), 100122 (Elsevier B.V. on behalf of KeAi Communications Co. Ltd.). https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
- Murugan, Senthil & Sree Kala. (2023). Large-scale data-driven financial risk management & analysis using machine learning strategies, ***Measurement: Sensors***,Vol. 27, June, 100756 (Elsevier Ltd.). http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.
- Patonia, Aliaksei. (2024). Green hydrogen and its unspoken challenges for energy justice, ***Applied Energy***, Vol. 377 (2025) 124674 (Elsevier Ltd). http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
- Pettersen, Jostein, Rosetta Steeneveldt & others. (2022). Blue hydrogen must be done properly, ***Energy Science & Engineering***, Vol. 10, Issue 9. https://doi.org/10.1002/ese3.1232.
- Rezaei, Mostafa, Alexandr Akimov & Evan Mac, A. Gray. (2024). Cost-competitiveness of green hydrogen and its sensitivity to major financial and technical variables, ***International Journal of Hydrogen Energy***, Vol. 90 (2024) 1365-1377 (Elsevier Ltd). https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924042599?via%3Dihub.
- Squadrito, Gaetano & others. (2023). The green hydrogen revolution, ***Renewable Energy***, Vol. 216, November 119041, (Elsevier Ltd).
- Syed, Ali Murad; Hana Saeed Bawazir & David McMillan. (2021). Recent trends in business financial risk: A bibliometric analysis, ***Cogent Economics & Finance***, Vol. 9, Issue 1, https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1913877.
- Tunn, Johanna, Tobias Kalt, Franziska Müller and Others. (2024). Green hydrogen transitions deepen socioecological risks and extractivist patterns: evidence from 28 prospective exporting countries in the Global South, ***Energy Research & Social Science***, Vol. 117, 103731 (Elsevier Ltd.), http://creativecommons.org/licenses/bync/4.0/.
- Webb, Jeremy, Thomas longden & others. (2023). The application of green finance to the production of blue and green hydrogen: A comparative study, ***Renewable Energy***, Vol. 219, 119236 (Elsevier Ltd.), http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
- Wolf, C. A. & J. Karszes. (2023). Financial risk and resiliency on US dairy farms: Measures, thresholds and management implications, ***Journal of Dairy Sci.***, 106:3301–3311 (Elsevier Inc). https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00098-X/fulltext.
- World Energy Council. (n.d). ***World Energy Council***. https://www.worldenergy.org/world-energy-community/innovation/hydrogen-charter.
- Yiadoma, Eric B., Lord Mensah & Godfred A, Bokpin. (2022). Environmental risk and foreign direct investment: The role of financial sector development, ***Environmental Challenges***, Vol. 9, December, 100611 (Elsevier). https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/

The Impact of Using Green Hydrogen as an Alternative to Fossil Fuels in Industrial Processes to Mitigate Financial Risks: An Applied Study on the Fertilizer Sector in the Arab Republic of Egypt

Dr. Mohamed Gamal Mohamed Abdel Hadi
Lecturer, Department of Business Administration
Al Madina Higher Institute for Management and Technology
Arab Republic of Egypt

Dr. Walid Zakaria Abdel Nabi Abu Bakr
Lecturer, Department of Business Administration
Modern Academy for Computer Science and Management Technology
Arab Republic of Egypt

ABSTRACT

Purpose: This study aims to assess the potential impact of green hydrogen as an alternative to fossil fuels in industrial processes, specifically focusing on its role in mitigating financial risks for fertilizer plants in Egypt. The research explores how the adoption of green hydrogen can contribute to reducing operational costs, enhancing environmental compliance, and mitigating exposure to energy price volatility, thereby promoting the long-term economic and environmental sustainability of these plants.

Design, Methodology, Approach: A statistically valid questionnaire was designed and distributed to the administrative staff of fertilizer plants in Egypt. Of the 384 questionnaires distributed, 380 valid responses were collected for analysis. The questionnaire focused on measuring the perceived impact of green hydrogen on factors such as cost reduction, environmental compliance, and operational efficiency.

Findings: The findings of this study indicate that the adoption of green hydrogen can significantly reduce operational costs, improve environmental compliance, and mitigate the risks associated with energy price fluctuations. The research underscores the importance of investing in necessary infrastructure and providing adequate administrative support to facilitate a smooth transition to green hydrogen in the industrial sector.

Keywords: *Fossil Fuels, Blue Hydrogen, Green Hydrogen, Financial Risk, Financial Risks.*