

**حلقة بحث مقدمة في مادة الفيزياء بعنوان:**

***الجاذبية الأرضية***

***تقديم الطالب: يزن معلا***

***إشراف المدرس: عبد الرحمن الهاشم***

***بتاريخ 5/1/2016***

# ا***لمقدمة***

# في كوننا هذا العديد من القوى التي أثرت على بقائه ووجوده ولولاها لكان قد تلاشى ومن أهم هذه القوى قوة الجذب التي بفضلها تكونت جميع العوالم والمجرات الموجودة في الكون حيث ان النجوم والكواكب والأقمار تجمعت بفضل هذه القوة لتشكل مجموعات شمسية وأبرز مثال عن قوة الجذب هو (قوة الجاذبية الأرضية) حيث أن هذه القوة من أحد الأسباب الرئيسية لبقاء الحياة على سطح الأرض فهي التي تبقي على الغلاف الجوي للأرض الذي يحمينا من الأشعة الكونية والأشعة الشمسية القاتلة للبشر كما وتبقيهم وجميع الأجسام المادية ملتصقه بسطح الأرض فلولاها لكانت عائمة في الفضاء فمن أين أتت هذه القوة وما هو مصدرها هذا ما سنتعرف عليه في حلقة البحث هذه....؟؟؟

# ***إشكالية البحث***

# ما هو مفهوم الجاذبية الأرضية؟؟

# من مكتشف هذه القوة العظيمة؟؟

# وأخيراً ما هو سر هذه القوة؟؟ وكيف تشكلت؟؟

# ***الفصل الأول:***

# **مفهوم الجاذبية الأرضية:**

الجاذبية هي ظاهرة طبيعية بحيث تقوم الأجسام المادية جميعها بجذب بعضها البعض، وهي الظاهرة المسؤولة أيضاً عن إعطاء الأجسام ما يعرف بالوزن والذي يختلف عن الكتلة، فعلى كوكب الأرض على سبيل المثال يكون الوزن هو مقدار جذب الأرض للجسم ويعبر عنه بوحدة نيوتن أمّا الكتلة فهي مقدار ما يحويه الجسم من مادة وهو أحد خصائص المادة الثلاث وتقاس بوحدة الجرام، ومع أنّ الوزن يختلف باختلاف الجسم المنسوب إليه تبقى الكتلة ثابتة أينما كان هذا الجسم، فوزن جسم ما على سبيل المثال على كوكب الأرض يختلف عن وزنه على القمر بينما تبقى الكتلة ثابتة في هذين المكانين واي مكانٍ آخر يوضع فيه الجسم.[[1]](#footnote-1)

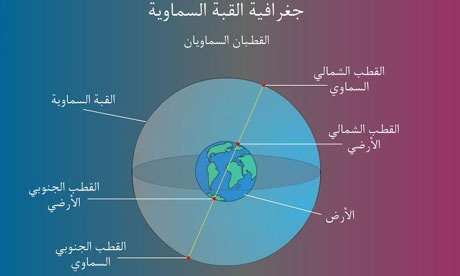
كما أنّ جميع الأجسام الموجودة في الكون تقوم بجذب بعضها بعضاً وهو ما يؤدي إلى تكون المجرات والمدارات في الكون، فالشمس على سبيل المثال تقوم بجذب الكواكب التي تدور حولها والتي تقوم بجذب الأقمار أكانت صناعية أو طبيعية، كما أن الشمس تدور حول أجسام أخرى بفعل قوة الجاذبية وهكذا، وأحد الظواهر الموجودة في الكون والتي تعرف بقوة جاذبيتها الكبيرة والتي تصل إلى حد تقوم به بجذب الأشعة الضوئية التي تسير بالفضاء فتحرفها هو الثقب الأسود المتكون نتيجة القوة العكسية التي تنشأ من انفجار النجوم فهي مرحلة متقدمة من عمر النجم تحدث بعد موته وانفجاره فينضغط هذا النجم نتيجة لهذه القوة مشكلاً كتلة كبيرة ذات حجم صغير وكثافة عالية جداً تؤدي إلى قوة جاذبية كبيرة تجذب جميع الأجسام الموجودة حولها حتى الضوء.[[2]](#footnote-2)

ومن أهم المفاهيم التي يتم فيها استخدام الجاذبية هو جاذبية الأرض أو الجاذبية الأرضية، يرمز لها في الفيزياء بـ g، تشير إلى التسارع الذي تمنحه الأرض للأجسام على السطح أو بالقرب منه. يقاس هذا التسارع بوحدات SI بـm/s2 أو م/ث2 في بعض التراجم العربية ولها قيمة تقريبية مقدارها 9.81 m/s2. معنى هذه القيمة أنه وعند إهمال تأثير الاحتكاك بالهواء أن سرعة السقوط الحر لجسم تزداد بمعدل 9.81 متر في الثانية في كل ثانية. ينبغي التفريق بين الرمز الصغير g وبين الكبير G والذي يرمز لـثابت الجذب العام.[[3]](#footnote-3)

يمكن القول إن هناك علاقة خطية تربط بين كل من وزن وكتلة الجسم، وبين تسارع الثقالة هذا ولذا قد يعبر عن الوزن بدلالة الكتلة تحت اسم مماثل يدعى قوة ثقالة. مع ذلك قد يتأثر هذا الوزن مع دوران الأرض حول نفسها بسبب تغير صافي التسارع الناجم عن كل من الجاذبية والطرد المركزي.  
تعطى القيمة الدقيقة لقيمة الجاذبية الأرضية من تعريف الجاذبية القياسية وهي 9.80665 m/s2 كما أنها ليست القيمة الموجودة على خط الاستواء والتي تساوي 9.78033 m/s2.

ويلاحظ رواد الفضاء أن شدة الجاذبية الأرضية تضعف تدريجيا بارتفاعهم في الفضاء. حتى إن أولئك الرواد الذين يذهبون بعيدا جدا في الفضاء يعيشون فترات تطول أو تقصر داخل كبسولتهم الفضائية في حالة انعدام الوزن. ويعود السبب في ذلك جزئيا إلى قلة تأثير الجاذبية الأرضية عليهم لبعدهم عن الأرض (وكذلك بتأثير القوة الناتجة عن دوران سفينتهم بسرعة حول الأرض).

عندما تنطلق مركبة فضائية من الأرض إلى القمر تخرج تدريجيا من مجال جاذبية الأرض لتدخل جاذبية القمر، حيث الجاذبية أضعف بحوالي 6 مرات. فالرجل الذي يزن 72 كيلو غراما على سطح الأرض لا يزن أكثر من 12 كيلو غراما على سطح القمر. وهذا ما يمكنه من رمي الأجسام إلى مسافة أبعد ومن القفز إلى علو أكبر.



***الصورة رقم (1)***

# ***الفصل الثاني:***

# **من هو مكتشف الجاذبية الأرضية؟**

******

***الصورة رقم (2)***

العالم إسحاق نيوتن هو عالم إنجليزي الجنسيّة، وهو من أحد العلماء الّذين شغلوا مناصب مهمّة في الدولة آنذاك؛ إذ كان أحد أعضاء البرلمان الإنجليزي، كما تولّى رئاسة دار صك العملة الملكية، ويعتبر نيوتن من أبرز العلماء على مرّ التاريخ، خاصّةً في مجال الرياضيات والفيزياء، كما أنّه من العلماء المساهمين بشكل كبير في علوم الفلسفة، والفلك، والكيمياء، واللاهوت، كما أنّ لنيوتن الأثر الكبير في علم البصريّات، وفي وضع أسس التفاضل والتكامل، وذلك بمشاركته ل غوتفريد لابينتز، وقد نشر كتاب نيوتن "الأصول الرياضيّة للفلسفة الطبيعيّة" لأوّل مرة عام 1687، وقد اشتمل هذا الكتاب على أغلب مبادئ الميكانيكا الكلاسيكيّة.  
والعالم إسحق نيوتن هو أوّل من اكتشف الجاذبيّة الأرضية في قصّته الطريفة مع التفاحة؛ حيث كان جالساً في أحد الأيام تحت شجرة من التفاح، فسقطت على رأسه تفّاحة من هذه الشجرة، فأثار سقوط التفاحة الكثير من التساؤلات في نفسه، أوّلها أنّه لماذا لم تصعد التفاحة نحو الأعلى؟ ولماذا سقطت التفاحة إلى أسفل؟ وما سبب سقوط التفاحة بشكل عموي دون أن تترنّح إلى اليمين أو اليسار؟ فكان سقوط هذه التفاحة بداية الطريق الطويل الذي قضى فيه نيوتن 20 عاماً من حياته في البحث في مجال الجاذبية.[[4]](#footnote-4)

وتوصّل نيوتن إلى أنّ هنالك قوّة تؤثر على التفاحة؛ بحيث جعلتها تسقط إلى أسفل وبشكل عامودي، وهذه القوّة مصدرها الأرض؛ أي إنّ الأرض تمتلك قوى تستطيع من خلالها جذب الأجسام نحوها، وتوصّل إلى أنّ مجموع هذه القوى المؤثرة على الأجسام اتّجاهها هو مركز الأرض، وليس أي شيء آخر، وأهم ما توصّل إليه في مجال الجاذبيّة هو قانون الجذب العام، والّذي نصّه كالآتي: " توجد قوة تجاذب بين أي جسمين في الكون، تتناسب طرديّاً مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيّاً مع مربّع المسافة بينهما"، وهذا القانون الّذي لاقى نجاحاً باهراً وأحدث نقلةً كبيرةً جداً في قوانين الميكانيكا الكلاسيكية.

يقول البعض أن أبو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازني اكتشف الجاذبية الأرضية قبل أن يكتشفها نيوتن ، لأن العرب في القرن التاسع للميلاد اكتشفوا قوة جذب الأرض للأجسام وسموها القوة الطبيعية وهناك بعض العلماء المسلمين الذين ولدوا قبل إسحاق نيوتن وهم البيروني وابن سينا والإدريسي ، حيث ذكر ابن سينا أن قوة الجسم الأكبر إذا كانت متشابهة لقوة الجسم الأصغر تتشابه القوتان ، وذكر البيروني في كتابه أن الناس على الأرض مستقيمين وأن الأثقال تكون نحو الأسفل وأن كل شيء يسقط ينجذب نحو الأرض وجاء الإدريسي ليؤكد ما قاله البيروني أن الأرض تجذب كل الكائنات وشبهها بالمغناطيس الذي يجذب الحديد إليه .  
يدل هذا على اكتشاف الجاذبية الأرضية قبل ولادة نيوتن بقرون ويعود الفضل في اكتشاف الجاذبية الأرضية إلى العلماء العرب والمسلمين الذين كانوا يتمتعون بمستوى عال من الذكاء والحنكة التي لم يذكروها لنا ، حيث أنه قام الغربيون بالاستفادة من العلوم العربية الإسلامية البحتة وتحويلها إلى اكتشافات نسبت إليهم[[5]](#footnote-5) .

الجاذبية من وجهة نظر النسبية:

تنص نظرية النسبية العامة لآينشتاين على أن وجود أي شكل من أشكال المادة أو الطاقة أو العزم يحدث انحناء في الزمكان، وبسبب هذا الانحناء فان المسارات التي تسلكها الأجسام في الأطر المرجعية القصورية يمكن أن تنحرف أو تغير اتجاهها ضمن الزمن. وهذا الانحراف يظهر لنا على أنه تسارع نحو الأجسام الكبيرة وعرفه نيوتن بأنه ثقالة أو جاذبية. وبالتالي فان النسبية العامة ترى تسارع الجاذبية أو السقوط الحر بأنه حركة قصورية فعليا (منتظمة) في حين أن المراقب هو من يتحرك حركة متسارعة، وهذا ما يعرف بـ مبدأ التكافؤ، فحقيقة كون جميع الأجسام تسقط تعني أنه لابد من وجود قوة ما تجذبها إلى الأرض. [[6]](#footnote-6)

# ***الفصل الثالث:***

# **نظريات تشكل الجاذبية الارضية:**

وعادة ما تبدأ بحوث الجاذبية الأرضية بسرد قصة نشأة الأرض، حيث تذكر معظم المراجع انه منذ حوالي خمسة بلايين سنة ونتيجة السرعة الهائلة تجمعت كمية من طاقة الحرارة التي تسببت في انفجار النجوم، ذلك الإنفجار العظيم الذي تسبب في تطاير شظايا الكون على صورة غازات ودخان، ومن هذه الشظايا تكونت مجرتنا ومجموعتنا الشمسية وكوكبنا الأرضي.

   وخلال مراحل الانصهار تكونت طبقات الأرض الأربعة، وهي قلب الأرض الداخلي، ثم لب الأرض الخارجي أو ما يعرف بالماغما، ثم طبقة الرداء وانتهاء بسطح الأرض أو قشرتها الخارجية.

   ويتكون قلب الأرض الداخلي أساسا من كتلة من الحديد الذي تصلب بفعل الضغط الهائل الواقع عليه تحت درجات حرارة عالية قد تصل الى 5000 درجة مئوية أو تزيد، ويقدر قطر هذه الكرة المتصلبة بحوالي 2300 كم، أما لب الأرض الخارجي أو ما يعرف بطبقة الماغما المنصهرة والتي يقدر سمكها بحوالي 2900 كم، فهذه الطبقة تتكون من مجموعة من العناصر الثقيلة المنصهرة في درجات حرارة تتراوح ما بين 3700 الى 4300 درجة مئوية.[[7]](#footnote-7)

ثم تأتى الطبقة الرابعة والأخيرة وهى قشرة الأرض الباردة الصلبة وهى أرق طبقات الأرض جميعا إذ لا يزيد سمكها على 80 كم ودرجات الحرارة المتوسطة على سطحها حوالى الصفر المئوي كما نعايشه، حيث يتراوح ما بين 50 درجة مئوية عند خط الاستواء الى ما تحت الصفر عند قطبي الأرض حيث برودتها حوالى سالب50 درجة مئوية، وهى تتكون من مجموعة من العناصر أهمها عناصر الكالسيوم والصوديوم وسيليكون والألمنيوم وغيرها من المعادن وأكاسيدها ومركباتها في صورة صخرية، ويعتقد العلماء أن سبب تكون قشرة كوكبنا الأرضي - الذى ظل منصهرا لأزمنة طويلة بفعل حرارة الإنفجار العظيم – أنه قد بدأ يبرد ويبرد وما زال يبرد حتى وقتنا الحالي تحت تأثير برودة الفضاء المحيط، وأنها تصلبت عندما برد سطح الأرض ثم تشققت بفعل الزلازل المتواصلة خلال آلاف السنين الماضية.

**الاعتقاد الأول:**

وتعرف الدراسات السابقة الكتلة بأنها محتوى الجسم من الوحدات البنائية والجسيمات المكونة له وهي تشمل الجزيئات والذرات والبروتونات والإلكترونات وغيرها.

  كما تعرف التثاقل بأنه وزن الجسم. والذي يمثل قوة التأثير المتبادل بين كتلة الجسم وغيرها من الأجسام التي تنسب عادة الى كتلة الأرض، ولتوضيح ذلك فإن القطعة المعدنية أو الذهبية تحتفظ دائما بكتلتها في أي وقت وفى أي مكان، ولكن هذه القطعة المعدنية أو الذهبية لا تحتفظ بوزنها (تثاقليتها) في كل مكان. حيث يختلف وزنها على سطح الأرض عن وزنها على سطح القمر أو سطح أي كوكب آخر، بل يختلف وزنها على سطح الأرض من موضع الى آخر، ورغم أن الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الجاذبية الأرضية قد صاحبها الكثير من الغموض. فإن مجرد تصور قلب الأرض الداخلى مكوناً من كتلة من الحديد المتصلب يدل على ربط العلماء لأسباب الجاذبية الأرضية بمغناطيسية عنصر الحديد![[8]](#footnote-8)

**الاعتقاد الثاني:**

كما يعتقد بعض العلماء أن الجاذبية قد نشأت في الأرض وبقية الكواكب نتيجة الحركة الدورانية السريعة في بداية نشأة الكون.[[9]](#footnote-9)

**الأسباب التي تنقض الاعتقادين السابقين:**

**نقض الفرضية الأولى:**

1. برغم شيوع تصور أن قلب الأرض الداخلى مكوناً من كتلة من الحديد المتصلب. وبرغم انتشار هذا التصور على جميع المستويات العلمية وبكافة الكتب والمراجع وجميع اللغات والمناهج. إلا أنه افتراض ضعيف ليس له من الأسانيد العلمية ما يبرره. نظراً لأن عنصر الحديد لا يعد من العناصر الثقيلة التي يتحتم وجودها في قلب الأرض. بدليل أن الحديد موجود فعلاً في مواد ومركبات القشرة الأرضية ...

2.   كما أن مغناطيسية الحديد لا يمكن أن يكون لها أي تأثير عندما تصل درجة حرارة المغناطيس الى 850 درجة مئوية. فكيف يكون لها تأثير في داخل قلب الأرض وسط هذا الأتون من الحرارة الرهيبة التي تتعدى آلاف الدرجات المئوية؟

3. ثم إن جاذبية الحديد، ـبافتراض وجودها جدلا في هذه الحرارة الرهيبة، وبافتراض أن كامل قلب الأرض هو كتلة من الحديد المتصلب، فلن يكون لهذه المغناطيسية أي تأثير في أي عنصر غير العناصر الحديدية فقط، فكيف لجاذبية الحديد أن تجذب وتجمع حولها كل محتويات الكرة الأرضية من العناصر والمركبات والمواد المختلفة. وكيف لجاذبية الحديد أن تجذب وتحفظ مياه البحار والمحيطات، وكيف لجاذبية الحديد أن تجذب وتحفظ طبقة الغلاف الجوي بغازاتها وأبخرتها؟

4. كما أن تصور العلماء بأن الحرارة الفائقة مع الضغط الهائل الواقع على الحديد المنصهر في جوف الأرض قد أدى الى تصلبه، يعتبر افتراضا خيالياً منافياً للمنطق، حيث أن زيادة الحرارة والضغط الهائل من البديهي أن تؤدى الى تغور العنصر وليس تصلبه، فكيف يظل الحديد في حالة صلبة وسط هذا الجحيم المستعر والتي تتعدى حرارته آلاف الدرجات المئوية الكافية لتحويل ذرات الحديد الى صورة البلازما![[10]](#footnote-10)

**نقض النظرية الثانية:**

1. كما أن ما يسوقه العلماء حول نشأة الجاذبية نتيجة الحركة الدورانية السريعة للأرض تعتبر من قبيل اللامعقول ... حيث لا يعقل أن تصبح النتيجة هي السبب، إذ كيف تتجمع عناصر الأرض أولا ثم يصبح تجمعها هو سبب جاذبيتها ... وهؤلاء العلماء الذين يقولون بتكون كتلة الأرض في بداية نشأة الكون بفعل عوامل الدوران والحركة السريعة للشظايا المتطايرة بعد الإنفجار العظيم قد فاتهم أن الجسم الذى تصلب عقب الحالة الغازية أو الدخانية كان بالضرورة قد تجمع بفعل وتأثير قوى جاذبة أولاً، أي حتمية وجود عنصر ما عمل كنواة جاذبة لباقي العناصر حوله ... وإلا فكيف تصبح هذه العناصر بعد تجمعها وتكتلها هي سبب التجاذب بينها ...!!

2.  كما أن استمرار حرارة قلب الأرض ثابتة على وتيرتها ومعدلاتها منذ عشرات الآلاف من السنين دون تناقص، يعد دليلاً يدحض الافتراض بأن هذه الحرارة موجودة في تلك الكتلة الصلبة منذ لحظة الخلق الأولى ... فمع نزيف الفقد المتواصل منها لكان منطقياً أن أخذت حرارة قلب الأرض في الانخفاض المتواصل، ولأصبح جو الأرض أبرد وأبرد على مر الأيام والعصور، وهذا لا يطابق ما هي عليه أحوال الارض من ثبات معدل حرارتها خلال آلاف السنين، ناهيك عن الزيادة المضطردة في درجة حرارتها خلال القرنين الماضيين.

**احتمالية الفرضية الأمثل:**

بعدما تبينا جوانب القصور في التصورات السابقة حول أسباب الجاذبية ونشأتها وجوانب القصور بها، وبعدما تبينا استحالة تكون قلب الأرض الداخلى من كتلة ضخمة من الحديد المتصلب، كما تبينا استحالة أن تكون الجاذبية الأرضية ناشئة عن دوران الأرض بعد تشكلها، فكان من المحتم أن نبحث عن عنصر آخر من بين عناصر الأرض تتلاءم صفاته مع الظروف الكائنة بقلب الأرض وقلب أي كوكب آخر، وبمقتضى الحال فينبغي أن تتوافر في هذا العنصر الصفات التالية:

1.  أن يحمل هذا العنصر صفات الجاذبية شاملة التأثير في جميع عناصر الأرض والكون، وبذلك يتحقق التصور المنطقي بأن الأرض وبقية الكواكب تكون قد تشكلت حول عنصر جذبها ذاته عند نشأة الكون عقب لحظة من حدوث ذلك الإنفجار العظيم.

2.  أن يكون هذا العنصر أثقل من كل عناصر الأرض، فيصبح مبرر وجوده في قلب الأرض الداخلى منطقياً وبديهياً.

3.  أن يكون هذا العنصر غازاً أو في حالة غازية، حتى لا يتسبب حال سيولته في إعاقة حركة الأرض وتباطؤ دورانها على مدى الزمن، ولتتوافق حالته الغازية ومنطقية استمرار الحرارة الرهيبة في قلب الأرض الداخلى على مدى آلاف السنين، كما يعمل قلب الأرض الغازي على امتصاص جانب كبير من موجات الضغط الهائل الناتج من التفجيرات الذرية للعناصر الثقيلة النشطة والموجودة في المنطقة المحيطة به قلب الأرض الخارجي.

4.  أن يكون عنصراً مستقراً (خاملاً) بحيث لا يكون عرضة للانفجار الناشئ عن زيادة النشاط الذرى في تلك الظروف الرهيبة من الضغط والحرارة، كما لا يكون عرضة للهدم والتحول الناتج عن تواصل الإشعاع الذري.[[11]](#footnote-11)

## 

## ***الخاتمة***

وفي النهاية وبعد ان تعرفنا على قوة الجاذبية الأرضية واكتشفنا مدى أهميتها لازال الشك يراود العلماء حول أصل نشوء هذه القوة ولكنّهم توصلوا إلى فرضية تعتبر الامثل حتى الآن وهي نظرية الجسيم الإله حيث أن هناك جسيم يدعى جسيم هيغز تجمعت حوله جسيمات فيعطيها كتلة وهذا ما يعتقدون أنه يحصل في باطن الأرض حيث أن هناك جسيمات هيغز تعطي كتلة للجسيمات التي حولها فتؤثر في كتل أخرى وهذا ما ينص عليه قانون نيوتن للجذب العام للتأثير المتبادل بين الكتل وينتقل هذا التأثير عن طريق ما يعرف بالغرافيتون وهذا ما توصل إيه العلم الحديث حتى الآن..

## المصادر والمراجع:

1. <http://www.marefa.org/index.php/>
2. <http://orianit.edu-negev.gov.il/albayan/sites/homepage/alom%5CregFiles%5Cun10.pdf>
3. <https://www.onefd.edu.dz/cours_1as/fichiersPDF/124/ev2/physique/F124-phy2-L02.pdf&ved=0ahUKEwi3nbjI5uLKAhVCc3IKHUxPBMoQFgggMAM&usg=AFQjCNE-D2Z3GnomoFytpjM5J0iZTbHZ3Q>
4. <https://www.lib.nu.edu.sa/uploads/ph/14.pdf&ved=0ahUKEwi3nbjI5uLKAhVCc3IKHUxPBMoQFggtMAG&usg=AFQjCNFn9liqropBaLcbbntK62auSBkUIQ>
5. <http://www.guezouri.org/Ens/Participation/Nv_particip/Kamel_Doc/U5_K/Cours5.pdf&ved=0ahUKEwjjxcLg6uLKAhWpj3IKHUM3DMU4ChAWCDQwCQ&usg=AFQjCNFKsuzh1IOjye4OX6seSFMu28er9g>

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| العنوان | | رقم الصفحة |
| المقدمة | | 2 |
| إشكالية البحث | | 2 |
| الفصل الأول | مفهوم الجاذبية | 3 |
| الفصل الثاني | من هو مكتشف الجاذبية | 5 |
| الفصل الثالث | نظريات تشكل الجاذبية | 7 |
| الخاتمة | | 11 |
| المراجع والمصادر | | 12 |
| الفهرس | | 13 |

***الفهرس***

1. www.marefa.org [↑](#footnote-ref-1)
2. www.orianit.edu-negev.gov.il [↑](#footnote-ref-2)
3. www.marefa.org [↑](#footnote-ref-3)
4. www.onefd.edu.dz [↑](#footnote-ref-4)
5. www.lib.nu.edu.sa [↑](#footnote-ref-5)
6. /www.orianit.edu-negev.gov.il [↑](#footnote-ref-6)
7. www.guezouri.org [↑](#footnote-ref-7)
8. www.onefd.edu.dz [↑](#footnote-ref-8)
9. www.onefd.edu.dz [↑](#footnote-ref-9)
10. www.lib.nu.edu.sa/uploads/ph/ [↑](#footnote-ref-10)
11. www.guezouri.org/Ens/Participation [↑](#footnote-ref-11)