مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٣

إمكانات الطاقة الذكية في مصر باستخدام تطبيقات الجيوماتكس

أ.م.د/ زمزم مرعي أحمد درويش(*)

الملخص:

تناولت الدراسة إمكانات الطاقة الذكية في مصر من خلال دراسة مقومات وتوزيع الطاقة الذكية في مصر، مع تحديد المواقع الأفضل لإنشاء الشبكات الذكية بالمنطقة. وقسمت الدراسة الى ست محاور: جاء أولاً: التطور التاريخي للطاقة الذكية في العالم ثم بمنطقة الدراسة، ليليها ثانياً: نماذج استخدام الطاقة الذكية في العالم بالتطبيق على بعض المباني، وكذلك التطبيق علي دولة ألمانيا كرائد في مجال الطقة الذكية. ثم جاء ثالثاً: بدراسة مقومات الطاقة الذكية في مصر من خلال دراسة مصادر الطاقة المجددة من (محطات الطاقة الشمسية، ومحطات طاقة الرياح، ومحطات الطاقة المائية، وكذلك دراسة الوضع الحالي لشبكات الكهرباء بالمنطقة).

ليأتي رابعاً: شركات الطاقة الشمسية في مصر " دراسة حالة" لتشمل علي دراسة شركات الطاقة الشمسية من خلال (مدي معرفة المواطن، السياسات الحكومية، أهم مجالاتها، مصادر إنتاجها، الدول المصنعة، مدي انتشارها بالمنطقة، الإقبال المستقبلي عليها، ثم معوقات إنتاجها، مقترحات تنميتها)، ثم دراسة بيانات عن محطات الطاقة الشمسية (أعداد المحطات، مصادر الكهرباء بها، الطاقة المنتجة من المحطة، تكلفة المحطة، فترات التقسيط، مدي توفير الطاقة، فترة صلاحيتها، فترات الصيانة، مدي توفير المال والطاقة الشمسية، الاستخدام المنزلي للطاقة الشمسية)، ثم بيانات عن شركات الطاقة الشمسية (أعداد الشركات، أعداد العاملين، مؤهلات العاملين، رواتب العالمين).

ثم جاء خامساً: بدراسة نماذج من المدن المصرية في التحول الي الطاقة الذكية وذلك من خلال تركيب العدادات الذكية بدراسة التحليل الكمي للعدادات الذكية بدراسة(تحليل أنماط التوزيعات المكانية " الجار الأقرب"، ثم تحليل قياس التوزيعات الجغرافية للعدادات الذكية" المركز المتوسط الفعلي، المسافة المعيارية، تحليل الاتجاه التوزيعي"، ثم تحليل القرب المكاني من خلال " الحرم المكاني، نطاق التخصيص المساحي")، ثم دراسة حالة للعدادات الذكية بدراسة بيانات عن الأسرة والمنزل من خلال (الحالة الاجتماعية، عدد أفراد الأسرة، الحالة التعليمية، مهنة رب الأسرة، حالة المنزل)، ثم دراسة استهلاك الكهرباء والعدادات الذكية من خلال (متوسط الاستهلاك الشهري، قيمة الاستهلاك، الاستهلاك خلال فصول السنة، الأجهزة الكهربائية، عدد مرات انقطاع الكهرباء، مدة الانقطاع، مدي الرضا عن الخدمة،) ثم دراسة العدادات الذكية من خلال (توفير المال، استخدام الكهرباء، تكلفة الشراء، العداد الأفضل).

(*) أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا كلية الآداب- جامعة جنوب الوادي بقنا.

ليأتي سادساً: بدراسة الشبكات الذكية والنمذجة والملاءمة المكانية لتحديد أنسب المواقع لإقامة شبكات الطاقة الذكية في مصر، الشبكات الذكية بدراسة (مكونات الشبكات الذكية، الاستخدامات الأساسية للشبكات الذكية، مميزات استخدام الشبكات الذكية للعملاء). ثم دراسة النمذجة والملائمة المكانية لشبكات الذكية في مصر وذلك بالاعتماد على معايير ملائمة مكانية منها (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، شبكات الكهرباء، العمران، شبكات الطرق، خط الساحل، خطوط الكنتور، العدادات الذكية)، ثم تلتهم النتائج والتوصيات.

الكلمات المفتاحية: العدادات الذكية، شركات الطاقة الشمسية، الطاقة الذكية، النمذجة المكانية، الشبكات الذكية.

المقدمة:

تُعد الطاقة مطلبًا ضروريًا للتنمية والتقدم الاجتماعي والاقتصادي لدى شعوب العالم، ولذا أصبح تأمين مصادر الطاقة من أهم أولويات الدول؛ لسد الاحتياجات المتزايدة للطاقة، ومواكبة التقدم الاقتصادي؛ ونتيجة لذلك تزايد الاهتمام العالمي بتوزيع وتحديد مصادر الطاقة، وخاصةً الطاقة المتجددة (مثل الشمس، والرياح، المصادر المائية؛ ويرجع ذلك إلى تقليل الاعتماد على المصادر التقليدية المهددة بالزوال، بالإضافة إلى الأضرار البيئية التي تسببها.

وتعرف الطاقة: على أنها قدرة مخزونة عند انطلاقها تصبح قادرة على أداء العمل وإنجاز الشغل (أي إحداث تغيير)، وتطلق كلمة طاقة على كل ما يندرج ضمن مصادر الطاقة، إنتاج الطاقة، استهلاكها، تخزينها، أسعارها.

فالطاقة هي الحياة ويمكن تحويل أي شكل من الطاقة إلى شكل آخر، مثل تحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية، والطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية والطاقة النووية إلى طاقة كهربائية، كما يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية وهكذا..

وتتعدد مصادر الطاقة ما بين الطاقة التقليدية كالفحم، والبترول، والغاز الطبيعي، والطاقة الجديدة والمتجددة أهمها (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الكتلة الحيوية، طاقة المد والجزر، الطاقة المنبعثة من باطن الأرض، الطاقة النووية، طاقة الهيدروجين، الطفلة البترولية و غيرها،،،)

وتُعد الطاقة المتوقعة للغد ١٠٠٪ طاقة متجددة، حيث يعتمد نظام الطاقة المستقبلي على موارد الطاقة المتجددة مثل: طاقة الرياح والطاقة الشمسية، هذه الموارد لا تحتوي على كميات كبيرة من الطاقة المخزنة، ولكن بدلًا من ذلك يجب التقاط الأمواج والمد والجزر واستخدامها على الفور، ويُعد هذا هو التحدي التكنولوجي الرئيسي الذي يواجه أنظمة الطاقة في المستقبل.

التحدي: هو كيف يمكن لنظام الطاقة المستقبلي، الذي سيكون قائمًا على الطاقة المتجددة، أن يعمل بالمرونة التي يتم توفيرها حاليًا من خلال كميات كبيرة من الطاقة المخزنة في الوقود الأحفوري، بينما توفير الطاقة بأسعار معقولة واستخدام مستوى مستدام من الموارد المتاحة في نفس الوقت؟

الحل: سيكون الحل هو إيجاد أشكال جديدة من المرونة داخل نظام الطاقة، وبأسعار معقولة واستخدام موارد الطاقة المتجددة بطريقة فعالة، هذا يسمى "نظام الطاقة الذكي" Connolly et.al, D.,2013,p. 2).)

ويعرف نظام الطاقة الذكي: بأنه تقنية ناشئة جديدة ستكون إلزامية لشبكة الكهرباء المستقبلية؛ لتوليد ونقل وتوزيع وإدارة ومراقبة الطاقة الكهربائية واستخداماتها، وستكون المساهمة الرئيسة من تقنيات الاتصالات وخاصة التقنيات اللاسلكية التي تتيح اتصالات ثنائية الاتجاه، وتقتصر واجهة الأجهزة الذكية على جانب النقل والتوزيع لشبكة الطاقة، في حين أن واجهتها مع المستهلك واستهلاك الطاقة للمستهلك لا تعطى أهمية كبيرة.

سيستفيد نظام إدارة الطاقة الذكية من إنترنت الأشياء (IOT) إلى جانب أكثر من نوع واحد من تقنيات الاتصال اللاسلكي بناءً على المتطلبات؛ لجمع معلومات الطاقة من المستخدمين وإبلاغها إلى الخادم المركزي، مع نشر عقدة استشعار ذكية في المبنى من أجل استخدام الطاقة، بناءً على الظروف البيئية (درجة الحرارة، الرطوبة، إلخ)، مع تحديد خوارزميات القرار التي تستخدم قيم المستشعر ؛ لتحسين استهلاك الطاقة ((Rathi .B et al ,2014, p. 1008

مكونات النظام الذكي: عبارة عن مجموعة من المدخلات يتم إعدادها بطرق معينة وترتبط بأساليب؛ لمعالجة المعلومات وتحليلها؛ للوصول إلى مخرجات محددة تحقق الأهداف المطلوبة (Yang, 2018, p. 4)، ومن أهم هذه المكونات للنظام الذكي:

أ- المدخلات Inputs

ب- معالجة البيانات والتحليل Information Processing Application and Analysis

ج- النواتج والمخرجات Outputs

د- عامل الوقت Time Consideration

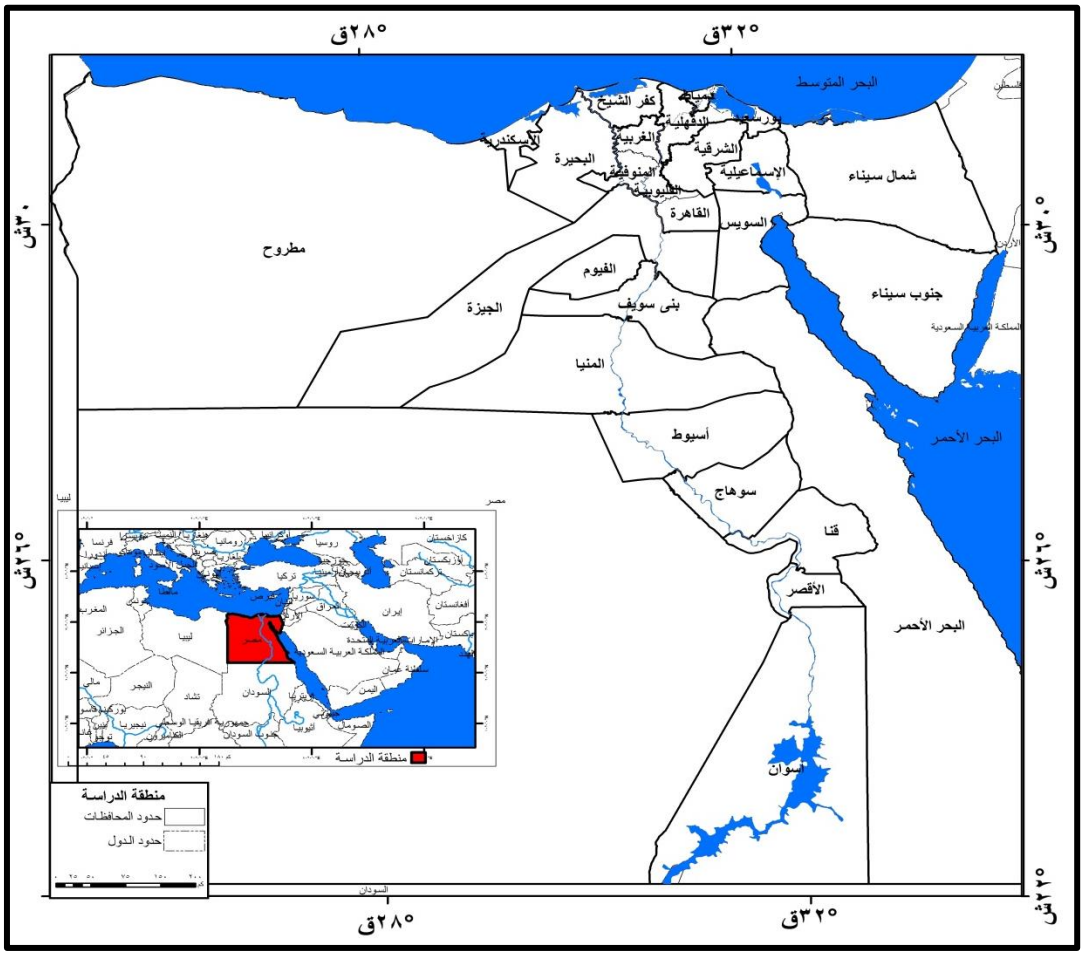
هـ- القدرة على التعلم Learning Ability

- **تعريف المبني الذكي:** وهو تحديد ما يحدث داخله وخارجة، مع تحديد الطرق الأكثر فاعلية؛ لتوفير بيئة صحية ومريحة لمستعمليه، سرعة استجابة المبني لاحتياجات مستعمليه (Atkin, 1993, p. 120)، مع ترشيد استهلاك الطاقة في المبني الذكية باستخدام الأنظمة الذكية.

- **تعريف الشبكات الذكية:** هي عبارة عن شبكة كهربائية ممكنه رقمياً تجمع وتوزع وعمل بناءً على معلومات حول سلوك جميع المشاركين (الموردين والمستهلكين) لتحسين كفاءة وأهمية وموثوقية واقتصاد واستدامة خدمات الكهرباء (وزارة الطاقة الأمريكية، ٢٠١٢م).

وتُعد المباني مسؤوله بشكل عام عن ٤٠% على الأقل من استهلاك الطاقة (Gyeong yun, 2014, p. 70)، وعلى الرغم أن التطور المستمر في التكنولوجيا التي أثبتت الأنظمة الذكية خلالها كفاءتها على المدى البعيد Life Cycle Cost من حيث التكلفة وقدرتها على ترشيد

استهلاك طاقة المبني (Sinopoli, 2006, pp. 7-12) ومع زيادة أزمة الطاقة التي يعاني منها العالم بصفة عامة ومنطقة الدراسة بصفة خاصة، أصبح هناك حاجة ملحة لاستخدام هذه التقنيات، فلا زال مفهوم الطاقة الذكية وأنظمتها في الدول النامية مقتصر على أنها وسائل ترفيهية لا أكثر ويعتقد البعض أن التكلفة المبدئية Initial Cost لهذه الأنظمة قد لا تتناسب مع الدول ذات الاقتصاد المنخفض.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10.8

شكل (١) الموقع والحدود الإدارية لجمهورية مصر العربية عام ٢٠٢٣م.

- **منطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة في الركن الشمال الشرقي لقارة أفريقيا، حيث تقع بن دائرتي عرض (٢٢ ْ)، و (٣٦ ً ٣١ ْ) شمالاً، وبين خطي طول (٢٥ ْ)، و (٣٧ ْ) شرقاً، حيث يلاحظ امتدادها فوق ١٠ درجات عرضية تقريباً، و ١٢ خط طول كما هو موضح بالشكل (١) ويحدها من الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الشرق فلسطين والبحر الأحمر، ومن الجنوب السودان، ومن الغرب ليبيا، وتبلغ مساحة مصر حوالي ١,٠٠٢ مليون كم٢.

بلغ عدد سكان منطقة الدراسة ١١١ مليون نسمة عام ٢٠٢٢م، حيث تضاعف أكثر من أربع مرات خلال ٦٢ عاما، حيث تضاعف في المرة الأولي ١٩٦٠ : ٢٠٢٢م حوالي ١,٦ لكل ٢٠ عاماً تقريبا، فبلغت نسبة الزيادة السنوية للفترة الأولي (١٩٩٦٠ : ١٩٨٠م) الي ٠,٨٣٦ مليون نسمة سنوياً، وبلغت الزيادة السنوية للفترة (١٩٨٠: ٢٠٠٠م) الي ١,٣٩٩ مليون نسمة سنوياً، في حيث جاءت الفترة (٢٠٠٠: ٢٠٢٠م) نسبة الزيادة بها ١,٧٨٨ مليون نسمة سنوياً، وجاءت الزيادة السكانية في آخر عامين بنسبة ١,٧٥ مليون نسمة سنوياً، مع دراسة أعداد السكان المتزايد سنوياً يلاحظ أهمية التنمية المستدامة لتحقيق متطلبات هذه الزيادة والتي يأتي في مقدمتها الطاقة بأنواعها، والبحث عن بدائل للطاقة التقليدية مرتفعة السعر واستبدالها بالطاقة المتجددة الذكية لتحقيق السهولة والمرونة في الإنتاج والاستهلاك ؛ من خلال عمل منظومة ذكية تتمثل في العدادات الذكية ومن ثم ربطها بالشبكات الذكية .

جدول (١) التطور التاريخي لأعداد السكان في جمهورية مصر العربية خلال الفترة (١٩٦٠: ٢٠٢٢م).
(بالمليون نسمة)

السنة	١٩٦٠	١٩٨٠	٢٠٠٠	٢٠٢٠	٢٠٢٢
عدد السكان	٢٧,٠٣	٤٣,٧٥	٧١,٣٧	١٠٧,٥	١١١
نسبة الزيادة / سنوياً	٠,٨٣٦	١,٣٩٩	١,٧٨٨	١,٧٥	--

المصدر: الجدول من عمل الباحثة اعتماداً على التعبئة العامة والإحصاء سنوات مختلفة (١٩٦٠- ١٩٨٠ - ٢٠٠٠- ٢٠٢٠- ٢٠٢٢م).، والنسب من حساب الباحثة.

وتُعد مصر من الدول المناسبة لتطبيقات الطاقة الذكية لما يتوافر بها من مقومات الطاقة المتجددة وخاصةً الطاقة الشمسية أحد أهم العناصر التي تعتمد عليها الطاقة الذكية؛ حيث تقع منطقة الدراسة في الحزام الشمسي، فيمكن استغلال مساحة ١٠ كم٢ في إنتاج طاقة من تركيز أشعة الشمس بالصحراء الغربية تعادل الطاقة المتولدة م ١٥ مليون برميل سنوياً، ويرجع ذلك الي أن معدل تخزين الطاقة المولدة من أشعة الشمس من خلال محطات الطاقة الحرارية تصل الي اعلي مدي وهو ١٠٠% في معظم شهور السنة ما عدا شهري يناير وفبراير فتنفض الي ٨٥% (مصطفي منير محمود، بدون تاريخ، ص ١٣)

- **الدراسات السابقة:**

١- <u>الدراسات عن الطاقة الذكية عالمياً:</u>

تعدد المشاريع البحثية في الطاقة الذكية ومنها:

- دراسة **(يونغ سي، ٢٠١٨م)** التي اهتمت بأنظمة توزيع الطاقة الذكية: عن طريق التحكم والاتصال والتحسين وشرح كيفية عمل التقنيات المتنوعة لبناء وصيانة الشبكات الذكية حول العالم، كما ذكرت أحدث التطورات في مجال التحكم والاتصال وتحسين الشبكات الذكية، وقدمت رؤية فريدة للتحكم في نظام الطاقة والاستشعار والاتصال وتقنيات

التحسين، كما تناولت تحديات التحكم في الطاقة المتجددة والشبكات الذكية، والاتصالات في أنظمة الطاقة الذكية، وتحديات التحسين في عمليات نظام الطاقة الذكية، ركز كل مجال تمت مناقشته على الابتكارات العلمية المتعلقة بالمناهج والأساليب والحلول الحسابية المقدمة (Yang, 2018)

- ودراسة **(توشيهيسا، ٢٠١٤م)** التي اهتمت بتكامل مصادر الطاقة الموزعة في أنظمة الطاقة، وعرض الجوانب الأكثر صلة بدمج الطاقة الموزعة في أنظمة الطاقة، مع التركيز بشكل خاص على تحديات النقل والتوزيع ويكتشف أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في تطبيقات أحدث التقنيات؛ مما يمنح القراء خريطة طريق واضحة للتعامل مع السمات التقنية والاقتصادية لموارد الطاقة الموزعة، وأهتمت بأنظمة تخزين الطاقة، والطاقة الذكية (Toshihisa , 2016)
- **ودراسة (محمد راشد، ٢٠١٤م)** تُعد من الدراسات في مجال الطاقة البديلة وإلكترونيات القوي، والتي أهتمت بتصميم واختبار واستكشاف أخطاء إلكترونيات الطاقة في أنظمة الطاقة البديلة؛ مما يوفر أهم المعلومات حول كيف يمكن لمكونات إلكترونيات الطاقة مثل: العاكسات، ووحدات التحكم، والبطاريات التي تلعب دورًا محوريًا في التنفيذ الناجح للبيئة الخضراء حلول الطاقة لكل من التطبيقات المستقلة والمتصلة بالشبكة، وتمت دراسة كيفية اختيار المكونات المناسبة لأنظمة متنوعة، من مزارع الرياح على نطاق المرافق إلى الألواح الكهروضوئية في المساكن الفردية، وكيفية تحقيق أقصى استفادة من الأنظمة الحالية (Muhammad, 2014).
- **(بنغوي دو نينج، ٢٠١٤م)**، التي تهتم بتخزين الطاقة للشبكات الذكية" للأحياء الإيجابية للطاقة ومناطق الطاقة الذكية"، حيث أعتبر تخزين الطاقة مكونًا رئيسًا لأي اعتبار شامل للشبكات الذكية، لا سيما عند دمج الطاقة المستمدة من مصادر الطاقة المتغيرة والموزعة والمتجددة، يتعمق تخزين الطاقة للشبكات الذكية في التغطية التفصيلية لمجموعة كاملة من تقنيات التخزين المتاحة والناشئة، المقدمة في سياق الاعتبارات الاقتصادية والعملية، مع إمكانية تخزين طاقة بطارية الصوديوم الكبريتية لتمكين مزيد من التكامل مع الرياح، وتأثير موثوقية نظام الطاقة على تكامل تخزين الطاقة مع استراتيجية التشغيل الذكي، وتخزين الطاقة اللامركزية في مغذيات سكنية مع الخلايا الكهروضوئية، لتشغيل أنظمة تخزين البطاريات المستقلة واسعة النطاق في أسواق الطاقة(Pen gwei, 2014)
- **وتهتم دراسة (هنريك لوند، ٢٠٠٩م)**، التي تهتم بتقديم منهجية واضحة وشاملة لمقارنة قدرات أنظمة الطاقة المختلفة على دمج مصادر الطاقة المتجددة المتقلبة والمتقطعة، حيث يقدم نتائج أكثر من خمس عشرة دراسة شاملة لتحليل نظام الطاقة، ويفحص التكامل الواسع النطاق للطاقة المتجددة في النظام الحالي، ويعرض أمثلة تصميم ملموسة مستمدة

من عشرات أنظمة الطاقة المتجددة حول العالم، ومحطات الطاقة المستقبلية وأنظمة الطاقة الذكية، وتم التطبيق على نظام الطاقة المرجعي الدنماركي، (Henrik Lund, 2009)

- دراسة **(أوين أودريسكول، ٢٠٢١م)**، التي تهتم بدراسة أنظمة المباني الذكية: من خلال المبنى الذكي والأنظمة الأساسية داخله، وتوصيل عدادات المياه والمضخات وأجهزة إنذار الحريق والطاقة والإضاءة؛ مما يسهل ضبط الإعدادات ومراقبة ناتج طاقة المبنى، سواء عن بُعد أو في الموقع للاستفادة من البيانات الضخمة والتحليلات لتقديم مباني ذكية ومستدامة. (Eoin ,2021)

٢- <u>دراسات عن الطاقة في منطقة الدراسة:</u>

- كما تعدد المشاريع البحثية في الطاقة الجديدة والمتجددة، منها المشاريع البحثية التي قدمتها هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عن استخدام الطاقة الشمسية في الصناعة (moisan,1981)، واستخدام الطاقة الشمسية في الواحات الخارجة (salem , 1992).
- وأيضًا هناك دراسة في جامعة كلورادو بالولايات المتحدة عن توليد الطاقة من مصدرين والتطبيق على المناطق المتطرفة في مصر (Kamel .2003)، حيث اقترح في هذه الدراسة استخدام طاقة الرياح مع الديزل في محطة شرق العوينات حيث كانت هذه المحطة ديزل فقط وهي خارج الشبكة الموحدة.
- دراسة خلود حسام حسنيين حسن (٢٠٠٤م) والتي بعنوان "اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وإمكانية استثمارها في مصر"، وتناولت جميع أنواع الطاقات المتجددة وكيفية توليد الكهرباء، وكذلك تحلية المياه، مع ذكر بعض مشاريع الطاقة الشمسية في مصر.
- وفي دراسة لجامعة رويال رودز بكندا عن الطاقة المتجددة في الأقطار النامية: دراسة حالة مصر (Dina,2006)، إشارات إلى أن تكنولوجيا الطاقة المتجددة وكفائه الطاقة مجتمعين معًا لتقليل الانبعاثات الضارة، وأخذت مصر كنموذج للدراسة (كهربة مصر الصناعية والمنزلية ثم بحثتها بالتفصيل).
- دراسة خالد عبد المجد محمد عمر (٢٠١٢م) والتي اهتمت بدراسة " اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر" وتناولت الجانب القياسي وكذلك عمل المقارنات للطاقة الشمسية من الجانب الاقتصادي.

- **أسباب وأهمية الدراسة:**

١- الاستفادة من الموارد المتجددة لتخفيف الضغط على الموارد التقليدية والحفاظ عليها للأجيال القادمة.

٢- استثمار الموقع الفلكي لمصر حيث تقع الحزام الشمسي العالي ما جعلها أكثر دول العالم تتمتع بطاقتي الشمسي والرياح.

٣- رصد الجهود التي بذلتها الدول في استغلال الموارد الطبيعية المتجددة وريفها بالطاقة الذكية.

٤- محاولة الحفاظ على البيئة في الحد من انبعاثات الغاوات الضارة من الوقود الأحفوري.

٥- مواكبة الاتجاه العالمي نحو الطاقة الذكية مع توافر مقومات في مصر.

- **مشكلة الدراسة:**

١- أن قطاع الطاقة في مصر من أكبر المصادر في انبعاث الكربون فهو مسؤول عن إنتاج ٧١,٤% في مصر عام ٢٠١٦م، وينتج ما يقارب من ٢٢١ مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون (http://enterpise.press/ar/hardhats)، ومتوقع يصل الي ٣٥٤ مليون طن عام ٢٠٣٠م (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠١٩م، ص ٥٢).

٢- تُعد الطاقة الكهربائية من أهم مقومات التنمية، ولذلك تحرص الدولة علي توفيرها لتلبية احتياجات السكان ومتطلبات التنمية، وقطاع الطاقة في مصر أكبر مصدر لثاني أكسيد الكربون حيث بلغ حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع الكهرباء الي ٨٣,٢٢ مليون طن عام ٢٠١٩م، (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠٢١م، ص ١٩٨).

٣- مصر ليست عينة بمصادر الطاقة الأحفورية، ولذلك يجب البحث عن مصادر آخري متوافرة وهي الطاقة المتجددة، حيث مستدف زيادة إنتاج الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء لتصل الي ٤٢% بحلول ٢٠٣٥م (الوكالة للطاقة المتجددة، ٢٠١٩م، ص ٣٢).

- **أهداف البحث:**

ويهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانات الطاقة الذكية في مصر ويركز على مجموعة أهداف أهمها:

١-تزايد مشكلة الطاقة في الفترة الأخيرة في مصر، مع ارتفاع سعر الوقود الأحفوري.

٢-إبراز دور البحث العلمي في إيجاد حلول علمية لمشكلات الطاقة التي تواجه المجتمع المصري.

٣-الخروج بدراسة متكاملة عن الوضع الراهن والمستقبلي لإمكانات الطاقة الذكية في مصر.

٤-دراسة العدادات الذكية

٥-الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب المواقع لاستخدام أنواع الطاقة المختلفة والمتجددة بصفة خاصة للوصول إلى الأماكن التي يمكن إقامة شبكات الطاقة الذكية بها بناءً على معايير محددة.

٦-عمل نموذج GIS Model لتحديد أفضل مناطق استخدام الطاقة المتجددة في مصر؛ للوصول إلى أنسب المواقع لإقامة شبكات الطاقة الذكية بمصر.

- **مناهج البحث وأساليب الدراسة في جغرافية الطاقة**

- **مناهج البحث:**

المنهج التاريخي: وهو عبارة عن طريقة علمية منظمة تعتمد على جمع البيانات والمعلومات المتوافرة في المصادر الوثائقية وفق تصور وفروض معينة، حيث استخدام في دراسة التطور التاريخي للطاقة المتجددة في منطقة الدراسة الداعم الرئيسي للطاقة الذكية، وكذلك دراسة بعض التجارب لأهم الدول على مستوى العالم في مجال الطاقة المتجددة بصفة عامة، والطاقة الذكية بصفة خاصة.

المنهج الوصفي التحليلي: يتميز المنهج بعنايته برصد الحقائق المتعلقة بالطاقة الذكية، وهو ما يعرف بطريقة تناول الأحداث والظواهر والممارسات الموجودة والمتاحة للدراسة والقياس، بدون تدخل في مجرياتها ويتم التعامل معها ويصفها ويحللها، حيث تهدف دراية الطاقة الذكية في مصر من خلال (عملاء مستخدمي العدادات الذكية، وشركات الطاقة الشمسية والمتجددة بالمنطقة)، وذلك عن طريق جمع البيانات عن الشبكات الذكية وتحليلها للوصول الي أفضل المواقع لإنشاء شبكات الطاقة الذكية في مصر، وتحليل مدي مساهمة الطاقة الذكية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر.

منهج تحليل نظم الطاقة: حيث يناسب هذا المنهج دراسة الطاقة الذكية بالمنطقة، حيث إنه يتيح تغطية علمية شاملة لجميع عناصر البحث في إطار متناسق ومترابط، وهذا المنهج يعالج أي مصدر من مصادر الطاقة على أنه نظام متكامل، حيث لا يمكن فهم أي عنصر بمعزل عن باقي العناصر (سعيد عبده، ١٩٩٩، ص٢١)، فعلي سبيل المثال عند دراسة الطاقة الذكية لابد من دراسة (مصادر الطاقة المتجددة، وشبكات الكهرباء الحالية، ومراكز الاستهلاك، ومحطات المحولات مختلفة الجهد لاستبدالها بالشبكات الذكية.

كما تم الاعتماد على عدة أساليبه في البحث لدعم المناهج المتبعة ومنها:

وقد استخدم بعض الأساليب منها نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، والصور الجوية في تخطيط الطاقة الذكية، لعمل خرائط لأنماط الاستهلاك ومواقع الإنتاج وشبكة النقل، وإمكانية الاستفادة من الطاقة الذكية مثال ذلك معرفة مدي المساهمة في تغذية الشبكة سواء شركات أو أفراد، وعمل نمذجة لتحديد أفضل المواقع المناسبة لعمل شبكات الطاقة الذكية في مصر بناءً على معايير محددة. جاءت في مقدمتها بعض أدوات التحليل المكاني التي تساهم في تطبيق وتحقيق مناهج وأهداف الدراسة ومنها (Spatial, Statistics Spatial Analyst, Network, analyst, Model)، ثم تم استخدام الأسلوب الإحصائي ببعض المعاملات والمعادلات الإحصائية منها (مقاييس التشتت، ومقاييس النزعة المركزية)، ثم جاء الأسلوب الكارتوجرافي

موضحاً في الأشكال والخرائط، وذلك لتوضيح خصائص الطاقة الذكية والنتائج التي تم التوصل إليها،

الدراسة الميدانية: تم توزيع استمارتين استبيان:

النموذج الأول: الشركات التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية والتي ازدادت شركات الطاقة من ٥ شركات عام ٢٠١٤م الي ٢٥٠ شركة في ١٢ أكتوبر ٢٠٢٢م، حيث تم توزيع عدد ٥٢ استمارة على منطقة الدراسة؛ وهو ما يعادل ٢٠,٨ % من إجمالي شركات الطاقة الشمسية (تمت الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م)

النموذج الثاني: عن مستخدمي العداد الذكي بمصر بعدد ٢٧٨٦ استمارة، حيث بلغت العدادات التي تم تركيبها حتى هذه الفترة ٢٥٠ ألف عداد في عشرة مدن وهي: (مدينة نصر، العبور، ٦ أكتوبر، الشيخ زايد، الإسكندرية، برج العرب، العاشر من رمضان، طنطا، المنيا، أسيوط)، وتمت الدراسة الميدانية في شهور (يناير وفبراير، ومايو من عام ٢٠٢٢م).

- **<u>عناصر البحث:</u>**

أولاً: التطور التاريخي للطاقة الذكية في العالم ومنطقة الدراسة:

ثانياً: نماذج استخدام الطاقة الذكية في العالم:

- التطبيق على بعض المدن في العالم.
- بالتطبيق علي دولة ألمانيا.

ثالثاً: مقومات الطاقة الذكية في مصر:

- الطاقة الشمسية
- طاقة الرياح
- الطاقة المائية
- شبكات الكهرباء

رابعاً: دراسة شركات الطاقة الشمسية في مصر" دراسة حالة".

خامساً: نماذج من المدن المصرية في التحول الي الطاقة الذكية.

سادساً: الشبكات الذكية والتخطيط المستقبلي لتحديد أنسب المواقع لإقامة شبكات الطاقة الذكية في مصر.

١- شبكات الطاقة الذكية.

٢- النمذجة والملائمة المكانية لشبكات الذكية في مصر.

وفيما يلي شرح هذه العناصر بشيء من التفصيل:

أولاً: التطور التاريخي للطاقة الذكية في العالم ومصر:

١- التطور التاريخي لمقومات الطاقة الذكية في العالم ومصر:

- **الطاقة الشمسية في العالم:** عرفت البشرية استخدام الطاقة الشمسية لأغراض متنوعة منذ القرن التاسع قبل الميلاد، فبدأ باستخدام ة تدفئة المياه داخل الزجاج عن طريق أشعة الشمس المباشرة، وبدأ استخدامها حالياً في توليد الطاقة الكهربائية، وأيضاً تستخدم في تقنية المركبات الهجينية (سيدة عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٩م، ص ٥٣٥)

في القرن الثالث بعد الميلاد استخدم كل من الرومان والإغريق المرايا لإشعال النيران في مشاعل ضوئية لأغراض دينية، كما استخدمت في الفترة الممتدة من القرن الأول الي الرابع بعد الميلاد استغل الرومان الطاقة الشمسية في تأمين الدفء في أماكن الاستجمام عن طريق بناء هذه الأماكن بطريقة تسمح بنفاذ ضوء الشمس إليها.

في عام ١٨٨٣ تمكن المخترع الأمريكي تشارلز فريتز من صناعة أول خلية مصنوعة من رقاق السيلينيوم، تم اختراع أول سخان مياه تجاري شمسي عام ١٨٩١م، وسرعان ما تم الترويج لهذه التقنية تجارياً على مستوي واسع في عام ١٩٥٤م بدأت ويسترن الكتريك Western Electric لبيع الرخص التجارية للسيليكون الضوئية (PV)؛ ولهذه التقنية آثر كبير في التنمية والنهضة في الولايات المتحدة خاصةً بعد الأثر الكبير لقطاع الطاقة في الحرب العالمية الثانية.

في منتصف خمسينات القرن العشرين ساهم المهندس المعماري فرانك بريدجر بتصميم أول مكتب تجاري في العالم يستخدم الطاقة الشمسية في تسخين المياه، وفي عام ١٩٥٩م عادت شركة هوفمان الإلكترونيات لتحقيق كفاءة ١٠% للخلايا الشمسية وإتاحتها تجارياً، كما أطلق القمر الصناعي إكسبلور السادس والذي كان يستخدم تقنية الخلايا الفوتوضوئية (الخلايا الشمسية) بشكل كبير.

وفي عام ١٩٦٣م زودة اليابان أكبر منارة في العالم بالخلايا الشمسية آنذاك بطاقة قدرها ٢٤٢ وات، وأطلق وكالة ناسا ١٩٦٤ قمر صناعي مدعوم بنظام شمسي يولد ٤٧٠ وات.

وفي سبعينات القرن العشرين قام دكتور اليوت بيرمان بمساعدة من شركة إكسون بتصميم خلايا شمسية أقل تكلفة، حيث انخفضت من ١٠٠ دولار للوات الي ٢٠ دولار / للوات؛ وهو ما يعزز استخدام تقنية الخلايا الشمسية في المنازل مع بداية وجود الأنظمة المتصلة بالشبكة وبعد ذلك هو البداية الفعلية لاستخدام الطاقة الذكية في العالم (سيدة عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٩م، ص ٥٣٧)

وفي عام ١٩٧٦ بدأ مركز أبحاث ناسا لويس بتركيب ٨٣ من أنظمة الطاقة الشمسية في كل القارات عدا أستراليا، وتحثى هذه النظم لتطبيقات إضاءة الغرف، والعيادات الطبية والاتصالات، وضخ المياه وطحن الحبوب، ومد الفصول الدراسية بالطاقة اللازمة، وفي عام ١٩٧٧ أطلقت وزارة الطاقة الأمريكية معهد بحوث الطاقة الشمسية، وبلغ إنتاج القدرة

الكهربائية من تقنية الخلايا الشمسية الي ٥٠٠ كيلو وات (سيدة عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٩م، ٥٣٧- ٥٣٨)، وبلغ إجمالي المنازل التي تستخدم الخلايا الشمسية لتوفير المياه والكهرباء ل ١٥ منزلاً حتي عام ١٩٨٣م.

وظهرت أول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بقدرة ١ ميجا وات في كاليفورنيا عام ١٩٨١م، وفي نفس العام شهد العالم أول سيارة تعمل بالخلايا الشمسية في أستراليا، وأطلقت الولايات المتحدة الأمريكية عدد من المشاريع الطاقة الشمسية مع عدد من الشركات، ثم تم وضع أول تصميم منازل لها الاعتمادية الذاتية بتوليد الطاقة بقدرة ٤ كيلو وات في نهر هدسون عام ١٩٨٣م بلغت الطاقة الكهربائية المولدة بهذه التقنية ٢١,٣ ميجا وات مع مبيعات فاقت ٢٥٠ مليون دولار ويعد ذلك أحد عناصر الطاقة الذكية.

وقفز إنتاج الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية بحلول عام ١٩٩٩ م واستخدمت أطول ناطحة سحاب في مدينة نيويورك في ذلك الوقت تستخدم الخلايا الضوئية الي ١٠٠٠ ميجا وات، وفي عام ٢٠٠٠م استمر تطور هذه التقنية في الفضاء بعدد ٣٢٥٠٠ خلية شمسية في الفضاء، مع تطور العاكسات، وكذلك تطوير استخدم الشرائح الثلاثية الأبعاد لتركيز ضوء الشمس على الخلايا الشمسية (سيدة عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٩م، ص ص ٥٣٨، ٥٣٩).

وبعد ذلك تطورت الخلايا الشمسية تطوراً كبيراً لا يكاد يحصي، ليصبح على مستوي الأجزاء البسيطة من الكفاءة، ولكن وجب علينا معرفة التطور التاريخي بهذه التقنية، لنعلم مقدار المجهود الذي بذل لكي صل الي هذه التكنولوجيا بصورتها الحالية.

سخانات الطاقة الشمسية استخدمه الولايات المتحدة الأمريكية لأول مرة عام ١٨٩٠م، وتم تركيب ١٠٠٠٠ سخان شمسي في عام ١٩٢٠م، وبدأ أول محطة تجربيه التي أنشئت عام ١٩٨٠م بصحراء ولاية كاليفورنيا باسم شمس ٢، والتي بلغت قدرتها ١٠ ميجا وات، واعتمد العلماء على تكنولوجيا جديدة ومنها تحويل أشعة الشمس الي طاقة ميكانيكية تدير التوربينة، وتعمل محطة إنتاج الكهرباء بواسطة تقنية البرج المركزي والتي توفر الطاقة الكهربائية عدد هائل من المنازل يتراوح من ١٠٠٠٠٠: ٢٠٠٠٠٠ منزل (محمد مصطفي الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٤١).

الطاقة الشمسية في مصر: بدأت الطاقة الشمسية في مصر ١٩١٢م علي يد الأمريكي فرنك ثومان أنشأت في حي المعادي (٦ شارع ١٠) تم تركيب أول محطة لتركيب الطاقة الشمسية والتي احتوت على خمس مجمعات طاقة شمسية كل منها بطول ٦٢ متر، وعرض ٤ أمتار، وتفصل بينهم ٧ متر وتم استيراد مكوناتها من فيلاديلفيا بالولايات المتحدة الأمريكية، واستمرت لمدة عام.

وفي عام ١٩١٣م تم إنشاء شومان محطة أحواضاً من قطاع مكافئ لتشغيل محرك بقوة ٥٥ حصاناً وذلك لضخ ٢٠٠٠ لتر مياه / دقيقة من نهر النيل ولك الي حقول القطن المجاورة وحقق

هذا النظام العديد من التحسين التكنولوجي، وكانت أهمها لوحات امتصاص مزدوجة مفصولة بمسافة بوصة، وبذلك استطاعت مصر أن تروي مزارع القطن بقوة حوالي ٥٥ حصان شمسي، وقد احتل هذا الحدث غلاف مجلة Electrical Experimenter الأمريكية ونشر في ص ٣٥، ٣٦، ٣٧ بعدد ١٩١٦؛ وبذلك يتضح أهمية مصر كأفضل موقع في العالم لإنشاء محطات طاقة الشمسية، ولكن قل استخدام الطاقة الشمسية بعد اندلاع الحرب العالمية الثانية واكتشاف النفط الرخيص في الثلاثينيات، وأعيد الاهتمام بالطاقة الشمسية في السبعينات .

وفي عام ١٩٩٨م استخدمت الطاقة الشمسية الحرارية في مجال تسخين المياه للأغراض المنزلية، حيث بلغ عددها ٢٠٠ ألف وحدة، وتوفر سنوياً حوالي ٦٠ ألف طن مكافئ بترول، وكذلك تنفيذ عدة مشروعات لتسخين الشمسي الصناعي منها مشروع شركة النصر للكيماويات الدوائية، وأيضاً مشروع المجزر الآلي بالنزهة والهدف منها تسخين المياه التي تحتاجها العمليات الصناعية مما يوفر استهلاك الطاقة وتقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون (محمد الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٤٣). بالإضافة لمشروعات ضخ المياه لاستصلاح وزراعة الأراضي الصحراوية في كل من وادي النطرون، والنوبارية واستخدمت في وادي الريان بالفيوم وذلك لصناعة الثلج لتوفيره للصيادين عام ١٩٩١ م (سعيد عبده، ٢٠٠٢م، ص ٢٠٥م) وأصدرت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في نفس العام أول دراسة متكاملة خاصة بالإشعاع الشمسي في مصر، وتجددت الدراسة مرة أخرى في أطلس للإشعاع الشمسي عام ٢٠٠٦ م.

ثم جاء عام ٢٠١٢ على خطة توليد ٣٥٠٠ ميجا وات من الطاقة الشمسية منها ٢٨٠٠ من الطاقة الشمسية المركزة ٧٠٠ منها من الطاقة الكهروضوئية بحلول عام ٢٠٢٧م وسيعمل ذلك على خفض انبعاث ثاني أكسيد الكربون بمقدار ٧,٧ مليون طن سنوياً، وكذلك سوف يعمل على توفير ما يقارب من ثلاثة ملايين طن وقود سنوياً، ونشارك الحكومة في مشروع الاتحاد الأوربي (إي أم باور) مع بنك التنمية الألماني لنشر ودعم تطبيقات الطاقة وخفض تكلفة توليدها وسد الاحتياجات (سيدة عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٩م، ص ٥٤٠).

وبلغت بإجمالي الطاقة الشمسية إلى ٤٧٩ ميجا وات عام ٢٠١٠م، لتمثل مشاركتها حوالي ٠,٢% من إجمالي القدرات المركبة، وبلغت حالياً إجمالي مشاركة الطاقة الشمسية في عام ٢٠٢٣ م حوالي ٢,٣%، ومن المتوقع أن تصل إجمالي الطاقة المتجددة من الرياح والطاقة الشمسية والمياه الي ٤٢% من أجمالي الطاقة عام ٢٠٣٥م (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ٢٠٢٣م).

- **تطور طاقة الرياح في العالم:** استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنيين في دفع المراكب على سطح الأرض وفي طحن الحبوب والري وضخ المياه، وظهرت طواحين الرياح منذ القرن الاثني عشر وانتشرت في أوربا حيث بلغ عددها ١٧٥٠ الي أكثر من ٨٠٠ طاحونة في هولندا، وأكثر من ١٠٠٠٠ طاحونة في إنجلترا والغرض الأساسي منها ضخ المياه (محمد الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٤٤).

وفي عام ٢٠٠٥م وجد العديد من الدول التي تعتد على طاقة الرياح بشكل كبير في توفير احتياجاتها الكهربية، ومنها المانيا، إسبانيا، والدنمارك والتي بلغت قدراتها المركبة ١٦٦٢٨، ٨٢٦٣، ٣١١٨ ميجا وات لكل منها على الترتيب؛ الأوربي العالمي ولا ينافسها سوي الولايات المتحدة الأمريكية والتي بلغت قدرتها ٦٧٥٢ ميجا وات (محمد الخياط، ٢٠٠٦، ص ٤٩).

تطور طاقة الرياح في مصر: تتميز مصر بالعديد من المناطق ذات سرعات عالية من الرياح، وأهمها ساحل البحر الأحمر، وخليج السويس منها (الزعفرانة، وخليج الزيت)، والرياح في مصر تكون أعلي في شهور الصيف منها في شهور الشتاء، صدر عام ١٩٩٦م أطلس للرياح لخليج السويس ويشمل بيانات تفصيلية عن سرعة الرياح واتجاها خلال الفترة (١٩٩١ – ١٩٩٥) لأربعة مواقع هي (أبو الدرج، الزعفرانة، خليج الزيت بالغردقة). حيث تتميز الرياح بسرعة عالية مما شجع العديد من الجهات الدولية للتعاون مع مصر لإنشاء مشروعات مزارع الرياح لتوليد الكهرباء وربطها على الشبكة.

وفي عام ٢٠٠٣م أطلق أطلس رياح بالتعاون مع معامل زيرو الدنماركية، وفي عام ٢٠٠٦ م أطلق أطلس رياح جمهورية مصر العربية مما سهل الحصول على بياناتها وتحديد إمكانات الرياح في مصر. وتوجد عدة مشروعات لطاقة الرياح في مصر أهمها: (محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٢٢٥ ميجاوات، ومشروع تجريبي لأنظمة مزدوجة رياح/ ديزل بمحافظة مطروح، وكذلك مزرعة رياح قدرة ٥,٤ ميجا وات بالغردقة، حيث بلغت الطاقة المنتجة من محطات الرياح عام ٢٠٠٤ نحو ٣٦٨ جيجاوات/ ساعة، ويوجد أيضاً مشاريع الرياح بإجمالي مشاركة القدرات المركبة ٠,٨% (محمد الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٤٨)، وبلغت بإجمالي طاقة الرياح إلي ٨٥٠ ميجاوات عام ٢٠١٠م، لتمثل مشاركتها حوالي ١,١% من إجمالي القدرات المركبة، وبلغت حالياً إجمالي مشاركة طاقة الرياح في عام ٢٠٢٣ م حوالي ٢,٦%، ومن المتوقع أن تصل إجمالي الطاقة المتجددة من الرياح والطاقة الشمسية والمياه الي ٤٢% من أجمالي الطاقة عام ٢٠٣٥م (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ٢٠٢٣م).

-تطور الطاقة المائية في العالم: تُعد المياه من أهم مصادر الطاقة الذكية، فهي ضرورة للحياة ولا غني عنها، ويوجد العديد من المناطق التي تستخدم الطاقة المائية منها شلالات فيكتوريا والتي تتساقط من ارتفاع ١٢٠ متر، وتصل سرعة هبوطها ١٠٠٠ كيلو متر/ ساعة، واستخدمت مساقط المياه قديماً في تدوير الطواحين لطحن الحبوب؛ وتتكون من عجلات خشبية مسننة توضع في مجري نهر لتقوم المياه المناسبة بتدوريها، وأطلق عليها طواحين المياه، ففي عام ١٠٨٦ م بلغ عدد الطواحين الي ٥٦٤٢ طاحونة مياه في جنوب بريطانيا، أي بمعدل طاحونة لكل ٤٠٠ شخص.

كما تدرجت من استخدام معدات بسيطة بدائية الي استخدام توربينات ومولدات تصل سرعة دورانها الي ١٥٠٠ دورة في الدقيقة، وينتج عنها طاقة كهربية بكفاءة تصل الي ٩٠%، وللطاقة المائية أهمية كبيرة عند بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية والتي تشارك ١٠% من إجمالي

مصادر إنتاج الكهرباء، وتصل الي ٨٠% في واشنطن من إجمالي مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية بها (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ٢٠٢٣م).

تطور الطاقة المائية في مصر: بدأ عصر إنتاج الطاقة المائية في مصر عام ١٩٦٠م من خزن أسوان، وفي عام ١٩٦٧ بدأ تشغيل محطة السد العالي والتي تتكون من ١٢ توربينة قدرة كل واحدة ٧٥ ميجا وات ليصل إجمالي القدرة الي ٢١٠٠ ميجا وات، وفي ١٩٨٥ تم تنفيذ محطة كهرباء خزان أسوان ٢ بقدرة ٥٥٠ ميجا وات، وفي عام ١٩٩٣ تم إنشاء محطة أسنا المائية بقدرة ٩٠ ميجا وات، حيث بلغ إنتاج الكهرباء عام ٢٠٠٤ من المصادر المائية الي ١٣٠١٩ جيجاوات/ ساعة، ليصل الي ١٥٤٥٨,٣ جيجاوات عام ٢٠٢٣م.

٢- تطور الطاقة الذكية في العالم:

ظهر مصطلح "الطاقة الذكية" لأول مرة في القرن الحادي والعشرين، ويشير إلى استخدام التقنيات الحديثة والمتطورة لجعل قطاع الطاقة أكثر فعالية واستدامة. ومنذ ذلك الحين، شهد معنى الطاقة الذكية تطوراً مستمراً وتوسعاً، ومن أهم مراحل تطورها في العالم

أ) الطاقة الذكية في الولايات المتحدة الأمريكية:

أصبح دعم الشبكات الذكية سياسة فيدرالية في الولايات المتحدة الأمريكية مع قانون استقلال الطاقة والأمن عام ٢٠٠٧م، حيث ينص القانون الثالث عشر على تخصيص ١٠٠ مليون دولار لتمويل كل سنة مالية من ٢٠٠٨ مالي ٢٠١٢م، حيث يضع برنامجاً مطابقاً للولايات والمرافق والمستهلكين لبناء قدرات الشبكات الذكية، حيث تلقت الشبكات الذكية مزيداً من الدعم مع إقرار قانون الإنعاش والاستثمار الأمريكي لعام ٢٠٠٩ م، والذي خصص ١١ مليار لإنشاء شبكة ذكية، (Jerry Jackson, 2014).

ب) الطاقة الذكية في الاتحاد الأوربي:

تم إنشاء منصة الشبكات الذكية من قبل المديرية العامة للبحوث التابعة للمفوضية الأوربية عام ٢٠٠٥م، وتُعد منصة التكنولوجيا الأوربية لشبكات الكهرباء المستقبلية، المنتدى الأوربي Smart Grids Etp وهي التي تُعد المكان الرئيسي لبلورة مسارات البحث والتطوير في مجال السياسات والتكنولوجيا لقطاع الشبكات الذكية ويطلق عليها منصة تكنولوجيا (E P T) التكنولوجيا الأوروبية للشبكات الذكية، والهدف منها هو تعزيز رؤية التطوير لشبكات الكهربائية الذكية حتى عام ٢٠٢٠م.

وجاءت نتيجة الأبحاث التي أعدها مركز البحوث المشترك التابع للمفوضية الأوربية بأن تم تطوير ٤٥٩ مشروعا (JRC) للشبكات الذكية في ٤٧ دولة، حيث يوجد ٢١١ منها مشاريع بحث وتطوير بميزانية إجمالية تبلغ حوالي ٨٣٠ مليون يورو، حيث تشمل باقي المشروعات التجريبية بميزانية إجمالية تبلغ حوالي ٢٣٢٠ مليون يورو، حيث تقع أكثر من ٥٠% من جميع هذه المشاريع في

سبع دول وهي (الدنمارك، المانيا، ايطاليا، النمسا، المملكة المتحدة، فرنسا، إسبانيا) (Jerry Jackson, 2014).

وتُعد المانيا وفرنسا والمملكة المتحدة وإسبانيا من المستثمرين الرائدين في مجال مشاريع الشبكات الذكية، والدنمارك هي الدولة الأكثر مشاركة بمشاريع البحث والتطوير ودعم المشاريع الصغيرة، وهي الدولة الأكثر انفاقاً على مشاريع الشبكات الذكية.

ارتفعت ميزانيات مشاريع الطاقة الذكية من حصة الاستثمار من أقل ٣٠% عام ٢٠٠٦م الي ٦٠ % عام ٢٠١٢م، حيث تشمل التقارير على أن ١٧٠ مشروع بنسبة ٥١% منها للبحث وتطوير الشبكات الذكية، وهي التي نفذها العديد من الجنسيات حيث جاءت المجموعة الأولي لتشمل على دول (فرنسا، وإسبانيا، وألمانيا)، والمجموعة الثانية تشمل (الدنمارك، وهولندا، وبلجيكا، والسويد، والنمسا، وفنلندا، والبرتغال) حيث تم الانتهاء من العديد من مشاريع الشبكات الذكية في أوربها جاء أهمها Model city عام ٢٠١١م، ٢٠١٢م (Jerry Jackson, 2014).

ج) الطاقة الذكية في كوريا:

حيث أطلقت الحكومة الكورية برنامجاً تجريباً بقيمة ٦٥ مليون دولار في جزية جيجو بالتعاون مع المستثمرين في الصناعة، ويتكون البرنامج من نظام شبكة ذكية متكاملة لعدد ٦٠٠٠ أسرة وهي عبارة عن مزارع رياح وأربعة خطوط توزيع، حيث تخطط الدولة لخفض استهلاك الطاقة بنسبة ٣%، وخفض استهلاك الكهرباء بنسبة ١٠% قبل ٢٠٣٠م، وخفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري بمقدار ٤١ مليون طن، كما تتولي تنفيذ شبكة ذكية على مستوي البلاد بحلول عام ٢٠٣٠م. (معهد كوريا للشبكات الذكية، K S G I، ٢٠١٠م).

د) الطاقة الذكية في مصر:

استطاعت مصر تحويل عجز الكهرباء عام ٢٠١٤م من ٦ آلاف ميجا وات الي فائض عام ٢٠٢٠م بلغ ١٣ الف ميجا وات؛ ليصل الي ضعف ما كانت علي عام ٢٠١٤م، حيث بلغت إتاحة الكهرباء بنسبة ١٠٠% لجميع الاستخدامات، لتحتل مصر مركزاً متقدما بلغ ٤٤ في مؤشر الجودة بتقرير التنافسية العالمية عام ٢٠١٤م، ولتحقيق ذلك تم تنفيذ عدد ٤٨ مشروعاً لإنتاج الكهرباء من المصادر التقليدية كانت ابرزها ثلاث محطات عملاقة وهي بني سويف، والعاصمة الإدارية الجديدة، والبرلس بطاقة ١٤,٤ ألف ميجا وات، وتم العمل علي ميكنة الخدمات الذكية للطاقة، وتركيب العدادات الذكية بعدد ٢٥٠ الف عداد، وكذلك إنشاء مراكز تحكم جديدة، وتم افتتاح أول مركز للتحكم الآلي في مصر لشبكات التوزيع لتحويل الشبكة الحالية الي شبكة رقمية عام ٢٠٢١م، فتم إنشاء ٤٧ مركز تحكم علي ٥ مراحل لتغطي جميع أنحاء الجمهورية، بتكلفة تبلغ ٢ مليار يورو ضمن خطة تحديث وتطوير الشبكة القومية للكهرباء وإعدادها للإدارة الذكية ومشروعات الربط وتحويل مصر الى مركز إقليمي للطاقة و جارى إقامة ٣ مراكز تحكم في شبكة نقل الكهرباء بالإسكندرية والقناة وغرب الدلتا بتكلفة تبلغ ٥ مليارات و٤٠٠ مليون جنية و مركز العاصمة الإدارية بتكلفة ٨٤٠ مليون جنيه (https://m.youm7.com/story/2022/6/8)، كما

يتضمن المشروع إنشاء ١٠ محطات محولات وعدد ٤٢ لوحة توزيع و ١٠٠ وحده ربط حلقي ذكية وعدد ١٧٥٠٠٠ عداد ذكي، يخدم المحافظات التي تقع بنطاق شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء وتتضمن محافظات الدقهلية ودمياط وكفر الشيخ، وبالتالي تخدم نحو ٤,٥ مليون مشترك (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ٢٠٢٣م، https://nrea.gov.eg/Media/New/2445()).

ثانياً: نماذج استخدام الطاقة الذكية في العالم:

١ – المباني الذكية:

جدول (٢) نماذج استخدام الطاقة الذكية في المباني على مستوي العالم عام ٢٠٢١م.

	المبنى البيئي	مبنى الحافة	مبنى شركة جوتز
شكل المبني			
الموقع	جارستون إنجلترا	أمستردام – هولاندا	وزنبرج، ألمانيا
تاريخ افتتاح	١٩٩٦ م	٢٠١٥م.	١٩٩٥م
نوع المبنى	مبنى إداري	مبنى إداري	مبنى إداري
استغلال مصادر الطاقة المتجددة	اعتمد المبنى على الطاقة الشمسية في الحصول على الإضاءة الطبيعية للمبنى وطاقة الرياح في الحصول على التهوية الطبيعية بفعل تأثير المدخنة Santamouris, (2006,p69)	يتم تخزين المياه الساخنة شتاءً والباردة صيفا عن طريق خزانان منفصلان تم وضعهما على مسافة ١٣٠ متر في باطن الأرض، للاستفاده من حرارة باطن الأرض، يتم الاستفادة من مياه الأمطار من خلال تجميعها في خزانات وتستخدم بعد ذلك في ري الحدائق المحيطة بالمبنى	اعتمد المبنى على الطاقة الشمسية في التدفئة وتبريد المياه من خلال استخدام 200م2 من السخانات الشمسية ذات الالواح المستوية المتتبعة لحركة الشمس 2004, (Baird, p85)
التوليد الذاتي للطاقة	▪الألواح الكهروضوئية المثبتة على الحائط الجنوبي للمبنى بمساحة ٤٧ م٢ تنتج طاقة قدرها ١,٥ كيلوات (Thomas, 2006,p56)	تم وضع ألواح الخلايا الشمسية على سطح المبنى والجدار الجنوبي، وتعمل هذه الخلايا على توفير الطاقة الكهربائية اللازمة للمبنى. (Sandor, 2009,p7)	يتم تزويد المبنى بالطاقة والحرارة المندمجة من خلال وحدة توليد الطاقة المدارة بالغاز فى دور البدروم.
ترشيد استهلاك	من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية	من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية	من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية
معدل استهلاك الطاقة بالمبنى	بلغ معدل استهلاك الطاقة بالمبني (٨٣ كيلو وات ساعة / م٢) في السنة (Sandor,2009,p16).	يعتبر بناء صافي الطاقة صفر.	الاستهلاك السنوي للطاقة (Annual energy use) = ٣٥ كيلو وات/ م٢
أنظمة إدارة المبنى المتكاملة	يحتوي المبنى على نظام التحكم في نظم التهوية، التدفئة والإضاءة، للتحكم في درجة.	يوجد 28000 جهاز استشعار للمبنى لقياس مستويات (sensors) الإضاءة والحرارة والحركة في الفراغات المختلفة بالمبنى. (Kleibrink, 2013,p31)	يحتوي على مجموعة من. (Sensors) الحساسات (Michael Wigginton, 2002,p97)

مساحة المبني	مبنى مكتبي يسع ل 100 شخص، بمساحة 2050 م.	٤٠ ألف متر مربع، ويتكون من ١٥ طابق.	٣٤٠٠ متر مربع، ويتكون من طابقيين.

٢- تجارب رائدة في مجال استثمار الأساليب الذكية في الطاقة المتجددة " ألمانيا نموذجاً":

يوجد ارتباط قوي بين الطاقة المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة، ويظهر هذا في الاهتمام الدولي بالمشاكل البيئية لتحقيق أبعاد التنمية المختلفة، وتُعد ألمانيا من أولي هذه الدول التي سعت لتحقيق التنمية المستدامة بالاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة والاعتماد عليها بشكل أكبر في جميع المجالات. كما يوجد العديد من الدول الأوروبية التي توسعت في مجال الاستخدام الذكي للطاقة المتجددة والتي جعلتها مصدراً أساسياً لتوليد الطاقة الكهربائية.

تقع ألمانيا في وسط أوربا يحدها شمالاً بحري البلطيق وبحر الشمال والدانمارك، وغرباً بلجيكا ولكسمبورغ وفرنسا، وجنوباً سويسرا والنمسا، وشرقاً تشيك وبولندا، وبلغت مساحتها ٣٥٦٨٥٠ كم٢، وهي الدولة الأكبر سكاناً في أوربا حيث بلغ عدد السكان ٨٢ مليون نسمة، وكذلك تُعد ألمانيا من أهم الدول الصناعية في العالم، وأدي ذلك الي ظهور مشكلات تلوث البيئة لديها، وللتغلب على هذه المشكلات حاولت ألمانيا الاتجاه الي استخدام الطاقة المتجددة (Chirstoph hringer, 2017, p.189).

وجاءت ألمانيا في المرتبة الأولي بين بلدان الأعضاء في الاتحاد الأوروبي من حيث الطاقة المتجددة، حيث تمتعت بالريادة العالمية بامتلاكها ثالث أكبر قطاع طاقة الرياح علي مستوي العالم، حيث بلغت طاقته لأكثر من ٢٧ الف ميجا وات، وكذلك تمتلك أكبر سوق للطاقة الشمسية من خلال أمكثر من ١٧ الف ميجا وات عام ٢٠١٠م (الوكالة الألمانية للطاقة، بدون تاريخ، ص١)، لتبلغ في عام ٢٠٢١ السعة المركبة من الرياح في ألمانيا الى ٦٣ الف ميجاوات، والطاقة الشمسية ٦٠ الف ميجاوات (https://attaqa.net/2022/04/06)، ويوجد تكامل بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية في المانيا، حيث تسهم بشكل أكبر في توليد الكهرباء خلال أشهر الخريف والشتاء، في حين تستخدم الطاقة الشمسية باقي العام.

وفيما يلي سوف نلقي الضوء على التجربة الألمانية في مجال الطاقة المتجددة، للتعرف على أهم مقوماتها وطرق الاستفادة منها في مصر.

- بدأ برنامج ألمانيا لطاقة الرياح عام ١٩٨٦م وذلك بدعم إنتاج توربينة ٢٥٠ (ك. و)، إلا أن سعرها كتن مرتفعاً مقارنة بأسعار السوق في ذلك الوقت، ولكن مع استمرار البحث والتطوير انخفضت أسعار التوربينات وزادت كفاءتها، واستمر دعم السعر الذي عمل علي زيادة القدرات المركبة من الطاقة المتجددة عام ٢٠٠٢م إلى حوالي خمسة أضعاف ما كانت علية عام ١٩٩٠م.

- وكذلك اهتمت الحكومة الألمانية بإنتاج الكهرباء عن طريق الخلايا الفوتوفلطية ففي عام ١٩٩٠م بدأت برنامج الألف سطح، من خلال نشر مسطحات الخلايا فوق أسطح المنازل، لتصل الي ١٠٠,٠٠٠ سطح من خلايا هذا البرنامج عام ١٩٩٠م (محمد مصطفي الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٢٧).
- ومن أهم أسباب اتجاه ألمانيا نحو الاعتماد علي الطقة المتجددة، هو زيادة أزمة النفط في منتصف التسعينيات، لذلك اتجهت الحكومة الألمانية الي عدة سياسات هدفها الأساسي تقلل الاعتماد علي النفط، ومنها التوسع في استخدام النفط والطاقة النووية، ولكن مع ارتفاع وتيرة ونداءات الحفاظ علي البيئة ومع دخول الحزب الأخضر الائتلاف الحكومي ١٩٩٨م، لذلك عمل علي زيادة الاهتمام بالسياسات البيئية والتوسع نحو الطاقة المتجددة، حيث قامت الدولة برفع ميزانية البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة (إبراهيم الغيطاني وأخرون ٢٠١٢م، ص ١٧،١٨).
- بلغ إجمالي ما تنتجه ألمانيا من الكهرباء باستخدام طاقة الرياح عام ٢٠١١م ما يقارب من ٤٨,٩ مليار (ك.و.س)، ليبلغ إجمالي ما تنتجه من الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية عام ٢٠١١م الي ٥,٦ مليار(ك.و.س) (Development of Renewable Energy Sources in Germany, 2011,p5)، ليصل إجمالي الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح الي ٦٣ مليار (ك.و.س) عام ٢٠٢١م، في حين بلغت الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية الي ٦٠ مليار (ك.و.س) عام ٢٠٢١م https://www.irena.org/publications/2021
ويرجع ذلك الي زيادة قدرة توليد الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم خلال الفترة من ٢٠٠٠- ٢٠٢٠م) بنحو ٣,٧ أضعاف، من ٧٥٤ جيجاوات الي ٢٧٩٩ جيجاوات، ويرجع ذلك الي انخفاض تكاليفها بشكل حاد، مع تحسين التكنولوجيا، وسلاسل التوريد التنافسية، فانخفضت تكاليف الكهرباء من الخلايا الشمسية الكهروضوئية علي نطاق مرافق (PV) بنسبة ٨٥% بين عامي (٢٠١٠- ٢٠٢٠م) (https://kairo.diplo.de/eg-ar/aktuelles/-/2577184)، وكذلك العديد من المقومات التي لعبت دوراً كبيراً في تقدم قطاع الطاقة المتجددة أهمها التشريعات، وكذلك البحوث والتطوير، والعنصر البشري، وكذلك الصناعات المرتبطة بالطاقة المتجددة.
- التشريعات الحكومية: اعتمدت ألمانيا قانون " تغذية الشبكة" منذ بداية التسعينات، والذي ينص علي أن تقدم الحكومة ومنتجي الطاقة المتجددة حافز مادي لكل (ك.و.س) تتحمل الحكومة بتسديدها للمنتجين نظير التزامهم المحددة في تخصيص قرض البنوك بفوائد قليلة لمشروعات الطاقة البديلة، وتختلف التعريفة طبقاً لتكنولوجيا المستخدمة وكذلك موقع وعمر المشروع، وهو ما يُعد ضامناً للمنتجين سعراً مجزياً لبيع الكهرباء، مما أدي الي ازدهار الطاقة المتجددة ونشر

تطبيقاتها؛ وهو ما يعمل علي نمو الشركات الألمانية العاملة في مجال الطاقة المتجددة، مما جعلها شركات رائدة في مجال الطاقة المتجددة عالمياً(إبراهيم الغيطاني وأخرون، ٢٠١٢م، ص ١٨) .

- البحوث والتطوير: زاد الاهتمام بأبحاث الطاقة المتجددة في منتصف السبعينات من خلال المساعدات الحكومية التي تقدمها لشركات الصناعة الألمانية، حيث بلغ إجمالي الإنفاق علي البحث والتطوير خلال الفترة (١٩٧٥ – ٢٠٠٠م) حوالي ٢١٥ مليون دولار، في حين بلغ إجمالي القوة العمالة في مجال الطاقة المتجددة سواء في الإنتاج أو التخطيط أو البحث والتطوير حتى ٢٠١٠م حوالي ٣٧ ألف شخص (الوكالة الألمانية للطاقة، ص ١).
- وكذلك شهد قطاع الصناعة المرتبطة بالطاقة المتجددة في ألمانيا تطوراً كبيراً، حيث تمتع بالتقنيات الحديثة ومع اتساع السوق المحلي لعب دوراً في تحسين وتطوير هذه المنتجات لمعرفة مدي توافقها ومرونتها مع المعايير للمنتجات عالية الجودة، مما عمل على توفير متطلبات القطاع بأسعار منخفضة، وكذلك التصدير وتوفير آلاف فرص العمل في السنوات الماضية (ألمانيا وتجربة استغلال الطاقة الشمسية، ٢٠٠٧م)

جدول (٣) نسبة الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة في ألمانيا خلال الفترة (٢٠٠٠– ٢٠١٨م)

سنة	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠١٠	٢٠١٥	٢٠١٨
النسبة %	٦,٤	٧,٦	١١,٨	١٤,٠٧	١٧,٧

المصدر: بيانات البنك الدولي، تقارير (٢٠٠٠، ٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٨م) نقلا عن دعاء حسن مختار، ٢٠١٩، ص ٣٣١، ٣٣٢

ثالثاً: مقومات الطاقة الذكية في مصر:

حيث تعمل تقنيات الشبكات الذكية علي تحسين كمية توليد الطاقة المتجددة، مما يزيد من قدرة الطاقة النظيفة المتصلة بالشبكة مثال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية، الخ، وهي عبارة عن شبكات كهربائية حديثة تتضمن تقنيات اتصالات وتحكم متقدمة، ومصممة لتعزيز الموثوقية والمرونة والكفاءة في توليد الكهرباء وتوزيعها واستهلاكها (Emily Greenfield Nov 3, 2023. P 21).

أ) الطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول (٤) يتضح أنه تم تنفيذ العديد من مشاريع الطاقة الشمسية الذكية في مصر والتي منها ما يعمل في القطاع العام ومنها ما هو تابع للقطاع الخاص كما يلي:

من المشروعات التي تم تنفيذها ومتصلة بشبكة الكهرباء بالطريقة الذكية وهي القياس علي كلا الاتجاهين لمعرفة مقدار ما يتم ضخه من هذه المحطات وهي: (محطة الكريمات الشمسية والتي تقع في محافظة الجيزة وتبلغ قدرتها الإجمالية المتصلة بالشبكة ١٤٠ ميجا وات وهو ما

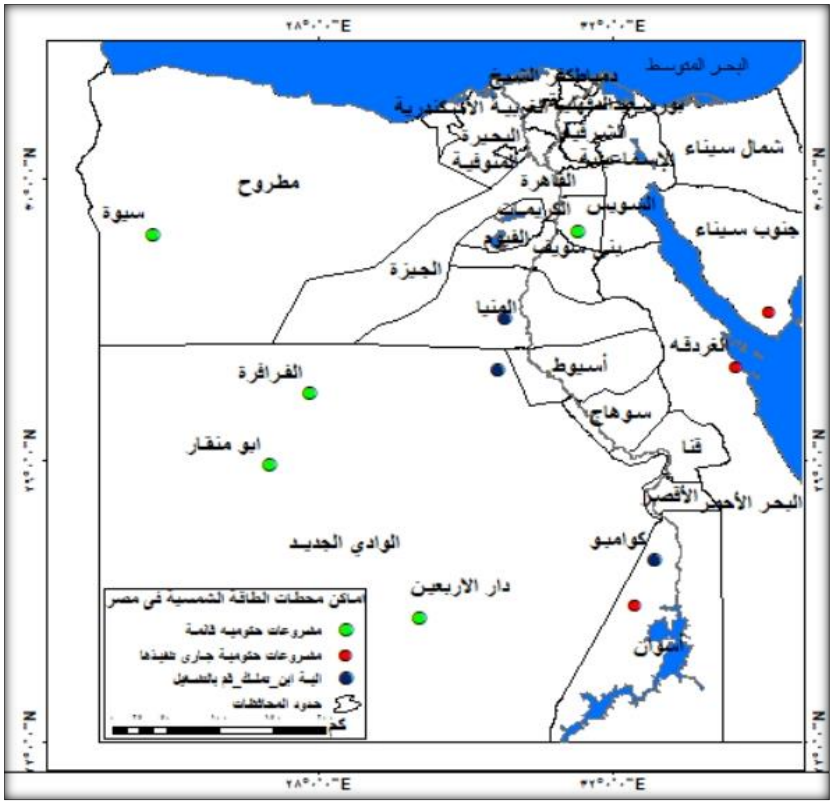
يشكل نسبة ٨,٧% من إجمالي محطات الطاقة لشمسية وقد بدأ الربط علي الشبكة عام ٢٠١٠م وهي تُعد من أولي محطات الطاقة الشمسية التي تم ربطها بشبكة الكهرباء الموحدة، ثم تلتها محطة بنبان في الربط علي الشبكة والذي تم إطلاق هذا المشروع في عام ٢٠١٧م، وتم بناؤه بالتعاون مع الشركة الدولية للطاقة الشمسية وبلغ إجمالي مساهمتها بالكهرباء علي الشبكة بلغ ١٤٦٥ ميجا وات، وتُعد أكبر محطات الطاقة الشمسية حيث بلغت نسبتها٨٨,٩% من إجمالي الطاقة الشمسية المربوطة علي الشبكة الموحدة) ؛ حيث يتم تشغيل المحطة بنظام تعريفة (FIT(Feed in Tariff وهي آلية لتشجيع إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة بحث تقوم شركات الكهرباء بشراء الطاقة من منتجيها بسعر معلن مشبقاً وهو ما يحقق عائد لجذب الاستثمار من خلال اتفاقيات شراء الطاقة الشمسية (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٩م، ص١١)، حيث حصل المشروع علي جائزتين عالميتين جائزة Global Award لعام ٢٠١٧م، وجائزة البنك الدولي ٢٠١٨م(هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩م، ص١)، وبلغت الاستثمارات في القطاع الخاص بمجمع بنبان ٢,٢ مليار دولار (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠٢٠م، ص٢١) .

جدول(٤) مصادر الطاقة الشمسية في مصر ٢٠٢٣م.

المصدر	الطاقة المولدة ج. و . س		نسبة الاستهلاك الذاتي %	الربط علي الشبكة
الكريمات	٤٣٢,٩	٨,٧	٤,٦٣	٢٠١٠
الزعفرانة	٦٥,٥٦	١,٣	٣,١١	٢٠٢٢
بنبان	٤٤٢٢,٨	٨٨,٩	٢,٩٢	٢٠١٧
كوم أمبو	٥٥,٢	١,١	٤,٥٣	٢٠٢٠
الإجمالي	٤٩٧٦,٥	١٩,١	٠,٣	–

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، ٢٠٢٣ م، متاح بموقع http://www.moee.gov.eg.

- ويوجد منها بعض المشروعات التي تنتج الكهرباء بالطاقة الشمسية، ولكن غير متصلة بالشبكة وهي (محطة كوم امبو والتي تنتج ٢٦ ميجا وات، كما يوجد طاقة منتجة من محطات تقع فوق أسطح المنازل بإجمالي قدرة ١٢١ ميجا وات، ويوجد بعض محطات قطاع الخاص والتي بلغت الطاقة المنتجة منها ٣٠ ميجا وات) كما يوجد بعض المشروعات تحت التطوير وهي (محطة الغردقة وذلك بقدرة ٢٠ ميجا وات، وكذلك محطة كوم امبو ٥٠ ميجا وات، وبالقطاع الخاص يوجد مشروعين بقدرة (٢٠٠، ٥٠٠ ميجاوات لكل منهما).
- كما يوجد مشروع تحت التنفيذ وهو الزعفرانة بقدرة ٥٠ ميجا وات (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠٢١م).



- المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على برنامج Arc gis 10.8

شكل (٢) مواقع محطات الطاقة الشمسية في مصر عام ٢٠٢٣م.

جدول (٥) تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بالمرجعية الدولية ٢٠٢١م.

التكلفة (دولار/ ك.و.س)	توليد الكهرباء من الطاقة الكهروضوئية	
	عام ٢٠١٠	عام ٢٠٢١
تكلفة إنشاء وتركيب المحطات	٤٧٣١	٨٨٣
تكلفة إنتاج الكهرباء	٠,٣٨١	٠,٠٥٧

- المصدر: International Renewable Energy Agency , 2022

نظراً للأهمية الاقتصادية لوحدات تكاليف التشغيل لإنتاج الكهرباء واختلافها بأنواع الطاقة التي تعمل بها هذه المحطات، لذلك تم تحليل لعناصر تكاليف التشغيل لكل (ك. و. س) طبقاً لبدائل مصادر الطاقة وهي (الطاقة الأحفورية، الطاقة المائية، الطاقة الكهروضوئية، وطاقة الرياح).

وبدراسة الجدول (٥) يتضح أنه بلغت وحدة تكاليف التشغيل لإنتاج واحد (ك.و.س) باستخدام الطاقة الكهروضوئية بلغت ٠. ٣٨١ دولار عام ٢٠٢١م، لتنخفض الي ٠,٠٥٧ دولار ك.و.س عام ٢٠٢١م، حيث جاءت استخدام الطاقة الشميسة في المرتبة الثالثة من حيث تكاليف تشغيل المحطات بعد طاقة الرياح والطاقة المائية بنسبة

٥١,٨% من تكلفة التشغيل بمحطات إنتاج الكهرباء التي تعمل بالوقود الأحفوري عام ٢٠٢١م.

جدول (٦) القدرة الإنتاجية والتكلفة اللازمة من الطاقة الشمسية لدعم احتياجات مصر عام ٢٠٣٥ م.

القدرة الإنتاجية للمحطات الجديدة (ك.و.س)	وحدة تكلفة إنشاء المحطات/ بالدولار	متوسط تكلفة إنتاج (ك.و.س) بالدولار	متوسط تكلفة إنتاج (ك.و.س) بالجنية بأسعار ٢٠٢١م
١٣٢٠٨٢٨٥,٧١	٨٨٣	٠,٠٧	١,١٢٦

المصدر: International Renewable Energy Agency , 2022

يُعد تحديد احتياجات منطقة الدراسة من الطاقة الكهربائية بالمعايير القومية والمرجعية الاستراتيجية لمصر لتحقيق التنمية المستدامة لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة (الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية) حيث يلاحظ استهلاك الكهرباء في مصر عام ٢٠٢١م، بلغت ١٨٧,٨٤ تيرا وات، لعدد سكان لنفس العام بلغ ١٠٤,٢٥٨ مليون نسمة (World Bank, 2022)، والذي بلغ متوسط استهلاك الفرد سنوياً من الكهرباء ١٨٠١,٧ ك.و.س (Statistical Review of world Energy. BP ,2002) (World Bank. 2022) وذلك بمرجعية ٢٠٢١م، حيث من المتوقع أن يصل عدد السكان في مصر الي ١٢٩,٩١٥٧ مليون نسمة عام ٢٠٣٥م، وهو ما يعني أن معدل الزيادة عن عام ٢٠٢١م بمقدار ١٢٤,٦١%، وفي حالة ثبات كمية الطاقة المستهلكة، فإن إجمالي الطاقة المطلوبة لتلبية احتياجات السكان عام ٢٠٣٥ م، بإنتاج ٢٣٤,٠٦٩ تيرا وات، ويؤدي ذلك الي الاحتياج لإنشاء محطات جديدة للطاقة الكهربائية بمقدار ٤٦,٢٢٩ تيرا وات، وذلك بنسبة زيادة عن عام ٢٠٢١م بلغت ٢٤,٦١% إي ربع الطاقة المنتجة حالياً، ولذلك يتطلب البدء الفعلي للتخطيط وبدء التنفيذ في فترة محددة لتوفير احتياجات المستقبل.

وبدراسة الجدول (٦) يتضح أنه مع ثبات القدرة الإنتاجية لجميع أنواع الطاقة المتجددة للمحطات الجديدة ك.و.س نجد أن محطات الطاقة الشمسية تُعد أقل في تكلفة الإنشاء من محطات طاقة الرياح والطاقة المائية، وذلك فإن التكلفة المطلوبة لإنتاج ١٣٢,٠٨ ميجا وات يتطلب تكلفة إنشاء ٨٨٣ دولار، حيث بلغ متوسط تكلفة إنتاج ك.و.س ٠,٠٧ دولار إي ما يعادل ١,١٢٦ جنية مصري عام ٢٠٢١م.

٢) طاقة الرياح:

تُعد مصر من الدول التي تتمتع بمقدرات هائلة لتوليد الطاقة من الرياح في ظل كثرة المواقع الملاءمة لإنتاجها، وأهمها مناطق خليج السويس، وكذلك ساحل البحر الأحمر بين رأس غارب وسفاجا، وكذلك منطقة شرق العوينات، وتتميز هذه المناطق بنشاط ثابت للرياح ومعدل سرعة يصل الى ١٠-١٢ أمتار في الثانية (مركز تحديث الصناعة، ٢٠٠٦م، ص ٣٧).

كما تُعد الرياح من أهم المعايير لاختيار أنسب الأماكن لإقامة شبكات الطاقة الذكية، حيث تسهم الرياح بنسبة ١,١% من إجمالي الطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة المتجددة عام ٢٠١٠ الي ٢,٦ عام ٢٠٢٣م، ولذلك تم الاعتماد على وضع محطات طاقة الرياح من المعايير المؤثرة في اختيار أنسب مواقع الشبكات الذكية في مصر.

جدول (٧) مصادر طاقة الرياح في مصر ٢٠٢٣م.

المصدر	الطاقة المولدة ج. و . س		نسبة الاستهلاك الذاتي %	الربط علي الشبكة
الزعفرانة	١١٠٩,٦	١٩,٦	١,٥١	٢٠٠١
جبل الزيت	٢٣٤٨,٨	٤١,٥	٠,١٥	٢٠١٨
رأس غارب	١١٥٥,٢	٢٠,٤	٠,٠٨	٢٠١٩
لاكيلا (خاص)	١٠٥١,١	١٨,٥	--	٢٠٢١
الإجمالي	٥٦٦٥	٢١,٧	٠,٠٣١	-

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، ٢٠٢٣ م، ص ٢٥ متاح بموقع http://www.moee.gov.eg.

وبدراسة الجدول (٧) يتضح أن منطقة الدراسة تتميز بوجود مشاريع كبيرة لإنتاج الكهرباء من طاقة الرياح ومنها:

جاءت بعض المشروعات المنفذة في مجال طاقة الرياح الذكية المتصلة بالشبكة بقدرة ١٦٣٥ ميجا وات: وتتصدر هذه المشاريع من حيث تاريخ الربط علي الشبكة عام ٢٠٠١م وهي محطة "الزعفرانة" التي تقع في محافظة البحر الأحمر، وتعتبر أكبر محطة لتوليد الكهرباء من الرياح في أفريقيا بقدرة إجمالية تصل إلى ١١٠٩,٦ ميجا وات وهو ما يشكل نسبة ١٩,٦% من إجمالي طاقة الرياح عام ٢٠٢٣م، في حين جاء ثاني مشروع من حيث القدم عام ٢٠١٨م وهو مشروع محطة "جبل الزيت" والتي تقع علي طول ساحل البحر الأحمر وتبلغ قدرتها الإجمالية ٢٣٤٨,٨ ميجا وات وهو ما يشكل نسبة ٤١,٥% من إجمالي طاقة الرياح عام ٢٠٢٣م، في حيث جاء في المرتبة الثالثة من حيث القدم عام ٢٠١٩م وهي محطة "غرب بكر" التي تقع في شمال غرب رأس غارب وتبلغ قدرتها الإجمالية ١١٥٥,٢ ميجا وات وهو ما يشكل نسبة ١٨,٥% من إجمالي طاقة الرياح ٢٠٢٣م، وجاءت في المرتبة الأخيرة من حيث القدم عام ٢٠٢١م محطة قطاع خاص لاكيلا وذلك بقدرة ١٠٥١,١ ميجاوات وهو ما يشكل نسبة ١٨,٥% من إجمالي طاقة الرياح عام ٢٠٢٣م.

جدول (٨) تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الرياح بالمرجعية الدولية ٢٠٢١م.

التكلفة (دولار/ ك.و.س)	توليد الكهرباء من طاقة الرياح	
	عام ٢٠١٠	عام ٢٠٢١
تكلفة إنشاء وتركيب المحطات	١٩٧١	١٣٥٥
تكلفة إنتاج الكهرباء	٠,٨٩	٠,٣٩

المصدر: International Renewable Energy Agency , 2022

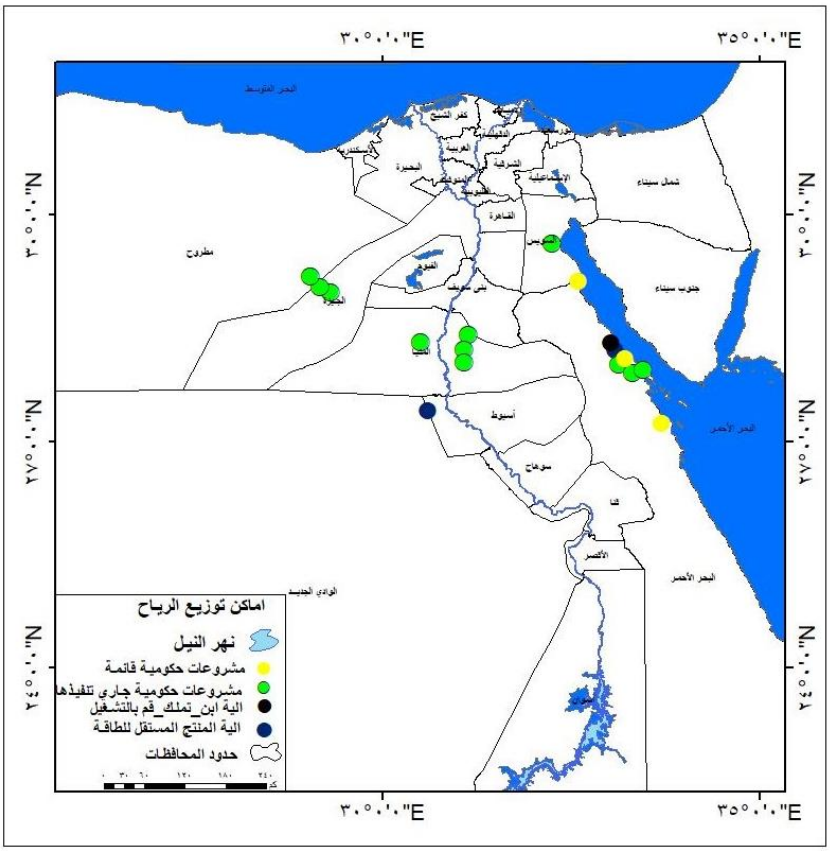
وبدراسة الجدول (٨) يتضح أن استخدام الرياح في توليد الطاقة أقل قيمة لمعامل تشغيل ك.و.س حيث بلغت ٠,٨٩ دولار/ ك. و.س عام ٢٠١٠ م، ثم انخفضت لتصل البي ٠,٣٩ دولار/ ك.و.س عام ٢٠٢١م، وجاء في المرتبة الأولي من حيث تكاليف التشغيل بنسبة ٣٥,٤٥% من إجمالي محطات إنتاج الكهرباء باستخدام الوقود الأحفوري.

جدول (٩) القدرة الإنتاجية والتكلفة اللازمة من طاقة الرياح لدعم احتياجات مصر عام ٢٠٣٥ م.

القدرة الإنتاجية للمحطات الجديدة (ك.و.س)	تكلفة إنشاء المحطات/ بالدولار	متوسط تكلفة إنتاج (ك.و.س) بالدولار	متوسط تكلفة إنتاج (ك.و.س) جنيه بأسعار ٢٠٢١م
١٣٢٠٨٢٨٥,٧١	١٣٥٥	٠,٠٦	٠,٩٦٧

المصدر: International Renewable Energy Agency , 2022

وبدراسة الجدول (٩) يتضح أنه جاءت التكلفة المطلوبة لإنتاج ١٣٢,٠٨ ميجا وات يتطلب تكلفة إنشاء محطات طاقة الرياح بتكلفة ١٣٥٥ دولار عام ٢٠٣٥م، ليبلغ متوسط تكلفة إنتاج ٠,٠٦ دولار / ك.و.س، وهو ما يعادل ٠,٩٦٧ جنيه مصري، حيث جاءت طاقة الرياح في المرتبة الثانية من حيث التكلفة بعد الطاقة الشمسية.



المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arc gis 10.8

شكل (٣) يوضح أماكن توزيع محطات طاقة الرياح عام ٢٠٢٣م.

- ويوجد مشروع تحت التنفيذ في خليج السويس بقدرة ٢٥٠ ميجا وات، كما يوجد بعض المشروعات تحت التطوير بقدرة ٢٨٠٠ مجا وات: وهي عبارة عن خمس محطات منهم محطة بمقدار ٢٠٠ ميجا وات، وثلاثة محطات بقدرة ٥٠٠ ميجا وات لكل منها، ومحطة بقدرة ١١٠٠ ميجا وات. (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠٢١م، ص ١٣).

٣) الطاقة المائية:

وجدت ست محطات تساهم في توليد الطاقة المتجددة من مصادر المياه بمنطقة الدراسة وجاء في المرتبة الأولي السد العالي بقدرة ١٠٩١٦,١ جيجاوات/ ساعة وهو ما يشكل نسبة ٧٠,٦% من إجمالي الطاقة المائية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م، يليها في المرتبة الثانية كلا من خزان أسوان ٢، وخزان أسوان ١ وذلك بنبة مساهمة في الطاقة المائية بلغت ١١,٤%،١٠,٩% لكل منهما علي الترتيب، ثم جاءت في المرتبة الثالثة محطة إسنا الجديدة و نجع حمادي وذلك بنسبة مساهمة في الطاقة المائية بلغت ٢,٩% لكل منهما، وأخيرا جاءت محطة أسيوط وذلك بنسبة ١,٣% من إجمالي الطاقة المائية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م. حيث تساهم هذه المحطات بتوليد الطاقة الكهربائية من المياه وتُعد مصر من الدول التي تمتلك موارد هائلة لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، بما في ذلك الطاقة المائية، ويتم توفير دعم حكومي كبير لتطوير بنية التحتية اللازمة لتوليد الكهرباء من المياه، وتحديث الشبكات الكهربائية للتخزين والتوزيع، وتحسين كفاءة نظام الطاقة في مصر.

جدول (١٠) مصادر الطاقة المائية في مصر ٢٠٢٣م.

المصدر	الطاقة المولدة ج. و. س		نسبة الاستهلاك الذاتي %	الربط علي الشبكة
السد العالي	١٠٩١٦,١	٧٠,٦	٠,٥٩	١٩٦٧
خزان أسوان ١	١٦٩٠,٩	١٠,٩	١,٨٥	١٩٦٠
خزان أسوان ٢	١٧٥٥,٤	١١,٤	٠,٦١	١٩٨٥
إسنا الجديدة	٤٤١,٣	٢,٩	١,٣٩	١٩٩٣
نجع حمادي	٤٣٩,٣	٢,٩	١,٤٩	٢٠٠٨
أسيوط	٢١٥,٣	١,٣	٢,٣٢	٢٠١٨
الإجمالي	١٥٤٥٨,٣	٥٩,٢	٠,٠٥	–

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، ٢٠٢٣ م، ص ٢٥ متاح بموقع http://www.moee.gov.eg.

جدول (١١) تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية بالمرجعية الدولية ٢٠٢١م.

التكلفة (دولار/ ك.و.س)	توليد الكهرباء من الطاقة المائية	
	عام ٢٠١٠	عام ٢٠٢١
تكلفة إنشاء وتركيب المحطات	١٢٦٩	١٨٧٠
تكلفة إنتاج الكهرباء	٠,٣٨	٠,٠٤٤

International Renewable Energy Agency, 2022

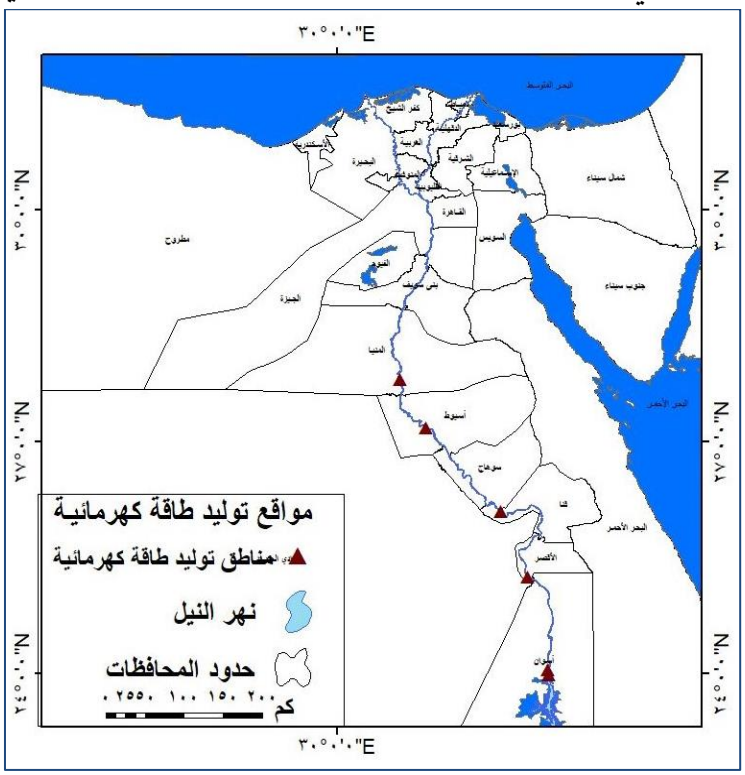
وبدراسة الجدول (١١) يتضح أنه جاء استخدام الطاقة المائية في المرتبة الثانية بعد طاقة الرياح من تكلفة تشغيل المحطة، حيث بلغت ٠,٣٨ دولار / ك.و.س عام ٢٠١٠م، لتنخفض الي ٠,٠٤٤ دولار/ ك.و.س عام ٢٠٢١م، وبما يعادل نسبة ٤٠% من تكلفة التشغيل بمحطات إنتاج الكهرباء التي تعمل بالوقود الأحفوري.

جدول (١٢) القدرة الإنتاجية والتكلفة اللازمة من الطاقة المائية لدعم احتياجات مصر عام ٢٠٣٥ م.

القدرة الإنتاجية للمحطات الجديدة (ك.و.س)	وحدة تكلفة إنشاء المحطات/ بالدولار	متوسط تكلفة إنتاج (ك.و.س) بالدولار	تكلفة إنتاج (ك.و.س) جنيه بأسعار ٢٠٢١
١٣٢٠٨٢٨٥,٧١	١٨٧٠	٠,٠٨	١,١٨٠

International Renewable Energy Agency, 2022

وبدراسة الجدول (١٢) يتضح أنه جاءت التكلفة المطلوبة لإنتاج ١٣٢,٠٨ ميجا وات يتطلب تكلفة إنشاء محطات الطاقة المائية بتكلفة ١٨٧٠ دولار عام ٢٠٣٥م، ليبلغ متوسط تكلفة إنتاج ٠,٠٨ دولار / ك. و.س، وهو ما يعادل ١,١٨٠ جنيه مصري، حيث جاءت الطاقة المائية في المرتبة الثالثة من حيث الأعلى في التكلفة إنشاء محطات بعد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح .



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، وبرنامج Arc Map 10.8

شكل (٤) يوضح أماكن توزيع محطات طاقة الرياح عام ٢٠٢٣م.

٤) مقومات شبكة الكهرباء في مصر:

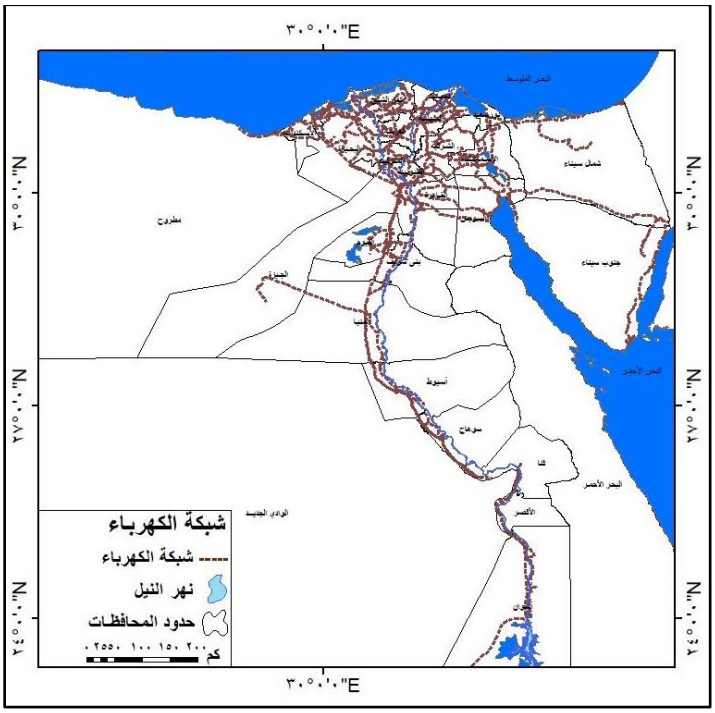
تُعد شبكات الكهرباء الفعالة التي تحتوي على أربع نقاط الأولي: المرونة وهي قدرة الشبكة على الاستجابة للطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية وذلك عندما يصبح هناك

تحديات تتعلق بالمستقبل، الثانية: وهي قدرة الشبكة على الربط الكهربائي بين جميع المستهلكين والمنتجين. والثالثة: الموثوقية حيث تصبح الطاقة الكهربائية مستمرة وغير متقطعة وذات جودة وقدرة على التكيف مع المتغيرات. الرابعة: وهي أن يكون تشغيل الشبكة اقتصادياً(https://www.scribd.com/document).

جدول (١٣) شبكات الطاقة الكهربائية في مصر خلال الفترة (٢٠١٨- ٢٠٢٣م)

البيان	٢٠١٨م	٢٠٢٣م	معدل الزيادة
أطوال الجهد العالي (كم)	٤٨٨٣٢	٥٧٥٠٤	٨٦٧٢
أطوال الجهد المتوسط والمنخفض(كم)	٥٢٢٦٠٦	٥٧٨٥٨٨	٥٥٩٨٢
الحمل الأقصى (م. و)	٣١٤٠٠	٣٤٢٠٠	٢٨٠٠
إجمالي الطاقة المستهلكة (مليون ك. و. س)	١٥١٩٠٨	١٦٩٥٧٩	١٧٦٧١
أعداد المشتركين (مليون نسمة)	٣٦,٤	٤٠,٧	٤,٣
متوسط نصيب الفرد (ك. و. س)	٢٠٢٠	٢٠٣٤	١٤

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، ٢٠٢٣ م، ص ٢٥ متاح بموقع http://www.moee.gov.eg.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، وبرنامج Arc Map 10.8

شكل (٥) التوزيع الجغرافي شبكة الكهرباء في مصر

وبدراسة الجدول (١٣) والشكل (٥) يتضح ما يلي:

جاءت أطوال شبكات الجهد العالي في مصر لتبلغ ٤٨٨٣٢ كم عام ٢٠١٨م، لتصل عام ٢٠٢٣م لي ٥٧٥٠٤ كم، وذلك بنسبة زيادة بلغت ٨٦٧٢ كم ؛ ليرجع ذلك الي الاهتمام بمد خطوط شبكات

الكهرباء ذات الجهد العالي لخدمة منطقة الدراسة نتيجة المشروعات القومية الجديدة للطاقة المتجددة والتي تتطلب جهد عالي لمرور الكهرباء من خلالها، في حين جاءت أطوال الجهد المتوسط والمنخفض بأطوال بلغت ٥٧٨٥٨٨ كم، وذلك بزيادة بلغت ٥٥٩٨ كم٢ عن سنه ٢٠١٨م؛ ويرجع ذلك الي مد خطوط شبكات الكهرباء الداخلية لخدمة المناطق الجديدة خاصةً المدن الجديدة في المخدومة بالكهرباء.

في حين بلغ أعداد المشتركين في الكهرباء عام ٢٠١٨م بمنطقة الدراسة ٣٦,٤ مليون نسمة، ليزداد الي ٤٠,٧ ميون نسمة عام ٢٠٢٣م وذلك بمقدار زيادة بلغت ٤,٣ مليون نسمة، ليبلغ نصيب الفرد من (ك.و.س) من ٢٠٢٠ (ك. و. س) عام ٢٠١٨م، الي ٢٩٣٤ (ك.و.س) عام ٢٠٢٣م، وذلك بزيادة بلغت ١٤ (ك.و.س) للفرد ويظهر ذلك مدي تحسن خدمات الطاقة الكهربائية بمنطقة الدراسة

رابعاً: شركات الطاقة الشمسية في مصر " دراسة حالة":

١- شركات الطاقة الشمسية:

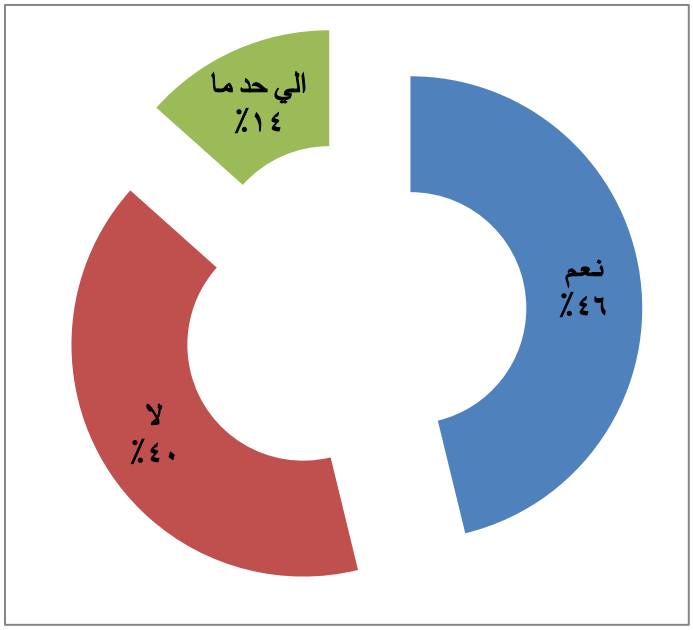
أ) مدي معرفة المواطن بالطاقة الشمسية:

تعتبر مدي معرفة المواطن بالطاقة الشمسية من أهم العوامل التي تساعد علي انتشار محطات الطاقة الشمسية والاستفادة من الطاقة الشمسية بالجمهورية وبدراسة الجدول (١٤) والشكل(٦) يتضح أن ٤٥% أي ما يقارب من النصف عينة الدراسة تري أن المواطن المصري لديه معرفة كاملة عن محطات الطاقة الشمسية وكيفية الاستفادة منها، ويرجع ذلك الي اتجاه معظم السكان الي تركيب هذه المحطات سواء المنزلي بعد انقطاع الكهرباء بشكل متكرر في الفترة السابقة، أو الاستخدام الزراعي وهو تركيب محطة الطاقة الشمسية للاستفادة منها في توفير المازوت ذات الأسعار المرتفعة، ليأتي في المرتبة الثانية بنسبة ٤٠% من شركات الطاقة الشمسية تري أن المواطن ليس لديه المعرفة الكاملة لكيفية الاستفادة من محطات الطاقة الشمسية وتحتاج الي توعيه بها، ليأتي في المرتبة الأخيرة بنسبة ١٥% من الشركات تري أن المواطن المصري لدية معلومات محدودة عن استخدامات محطات الطاقة الشمسية، ولذلك يجب التوعية بكل الطرق لنشر ثقافة الاستخدام الذكي للطاقة ومنها الطاقة الشمسية لتحقيق الاستفادة المطلوبة من الطاقة الشمسية.

جدول (١٤) التوزيع العددي لمدي معرفة المواطن المصري عن الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

	نعم		لا		الي حد ما		الإجمالي	
	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد	%
النسبة	٢٤	٤٦,٢	٢١	٤٠,٤	٧	١٣,٤	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٤)

شكل (٦) التوزيع النسبي لمدي معرفة المواطن المصري عن الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

ب) السياسات الحكومية والطاقة الشمسية:

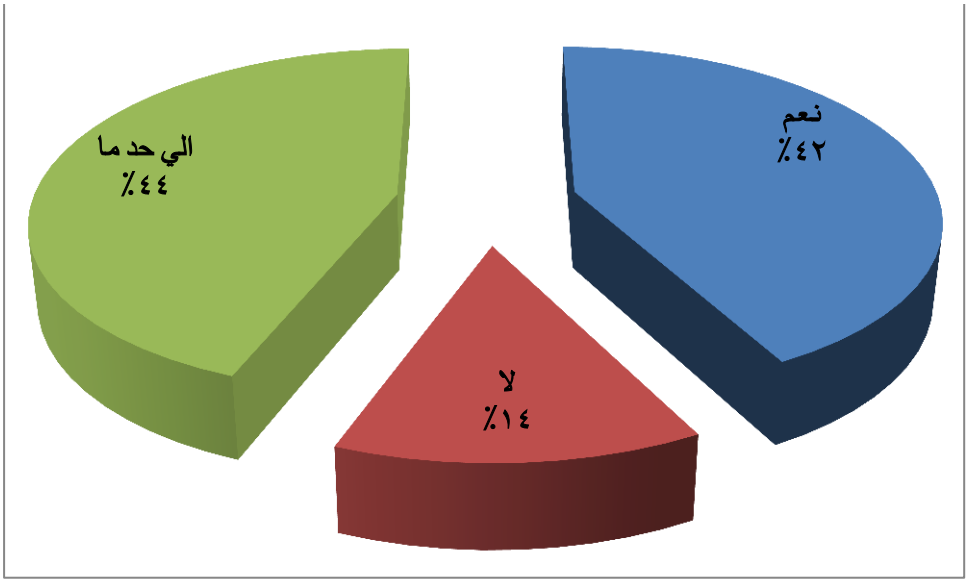
وبدراسة الجدول(١٥) والشكل(٧) يتضح أنه جاء في المرتبة الأولي كلا من (نعم) (الي حد ما) وذلك بنسبة ٤٢,٣%، ٤٤,٢% لكل منهما علي الترتيب من إجمالي عينة شركات الطاقة الشمسية بمصر وهو ما يشكل ٨٦,٥% من إجمالي العينة، ويرجع ذلك الي الجهود المبذولة من قبل الحكومة المصرية في تشجيع الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية ومنها المصرية ووزارة الكهرباء والطاقة المتجددة الخطوات الهامة التي استفادة مصر من الإمكانات الهائلة من الطاقة والمتجددة وذلك وفقاً لعدد الآليات ومن أهمها المشروعات الحومية التي تنفذها هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بنظام (EPC+ Finance) وكذلك طرق المناقصات التنافسية من خلال الشركة المصرية لنقل الكهرباء بنظام (BOO)، وكذلك قيام المستثمر بيع الطاقة المنتجة من الطاقات المتجددة مباشرة الي عملائه وذلك من خلال استخدام شبكة الكهرباء القومية مقابل رسوم استخدام، وأيضاً تعريفه التغذية للطاقة المتجددة وهي التي تنتج للقطاع الخاص للاستثمار في مجال إنشاء وتملك وتشتغل محطات إنتاج وبيع الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح،، ولذلك تأسس الوحدة المركزية لمشروعات تعريفة التغذية لتسهيل التعامل مع المستثمرين، ولذلك تم تأهيل عدد ١٣٦ تحالف وشركة في المرحلة الأولي وتم توقيع الطاقة مع شركتين بقدرة إجمالية ١٠٠ ميجا وات (عمر سالم، ٢٠١٧م)، ثم جاء الإجابة ببعض الشركات بلا وذلك بنسبة ١٣,٥ % من إجمالي عينة الدراسة.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٣

جدول (١٥) التوزيع العددي لسياسات الحكومية والطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

البيان	نعم		لا		الي حد ما		الإجمالي	
	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد	%
النسبة	٢٢	٤٢,٣	٧	١٣,٥	٢٣	٤٤,٢	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



- المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٥)

شكل (٧) التوزيع النسبي لسياسات الحكومية والطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

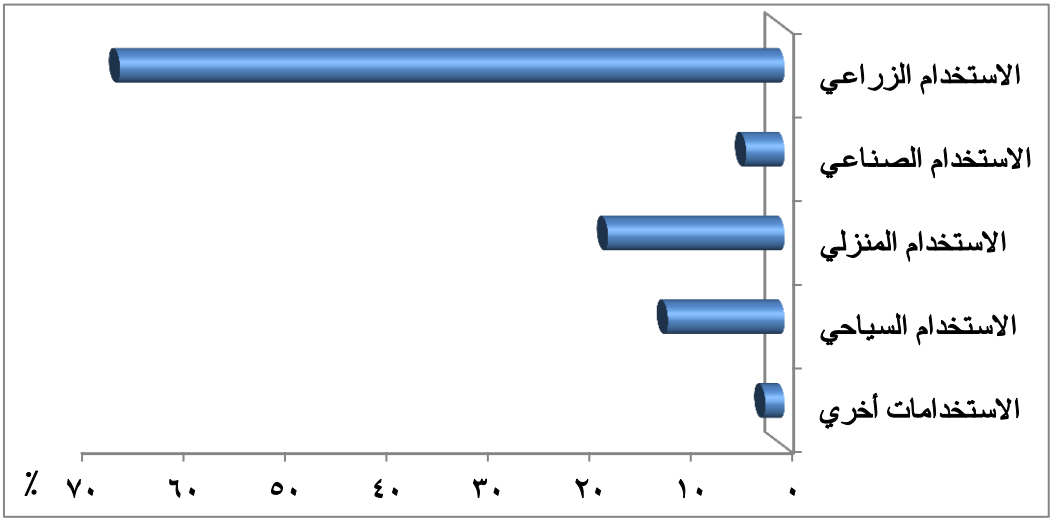
ج) أهم مجالات محطات الطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول(١٦) والشكل(٨)يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي الاستخدام الزراعي للطاقة الشمسية وهو ما يشكل نسبة ٦٥,٤% إي ما يزيد عن ثلاثة أخماس عينة الدراسة من شركات الطاقة الشمسية، ويرجع ذلك الي احتياج المزارعين للطاقة المتجددة لتشغيل طلمبات رفعا لمياه والإنارة، وكذلك رغبتهم في استبدال الطاقة التقليدية (المولدات) أو المازوت ذات التكلفة المرتفعة، وأيضاً لتجنب الآثار السلبية علي البيئة، ثم جاء في المرتبة الثانية الاستخدام المنزلي وذلك بنسبة ١٧,٤% من إجمالي عينة الدراية، ويرجع ذلك الي اتجاه السكان لتركيب محطات الطاقة الشمسية فوق اسطح المنازل لتعويض انقطاع الكهرباء سياسة الدولة" تخفيف الأحمال" ؛ وذلك عن طريق قطع الكهرباء أكثر من مرة خلال اليوم الواحد لأكثر من ساعة لكل مرة.

جدول (١٦) التوزيع العددي لمجالات استخدام الطاقة الشمسية في مصر ٢٠٢٣م.

نوع الاستخدام	عدد	%
الاستخدام الزراعي	٣٤	٦٥,٤
الاستخدام السياحي	٦	١١,٥
الاستخدام المنزلي	٩	١٧,٤
الاستخدام الصناعي	٢	٣,٨
الاستخدامات أخري	١	١,٩
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٦)

شكل (٨) التوزيع النسبي لمجالات استخدام الطاقة الشمسية في مصر ٢٠٢٣م.

لتأتي في المرتبة الثالثة الاستخدام السياحي وذلك بنسبة ١١,٥% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي استخدام محطات الطاقة الشمسية فوق اسطح الفنادق خاصةً في المناطق التي لا تخدمها شبكة الكهرباء الموحدة، ثم جاء في المرتبة الأخيرة لكل من الاستخدام الصناعي، والاستخدامات الأخرى وذلك بنسبة ٣,٨%، ١,٩% لكل منهما علي الترتيب من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع ذلك الي أن المصانع تحتاج كميات كبيرة من الطاقة لا تستطيع محطات الطاقة الشمسية توفيرها بالإضافة الي عدم عمل هذه المحطات ليلاً والاعتماد علي البطاريات.

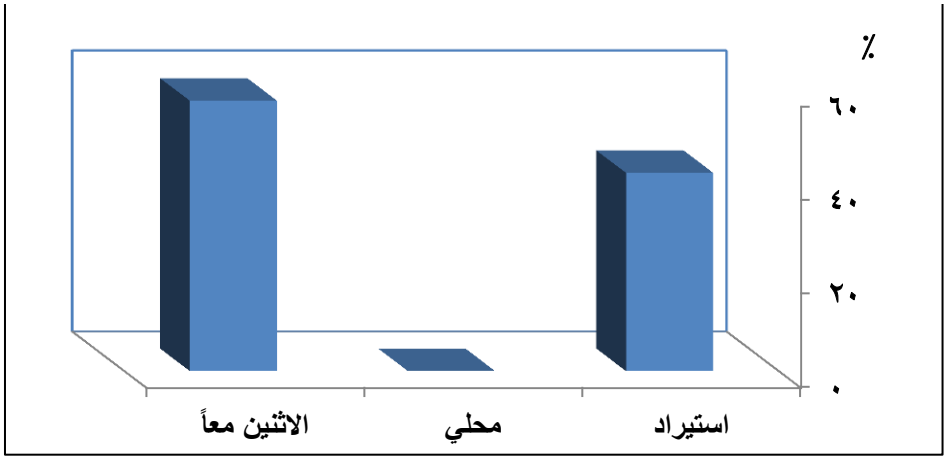
د) مصادر إنتاج محطات الطاقة الشمسية:

تحصل شركات الطاقة الشمسية على مكونات محطات الطاقة من خلال عدد من الدول الرائدة في مجال الطاقة الشمسية، وأيضًا تحصل على بعض مكونات المحطات من الإنتاج المحلي، وبدراسة الجدول (١٧) والشكل (٩) يتضح ما يلي:

جدول (١٧) التوزيع العددي لمصادر إنتاج محطات الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

مصادر إنتاج الطاقة	عدد	%
استيراد	٢٢	٤٢,٣
محلي	صفر	صفر
الاثنين معاً	٣٠	٥٧,٧
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٧)

شكل (٩) التوزيع النسبي لمصادر إنتاج محطات الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جاءت في المرتبة الأولي "الاثنين معاً" ويدل ذلك علي اعتماد نسبة ٥٨% من عينة الدراسة على استيراد الإنتاج المحلي لمحطات الطاقة الشمسية معاً، في حين جاءت في المرتبة الثانية "الاستيراد " بنسبة ٤٢% من عينة الدراسة، ويرجع ذلك الي وجود بعض الشركات التي تعتمد على استيراد جميع مكونات المحطة التي يتم تركيبها، ولم يكن هناك أي شركات تعتمد على الإنتاج المحلي في إنتاج مكونات محطات الطاقة الشمسية؛ ويرجع ذلك الي أنه لا يوجد شركات تعتمد على التقنيات المحلية بشكل كامل في مجال تركيب محطتا الطاقة الشمسية.

هـ) الدول المصنعة لتقنيات الطاقة الشمسية:

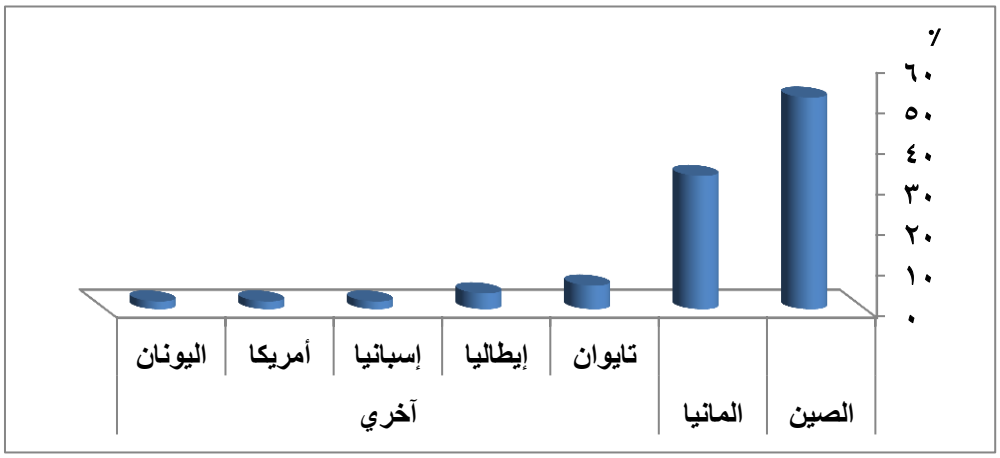
نتيجة اعتماد معظم شركات الطاقة الشمسية جزئيا أو كليًا علي استيراد تكنولوجيا مكونات محطات الطاقة الشمسية من الدول الرائدة في مجال الطاقة الشمسية لذلك تم الاهتمام بدراسة أهم الدول التي تعتمد عليها شركات الطاقة الشمسية، حيث بدراسة الجدول (١٨) والشكل(١٠) يتضح أن أهم هذه الدول التي جاءت في المرتبة الأولي هي الصين بنسبة ٥١,٩% من عينة الدراسة أي ما يفوق نصف العينة؛ ويرجع الي تكلفة إنتاج التقنيات الصينية أقل كثيراً من تكلفة إنتاج الاتحاد الأوربي لأسباب عديدة منها انخفاض تكلفة الأيدي العاملة، وتتجه شركات

الطاقة الشمسية للاستيراد بالرغم من وجود مصانع محلية لان المصانع الحالية تنتج بعض تقنيات المحطات وفي الغالب تنتج الألواح الشمسية فقط. في حين جاءت في المرتبة الثانية دولة ألمانيا بنسبة ٣٢,٨% من إجمالي عينة الدراسة وهو ما يقارب من خُمسين العينة؛ ويدل لك على أن ما زال المنتج الألماني يسيطر على جزء كبير من سوق الطاقة الشمسية المصري (حيث إن المنتج الألماني وجد نفسه أمام منافسة دولية شرسة، خاصةً من قبل منتجات الدول الأسيوية، ويرجع ذلك الي تكاليف الأيدي العاملة المنخفضة، ولكنه الي الآن يحتفظ المنتج الألماني بجودته وكفاءته العالية".

جدول (١٨) التوزيع العددي لدول المنتجة لتقنيات محطات الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

الدول		العدد	%
الصين		٢٧	٥١,٩
ألمانيا		١٧	٣٢,٧
آخري	تايوان	٣	٥,٨
	إيطاليا	٢	٣,٩
	إسبانيا	١	١,٩
	أمريكا	١	١,٩
	اليونان	١	١,٩
الإجمالي		٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٨)

شكل (١٠) التوزيع النسبي لدول المنتجة لتقنيات محطات الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

ومع كذلك فإن لمصر الأسبقية في مجال الطاقة الشمسية عن بلاد العالم، ولكن تأخرت كثيراً في إنتاج الطاقة الشمسية مقارنة بالدول الأخرى الأكثر تقدماً بهذا المجال، ولكن العلماء المصريين لعب دوراً كبيراً في تقدم معظم الدول المتقدمة بالطاقة الشمسية، ومنهم المهندس إبراهيم سمك وهو أحد رواد الطاقة المتجددة في العالم ورئيس المجلس الأوروبي للطاقة المتجددة لفترتين علي التوالي، وهو أيضاً منفذ مشروع الإضاءة بالطاقة الشمسية في الرئاسة

الألمانية، وكذلك البرلمان الأماني، ومحطة قطار برلين، وكذلك مطار شتوتجارت، ومخترع اللمبة الذكية المعتمدة علي الطاقة الشمسية والمنفذ في أكثر من ٢٥٠ مدينة ألمانية (هبة الله شومان، ٢٠١٨م، ص ٧٦).

وجاءت في المرتبة الأخيرة الدول الأخرى وهي (تايوان، إيطاليا، إسبانيا، اليونان، وأمريكا) والتي جاءت نسبتهم من عينة الدراسة (٥,٨%، ٣,٩%، ١,٩%، ١,٩%، ١,٩%) لكل منهما على الترتيب، ويرجع تصدر تايوان الدول الأخرى ويرجع ذلك الي انخفاض الأيدي العاملة في الدول الأسيوية مما عمل على خفض التكلفة الإجمالية لتقنيات الطاقة الشمسية، ثم جاءت إيطاليا وهي من الدول الرائدة في مجال الطاقة الشمسية بنسبة ٣,٩%، في حين جاءت باقي الدول بنسبة ١,٩% لكل منهما.

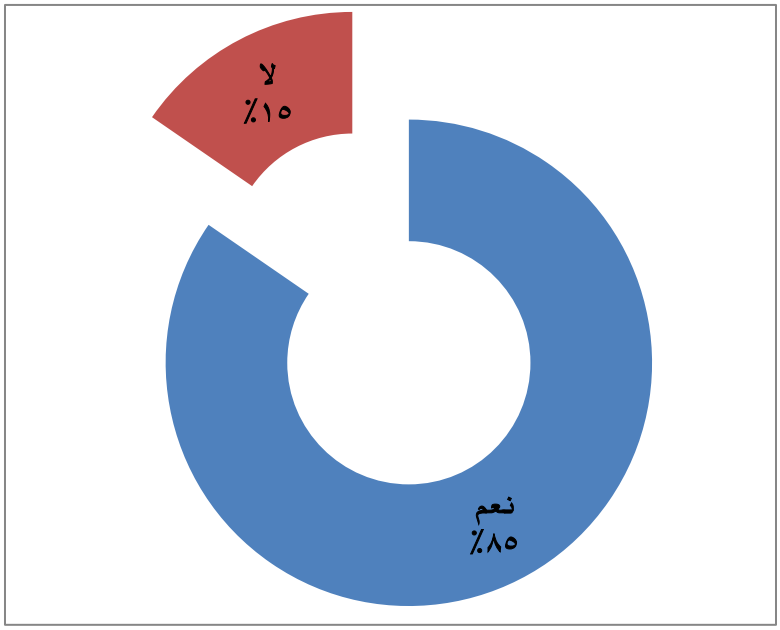
و) مدي تأثير أسعار تقنيات الطاقة الشمسية على انتشارها:

تلعب أسعار تقنيات الطاقة الشمسية دوراً رئيسياً في انتشار محطات الطاقة الشمسية، وبدراسة الجدول (١٩) والشكل (١١) يتضح أن أسعار الطاقة عامل مؤثر بنسبة ٨٤,٦% من إجمالي عينة الدراسة، ويرجع ذلك الي أن معظم تقنيات الطاقة الشمسية تأتي مستوردة ولحل هذه المشكلة جاءت المقترحات من قبل عينة الدراسة.

جدول (١٩) التوزيع العددي لمدي تأثير أسعار تقنيات الطاقة الشمسية على انتشارها عام ٢٠٢٣م.

البيان	نعم		لا	
العدد	عدد	%	عدد	%
%	٤٤	٨٤,٦	٨	١٥,٤

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (١٩)

شكل (١١) التوزيع النسبي لمدي تأثير أسعار تقنيات الطاقة الشمسية على انتشارها عام ٢٠٢٣م.

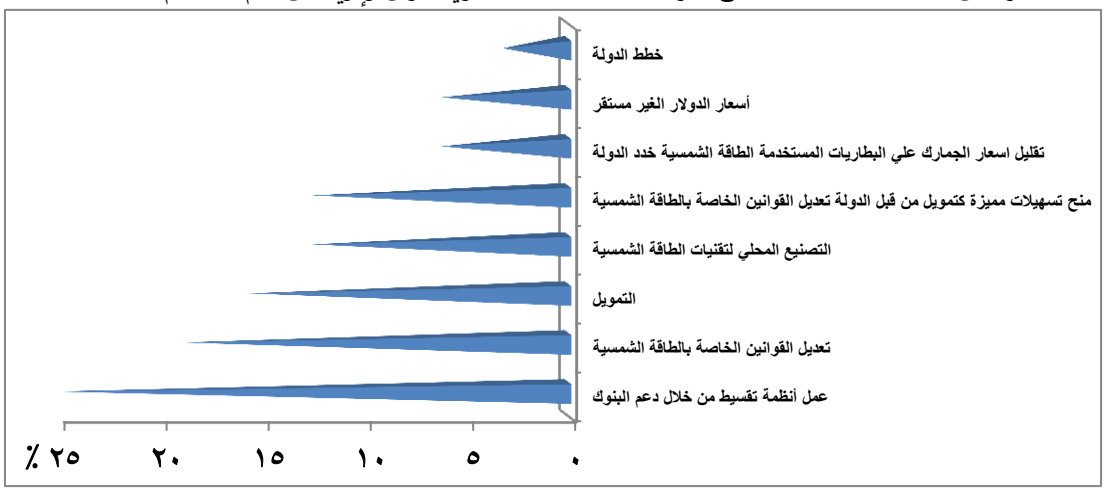
وبدراسة جدول (٢٠) والشكل (١٢) يتضح أنه جاء من أهم مقترحات عينة الدراسة وهو دعم البنوك بتقسيطه تركيب أنظمة الطاقة الشمسية بقروض وفوائد بسيطة وذلك بنسبة ٢٥% من إجمالي عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية تعديل القوانين الخاصة باستخدام الطاقة الشمسية جاءت بنسبة ١٨,٨% من عينة الدراسة، ليليها في المرتبة الثالثة من مقترحات عينة الدراسة التمويل وذلك بنسبة ١٥,٦% من إجمالي عينة الدراسة، ويرجع ذلك لارتفاع أسعار تقنيات الطاقة الشمسية وذلك بتمويل مشاريع الطاقة الشمسية والمصانع.

لتأتي في المرتبة الرابعة (التصنيع المحلي، ومنح تسهيلات مميزة لتمويل لتقنيات الطاقة الشمسية) وذلك بنسبة ١٢,٥% لكلا منهما على الترتيب، ويأتي في المرتبة الخامسة كلا من مقترحات (تقليل أسعار الجمارك على البطاريات، أسعار الدولار غير المستقرة) وذلك بنسبة ٦,٢% من عينة الدراسة، ليأتي المقترح الأخير خطط الدولة وذلك بنسبة ٣,٢% من عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٢٠) التوزيع العددي لمقترحات عينة الدراسة للتغلب على مشكلة أسعار الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

المقترحات	عدد	%
عمل أنظمة تقسيط من خلال دعم البنوك	٨	٢٥
تعديل القوانين الخاصة بالطاقة الشمسية	٦	١٨,٨
التمويل	٥	١٥,٦
التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الشمسية	٤	١٢,٥
منح تسهيلات مميزة كتمويل من قبل الدولة تعديل القوانين الخاصة بالطاقة الشمسية	٤	١٢,٥
تقليل أسعار الجمارك على البطاريات المستخدمة الطاقة الشمسية خدد الدولة	٢	٦,٢
أسعار الدولار غير المستقر	٢	٦,٢
خطط الدولة	١	٣,٢
الإجمالي	٣٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٠)

شكل (١٢) التوزيع العددي لمقترحات عينة الدراسة للتغلب على مشكلة أسعار الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

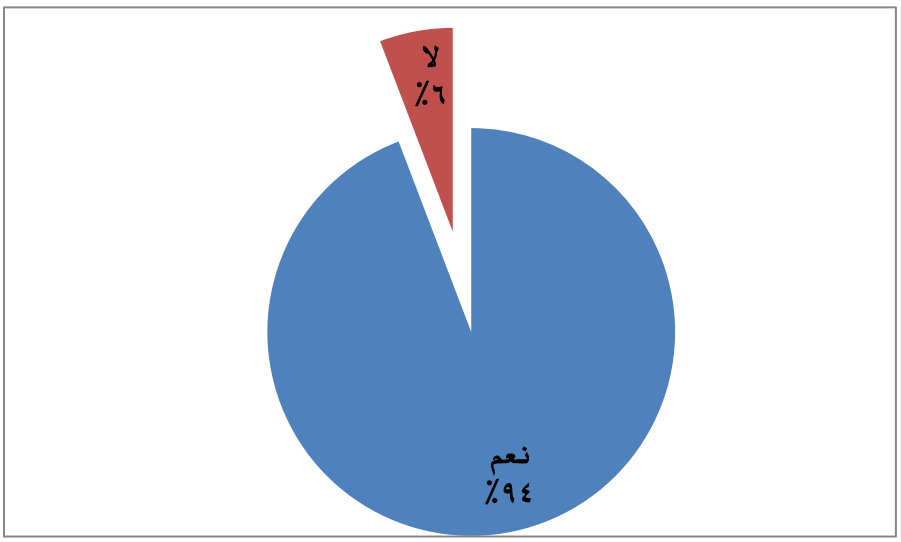
ز) مدي توقع الإقبال المستقبلي على الطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول (٢١) والشكل (١٣) يتضح ما يلي: جاءت أكثر عينات الدراسة بالإجابة " نعم" وهذا يدل على أن إجماع شركات عينة الدراسة بأن يكون هناك إقبال مستقبلي على استخدام الطاقة الشمسية وذلك بنسبة ٩٤,٢% من عينة الدراسة، وتزداد أعداد العملاء بشكل سريع وبصورة كبيرة يتجه المستثمرون الي الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية، وجاءت النسبة الأقل بالإجابة " لا" وهو ما يشكل نسبة ٥,٨ من عينة الدراسة.

جدول (٢١) التوزيع العددي لمدي توقع الإقبال المستقبلي على الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

البيان	نعم		لا	
العدد	عدد	%	عدد	%
%	٤٩	٩٤,٢	٣	٥,٨

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢١)

شكل (١٣) التوزيع النسبي لمدي توقع الإقبال المستقبلي على الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

ح) معوقات وجود مصانع لإنتاج تكنولوجيا الطاقة الشمسية:

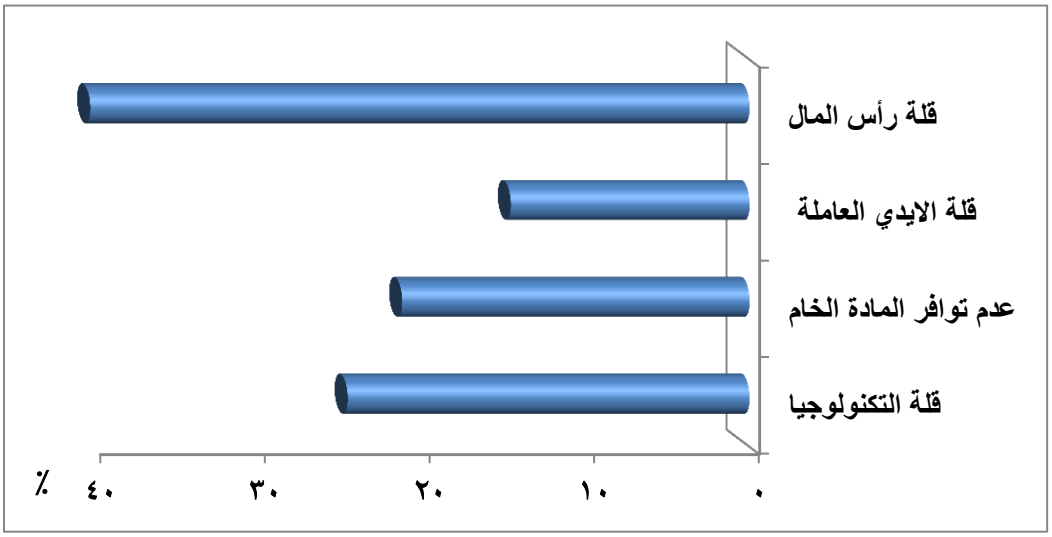
جاءت عينة الدراسة بالعديد من المعوقات التي تحول دون زيادة عدد مصانع تكنولوجيا الطاقة الشمسية لتحقيق الاكتفاء الذاتي حيث بدراسة الجدول (٢٢) والشكل (١٤) يتضح ما يلي: جاءت في مقدمة المعوقات رأس المال وذلك بنسبة ٤٠% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي ارتفاع تكلفة تكنولوجيا الطاقة الشمسية، لتأتي في المرتبة الثانية (قلة التكنولوجيا،

وعدم توافر المادة الخام) وذلك بنسب ٢٤,٤%، ٢١,١% لكل منهما على الترتيب من إجمالي عينة الدراسة.

جدول (٢٢) التوزيع العددي لمعوقات وجود مصانع لإنتاج تكنولوجيا الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

أهم المعوقات	عدد	%
قلة رأس المال	٣٦	٤٠
قلة التكنولوجيا	٢٢	٢٤,٤
عدم توافر المادة الخام	١٩	٢١,١
قلة الأيدي العاملة	١٣	١٤,٥
آخري	صفر	صفر
الإجمالي	٩٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٢)

شكل (١٤) التوزيع النسبي لمعوقات وجود مصانع لإنتاج تكنولوجيا الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

ط) مقترحات تنمية تكنولوجيا الطاقة الشمسية:

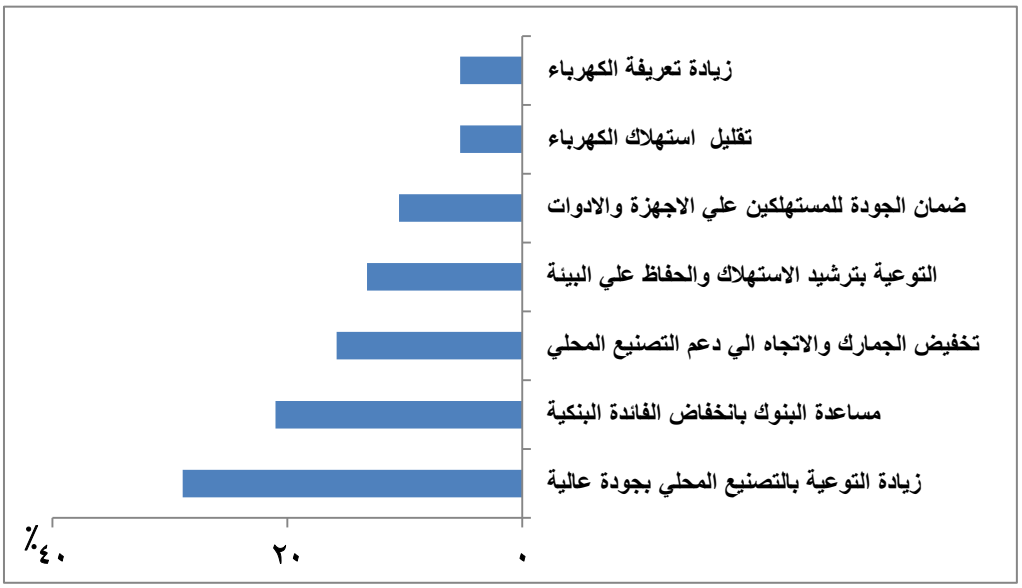
جاءت عينة الدراسة ببعض المقترحات التي يمكن الاستفادة منها في تنمية مشروعات الطاقة الشمسية ن فبدراسة الجدول(٢٣) والشكل(١٥) يتضح أنه: جاءت في المرتبة الأولي من حيث المقترحات زيادة التوعية بالتصنيع المحلي عالِ الجودة والتي بلغت نسبته ٢٨,٩% إي ما يقارب من ثلث عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، ويرجع ذلك الي أن التصنيع المحلي سيعمل علي تقليل وثبات أسعار تكنولوجيا الطاقة الشمسية عن طريق توفير الجمارك وأسعار الدولار الغير مستقرة مما يعمل علي انخفاض أسعار تكنولوجيا الطاقة الشمسية، وجاءت في المرتبة الثانية مساعدة البنوك بانخفاض الفائدة البنكية وذلك بنسبة ٢١% من إجمالي عينة الدراسة عام

٢٠٢٣م، حيث تساعد علي توفير تكلفة تركيب محطات الطاقة الشمسية، لتأتي في المرتبة الثالثة من حيث مقترحات عينة الدراسة تخفيض الجمارك والاتجاه الي دعم التصنيع المحلي وذلك بنسبة ١٥,٨% من إجمالي عينة الدراسة عما ٢٠٢٣م،؛ ويرجع الي تخفيض تكلفة تكنولوجيا محطات الطاقة الشمسية، لتأتي في المرتبة الرابعة التوعية بترشيد الاستهلاك والحفاظ علي البيئة وذلك بنسبة ١٣,٢% من إجمالي عينة الدراسة إي ما يقارب من سدس عينة الدراسة ٢٠٢٣م، ثم جاءت في المرتبة الخامسة من حيث المقترحات ضمان الجودة للمستهلكين علي الأجهزة والأدوات وذلك بنسبة ١٠,٥% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، ثم جاءت في المرتبة الأخيرة مقترحات تقليل استهلاك الكهرباء، زيادة تعريفة الكهرباء وذلك بنسبة ٥,٣% لكل منهما من عينة الدراسة ٢٠٢٣م.

جدول (٢٣) التوزيع العددي لمقترحات تنمية تكنولوجيا الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

المقترحات	عدد	%
زيادة التوعية بالتصنيع المحلي بجودة عالية	١١	٢٨,٩
مساعدة البنوك بانخفاض الفائدة البنكية	٨	٢١
تخفيض الجمارك والاتجاه الي دعم التصنيع المحلي	٦	١٥,٨
التوعية بترشيد الاستهلاك والحفاظ على البيئة	٥	١٣,٢
ضمان الجودة للمستهلكين على الأجهزة والأدوات	٤	١٠,٥
تقليل استهلاك الكهرباء	٢	٥,٣
زيادة تعريفة الكهرباء	٢	٥,٣
الإجمالي	٣٨	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٣)

شكل (١٥) التوزيع النسبي لمقترحات تنمية تكنولوجيا الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

ثانياً: بيانات عن المحطات:

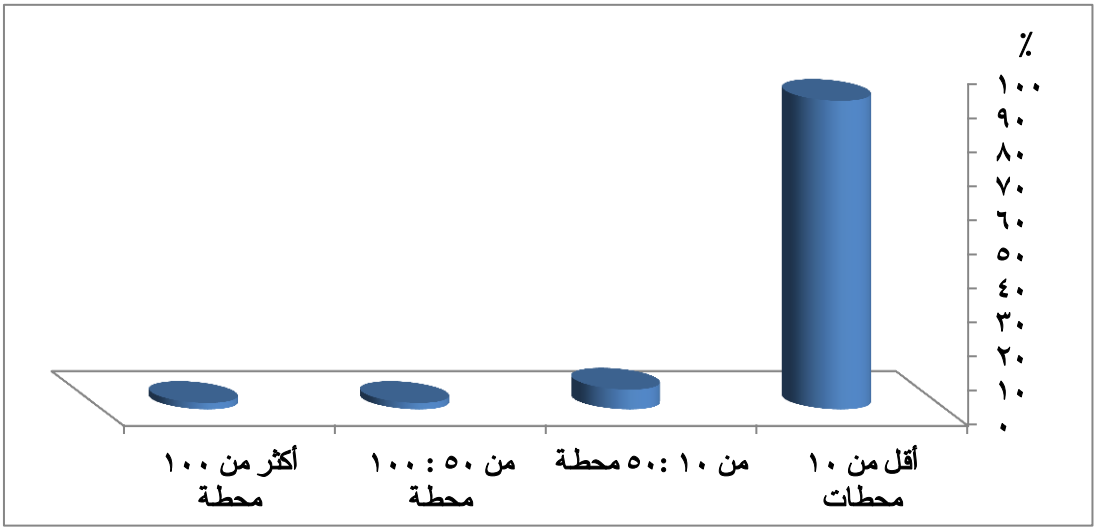
١-أعداد المحطات التي تم تركيبها من قبل شركتكم:

وبدراسة الجدول(٢٤) والشكل (١٦) يتضح أنه جاءت في لمرتبة الأولي أقل من ١٠ محطات وذلك بنسبة ٩٠,٤% من إجمالي عينة الدراسة ٢٠٢٣م، ويرجع ذلك الي ارتفاع تكاليف المحطات وقلة المعرفة بالطاقة الشمسية وهي الشركات الحديثة في المجال، لتأتي في المرتبة الثانية أعداد المحطات (من ١٠ : ٥٠ محطة) وذلك بنسبة ٥,٨% من عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، وهي الشركات الكبيرة في مجال الطاقة الشمسية والتي تعمل بنظام التقسيط مما أدى الي ارتفاع أعداد المستفيدين منها، ثم جاءت في المرتبة الأخيرة أعداد المحطات (٥٠: ١٠٠ محطة، أكثر من ١٠٠ محطة) بنسبة ١,٩% لكل منهما من إجمالي عينة الدراسة وهي الشركات التي لها مجال وتاريخ كبير في مجال الطاقة الشمسية مما أدى الي ارتفاع أعداد المحطات التي تم تركيبها.

جدول (٢٤) التوزيع العددي لمتوسط أعداد المحطات التي تم تركيبها من قبل عينة شركات الطاقة ٢٠٢٣م.

المحطات التي تم تركيبها	عدد	%
أقل من ١٠ محطات	٤٧	٩٠,٤
من ١٠ :٥٠ محطة	٣	٥,٨
من ٥٠: ١٠٠ محطة	١	١,٩
أكثر من ١٠٠ محطة	١	١,٩
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٤)

شكل (١٦) التوزيع النسبي لمتوسط أعداد المحطات التي تم تركيبها من قبل عينة شركات الطاقة ٢٠٢٣م.

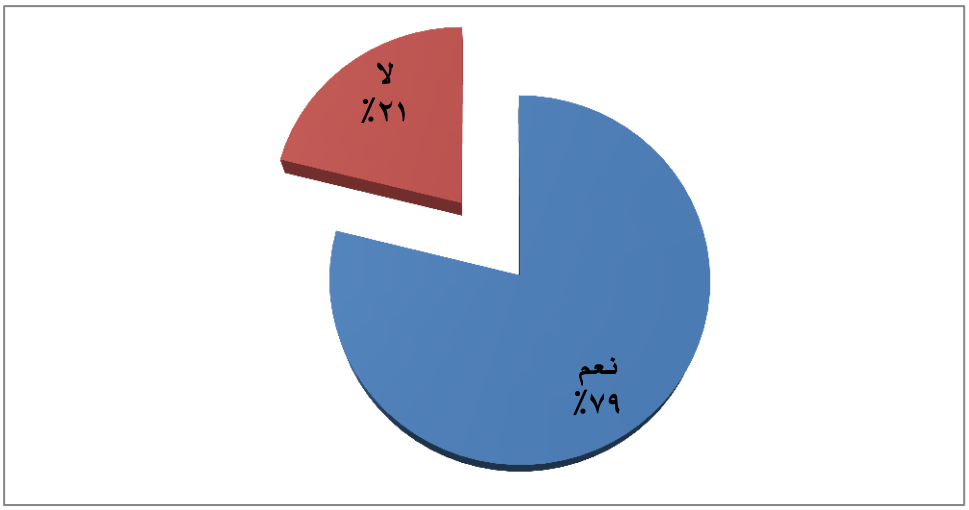
٢- مصادر الكهرباء بمحطات الطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول(٢٥) والشكل(١٧) يتضح انه جاءت الإجابة (نعم) بنسبة ٧٨,٩% من إجمالي عينة الدراسة، ويوضح ذلك أن معظم من يتجهون الي إنشاء محطات طاقة الشمسية لا يتوافر لديهم مصدر كهرباء، أو لم يحصلوا علي ترخيص لتوصيل كهرباء خاصةً في الاستخدام الزراعي لبعدها هن شبكة الكهرباء الموحدة مع زيادة أسعار الدولار، في حين جاءت في المرتبة الثاني (لا) بنسبة ٢١,١% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي اتجاه السكان لتركيب محطات الطاقة الشمسية للاستخدام المنزل خاصةً مع انقطاع الكهرباء بصفة يومية خلال الفترة السابقة.

جدول (٢٥) التوزيع العددي لمدي توافر كمصدر كهرباء بمحطات الطاقة لشمسية ٢٠٢٣م.

نعم		لا		الإجمالي	
عدد	%	عدد	%	عدد	%
٤١	٧٨,٩	١١	٢١,١	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٥)

شكل (١٧) التوزيع النسبي لمدي توافر كمصدر كهرباء بمحطات الطاقة لشمسية ٢٠٢٣م.

٣- الطاقة المنتجة في محطات الطاقة الشمسية:

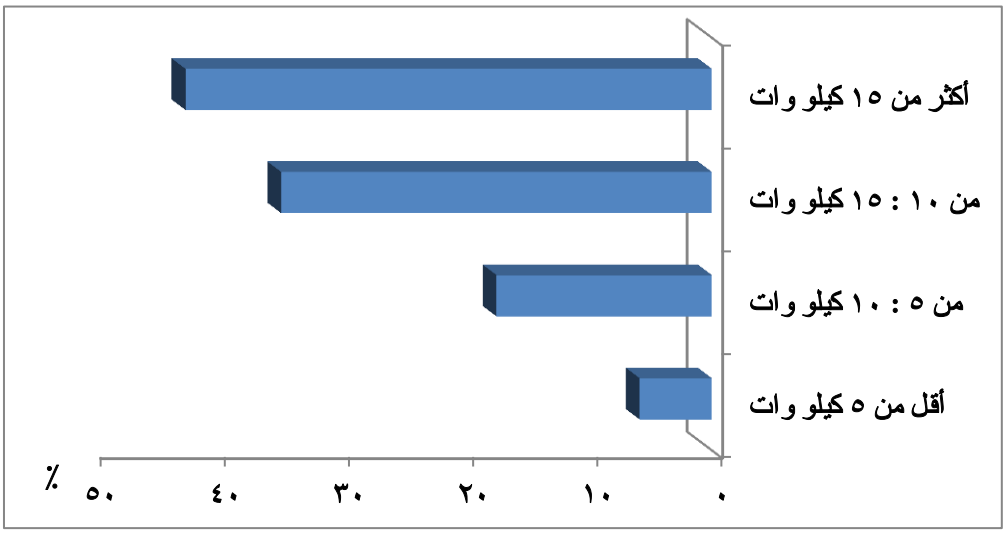
وبدراسة الجدول(٢٦) والشكل(١٨) يتضح ما يلي: جاءت في المرتبة الأولي (أكثر من ١٥ كيلو وات) وذلك بنسبة ٤٢,٣% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي الاحتياج الكبير من الطاقة حتي يتم تشغيل الطلمبات الزراعية التي تزيد عن ١٠ حصان، وكذلك

تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية الأساسية أثناء انقطاع الكهرباء في المحطات المنزلية، ثم جاءت في المرتبة الثانية من (١٠: ١٥ كيلو وات) وذلك بنسبة ٣٤,٦% إي ما يفوق ثلث عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي تركيب محطات الطاقة الشمسية المتوسطة، وجاءت في المرتبة الثالثة من (٥ الي ١٠ كيلو وات) وذلك بنسبة ١٧,٣ %، لتأتي في المرتبة الأخيرة أقل من ٥ كيلو وات وهو ما يشكل نسبة ٥,٨% من إجمالي العينة وهي عبارة عن المحطات الصغيرة التي يتم تركيبها في المناطق البعيدة عن شبكة الكهرباء الموحدة ويحتاج سكانها الي تركيب محطات الطاقة الشمسية للاستفادة منها تنوير بعض اللمبات أو المراوح وغيرها.

جدول (٢٦) التوزيع العددي لمتوسط الطاقة المنتجة من محطات الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

متوسط إنتاج الطاقة من المحطات	عدد	%
أقل من ٥ كيلو وات	٣	٥,٨
من ٥: ١٠ كيلو وات	٩	١٧,٣
من ١٠: ١٥ كيلو وات	١٨	٣٤,٦
أكثر من ١٥ كيلو وات	٢٢	٤٢,٣
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٦)

شكل (١٨) التوزيع النسبي لمتوسط الطاقة المنتجة من محطات الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

٤- تكلفة محطات الطاقة الشمسية:

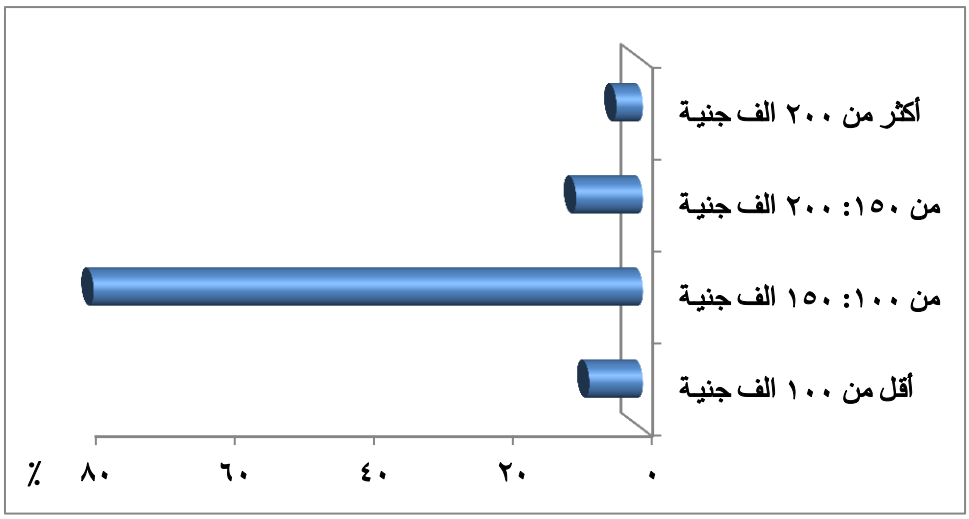
وبدراسة الجدول(٢٧) والشكل(١٩) يتضح ما يلي: جاء في المرتبة الأولي تركيب محطات (من ١٠٠ الي ١٥٠ الف جنية) وهو ما يشكل نسبة ٧٨,٩% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، وهي المحطات المتوسطة، ليليها في المرتبة الثانية (١٥٠: ٢٠٠ الف جنيه) وهو

ما يشكل نسبة ٩,٦% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م ؛ وهي المحطات ذات القدرات العالية، ليليهم في المرتبة الثالثة والرابعة ٧,٧%، ٣,٨% لكل منهما من إجمالي عينة الدراسة، وذلك يتم بها تركيب المحطات الصغيرة لخدمة المناطق البعيدة عن شبكة الكهرباء الموحدة، أو المحطات ذات القدرات الكبيرة جداً وهي التي تستخدم في المزارع الكبيرة والمنازل.

جدول (٢٧) التوزيع العددي لمتوسط تكلفة إنشاء محطات الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

التكلفة	عدد	%
أقل من ١٠٠ ألف جنية	٤	٧,٧
من ١٠٠: ١٥٠ ألف جنية	٤١	٧٨,٩
من ١٥٠: ٢٠٠ ألف جنية	٥	٩,٦
أكثر من ٢٠٠ ألف جنية	٢	٣,٨
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٧)

شكل (١٩) التوزيع النسبي لمتوسط تكلفة إنشاء محطات الطاقة الشمسية ٢٠٢٣م.

٥- فترة تقسيط محطات الطاقة الشمسية:

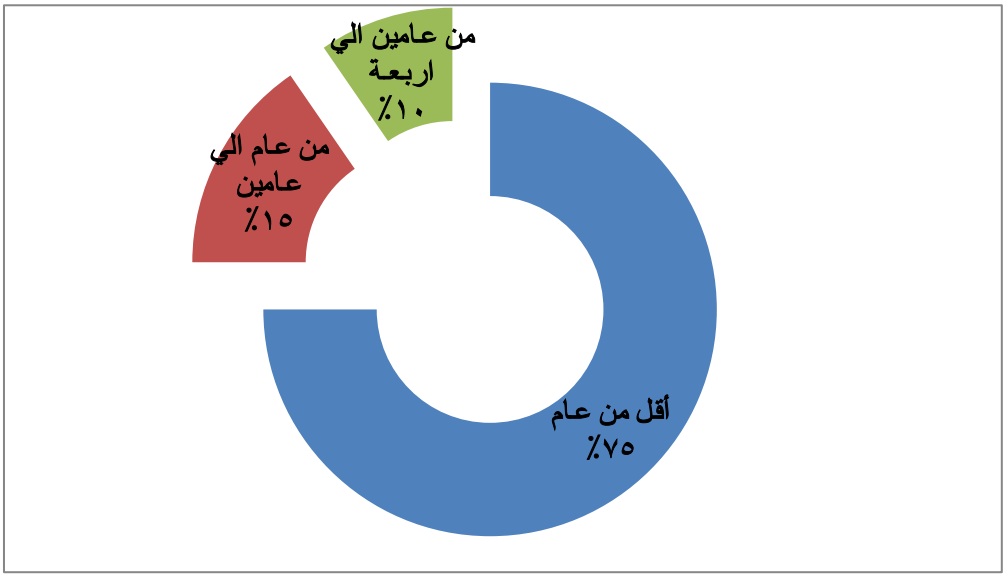
وبدراسة الجدول(٢٨) والشكل (٢٠) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي أقل من عام وذلك بنسبة ٧٥% إي ما يفوق ثلثي عينة الدراسة ؛ ويرجع ذلك الي أن شركات الطاقة الشمسية تفضل عدم التقسيط أو التقسيط لفترة قصيرة حتي تتمكن من تدوير رأس المال وشركاء وتركيب أكبر عدد من محطات الطاقة، خاصة وأن تكنولوجيا الطاقة الشمسية معظمها مستورد فيزداد سعرها مع زيادة سعر الدولار الذي يرتفع مع الوقت، في حين جاءت في المرتبة الثانية من عام الي عامين والتي جاءت بنسبة ١٥,٤% إي ربع عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الخيرة من عام الي أربعة أعوام وذلك بنسبة ٩,٦% من إجمالي عينة الدراسة

عام ٢٠٢٣م، ويرجع فصول شركات الطاقة لهذه المدة الكبيرة لتقسيط نتيجة زيادة أسعار الفائدة كلما زادت المدة.

جدول (٢٨) التوزيع العددي لفترات تقسيط محطات الطاقة الشمسية حسب عينة الدراسة ٢٠٢٣م.

فترة التقسيط	عدد	%
أقل من عام	٣٩	٧٥
من عام الي عامين	٨	١٥,٤
من عامين الي أربعة	٥	٩,٦
أكثر من أربعة أعوام	صفر	صفر
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٨)

شكل (٢٠) التوزيع النسبي لفترات تقسيط محطات الطاقة الشمسية حسب عينة الدراسة ٢٠٢٣م.

٦- مدي توفير المحطة للكهرباء المطلوبة:

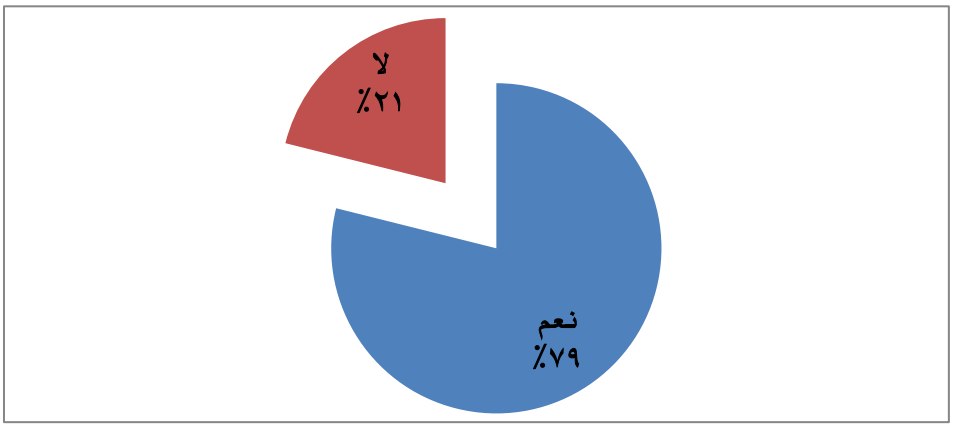
وبدراسة الجدول (٢٩) والشكل (٢١) يتضح أن: جاءت في المرتبة الأولي للذين وفرت لهم الطاقة الشمسية الاحتياج اللازم من الكهرباء والذي بلغت نسبتهم ٧٨,٩% من إجمالي العينة في حين جاء المرتبة الثانية للذين لم توفر لهم المحطة الكهرباء اللازمة بشكل كامل بنسبة ٢١,١% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م ويعني ذلك أن معظم مستخدمي المحطات الشمسية لا يوجد لديهم مصدر آخر للكهرباء.

جدول (٢٩) التوزيع العددي مدي توفير المحطة للكهرباء المطلوبة بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

نعم	لا	الإجمالي

٤١	٧٨,٩	١١	٢١,١	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٢٩)

شكل (٢١) التوزيع النسبي مدي توفير المحطة للكهرباء المطلوبة بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

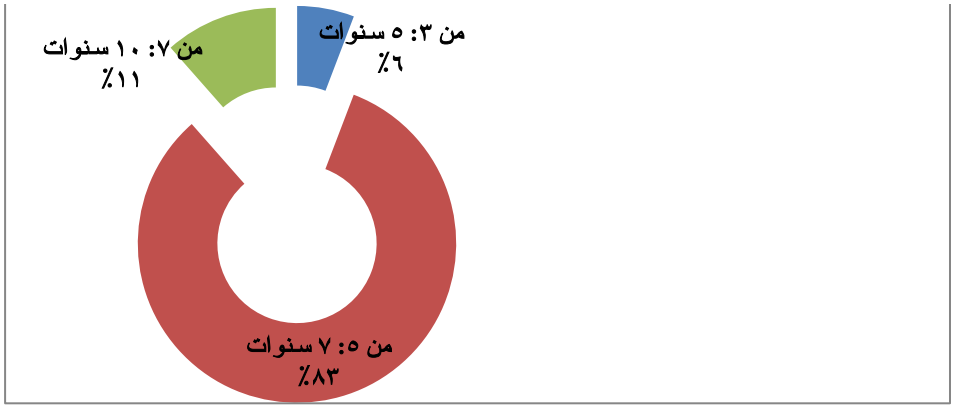
٧- فترة صلاحية محطة الطاقة الشمسية:

يُعد العمر الافتراضي من أهم العوامل التي تأخذ في الاعتبار عند مستخدميها حيث يتم دفع ثمن المحطة الغالي الثمن نظير الحصول على كهرباء خلال فترة العمر الافتراضي لها، فجاءت في المرتبة الأولي العمر الافتراضي للمحطة من (٥: ٧ سنوات) وذلك بنسبة ٨٢,٧% من عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية من (٧: ١٠ سنوات) وذلك بنسبة ١١,٥% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، ليأتي في المرتبة الأخيرة من (٣: ٥ سنوات) بنسبة ٥,٨% عام ٢٠٢٣م.

جدول (٣٠) التوزيع العددي لفترة صلاحية محطات الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

الفترة	عدد	%
من ٣: ٥ سنوات	٣	٥,٨
من ٥: ٧ سنوات	٤٣	٨٢,٧
من ٧: ١٠ سنوات	٦	١١,٥
أكثر من ١٠ سنوات	صفر	صفر
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٠)

شكل (٢٢) التوزيع النسبي لفترة صلاحية محطات الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

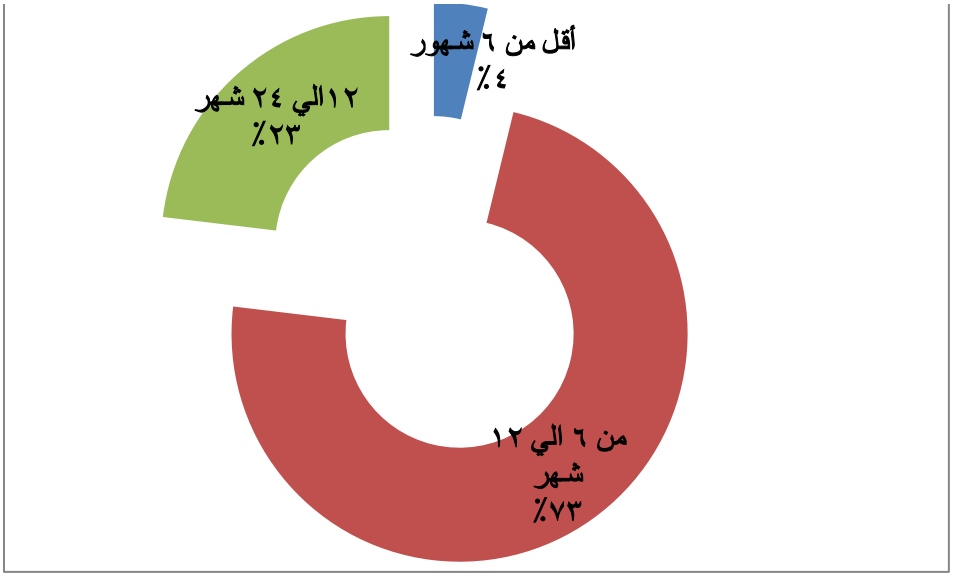
٨- فترة صيانة المحطات الشمسية:

وبدراسة الجدول(٣١) والشكل(٢٣) يتضح ما يلي: جاءت في المرتبة الأولي فترة صيانة للمحطة تستمر لفترة من ٦ الي ١٢ شهر ولك بنسبة ٧٣,١% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، لتأتي في المرتبة الثانية وهي فترة صيانة تستمر من ١٢ الي ٢٤ شهراً وذلك بنسبة ٢٣,١% عينة الدراسة أي يقارب من ربع عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، وجاءت في المرتبة الأخيرة أقصر فترة للصيانة وهي ٦ شهور وذلك بنسبة ٣,٨% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع قلة هذه الفئة لان معظم مستخدمي الطاقة الشمسية يفضلون طول فترة الصيانة والمتابعة في تطول العمر الافتراضي للمحطة والحفاظ عليها.

جدول (٣١) التوزيع العددي لفترة صلاحية محطات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

الفترة	عدد	%
أقل من ٦ شهور	٢	٣,٨
من ٦ الي ١٢ شهر	٣٨	٧٣,١
١٢ إلى ٢٤ شهر	١٢	٢٣,١
أكثر من ٢٤ شهر	صفر	صفر
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣١)

شكل (٢٣) التوزيع النسبي لفترة صلاحية محطات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

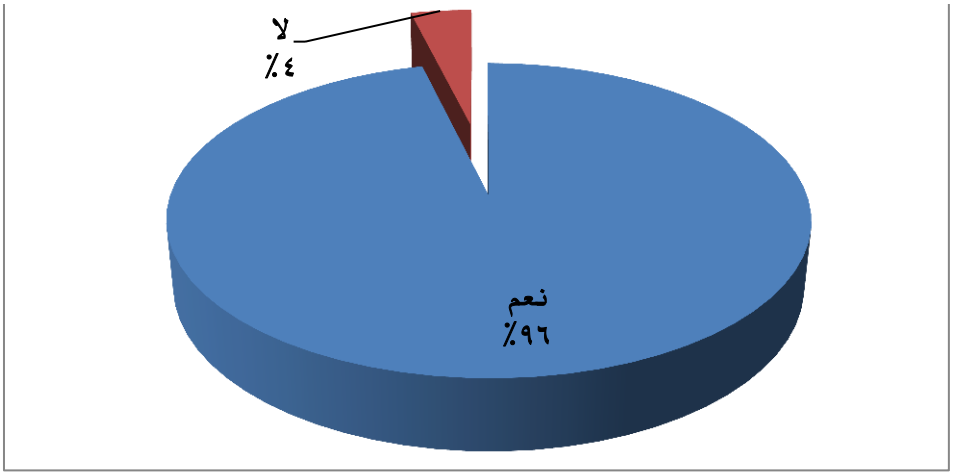
٩- توفير المال والطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول (٣٢) والشكل (٢٤) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي بنسبة ٩٦,٢% بالإجابة " نعم" إي أن تركيب محطات الطاقة الشمسية توفر استخدام الكهرباء من المحطة بدون مقابل خلال فترة العمر الافتراضي للمحطة، في حين جاءت الإجابة ب "لا" بنسبة ٣,٨% من إجمالي عينة الدراسة وذلك لأن احتياج هذه الفئة يفوق قدرة المحطة لذلك يتم الاستعانة بمصادر أخري للحصول على الكهرباء مما يعمل علي زيادة الأعباء المالية بتعدد مصادر الحصول على الكهرباء.

جدول (٣٢) التوزيع العددي لمدي توفير المال والطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

نعم		لا		الإجمالي	
عدد	%	عدد	%	عدد	%
٥٠	٩٦,٢	٢	٣,٨	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٢)

شكل (٢٤) التوزيع النسبي لمدي توفير المال والطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

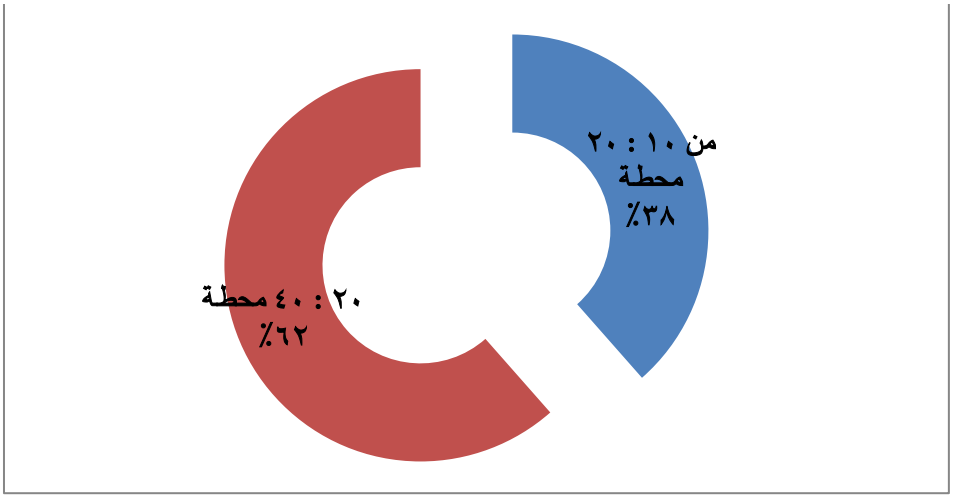
١٠-الاستخدام المنزلي للطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول (٣٣) والشكل (٢٥) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي من حيث عدد المحطات التي تم تركيبها للاستخدام المنزلي من (٢٠ – ٤٠) محطة وهو عدد صغير نتيجة انتشار شبكة الكهرباء الموحدة وخدمة المناطق العمرانية بالجمهورية، فاتجه بعض السكان لتركيب محطات الطاقة الشمسية لتعويض انقطاع الكهرباء يومياً، وذلك بنسبة ٦١,٥% من عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية من (١٠ – ٢٠) محطة بنسبة ٣٨,٥% من إجمالي عينة الدراسة، في حين لم يحظ اختيار ٤٠ –٦٠ محطة، أكثر من ٦٠ محطة بعدم اختيارهم.

جدول (٣٣) التوزيع العددي للاستخدام المنزلي للطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

عدد المحطات	عدد	%
من ١٠: ٢٠ محطة	٢٠	٣٨,٥
٢٠: ٤٠ محطة	٣٢	٦١,٥
٤٠: ٦٠ محطة	صفر	صفر
أكثر من ٦٠ محطة	صفر	صفر
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٣)

شكل (٢٥) التوزيع النسبي للاستخدام المنزلي للطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

٥) بيانات عن شركات الطاقة الشمسية:

تُعد الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية في مصر ثروة مهدرة، حيث بدأ الاهتمام بها في نهاية القرن الماضي، ويأتي هذا الجزء الميداني للاستخدامات الطاقة الشمسية للاستفادة من خبرات الاستخدامات المطبقة فعليا على ارض الواق، حيث يهدف هذا الجزء الي دراسة مصادر الفعلية للطاقة المتجددة المستخدمة في توليد الطاقة، مع دراسة شركات الطاقة الشمسية في مصر.

وتم توليد الكهرباء في مصر من مصادر العديدة فتنتج محطات الطاقة الحرارية ٨٧,٩% من الكهرباء (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠٢٣م، ص ١٦م)، ويوجد زيادة في الطلب على الكهرباء؛ ويرجع ذلك الي المشروعات التنموية التي تقوم بها مصر في المجالات المختلفة، وأيضاً النمو السكاني الذي يعمل علي زيادة الطلب على الطاقة.

وظهرت زيادة في الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في مصر (٢٠١٠م – ٢٠٢٣م)، حيث كانت تمثل ١٤٩٣٨ ج.و.س عام ٢٠١٠م لتبلغ ٢٦١٠٠ عام ٢٠٢٣م، وهو ما يشكل نسبة ١٢,١% عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع ذلك للأهمية التي توليها مصر لمصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء حيث تعتمد على الاستخدام الأفضل لمصادر الطاقة المتاحة وفقاً لاستراتيجية مصر ٢٠٣٥ م التي تستهدف زيادة نسبتها الي ٤٢% من إجمالي إنتاج الطاقة (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠٢٣م، ص ٥)

١١-أعداد الشركات التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية:

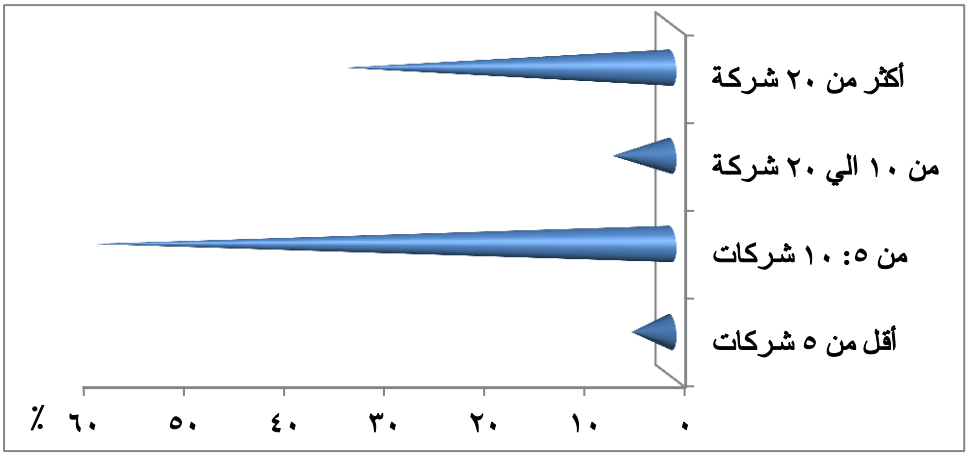
يُعد من أهم عوامل انتشار محطات الطاقة الشمسية هو مدي توافر الشركات التي تساعد علي تركيب محطات الطاقة الشمسية فبدراسة الجدول(٣٤) والشكل(٢٦) يتضح ما أن جاءت في المرتبة الولي عدد الشركات (٥ : ١٠ شركات) من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع الانتشار الكبير لشركات الطاقة الشمسية التي ارتفعت من ٥ شركات عام ٢٠١٤م إلى ٢٥٠

شركة عام ١٢/ ١٠/ ٢٠٢٢م (الأمم المتحدة، وهو الذي أدى الي الانتشار الكبير والمساعدة في تركيب محطات الطاقة الشمسية لمستخدمين، لتأتي في المرتبة الثانية أكثر من ٢٠ شركة وذلك بنسبة ٣٢,٦% أي ما يفوق ثلث عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، لتاتي في المرتبة الأخيرة من ١٠ الي ٢٠ شركة، وأقل من ٥ شركات وهو ما يشكل نسبة ٥,٨%، ٣,٩% من إجمالي عينة الدراسة وهي المحافظات التي يقل فيها تركيب محطات الطاقة الشمسية ولذلك تقل عدد الشركات نتيجة انخفاض الإشعاع الشمسي وقلة عدد ساعات سطوع الشمس مثل محافظة الإسكندرية.

جدول (٣٤) التوزيع العددي لأعداد الشركات التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

الفترة	عدد	%
أقل من ٥ شركات	٢	٣,٩
من ٥: ١٠ شركات	٣٠	٥٧,٧
من ١٠ الي ٢٠ شركة	٣	٥,٨
أكثر من ٢٠ شركة	١٧	٣٢,٦
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٤)

شكل (٢٦) التوزيع النسبي لأعداد الشركات التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

١٢-أعداد العاملين بشركات الطاقة الشمسية:

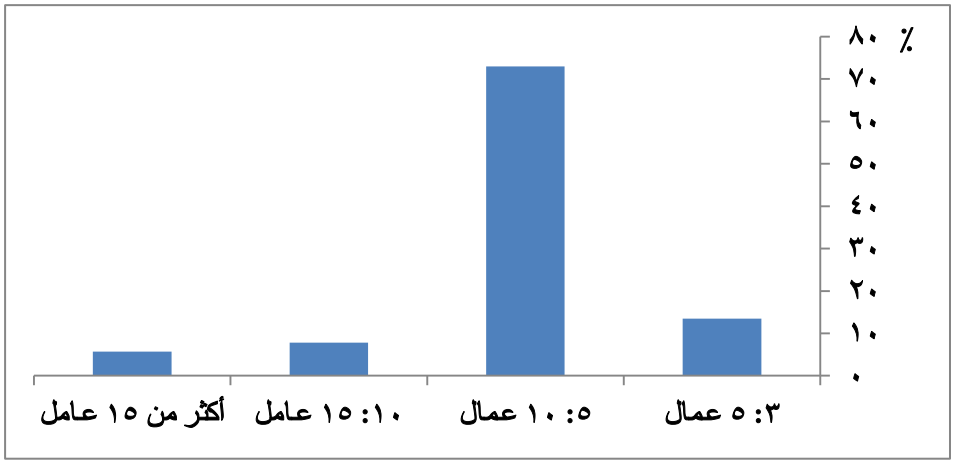
تحتاج شركات الطاقة الشمسية الي عاملين ذو خبرة لذلك زيادة عدد العاملين يساعد علي توفير الوقت في تركيب المحطات فبدراسة الجدول(٣٥) والشكل(٢٧) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي (من ٥ الي ١٠ عمال) وذلك بنسبة ٧٣% إي ما يقارب من ثلاثة أرباع عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، لتأتي في المرتبة الثانية من ٣ الي ٥ عمال وذلك بنسبة ١٣,٥% من إجمالي عينة الدراسة وهي الشركات الحديثة في مجال الطاقة الشمسية، في حين جاء في المرتبة الخيرة كلا من (١٠: ١٥ عامل) و (أكثر من ١٥ عامل) وهو ما يشكل نسبة ٧,٨%، ٥,٧% لكل منهما علي الترتيب من إجمالي عينة

الدراسة عام ٢٠٢٣م، وهي الشركات الكبيرة التي تحتاج لعدد عمالة أكبر حيث تتمكن من تركيب أكثر من محطة في نفس الوقت.

جدول (٣٥) التوزيع العددي لأعداد العاملين بشركات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

عدد العمال	عدد	%
٣: ٥ عمال	٧	١٣,٥
٥: ١٠ عمال	٣٨	٧٣
١٠: ١٥ عامل	٤	٧,٨
أكثر من ١٥ عامل	٣	٥,٧
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٥)

شكل (٢٧) التوزيع النسبي لأعداد العاملين بشركات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

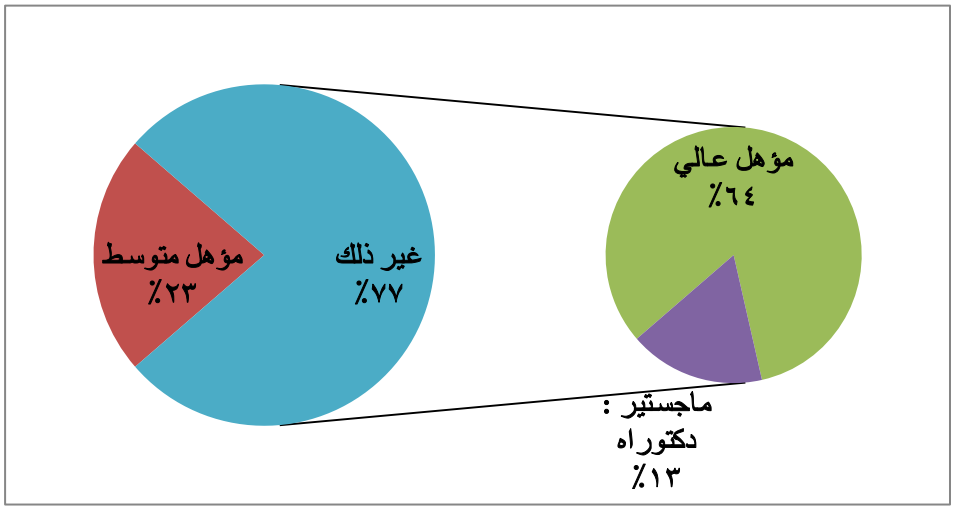
١٣-مؤهلات العاملين بشركات الطاقة الشمسية:

وبدراسة الجدول (٣٦) والشكل (٢٨) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي المؤهلات العليا ومعظمهم خريجين هندسة أو ما يعادلها حيث تحتاج تقنيات محطات الطاقة الشمسية الي دقة في اختيار الموقع واختيار اتجاه الأفضل لتجميع أكبر قدر من الإشعاع الشمسي فبلغت نسبتهم ٦٤% من إجمالي عينة الدراسة، في حين جاءت في المرتبة الثانية مؤهل متوسط بنسبة ٢٢,٧% من إجمالي عينة الدراسة وهم الذين يقومون بأعمال التركيب ولكن يشترط أن يكون علي الأقل خرجين مؤهلات متوسطة خاصةً الدبلومات الفنية لتسهيل مهمتهم، في حين جاء في المرتبة الثالثة ماجستير ودكتوراه بنسبة ١٣,٣% وهو عاداً ما يشكلون أصحاب هذه الشركات والعقل المنفذ لصفقات الشراء والمواصفات المطلوبة لتكوين تقنية المحطة ويقومون بالإشراف العام علي تركيب المحطات.

جدول (٣٦) التوزيع العددي لمؤهلات العاملين بشركات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

نوع المؤهل	عدد	%
أمي	صفر	صفر
مؤهل متوسط	١٧	٢٢,٧
مؤهل عالِ	٤٨	٦٤
ماجستير – دكتوراه	١٠	١٣,٣
الإجمالي	٧٥	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٦)

شكل (٢٨) التوزيع النسبي لمؤهلات العاملين بشركات الطاقة الشمسية بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

١٤-رواتب العاملين بشركات الطاقة الشمسية:

يُعد من العوامل المؤثرة علي نجاح الشركة هو استمرار العاملين بها وتحقيق الاستفادة المالية لقضاء متطلبات الحياة، ولذلك سوف نجد اختلاف في المرتبات حسب الدور الذي يقوم به العامل، وبدراسة الجدول (٣٧) والشكل (٢٩) جاءت في المرتبة الأولى فئة ٢٠٠٠: ٤٠٠٠ جنية بنسبة ٨٢,٨% من إجمالي عينة الدراسة؛ وهو المرتب الذي يحصل عليه الحاصلين على مؤهل المتوسط والعاملين بهذه الشركات، لتأتي في المرتبة الثانية من ٤٠٠٠: ٨٠٠٠ جنية ومعظمهم من أصحاب المؤهلات العليا الذين لهم الدور الأساسي في تركيب المحطة.

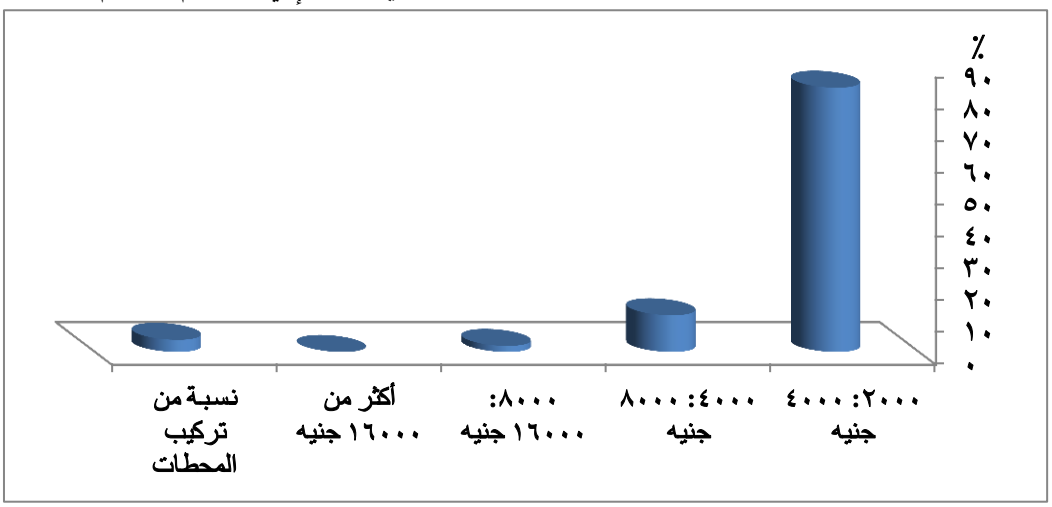
ثم جاء في المرتبة الثالثة أخذ نسبة من تركيب المحطات ٣,٨% من إجمالي عينة الدراسة؛ حيث يتم أخذ نسبة من الأرباح وهو ما يحدث في الشركات الحديثة حيث إنها لا تستطيع تحمل تكاليف الرواتب الثابتة فيتم التعاقد مع متخصصين بشكل جزئي ويأخذ نسبة من

تركيب المحطات، لتأتي في الرتبة الخيرة ٨٠٠٠: ١٦٠٠٠ ألف جنيه ومعظمهم هم أصحاب الشركات أو ما ينوب عنهم والتي لا تستطيع الشركة العمل بدونهم.

جدول (٣٧) التوزيع العددي لرواتب العاملين بشركات الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

متوسط الرواتب	عدد	%
٢٠٠٠: ٤٠٠٠ جنيه	٤٣	٨٢,٨
٤٠٠٠: ٨٠٠٠ جنيه	٦	١١,٥
٨٠٠٠: ١٦٠٠٠ جنيه	١	١,٩
أكثر من ١٦٠٠٠ جنيه	صفر	صفر
نسبة من تركيب المحطات	٢	٣,٨
الإجمالي	٥٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهري مارس وإبريل من عام ٢٠٢٣م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٧)

شكل (٢٩) التوزيع النسبي لرواتب العاملين بشركات الطاقة الشمسية عام ٢٠٢٣م.

خامساً: نماذج من المدن المصرية في التحول الي الطاقة الذكية:

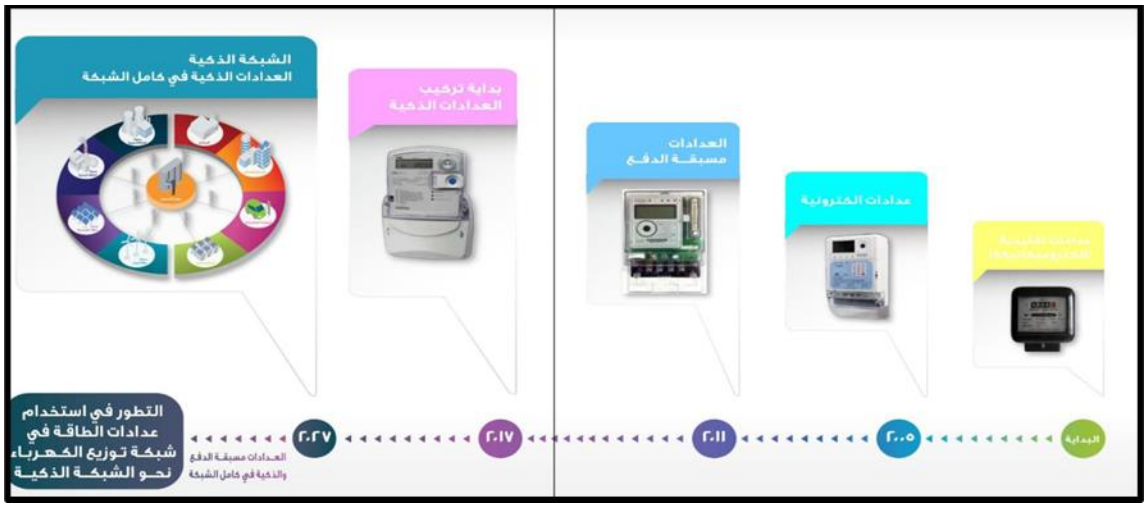
اعتمدت الطاقة الذكية في الدولة المستخدمة على الطاقة الجديدة والمتجددة وبعد ذلك تطبق الاستخدام الذكي للطاقة، وتمت دراسة الطاقة الذكية في مصر من خلال عنصرين: **الأول:** دراسة العدادات الذكية والشبكات الذكية في مصر، **والثاني:** تصميم نموذج داخل نظم المعلومات الجغرافية للوصول إلى أفضل المواقع التي يمكن عمل شبكات الطاقة الذكية بها.

التطور التاريخي للعدادات الذكية: بدأت معرفة العدادات علي يد العالم توماس إديسون عام ١٩٣١م عندما حصل على براءة اختراع عداد الكهربائي والذي يعمل بالتأثير الكهروكيميائي.

جاء عام ١٩٧٠م لتجد العدادات الإلكترونية طريقها مع ظهور الدوائر المتكاملة الرقمية في السبعينيات، حيث أعطت التكنولوجيا الجديدة دفعة لتطوير عدادات الكهرباء، ثم جاء الثمانينيات تم بناء العدادات الهجين المكونة من عدادات الحث ووحدات التعريفة الإلكترونية.

في حين جاءت فترة (القياس عن بعد) منذ عام ١٩٩١ وهي فكرة ولدة في الستينيات، ففي البداية تم استخدام نقل النبضة عن بعد، ولكن سرعان ما تم استبدال هذا تدريجياً باستخدام بروتوكولات ووسائل اتصال مختلفة، وتعتمد اليوم أجهزة القياس المعقدة على أحدث التقنيات الإلكترونية باستخدام معالجة الإشارة الرقمية مع تنفيذها كذلك بالبرامج الثابتة (وظهر خلال هذه الفترة العدادات التقليدية (إلكتروميكانيكية) والذي ظل حتى عام ٢٠٠٥م؛ ويعتمد على التسجيل اليدوي، والتعريفة المتدرجة. ثم جاء (٢٠٠٥: ٢٠١١م العدادات الإلكترونية ومن أهم خصائصها (التسجيل اليدوي، تعريفة وقت الاستخدام، تحديث البرامج الثابتة للعمليات). ثم جاءت العدادات مسبقة الدفع خلال الفترة (٢٠١١: ٢٠١١: ٢٠١٧م) ومن أهم خصائصه (ترشيد الطاقة، تلافي مشاكل ارتفاع القيمة بعض الفواتير، الشحن طبقاً للاستهلاك الفعلي، عدم الاحتياج الي وجود كشاف ومحصل كهربائي) (دليل العدادات الذكية، ٢٠١٩م، ص ١١).

ثم جاءت فترة (عدادات الكهرباء الذكية) خلال الفترة ٢٠١٧م حتى اليوم) وتُعد تقنية متقدمة تتضمن وضع العدادات الذكية لقراءة البيانات ومعالجتها وإرسالها الي العملاء، حيث يقيس استهلاك الطاقة ويحولها عن بعد الي العملاء، ويتحكم عن بعد في أقصي استلاك للكهرباء وكذلك يستخدم تقنية البنية التحتية للقياس المتقدم وذلك للحصول على أفضل أداء.



المصدر: دليل العدادات الذكية والشبكة الذكية، ٢٠١٩م، ص ٢٣.

شكل (٣٠) التطور التاريخي لشكل العدادات حتى عام ٢٠٢٣م.

١- استخدام العدادات الذكية في بعض المدن المصرية:

تُعد العدادات الذكية هي بداية التحول التدريجي من الشبكة النمطية إلى الشبكة الذكية تتميز باستخدام التكنولوجيا الحديثة ونظم المعلومات، والمساهمة بشكل كبير في تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتأمين التغذية الكهربائية مع وجود آلية رصد الأعطال، وإعادة التيار بطريقة

أتوماتيكية بالكامل، ومساعدة المشتركين في متابعة وترشيد، والتحكم في استهلاكهم من الطاقة الكهربائية.

ويعمل حاليًا على إنشاء وتطوير مراكز التحكم في شبكات النقل والتوزيع بكافة أنحاء الجمهورية، كما تم تنفيذ مشروع تجريبي لتركيب عدد (٢٥٠ ألف) من العدادات الذكية في نطاق شبكة شركات التوزيع، وتم تحويل العدادات التقليدية إلى عدادات ذكية بمشاركة الشركات المحلية المتخصصة في صناعة العدادات.

تعريف العداد الذكي: هو جهاز إلكتروني رقمي لقياس استهلاك الطاقة الكهربائية بأحدث المعايير والمواصفات العالمية والبروتوكولات مكونات وحدات الاتصالات للعدادات الذكية مع باقي مكونات وبروتوكولات الشبكة الذكية.

- **مواصفات العدادات الذكية:**

- **الاتصالات:** وهي القدرة على الاتصال مع " نظام إدارة البيانات" الموجودة بالخادم أو بشركة توزيع الكهرباء.
- **الفصل وإعادة التوصيل:** يسمح لشركة التوزيع للفصل عن بعد وإعادة توصيل الكهرباء مرة أخرى.
- **الحماية ضد التلاعب:** يوجد نظام تكامل مع مراقبة أي تلاعب أو فتح في ختم العداد.
- **جودة الجهد:** يتمكن من قياس وتسجيل البيانات ذات القيمة لأداء كفاءة الشبكة الكهربائية.
- **منحني الحمل:** يقوم بتسجيل التغير في الحمل للوصول إلى التحميل المثالي للشبكة الكهربائية.
- **التعريفة:** يتمكن العداد الذكي من تخفيف قدرة الطلب خلال ساعات ذروة الحمل؛ مما يساعد علي رشيد الاستهلاك.
- **الوعي بالاستهلاك:** سهولة تتبع المستهلك لاستهلاكه من الطاقة الكهربائية.

- **مميزات نظام العدادات الذكية لشركات التوزيع:**

- خفض تكاليف قراءة العدادات العادية، وإعادة تدريب الأفراد لشغل وظائف أخرى.
- خفض الفترة الزمنية بين قراءة العداد وإصدار الفواتير.
- خفض سرقات الكهرباء (الفقد غير الفني).
- زيادة درجة دقة العداد، وتحليل وتحديد أسرع لأداء الشبكة، وتحليل أكثر دقة للأحمال المتصلة بالشبكة.
- خفض الوقت اللازم لتقييم الانقطاع والتحقق منه وقياس أكثر دقة.
- تحسين درجة الاعتمادية من خلال الإبلاغ عن مؤشرات درجة اعتمادية الشبكة.
- القضاء على المغلق والمؤجل ورفع نسبة العدادات المقروءة.
- اكتشاف الاستخدامات غير القانونية والتعدي على الشبكة والتلاعب بالعدادات.

- تلافي مشاكل القراءات الخاطئة مع المستهلكين.
- إمكانية الاستفادة في لمستقبل من تطبيقات الشبكات الذكية.
- يساعد في اتخاذ قرارات أفضل بشأن استخدامها والحفاظ على سجلات محدثة استخدام المواد، حيث إن وجود سجلات دقيقة يمكن أن يؤدي إلى أقل أخطاء ممكن.
- تحقيق سياسة قطاع الكهرباء في ترشيد استهلاك الكهرباء.
- تحقيق السيولة المالية لشركات توزيع الكهرباء.
- إمكانية الحصول على تقارير فنية على المحولات تشمل: (أحمال المحول، أقصي حمل، معامل القدرة ويستفاد من تحليل هذه البيانات في تخطيط الشبكة وتقليل الانقطاعات وإدارة الأحمال).

- **مميزات نظام العدادات الذكية للمستهلكين:**

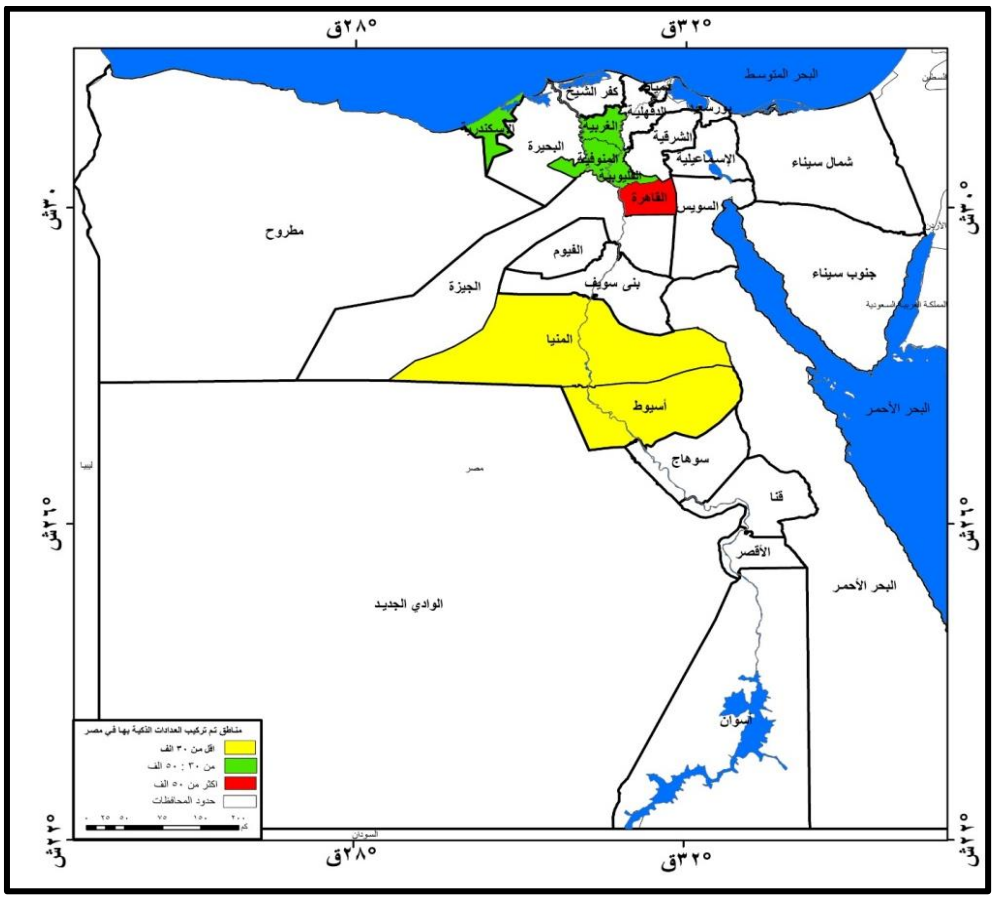
- القدرة على وضع حدود الحمل وتنفيذ الدفع المقدم بالعدادات للمساعدة على الإنفاق في حدود الميزانية لتحسين إدارة استهلاك الكهرباء.
- القضاء على الشكاوى من زيادة الاستهلاك بسبب بعض القراءات الوهمية للكشافين.
- تحسين وتوفير طرق سداد أفضل.
- يتم محاسبة المشترك طبقًا للاستهلاك الفعلي.
- يمكن للمشترك أو من ينوب عنه الشحن في أي وقت من مراكز الشحن المخصصة ومن خلال التليفون المحمول قبل الاستهلاك أو بعد الاستهلاك، يضاف الرصيد الجديد للرصيد المتبقي حتى نفاذة " حسب الاستهلاك".
- يتميز باستخدامه كعدادات " مسبوقة الدفع" بجودة عالية.
- يتيح للمستهلك إمكانية ضبط العداد على قيمة استهلاك معينة خلال الشهر ويقوم العداد بإنذاره حال قرب نفاذ الرصيد.
- يستطيع المستهلك الحصول على عدد من البيانات تظهر على الشاشة باستخدام الزر الضاغط مثل:

  - الرصيد المتبقي مع تسجيل التاريخ والوقت.
  - استهلاك الشهر الحالي بالكيلو وات ساعة، أقصى حمل بالأمبير والكيلو وات.
  - استهلاك الشهر السابق و١٢ شهر السابق.
  - الاستهلاك الكلي التراكمي من وقت التركيب، التاريخ باليوم، والشهر، والسنة، والوقت.
  - إظهار آخر حالة عبث وتلاعب بالوقت والتاريخ.
  - رسائل نصية من شركة الكهرباء على الشاشة مثل: قبول الكارت، وزيادة الحمل عن التيار المبرمج للعداد.

جدول (٣٨) المناطق التي تم تركيب العدادات الذكية في مصر ٢٠٢٠م.

الشركة	المنطقة	العدادات الذكية	
		العدد (ألف عداد)	%
شمال القاهرة	العبور، مدينة نصر	٥٣	٢١,٢
جنوب القاهرة	٦ أكتوبر، والشيخ زايد	٥٠	٢٠
الإسكندرية	وسط الإسكندرية، وبرج العرب	٣٩	١٥,٦
القناة	العاشر من رمضان	٥٠	٢٠
جنوب الدلتا	طنطا	٣٠	١٢
مصر الوسطي	المنيا، وأسيوط	٢٨	١١,٢
الإجمالي		٢٥٠	١٠٠

المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، دليل العدادات الذكية والشبكة الذكية، ٢٠١٩م .



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، العدادات الذكية، ٢٠١٩م

شكل (٣١) حجم العدادات الذكية في بعض مدن منطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

وبدراسة الجدول(٣٨) والشكل(٣١) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولى مدينة العبور ومدينة نصر بنسبة ٢١,٥% من إجمالي العدادات الذكية على مستوى الجمهورية عام ٢٠٢٠م؛ ليليهم في المرتبة الثانية مدن السادس من أكتوبر والشيخ زايد، والعاشر من رمضان بنسبة ٢٠%

لكل منهما؛ ليليهم في المرتبة الثالثة وسط الإسكندرية و مدينة برج العرب وذلك بنسبة ١٥,٦%، ثم جاءت في المرتبة الرابعة مدينة طنطا وذلك بنسبة ١٢% من إجمالي العدادات الذكية، لتأتي في المرتبة الأخيرة محافظتي المنيا وأسيوط بنسبة ١١,٢% من إجمالي العدادات الذكية على مستوي الجمهورية عام ٢٠٢٠م.

١- التحليل المكاني والكمي للعدادات الذكية في مصر:

أصبح التحليل المكاني الأساس داخل نظم المعلومات الجغرافية، حيث يشمل على جميع العمليات من إدارة البيانات واكتشاف الأنماط التي تعتمد عليها في اتخاذ أفضل القرارات (جمعة داود، ٢٠١٢م، ص ١٥٢)، كما يستخدم في قياس العلاقات المكانية للظاهرات من خلال قياسات الموقع والأبعاد والشكل والمساحات، بهدف تفسير العلاقات المكانية لمعرفة أسباب وجود الظاهرة وتوزيعها على سطح الأرض، وكذلك التنبؤ بسلوك هذه الظاهرة في المستقبل (محمد شرف، ٢٠٠٨م، ص ٥١).، وتمت معالجة العدادات الذكية في مصر من خلال ثلاثة محاور رئيسية هي:

- تحليل أنماط التوزيعات المكانية: الجار الأقرب.
- تحليل قياس التوزيعات الجغرافية المكانية: المركز المتوسط الفعلي، المسافة المعيارية، وتحليل التوزيع الاتجاهي.
- تحليل القرب الجغرافي: الحرم المكاني، والتخصيص المساحي.

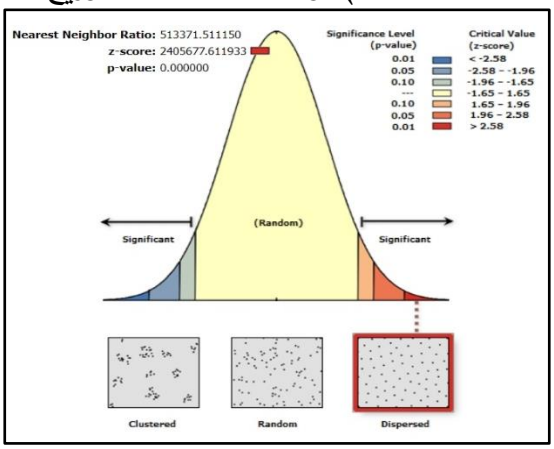
وسيذكر فيما يلي بشيء من التفصيل:

أ) تحليل أنماط التوزيعات المكانية:

الجار الأقرب: يتأثر التوزيع المكاني للعدادات الذكية بالكثافة السكانية، ولبنية التحتية، والأساليب التكنولوجية، والسياسات الحكومية، حيث تستخدم نظم المعلومات الجغرافية لتحليل متوسط المسافة بين موقع تركيب العداد الذكي والموقع الجغرافي الأقرب منها، ويتم حساب متوسط المسافة بين العدادات الذكية، وذلك بقسمة المتوسط المحسوب علي المتوقع الإجمالي لمسافة بين العدادات الذكية، فإذا كان المتوسط المحسوب أقل من المتوقع يصبح توزيعها متجمعاً عنقودياً، وإذا كانت المسافة المحسوبة للعدادات الذكية أكبر من المتوسط العشوائي، فإن توزيع العدادات يُعد مشتتاً، ويطلق عليه التوزيع العشوائي، حيث يم تحليل نمط التوزيع الجغرافي للعدادات الذكية بأداة Spatial Analysis باستخدام برنامج Arc Gis 10.8 وبدراسة الشكل (٣٢) يتضح أنه بتحليل صلة الجوار للعدادات الذكية بلغت قيمة متوسط المسافة الفعلية للعدادات الذكية في مصر (٨٣٩٨٨,١٦٥٠ متراً)، وهي أكبر من قيمة المسافة المتوقعة (٠,١٦٣٦) مما ترتب عليه تسجيل الجار الأقرب قيمة بلغت(٥١٣٣٧١) ويدل ذلك على التوزيع المتقارب للعدادات الذكية يتجه للعشوائية، وتم الاعتماد في تحديد

صلة الجوار علي معايير اختبار فرضية التوزيع أو ما يسمى(Z-Score) حيث قيمة Z (٢٤٠٥٦٧٧) تؤكد ذلك بأن نمط توزيع العدادات في مصر عشوائي.

Average Nearest Neighbor Summary	
Observed Mean Distance:	83988.1650 Meters
Expected Mean Distance:	0.1636 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	513371.511150
z-score:	2405677.611933
p-value:	0.000000
Dataset Information	
Input Feature Class:	counters
Distance Method:	EUCLIDEAN
Study Area:	0.642368
Selection Set:	False



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10.8

شكل (٣٢) الجار الأقرب للعدادات الذكية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

ب) تحليل قياس التوزيعات الجغرافية للعدادات الذكية في مصر:

تُعد من أهمها أساليب النزعة المركزية وتهدف الي الكشف عن أنماط التوزيع النقطي للظاهرات الجغرافية، فهي تقدم قياس التوزيعات المكانية للمعلومات للمركز المتوسط، أول الي مجموعة من التوزيعات المكانية التي تهدف الي مقارنة بعد المركز الواقع يعن المركز الأنسب للوصول الي أفضل توزيع (جمعة داود، ٢٠١٢م، ص ٤١، ٤٢)، وباستخدام التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات المكانية، فتم استخراج المركز المتوسط وتحديد المسافة المعيارية واتجاه توزيع العدادات الذكية في مصر، فبدراسة الشكل (٣٢) يتضح ما يلي:

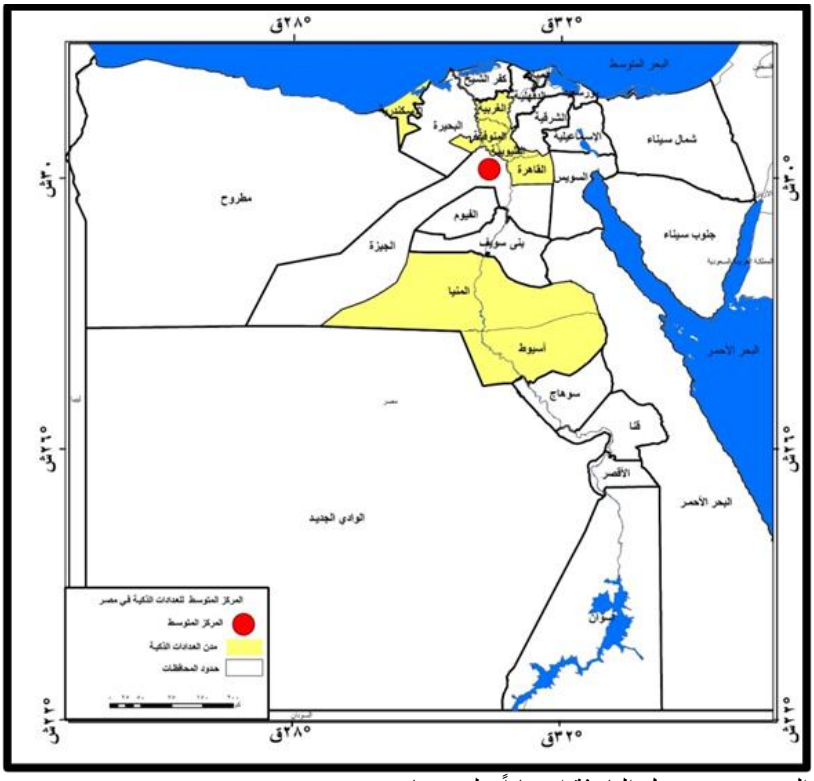
- **المركز المتوسط:**

ويستخدم لتحديد الموقع المتوسط الفعلي، التي تتوزع حولها العدادات الذكية، حيث تقوم هذه الاداة بتحديد الظاهرة أو المعلم الذي يقع أقرب ما يكون لمركز توزيع الظاهرة، وظهر في محافظة القاهرة، وهو المركز المتوسط الفعلي لتوزيع العدادات الذكية علي محافظات الجمهورية السبعة، كما هو موضح بالشكل (٣٣).

- **المسافة المعيارية :**

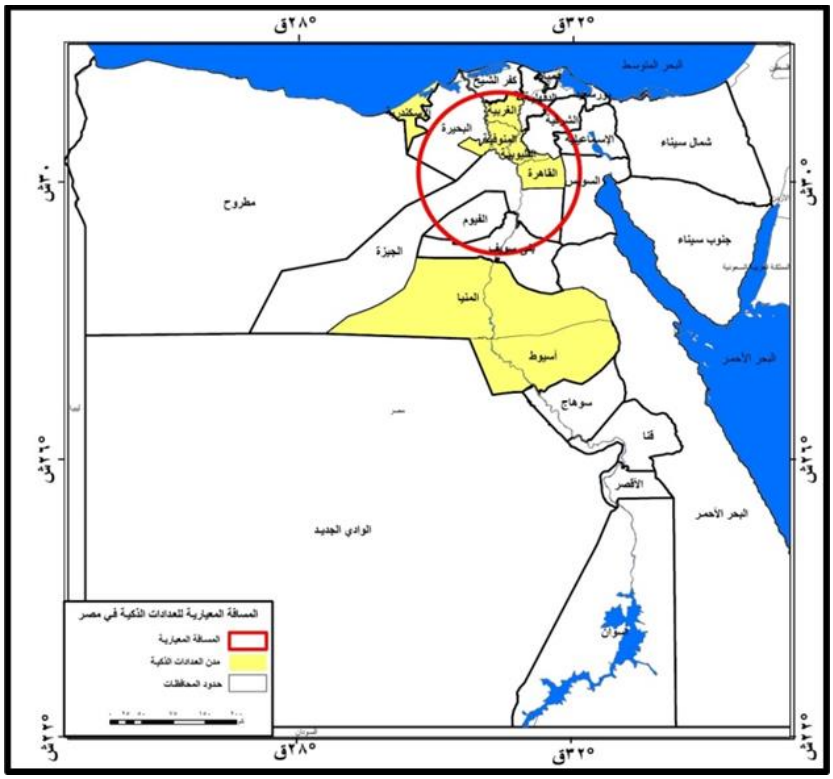
وهي المسافة التي تظهر مدي انتشار مجموعة من النقاط حول نقطة الوسيط الجغرافي (عيسي إبراهيم، ٢٠٠٥م، ص١٢٥)، ويعتبر من أهم مقاييس الحكم علي مدي التشتت المكاني لأماكن تركيب العدادات الذكية في مصر من خلال وصف إنتشار النقاط حول المركز المتوسط، وبتطبيقها علي العدادات الذكية في مصر ودراسة الشكل(٣٤) يتضح أنه بلغ نصف قطر الدرائرة (١,١٦٥٨٦ متراً)، وتشمل العدادات حول المركز المتوسط، حيث يشير نمط التوزيع بالجمهورية أقرب الي التوزيع العشوائي، حيث أنه كلما إرتفعت هذه النسبة

كلما اتجه التوزيع الي الشمكل المنتظم وإنخفاض النسبة يشير الي العشوائيةفي إنتشار العدادات الذكية بمنطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10.8

شكل (٣٣) المركز المتوسط للعدادات الذكية في منطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.



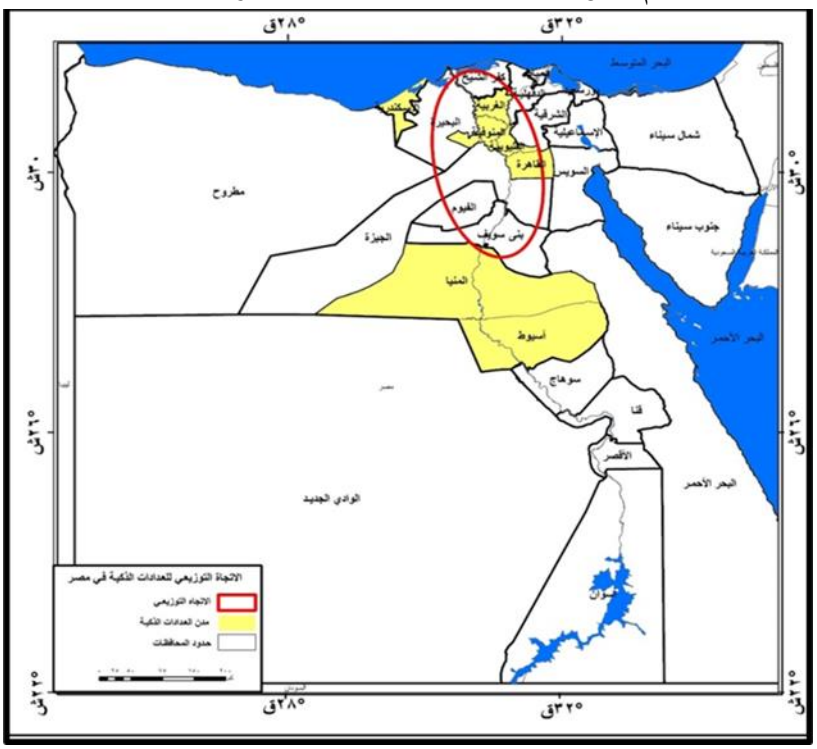
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10.8

شكل(٣٤) المسافة المعيارية للعدادات الذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

- **تحليل التوزيع الإتجاهي:**

تُعد هذه الأداة هي الاساس في تحديد الاتجاه االعام الذي تتركز فيه العدادات الذكية مكانياً، فكلما كبرت الدائرة يدل علي زيادة الانتشار والتشتت المكاني لتوزيع الظاهرة، حيث تتناسب طردياً مع درجة الانتشار والتوزيع المكاني والعكس(جمعة داود، ٢٠١٢م، ص ١٦٦).

وبتطبيق ذلك علي العدادات الذكية في مصر ودراسة الشكل (٣٥) يتضح أن الاتجاه التوزيعي يأخذ الشكل البضاوي، وبلغت مساحة الشكل البضاوي ١,٤٥٣٢٨٢، ومساحة الشكل كاملاً بلغت ٣,٥كم٢، وتمثل ٠,٣٥ من مساحة مصر.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي برنامج Arc gis10.8

الشكل(٣٥) الاتجاه التوزيع للعدادا الذكية في منطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

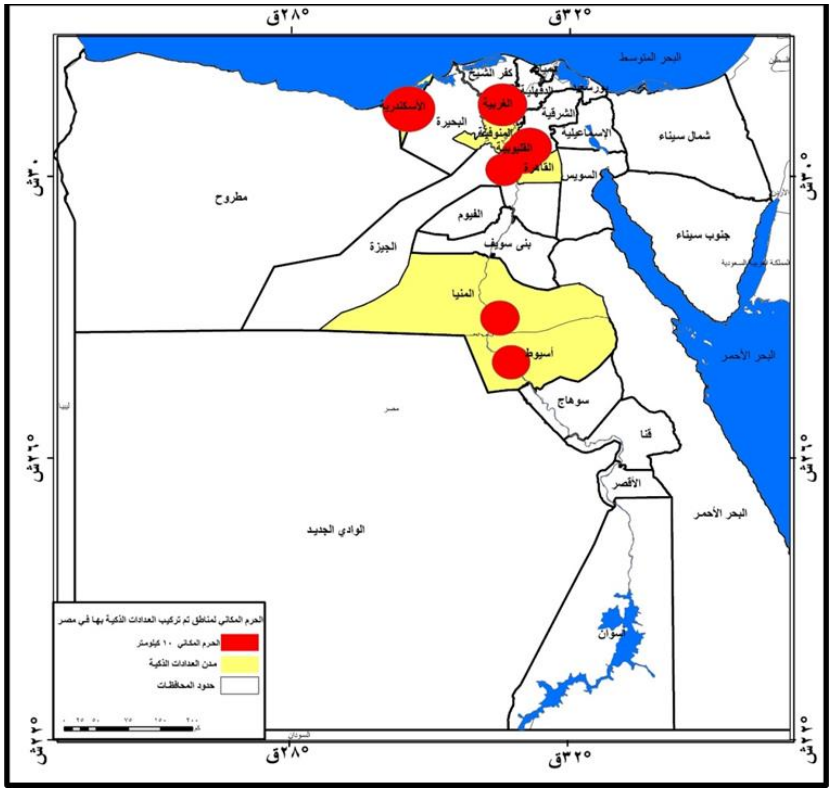
ج) تحليل القرب المكاني :

تتنوع أساليب التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، والتي يُعد من أهمها الحرم المكاني ونطاق التخصيص المساحي.

- الحرم المكاني (النطاق):

يعتبر الحرم المكاني واحداً من العمليات التي تساعد في فحص وإستكشاف البيانات وتحديدها عن طريق وضع شرطمكانية للبحث والتحديد، حيث يعتمد علي القياسات الجيومترية والبيانات الوصفيةلوضع هذه الشروط، حيث تستخدم هذه الاداة في معرفة

المناطق التي تشملها وتغطيها العدلدات الذكية لحد الان والمناطق التالحرومة منها، حيث تعكس إمتداد العدادات الذكية كنقاطحول محيطها بإتساع ثابت، وتم الإعتماد علي معاير نطاق تأثير العدادات الذكية لمسافة ١٠كم٢ كما هو موضح بالشكل(٣٦) .



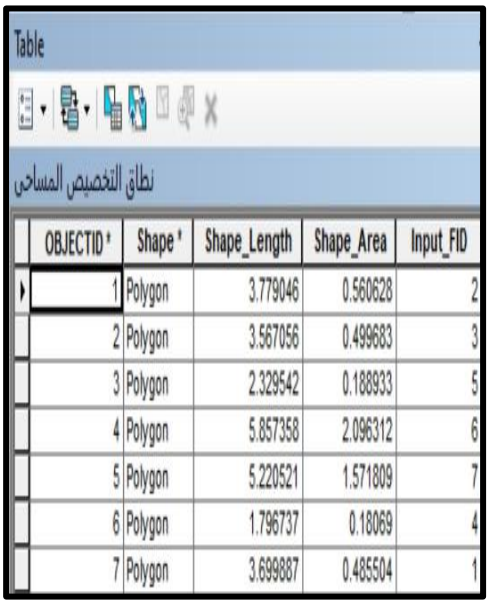
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي برنامج Arc gis10.8

شكل(٣٦) الحرم المكاني للعدادات الذكية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

- **نطاق التخصيص المساحي:**

يُعد من أهم عوامل التحليل المكاني والتي يتم بها وضع (العدادات الذكية) قيد الدراسة في اطار مربع، من خلال قياس ابعد نقطتين عن بعضهما البعض، ويتم تقسيم الخدمة مساحياً علي قياسات النقطتين، وذلك لتحديد المناطق الظاهرةمساحياً بناءً علي المسافات بين كل نقطة وآخري.

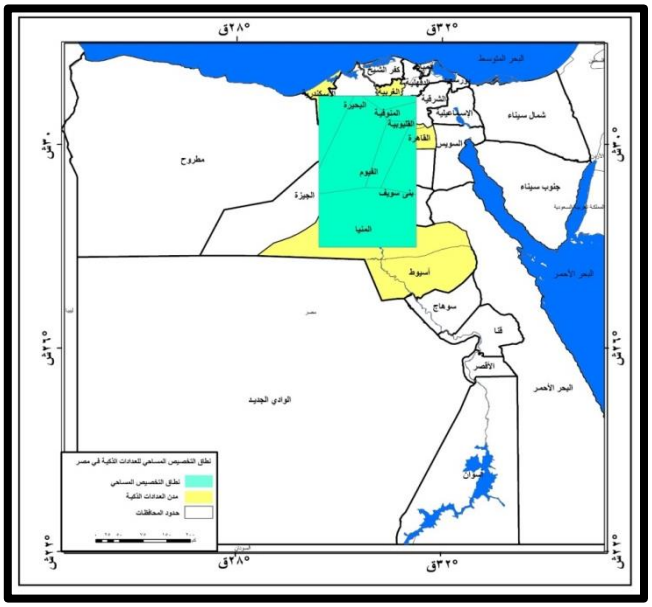
وبتطبيق معامل التخصيص علي العدادات الذكية في مصر ودراسة الشكل (٣٧) يتضح أن هناك تفاوتاً كبيراً في حجم مناطق التخصيص المساحي للعدادات الذكية في مصر، حيث تكاد تتركز في سته محافظات بمنطقة الدراسة.



Table

نطاق التخصيص المساحي

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length	Shape_Area	Input_FID
1	Polygon	3.779046	0.560628	2
2	Polygon	3.567056	0.499683	3
3	Polygon	2.329542	0.188933	5
4	Polygon	5.857358	2.096312	6
5	Polygon	5.220521	1.571809	7
6	Polygon	1.796737	0.18069	4
7	Polygon	3.699887	0.485504	1



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10.8

شكل (٣٧) معامل التخصيص المساحي للعدادات الذكية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

٢- للعدادات الذكية "دراسة حالة":

أ) بيانات عن الأسرة والمنزل:

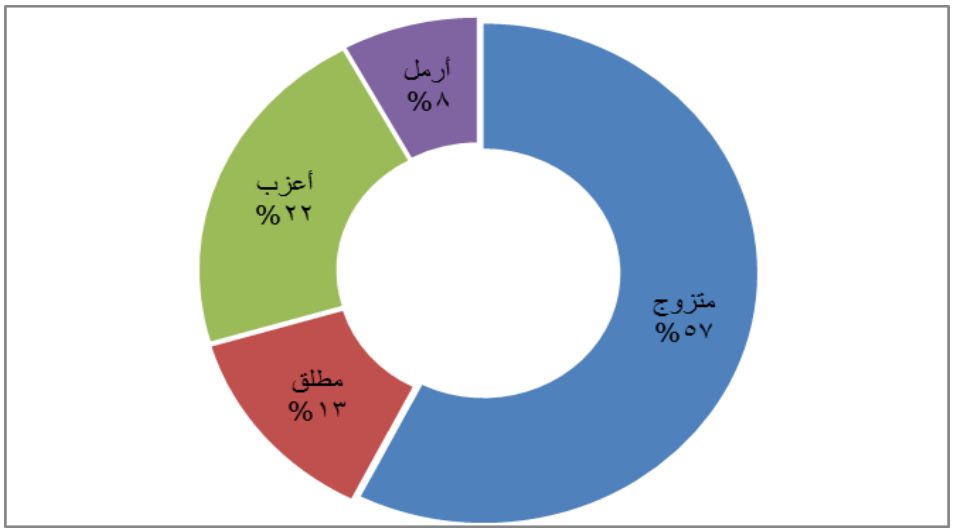
- الحالة الاجتماعية:

تُعد الحالة الاجتماعية ذات تأثير كبير في استخدام الكهرباء، وبدراسة الجدول(٣٩) والشكل(٣٨) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي من الحالة الاجتماعية متزوج وهو ما يشكل نسبة ٥٧,٤% أي ما يقارب من ثلثي عينة الدراسة حيث معظم الحاصلين علي العداد الذكي هم من لديهم أسرة، لتأتي في المرتبة الثانية أعزب وذلك بنسبة ٢١,٧% إي ما يفوق ثلث عينة الدراسة وهم الذين حصلوا علي عداد حديث وهو العداد الذكي لتركيبة في الشقق سواء حديثة الإنشاء أو حديثة الشراء، ثم جاءت في المرتبة الثالثة مطلق وذلك بنسبة ١٣% وهو ما يقارب من سدس عينة الدراسة، ليأتي في المرتبة الأخيرة الحالة أرمل وذلك بنسبة ٧,٩% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٣٩) الحالة الاجتماعية لعينة دراسة العدادات الذكية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

الحالة الاجتماعية	عدد	%
متزوج	١٦٠٠	٥٧,٤
مطلق	٣٦٢	١٣
أعزب	٦٠٤	٢١,٧
أرمل	٢٢٠	٧,٩
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٣٩)

شكل (٣٨) التوزيع النسبي للحالة الاجتماعية لعينة دراسة العدادات الذكية بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

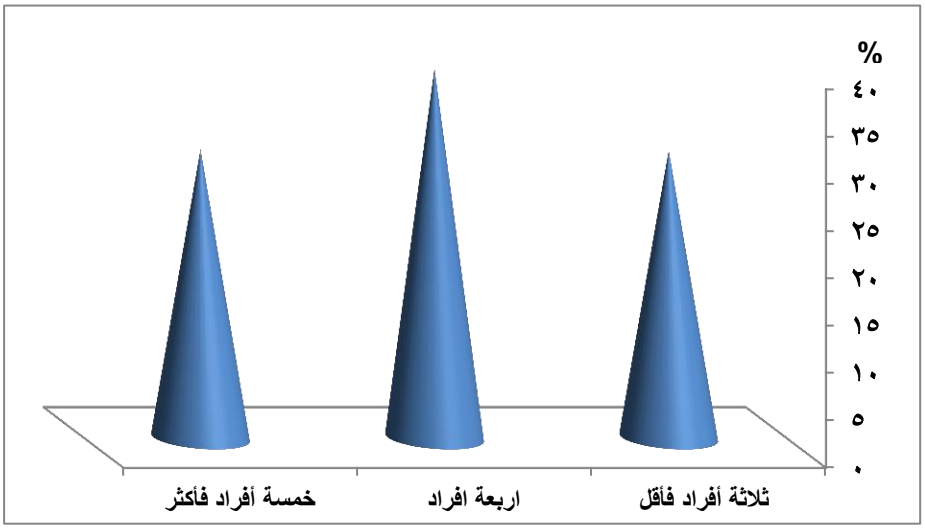
- **عدد أفراد الأسرة:**

يتزايد استخدام الكهرباء بزيادة عدد أفراد الأسرة حيث لكل فرد احتياجاته من الكهرباء في الاستخدامات المختلفة، وبدراسة الجدول(٤٠) والشكل(٣٩) يتضح أنه جاء في المرتبة الأولي أربعة أفراد وهي الأب وألام وطفلين، وذلك بنسبة ٣٩,١% إي ما يفوق ثلث عينة الدراسة وهو العدد المثالي للأسرة المصرية، ثم جاء في المرتبة الثانية كلا من خمسة أفراد فأكثر، أو ثلاثة أفراد فأقل وذلك بنسبة ٣٠,٥%، ٣٠,٤% لكل منهما علي الترتيب من إجمالي عينة الدراسة، وهو حالة المقارنة بين تحديد النسل، وزيادة النسل وفقاً للعادات والتقاليد في حالة أقل من ٣ يلاحظ انخفاض استهلاك الكهرباء، علي عكس زيادة عن خمسة أفراد مما يؤدي الي زيادة في استلاك الكهرباء مع ملاحظة الاعتبارات الأخرى من الحالة المادية ونسبة الرفاهية علي حسب متوسط الدخل.

جدول (٤٠) عدد أفراد الأسرة عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

عدد أفراد الأسرة	عدد	%
ثلاثة أفراد فأقل	٨٤٧	٣٠,٤
أربع أفراد	١٠٨٩	٣٩,١
خمسة أفراد فأكثر	٨٥٠	٣٠,٥
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٠)

شكل (٣٩) التوزيع النسبي لأعداد أفراد الأسرة عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

- **الحالة التعليمية:**

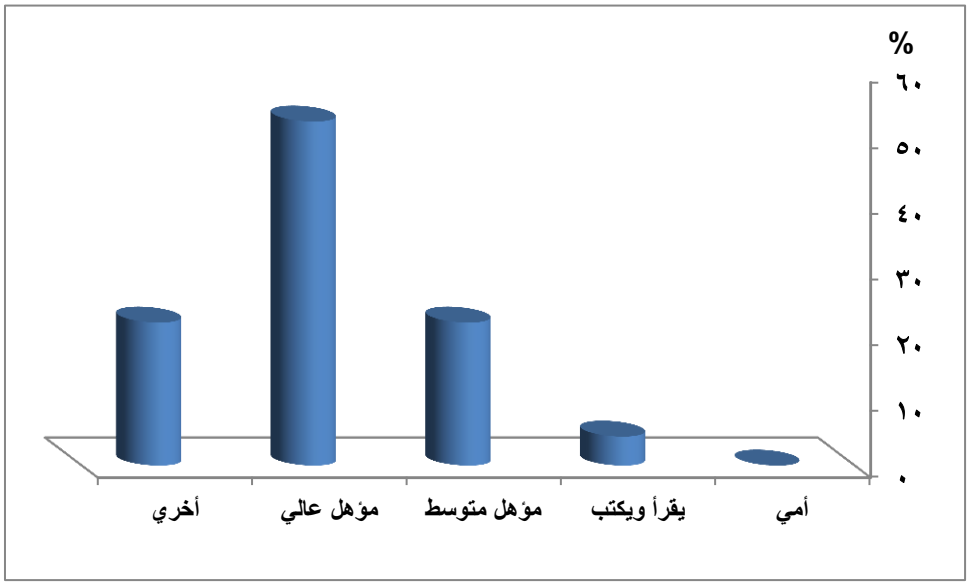
بدراسة الجدول (٤١) والشكل (٤٠) يتضح ما يلي:

جاء في المرتبة الأولي مؤهل عالي وذلك بنسبة ٥٢,٢% إي ما يفوق نصف عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي أن هناك علاقة طردية بين تركيب العداد الذكي والحالة التعليمية لرب الأسرة، حيث زيادة الوعي ومعرفة أهمية تركيبة، وأيضاً لأنه يزداد استهلاك الكهرباء مع ارتفاع الحالة التعليمة لرب الأسرة والتي ترتبط غالياً بارتفاع مستوي المعيشة على عكس الفئات النية والتي تدخل على انخفاض مستوي المعيشة والتي جاء بها معدل تركيب العدادات الذكية صفر من عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٤١) الحالة التعليمية لرب الأسرة لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

الحالة التعليمية	عدد	%
أمي	صفر	صفر
يقرأ ويكتب	١٢٢	٤,٤
مؤهل متوسط	٦٠٥	٢١,٧
مؤهل عالي	١٤٥٤	٥٢,٢
أخري	٦٠٥	٢١,٧
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤١)

شكل (٤٠) التوزيع النسبي للحالة التعليمية لرب الأسرة لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

لتأتي في المرتبة الثانية بالمساواة في النسب بين مؤهل متوسط، وأخري وذلك بنسبة ٢١,٧% إي ما يفوق ثلث عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الأخيرة وهو يقرأ ويكتب وذلك بنسب ٤,٤% من إجمالي عينة الدراسة ومعظم هذه الفئة ثم تركيب العداد لهم نتيجة انتهاء الفترة الزمنية للعدادات السابقة خاصة العدادات فئة ٤ أرقام والتي تم الوصول للحد الأقصى للعداد.

- **مهنة رب الأسرة:**

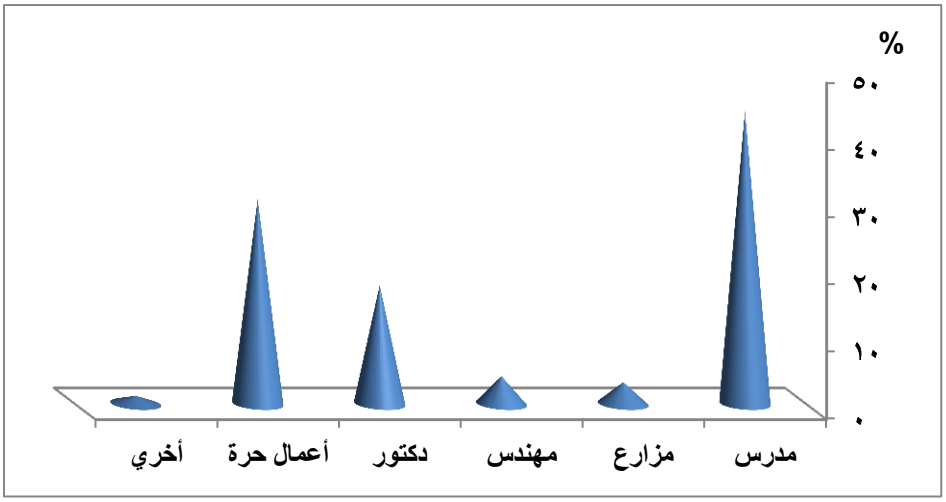
بدراسة الجدول (٤٢) والشكل (٤١) يتضح ما يلي:

جاءت في المرتبة الأول لتركيب العدادات الذكية وهو المدرس وذلك بنسبة ٤٣,٥% إي ما يقارب من نصف عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي الوعي بأهمية وفوائد العداد الذكي خاصةً أنه يوفر علي المستخدم الذهاب لمقر شركة الكهرباء لشحن الكارات كما في العدادات الكارت ويتم من خلال تحديد قيمة الاستهلاك القصوى شهرياً، ليأتي في المرتبة الثانية وعي الأعمال الحرة والتي بلغت نسبتها ٣٠,٤% إي ثلث عينة الدراسة خاصةً مع الأعمال الحرة والحرف التي تزداد استهلاكها من الكهرباء فيعمل العداد الذكي علي توفير هذه القدرات المختلفة، لتأتي في المرتبة الثالثة مهنة دكتور وذلك بنسبة ١٧,٦% من إجمالي عينة الدراسة، ليليهم في المرتبة الأخيرة بنسب متقاربة كلا من مهندس، مزارع، أخري وذلك بنسب ١٤,١، ٣,٢%، ١,٢% لكلا منهما علي الترتيب من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٤٢) مهنة رب الأسرة بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

نوع المهنة	عدد	%
مدرس	١٢١٣	٤٣,٥
مزارع	٨٩	٣,٢
مهندس	١١٤	٤,١
دكتور	٤٩٠	١٧,٦
أعمال حرة	٨٤٧	٣٠,٤
أخري	٣٣	١,٢
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٢)

شكل (٤١) التوزيع النسبي لمهنة رب الأسرة بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

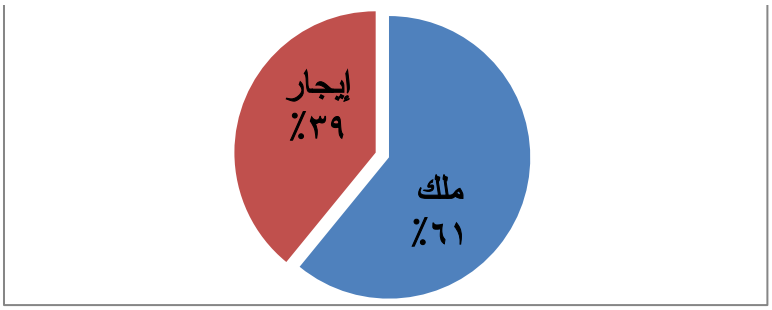
- **حالة المنزل:**

يلاحظ أن معظم الذين يقدمون على تركيب العداد الذكي هم مما يملكون مناولهم وهو ما يشكل نسبة ٦٠,٩% إي ما يفوق عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي زيادة تكلفة تركيب العداد الذكي، لتأتي في المرتبة الثانية فئة الإيجار وذلك بنسبة ٣٩,١% وهم المستأجرون كما ذكر سابقا أن العدادات القديمة تم انتهاء فترة صلاحيتها وهي الوصول للحد الأقصر فلا بد من تغيير العداد ولذلك يلزم المستأجر بالحصول عل العداد الذكي.

جدول (٤٣) حالة المنزل لعينة الدراسة بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

حالة المنزل	ملك		إيجار		الإجمالي	
	عدد	%	عدد	%	عدد	%
العدد	١٦٩٧	٦٠,٩	١٠٨٩	٣٩,١	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٣)

شكل (٤٢) التوزيع النسبي لحالة المنزل لعينة الدراسة بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

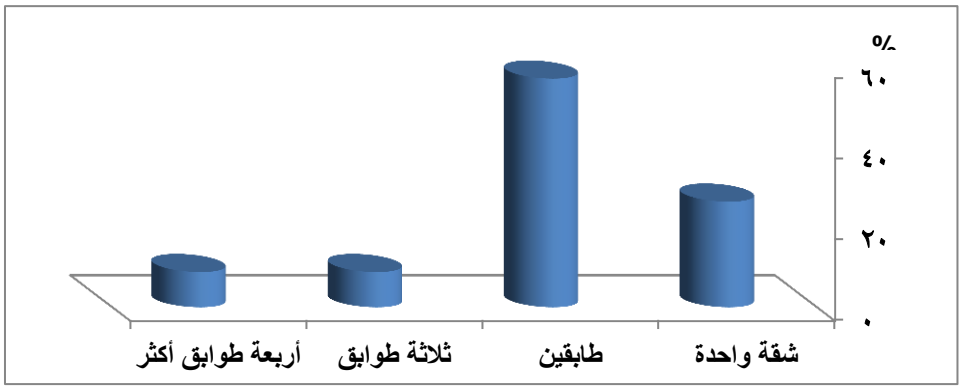
- **عدد الطوابق:**

يوجد علاقة طردية حيث يزداد استهلاك الكهرباء مع زيادة عدد الطوابق التي يمتلكها الفرد نتيجة زيادة تشغيل المختلفة، وبدراسة الجدول(٤٤) والشكل(٤٣) يتضح أنه جاء في المرتبة الأولي طابقين وذلك بنسبة ٥٦,٥% ما يفوق نصف عينة الدراسة ؛ ويرجع ذلك أن معظم الذين تم تركيب العداد الذكي هم الذين يقطنون منازل بها طابقين وذلك لتنظيم استهلاك الكهرباء بها، في حين جاء في المرتبة الثانية شقة واحدة وذلك بنسبة ٢٦,١% إي ما يقارب من ثلث عينة الدراسة وهم الذين يحصلون علي العداد الذكي نتيجة تحسين استهلاك الكهرباء، لتأتي في المرتبة الأخيرة ثلاثة طوابق، أكثر من أربعة طوابق بنسبة ٨,٧% لكل منهم من إجمالي عينة الدراسة.

جدول (٤٤) عدد الطوابق بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

عدد الطوابق	عدد	%
شقة واحدة	٧٢٨	٢٦,١
طابقين	١٥٧٤	٥٦,٥
ثلاثة طوابق	٢٤٢	٨,٧
أربعة طوابق أكثر	٢٤٢	٨,٧
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٤)

شكل (٤٣) التوزيع النسبي لعدد الطوابق بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

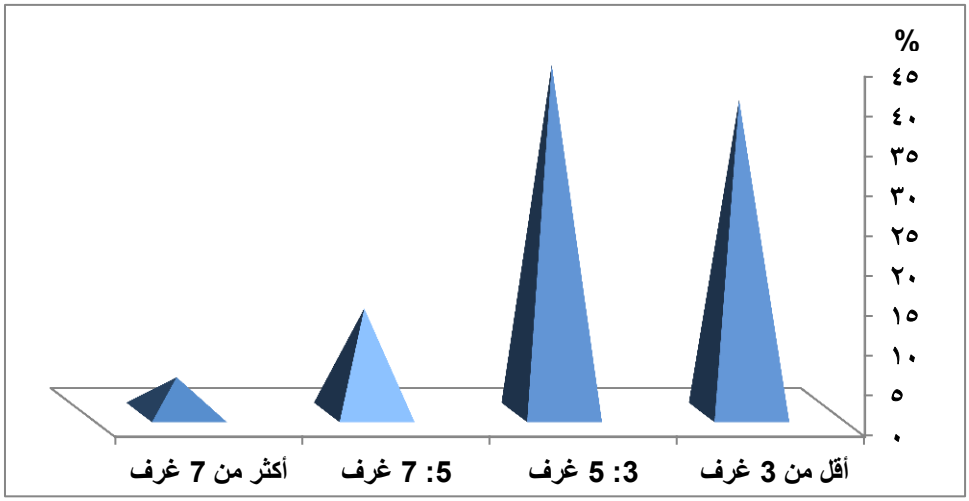
- **عدد الغرف:**

توجد علاقة طردية بين زيادة عدد الغرف واستهلاك الكهرباء فكلما زاد عدد الغرف أدى الي ارتفاع استهلاك الكهرباء وبدراسة الجدول (٤٥) والشكل (٤٤) يتضح ما يلي: جاءت في المرتبة الأولي عدد الغرف (٣: ٥ غرف) وهو ما يشكل نسبة ٤٣,٥% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، لتأتي في المرتبة الثانية أقل من ٣ غرف وهو ما يشكل نسبة ٣٩,١% من عينة الدراسة وهو الذين يقطنون شقة سكنية واحدة، وجاء في المرتبة الأخيرة (٥: ٧ غرف)، (أكثر من ٧ غرف) وذلك بنسبة ١٣%، ٤,٤% لكل منهما على الترتيب من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٤٥) التوزيع العددي للغرف عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

عدد الغرف	عدد	%
أقل من ٣ غرف	١٠٨٩	٣٩,١
٣: ٥ غرف	١٢١٢	٤٣,٥
٥: ٧ رف	٣٦٢	١٣
أكثر من ٧ غرف	١٢٣	٤,٤
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٥)

شكل (٤٤) التوزيع النسبي لعدد غرف عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

ب) استهلاك الكهرباء والعدادات الذكية:

- **متوسط استهلاك الكهرباء شهرياً:**

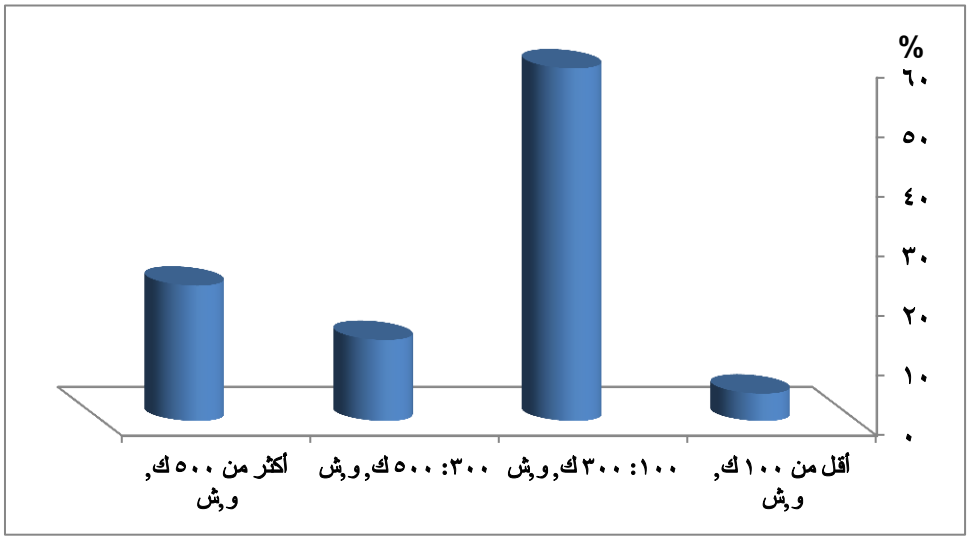
وبدراسة بيانات الجدول والشكل يتضح ما يلي: جاءت معظم عينة الدراسة من الذين يمتلكون عداد ذكي نسبة استهلاكهم من (١٠٠ : ٣٠٠ ك. و. شهرياً) ؛ وهو ما يشكل نسبة ٥٩,١% أي ما يقارب من ثلث عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية الذين يزيد استهلاكهم

عن ٥٠٠ ك. و/ شهرياً ؛ وذلك بنسبة ٢٢,٧% وهم الفئة التي قامت بتركيب العداد الذكي لتقليل من الذهاب الي شركة الكهرباء لشحن العداد واستبدال ذلك بالشحنة بطرق مختلفة من خلال العدادات الذكية، ليأتي في المرتبة الثالثة والرابعة الاستهلاك من (٣٠٠: ٥٠٠ ك. و. شهرياً) (أقل من ١٠٠ ك . و. شهرياً) وذلك بنسب ١٣,٦ %، ٤,٦% لكل منهما على الترتيب من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، وجاءت في المرتبة الأخيرة (أقل من ١٠٠ ك. و. شهرياً) وهب الفئة التي تم تركيب العدادات بها بعد انتهاء صلاحية عدادها السابق.

جدول (٤٦) متوسط استهلاك الكهرباء ك. و. شهرياً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

الاستهلاك ك. و. ش	عدد	%
أقل من ١٠٠ ك. و	١٢٨	٤,٦
١٠٠: ٣٠٠ ك. و	١٦٤٧	٥٩,١
٣٠٠: ٥٠٠ ك. و	٣٧٩	١٣,٦
أكثر من ٥٠٠ ك. و	٦٣٢	٢٢,٧
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٦)

شكل (٤٥) التوزيع النسبي لمتوسط استهلاك الكهرباء شهرياً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

- **قيمة استهلاك الكهرباء شهرياً:**

تناسب قيمة استهلاك الكهرباء بعلاقة طردية مع الاستهلاك الفعلي للكهرباء، فكلما زاد الاستهلاك زادت القيمة، وبدراسة الجدول (٤٧) والشكل(٤٦) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي (أقل من ٥٠٠ جنية/ شهرياً) وهو ما يشكل نسبة ٤٥,٥% إي ما يقارب من نصف عينة الدراسة؛ وهو الاستهلاك المتوسط للأسرة المصرية ذات الدخل المتوسط وهي اغلب

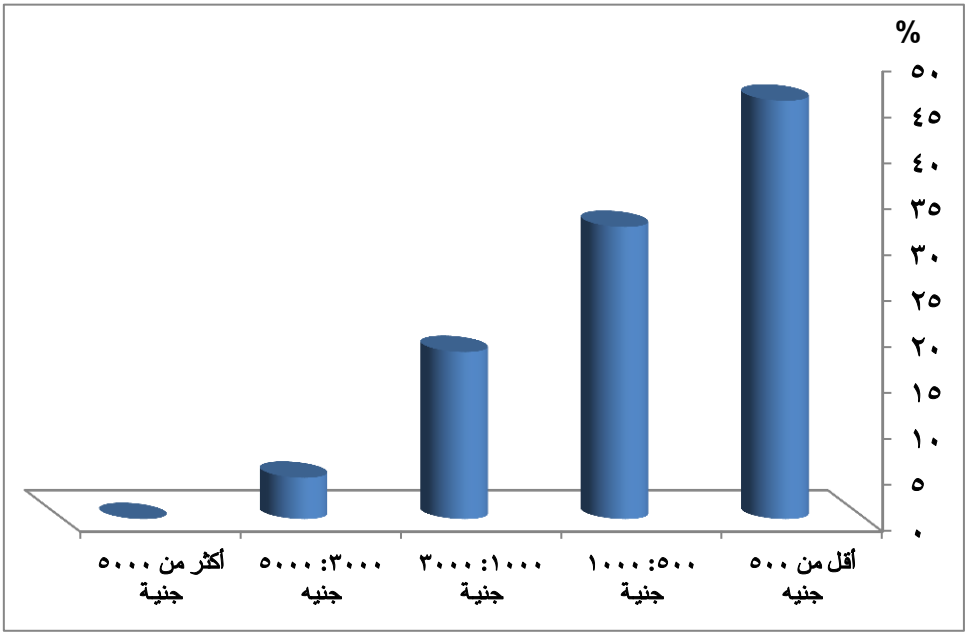
مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٣

عينة الدراسة، ثم جاء في المرتبة الثانية (٥٠٠: ١٠٠٠ جنية/ شهرياً) وذلك بنسبة ٣١,٨% أي ما يفوق ثلث عينة الدراسة وهي الفئة الفوق متوسطة أو المتواجدة في المحافظات ذات درجات الحرارة المرتفعة مقال المنيا، أسيوط) فيؤدي الي استهلاك متزايد لأجهزة التكيف مما يؤدي الي ارتفاع القيمة الشهرية لاستهلاك الكهرباء، ثم جاء في المرتبة الثالثة والرابعة (١٠٠٠: ٣٠٠٠ جنية / شهرياً)، (٣٠٠٠: ٥٠٠٠ جنية/ شهرياً) وهو ما يشكل نسبة ١٨,٢%، ٤,٥% لكل منهما علي الترتيب من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، وهي الطبقة ذات الدخل المرتفع أو الذين لديهم أكثر من طابق ف ي المنزل أو ارتفاع أعداد لغرف مع زيادة في أعداد أفراد الأسرة مما يعمل علي زيادة استخدام الكهرباء، ويندرج تحت هذه الفئة مرتفعي الدخل الذين لديهم العديد من الأجهزة الكهربائية التي تزيد من قيمة استهلاك الكهرباء شهرياً.

جدول (٤٧) التوزيع العددي لقيمة استهلاك الكهرباء شهرياً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

قيمة الاستهلاك شهرياً	عدد	%
أقل من ٥٠٠ جنيه	١٢٦٨	٤٥,٥
٥٠٠: ١٠٠٠ جنية	٨٨٦	٣١,٨
١٠٠٠: ٣٠٠٠ جنية	٥٠٧	١٨,٢
٣٠٠٠: ٥٠٠٠ جنيه	١٢٥	٤,٥
أكثر من ٥٠٠٠ جنية	صفر	صفر
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٧)

شكل (٤٦) التوزيع النسبي لقيمة استهلاك الكهرباء شهرياً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

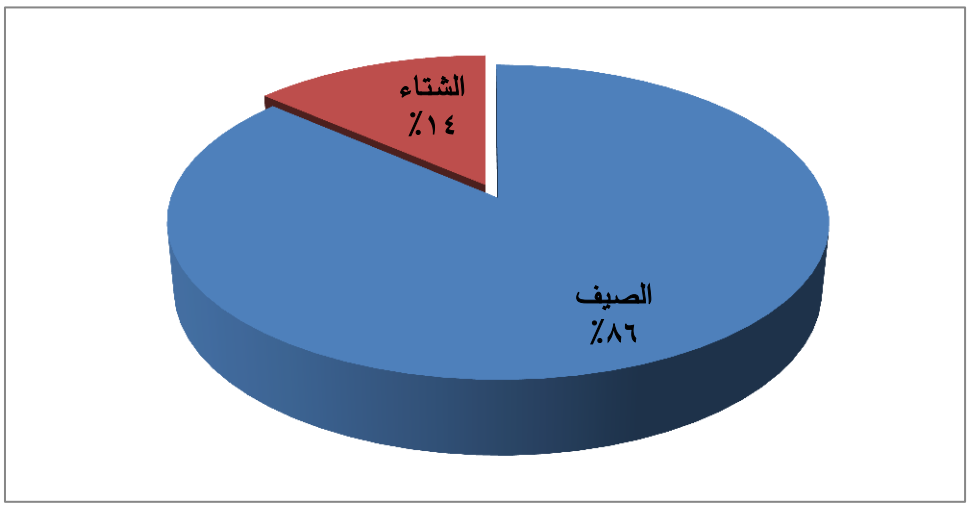
- **استهلاك الكهرباء خلال فصول السنة:**

يختلف استهلاك الكهرباء علي حسب فصول السنة الأربعة ولكن في منطقة الدراسة تتميز بطول فصلي الصيف والشتاء ويأتي ذلك بدراسة الجدول(٤٨) والشكل (٤٧) يتضح أنه جاء فصل الصيف في المرتبة الأولي بنسبة ٨٦,٤% إي ما يفوق أربعة أخماس عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م،؛ ويرجع ذلك لارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف مما يؤدي الي الاعتماد علي التكيفات بصورة رئيسية في معظم المحافظات المصرية خاصةً محافظات الصعيد مما يؤدي الي ارتفاع استهلاك الكهرباء خلال هذا الفص، ليأتي في المرتبة الثانية فصل الشتاء وذلك بنسبة ١٣,٦% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع اختيار هذه الفئة لفصل الشتاء نتيجة استخدام الدفايات للحماية من البرد الشديد في محافظات الوجه البحري الذي يزداد استخدامها للكهرباء شتاءً أكثر من لصيف.

جدول (٤٨) التوزيع العددي لتوزيع استهلاك الكهرباء خلال فصلي الصيف والشتاء لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

الفصل	الصيف		الشتاء		الإجمالي	
العدد	عدد	%	عدد	%	عدد	%
	٢٤٠٧	٨٦,٤	٣٧٩	١٣,٦	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٨)

شكل (٤٧) التوزيع النسبي لتوزيع استهلاك الكهرباء خلال فصلي الصيف والشتاء لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

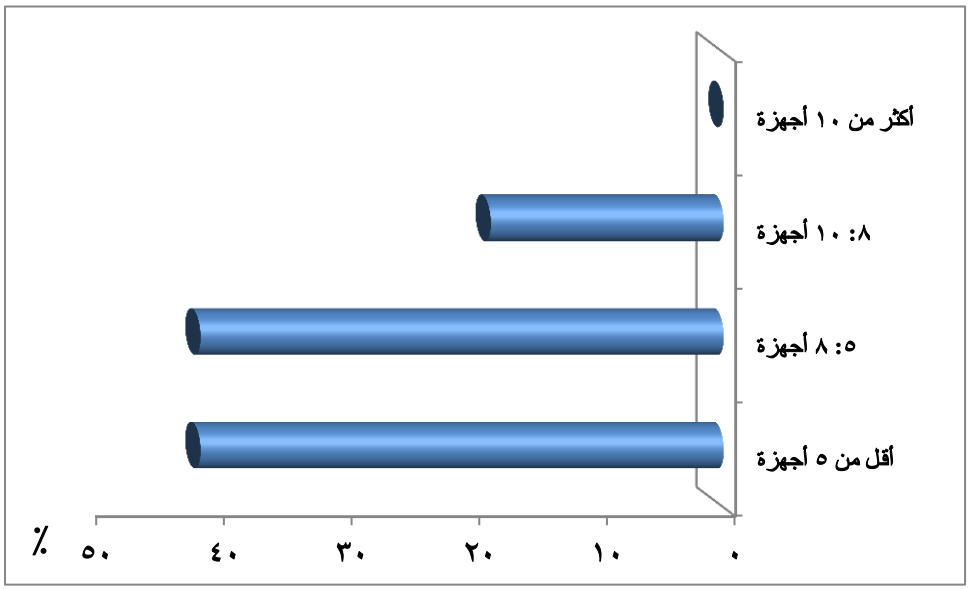
- **الأجهزة الكهربائية والعدادات الذكية:**

وبدراسة الجدول(٤٩) والشكل(٤٨) يتضح أنه كلما زادت أعداد الأجهزة الكهربائية زاد استهلاك الكهرباء فجاءت في المرتبة الولي كلا من(أقل ن ٥ أجهزة)، (٥: ٨ أجهزة) وذلك بنسبة ٤٠,٩ لكل منهما من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع ذلك الي أن هذه الفئتين تخدم الطبقة المتوسطة والفوق متوسطة وهي النسبة الغالبة علي منطقة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية (٨: ١٠ أجهزة) وهو ما يشكل نسبة ١٨,٢% من إجمالي عينة الدراسة وهذه الفئة ذات الدخل المرتفع التي تستخدم العديد من الأجهزة الكهربائية لارتفاع مستوي الرفاهية بها.

جدول (٤٩) التوزيع العددي للأجهزة الكهربائية بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

عدد الأجهزة	عدد	%
أقل من ٥ أجهزة	١١٣٩	٤٠,٩
٥: ٨ أجهزة	١١٣٩	٤٠,٩
٨: ١٠ أجهزة	٥٠٨	١٨,٢
أكثر من ١٠ أجهزة	صفر	صفر
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٤٩)

شكل (٤٨) التوزيع النسبي للأجهزة الكهربائية بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

- **عدد مرات انقطاع الكهرباء:**

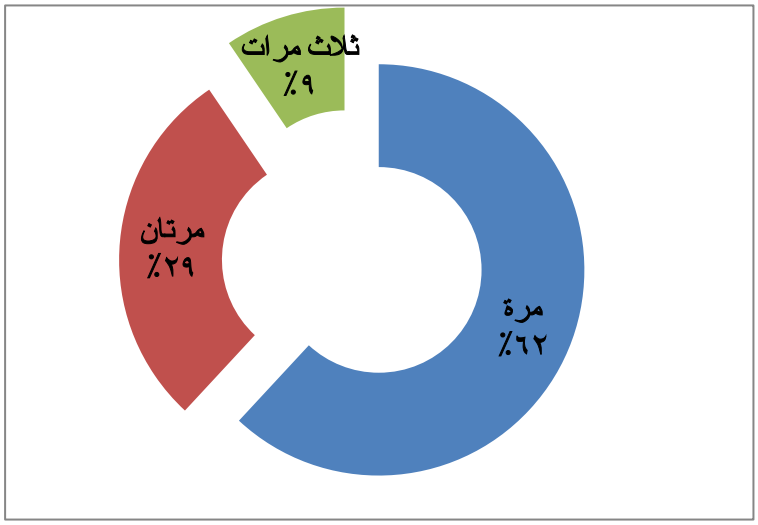
إن انقطاع الكهرباء بمنطقة الدراسة من أهم العوامل التي تساعد علي استخدام الطاقة الذكية وذلك من خلال تركيب محطات طاقة شمسية بالمنازل تعوض فترة انقطاع الكهرباء، وبدراسة الجدول(٥٠) والشكل(٤٩) يتضح أنه جاء عدد مرات المرتبة الأولي انقطاع

الكهرباء مرة واحدة في اليوم وذلك بنسبة ٦١,٩% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ وتُعد هذه النسبة السائدة في كل منطقة الدراسة والمعلن عنها من قبل الدولة من خلال خطة " تخفيف الأحمال"، لتأتي في المرتبة الثانية انقطاع الكهرباء مرتان في اليوم وذلك بنسبة ٢٨,٦% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، لتأتي في المرتبة الثالثة والأخيرة انقطاع الكهرباء ثلاث مرات في اليوم وذلك بنسبة ٩,٥% من إجمالي عينة الدراسة، وتأتي المرتبة الثانية والثالثة نتيجة زيادة الضغط علي محطات الكهرباء في بعض المناطق ونتيجة وجود بعض الأعطال الفنية.

جدول (٥٠) التوزيع العددي لانقطاع الكهرباء بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

التكرار	عدد	%
مرة	١٧٢٥	٦١,٩
مرتان	٧٩٧	٢٨,٦
ثلاث مرات	٢٦٤	٩,٥
أكثر من ثلاث مرات	صفر	صفر
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً علي الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٠)

شكل (٤٩) التوزيع النسبي لانقطاع الكهرباء بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

- **مدة انقطاع الكهرباء يومياً:**

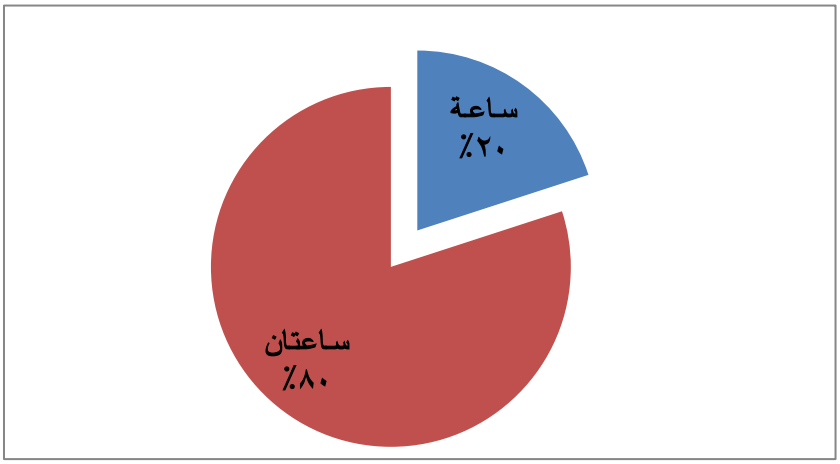
وبدراسة الجدول (٥١) والشكل (٥٠) جاءت مدة انقطاع الكهرباء وفق خطة موحدة أيضاً من قبل الدولة، حيث جاءت في المرتبة الأولي وهو انقطاع الكهرباء ساعة واحدة وذلك بنسبة ٨٠% أي أربعة أخماس عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، في حين جاء انقطاع الكهرباء

ساعتان بنسبة ٢٠% من عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م، حيث يتم قطع الكهرباء عن كل الجمهورية لمدة ساعتان يوميًا ما عدا محافظتي القاهرة والجيزة لمدة ساعة واحدة/ يوم.

جدول (٥١) التوزيع العددي لعدد مرات انقطاع الكهرباء لعينة الدراسة بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

مدة انقطاع الكهرباء	عدد	%
ساعة	٥٥٧	٢٠
ساعتان	٢٢٢٩	٨٠
ثلاث ساعات	صفر	صفر
أكثر من ذلك	صفر	صفر
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥١)

شكل (٥٠) التوزيع النسبي مرات لانقطاع الكهرباء لعينة الدراسة بالمنطقة عام ٢٠٢٣م.

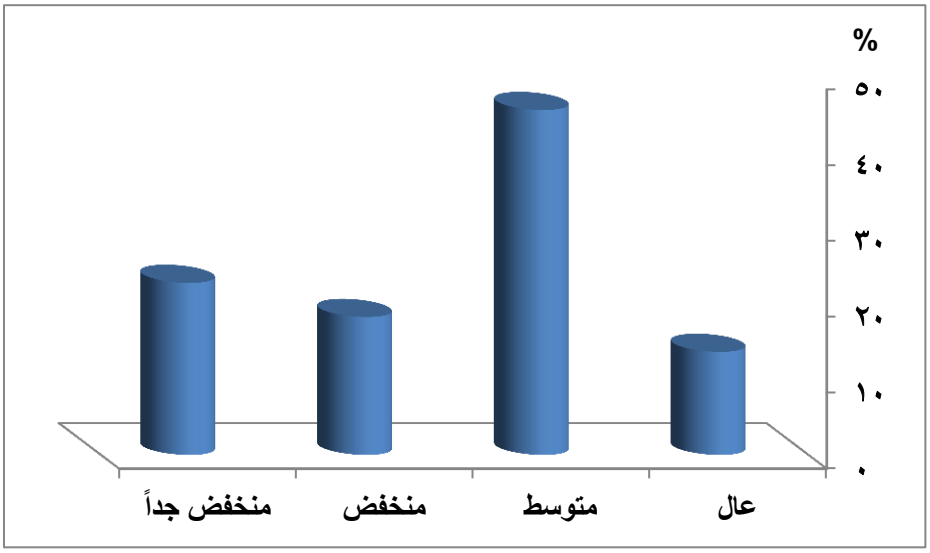
- **مدي الرضي عن خدمة الكهرباء:**

بدراسة الجدول (٥٢) والشكل (٥١) يتضح أنه جاء في المرتبة الأولي المتوسط وذلك بنسبة ٤٥,٥% إي ما يقارب من نصف عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي تحسين جودة استهلاك الكهرباء بعد استخدام العداد الذكي، وجاء في المرتبة الثانية والثالثة منخفض جداً، ومنخفض وذلك بنسبة ٢٢,٧%، ١٨,٢% لكل منهما على الترتيب من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك الي انقطاع الكهرباء نتيجة سياسية تخفيف الأحمال خلال اليوم بعدد ساعات معينة، لتأتي في المرتبة الأخيرة عال وذلك بنسبة ١٣,٦% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٥٢) التوزيع العددي لمدي رضي عينة الدراسة عن خدمة الكهرباء بعينة منطقة الدراسة ٢٠٢٣م.

درجة الرضي	عدد	%
عال	٣٧٩	١٣,٦
متوسط	١٢٦٨	٤٥,٥
منخفض	٥٠٧	١٨,٢
منخفض جداً	٦٣٢	٢٢,٧
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٢)

شكل (٥١) التوزيع النسبي لمدي رضي عينة الدراسة عن خدمة الكهرباء بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

ج) العدادات الذكية:

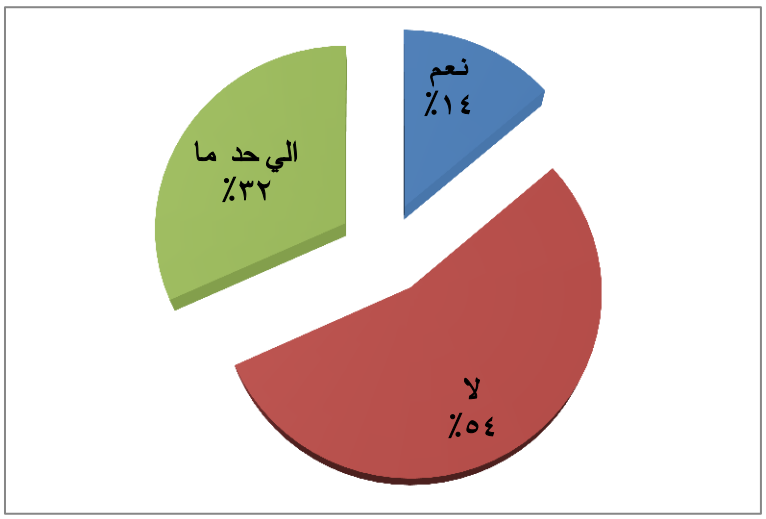
- **العدادات الذكية وتوفير المال:**

وبدراسة الجدول(٥٣) والشكل (٥٢)ى يتضح أن آراء العملاء في العدادات الذكية وتوفير الأموال فجاءت في المرتبة الأولي " لا" وذلك بنسبة ٥٤,٥% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع ذلك لأن العداد الذكي يتم دفع قيمة الاستهلاك مسبقاً، في حين جاء في المرتبة الثانية بنسبة ٣١,٨% من إجمالي عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الثانية الإجابة " نعم" وذلك بنسبة ١٣,٧% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م؛ ويرجع رضي بعض العملاء علي العدادات الذكية وتوفير الكهرباء نتيجة استخدام خاصية تحديد الحد الأقصى للاستهلاك شهرياً ولذلك أدى الي توفير المال.

جدول (٥٣) التوزيع العدد لتوفير الأموال والعدادات الذكية عام ٢٠٢٣م.

البيان	عدد	%
نعم	٣٣٨٢	١٣,٧
لا	١٥١٨	٥٤,٥
الي حد ما	٨٨٦	٣١,٨
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٣)

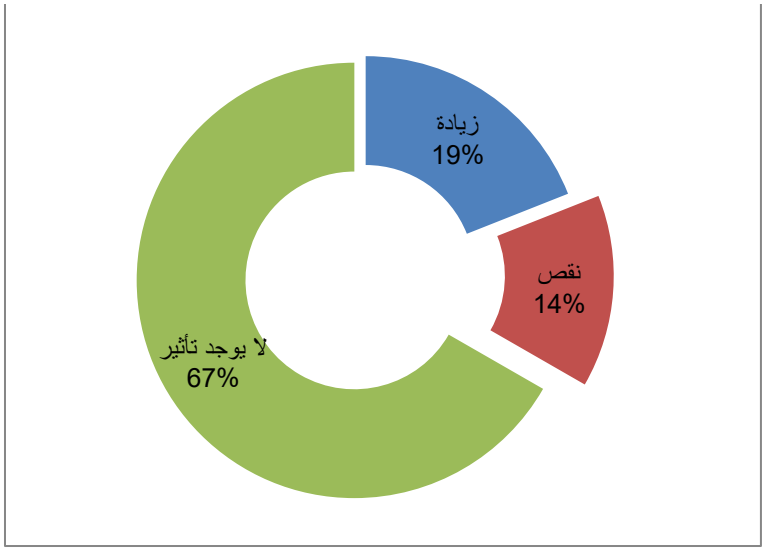
شكل (٥٢) التوزيع النسبي لتوفير الأموال والعدادات الذكية عام ٢٠٢٣م.

- **تأثير العدادات الذكية واستخدام الكهرباء:**

جدول (٥٤) التوزيع العددي استخدام الكهرباء والعدادات الذكية لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

البيان	عدد	%
زيادة	٥٢٩	١٩
نقص	٣٩٨	١٤,٣
لا يوجد تأثير	١٨٥٩	٦٦,٧
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٤)

شكل (٥٣) التوزيع النسبي استخدام الكهرباء والعدادات الذكية لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

يأتي عامل تأثير العدادات الذكية علي استخدام الكهرباء من أهم مميزات العدادات الذكية نتيجة القدرة علي تحديد الحد الأقصى من الاستخدام في حالة تفعيل هذه الخاصية وبدراسة الجدول(٥٤) والشكل(٥٣) يتضح أنه جاءت في المرتبة الأولي " لا يوجد تأثير"؛ ويرجع ذلك الي أن العدادات الذكية مثلها كباقي العدادات تقيس الاستهلاك الفعلي من الكهرباء، في حين جاءت في المرتبة الثانية " زيادة" وذلك بنسبة ١٩% من إجمالي عينة الدراسة، لتأتي في المرتبة الأخيرة " النقص" وذلك بنسبة ١٤,٣% من إجمالي عينة الدراسة وهذه الفئة هي التي استفادة من مميزات العدادات الذكية باستخدام خاصية الحد الأقصى من الاستهلاك.

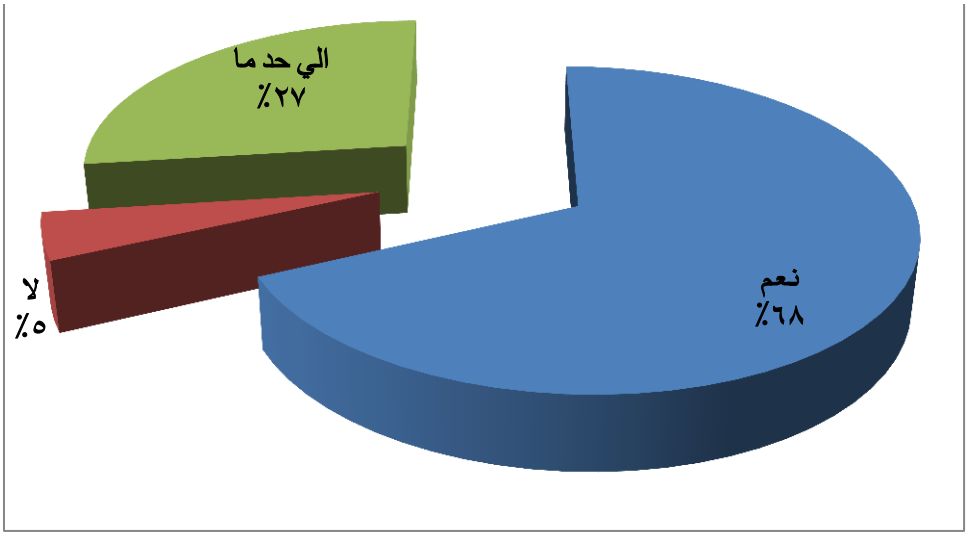
- **تكلفة شراء العدادات الذكية:**

تُعد التكلفة الثابتة عند شراء العدادات الذكية وبدراسة الجدول(٥٥) والشكل(٥٤) حيث جاءت في المرتبة الأولي الإجابة " نعم" وذلك بنسبة ٦٨,٢٥ إي ما يقارب من ثلثي عينة الدراسة؛؛ ويرجع ذلك لارتفاع التكلفة ولكن الدولة تقوم بتقسيط ثمن العداد عبي فترات تتراوح من سنة الي سنتين للمساعدة في نشر العدادات الذكية، وجاءت في المرتبة الثانية الإجابة الي حد ما " وذلك بنسبة ٢٧% من إجمالي عينة الدراسة وذلك مقارنة بعداد الكارات فالتكلفة تكاد تكون متقاربة، لتأتي في المرتبة الثالثة الإجابة " لا" وذلك بنسبة ٤,٨% من إجمالي عينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

جدول (٥٥) التوزيع العددي لتكلفة شراء العدادات الذكية بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

البيان	نعم		لا		الي حد ما		الإجمالي	
	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد	%
العدد	١٩٠٠	٦٨,٢	١٣٤	٤,٨	٧٥٢	٢٧	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٥)

شكل (٥٤) التوزيع النسبي لتكلفة شراء العدادات الذكية بعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

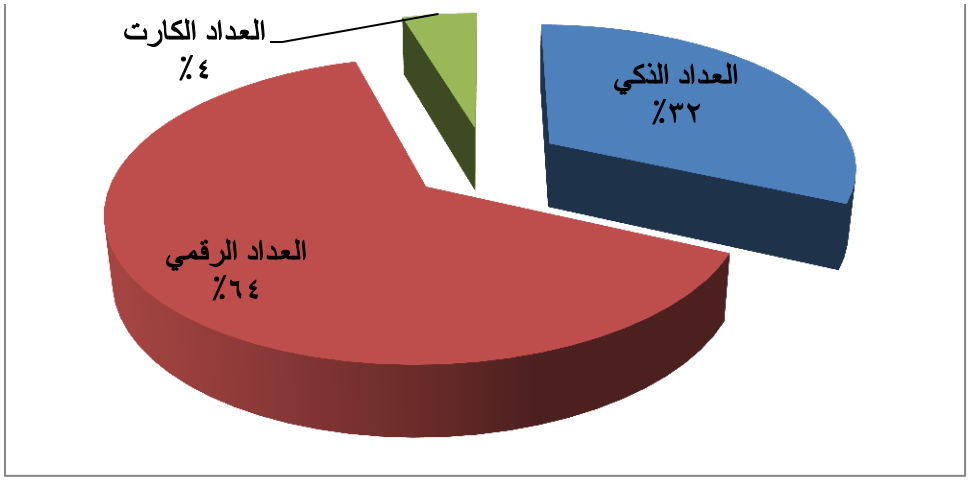
- **العداد الأفضل لعينة الدراسة:**

جاءت المقارنة بين تفضيل المستهلك أي من أنواع العدادات المختلفة فبدراسة الجدول(٥٦) والشكل(٥٥) يتضح أنه جاء في المرتبة الولي العاد الرقمي ذلك بنسبة ٦٣,٦% وهو ما يقارب علي ثلثي من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع تفضيل هذا الإصدار من العدادات لأن طريقة الدفع مقابل الاستهلاك تتم بعد الاستهلاك وبطريقة ميسرة ولا يتم قطع الكهرباء، ثم جاء في المرتبة الثانية العدادات الذكي وذلك بنسبة ٣١,٨% من إجمالي عينة الدراسة لأنه تلافي مشاكل عدادات الكارت وهو تلف الكارت بصفة مستمرة ويتم تغييرة من الكهرباء مقابل ٥٠ جنيه وكذلك الشحن بعدة طرق متوافرة لدي المستهلك توفر الوقت والهد، ثم جاء في المرتبة الثالثة العداد الكارت والذي بلغت نسبته ٤,٦% من إجمالي عينة الدراسة؛ ويرجع عدم تفضيل المستهلك لهذا الإصدار نتيجة العديد من المشاكل التي يعاني منها المستهلك أهمها تلف الكارت بصفة مستمرة مما يضطر المستهلك الذهاب الي شركة الكهرباء وتغييرة مقابل ٥٠ جنية وأيضاً الإجبار الذهاب لشركة الكهرباء لإعادة شحن الكارت في كل مرة مما يعمل علي إضاعة الوقت .

جدول (٥٦) التوزيع العددي لأفضل عداد وفقاً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

نوع العداد	عدد	%
العداد الذكي	٨٨٦	٣١,٨
العداد الرقمي	١٧٧٢	٦٣,٦
عداد الكارت	١٢٨	٤,٦
الإجمالي	٢٧٨٦	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية خلال شهور يناير وفبراير ومايو، عام ٢٠٢٢م.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٦)

شكل (٥٥) التوزيع النسبي لأفضل عداد وفقاً لعينة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

سادساً: الشبكات الذكية والنمذجة والملاءمة المكانية لتحديد أنسب المواقع لإقامة شبكات الطاقة الذكية في مصر:

١-الشبات الذكية:

تعرف الشبكات الكهربائية الذكية بأنها نوع من الشبكات الكهربائية تحاول التنبؤ والاستجابة بذكاء لسلوك وأفعال كل مستخدمي الطاقة لكهربائية المتصلين بالشبكة وذلك من (موردين، ومستهلكين، والاثنين معاً) وذلك من أجل تحسين الكفاءة والمرونة والأمان لنظام الكهربائي وذلك من اجل تقديم خدمات كهرباء موثوقة واقتصادية ومستدامة بكفاءة عالية (Jerry Jackson, 2014, p 5).

تهدف إلى تحقيق الاستغلال الأمثل للكهرباء نقلًا وتوزيعًا واستهلاكا باستخدام التكنولوجيا المتقدمة لزيادة موثوقية وكفاءة الشبكات الكهربائية، من مرحلة الإنتاج مرورًا بمرحلة النقل ثم التوزيع حيث إنها تعبر عن الرؤية المستقبلية لبنية تحتية أفضل للشبكات الكهربائية، حيث تعمل الشبكة الذكية على تحقيق ما يلي:

- زيادة كفاءة الأداء من حيث النوعية وآلية الربط، والتشغيل الآلي والتنسيق بين المنتجين والمستهلكين والشبكات.
- استخدام البيانات المتوفرة من عمليات الاستشعار عن بعد (القراءة الألية عن بعد).
- الحوسبة (الربط بشبكات الحاسب)، وأجهزة الاتصالات والبرمجيات المتقدمة.
- إجراءات السلامة في الشبكات الكهربائية.
- تشجيع ميزة إنتاج الطاقة اللامركزية بحيث يكون كل مشترك هو مستهلك ومزود (مورد) للطاقة الكهربائية.

- تحقيق المرونة في استهلاك الطاقة من جانب المستهلك؛ وذلك للسماح له باختيار مورد الطاقة الخاص به (تمكين عملية الإنتاج والتوزيع، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، وبعض تطبيقات الطاقة المتجددة).

- **مكونات الشبكة الذكية:**

- **التحكمات الآلية:** تعمل على إكشاف أية اضطراب أو مشاكل مفاجئة، قد تتعرض لها الشبكة الكهربائية وتحديد مكانة بانتقائية ودقة عالية خلال فترات قصيرة جدًا؛ ليتم معالجتها دون أن يؤثر ذلك على أداء الشبكة.
- **أنظمة الاتصالات المتقدمة:** يتم استخدام أنظمة اتصالات متكاملة بغرض جمع المعلومات والبيانات وتحليلها، وذلك لضمان التحكم الكامل بأجزاء الشبكة ومراقبتها؛ لتحقيق العمل الآمن والاستقرار الكامل دون حدوث مشاكل أو اضطرابات.
- **أجهزة القياس الدقيقة:** تعمل هذه الأجهزة على قياس المتغيرات المختلفة على كل مكونات الشبكة وإمدادها لمركز التحكم؛ بهدف التوازن والتوافق بين الطلب والإمداد تفاديًا لأي فصل غير متوقع.
- **تخزين الطاقة من المصادر المتجددة:** لأن الإنتاج من الطاقة المتجددة متغير وغير ثابت فلا بد من الاحتياج إلى عملية تخزين الطاقة المنتجة لحين استخدامها بشكل موثوق بحيث يخفف من العبء المتزايد على الشبكة العامة في أوقات ذروة الحمل.
- **العدادات الذكية:** تعتمد هذه العدادات على قياس الاستهلاك والمتغيرات وتزود مراكز التحكم بهذه القياسات والمتغيرات، كما أن لديها القدرة على فصل ووصل الأجهزة الكهربائية بشكل يساهم في الحد من الاستهلاك الزائد، كما تمكنهم من السيطرة والتحكم بالأجهزة بوسائل اتصالات مختلفة وكل ذلك يساعد أيضًا في الحماية من العبث بالاستهلاك غير القانوني.

- **الاستخدامات الأساسية للشبكات الذكية:**

- تحسين إمدادات الطاقة بصورة أكثر كفاءة.
- إدارة ورفع كفاءه توزيع الأحمال ورصد قيمتها في الوقت الحقيقي.
- اكتشاف وعزل وصيانة الأخطاء بالشبكة بكفاءة عالية؛ لاستعادة الكهرباء بشكل أسرع.
- مراقبة ورصد المحطات الفرعية (المحولات) والمغذيات في الوقت الحقيقي؛ لتفادي أية مشاكل طارئه.
- باستخدام الحلول المتكاملة أجهزة القياس الذكية يمكن التنبؤ الأفضل والمثالي عن حالة النظام؛ مما يساعد على منع انقطاع الخدمة عبر منطقة واسعة من الشبكة.

- الاستفادة من وسائل الاتصالات الذكية للحد من تكلفة الحصول على المعلومات الأساسية بما في ذلك حالة ارتفاع الجهد في الكابلات تحت الأرض.
- الكشف عن الاستخدامات غير القانونية وحالات التعدي على الشبكة.
- الكشف عن التسرب الأرضي في الشبكات (الكابلات الهوائية أو الأرضية).
- إدارة وتوجيه الاستهلاك بالتحكم عن بعد بإمدادات الطاقة وخاصة في ساعات ذروه الحمل (فصل الخدمة عن وجه أو أكثر لدى المشترك من خلال التحكم بالعدادات الذكية).
- إدارة عوائد استهلاك المشتركين عن طريق قطع ووصل التيار الكهربي عن بعد في حال عدم قيام المشترك بدفع مستحقات شركات الكهرباء في الوقت المحدد.
- جمع البيانات ورصدها وتوثيقها لتستخدم مستقبلًا في التخطيط المسبق بالتنسيق مع وزارات أخرى تتبع الحكومة الذكية.

- **مميزات استخدام الشبكات الذكية للعملاء:**

- تحويل الشبكة إلى شبكة فعالة ويتم التواصل عن بعد بالعملاء عن طريق وحدات العرض الذكية.
- التنبيه بقطع الخدمة بسبب أعمال الصيانة وما إلى ذلك.
- تحويل المستهلك إلى منتج ومستثمر في إنتاج الكهرباء.
- الاستجابة الفورية لاستفساراتهم أو طلباتهم نتيجة لتوافر البيانات لدى مراكز خدمة العملاء في الوقت الحقيقي عن طريق الشبكة الذكية.
- التنبؤ بأية أعطال وتفاديها قبل وقوعها ومثال ذلك اكتشاف الأعطال في المحطات الفرعية.
- رفع كفاءة الشبكة وإصلاح العيوب فيها كالإصلاح عند العملاء أو في الشبكة نفسها.
- ترشيد الاستهلاك وتقنينه تبعًا لاحتياجات الفعلية للمستهلكين ودخول منظومة شحن السيارات الكهربائية.

٢- النمذجة والملاءمة المكانية لتحديد أنسب المواقع لإقامة شبكات الطاقة الذكية في مصر:

يُعد النموذج داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية Modeling GIS هو عبارة عن: بعض الخطوات والإجراءات التي تمثل ظاهرة معينة، والتنبؤ بنتيجتها، وتتكون من مجموعة من العمليات لاختيار أنسب المواقع لإقامة محطات الطاقة الذكية في جمهورية مصر العربية.

أولاً: الهدف من النموذج: هو اختيار أنسب المواقع التي تمتلكها المنطقة لإقامة محطات الطاقة الذكية.

ثانياً: مرحلة تجهيز وإعداد النموذج: وتتم هذه المرحلة من خلال إعداد قاعدة بيانات الخاصة بالنموذج Modeling، التي تتنوع ما بين نماذج رقمية وخرائط، ثم معالجة البيانات الوصفية مع المكانية، وتم تقسيمه هذه المعايير الي عدة متغيرات ومدخلات منها:

العوامل المناخية: وتُعد من العوامل الرئيسية التي بدونها لا يمكن إقامة محطات الطاقة الذكية، والتي تتمثل في الإشعاع الشمسي المباشر، وعدد ساعات السطوع الشمسي على المنطقة بما يلائم إنتاج الطاقة الصالحة للاستخدام باستمرار.

المعايير المكانية : وهي تهتم بالجوانب الاقتصادية لمحطات الطاقة الذكية؛ وتتمثل في اختيار المناطق المناسبة لإقامة المحطات الذكية الغير مأهولة بالسكان؛ ويرجع ذلك الي سهولة إجراءات وتوفير الأرض ورخص سعرها، وكذلك القرب من الشبكة الكهرباء الحالية بالمنطقة لتقليل التكلفة، وكذلك القرب من شبكات الطرق، وتساهم هذه المعايير في تقليل تكلفة محطات الطاقة الذكية بالمنطقة وربطها بشبكات الحالية للكهرباء بعد تعديلها لتصبح شبكات ذكية، خاصةً وان مقومات البنية التحتية السابقة ذكرها بحالة جيدة، وفي حالة استبدالها سوف تحتاج الي تكلفة عالية لمدها الي المواقع المقترح إقامة المحطة بها.

المرحلة الثالثة: تحديد المتغيرات وإجراء نطاقات التباعد ودرجة ملاءمة الطبقات لنموذج الطاقة الذكية، وتم استخدام العديد من المقومات لتحديد أنسب المواقع لإقامة محطات الطاقة الذكية وهي (الإشعاع الشمسي، الرياح، المياه، شبكة الكهرباء، الطرق، العمران، خط الساحل، خطوط الكنتور، العدادات الذكية)، وفيما يلي دراسة شيء من التفصيل لهذه المقومات وتوضيحها على خرائط لمعرفة أنسب المواقع لإقامة محطات الطاقة الذكية في مصر:

الموقع الجغرافي لمصر:

الاهتمام بالطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك في الجمهورية. وتشير البيانات إلى أن حصة الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في الجمهورية قد ازدادت بشكل كبير خلال الفترة من عام ٢٠١٤ إلى ٢٠٢٣م، بلغت النسبة المئوية للكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في الجمهورية حوالي ٢,٩٪ عام ٢٠١٤م، حيث بلغت مساهمة المصادر المتجددة في توليد الكهرباء منها الطاقة الشمسية بنسبة ٢,٣ % و طاقة الرياح بنسبة ٢,٦%، ومن ثم الطاقة الكهرومائية أحتلت النسبة الأكبر وبلغت ٧,١% من إجمالي إنتاج الطاقة المولدة بمنطقة الدراسة، تستهدف الدولة زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في الطاقة الوطنية بنسبة ٤٢% والطاقة النووية بنسبة ٣% بحلول عام ٢٠٣٥م (وزارة الكهرباء و الطاقة المتجددة، ٢٠٢٣ م، ص ٥).

وبدراسة الجدول (٥٧) الذي يوضح إنتاج الكهرباء من المصادر المختلفة يتضح ما يلي: جاءت في المرتبة الأولي الحرارية على مدار ربع قرن السابق، ولكنها انخفضت من ٨٩,٧%

عام ٢٠١٠م، الي ٨٧,٩% عام ٢٠٢٣ م بمقدار انخفاض بلغ ١,٨% ويدل ذلك على التحول التدريجي لاستخدام للطاقة المتجددة. في حين جاءت في المرتبة الثانية الطاقة المائية وذلك بنسبة ٩% عام ٢٠١٠م، وانخفضت الي ٧,٢% عام ٢٠٢٣م ويرجع ذلك لانخفاض منسوب المياه واتجاه الدولة للطاقة المتجددة من طاقة الرياح والشمسية، والتي جاء في المرتبة الثالثة والرابعة وذلك بنسبة ١,١%،٠,٢ % لكل منهما علي الترتيب عام ٢٠١٠م، لترتفع هذه النسبة في ٢٠٢٣ م وتبلغ ٢,٦%، ٢,٣% لكل منهما علي الترتيب أي بزيادة من ١,٣ % عام ٢٠١٠ م الي ٤,٩% عام ٢٠٢٣ م بزيادة قدرها ٣,٦% لكل من طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وترجع هذه الزيادة إلى العديد من الجهود التي تم بذلها لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة في الجمهورية؛ ومن بين هذه الجهود: تحسين تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وتعزيز الوعي العام بالمزايا البيئية والاقتصادية للاستثمار في الطاقة المتجددة، وتشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة من خلال الحوافز المالية والقوانين الحكومية، ومن المتوقع أن يستمر النمو في استخدام الطاقة المتجددة في الجمهورية، حيث تعمل الحكومة والقطاع الخاص معًا على تطوير البنية التحتية اللازمة لتشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة وزيادة الكفاءة والاستدامة في استخدام الطاقة.

جدول (٥٧) إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر المصادر المختلفة خلال الفترة (٢٠١٠: ٢٠٣٥ م).

الكمية (جيجاوات / ساعة)

سنة / الطاقة	٢٠١٠		٢٠١٥		٢٠٢٠		٢٠٢٣		٢٠٣٥
	كمية	%	كمية	%	كمية	%	كمية	%	%
الحرارية	١٢٩٣٦١	٨٩,٧	١٥٧٠٥٦	٩٠,٩	١٧٣٥٠٠	٨٨	١٨٩٩٧٨	٨٧,٩	٥٥
المائية	١٢٩٣٤	٩	١٣٥٤٥	٧,٨	١٥٠٣٨	٧,٦	١٥٤٥٨	٧,٢	٤٢
الرياح	١٥٢٥	١,١	٢٠٥٨	١,٢	٤٢٣٣	٢,١	٥٦٦٥	٢,٦	
الشمسية	٤٧٩	٠,٢	١٦٨	٠,١	٤٤٣٠	٢,٣	٤٩٧٧	٢,٣	
نووية	–	–	–	–	–	–	–	–	٣
الإجمالي	١٤٤٢٩٩	١٠٠	١٧٢٨٢٧	١٠٠	١٩٧٢٠٢	١٠٠	٢١٦٠٧٧	١٠٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا علي: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي أعداد (٢٠١٠- ٢٠١٥- ٢٠٢٠،٢٠٢٣ م) متاح بموقع http://www.moee.gov.eg.

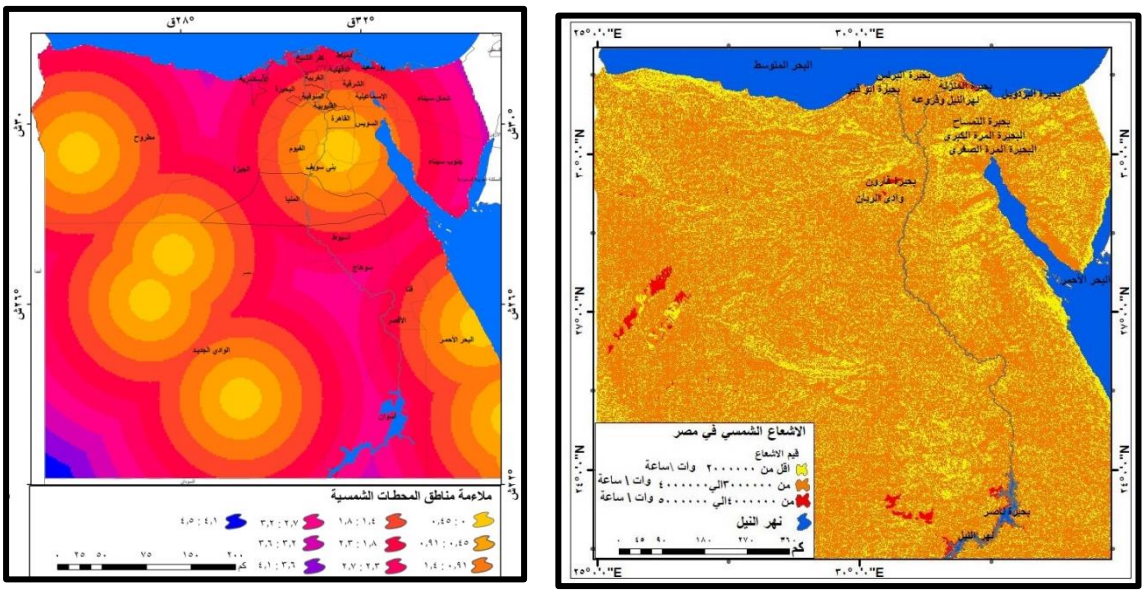
١- الطاقة الشمسية:

تُعد منطقة الدراسة احدي دول منطقة الحزام الشمسي المناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية، حيث تمتد بين خطي طول ٢٥ ٣٧ شرقاً , و دائرتي عرض ٢٢ و ٣٦ ٣١ شمالاً، وتشمل الدراسات الأولية توافر محطات الرصد، وقياس الإشعاع الشمسي، وعدد ساعات سطوع الشمس، وعدد أيام السطوع الشمسي في المنطقة، حيث ينبغي ألا تقل فترة الرصد عن عشرة سنوات ؛ لتوافر بيانات كافية تسمح بالإنتاج الدقيق (سعيد عبدة، ١٩٩٩، ص ٧)، ووجد أن

مصر ضمن المناطق المناسبة في الإشعاع الشمسي، حيث تزيد مدة سطوع الشمسي بالجمهورية عن ٩ : ١١ ساعة / يوم، ويتراوح المجموع السنوي لسطوع الشمسي بالجمهورية عن ٢٠٠٠: ٣٢٠٠ كيلو وات ساعة / م٢/سنة، في حين جاء السطوع المثالي لاستخدام الطاقة الشمسية بين ٢٣٠٠ : ٤٠٠٠ ساعة / سنوياً(جهاز تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٩م، ص ٣١)، وقدرت الإمكانات الحالية لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال الاستفادة من تكنولوجيا الطاقة الشمسية بحوالي ٧٣,٦٥٦ تريليون . وات. ساعة/ سنة (مركز تحديث الصناعة، ٢٠٠٦م، ص، ص ٣٨ و٣٩).

بالإضافة الي جفاف وصفاء السماء في اغلب أيام السنة على معظم منطقة الدراسة خاصة الوجه القبلي؛ مما يساعد على الاستفادة من الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة داخل محطات الطاقة الذكية، وبدراسة الشكل (٥٦) الذي يوضح المتوسط السنوي للإشعاع المباشر، والشكل () الذي يوضح محطات الطاقة الشمسة بالجمهورية؛ ويرجع ذلك الي أن اختيار أفضل الأماكن لإقامة محطات الطاقة الشمسية هي أعلي مناطق تركيز أشعة الشمس.

وبدراسة الشكل (٦٦) الذي يوضح المواقع المناسبة لإقامة شبكات الطاقة الذكية وفقا للقرب من محطات الطاقة الشمسية القائمة للاستفادة من الإمكانات الحالية للطاقة الشمسية مما يعمل على تقليل تكلفة إقامة الشبكات الذكية في مصر، فيلاحظ مناطق الملاءمة الأولي تقع ملاصقة لمحطات الطاقة الشمسية القائمة وتليها المرحلة الثانية وصولا للمناطق غير المناسبة ومنها المنطق الجبلية بالبحر الأحمر والمناطق الساحل الشمالي والتي يقل بها متوسط سطوع الشمس مع تواجد السحب.



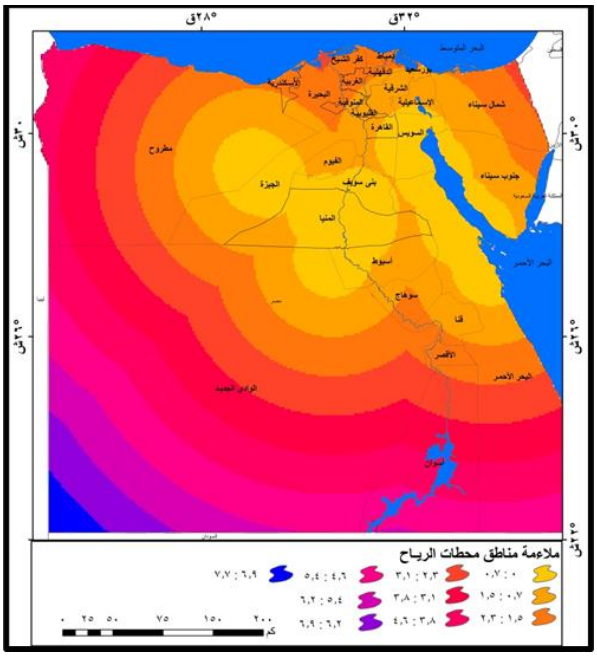
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة وبرنامج Arc Gis 10.8

شكل (٥٦) الإشعاع الشمسي وملاءمة محطات الطاقة الشمسية لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٢- طاقة الرياح

تتميز مصر بالعديد من المناطق ذات سرعات الرياح العالية، ومن أهم هذه المناطق تلك الواقعة علي ساحل البحر الأحمر وخليج السويس مثل الزعفرانة وخليج الزيت. وبصفة عامة تكون سرعات الرياح في شهور الصيف أعلي منها في شهور الشتاء بمصر. ويصل المتوسط السنوي لسرعة الرياح بالزعفرانة حوالي ٩ متر/ثانية وذلك على ارتفاع ٤٠ متر، في حين أنها تصل إلى ١٠,٥ متر/ثانية في خليج الزيت عند نفس الارتفاع، ولكي تعمل التوربينة بكفاءة يجب أن يكون متوسط سرعة الرياح ما بين ١٢ و١٤ متر/ثانية، وذلك حتى تدور التوربينة بسرعة تكفي لإنتاج كهرباء ذات تكلفة مقبولة، ومن المعروف أن ارتفاع أبراج التوربينات المنتجة للكهرباء تتراوح حاليا بين ٥٠ -١٠٠ متر (محمد الخياط، ٢٠٠٦م، ص ٤٨) تتصرف.

وبدراسة الشكل (٥٧) يتضح اهم المناطق الملاءمة لإنشاء شبكات الطاقة الذكية من حيث أمكانيات طاقة الرياح بالمنطقة فظهرت مناطق الملاءمة الأولي في المناطق المقامة عليها محطات طاقة الرياح فعليا وتتدرج للمناطق التي تساعد سرعة الرياح عل إقامة محطات بها وصولا مناطق غير مناسبة وهي مناطق ذات سرعة رياح ضعيفة.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، وبرنامج Arc Map 10.8

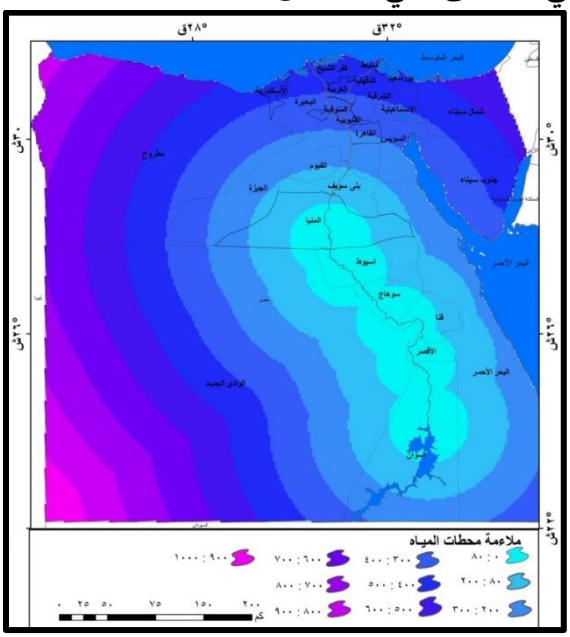
شكل (٥٧) ملاءمة مناطق محطات الرياح لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٣- الطاقة المائية:

وبدراسة الشكل (٥٨) الذي يوضح المواقع المناسبة لإقامة شبكات الطاقة الذكية وفقا للقرب من محطات الطاقة المائية القائمة للاستفادة من الإمكانات الحالية للطاقة المائية

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٣

مما يعمل على تقليل تكلفة إقامة الشبكات الذكية في مصر، فيلاحظ مناطق الملاءمة الأولي تقع ملاصقة لمحطات الطاقة المائية القائمة وتليها المرحلة الثانية وصولا للمناطق غير المناسبة وهي المناطق التي تبعد عن محطات طاقة المياه..

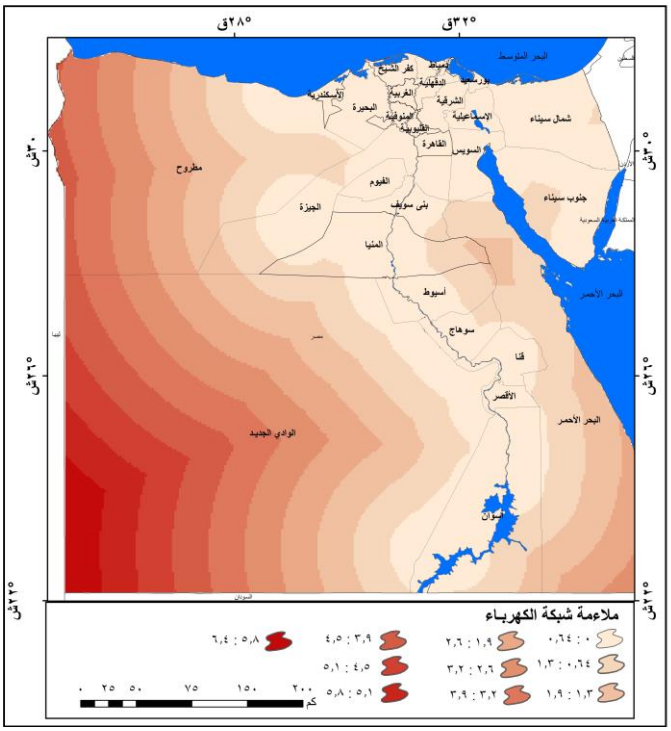


المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، برنامج Arc Map 10.8

شكل (٥٨) ملائمة مناطق محطات الطاقة المائية لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٤- شبكة الكهرباء:

تُعد من أهم المعايير الشبكات الذكية وهي الشبكة الحالية للكهرباء حيث يتم تطويرها لتتناسب مع الاستخدام الذكي للطاقة ولذلك يجب أن تقع شبكات الطاقة الذكية بمقربة من الشبكة الكهربائية الموحدة لربطها بالشبكة، لتقليل تكاليف النقل (خلف محطات النقل و يتم تركيب الألواح المنتجة للكهرباء) لرفعها بكابلات خاصة لمحطات النقل ثم للشبكة القومية الموحدة، و بالتالي تقل التكلفة، حيث مع زيادة المسافة و البعد عن الشبكة الموحدة ترتفع التكلفة، إلا أن هذه التكلفة في إضافة و صلات للخطوط تكون أثناء الإنشاء و مرة واحدة، وتختفي التكلفة مع العائد المحقق حيث يتم ربط محطات التوليد الشمسية و الرياح والمياه بالشبكة الموحدة بتجميع الطاقة الناتجة عبر كابل تجميع للطاقة من كل محطة توليد، ومن ثم بعد ذلك التجميع يتم الربط مع الشبكة الكهربائية الموحدة من خلال محطة تحويل رفع الجهد، ليتم ربطه بالشبكة الذكية .



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، وبرنامج Arc Map 10.8

شكل (٥٩) ملاءمة شبكة الكهرباء لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

يعتبر قرب شبكة الكهرباء من المعالم الهامة لإنشاء شبكة طاقة ذكية، وذلك لأنه يوفر العديد من المزايا والفوائد التي تساعد على تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتخفيض التكاليف والانبعاثات الضارة بالبيئة، ومن أهم هذه المزايا:

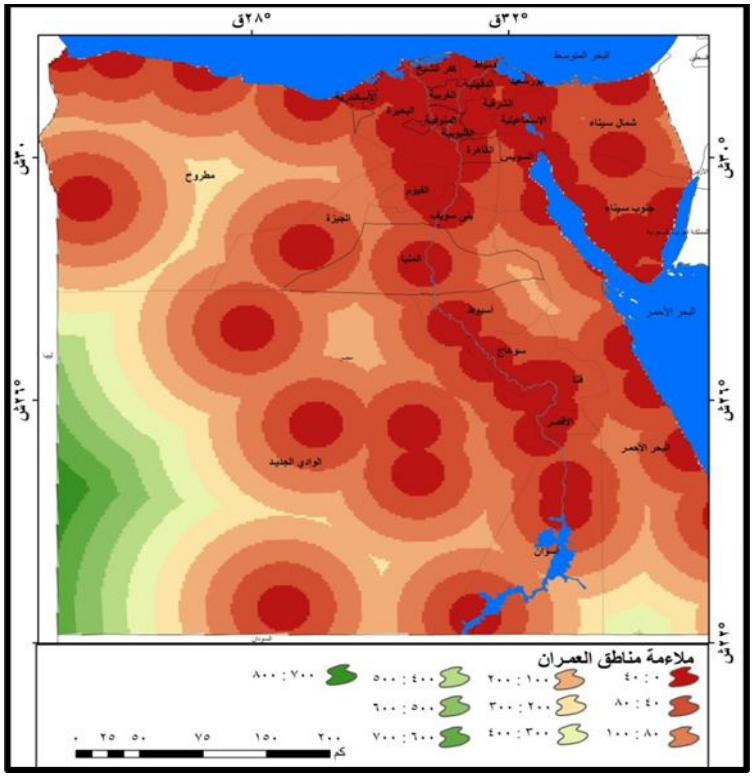
- تحسين كفاءة توزيع الكهرباء: إذا كانت شبكة الكهرباء قريبة من المناطق التي تستخدم فيها الطاقة، فإن ذلك يسهل عملية توزيع الكهرباء بشكل أفضل وأكثر كفاءة، مما يحسن من جودة الخدمة ويخفض من تكاليف التوزيع.
- تحسين كفاءة الطاقة: من خلال استخدام شبكة طاقة ذكية، يمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتخفيض هدر الطاقة، حيث يمكن تحديد الأوقات التي يستخدم فيها الطاقة بشكل كثيف وتوفير الطاقة في الأوقات الأخرى.
- تحسين إدارة الطاقة: من خلال استخدام شبكة طاقة ذكية، يمكن تحسين إدارة الطاقة وتحسين عمليات الإنتاج والتوزيع، حيث يمكن التحكم بمستويات الإنتاج والاستهلاك وتوفير الطاقة في الأوقات اللازمة.
- تحسين البيئة: من خلال استخدام شبكة طاقة ذكية، يمكن تحسين البيئة وتقليل الانبعاثات الضارة بالبيئة، حيث يمكن تحديد الأوقات التي يتم فيها استخدام الطاقة بشكل كثيف وتشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح.

٥ – العمران:

تُعد من أهم العوامل المؤثرة على إقامة الشبكة الذكية مراعاة العمران المحيط بالموقع حيث يؤثر على كفاءة الطاقة المنتجة والمستهلكة، فتوافر مساحات كبيرة، حيث الحاجة إلى مساحات شاسعة لاستيعاب الخلايا الفوتوفلطية أو المرايا العاكسة بمحطات الطاقة الشمسية، حيث وجد أن محطة التوليد الشمسية والتي تبلغ سعتها (١ ميجاوات)، تشغل مساحة قدرها من ٣٠ – ٤٠ هكتار، بينما تمثل المحطة النووية التي سعتها ١٠٠ ميجاوات مساحة ٥٠ هكتار(نور الدين عبد الله، ١٩٨٣م، ص ٦١٢)، ولذلك تم المناطق المقترحة للشبكات الذكية بعيدة عن العمران الفئة الأولى، إلى ١٧,٩ كم٢، وتقل الملاءمة كلما زادت المسافة, وذلك لأن الشبكات الذكية تقوم على خدمة المناطق العمرانية فكلما زادت المسافة زادت تكلفة إنشاء الشبكة الذكية، ولذلك تم المناطق المقترحة للشبكات الذكية بعيدة عن العمران الفئة الأولى إلى ١٧,٩ كم ٢، وتقل الملاءمة كلما زادت المسافة، وذلك لأن الشبكات الذكية تقوم على خدمة المناطق العمرانية فكلما زادت المسافة زادت تكلفة إنشاء الشبكة الذكية . كما يساعد على توفير البنية التحتية اللازمة وتسهيل عمليات الإنتاج والتوزيع، ومن أهم أسباب ذلك:

- الكثافة السكانية: يساعد العمران في تحديد المناطق التي تحتاج إلى إنتاج وتوزيع الطاقة بشكل أكبر، وبالتالي يساهم في تحديد موقع المحطات الذكية وتحديد حجم الإنتاج المطلوب.
- الاستدامة البيئية: يعتبر العمران مهماً لإنشاء محطات الطاقة الذكية المستدامة، حيث يمكن توفير مصادر الطاقة المتجددة في المناطق الحضرية، وبالتالي تحقيق الاستدامة البيئية وتقليل الانبعاثات الضارة.
- الأمن والاستقرار: يساعد العمران في تحديد المواقع الآمنة والمستقرة لإنشاء محطات الطاقة الذكية، مما يساعد على ضمان الأمن والسلامة للعاملين في المحطات والمجتمع المحيط.
- الطلب على الطاقة: يعتبر العمران مهماً لتحديد المناطق التي تحتاج إلى إنتاج وتوزيع الطاقة بشكل أكبر، مما يساعد في تحديد حجم الإنتاج المطلوب وتحسين جودة الخدمة للمستخدمين.

بشكل عام، فإن العمران يعد عاملاً مهماً وأساسياً في إنشاء محطات الطاقة الذكية، حيث يساهم في تحديد المواقع المناسبة وتوفير البنية التحتية اللازمة وتحقيق الاستدامة البيئية وتحسين جودة الخدمة.



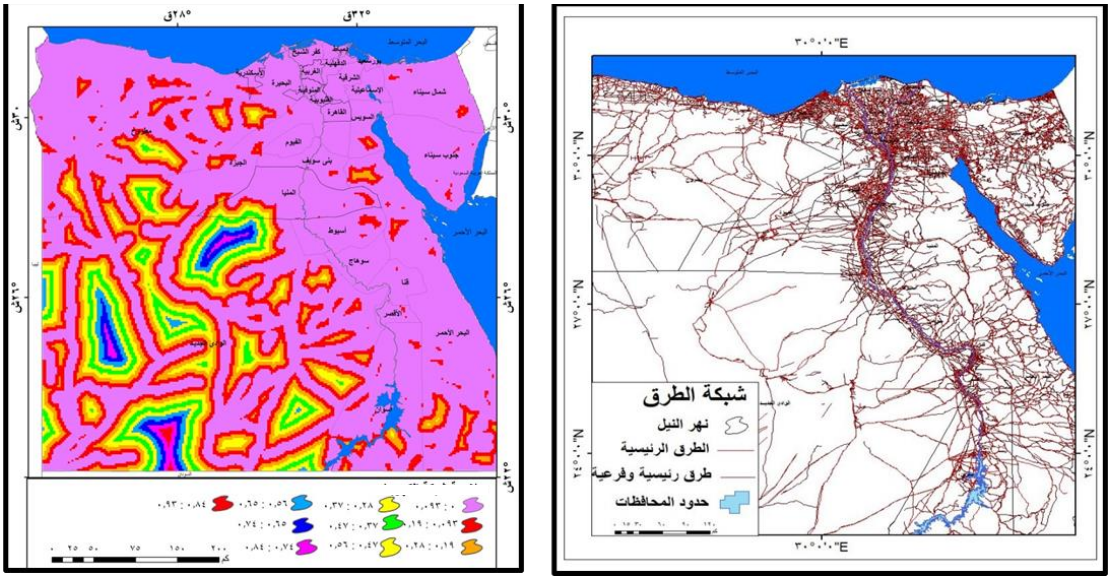
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الهيئة العامة لتخطيط العمراني(Gopp. Gov.eg)، وبرنامج Arc Map 10.8

شكل (٦٠) ملاءمة مناطق العمران لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٦- شبكات الطرق :

تحتاج الشبكات الذكية إلى تركيب ومتابعة بصفة دورية، ولذلك يجب توافر شبكة طرق مجهزة لنقل الشبكات أو نقل العاملين بها بصفة يومية، ولذا تم وضع المناطق الأكثر ملاءمة للشبكات الذكية في مصر على مسافة من ٠ إلى ٤٠ كم٢، وتقل درجة الملاءمة كلما زادت المسافة.

وأيضاً عند اختيار موقع للطاقة الذكية، يجب مراعاة الوصول إليه بواسطة الطرق الرئيسية والفرعية، وتحديد المسافة بين الموقع والمدن والمناطق الصناعية الرئيسية والمراكز الحيوية الأخرى. كذلك يجب مراعاة قرب الموقع من محطات توليد الطاقة الأخرى والشبكة الكهربائية الرئيسية لتسهيل نقل الطاقة وتوزيعها، علاوة على ذلك، يجب مراعاة قدرة الطرق على تحمل حركة المرور الثقيلة ووزن الآلات والمعدات اللازمة لإنشاء وتشغيل محطة الطاقة، حيث يمكن أن يؤدي وجود طرق غير مناسبة إلى صعوبة في نقل المواد والمعدات وتأخير في أعمال الإنشاء يجب مراعاة التأثير البيئي للمشروع على الطرق والمناطق المحيطة به، حيث يمكن أن يؤدي وجود محطة الطاقة إلى اختناقات مرورية وتلوث بيئي وزيادة في حركة المرور على الطرق المحيطة.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة النقل المصرية، وبرنامج Arc Map 10.8

شكل (٦١) ملاءمة شبكة الطرق لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٧- خط الساحل:

تُعد خطوط الساحل مواقع مثالية لإنشاء محطات الطاقة الذكية لعدة أسباب: أولاً أن السواحل تتمتع برياح قوية ومتواصلة وتيارات قوية في البحر، مما يجعلها موقعًا مناسبًا لإنتاج طاقة الرياح وطاقة الأمواج.

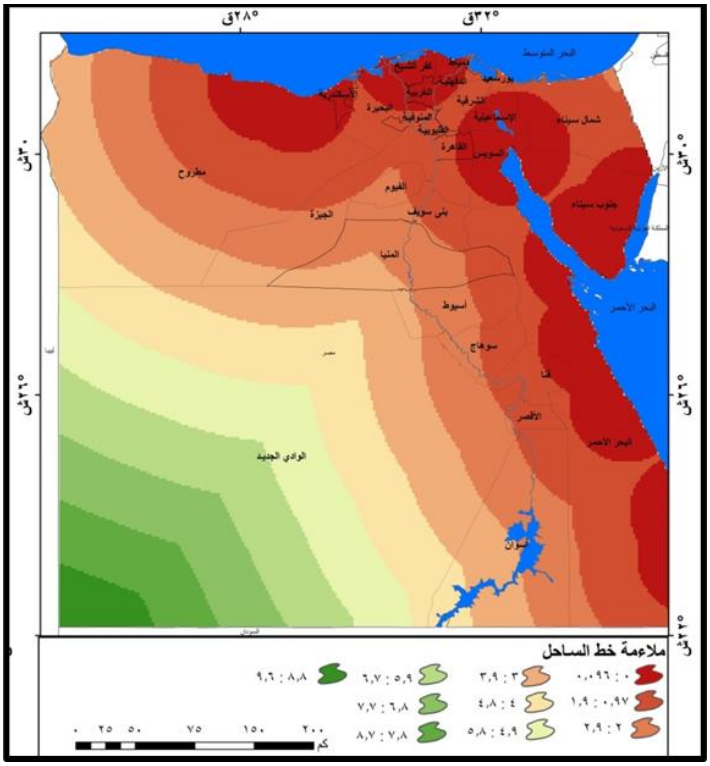
السواحل تتميز بدرجات حرارة أكثر استقرارًا ورطوبة من الداخلية، وهذا يساعد على تحسين كفاءة الألواح الشمسية وإنتاج الطاقة الشمسية، كما يمكن استخدام المياه المالحة في السواحل لتبريد المحطات الحرارية وزيادة كفاءتها، وأخيراً، فإن السواحل عادةً ما تكون قريبة من المدن والمناطق الصناعية، مما يجعل من السهل نقل الطاقة المنتجة إلى المناطق المستخدمة لها.

يعتبر خط الساحل المصري واحدًا من المواقع الحيوية التي يجب مراعاتها عند اختيار موقع لإنشاء شبكة طاقة ذكية في مصر، وذلك لأن خط الساحل يمتد على طول البحر المتوسط والبحر الأحمر ويمثل العديد من المدن الكبرى والمناطق الحضرية في مصر، ويتميز بتوافر مصادر الطاقة المتجددة، ومن أهم أهمية خط الساحل في مصر بالنسبة لموقع شبكة الطاقة الذكية:

- توافر مصادر الطاقة المتجددة: يتميز خط الساحل بتوافر مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح، مما يسهل استغلالها في إنتاج الطاقة الكهربائية وتوزيعها عبر شبكة الطاقة الذكية.
- الكثافة السكانية: يتميز خط الساحل بارتفاع الكثافة السكانية فيه، مما يشير إلى وجود الطلب على الكهرباء في هذه المناطق، وبالتالي يتحتم إنشاء شبكة طاقة ذكية لتلبية هذا الطلب وتحسين جودة الخدمة.

- البنية التحتية العامة: يتميز خط الساحل بتوافر البنية التحتية العامة اللازمة لإنشاء شبكة طاقة ذكية، حيث يوجد فيها شبكات كهربائية واتصالات، وأنظمة مائية، وصرف صحي، وطرق.
- الاستدامة البيئية: يتميز خط الساحل بتوافر مصادر الطاقة المتجددة والتي تساعد على تحسين الاستدامة البيئية وتقليل الانبعاثات الضارة بالبيئة.
- الأمان والاستقرار: يتميز خط الساحل بالأمان والاستقرار السياسي والاقتصادي، مما يعزز الثقة في استثمارات الطاقة الذكية في المنطقة.

بشكل عام، فإن خط الساحل يعتبر موقعًا حيويًا لإنشاء شبكة طاقة ذكية في مصر، حيث يتميز بتوافر مصادر الطاقة المتجددة والبنية التحتية العامة والأمان والاستقرار، ويعد مثالياً لتحقيق الهدف من تحسين جودة الخدمة وتوفير الطاقة الذكية بشكل مستدام وفعال.



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على برنامج Arc Map 10.8

شكل (٦٢) ملاءمة خط الساحل لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

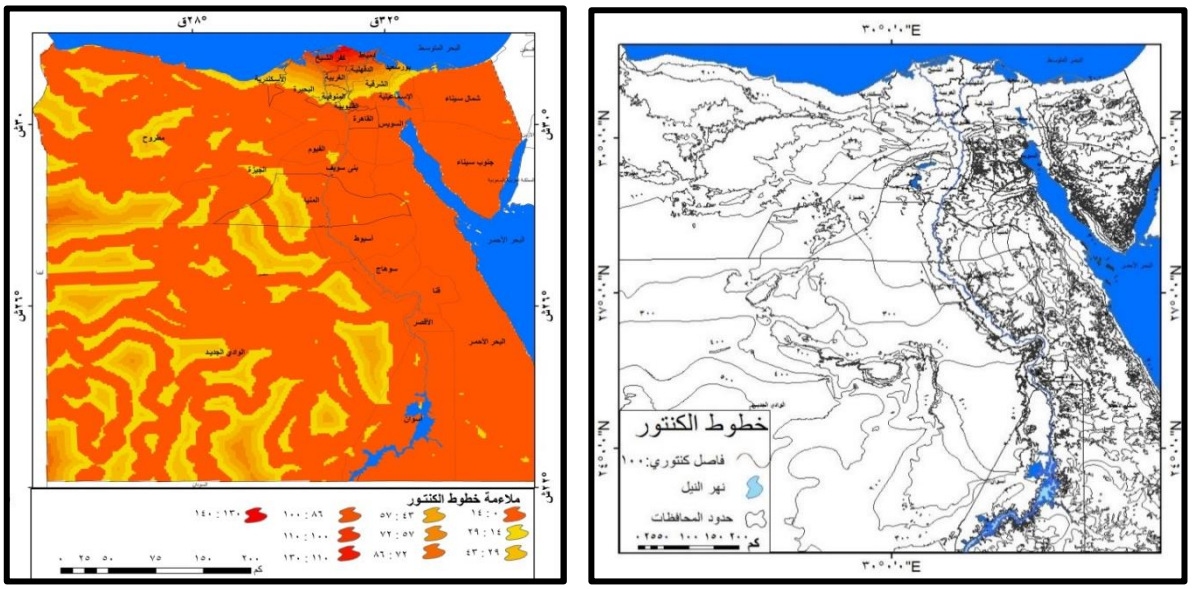
٨- خطوط الكنتور:

تُعد خطوط الكنتور والارتفاعات عاملًا مهمًا في إنشاء محطات الطاقة الذكية، ويلاح تأثيرها على الشبكات الذكية فيما يلي:

- تحديد الموقع المناسب: يمكن استخدام خطوط الكنتور والارتفاعات لتحديد الموقع المناسب لإنشاء محطة الطاقة الذكية. فمثلاً، يمكن تحديد المنطقة التي تشهد تغيرات كبيرة في الارتفاعات للحصول على الطاقة الكهربائية من الرياح أو الشمس بشكل أفضل.

- تحديد الطاقة المتاحة: يمكن استخدام خطوط الكنتور والارتفاعات لتحديد كمية الطاقة المتاحة في منطقة معنية. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام المنحدرات الجبلية لتوليد الطاقة الكهربائية من الرياح أو الشمس.
- تخطيط الشبكة: يمكن استخدام خطوط الكنتور والارتفاعات لتخطيط الشبكة الكهربائية المتصلة بالمحطة الذكية؛ فباستخدام هذه الخطوط يمكن تحديد المناطق التي يمكن الوصول إليها بشكل أفضل وتخطيط الشبكة بشكل فعال.
- تحديد السعة الإنتاجية: يمكن استخدام خطوط الكنتور والارتفاعات لتحديد السعة الإنتاجية للمحطة الذكية. فعلى سبيل المثال، يمكن تحديد القدرة الإنتاجية لمحطة توليد الطاقة الشمسية أو الرياح باستخدام هذه الخطوط.

خطوط الكنتور والارتفاعات تعتبر أداة هامة في التخطيط والتصميم والبناء لمحطات الطاقة الذكية، وتساعد في تحديد الموقع المناسب والتخطيط الفعال والحصول على الطاقة الكهربائية بشكل أكثر كفاءة وفعالية.



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على برنامج Arc gis 10

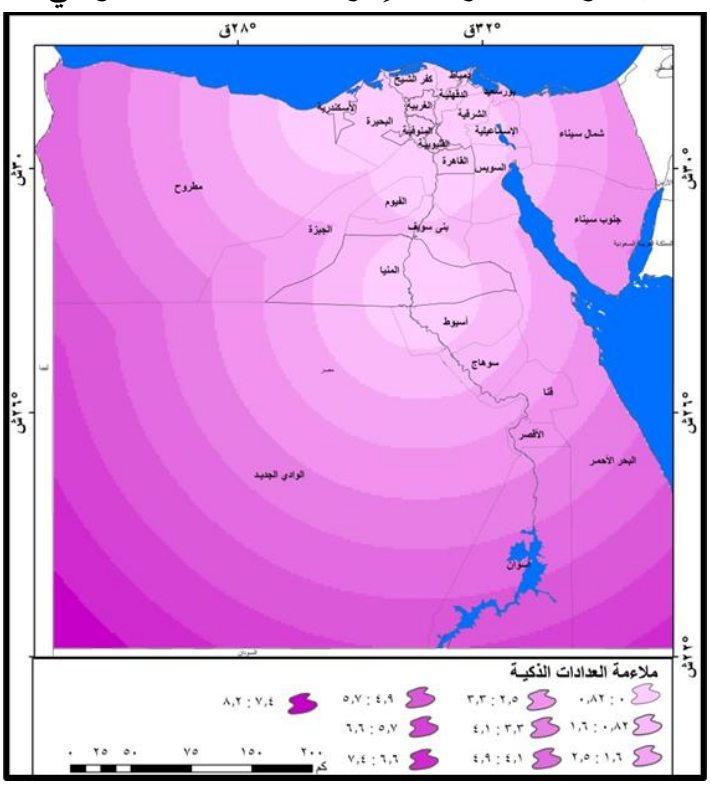
شكل (٦٣) ملاءمة خطوط الكنتور لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

٩- العدادات الذكية:

يعتبر موقع العدادات من العوامل المهمة التي يجب مراعاتها عند اختيار مواقع لإنشاء شبكة طاقة ذكية، حيث يساهم تحديد موقع تركيب العدادات في تحسين جودة الخدمة وتقليل التكلفة والوقت اللازم لتركيب العدادات، ومن أهم أسباب ذلك:

- الوصول إلى الشبكة الكهربائية: يجب تحديد موقع تركيب العدادات بحيث يكون من السهل الوصول إلى الشبكة الكهربائية، حيث يساعد ذلك على تقليل التكلفة والوقت اللازم لتركيب العدادات.
- الكثافة السكانية: يجب تحديد موقع تركيب العدادات بحيث يتم توزيعها بشكل مناسب في المناطق الحضرية والتي تحتوي على أعداد كبيرة من السكان، حيث يساعد ذلك على تحسين جودة الخدمة وتقليل تكلفة الشحن.
- الأمان والسلامة: يجب تحديد موقع تركيب العدادات بحيث يكون آمناً وسهلاً للفنيين المعنيين بتركيب العدادات، وبالتالي تحقيق الأمان والسلامة في عملية التركيب.
- التوافق مع التقنيات الحديثة: يجب تحديد موقع تركيب العدادات بحيث يكون مناسباً لتوافقه مع التقنيات الحديثة والمستخدمة في شبكة الطاقة الذكية، حيث يساعد ذلك على تحسين الكفاءة والفعالية في إدارة الطاقة.
- الاستدامة البيئية: يجب تحديد موقع تركيب العدادات بحيث يتوافق مع الأهداف البيئية والتي تسعى إلى تحقيق الاستدامة البيئية، توفير الطاقة المتجددة وتقليل الانبعاثات الضارة.

بشكل عام، فإن موقع العدادات يعد عاملاً مهماً في اختيار الأماكن المناسبة لإنشاء شبكة طاقة ذكية، حيث يساهم في تحسين جودة الخدمة وتقليل التكلفة والوقت اللازم لتركيب العدادات، ويساعد على تحقيق الأهداف البيئية والتقنية المرتبطة بإدارة الطاقة بشكل فعال وذكي.



المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة وبرنامج ArcGIS 10.8

شكل (٦٤) ملاءمة العدادات الذكية لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

تحديد الوزن النسبي للمعايير المستخدمة في إعادة نموذج الشبكات الذكية

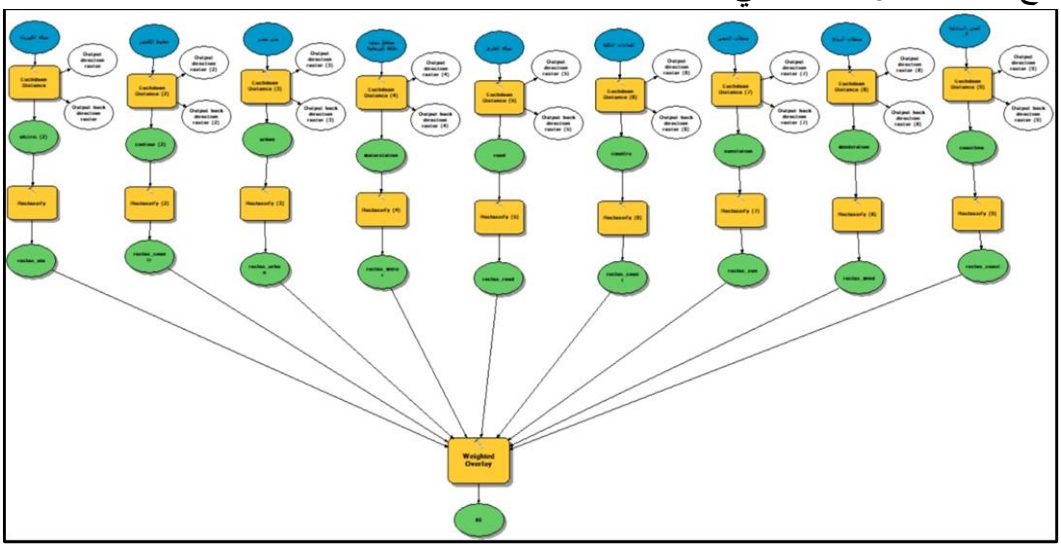
تهدف هذه المرحلة إلى استخدام الخرائط الوسيطة لجميع الطبقات المستخدمة داخل النموذج عن طريق إجراء بعض العمليات، وجد أن المعايير المستخدمة في إعداد النموذج تم تحديد درجة الملاءمة إلى عشر فئات متدرجة من مناطق ذات درجة ملاءمة ممتازة، إلى مناطق ذات درجة ملاءمة منخفضة جدا، للوصول إلى أفضل المناطق للشبكات الذكية في مصر كما يلي:

جدول (٥٨) تحديد الوزن النسبي المستخدم في إعداد نموذج الشبكات بمصر ٢٠٢٣

الطبقة	شبكة الكهرباء	الطاقة الشمسية	الرياح	المياه	العدادات الذكية	خطوط الكنتور	العمران	شبكة الطرق	خط الساحل	الإجمالي
الوزن	٢٠	١٥	١٥	١٥	٧	٧	٧	٧	٧	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على خرائط الملاءمة وبرنامج Arc Gis 10.8

تم عمل بيئة النمذجة الرقمية (Model) داخل برنامج Arc Map 10.8، حيث تم استخدام مجموعة من الأدوات، لاستخراج تصنيف يوضح المحفزات والمحددات لكل عامل من العوامل وفي النهاية، تم عمل تجميع وموازنة لجميع العوامل المدخلة، وتم ترتيب العمليات وتنفيذها كما هو موضح مخطط الموديل كما يلي.



المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول رقم (٥٨)

شكل (٦٥) خطوات تحديد أنسب المواقع لإقامة شبكة ذكية في مصر ٢٠٢٣م

مناطق الملاءمة الأولى (مرتفعة جدا): وهي المناطق التي تتوافر بها أكثر شروط إقامة المحطات وبلغت مساحتها ١٢١٣١,٥ ألف كم٢، وهو ما يشكل نسبة ١,٢% من جملة مساحة الأولويات، ويرجع ذلك إلى قلة مساحتها لارتباطها بالمواقع التي تتوافر فيها المعايير، من محطة طاقة شمسية ومحطات رياح ومحطات طاقة مائية والقرب من شبكة الكهرباء والنقل والانحدار وظهرت في مناطق متفرقة من الجمهورية التي تمثل الظهير الصحراوي للمدن الحالية، المستهدف استخدام الشبكات الذكية لإدارة الطاقة بها.

مناطق الأولوية الثانية (مرتفعة): وتبلغ مساحتها إلى ١٦٨٠١٩,٧ كم٢ وهو ما يشكل نسبة ١٦,٨% من جملة مساحة منطقة الأولويات، حيث تغطي المساحة المستغلة من مصر، ولذا فهي تتوافر بها معظم المعايير خاصة محطات الطاقة المتجددة المختلفة والطرق والكهرباء وغيرها، ولكن بنسبة أقل من مناطق الملاءمة الأولى.

جدول (٥٩) إجمالي مساحة المناطق الملاءمة لإقامة شبكات الطاقة الذكية في مصر ٢٠٢٣م.

الأولويات	المساحة كم٢	النسبة المئوية %
الأولوية الأولى	١٢١٣١,٥	١,٢
الأولوية الثانية	١٦٨٠١٩,٧	١٦,٨
الأولوية الثالثة	٢٨٠٠١٢,٦	٢٨
الألوية الرابعة	٢٦٧٠١١,٩	٢٦,٧
الأولوية الخامسة	١٢٩٠١٥	١٢,٩
الأولوية السادسة	٥٩٠٠٦,٦	٥,٩
الأولوية السابعة	٥٢٠٠٥	٥,٢
الأولوية الثامنة	٣٠٠٠٧,٩	٣
أماكن غير ملاءمة	٢٩٠٦,٨	٠,٣
الإجمالي	١٠٠٠١١٧	١٠٠

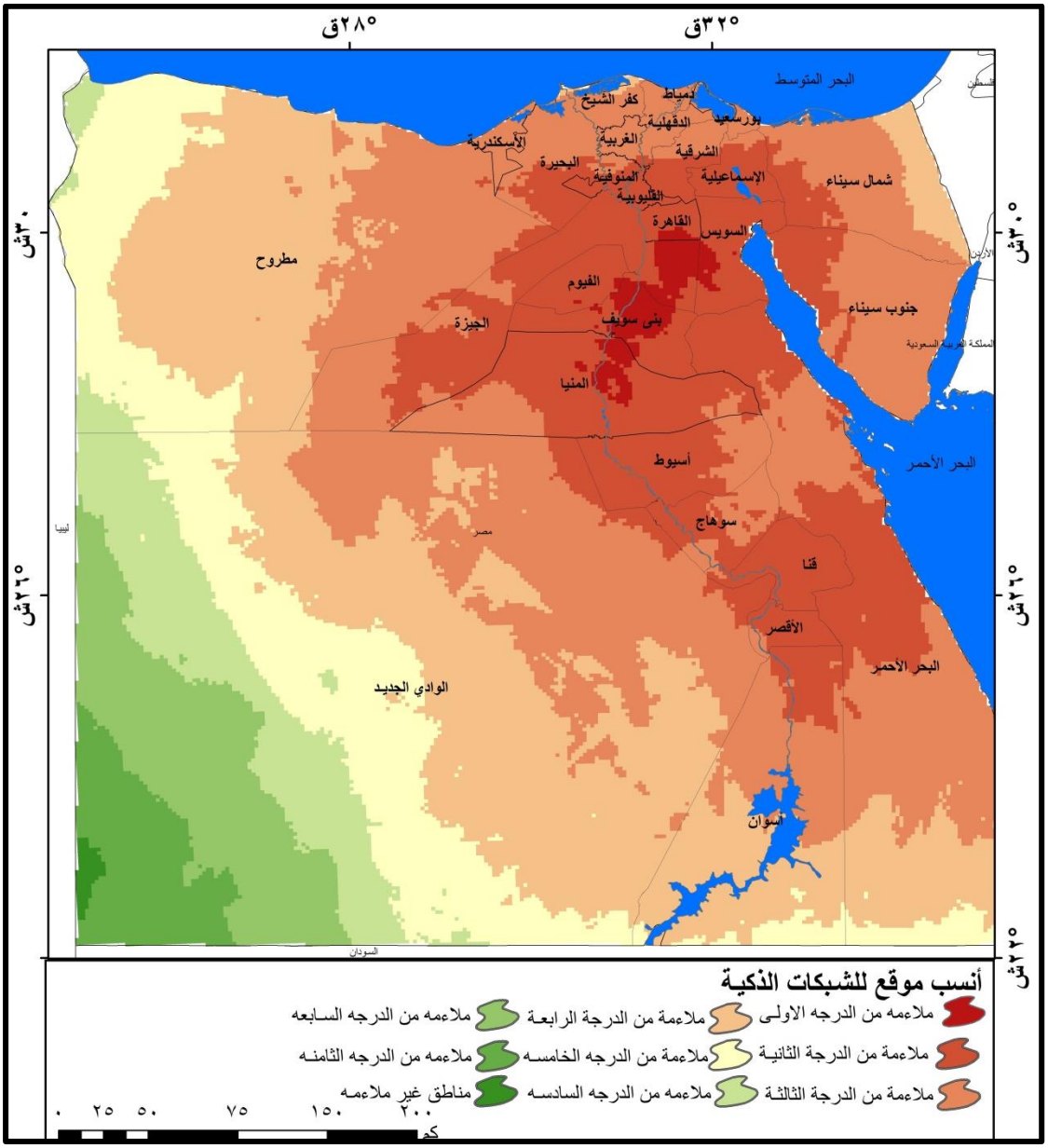
المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على برنامج Arc Gis 01.8

مناطق الأولوية الثالثة والرابعة (متوسطة): تبلغ مساحتهما ٥٤٧٠٢٤,٥ كم٢، وتشكل نسبة ٥٤,٧% بالترتيب من جملة مساحة منطقة الملاءمة، وتتميز هذه المناطق بأنها تقع متاخمة لمناطق الأولوية الثانية، مما يدل على توافر مقومات الشبكة الذكية خاصة مع امتداد العمران والتوسعات نحو استغلال الصحراء، كما أنه يمكن استغلالها في تغذية التجمعات السكنية.

مناطق الأولوية الخامسة والسادسة (منخفضة): وبلغت مساحته ١٨٨٠٢١,٦ كم٢، وهو ما يمثل نسبة قدرها ١٨,٩% من جملة مساحة مناطق الأولويات، وهي تقل في المساحة من الأولويات السابقة، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجة ملاءمتها لانتشارها على هامش منطقة الدراسة، وبعدها عن نهر النيل، وأيضاً البعد عن شبكة الكهرباء و الطرق، إلى جانب امتداد السلاسل الجبيلة وارتفاعها عن سطح البحر، وزيادة درجة انحدارها، ولم يتوافر بها غير عاملين هما محطات طاقة المياه ومحطات طاقة الرياح.

مناطق الأولوية السابعة والثامنة (منخفضة جدا): بلغت مساحتها ٨٢٠١٢,٩ كم٢ وهو ما يشكل نسبة ٨,٢% من جملة المساحة وهي مناطق ذات التضرس الكبير وتعد هذه المناطق لا جدوى اقتصادية من إقامة المحطات بها.

مناطق غير ملاءمة بلغت مساحتها ٢٩٠٦,٨ كم٢، وهي تشكل نسبة ٠,٣% من جملة المساحة وهي مستبعدة تماماً من إقامة شبكة الطاقة الذكية بها.



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على برنامج Arc Gis 10.8

شكل (٦٦) أنسب المواقع ل لإقامة شبكة طاقة ذكية في مصر عام ٢٠٢٣م.

النتائج والتوصيات:

أولاً: النتائج:

توصلت الدراسة الي مجموعة من النتائج يمكن توضيحها فيما يلي:

- بلغ عدد سكات منطقة الدراسة ١١١ مليون نسمة عام ٢٠٢٢م، حيث أظهره الدراسة تضاعف سكانها أربع مرات خلال ٦٢ عاماً، فيلاحظ أهمية توفير بدائل الطاقة التقليدية واستبدالها بالطاقة المتجددة والذكية لتوفير احتياجات السكان.
- **تطور مقومات الطاقة الذكية في مصر:** بدأت عام ١٩١٢ علي يد العالم فرنك، حيث تم تركيب أول محطة **طاقة شمسية** بطول ٦٢ متر، وعرض ٤ أمتار، واستخدمت كذلك عام ١٩٩٨ الطاقة الذكية في مجال تسخين المياه بالمنازل بعدد ٢٠٠ ألف وحدة، توفر سنوياً ٦٠ ألف طن مكافئ بترول، حيث جاء عام ٢٠١٢م بخطة لتوليد ٣٥٠٠ ميجا وات من الطاقة الشمسية، لتنفذ عام ٢٠١٠م قدرة ٤٧٩ ميجا وات بمشاركة ٠,٢%، لتصل حالياً الي ٢,٣% من إجمالي الطاقة المركبة.

طاقة الرياح بلغت الطاقة المنتجة عام ٢٠٠٤م نحو ٣٦٨ جيجاوات / ساعة بإجمالي مشاركة بلغت ٠,٨% من القدرات المركبة، لتصل عام ٢٠١٠م الي ٨٥٠ ميجاوات لتمثل ١,١%، لتبلغ نسبتها عام ٢٠٢٣م الي ٢,٦% من إجمالي القدرات المركبة.

الطاقة المائية بدأت عام ١٩٦٧ مع إنشاء السد العالي بتشغيل ١٢ توربيه بقدرة ٢١٠٠ ميجا وات، وفي عام ١٩٨٥ تم تنفيذ خزان أسوان ٢ بقدرة ٥٥٠ ميجا وات، وفي عام ١٩٩٣م تم إنشاء محطة أسنا بقدرة ٩٠ ميجا وات، ليبلغ إجمالي الإنتاج في ٢٠٠٤م الي ١٣٠١٩ جيجاوات/ ساعة، لتصل الي ١٥٤٥٨,٣ جيجاوات/ ساعة عام ٢٠٢٣م، ومن المتوقع أن يصل إجمالي الطاقة المتجددة من الرياح والطاقة الشمسية والطاقة المائية عالي ٤٢% من إجمالي الطاقة عام ٢٠٣٥م.

- **التطور العالمي للطاقة الذكية: بدأت في الاتحاد الأوربي** عام ٢٠٠٥م باستخدام منصة EPT وجاءت نتيجة تطوير ٤٥٩ مشروع JRC لشبكات الذكية في ٤٧ دولة بإجمالي ميزانية ٢٣٢٠ مليون يورو وتقع ٥٠ % منها في ٧ دول، وارتفعت ميزانية المشروعات الذكية في حصة الاستثمار من أقل ٣٠% عام ٢٠٠٦م، الي ٦٠% عام ٢٠١٢م. **الولايات المتحدة الأمريكية** والطاقة الذكية حيث بدأت في الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠٧م، الذي خصص ١٠٠ مليون دولار لمدة خمس سنوات لتمويل برامج الطاقة، لتصل عام ٢٠٠٩م الي تخصيص ١١ مليار لإنشاء شبكة ذكية. **الطاقة الذكية في مصر** احتلت المركز ٤٤ في مؤشر الجودة عام ٢٠١٤م، وذلك بتنفيذ ٤٨ مشروعاً، وإقامة ٣ مراكز تحكم بتكلفة ٥,٤ مليار جنية، ومركز تحكم العاصمة الإدارية الجديدة بتكلفة ٨٤ مليون جنية، ويتضمن المشروع إنشاء ١٠ محطات محولات بعدد ١٢ لوحة توزيع، ١٠٠ وحدة ربط ذكي، وعدد ١٧٥ ألف عداد ذكي تخدم ٤,٥ مليون مشترك تم تركيب ٢٥٠ ألف عداد ذكي حتى الآن.

- **نماذج المباني الذكية في العالم: يوجد** العديد من نماذج المباني الذكية في العالم جاء أهمها المبني البيئي في جارستون إنجلترا عام ١٩٩٦م، ومبني الحافة أمستردام هولاندا عام ٢٠١٥م، ثم مبني شركة جوتز في وزنبرج المانيا عام ١٩٩٥، وهي عبارة عن مباني إدارية تعمل بالكامل بالنظام الذكي.
- **مقومات الطاقة الذكية في مصر:** جاء أهمها **الطاقة الشمسية** حيث جاءت بعدد ٤ محطات بإجمالي طاقة مولدة ٤٩٧٦,٥%(ج. و. س)، وهو ما يعادل ١٩,١% من إجمالي الطاقة المتجددة بالمنطقة والتي بدأت منذ عام ٢٠١٠م، ليلها **طاقة الرياح** والتي تنتج بواسطة ٤ محطات رئيسية بكمية طاقة مولدة بلغت ٥٦٦٥(ج. و. س)، وهو ما يعادل ٢١,٧% من إجمالي الطاقة المتجددة بالمنطقة، والتي بدأت بالربط علي الشبكة من عام ٢٠٠١م، ثم جاءت **الطاقة المائية** والتي تنتج بواسطة ٦ محطات بكمية إنتاج مولدة بلغت ١٥٤٥٨,٣ (ج. و. س) وهو ما يشكل ٥٩,٢% من إجمالي الطاقة المتجددة بالمنطقة، والتي بدأت بالربط علي الشبكة منذ عام ١٩٦٠م. ومن أهم مقومات الطاقة الذكية **شبكة الكهرباء** القائمة والتي بلغت أطوال الجهد العالي بنحو ٥٧٥٠٤ كم عام ٢٠٢٣م، لتصل أطوالي الجهد المتوسط والمنخفض ٥٧٨٥٨٨ كم، في حين بلغت الطاقة المستهلكة ١٦٩٥٧٩(مليون ك. و. س)، ليبلغ إجمالي المشتركين ٤٠,٧ مليون نسمة، بمتوسط نصيب الفرد بلغ ٢٠٢٤ (ك. و. س) عام ٢٠٢٣م.
- **ثم ركزت الدراسة علي شركات الطاقة الشمسية وفي مصر " دراسة حالة"** من خلال مدي معرفة المواطن بالطاقة الشمسية والتي بلغت ٤٦%، ثم دراسة السياسات الحكومية ومدي مساهمتها في نشر الطاقة الشمسية بنسبة ٤٢%، ثم تم التركيز علي مجالات محطات الطاقة الشمسية والتي جاء الاستخدام الراعي بنسبة ٦٥,٤%، السياحي ١١,٥%، المنزلي ١٧,٤%، الصناعي ٣,٨%، ثم استخدامات آخري بنسبة ١,٩%، كما تم التركيز علي مصادر إنتاج المحطات والتي جاء الاستيراد منها بنسبة ٤٢,٣%، ليأتي أهم الدول المصنعة لمحطات الطاقة الشمسية الصين بنسبة ٥١,٩%، ثم المانيا ٣٢,٧%، ثم دول آخري ١٥,٤% من إجمالي الدول النتيجة، ثم جاء تأثير سعر المحطة علي حسب انتشارها بنسبة ٨٥%، كما تم التوصل الي معوقات وجود مصانع لإنتاج مكونات المحطات نتيجة بعض المعوقات أهمها قلة رأس المال ٤٠%، قلة التكنولوجيا ٢٤,٤%، عد توافر الواد الخام ٢١,١%، قلة الأيدي العاملة الدربة ١٤,٥%. كما توصلت دراسة محطات الطاقة الشمسية الي بعض المقترحات لتنميتها من خلال زيادة التوعية بالتصنيع المحلي ٢٨,٩%، مساعدة البنوك ٢١%، تخفيض الجمارك ١٥,٨%، التوعية بترشيد الاستهلاك ١٣,٢%، الجودة ١٠,٥%، تقليل استهلاك الكهرباء ٥,٣%، زيادة تعريفة الكهرباء ٥,٣%.
- **ثم جاء دراسة المدن المصرية والتحول الذكي** من خلال تركيب العدادات الذكية بعدد ٢٥٠ ألف عداد بشركات شمال القاهرة ٢١,٢%، جنوب القاهرة ٢٠%، الإسكندرية ١٥,٦%، القناة ٢٠%، جنوب الدلتا ١٢%، مصر الوسطي ١١,٢%. **وتم دراسة التحليل المكاني والكمي**

للعدادات الذكية في مصر من خلال الجار الأقرب بقيمة بلغت (٥١٣٣٧١) ويدل ذلك علي التوزيع المتقارب للعدادات الذكية يتجه للعشوائية، ثم جاء المركز المتوسط الذي الفعلي الذي ظهر في محافظة القاهرة، ثم جاءت المسافة المعيارية بقيمة (١,١٦٥٨٦ متراً)، ليليهم التوزيع الاتجاهي الذي بلغ مساحة الشكل البيضاوي ١,٤٥٣٢٨٢ بمساحة ٣,٥ كم٢، وهو ما يشكل نسبة ٣,٥% من مساحة منطقة الدراسة، ثم جاء الحرم المكاني للعدادات الذكية بمساحة ١٠ كم٢، ثم جاء أخيرا معامل التخصيص المساحي ليظهر التفاوت الكبير في حجم مناطق التخصيص للعدادات الذكية بالمنطقة التي تتركز في ست محافظات.

- **ثم جاءت دراسة الشبكات الذكية والنمذجة والملاءمة المكانية** لتحديد أنسب المواقع لشبكات الطاقة الذكية في مصر بالاعتماد علي بعض المعايير المكانية منها (شبكات الكهرباء ٢٠%، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية بنسبة ١٥% لكل منهم، ثن جاءت العدادات الذكية وخطوط الكنتور والطرق والعمران وخط الساحل بنسبة ٧% لكل منهم) لتاتي نتيجة النمذجة والملاءمة المكانية الي وجود مناطق ملاءمة مكانية أولي لإقامة الشبكات الذكية في المنطقة بنسبة ١,٢%، ليليها مناطق الملاءمة الثانية بنسبة ٦,٨%، ثم جاءت مناطق الملاءمة الثالثة بنسبة ٢٨%، ثم مناطقة الملاءمة الرابعة بنسبة ٢٦,٧%، ثم جاءت مناطق الملاءمة الخامسة بنسبة ١٢,٩%، لتأتي مناطق الملاءمة المكانية السادسة والسابعة بنسب ٥,٩%، ٥,٢% لكل منهم علي الترتيب، لتاتي مناطق الملاءمة المكانية الثامنة وهي المناطق غير الملاءمة بنسبة ٠,٣% من إجمالي منطقة الدراسة عام ٢٠٢٣م.

التوصيات:

١- يجب نشر ثقافة التحول الي الطاقة الذكية في مصر.
٢- كما يجب إنشاء مصانع لصناعة وتركيب الألواح الشمسية بمشاركة الدولة مع الشركات العالمية.
٣- استغلال الصحراء في إقامة محطات الطاقة الشمسية.
٤- ادرج برامج تدريب ودبلومات الطاقة الذكية في الكليات المناسبة مثال كلية هندسة وحسابات ومعلومات لتكوين كواد من الخريجين مؤهلين للوظائف في مجال الطاقة الذكية.
٥- وضع برتوكول بين الدولة والبنوك لتسهيل خطط التمويل للمستثمرين في مجال الطاقة الشمسية.
٦- يجب تشجيع المستثمرين في مجال الطاقة الذكية من خلال الوصول الي حد معين من مشاركة في الشبكة العامة من إنتاج الكهرباء يتم المكافئة من خلال زيادة تعريفة شراء كيلو وات من المستثمر.
٧- كما يجب نشر العدادات الذكية في كل الجمهورية لقياس مدي مشاركة المستثمر من الطاقة الذكية.

٨- يجب تشجيع الابتكار والتطوير في مجال الطاقة الذكية، من خلال عقد مؤتمرات وندوات علمية والبحث العلمي، مع الاستفادة من تجارب الدول الناجحة في مجال الطاقة المتجددة (المانيا في طاقة الرياح، إسبانيا في الطاقة الشمسية)، مع تبادل البعثات لمعرفة ما توصلت إليه هذه الدول وكيفية تطبيقها بالمنطقة.

٩- التوسع في استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، لإعداد قاعدة بيانات للمناطق المناسبة للطاقة الذكية، واستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد R S في تسجيل مراقبة وتحليل البيانات المناخية من طاقة شمسية ورياح لفترة زمنية ونشرها للمهتمين بدراسة واستغلال الطاقة المتجددة.

١٠- يجب العمل على تشجيع تقنيات الطاقة الشمسية في المجالات التي تحتاج درجة حرارة أقل من (١٠٠ درجة مئوية)، تدفئة المنازل، وتحفيف المحاصيل، وتسخين المياه لتقليل من الضغط على الشبكة العامة.

١١-إمكانية التنسيق بين وزارتي الكهرباء والطاقة المتجددة والسياحة، على أن تقوم القري السياحية تحت الإنشاء علي ساحل البحر الأحمر بتخصيص جزء من عوائدها الاستثمار في مزارع الرياح لتوليد الكهرباء.

١٢-حصر المناطق المناسبة لإقامة محطات طاقة شمسية، ومزارع رياح، ودها بالبنية الأساسية وتقديمها لمستثمر بحق انتفاع.

١٣-رفع سعر تعريفة شراء الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال محطات الطاقة الشمسية.

١٤-كما يجب مشاركة الجمعيات الأهلية في التوعية المجتمعية لضرورة استخدام الطاقة الذكية بأنواعها.

١٥-العمل على وضع خطة مستقبلية لتشجيع زيادة التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الذكية مع رفع كفاءتها وتطويرها بهدف خلق سوق محلي ينافس السوق العالمي.

١٦-خفض التكلفة الأولية لمحطات الطاقة الشمسية من خلال السياسات الضريبة المناسبة وإلغاء الرسوم الجمركية، وضرائب المبيعات عي الواردات منها، مع تخفيض الرسوم الجمركية على مستلزماتها في المستقبل..

١٧- تطوير البنية التحتية الرقمية لدعم تحول القطاع الطاقة الذكية في مصر، وذلك من خلال الاستثمار في شبكات الاتصالات وتوفير الإنترنت عالي السرعة.

١٨-وبذلك يمكن المساهمة في التحول الرقمي لتطوير قطاع الطاقة الذكية في مصر وتحقيق التنمية المستدامة والعمل علي تحسين جودة الحياة مع تقليل الأثر البيئي على المنطقة.

ملحق (١)

نموذج استبيان عن مستخدمي العدادات الذكية في بعض المدن المصرية

المدن المستهدفة " مدينة نصر، العبور، ٦ أكتوبر، الشيخ زايد، الإسكندرية، برج العرب، العاشر من رمضان، طنطا، المنيا، أسيوط".

الاسم: المدينة: المحافظة تاريخ تركيب العداد

أولاً: بيانات عن الأسرة والمنزل:

١- الحالة الاجتماعية : متزوج مطلق أعزب أرمل.

٢- عدد أفراد الأسرة: أقل من ٣ أفراد ٤أفراد ٥ أفراد فأكثر

٣- الحالة التعليمية لرب الأسرة: أمي يقرأ ويكتب مؤهل متوسط مؤهل عالي أخري

٤- مهنة رب الأسرة : مدرس فلاح مهندس دكتور اعمال حرة أخري

٥- حالة المنزل: ملك إيجار

٦- عدد الطوابق: شقة واحدة طابقيين ثلاثة طوابق ٤ طوابق فأكثر

٧- عدد الغرف: أقل من ٣ غرف ٣: ٥غرف ٥:٧ غرف أكثر من ٧ غرف

ثانياً: بيانات عن استهلاك الكهرباء:

١- متوسط استهلاك الكهرباء ك. و. س/ شهرياً: أقل من ١٠٠ ١٠٠: ٣٠٠ ٣٠٠ :٥٠٠ أكثر من ٥٠٠

٢- قيمة استهلاك الكهرباء جنيه/ شهرياً : أقل من ٥٠٠ ٥٠٠: ١٠٠٠ ١٠٠٠: ٣٠٠٠ ٣٠٠٠: ٥٠٠٠ أكثر من ٥٠٠٠

٣- هل يزيد معدل استهلاك الكهرباء خلال: الصيف الشتاء

٤- الاجهزة الكهربائية بالمنزل : أقل من ٥ ٥: ٨ ٨: ١٠ أكثر من ١٠ أجهزة

٥- عدد مرات انقطاع الكهرباء يومياً: مرة مرتان ثلاث مرات أكثر من ذلك

٦- مدة انقطاع الكهرباء يومياً: ساعة ساعتين ثلاثة ساعات أكثر من ذلك

٧- هل ما يتم دفعة مقابل استهلاك الكهرباء واقعي/ مرضي : نعم لا الي حد ما

٨- ما مدي رضاك عن خدمة الكهرباء: عال متوسط منخفض منخفض جداً

ثالثاً: بيانات عن العدادات الذكية:

١- هل استخدام العداد الذكي يوفر المال: نعم لا الي حد ما

٢- هل استخدام العداد الذكي آثر علي استخدام الكهرباء: زيادة نقص لا يوجد تأثير

٣- هل تكلفة شراء العداد مرتفعة: نعم لا الي حد ما

٤- ما هو افضل عداد من وجهة نظرك: العداد الذكي عداد رقمي عداد كارت

٥- أهم مميزات العدادات الذكية

٦- أهم عيوب العدادات الذكية

رابعاً: محطات الطاقة الشمسية:

١- هل ترغب في تركيب محطة الطاقة الشمسية بالمنزل: نعم لا الي حد ما

٢- معوقات تركيب المحطة بالمنزل: عدم الرغبة لا يوجد أمكانيات مالية عدم الاحتياج لمحطة عدم توافر مساحات لتركيب المحطة

٣- هل ترغب في تركيب محطة الشمسية في حالة دعم الدولة في صورة قروض من البنوك وتقسيط السداد: نعم لا

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٣

ملحق (٢)

استبيان عن الشركات التي تعمل في مجال الطاقة لشمسية بجمهورية مصر العربية

١- **اسم الشركة:**

٢- **المحافظة**

٣- تاريخ انشاء الشركة

٤- هل يتوافر لدي المواطن المصري معلومات عن الطاقة الشمسية نعم لا الي حد ما

٥- هل يوجد دعم حكومي لاستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية في مصر نعم لا الي حد ما

٦- هل القوانين الحالية من وجهة نظرك تساعد علي تنشيط الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية

٧- نعم لا الي حد ما

٨- ما هي أكثر المشاريع التي تم تنفيذها من خلال شركتكم الموقرة

٩- في مجال الزراعة في مجال السياحة في مجال الاستخدام المنزلي في مجال الصناعي في مجالات آخري

١٠-ما مصدر التقنيات التي يتم استخدامها في المشاريع استيراد محلي الاثنين معاً

١١-أهم الدول المصنعة لتقنيات الطاقة الشمسية التي يتم الاستعانة بها في تنفيذ مشاريعكم

١٢-المانيا الصين الهند أخري (إسبانيا، اليونان، أمريكا، ايطاليا، تايوان)

١٣-هل هناك آثار سلبية تعوق تنفيذ المشروعات نتيجة قلة عدد المصانع التي تنتج تكنولوجيا الطاقة الشمسية نعم لا الي حد ما

١٤-هل يوجد نقص في خبرات العاملين بتكنولوجيا الطاقة الشمسية نعم لا الي حد ما

١٥-هل يوجد اقبال علي استخدام الطاقة الشمسية خاصة في الاستخدام المنزلي نعم لا الي حد ما

١٦-هل يؤثر ارتفاع أسعار تكنولوجيا الطاقة الشمسية علي انتشارها نعم لا الي حد ما

١٧-هل تتوقع إقبال في المستقبل علي استخدام الطاقة الشمسية نعم لا الي حد ما

١٨-أسباب عدم وجود مصانع لإنتاج تكنولوجيا الطاقة الشمسية في مصر

قلة رأس المال قلة الخبرة قلة التكنولوجيا قلة الايدي العاملة المدربة أخري

١٩-ما هي الاسباب التي تعيق تنفيذ مشروعات الطاقة الشمسية في مصر

عدم وجود سياسة تسهل استخدامها عدم توافر التكنولوجيا اللازمة

عدم معرفة مميزاتها نقص المعلومات

معوقات اقتصادية وراس مال معوقات بيئية لا يوجد معوقا

ثانياً: بيانات عن المحطات التي تم تركيبها من قبل شركتكم

١- كم عدد المحطات التي تم تركيبها عن طريق شركتكم

٦) أقل من ١٠ محطة – من ١٠ الي ٥٠ محطة – من ٥٠ الي ١٠٠محطة – أكثر من ١٠٠محطة

٢- متوسط كمية الطاقة المنتجة من محطة الطاقة الشمسية التي تم تركيبها بالمحافظة التابعة لها يوميا

٧) أقل من ٥ كيلو وات – أقل من ٥ الي ١٠ كيلو وات – من ١٠ الي ١٥ كيلو وات – اكثر من ١٥ كيلو وات

٣- كم يبلغ متوسط تكلفة محطة الطاقة الشمسية

٨) اقل من ١٠٠ الف – من ١٠٠ الي ١٥٠ الف – من ١٥٠ الي ٢٠٠ الف – أكثر من ٢٠٠ الف

٤- كم تبلغ فترة تقسيط ثمن المحطة أن وجد

٩) أقل من عام – من عام الي عامين – من عامين الي اربعة اعوام – اكثر من اربعة اعوام

٥- كم يبلغ العمر الافتراضي لعمل المحطة

١٠)من ٣ الي ٥ – من ٥ الي ٧ – من ٧ الي ١٠ – أكثر من ١٠ اعوام

٦- هل يوجد فترات لصيانه دورية للمحطات التي تم تركيبها

١١)أقل من ٦ شهور – من ٦ الي ١٢ شهر – من ١٢ الي٢٤ شهر – اكثر من ٢٤ شهر

٧- هل المحطة وفرت الاستخدام المطلوب من الكهرباء نعم لا الي حد ما

٨- هل استخدام الطاقة الشمسية يوفر المال نعم لا الي حد ما

٩- هل موقع محطة الطاقة الشمسية متوفر به مصدر كهرباء نعم لا الي حد ما

ثالثاً: بيانات عن شركات الطاقة الشمسية

١- كم عدد الشركات التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية في المحافظة التابع لها أقل من ٥ شركات من ٥ الي ١٠ شركات من ١٠ الي ٢٠ شركة اكثر من ٢٠ شركة

٢- كم عدد المحطات التي تم تركيبها عن طريق شركتكم للاستخدام المنزلي

من ١٠ الي ٢٠ محطة من ٢٠ الي ٤٠ محطة من ٤٠ الي ٦٠محطة أكثر من ٦٠ محطة

٣- كم عدد العاملين بالشركة التابع لها من ٣ الي ٥ عامل من ٥ الي ١٠ عامل من ١٠ الي ١٥ عامل اكثر من ١٥ عامل

٤- نطاق عمل الشركة بمحافظات

٥- مؤهلات العاملين بالشركة أمي يقرا ويكتب مؤهل متوسط موهل عال أكثر (ماجستير – دكتوراه)

٦- متوسط رواتب العاملين بالشركة من ٢٠٠٠الي ٤٠٠٠جنية من ٤٠٠٠ الي ٨٠٠٠ من ٨٠٠٠ الي ١٦٠٠٠ أكثر من ١٦٠٠٠ أو اخذ نسبة من تركيب المحطات

٧- أهم المشكلات التي تواجه الشركة اثناء تركيب المحطات

٨- هل يوجد مقترحات لتنمية وتطوير محطات الطاقة الشمسية

المصادر والمراجع

أولًا- باللغة العربية:

١- إبراهيم الغيطاني، أماني عبد الغني، أفاق الطاقة المتجددة في مصر" فرص الخروج من شبح نضوب الطاقة"، المركز المصري للدراسات والمعلومات، ٢٠١٢م.

٢- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، مصر في ارقام ٢٠٢١، ٢٠٢١م،، القاهرة.

٣- المانيا تقدم تجربة رائدة في مجال استغلال الطاقة الشمسية، الجزيرة، ٢٠٠٧م، متاح على موقع http//www Aljazeera

٤- الوكالة الألمانية للطاقة، الطاقة المتجددة، تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح المانية، المانيا، بدون تاريخ.

٥- الوكالة الدولة للطاقة المتجددة، آفاق الطاقة المتجددة في مصر، أبوظبي، الامارات العربية المتحدة، ٢٠١٩م.

٦- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠٢٢م، متاح على موقع International Renewable Energy Agency,2022

٧- جمعة داود، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، ٢٠١٢م.

٨- خالد عبد المجيد محمد عمر، اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر، رسالة دكتوراه، جامعة عين شمس، ٢٠١٢م.

٩- خلود حسام حسين حسن، اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وإمكانية استثمارها في مصر، رسالة ماجستير، كلية التجارة، قسم الاقتصاد، جامعة عين شمس، ٢٠٠٤م.

١٠- دعاء حسين مختار عوض، تجارب دولية لطاقة المتجددة والتنمية المستدامة حالة (المانيا، فرنسا)، المجلة الدولية للدراسات التجارية والبيئة، المجلد ١٠، العدد الرابع، الجزء الاول، أكتوبر ٢٠٢٩م.

١١- سعيد أحمد عبده، تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر (١٨٩٣_ ١٩٩٣)، الجمعية الجغرافية العربية، المجلة الجغرافية المصرية، العدد التاسع والثلاثون، القاهرة، ٢٠٠٢م.

١٢- سعيد أحمد عبده، جغرافية الطاقة مفهومها ومجالها ومناهجها، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الرابع والثلاثون، السنة الحادية والثلاثون، القاهرة، ١٩٩٩م.

١٣- سيدة عبد المنعم عبد الرشيد وآخرون، تاريخ استخدام الطاقة الشمسية في العالم وفي مصر بصفة خاصة، دراسة تاريخية علي مجالات الطاقة المتجددة، معهد الدراسات والبحوث البيئية جامعة السادات، ٢٠١٩م، Journal of Environmental Studies and Researches , 2019. 9 (4)

١٤- عمر سالم، الكهرباء توقع عقود تمويل ١٣ مشروع الطاقة الشمسية مع IFC ، جريدة المال، ٢٠١٧م.

١٥- عيسى علي إبراهيم، الأساليب الكمية والجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٥م.

١٦- محمد إبراهيم شرف، التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٨م.

١٧- محمد مصطفي الخياط، الطاقة (مصادرها، أنواعها، استخداماتها)، القاهرة، ٢٠٠٦م.

١٨- محمد مصطفي الخياط، الطاقة البديلة (تحديات وآمال)، مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٤، المجلد ٤١، القاهرة، أبريل ٢٠٠٦م.

١٩- مركز تحديث الصناعة، الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، القاهرة، ديسمبر، ٢٠٠٦م.

٢٠- مصطفي منير محمود، آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة، بدون تاريخ.

معهد كوريا للشبكات الذكية، K S G I ، ٢٠١٠م http://wallpapershighresolution.blogspot.com/2012/07/jeju-island-wallpapers.html

٢١- نور الدين عبد الله الربيعي، الآفاق العلمية لاستثمار الطاقة الشمسية، دائرة الشؤن الثقافية والنشر، بغداد، ١٩٨٣م.

٢٢- هبة الله فتحي موسي شومان، المردود البئي لاستخدامات الطاقة الشمسية في مصر " دراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد "، رسالة ماجستير، قسم العلوم الانسانية والبيئية، جامعة عين شمس، ٢٠١٨م.

٢٣- وزارة الطاقة الامريكية، ٢٠١٢م.
٢٤- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، القاهرة(٢٠١١م، ٢٠١٥م، ٢٠٢٠م، ٢٠٢٣م)، متاح على موقع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددةhttp://www.moee.gov.eg
٢٥- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، دليل العدادات الذكية والشبكات الذكية، ٢٠١٩م.

- المراجع الغير عربية:

1) Atkin, B. (1993). Intelligent buildings : applications of IT and building automation to high technology construction projects .
2) Federal Ministry for The Environment Nature Conservation and Nuclear Safety, Development of Renewable Energy Sources in Germany 2011, Germany, July 2011.
3) Christoph hringer, Florian Landis, Miguel Tovar, "Economic Impacts of Renewable Energy Promotion in Germany", The Energy Journal, Vol. 3, No. 8, 2017.
4) Connolly, D., Lund, H, Mathiesen, B. V., Østergaard, P. A, Möller, B., Nielsen, S., ... Sorknæs, Smart Energy Systems: Holistic and Integrated Energy Systems for the era of 100% Renewable Energy, Aalborg Universitet. (2013).
5) Development of Renewable Energy Sources in Germany, 2011.
6) International Renewable Energy Agency , 2022.
7) Eoin O'Driscoll.(2021),Smart Buildings Systems.
8) Gyeong Yun, K. C. (2014). The influence of shading control strategies on the visual comfort and energy demand of office buildings. Energy Build.
9) Gyeong Yun, K. C. (2014). The influence of shading control strategies on the visual comfort and energy demand of office buildings. Energy Build.
10) Henrik Lund.(2009),Renewable Energy Systems" A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions".
11) Rathi.B et al, (2014). "Smart Energy Management using Wireless Technology". INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING Vol. 2, Issue 2, February
12) Kleibrink, M. (2013). smart working smart buildings and the future of work. Light life.
13) Michael Wiggin ton, J. H. (2002). Intelligent Skins. Architectural.
14) Muhammad Rashid.(2014), Alternative Energy in Power Electronics.
15) Pengwei Du Ning Lu.(2014),Energy Storage for Smart Grids" Planning and Operation for Renewable and Variable Energy Resources (VERs)".
16) Sandor, M. (2009). The Edge. The Hopkins Review.
17) Santamouris, M. (2006). Environmental Design of Urban Buildings: An integrated approach.
18) Sinopoli, J. (2006). Smart Buildings. Spicewood Publishing.
19) Thomas,R.(2006). Environmental Design .An introduction for Architects and Engineers. Taylor & Francis.
20) Toshihisa Funabashi.(2016),Integration of Distributed Energy Resources in Power Systems.
21) Yang, C. (2018). Smart Building Energy Systems. In R. Wang, Handbook of Energy Systems in Green Buildings.
22) Statistical Review of world Energy. BP ,2002
23) Jerry Jackson,(2014).Smart Power Grids , in Future Energy , second edition,`````. https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/smart-power-grids
24) Emily Greenfield, (2023) The Future Of Electrical Energy: Smart Grids & Decentralized Energy Systems , Nov 3,.

- المواقع الالكترونية:

1) https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Generation-Costs-2020-Summary-AR
2) http://www.aljazeera.net/ebusiness/pages/be9b7e38-d8c6-431b-a013-cae39bae86d9

3) https://www.shorouknews.com/news/view.aspx?cdate=12102022&id=9648941e-1140-44a1-9fa6-76d8dd238eb8, 12/10/2022
4) https://www.alarabiya.net/ar iqafilah/ 27/12/2017.
5) https://attaqa.net/2022/04/06
6) www.irena.org/publications/2021
7) https://kairo.diplo.de/eg-ar/aktuelles/-/2577184
8) https://m.youm7.com/story/2022/6/8.
9) www.scribd.com/document 11.10.2021.

Smart Energy Potential in Egypt Using Geomatics Applications

Abstract:

The study examined smart energy potential in Egypt by studying the components and distribution of smart energy in Egypt, while identifying optimal locations for establishing smart grids in the region.

The study was divided into six axes: First: The historical development of smart energy globally and then in the study area.

Second: Models of smart energy use worldwide, applied to certain buildings, as well as application to Germany as a pioneer in smart energy.

Third: Study of smart energy components in Egypt through examining renewable energy sources (solar power stations, wind power stations, hydropower stations, and studying the current status of electricity networks in the region).

Fourth: Solar energy companies in Egypt "case study" including the study of solar energy companies through (citizen awareness, government policies, key areas, production sources, manufacturing countries, regional spread, future demand, production obstacles, development proposals), then data about solar power stations (number of stations, electricity sources, energy produced, station cost, installment periods, energy efficiency, validity period, maintenance periods, money and solar energy savings, domestic use of solar energy), then data about solar energy companies (number of companies, number of employees, employee qualifications, employee salaries).

Fifth: Study of Egyptian cities' models in transitioning to smart energy through installing smart meters, studying quantitative analysis of smart meters through (analysis of spatial distribution patterns "nearest neighbor", analysis of geographic distributions of smart meters "actual mean center, standard distance, directional distribution analysis", then spatial proximity analysis through "spatial sanctuary, area allocation range"), then a case study of smart meters examining family and home data through (marital status, family size, educational status, occupation of head of household, house condition), then studying electricity consumption and smart meters through (monthly consumption average, consumption value, seasonal consumption, electrical appliances, frequency of power outages, outage duration, service satisfaction), then studying smart meters through (money saving, electricity usage, purchase cost, preferred meter).

Sixth: Study of smart grids and spatial modeling and suitability to determine the most appropriate locations for establishing smart energy networks in Egypt, smart grids by studying (smart grid components, basic uses of smart grids, benefits of smart grid use for customers). Then studying modeling and spatial suitability of smart grids in Egypt based on spatial suitability criteria including (solar energy, wind energy, hydropower, electricity networks, urbanization, road networks, coastline, contour lines, smart meters), followed by results and recommendations.

****Keywords: Smart Meters, Solar Energy Companies, Smart Energy, Spatial Modeling, Smart Grids**.