

# تحقيق رؤية مجموعة العشرين لشبكة مستقرة خلال تحولات قطاع الكهرباء

تركي العقيل، وشاهد حسن

رؤية على الأحداث

August 17, 2020

KS--2020-II24

## عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

## إشعار قانوني

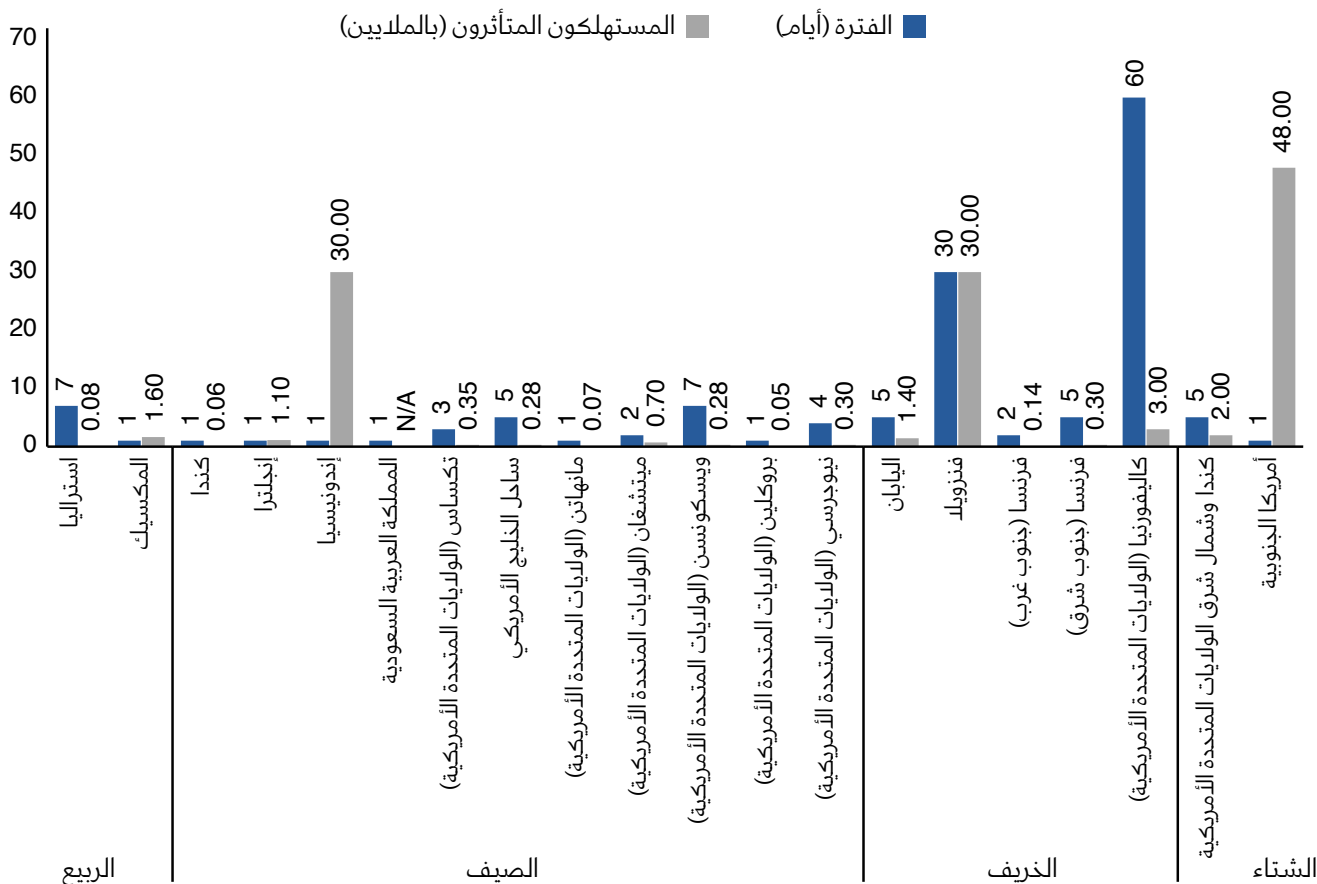
© حقوق النشر 2020 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية –سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند –أو أي جزء منه- أو أن يفسر كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

## المقدمة

تحدث في العديد من مناطق العالم خلال فصلي الصيف والخريف أحداث مناخية مزعجة مثل الأعاصير، وحرائق الغابات، والفيضانات، والزواجع، والعواصف الرعدية التي تخذ بأنظمة الطاقة، وخصوصًا الشبكات الكهربائية. وتؤثر هذه الأحداث على طلب الكهرباء وتعطل إمدادات القطاع؛ إذ يمكن أن يتأثر إنتاج الكهرباء بالأعطال التي تحول دون الحصول على الوقود. وتعتبر السكك الحديدية والعبارات -على وجه الخصوص- الأكثر عرضة للانقطاعات والتأخيرات المتزايدة أثناء الأحوال الجوية السيئة. ويمكن أن تتأثر موارد الطاقة المتجددة كذلك بتغير أنماط هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة. كما يمكن أن تسقط الرياح القوية خطوط نقل الكهرباء الهوائية، فتتسبب انقطاعات الكهرباء في حدوث انقطاعات أوسع نطاقًا<sup>1</sup> تشمل عدة مدن أو مناطق أو دول، مما يؤثر بشكل محتمل على آلاف أو ملايين الأشخاص. وفي بعض الحالات، قد تضطر شركات الكهرباء إلى فصل الطاقة الكهربائية لمنع مكونات النظام من التأثير سلبًا جراء حرائق الغابات أو أحداث طبيعية أخرى.

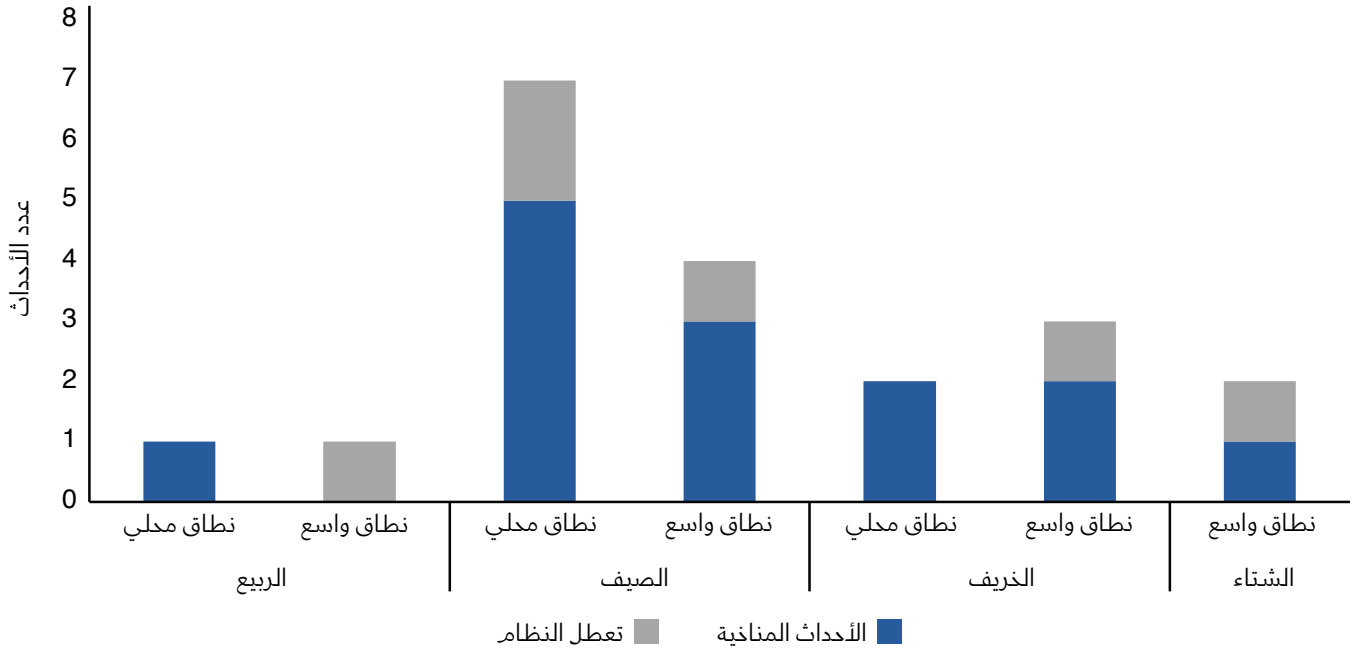
حدث في عام 2019 م عشرون انقطاعًا كهربائيًا كبيرًا -تقريبًا- في عدة أماكن حول العالم (الشكل 1). وقد تسببت الظروف المناخية في حدوث 70% من حالات الانقطاع، أدى 50% منها إلى حدوث انقطاعات واسعة النطاق ومتوالية. وتجدر الإشارة إلى أن 80% من حالات الانقطاع الكبرى في عام 2019 م حدثت خلال فصلي الصيف والخريف. ويوضح الشكل (2) الانقطاعات العشرين حول العالم التي حدثت في عام 2019 م مصنفة بحسب الفصل الذي حدثت فيه، والأسباب الرئيسية، والتأثير (تأثير الانقطاع على الشبكة المحلية، أو انتشاره للتأثير على شبكة أو شبكات الدول والمناطق المجاورة).

الشكل 1. الانقطاعات الكبرى للكهرباء في عام 2019 م (بحسب الدول)



المصدر: جمعت البيانات من مصادر متعددة ومتوفرة للعام.

## الشكل 2. توزيع الانقطاعات الكبرى للكهرباء بحسب الفصول، 2019م



المصدر: جمعت البيانات من مصادر متعددة ومتوفرة للعام.

تقترح هذه المقالة عدة رؤى لتفعيل مرونة شبكات الكهرباء<sup>2</sup>؛ بهدف تعزيز الموثوقية والقدرة على تحمل الأحداث المناخية القاسية. وهذه الرؤى تتماشى مع توصيات مجموعة العشرين لضمان استقرار وموثوقية إمدادات الكهرباء، وتطوير بنية تحتية مرنة للشبكة قادرة على مواكبة التحولات الكبيرة في قطاع الكهرباء وتحمل التغيرات المناخية.

## هدف مجموعة العشرين المتمثل في شبكة كهربائية قادرة على تحمل الانقطاعات

من بين العشرين انقطاعاً التي حدثت عام 2019م حول العالم، نجد أن تسعة عشر منها حدث في دول مجموعة العشرين. ومع انتقال دول مجموعة العشرين إلى مصادر الطاقة المستدامة منخفضة الكربون، أصبح القلق يساور المشرعين ومخططي شبكات الكهرباء حول قدرة الأسواق والأطر التنظيمية الحالية على توفير إمدادات كهربائية موثوقة ومستقرة للشبكات الناشئة. فشبكات الطاقة الكهربائية في دول مجموعة العشرين تواجه أنماط طلب متغيرة، وحصصاً متزايدة من الطاقة المتجددة المتقطعة في طبيعتها، مما يجعل مرونة العرض والطلب في نظام الكهرباء أمراً بالغ الأهمية. وتعتبر شبكات الكهرباء الموثوقة<sup>3</sup> والمستقرة القادرة على تحمل الانقطاعات<sup>4</sup> أمراً محورياً لنجاح تحولات الطاقة في دول مجموعة العشرين، ومن ثم فهي تحتاج إلى تدخلات تكنولوجية وتشريعية وتنظيمية للحصول على الطاقة واستقرار أسواقها.

أدرك وزراء الطاقة لدول مجموعة العشرين -في قمة دول مجموعة العشرين المنعقدة في اليابان عام 2019م- أهمية تحقيق أنظمة كهرباء مستقرة ومرنة ونظيفة وميسورة التكلفة لمستقبل منخفض الانبعاثات، من خلال تحسين أسواق الكهرباء ودعم الاستثمار. كما تم تأكيد أهمية تنوع مصادر الطاقة والموردين والمسارات، بما في ذلك تسهيل أسواق مفتوحة ومرنة وشفافة وتنافسية ومستقرة وموثوقة، وزيادة كفاءة الطاقة. كما وضحت أهمية

التقنيات التي يمكن أن تساعد في دمج الطاقة المتجددة المتغيرة في نظام الكهرباء، بما في ذلك تخزين الطاقة، والشبكات الذكية<sup>5</sup>، والمركبات الكهربائية، ومحطات توليد الكهرباء المرنة، وإدارة جانب الطلب. يتطلب دمج حصة كبيرة من مصادر الطاقة المتجددة تعزيز استدامة شبكات الكهرباء، والتأكد من قدرتها على توفير إمدادات مستمرة وغير منقطعة للطاقة لتلبية الطلب (G20 2019a, 2019b). ويجب أن تتوافق سياسات الطاقة المتجددة مع السياسات الأخرى، مثل تلك المتعلقة بتخزين الطاقة والشبكات الذكية التي تعتبر ضرورية لزيادة تعزيز مرونة هيكل الشبكة<sup>6</sup>.

## الحاجة إلى نموذج جديد

يستخدم مخططو شبكات الكهرباء مقاييس الموثوقية والاستقرار لتحمل الانقطاعات، لتقييم استعداد الشبكات لمواجهة حالات انقطاع الكهرباء. ويشير مصطلح "الموثوقية" إلى ضمان استمرارية وعدم انقطاع إمدادات الكهرباء عن المستهلكين بأقل تكلفة (IEEE 1976)، بينما يشير مصطلح "القدرة على تحمل الانقطاعات" إلى قدرة الشبكة على الصمود أمام الحوادث الطبيعية أو التقنية والتعافي منها. وتعد مقاييس الموثوقية الحالية مؤشرات مهمة لموثوقية أداء الشبكة. ومع ذلك يستبعد نطاقها بشكل عام الانقطاعات الكبيرة المرتبطة بالمناخ، لذا تعتبر غير كافية لقياس مدى الحاجة إلى الاحتفاظ بقوة الاستمرارية ضد القصور الذاتي للنظام<sup>7</sup> عند مستوى مقبول (Glover, Sarma, and Overbye 2011). وبينما تركز قدرة تحمل الانقطاعات على الحفاظ على كفاية الموارد وتعزيز الإمداد لأطراف الشبكة وتعزيز المرونة المحلية، تكون الانقطاعات الكبيرة ناتجة عن تخصيص الموارد المستوى الأمثل، وعدم وجود قوة استمرارية كافية ضد القصور الذاتي في النظام، وليس بسبب عدم توفر الموارد (Taft 2018; Balash et al. 2018).

إن عدم وجود قوة استمرارية كافية ضد القصور الذاتي للنظام يعد أيضًا سببًا لبعض حالات انقطاع الكهرباء التي حدثت خلال عام 2019م، والتي قد تعزى إلى التحول نحو التوليد اللامركزي. وقد يؤدي انتشار التوليد اللامركزي إلى الإضرار بقوة الاستمرارية ضد القصور الذاتي الكبير للنظام الذي توفره عادة محطات الكهرباء المركزية (Pierpont et al. 2017). ونظرًا لتبني شبكات الكهرباء للاتجاهات الناشئة التي تجسد هيكل الشبكة الجديد، بما في ذلك نشر موارد الطاقة المتوزعة ومصادر الطاقة المتجددة وكهربة العديد من القطاعات، تعتبر مرونة الشبكة الكافية مطلبًا أساسيًا.

تأتي الحاجة المتزايدة إلى المرونة بشكل أساسي من الحصة المتزايدة لمصادر الطاقة المتجددة، إلى جانب حجم الطلب المتغير (زيادة استخدام أجهزة التكييف، والمركبات الكهربائية، وكهرباء القطاعات الصناعية، وزيادة السعة لأطراف الشبكة). ولتسهيل استخدام مصادر الطاقة المتجددة على نطاق واسع، يجب على جميع قطاعات الشبكة -أي التوليد والنقل والتوزيع- تعزيز مرونة التوليد التقليدي والربط الكهربائي داخل وخارج الشبكة، وتقنيات تخزين الطاقة، وإدارة جانب الطلب.

ومع تحول قطاعات الكهرباء من التوليد المركزي إلى التوليد المتوزع والمتقطع والمنخفض الكربون، لا بد لمجموعة العشرين أن تعزز التعاون بشأن مرونة شبكات الكهرباء. ويحتاج التحول السريع في قطاع الكهرباء إلى نهج نظام شامل، يوازن بين أهداف السياسات وعمليات النظام وتكاليف الاستثمار. وفيما يلي رؤى لتقديم بعض الاعتبارات الرئيسية لسياسة المرونة وموثوقية شبكة الكهرباء:

1. تحتاج الشبكات إلى دمج العديد من الحلول المختلفة للتعامل مع متطلبات المرونة على المدى القصير (أي المرونة التشغيلية لمواجهة التقلبات التي تحدث في اليوم وفي الساعة أو أقل من ذلك) وعلى المدى الطويل (أي التخطيط للموارد المرغوب بها ومزيج التكنولوجيا). كما أنه لا بد من مراعاة الخيارات المركزية واللامركزية المتعلقة بشروط المرونة.
2. سوف يكون التقييم المناسب لموارد/ خدمات المرونة وتقديم الحوافز الاقتصادية المناسبة لمرونة جانبي العرض والطلب من خلال أطر تنظيمية عادلة وشفافة أمرًا بالغ الأهمية لنجاح عمليات التحول. وسيكون ضمان الحيادية التكنولوجية في تنظيم قطاع الكهرباء لكل من جانب العرض (أنواع مختلفة من الوقود) وجانب الطلب (تطبيقات إدارة جانب الطلب) أساسيًا لتعزيز مرونة الشبكة. وسيساعد ذلك على تحقيق التوازن الصحيح بين التقنيات التقليدية والجديدة دون التحيز أو الميل إلى تقنية معينة، وهذا الأمر بالغ الأهمية للمحافظة على استقرار النظام.
3. يدرك وزراء الطاقة لدول مجموعة العشرين أهمية الاستثمار في البنية التحتية الجيدة، والذي يعزز النمو المستدام ومرونة أنظمة الطاقة. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ تصميم مناسب للسوق، يسمح للتقنيات بإرسال إشارات أسعار صحيحة إلى أسواق الجملة ليرفع كفاءة السوق والابتكار ويشجع أطر الاستثمار المستدامة. ويمكن أن يؤدي تحسين تصميم السوق باستخدام الآليات المناسبة إلى زيادة مرونة الشبكة من خلال الاستفادة من القدرة الحالية للتوليد بصورة مختلفة. كما يمكن للوائح التنظيمية المبتكرة أن تتيح تجميع موارد الطاقة المتوزعة، وتسمح بالاستفادة من خدمات المرونة المتوفرة من خلالها.
4. إن موقع الموارد التي تقدم المرونة للشبكة مهم جدًا، فيمكن لمنطقة توازن كبيرة مع مزيج متنوع من موارد الطاقة أن تقلل من متطلبات مرونة الشبكة، وتحديدًا على مستوى شبكة النقل المحلية. ويمكن أن يساعد تعزيز الربط الكهربائي من خلال شبكات النقل والتوزيع المتكاملة وتفعيل التطبيقات الرقمية في تضافر موارد المرونة المحلية. كما أن تكامل السوق الإقليمية يمكن أن يحقق كفاءة اقتصادية أعلى، وأمنًا أفضل للإمدادات، وتكاملًا فعالًا للطاقة المتجددة؛ إذ يسمح بمشاركة احتياطات السعة في مناطق أكبر ويوفر المرونة عند الحاجة إليها. يساعد الربط الكهربائي أيضًا في تقليل إجمالي متطلبات الاحتياطي وخفض تكاليف النظام، من خلال موازنة الاختلافات الإقليمية في أنماط العرض والطلب. يحتاج تحقيق تكامل السوق الإقليمية الفعال إلى تحديد كفاية الموارد، وإنشاء مؤسسات إقليمية تتعامل مع السوق وعمليات النظام المتعلقة بالتجارة عبر الحدود، والتوفيق بين الأسواق والأنظمة المحلية.

## الهوامش

<sup>1</sup> انقطاع التيار الكهربائي هو انقطاع قصير أو طويل المدى لخدمات الكهرباء في منطقة أو إقليم معين. وتشير كلمة "انقطاع" إلى الانقطاعات الكبيرة والمتتالية للتيار الكهربائي.

<sup>2</sup> تعرف مرونة الشبكة بأنها قدرة نظام الكهرباء على الاستجابة للتغيرات في تردد النظام الناتجة عن الاختلالات السريعة بين العرض والطلب بسبب انقطاعات الطاقة الكهربائية.

<sup>3</sup> تعرف الموثوقية بأنها احتمالية عمل الجهاز دون تعطل خلال فترة زمنية محددة أو عدد من مرات الاستخدام.

<sup>4</sup> القدرة على تحمل الانقطاعات تتمثل في تقليل حجم أو مدة انقطاعات الشبكة المؤثرة.

<sup>5</sup> الشبكة الذكية عبارة عن شبكة تستخدم التقنيات الرقمية لتحسين موثوقيتها وأمانها وكفاءتها (الاقتصادية والتقنية) من التوليد، مروراً بالنقل والتوزيع وانتهاءً بالمستهلكين (DOE 2009).

<sup>6</sup> هيكل الشبكة هو تطبيق هيكل النظام، ونظرية الشبكة، ونظرية التحكم على شبكة الطاقة الكهربائية. يساعدنا هيكل الشبكة على فهم العديد من التفاعلات المعقدة الموجودة في الشبكة الكهربائية.

<sup>7</sup> إذا تجاوز العرض الطلب سيزداد تردد النظام، أما إذا تجاوز الطلب العرض فسينخفض تردده. في حين أن تقلبات التردد يمكن أن تعرض استقرار الشبكة للخطر، فإن قوة استمرارية النظام ضد القصور الذاتي يمكن أن يعزز استقرارية النظام من خلال مقاومة تقلبات التردد. وقوة الاستمرارية ضد القصور الذاتي هو مصطلح يستخدم لوصف كمية الطاقة الحركية المخزنة في الكتل الدوارة لجميع المولدات المتزامنة المتصلة بالشبكة، والتي يتم قياسها بوحددة ميجا فولت أمبير.

## المراجع

Balash, Peter, Ken Kern, John Brewer, Justin Adder, Christopher Nichols, Gavin Pickenpaugh, and Erik Shuster. 2018. *Reliability, Resilience and The Oncoming Wave of Retiring Baseload Units Volume I: The Critical Role of Thermal Units During Extreme Weather Events*. National Energy Technology Laboratory (NETL).

Pierpont, Brendan, David Nelson, Andrew Goggins, and David Posner. 2017. "Flexibility: The path to low-carbon, low-cost electricity grids." Climate Policy Initiative.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 1976. "List of transmission and distribution components for use in outage reporting and reliability calculations." *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems* 95 (4):1210-1215. doi: 10.1109/T-PAS.1976.32215.

G20. 2019a. "G20 Osaka Leaders" Declaration.

— — —. 2019b. "Communiqué G20 Ministerial Meeting on Energy Transitions and Global Environment for Sustainable Growth."

Glover, J.D., M.S. Sarma, and T. Overbye. 2011. *Power System Analysis and Design*. Cengage Learning.

Taft, J.D. 2018. "Electric Grid Resilience and Reliability for Grid Architecture." Pacific Northwest National Laboratory.

U.S. Department of Energy (DOE). 2009. "Smart Grid System Report."



[www.kapsarc.org](http://www.kapsarc.org)