

توربينات محطة قري ٣ هل ستأزم مشكلة الكهرباء في السودان ام ستكون جزءاً

من الحل؟

مهندس الفاتح عبد الفتاح عبد الكريم؛ مهندس خالد محمد سعيد؛ بروفييسور نمر عثمان البشير*

ملخص المقال

تناولت وسائل الانباء خبر زيارة السيد رئيس الوزراء عبدالله حمدوك ومعه جمع من الوزراء لمحطة قري يوم 31 اغسطس 2021 لإعلان إعادة الحياة في العمل في توربينات شركة سيمنز بمحطة قري 3 لتوليد الكهرباء والتي كما ذكر السيد الرئيس، يمكن ان تصل الي 450 ميغاواط وقد تبقي فيها فقط بما يتراوح بين 15-20% من العمل حسب تصريح وزير الطاقة والنفط. حيث اعتبر السيد معالي رئيس الوزراء والسيد الوزير أن تشغيل هذه المحطة الحالي بالوضع الراهن يمكن ان يساهم في حل المشكلة الحالية لقطاع الكهرباء.

هذا المقال سيقدم رؤية توضح للمواطن السوداني بما لا يدع مجالاً للشك ان قرار تشغيل المحطة بوضعها الحالي بالاعتماد علي وقود الديزل الخفيف، سيكون وضعاً كارثياً للبلد من حيث العبء الكبير الذي سيشكله في مجال الوقود وضعف الكفاءة والارتفاع الكبير جداً في تكلفة الصيانة والتحديات الفنية في نقل الكهرباء مما يؤدي لارتفاع كبير في تعرفه الكهرباء المولدة من هذه الماكينات ويجعله مشروعاً خاسراً بجدارة لان الكهرباء المنتجة ستباع بأرخص الاسعار، وهذا بالإضافة للتأثير السلبي والكبير علي البيئة باستخدام هذا النوع من الوقود. وسنختم هذا المقال باقتراح حلول جذرية لوضع المحطات الحرارية مع تقييم فني وعلمي واقتصادي متكامل لهذا البديل ونتمنى ان تجد الاهتمام من اصحاب القرار.

المقدمة

يعتبر مشروع قري 3 مشروعاً تم بناءه باسـس غير سليمة ولم يستفيد مصمميـه من التجارب السابقة في المحطات الحرارية ولذا ولد فاشلاً وبُني علي شراكة بين حكومة النظام البائد وشركة اوكتاي (شركة التركي المعروف) وتم بقرارات لا يسندها دعم فني او علمي يحدد مدى الفائدة منها. لقد توقف العمل في هذه التوربينات لمدة أكثر من سنتين منذ بداية المشروع في 2017 لأنه أصبح من المعلوم الصعوبات اللوجستية التي يواجهها القطاع في توفير الوقود مع الضائقة التي يعيشها الشعب السوداني في الوقود وخصوصاً الديزل واثرت تأثيراً سلبياً وكبيراً علي حوجة قطاعات اقتصادية و انتاجية مهمة في الزراعة والصناعة والتعدين وغيرها لهذا الوقود. فمن المستغرب جداً إعادة الحياة لهذا المشروع وفي اعلان حكومي رسمي دون النظر الي حل هذه العقبات و جدوى التشغيل بناءً علي عمل استشاري متكامل وليس قرار سياسي. المخيف من هذا القرار ليست التبعات الاقتصادية والفنية فقط، بل يضع تساؤلات مهمة حول ان هل الحكومة الانتقالية لا زالت تسير في نفس طريق الحكومة السابقة في عدم استخدام الطرق العلمية المعروفة في اتخاذ القرارات المهمة التي يمكن ان تعرض البلاد لخسائر بمئات ملايين الدولارات ذلك بناءً

علي مواقف سياسية او معالجة ازمة بخلق ازمة اكبر منها. نتمنى ان يشرح مقالنا هذا الوضع الحالي في المحطات الحرارية بشكل واضح للمواطن السوداني العادي وبلغه الارقام والطريق الي الخروج من هذه المعضلة في المدى المتوسط والطويل.

نظرة تحليلية

اولاً: تقرر بناء هذا المشروع دون الاستفادة من التجارب السابقة في قري 1, 2 والخبرات المتراكمة في هذا القطاع من الداخل والخارج وفي غياب دراسة قصيرة او متوسطة او طويلة المدى مرتبطة بتقييمات لوجستية وفنية واقتصادية بجدوى المحطات و ما يمكن ان تضيفه لوجه الكهرباء في السودان. والاهم من كل ذلك كيفية ربط هذا المشروع والمشروعات المماثلة مثل محطة بورتسودان ومحطة الباير ، ناظرين في الاساس الي الاهداف من انتاج واستعمال الطاقة في السودان و هذا بالطبع يشمل النظرة المتكاملة لاستعمالات الطاقة و عدالة توزيعها وايضا اضافتها للقطاعات الانتاجية ذات العائد الاقتصادي الكبير الذي سيشكل اضافة لمشاريع التوسعة من الكهرباء التقليدية المبنية علي المحطات الحرارية او الطاقات البديلة وخصوصاً الشمسية. في غياب مثل هذه الدراسات من السهل ان نقع في قرارات خاطئة وحلول جزئية لمشاكل الكهرباء التي نعيشها هذه الايام. وتذكر جليا تجربة المحطة الاسعافية في بحري الحرارية مع شركة اوكتاي التركية وعملية الفساد الكبير الذي تم في تقدير تكاليفها وجعلها اجباريا جزء من منظمة توليد الكهرباء وصرف عشرات الملايين من الدولارات سنويا علي هذه المحطات التي تنتج اغلي كهرباء وبشكل مؤقت بينما منظومة الكهرباء في السودان تحتاج بشدة للتطوير وبناء المشاريع ذات الطبيعة المستدامة ان كانت مبنية علي الطاقات المتجددة او الحرارية مما يضع اسئلة كثيرة ومشروعة عن كيفية اصدار القرارات في هذا القطاع المهم طوال السنوات السابقة والي اليوم .

ثانياً: تغطية الكهرباء في السودان حالياً بالكاد تصل الي حوالي 40% من الشعب السوداني بينما ينعم حوالي 20% من سكان المدن بما يقارب 70% الكهرباء المتوفرة. وهذا الاستهلاك الكبير من الكهرباء لهذه الاقلية ليس له في المقابل عائد مادي يدعم الاقتصاد لان جلّه يصل الي القطاع السكني ومدعوم بصورة كبيرة بالكاد تغطي 10% من تكلفة انتاجه في أفضل الاحوال. فبنظرة بسيطة لعدالة التوزيع وتعرفة الكهرباء المدعومة لل 90% من هذه التكلفة، نجد ان دافعي الضرائب هم من يدفعون هذا الدعم وهم قلة وهم أقل استهلاكاً للكهرباء ومن أمثلتهم موظفي الدولة والعمال والمزارعين وغيرهم من هذه الفئات. ورغم ان السودان من اقل الدول في العالم تحصيلاً للضرائب، الا ان معظم من يملكون الاموال الطائلة يعملون في مجالات خارج مظلة الضرائب مما يتسبب في خسائر بمليارات الدولارات للشعب السوداني سنوياً.

ثالثاً: من المعروف عالمياً ان الشركات التي تصنع هذه التوربينات حالياً في وضع حرج مثل سيمنز و جنرال اليكتريك GE. اما منافسهم الثالث وهي شركة Alstom فقد افلست وبيعت مصانعها للشركات الاخرى، GE. أسباب تدهور هذه الشركات كثيرة ولكن ما يهمنا هنا هو تحول تصنيع الكهرباء من التصنيع الحراري الي الطاقات المتجددة. وبالتالي، فان سوق التوربينات الحرارية قد اصبح في تراجع كبير. وحتى بقاء امثال سيمنز و GE و متسوبيشي سيكون في استحداث توربينات جديدة ذات كفاءة عالية

ليست امثال المستعملة حاليا في قري و بورتسودان وتستخدم في الاساس الغاز الطبيعي والذي سيتم تناوله كمحور أساسي في هذا المقال.

التوربينات الحالية موضع الحديث من المقترح ان تعمل على نظام "الدورة المزدوجة" **combined cycle** لرفع كفاءة الانتاج. فمثل هذه التوربينات تصل كفاءتها لحوالي 25% فقط و يرتفع الي ما يقارب ال 40% اذا اضيفت لها غلايات و توربينات بخارية. ولكن للأسف الشديد ان محطة قري 3 تعمل على نظام "دورة مفتوحة" **open cycle** اي بكفاءة ستقل حتى عن 25% وفي الغالب بالكاد سوف تصل الي 20%. هذا سيودي لاستهلاك آلاف الاطنان من الوقود (الجاز او الديزل الخفيف) والتي يجب ان تدعم قطاعات الانتاج الأساسية للبلاد مثل الزراعة والصناعة والتعدين والبنية التحتية. سوف يتم حرق هذا الوقود لتوليد أعلى كهرباء بأضعف كفاءة لتباع كأرخص كهرباء في العالم بقيمة تقل بكثير جدا عن 10% من تكلفتها الحقيقية "في ظل تسعيرة الكهرباء الحالية". ان تمت المواصله في هذا المشروع وبالوضع الحالي ستكون تكلفة صيانة التوربينات عالية جدا لأنها تحتاج لقطع غيار غالية الثمن بشكل دوري بالإضافة الي خبرة اجنبية للصيانة في الكثير من الحالات. وهذا بالتأكيد يعني عملة صعبة علي حساب الصحة والتعليم والخدمات الاساسية.

رابعاً: تسعيرة الكهرباء لبلد مثل السودان هي عامل في غاية الاهمية وحساس جدا نسبة لموقف الاقتصاد والدعم الكبير لسعر الكهرباء. وسنقدم في هذا المقال سرد مبسط بالأرقام عن كميات الوقود المستهلكة ومتطلبات الصيانة وتكلفة انتاج الكهرباء من محطة قري 3 وخطورة هذا الوضع على اقتصادنا وفرص التوسعة المستقبلية في محطات اكبر فعالية او دعم التحول الي مشروعات الطاقة الشمسية المقترحة مثلا لكي تعمل كمحطات اسعافية قريبة لاماكن الاستهلاك او لتقديم دعم مباشر لتركييب نظم كهرباء طاقة شمسية في المنازل، الاحياء السكنية، ومناطق الانتاج الصغيرة.

خامساً: انعدام الرؤية طويلة المدى لمعالجة مشاكل الكهرباء من جذورها. فللوصل لحلول جذرية لا بد من النظر في تخفيض سعر الكهرباء المنتجة بالنظر الي نوع الوقود المستخدم، وكفاءة الماكينات و مع الاستثمار في تخفيض فاقد الكهرباء في النقل و التوزيع (وهو ما قد يصل ال 25%) و هذا يشير الي التوجه ناحية انتاج الكهرباء عن طريق الطاقات المتجددة و قرب مكان الاستهلاك. فتشغيل محطة قري 3 بوضعها الحالي، يعمل عكس الاتجاه الصحيح لحل مشاكل الكهرباء لان كل دولار يصرف في كهرباء قري حاليا هو خصم علي الاستثمار في المجال الصحيح لحل مشاكل الكهرباء.

سادساً: عدم الشفافية حاليا في مخاطبة المستهلك بالسعر الحقيقي للكهرباء. فمثلا نسمع ان مشاكل الكهرباء هي عدم توفر الوقود والاسبيرات للمحطات الموجودة أصلا. لا بد من التوضيح للمستهلك كيف ستحل هذه المشكلات بتشغيل قري 3 وهي في الحقيقة سوف تزيد المشكلة تعقيدا. ايضا المطلوب توضيح حجم الفاقد من انتاج الكهرباء في المحطات الحرارية من حيث توفير اسبيرات ووقود ورفع كفاءة تشغيل هذه المحطات اذ ان هذا التوضيح يمثل جزء مهم من الحل.

سابعاً: انعدام النظرة الشاملة لحل مشكلة الوقود والطاقات البديلة للتوليد الكهربائي في السودان. فالقفز في الظلام و متابعة سياسات العهد البائد في وجود حلول آنية بدون رؤية شاملة يعمق من مشكلة الكهرباء، فالتحول للغاز الطبيعي مثلا كبديل للوقود المستخدم حاليا في التوليد الحراري علي المدى البعيد ذا أهمية قصوي خصوصا اذا كان العاملون في مجال الطاقة ينظرون لمضاعفة انتاج الكهرباء ووضعها في مجال ربحي في حال تعديل الاسعار ليتم استعمالها كداعم حقيقي لتنمية البلاد وبناء المنظومة الاقتصادية و

الاجتماعية. أي ان هذا التحول سوف يساهم بالتأكيد في توسعة رقعة المستفيدين من الكهرباء وخصوصا في القطاعات الانتاجية في الاقاليم والريف بأسعار معقولة لخلق مشروع النهضة الزراعية والصناعية والتنمية التي ترحوها الحكومة الانتقالية والحكومات الديمقراطية مستقبلا.

المحطات الحرارية في السودان

هذا الجزء من المقال سيقدم سرد تفصيلي لطبيعة المحطات الحرارية في السودان والتي تعتبر جزء اساسي من منظومة توليد الكهرباء في السودان وتحديات التشغيل التي تجابهها. بلغت فاتورة الوقود التي تحتاج لها هذه المحطات ما يقارب المليار دولار سنويا.

1) محطتي قري 1 و 2

تعمل محطتي قري 1 و 2 بنظام الدورة المزدوجة وتتكون من 8 ماكينات توربينات غازية بسعة 35 ميكاواط لكل وحدة و 4 توربينات بخارية بسعة 30 ميكاواط لكل وحدة، اي بمجموع 400 ميكاواط للمحطتين.

تستخدم المحطتين منذ إنشائها في العام 2003 نوعين من الوقود هما الغاز المسيل (LPG) والديزل الخفيف (LDO)، 4 توربينات غازية فقط منها من مجموع 8 توربينات كانت تعمل بالغاز المسيل حتي العام 2006 الذي تم فيه اخر امداد للغاز المسيل من مصفاة الخرطوم نسبة لزيادة الطلب المحلي ومن ذلك العام تعمل المحطتين بالديزل الخفيف. تستهلك الوحدة 9 طن في الساعة من الوقود، اي مجموع 1,728 طن وقود في اليوم للمحطتين كما هو موضح في الجدول 1.

الجدول 1: وحدات محطتي قري 1 و 2 ومعدل استهلاك الوقود

الوحدة	معدل استهلاك الوقود طن في الساعة	طن في اليوم
الوحدة الغازية 1	9	216
الوحدة الغازية 2	9	216
الوحدة الغازية 3	9	216
الوحدة الغازية 4	9	216
الوحدة الغازية 5	9	216
الوحدة الغازية 6	9	216
الوحدة الغازية 7	9	216
الوحدة الغازية 8	9	216
مجموع استهلاك المحطتين في اليوم		1,728
مجموع استهلاك المحطتين في الشهر		51,840
مجموع استهلاك المحطتين في السنة		630,720

نسبة لتكلفة الوقود العالية للديزل الخفيف تم تعديل عدد اربع ماكينات في قري 1 في العام 2012 لتعمل لوقود ال (HCGO) باعتباره منتج بمصفاة الخرطوم واكل تكلفة. مع العلم بأنه يوجد ندرة في إمداده لمحطة قري نسبة للتركيز في إمداده لمحطة الشهيد محمود شريف (بحري الحراري).

(2) محطة غاز بحري الإسعافية

وتتكون من 6 ماكينات توربينات غازية بسعة 25 ميغاواط لكل وحدة، اي بمجموع 400 ميغاواط. تستخدم المحطة الديزل الخفيف (LDO) بمعدل استهلاك 5 طن في الساعة لكل وحدة، اي مجموع 720 طن ووقود في اليوم كما هو موضح في الجدول 2.

الجدول 2: وحدات محطة بحري ومعدل استهلاك الوقود

الوحدة	معدل استهلاك الوقود طن في الساعة	طن في اليوم
الوحدة الغازية 1	5	120
الوحدة الغازية 2	5	120
الوحدة الغازية 3	5	120
الوحدة الغازية 4	5	120
الوحدة الغازية 5	5	120
الوحدة الغازية 6	5	120
مجموع استهلاك المحطة في اليوم		720
مجموع استهلاك المحطة في الشهر		21,600
مجموع استهلاك المحطة في السنة		262,800

(3) مشروع محطة قري 3

تم إنجاز 90% من هذا المشروع ويتكون من 3 ماكينات توربينات غازية سيمينز (Siemens) بسعة 185 ميغاواط لكل وحدة، اي بمجموع 555 ميغاواط في الحالة المثالية في 15 درجة مئوية.

تم تصميم المحطة لتعمل بنوعين من الوقود الديزل الخفيف (LDO) و الغاز الطبيعي (NG)، ومع بداية الاعمال تم التعديل بإضافة وقود ثالث وهو الوقود الثقيل الفيرنس (HFO) بمعدل استهلاك 43 طن في الساعة للوحدة، اي مجموع 3,096 طن ووقود في اليوم للمحطة كما هو موضح في الجدول 3.

الجدول 3: وحدات محطة قري 3 ومعدل استهلاك الوقود

الوحدة	معدل استهلاك الوقود طن في الساعة	طن في اليوم
الوحدة الغازية 1	43	1,032
الوحدة الغازية 2	43	1,032
الوحدة الغازية 3	43	1,032
مجموع استهلاك المحطة في اليوم		3,096
مجموع استهلاك المحطة في الشهر		92,880
مجموع استهلاك المحطة في السنة		1,130,040

تم إكمال تصميم مقترح مشروع لترفيح محطة كهرباء قري 3 للدورة المزدوجة ويتكون من وحدة توربينة بخارية تنتج 250 ميكاواط. وهناك عرض قدم من شركة سيمينز لتنفيذ مشروع بقيمة 370 مليون يورو شامل ترفيح محطة البحر لتغذية مجمع محطات قري الأربعة. وهذا المشروع بحاجة الى تمويل.

4 مشروع محطة بورتسودان

وتتكون من 2 ماكينات توربينات غازية (Siemens) بسعة 185 ميكاواط لكل وحدة، اي بمجموع 555 ميكاواط في الحالة المثالية في 15 درجة مئوية.

تم تصميم المحطة لتعمل ب 3 أنواع من الوقود الديزل الخفيف (LDO)، الغاز الطبيعي (NG) والوقود الثقيل الفيرنس (HFO) بمعدل استهلاك 43 طن في الساعة للوحدة، اي بمجموع 2,064 طن وقود في اليوم للمحطة كما هو موضح في الجدول 4.

الجدول 4: وحدات محطتي بورتسودان ومعدل استهلاك الوقود

الوحدة	معدل استهلاك الوقود طن في الساعة	طن في اليوم
الوحدة الغازية 1	43	1,032
الوحدة الغازية 2	43	1,032
مجموع استهلاك المحطة في اليوم		2,064
مجموع استهلاك المحطة في الشهر		61,920
مجموع استهلاك المحطة في السنة		753,360

هنالك إمكانية لترفيح محطة كهرباء بورتسودان للدورة المزدوجة بإضافة وحدة توربينة بخارية تنتج 170 ميكاواط. وهذا المشروع أيضا بحاجة الي تمويل.

(5) مشروع محطة الباير

ويتكون من 2 ماكينات توربينات غازية بسعة 185 ميكاواط لكل وحدة، اي بمجموع 370 ميكاواط في الحالة المثالية في 15 درجة مئوية وهو مشروع بحاجة الي تمويل

مقترح تصميم المحطة لتعمل ب 3 أنواع من الوقود الديزل الخفيف (LDO)، الغاز الطبيعي (NG) والوقود الثقيل الفيرنس (HFO) بمعدل استهلاك 43 طن في الساعة للوحدة، اي مجموع 2,064 طن ووقود في اليوم للمحطة كما هو موضح في الجدول 5.

الجدول 5: وحدات محطة الباير ومعدل استهلاك الوقود

الوحدة	معدل استهلاك الوقود طن في الساعة	طن في اليوم
الوحدة الغازية 1	43	1,032
الوحدة الغازية 2	43	1,032
مجموع استهلاك المحطة في اليوم		2,064
مجموع استهلاك المحطة في الشهر		61,920
مجموع استهلاك المحطة في السنة		753,360

هنالك إمكانية لترفيح محطة كهرباء الباير للدورة المزدوجة بإضافة وحدة توربينة بخارية تنتج 170 ميكاواط. المشروع بحاجة الي تمويل.

ما ذكر أعلاه عبارة عن حصر لمحطات التوربينات الغازية و بعض هذه المشروعات في طور التنفيذ (قري 3 وبورتسودان) والمشروعات المقترحة للتوربينات الغازية (الباير) والتي الي يومنا هذا اعتمد تشغيلهم جميعا علي الديزل الخفيف LDO نسبة للحصول عليه من مصفاة الجيلي كنتاج من البترول المحلي وايضا نسبة لسهولة امداده ووصوله لمحطات توليد الكهرباء من خلال خطوط الانابيب.

يعد الديزل الخفيف LDO من أنواع الوقود الأعلى تكلفة عالميا في مجال توليد الكهرباء والاقبل كفاءة. بالإضافة الي أن استخدامه يقلل الفترة بين الصيانات المخططة بنسبة 33% (أي خروج الوحدات للصيانة المخططة كل 5,333 ساعة مقارنة ب 8,000 ساعة في حالة استخدام الغاز الطبيعي). وأيضا يزيد من

استخدام قطع الغيار في الاحلال المباشر للقطع المكونة لغرفة الاحتراق سنويا. أما إذا تم استخدام الغاز الطبيعي كوقود، فان احلال نفس القطع يكون كل 3 سنوات مع الحاجة للفحص السنوي فقط مما سوف يوفر ملايين الدولارات سنويا لقطاع الكهرباء.

الاستهلاك الحالي لوقود الديزل في السودان يزيد قليلا عن 4.3 مليون طن متري سنويا وتعتمد عليه بصورة كبيرة بالاضافة الي قطاع الكهرباء قطاعات النقل والزراعة والتعدين وايضا القطاع الخاص الصناعي والانتاجي في توليد الكهرباء بعد ان ضعف الامداد من الشبكة القومية للكهرباء. من المتوقع ان تنمو الحاجة لوقود الديزل في السودان ليفوق 7 مليون طن متري في 2030 مما سيخلق حوجه كبيرة للاستيراد من الخارج بالعملة الصعبة ان لم يتم زيادة الانتاج المحلي من النفط بنفس القدر وهذا ليس وارد حاليا. العجز الحالي في وقود الديزل ما بين المنتج محليا والمستورد يزيد عن 3 مليون طن وسيصل الي ما يزيد عن 5 مليون طن في 2030 في ظل الوضع الحالي للاستهلاك علي أفضل الفروض لان المتوقع زيادة كبيرة في الطلب نتيجة للنمو المتوقع في المشاريع الزراعية والصناعية والبنية التحتية والتعدين وغيرها مما سيشكل عبئا كبيرا علي خزينة الدولة من النقد الاجنبي وسيصبح استخدامه في المحطات الحرارية ليس ذا جدوي اقتصادية. حاليا يستهلك قطاع الكهرباء حوالي 20% من وقود الديزل في السودان.

الغاز الطبيعي واهميته لقطاع الكهرباء في السودان

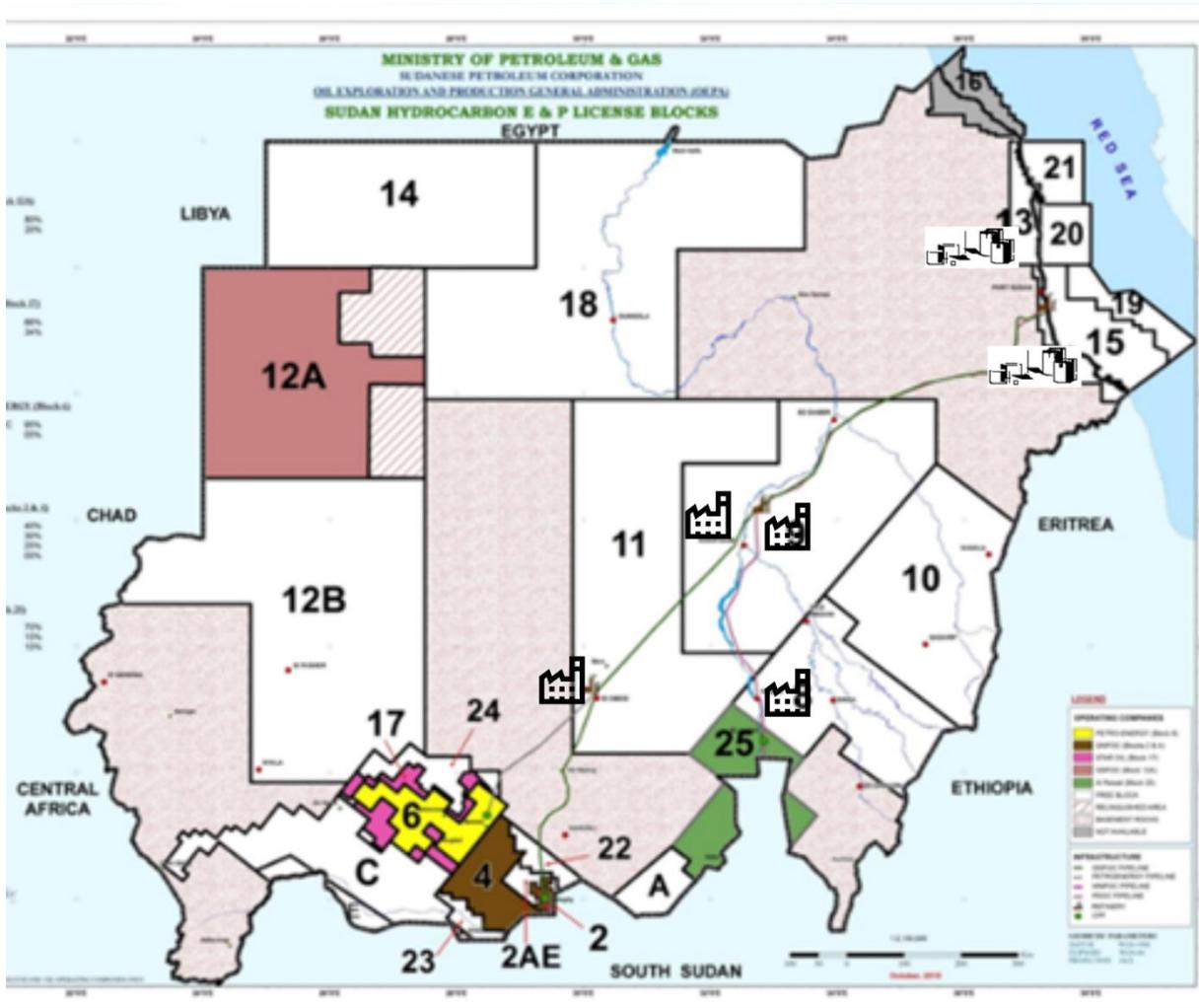
انتاج الغاز الطبيعي في السودان:

الغاز الطبيعي سيظل مصدر اساسي في الطاقة في العالم حيث انه المفضل حاليا مقارنة بالنفط والفحم الحجري. كل التوقعات تشير الي انه سيحتل حيز كبير جداً من منظومة توليد الكهرباء بالفحم الحجري والنفط كما حدث في الولايات المتحدة الامريكية وغيرها. تختلف صناعة الغاز عن صناعة النفط خصوصاً في التعامل مع الغاز من الاستخراج الي الاستخدام النهائي (أهمية منظومة مصفاة معالجة الغاز (midstream natural gas processing plant) والتي تمثل جزء اساسي من عملية استخدام وتصنيع الغاز لاحقاً (معلومات تفصيلية في (ref. Elbashir, et al Wiley Book 2019)).

الغاز الطبيعي المتوقع انتاجه في السودان في غالبه غاز مصاحب **associated gas** المنتج مع خام النفط في مربعات 6 و 4 مع كميات محدودة من الغاز الحر **free gas** بغرب السودان. هناك توقعات بإنتاج غاز احفوري **shale gas** من مربع 8 بمنطقة الدندر ولكن تتركز الآمال حاليا في مربعات البحر الاحمر الثلاث وذلك في حال التمكن من بناء شراكة فعالة مع شركات عالمية تمتلك القدرات والمعرفة والتكنولوجيا لإنتاج الغاز ولا بد من ان يكون لها تجربة سابقة وناجحة في تطوير مشاريع مماثلة. الخطة في صورة 1 توضح مربعات النفط والغاز في السودان مع تحديد المربعات المنتجة او موعودة بإنتاج الغاز الطبيعي مع النفط. القليل من الشركات النفطية لها القدرة على تطوير مثل مشاريع الغاز الطبيعي التي تتطلب مليارات الدولارات مثل شركة توتال انرجي، شل واكسون موبيل وذلك لأنهم نجحوا في بناء مشاريع ضخمة حتى في دول افريقية يعتبر السودان أفضل منها لوجستياً. اصبح الغاز الطبيعي الوقود الاحفوري المفضل حديثاً لان تاثيراته علي البيئة اقل ضرراً بنسبة تزيد عن ال 50 % من الفحم الحجري وايضا النفط ومنتجاته ولذا تم الاتفاق الضمني علي الغاز الطبيعي في مؤتمر باريس للمناخ COP-21 علي انه الوقود الاحفوري الرئيس والمفضل في مرحلة الانتقال الي الطاقات المتجددة ذات الانبعاثات الكربونية الصفرية. اتفاقية

باريس للمناخ وقعت عليها 196 دولة لتكون فعالة منذ 4 نوفمبر 2016 ملزمة كل الموقعين بتخفيض انبعاثات الكربون الي اقل مددي للحد من زيادة درجة حرارة الارض ب 1.5 درجة مئوية. ايضا تقدم هذه الاتفاقية التي وقع عليها السودان دعم للدول النامية لتنفيذ التزامتها في هذه الوثيقة مما يتيح فرصة كبيرة للسودان من الاستفادة من التحول للغاز الطبيعي بدعم مباشر من الدول المتقدمة تحت المادة 6 من الاتفاقية (مرجع اتفاقية باريس للمناخ باللغة العربية).

الاستكشافات الحالية تشير الي محدودية التوقعات من مخزون الغاز الطبيعي في السودان الذي لا يتوقع ان يزيد الاحتياطي كثيراً -بناءً على المعلومات الحالية- عن تريليون قدم مكعب وهي كميات ليست بالكبيرة مقارنة بحاجتنا الحالية ولكن دائماً عند ما يبدا الانتاج تزداد فرص الاكتشافات الاضافية والكبيرة (تفاصيل اكثر في جدول 6).



صورة 1: خريطة مربعات النفط والغاز الحديثة تم نشرها في 2021.

الجدول 6: التقييمات المبدئية لاحتياطي الغاز في السودان (لا زالت تتطلب دراسات تفصيلية عن الاحتياطي وهذه الارقام لا تشمل نتائج الدراسة الحديثة من قبل شركة سودابت لمربعي 4 و 6).

مربع النفط	كمية الغاز في الحوض بليون قدم مكعب	أحتياطي الغاز القابل للإنتاج بليون قدم مكعب
مربع 4 (غاز مصاحب)	359	61
مربع 4 (غاز غير مصاحب)	422	261
مربع 6 (غاز مصاحب)	147	44.1
مربع 4 (غاز غير مصاحب)	141	122
مربع 17 (غاز مصاحب)	60.3	18.1
مربع 8 (غاز غير مصاحب)	117.1	72.2
مربع 15 (غاز غير مصاحب)	682	512
كمية الغاز الكلية	1928.4	1090.4

* غاز مصاحب هو الغاز المنتج مع النفط و الغاز غير المصاحب فهي الحوض الذي يحتوي في غالبه علي الغاز فقط.

والجدير بالذكر انه لم يتم توفير الحماية الكافية للغاز المصاحب في صيغة تعاقدات النفط التي اتبعتها الحكومة السابقة مع الشركات والذي جعل للشركات حرية التصرف دون وجود استراتيجية ملزمة من الدولة للاستفادة من الغاز المصاحب مما أهدر كثيراً من الغاز الطبيعي المصاحب بالتخلص منه بالحرق أو استخدامه بما يناسب الشركات المنتجة ووفق حاجتها. ادي هذا القصور الكبير الي اهدار ما يزيد عن **162** مليار قدم مكعب من الغاز تقريباً وهو ما يعادل **22** مليون برميل نفط.

اضاعت وزارة النفط والغاز حينها فرص كبيرة جداً لتطوير هذا القطاع بتعديل هذه الاتفاقية المجحفة في حق السودان. فانتاج الغاز المصاحب في حقل نيم فقط بغرب السودان بدأ من **13** مليون قدم مكعب في اليوم ووصل الي **70** مليون قدم مكعب دون عائد مادي مقابل للحكومة السودانية كما ذكرنا سابقاً. ففي دراسة مبدئية اجراها فريق مصغر من العاملين في قسم الغاز الطبيعي بشركة سودابت وعدد من المهندسين المتدربين وجد انه لو تم استخدام هذا الغاز بصورة سليمة منذ اول يوم لإنتاجه لأدى الي تغيير كامل للمنظومة الاقتصادية في المناطق المنتجة للنفط في غرب السودان من خلال توليد الكهرباء التي ستدعم القطاعات الانتاجية المحلية من ثروة حيوانية وتصنيع صمغ عربي وتعددين وغيره بما يمكن ان يفوق ال **5** مليار دولار معتبرين كمية الغاز المهذرة منذ بداية الانتاج. هذا بالطبع غير التأثيرات الضارة جداً علي البيئة عالمياً جراء حرق هذا الغاز الطبيعي. كان من المفترض اقران الانتاج النفطي في تلك الفترة ببناء منظومة لاستخدام الغاز من البنيات التحتية المناسبة من خطوط انابيب و وحدات ضخ وتعامل مع الغاز. ولكن للأسف وصل السودان الي الوضع الحالي في المحطات الحرارية مثل ام دباكر في مدينة ركب والتي تستهلك خام نفط بما يقابل مليون دولار في اليوم الواحد لإنتاج ما يقارب ال **500** ميغاواط من الكهرباء. واذا نظرنا الي السودان كدولة زراعية نجد اننا لا نمتلك أي مصنع للأسمدة علما بان مصانع السماد تعتمد أيضاً علي الغاز الطبيعي وقد بدأت هذه الصناعة في الجارة مصر منذ الستينات.

وحتى هذا العام، لم تتم الاستفادة من تطوير منظومة انتاج منظم للغاز الطبيعي في السودان بغرض التوليد الكهربائي رغماً عن الاجتهادات السابقة في منطقة الفولة (مربعي 6 و 4) وهو في الاساس غاز مصاحب

منتج مع النفط. تمت محاولات عديدة منذ 2010 في وزارة النفط لاستخدام الغاز وتجددت عام 2012 في سودابيت ووزارة الكهرباء وحديثاً في 2020 تم توقيع اتفاقية مع شركة **MPS**. تركزت مقترحات المشاريع حول حقول النفط. وأول مشروع شرعت حكومة السودان في تنفيذه كان الفولة-1 لإنتاج الكهرباء من قبل وزارة الكهرباء دون التنسيق والعمل المشترك مع وزارة النفط والغاز حينها، مما ادي الي ولادة مشروع فانشل بالكامل اهدرت فيه **650** مليون دولار من اموال الشعب السوداني دون انتاج اي كهرباء. تلتها محاولات من وزارة النفط بالتوقيع مع شركة روسية لبناء وحدة لتحويل الغاز الي وقود عالي الجودة. **gas to-liquid (GTL)** وهو ايضا مشروع غير مدروس ولم تكن الوزارة على دراية حتي بمتطلبات مثل هذا المشروع وامكانيته وفق امكانيات الغاز المتاحة لها وقد قدم بروفيسور نمر البشير تصور نقدي واضح لهذا المشروع في 2016 ولحسن الحظ تم ايقاف هذا المشروع الذي كان سيؤدي الي اهدار ما يزيد عن **86** مليون دولار بقرار وزاري غير مبني علي اسس اقتصادية او فنية. تلى ذلك حديثاً، بناء تصميم لمشروع تكاملي **integrated project** لاستخدام نفس الغاز في مربعي 4 و 6 باسم الفولة-2 من قبل سودابيت وقد بني قطاع الكهرباء و بشكل منفصل مشروع اخر لإنتاج الكهرباء من نفس الغاز بتمويل كويتي لم يرى النور حتى الآن. تصميم شركة سودابيت التكاملي ينتج **LPG** والنافثا او المواد المكثفة **condensates** بالإضافة الي الكهرباء ولذا أطلق عليه مشروع تكاملي. وقعت شركة سودابيت في يناير 2020 مذكرة تفاهم مع شركة نرويجية للمضي في تنفيذ المشروع التكاملي ولكن هذه الخطوة لم تذهب قدماً لأسباب فنية ولوجستية وتمويلية نتمنى ان نسمع قريباً من سودابيت توضيح شامل بهذا الخصوص. الجدير بالذكر أن جميع المشاريع المذكورة اعلاه لم تتم بصورة سليمة ودراساتها لم تكن مبنية علي اسس سليمة وعلمية مما ادي الي فشلها جميعاً. اول اسباب هذا الفشل عدم اجراء دراسة عن كمية الغاز الموجودة وهل هي كافية لإنتاج الكهرباء او المواد النفطية والكيماوية وكم ستكون مدة الانتاج، ومثل هذه الدراسة تمثل الخطوة الاولى لنجاح اي مشروع غاز تتبعها خطوات اخري قبل البدء في مثل هذه المشاريع. هنالك دراسة حديثة اجرتها سودابيت لاحتياطي الغاز في هذه المنطقة اثبتت انه لو تم بناء المشاريع السابق ذكرها، لما توفر لها الحد الأدنى من الغاز الطبيعي للتصميم المبدئي. تم تطوير منظومة عمل متكاملة لبناء مشاريع الغاز الطبيعي في شركة سودابيت حديثاً وتم تنوير السيد وزير الطاقة والنفط الحالي باشمهندس جادين علي عبيد حولها ونتمنى ان تتبع في كل المشاريع المستقبلية في هذا القطاع لضمان نجاحها.

استيراد الغاز الطبيعي للسودان:

اكملت شركة سونا غاز وهي احدى شركات جياذ والمنظومة الصناعية العسكرية دراسات قيمة حول استيراد الغاز للسودان وبناء منظومة متكاملة لتطوير هذا القطاع في السودان. هذه الشركة المميزة بكوادرها المؤهلة والمدربة للعمل في هذا القطاع تولت وضع رؤية شبة متكاملة لبناء منظومة استقبال الغاز المسال **liquefied natural gas, LNG** في السودان بدءاً من الميناء وتحضير وحدات تحويل الغاز المسال **LNG** الي غاز طبيعي **regasification unit** الي وضع خطة لبناء خطوط انابيب علي مراحل لتوصل في المرحلة الاولى خط انابيب الغاز لتغذية محطة كهرباء بورتسودان الحرارية التي من المفترض ان تنتج **350** ميغاواط المشار اليها اعلاه. خط الانابيب الاول هذا قصير نسبياً ويصل الي 6 كيلومترات ليدفع كمية غاز موازية 80 مليون قدم مكعب في اليوم **80 mmscfd** وبتكلفة تصل الي **116** مليون دولار مع توقع ارباح عالية جداً. ايضا انجزت الشركة دراسات اقتصادية للمرحلة الثانية من الخط لتصل الي محطات قري الحرارية المشار اليها اعلاه في الخرطوم بمسافة **810** كلم حاملة كمية من الغاز تصل الي 750

مليون قدم مكعب بتكلفة تصل الي مليار دولار لتكفي كل محطات قري التي تعمل حالياً اما بالفيرنس او **LDO**.

ايضا هذا المشروع في مقترحه الاساسي له مرحلتين اخيرتين من حيث بناء صهاريج تخزين ضخمة للغاز في المرحلة الثالثة ومن ثم امداد خط الانابيب لمدينة كوستي محطة ام دباكر في المرحلة الرابعة بطول **350** كيلومتر من الخط الذي وصل الخرطوم ايضا بتكلفة اضافية للمرحلتين تتجاوز قليلاً **المليار دولار**.
(ref. Sungas presentation)

هذا المشروع الطموح لم يري النور لعدم توفر التمويل. بالطبع وبالرغم من ان ارقام التمويل المطلوبة تظهر كبيرة في الوهلة الاولى، ولكن تأثيرها علي بنية الكهرباء ستكون اضخم ومربحة في زمن قصير جداً وايضا تنتج الكهرباء التي نحتاجها بكفاءة اعلي بكثير من وضعنا الحالي. السرد ادناه يوضح لكم اهمية هذه المحطات وجدواها الاقتصادية.

تقييمنا للكمية المطلوبة لتشغيل المحطات الحرارية (الغازية) في السودان مستخدمين الغاز الطبيعي في السودان كما هو مبين في الجدول 7.

الجدول 7: تقدير اتنا لكمية الغاز المطلوبة للمحطات الحرارية في السودان

طن في السنة	المحطة
630,720	قري 1 و 2
262,800	غازيات بحري الإسعافية
1,130,040	قري 3
753,360	بورتسودان
753,360	الباقيير
3,530,280	مجموع استهلاك المحطات في السنة

ان تم إمداد الغاز الطبيعي مع تنفيذ مشاريع المحطات الغازية سيرفع إنتاج الكهرباء من **400** ميغاواط حالياً ال **2,035** ميغاواط كما هو ادناه في الجدول 8 وهذا الرقم الذي يفوق العجز الحالي في الكهرباء في السودان اهم مخرجات هذا المقال.

الجدول 8: الانتاج الحالي للمحطات الحرارية بالوقود النفطي والزيادة المتوقعة عند التحول الي الغاز الطبيعي

المحطة	الإنتاج الحالي بالميقاواط	زيادة الإنتاج المتوقعة نتيجة لاستخدام الغاز الطبيعي في المشاريع الجارية والمقترحة بالميقاواط
قري 1 و 2	300	100
غازيات بحري الإسعافية	100	50
قري 3 قبل الترفيع	0	555
بورتسودان قبل الترفيع	0	370
الباقيير قبل الترفيع	0	370
قري 3 بعد الترفيع	0	250
بورتسودان بعد الترفيع	0	170
الباقيير بعد الترفيع	0	170
مجموع انتاج المحطات بالميقاواط	400	2,035

كما تم سرده في جدول 8 زيادة انتاج الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي الأقل تكلفة و اعلي كفاءة سيكون له الأثر الإيجابي في استقرار إمداد الكهرباء للقطاع السكني والصناعي والزراعي.

توصيات المقال

في ختام هذا المقال الذي وضح أن المضي قدما بتشغيل قري 3 كواحد من الحلول لمشاكل الكهرباء قد يكون الدواء المساعد لتأزيم المشكلة. فيجب ان نجيب علي سؤال ما هو البديل؟ البديل هو الابتعاد عن مواصلة التفكير النمطي الذي اوصلنا لهذا المأزق والتحول الي التفكير العلمي المهني والمبني على دراسات والتعامل مع جذور مشكلة الطاقة اسوة بدول العالم الأخرى، بالنظر الجاد في رفع كفاءة المحطات العاملة في الشبكة الان، وترشيد صرف الكهرباء، وتوفير الوقود، واعادة تأهيل الكادر العامل ونظم العمل بالمحطات. اهم متطلبات المرحلة الحالية هيكلية قطاع الكهرباء والبناء المؤسسي لمنظومة العمل واصدار القرار فيها لتصبح ذات قدرة عالية من الكفاءة و الشفافية و علي اصدار القرارات بناء علي منظومة التخطيط الاستراتيجي والنظرة الاقتصادية الفنية المتكاملة. المضي قدما في الحلول السريعة الأنويه بمعزل عن التفكير في حلول متوسطة و طويلة المدى هو جزء من المشكلة و لذلك يجب الاسراع بالعمل في تغيير الوقود للمحطات الموجودة بوقود بأسعار منافسة مثل استبدال الجاز بالغاز الطبيعي. لابد من النظرة التقنية والاقتصادية لوضع رؤية مستقبلية لاستخدام الطاقات المتجددة بالسعي مثلا لتفعيل ورقة مؤتمر باريس التي اوصت بعدد من محطات الطاقات المتجددة. النظر في تطور الكهرباء واضعة في الاعتبار النظر لاستخدامات الطاقة والتنمية الاقتصادية و الاجتماعية للبلاد لمضاعفة توسع استعمال الغاز و الكهرباء الي عامة الشعب السوداني بالأخص اهل الريف المنتج، تعتبر في غاية الاهمية. وايضا من الأهمية بما كان عمل دراسة طويلة و متوسطة المدى من بيوت خبرة محلية و عالمية لوضع حلول جذرية للمشاكل الموروثة من الأنظمة السابقة و امكانية ايجاد السعر المناسب للتوليد والتوزيع، والتنوع المطلوب لمصادر التوليد من

حراري بأنواعه وطاقت متجددة، والتكامل مع شبكات الدول المجاورة وختاما تغيير النظرة لصناعة الكهرباء كجزء من حل ازمة تنمية البلاد و ليس مشكلة الأقلية من الشعب السوداني.

أهم مخرجات هذا المقال ايضا وضوح غياب التنسيق بين القطاعات المختلفة المسؤولة عن قطاع الطاقة وخصوصا في مراحل تطوير المشاريع والتي ظهرت جليا من خلال استخدام الغاز المصاحب والغير مصاحب في حقول النفط في مربع 4 و 6 حيث عملت وزارة الكهرباء بشكل منفصل عن وزارة النفط حينها وبشكل منفصل من فريق الغاز في سودابت مما ادي الي فشل جميع المشاريع المقترحة. لذا من الاهمية مركزية القرار في هذا القطاع الحساس لنجاح كل مشاريع التنمية في السودان وفشله سيودي بكل تأكيد الي فشل كل المشاريع الانتاجية في جميع القطاعات.

اتيح للسودان الان فرصة تاريخية لتنمية هذا القطاع مستخدمين كل المصادر المتاحة وايضا خلق بنية تحتية متكاملة للمشاريع المستقبلية لذا قرارات الحكومة الانتقالية يجب ان لاتبني فقط بناء اعلي حل المشاكل التي تواجه فترتها الزمنية المحدودة بل بناء اسس ومنظومة تؤسس لاحتياجات سودان المستقبل باعلي درجات الشفافية والعلمية و مبنية علي اسس معلومة ومعروفة عالميا وليست بناء اعلي مواقف سياسية.

بعض المراجع:

Elbashir, N. O.; El-Halwagi M. E.; Hall, K. (2019) “Natural Gas Processing from Midstream to Downstream” **Wiley.** West Sussex, UK. ISBN: 978-1-119-27025-6.

SUNGAS Presentation titled: “Red Sea LNG Importation Project” in 2021.

تفاصيل اتفاقية باريس للمناخ

https://unfccc.int/sites/default/files/arabic_paris_agreement.pdf

معلومة عن كاتب المقال:

- **الفتاح عبدالفتاح عبد الكريم:** مهندس استشاري بشركة ماربويني اليابانية لتطوير محطات الكهرباء مسئول عن تشييد و ادارة محطات الكهرباء في منطقة الشرق الاوسط، افريقيا و جنوب اسيا من النواحي الفنية و الاقتصادية. يعمل ايضا كمهندس استشاري بشركة موط ماكدونالد البريطانية **Mott McDonald** في مجال محطات الكهرباء خبرة شملت دراسات جدوي، تصميم، مراقبه تشييد اختبارات بدائية و اختبارات نهائية; ادارة عقود تشييد و اعادة تاهيل محطات كهرباء.. العمل كمهندس استشاري للبنوك الاستثمارية في مجال الكهرباء. عمل مهندس الفاتح مع الشركات المطورة لمشاريع الكهرباء كمستشار فني و تعاقدني. ساهم في تنفيذ محطة بحري الحرارية المرحلة الثالثة ضمن عمله كاستشاري لشركة **Mott McDonald**
- **خالد محمد سعيد:** مهندس تخطيط بشركة الكهرباء والماء القطرية محطة رأس أبو فنتاس عمل بالهيئة القومية للكهرباء سابقا - الشركة السودانية للتوليد الحراري بمجمع محطات كهرباء قري بقسمي الصيانة والتخطيط. شارك ايضا في تنفيذ مشروع ترفيع قري 2 للدورة المزدوجة.

- **نمر عثمان محمد البشير:** استاذ الهندسة الكيميائية وهندسة البترول بجامعة تكساس A&M ومدير مركز الغاز الطبيعي والوقود بالجامعة في امريكا وقطر ومستشار الغاز الطبيعي. بروفييسور نمر البشير خبير في مجال الغاز الطبيعي والطاقة والوقود وتطوير تكنولوجيا استخدامات الغاز الطبيعي وقد ساهم في تطوير عدة منتجات لشركات عالمية وله العديد من براءات الاختراع والمنشورات العلمية والكتب ودعمت بحوثه بعشرات ملايين الدولارات في عدة دول. عمل علي بناء الاستراتيجيات في استخدام الغاز الطبيعي في عدة دول حول العالم كما عمل كاستشاري متطوع لشركة سودابت (الشركة الوطنية للنفط) واستاذ زائر مميز بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية تكنولوجيا النفط والغاز.