مجلة البحوث والدراسات الافريقية ودول حوض النيل
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني ٤٤٥٠ -٢٦٨٢
المجلد ٧ العدد ١ (٩-٢٩) يناير ٢٠٢٤
Website: https://mbddn.journals.ekb.eg/
E-mail: afr.journal@aswu.edu.eg

نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها في جمهورية جنوب أفريقيا

مبارك عبد الفضيل علي أحمد جبر [١]
[١] قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الافريقية ودول حوض النيل، جامعة اسوان
© تصدر عن معهد البحوث والدراسات الأفريقية ودول حوض النيل – جامعة اسوان – جمهورية مصر العربية

الملخص:

تعتبر جمهورية جنوب أفريقيا، من أهم دول القارة الأفريقية وأكثرها تنوعا بمواردها الطبيعية والبشرية، وأولى دول أفريقيا إنتاجا للكهرباء منذ عام ١٨٨٢ ويرجع الانتاج الكبير لجمهورية جنوب أفريقية من الكهرباء لامتلاكها قدرة أسمية كبيرة في الانتاج كما تعد عملية نقل الكهرباء وتوزيعها حلقة الوصل بين الانتاج والاستهلاك , حيث تمثل آخر المراحل المتكاملة في انتاج الطاقة الكهربائية , وتنقسم الجهود المستخدمة لنقل الكهرباء وتوزيعها بجمهورية جنوب أفريقية يشمل خطوط جهد ما بين ٧٦٥ , ٥٣٣ , ٤٠٠ كيلو فولت وتتمثل هذه الخطوط الجهد الفائق ويشمل أيضا خطوط الجد المتوسط ما بين ٢٧٥ , ٢٢٠ , ١٣٢ كيلو فولت وخطوط الجد المنخفض ما بين ٤٤ الى ١٣٢ , ١١ :٤٤ أقل من ١ كيلو فولت , كما الربط الكهربائي يتيح التشغيل الاقتصادي وذلك عن طريق ربط جميع محطات توليد الكهرباء الحرارية والمائية ببعضها البعض كما يؤدي انشاء الشبكة الموحدة إلى تقليل عدد الوحدات الاحتياطية , كما التوزيع الجغرافي لأطوال الخطوط الكهربائية على الجهود المختلفة والربط الكهربائي في جمهورية جنوب افريقية يرتبط كله بشبكة كهربائية موحدة تتبع شركة اسكوم وهي الشركة الأكبر بجمهورية جنوب أفريقيا من حيث انتاج الكهرباء وتوزيعها ونقلها بالإضافة الى بعض الشركات الخاصة , وتتأثر شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها عند مدها بالعديد من العوامل الطبيعية والبشرية ومن العوامل الطبيعية (المناخ , التضاريس , التربة) ومن العوامل البشرية (حرم المسار , سهولة الوصول , الكتل السكانية) وعوامل اخرى لها تأثير على الشبكة الكهربائية بجمهورية جنوب أفريقية .

وتتمثل مشكلة الفقد الكهربائي بشبكة الكهرباء مشكلة اقتصادية معقدة لما تمثله من اهدار كبير من الموارد المالية وهي تنوع الفقد الكهربائي ما بين الفقد الفني والفقد التجاري والفقد الذاتي وتتبين نسبة الفقد الكهربائي في جمهورية جنوب أفريقية.

الكلمات المفتاحية: جنوب أفريقيا، الطاقة الكهربائية، الإنتاج.

مقدمة:

يقصد بنقل الكهرباء نقلها من محطات توليد الكهرباء إلى مناطق الاستهلاك، ثم توزيعها على مراكز الاستهلاك داخل المناطق المرتبطة بالمنظومة الكهربائية والتي غالبا ما تكون بعيدة عن مواطن الإنتاج والنظام الكهربائي يتكون من محطات توليد الكهرباء تليها محطات التحويل، وخطوط النقل وشبكات التوزيع.

ونظرا لطول مسافات نقل الكهرباء فإن عملية النقل والتوزيع تتم على أربعة مراحل:

- مرحلة نقل الجهد وهي محطات فرعية تكون على مقربة من محطات توليد الكهرباء لرفع الطاقة المرسلة من محطات التوليد إلى مستويات أعلى.
- مرحلة توفر خطوط النقل بجمهورية جنوب أفريقيا ما بين ٧٦٥ ك–ف كأعلى خطوط النقل، أقل من ١ك–ف كأقل هذه الخطوط.
- مرحلة تخفيض الجهد من المحطات الفرعية إلى مستوى أقل وذلك عن طريق استخدم محولات لخفض الجهد قرب مناطق الاستهلاك.
- مرحلة توزيع الكهرباء وهي أخر المراحل لوصول الكهرباء إلى المستهلك.

بالإضافة إلى كل ذلك فإن هناك العديد من العوامل الجغرافية المؤثر في مد شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها لجمهورية جنوب أفريقيا منها عوامل طبيعية وعوامل بشرية بالإضافة إلى الفقد الكهربائي للشبكة.

- تقع جمهورية جنوب أفريقية بين دائرتي عرض ٣٥،٢٣ جنوبا، خطي طول ١٧،٣٣ شرقا.
- ويحد جمهورية جنوب افريقية شمالا ناميبيا، وبوتسوانا، وزيمبابوي، وموزمبيق ويحدها جنوبا المحيط الهندي وشرقا سوازيلاند وغربا المحيط الاطلنطي.

شكل (١) خريطة التقسيم الإداري لجمهورية جنوب أفريقيا

(٤)

وتشغل جمهورية جنوب أفريقية مساحة قدرها ١٢٩.٩,١ كم٢

وتنقسم جمهورية جنوب افريقية إلى اربعة أقاليم كبرى إقليم الكاب واقليم اودنج واقليم الترانسفال واقليم ناتال بالإضافة إلى الاقاليم الاربعة الكبرى تضم تسع مقاطعات هامة.

جدول [١] مساحة كل مقاطعة من مقاطعات جمهورية جنوب افريقيا

المقاطعة	المساحة / كم٢
كيب الشمالية	٣٧٢٨٨٩كم٢
الكاب الشرقية	١٦٨٩٦٦كم٢
الولاية الحرة	١٢٩٨٨٩كم٢
كيب الغربية	١٢٩٤٦٢كم٢
ليمبوبو	١٢٥٧٥٤كم٢
الشمالية الغربية	١٠٤٨٨٢كم٢
كوازولوناتال	٩٤٣٦١كم٢
مبومالانجا	٧٦٤٩٥كم٢
جوتنج	١٨١٧٨ كم٢
الاجمإلى	١٢٢٠٨٧٦

الجدول من اعداد الباحث اعتمادا علي:

Census 2016 statistical release-p0301,4

جدول (١) يوضح مساحة كل مقاطعة بالكيلو متر مربع حيث أن مقاطعة كيب الشمالية أكبر المقاطعات من حيث المساحة تبلغ ٣٧٢٨٨٩ كليو متر مربع وتأتى مقاطعة جوتنج أصغر المقاطعات من حيث المساحة حيث تبلغ ١٨١٧٨ كليو متر مربع.

مشكلة البحث:

على الرغم من وجود تطور في إنتاج الكهرباء في جمهورية جنوب افريقيا، فإن مراحل نقل الكهرباء تمر بأربع مراحل مختلفة هي مرحلة رفع الجهد، خطوط نقل الكهرباء، مرحلة فصل الجهد وأخيرا مرحلة توزيع الكهرباء، إلا أن هناك عدد من العوامل المؤثر على مد الشبكة الكهربائية ما هو طبيعي مثل (المناخ– التضاريس– التربة) وأخر بشريي (حرم المسار – سهولة الوصول – الكتل السكانية –المناطق الصناعية) بالإضافة إلى الفقد الكهربائي بالشبكة (فقد فني – فقد تجارى – فقد ذاتي).

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في محاولته تسليط الضوء على أهمية نقلل الكهرباء وتوزيعها بجمهورية جنوب أفريقيا، نقلها من محطات توليد الكهرباء إلى مناطق الاستهلاك وتوضيح أهم العوامل المؤثر على مد الشبكة الكهربائية، والفقد

الكهربائي بالشبكة مشكلة اقتصادية معقدة لما تمثله من اهدار كبير من الموارد المالية لشركات التوزيع الكهربائي بجمهورية جنوب أفريقيا.

أهدف الدراسة:

يهدف البحث بصفة أساسية إلى تقييم وضع اللامركزية المالية في جمهورية جنوب أفريقيا، بالإضافة إلى التعرف على الدور الذي تلعبه التحويلات المالية الحكومية في تعبئة الايرادات المحلية في جمهورية جنوب أفريقيا.

يهدف البحث إلى ما يلي: -

١- إبراز تطور إنشاء الشبكة الكهربائية لجمهورية جنوب أفريقيا.

٢- معرفة مراحل نقل الكهرباء وتوزيعها بجمهورية جنوب أفريقيا.

٣- توضيح العوامل الجغرافية المؤثرة في مد شبكة نقل وتوزيع الكهرباء لجمهورية جنوب أفريقيا.

٤- تقديم بعض المقترحات التي من شأنها أن توضح كيفية معالجة الفقد الكهربائي لجمهورية جنوب أفريقيا.

فرضيات البحث:

ينطلق البحث من الفرضيات التالية:

١- نظرا لطول مسافات نقل الكهرباء، لذلك فإن عملية تمر بأربع مراحل مختلفة هي مرحلة رفع الجهد، خطوط نقل الكهرباء، مرحلة فصل الجهد وأخيرا مرحلة توزيع الكهرباء.

٢- العوامل المؤثر على مد الشبكة الكهربائية منها ما هو طبيعي وأخر بشري.

٣- مشكلة الفقد الكهرباء لجمهورية جنوب أفريقيا.

مناهج البحث:

اعتمد هذا البحث على المناهج التالية:

١- المنهج التاريخي وذلك للتعرف على تطور إنشاء الشبكة الكهربائية لجمهورية جنوب أفريقيا.

٢- المنهج الإقليمي وذلك لتحديد منطقة الدراسة التي تشمل جمهورية جنوب أفريقيا.

٣- المنهج الأصولي وذلك لدارسة العوامل المؤثر في مد الشبكة الكهربائية لجمهورية جنوب أفريقيا.

٤- منهج تحليل المشكلات لتحديد أسباب المشكلة اقتراح حلها.

الدراسات السابقة:

دراسة الاء محمد عوض (٢٠١٧) عن جمهورية جنوب افريقيا دراسة في جغرافية السياحة() ودراسة جمال عطيه (٢٠٠٧) عن الصناعة التحويلية في جمهورية جنوب افريقية , دراسة في الجغرافيا الاقتصادية() ودراسة عزت صالح نمر زيان(١٩٩٨) عن العلاقة بين الانشطة الاقتصادية والقوى العاملة في جمهورية جنوب افريقية , دراسة في الجغرافيا الاقتصادية() ودراسة علياء عبد الرؤوف علي عامر (٢٠١٥) عن التركيب العمري والنوعي لسكان جمهورية جنوب افريقيا واثره على بعض مؤشرات التنمية البشرية دراسة ديموغرافية ودراسة غادة حسن عبد الموجود (٢٠١٢) عن التجارة الخارجية لجمهورية جنوب افريقيا واثرها على التنمية الاقتصادية() دراسة فاطمة مصطفى مهران (١٩٩٤)

عن جمهورية جنوب افريقيا دراسة في الجغرافيا السياسية() ودراسة ماجدة عام (٢٠٠٩) عن دور القوى العاملة في تطوير قطاع الصناعة في جمهورية جنوب افريقية ودراسة مصطفى عبد المجيد محمد ابراهيم (٢٠١٦) عن كهرباء الريف واثارها على التنمية في جمهورية جنوب افريقيا دراسة في جغرافية الطاقة ودراسة مي أحمد جمعة (٢٠١١) عن الأمن الغذائي في جمهورية جنوب افريقيا , دراسة في الجغرافيا الاقتصادية.

تطور إنشاء الشبكة الكهربائية بجمهورية جنوب أفريقية:

في عام ١٨٠٩ أول نظام التلغراف الكهربائي يعمل بين كيب تاون وسيمون تاون في جمهورية جنوب أفريقيا، في عام ١٨٨٢ ثم إنارة شوارع مدينة كيمبرلي مما جعلها أول مدينة تكون مضيئة في إفريقيا في هذا الوقت كانت لندن لا تزال تعتمد على مصابيح الغاز لإضاءة الشوارع بالمحركات الكهربائية ما بين عام ١٨٨٤، ١٩٩٠ استخدام المناجم للإضاءة ١٨٩١ تأسست محطة الطاقة المركزية.

أدي اكتشاف الذهب في ويتواترسرائد في عام ١٨٨٦ الى قيام جوهانسبرج بتركيب أول مصنع للإضاءة الكهربائية في عام ١٨٨٩ ثم توليد هذه الطاقة الكهربائية بواسطة محركات الغاز، عام ١٨٩١ مد شركات الكهرباء وفي عام ١٨٨٩ منحت شركة جوهانسبرج وبريتوريا بالكهرباء هذه الشركة لم يتم لها توفير الطاقة حتى أنها حصلت أيضا على امتياز الكهرباء الإرسال إلى مناجم ويتواترسرائد في عام ١٨٩٤م.

وقد تم التنازل عن هذا الإمتياز في العام التالي، عام ١٨٩٨م تم تأسيسي شركة جنرال الكتريك باور المحدودة، بتكليف محطة لتوليد الكهرباء، واستخدم الكهرباء من قبل شركات التعدين، زادت متطلبات الطاقة لشركات التعدين مع تعافي صناعة تعدين الذهب أصبح من الضروري توفير إمدادات كافية من الطاقة الرخيصة.

اكتسبت فكرة مشروع الكهرباء المركزية دعم رجال الأعمال إلى إنشاء شركة مسجلة (vfp) المحدودة في عام ١٩٠٦ لتوليد متطلبات الكهرباء للصناعات المتوسعة عام ١٩١٥ إنشاء أربع محطات الطاقة الحرارية مجموعة القدرة المركبة أكثر من ١٥٠ ميجاوات في عام ١٩١٢ تمت مناقشة امكانية كهربة خط السكة الحديد في ناتال كان من المقرر أن يتم تشغيل الخط بالكهرباء التي يتم توفيرها في محطة طاقة تعمل بالفحم في ناتال تم استخدام الكهرباء علنا في جنوب أفريقية لأول مرة مع افتتاح خط التلغراف الكهربائي بين كيب تاون وسيمون تاون في ٢٥ ابريل ١٨٦٠ تم بناؤه لصالح الشحن والتجارة , كان الخط نفسه عبارة عن سلك حديدي مجلفن مفرد مثبت علي أعمدة خشبية مع عوازل من البورسلين ، عام ١٨٨٨ أن المحطة المركزية التي تزود المباني العامة أو غيرها من المباني عن طريق المحولات ستكون أكثر كفاءة من عدد محطات الإضاءة الفردية وفي عام ١٨٩١.

أول محطة طاقة مركزية ونظام توزيع في جنوب إفريقية وفي عام ١٨٩٧ أول محطة طاقة مركزية للمرافق يتم بناؤها في جنوب أفريقيا وأول من نقل الطاقة عند ١٠ كيلو وفي عام ١٨٩٨ طاقة المناجم الموحدة في كيمبرلي بتكليف المحطة المركزية في أغسطس ١٩٠٣ تم تركيب أول توربينات في جمهورية جنوب إفريقيا كان هناك مصانع إضاءة أخري ومحطات مركزية (مجلة فهد المهندسين الجنوب أفريقيين المجلد التاسع رقم ١١ ، يونيو ١٩١١) حتي نهاية القرن التاسع عشر كانت مولدات جميع محطات البخار في جنوب إفريقيا تدار بواسطة محركات اثبت التوربينات البخارية في ذلك الوقت أنها أكثر ملائمة لتوليد الطاقة الكهربائية ، كان أول مولدا توربيني في جمهورية جنوب أفريقيا

عبارة عن مجموعة بارسونز بقدرة ٥٠ كيلو وات تم تركيبها بواسطة الشركة المركزية في محطة كيب تاون عام ١٩٠١ ، تم تركيب ثلاثة مولدات تور بارسونز بقدرة ١٣٥ كيلو وات من نفس الشركة المركزية في محطة كليرمونت المركزية في عام ١٩٠٣ (جريدة التصدير البريطانية والجنوب إفريقية، سبتمبر ١٩٣٦) أول محطة كهرباء في جوهانسبرج في عام ١٨٨٩ بعد اكتشاف الذهب ، بدأت كهربة البلديات في عام ١٨٩٢ وارتفعت بشكل مفرد في السنوات اللاحقة عبر مدن مختلفة في جنوب أفريقية ، ثم في يوليو ١٨٩٤ بدأت شركتنا عند تلقي امتياز من حكومة جنوب إفريقية بتزويد جوهانسبرج وبريتوريا بالكهرباء ومع ذلك تم التنازل عن هذا الامتياز في عام ١٨٩٥ إلى شركة Rand Central Electric works ITO الناشئة والتي تم تكليفها بمهمة الاشراف علي توسيع إمدادات الطاقة من جوهانسبرج إلي مناجم الذهب المجاورة ، تم تكليف محطة تعمل بالفحم بالقرب من مناجم الفحم وأكملت المشروع في عام ١٨٩٧ ، وبذلك أصبحت أول من نقل الكهرباء عالية الجهد الي المناجم وكذلك المدن المجاورة ، لجمهورية جنوب أفريقية شهدت زيادة سريعة في توليد الكهرباء، ونظرا لصغر حجم محطات الطاقة وعدم كفاءتها إلى جانب ضعف الاتصال بين المستهلكين كانت تكاليف الكهرباء باهظة ، بدأت فكرة مشروع الكهرباء المركزية في التطور ومع ذلك ، لم تتحقق هذه الفكرة حتى عام ١٩٠٦ ، أدت دراسة الكهرباء في جنوب افريقية الي سن قانون الكهرباء عام ١٩٢٢ وأدي هذا القانون في النهاية إلى إنشاء شركة (Escom في مارس ١٩٢٣ تم لا و تحويلها الى الاسم الحالي Eskom وتمثل الشركة Eskom المنتج الرئيسي للكهرباء في البلاد ونظرا لأنها تقوم بإدارة معظم محطات الكهرباء ذات القدرة الكبيرة داخل جمهورية جنوب أفريقية ، كما أنها تمتلك أيضا النسبة الأكبر في عملية نقل الكهرباء وتوزيعها في البلاد وتمثل شركة اسكوم القطاع الحكومي لإنتاج الكهرباء في جنوب إفريقية ، أما القطاع الخاص لإنتاج الكهرباء فيتمثل في بعض البلديات الصغيرة داخل جمهورية جنوب إفريقية بالإضافة إلي بعض الشركات الخاصة لإنتاج الكهرباء وهي شركات تابعة لبعض المصانع والشركات ويلاحظ مدي السيطرة الواضحة من القطاع الحكومي (اسكوم) علي إنتاج الكهرباء ويرجع ذلك إلى تعدد أغراض استخدام الكهرباء في القطاع الحكومي في مجالات الصناعات والتعدين واستهلاك المنازل والنشاط الزراعي بالإضافة إلي إنارة الشوارع والمصالح الحكومية ودور العبادة ، أما القطاع الخاص لإنتاج الكهرباء تركيزه في عدد من أنواع الاستهلاك مثل الصناعات الصغيرة وبعض مناطق التعدين وبعض المناطق الخاصة بالأنشطة السكانية.

. تم إنشاء قسم كهربة الريف عام ١٩٥١ لتزويد المناطق الريفية بجمهورية جنوب إفريقية بالكهرباء.

الشبكة الكهربائية ومسارها بجمهورية جنوب افريقية:

تتألف منظومة الطاقة الكهربائية من محطات توليد لإنتاج الكهرباء تليها محطات تحويل ، ثم خطوط نقل الكهرباء، وشبكات توزيعها وتحتاج الطاقة الكهربائية المولدة من محطات التوليد المختلفة لرفع جهدها ، وذلك من خلال محطات محولات رفع الجهد وتزداد امكانية نقل الكهرباء المطلوبة ، ونقل كمية الفقد أثناء النقل بزيادة مستوى الجهد وبالتالي كلما زادت كمية الكهرباء المطلوبة نقلها ، وطالت مسافة نقلها يجب أن يزيد الجهد المختار للنقل (فايزة بنت جان عبد الخالق ١٩٩١ ، ص ٢٢٦)، وعلى مقربة من أسواق استهلاك الكهرباء توجد محطات تحويل لخفض الجهد العالي إلى جهد متوسط أو جهد منخفض ، بعدها يتم نقل الكهرباء عبر خطوط توزيع أولية ، ثم يتم خفض الجهد مرة

أخرى عن طريق محولات التوزيع إلى جهد توزيع ثانوي، وهو الجهد المسئول عن إمداد المستهلكين باحتياجاتهم من الطاقة الكهربائية .

وبصفة عامة فإن هناك قيود يجب أن تؤخذ في الحسبان عند نقل الكهرباء من مواقع توليدها إلى أسواق الاستهلاك، وهي معامل الحمل في محطة التوليد حجم الطلب المتوقع على الكهرباء، والتغيرات الجوية التي قد تؤدي إلي حدوث خلل في الشبكة (محمد أحمد مرعي، يناير ٢٠٠٧، ص ٣٨٤).

عملية النقل تمر بأربع مراحل، تبدأ من محطات توليد الكهرباء إلى محطات المحولات الأساسية ومحطة رفع الجهد، ثم إلى خطوط النقل الهوائية أو الكابلات الأرضية وتصل بعدها على محطات المحولات الفرعية (محطة خفض الجهد) ومن ثم توزع على مناطق الاستهلاك الفرعية عن طريق محولات صغيرة.

١- مراحل نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها:

تصنف شبكة النقل في جمهورية جنوب أفريقية بأنها معقدة ومتشابكة جدا نظرا لطولها وتنوعها الكبير حيث تتنوع خطوط النقل بين مجموع الجهود المختلفة لتلك الخطوط،

أ- خطوط الجهد الفائق:

وهو الجهد العالي جدا المتمثل في خط جهد ٧٦٥ ، ٥٣٣ ك ,ف بأنها أقل الخطوط من حيث الطول وهما اللذان يخرجان مباشرة من محطات توليد الكهرباء ويوجهان إلى محطات لتحويل ذات الجهد الكبير وذلك لرفع جهد الكهرباء المنقولة إلى مسافات بعيدة، ولذلك يتركز الخطان في مقاطعتي جوتنج ومبومالنجا وهما أكبر المقاطعات امتلاكا لمحطات الكهرباء ، وتمتد هذه الخطوط في الأساس إلى المناطق ذات الصناعات الثقيلة مثل الحديد والصلب ومناطق تعدين النحاس والالومنيوم حيث أنها تحتاج إلى كهرباء عالية الجهد، ويعد خطوط إمداد كيب تاون (خط زيوس وبرسوس ، ماجوبا ، أمفولوزي) أهم خطوط الجهد الفائق في جمهورية جنوب أفريقية (مصطفى عبد المجيد محمد ابراهيم رحومة ، ٢٠١٦ ، ص ٩٤)

ب . خطوط الجهد المتوسط:

المتمثل في ٤٠٠، ٢٧٥، ٢٢٠ ك,ف وتمثل هذه الخطوط حلقة الوصل بين خطوط الجهد الفائق وخطوط الجهد المنخفض وتمتد هذه الخطوط إلي معظم المناطق الحضرية في جمهورية جنوب إفريقيا ، وتمتد أيضا إلى مناطق الصناعة والتعدين حيث أنهما يحتاجان إلي كمية كبيرة من الكهرباء عالية الجهد .

ج . خطوط الجهد المنخفض:

فيبدأ من خط ١٣٢ ك،ف وينتهي إلى خطوط أقل من ١ ك,ف ويتميز خطوط الجهد المنخفض بأنها بداية انتشار هذه الخطوط في انحراف المدن وتوغلها في الريف بجمهورية جنوب أفريقية، حيث أن مجموعة خطوط الجهد من ١ – ٤٤ ك , ف هي أكبر الخطوط طولا نظرا لانتشارها الواسع داخل الريف خاصة مناطق الريف القريبة من المناطق الحضرية (مصطفى عبد المجيد رحومة ، ٢٠١٦ ، ص ٩٤) .

٢ – وسائل نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها :

تنتقل الطاقة الكهربائية من محطات توليدها إلى أماكن استهلاكها بواسطة خطوط النقل، أسلاك هوائية معلقة إما على أبراج، أو أعمدة أو باستخدام كابلات أرضية تتكون من (Theraga, 1985,p,112)

أ- الخطوط الهوائية Overhead line وهي نوعان:

- الأسلاك المعزولة:

هي عبارة عن أسلاك عادية من النحاس والألمونيوم مثبتة في عازلات وان كانت نحاسية هي الأكثر استخداما في ريف جمهورية جنوب أفريقية،

. الكابلات المعزولة:

هي عبارة عن كابلات معزولة ومعلقة على الاعمدة وتستخدم هذه الكابلات المعزولة بالقرب من مناطق التعدين والمناطق الصناعية المنازل وخاصة المناطق الحضرية.

وعند تصميم الخطوط الهوائية يجب مراعاة درجة حرارة الجو المعرض لها الأسلاك، وما يتبع ذلك من تمدد وزيادة في ارتخائها، كما يراعي أيضا تأثير الرياح والزوابع.

– ومن مزايا الخطوط الهوائية انخفاض تكاليف إنسانها، وامكانية نقل الضغوط والجهود العالية بواسطتها بسهولة كبيرة، إلى جانب سهولة عمل إضافات أو إصلاحات لها، كما أن تنفيذها لا يحتاج عدد كبير من العمال ويقر بعض الخبراء أنه لضمان استمرارية تغذية المشترك بالتيار يجب أن تكون الشبكة هوائية (محمد محمود الديب (١)، ١٩٩٣، ص ٥٦٤)

أما عيوب الخطوط فتمثل في تشويه المنظر الجمالي المدن، وتعرض أرواح السكان لأخطار الصعق بالكهرباء، علاوة على ارتفاع نسبة فقد الكهرباء بها، وتعرضها لمخاطر الطيران، الرياح الشديدة، والصواعق والبرق، ويتم وضع الخطوط الهوائية على ارتفاع ٦ أمتار، بهدف ابعاد مخاطر المجال الكهرومغناطيسي عن السكان (وفيق محمد جمال الدين، ٢٠٠٢، ص ٣٧٠).

ب – الكابلات الأرضية Under ground:

ويتم النقل بهذه الطريقة بواسطة أسلاك معزولة من النحاس أو الألمونيوم تحت سطح الارض. وتستخدم في تغذية الكهرباء في المناطق الأهلة بالسكان، ويتركز استخدام الكابلات الأرضية في المدن الكبرى (سعيد أحمد عبده، ١٩٨٧، ص ١١٥ . ١١٦).

ومن مزايا الكابلات الأرضية أنها تحافظ على المنظر الجمالي للمدن، كما أن نسبة فقد الكهرباء بها منخفضة إذا ما قورنت بنظيرتها في الخطوط الهوائية من نفس الجهد المتساوي، فضلا عن انخفاض تكاليف صيانة هذه الكابلات، وعلى الرغم من أن معدل حدوث الأعطال بها قليل بصفة عامة، فقد أصبح متصاعدا شائعا خاصة في المناطق المأهولة بالسكان (محمد سليمان، ٢٠٠٨، ص ١٣٣)،

أما عيوب الكابلات الأرضية فتنحصر في تعطيل حركة المرور عند مد أو اضافة كابلات جديدة، أو استبدال كابلات قديمة بأخرى جديدة، كما أن تكلفة تمديد الخطوط الأرضية مرتفعة عن تكلفة تمديد الخطوط الهوائية بما يتساوى من١٢ الي ١٦ مرة (فايزة بنت جان عبد الخالق، ١٩٩١، ص٢٣٠)

**** يتسم نقل الطاقة بخصائص اقتصادية عديدة أهمها.**

نظام نقل الكهرباء وتوزيعها يحتاج الي رأس مال كبير واستثمارات ضخمة ، فعملية إنشاء خطوط النقل وتوزيعها تحتاج إلى نسبة عالية من التكاليف الكلية قد تصل الى ٤٠٪ من جملة الاستثمارات (وزارة الكهرباء والطاقة ، استراتيجية وزارة الكهرباء للمرحلة (١٩٨٠. ٢٠٠٠) ، ١٩٩٠ ، ص ٥٠) وتتغير تلك النسبة بحسب حجم القدرة المتوافرة ونوعية النظام المطلوب وحجمه وامتداده الجغرافي وحجم أسواقه المخصصة للنقل الكهربائي بصورة عامة (محمود سري طه ، ١٩٩٦ ، ص ٤٥) ولذلك تعتمد جمهورية جنوب إفريقية على شركة اسكوم في عملية نقل وتوزيع الكهرباء بصورة تصل الي ٧٥٪ من عملية النقل والتوزيع بالإضافة إلى البلديات والقطاع الخاص .

وتزداد تكلفة عملية نقل الكهرباء، بزيادة المسافة وتقل التكلفة بقصر المسافة فهي عملية طردية وقد أدت هذه الظروف إلى ارتفاع تكلفة ك,و وعلي فترات مختلفة في ريف جمهورية جنوب أفريقية مما سجل معظم المستهلكين وخاصة المشتركين في المنازل اعتراضهم على التغيرات في تلك التعريفة الكهربائية .

يؤدي ارتفاع نسبة الفقد في الشبكة إلى زيادة في تكلفة النقل والتوزيع ونسبة الفقد تزيد بزيادة المسافة وعوامل طبيعية منها شدة الرياح وارتفاع درجة الحرارة والرطوبة والترسيب على العوازل معدل الاهلاك في شبكات ومعدات التوزيع، أعلى معدل الاهلاك في التوليد والنقل الأمر الذي يزيد به الاستثمار والمطلوب لمستوي التوزيع والذي قد تصل الى ٢٥% سنويا يخصص لها جزء من حجم الاستثمارات ز

ترتفع تكلفة نقل التيار الكهربائي على خطوط الجهد المنخفض إلى ضعف تكلفة نقل خطوط الجهد العالي أحيانا والسبب في ذلك يرجع إلى ارتفاع نسبة الفقد في خطوط الجهد المنخفض بسب انخفاض كفاءة شبكة التوزيع وطولها الكبير (مصطفى عبد المجيد محمد إبراهيم رحومة، ٢٠١٦، ص٩١)،

٣- الشبكة الكهربائية الموحدة بجمهورية جنوب أفريقية:

تتصف شبكة النقل في جمهورية جنوب إفريقية بأنها معقدة ومتشابكة جدا نظرا لطولها وتنوعها الكبير حيث تتنوع خطوط النقل بين مجموع من الجهود المختلفة لتلك الخطوط ما بين ٥٣٣,٧٦٥ ، ٤٠٠ ك,ف وتمثل هذه الخطوط ، الجهد الفائق في جمهورية جنوب إفريقية , أما خطوط ٢٧٥ ، ٢٢٠ ،١٣٢ ك,ف فتمثل خطوط الجهد المتوسط في عملية النقل ، وتأتي أخيرا خطوط ٤٤ . ١٣٢ ثم ١١ – ٤٤ ثم أقل من ١ ك,ف هي أقل المستويات بالنسبة لخطوط الجهد والتي تعد هي الخطوط الرئيسية بالنسبة للريف في جمهورية جنوب إفريقية بالنسبة لنظام النقل الكهربائي في جمهورية جنوب إفريقية فهي ترتبط كلها بشبكة كهربائية موحدة تتبع شركة اسكوم وهي الشركة الأكبر من حيث إنتاج الكهرباء وتوزيعها ونقلها بالإضافة الي بعض الشركات الخاصة والبلديات داخل مناطق الاستهلاك .

– أن ارتباط شبكة نقل الكهرباء في جمهورية جنوب إفريقية له عدة مميزات هي ما يلي:

أ- الربط الكهربائي يتيح التشغيل الاقتصادي وذلك عن طريق ربط جميع محطات توليد الكهرباء الحرارية والمائية بعضها ببعض عن طريق تشغيل الوحدات ذات الكفاءة العالية، مع الاحتفاظ بالوحدات المنخفضة الكفاءة.

ب- تقليل ذروة الحمل الواقع على محطات التوليد المختلفة من مجموع الأحمال الواقعة عليها منفردا، نظرا لتفاوت حدوث ذروة الحمل اليومي الواقع على هذه المحطات بين الأحمال الصناعية والإنارة والمرافق العامة وغيرها من الاستخدامات، كما اتاحت الشبكة الموحدة الفرصة لتغذية أحمال ذات ذروات أكبر من الممكن تغذيتها في حالة المحطات المنفردة المنعزلة وبذلك يمكن توفير واضافة وحدات توليد جديدة وبالتالي تزيد كمية الكهرباء المولدة (محمد محمود الديب، ١٩٩٣، ص ٥٤٦).

ج- أدي إنشاء الشبكة الموحدة الي تقليل عدد الوحدات الاحتياطية ، وقدرتها المفروض وجودها في كل منطقة على حدة ، علما بأن قيمة الآلات الاحتياطية تبلغ من ٢٠:٣٠ % من تكلفة إنشاء محطة في الأحوال العادية ولا يجوز من الناحية الاقتصادية أن يزيد مجموع الواردات الاحتياطية علي ١٠٪ من مجموع القدرات ، أما في حالة استخدام الشبكة الموحدة فإنه يكتفي بتخصيص آلة أو اثنتين لمواجهة ما قد نظر من خلل في جميع المحطات المتصلة بالشبكة ، وبذلك يتم تفادي وضع وحدة احتياطية في كل محطة توليد، مما يخفض من رؤوس الأموال المستثمر (Othman,1988,p45).

د- تشغيل الوحدات ذات الكفاءة العالية واستخدام الوحدات ذات الكفاءة المنخفضة كوحدات احتياطية والتخلص من الوحدات ذات الكفاءة المنخفضة واستبدالها لمحطات أكبر وأكثر كفاءة ضمان عمليات الصيانة لمحطات التوليد ومحطات التحويل وشبكات النقل ومواجهة الظروف الطارئة كالأعطال والفصل الكهربائي وغيرها (محمد محمود الديب، ١٩٩٣، ص ١٤٩)

و- وضع تعريفة موحدة لبيع الطاقة الكهربائية حسب الغرض من الاستهلاك، مع الأخذ في الاعتبار جهد التغذية، حيث تبدأ بأقل الأسعار على الجهد الفائق، ثم تزداد الأسعار كلما انخفض الجهد، لأضافة تكاليف الفقد وانشاء وتشغيل شبكات النقل والتوزيع والمناظرة.

ز- زيادة إنتاج الكهرباء المولدة لأن الوحدات التي كان يحتفظ بها كاحتياطي متوقف ودائمة يمكن استغلالها في توليد الكهرباء.

ح- تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية وبخاصة في المناطق الريفية وذلك عن طريق توفر الكهرباء في جميع أنحاء الدولة مما يؤدي إلى ازدهار الأنشطة الاقتصادية ورفع مستوي معيشة الفرد (كريمة محمد أحمد عبد الحليم , ٢٠٠٠، ص ١٤٠).

٤ - التوزيع الجغرافي لمكونات شبكة نقل الطاقة الكهربائية بجمهورية جنوب إفريقية:

تعد عملية نقل الكهرباء وتوزيعها حلقة الوصل بين الإنتاج والاستهلاك، كما أنها تمثل آخر المراحل المكملة لإنتاج الكهرباء, وتستخدم لنقل الكهرباء من أماكن توليدها إلى مركز استهلاكها شبكة نقل تتألف من العديد من المكونات، وقد تطورت هذه الشبكة تطورا ملحوظا ، كرد فعل مباشر للتطور السريع الذي شهدته عمليات التوليد ذاتها من جهة،

والتطور في حجم الاستهلاك من جهة أخري (محمد أحمد مرعي ، يناير ٢٠٠٣ ، ص ٨٥١) وتأتي أهمية دراسة التوزيع الجغرافي لمكونات شبكة نقل الكهرباء بجمهورية جنوب افريقية للوقوف على حجم وأسباب التباين في مكونات الشبكة,

أ- التوزيع الجغرافي لأطوال الخطوط الكهربائية على الجهود المختلفة الربط الكهربائي في جمهورية جنوبا أفريقية يرتبط كله بشبكة كهربائية موحدة تتبع شركة اسكوم وهي الشركة الأكبر في جمهورية جنوب افريقية من حيث إنتاج الكهرباء وتوزيعها ونقلها بالإضافة الي بعض الشركات الخاصة والبلديات داخل مناطق الاستهلاك سابق الذكر، أن شبكة النقل الكهربائي في جمهورية جنوب افريقية معقدة ومتشابكة جدا ويرجع ذلك لطولها وتنوعها الكبير حيث تتنوع خطوط النقل بين مجموع من الجهود المختلفة لتلك الخطوط ما بين ٧٦٥ , ٥٣٣ ,٤٠٠ ك وتمثل هذه الخطوط الجهد الفائق في جمهورية جنوب إفريقية ، أما خطوط ٢٧٥ ، ٢٢٠ ، ١٣٢ فتمثل خطوط الجهد المتوسط أما خطوط ٤٤ . ١٣٢ ثم ١١ – ٤٤ خطوط جهد المنخفض .

خطوط الجهد الفائق هما خطي جهد ٧٦٥ ٥٣٣٠ ، يعتبر من حيث الطول أقل الخطوط فهي بنسبة ٥٪ , ٦٪ من جملة اطوال الخطوط عام ٢٠١٦م وزادت المسافة لهاتين الخطي عام ٢٠١٨ الى ١,١٥٣ ألف كم وذلك لخط ٧٦٥ ، وزادت الي ١,٣ وذلك لجهد ٥٣٣ ك,ف ولكن انخفت نسبة أطوال هذين الخطين ويرجع قلة هذين الخطين الى انهما يمثلان الجهد الفائق وهما الخطين يخرجان مباشرة من محطات توليد الكهرباء ويوجهان إلى محطات التحويل ذات الجهد الكبير ويتركز الخطان في مقاطعتي جوتنج ومبومالنجا خطوط الجهد المتوسط مثل ٤٠٠ ، ٢٧٥ ، ٢٢٠ ك,ف ، خط ٤٠٠ك,ف المسافة الأكبر ، حيث يأتي بمجموع أطوال ٦,٩١٣ الف كم عام ٢٠١٦م بنسبة ٤٪ من اجمالي الاطوال ، ثم يأتي خط ٢٧٥ ك,ف بنسبة ١,٧٪ تمتد هذه الخطوط إلي معظم المناطق الحضرية في جمهورية جنوب إفريقية وأيضا تمتد هذه الخطوط إلى المناطق الصناعية .

أما خطوط الجهد المخفض تبدأ من خط جهد ١٣٢ ك,ف وينتهي إلى خط ١ ك,ف أما مجموعة خطوط الجهد من ٤٤٤١ ك,ف هي أكبر الخطوط طولا بنسبة ٧١,٧٪ من جملة هذه الخطوط ، حيث بلغ أطوالها ٣١٠,١٠ الف كم عام ٢٠١٦ وتنتشر هذه الخطوط داخل الريف وخاصة المناطق الريفية القريبة من المناطق الحضرية داخل جمهورية جنوب أفريقيا. (www,eskomreport, 2016)

ب – التوزيع الجغرافي للقدرة الفعلية لمحطات المحولات الكهربائية في جمهورية جنوب أفريقيا:

يؤثر استهلاك الكهرباء على القدرة الفعلية للمحولات الكهربائية فكلما زادت كمية الاستهلاك يتم زيادة القدرة الفعلية للمحولات، لمواجهة زيادة الاستهلاك من الكهرباء، ولذلك يختلف التوزيع الجغرافي لقدرة هذه المحولات في جمهورية جنوب أفريقية حسب استهلاكه في كل مقاطعة من المقاطعات.

جدول (2) التوزيع الجغرافي للقدرة الفعلية للمحولات الكهربائية في جمهورية جنوب أفريقية عام ٢٠١٨ بالألف م , ف , أ

المقاطعة	القدرة الفعلية	%
مبومالنجا	٣٦١٢٦	١٨,٣
اللمبوبو	١٤١١٤	٧,٢
الشمالية الغربية	١٦٦١٠	٨,٤
جوتنج	٣٥٥٣٣	١٨
كواذولوناتال	١٨٤١٦	٩,٣
اليكب الشرقية	١٦٣٠٩	٨,٣
اليكب الغربية	١٩٦٣١	١٠
اليكب الشمالية	٤٠٤١١	٢٠,٥
الولاية الحرة	١٥٣٠٣	٧,٧
المجموع	١٩٧١٣٢	١٠٠

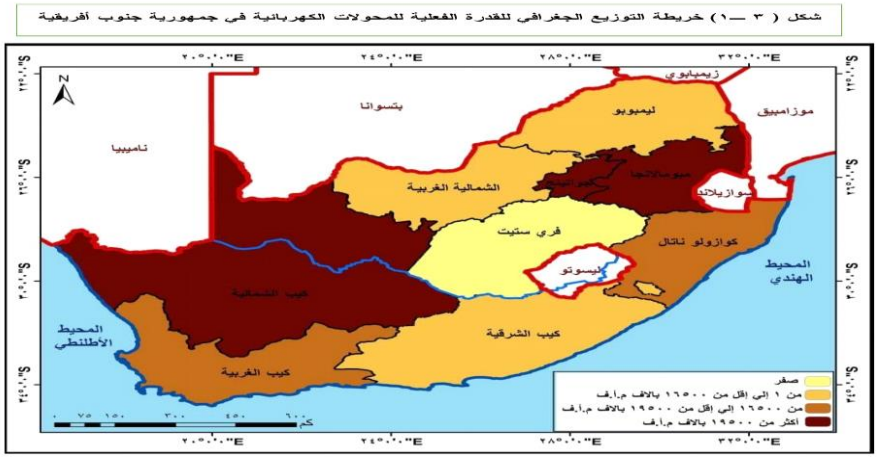
المصدر من إعداد الباحث اعتمادا على: www,econrsa,org,op,cit,p30

يتضح من الجدول الاتي:

ترتيب المقاطعات في جمهورية جنوب أفريقيا، وفقا للقدرة الفعلية للمحولات الكهربائية كالتالي،

تحتل مقاطعة الكيب الشمالية المركز الأول حيث بلغت قدرتها الفعلية ٤٠٤١١ الف م,ف ,أ وذلك بنسب كبيرة ٢٠٪ وتتركز معظم هذه القدرة في الجزء الجنوبي والشرقي للمقاطعة وتأتي مقاطعة مبومالنجا في المركز الثاني حيث بلغت قدرتها الفعلية ٣٥٥٣٣ الف م,ف، وذلك بنسبة ١٨,٣٪ وجاءت مقاطعة جوتنج في المركز الثالث حيث بلغت قدرتها الفعلية ٣٥٠٥٣٣ الف م,ف,أ وذلك بنسبة ١٨٪ وتأتي مقاطعة الكيب الغربية في المركز الرابع بلغت قدرتها الفعلية ١٩٦١٣ ألف م,ف,أ بنسبة ١٠٪ ثم تأتي مقاطعة كوازولوناتال في المركز الخامس حيث بلغت قدرتها الفعلية ١٨٤١٦ ألف م,ف,أ وذلك بنسبة ٩,٣ % وتأتي المقاطعة الشمالية الغربية بقدرة فعلية ١٦٦١٠ ألف م,ف,أ بنسبة ٨,٤٪ ومقاطعة الولاية الحرة بلغت قدرتهاالفعلية ١٥٣٠٣ ألف م,ف,أ بنسبة ٧,٢% وأخيرا مقاطعة اللمبوبو تبلغ قدرتها الفعلية ١٤١١٤ ألف م,ف,أ بنسبة ٧,٧٪ .

شكل (٢) التوزيع الجغرافي للقدرة الفعلية للمحولات الكهربائية في جمهورية جنوب أفريقية عام ٢٠١٨ بالألف م,ف, أ



المصدر اعتمادا على جدول (٢)

العوامل الجغرافية المؤثرة في مد شبكات نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها في جمهورية جنوب أفريقيا.

يتأثر مد شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها بمنطقة الدراسة بالعديد من العوامل الطبيعية البشرية، ومن أهمها المناخ، التضاريس، والتربة، الى جانب طرق النقل، والمطارات والمباني والمنشآت العسكرية، فضلا عن الكتل السكنية، والمناطق الصناعية وغيرها.

١) العوامل الطبيعية:

تتمثل العوامل الطبيعية المؤثرة في مد شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها في المناخ والتضاريس، والتربة.

أ- المناخ:

تعد الرياح والرطوبة، والحرارة، الأمطار، والعوالق في الهواء من أهم العوامل المناخية التي تؤثر على مد شبكات الكهرباء بجمهورية جنوب أفريقية فيظهر تأثيرها بأشكال مختلفة على الشبكة الكهربائية منها على العوامل الحاملة للخطوط الكهربائية وتؤثر على الموصلات كما أنها تحدد أنواع الأبراج وارتفاعاتها والمسافة التي بينها ولذلك يراعي تلك الظروف في التخطيط للمنطقة المراد اقامة شبكة كهربائية لها.

وتلعب الرياح دورا مؤثرا من خلال شدتها وسرعتها على خطوط النقل الكهربائي بمختلف جهودها ومستوياتها ، تقيم الشبكة على أساس سرعة الرياح قصوي ومحددة يمكن مواجهتها وفقا للمواصفات القياسية لمكونات الشبكة بصفة خاصة خطوط النقل الفائقة والعالية ، حيث تصمم تلك الخطوط لمواجهة رياح تصل أقصى سرعة لها ١٣ كم / ساعة ويمكن أن تختلف تلك المواصفات من بلد لآخر وفقا لسرعة الرياح المحلية السائدة وطبيعتها (محمد محمود الديب ، ١٩٩٣ ، ص ٦٠٤) إذا زادت سرعة الرياح علي السرعة التي صممت علي أساسها الشبكة فإن الاسلاك تتأرجح بشدة وترتطم ببعضها البعض .

وتتعرض جمهورية جنوب إفريقية في الشتاء الجنوبي (يولية) إلى ضغط مرتفع يمتد من جنوب القارة والمحيط الهندي والمحيط الأطلنطي وتهب رياح غربية علي اقليم الكاب (فاطمة مصطفى احمد مهران،١٩٩٤، ص١٤٠) كما تتعرض جمهورية جنوب إفريقية إلي رياح عكسية غربية في الشتاء ورياح تجارية شمالية وشرقية في الصيف وتتراوح سرعة الرياح بها في المتوسط ٤,٣ م في الثانية وتؤثر الرياح العكسية الغربية والتي تكون محملة بالأتربة الأتية من الصحاري وخاصة من ناحية الغرب في مقاطعتي الكيب الشمالية والشمالية الغربية علي الوصلات الكهربائية ، كما تؤثر الرطوبة النسبية التي ترتفع الي٨٥٪ علي طول السواحل (حنان بدرالدين محمد،٢٠٠٨ ، ص١٤٨) وكما ترتفع الرطوبة الي ٧٥٪ تقريبا ناحية الغرب في صحراء كلهاري، مما يشكل خطرا على الشبكة الكهربائية وخاصة خطوط النقل المتجهة إلى مقاطعة الكيب الشمالية في محطة كوبرج في الكيب الغربية المتجهة إلي المناطق الريفية المتاخمة للمناطق الحضرية .

وتتفاعل الرياح والحرارة والرطوبة والندي والمطر والأتربة والأملاح في التأثير علي شبكات الكهرباء وتلويثها، وتعد الرياح المثيرة للأتربة والرمال هما الاخطر علي الأسلاك الكهربائية، حيث أنها ترسب الأتربة والرمال علي العازلات مما يجعلها غير موصلة للكهرباء كما أن الشبكات القريبة من المحيطات تترسب على عازلاتها ذرات من أملاح الصوديوم التي تذوب في الماء مما يشكل عملية الوميض الكهربائي وتتنوع مصادر التلوث في العوازل (مصطفى عبد المجيد رحومة، ٢٠١٦، ص ١٢١).

التلوث الصحراوي، هو الذي ينتشر في المناطق الصحراوية وهو أكثر مصادر التلوث خطر علي الشبكة الكهربائية نظرا لكميات الأتربة والرمال التي تنتشر علي الأسلاك الكهربائية، أما النوع الآخر هو التلوث البحري وينشأ هذا النوع من التلوث من الأبخرة والعواصف المحلية في المناطق الساحلية ، ونوع آخر من التلوث وهو التلوث الزراعي ويوجد في المناطق التي تمر عبر الحقول الزراعية ويتوقف نوعه علي حسب نوع التربة وحجم ذرات الأتربة ، والتركيب البيولوجي لمادة التربة ، وهناك نوع آخر من التلوث من المناطق الصناعية وخاصة المصانع الكيماوية ، ومصانع الأسمنت ومعامل التكرير ,,, الخ)

أما النوع الثاني والذي ينتشر فيه تأثير المناخ علي الشبكة الكهربائية، وهو التلوث الزراعي , حيث أن خطوط الجهد وخاصة التي تكون أقل من ٤٤ ك,ف وهي الأوسع انتشارا حيث تمتد داخل المناطق الزراعية لمسافات طويلة وليست مرتفعة بشكل كافي بحيث يسمح بتفادي كمية الذرات والأتربة التي ترتفع من الأرض الزراعية مما عرضه لتلقي كميات كبيرة من الملوثات، ويظهر ذلك بشكل كبير في مقاطعة اللمبوبو في أقصي الشمال الغربي حيث تنتشر بها الرقعة الزراعية وتمتد من خلالها الشبكة الخاصة بمناطق الريف مما جعلها أكثر مناطق جمهورية جنوب إفريقية تعرضا للتلوث الزراعي ما جعل إدارة المقاطعة تبحث في إمكانية رفع أعمدة خطوط النقل لارتفاعات أعلي حتي تتفادي هذه الظاهرة وخاصة أن هذه الأعمدة هي أعمدة خشبية من السهولة تغيرها بأعمدة ذات ارتفاع أعلي.

ب . التضاريس:

تعد التضاريس أحد العوامل التي لها دورا مؤثرا على الشبكة الكهربائية حيث تلعب خصائص التضاريس من حيث التكوين الصخري ، وخصائصه وتنوع الانحدارات واختلاف في منسوبها ، ومن حيث المجاري التي تخترقها،

والكثبان الرملية وحركتها، وتتوقف تكلفة إنشاء الأبراج الحاملة والكابلات الأرضية علي طبيعة الارض من حيث استوائها وارتفاعها وليونتها أو صلابتها وتكوينها الصخري، ففي الأراضي الصلبة ترتفع فيها تكلفة إنشاء الشبكة الكهربائية بالمقارنة بالأرض السهلية, بسبب صعوبة الإنشاء وتعقيده واختيار طرق وأساليب خاصة للعام مع طبوغراقية المناطق الصعبة ، واختيار معدات ذات مواصفات تتلائم مع المناطق الصلبة (مصطفى عبد المجيد رحومة ، ٢٠١٦ ، ص ١٢٢).

وفي جمهورية جنوب إفريقية تمر الشبكة الكهربائية في المناطق الحضرية وهي عادة المناطق الساحلية مناطق صعبة ووعرة ومرتفعة في نفس الوقت ومن أهم هذه الخطوط في مقاطعات الكيب الشرقية وكوازولوناتال في البلاد حيث أنها أعلي مناطق الدولة حيث الارتفاع ، حيث أن ارتفاع السطح في جمهورية جنوب إفريقية من جهة الجنوب الشرقي بـ ٢١٠٠م (فاطمة مصطفى محمد سعد ، ٢٠٠٢ ، ص ١٥٣) وينتشر في هذه المناطق خطوط النقل ذات الضغط أو الجهد الفائق ، أما المناطق الأقل تحضرا أو المناطق الريفية القريبة منها وعادة ما تكون معظم هذه الخطوط ١٣٢ ك,ف فأقل .

ج – التربة:

تلعب التربة دورا مهما علي ممر الشبكات الكهربائية ، وعلي تكلفتها الإنشائية باعتبارها قاعدة لإقامة الأبراج الكهربائية ، ففي باطنها تمدد الكابلات الأرضية ، ومن خلالها يستكمل التيار دورته الأرضية وخاصة عند حدوث الدائرة في الخطوط ،بمعني أن الأرض تمثل دائرة التيارات القصيرة ، ويتوقف تأثيرها علي خصائصها الميكانيكية الصلبة في قوامها , ونسيجها وتأثيرها وخصائصه الكيماوية ، حيث أن لكل نوع من أنواعها مقاومتها النوعية للكهرباء بسبب اختلاف مكوناتها المعدنية ، ويجب معرفة نوع التربة من حيث تماسكها ، ودرجة صلابتها وليونتها ودرجة الرطوبة فيها ، أخذ عينات منها لإجراء الإختبارات والفحوصات اللازمة لمعرفة مكوناتها الأساسية ، ودرجة تحملها لإمكانية التعامل معها ومعالجتها في حالة احتياجها لبعض العناصر الكيماوية الضرورية للمحافظة علي مقاومتها النوعية وتعتبر الأرض الزراعية الرطبة مناسبة لمرور الشبكات الكهربائية إليها لجودة مقاومتها النوعية مقارنة بنظيرتها الرملية والصحراوية ، بينما لا تصلح الأراضي المغمورة بالمياه للتهديدات الكهربائية (مصطفى عبد المجيد رحومة ، ٢٠١٦ ، ص ١٢٢) .

٢) العوامل البشرية :

يتأثر مد شبكات الكهرباء بمنطقة الدراسة بالعديد من العوامل البشرية منها: حرم المسار، سهولة الوصول، المطارات، ومحطات الإرسال للإذاعتين المسموعة والمرئية والمباني والمنشآت العسكرية، والمناطق الصناعية وغيرها.

أ – حرم المسار:

بقصد بحرم المسار المسافة الفاصلة بين مكونات شبكة النقل والتوزيع والظواهر البشرية المجاورة لها يجب أن تتفادي خطوط نقل الكهرباء المرور بمناطق سكنية كثيفة السكان درءا لأخطار الحريق والصعق ، واذا اقتضت الضرورة مرور الخطوط بمناطق سكنية فيجب أن يكون مرورها بأقل عدد ممكن من المباني والمنشآت ، لأن قرب هذه المنشآت من خطوط الكهرباء يزيد من تكاليف إنشائها ، بسبب إجراءات الأمان التي تتخذ في تلك الحالات في معظم دول العالم تصدر قوانين تحدد هذه المسافة ، ويعمل بها إلا في جمهورية جنوب أفريقية لا يوجد قانون يحدد هذا وخاصة في

المناطق الريفية بجمهورية جنوب إفريقية ، ولكن يوجد هناك لوائح منظمة لمسارات الشبكة وان كانت غير ملزمة ، لأنها تتركز علي إجراءات السلامة المتبعة في مكونات الشبكة الكهربائية ، يوجد مرور خطوط الجهد العالي داخل المناطق الريفية في الأراضي الزراعية لتعبرها لكي تمر الي المناطق الحضرية داخل المقاطعات الأخرى ، وخاصة في مقاطعة مبومالنجا حيث أنها المركز الرئيسي لإمداد الشبكة الكهربائية داخل أنحاء جمهورية جنوب إفريقية ، ويشكل مرور مثل هذه الخطوط خطورة بالغة علي تلك الأراضي الزراعية المارة بها حيث أنها تعرقل زراعتها كما أنها جزء من مساحتها والتي عادة ما يمتلكها مزارعون صغار ، كما أنها تؤثر علي صحة الإنسان نظرا إلي هذه الجهود ينشأ عنها مجال كهربائي وأخر مغناطيسي ، يصل تأثيرها في المجال الجوهري بالمواصلات والذي يمر مداه الي ٣٠٠م ، ويؤثران بصفة مباشرة علي الأنسجة للمخ وأعضاء الجسم مما يسبب حركة معاكسة لطبيعة الخلايا البشرية.

ب – سهولة الوصول:

تعد سهولة الوصول من أهم الضوابط البشرية التي تؤثر في مسار الشبكة (فائزة بنت جان عبد الخالق، ١٩٩١، ص ٢٤٣) حيث تحتاج خطوط الكهرباء إلي مراقبة مستمرة وصيانة دورية، مما يتطلب سهولة الوصول إليها عن طريق شبكة طرق جيدة، أحد العوامل التي تساعد علي مد الشركة الكهربائية، وغالبا ما تسير هذه الطرق متوازنة مع شبكة النقل وتبتعد عنها ما بين ٢ الي ٥ كم، ولا تبتعد إلا في مناطق الدوران في المناطق السكنية، الخ) .

وفي حالة ابتعاد الخطوط عن الطريق كثيرا تشق لها طرق فرعية، بحيث يمكن الوصول اليها بسهولة.

ج – الكتل السكانية والمناطق الصناعية:

تعد الكتل السكنية أحد العراقيل التي تقف أمام مد شبكة الكهرباء وتحد من انتشارها حيث نجد أن معظم خطوط الجهد التي تكون قريبة من المناطق السكنية تكون ذات جهد متوسط إلي منخفض نظرا لخطورتها علي المباني والمنشآت السكنية والسكان في المقام الأول ، ولذلك تكون شبكة النقل والتوزيع داخل الكتل السكنية مغطاه ومعزولة في باطن الأرض ولذلك يجب أن تكون المنازل بعيدة عن خطوط الشبكة بمسافة يمكن من خلالها تفادي خطوط الكهرباء علي الإنسان أما بالنسبة للمناطق الصناعية فهي عادة ما تكون علي أطراف المدن ، حيث يأخذ في الحسبان التخطيط عند إقامة الشبكة الكهربائية ، أن تدخل الكهرباء من خلال تلك المناطق لتوفير الكهرباء ، لاحتياجها العالي منها وحماية الكتل السكنية من أخطارها .

هناك ارتباط وثيق الصلة بين حجم السكان واستهلاك الكهرباء ومد شبكات الكهرباء حيث تتميز المناطق كثيفة السكان بوجود نشاط اقتصادي كثيف يعتمد بالدرجة الأولي على توافر الطاقة الكهربائية والعكس صحيح بالنسبة للمناطق غير كثيفة بالسكان، لذا فالارتباط طردي بين كثافة شبكات النقل التي تمثل شرايين نقل الحياة والازدهار البشري والاقتصادي (محمد عبده بدر الدين، بدون تاريخ، ١٣٢).

ويرجع الارتباط الوثيق بين كثافة السكان وشبكات نقل الكهرباء إلي وجود نشاط اقتصادي كبير يحتاج الي كمية كبيرة من الكهرباء التي تدخل في إدارة وتشغيل المعادن ، يتباين حجم حركة النقل وكثافة شبكات الكهرباء تبعا لعدة معايير منها تنوع النشاط الاقتصادي وأنماطه ومستواه وهذا يفسر تباين كثافة شبكات النقل في الأقاليم الصناعية وبين الأقاليم الزراعية وتزداد الحاجة في المجتمعات الصناعية كثيفة السكان إلي شبكات كثيفة من الكهرباء ، حيث المدن

كثيفة السكان تحتاج الي كميات كبيرة من الكهرباء التي بات تدخل في الكثير من المجالات المختلفة (محمد محمود الديب (أ) ، ١٩٩٩ ، ص ٦١٦)

د – عوامل أخري:

هناك عوامل تؤثر على شبكات الكهرباء بمنطقة الدراسة وتؤثر في الإجراءات المتبعة عند نشأتها ومنها تقاطع خطوط الشبكة مع الطرق، ومع بعضها البعض، ومع خطوط الهاتف، والاتصالات السلكية وبالنسبة للطرق فإنه يراعي أن يكون الخط مارا على ارتفاع لا يقل عن ٦ أمتار من سطح الطريق، وذلك عند أقصي درجة حرارة للموصل أما الطرق الرئيسة فإن ارتفاع الخطوط الناقلة للكهرباء يزداد ليصل إلى ٨ أمتار من سطح الطريق (محمد محمود الديب (أ)، ١٩٩٣، ص ٦٠٠)،

أما بالنسبة لقطرة الهاتف ، والاتصالات السلكية ، فإنه يراعي عند تقاطع جهد منخفض مع كابلات الهاتف الأرضية ألا تقل المسافة الأفضية بين هذه الكابلات وأقرب قطب أراضي لعمود في الشبكة عن ٨ أمتار في المناطق السكنية ، وتزاد الي ٢٥ مترا في المناطق أما المطارات تقضي تعليمات الطيران السكنية (محمد عزت الشيخ ٢٠٠٥ ، ص ١٦١) المدنية الدولية على أن تكون بداية الانعطاف أو الانحراف الطائرة في اقترابها للأرض من (١ إلى ١٠٠ متر) وذلك فإن هيئات الطيران المدني المسئولة عن الهبوط في حدود المطارات اضافة من اصطدام الطائرات بأبراج تلك الشبكات ومما سبق يمكن القول بأنه علي الرغم من أن مد وانشاء شبكات نقل وتوزيع الكهرباء يعد عملا هندسيا من الدرجة الأولي إلا أنه يتأثر تأثرا واضحا بالعوامل الجغرافية والاقتصادية .

الفقد الكهربي في الشبكة:

يطلق على الفرق بين كمية الكهرباء المشتراه (المرسلة) وكمية الكهرباء المباعة الفقد في الكهرباء، ويزيد الفقد الكهربائي كلما زادت مسافة النقل (sagers,P ,290,١٩٨٦) وترجع أسباب الفقد بصفة عامة إلي أسباب فنية ناتجة عن سريان الكهرباء خلال مكونات شبكات التوزيع، وخصائص هذه المكونات، ومدي مناسبتها لكمية الكهرباء المارة بها وأسباب تجارية ناتجة عما يحدث بعمليات القياس، وتسجيل الكهرباء المباعة أو المشتراه بالإضافة إلي سرقات التيار الكهربائي (محمد سليمان، ٢٠٠٨، ص١٧١).

١) الفقد الفني:

هو الفقد في الطاقة الكهربائية في مكونات الخطوط، وشبكات التوزيع وأجهزة القياس ومن أسباب هذا الفقد بمنطقة الدراسة:

– وجود بعض مقاطع الكابلات التي لا تتناسب أحمالها مع أحمال الشبكة.

– تعد مصادر التغذية عن مراكز الأحمال في بعض الأحيان – انخفاض معامل القدرة لدي بعض المشتركين

٢) الفقد التجاري :

هو عبارة عن الكهرباء المستهلكة دون دفع قيمتها، وهو فقد غير طبيعي، والمفروض نظريا عدم وجوده، ويمكن تفصيل عناصر الفقد التجاري كما يلي:

١ – سرقات التيار:

ويقصد بها استهلاك طاقة كهربائية بتوصيلات غير قانونية، مثلما يحدث عند سرقات التيار من توصيلات عامة بدون تركيب عدادات أو عند تلاعب بعض المشتركين في عداداتهم سواء بتعطيلها، أو إبطاء حركتها، بفرض عدم احتساب الاستهلاك الصحيح لهم.

– الأخطاء الإدارية:

ويترتب عليها عدم احتساب جزء من التيار المستهلك لدي بعض المشتركين كما في الحالات التالية:

– عدم احتساب كميات الطاقة المستهلكة ببعض دور العبادة، أو بعض الإدارات والمنشآت التابعة لقطاع الكهرباء ذاته.

١– تأخر اكتشاف العدادات المعطلة.

٢– القصور في الرقابة على إنارة الشوارع نهارا (محمد سليمان، ٢٠٠٨، ص١٧٢ ،١٧٣)

٣– الفقد الذاتي:

وهو المتعلق بتصميم نظام القدرة ذاته، وطبيعته، ومن أهم مصادره الفقد في خطوط النقل والفقد في المعدات (محمد صلاح الدين حمدي، ٢٠٠٦، ص١٨)،

– هذا وتتباين نسبة الفقد في شبكات توزيع الكهرباء بجمهورية جنوب إفريقية من عام لآخر،

جدول (٣) تطور نسبة الفقد في شبكات توزيع الكهرباء بجمهورية جنوب إفريقية خلال الفترة (٢٠١٠–٢٠٢١م)

العام	نسبة الفقد الكهربائي في جمهورية جنوب أفريقية%
٢٠١٠	٧,٤
٢٠١١	٧,٢
٢٠١٢	٨,٢
٢٠١٣	٨,٣
٢٠١٤	٧,٨
٢٠١٥	٨,٢
٢٠١٦	٨,٢
٢٠١٧	٨,٤
٢٠١٨	٨
٢٠١٩	٧,٩
٢٠٢٠	٧,٥
٢٠٢١	٨,٣

الجدول من إعداد الباحث اعتمادا علي:

هيئة تنظيم الطاقة الوطنية (nersa) بجمهورية جنوب أفريقيا، www,nersa,gov,za

يتبين من تحليل الجدول (٣) الآتي:

حيث تتراوح نسبة الفقد العام في جمهورية جنوب إفريقية ما بين ٧,٢% كنسبة أقل عام ٢٠١١ أقل نسبة فقد كهربائي ٨,٥٪ كنسبة أعلي عام ٢٠٢٠ أعلي نسبة فقد كهربائي في هذه الفترة ويلاحظ من الجدول أيضا تذبذب نسبة الفقد العامة فقد ارتفعت من ٧,٤٪ عام ٢٠١٠ الي ٨,٣% عام ٢٠١٣ ، ثم انخفضت عام ٢٠١٤ إلي ٧,٨٪ ثم ارتفعت نسبة الفقد الكهربائي في جمهورية جنوب أفريقية مرة أخري حتي وصلت نسبة الفقد الكهربائي إلي ٨,٤% عام ٢٠١٧ ثم انخفضت الي ٨٪ عام ٢٠١٨م ثم أخذت في الارتفاع مرة أخري حيث بلغت نسبة الفقد الكهربائي ٨,٥٪ عام ٢٠٢٠م ثم انخفضت نسبة الفقد الكهربائي عام٢٠٢١ حتي تصل الي ٨,٣٪ نسبة الفقد الكهربائي .

ويلاحظ أن نسبة الفقد الكهربائي العام في جمهورية جنوب إفريقية تتذبذب ما بين الارتفاع والإنخفاض في تلك الفترة من عام (٢٠١٠ – ٢٠٢٠)، ويرجع ذلك لقلة الصيانة الدورية التي وأهمها تقوم بها الشركات القائمة على التوزيع وأهما شركة اسكوم وتهالك بعض أجزاء شبكات التوزيع وزيادة الحمل بالإضافة إلى تلوث العوازل الكهربائية.

النتائج والمناقشات:

فى النهاية يمكن استنتاج الحقائق التالية: –

١– إن مراحل نقل الكهرباء تمر بأربع مراحل مختلفة:

- مرحلة نقل الجهد مرحلة توفر خطوط النقل مرحلة تخفيض الجهد مرحلة توزيع الكهرباء وتشمل الخطوط الهاوائية ومنها الأبراج والأعمدة أو الكابلات الأرضية المعزولة.

٢– شبكة نقل الكهرباء وتوزيعها بجمهورية جنوب أفريقيا تأثرت بالعديد من العوامل الجغرافية طبيعية (التضاريس – المناخ –التربية) بشرية (حرم المسار – سهولة الوصول –الكنل السكنية –المناطق الصناعية)

٣– تعد مشكلة الفقد الكهربائي بجمهورية جنوب أفريقيا مشكلة اقتصادية معقدة ويتعدد الفقد الكهربائي ما بين الفقد الفني – الفقد التجاري– الفقد الذاتي)

مقترحات البحث:

١– التغلب على مشكلة الفقد الكهربائي لما تمثله من مشكلة اقتصادية معقدة.

٢– تطور مكونات شبكة نقل الكهرباء بجمهورية جنوب أفريقيا نتيجة تزايد أعداد السكان وزيادة الطلب على الكهرباء بجمهورية جنوب أفريقيا.

٣– تكوين لجان لمكافحة سرقة التيار الكهربائي بجمهورية جنوب أفريقيا.

٤– نشر ثقافة ترشيد الاستهلاك بين سكان جمهورية جنوب أفريقيا.

٥– إحلال وتجديد خطوط النقل الكهربائي لجمهورية جنوب أفريقيا.

المراجع:

(أولا) المراجع العربية:

- سلطان فولي حسن، جغرافية الطاقة، الطبعة الاولي، دار المؤيد، الرياض، ٢٠٠٦
- سعيد احمد عبده، جغرافية نقل الطاقة في مصر، الانجل المصرية، القاهرة، ١٩٨٦
- فاطمة مصطفي مهران، جمهورية جنوب إفريقية، دراسة الجغرافيا السياسية، رسالة ماجستير غير منشوره، معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة، ١٩٩٤
- فاطمة مصطفي محمد سعد، تصدير الغاز الطبيعي المصري، دراسة في جغرافية الطاقة، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٥٢، الجزء الثاني، القاهرة٢٠٠٢م.
- فائزة محمد كريم جان عبد الخالق، إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية بنات، جده، ١٩٩١م.
- محمد احمد مرعي، كهربة الريف، المشكلات الحلول، والاثار، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، حالة قرية الابعادية، مركز الحامول، أعمال المؤتمر الدولي لقسم الجغرافية (الطاقة في إفريقية –الإمكانات والمشكلات) معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة، الجزء الأول (١٥– ٢٦مارس)٢٠٠٧
- محمد احمد علي سليمان، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة البحر الأحمر، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، رسالة ماجستير غير منشوره، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٨.
- محمد عزت محمد الشيخ، الطاقة الكهربائية في محافظة الدقهلية، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، رسالة ماجستير غير منشوره، كلية الآداب، جامعة طنطا،٢٠٠٥.
- محمد محمود إبراهيم الديب، الجغرافية الاقتصادية، الانجل المصرية، القاهرة، ١٩٧٨.

(ثانيا) المراجع الأجنبية:

Alexander, j.w., jobson l.,Economic Geography , nd (Ed) , prentice . Hall international, London, lava.

2) Bruno,B,Electricity production from solar and wind in Germany ,fraun hofer in ststute for solar energy systems, Freiburg, Germany August 2013

3)Godfrey, B., Renewable energy, power for A sustainable future. oxford university press, oxford ,2004.

4) statistics south Africa, statical release census, p030, 2.4,2001.

5) statistics south Africa, statical release census, p9 110, 2016.

6) statistics south Africa, statical release census, p030, 2018.

مواقع الانترنت:

1)http://www.Eskom .com . Heritage report ,2018.

2)http://www.financial results za .com.

3)http://www.nersa.gov.electricity,supply statistics,afeica.

4)http://www.Eskom .com . report ,2016.

5)http://www.statssa.gov,za south African statistics ,2018.

6)http://www. statistics south Africa, mid.year electricity estimates,2016 .

Abstract:

From the foregoing in this research, it is clear that the Republic of South Africa is one of the largest countries in the African continent in terms of the development of electricity production, and it is one of the first countries in the world to produce electricity since 1882. Electricity and its distribution is the link between production and consumption, as it represents the last integrated stages in the production of electric power, and the efforts used to transmit and distribute electricity in the Republic of South Africa are divided into lines of voltage between 765, 533, 400 kilovolts. Between 275, 220, and 132 kilovolts, and low-frequency lines between 44 and 132. 11:44. Electricity transmission and distribution networks, when they are laid, are affected by many natural and human factors, including natural factors (climate, topography, soil), human factors (road lanes, ease of access, population masses) and other factors that have an impact on the electrical network in the Republic of South Africa. The problem of electrical loss in the electricity network is a complex economic problem because it represents a great waste of financial resources, which is the diversity of electrical losses between technical losses, commercial losses, and self-losses. The percentage of electrical losses is found in the Republic of South Africa.

Keywords: South Africa, electricity production, Electricity transmission and distribution.