مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Engineering Science Series Vol (23) No (10) 2001

أثر البيئة في أعطال الشبكات الكهربائية في المنطقة الساحلية

الدكتور محمد زهيرة*

(قبل للنشر في 2000/2/10)

الملخّص

تمت في هذا البحث دراسة أثر الظروف البيئية المحيطة في الأعطال التي حدثت على الشبكات الكهربائية 220 kV 66 kV، 20 kV *الممددة في المنطقة الساحلية، وذلك برصد الأعطال خلال الفترة من* 1985*إلى*7 199، *مع أخذ الشروط الجوية السائدة في المنطقة (رطوبة – مطر – درجة حرارة الوسط الخارجي – سرعة الريح – انفراغات برقية – حالة الجو: غائم، مشمس) بعين الاعتبار.*

وبينت النتائج الإحصائية أن أغلب الأعطال على شبكات 220 kV، 66 kV *حدثت في فصل الصيف، خلال ساعات الصباح الباكر، بين الساعة الثانية والسادسة صباحاً، مما يدل على أن سبب هذه الأعطال يعود إلى انحلال الأوساخ المتراكمة على العازل نتيجة الرطوبة والندى، كذلك بينت نتائج هذه الدراسة أن سبب أغلب الأعطال التي تحدث في شبكات* 20 kV *يعود إلى الانفراغات البرقية.*

وبينت نتائج الدراسة أن انهيار المحولات يتم على مدار ساعات اليوم، وأن عدد المحولات المنهارة في الريف خلال فصل الشتاء، أكبر من عدد المحولات المنهارة في المدينة في الفصل نفسه، وعلى العكس من ذلك خلال فصل الصيف كذلك فإن عدد المحولات المنهارة المتوضعة على أبراج خشبية، يزيد عن عدد المحولات المنهارة المتوضعة على أبراج معدنية. وللمقارنة تم أخذ عدد المحولات المنهارة في حلب وتوزعها خلال الفترة نفسها، مع أخذ الظروف الجوية بعين الاعتبار، وأخذت هاتان المنطقتان لاختلاف ظروفهما المناخية. وقد بينت النتائج أن عدد المحولات المنهارة في اللاذقية يزيد عن عدد المحولات المنهارة في حلب، خلال فصل الشتاء، وتقل عنها في أشهر الصيف.

ولدراسة أثر نوع الأبراج على انهيار المحولات تم أخذ خط 20 kV*، الذي يصل بين محطة تحويل السن وقرية عين الشرقية، حيث يمتد الخط على أبراج خشبية في منطقة تكثر فيها الانفراغات البرقية. وبعد تأريض العوارض المعدنية الحاملة للعوازل لاحظنا تناقص عدد الأعطال على الخط بشكل كبير.*

***أستاذ مساعد في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (23) No (10) 2001

The Effect of the Environment on the Electrical Networks Faults in the Coastal Area

Dr. Mohammd ZHIRH*

(Accepted 10/2/2000)

□ ABSTRACT □

In this research, the effect of environment on electric network faults in the coastal area has been studied. The network voltage levels understudy are 20 kV, 66 kV and 220 kV. The study has been performed by observing the faults between the 1985 to 1997 by taking into account the atmospheric conditions in this area (moisture, rain, outside temperature, the wind speed, lightning discharges and atmospheric situation, cloudy or sunny). Most of the faults occur during early hours in the morning (between two and six). This shows that the occurrence of the faults are because of the decaying of dirt on the insulator by the cause of moisture.

Also the results of these studies show that the reason of most faults which happen in the networks 20 kV are related to the lightning discharges.

The results of studies show that the transformer breakdown happen during all day. The number of broken down transformers in the countryside during winter is greater than those in the towns in the same season. The opposite happens during summer. The number of failure transformers located on wood poles exceeds the numbers of failed transformers which are located on metal towers.

We have studied the numbers and distribution of the faulty transformers in Aleppo in the same period taking into consideration the atmospherical circumstances. These two regions are considered for the differences in their atmospherical circumstances. The results show that the number of broken down transformers in Lattakia exceeds the numbers of broken down transformers in Aleppo during the winter and is less in summer. To study the effect of towers on the transformers faults, the line 20 kV which connects between Elsin transformation station and the village of Ain El-sharqi is considered. This line is located on wood poles in a region where lightning discharges frequently occur. The number of faults is less after earthing the metal girdle which carried the insulators.

* **Associate Professor at the Department of Electrical Power, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

بدأت دراسة الأثر المتبادل بين الشبكات الكهربائية والبيئية المحيطة بها، منذ ثلاثينيات هذا القرن، وقد بينت نتائج هذه الدراسات، أن قدرة العوازل الهوائية على تحمل الإجهادات الكهربائية المطبقة عليها تنخفض بشكل كبير نتيجة تراكم الأوساخ عليها[2,1] .كذلك تسبب الانفراغات البرقية التي تصيب الشبكة الكهربائية،بشكل مباشر أو غير مباشر تحريض توترات زائدة تتنقل على الشبكة على شكل موجات مسافرة،حتى تصل إلى تجهيزات الشبكة فتسبب تلفها [3]. أما الإجهادات الحرارية الناتجة عن الأشعة الشمسية ودرجة حرارة الوسط الخارجي، فتسبب زيادة في درجة حرارة المادة العازلة، مما يؤدي إلى زيادة الضياعات فيها، أو حدوث انهيار حراري لهذه المادة [4].

لهذا السبب قامت الجهات العالمية المختصة (الهيئة الدولية للنظم الكهرتقينية IEC)، بوضع اختبارات محددة لدراسة سلوك العوازل المستخدمة في الشبكات الكهربائية، نتيجة تأثير البيئة المحيطة فيها. ولا تأخذ هذه الأختبارات بعض الظروف والشروط الخاصة لبلادنا بعين الاعتبار، لذلك قامت بعض الجهات الوطنية بإجراء العديد من التجارب والدراسات، لتحديد الأثر الدقيق للبيئة المحيطة في بعض التجهيزات الكهربائية [5].

تم في هذا البحث رصد الأعطال التي حدثت على تجهيزات الشبكات الكهربائية، ذات الجهود 220 KV, 66 KV, 20 KVالممددة في المنطقة الساحلية (اللاذقية – وطرطوس)، من عام 1985 ولغاية 1997، كما تم رصد الظروف الجوية السائدة في المناطق المذكورة؛ من انفراغات برقية –رطوبة – درجة –حرارة الوسط الخارجي –سرعة الريح – حالة الجو (غائم –مشمس) للفترة الزمنية نفسها [6]، وعلاقة كل ظرف من هذه الظروف بالأعطال التي تحدث على الشبكة وبشكل خاص على محولات القدرة 20/0.4kv، وتقديم بعض الاقتراحات والحلول التي تساعد في الحد من هذه الأعطال.

الدراسة الإحصائية:

نلاحظ من منحنيات الأعطال على شبكات 220 KV و 66 KV، الشكلين (1–2)، أن الأعطال تكون أكبر ما يمكن في أشهر الصيف، وخلال الساعات الأولى من الصباح الباكر، مما يدل على أن سبب هذه الأعطال، يعود إلى تراكم الأوساخ على هذه العوازل خلال اليوم، وانحلالها في ساعات الصباح الباكر نتيجة تشكل الندى. وتم إجراء دراسة مخبرية في مخبر التوتر العالي في جامعة القاهرة، ومركز الجهد العالي التابع لهيئة كهرباء مصر؛ لمعرفة مدى ملاءمة الشروط الواردة في IEC 507 لظروف الاتساخ في بلدنا[7].

أما الأعطال خلال أشهر الشتاء فتكون قليلة؛ لأن أثر الصواعق على هذه الشبكات قليل جداً، بسبب وجود خط أرضي في أعلى هذه الشبكات، وبالتالي فإن الأطوار لا تتعرض إلى إصابة مباشرة بصاعقة، وعند إصابة الخط الأرضي إصابة مباشرة بصاعقة، تبلغ قيمة التوتر المتحرض في الطور 25% من قيمة التوتر المتحرض في نقطة الإصابة مع العلم أن احتمال إصابة الخط الأرضي إصابة مباشرة بصاعقة يبلغ [8]:

$$M_L = 4h.10^{-3} N_g L$$

h: ارتفاع الخط الأرضي بـ m

L: طول الشبكة بـ Km

N_g: احتمال إصابة Km^2 الواحد بصاعقة في العام، وتعطى بالعلاقة [9]:

$$N_g = 0.04.T_d^{1.25}$$ انفراغ برقي / كم^2 في العام

T_d: عدد الأيام العاصفة.

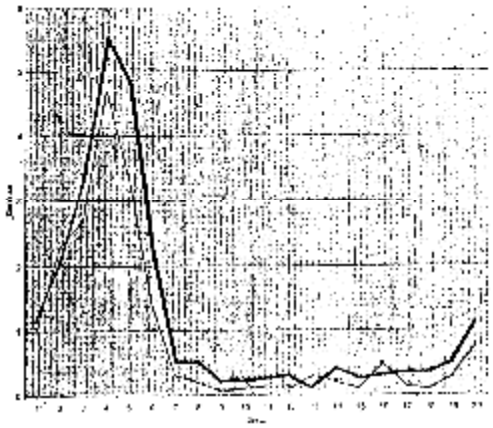
وقيمة التوتر المتحرض في نقطة الإصابة: $U_0 = I_0 . Z_0$ [Kv]

I_0: تيار الصاعقة.

Z_0: المقاومة الموجية للخط.

وهذه التوترات الزائدة تنتقل على الخط على شكل موجة مسافرة، تتخامد الموجة على طول الخط نتيجة الانهيارات المتكررة لقرون التفريغ، وتسرب تيار الصاعقة في الأبراج القريبة من منطقة الإصابة[10]، والضياعات التي تحدث على الخط، مما يحد من مطال موجة التوتر الواردة إلى المحطات. أما سقوط الصاعقة بالقرب من هذه الشبكات فغالباً ما يكون ذا تأثير ضعيف فيها؛ لأن التوتر المتحرض في الأطوار في هذه الحالة يكون صغيراً، مقارنة بتوتر العزل البرقي لهذه الشبكات.

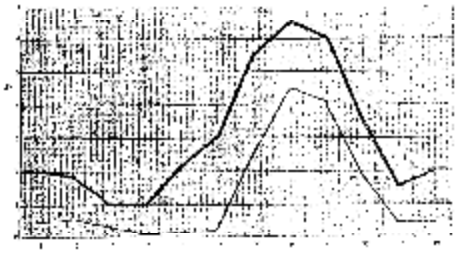
وتوجد بعض الأعطال على هذه الشبكات سببتها الرياح العاتية، وخاصة على شبكات 66 Kv. أما الأعطال على شبكات 20 Kv فتعود إلى أسباب تتعلق بظروف التشغيل (مثل قلة الصيانة – زيادة الحمل)، أو إلى أسباب تتعلق بالظروف الجوية والبيئية المحيطة، والتي بينت جداول الأعطال في مديريات الكهرباء في المحافظات، أن أغلب الأعطال تعود إلى هذه الظروف، وأخطر الأعطال الناتجة من الظروف الجوية التي يستغرق إصلاحها زمناً طويلاً



شكل (1) عدد الأعطال خلال ساعات اليوم

خط 66 kV طرطوس بانياس

خط 220 kV طرطوس بانياس



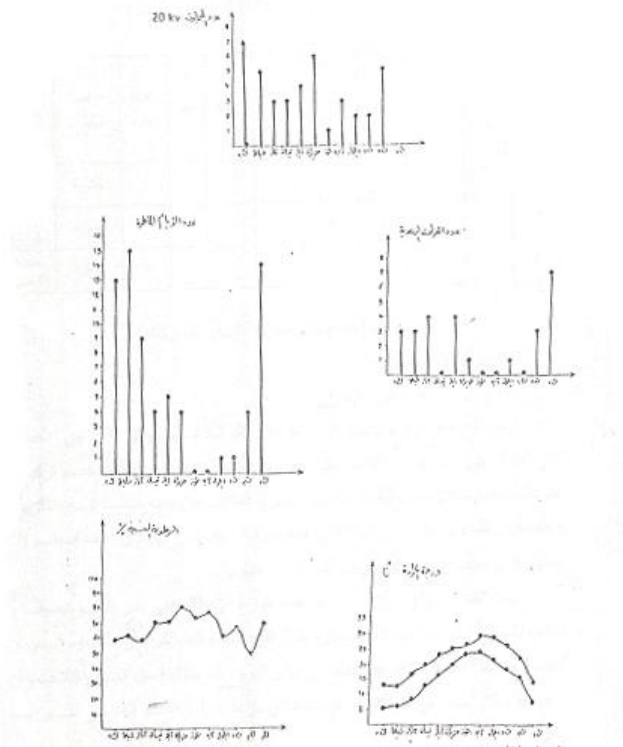
الشكل (2) متوسط عدد الأعطال خلال أشهر العام

خط 66 kV طرطوس بانياس

خط 220 kV طرطوس بانياس

هو انهيار محولات 20 / 0.4 kv ،التي تغذي المستهلك بالطاقة الكهربائية، وتتوضع هذه المحولات _غالباً_ على أبراج معدنية أو خشبية في الريف ،في حين تستخدم المراكز مسبقة الصنع في المدن.

ولمعرفة العلاقة بين عدد المحولات المنهارة والظروف الجوية السائدة، وضعت المنحنيات التي تبين توزع المحولات المنهارة خلال أشهر العام، والظروف الجوية السائدة (عدد الأيام العاصفة) – الرطوبة –الأيام الماطرة – درجة الحرارة العظمى والصغرى لنفس الفترة الشكل (3)



الشكل (3) العلاقة بين عدد المحولات المنهارة والظروف الجوية السائدة خلال أشهر العام في محافظة اللاذقية .

ولدراسة احتمال الانهيار نتيجة الحمولة الزائدة على المحولة (ساعات الذروة)، تم أخذ منحني الحمولة اليومي ليوم صيفي (21 حزيران)، ويوم شتوي (21 كانون أول)، لتحديد ساعات الذروة ،وأخذت هذه المنحنيات من خرج محولات KV 66، بفرض أن هذه المحولات تغذي مراكز تحويل، لها منحني الحمل اليومي نفسه،باعتبار أن أغلب الطاقة تستخدم في الاستهلاك المنزلي.

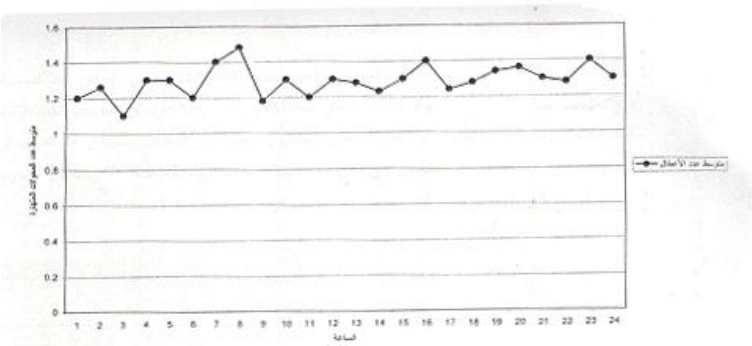
ولتحديد أثر كل ظرف من هذه الظروف في انهيار المحولات، تمَ ترتيب النتائج الإحصائية ،على سبيل المثال، كما في الجدول رقم (1):

الجدول (1) جدول احتمالي لانهيار المحولات

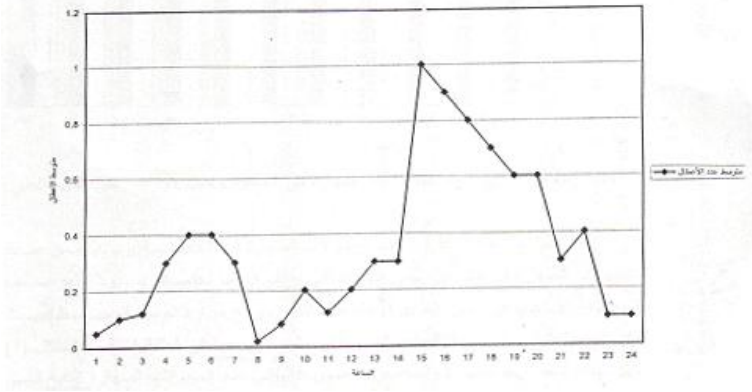
رقم المحولة	تاريخ وساعة الانهيار	انفراغات برقية	إشعاع شمسي	درجة حرارة الوسط الخارجي	سرعة الريح	رطوبة	مطر	حمولة زائدة	الأعمدة المستخدمة	مكان توضع المحولة
1		+	-	-	+	-	+	+	خشبية	ريف (برج)
2		+	-	-	-	-	+	-	خشبية	ريف (برج)
3		-	-	-	+	-	-	+	معدنية	مدينة (أرضي)

+ تعني أن الاحتمال وارد.

– تعني أن الاحتمال غير وارد.



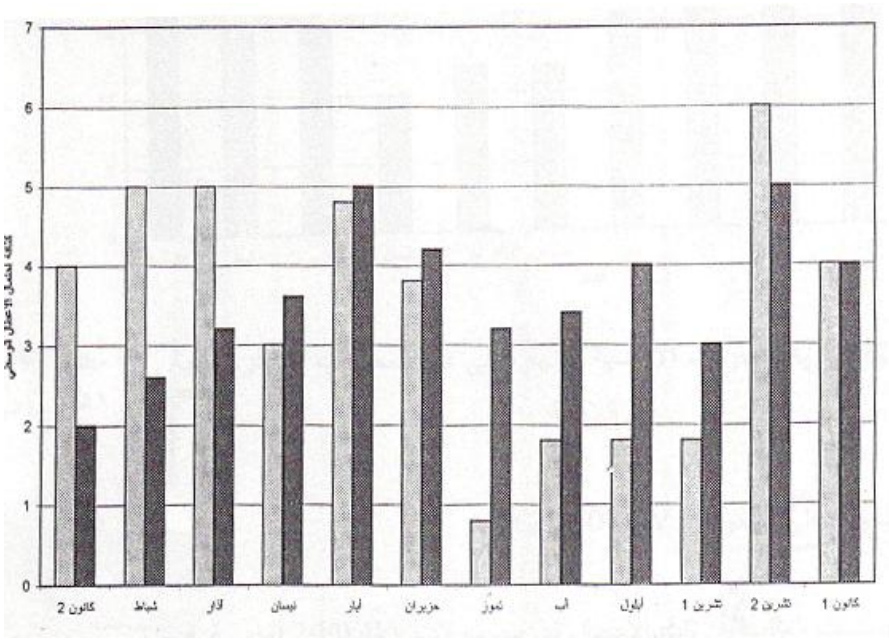
الشكل (4) القيمة الوسطية لتوزع الأعطال من 1 / 11 / لغاية 5/1/
خلال الأعوام 1985 – 1997



ومن الدراسة الإحصائية تبين أن الانفراغات البرقية ،تسبب حوالي 70% من الأعطال التي تحدث على المحولات وبالكشف على بعض مواقع هذه المحولات تبين عدم تركيب مفرغات الجهد بشكل صحيح ،أو عدم اختيار المفرغ المناسب من حيث شدة تيار التفريغ ،وخاصة في المناطق التي تكثر فيها الانفراغات البرقية. وقد تبين كذلك ،أن أغلب المحولات المنهارة في فصل الصيف تتوضع في أقبية عديمة التهوية.

يبين الشكلان (4) و(5) القيمة الوسطية لتوزع الأعطال على مدار اليوم، صيفاً وشتاءً، ونلاحظ أن توزع المحولات المنهارة خلال فترة الشتاء ثابت تقريباً ،و هذا يعود إلى أن احتمال حدوث الانفراغات البرقية ثابت على مدار اليوم أما خلال فصل الصيف ،فنلاحظ أن أغلب الأعطال تحدث في فترة الظهيرة ،حيث تكون درجة حرارة الوسط الخارجي أكبر ما يمكن.

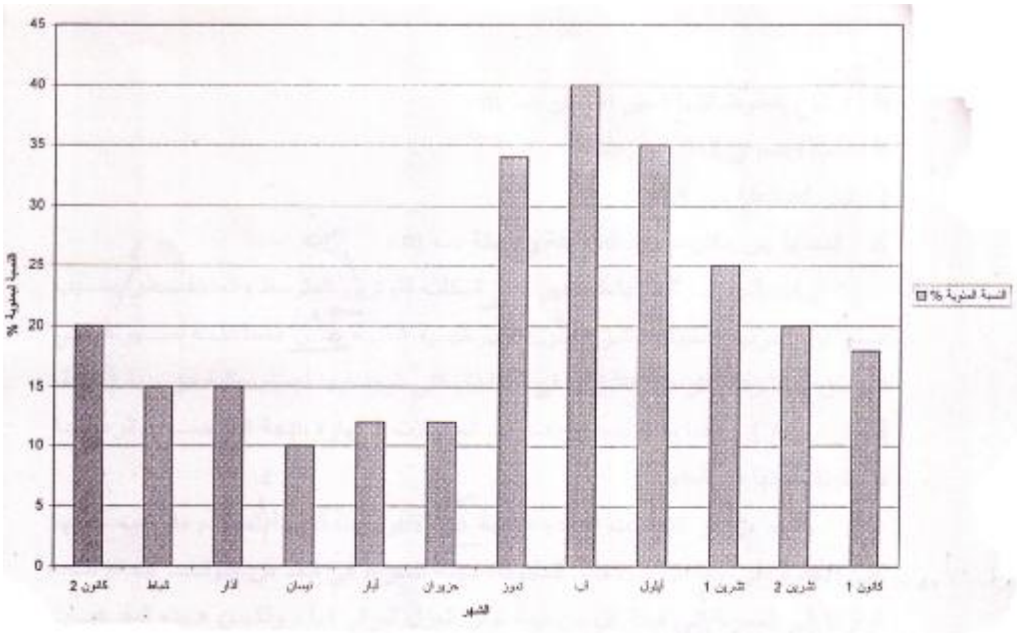
ويبين الشكل (6) مقارنة بين القيمة الوسطى للمحولات المنهارة في كل من اللاذقية وحلب، على مدار أشهر العام وقد أخذت هاتان المنطقتان بعين الاعتبار بسبب اختلاف الظروف المناخية بينهما، ففي حين يسود طقس معتدل ورطب في الساحل صيفاً وعاصف وماطر شتاءً، يسود في حلب طقس حار وجاف صيفاً وعدد الأيام العاصفة أقل شتاءً
(اليوم العاصف هو اليوم الذي يسمع فيه صوت الرعد من برج رصد محدد).



الشكل (6) مقارنة بين عدد المحولات المنهارة في اللاذقية وحلب موزعة على أشهر العام

ونلاحظ من هذا الشكل، أن عدد المحولات المنهارة في اللاذقية، يزيد عن عدد المحولات المنهارة في حلب، في أشهر الشتاء التي يرتفع فيها احتمال حدوث العواصف الرعدية، وتقل عنها في أشهر الصيف، وهذا عائد لتأثير درجة حرارة الوسط المحيط، حيث تكون درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي في حلب أكبر منهما في اللاذقية.الشكل (7) يبين نسبة المحولات المنهارة والموضوعة ضمن بناء ،إلى عدد المحولات المنهارة الكلية في اللاذقية. ومنه نلاحظ ازدياد هذه النسبة بشكل كبير جداً خلال أشهر الصيف، وهذا عائد إلى عملية التبادل الحراري بين المحولة والوسط الخارجي؛ إذ تقل كمية الحرارة المطروحة عبر غلاف المحولة بازدياد درجة حرارة الوسط المحيط.

وسوف نبين_ فيما يلي_ أثر كل ظرف من الظروف الجوية في أعطال المحولات.



الشكل (7) النسبة المئوية للمحولات الأرضية المنهارة إلى عدد المحولات المنهارة الكلية في اللاذقية

أثر الظروف الجوية في المحولات 20 / 04 KV:

1- أثر البرق:

تبين الإحصائيات العالمية ،أن ثلث الأعطال في محولات 20/0.4kv ناجمة عن الانفراغات البرقية، ويمكن أن تصيب الانفراغات البرقية المحولة إصابة مباشرة / 10 / ، وهذا الاحتمال ضعيف جداً.

كذلك يمكن إصابة الطور إصابة مباشرة بصاعقة، وهذا يسبب انقطاع الخط، وتسبب هذه الموجة حدوث قصر بين الأطوار الثلاثة، أو بين الطور والأرض ،وبالتالي فصل الخط.

نتيجة الإصابة المباشرة للخط بصاعقة، يمكن حساب عدد مرات الفصل لكل 100 كم من العلاقة [11]:

$$N = 4.10^{-3}. N_g.100$$

وعند حدوث انفراغ برقي بين غيمتين، سوف تتحرض في الخط توترات زائدة ذات قيمة منخفضة لا تؤثر في المحولة وعند سقوط الصاعقة بالقرب من الشبكة تتحرض فيها توترات زائدة تعطى قيمتها بالعلاقة:

$$u = \frac{30 .h.k.I_0}{x}$$

h: ارتفاع خطوط الشبكة عن الأرض بـ m.

k: ثابت ويساوي 1.2.

I: تيار الصاعقة بـ KA.

X: المسافة بين مكان سقوط الصاعقة والشبكة بـ m.

وهذه التوترات تؤثر بشكل كبير في شبكات التوتر بين المتوسط والمنخفض، بسبب صغر توتر عزلهما نسبياً، وتنتشر الحقول الكهرطيسية الناتجة من الصاعقة بسهولة في المناطق المكشوفة، أكثر من انتشارها في المناطق التي توجد فيها أجسام عالية مؤرضة (أبنية، أشجار.. إلخ)، وهذا يفسر سبب زيادة عدد المحولات المنهارة نتيجة العواصف الرعدية في الريف، عنها في المدينة.

وللحد من أثر التوترات الزائدة الناتجة من الانفراغات البرقية، تستخدم مفرغات جهد على الأطوار في جهة التوتر العالي للمحولة، مهمة المفرغ هي الحد من التوترات الزائدة الواردة إلى المحولة ،إلى قيمة اقل من قيمة توتر العزل البرقي لها. ولكن هذه المفرغات تنهار كثيراً مع أول سقوط للمطر. وخاصة في المنطقة الساحلية، مما يجعل المحولة بدون حماية ؛لذلك لا بد من اختبار أثر الاتساخ في هذه المفرغات.

ولضمان عمل هذه المفرغات بشكل صحيح وجيد، لا بد من أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار:

- الاختيار الصحيح للمفرغ المناسب لعمل الشبكة، حيث توجد عدة نماذج للمفرغات، وهنا يجب أخذ كيفية تأريض النقطة النجمية، وشدة الاتساخ، وعدد الانفراغات البرقية في المنطقة بعين الاعتبار.
- تركيب المفرغ في المكان المناسب بأخذ مجال الحماية له بعين الاعتبار، وتعطي المواصفات الدولية هذه المسافة بدقة. وفي حال وجود قاطع يجب تركيب المفرغ بين المحولة والقاطع ،من أجل تجنب التوترات الزائدة الناتجة من عمليات الفصل والوصل. وعند وصل المحولة إلى الشبكة عن طريق كابل، يركب المفرغ في طرف الكابل من جهة الخط الهوائي، وفي حال كابل طويل ،يجب تركيب المفرغ من جهة المحولة، للتخلص من ظاهرة الأمواج العكسية في الكابل.
- تأريض المفرغ بشكل جيد وصحيح.

يسبب التيار التسربي الذي يمر في المفرغ تآكل أقراص المقاومة المتغيرة، وارتفاع درجة حرارتها، مما يؤدي إلى تلفها السريع، لذلك لا بد من قياس تيار التسرب مرة كل خمس سنوات على الأقل. وتحتوي المفرغات الحديثة على مقياس يقيس تيار التسرب بشكل دائم، ويجب ألا يتجاوز هذا التيار 2 mA.

وقد استنتجنا من الإحصائيات_ أيضاً_ أن عدد المحولات المنهارة في الشبكات ذات الأعمدة البيتونية والخشبية، أكثر من عدد المحولات المنهارة في الشبكات ذات الأعمدة المعدنية المؤرضة.

وبمقارنة الأعطال التي حدثت على خطي نقل 20 kV، أحدهما ذو أبراج معدنية، والآخر ذو أبراج خشبية من محطة تحويل السن 66 / 20 kV إلى قرية بيت ياشوط، حيث تعتبر هذه المنطقة من أكثر مناطق القطر العربي السوري تعرضاً للانفراغات البرقية، تبين أن عدد الأعطال على الخط ذي الأبراج الخشبية، تبلغ أكثر من ضعفي الأعطال على الخط ذي الأبراج المعدنية. وهذا يمكن تفسيره بتخفيض حدة الموجة الواردة إلى المحولة في الشبكات ذات الأعمدة المؤرضة، بسبب انهيار العوازل بين الطور والأرض، أو انهيار المسافة بين الأطوارعند حدوث توترات زائدة على الشبكة، على العكس من الشبكات ذات الأعمدة الخشبية، حيث تمر الموجة بكامل حدتها حتى تصل إلى المحولة. لذا ينصح بتأريض العوارض المعدنية الحاملة للعوازل في الأعمدة الخشبية والبيتونية قبل المحولة بعدد من الأبراج ،وتشكيل ما يعرف بمنطقة الحماية، وذلك في المناطق التي تكثر فيها العواصف الرعدية.

فعند حدوث توترات زائدة نتيجة الإصابة المباشرة بصاعقة، تنهار المسافة العازلة بين الأطوار، وتصبح المقاومة الموجية للشبكة حوالي 270W ، وعند وصول هذه الموجة إلى البرج القريب ،الذي يشكل مدخل منطقة الحماية يمرر جزء من هذه الموجة مقداره [11]:

$$a = \frac{2 \times Z}{R + Z}$$

حيث:

$$Z = \frac{270 \times R}{270 + R}$$

R: مقاومة التأريض للبرج بـ W.

وبالتالي:

$$a = \frac{2 \cdot \frac{270 \times R}{270 + R}}{\frac{270 \times R}{270 + R} + 270}$$

وهذه القيمة تبلغ حوالي 10% فقط من القيمة الممررة، في حال عدم تأريض هذه الحوامل المعدنية، كذلك يمكن استخدام مفرغات جهد تيار التفريغ لهاو يبلغ.5 KA– 10 KA تركب هذه المفرغات على الأبراج التي تكثر إصابتها بصواعق.

<u>ملاحظة</u>: لا تغني هذه المفرغات عن استخدام مفرغات الجهد المستخدمة لحماية المحولة، والمركبة حسب IEC 99. وقد تم تشكيل منطقة الحماية هذه على خط 20 Kv ،الذي يصل بين مدينة الحفة وصلنفة منذ عام 1995، وحتى الآن لم يحدث عليه سوى عطل واحد فقط، في حين أن عدد هذه الأعطال كان يتراوح بين 2 و3 أعطال سنوياً.

2– أثر الظروف البيئية الأخرى :

تقع مدينة اللاذقية على خط العرض 35.3 شمالاً ،وتبلغ شدة الإشعاع الشمسي على سطح أفقي وسطياً 500 W/m^2 في العام.

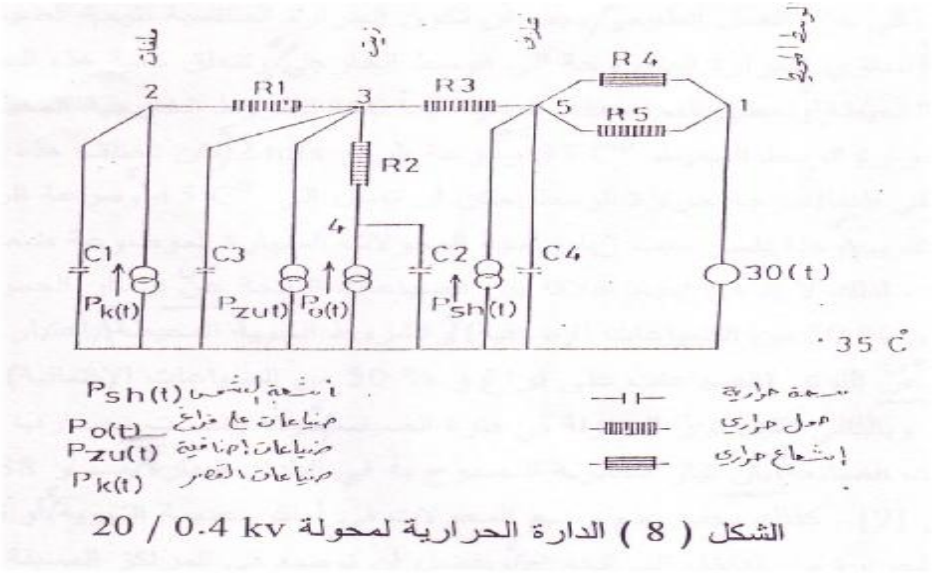
تؤثر الإشعاعات الشمسية ودرجة الحرارة بشكل كبير في درجة حرارة المحول، وكما هو معروف، فإن زيادة درجة حرارة أي مادة عازلة، تسبب خفض قدرة هذه المادة على العزل بشكل كبير ،ولدراسة أثر درجة الحرارة في المحول لا بد من أخذ عناصر المحول بعين الاعتبار.

الإجهادات الحرارية على المحول هي محصلة سببين أساسيين:

1- إجهادات حرارية كهربائية ناتجة من الضياعات المختلفة (ضياعات القصر في الملفات $P_k(t)$ ،والضياعات على فراغ في النواة $P_0(t)$ ،إضافة إلى الضياعات الإضافية في الزيت $P_{ZU}(t)$ ،واتجاه التيارات الحرارية الناتجة من هذه الضياعات يكون من الداخل إلى الخارج.

2- إجهادات حرارية ناتجة من الوسط المحيط ،وشدة أشعة الشمس، واتجاه التيارات الحرارية الناتجة من هذه الظروف ،تكون من الخارج إلى الداخل.

يتم حساب درجة الحرارة في أي عنصر من عناصر المحولة برسم الدارة الحرارية ،والمشابهة من حيث الشكل للدارة الكهربائية [4] الشكل (8)، وفي حالة التبريد الطبيعي ،يتم انتقال الحرارة _غالباً_ بالحمل ،وبالتالي درجة الحرارة غير ثابتة في كل جزء من الأجزاء، وتتكون هذه الدارة من:



الشكل (8) الدارة الحرارية لمحولة 20 / 0.4 kv

أ- منابع الحرارة: الضياعات الكهربائية في الملفات، والنواة ،والزيت ،ومنبع حراري إضافي، نتيجة سقوط أشعة الشمس والأشعة الكونية الأخرى على الغلاف المعدني للمحولة ،وفي العقدة (1) أخذت درجة حرارة الوسط بعين الاعتبار.

ب- مقاومات حرارية: مقاومة الحمل الحراري R_1 بين الملفات والزيت،و R_2 بين النواة والزيت،و R_3 بين الزيت والغلاف،و R_5 بين الغلاف والوسط المحيط .وتعبر هذه المقاومات عن انتقال الحرارة بالحمل ،إضافة إلى مقاومة الإشعاع الحراري بين الغلاف والوسط الخارجي، والتي تعبر عن انتقال الحرارة بالإشعاع.

جـ- السعات الحرارية: (C_1 للملفات، C_2 للنواة، C_3 للزيت، C_4 للغلاف المعدني) .تعبر هذه السعات عن تحول الدارة الحرارية من دارة ثابتة إلى دارة متغيرة زمنياً.

أما سرعة الريح، فنعبر عنها بالتحول من انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي إلى انتقال الحرارة بالحمل القسري؛ أي تغير المقاومة R_5 ،وكلما زادت سرعة الريح زادت كمية الحرارة المطروحة.

وفي حال العمل الطبيعي، يجب أن تكون الحرارة المكتسبة نتيجة الضياعات والأشعة الشمسية، تساوي الحرارة المطروحة إلى الوسط الخارجي، وتتعلق كمية هذه الحرارة بالشروط الجوية المحيطة، وتعطي المواصفات الدولية قيماً ثابتة للشروط الخارجية المحيطة بالمحولة: درجة حرارة الوسط المحيط $35\ C^0$ ،وسرعة الريح 2 m/s ،لكن تختلف هذه القيم عن القيم السائدة في بلدنا؛ فدرجة حرارة الوسط يمكن أن تصل إلى $45\ C^0$، وسرعة الريح تساوي الصفر تقريباً ،وهذا يفسر سبب زيادة نسبة المحولات المنهارة الموضوعة ضمن أبنية في الصيف، لذلك لا بد من إيجاد علاقة بين الضياعات الناتجة من تيار الحمولة (ضياعات القصر و% 50 من الضياعات الإضافية)، والشروط الجوية المحيطة باعتبار أن الضياعات الناتجة من التوتر (الضياعات على فراغ و% 50 من الضياعات الإضافية) ثابتة زمنياً.

وبالتالي تقليل تيار الحمولة في فترة الصيف، حيث بينت تجارب أجرتها بعض الشركات الصانعة، بأن تيار الحمولة المسموح به في البلدان الحارة، هو 0.88 من التيار الاسمي [9]. كذلك يجب عدم وضع المحولات في أماكن عديمة التهوية، أو تركيب مراوح لطرد الحرارة من الداخل إلى الخارج، ويفضل أن توضع في المراكز المسبقة الصنع في الظل أو على الأقل عدم السماح بتعرض الواجهة الجنوبية للمركز لأشعة الشمس، وذلك لتخفيف كمية الحرارة الممتصة من الشمس. وقد تم تغيير مكان محولتين في قبو في أحد الأبنية، التي كان يتكرر انهيارها بشكل كبير خلال الصيف، إلى محولات مسبقة الصنع، وقد تم تحديد تيار الحمولة بـ 80 % من تيار الحمولة الاسمي، فخلال سنتين لم يحدث أي عطل.

- أما الأعطال التي تحدث على خطوط الـKv 20 ،فهي قصر طور مع الأرض بسبب انهيار العوازل، نتيجة تراكم الأوساخ عليها،وأغلب هذه الأعطال تحدث على الشبكات الممددة في المناطق التي تم بناء مصانع بالقرب منها (الشبكات الممددة في المنطقة بين بانياس وطرطوس)، حيث تعتبر هذه المناطق من المناطق شديدة الاتساخ ،في حين أن طول مسار التسرب للعوازل المستخدمة قليل جداً. لذلك لا بد من تبديل العوازل المستخدمة حالياً بعوازل ذات مسار تسرب مناسب.

وللحد من هذه الأعطال لا بد من اختيار النوع والطول المناسبين للعوازل، في كل منطقة من مناطق الاتساخ وتعطي المواصفات الدولية القيم الصغرى المسموحة لطول مسار التسرب للعازل حسب درجة الاتساخ وفق الجدول رقم2[12]

الجدول رقم (2) القيم الصغرى لمسار التسرب عند درجات الاتساخ المختلفة لتوتر 20 Kv

درجة الاتساخ	1	2	3	4
طول مسار التسرب	38	46	78	106

كذلك يؤثر شكل العازل في كمية الاتساخ المترسبة عليه، ولا بد عند اختيار شكل العازل من دراسة جميع منابع الاتساخ في المنطقة، ومن ثم اختيار الشكل الملائم.

ويمكن للأوساخ أن تترسب على عوازل العبور للمحولة، وخاصة أثناء عدم تطبيق توتر عليها لأي سبب من الأسباب مما يؤدي إلى حدوث انفراغات انزلاقية عن هذه العوازل.

المقترحات:

من الدراسة لاحظنا، أن أغلب الأعطال في الشبكات الكهربائية تعود إلى عدم التقيد بالمواصفات العالمية بشكل جيد من جهة، وعدم كفاية بعض الشروط الحدية الواردة في هذه المواصفات مع شروط بلادنا من جهة أخرى. وللحد من هذه الأعطال يجب اتباع الإجراءات التالية:

1. وضع مواصفات قياسية سورية تعتمد على المواصفات العالمية، وتأخذ بعين الاعتبار الشروط الخاصة لبلادنا والتقيد بها عند اختيار التجهيزات الكهربائية وتركيبها.
2. استخدام الأبراج المعدنية، أو تشكيل منطقة حماية في شبكات 20kv الممدة في مناطق ذات كثافة انفراغات برقية كبيرة.
3. دراسة الأثر البيئي، عند إشادة مصانع جديدة، على عوازل الشبكات الكهربائية الممدة في تلك المنطقة واختيار العوازل المناسبة، من حيث طول مسار التسرب ،أو شكل العازل.

المراجـع:

[1] Obenaus.F: Der Einfluss von oberflachenbelag auf die uberschlagspannung von Isolatoren. He scho Mitt. 1933 H.70
[2] ReveryG. Der Fremdschicht uberschlag am Isolatoren bei Betriebs spannung ETZ -A 76 (1955) H.1
[3] Hutte: Elektrisch Energie technik. Springer verlag 1988.
[4] Bohme. H. Mittelspannungstechnik verlag technik. Berlin 1992.
[5] الريس نضال أثر الاتساخ على عوازل التوتر العالي المستخدمة في سورية سلسلة مقالات في أسبوع العلم. 1991 – 1992 –1995.
[6] إحصائيات الأرصاد الجوية في الجمهورية العربية السورية من عام 1985 ولغاية 1997.
[7] زهيرة، جودة : اختبار أثر البيئة البحرية على عوازل الجهد العالي في الدول العربية أسبوع العلم السابع والثلاثون في سورية عام 1997.
[8] Streubel. H. Betriebserfahrungen mit langstabisolatoren. Hermsdorfer techn.Mitt 1970.
[9] Hasse-Wiesinger: Handbuch für Blitz schutz pflaum verlag 1993.
[10] زهيرة محمد هندسة التوتر العالي 1 منشورات جامعة تشرين 1996.
[11] صطيف ابراهيم: هندسة التوتر العالي /3/ منشورات جامعة حلب 1989.
[12] TGl 8678/02 – 1987.